

# 实用汽车摩托车用铅酸 蓄电池 400 例

云振东 编著

机械工业出版社

本书以铅酸蓄电池技术为主要内容，以问答形式系统地介绍了铅酸蓄电池性能、使用、维修、制造等技术，也以适当篇幅介绍了部分新技术、新工艺、新材料、新设备。全书分为：基本概念、性能规范、使用保养、故障排除、工艺制造、理化分析、工业卫生与环境保护。本书适于各类蓄电池的使用、维修、制造和营销人员阅读参考，是一本较理想的工具书。

## 图书在版编目（CIP）数据

实用汽车摩托车用铅酸蓄电池 400 例 / 云振东  
编著 . —北京：机械工业出版社，2005.4  
ISBN 7 - 111 - 16214 - 5

I . 实 II . 云 III . 汽车 - 铅蓄电池  
IV . U463.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2005）第 015920 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）  
责任编辑：李振标 版式设计：霍永明 责任校对：魏俊云  
责任印制：洪汉军  
北京京丰印刷厂印刷 · 新华书店北京发行所发行  
2005 年 3 月第 1 版 · 第 1 次印刷  
850mm×1168mm<sup>1</sup>/<sub>32</sub> · 10.625 印张 · 2 插页 · 282 千字  
0 001—4 000 册  
定价：20.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换  
本社购书热线电话（010）68326294  
封面无防伪标均为盗版

# 前 言

铅酸蓄电池是一种电化学直流电源产品。该类产品广泛地应用于工业、农业、交通运输、通信、电力、国防科研等领域。随着国民经济快速增长，铅酸蓄电池的需求量日益增大。近年来国内铅酸蓄电池技术不断发展，产品在使用性能上有许多新的改进，新品种不断出现，新技术、新工艺、新设备、新材料也不断涌现。

本书系统地介绍了各类铅酸蓄电池的性能、规格、使用和制造，是一本综合性通俗技术读物。本书共分九个部分：前四部分旨在帮助蓄电池使用、保管、维修及营销人员了解产品性能和维修保养技术，并摘录了主要的国家标准及相关的国外标准；后几部分介绍蓄电池生产制造中的工艺技术及理化分析、工业卫生与环境保护等。由于各厂家工艺条件不完全相同，除相关标准性数据外，本书主要列举了带有共性的技术工艺参数，供读者参考。

本书在编写过程中，得到了淄博蓄电池厂的工程技术人员王冰、鞠世勋、于德义、吴欣庭、侯晓东、李同家的帮助和支持，并参考了国内外有关论文和专著。书中许多技术论理性问题得到了沈阳蓄电池研究所的工程师们的帮助，他们提出了很好的建议，特别是机械工业铅蓄电池科技情报网的秘书长杨凌女士对本书作了部分删改和补充、《蓄电池》杂志的主编朱复兴先生对本书作了最后的审定，在此一并表示感谢。

由于编写能力有限，书中难免有缺点错误之处，敬希读者指正。

作 者

2004年8月1日

# 目 录

## 前言

一、技术概念 .....	1
1. 为什么叫铅酸蓄电池？ .....	1
2. 铅酸蓄电池有哪些类别？ .....	2
3. 用铅酸蓄电池作动力驱动汽车，需从哪几方面改进电池性能？ .....	3
4. 铅酸蓄电池技术发展趋势怎样？ .....	3
5. 为什么铅酸蓄电池能够反复循环使用？ .....	4
6. 铅酸蓄电池由哪几部分组成，各部分的作用是什么？ .....	4
7. 铅酸蓄电池应用在国民经济哪些领域？ .....	5
8. 铅酸蓄电池充电、放电工作原理是什么？ .....	5
9. 蓄电池所需活性物质是怎样计算的？ .....	7
10. 汽车起动用蓄电池有哪些型式，怎样辨认？ .....	10
11. 蓄电池的额定容量含义是什么？ .....	11
12. 什么是铅酸蓄电池的端电压，在充电、放电中是怎样变化的？ .....	11
13. 什么是铅酸蓄电池的终止电压，不同小时率放电，为什么有不同的规定？ .....	13
14. 什么是铅酸蓄电池的能量和比能量？ .....	13
15. 汽车起动用蓄电池极板容量是怎样计算的？ .....	14
16. 蓄电池放电电流越大，为什么输出容量越小？ .....	15
17. 蓄电池电解液的温度降低，为什么电池容量会受到影响？ .....	15
18. 什么是干荷电蓄电池，什么是湿荷电蓄电池，与普通蓄电池比较有哪些优点？ .....	15
19. 为适应蓄电池市场的需要，普通式蓄电池极板荷电技术指标修改的内容是什么？ .....	16

20. 汽车起动用蓄电池在产品整体功能上作哪些改进为好？ .....	16
21. 起动用铅酸蓄电池的基本结构及其型号含义是什么？ .....	17
22. VRLAB 的含义是什么，产品的基本特征是怎样的？ .....	19
23. 怎样对 VRLAB 进行可靠性检测？ .....	19
24. 蓄电池极板群单体与单体间有哪几种连接方法？哪种方法 比较好？ .....	20
25. 铅酸蓄电池有哪几种封口方法？ .....	20
26. 摩托车用蓄电池有哪几种型式？怎样识别其品种类型？ .....	21
27. 摩托车用蓄电池基本构造及其适用的车型范围是什么？ .....	21
28. 怎样以简便的放电方法测试判断汽车起动用蓄电池处于 良好的使用状态？ .....	22
29. 电解液密度大小，对蓄电池使用寿命有什么影响？ .....	22
30. 不同类型蓄电池电解液密度为什么有差别？ .....	23
31. 汽车用蓄电池产品质量是怎样分等级的，各质量等级 的技术要求是什么？ .....	24
32. 汽车、摩托车蓄电池在使用中为什么要定期给予电池 补水，而不应补酸呢？ .....	25
33. 电动自行车用蓄电池的质量应从哪几个方面提高以使消费者 满意？ .....	25
34. 在电解液中铁、锰、氨等杂质对正、负极板有什么危害？ .....	26
35. 在电解液中铜、银、锑、硝酸等杂质对负极板有什么危害？ .....	27
36. 在电解液中盐酸、醋酸、酒精对正极板有什么危害？ .....	27
37. 为什么阀控式蓄电池会出现干涸？ .....	27
38. 什么是阀控式蓄电池的热失控，原因是什么？ .....	28
39. 免维护蓄电池在产品结构上与普通式蓄电池有什么 不同？ .....	28
40. 什么是邮电通信用阀控式蓄电池，有什么特点？ .....	29
41. 阀控式铅酸蓄电池内部的氧循环是什么含义？ .....	29
42. VRLA 蓄电池用胶体技术和玻璃棉技术哪种较好？ .....	29
43. 为什么说把铅酸蓄电池作为电动汽车动力是比较 现实的？ .....	30
44. 用铅酸蓄电池作为城区内汽车行驶动力的优点是什么？ .....	30
45. 怎样计算电解液用量？ .....	31

46. 极板活性物质利用率与哪些因素有关？	31
47. 蓄电池的极化现象是什么？	32
48. 怎样确定蓄电池容量及其活性物质用量？	32
49. 在蓄电池中加磷酸有什么良好作用？	33
50. 铅蓄电池槽分哪几类，其主要用途及外观质量要求怎样？	33
51. 蓄电池槽的物理化学性能有哪些规定？	34
52. 对阀控式蓄电池中的隔板有什么要求，怎样选择？	35
53. 不同材质隔板对汽车起动用电池性能有什么影响？	35
54. 什么是富液式吸附隔板？	37
55. 管式蓄电池的正极板所用涤纶排管对质量有什么要求？	38
56. 什么是腐殖酸，它的作用是什么？	39
57. 什么是铅蓄电池的电动势、它与硫酸电解液密度有什么联系？	40
58. 装在摩托车上的蓄电池与调节器、载流器、节压器三部分电器是怎样协调控制的？	40
59. 蓄电池反极仪的作用是什么？	40
60. 汽车起动用铅酸蓄电池端电压由 12V 改向 36V，为什么说是需要的？	41
<b>二、性能规范</b>	<b>42</b>
61. 汽车起动用铅酸蓄电池国家标准规定的主要技术内容是什么？	42
62. 汽车起动用铅酸蓄电池的基本参数有哪些内容？	44
63. 影响起动用铅酸蓄电池充电接受性能的原因是什么，从哪方面解决？	46
64. 摩托车用蓄电池的用途如何，其型号和产品结构怎样？	46
65. 摩托车用铅酸蓄电池有哪些技术要求？	47
66. 摩托车用铅酸蓄电池的型号和基本参数怎样？	48
67. 摩托车用铅酸蓄电池采用 VRLA 结构，电性能达到什么质量指标为优良？	49
68. 小型阀控式蓄电池的型号有哪些？	50
69. 小型阀控式蓄电池有哪些技术要求？	51

70. 国产电动自行车主要的性能和要求是什么？ .....	52
71. 电动自行车用蓄电池规格和基本参数是什么？ .....	54
72. 电动自行车用蓄电池设定什么样的技术指标，能较好地 保证整车行驶性能？ .....	55
73. 电动自行车用蓄电池的快速寿命测试方法是怎样规定的？ .....	56
74. 什么是 GFM (OGiV 系列) 和 GFM (MSE 系列) 蓄电池，其基本 参数与电气性能是怎样规定的？ .....	56
75. 铁路客车用蓄电池标准的主要内容是什么？ .....	57
76. 铁路客车用蓄电池基本参数和电气性能有什么规定？ .....	58
77. 电力系统对 VRLA 电池标准有哪些规定？ .....	60
78. 牵引车用蓄电池的用途和结构是什么？ .....	61
79. 牵引车用蓄电池有哪些型号和规格，其基本参数是怎样 规定的？ .....	62
80. 牵引车用蓄电池 (D 系列) 国标规定的主要内容是哪些？ 各小时率放电特性是怎样规定的？ .....	63
81. 什么是煤矿防爆特殊型蓄电池，产品结构与基本技术 参数怎样？ .....	65
82. 煤矿防爆特殊型蓄电池技术标准有哪些规定？ .....	66
83. 什么是 PzS 型牵引车用蓄电池，其基本参数是怎样规定的？ .....	67
84. PzS 型牵引车用蓄电池对电气性能有哪些规定？ .....	68
85. PzS 型牵引车用蓄电池的初充电和正常充电的基本参 数是怎样规定的？ .....	69
86. 矿灯蓄电池产品型号及基本参数有什么规定？ .....	70
87. 矿灯蓄电池标准有哪些规定？ .....	71
88. 矿灯蓄电池的基本结构怎样，怎样按实用标准选购？ .....	71
89. 船舶起动用蓄电池的用途如何，其型号规格与主要技 术参数是什么？ .....	72
90. 船舶通信、照明用蓄电池的用途如何，其型号和基本 参数是怎样规定的？ .....	73
91. 内燃机车用蓄电池型号基本参数和电气性能有什么规定？ .....	74
92. 内燃机车用铅蓄电池有哪些主要技术要求？ .....	75
93. 储能用铅酸蓄电池有哪些型号规格？ .....	77
94. 储能用蓄电池有哪些技术要求，主要内容是什么？ .....	78

95. 航标用铅酸蓄电池的用途和结构怎样？ .....	79
96. 航标用铅酸蓄电池的基本参数怎样？ .....	80
97. 航标用铅酸蓄电池有哪些主要技术要求？ .....	80
98. 航空用铅酸蓄电池产品型号结构基本尺寸怎样？ .....	81
99. 航空用铅酸蓄电池技术参数有哪些内容？ .....	82
100. 固定型阀控式蓄电池技术要求有哪些内容？ .....	83
101. 汽车起动用蓄电池德国标准（DIN）的主要技术内容有 哪些？ .....	85
102. 汽车起动用铅酸蓄电池日本标准（JIS）的主要技术内容有 哪些？ .....	87
103. 汽车起动用电池美国汽车工程师学会标准（SAE）的 主要技术内容有哪些？ .....	89
104. 橡胶隔板的技术要求是什么？怎样按质量标准选购 隔板？ .....	90
105. 烧结聚氯乙烯隔板（PVC）的技术要求是什么，怎样 按质量标准选购隔板？ .....	91
106. 什么是超细纤维隔板，按什么质量标准选购隔板？ .....	92
107. 什么是聚乙烯袋式隔板？ .....	93
108. 微孔聚乙烯隔板的物理化学性能有哪些内容？ .....	93
109. 什么是聚丙烯袋式隔板？ .....	94
110. 溶喷聚丙烯隔板的物理化学性能有哪些内容？ .....	94
111. 什么是 10G 隔板，其物理化学性能怎样？ .....	95
112. 什么是玻璃纤维固化管，有哪些技术要求？ .....	96
113. 玻璃纤维固化管的外观质量有哪些要求？ .....	97
<b>三、使用保养</b> .....	<b>98</b>
114. 选用汽车起动用蓄电池应注意些什么？ .....	98
115. 浓硫酸的物理化学性质有哪些？ .....	98
116. 为什么说准确地掌握电解液密度是判断蓄电池存电 状态的重要依据？ .....	99
117. 为什么要定期向电池内补充纯水？ .....	99
118. 怎样按不同情况计算蓄电池电解液的配制量？ .....	100
119. 怎样测量电解液密度，如何根据标准温度进行换算？ .....	102

120. 蓄电池充电连接方法有几种，怎样进行连接？ .....	103
121. 什么是恒流充电？ .....	104
122. 什么是恒压充电？ .....	105
123. 什么是均衡充电？ .....	105
124. 什么是胶体电解质，它是怎样制取的？ .....	106
125. 铅蓄电池在汽车、拖拉机上使用，须作哪些保养工作？ .....	106
126. 怎样对普通式铅蓄电池进行初充电？ .....	108
127. 干荷电蓄电池为什么不需要初充电？ .....	109
128. 怎样使用干荷电蓄电池？ .....	109
129. 什么是电池的荷电贮存性能？ .....	110
130. 蓄电池在什么情况下进行正常充电？ .....	110
131. 什么是电池的正常充电？ .....	110
132. 为什么蓄电池要分两个阶段充电？ .....	111
133. 新车配用的起动蓄电池有些什么检查内容？ .....	111
134. 汽车上使用 MF 蓄电池应注意检查什么问题？ .....	112
135. 怎样提高汽车起动电池（免维护）的技术性能，使其 保持良好的使用状态？ .....	112
136. 汽车起动电池的极柱端子有时难以确认极性怎么办？ .....	114
137. 影响载货汽车（卡车）用蓄电池耐振性能的原因是 什么，有什么改善措施？ .....	114
138. 汽车起动电池在安装时电流表指针指向相反怎么办？ .....	115
139. 在拆装汽车起动电池时应注意什么？ .....	115
140. 汽车起动电池极柱与夹头接触不良拆卸困难时怎么办？ .....	115
141. 对汽车起动蓄电池实行快速充电时，要注意些什么？ .....	115
142. 汽车起动电池电解液中水分消耗快，可采取什么措施 预防？ .....	116
143. 怎样预防汽车起动蓄电池正极板活性物质脱落？ .....	116
144. 汽车起动蓄电池发生意外爆炸是什么原因，怎样预防？ .....	117
145. 怎样预防汽车起动蓄电池早期损坏？ .....	117
146. 严冬季节蓄电池在汽车上应注意些什么事项？ .....	117
147. 汽车用蓄电池暂不使用时，怎样进行贮存？ .....	118
148. 摩托车用铅酸蓄电池在使用前应做好哪些准备工作？ .....	118
149. 摩托车用蓄电池在使用中应注意哪些保养工作？ .....	119

150. 摩托车用蓄电池极板出现严重硫酸盐化是什么原因，怎样预防？ .....	119
151. 摩托车用蓄电池极板活性物质出现严重地脱落是什么原因，怎样预防？ .....	119
152. 摩托车用蓄电池出现严重自放电是什么原因，怎样预防？ .....	120
153. 摩托车用蓄电池在严寒季节，气温低于零下 20°C 运行，应怎样注意防冻？ .....	120
154. 摩托车用蓄电池在使用中怎样保养？ .....	120
155. 怎样掌握摩托车用蓄电池中电解液密度和液面高度，确定是否应予补水？ .....	121
156. 摩托车用充电器充电电压设定在多大范围是正常的，定得过高或过低对电池有什么损害？ .....	121
157. 小型 VRLAB 在使用中易产生哪些问题，通常是怎样解决的？ .....	122
158. 提高电动自行车用蓄电池性能，在工艺制造上采取些什么措施？ .....	122
159. 在确保电动自行车用蓄电池性能的基础上，在成品电池的结构上应注意些什么？ .....	123
160. 怎样进行电动自行车蓄电池的使用维护保养工作？ .....	123
161. 在电动自行车上装有胶体 (Gel) 电解质蓄电池能提高行驶里程是什么原因？ .....	124
162. 电动自行车用蓄电池灌胶体 (Gel) 电解质使用寿命长是什么原因？ .....	124
163. 怎样安装使用和维护电动自行车蓄电池？ .....	124
164. 向电动自行车蓄电池充电怎样做到短时间内能将电池充足？ .....	126
165. 西部地区使用阀控式免维护蓄电池应作好哪些事前的保养工作？ .....	126
166. 胶体电解质用于阀控式蓄电池有哪些良好作用？ .....	127
167. 固定型阀控式蓄电池在浮充电中端电压不均是什么原因？ .....	127
168. 通信用固定型蓄电池在使用中有什么要求？ .....	128
169. 固定型蓄电池在电力系统是怎样使用和保养的？ .....	129

170. 固定型新蓄电池电解液的配制和初充电是怎样进行的？ .....	130
171. 怎样对通信用固定型蓄电池（富液式）进行正常充电和均衡充电？ .....	131
172. 通信用固定型蓄电池灌胶体电解质后，应怎样注意维护？ .....	132
173. 通信用固定型蓄电池在使用胶体电解质后应注意些什么？ .....	132
174. 怎样对 VRLA 蓄电池进行合理充电，减少失水，避免出现早期干涸？ .....	133
175. 为什么说铅酸蓄电池在电力系统中有不可替代的作用？ .....	134
176. VRLA 蓄电池用在电力系统，有哪些功能？ .....	134
177. 电力系统各发电厂、变电所需蓄电池组的数量是多少？ .....	135
178. 牵引车用蓄电池充电前后应做哪些工作，不同的车型应配备什么规格的蓄电池？ .....	135
179. 牵引车用蓄电池应做哪些维护保养工作？ .....	137
180. 影响牵引车用蓄电池循环耐久能力的原因是什么？一般采取什么措施？ .....	138
181. 煤矿用特殊防爆型蓄电池在装车运行前，应做哪些工作？ .....	138
182. 煤矿用特殊防爆型蓄电池的初充电、正常充电和快速充电是怎样进行的？ .....	139
183. 煤矿用特殊防爆型蓄电池的维护保养工作有哪些内容？ .....	140
184. 矿灯蓄电池灌注胶体电解质有什么优点？ .....	141
185. 铁路客车用新蓄电池的初充电和正常充电是怎样进行的？ .....	141
186. 航标用蓄电池安装前和投入运行后，应做些什么维护工作？ .....	142
187. 航标用蓄电池在使用和管理中应注意些什么事项？ .....	144
188. 内燃机车用蓄电池的初充电和正常充电是怎样进行的？ .....	144
189. 内燃机车用蓄电池的维护保养工作有哪些？ .....	145
190. 什么是 UPS 电源蓄电池，功率性能是什么？ .....	146
191. 蓄电池电解液中铁含量超标怎样处理？ .....	146

192. 蓄电池中铜杂质超标有什么影响, 怎样预防? .....	147
193. 镉在蓄电池中有什么影响, 怎样减少镉的危害? .....	147
194. 氯在电解液中有什么影响? .....	148
195. 硝酸根在蓄电池中有什么危害, 如何预防? .....	148
196. 有机物在蓄电池中有什么危害, 怎样预防? .....	148
<b>四、故障与排除</b> .....	<b>150</b>
197. 铅酸蓄电池在使用中常出现哪些故障, 是什么原因, 怎样进行预防? .....	150
198. 怎样用镉电极判断蓄电池正、负极板的技术状况? .....	150
199. 有的出租车用的起动蓄电池为什么失效率高、使用寿命短, 有什么方法改进? .....	151
200. 轿车上装载的蓄电池出现蓄电量不足, 使内燃机起动困难是什么原因, 怎样排除? .....	152
201. 有的轿车使用 VRLA 式蓄电池, 出现起动无力是什么原因, 怎样处理? .....	153
202. 影响汽车用起动电池性能的主要因素是什么? .....	154
203. 影响汽车电池低温起动能力的原因是什么, 在结构上作哪些改进? .....	154
204. 怎样用简便方法检查汽车起动用蓄电池是否存在故障? .....	155
205. KS8 型矿灯蓄电池首次点灯放电时间不足 11h 灯亮度变暗了是什么原因? .....	155
206. 汽车起动用蓄电池出现电解液渗漏怎么办? .....	156
207. 怎样给电动自行车蓄电池补水? .....	156
208. 为什么说给电动自行车用蓄电池频繁地充电会造成 PCL 早期损失, 缩短使用寿命? .....	157
209. 铅酸蓄电池自放电的基本原因是什么? .....	157
210. 影响起动用电池荷电性能的因素是什么? .....	157
211. 什么是铅酸蓄电池的硫酸盐化, 是怎样形成的, 对电池有什么影响? .....	158
212. 怎样预防和处理铅蓄电池的硫酸盐化? .....	158
213. 确保电动自行车用蓄电池质量, 预防产品在使用中产生故障, 怎样在制造工艺上进行监控? .....	159

214. 汽车起动用电池出现硫酸盐化，怎样予以处理？ ..... 160
215. 什么是蓄电池内部短路，是什么原因，怎样进行处理？ ..... 161
216. 怎样检查判断蓄电池内部是否短路？ ..... 161
217. 汽车起动用电池出现严重自放电怎么办？ ..... 162
218. 怎样减少蓄电池自放电？ ..... 162
219. 什么是蓄电池的反极，怎样检查、处理反极？ ..... 163
220. 蓄电池极板活性物质脱落是什么原因，怎样判断？ ..... 163
221. 在蓄电池使用中怎样预防极板活性物质非正常性脱落？ ..... 164
222. 蓄电池极板为什么会产生早期腐蚀，怎样预防？ ..... 165
223. 怎样作蓄电池容量不足原因的分析？ ..... 166
224. 采用低锡多元合金制作矿灯蓄电池板栅有什么优点？ ..... 167
225. 出现个别“落后”电池是什么原因，如何处理？ ..... 167
226. 铅酸蓄电池极板产生弯曲、断裂是什么原因？ ..... 168
227. 铅酸蓄电池在充电时出现冒气量大是什么原因，怎样进行判断？ ..... 168
228. 新蓄电池加入电解液后，温度升高是什么原因？ ..... 169
229. 充电中蓄电池温升过高是什么原因？ ..... 169
230. 电池电解液出现混浊是什么原因？ ..... 169
231. 蓄电池维修网点要具备什么样的工作条件？ ..... 170
232. 汽车起动用蓄电池出现起动力不足是什么原因，怎样判断分析？ ..... 171
233. 汽车用蓄电池大功率放电后，给予充电电流过小、不稳或充电电流过大，对蓄电池使用是否有损害，对此故障怎样分析判断？ ..... 171
234. 橡胶外壳的起动用蓄电池，怎样进行拆卸装修？ ..... 172
235. 充了电的蓄电池在拆修前为什么要进行放电？ ..... 172
236. 拆修普通外联式起动用蓄电池所用极柱连条部件的规格尺寸有哪些？ ..... 173
237. 摩托车用蓄电池常见的故障有哪些，为什么要定期向电池内补充纯水？ ..... 174
238. 摩托车用蓄电池容量不足是什么原因，怎样进行判断？ ..... 175

239. 怎样判断和处理摩托车用蓄电池的自放电？ ..... 176
240. 摩托车用蓄电池有时充不进电是什么原因，怎样判断和处理？ ..... 176
241. 在摩托车上使用 VRLA 电池有哪些故障问题，原因是什么？ ..... 177
242. 摩托车用蓄电池常出现的质量问题是什么，怎样解决？ ..... 179
243. 摩托车用干荷式蓄电池，在 0°C 或更低的气温环境下，加入电解液后启动无力是什么原因？ ..... 179
244. 摩托车用干荷式蓄电池在放置数月后，用高倍率放电，性能差是什么原因？ ..... 180
245. 怎样解决摩托车蓄电池干荷电性能差的问题？ ..... 180
246. 用 VRLA 电池技术制造的摩托车用蓄电池低温启动放电性差是什么原因，用什么方法解决？ ..... 180
247. 干荷电式蓄电池在干态下经过长期贮存后加入电解液，充电初始端电压为什么很高？ ..... 181
248. 电动自行车用蓄电池存在的主要质量问题和原因是什么？ ..... 182
249. 电动自行车在行驶中常见的故障及原因是什么，怎样排除？ ..... 182
250. 固定型通信用 GF 式蓄电池使用中的故障有哪些，是什么原因，怎样进行处理？ ..... 182
251. 煤矿电机车用防爆型蓄电池在使用中有哪些故障，怎样排除？ ..... 184
252. 用涤纶排管作成管式正极板，在电池使用中后期常出现的问题是什么？ ..... 184
253. 通信用固定型免维护蓄电池在使用中所出现漏液问题产生的原因是什么，怎样处理？ ..... 184
254. 阀控式密封蓄电池在使用中易出现什么故障，怎样预防？ ..... 185
255. GFM 型固定型通信用蓄电池正极汇流排和极板耳结合处，为什么会产生腐蚀，解决的措施是什么？ ..... 185

256. GFM型蓄电池的均衡充电电压为什么会出现不均现象？ .....	186
257. GFM系列产品已从哪些方面改进提高？ .....	186
258. VRLA固定型通信用蓄电池过去曾出现些什么质量问题，原因是什么？ .....	187
<b>五、合金与板栅 .....</b>	<b>188</b>
259. 铅酸蓄电池所用铅的合金及其元素的主要物理化学性质有哪些？ .....	188
260. 怎样配制铅锑合金？ .....	189
261. 铅锑合金配制设备由哪几部分组成？ .....	189
262. 铅锑合金的物理性能有什么变化规律，对板栅铸型有什么影响？ .....	190
263. 制备铅锑合金的工艺要点是什么，怎样注意掌握？ .....	191
264. 铅锑合金在凝固时温度是怎样变化的？ .....	191
265. 怎样测量铅锑合金凝点？ .....	191
266. 为什么用铅锑合金制作铅酸蓄电池板栅？ .....	192
267. 摩托车用铅酸蓄电池采用 Pb-Sb 合金板栅，在高倍率放电条件下，能否达到要求？ .....	192
268. 在电池的正板栅合金中加入锡 (Sn)，对板栅有什么良好作用？ .....	193
269. 汽车起动蓄电池采用 VRLA 电池制造技术用哪几种元素配制板栅合金能获得较好的循环寿命和较低的自放电性能？ .....	193
270. 在起动用蓄电池板栅合金中加金属铋 (Bi) 有什么作用和效果？ .....	194
271. 为什么航标用蓄电池要用纯铅制作极板板栅？ .....	194
272. 为什么使用低锑铅合金制作蓄电池板栅？ .....	195
273. 什么是铅的多元素合金，怎样制备多元素合金？ .....	195
274. 为什么使用低锑合金铸造管式正板栅筋易产生脆断呢？ .....	195
275. 为什么采用无锑铅合金，怎样制备这种合金？ .....	196
276. 添加在铅合金中的各种元素都有什么作用？ .....	197

## (二)

277. 用低锡合金作板栅为什么会产生裂纹, 怎么办? .....	198
278. 铅酸蓄电池板栅是什么形状? 板栅的作用是什么? .....	198
279. 板栅成型工艺有哪几种方法, 是怎样成型的? .....	199
280. 压力铸造板栅与重力铸造板栅在产品质量上有什么差别? .....	201
281. 脱模剂的作用是什么, 怎样配制脱模剂? .....	201
282. 怎样铸造符合质量要求的板栅? .....	203
283. 用铅钙合金制作板栅有什么优点, 对其缺点怎么办? .....	204
284. 板栅在铸型中常出现的质量问题有哪些, 用什么办法处理? .....	205
285. 在铸型中, 板栅出现超重、偏轻、偏斜、弯曲、毛刺是什么原因? .....	206
286. 板栅铸造后放置时间较久为什么会变脆, 怎么办? .....	206
287. 怎样按管式板栅管子的长度和根数计算单只电池的容量? .....	207
288. 怎样铸造铅合金零部件? .....	207
289. 有的板栅为什么要电镀铅? .....	209
290. 板栅电镀铅, 用什么电镀液? .....	209
<b>六、铅粉、涂填与化成</b> .....	<b>210</b>
291. 铅粉是怎样制造的? .....	210
292. 风选式铅粉机工艺生产流程是怎样布置的, 铅粉是怎样形成的? .....	210
293. 提高球磨制粉产量的主要条件是什么, 怎样确定铅粉机转速? .....	214
294. 怎样进行新铅粉机铅锭切块投料的生产调试工作? .....	215
295. 用铅锭切块直接投料磨粉, 其优点有哪些? .....	215
296. 什么是铅粉的氧化度? .....	216
297. 为什么铅粉氧化度规定在 70% ~ 80%, 过高或过低对生极板质量有什么影响? .....	216
298. 什么是铅粉表观密度, 颗粒大小与表观密度是什么关系? .....	217
299. 铅粉机内升高温是什么缘故, 怎样预防和排除? .....	218

300. 为什么铅粉在料仓内会氧化自燃，怎么办？ .....	218
301. 由纯铅氧化成一定量的氧化铅后，按投铅量怎样计算 铅粉的增重量和增重率？ .....	219
302. 电动自行车用铅酸蓄电池正极板采用管式结构怎样？ .....	219
303. 什么是铅膏，怎样制备铅膏？ .....	219
304. 在铅膏配制过程中的基本化学反应怎样？ .....	221
305. 铅粉质量对铅膏质量有什么影响？ .....	222
306. 配制铅膏所用硫酸密度和数量对产品有什么影响？ .....	222
307. 铅膏表观密度对生极板质量有什么影响？ .....	223
308. 配制铅膏加入硫酸量的多少对极板化成和电池初期容 量有什么影响？ .....	223
309. 在配制铅膏时为什么要严格掌握铅膏的稠度？ .....	224
310. 负极铅膏中有哪些添加剂，它们的作用是什么？ .....	224
311. 向电池正极活性物质中添加碳素材料和异性石墨，有 什么良好作用？ .....	225
312. 用浸渍木糖醇的方法制备干荷电负极板效果怎样？ .....	225
313. 木素磺酸钠的技术指标是什么？ .....	226
314. 木素磺酸钠的特性是什么，使用中存在什么优缺点？ .....	226
315. 管式正极板在加工制造中为什么要严加控制铅粉的 氧化度和灌粉量？ .....	227
316. 配制铅膏时为什么要严格区分正、负极铅膏所用的 设备和工位器具？ .....	227
317. 在制备负极铅膏时，把添加剂搅成糊状进行添加比用 粉子状态添加，对电池性能有什么影响？ .....	227
318. 砂性铅膏与普通铅膏有什么不同？ .....	228
319. 生极板在涂填中易出现哪些质量问题，用什么方法 解决？ .....	229
320. 用什么方法涂制生极板，在涂制过程中为什么要 浸酸？ .....	229
321. 生极板涂上铅膏后为什么必须进行固化，其原理 是什么？ .....	232
322. 生极板经固化后出现裂纹是什么原因，怎样预防？ .....	233
323. 什么样的固化条件对生极板加温、加湿效果好？ .....	233

## (二)

324. 生极板成型后在室内存放时间过长,对电池性能有什么影响,怎样解决? .....	233
325. 为什么说提高 VRLA 电池生极板固化温度能延长电池的使用寿命? .....	234
326. 管式极板比涂膏式极板有哪些优点? .....	234
327. 管式生极板所灌入的铅粉中为什么添加木炭粉? .....	235
328. 生极板固化干燥后为什么要注意防潮? .....	236
329. 什么是极板的化成,化成过程中两极物质是怎样变化的? .....	236
330. 生极板在化成中电流密度大小对极板化成质量有什么影响? .....	238
331. 在极板化成中,所用电解液密度高低对极板质量有何影响? .....	239
332. 极板化成电解液温度对极板质量有什么影响? .....	239
333. 化成后正极板为什么不能在湿度大的环境条件下放置? .....	240
334. 电池中正极板产生钝化的原因是什么,怎样预防? .....	240
335. 干荷电极板与普通式极板在工艺加工中有什么不同? .....	241
336. 制备干荷电极板通常采用什么抗氧化剂用作负极板抗氧化处理? .....	242
337. 生极板化成常出现的质量问题有哪些,怎样预防? .....	242
338. 怎样判断和掌握极板化成終了? .....	243
339. 什么是不焊接化成,有哪些优点? .....	243
340. 用不焊接方法化成,正极板易出现白花是什么原因,采取什么措施解决? .....	245
341. 摩托车用蓄电池采用组装化成,在质量上有哪些优点? .....	246
342. 怎样控制 GFM 型电池组装化成的工艺方法? .....	247
七、装配与塑胶部件 .....	248
343. 怎样保证蓄电池的装配质量? .....	248
344. 蓄电池在组装焊接中易出现哪些质量问题? .....	248

345. 如何选择施焊的火焰？ .....	252
346. 怎样正确地用焊枪对极柱汇流排进行施焊？ .....	252
347. 组装大型蓄电池产生短路的原因有哪些，如何 解决？ .....	253
348. 怎样组装 VRLA 结构的蓄电池？ .....	254
349. 电动自行车用蓄电池采用 VRLA 技术组装，为什么 要做到紧装配？ .....	254
350. 怎样作蓄电池的封口，有几种封口方法？ .....	255
351. 怎样向 VRLA 蓄电池中灌注胶体电解质？ .....	255
352. 怎样配制和浇注沥青封口剂？ .....	257
353. 橡胶隔板有哪些作用，各项性能指标的含义是 什么？ .....	257
354. 橡胶隔板是用哪些材料制成的，各种材料的作用 是什么？ .....	258
355. 生产橡胶隔板出现的质量问题有哪些，怎样预防？ .....	258
356. 安全阀有哪些作用？ .....	259
357. 什么是三元乙丙合成橡胶，为什么说用它作阀控式 蓄电池的帽阀比较好？ .....	260
358. 铅酸蓄电池产品部件设计包括哪几部分？ .....	260
359. 什么是蓄电池密封胶？ .....	261
360. 用改性聚丙烯 (E/P) 作蓄电池槽有哪些良好的 性能？ .....	262
361. 蓄电池指示器有什么作用？ .....	263
362. 为什么蓄电池必须用纯水配制电解液，用什么方法 制备纯水？ .....	264
363. 离子交换法制备纯水的工艺过程是怎样进行的？ .....	264
364. 离子交换树脂失效后怎样进行再生？ .....	266
365. 使用离子交换法制水工艺过程中应注意些什么问题？ .....	267
366. 蓄电池硬橡胶槽是由哪些材料制作的，其作用是 什么？ .....	267
367. 橡胶塑炼的机理和目的是什么？ .....	268
368. 橡胶混炼的意义是什么，用密炼机混炼有哪些优 缺点？ .....	268

## (二)

369. 压制和硫化橡胶槽的工艺参数及其物理力学性能指标是什么？	268
370. 怎样成型塑料蓄电池槽？	269
371. 塑料蓄电池槽的基本物理性能是什么？	269
<b>八、理化分析</b>	<b>270</b>
372. 怎样作电解液中含铁 (Fe) 的定性和定量测定？	270
373. 怎样作电解液中含铜 (Cu) 的定性和定量测定？	270
374. 怎样作电解液中含锑 (Sb) 的定性和定量测定？	271
375. 怎样作电解液中含锰 (Mn) 的定性和定量测定？	272
376. 怎样作电解液中含氯 (Cl) 的定性和定量测定？	273
377. 怎样作电解液中含硝酸根 ( $\text{NO}_3^-$ ) 的定性和定量测定？	273
378. 怎样作电解液中含有机酸定性和定量测定？	274
379. 铅粉中氧化铅的含量是怎样测定的？	275
380. 铅粉中铁 (Fe) 含量是怎样测定的？	276
381. 怎样作正极板中二氧化铅含量的测定？	277
382. 怎样作负极板多孔金属铅含量的测定？	278
383. 怎样作负极板活性物质中氧化铅 (PbO) 含量的测定？	278
384. 怎样作极板活性物质中硫酸铅 ( $\text{PbSO}_4$ ) 含量的测定？	279
385. 怎样作腐殖酸含量的测定？	280
386. 怎样作腐殖酸中水分、灰分和铁含量的测定？	280
387. 怎样作硫酸钡中铁含量的测定？	281
388. 怎样作橡胶隔板中铁含量的测定？	281
389. 橡胶隔板与塑料隔板的电阻是怎样测定的？	282
390. 怎样测试隔板的耐腐蚀性？	283
<b>九、工业卫生与环境保护</b>	<b>285</b>
391. 铅中毒的临床表现是什么？	285
392. 怎样诊断铅中毒？	285
393. 对铅中毒患者的处理原则和怎样治疗？	286
394. 怎样预防铅中毒？	286

395. 铅作业的环保治理通常采取哪些措施？ .....	287
396. 什么是旋风除尘器，除尘效果怎样？ .....	287
397. 什么是脉冲袋式除尘器，除尘效果怎样？ .....	288
398. 什么是静电除尘器，除尘效果怎样？ .....	290
399. 怎样采集和监测铅作业区铅尘在空气中的含量？ .....	291
400. 怎样作废水中铅的定量测定？ .....	292
<b>附录</b> .....	294
附录 1 铅锭技术要求 (GB 469—1995) .....	294
附录 2 锑分类及技术条件 (GB 1599—2002) .....	294
附录 3 板栅合金性能比较 .....	294
附录 4 铅锑合金性质 .....	295
附录 5 铅酸蓄电池用电解液 (JB 10052—1999) .....	296
附录 6 铅蓄电池用水 (JB/T 10053—1999) .....	296
附录 7 蓄电池用硫酸 (HG/T 2692—1995) .....	297
附录 8 铅酸蓄电池槽 (JB 3076—1999) .....	297
附录 9 配制蓄电池电解液用纯水、浓硫酸比例表 .....	298
附录 10 硫酸溶液密度与温度换算表 .....	298
附录 11 电池端电压和电解液密度关系 .....	299
附录 12 起动 (汽车) 用铅蓄电池规格 (GB 5008.2—1991) .....	300
附录 13 摩托车用铅蓄电池规格 (JB/T 4282—1992) .....	302
附录 14 起动 (汽车) 用铅、蓄电池槽 .....	306
附录 15 起动用免维护铅蓄电池槽 .....	309
附录 16 摩托车用铅蓄电池槽 .....	311
附录 17 部分蓄电池生产及相关单位 .....	313
<b>参考文献</b> .....	317

## 一、技术概念

### 1. 为什么叫铅酸蓄电池？

铅酸蓄电池是用铅制备成正、负极板组焊起来装入电池槽中，在硫酸溶液中通过充电和放电，两种极板上的活性物质进行电化学反应，向外部输出电能而作功。此电能是纯直流电。通过充电使放电后的物质恢复到原来状态，继续使用。因为电池主要是铅和硫酸制成的，所以通常称为铅酸蓄电池，俗称电瓶。

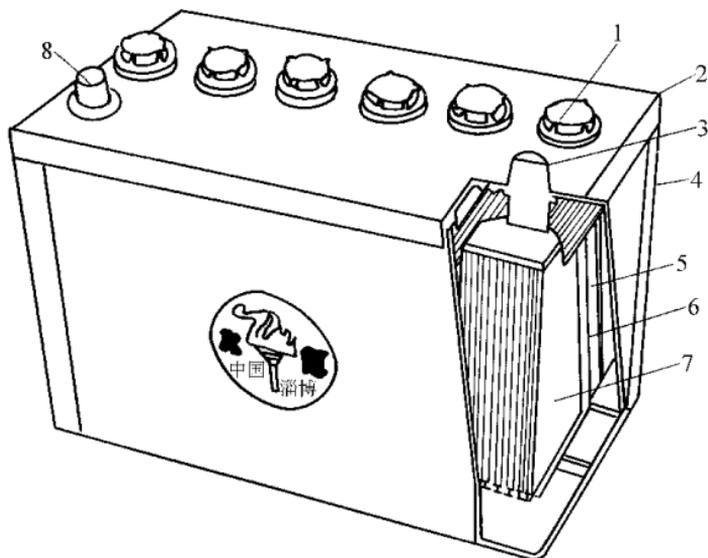


图 1-1 汽车用起动蓄电池

- 1—注液盖 2—电池盖 3—正极端子 4—电池槽  
5—负极板 6—隔板 7—正极板 8—负极柱端子

起动用铅酸蓄电池的组成如图 1-1 所示；摩托车电池如图 1-2 所示。电池中正、负极板是由板栅支撑，用于容纳活性物质。组成正极活性物质的是二氧化铅 ( $\text{PbO}_2$ )；负极活性物质是多孔

金属铅 (Pb)。隔板品种是由橡胶或塑料制成的微小细孔板材；也有玻璃或聚丙烯制作成的超细纤维板材。电解液是由专用的蓄电池硫酸和纯水配制的稀硫酸。汽车、摩托车用电池的电解液密度在  $25^{\circ}\text{C}$  时一般在  $1.260 \sim 1.280\text{g}/\text{cm}^3$ 。其他各型电池电解液密度各有不同。凡依靠离子来传导电流的导体称为第二类导体，铅酸蓄电池属这类导体。

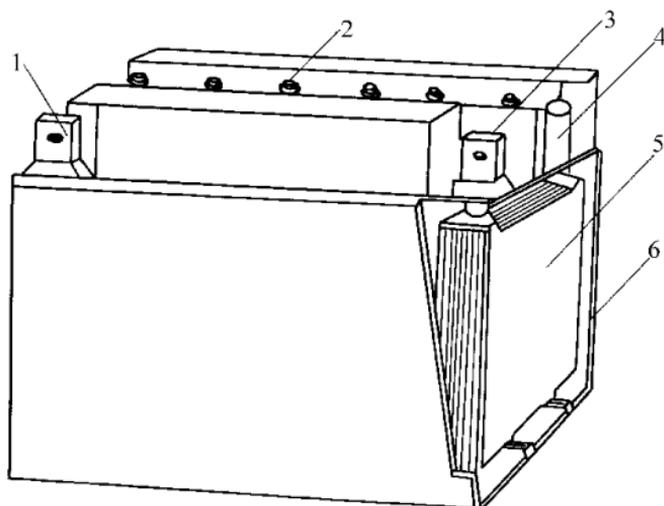


图 1-2 摩托车用蓄电池

- 1—正极端子 2—注液孔 3—负极端子 4—排气栓  
5—极板组 6—外壳

自上世纪初，铅酸蓄电池开始用于汽车起动以来，近一个世纪还没有其他电源取代它。有人曾想用镍、镉碱性电池取代，终因材料缺、造价高，未能如愿。现国内汽车起动蓄电池年产量约为 1200 万  $\text{kVA}\cdot\text{h}$ ；摩托车用蓄电池约为 90 万  $\text{kVA}\cdot\text{h}$ ，其中阀控式约占 30%。

## 2. 铅酸蓄电池有哪些类别？

铅酸蓄电池按用途大体分车辆起动用、地面或矿内牵引车用、通信及电力用、舰船航行用、国防或科研用等，使用范围非常广泛。铅酸蓄电池的容量范围也很广，有几安时至上万安时的。目前汽车、摩托车用蓄电池有 6V、12V。一只电池由三个单

体或六个单体组成，一个单体电池不论容量大小，在静态下均以2V为计量单位。使用时，可根据车辆或机械设备任意进行串联或并联组合，非常方便。组合使用时按电池输出电流来选择导线，一般说，导线的截面积是取电流密度为 $4\text{A}/\text{mm}^2$ ，有时也按实际情况选择和确定导线的截面。导线均采用铜质线材。需注意的是电池的接线端子要连接紧固，尤其汽车电池端子处易出现氧化或酸侵蚀，故需应定期检查或涂凡士林防腐。

3. 用铅酸蓄电池作动力驱动汽车，需从哪几方面改进电池性能？

用铅酸蓄电池作动力源，要具备较高的重量比能量，需达到 $50\text{W}\cdot\text{h}/\text{kg}$ ；具备较长的使用寿命，需达到千个充放周期；具备快速充电能力，能在几小时乃至几十分钟把电池充好。以上几个指标重量比能量是最关键的一条。人们在进行技术革新中，找到了一些改进电池性能的方法，如改板栅合金耐腐能力；用铜拉网作负板栅；减薄极板的厚度；减轻部件重量；降低导电路径压降等。此外，在产品结构上也作了许多改进。如加入新的正极、负极添加剂，增加活性物质孔率和导电性，提高放电效率等。

4. 铅酸蓄电池技术发展趋势怎样？

一些国内外知名的专家、学者对铅酸蓄电池未来发展趋势有许多论述。总的来说阀控式铅酸蓄电池（VRLAB）仍是发展提高的重点，概括起来有以下几点：

(1) 面对蓄电池市场的竞争，有被别种材料取代铅酸蓄电池的可能性。因此，普遍加大了改进VRLAB技术的力度。提高浮充年限，延长循环寿命；提高电池比能量；改进新型隔板；提高双电极电池可靠性；改进卷绕式箔片极板结构；引入高新技术生产工艺；创立新充电制度。

(2) 对VRLAB着重解决热失控、容量早期失效、失水、干涸，负极盐化，正极板栅腐蚀速率大等技术课题。

(3) 研制新型铅酸蓄电池，提高电性能。如SL1电池、电动车蓄电池、圆柱形电池。随着汽车发动机功率加大，设计生产

36V 蓄电池以适应大马力发动机和汽车用电量增大的需要。

(4) 优化设计, 改进 VRLAB 氧循环和电解液在极板与隔板之间的分布, 使氧循环效率、失水程度及板栅腐蚀得到平衡, 使 VRLAB 使用寿命优于非铅基材料蓄电池。

专家们在预测未来能源发展方面仍把电池列到重要位置, 未来十年, 铅酸蓄电池工业仍将会蓬勃发展。

#### 5. 为什么铅酸蓄电池能够反复循环使用?

蓄电池放电后经过再充电能恢复到原状态。因此, 称蓄电池是可逆电源或称二次电池。为什么它能反复使用呢? 是因为它的两极分别是二氧化铅 ( $\text{PbO}_2$ )、多孔金属铅 ( $\text{Pb}$ )。两极放电后均生成硫酸铅 ( $\text{PbSO}_4$ ), 蓄电池经过再充电内部两极进行了氧化还原反应又恢复到原来状态。这种电化学反应是以两极硫酸盐化理论基础为依据; 再者, 两种物质在硫酸溶液中的化学稳定性极好。因而, 这就决定了铅酸蓄电池可以长期使用的条件。如果按安全充放而言, 可连续循环几百个周期。在浮充条件下使用的电池有的可达上千个周期, 连续使用多年。当然, 电池使用期限的长短, 还取决于产品的制造条件和使用条件。

#### 6. 铅酸蓄电池由哪几部分组成, 各部分的作用是什么?

通常蓄电池由六部分组成, 即正极板群、负极板群、电解液、隔板、接线端子及电池槽。正、负极板群是产生电能的主体部分。它在硫酸电解液中进行氧化还原反应。

电解液 (稀硫酸) 的作用是在化学能转换为电能的电化学反应中, 电离成离子, 起导电作用并参与电化学反应。在放电过程中, 电解液中硫酸量消耗而密度降低; 在充电过程中硫酸由正、负极板还原使电解液密度升高。

隔板起隔离作用, 防止正、负极板短路。自身具备较高孔率, 孔率占隔板体积的 50% ~ 80%。隔板具备耐酸和耐氧化性强等条件。

电池槽是容纳电极和电解液的容器, 它是由硬橡胶或各种塑料制成的。具备耐酸绝缘、强度高等特点。电池槽的大小是以电

池设计的容量而定，一般情况下，电池槽体积大，容量大；体积小、容量小。

接线端子是和用电设施连接的端点。端子要承受最大电流；端子截面积是以蓄电池最大放电电流为依据设计的。它要确保电池最大功率，不发热、不腐蚀，安全可靠。

### 7. 铅酸蓄电池应用在国民经济哪些领域？

铅酸蓄电池用途极为广泛，使用于汽车、摩托车、拖拉机、铁路客车、车站码头、矿山搬运、舰船、潜艇、通信、航空、水上航标灯、医疗设备、国防科研等，是国民经济各部门必不可少的产品。

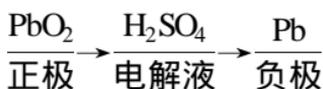
近十几年来蓄电池制造业发展迅猛，全国大、中、小型制造厂达数百家。其发展速度所以如此之快，一是市场广阔；二是所需材料资源丰富；三是制造产品的工装工艺灵活多变，既能高度自动化生产，又可因陋就简半机械化、手工操作，能以不同的规模生产。此外，产品适应性强，能按照需要，设计制造不同规格和功能各异的电池。

随着经济的发展，特别是随着我国汽车工业和电动助力车的迅猛发展，光伏及风力发电系统、混合动力电动车及部分荷电态工况的特殊性，对铅酸蓄电池的性能提出了更严格的要求。

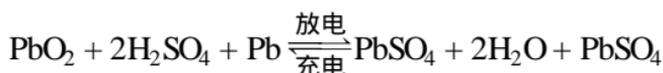
自阀控式铅酸蓄电池在中国问世以来，使铅蓄电池产品制造技术有了新的突破和提高，一部分产品已被 VRLA 产品所取代。但目前，它在整个蓄电池行业中占有率还不大，其主要原因是：它的容量易早期衰减，电池端电压参差大；电解液干涸，有的不易补水；端子腐蚀渗液；蓄电池温升高，使电池槽凸胀；使用周期还达不到预期年限；极个别蓄电池出现爆裂现象。因此，技术尚有待改善提高。

### 8. 铅酸蓄电池充电、放电工作原理是什么？

铅酸蓄电池是一个电化学反应体系，它是：



蓄电池在充、放电工作中进行如下化学反应：



从反应的结果看，正极和负极作功后，均生成硫酸铅。这个放电反应的最终产物是双极生成硫酸铅。依照这一产物建立起的理论为双极硫酸盐化理论。该理论根据是：通过理化分析，其产物是硫酸铅。它符合法拉第定律阐明的，物质通过一定的电量，在溶液中析出一定的产物当量。从电极电位和电池电动势的理论计算，基本相符。

蓄电池放电或称对外作功，如图 1-3 所示。外部电流是从正极流出，经负载 (R) 流向负极，内部流向则是从负极流向正极。在蓄电池内部  $\text{SO}_4^{2-}$  离子迁移到正负极，负极上的

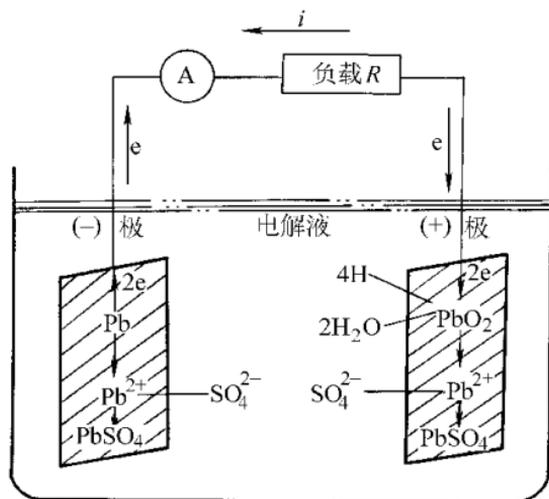
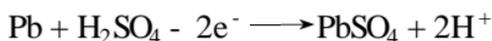
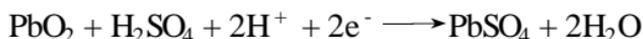


图 1-3 蓄电池放电示意图

Pb 原子放出两个电子， $\text{Pb}^{2+}$  与  $\text{SO}_4^{2-}$  中和生成  $\text{PbSO}_4$ ，其反应式为



由负极上失去的两个电子经外电路流向正极。正极上二氧化铅从外电路得到两个电子后，由  $\text{Pb}^{4+}$  离子变成  $\text{Pb}^{2+}$  离子，它和  $\text{SO}_4^{2-}$  反应生成  $\text{PbSO}_4$ ，反应式为



蓄电池在连续放电中，不断地消耗硫酸，同时又不断地生成水，电解液密度逐渐降低。因而可从电解液密度高低来判断蓄电池的放电程度。

蓄电池的充电，也就是放电后的再生。整流电源将负极电子

流输到电池负极，负极  $\text{PbSO}_4$  不断地离解为  $\text{Pb}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ ， $\text{Pb}^{2+}$  离子取得外电路输来的两个电子，立即还原成多孔金属  $\text{Pb}$ 。 $\text{SO}_4^{2-}$  离子立即和  $\text{H}^+$  离子还原为硫酸。反应式为



在正极上  $\text{PbSO}_4$  不断地离解为  $\text{Pb}^{2+}$  和  $\text{SO}_4^{2-}$ ， $\text{Pb}^{2+}$  离子失去两个电子，被氧化成  $\text{Pb}^{4+}$  离子与水中  $\text{O}_2$  生成  $\text{PbO}_2$ ，如图 1-4 所示。反应式为

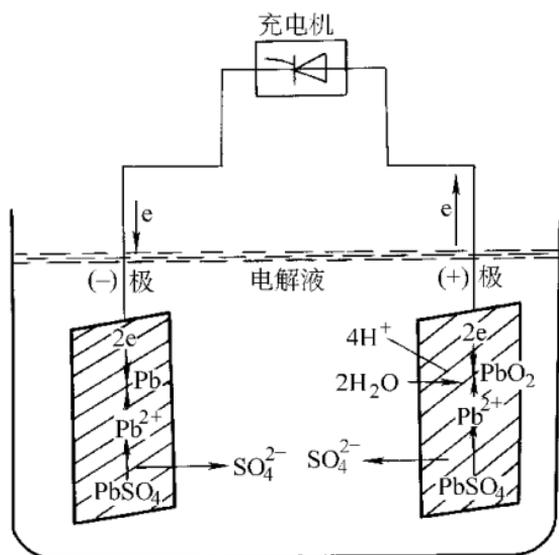


图 1-4 蓄电池充电示意图

蓄电池电解液在连续充电中，不断地有硫酸生成，同时又不断地消耗水分，电解液密度逐渐增高。因而可从电解液密度的高低来判断蓄电池充电是否充足。

### 9. 蓄电池所需活性物质是怎样计算的？

双极硫酸盐化理论证明：蓄电池正、负极放电后生成硫酸铅，充电后又分别转化为  $\text{PbO}_2$  和  $\text{Pb}$ 。要知道多少活性物质产生多少电量，用多少电量使硫酸铅转化为活性物质，可依据法拉第第一、第二定律进行计算。电极上生成或消耗 1g 当量的任何物

质，所需或产生的电量为 96500C (库 [伦])。蓄电池是以 (A·h) 表示电量的。(A·h) 与法拉第之间的关系为

$$1F = 96500C = (96500 \div 3600)A \cdot h = 26.8A \cdot h$$

每安时需要多少克物质，由此引出电化当量 (g/A·h)，以式表达为

$$\text{电化当量} = \text{克当量} / 26.8$$

电化当量能更准确地计算活性物质的需用量。蓄电池反应物质的电化当量见表 1-1。譬如，负极多孔金属铅的需用量可按其反应式计算

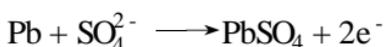
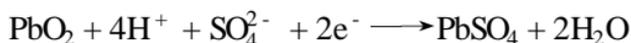


表 1-1 铅蓄电池物质电化当量

物 质	摩尔重量 (g/mol)	得 失 电子数	电化当量 /[g/(A·h)]	克物质电量 (A·h/g)
Pb	207.19	4	1.9326	0.5174
		2	3.8652	0.2537
PbO	223.19	2	4.1636	0.2401
PbO <sub>2</sub>	239.19	4	2.2310	0.4482
		2	4.4621	0.2241
PbSO <sub>4</sub>	303.25	2	5.6572	0.1767
O	15.99	2	0.2984	3.3503
H	1.00	1	0.0376	26.595
H <sub>2</sub> O	18.01	2	0.3360	2.9754
		1	0.6721	1.4877
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98.07	2	1.8296	0.5465
		1	3.6592	0.2732
			dm <sup>3</sup> /(A·h)	A·h/dm <sup>3</sup>
O <sub>2</sub>	31.99	4	0.2096	4.783
H <sub>2</sub>	2.01	2	0.4181	2.391

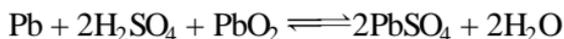
反应式中 Pb 失去 2 个电子，由零价变成 2 价，Pb 的克当量为  $207.2g/2 = 103.6g$ ，电化当量为  $103.6g/26.8A \cdot h = 3.87g/A \cdot h$ 。由此看出，给蓄电池充入或放出 1A·h 电量，在负极上生成或消

耗了 3.87g Pb。可以相同方法计算正极活性物质的需用量。



反应式中  $\text{PbO}_2$  得到 2 个电子，由 4 价变成 2 价， $\text{PbO}_2$  的克当量为  $239\text{g}/2 = 119.6\text{g}$ ，电化当量为  $119.6\text{g}/26.8\text{A}\cdot\text{h} = 4.46\text{g}/\text{A}\cdot\text{h}$ 。给蓄电池充入或放出  $1\text{A}\cdot\text{h}$  的电量，同时在正极上生成或消耗了 4.46g 的  $\text{PbO}_2$ 。

按照蓄电池充放电化学反应式，可计算出电解液中硫酸和水的生成量或消耗量，参见表 1-2。列出反应式



$$\begin{array}{ccc} 207.2 & 2 \times 98 & 2 \times 18 \\ 3.87 & x & y \end{array}$$

$$x = 3.66\text{g}/\text{A}\cdot\text{h} \text{ (纯硫酸)}$$

$$y = 0.672\text{g}/\text{A}\cdot\text{h} \text{ (纯水)}$$

表 1-2 硫酸溶液电化当量

百分浓度 (%)	密度 /(g/cm <sup>3</sup> )	重量摩尔浓度 /(mol/kg)	电化当量 /(A·h/L)
10	1.064	1.133	29.1
12	1.089	1.390	35.4
14	1.092	1.660	41.9
16	1.107	1.942	48.4
18	1.122	2.238	55.1
20	1.137	2.549	62.0
22	1.152	2.875	69.3
24	1.167	3.220	76.5
26	1.183	3.582	84.0
28	1.199	3.965	91.5
30	1.215	4.370	99.5
32	1.231	4.798	107.2
34	1.248	5.252	116.8
36	1.264	5.735	124.0
38	1.281	6.249	133.0

上列计算电化当量仅是理论值。蓄电池在实际使用中利用率比较低，综合各型电池，利用率在 40% 左右，最高达 55% ~

60%。相当大的一部分电量没有发挥出来，利用率低，电能效率低。提高蓄电池利用率是制造技术上的一大课题。

以上阐明的只是正、负极板和硫酸的理论用量。实际上汽车、摩托车蓄电池生产时可需的作用物质量要大大超出理论量。不然，产品达不到使用效果。通常正极活物质量实际用量在  $10 \sim 13\text{g/A}\cdot\text{h}$ ，负极在  $8 \sim 12\text{g/A}\cdot\text{h}$ 。为了使产品可靠性更高，生产厂家往往把正、负极板活性物质量设定得比较富余。有的产品活性物质要高于上限的量。

#### 10. 汽车起动用蓄电池有哪些型式，怎样辨认？

市场上出售的汽车起动用蓄电池有多种规格型式，大体分为五种。不同规格型号电池适用各种轿车、客车、大小型货车的起动机和照明。

第一种是普通式橡胶壳起动用蓄电池。外壳是硬橡胶，连条在顶部（称外连式）。内装隔板，种类有橡胶隔板、PVC塑料隔板、复合式隔板、PE袋式隔板。极板为干荷电式、沥青封口。

凡型号标的是“QA”（汉拼字）均为普通干荷电式，无“A”字是非荷电式。

第二种是普通式聚丙烯槽，是内连式穿壁焊接，盖子与壳子采用热封，隔板也是由多种材质制成，这种型号有的在尾字加“S”，也有不加的。

第一、第二种中的硫酸液均是流动状态。也称普通富液式电池。

第三种是胶体的。电池灌入硅胶—硫酸电解质，也称胶体电解质。电池型号字母中有“J”字出现，这种电池有的是橡胶槽，也有的是塑料槽。

第四种外壳是聚丙烯（PP），也有是改性聚丙烯（E/P），隔板用超细玻棉（AGM），型号字母中出现“MF”称免维护蓄电池。电池中的硫酸液全部被吸附在隔板上，也称吸液式。蓄电池盖子上设有排气阀（软橡胶帽），当气体达到一定压力时，帽阀开启，气体排放。此种电池叫阀控密封蓄电池。

第五种是桥式连接蓄电池。外壳是 ABS 树脂，用树脂胶把槽、盖粘合，这种电池结构的型式基本与第四种相同，多用于少门数电话交换机，也有用作汽车起动；隔板采用第四种式样，但也有用第一种式样的。第四、第五两种电池中有灌酸式的，也有灌胶式的。

### 11. 蓄电池的额定容量含义是什么？

蓄电池的额定容量以符号  $C$  表示，通常是按国家或部门规定的标准，在规定的放电电流、放电时间、放电次数，终止电压、电解液温度及密度条件下，电池完全充足电后能保证输出的电量。如一只型号为 6QA—120 的电池，它的额定容量值为  $120A \cdot h$ 。具体说就是规定在 20 小时率放电电流是 6A，电解液密度为  $1.280g/cm^3$ ，终止电压为 1.75V，电解液平均温度为  $25^\circ C$  时的容量，应达到  $120A \cdot h$ ，这个值就是额定容量。

国家标准以  $C_{20}$ 、 $C_{10}$ 、 $C_5$ 、 $C_1$  等表示 20 小时率、10 小时率、5 小时率、1 小时率等额定容量。

起动用蓄电池若电解液温度不是在  $25^\circ C$  条件下放电，应进行修正，在  $10 \sim 40^\circ C$  范围内，按下式进行换算：

$$C_e = [1 - 0.01(t - 25)] C$$

式中  $C$ ——20 小时率蓄电池实测容量 ( $A \cdot h$ )；

$t$ ——放电终止时，中间单格蓄电池电解液温度 ( $^\circ C$ )；

0.01——每升高或降低  $1^\circ C$  时的温度修正系数；

$C_e$ ——被校正后的放电容量 ( $A \cdot h$ )。

### 12. 什么是铅酸蓄电池的端电压，在充电、放电中是怎样变化的？

蓄电池端电压是指电池在充电或放电状态下所测得端子之间的电压。它随充放电过程变化而变化。在以稳定的电流对蓄电池充电时，电压变化如图 1-5 所示。充电初期，两极进行氧化还原反应。在活性物质微孔内形成较高的硫酸浓度，来不及向极板外扩散，浓差极化大，电池电动势增高，端电压上升较快，如  $ab$  线段。到中期，大量的硫酸铅分解，速度达到最大值，相对极化

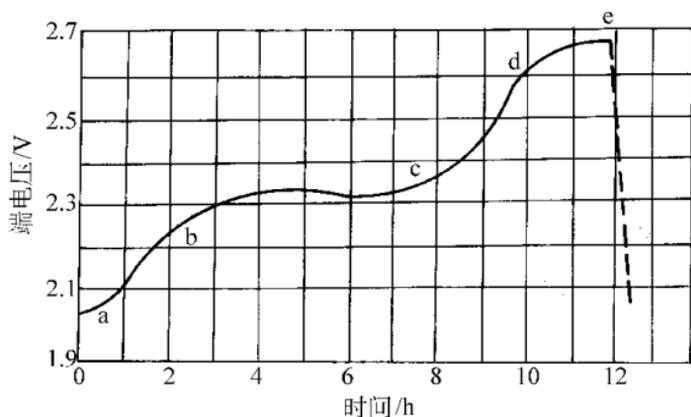


图 1-5 充电电压变化

作用减弱，端电压处于平稳，如 bc 线段。充电到中后期，正负极上的硫酸铅已大量地转化成  $\text{PbO}_2$  和  $\text{Pb}$ ，相当大的一部分电能消耗于电解水，气分解速度骤增，电化学极化电阻增大，故端电压出现突升现象，如 cd 线段。充电到接近终期，除有少量的硫酸铅在继续转化外，大量的电能消耗在电解水上，电化学极化电阻比较高。因此，端电压处在较高的位置上，如 de 线段。到 e 点时，停止充电，端电压直线下降，在很短时间内保持在空载电动势上。由于电解液浓度因素，电极电位略高一点，符合  $E = 0.85 + d_{25}^{\ominus}$  经验电动势公式。

把充足电的蓄电池进行放电，其电压变化如图 1-6 所示。开始放电时，端电压下降很快，如 mn 线段。为什么下降快呢？是因为硫酸铅的生成，极板微孔中硫酸浓度迅速降

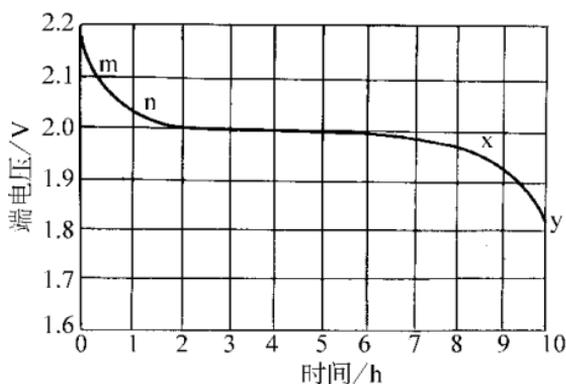


图 1-6 放电电压变化

⊖  $d_{25}$ —在温度 25°C 下所测得电解液的密度值。

低，内阻增大，电池电动势下降增快，即  $E = U - IR^{\ominus}$ 。放电到中期，极板微孔中的硫酸和相邻部分的部分浓度，趋向平衡，电解液密度相对保持稳定。电解液密度在  $1.230\text{g}/\text{cm}^3$  时，电阻最小。此时，蓄电池端电压下降得很缓慢，如  $n_x$  线段。放电到末期，两极活性物质生成大量硫酸铅，有效物质与硫酸的接触面变得很小，内电阻迅速增大，故蓄电池的端电压也迅速下降至终止电压，如  $xy$  线段。

13. 什么是铅酸蓄电池的终止电压，不同小时率放电，为什么有不同的规定？

蓄电池终止电压系指蓄电池在按每小时率放电终了时所规定的端电压。不同规格型号的蓄电池，终止电压有不同的规定。一般低倍率放电，终止电压规定得较高；高倍率放电，终止电压规定得较低。因为，不同电流值放电，端电压到达终止时的压降速率不一。小电流放电，内阻增大比较迟缓，压降速率小，终止电压定得较高；大电流放电，内阻增大迅猛，压降速率较大。这是因为活性物质没有发挥尽的缘故。因此，规定终止电压偏低一些是合理的。

14. 什么是铅酸蓄电池的能量和比能量？

蓄电池的能量是指电池在一定的放电条件下提供电能的计量，单位用  $\text{kW}\cdot\text{h}$  表示。蓄电池能量等于额定容量与平均电压的乘积，用下式表达：

$$W = C \bar{U}$$

式中  $W$ ——蓄电池的能量 ( $\text{kW}\cdot\text{h}$ )；

$C$ ——蓄电池的平均容量 ( $\text{A}\cdot\text{h}$ )；

$\bar{U}$ ——蓄电池平均电压 ( $\text{V}$ )。

从式中可以看出，蓄电池容量大，平均电压高，其能量  $W$  大。

蓄电池平均电压数是蓄电池由开始放电至放电终止前，在间隔相等时间内所测得的端电压的平均值，按下式计算：

$\ominus$   $U - IR$  式中  $R$  为极板微孔内电阻。

$$\bar{U} = \frac{U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n}{N}$$

式中  $U_1 + U_2 + \dots + U_n$ ——蓄电池端电压的总和 (V)；

$N$ ——所测蓄电池端电压的次数。

蓄电池比能量是指单位重量或单位体积的电池所放出的能量。单位重量的蓄电池输出的能量，称为重量比能量，用  $W \cdot h / kg$  表示。单位体积的蓄电池输出的能量，称为体积比能量，用  $W \cdot h / dm^3$  表示。

### 15. 汽车起动用蓄电池极板容量是怎样计算的？

为了方便快捷地确定极板的容量，简便的估算方法是用算术法计算。计算方法是以正极板为依据，设定正、负极板栅体积占极板百分数 (20% ~ 23%)，正、负极板厚度比 (10:8)，小时放电率 ( $C_{20} = 1.07 C_{10}$ )，每安时硫酸量普通式 12ml/A·h，MF14ml/A·h，搬运车 15ml/A·h，GF24ml/A·h，阀控式 9 ~ 12ml/A·h。(括号内是其条件数值)

在确定了以上条件的前提下给出经验公式

$$C_{10} = KLW\sqrt{T}$$

式中  $C_{10}$ ——10 小时率放电容量；

$L$ 、 $W$ 、 $T$ ——分别是正极板的长、宽、厚 (mm)；

$K$ ——系数 (富液式系数为  $4.9 \times 10^{-4}$ ，贫液式系数为  $4.2 \times 10^{-4}$ )。

设：一片起动用蓄电池正极板长 143mm、宽 132mm、厚  $\delta = 2.0mm$ ，计算一片极板的容量是多少 A·h。

代入上式得：

$$C_{10} = 0.00049 \times 143 \times 132 \times \sqrt{2} A \cdot h = 13.08 A \cdot h$$

对于管式正极板的估算：条件是以圆形管为准，设定管内径 8.5 ~ 9.5mm，铅芯径 3.2 ~ 3.4mm，负极板厚 4.0 ~ 4.3mm，酸密度 1.280g/cm<sup>3</sup>，以 5 小时率估算，每安时，所需长度为 70mm，灌粉量 13 ~ 14g。按上列数值控制容量有一定的富余量。

### 16. 蓄电池放电电流越大，为什么输出容量越小？

已知蓄电池放电两极板活性物质均生成  $\text{PbSO}_4$ ，这个过程是由表及里的。大电流放电，极板表面活性物质很快生成一层粗大的  $\text{PbSO}_4$  结晶，迅速堵塞了活性物质微孔，电解液难以向深层扩散，发挥不出应有的效能，限制了电池容量，出现放电电流越大，容量越小的现象。再者，放电电流越大，电池压降越大，端电压下降快，容量显然越小。表 1-3 列出不同小时放电率电池容量输出的百分数。

表 1-3 不同放电率下的容量 (25°C)

小时率/h	蓄电池容量 (%)	小时率/h	蓄电池容量 (%)
10	100	3	75
7.5	97.7	2	61.1
5	83.3	1	51.4

### 17. 蓄电池电解液的温度降低，为什么电池容量会受到影响？

蓄电池的额定容量一般是以电解液温度 25°C 标定的。如果电解液温度降低，容量就会减小，温度下降越多，容量下降越大。这是因为低温放电时，电解液粘度增大，离子扩散速度降低，电解液中的硫酸渗入极板内层困难，极板活性物质得不到充分利用，容量减小。此外，电解液温度较低，电池内阻增大，端电压下降快，放电时间相对缩短，容量也减小。

### 18. 什么是干荷电蓄电池，什么是湿荷电蓄电池，与普通蓄电池比较有哪些优点？

干荷电蓄电池是无液贮存电荷的蓄电池。负极板经过了防氧化工艺处理。向电池内加入电解液后 20min 即可起动运行。

湿荷电蓄电池是将电池极板和隔板组装后进行化成，再把化成液倒出，重新加入较高浓度的酸液，使极板吸附后再倒出，然后进行密封。使用前向电池内加入一定浓度的电解液，即可投入运行。

上述两种电池，不再进行初充电，使用方便。现市场上大量的产品是干荷电蓄电池。由于干荷电蓄电池已比较好地适应了市

场需要，所以湿荷电蓄电池目前没有普及和推广。

19. 为适应蓄电池市场的需要，普通式蓄电池极板荷电技术指标修改的内容是什么？

普通汽车、摩托车起动蓄电池极板的荷电性能指标修改与否是以适应消费者需要为出发点的。传统的技术指标规定：电池加酸后，20min  $3C_{10}$  电流放电至单体电池电压为 1.00V，时间  $\geq 240s$ 。随着汽车、摩托车负荷的增大，3 倍率、4 倍率放电难以判断蓄电池是否能起动，须以 5 倍率大电流起动放电，方能适应需求。故专业人士提出以下修改建议。

(1) 正、负极板经过工艺处理后，含水量分别  $< 0.3\%$  为好；

(2) 正极板  $PbO_2$  物质含量  $> 80\%$ ；负极板  $PbO$  物质含量  $< 6\%$  为宜。

(3) 首次起动放电：加酸 10min 后，汽车蓄电池用  $5C_{20}$  放电，摩托车用  $5C_{10}$  放电，10s 电压  $\geq 10.50V$ ，2min 电压  $\geq 9.00V$ ，放至单体电池电压为 1.00V 时持续时间为 160s。

(4) 极板或电池贮存一个月后仍能满足上述首次起动放电的要求。

(5) 极板或蓄电池贮存半个月后的干荷电性能下降幅度低于 15%。

(6) 铅钙合金极板的电池，首次起动放电：加酸 10min 后，汽车蓄电池用  $5C_{20}$  放电，摩托车电池用  $5C_{10}$  放电，10s 电压  $\geq 11.00V$ ，2min 电压  $\geq 9.50V$ ，放至单体电压为 1.00V 时的持续时间为 180s。

上述 6 项指标能更好地确保干荷电蓄电池的质量水平。

20. 汽车起动用蓄电池在产品整体功能上作哪些改进为好？

国内用的起动用蓄电池市场竞争比较激烈，产品的技术进步已成为许多专家学者的共识，认为需从以下方面进行技术创新。

(1) 提高正板栅的耐腐性，优化合金配比，改良板栅形体结构，如尺寸、纵横筋条比例，厚薄、截面积等。

(2) 控制铅粉粒度，使铅粉改性，改善单一灰铅粉模式，优化生极板固化工艺，使活性物质初始结构保持优良状态，确保电池几

项主要性能如充电接收性,低温起动,循环寿命等明显得到提高。

(3) 改进产品结构,扩大极群上部空间,增加贮液量;加大导电路径部件截面,减少压降;回移排气阀积流水分;延迟电池干涸出现,导致容量衰减。

(4) 改进负极制造配方,使荷电性能保持较好的稳定性。

(5) 用 PE 隔板包封正极板,延缓活性物质脱落。此外,力求极板表面平整,无凹凸,避免隔板硌坏、穿透、短路;同时,预防负极边缘因浮绒物形成短路。

21. 起动用铅酸蓄电池的基本结构及其型号含义是什么?

起动用铅酸蓄电池是用于各型轿车、客货汽车、拖拉机、船舶起动照明及小容量自动通信交换机等用途的直流电源。其基本结构如图 1-7 所示。

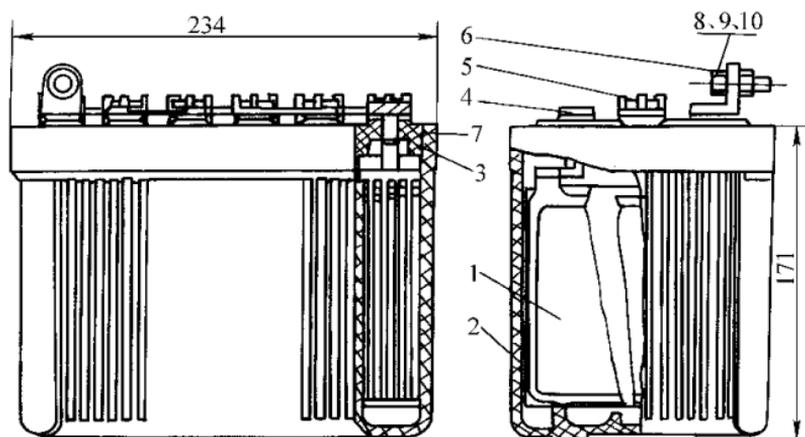


图 1-7 普通起动用铅蓄电池

1—极板群 2—电池槽 3—电池盖 4—联条 5—注液盖  
6—接线端子 7—封口剂 8—螺栓 9—螺母 10—垫圈

起动用蓄电池分普通型和免维护型两大类。普通型蓄电池有 3—Q—75 ~ 3—Q—195; 6—Q—60 ~ 6—Q—195 等规格。普通起动用铅酸蓄电池基本参数和电气性能见表 1-4。有的厂家生产的品种已超出这一规范。蓄电池槽有橡胶槽和塑料槽两种。封口形式有沥青封和热熔塑封。

表 1-4 普通起动用蓄电池基本参数和电气性能

型号	额定容量 /A·h	额定电压 /V	最大外形尺寸 /mm			近似重量 /kg		20h 率放电 单格终止电压 1.75V		起 动 放 电				
			长	宽	高	无电 解液	有电 解液	电流 /A	容量 /A·h	电流 /A	首次 启动		(- 18± 1)°C	
											终止 电压 /V	时间 /s	终止 电压 /V	时间 /s
3-Q-75	75	6	178	173	247	12	16	3.75	75	225	3		4.2	
3-Q-90	90		205	173	247	14	19	4.5	90	270				
3-Q-105	105		233	173	247	16	21	5.25	105	315				
3-Q-120	120		260	173	248	18	24	6.0	120	360				
3-Q-135	135		284	173	248	20	26	6.75	135	405				
3-Q-150	150		315	175	248	22	29	7.5	150	450				
3-Q-165	165		339	175	250	24	32	8.25	165	495				
3-Q-180	180		368	175	250	26	34	9.0	180	540				
3-Q-195	195		392	175	250	28	37	9.75	195	585				
6-Q-60	60	12	275	173	247	19	25	3	60	180	6	180	60	8.4
6-Q-75	75		342	173	247	23	30	3.75	75	225				
6-Q-90	90		392	173	247	27	35	4.5	90	270				
6-Q-105	105		444	173	247	31	41	5.25	105	315				
6-Q-120	120		516	173	248	35	46	6.0	120	360				
6-Q-135	135		516	189	248	39	52	6.75	135	405				
6-Q-150	150		516	207	248	43	57	7.5	150	450				
6-Q-165	165		516	223	250	47	62	8.25	165	495				
6-Q-180	180		516	241	250	51	67	9.0	180	540				
6-Q-195	195	516	257	250	55	73	9.75	195	585					
3-QA-120	120	6	248	173	236	13	20	6	120	360	3		4.2	
6-QA-36S	36	12	196	128	207	8	11	1.8	36	108	6		8.4	
6-QA-60S	60		264	173	222	13	20	3	60	180				
6-QA-120S	120		503	181	254	24	39	6	120	360				

注：表内型号系淄博蓄电池厂部分产品。

蓄电池型号含义：凡干荷电蓄电池在汉语拼音字母“Q”后加汉语拼音字母“A”。型号中有“CQ”汉语拼音字母的是舰船起动照明用。

免维护蓄电池的基本结构与普通型外形构造近似，但在加工技术上有所不同。它采用低锑或无锑合金，隔板采用超细玻璃棉或聚丙烯纤维等。免维护蓄电池析气量少，耗水量小，蓄电池设有排气阀。生产厂家在产品说明书上标出它的功能。标有缩写“MF”英文字母的为免维护蓄电池（maintenance free）。

电池中电解质分液态、贫液态和硅胶等形式。

22. VRLAB 的含义是什么，产品的基本特征是怎样的？

VRLAB 是英文 Valve—Regulated Lead—Acid Battery 的缩写（通常写成 VRLA），它的译义是阀控式铅酸蓄电池。此种产品的主要特征是电池内部具有氧循环的功能，就是说由正极析出的氧（ $O_2$ ）透过超细玻璃纤维隔板迁移到负极，进而与负极的多孔金属铅（Pb）结合成氧化铅（PbO），抑制负极氢的析出速率，减少电池的水消耗，起到控氧抑氢的效果。此外，在电池的盖子上装有单向排气阀，用阀来控制气体的排放。目前，这种阀控式铅酸蓄电池有两种技术，即胶体技术和玻璃棉技术。

23. 怎样对 VRLAB 进行可靠性检测？

VRLA 蓄电池的电解液密度因不能直观的进行检测，因而难以判断电池的容量储备状况。安全使用没有保障。当蓄电池使用数月后，无法真实地确定电池容量现状，电池一有问题难以确诊。郑铁技术开发公司研制并开发了 CB 值检测仪，解决了这一难题。该仪器可配合检测设备，检测电池使用情况。当测得单体电池端电压不低于 1.65V 时，可保证机车安全行驶。当蓄电池端电压低于 1.65V 时，就需令其下车作技术鉴定。鉴定后，有的经过检修可继续使用。该仪器就像电池的听诊器一样，能准确地说明电池的正常与否。这样既保障了行车安全，也节省了费用。CB 仪已被多家单位应用，效果很好。

24. 蓄电池极板群单体与单体间有哪几种连接方法？哪种方法比较好？

一只蓄电池按 12V 计是由 6 个单体串联成一体的，基本有 5 种连接方法：

(1) 外露连接法。此法连接条在电池槽上面。

(2) 埋入式连接法。此法是将极柱缩短，连接条全部被埋入封口剂中。

(3) 极板耳偏中外露连接法。板耳偏离极板对角线位置，缩短连接条长度。

(4) 桥式连接法。是将单格和单格直接在中格上端连接，无连接条，连接距离短。

(5) 穿壁焊连接法。是利用电阻加热穿过塑料中隔孔，将两格的极群连接起来。它的连接距离更短，电阻小，耗铅少，压降低，是比较先进的一种连接方法。据测试，一只 6QA—120 型蓄电池，用  $3C_{20}$  A 放电，五种不同的连接以穿壁焊连接法最为优越。见表 1-5。

表 1-5 五种不同连接方法参数对比

连接方法	电 阻 / $\Omega$	电功率损耗 / $W$	耗 铅 / $g$	电压降 / $V$
外露式	0.00119	154.5	2070	0.43
埋入式	0.00083	108	1469	0.30
板耳偏中外露式	0.00097	126	1701	0.35
桥式	0.00049	64.8	836	0.18
穿壁焊式	0.00030	39.6	518	0.11

25. 铅酸蓄电池有哪几种封口方法？

蓄电池封口是指将电池槽和电池盖进行密封，防止电解液溢流、单格间电液渗漏短路。封口方法通常有三种：

(1) 沥青封口剂封口。其方法是用沥青、再生胶、机油，专门配制，浇注到槽与盖的结合处进行密封。这种方法多用于硬橡胶电池槽。

(2) 热熔塑封。此法采用自控温度的热封机，使电池槽边缘和盖子边缘经加热后自动扣合完成热封。它适用于聚丙烯（PP）、聚乙烯（PE）或其他改性的塑料制品。

(3) 粘合剂封口。此法适用于 ABS 塑料，是在电池槽和电池盖的结合处，把粘合剂浇到盖子的线槽内，然后再把装有极板群的塑料壳子倒扣在线槽内进行粘合，固化 24h 即成。

26. 摩托车用蓄电池有哪几种型式？怎样识别其品种类型？

摩托车用蓄电池有十几种不同安时的规格尺寸，适用各种轻型、中型和大型摩托车以及三轮摩托车。蓄电池大体可分以下几种。

(1) 普通式摩托车电池，外壳是硬橡胶，连接为外连式，连接条设在电池上部，内装隔板种类有橡胶隔板、PVC 塑料隔板、PE 袋式隔板，极板是干荷电式，用沥青封口剂封口。

(2) 改良后摩托车电池，外壳是 ABS 树脂材料，电池壳与电池盖是用树脂粘合的。电解液为流动式也有硅胶不流动式，电池单格和单格之间是桥式连接。

(3) 阀控式摩托车电池，电池型号标有“MF”，有的标有 N 字的，含义是等效采用 JIB 标准。电池内部结构是用免维护技术制造的。隔板是超细玻棉，硫酸电解液被吸附在玻棉上。电池制造精细，硫酸液纯度高。电池外壳是聚丙烯（PP）采用热熔塑封，也有用 ABS 材料胶粘合的。前一种封口型式是单格与单格采用穿壁连接；后一种则用桥式连接。蓄电池上口设有橡胶帽作排气阀，通称阀控式密封蓄电池。

27. 摩托车用蓄电池基本构造及其适用的车型范围是什么？

摩托车用蓄电池有十几个型号规格，适用于各种轻型、中型、重型摩托车以及三轮摩托车等。蓄电池额定电压有 6V、12V 两种。蓄电池由正极板、负极板、隔板、硫酸电解液组成。电池槽由橡胶、ABS 塑料、聚乙烯、聚丙烯制成。封口方式有粘合封、热封。连接方法有桥式、穿壁式、外连式。

6V 蓄电池多用于车行照明、扬声器；12V 蓄电池多用于起

动、照明、扬声器。部分型号蓄电池的重量及适用车型，见表 1-6。

表 1-6 部分摩托车蓄电池重量及适用车型

蓄电池型号	重量 /kg		适用车型
	无液	带液	
3-MA-4	0.6	0.9	轻型车、照明、扬声器
3-MA-8	1.6	2.5	轻型车、照明、扬声器
3-MA-12	2.4	3.2	中型车、起动、照明、扬声器
6-MA-12	4.1	5.7	中型车、起动、照明、扬声器
6-MA-16	4.9	7.6	重型车起动、照明、扬声器
6-MA-20	6.18	9.5	重型或三轮车起动、照明、扬声器
6-MA-30	8.7	13.6	重型或三轮车起动、照明、扬声器

28. 怎样以简便的放电方法测试判断汽车起动用蓄电池处于良好的使用状态？

一只正常完好的汽车起动用蓄电池可以首次用 5 分钟率起动用放电判断电池是否处于良好的使用状态。此法快速简便。把一只充足电的蓄电池用 3CA 放电，如果能达到 6min 以上可判断该电池两极活性物质充裕，在一定的期限内能处于良好的使用状态。

29. 电解液密度大小，对蓄电池使用寿命有什么影响？

蓄电池电解液密度的大小，对容量和寿命有明显的影响。通常是密度大、容量大，寿命短；密度小、容量小，寿命长。电解液密度大，活性物质能较多地发挥效能，即利用率高，容量大。随循环次数增多，电解液密度大，能促使正极板栅腐蚀速率加大二氧化铅粒子泥浆化，结合力降低，电阻变大，在频繁使用的条件下，活性物质易脱落，蓄电池寿命会缩短。

起动用蓄电池电解液密度较高，是因为它的体积较小，按容量需要，规定电解液密度为  $1.280\text{g}/\text{cm}^3$ 。一只电解液密度为  $1.240\text{g}/\text{cm}^3$  的蓄电池，比密度为  $1.280\text{g}/\text{cm}^3$  的蓄电池循环寿命提高 28%。如果蓄电池是在常温下而又频繁使用，把电解液密度调得低一点，是有利于延长使用寿命的。

电解液密度高， $H^+$  离子活度大，对正板栅腐蚀也大。为了减小腐蚀速度，通常需提高活性物质结合力以及采用耐腐蚀合金措施。

### 30. 不同类型蓄电池电解液密度为什么有差别？

各类型蓄电池电解液密度范围在  $1.215 \sim 1.300\text{g/cm}^3$ ，其差别是根据蓄电池用途和性能而规定的。GF 系列蓄电池规定为  $1.215\text{g/cm}^3$ ；工业蓄电池为  $1.255 \sim 1.265\text{g/cm}^3$ ；起动用蓄电池为  $1.270 \sim 1.290\text{g/cm}^3$ 。蓄电池对外作功的能力与电解液密度有关。已知理论需用量是每放出  $1\text{A}\cdot\text{h}$  电量需纯硫酸  $3.66\text{g}$ 。纯硫酸不能离子化传导电流，要稀释成稀硫酸才能传导。不能把纯硫酸直接加到蓄电池中，其道理也在于此。纯硫酸用水稀释（配制）到什么密度，蓄电池放电反应所需的硫酸量是不变的。电解液密度在不同蓄电池中的差别是以用途和蓄电池外壳体积来确定的。起动用蓄电池，如各种汽车、摩托车上配备的蓄电池，电解液密度大都在  $1.280\text{g/cm}^3$  ( $25^\circ\text{C}$ )。密度低于此值，就要加大外壳体积。起动用蓄电池每放出  $1\text{A}\cdot\text{h}$  电量，需密度为  $1.280\text{g/cm}^3$  ( $30^\circ\text{C}$ ) 的电解液  $7.44\text{ml}$ ，如用密度为  $1.216\text{g/cm}^3$  ( $30^\circ\text{C}$ ) 的电解液，就要  $9.78\text{ml}$ ，见表 1-7 所列。所以，使用蓄电池时了解电解液密度是必要的，不能任意变动电解液密度值。蓄电池放电终止，电解液密度变低，不全变成水，这对充电恢复有利。因此，规定了终止放电时的密度极限值。如以密度  $1.284\text{g/cm}^3$  ( $25^\circ\text{C}$ ) 降到  $1.050\text{g/cm}^3$  为极限的话， $1\text{A}\cdot\text{h}$  就需要  $8.66\text{ml}$  了，见表 1-8 中所列。

表 1-7 放电  $1\text{A}\cdot\text{h}$  所需不同密度硫酸溶液体积

硫酸溶液 密度 /( $\text{g/cm}^3$ )	$30^\circ\text{C}$	1.206	1.216	1.239	1.250	1.260	1.280	1.290
	$25^\circ\text{C}$	1.210	1.220	1.243	1.254	1.264	1.284	1.294
	$15^\circ\text{C}$	1.217	1.227	1.250	1.261	1.271	1.290	1.301
重量(%)		29.3	30.5	33.2	34.5	35.7	38.1	39.2
ml/ $\text{A}\cdot\text{h}$		10.28	9.78	8.82	8.41	8.07	7.44	7.18

表 1-8 放电 1A·h 所需的密度硫酸溶液

放电开始时密度 (g/cm <sup>3</sup> )	30°C	1.206	1.216	1.250	1.260	1.280	1.290
	25°C	1.210	1.220	1.254	1.264	1.284	1.294
放电终止时密度 (g/cm <sup>3</sup> )	15°C	1.217	1.227	1.261	1.271	1.291	1.301
	体 积 /ml						
1.030		11.64	10.92	9.29	8.87	8.11	7.62
1.050		12.86	12.10	10.03	9.53	8.66	8.30
1.100		17.71	16.27	12.69	11.89	10.53	9.98
1.110		19.23	17.57	13.46	12.55	11.04	10.43
1.120		21.05	19.03	13.96	13.26	11.57	10.91
1.130		23.26	20.80	15.24	14.08	12.13	11.45
1.140		25.98	22.99	16.36	15.03	12.87	12.06
1.150		29.67	25.76	17.70	16.14	13.64	12.75
1.160		34.24	29.10	19.18	17.36	16.20	13.48

31. 汽车用蓄电池产品质量是怎样分等级的，各质量等级的技术要求是什么？

起动用铅酸蓄电池质量等级分为合格品、一等品、优等品。具体技术要求是：

(1) 合格品产品性能质量指标全部达到 GB/T 5008.1 ~ 5008.3—1991《起动(汽车)用蓄电池规格技术要求、端子尺寸标记》的各项性能要求，用户认为该产品适用、可靠。

(2) 一等品技术要求是：

①干式荷电蓄电池首次以  $I_s$  电流起动放电 30s，单体电池平均电压不低于 1.5V。

②低温起动时以  $I_s$  电流放电 5s 和 60s，单体电池平均电压不低于 1.56 ~ 1.60V 和 1.50 ~ 1.54V (指小于 90A·h 或大于 120A·h 的蓄电池)。

③承受 4 个循环耐久试验单元。

④每 kVA·h 等于或小于 17.5kg。

⑤用户使用满意。

(3) 优等品。除满足一等品的技术要求外，还应达到：

①产品是塑料整体槽，12V 内连接，干式荷电，湿式荷电，免维护蓄电池。

②以  $I_s$  电流首次起动放电 30s，电池单体电压不低于 1.60V。

③低温起动时，以  $I_s$  电流放电 5s 和 60s，单体电池平均电压不低于 1.62 ~ 1.64V 和 1.20 ~ 1.61V（指小于 90A·h 和大于 120A·h 的蓄电池）。

④承受 5 个循环单元的试验。

⑤每 kVA·h 等于或小于 16.5kg。

⑥用户信得过、满意。

32. 汽车、摩托车蓄电池在使用中为什么要定期给予电池补水，而不应补酸呢？

蓄电池在车上起动耗电，这个过程在其内部是一个氧化还原反应过程。这个反应使硫酸电解液中水的成分产生分解，析出  $H_2$ 、 $O_2$  气体，消耗了水分，使液面降低。水耗大时，露出极板，影响电池效能，因此，要及时给电池补上纯水，使电解液保持规定的密度。这是一项经常性的保养措施。且不要认为电池中是硫酸就给予补充酸，这样作的结果适得其反。只要给电池补一次硫酸，电池的使用寿命就会大打折扣。可参照附录 11 蓄电池在静态下端电压和电解液密度的关系，确定是否给电池补水。除汽车、摩托车用蓄电池外，其他类别蓄电池也可参照。所补加的水必须是专用蓄电池纯水，不可随意补加其他不符合标准的水。

33. 电动自行车用蓄电池的质量应从哪几个方面提高以使消费者满意？

对电动自行车用蓄电池就目前制造情况，还需从以下几个方面提高：

(1) 在已定型的电池外形尺寸条件下（150mm × 98mm × 98mm），进一步提高电池的比能量，在有限体积的条件下，提高电池的容量，这样作既能提高行驶里程；又能有一定的富余电

量，电池不会过放电。

(2) 力求提高使用寿命。电池使用寿命期限往往为正极板所限。因此，提高板栅合金的耐腐蚀性以及板栅与活性物质结合的持久性是很重要的。使用周期由 350 周期提高到 550 周期，约 1.5 年以上。正板栅合金一般用 Pb、Sb、Sn、Se 四元合金，不宜采用含 Ca 的合金；在正极活性物质中加一种叫好隆黑的添加剂，它对提高容量延长使用寿命有一定作用。

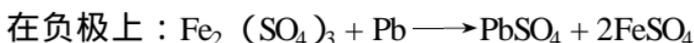
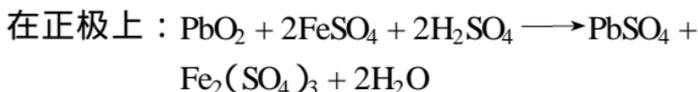
(3) 严格工艺操作，确保电池的均衡一致性。往往一只电池可能毁于一片不良极板；一片破损隔板或一处焊接不良等，把人为不良操作因素降到零。

(4) 严格控制材料的纯度和外来杂质。使电池自放电降低到最低限度，延迟干涸时间。

34. 在电解液中铁、锰、氨等杂质对正、负极板有什么危害？

铁 (Fe) 在电解液中含量大于 0.01% 时，极板就会受到破坏。铁杂质存在，使极板呈淡红色，变得硬而脆。含量高于 0.5% 时，自放电现象非常严重，能在 1 昼夜内，将存电全部放光。

二价铁在蓄电池正极上被氧化，而在负极上又被还原，反复循环，形成自放电，其反应是



锰 (Mn) 在电解液中呈微红色，并有黑色  $\text{MnO}_2$  析出挂在容器上。

Mn 和  $\text{H}_2\text{SO}_4$  起反应放出新生态 [O]，有很强的氧化性，既腐蚀极板，又腐蚀橡胶隔板。

氨 ( $\text{NH}_3$ ) 也会引起正、负极板自放电。

在以上几种杂质中，Fe 杂质是常见的。如果 Fe 在电解液中含量超过标准 0.004%，电解液要作更新处理。

35. 在电解液中铜、银、锑、硝酸等杂质对负极板有什么危害？

铜、银两种离子能从电解液中迁移到负极板表面，使负极板多孔金属铅产生自放电，尤其是银的影响是很严重的。

锑在负极板表面析出，降低  $H_2$  析出的过电位，放出大量  $H_2$  气，不仅影响蓄电池容量，而且耗水量也增大。

硝酸在电解液中含 0.001% 能使极板产生硫酸盐化，降低蓄电池容量，其化学反应是



硝酸在负极上反复作用，会导致极板严重破坏。

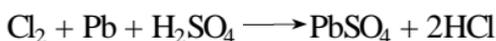
许多可溶性金属存在于电解液中，都会导致电池自放电乃至活性物质脱落，使极板受到破坏。

36. 在电解液中盐酸、醋酸、酒精对正极板有什么危害？

盐酸 (HCl) 在正极板上放电产生氯气，引起自放电，随氯气逐渐消失，自放电减弱。其化学反应是



氯气又溶于电解液中和负极金属铅起反应



醋酸 ( $CH_3COOH$ )，对正极板栅有很强的腐蚀作用，生成可溶性醋酸铅，产生大量铅离子，再与硫酸作用生成硫酸铅。

酒精 ( $C_2H_5OH$ ) 存在于电解液中，当充电时酒精被氧化成醋酸，对正极板栅也构成腐蚀，影响蓄电池使用寿命。

37. 为什么阀控式蓄电池会出现干涸？

干涸是阀控式蓄电池一个重要质量问题，是产品在使用中电解液中的水分大量汽化溢出的结果。由于这类产品初期的结构、工艺、材料等存在差异，导致了电解液中的水分逐渐从排气阀口处散失，致使极板裸露面扩大，电池容量下降，不能保证电池正常使用。干涸也被称之为电池缺水。

### 38. 什么是阀控式蓄电池的热失控，原因是什么？

热失控是（阀控式）蓄电池的一个突出的问题，产生的原因是这种蓄电池内部的氧循环产生的化合热，或是因电池内部短路、安全阀失灵、内部干涸等原因，导致电池内部产生热的速率超过其散热能力，使温度连续升高以至电池失效。

### 39. 免维护蓄电池在产品结构上与普通式蓄电池有什么不同？

免维护蓄电池在结构和工艺制造上有五点不同于普通蓄电池。

(1) 板栅铅的合金，采用低锑或无锑及其多元合金。合金成分中有钙、铝、锡、砷、铜、铋、硒、锑、镉等。根据产品需要从中选择，进行配制。用低锑或无锑的多元合金作板栅，具有自放电小、耗水少和抑制蓄电池气体排放的作用。

(2) 隔板采用超细玻璃棉或超细聚乙烯化纤。这种玻棉式的隔板能吸附电池中的电解液，使电解液处于不流动状态。蓄电池可以在交换机房立柜式摆放，占地面积小。此种隔板可使正极析出的氧气透过隔板迁移到负极与负极析出的  $H_2$  化合，同时使负极的金属铅氧化。所谓吸收式氧循环就是这个含义。

(3) 密封排气阀。是为蓄电池排气而设置的。排气阀在蓄电池上口，调到适中的压力，当蓄电池内部气压高于外界大气压力时，内部气体通过阀排出。内外压力平衡后，又自行密封。阀开启压力一般为  $20 \sim 50\text{kPa}$ 。阀的这种密封性可减少水分蒸发。

(4) 穿壁焊接工艺。此种焊接方法适应高倍率放电，蓄电池内阻小、压降小、充电温升高，可减少蓄电池中水分蒸发。

(5) 采用恒压或限压充电。此法充电，有利于减少蓄电池水的分解，使内部氧循环正常进行。恒压充电机电压是按每只电池  $2.35\text{V}$  设置的，低于电池水分解电压  $2.40\text{V}$ ，借以控制电池的耗水量。

以上五点是互为因果的。免维护产品的耗水量是主要考核项目之一。我国汽车用蓄电池规定（暂行），过充电  $1\text{A}\cdot\text{h}$  电量耗

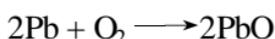
水量不大于 6g，有的生产厂家企业标准规定低于 6g。

40. 什么是邮电通信用阀控式蓄电池，有什么特点？

阀控式蓄电池用作邮电通信的直流电源，其产品代号是 GFM。单体电池容量范围在 50 ~ 3000A·h 不等，与通常免维护蓄电池比较有共同点，也有不同点。在抑制析气量、减少存放电和耗水方面是共同的。不同的是设计紧凑、能卧式立体组合放置，占地面积小。在单体电池外，套装铁壳，排气阀有良好的密封性，使用期间较少补水，阀控式电池利用氧循环的原理，自放电率很小，适应大电流放电。因卧式立体组合安装，可任意容量组合，能多只单体电池并联，室内也不需多设特殊的通风、防酸、防爆设施，能和交换机同在一室内配套使用。这种产品在使用中常出现电压参差超出规定范围，有的从内部向外渗液，还因荷载重和楼层放置，需增加土建设施。

41. 阀控式铅酸蓄电池内部的氧循环是什么含义？

氧循环是阀控式铅酸蓄电池内的一种原理设计，是在蓄电池充电中按正、负极板上析出氧气和氢气这一事实，利用氧析出的速率小于氢析出速率这一现象，使氧气穿过隔板与负极多孔金属铅化合成 PbO，继而和 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 反应生成 PbSO<sub>4</sub>，再经充电后又被还原成 Pb。用这种控氧的办法来抑制蓄电池的析气量。在蓄电池充电中，正极板获得电量达到 94% 时，开始析出氧气，负极上还没有析出氢气，氧气在此时透过隔板迁移到负极上氧化金属铅，氧气就这样不断地从产生到消耗，形成了内部氧循环，达到了抑制析氢量的目的。在负极上反应是



42. VRLA 蓄电池用胶体技术和玻璃棉技术哪种较好？

有人对两种不同的电解质状态作过比较，试验证明，胶体式酸液量比吸液式（即玻璃棉技术）酸液量多，优越性表现在：

(1) 在有压力或振动时，胶体式不漏液，吸液式会出现渗漏。

(2) 溶液量较多。测定中吸液式每安时吸 8 ~ 9ml 稀硫酸，胶体式则超出 15% ~ 20%，接近富液式电量。

(3) 胶体式比吸液式热传导好，不易产生热失控现象。

(4) 胶体式因含酸量高于吸液式，用于电动自行车电池，最大行程 60 ~ 70km，高于吸液式 15 ~ 20km。

(5) 胶体式蓄电池在电动自行车上使用寿命可达 18 ~ 24 个月。

(6) 胶体式深循环恢复能力达 95%。

(7) 胶体式蓄电池自放电比吸液式。

43. 为什么说把铅酸蓄电池作为电动汽车动力是比较现实的？

在国内外开发电动汽车电源方面，经多项指标筛选，在非铅基电池中，有的可靠性差，易引发故障；有的电流过小，使用受到限制；有的价格高，难以被市场接受。专家选择后认为，在今后相当长的时间中，铅酸蓄电池仍然是首选的实效电源。

首选铅酸蓄电池作为电动汽车的动力源，除价格低廉外，还有以下几方面原因。

(1) 电压高。工作电压能保持在 1.8 ~ 2.0V 范围内。

(2) 容量范围宽。可任意制造多种安时规格的蓄电池。

(3) 内阻小。充电、放电有效物质转化率高，按长时率计算，转化率高达 95% 以上。

(4) 放电率宽。适应各种不同的大、小电流或特大电流放电；有较长的使用周期。

(5) 工作电压、电流稳定、能适应高热和高寒地区工作。

(6) 材料来源可靠。

44. 用铅酸蓄电池作为城区内汽车行驶动力的优点是什么？

用铅酸蓄电池驱动汽车的优点是无尾气污染，噪声小，节能，行驶半径在 100km 的城区内非常便捷这是其优点。但需配备

重量轻、体积小即比能量较高的蓄电池，中途还应设立一些能够快速充电站。有专家认为电动汽车可交叉采用燃油和电动两种动力结合的混合车型。

#### 45. 怎样计算电解液用量？

铅酸蓄电池电解液的用量和密度是按不同类型电池设计的。已知 1F 电量为  $26.8\text{A}\cdot\text{h}$ ，硫酸的摩尔重量为  $98\text{g}$ ，化合价为 2，电池放电时，正、负极板同时消耗相同的酸量，算术式为

$$\frac{98}{26.8} \times 2\text{g}/\text{A}\cdot\text{h} = 3.66\text{g}/\text{A}\cdot\text{h}$$

由上式得知放出  $1\text{A}\cdot\text{h}$  电量，需用硫酸  $3.66\text{g}$ 。若确定某型电池电解液密度为  $1.280\text{g}/\text{cm}^3$  时，查表知硫酸重量百分比为  $36.8\%$ 。计算  $1\text{A}\cdot\text{h}$  需要密度为  $1.280\text{g}/\text{cm}^3$  的稀硫酸的体积是

$$3.66 \div 36.8\% \div 1.280\text{ml}/\text{A}\cdot\text{h} = 7.8\text{ml}/\text{A}\cdot\text{h}$$

起动电池用酸量是理论量的  $1.3 \sim 1.5$  倍，才能满足容量需要，这是因为活性物质与硫酸反应后，硫酸还应保持一定的密度。通常蓄电池放至终端电压后，电解液密度降到  $1.050 \sim 1.070\text{g}/\text{cm}^3$ 。因此，电池的最低额定比酸量是

$$7.8 \times 1.3\text{ml}/\text{A}\cdot\text{h} = 10.14\text{ml}/\text{A}\cdot\text{h}$$

由计算看出，单体电池内的体积容酸量  $V$  应等于单体壳的体积  $V_1$  减去极板体积  $V_2$ 、隔板真实体积  $V_3$ 、极柱汇流排占的体积  $V_4$ 。即

$$V = V_1 - V_2 - V_3 - V_4$$

#### 46. 极板活性物质利用率与哪些因素有关？

极板活性物质的利用率是指电池内活性物质实际放出的电量与理论计算的电量之比以百分数表示。各种蓄电池的利用率不尽相同。一般起动蓄电池的利用率较高，最高达到  $55\% \sim 60\%$ ，其他各型蓄电池在  $40\%$  左右。一定体积的蓄电池，容量大者，利用率就高。反之，则低。蓄电池容量与电池自身设计的结构条件等诸多因素有关。如在一个规定的容量条件下，减薄极板，增加片数，容量变大，利用率就高；极板的孔率大，与电解液接触

面积大，电化学极化小，内阻小，容量大，利用率高；活性物质颗粒小，表面积大，电极的作用面积大，容量大，利用率高；缩短连接距离，电压降小，功率大，利用率高。总之，提高极板活性物质利用率是电池制造采用各项技术措施的综合结果。

#### 47. 蓄电池的极化现象是什么？

简单地说：当蓄电池在有电流通过，使电极偏离了平衡电极电位的现象，称之为电极为极化。在电极单位面积上通过的电流越大，偏离平衡电极电位越严重。通电前和通电后电极电位的差叫作过电位。凡失去电子，属氧化反应，得到电子属还原反应。阳极电流产生的电极极化叫做阳极极化；阴极电流产生的电极极化叫做阴极极化。

在蓄电池充电中，充电电压高出电动势许多，消耗了更多的电能；放电中，放电电压低于电动势许多，电能消耗变成了一部分热能，是很不经济的。所以极化现象对蓄电池充电、放电电能的利用是很不利的。减少蓄电池极化，对改进蓄电池性能具有重要意义。脉冲快速充电就是消除极化的一种有效方法。

#### 48. 怎样确定蓄电池容量及其活性物质用量？

蓄电池的额定容量（ $Q$ ）（ $A \cdot h$ ）是工作电流（ $I$ ）与工作时间（ $t$ ）的乘积即

$$Q = It$$

为了保证电池使用寿命，一般设计容量要比计算容量大 15% ~ 20%。先确定理论容量，再按利用率确定设计容量。依据法拉第定律算出正、负极活性物质的电化当量

$$1 \text{ 法拉第电量} = \frac{96500C}{3600s} = 26.8A \cdot h \quad (1)$$

$$\text{电化当量} = \frac{\text{克摩尔量}}{\text{化合价变更量}} \div 26.8 \quad (2)$$

正极二氧化铅（ $PbO_2$ ）的克摩尔量是 239.2g；负极多孔金属铅（ $Pb$ ）的克摩尔量是 207.2g，两物质的化合价是 2，分别代入（2）式

$$\frac{239.2}{2} \div 26.8\text{g/A}\cdot\text{h} = 4.46\text{g/A}\cdot\text{h}$$

$$\frac{207.2}{2} \div 26.8\text{g/A}\cdot\text{h} = 3.86\text{g/A}\cdot\text{h}$$

活性物质理论量 = 电化当量 × 设计容量

铅蓄电池活性物质的利用率通常是按正极利用率为设计依据的。汽车、摩托车用蓄电池利用率最高达 55% ~ 60%；工业电池利用率在 35% ~ 40%；固定通信用电池利用率在 40%。

$$\text{活性物质设计用量} = \frac{\text{理论量}}{\text{利用率}}$$

为了确保蓄电池电气性能，在活性物质用量上往往增加一定的富余量。

49. 在蓄电池中加磷酸有什么良好作用？

专家们对磷酸在蓄电池中的作用作了大量的试验研究，认为将磷酸 ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) 当作添加剂加到正极铅膏或电解液中具有良好的作用。主要有以下几点：

- (1) 减少正极活性物质脱落的速度，能提高电池的循环寿命。
- (2) 能使金属板栅与  $\text{PbO}_2$  保持相对稳定的结合。
- (3) 减少电池自放电，在胶体电解质中能使胶体变得稳定。

研究还说明： $\text{H}_3\text{PO}_4$  在 2% 以下时，不影响蓄电池的初期容量；循环寿命可提高 80% 以上；磷酸在 Pb 和 Pb-Sb 合金的界面上生成一层  $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$ ，对板栅有较好的保护性能，提高板栅的耐腐蚀性能。不足之处是，电池在低温条件下，充电效果差，电池初期容量有所下降；当  $\text{H}_3\text{PO}_4$  添加量超过 2.7% 时，对电池使用寿命不利。

50. 铅蓄电池槽分哪几类，其主要用途及外观质量要求怎样？

(1) 分类名称及用途。在以整体槽为主体的类型中，分橡

胶、塑料两大类。主要用于汽车、摩托车、铁路客车、内燃机车、航标灯、小密式、固定通信用等电池。以单体槽为主体的类型也分橡胶、塑料两类。电池槽用于铁路客车、牵引车、内燃机车、煤矿防爆电源、固定防酸式、阀控式等。

## (2) 蓄电池槽外观的质量要求。

橡胶槽：表面色泽均匀，外观整洁，无喷霜、爆裂、气泡及裂纹。

塑料槽：表面色泽均匀，外观整洁，无分解料痕、划痕等。

## 51. 蓄电池槽的物理化学性能有哪些规定？

按 JB/T 3076—1999 标准，铅酸蓄电池槽的物理化学性能见表 1-9。

表 1-9 蓄电池槽物理化学性能

序号	项 目		指 标	
1	耐电压	干法/V	6000 ~ 14000	
		湿法/V	5000 ~ 12000	
2	耐冲击性	常温	无裂纹	
		低温	无裂纹	
3	耐热性	整体槽/mm	≤2.0	
		单体槽	≤1.0%	
4	内应力		无裂纹	
5	耐气压性 (%)		小型阀控密封式	≤0.5
			固定型阀控密封式	≤2.0
6	耐腐蚀性		无膨胀、裂纹、变色	
7	质量变化率 (%)		≤1.0	
8	铁含量 (%)		≤0.005	
9	还原高锰钾物质/ml/g		≤1.0	

注：1. 固定型防酸式及固定型阀控密封式蓄电池槽不控制低温落球冲击强度。

2. 苯乙烯及其共聚物等非结晶形高聚物成型的蓄电池槽控制内应力。

52. 对阀控式蓄电池中的隔板有什么要求，怎样选择？

阀控式蓄电池中隔板是超细玻璃纤维，其要求有以下几点：

(1) 要求吸酸性好。要求隔板有足够的吸酸量，能将两极反应所需的酸量全部吸附在隔板上。

(2) 要求隔板具有使氧迁移的通路，阻力小。能在电池浮充条件下，正极所产生的氧通过隔板顺利到达负极进行化合，减少蓄电池水的损耗，避免电池早期干涸。

(3) 隔板是无纺型杂乱交织在一起超细玻纤，径粗  $3\mu\text{m}$ ，应有一定的机械强度，活性物质以隔板为依托，具有相对稳定的附着力，即使正极板活物质出现软化亦能延迟脱落时间，使蓄电池使用期延长。

(4) 能适应大电流放电条件，能有较小的电阻和较大的孔率，在一定压力条件下，保持良好的性能。

隔板选择时要做到：

(1) 选择吸酸多、湿润速度快的隔板，吸酸参考量约在  $9\text{ml/g}$ 。

(2) 选择能使氧气顺利通过且具有一定憎水性能的隔板，或具备这个条件的别种材质隔板。

(3) 选择具有一定机械强度，能承受在紧装配压力条件下不出问题，在压缩 20% 的条件下仍能保持较好的使用性能。

(4) 选择孔率大、孔径小的隔板，以适应大电流放电条件。一般孔率达到 90%，孔径  $\leq 22\mu\text{m}$ 。

以上条件国内生产的玻璃纤维基本都能达到。

53. 不同材质隔板对汽车起动用电池性能有什么影响？

起动用蓄电池隔板材质品种有：a. 橡胶隔板；b. 10G 玻璃纤维（含胶）隔板；c. PE 纤维底基与玻璃纤维复合隔板；d. PE 袋式隔板；e. 玻璃纤维底基及玻璃纤维复合隔板；f. AGM 超细玻璃棉隔板；g. PE 玻璃纤维复合袋式隔板等七种。

这七种隔板的理化性能参数见表 1-10。

表 1-10 七种隔板的理化性能

项 目	橡胶隔板	10G 玻璃纤维(含胶)隔板	PE 纤维底基与玻璃复合隔板	PE 袋式隔板	玻璃纤维底基及玻璃复合隔板	AGM 超细玻璃棉隔板	PE 玻璃丝复合袋式隔板
基厚/mm	0.8	0.8	0.25	1.0	0.8	0.25	0.25
总厚/mm	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
电阻/ $\Omega\text{dm}^2$	0.005	0.001	0.0007	0.0005	0.0015	0.00065	0.00093
最大孔径/ $\mu\text{m}$	10	34.2	16.6	20	29	1	—
抗拉强度/(kN/m)	—	2.31	0.22	1.1	5.0	0.45	3.6
孔率(%)	59	89.2	—	95	88	90	72.4
配失重(%)	—	3.03	1.46	2.5	2.3	—	4.56
Fe(%)	—	0.004	—	0.003	0.005	0.006	0.0092
Cl(%)	—	0.0026	—	0.0018	0.0015	0.002	0.0026
还原物(ml/g)	—	8	1.8	4.5	7.4	1	9.4

用其中五种隔板组装成电池进行起动性能检测结果见表 1-11。

表 1-11 五种隔板的起动性能

隔板种类	常温起动	低温起动	常温起动	低温起动	常温起动	低温起动
	300A (5s) /V	- 18°C 300A (5s) /V	300A (30s) /V	- 18°C 300A(30s) /V	放电时间 6V /s	放电时间 6V /s
橡胶隔板	9.93	9.06	9.82	8.98	163	130
10G 隔板	9.98	9.24	9.94	9.14	153	122
PE 袋式隔板	10.10	9.44	10.02	9.32	165	135
玻璃纤维复合隔板	10.0	9.20	9.92	9.17	148	118
AGM 隔板	9.9	9.30	9.85	9.17	148	116

从上列表中可以看出 PE 袋式隔板的低温起动性较好,其效果顺序是 PE > PE(复合) > 10G > 10G(复合) > AGM > 橡胶。从电池寿命性能检测看玻璃丝复合式隔板较好,国内外厂家侧重于低温起动性和高倍率放电性,对长时率放电时间长短要求不高。因

此,对冷起动负荷要求高的电池可选用 PE 隔板及 10G 隔板,对冷起动及寿命两项都高时,则可选用 PE 复合隔板。

#### 54. 什么是富液式吸附隔板?

阀控式蓄电池的干涸问题是困扰其使用寿命的一个难题。干涸的原因是电池中水分过早的散失损耗。解决干涸问题是提高电池使用寿命的关键。有资料报道把原始的密封电池贮液空间加大,增加贮液量,由贫液式向富液式转型,有利于问题的解决。但原始的贫液中的隔板在紧装配结构条件下方能使  $O_2$  迁移到负极化合。变富液式后,如何能使  $O_2$  顺利的通过隔板到负极化合,可采用一种新型隔板。此种隔板是在超细玻璃纤维中(AGM),加入部分起憎水作用的 PE 纤维。这种材料给  $O_2$  的内部化合提供了迁移通道,使  $O_2$  得以顺利化合。

据专业材料公司的研究报告,新隔板具有憎斥电解液的能力。它是由基体纤维、屏蔽纤维、玻璃纤维短切丝、憎水纤维等多种纤维组成,它们的功能依次是:骨架作用、微孔作用、增强作用、氧通道作用。表 1-12 列出的新隔板的理化性能与国家现行的行业标准比较具有良好的理化性能。

表 1-12 新隔板理化性能

项 目	行业标准	新 隔 板	
定量/( $g/m^2 \cdot mm$ )	$\geq 140$	140	
电阻/ $\Omega dm^2$	$\leq 0.00055$	0.00020	
孔率(%)	$\geq 90$	90	
抗张强度/( $kN/m$ )	$\geq 0.60$	0.72	
最大孔径/mm	$\leq 22$	15	
浸酸失重(%)	$\leq 3.0$	1.3	
毛细吸酸高度	mm/5min	$\geq 75$	8.0
	mm/24h	$\geq 620$	680
还原高锰酸钾物质(%)	$\leq 5.0$	3.3	
铁含量(%)	$\leq 0.005$	0.0024	
氯含量(%)	$\leq 0.003$	0.0024	
水含量(%)	$\leq 1.0$	0.14	

用新隔板制作的电池经例行试验说明:在恒流过充电的情况下,新隔板比传统隔板析气量减少一半;在恒压充电条件下,析气量是传统隔板的 1/6。

由于这种隔板引用了有机纤维,不宜再沿用 AGM(其中 G 代表玻纤),因此,有关方面建议将其称为 RBSM(Recombinant + Battery Separator Mat),即再化合化式电池用隔板。

### 55. 管式蓄电池的正极板所用涤纶排管对质量有什么要求?

涤纶排管是管式正极板所用的部件,管子质量好坏直接关系到电池的使用寿命。按照 JB/T 10054—1999 涤纶排管技术标准有以下技术要求。

#### (1) 排管的基本编织参数见表 1-13。

表 1-13 编织参数

编织方式	股线(原纱支数/股数)	经密/(根/cm)	纬密/(根/cm)
平纹方孔	40/2	20~22	20~22

#### (2) 排管的物理力学性能见表 1-14。

表 1-14 物理力学性能

序号	项目名称	指标
1	拉伸强度/(N/cm)	≥200
2	直流电阻/(Ω·dm <sup>2</sup> /片)	≤0.0035
3	孔率(%)	≥58
4	受力变形载荷/N	≥40
5	耐酸系数	≥0.70

#### (3) 排管的化学性能见表 1-15。

表 1-15 化学性能

序号	项目名称	指标
1	氯含量(%)	≤0.003
2	还原 C( $\frac{1}{5}$ KMnO <sub>4</sub> ) = 0.002mol/L 高锰酸钾有机物/(ml/g)	≤25
3	酸蚀质量变化率(%)	≤1.50 ~ - 3.0

## (4) 排管的外观质量要求见表 1-16。

表 1-16 外观质量要求

序号	外观质量	检验要求
1	管壁损伤或透孔	不允许
2	松径、松纬、断线、松紧不一、编织不均匀	不允许
3	内壁有毛	不允许
4	两头扁圆，圆度不大于 0.4mm	允许
5	单管的交接点不在排管中心线上偏差不大于 0.5mm	允许
6	排管表面不平整，排管面积在 0.15m <sup>2</sup> 以上者（含 0.15m <sup>2</sup> ）翘曲变形大于 3mm；面积在 0.15m <sup>2</sup> 以下者，翘曲变形大于 2mm	不允许
7	排管表面折绉、叠层、两头有散头	不允许
8	排管的蘸头标记超过 5mm	不允许
9	排管两侧边管的编织边不整齐或编织不牢固	不允许
10	排管两端的斜度不大于 0.5mm	允许

## 56. 什么是腐殖酸，它的作用是什么？

腐殖酸又称胡敏酸（humic acids）存在于土壤中的腐殖质和低级煤的物质中，是一种高度的活性基团，具有弱酸性、亲心性、离子交换性等多种性能，从泥炭褐煤或土壤中提取。腐殖酸在负极活性物质中能使负极多孔金属铅在生成硫酸铅后均匀地分布，防止多孔金属铅收缩再结晶、钝化，保持活度。在低温下放电有良好的作用。腐殖酸的化学成分有普通级和高纯级，见表 1-17。

表 1-17 腐殖酸化学成分

项目	普通级	高纯级
腐殖酸含量（%）	≥70.0	≥90.0
灼烧残渣（%）	≤15.0	≤10.0
铁含量（%）	≤0.10	≤0.08
活性基团/(mg/g)	—	≥6
氯含量（%）	≤0.10	≤0.10
硝酸根	—	无
细度（-120目）（%）	99.9	≥99.9

57. 什么是铅蓄电池的电动势、它与硫酸电解液密度有什么联系？

铅蓄电池的电动势（E）就是蓄电池充足了电后在静置状态下的端电压（U）即  $E = U$ ，它与电解液密度大小有关。电解液密度大，电动势高，密度小电动势低，从经验中确认电解液密度为  $1.050 \sim 1.300\text{g/cm}^3$  时的计算是

$$U = 0.85V + d_{25}$$

式中 0.85——系数；

$d_{25}$ ——电解液在  $25^\circ\text{C}$  时的密度。

如：一只电解液密度为  $1.280\text{g/cm}^3$  ( $25^\circ\text{C}$ ) 时的蓄电池端电压是

$$U = (0.85 + 1.280)V = 2.13V$$

此外，蓄电池的端电压与电解液温度也有关，只是变化微小，忽略不计。

58. 装在摩托车上的蓄电池与调节器、载流器、节压器三部分电器是怎样协调控制的？

在直流发电机中速运转时，调节器控制发电机向用电设备供电。同时，向蓄电池充电。如果直流电机停止转动，这时蓄电池要通过发电机的转子线圈放电，电流要超出电机正常发电电流，这将会导致蓄电池过度放电，或烧坏电机。为避免事故，此时，截流器迅速将电池与电机相连的电路断开。

当发电机高速运转时，为防止给电池过充电或烧坏用电设备，此时，节压器在串联电路中起到稳压作用。调节器同载流器、节压器组成一个联动的整体，起到协调自控作用。

59. 蓄电池反极仪的作用是什么？

反极仪是专用来检测蓄电池组装后产品的极性正确与否的一种测量工具。其原理是利用极性电阻反差来显示极性的正确与否。这种仪器是用发光二极管指示电池的极性，判断是否短路，是在电池生产线上用检测蓄电池组装后是否出现极性颠倒的有利工具。该仪器规格型号有专测装有橡胶隔板的蓄电池，也有专测

塑料隔板的蓄电池。借助这种仪器消除生产过程中的不良品很有效果。

60. 汽车起动用铅酸蓄电池端电压由 12V 改向 36V，为什么说是需要的？

汽车工业迅猛发展，整车性能也在提高，车上的用电量也会随着增大，这对车上所需电气化程度提出了更高要求。要求汽车设计人员改进车上的电器系统，以适应其需要。现在使用的 DC12V 电压系统难以适应。据资料报导，国外有些厂家正在研发新型 36V 电池结构。据知，新 36V 组合式蓄电池的性能在  $-30^{\circ}\text{C}$  低温条件下以 4kW 功率连续放电 10s，断路电压 27V，5 小时率容量 25A·h。

说明：36V 是指 18 个单格在静态下的端电压，而在浮充状态下为 42V。

## 二、性能规范

61. 汽车起动用铅酸蓄电池国家标准规定的主要技术内容是什么？

起动用铅酸、蓄电池是按照国标 GB/T 5008.1—1991《起动用铅酸蓄电池技术要求》进行生产和考核的。主要技术内容有 11 项。

(1) 容量。实际容量应在第 3 次放电或之前达到额定容量的 95% 以上。方法是电解液温度为  $(25 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ ，用  $I_{20}$  电流放电，12V 放电到 10.5V，6V 放电到 5.25V，所输出的容量百分数。

(2) 低温起动能力。方法是蓄电池在  $(-18 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  的温度条件下，用起动电流  $I_s$  放电 60s，单体电池平均电压不得低于 1.4V。

(3) 充电接受能力。蓄电池在  $0 \sim 30^{\circ}\text{C}$  的条件下，用实际容量的 1/10 电流值放电 5h，立即转入  $0 \pm 1^{\circ}\text{C}$  温度条件下，静置 20 ~ 25h，再用恒压充电，6V 蓄电池用 7.2V，12V 蓄电池用 14.4V，10min 后测记充电电流  $I_{ca}$  与  $C_e/20$  ( $C_e$  指 20h 率实际容量，A·h) 的比值，不应小于 2。

(4) 荷电保持能力。蓄电池在  $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  的水浴中，开路静置 21 天（免维护蓄电池开路静置 49 天），用低温起动电流  $I_s$  放电 30s，单格平均电压不低于 1.20V。

(5) 循环耐久能力。A 类电池（90A·h 以下）进行 3 个循环耐久试验单元后，开路静置 72h，按起动电流  $I_s$  进行低温起动，放电 30s，单格平均电压不得低于 1.20V。以  $5I_{20}$  电流放电 1h，再用恒压充电 2h，最大电流不超过  $10I_{20}$ ，组成一次循环，每 32 次循环连同紧接着的开路静置 72h 等为一个试验单元。B 类电池（90A·h 以上），进行 3 个循环耐久试验单元后，静置 96h，按  $I_s$

电流进行低温起动电流放电 60s 时，单格平均电压不得低于 1.00V。每 36 次循环连同紧接着的开路静置 96h 等为一个试验单元，至少要承受三个循环耐久试验单元。

(6) 耐振动性。将充足后的蓄电池贮存 24h，在频率为 30 ~ 35Hz，加速度为  $30\text{ms}^{-2}$ ，垂直振动 2h，再在  $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$  下，用  $I_s$  起动电流放电 60s，单格平均电压不低于 1.2V。

(7) 干荷电或湿荷电蓄电池的起动能力。在蓄电池生产后 60 天内进行。注入电解液，静置 20min，用  $I_s$  电流放电 150s，单格平均电压不得低于 1.0V；不注液的干荷电池，贮存 12 个月的起动能力是在注液后静置 20min，用  $I_s$  电流值放电 100s 单格平均电压不低于 1.0V。

(8) 水损耗（适于免维护电池）。蓄电池充足电后，在  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  的水浴中，6V 电池恒压保持  $(7.20 \pm 0.02)\text{V}$ ，12V 电池恒压保持  $(14.4 \pm 0.05)\text{V}$ ，充电 500h，6V 蓄电池水耗不大于  $3\text{g/A} \cdot \text{h}$ ，12V 蓄电池水耗不大于  $6\text{g/V} \cdot \text{h}$ 。

(9) 气密性。将蓄电池充入或抽出空气，达到 20kPa 时，保持 3 ~ 5s，压力不应有变动。

(10) 封口剂。对用沥青封口的蓄电池，在  $-30 \pm 1^\circ\text{C}$  保持 6h，不产生裂纹或槽盖分离；在  $65^\circ\text{C}$  时，保持 6h，不产生溢流。

(11) 贮存期。蓄电池在  $20 \pm 10^\circ\text{C}$ ，相对湿度不超过 80% 的环境下，存放 24 个月，应符合 (1) (2) 条的要求。

按此标准列出部分产品技术性能参数见表 2-1。

表 2-1 部分起动用蓄电池技术性能参数

序号	额定电压 /V	20 小时率额 定容量 /A·h	贮备容量 /min	贮备容量终止 电压 /V	起动电流 /A	最大外形尺寸 /mm		
						长	宽	高
1	6	75	123	5.25 ± 0.02	300	197	178	250
2	6	90	154		315	224	178	250
3	6	105	187		368	251	178	250
8	6	180	386		540	369	182	228
9	6	195	432		585	413	178	250

(续)

序号	额定电压 /V	20小时率额 定容量/A·h	贮备容量 /min	贮备容量终止 电压/V	起动电流 /A	最大外形尺寸/mm		
						长	宽	高
10	12	60	94	10.5 ± 0.05	240	319	178	250
13	12	105	187		368	485	178	250
16	12	150	300		450	517	234	250
18	12	180	386		540	517	270	250
19	12	195	432		585	517	288	250

## 62. 汽车起动用铅酸蓄电池的基本参数有哪些内容？

汽车起动用蓄电池国内产品是按国际电工委员会 IEC 标准生产的；也有等效采用日本 JIS 标准和 DIN 德国标准生产的。参见表 2-2、表 2-3 部分起动用铅酸蓄电池的基本参数。

表 2-2 起动用铅酸蓄电池基本参数（塑料槽）

电池型号	额定电 压/V	20小时率 额定容量 /A·h	储备容 量/min	起动手 流/A	外形尺寸/mm				重量/kg	
					长	宽	高	总高	干重	湿重
符合国际电工委员会 IEC 标准的产品										
3QA-120S	6	120	223	420	249	173	205	236	13	18
6QA-36S	12	36	52	144	196	128	186	207	8	11
6QA-60S	12	60	94	240	257	171	195	219	13	18
6QA-120S	12	120	223	420	503	181	211	254	25	35
6QA-150S	12	150	300	450	513	223	195	223	30	44.5
符合日本 JIS 标准的产品										
N40	12	40	59	150	227	132	201	222	9.5	13
55B24L	12	45	67	300	237	127	201	220	10.3	15
N50	12	50	76	150	257	171	195	219	11	16
N70	12	70	113	300	306	168	203	225	15	22
N100	12	100	176	300	407	174	209	233	21	30
N200	12	200	441	500	517	271	215	242	39	57

(续)

电池型号	额定电压/V	20小时率 额定容量 /A·h	储备容 量/min	起电动 流/A	外形尺寸/mm				重量/kg	
					长	宽	高	总高	干重	湿重
符合德国 DIN 标准的产品										
55 414	12	54	83	265	293	175	175	175	12.5	18
55 415	12	54	83	265	293	175	175	175	12.5	18
56 316	12	63	100	300	293	175	175	175	13.5	18.5
56 318	12	63	100	300	293	175	175	175	13.5	18.5
66 514	12	165	342	540	513	223	195	223	33.5	48

注：表中产品系山东淄博蓄电池厂生产的部分型号规格产品。

表 2-3 起动用铅酸蓄电池基本参数（橡胶槽）

电池型号	额定电 压/V	20小时 率/A·h	储备容 量/min	起电动 流/A	外形尺寸/mm			重量/kg	
					长	宽	高	干重	湿重
3-Q-75	6	75	123	300	178	173	248	12	16
3-Q-90	6	90	154	315	205	173	248	14	19
3-Q-105	6	105	187	368	233	173	248	16	21
3-Q-120	6	120	223	420	260	173	249	18	24
3-Q-135	6	135	260	435	284	173	249	20	26
3-Q-150	6	150	300	450	315	175	249	22	29
3-Q-165	6	165	342	495	339	175	251	24	32
3-Q-180	6	180	386	540	368	175	251	26	34
3-Q-195	6	195	432	585	392	175	251	28	37
3-Q-210	6	210	450	630	392	175	251	30	39
6-Q-60	12	60	94	240	275	172	241	19	25
6-Q-75	12	75	123	300	342	173	248	23	30
6-Q-90	12	90	154	315	394	173	248	27	35
6-Q-105	12	105	187	368	444	173	248	31	41
6-Q-120	12	120	223	420	516	173	249	35	46
6-Q-135	12	135	260	435	516	188	249	39	52

(续)

电池型号	额定电压/V	20小时率/A·h	储备容量/min	起动车流/A	外形尺寸/mm			重量/kg	
					长	宽	高	干重	湿重
6-Q-150	12	150	300	450	516	206	249	43	57
6-Q-165	12	165	342	495	516	222	251	47	62
6-Q-180	12	180	386	540	516	240	251	51	67
6-Q-195	12	195	432	585	516	256	251	55	73
6-Q-210	12	210	450	630	516	256	251	59	77

63. 影响起动用铅酸蓄电池充电接受性能的原因是什么，从哪方面解决？

汽车起动用免维护蓄电池，影响其充电接受性能取决于电池中正极和负极两种极板上活性物质的状态。正极上二氧化铅电阻率较大是负极活性物质电阻率的40倍。当给蓄电池充入一定电量时，受电阻率的影响正极比负极大得多，活性物质也不能有效地被转化；从检测蓄电池使用初期、中期、后期寿命试验过程的情况看，从初期延续到中期，随周期延长充电接受性逐渐变好，到后期随周期延长充电接受性能逐渐变差。对这一趋势生产厂家采取一些改善方法。有的控制铅粉氧化度；调整铅膏含酸量；控制铅膏视密度的一致性；生极板涂后的压制强度；控制生极板固化条件；化成的深度和均衡性等。有的在正极板中添加异性石墨、磷酸、硫酸镁、导电碳纤维等，使充电接受性能都有程度不同的改善。这些材料在正极的活性物质中均匀地排列，既有利于二氧化铅的良好结合，又增大了孔率，因此，充电接受性能得到改善。

按 GB/T 5008.1—1991《起动用铅酸蓄电池技术要求》标准对充电接受性的规定是用  $I_0$  放电 5h，然后在  $0 \pm 1^\circ\text{C}$  的低温箱中静放 20~25h，立即用  $1/20$  容量的电流放电，其值大于 2。

64. 摩托车用蓄电池的用途如何，其型号和产品结构怎样？

摩托车用蓄电池主要用于摩托车起动、照明、点火。产品结

构：正负极板是涂膏式，隔板材料有橡胶、PVC、超细玻棉；电池槽盖有硬橡胶、各种塑料；封口方式有热封、树脂粘合、沥青封口；连接方式有外露连接、穿壁连接。电解质有富液、贫液和灌胶体的。

产品型号有 3M2、3M16、6M2.5、6M32 共 21 个规格。

蓄电池的排气方式有普通旋塞式排气和阀控式排气。阀控式电池多数为免维护产品。

#### 65. 摩托车用铅酸蓄电池有哪些技术要求？

摩托车用蓄电池是按 JB/T 4282—1992 《摩托车用铅酸蓄电池技术要求和试验方法》标准生产的，其主要内容是：

(1) 能承受 20kPa 的正压或负压。

(2) 实际容量在第 3 次达到额定容量  $C_{10}$  的 95%。

(3) 低温起动能力。蓄电池在  $(-10 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  的环境中，以  $50I_{10}$  (A) 电流放电 5s，单体电池平均电压不低于 1.40V。放电 90s，单体蓄电池平均电压不低于 1.00V，且在 2 次或 2 次之前达到这一要求。

(4) 循环耐久能力。循环耐久能力不得低于 200 次。

(5) 电解液保存能力。电池在向四个方向倾斜  $0.8\text{rad}$  ( $45.8^{\circ}$ )，表面不得有电解液渗漏。

(6) 荷电保持能力。6V 蓄电池荷电保持能力不低于 75%。12V 蓄电池在  $(-10 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  环境中，以  $50I_{10}$  (A) 电流放电 60s，单体蓄电池平均电压不低于 1.00V。

(7) 耐振动性能。振频为 30 ~ 35Hz，加速度最大值为  $30\text{m/s}^2$ ，振动 2h，部件无损伤，且额定容量  $C_{10}$  达到 95%。

(8) 干式荷电性能。电池自生产 60 天后以  $1.0I_{10}$  (A) 电流放电， $C_{10}$  的额定容量不低于 75%；12V 的首次起动性能以  $50I_{10}$  (A) 电流放电 120s，单体电池平均电压不低于 1.00V。

(9) 贮存期。干式非荷电蓄电池贮存 1 年， $C_{10}$  容量达到 95%。低温起动性能应达到上述 (3) 的要求。干式荷电蓄电池贮存半年，以  $1.0I_{10}$  (A) 电流放电，不低于额定容量 60%。

12V 蓄电池贮存半年，以  $50I_{10}$  (A) 电流放电 90s 时，单体蓄电池平均电压不低于 1.00V。

#### 66. 摩托车用铅酸蓄电池的型号和基本参数怎样？

与摩托车配套的蓄电池基本可分为三类，第一类（50 ~ 100ml）用于轻型车，配 6V4A·h 电池；第二类（100 ~ 150ml）用于中型车，配 12V2.5A·h 或 12V3A·h 电池；第三类（250 ~ 750ml）重型车，配 6V6A·h 或 12V12A·h ~ 14A·h 电池。所配电池容量大小还要看车的情况、路程长短、路面状况、地区气温而酌情选择。摩托车所用蓄电池型号和基本参数见表 2-4。

表 2-4 摩托车用蓄电池基本型号和参数

序号	蓄电池 型号	额定电压 /V	$C_{10}$ /A·h	最大外形尺寸/mm		
				长	宽	高
1	3-M2	6	2	71	48	99
2	3-M4	6	4	72	72	97
3	3-M6	6	6	100	58	112
4	3-M12	6	12	120	90	162
5	3-M14	6	14	116	82	180
6	3-M16	6	16	133	84	162
7	6-M2.5	12	2.5	81	71	106
8	6-M4	12	4	121	71	93
9	6-M5	12	5	121	62	132
10	6-M5.5	12	5.5	138	61	131
11	6-M7	12	7	137	77	135
12	6-M9	12	9	137	77	142
13	6-M10	12	10	138	92	147
14	6-M12	12	12	135	81	161

(续)

序号	蓄电池 型号	额定电压 /V	$C_{10}$ /A·h	最大外形尺寸/mm		
				长	宽	高
15	6-M-14	12	14	135	90	169
16	6-M-16	12	16	176	101	156
17	6-M-18	12	18	207	92	166
18	6-M-20	12	20	160	127	180
19	6-M-24	12	24	187	127	184
20	6-M-28	12	28	184	115	203
21	6-M-32	12	32	188	115	230

67. 摩托车用铅酸蓄电池采用 VRLA 结构，电性能达到什么质量指标为优良？

按一只 12V7A·h 阀控式结构的摩托车用蓄电池而论，最大外形尺寸为：长 147mm，宽 60mm，高 130mm，如果能达到以下电气性能为质量优良。

(1) 容量。在前 3 次内，以 20 小时率放电，达到 115%，比标准富余 20%。

(2) 高倍率放电。比标准高出 20min；在 -10°C 条件下，用高倍率放电 5s 电压为 9.9V，放到 6V 时  $\geq 130s$ ，整体电池正常。

(3) 耐电流特性。导电部位不熔断，外观无变形。

(4) 过放电特性。超过或达到 110% 为优。

(5) 过充电特性。超过或达到 120% 为优。

(6) 密封反应效率。达到 98% 为好。

(7) 安全阀动作。达到开阀 35kPa，闭阀 24kPa 为好。

(8) 安全性。不出现漏液和其他异常现象。

(9) 耐振动性。无变形、破损、滴液。

(10) 耐冲击性。基本和 (9) 相同。

此外，重量比能量达到 32W·h/kg；体积比能量达到 85W·h/

L；耗铅量在  $21.8\text{kg/kVA}\cdot\text{h}$  以下。

参考日本摩托车蓄电池 JISD5302—1997 标准，其中有 4 项内容是：

(1) 容量。允许在第 3 次之前达到 10 小时率放电的 95%。

(2) 大电流放电特性。将电池充足后，在  $(-10 \pm 1)^\circ\text{C}$  下，静放 10h 以上，用 10CA 电流值放电到单格电池终电压 1V 为止，符合规定的电压和时间。如，型号 BT54A·h、12V 蓄电池用 40A 放电 5s 时的电压为 9.5V，持续时间为 0.9min；又如，型号 BTX9.8A·h、12V 蓄电池用 70A 放电，5s 时的电压为 9.7V，持续时间为 1.9min。

(3) 耐振动性：在 10 小时率放电条件下，加速度为  $68.6\text{mm/s}^2$ ，振频 50 ~ 500Hz，再由 500Hz 降到 10min 内往复一个循环，共振动 2h。

(4) 寿命。按一定电流值给电池充电和放电，一次为一个循环次数。每 25 循环次为一个周期，直到单格电池端电压下降到 1.7V，记录此时间。

充电和放电确定的电流值是：

2 ~ 5A·h 的蓄电池放电电流为 1A，充电电流为 0.25A；

5 ~ 10A·h 的蓄电池放电电流为 2.5A，充电电流为 0.63A；

10 ~ 20A·h 的蓄电池放电电流为 5A，充电电流为 1.25A。

蓄电池终止的寿命规定是：用 10 小时率作容量检查，低于 40% 容量时，确定电池的寿命终止，以此确认循环次数。如：标准中 BT5 型蓄电池 10 小时率容量为 4A·h，寿命次数是 375 次；BTX9 型 8A·h 电池的寿命次数是 300 次；BTX20 型 20A·h 电池的寿命次数是 350 次。

68. 小型阀控式蓄电池的型号有哪些？

小型阀控密封式铅蓄电池使用于应急照明设备、不间断电源和移动测试仪器。额定容量在 25A·h 以下。简称小密电池。按 JB/T 6457.1—1992 《小型阀控密封式铅酸蓄电池产品分类》规定的产品规格及外形尺寸见表 2-5。

表 2-5 小型阀控式蓄电池型号规格

序号	型 号	最大外形尺寸/mm			
		长	宽	高	总高
1	3-FM-1.0	53	44	53	60
2	3-FM-1.2	99	26	53	60
3	3-FM-2.0	77	53	55	62
4	3-FM-3.0	137	36	62	69
5	3-FM-3.2	68	35	127	132
6	3-FM-4.0	72	50	104	111
7	3-FM-6.0	153	35.5	96	103
8	3-FM-7.0	100	58	120	127
9	3-FM-8.0	153	52	96	103
10	3-FM-10	153	52	96	103
11	3-FM-20	159	85	127	134
12	6-FM-0.7	100	27	63.5	63.5
13	6-FM-1.2	101	51	54	61
14	6-FM-1.9	180	36	62	69
15	6-FM-3.0	136	69	62	69
16	6-FM-3.2	197	49	72	79
17	6-FM-6.0	153	67	96	103
18	6-FM-10	96	100	154	99
19	6-FM-15	183	78	169	176
20	6-FM-24	177	168	127	134

69. 小型阀控式蓄电池有哪些技术要求？

主要技术要求有 13 项（摘自 JB6457.2—1992 《小型阀控式

蓄電池技術條件》)。

(1) 20 小時率容量  $C_e$  在第三次或之前不低於  $0.95 C_{20}$ 。

(2) 27min 率放電。用  $20I_{20}$  電流放到單體電池電壓達到 1.60V。

(3) 最大放電電流。以  $40I_{20}$  電流放電 5min；以  $300I_{20}$  電流放電 5s，導電部位及外觀正常。

(4) 過放電。實際容量不低於  $0.75 C_{20}$ 。

(5) 過充電。以  $2I_{20}$  電流連續充電 48h，外觀無異常現象。

(6) 密封反應效率。以  $2I_{20}$  電流充電 48h，改用  $0.1I_{20}$  電流充 29h，從改電流後 25h 時收集氣體 5h，此時檢測反應效率，不低於 90%。

(7) 限壓閥。在壓力為  $0.98 \sim 196.1\text{kPa}$  時能可靠地開關。

(8) 外觀不漏液，用  $4I_{20}$  電流充電 5h，外觀正常。

(9) 自放電。容量損失不超過 40%。作法是給電池充足電，靜止放置 6 個月，計算靜態放置前後的容量損失。

(10) 耐振動性。用 16.7Hz、振幅 2mm，垂直振動 2h，外觀無異常。

(11) 自由跌落。方法是從 250mm 高處，底部朝下，落到木板上，連續作 2 次，不出現異常。

(12) 壽命。先以  $5I_{20}$  電流放電 2h，再以  $2I_{20}$  電流充電 6h，每 25 次為一個循環，在每到達一個循環時，以  $5I_{20}$  放電壓單體蓄電池平均電壓達 1.70V 時終止，總計循環壽命不低於 200 次。

(13) 涓流充電壽命。不低於 1 年。方法是在  $40 \sim 45^\circ\text{C}$  環境中，以單體蓄電池平均電壓  $2.25 \sim 2.30\text{V}$  的恆壓進行充電，電流為  $4I_{20}$ 。每隔 2 個月用  $5I_{20}$  電流放電，放至單體電池平均電壓 1.70V，當容量小於  $0.5C_{20}$  時，即告涓流充電壽命終止。

70. 國產電動自行車主要的性能和要求是什麼？

主要性能和要求有以下七項：

- (1) 最高车速不大于 20km/h，整车重量不大于 40kg。
- (2) 脚踏骑行 30min，行驶距离不少于 7km。一次充电后骑行不小于 25km，最大行车匀速骑行时，噪声不大于 62dB。
- (3) 百公里耗电不大于 1.2kW，电动机功率不大于 240W。
- (4) 车体和电器部件绝缘电阻值不小于 2MΩ。
- (5) 电池组不应出现渗漏现象。
- (6) 电池标称电压应不大于 48V，车上装有自动断电装置。
- (7) 电池组应符合行车车速和距离应具备的放电容量和最大放电电流；耐振性符合有关规定。蓄电池形体如图 2-1 所示，车形如图 2-2 所示。

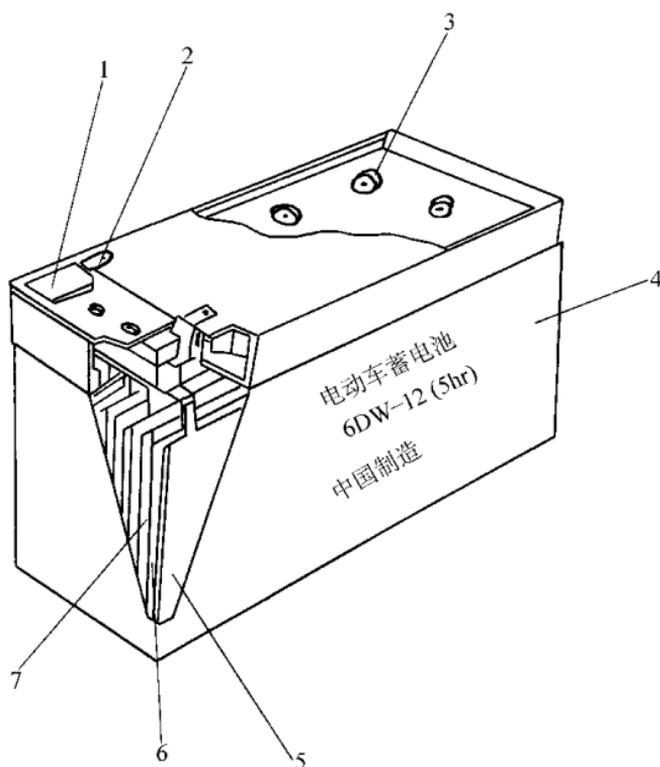


图 2-1 电动自行车蓄电池

- 1—密封树脂 2—接线柱 3—特殊密封栓  
4—外壳 5—负极板 6—隔板 7—正极板



图 2-2 电动自行车车形

- 1—车篮 2—调速手把 3—普通大灯（包含电量显示、大灯开关）  
 4—喇叭按钮 5—蓄电池 6—后尾箱 7—轮毂 8—车架  
 9—控制器 10—避振鞍管

### 71. 电动自行车用蓄电池规格和基本参数是什么？

电动自行车上装三只电池，总电压 36V，欠电压保护为 10.5V/只，充电方式为恒压限流充电，单格电压为 2.35 ~ 2.45V/只，限流量 2.5 ~ 3.5A。用恒流充电一般为 1.35 ~ 1.5A。恒压充电时间为 8h，电池使用要求达到 200 次循环，有的实际达到 350 次使用时间在 12 个月以上。该型电池基本规格见表 2-6，整车基本参数见表 2-7。

表 2-6 电动自行车蓄电池基本规格

单只端 电压/V	安时 A/h	终止电压 /V	放电电流 /A	放电时间 /min	外形尺寸/mm			重量 /(kg/只)
					长	宽	高	
12	12	1.75	5	130	150	98	98	4

表 2-7 电动自行车整车基本参数

整 车	轮 毂	蓄 电 池
车重 36kg 标准载重 75kg 最高时速 20km/h 一次行程 40 ~ 60km 爬坡 5°	额定功率 150/180W 额定电压 36V 每百公里耗电 1kW·h	高效免维护电池 电压 36V 容量 12A·h 充电器输入 220V 一次充电耗电 0.5kW·h

我国是自行车王国，据有关人士调查，如果电动自行车的性能、价格达到消费者满意的水平，则可能有 10% 的自行车用户转向使用电动自行车，这将形成近百亿元的国民生产总值。据资料报道，1999 年已突破 10 万辆，2000 年是以 30 万辆的速度递增，2001 年拥有量为 55 万辆。所以，为其配套的铅酸蓄电池会有相当大的发展空间。

72. 电动自行车用蓄电池设定什么样的技术指标，能较好地保证整车行驶性能？

给电动自行车用蓄电池设定什么样的技术指标是厂家和科研人员共同关注的问题。一般认为应按照国家国内电池制造厂现状和整车厂协商，在符合可靠性的基础上，力求电池具有先进性。譬如：按电池尺寸 150mm×98mm×98mm 来确定指标，设计如下：

(1) 首次 10 小时率容量达到 100%。

(2) 3 小时率放电，首次  $\geq 75\% \sim 80\%$ 。

(3) 1 小时率放电，首次  $\geq 75\%$ 。

(4) 1 小时率重量比能量  $\geq 35\text{W}\cdot\text{h}/\text{kg}$ 。

(5) 放电深度在 75% 时，使用寿命  $> 300 \sim 350$  次循环，放电深度在 50% 时使用寿命在 550 次，使用年限达到 1.5 年以上。

(6) 耐振动性。振幅 10mm，振动 3h，电性能正常，1 小时率放电  $\geq 75\%$ 。

(7) 按少维护设计补水孔，不论吸液式、胶体式均设补水孔，有单项多通道进水。

(8) 配置恒压或恒流转换式快速充电器，能在 2~3h 内充入电量 95% 以上。能在 1h 内充入电量  $\geq 80\%$ 。

73. 电动自行车用蓄电池的快速寿命测试方法是怎样规定的？

电动自行车用电池的循环寿命是一项重要的质量指标。DB31/202—1997 标准规定检测一次循环寿命需花 120 天，为早日知道电池寿命状况，用快速法测定，大大地缩短了试验进程。通过比较标准检测法是快速法的 2.33 倍，经多次比较快速寿命法既快捷、又可靠、仅用 6~10 天就可作完电池寿命。快速寿命检测方法是：

用一只 12V12A·h，充足后，用 20A 放电 18min，改用 10A 充电 42min 作为一次小循环，昼夜不间断连续充放，全过程按程序编出，由电脑完成。例如：一只用快速测得充放量 200 个小循环，相当于标准法  $200 \times 2.33 \approx 466$  次。快速只用的总时间为  $200 \div 24(\text{天}) = 8.3$  天。

74. 什么是 GFM (OGiV 系列) 和 GFM (MSE 系列) 蓄电池，其基本参数与电气性能是怎样规定的？

固定阀控式蓄电池 GFM (OGiV 系列) 和 GFM (MSE 系列) 是按德国 DIN40 742 标准和日本 JIS 标准生产的两种每规格通信蓄电池，是按 VRLAB 技术制造的新产品。该类型电池适用于通信、电站、继电控制、大型 UPS 等直流电源。其基本工艺参数与电气性能见表 2-8 和表 2-9。

表 2-8 GFM (OGiV) 电池的基本参数与电气性能

电池型号	额定电压 /V	额定容量 A·h			最大外形尺寸/mm				重量 /kg
		10h	3h	1h	长	宽	槽高	总高	
		终止	终止	终止					
GFM(OGiV)-200	2	200	150	110	104	207	356	385	16
GFM(OGiV)-300	2	300	225	165	146	207	356	385	23
GFM(OGiV)-600	2	600	450	330	146	207	647	676	49

(续)

电池型号	额定电压 /V	额定容量 A·h			最大外形尺寸/mm				重量 /kg
		10h	3h	1h	长	宽	槽高	总高	
		终止 1.80V	终止 1.80V	终止 1.75V					
GFM(OGiV)-800	2	800	600	440	192	211	467	676	81
GFM(OGiV)-1000	2	1000	750	550	234	211	647	676	81
GFM(OGiV)-2000	2	2000	1500	1100	400	215	773	802	167
GFM(OGiV)-3000	2	3000	2250	1650	577	213	773	802	249

注：表中产品系山东淄博蓄电池厂产品。

表 2-9 GFM (MSE) 电池的基本参数与电性能

电池型号	额定电压 /V	额定容量 A·h		最大外形尺寸/mm				参考重量 /kg
		10h1.80V	1h1.75V	长	宽	槽高	总高	
GFM-200(MSE-200)	2	200	110	112	180	358	382	16
GFM-300(MSE-300)	2	300	165	160	180	358	382	23
GFM-400(MSE-400)	2	400	220	208	180	358	382	31
GFM-500(MSE-500)	2	500	275	244	180	358	382	38
GFM-800(MSE-800)	2	800	440	409	180	358	382	62
GFM-1000(MSE-1000)	2	1000	550	480	180	358	382	76

### 75. 铁路客车用蓄电池标准的主要内容是什么？

铁路客车用蓄电池是按 GB13281—1991 《铁路客车用铅酸蓄电池》标准生产的。其主要内容是：

(1) 10 小时率容量在第 6 次循环达到；5 小时率和 1 小时率容量分别第 8 次、第 10 次循环达到。大于或小于 30°C 时的放电容量，按下式进行换算：

$$C = \frac{C_t}{1 + 0.006(t - 30)}$$

式中 C——换算在 30°C 时的电池容量；

$C_t$ ——电池在非标准温度下的放电容量；

$t$ ——电池电解液平均温度；

0.006——电池每升高或降低  $1^{\circ}\text{C}$  时的修正值。

(2) 充电保存。在  $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$  环境下，放置 15 天后，容量损失不大于放置前的 10%。

(3) 充电接受能力。未经使用的蓄电池以  $I_{10}$  (A) 电流放电 5h 后在  $0 \pm 1^{\circ}\text{C}$  的环境下，保持 8h，再定电压充电 (2V 保持  $2.4\text{V} \pm 0.02\text{V}$ , 4V 保持  $4.8\text{V} \pm 0.05\text{V}$ ) 10min，其电流值不小于  $I_{10}$ 。

(4) 循环耐久。循环次数不小于 1000 次。考核方法是在  $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  的水浴槽中，以  $0.5I_{10}$  电流充电 5h，用  $2I_{10}$  电流放电 1h，为一次循环。每 25 次循环进行一次 10 小时率容量检查。低于额定容量 80% 为循环耐久能力结束。

(5) 振动性能。在常温下进行振动，振频  $(70 \pm 2)$  次/min，振幅  $(10 \pm 1)$  mm，振动 3h，蓄电池表面无电解液渗出，振后应保持额定容量。

(6) 贮存期。在  $5 \sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不超过 80% 的环境下，保存 1 年，按 (1) 条规定容量要求进行考核。

(7) 封口剂。在  $-30^{\circ}\text{C}$  时不裂纹或不出现槽盖分离现象， $65^{\circ}\text{C}$  时不溢流。

76. 铁路客车用蓄电池基本参数和电气性能有什么规定？

铁路客车用蓄电池的基本参数参见表 2-10，电气性能参见表 2-11，电池形体如图 2-3 所示。

表 2-10 铁路客车用蓄电池基本参数

型 号	规格	10 小时率 容量 / A·h	最大外形尺寸 / mm			最大重量 / kg	
			长	宽	高	带电解液	无电解液
TG-350	2V350	350	264	170	380	34	25
TG-450	2V450	450	258	192	386	35.5	26.5
2-TG-540	4V540	540	584	230	390	93	73
T-450	2V450	450	260	195	405	38	29
T-540	2V540	540	300	195	405	46	35
2-T-540	4V540	540	555	195	405	87	70

表 2-11 铁路客车用蓄电池电气性能

型 号	10 小时率放电		5 小时率放电		1 小时率放电	
	单体电池终止电压 1.75V		单体电池终止电压 1.75V		单体电池终止电压 1.75V	
	电流 /A	容量 /A·h	电流 /A	容量 /A·h	电流 /A	容量 /A·h
T-450	45	450	77	385	227	227
T-540	54	540	92	460	272	272
2-T-540	54	540	92	460	272	272

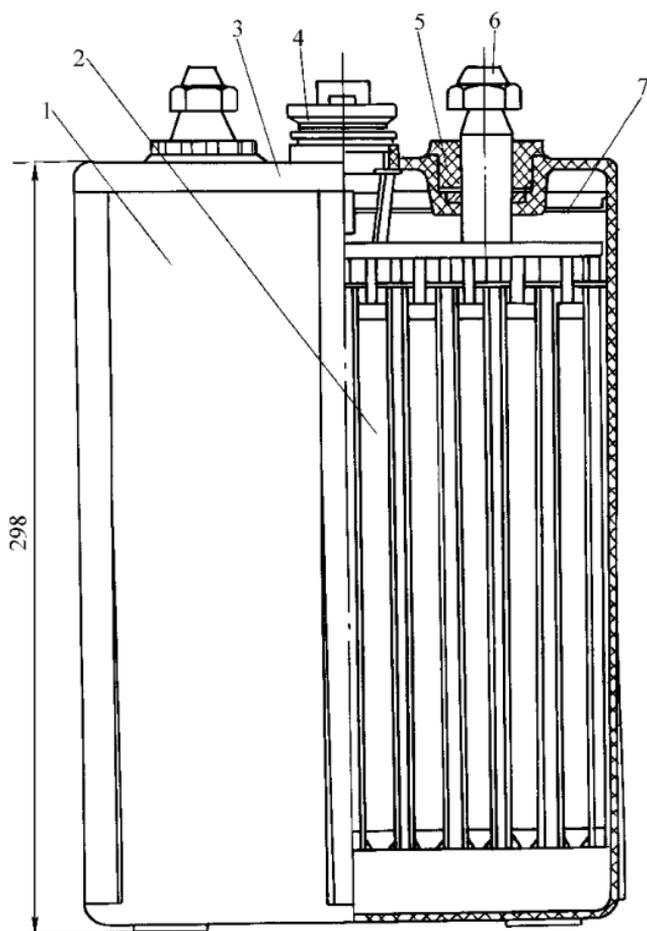


图 2-3 铁路客车用蓄电池

1—电池槽 2—极板群 3—电池盖 4—液孔塞

5—极柱螺圈 6—接线端子 7—框架

## 77. 电力系统对 VRLA 电池标准有哪些规定？

电力部 DL/T 电力运行标准对 VRLA 电池规定有以下内容：

(1) 容量。第一次达到 95%，第 5 次达到 100%。

(2) 最大放电电流。 $3C_{10}$  A 放电 1min 极柱不熔断，外观无明显变化。

(3) 过充电性能。用  $0.08C_{10}$  A 过充 160h，外观无明显变化及漏液。

(4) 容量保存率。在  $5 \sim 35^{\circ}\text{C}$  温度环境下放置 90 天，容量保存率  $\geq 80\%$ 。

(5) 密封反应效率。用  $0.01C_{10}$  A 过充电 95h，密封效率  $\geq 95\%$ 。

(6) 安全阀。开阀  $10 \sim 49\text{kPa}$  以下，闭阀  $1 \sim 10\text{kPa}$ 。

(7) 过充电寿命：2V 电池用  $0.02C_{10}$  A 充 210 天，6V 以上充 180 天。

(8) 防爆性能：用  $0.05C_{10}$  A 过充 1h，用 1A 熔断器熔断 2 次，明火不引爆。

(9) 电阻值。电池组  $\pm 10\%$ 。

(10) 浮充电压偏差。 $2\text{V} \pm 0.05\text{V}$ 、 $12\text{V} \pm 0.3\text{V}$ 。

(11) 开路电压。2V、 $0.03\text{V}$ ，6V、 $0.04\text{V}$ 、12V、 $0.06\text{V}$ 。

(12) 冲击电流。12V、 $22I_{10}$ ，6V、 $22I_{10}$ ，2V、 $8I_{10}$ 。

此外，增补的电力特性要求是：

(1) 蓄电池正极板厚度不低于 3mm。

(2) 电池间连条压降不大于 8mV。

(3) 蓄电池组放电特性曲线。电池组共有  $(1I_{10})$ 、 $(2I_{10})$ 、 $(3I_{10})$ 、 $(4I_{10})$ 、 $(5I_{10})$ 、 $(10I_{10})$  放电特性曲线及电池组不同放电电流，1h 叠加冲击电流  $1I_{10}$ 、 $2I_{10}$ 、 $3I_{10}$ 、 $4I_{10}$ 、 $5I_{10}$ ，时间为 0.5s 的特性曲线。

(4) 要求制造厂提供：浮充电压范围、浮充电流值范围、浮充恒压环流范围、浮充电压与温度关系曲线、电池容量与温度关系曲线，电流运行时正常充放周期。

## 78. 牵引车用蓄电池的用途和结构是什么？

牵引车用蓄电池是用于电动牵引车辆或物料搬运车的直流电源。如车站、码头、工矿企业使用的货物搬运电瓶车、叉车用动力电源，外形结构如图 2-4 所示。

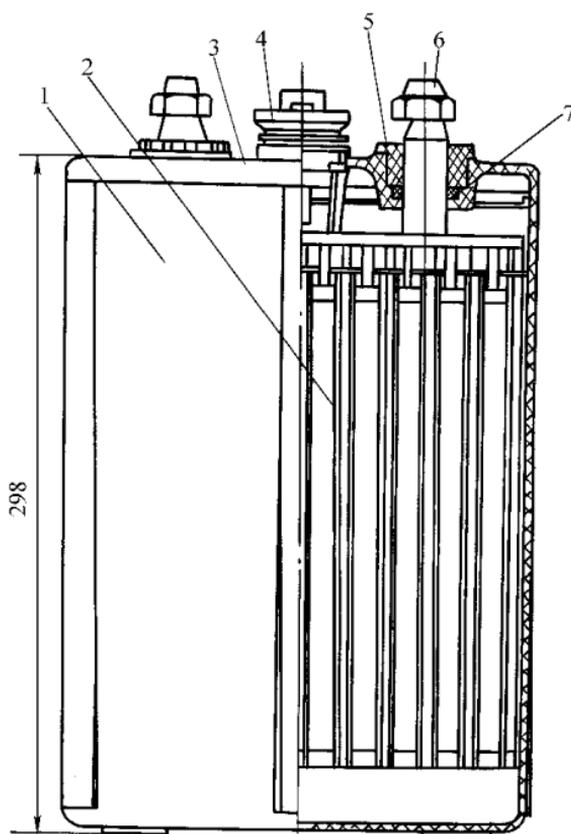


图 2-4 牵引车用蓄电池

- 1—电池槽 2—极板群 3—电池盖 4—注液盖  
5—极柱螺圈 6—接线端 7—密封垫

蓄电池结构。正极板是管式，负极板是涂膏式；橡胶隔板；电池槽由聚丙烯制造；封口方式为塑封。电池注液盖为窥液式。电解质是灌胶体的，注液口为阀控结构。蓄电池台架充放可达 1500 次循环，使用寿命 2 年以上。

79. 牵引车用蓄电池有哪些型号和规格，其基本参数是怎样规定的？

牵引车用蓄电池是 D 型系列规格，该系列共 24 个型号，见表 2-12。另一尺寸 D 型系列有 20 个规格，见附录 15。有的一种外壳尺寸涵盖几种型号的蓄电池。蓄电池型号是按牵引车（搬车或叉车）的功率、车上装载蓄电池的空间尺寸进行选型的。

表 2-12 D 系列蓄电池型号基本参数

型号	额定电压 /V	额定容量 /A·h	最大外形尺寸/mm					极柱数量	重量/kg		密封形式
			长	宽	槽高	总高			无液	带液	
						螺栓	焊接				
D-180	2	180	108	167	307	-	325	2	10.5	13.5	封口剂密封 (橡胶槽)
D-232	2	232	215	141	292	342	315	2	17	22	
D-250	2	250	212	140	300	342	315	2	18	23	
D-308	2	308	204	131	396	440	413	2	21	28	
D-390	2	390	137	170	468	510	487.5	2	22	30	
D-520	2	520	179	170	468	510	487.5	4	30	39	
D-300	2	300	137	169	379	420.5	400.5	2	17.2	22.9	热熔塑封 (塑料槽)
D-350	2	350	156	169	379	420.5	400.5	4	20.1	26.7	
D-400	2	400	175	169	379	420.5	400.5	4	22.5	29.9	
D-450	2	450	194	169	379	420.5	400.5	4	25	33.5	
D-330	2	330	137	181	407	447	427	4	21	28	
D-440	2	440	175	181	407	447	427	4	26.5	35	
D-395	2	395	137	181	407	447	427	4	22.7	29.5	
D-450G	2	450	137	181	407	447	427	4	22.7	29.5	
D-515	2	515	175	181	407	447	427	4	28.5	36.5	
D-232	2	232	205	131	299	344	324.5	2	14	19.8	
D-250	2	250	205	131	299	344	324.5	2	15	20.5	
D-385	2	385	145	155	380	422	399.5	2	18.7	26	
D-580	2	580	176	160	429	475	452.5	4	28.5	38	

(续)

型号	额定电压 /V	额定容量 /A·h	最大外形尺寸/mm						极柱 数量	重量/kg		密封形式
			长	宽	槽高	总高		无液		带液		
						螺栓	焊接					
D-360	2	360	145	160	374.5	419	396.5	2	19	26.5	封口剂密封 (塑料槽)	
D-370	2	370	202	152	401	447	420	4	26	34		
D-450	2	450	176	160	375	419	396.5	4	23.9	33		
D-480	2	480	145	160	428	473	450.5	4	24	31.5		
D-520	2	520	178	169	468	514	491.5	4	28	37.3		

注：表中 D 系列尺寸系山东淄博蓄电池厂（火炬牌）产品。

80. 牵引车用蓄电池（D 系列）国标规定的主要内容是哪些？各小时率放电特性是怎样规定的？

牵引车用蓄电池（D 系列）国标是按 GB/T 7403.1—1996《牵引车用铅酸蓄电池 技术要求和试验方法》执行的，主要内容有以下规定：

(1) 容量。第一次循环放电应达到额定容量的 85%。在 10 次练习循环中至少有一次达到额定容量。

(2) 荷电保持能力。蓄电池充足电，电解液温度为  $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  的开路状态贮存 28 天，剩余容量不应低于额定容量的 85%。

(3) 大电流放电性能。电解液在  $30^{\circ}\text{C}$  条件下，以  $5I_5$  (A) 放电，端电压到 1.50V 时，时间不低于 30min。

(4) 循环耐久能力。在蓄电池容量降至额定容量的 80% 时循环次数不低于 750 次。

(5) 振动。振动后电池容量不低于额定容量，电解液不渗漏；外观无损伤。

(6) 封口剂。当温度在  $-30^{\circ}\text{C}$  时不裂纹或槽盖分离；在  $65^{\circ}\text{C}$  时不溢流。

各小时率放电特性见表 2-13。

表 2-13 D 系列牵引车用蓄电池各小时率放电特性

型号	放 电 率/h								开始放电 时电解液 密度 /(g/cm <sup>3</sup> ) (30°C)
	5		3		1		0.5		
	终止电压 1.70V						终止电压 1.50V		
	电流 /A	容量 /A·h	电流 /A	容量 /A·h	电流 /A	容量 /A·h	电流 /A	容量 /A·h	
D-180	36	180	45	135	100	100	180	90	1.265 ±0.005
D-232	46.4	232	65	195	139	139	232	116	
D-250	50	250	70	210	150	150	250	125	
D-308	61.6	308	86	258	185	185	308	154	
D-330	66	330	92	276	198	198	330	165	
D-370	74	370	104	312	222	222	370	185	
D-440	88	440	123	369	264	264	440	220	
D-180	36	180	50	150	108	108	180	90	1.280 ±0.005
D-390	78	390	109	327	234	234	390	195	
D-520	104	520	146	438	312	312	520	260	
D-300	60	300	84	252	180	180	300	150	
D-350	70	350	98	294	210	210	350	175	
D-400	80	400	112	336	240	240	400	200	
D-450	90	450	126	378	270	270	450	225	
D-395	79	395	111	333	237	237	395	197.5	
D-450G	80	450	126	378	270	270	450	225	
D-515	103	515	144	432	309	309	515	257.5	
D-360	72	360	101	303	216	216	360	180	
D-385	77	385	106	318	231	231	385	192.5	
D-450	90	450	126	378	270	270	450	225	
D-480	96	480	133	399	288	288	480	240	1.290 ±0.005
D-580	116	580	160	480	348	348	580	290	

注：表中 3、1 小时率不作考核。

81. 什么是煤矿防爆特殊型蓄电池，产品结构与基本技术参数怎样？

煤矿防爆特殊型蓄电池，是用于煤矿电力牵引车或与煤矿同等条件下其他搬运设备场所用的直流电源。

电池结构：正极板为管式，负极板为涂膏式，橡胶隔板，聚丙烯电池槽、盖。采用热熔塑封口。为防止火花产生，减少线路电阻，采用组合连接焊成，导电裸露部分用绝缘护套保护，预防蓄电池产生短路火花。蓄电池盖设有特殊排气阀，确保密封，减少水分蒸发。蓄电池析气量不大于  $0.5\text{ml}/\text{A}\cdot\text{h}$ 。蓄电池型号与基本参数见表 2-14。此种电池适用于高瓦斯矿井，它析气量少，绝缘性高，线路连接可靠，有防酸雾帽。使用寿命较长，台架试验高达 1500 次以上，连续使用两年以上。单体电池形体如图 2-5 所示。

影响该型电池使用寿命的重要因素是正板栅骨架的耐腐性差。用杂合金铸型存在隐形收缩断筋；用纯合金铸型材料成本高；用压铸成型也因液、气两相交融形成微孔，不利延长使用寿命。抛开上述几项成型方法，当

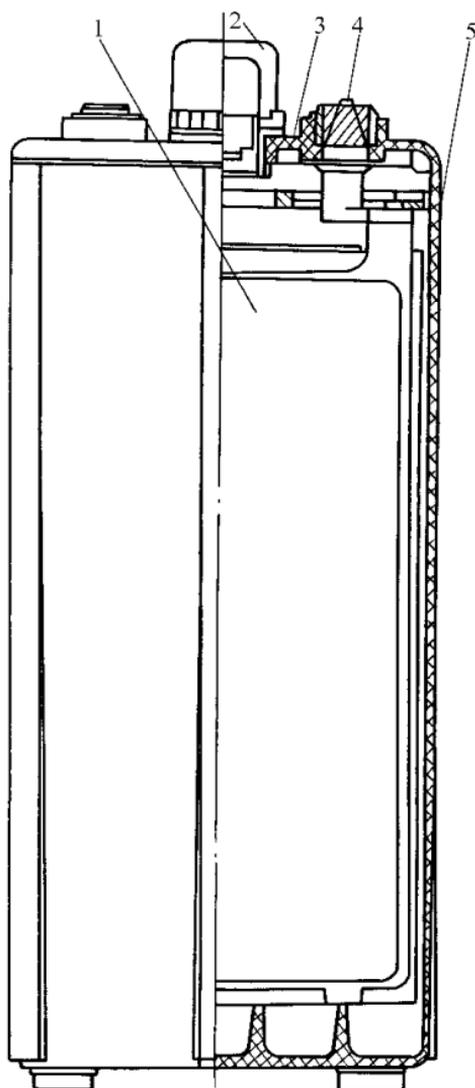


图 2-5 煤矿防爆铅蓄电池

1—极群组 2—防酸雾帽 3—电池盖  
4—连接端 5—电池槽

采用热轧成型工艺板栅筋条不再出现上述缺点。热轧成型板栅筋条在稀硫酸介质中呈均匀状腐蚀。此外，热轧工艺不受合金成分差异的限制，使用一般合金就可达到理想的铸型效果。

表 2-14 煤矿防爆蓄电池基本参数

序号	蓄电池型号	额定电压 /V	5 小时额定 容量 /A·h	最大外形尺寸 /mm		
				长	宽	高
1	D-330KT	2	330	138	182	468
2	D-385KT	2	385	138	182	468
3	D-440KT	2	440	176	182	468
4	D-540KT	2	540	195	182	511
5	D-560KT	2	560	145	163	580

## 82. 煤矿防爆特殊型蓄电池技术标准有哪些规定？

产品应符合 JB8200—1999 《煤矿防爆特殊型蓄电池技术条件》标准的规定。

### (1) 对产品结构规定

- ① 设特殊排气阀。
- ② 设两个极柱，每个极柱承受回路电流。
- ③ 极柱盖上的绝缘凸台不小于 10mm。
- ④ 正极板如采用铅封底，应加绝缘护套。
- ⑤ 正极板应加绝缘上护套。

### (2) 析 H<sub>2</sub> 量不大于 0.5ml/A·h。

(3) 气密性。电池内部压力高达 20kPa 时，排气阀应能灵活开启排放。

### (4) 耐冲击：通过不低于 7.5J 的高低温冲击试验。

(5) 承受住工频交流 10000V，通过 3 ~ 5s 内压不波动的渗漏试验。

(6) 排气阀在干燥状态下，内压不大于 0.049kPa (5mm 水柱)；湿润状下内压不大于 0.147kPa (15mm 水柱)。

### (7) 排气阀应承受不低于 1.2J 的耐冲击试验。

(8) 封口剂。0~25°C 不裂、不分离；65°C 不溢流。

(9) 耐振动。振频(70±2)Hz/min，振幅 10±1mm，振动 3h 后正常，外部无损伤，无电液渗出。

(10) 贮存期。限定两年，两年内各项性能应达到国标 7403.1—1996《牵引用铅酸蓄电池 技术要求和试验方法》规定。

83. 什么是 PzS 型牵引车用蓄电池，其基本参数是怎样规定的？

PzS 型牵引车用蓄电池，是按德国 DiN 标准制造的。电池正极板为管式，负极板为涂膏式，微孔橡胶隔板，电池槽与盖由国外配套，封口方式是热熔塑封，电池使用达到 1500 周期。该系列电池用于工矿企业、仓库、车站、码头牵引车货物搬运。蓄电池能在 15~40°C 温度、相对湿度不大于 80% 的条件下保存 2 年。蓄电池的基本参数见表 2-15。

表 2-15 PzS 型电池基本参数

型号	额定电压 /V	额定容量 /A·h	最大外形尺寸/mm			极柱数	电池湿重 /kg	电池干重 /kg
			长	宽	总高			
2PzS110	2	110	47	198	370	2	8.6	6.7
4PzS220	2	220	83	198	370	2	15.3	12.6
5PzS275	2	275	101	198	370	2	18.8	16.0
6PzS330	2	330	119	198	370	2	22.3	18.3
8PzS440	2	440	155	198	370	2	29.4	24.0
2PzS140	2	140	47	198	460	2	10.5	8.2
4PzS280	2	280	83	198	460	2	18.9	15.1
6PzS420	2	420	119	198	460	2	27.6	22.4
8PzS560	2	560	155	198	460	2	36.5	29.1
2PzS160	2	160	47	198	500	2	12.0	9.5
4PzS320	2	320	83	198	500	2	22.0	18.0
6PzS480	2	480	119	198	500	2	32.1	26.3

(续)

型号	额定电压 /V	额定容量 /A·h	最大外形尺寸/mm			极柱数	电池湿重 /kg	电池干重 /kg
			长	宽	总高			
8PzS640	2	640	155	198	500	2	42.1	34.4
10PzS800	2	800	192	198	500	2	52.2	42.2
2PzS200	2	200	47	198	605	2	15.2	11.6
4PzS400	2	400	83	198	605	2	26.7	22.1
6PzS600	2	600	119	198	605	2	39.9	32.2
8PzS800	2	800	155	198	605	2	50.9	42.4
10PzS1000	2	1000	192	198	605	2	64.3	52.7
4PzS480	2	480	83	198	750	2	33.9	26.0
6PzS720	2	720	119	198	750	2	49.1	37.8
8PzS960	2	960	155	198	750	2	63.3	50.0
10PzS1200	2	1200	192	198	750	2	78.3	60.4

注：表中产品系山东淄博蓄电池厂生产的部分产品规格。

“Pz”表示管式正极板工业电池，“S”表示普通型。

#### 84. PzS 型牵引车用蓄电池对电气性能有哪些规定？

PzS 型牵引车用蓄电池共有 38 个规格，电气性能规定 5 小时率、3 小时率、0.5 小时率三种小时率放电，电解液密度为  $(1.270 \pm 0.01) \text{g/cm}^3 (30^\circ\text{C})$ 。初始放电温度不在  $30^\circ\text{C}$  时，则容量按下式进行换算修正。

$$C_{30} = \frac{C_t}{1 + 0.006(t - 30)}$$

式中  $C_{30}$ ——换算成  $30^\circ\text{C}$  时的容量；

$C_t$ ——放电时电解液初始温度为  $t^\circ\text{C}$  可测的容量 (A·h)；

$t$ ——放电时，电解液的初始温度 ( $^\circ\text{C}$ )。

电池电气性能见表 2-16。

表 2-16 PzS 电池电气性能

型 号	放 电 率/h					
	5		3		0.5	
	终止电压 1.70V					
	终止电压 1.50V		终止电压 1.50V		终止电压 1.50V	
	电流/A	容量/A·h	电流/A	容量/A·h	电流/A	容量/A·h
2PzS110	22	110	31	93	110	55
6PzS330	66	330	92	276	330	165
8PzS440	88	440	123	369	440	220
4PzS280	56	280	78	234	280	140
8PzS560	112	560	157	471	560	280
10PzS800	160	800	224	672	800	400
10PzS1000	200	1000	280	840	1000	500
6PzS720	144	720	202	606	720	360
10PzS1200	240	1200	336	1008	1200	600

85. PzS 型牵引车用蓄电池的初充电和正常充电的基本参数是怎样规定的？

PzS 型牵引车用蓄电池的初充电和正常充电的基本参数见表 2-17。新电池加酸密度为  $1.250\text{g}/\text{cm}^3$ 。水与碱的重量比为 1.65:1。使用蓄电池专用硫酸密度  $1.835\text{g}/\text{cm}^3$ 。在配制后，酸液温度  $< 35^\circ\text{C}$  时，向电池加入，加酸后静置 3~4h， $< 35^\circ\text{C}$  时，进行初充电。初充电充入总电量为电池额定容量的 3~5 倍，见到电解液产生大量气泡，即可结束充电。充电结束前 2h 调整电解液密度为  $1.270\text{g}/\text{cm}^3$ 。正常充电充入电量是上次放电容量的 1.2 倍。

表 2-17 PzS 电池初充电正常充电基本参数

型 号	充电电流/A			
	初充电		正常充电	
	第一阶段	第二阶段	第一阶段	第二阶段
2PzS110	11	5	22	9
4PzS220	22	11	44	20

(续)

型 号	充电电流 / A			
	初充电		正常充电	
	第一阶段	第二阶段	第一阶段	第二阶段
6PzS330	33	16	66	30
8PzS440	44	22	88	40
2PzS140	14	7	28	12
4PzS280	28	14	56	25
6PzS420	42	21	84	42
8PzS560	56	28	112	55
2PzS160	16	8	32	15
4PzS320	32	16	64	32
6PzS480	48	24	96	45
8PzS640	64	32	112	55
10PzS800	80	40	160	28
2PzS200	20	10	40	20
4PzS400	40	20	80	38
6PzS600	60	30	120	58
8PzS800	80	40	160	78
10PzS1000	100	50	200	95
4PzS480	48	24	96	45
6PzS720	72	36	145	70
8PzS960	96	48	192	95
10PzS1200	120	60	240	120

### 86. 矿灯蓄电池产品型号及基本参数有什么规定？

矿灯蓄电池型号和基本参数是按 MI28—1991 《矿灯用铅酸蓄电池技术要求》规定的型号为 KS8 基本参数规定了以下内容：

- (1) 额定电压。4V、容量  $8A \cdot h$ ，点灯时间  $\geq 11h$ 。
- (2) 灯泡主光源。电压 4V，电流 0.7A，光通量  $\geq 26lm$ 。

(3) 最大照度。开始  $\geq 600\text{lx}$ ，到 11h 为  $\geq 300\text{lx}$ 。

(4) 电池寿命。  $\geq 500$  次。

(5) 全灯重量。  $\leq 1.90\text{kg}$  (包括电解液)。

87. 矿灯蓄电池标准有哪些规定？

矿灯蓄电池标准有以下五项规定：

(1) 气密性。在压力 20kPa，温度  $60^{\circ}\text{C}$  下放置 6h； $-30^{\circ}\text{C}$  放置 6h，在 3~5s 内压力计读数不下降。

(2) 液密性。电池充足后，静置 0.5h，侧放或倒放各 10min，电解液不应渗漏。

(3) 容量。用  $I_{10}$  电流放电到一格电压为 1.75V 时为止，应在第五次达到额定容量。10h 率额定容量  $C_{10}$ 。

(4) 寿命。以 5.00V 充电 12h，静置 1h，用灯泡额定电流放电 11h 或达到 1.75V。每 25 次作一次循环检查，用  $1.25I_{10}$  电流放电到一格电压为 1.75V，检查电池  $C_{10}$  容量  $\leq 80\%$  时，循环寿命  $\geq 500$  次。

(5) 贮存期。在  $0\sim 40^{\circ}\text{C}$  下贮存两年，进行容量试验，试验结果须达到额定容量。

88. 矿灯蓄电池的基本结构怎样，怎样按实用标准选购？

矿灯用蓄电池是专用于矿井内作业人员照明的直流电源。蓄电池型号为 KS8M，其中 K 为矿字汉语拼音第一个字母，S 为吸液式，M 是免维护，8 是容量  $\text{A}\cdot\text{h}$  数。蓄电池是两格 4V。使用寿命 2 年，产品形体如图 2-6 所示。

蓄电池结构：正极板有涂膏式也有管式，负极板为涂膏式，隔板有橡胶、塑料、超细纤维复合式等多种；电解液有富液式、贫液式和胶体电解质。

选用矿灯蓄电池的主要条件是具

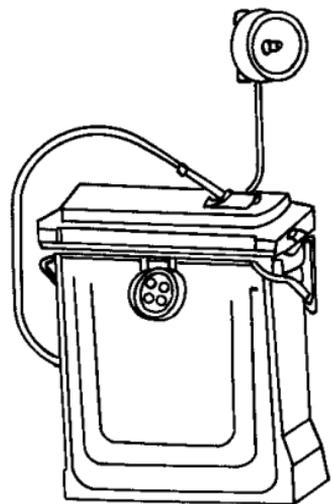


图 2-6 矿灯蓄电池

备充足的照明时间，照明时间一般达到 12h 为好。另外，电池作任何方向翻转无酸液渗漏；蓄电池的排气效果好，补水次数少，达到使用的期限。

89. 船舶起动用蓄电池的用途如何，其型号规格与主要技术参数是什么？

船舶用起动用蓄电池是用作船舶内燃机起动的直流电源，适用于舰船、渔船捕捞作业，共 20 多个规格型号，起动电流在 300 ~ 600A。为抗船体振动颠簸，电池外壳多采用硬橡胶槽，以确保可靠性。蓄电池型号规格及主要技术参数见表 2-18。

表 2-18 船舶起动用蓄电池型号规格及主要技术参数

型 号	额定电 压/V	20 小时率额 定容量/A·h	起用电 流/A	最大外形尺寸/mm			重量/kg	
				长	宽	高	干重	湿重
3-CQ-75	6	75	300	178	173	248	12	16
3-CQ-90	6	90	315	205	173	248	14	19
3-CQ-105	6	105	368	233	173	248	16	21
3-CQ-120	6	120	420	260	173	249	18	24
3-CQ-135	6	135	435	284	173	249	20	26
3-CQ-150	6	150	450	315	175	249	22	29
3-CQ-165	6	165	495	339	175	251	24	32
3-CQ-180	6	180	540	368	175	251	26	34
3-CQ-195	6	195	585	392	175	251	28	37
3-CQ-210	6	210	630	392	175	251	30	39
6-CQA-60	12	60	240	275	172	241	19	25
6-CQ-75	12	75	300	342	173	241	23	30
6-CQ-90	12	90	315	394	173	248	27	35
6-CQ-105	12	105	368	444	173	248	31	41
6-CQ-120	12	120	420	516	173	249	35	46
6-CQ-135	12	135	435	516	188	249	39	52
6-CQ-150	12	150	450	516	206	249	43	57

(续)

型 号	额定电 压/V	20 小时率额 定容量 /A·h	起机电 流 /A	最大外形尺寸 /mm			重量 /kg	
				长	宽	高	干重	湿重
6-CQ-165	12	165	495	516	222	251	47	62
6-CQ-180	12	180	540	516	240	251	51	67
6-CQ-195	12	195	585	516	256	251	55	73
6-CQ-210	12	210	630	516	256	251	59	77

注：表中型号规格系山东淄博蓄电池厂生产的火炬牌产品。

90. 船舶通信、照明用蓄电池的用途如何，其型号和基本参数是怎样规定的？

船舶通信、照明用蓄电池是用于舰船和海上平台通信、照明、应急和自动化设备的直流电源（图 2-7），共 16 个规格型号。电池极板有管式、涂膏式及阀控式，产品型号 CT，是“船”、“通”的汉字拼音第一个字母。CTM



图 2-7

是“船”“通”、“密”的汉字拼音第一个字母，意为船舶、通信、密闭式蓄电池，其型号和基本参数见表 2-19。

表 2-19 船舶通信、照明用蓄电池基本参数

型 号	额定电 压/V	额定容量/(A·h)		最大外形尺寸/mm				重量 /kg
		10 小时率	1 小时率	长	宽	槽高	总高	
CT-50	2	50	25	135	146	270	307	7.5
CT-75		75	37.5	135	146	270	307	8.7
CT-100		100	50	135	146	270	307	9.5
CT-200		200	100	163	193	421	478	20.5
CT-250		250	125	163	193	421	478	27.4
CT-300		300	150	163	193	421	478	29.6

(续)

型 号	额定电 压 /V	额定容量/(A·h)		最大外形尺寸/mm				重量 /kg
		10 小时率	1 小时率	长	宽	槽高	总高	
CT-350	2	350	175	248	193	421	478	37.0
CT-400		400	200	248	193	421	478	40.0
CT-450		450	225	248	193	421	478	43.0
CT-500		500	250	315	193	421	478	53.9
CT-600		600	300	315	193	421	478	58.9
CTM-150		150	97.5	112	180	358	382	16
CTM-200		200	130	112	180	358	382	23
CTM-300		300	195	160	180	358	382	31
CTM-400		400	220	208	180	358	382	38
CTM-500		500	325	244	180	358	382	62

91. 内燃机车用蓄电池型号基本参数和电气性能有什么规定?

蓄电池型号和基本参数见表 2-20。电气性能见表 2-21。

表 2-20 内燃机车用蓄电池型号和基本参数

蓄电池型号	额定电压 /V	额定容量 /(A·h)	最大外形尺寸/mm			最大重量/kg	
			长	宽	高	带电解液	无电解液
NG-462	2	462	219	186	363	36	28
4NG-462	8	462	487	417	392	155	123

表 2-21 内燃机车用蓄电池电气性能

型 号	NG-462		4NG-462			
	放 电 率	10 小时率	5 小时率	间歇放电	起 动 放 电	
					常 温	低 温
电 流 /A	46.2	84	1800	2100	1680	
容 量 /A·h	462	420				

(续)

型 号	NG-462 4NG-462				
	10 小时率	5 小时率	间歇放电	起动放电	
放电率				常温	低温
终止电压 /V	1.80	1.75	1.0	1.0	0.5
持续时间 /s			10	120	45
间歇时间 /s			10		
间歇次数			15		
开始放电蓄电池温度 / °C			30 ± 2	30 ± 2	- 18 ± 2

## 92. 内燃机车用铅蓄电池有哪些主要技术要求？

内燃机车蓄电池按 GB 7404—1987 技术要求标准，产品有 4 个型号，主要技术要求是：

(1) 额定容量。以 5 小时率电流放电，在第 6 次循环内达到表 2-22 的规定值。放电时电解液密度为  $1.260 \pm 0.005 \text{g/cm}^3$ ，温度为  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ，如起始温度不是  $25^\circ\text{C}$  时，额定容量按下式进行换算：

表 2-22 蓄电池 5 小时率放电基本参数

型 号	额定电压 /V	5 小时率放电单体蓄电池		最大外形尺寸		
		终止电压 1.70V		/mm		
		电流 /A	容量 /A·h	长	宽	高
N-420	2	84	420	223	187	370
2N-360	4	72	360	405	210	390
N-270	2	54	270	253	164	280
3N-270	6	54	270	515	270	295

$$C_{25} = \frac{C_t}{1 + 0.008(t - 25)}$$

式中  $C_{25}$ ——换算为电解液温度为  $25^\circ\text{C}$  时的容量 (A·h)；

$t$ ——放电时电解液实测平均温度 ( $^\circ\text{C}$ )；

$C_t$ ——平均温度为  $t^\circ\text{C}$  时的容量 (A·h)。

换算公式适用于  $15 \sim 40^\circ\text{C}$  温度范围。

(2) 常温起动能力。电解液在  $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$  放电时，起动放电应符合表 2-23 规定。

表 2-23 常温起动性能

型 号	额定电压 /V	起动电流 /A	单体电池放电 7s 时电压 /V	放电时间 /s	
				单体电池终止电压 1.0V	
N-420	2	2100	1.10	110	
2N-360	4	1800	1.10	110	
N-270	2	1000	1.35	200	
3N-270	6	1000	1.30	200	

(3) 低温起动能力。电解液在  $(-18 \pm 1)^{\circ}\text{C}$  保持 8h，起动放电时符合表 2-24 规定。

表 2-24 低温起动性能

型号	额定电压 /V	放电电流 /A	单体电池放电 7s 时电压 /V	放电时间 /s	
				单体电池终止 电压 0.60V	单体电池终止 电压 0.75V
N-420	2	1700	0.75	95	—
2N-360	4	1500	0.75	95	—
N-270	2	800	0.95	—	180
3N-270	6	500	0.90	—	180

(4) 充电保存。温度在  $(20 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ ，放置 14 天，容量损失不大于贮存前的 10%。容量损失按下式计算：

$$K = \frac{C_a - C_b}{C_a} \times 100\%$$

式中 K——容量损失百分数；

$C_a$ ——贮存前、两次容量平均值 (A·h)；

$C_b$ ——贮存后的容量 (A·h)。

(5) 循环耐久能力。电解液保持在  $(40 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  的水浴中，以  $2I_5$  放电 1h，再以  $0.5I_5$  充电 5h，按此充放电 1 次为一个循环。反复 36 次后，进行一次  $C_5$  容量检查，合格后充电，此过程为一个循环耐久能力单元，直到容量小于  $0.75C_5$  时为止。循环耐久

能力 750 次。循环次数计算按下式：

$$N = 36p + n$$

式中  $N$ ——循环次数；

$p$ ——单元；

36——每 36 次循环为一个单元；

$n$ ——本循环耐久能力之前的循环次数。

(6) 过充电耐久。在  $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$  的水浴中，以  $0.5I_5$  电流连续充电 100h，静止 96h，按 (2) 条常温起动放电进行，放电时间低于 30s，不计单元。过充电耐久能力，至少应承受 12 个过充单元。

(7) 充电接受。在电解液温度为  $20 \sim 32^\circ\text{C}$ ，以  $I_5$  电流放电 2.5h，转入低温箱内达到  $(0 \pm 1)^\circ\text{C}$ ，保持 8h，在 24 ~ 48h 完成。蓄电池从低温箱中取出，在 3min 内，用恒压充电（2V 电池保持  $(2.4 \pm 0.02)$  V；4V 电池保持  $(4.8 \pm 0.05)$  V；6V 电池保持  $(7.2 \pm 0.05)$  V)10min，充电电流值不小于  $0.5I_5$ 。

### 93. 储能用铅酸蓄电池有哪些型号规格？

储能用铅酸蓄电池用于风力机发电设备或风光互补式发电设备。产品基本有三个类别。额定电压为 2V、6V、12V，共 18 个规格。电池为干式荷电电池，见表 2-25。

表 2-25 储能蓄电池型号及基本参数

序号	类别	蓄电池型号	额定电压 /V	30 小时率额定 容量/(A·h)	最大外形尺寸/mm		
					长	宽	总高
1	第一类 (2V)	CA-240	2	240	147	208	444
2		CA-360	2	360	147	208	444
3		CA-504	2	504	168	208	559
4		CA-588	2	588	168	208	559
5		CA-720	2	720	147	208	730
6		CA-960	2	960	212	193	730
7		CA-1200	2	1200	212	277	730

(续)

序号	类别	蓄电池型号	额定电压 /V	30小时率额定 容量/(A·h)	最大外形尺寸/mm		
					长	宽	总高
8	第二类 (6V)	3-CA-50	6	50	205	180	250
9		3-CA-75	6	75	225		
10		3-CA-100	6	100	245		
11		3-CA-150	6	150	265		
12		3-CA-200	6	200	315		
13	第三类 (12V)	6-CA-75	12	75	355	205	250
14		6-CA-100	12	100	510		
15		6-CA-125	12	125	595	225	290
16		6-CA-150	12	150		245	
17		6-CA-175	12	175		265	
18		6-CA-200	12	200		285	

#### 94. 储能用蓄电池有哪些技术要求，主要内容是什么？

储能用蓄电池技术要求是按 JB/T 9653—1999 标准执行的，主要内容有以下 10 项：

(1) 气密性。电池内部气压增高或降低 20kPa 时，具有良好的气密性。

(2) 封口剂。在 - 30℃ 时，不裂纹，不与槽、盖分离；65℃ 时不溢流。

(3) 电池容量。用 10 小时率放电，应在第 10 次之前达到额定容量  $C_{30}$ 。10 小时率放电电流是按额定容量的 83% 计算。

(4) 在 - 10℃ 条件下，放电容量应在第 13 次或之前达到额定容量的 65%。

(5) 荷电保持能力。电池在  $40 \pm 2^\circ\text{C}$  的条件下，放置 21 天，容量损失不大于 15%。

(6) 水损耗。干荷电 12V 蓄电池水损耗小于  $6.0\text{g}/\text{A}\cdot\text{h}$ ，6V 和 2V 蓄电池水损耗分别为  $3.0\text{g}/\text{A}\cdot\text{h}$  和  $1.0\text{g}/\text{A}\cdot\text{h}$ ；普通干荷电

蓄电池水损耗分别是  $8.0\text{g}/\text{A}\cdot\text{h}$ 、 $4\text{g}/\text{A}\cdot\text{h}$  和  $1.3\text{g}/\text{A}\cdot\text{h}$ 。

(7) 电解液保存能力。蓄电池作四个方向倾斜  $0.8\text{rad}$  ( $45.8^\circ$ )，电解液无渗漏溅出。

(8) 过充电耐久能力。承受 5 个过充电单元。

(9) 循环耐久能力。承受 4 个循环耐久能力。

(10) 贮存期。贮存一年后，用  $3I_{30}\text{A}$  补充电  $5\text{h}$ ，容量不低于 70%。

95. 航标用铅酸蓄电池的用途和结构怎样？

航标用蓄电池是用于海洋、江河航道闪光照明和适于小电流放电设备的直流电源。在航道浮标筒内放置 4 只蓄电池串联使用，通过闪光灯作照明指示，每 7~9 个月进行维护充电一次。

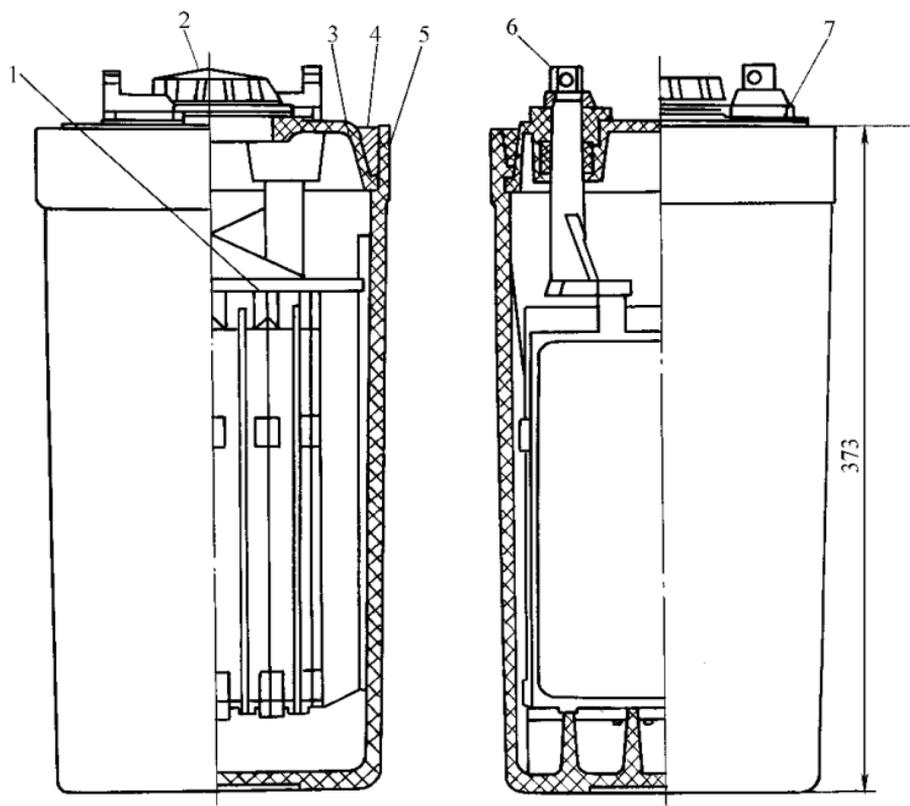


图 2-8 13—500 航标用蓄电池

1—极群组 2—逸气帽 3—电池盖 4—封口剂  
5—蓄电池槽 6—接线端 7—极柱螺圈

蓄電池結構：正、負極板均為塗膏式，隔板為橡膠隔板和穿孔塑料隔板并用。蓄電池槽和蓄電池蓋是用硬橡膠和 ABS 塑料制作，用瀝青封口劑密封。蓄電池設有特制的逸氣裝置，以防酸霧溢出，不因浮標傾斜溢酸，阻止江水浸入電池內。單體電池裝在圓鐵筒內，用石蠟充填空隙，承受外來撞擊力。電解液密度為  $(1.290 \pm 0.005) \text{ g/cm}^3$ 。蓄電池開路擱置 1 年，容量損失不超過 15%。蓄電池形體如圖 2-8 所示。

為了抑制蓄電池自放電減輕維修保養工作的難度和延長使用期限，電池的正、負板柵用純鉛制作。

#### 96. 航標用鉛酸蓄電池的基本參數怎樣？

按 JB/T 1866—1999 《航標用鉛酸蓄電池類型》標準，該型電池基本參數見表 2-26。

表 2-26 B—500 航標電池基本參數

蓄電池 型號	額定電壓 /V	額定容量 /(A·h)	最大外形尺寸/mm					最大重量/kg	
			不帶鐵筒			帶鐵筒		不帶 鐵筒	帶鐵筒
			長	寬	高	直徑	高		
B-500	2	500	217	194	410	240	491	30	42

#### 97. 航標用鉛酸蓄電池有哪些主要技術要求？

航標用鉛酸蓄電池的技術要求是按 JB/T 1866—1999 標準進行考核的。內容有：

(1) 封口劑密封表面平整無氣泡，具有耐寒耐熱性能，在  $-30^{\circ}\text{C}$  時無裂紋，槽、蓋無分離， $65^{\circ}\text{C}$  時不溢流。

(2) 耐傾斜性。蓄電池在水平臥倒，滾動  $360^{\circ}$  且每一側面保持 45s，四個面共 3min，無電解液滲出。

(3) 容量。在第二循環 10 小時率放電容量不低於額定值的 95%；第三循環時，10 小時率放電容量不應低於額定值的 100%；第 4 次循環用 500 小時率放電容量不低於額定值的 100%。

(4) 低溫放電。將蓄電池置于  $0 \sim 2^{\circ}\text{C}$ ，保持 8h，用 18.6A

放电，其容量值不低于额定容量的 90%。

(5) 荷电保持能力。蓄电池搁置 15 天，容量损失不超过搁置前放电容量的 1.5%。

(6) 用 10 小时率进行充放电，每次循环为一次寿命循环，不应低于 150 次循环。

(7) 电解液。纯度为 CP 级；电解液密度为  $(1.295 \pm 0.005) \text{g/cm}^3 (25^\circ\text{C})$ 。

标准温度下容量计算方法如下：

$$C_{25} = \frac{C_t}{1 + 0.008(t - 25)}$$

式中  $t$ ——放电过程中，电解液平均温度 ( $^\circ\text{C}$ )；

$C_t$ ——在温度  $t^\circ\text{C}$  时，实际测得的容量 (A·h)；

$C_{25}$ ——换算成标准温度 ( $25^\circ\text{C}$ ) 时容量 (A·h)；

0.008——容量温度系数。

98. 航空用铅酸蓄电池产品型号结构基本尺寸怎样？

航空蓄电池有多种型号，用在机场地面的有 12-ACA-145 型蓄电池。其电池组是装在带木盖的木箱内，分四排组合，每排由 3 个单体蓄电池串联在一个箱内，全部串联组合，共 12 只 24V。连接条是铅包铜芯子，以减少外线路电阻，确保起动放电效率。用在飞机上的蓄电池有 12-CAM-28 等型见图 2-9 所示，也是由 12 个单体蓄电池组成一个整体蓄电池组。每个单体蓄电池

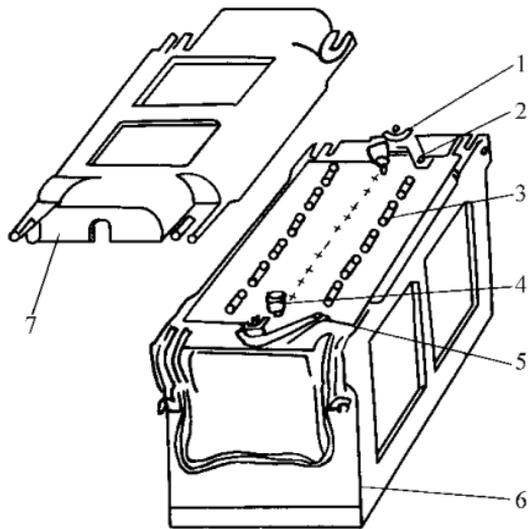


图 2-9 12-CAM-28 型航空蓄电池

- 1—接线螺母 2—接线端柱(-) 3—连条  
4—排气阀 5—接线端柱(+) 6—电池槽  
7—电池整体盖

上口设排气阀。整体电池上口加设塑料防护盖。蓄电池组基本尺寸见表 2-27。

表 2-27 航空蓄电池基本尺寸

蓄电池型号	外形尺寸/mm			带液电池重量/kg
	长	宽	高	
12-CAM-28	369	163	214	28.5
12-CAM-55	2×369	164	214	58
12-ACA-145	775	240	335	190

### 99. 航空用铅酸蓄电池技术参数有哪些内容？

航空用蓄电池可用作飞机上的备用电源。当飞机上的供电设备发生故障时，由蓄电池组进行供电。

地面用蓄电池是飞机起飞前，由车辆装载蓄电池驶到飞机处，起动后再返回原处。蓄电池型号是 12-ACA-145 型，如图 2-10 所示。

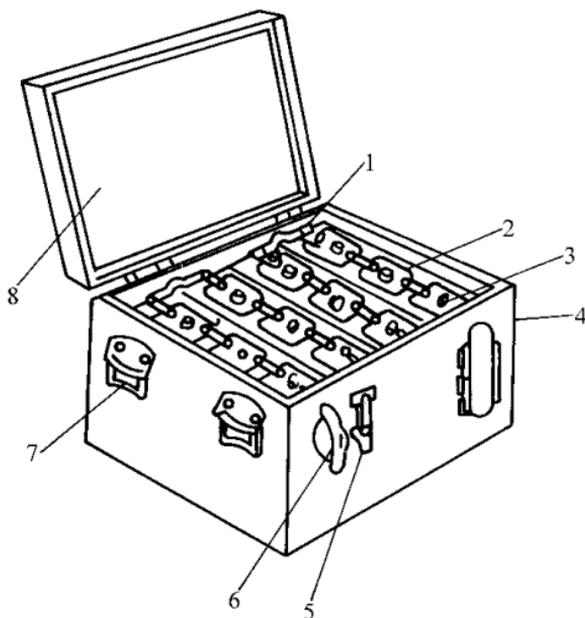


图 2-10 12-ACA-145 型航空蓄电池

- 1—连接条 2—单体电池 3—排气阀 4—木箱  
5—引出端子 6—保护装置 7—提手 8—箱盖

飞机上面使用的蓄电池型号是 12-CAM-28，电压为 24V。其他还有 12-CAM-25、12-CAM-55，与 12-CAM-28 型基本相似。

CAM 系列航空蓄电池的技术参数见表 2-28。

表 2-28 CAM 型航空蓄电池技术参数

型 号	5 小时率额定容量					容量 /A·h
	放电电流 /A	放电时间 /h	单格终止 电压 /V	电解液平均 温度 / °C		
12-CAM-28	5.6	5	1.7	25		28
12-CAM-55	11	5	1.7	25		55
12-CAC-145	25	5	1.75	25		145

型 号	发动机发动放电							最大放 电电流 /A
	电 流 /A	持续 时间 /s	间歇 时间 /min	终止 电压 /V	发动次数			
					放电开始电解 液温度 /°C		- 40°C 下 停留 6h 后	
					20	- 5		
12-CAM-28	650 ~ 75	45	3	16	4	2	—	750
12-CAM-55	1300 ~ 360	25	2	16	6	3	—	1500
12-CAC-145	140 ~ 13 50 ~ 250	30	1.5	16	18	—	16	1500

100. 固定型阀控式蓄电池技术要求有哪些内容？

按 JB/T 8451—1996 标准主要内容有 10 项：

(1) 产品型号。GFM 系列，代表性产品共 14 个，见附录 11。产品形体如图 2-11 所示。

(2) 容量。10 小时率、1 小时率在第 5 次达到 95%。

(3) 大电流放电。30I<sub>10</sub> 放 1min 或 60I<sub>10</sub> 电流放 5s，导电部件不应熔断，外观不应有明显变形。

(4) 耐过充。用 0.3I<sub>10</sub> 连续充电 160h，不应有漏液和明显变形。

(5) 荷电保持能力。在 (25 ± 5)°C 保存 90 天，容量不低于 80%。

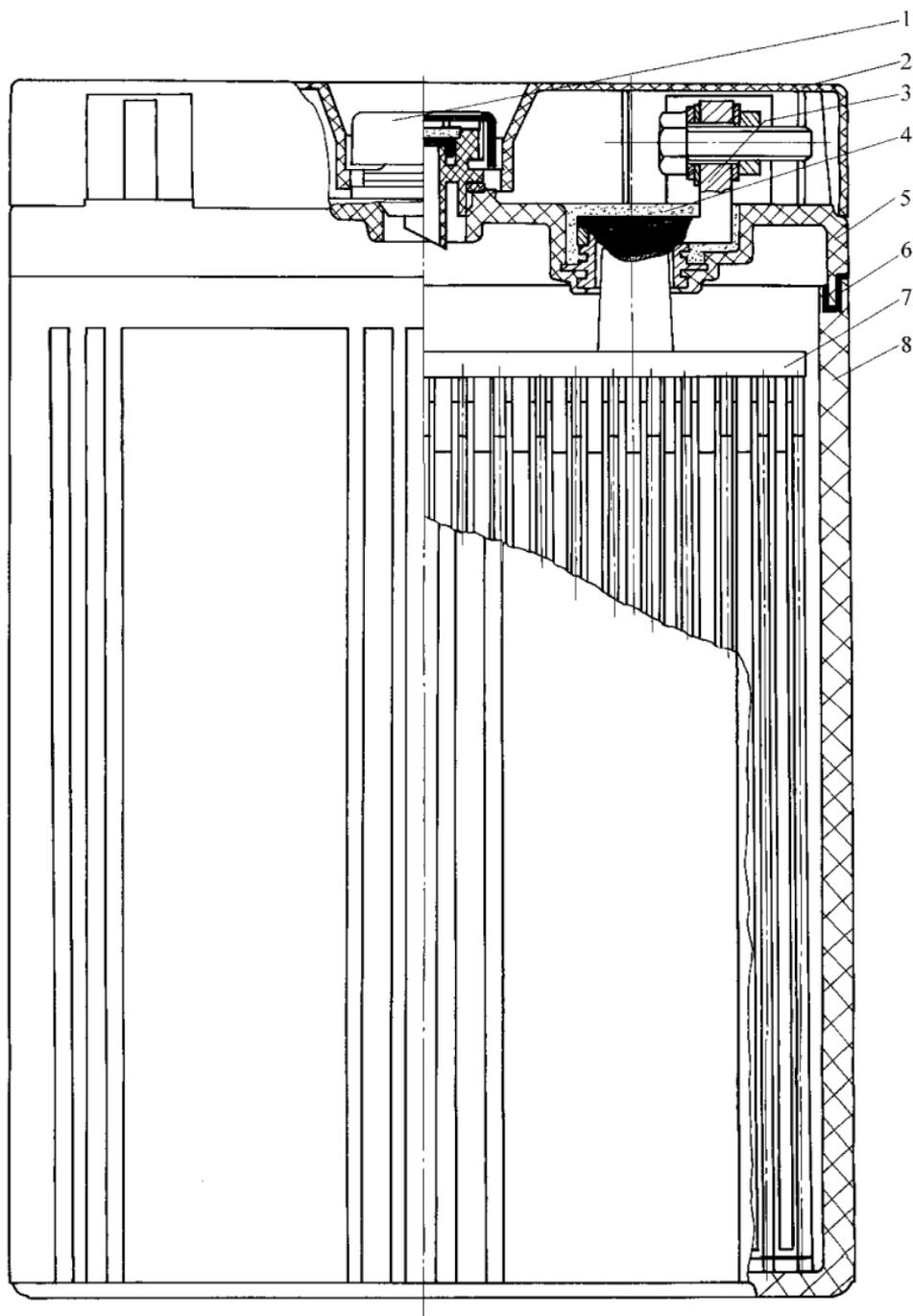


图 2-11 GFM固定阀控式蓄电池

1—排气阀 2—护盖 3—端柱 4—极柱色胶 5—电池盖  
6—封口剂 7—极板群 8—电池槽

(6) 密封反应效率。不低于 90%。方法是用  $0.1I_{10}$  充 96h，再以  $0.05I_{10}$  连续充 1h，收集气体 1h，按下式计算：

$$\eta = \left( 1 - \frac{U}{684} \right) \times 100\%$$

式中  $\eta$ ——密封反应效率；

684——在  $25^{\circ}\text{C}$ ，一个大气压通过  $1\text{A}\cdot\text{h}$  电量的理论气体发生量，(ml/A·h)；

U——收集的气体量 (ml)。

(7) 排气阀动作。排气阀的开阀压力  $49\text{kPa}$  以下，闭阀压力  $1\text{kPa}$  以上。

(8) 过充电寿命。用  $0.2I_{10}$  连续充电 30d，进行一次 1 小时率容量检测，容量不低于 80%。按此法检测寿命不低于 240 天。

(9) 防爆性能。用  $0.5I_{10}$  进行充电，1h 后在排气部位附近用 24V 直流电源，熔断 1A 熔断器，使产生火花，反复试二次，内部不应爆炸。

(10) 防酸雾性能。用  $0.5I_{10}$  充电 2h，将三只电池串联，把产生的酸雾通入装满  $0.01\text{mol/L}$  的 NaOH 瓶内，收集 2h，算出 2h 的充电量每安时的酸雾量，不应大于  $0.025\text{mg}$ 。

101. 汽车起动用蓄电池德国标准 (DIN) 的主要技术内容有哪些？

按照德国标准 DIN43539T/04.83 的规定，汽车蓄电池的主要技术内容有 8 项。按此标准国内生产厂家采用的产品性能参数见表 2-29。

(1) 额定容量。蓄电池电解液密度是  $(1.280 \pm 0.01)\text{g/cm}^3$  ( $27^{\circ}\text{C}$ )，在  $(27 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  的水浴中，用  $I_{20}$  电流值放电，终止电压为  $10.5\text{V}$ 。在前三次达到额定容量。容量计算，按  $K_{20} = I_{20} \times 20\text{h}$  得出，其中， $K_{20}$  为 20 小时率电流值；20h 为连续放电 20h。

(2) 低温起动。蓄电池在  $(-18 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ ，按表 2-29 规定的电流值进行放电，放电 30s 时的端电压不低于  $9.0\text{V}$ ，终止时端电压不低于  $6\text{V}$ ，放电持续时间  $\geq 150\text{s}$ 。干荷电电池，注入密度为

1.280g/cm<sup>3</sup> 稀硫酸后，在温度 (23 ± 5)°C 下，静置 20min，按低温起动车要求检测。

表 2-29 国内等效采用 DIN 蓄电池产品性能参数

型号	单格 片数	额定电 压/V	20 小时 率容量 (A·h)	冷启动 电流/A	外形尺寸/mm			重量/kg	
					长	宽	高	无电解液	带电解液
55415MF	13	12	54	265	293	175	175	12.5	17.5
55414MF	14	12	54	265	293	175	175	12.5	17.5
56316MF	15	12	63	300	293	175	175	14	19
56318MF	15	12	63	300	293	175	175	14	19
58815MF	17	12	88	395	369	175	190	19	25
61017MF	20	12	110	420	513	189	195	25	35
62034MF	21	12	120	420	513	189	195	29	37
63530MF	23	12	135	420	513	189	195	29	39
65012MF	25	12	150	500	513	223	195	31.5	44
66514MF	27	12	165	540	513	223	195	33	46
68025MF	30	12	180	580	513	223	195	35.5	48

(3) 电流接受性能。检测方法是用  $2I_{20}$  电流放出最佳容量约 50% 的电量，将电解液温度降到  $(0 \pm 1)^\circ\text{C}$ ，接着在  $(14.4 \pm 0.05)\text{V}$  条件下充电 10min，10min 后的充电电流至少为  $4I_{20}$ 。

(4) 自放电。蓄电池在环境温度  $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$  下，搁置 21 天，用低温起动车放电，到达 30s 时，蓄电池端电压应为  $\geq 8\text{V}$ ，免维护蓄电池应为  $\geq 8.5\text{V}$ 。

(5) 按 IU 特性曲线充电时的循环耐久性能。蓄电池在进行了低温起动车放电后的一周内进行。方法是：①以  $(14.8 \pm 0.1)\text{V}$  电压充电 5h，电流上限为  $5I_{20}$ ，放电 2h，反复进行 10 次。②10 次后，再以  $(14.8 \pm 0.1)\text{V}$  充电，电流值为  $5I_{20}$ ，充 5h。③充足后，按第 (2) 条做低温起动车检测，搁置 65h。在①、②、③的各项检测中，蓄电池均在  $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$  的水浴中进行。④按第 (2)

条做低温起动放电。通过①、②、③、④项检测一遍作为一个周期单元。测试中蓄电池（指免维护电池）不应补水。

连续检测到低温起动 30s，蓄电池端电压低于 7.2V，或用  $5I_{20}$  电流值做 2h 放电，端电压降到 10V 时，放出的容量不足额定容量的 50% 时试验即告终止。

标准规定的蓄电池循环耐久性能，应达到 5 个单元；耐振的蓄电池（HD）应达到 7 个单元为合格。

(6) 对免维护蓄电池水损耗的规定。蓄电池在恒压  $(14.4 \pm 0.05)V$ 、 $(40 \pm 1)$  的条件下，充电 21 天水损耗不大于  $6g/A \cdot h$ 。

(7) 密闭性。将蓄电池温度降到  $(-30 \pm 2)^{\circ}C$ ，再将温度升至  $60^{\circ}C$ ，由低温到高温转换须在 2h 内完成。在  $(60 \pm 2)^{\circ}C$  高温下放置 24h，再在  $(23 \pm 5)^{\circ}C$  下冷却 24h。用 10kV 高压检测热封处有无裂痕，方法是：一极接电池，一极接金属刷，刷子沿热封周边进行扫描检测，无电压降为合格。

(8) 耐振性。将蓄电池紧固在振动台上，用  $22 \pm 2Hz$  的垂直谐波进行振动。其规定是：轿车蓄电池加速度  $3g$ ，振动 2h；载重汽车电池加速度  $6g$ ，振动 2h；HD 耐振型载重汽车电池加速度  $6g$ ，振动 20h，振后按 (7) 条规定，用高压作气密性检测。最后，再用低温起动放电，放到 30s，电池端电压比振动前降低数不大于 0.3V。放到端电压 6V 时的持续时间，最大减少量不大于 20% 为合格。

102. 汽车起动用铅酸蓄电池日本标准（JIS）的主要技术内容有哪些？

按照 JISD5301—1995 日本工业标准，主要技术内容如下：

(1) 容量。用 5 小时率放电在第 3 次达到 95%，12V 电池终止电压为 10.5V，电解液温度  $(25 \pm 2)^{\circ}C$ 。

(2) 大电流放电特性。在电池温度  $-15^{\circ}C$  用 2.6CA 电流值放电，测记 5s 或 30s 的端电压，终止电压 12V 电池为 6V，允许 3 次内达到要求。

(3) 充电接受性能。将充足电的蓄电池在常温下用 5 小时率

放电 2.5h，然后再在  $(0 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  的环境中放 12h 以上，之后，在  $(0 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  的电解液条件下，用  $(14.4 \pm 0.1)\text{V}$  恒压充电 10min，测其充电电流值（相当于 0.1CA 电流）。

(4) 寿命。重负荷下寿命，连续充放，每 25 次作一次容量检查，确认电池端电压为 10.2V，直至电池 5 小时率容量检测有效值低于 50% 时为寿命终止点。在连续充放电中所用的电流值范围是：

蓄电池额定容量在  $21 \sim 24\text{A}\cdot\text{h}$ ，放电电流值为 10A；充电电流为 2.5A。

蓄电池额定容量在  $24 \sim 72\text{A}\cdot\text{h}$ ，放电电流为 20A；充电电流为 5A。

蓄电池额定容量在  $72 \sim 176\text{A}\cdot\text{h}$ ，放电电流为 40A；充电电流为 10A。

充放期间环境温度为  $40 \sim 45^{\circ}\text{C}$ 。

(5) 耐振动性。用振幅  $2.3 \sim 2.5\text{mm}$ ，加速度为  $29.4\text{mm}/\text{s}^2$ ，振动 2h，电池无异常。

表 2-30 是部分产品充电接受性能与测试寿命；表 2-31 是部分产品尺寸及大电流放电性能。

表 2-30 JIS 部分产品充电接受性能与测试寿命

型 号	充电接受性能 /A	测试寿命次数		储备容量 /min	- 18°C 起 动电流 /A
		重负荷	轻负荷		
28B17L	3.0	250	900	38	246
55B24L	4.5	300	1800	79	433
50D20L	5.0	285	2200	78	306
95D31L	8.0	375	4700	159	622
115E41L	11.0	485	—	212	651
115F51L	12.0	485	—	228	638
195G51	17.0	700	—	362	924
245H52	22.0	800	—	460	1532

表 2-31 JIS 部分产品尺寸及大电流放电性能

型 号	外形尺寸 /mm				容量 / 5 小时率	大电流放电特性			
	总高	槽高	宽	长		电流 /A	持续时间 /min	5s 电压 /V	30s 电压 /V
28B17L	227	203	127	167	24	150	2.3	9.0	—
55B24L	227	203	129	238	36	300	2.0	8.6	—
50D20L	225	204	173	202	40	150	4.0	9.6	—
95DB1L	225	204	173	306	64	300	4.3	—	9.3
115E41L	234	213	176	410	88	500	2.6	—	8.3
115F51L	257	213	182	505	96	500	2.6	—	8.2
195G51	257	213	222	508	140	500	5.4	—	9.5
245H52	270	220	278	521	176	500	7.8	—	9.9

103. 汽车起动用电池美国汽车工程师学会标准 (SAE) 的主要技术内容有哪些?

按美国汽车工程师学会 SAE J537—1982 修订的标准, 汽车起动用蓄电池主要技术内容如下:

(1) 贮备容量。在蓄电池电解液密度  $1.265 \pm 0.005\text{g/cm}^3$ , 温度  $(27 \pm 3)^\circ\text{C}$  条件下, 用  $(25 \pm 0.25)\text{A}$  电流放电到单体电池端电压  $1.75\text{V}$  时的分钟数。此值的贮备容量不低于 80%。

(2) 充电接受能力。在蓄电池电解液温度  $(27 \pm 3)^\circ\text{C}$ , 以  $(25 \pm 0.25)\text{A}$  充电, 持续时间不低于贮备容量的 80% 的蓄电池; 把蓄电池置于  $(-1.1 \pm 1.1)^\circ\text{C}$  低温箱内, 并在此温度下, 以单格  $2.4\text{V}$  恒压, 给蓄电池充电, 记录  $10\text{min}$  时的充电电流值。该电流值即称作充电接受电流值。

(3) 低温起动性能。蓄电池在  $(-17.8 \pm 1.1)^\circ\text{C}$  的条件下, 起动放电  $30\text{s}$ , 单格电压  $\geq 1.20\text{V}$ 。若考核  $90\text{s}$  放电, 蓄电池是在  $-28.9^\circ\text{C}$  下, 电池单格电压应达到  $\geq 1.0\text{V}$ 。SAE 部分蓄电池产品型号及性能参数见表 2-32。

表 2-32 SAE 部分蓄电池产品型号及性能参数

型 号	低温起动/A		贮备容量 /min	外形尺寸/mm			过充电寿命(单元)
	- 17.8°C	- 28.9°C		长	宽	高	
3EE-290	290	230	85	490	110	225	7
22R-290	290	215	72	228	173	227	5
24R-455	455	340	135	261	173	228	15
22F-305	305	210	75	241	172	207	5
24H-365	365	280	98	260	173	238	7
27HF-435	435	340	125	317	173	232	9
32N-350	350	280	115	361	139	226	9
U <sub>1</sub> -160	160	110	23	198	133	187	3
4D-640	640	450	285	539	222	276	9

(4) 过充电寿命试验。蓄电池在做了低温起动放电后，应在 2 个月内进行过充电寿命试验。方法是：将试验蓄电池置于  $(40.6 \pm 2.8)^\circ\text{C}$  的水浴中，用 4.5A 电流充入 495A·h，再在水浴中放置 48h，用 150A 进行检查放电 30s 时，蓄电池单格电压不低于 1.20V。此时确认为一个寿命单元，重复上述方法，直至单格电压低于 1.20V 时，结束寿命试验。试验中允许给蓄电池补充水耗。

(5) 振动性能。蓄电池试验前，应做气密性试验，在 14kPa 压力下，保持 5s。之后，用加速度 5g，频率 30~35Hz，振动 2h，再在 14kPa 的压力下，保持 5s，蓄电池应无机械损坏，无串漏。振动试验合格后，用低温起动放电要求，即  $-17.8^\circ\text{C}$  下放电 30s，蓄电池单格电压不应低于 1.20V。

104. 橡胶隔板的技术要求是什么？怎样按质量标准选购隔板？

橡胶隔板是以橡胶为主要材料，与部分沥青、硫磺、凡士林的硅胶配制。经过塑炼的混炼后，再经压平、酸洗、硫化而成。

能承受在稀硫酸中的长期腐蚀，具有良好的化学稳定性。按 JB/T 7630.2—1998《橡胶隔板技术要求》标准，隔板的代号为 G—PXJG，含义是固定型、片型、橡胶隔板。主要技术要求：

(1) 外观。隔板表面平整、颜色均匀一致，无裂纹、穿孔、缺角、分层等缺陷。贮存期一年。

(2) 物理化学性能。见表 2-33。

表 2-33 橡胶隔板物化学性能

序号	项 目	极 限 值	
		基底厚/mm	极限值
1	电阻/ $\Omega \cdot \text{dm}^2$	$\leq 80$	$\leq 0.0030$
		$> 0.80 \sim 1.00$	$\leq 0.0035$
		$> 1.00$	$\leq 0.0040$
2	拉伸强度/MPa	$\geq 3.00$	
3	最大孔径/ $\mu\text{m}$	$\leq 5.0$	
4	孔率 (%)	$\geq 58$	
5	耐腐性能/(h/mm)	$\geq 340$	
6	还原高锰酸钾物质/(ml/g)	$\leq 15$	
7	铁含量 (%)	$\leq 0.04$	
8	氯含量 (%)	$\leq 0.003$	
9	水含量 (%)	$\leq 2.0$	
10	pH 值	6 ~ 7	

(3) 规格尺寸。可按要求制作成槽形（包括刨式、磨槽式、压槽式）、平板型等多种形状。各型式的公差尺寸：长与宽  $\pm 1.0\text{mm}$ ，对角线差  $\leq 2.0\text{mm}$ ；总厚  $\pm 0.10\text{mm}$ 。

105. 烧结聚氯乙烯隔板 (PVC) 的技术要求是什么，怎样按质量标准选购隔板？

所谓烧结隔板是将粉末状 PVC 投入联动的烧结隧道炉，从通过模体压成胚形进入炉膛后受炉中自控温度成型、切割，一次完成。PVC 隔板耐腐性强，按 JB/T 7630.3—1988《聚氯乙烯隔板技术要求》，标准标记为 Q—PJLG，含义是：起动型、片型、聚氯乙烯隔板。主要技术要求是：

(1) 外观。隔板表面平整、颜色均匀一致，无裂纹、穿孔、缺角分层等缺陷；贮存期一年。

(2) 物理化学性能。见表 2-34。

表 2-34 PVC 隔板物化性能

序号	项 目	极 限 值	
		基底厚 /mm	极限值
1	电阻 / $\Omega \cdot \text{dm}^2$	$\leq 0.3$	$\leq 0.0015$
		$> 0.3 \sim 0.50$	$\leq 0.0025$
		$> 0.5$	$\leq 0.0030$
2	拉伸强度 /MPa	$\geq 5.0$	
3	最大孔径 / $\mu\text{m}$	$\leq 25$	
4	孔率 (%)	$\geq 38$	
5	润湿性 /s	$\leq 5.0$	
6	浸酸失重 (%)	$\leq 2.0$	
7	发泡性	气泡 (沫) 不能完全覆盖硫酸溶液液面	
8	还原高锰酸钾物质 / (ml/g)	$\leq 15$	
9	铁含量 (%)	$\leq 0.04$	
10	氯含量 (%)	$\leq 0.003$	
11	水含量 (%)	$\leq 1.0$	

106. 什么是超细纤维隔板，按什么质量标准选购隔板？

超细玻璃纤维 (AGM) 隔板的孔率高，电阻小，纤维直径  $1 \sim 3\mu\text{m}$ ，或无规则的网状结构。它有很强的吸水性，几乎能将电池极板反应所需的酸量吸附在纤维中。按 JB/T 7630.1—1998 标准规定，其物理化学性能见表 2-35。

表 2-35 超细玻璃纤维物化性能

序号	项 目	极 限 值		
		片型袋式隔板 /MPa	毡型隔板	
1	拉伸强度	$\geq 3.00$	总厚 /mm	kN/m
			$\leq 0.30$	$\geq 0.15$
			$> 0.3 \sim 0.5$	$\geq 0.20$
			$> 0.5 \sim 0.7$	$\geq 0.30$
			$> 0.7 \sim 1.0$	$\geq 0.40$
			$> 1.0 \sim 1.5$	$\geq 0.60$
			$> 1.5 \sim 2.5$	$\geq 0.80$
		$> 2.5$	$\geq 0.90$	

(续)

序号	项 目	极 限 值			
		片型袋式隔板 /MPa		毡型隔板	
		普通型 <sup>①</sup>	复合型 <sup>②</sup>	总厚 /mm	极限值 <sup>③</sup>
2	电阻 / $\Omega \cdot \text{dm}^2$	$\leq 0.0010$	$\leq 0.0015$	$\leq 1.00$ $> 1.00 \sim 2.00$ $> 2.00$	$\leq 0.00050$ $\leq 0.00055$ $\leq 0.00060$
3	最大孔径 / $\mu\text{m}$	$\leq 30$		$\leq 22$	
4	孔率 (%)	$\geq 85$		$\geq 90$	
5	润湿性 /s	$\leq 5.0$		—	
6	容量 /( $\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{mm}$ )	—		$\leq 22$	
7	毛细吸酸高度 /( $\text{mm}/5\text{min}$ )	—		$\geq 75$	
	/( $\text{mm}/24\text{h}$ )	—		$\geq 620$	
8	还原高锰酸钾物质 /( $\text{ml}/\text{g}$ )	$\leq 15$		$\leq 5$	
9	浸酸失重 (%)	$\leq 4.0$		$\leq 3.0$	
10	铁含量 (%)	$\leq 0.008$		0.005	
11	氯含量 (%)	$\leq 0.003$			
12	水含量 (%)	$\leq 1.0$			
13	发泡性	气泡(沫)不能完全覆盖硫酸溶液液面			

① 普通型隔板是指外层未附有粗玻璃纤维的隔板。

② 复合型隔板是指外层附有粗玻璃纤维的隔板。

③ 此电阻极限值对应的隔板总厚度大于 2.0mm。

### 107. 什么是聚乙烯袋式隔板？

聚乙烯 (PE) 隔板是由聚乙烯  $\text{SiO}_2$  与溶剂制作的。方法是：将超高分子量的聚乙烯与一定粒度的  $\text{SiO}_2$  与三氯乙烯和环己烷混合，溶剂混合后，再经辊压成型、蒸去溶剂、干燥，再覆玻璃纤维膜，分绕成卷。PE 隔板的抗氧性、纯度、延伸率、强度较好。起动蓄电池采用 PE 隔板，对高倍率放电、冷起动能力、比能量、使用寿命等方面均有提高，适用于免维护蓄电池。

### 108. 微孔聚乙烯隔板的物理化学性能有哪些内容？

隔板形式包括平板形、筋条形、压槽形复合形的袋形。按 JB/T 7630.5—1998 标准进行考核。外观要求：隔板表面平整，颜色均匀一致、无裂纹、穿孔等缺陷，但成卷的隔板允许存在 15 处以下的上述缺陷。其物理化学性能见表 2-36。

表 2-36 微孔聚乙烯隔板物理化学性能

序号	项 目	极 限 值	
		基底厚/mm	极限值
1	电阻/ $\Omega \cdot \text{dm}^2$	$\leq 0.30$	$\leq 0.0010$
		$> 0.30 \sim 0.45$	$\leq 0.0025$
		$> 0.45 \sim 0.60$	$\leq 0.0035$
		$> 0.60$	$\leq 0.0045$
2	横向伸长率 (%)	$\geq 300$ (起动型)	$\geq 200$ (工业型)
3	最大孔径/ $\mu\text{m}$	$\leq 1.0$	
4	孔率 (%)	$\geq 55$	
5	润湿性/s	$\leq 30$ (起动型)	$\leq 45$ (工业型)
6	浸酸失重 (%)	$\leq 4.0$	
7	尺寸稳定性 (%)	$\leq 1.0$	
8	还原高锰酸钾物质/(ml/g)	$\leq 1.0$	
9	铁含量 (%)	$\leq 0.010$	
10	氯含量 (%)	$\leq 0.030$	
11	水含量 (%)	$\leq 4.0$	
12	油含量 (%)	$\leq 13$ (起动型)	$\leq 18$ (工业型)

### 109. 什么是聚丙烯袋式隔板？

聚丙烯 (PP) 有良好的化学稳定性，用来作蓄电池隔板，在酸液介质中有很强的抗氧化性。其制造方法是在聚丙烯原料中加入抗氧化剂，经高压熔喷成超细纤维，制成无纺胚料，再经必要的化学处理，即可按尺寸要求制成袋式隔板。聚丙烯袋式隔板质地柔软、耐折性好。套装在正极板上，效果比较好。但制造工艺比较严格。否则，隔板使用效果不及橡胶等其他隔板。

隔板形式分片形 (包括平板形、筋条形、槽形、复合形) 和袋形。起动型片形聚丙烯隔板标记为 Q—PJBG，汉语拼音字母含义是 Q—起 (动)、P—片 (形)、JB—聚丙、G—隔。

### 110. 熔喷聚丙烯隔板的物理化学性能有哪些内容？

熔喷聚丙烯隔板质量是按 JB/T 7630.4—1998 标准进行考核。隔板外观：表面平整，颜色均匀一致，无裂纹穿孔等缺陷。其物理化学性能见表 2-37。贮存期一年。

表 2-37 聚丙烯隔板物理化学性能

序号	项 目	极 限 值	
		基底厚/mm	极限值
1	电阻/ $\Omega \cdot \text{dm}^2$	$\leq 0.50$	$\leq 0.0010$
		$> 0.50 \sim 0.80$	$\leq 0.0015$
		$> 0.80$	$\leq 0.0020$
2	拉伸强度/MPa	$\geq 3.0$	
3	最大孔径/ $\mu\text{m}$	$\leq 36$	
4	孔率 (%)	$\geq 65$	
5	润湿性/s	$\leq 5.0$	
6	浸酸失重 (%)	$\leq 1.0$	
7	发泡性	气泡(沫)不能完全覆盖硫酸液液面	
8	尺寸稳定性 (%)	$\leq 1.0$	
9	还原高锰酸钾物质/ml/g	$\leq 15$	
10	铁含量 (%)	$\leq 0.004$	
11	氯含量 (%)	$\leq 0.003$	
12	水含量 (%)	$\leq 1.0$	
13	分层	无分层间隙	

### 111. 什么是 10G 隔板，其物理化学性能怎样？

10G 隔板是由超细玻璃纤维制作的。电阻比 AGM 超细纤维略大，强度比 AGM 大耐腐和击穿强度高。表 2-38 列出了 10G 隔板、AGM 隔板、复合隔板三种材质隔板的物理化学性能。

表 2-38 三种隔板物理化学性能比较

序号	项目名称	单位	10G 隔板	AGM 隔板	复合隔板
1	定量	$\text{g}/\text{m}^2$		80 ~ 320(可调)	
2	厚度	mm	1.0 ~ 3.2(可调)	0.5 ~ 3.0(可调)	0.8 ~ 1.4
3	抗张强度	kN/m	$\geq 1.6$ (不带筋条)	$\geq 0.4$	$\geq 4.7$
4	电阻	$\Omega$	$\leq 0.001$	$\leq 0.0005$	$\leq 0.001$
	1.0 ~ 2.3mm		$\leq 0.017$		
	2.4 ~ 2.8mm		$\leq 0.021$		
	2.9 ~ 3.2mm				
5	孔率	%	$\geq 85$	$\geq 90$	$\geq 85$

(续)

序号	项目名称	单位	10G隔板	AGM隔板	复合隔板
6	孔径	$\mu\text{m}$	$\leq 35$	$\leq 22$	$\leq 30$
7	干击穿强度	g	$\geq 250$		$\geq 450$
8	腐蚀击穿强度	g	$\geq 200$		$\geq 400$
9	酸失重	%	$\leq 4$ (萃取法)	$\leq 3.0$	$\leq 4$
10	毛细吸酸高度	mm/5min		$\geq 80$	
		mm/24h		$\geq 620$	
11	抗分层		无损伤		无损伤
12	润湿性	s	$\leq 4$		$\leq 4$
13	水分	%	$\leq 1$	$\leq 1$	$\leq 1$
14	铁含量	%	$\leq 0.008$	$\leq 0.005$	$\leq 0.008$
15	氯含量	%	$\leq 0.003$	$\leq 0.003$	$\leq 0.003$
16	还原高锰酸钾物	mL/g	$\leq 15$	$\leq 5$	$\leq 15$

### 112. 什么是玻璃纤维固化管，有哪些技术要求？

固化管是用中碱玻璃纤维编制而成的。纤维直径  $8\mu\text{m}$ ，合股后以人字交叉进行编制。固化管有强度高、化学稳定性强的特点，按 JB/T 9654—1999《玻璃纤维固化管技术要求》标准规定，中碱玻璃纤维的化学成分见表 2-39；物理机械性能见表 2-40。

表 2-39 玻璃纤维化学成分

名称	成分					
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O
中碱玻璃纤维	$\geq 65$	7~8	$\leq 0.4$	8~9.5	2~4.1	10~13

表 2-40 固化管物理机械性能

序号	项目名称	指标	序号	项目名称	指标
1	直流比电阻/( $\Omega \cdot \text{dm}^2 / \text{mm}$ )	$\leq 0.006$	3	孔率(%)	$\geq 35$
2	拉裂强度/(N/cm)	$\geq 120$	4	邵尔 A 型硬度	$\geq 70$

## 113. 玻璃纤维固化管的外观质量有哪些要求？

编织式玻璃纤维固化管的外观质量是按 JB/T 9654—1999《玻璃纤维固化管技术要求》标准执行的。外观质量要求见表 2-41。

表 2-41 固化管外观质量要求

序号	外观质量	检查要求
1	管壁穿孔及损伤，内壁有乱丝	不允许
2	缺径断径多于 2 根、松径、松纬、缺纬断纬	不允许
3	编织不均匀，松紧不一，扭曲、折皱	不允许
4	管径蘸粗细不一致	不允许
5	管径圆度不大于 0.5mm	允许
6	固化管两端斜度不大于 0.5mm	允许
7	固化管两端散头	不允许
8	固化管蘸头标记不低于 3mm，不大于 6mm	允许

此外，固化管的尺寸极限偏差要求是：

- (1) 尺寸  $\pm 1\text{mm}$ 。
- (2) 外径  $\pm 0.1\text{mm}$ 。

固化管的弯曲度偏差要求是：

- (1) 管长  $< 200\text{mm}$ ，偏差 1.0mm。
- (2) 管长 201 ~ 300mm，偏差 1.5mm。
- (3) 管长 301 ~ 400mm，偏差 2.0mm。
- (4) 管长大于 4mm，偏差 2.5mm。

### 三、使用保养

#### 114. 选用汽车起动用蓄电池应注意些什么？

起动用铅酸蓄电池通常是汽车、摩托车等车辆的必备电源。按车辆型号配用不同容量的蓄电池是正常使用的保证。轻型车起动机电流值比较小，一般在 200A 以下，重型车起动机电流值在 600A 以上。不同功率车辆的起动机电流值，悬殊颇大，要选用与车型相匹配的蓄电池。生产厂家对蓄电池规格型号、基本尺寸、电气性能等参数在说明书上已列出，可参照选型。一般说大尺寸型号蓄电池容量大，小尺寸型号蓄电池容量小。如果容量选小了，起动机电流过大，过载使用，蓄电池承受不了，会影响使用寿命。如果容量选大了，起动机效果虽好，也会出现车上发电机对蓄电池充电不足，长此下去，会导致蓄电池硫酸盐化，早期损坏。因此，驾驶人员要按照自己所驾车的具体情况选型，或参照原车所配备蓄电池的型号规格作为选型的依据。

在高寒地区使用的汽车，可选用额定容量略大一点的蓄电池。因处在  $-20^{\circ}\text{C}$  的气温条件下，对起动机效率是很有影响的，要比常温下蓄电池起动机成功率降低  $2/3$ 。但请注意，选用大容量蓄电池会出现充电不足的现象。因此，要定期给蓄电池补充电或均衡充电。

#### 115. 浓硫酸的物理化学性质有哪些？

纯净的浓硫酸是无色的油状液体，含量 98.3%，密度为  $1.830\text{g}/\text{cm}^3$  ( $15^{\circ}\text{C}$ )，熔点为  $10.49^{\circ}\text{C}$ ，沸点为  $338^{\circ}\text{C}$ ，加热到  $340^{\circ}\text{C}$  分解成三氧化硫和水，溶解时放出大量的热。1 摩尔量硫酸是 98g。硫酸被水稀释后能放出 23.54kcal 的热量。含有杂质的浓硫酸呈黄棕色。浓硫酸电阻较高，比普通稀硫酸电解液高出 6 倍。

浓硫酸的特性：

(1) 吸水性。浓硫酸有很强的吸水性，能吸收空气中水分，使密度降低。

(2) 脱水性。浓硫酸有很强的腐蚀性，能使纸张、木材、衣服、皮肤等物质中的氢、氧元素，按水的组成比例脱去，使它们炭化。

(3) 氧化性。浓硫酸遇铁能使铁的表面生成一层氧化膜，此层氧化膜隔绝铁与浓硫酸的继续接触而防止进一步氧化腐蚀。

116. 为什么说准确地掌握电解液密度是判断蓄电池存电状态的重要依据？

在使用过程中，蓄电池电解液密度高低是作为分析电池实际容量的重要依据。电解液密度随蓄电池充电程度升高而上升，随放电程度增加而降低。因为蓄电池充电，极板上的硫酸铅分解，电解液中硫酸含量增加，密度升高；蓄电池放电，两极板上的活性物质生成硫酸铅，电解液中硫酸含量减少，密度降低。从图 3-1 可以看出，电解液密度与电池容量关系是直线变化的。从斜线中看出，不论是充电或放电，电解液密度随时都在变化，它是衡量电池荷电状态的标志。测试证明，电解液密度每下降  $0.01\text{g}/\text{cm}^3$ ，蓄电池耗电约 5%。起动蓄电池是这样判断，其他凡是富液式蓄电池，也都存在这样一个规律。

117. 为什么要定期向电池内补充纯水？

汽车起动用铅酸蓄电池在运行中，温升高，充放电频繁过充过放电现象时有发生，所以电解液中水分消耗大。因此，要定期给予补充纯水，弥补水耗。驾驶人员要通过检查蓄电池液面，确定是否需要补充水。普通蓄电池每月应补水一次，其他各型蓄电池要视耗水情况，定期给予补充纯水。对暂不使用的电池，可延缓数月给予补水。凡给蓄电池补水后，需作必要的补充电。如果有的蓄电池出现液面下降较快，补水频繁，要检查车上的调节器限额电压调得是否过高。过高会出现过充电，水分解消耗大、蒸发快，应通过调整限额电压解决。如有个别电池下降快，要检查是否产生微短路。此外，还要看电池槽有无裂痕，电解液是否渗

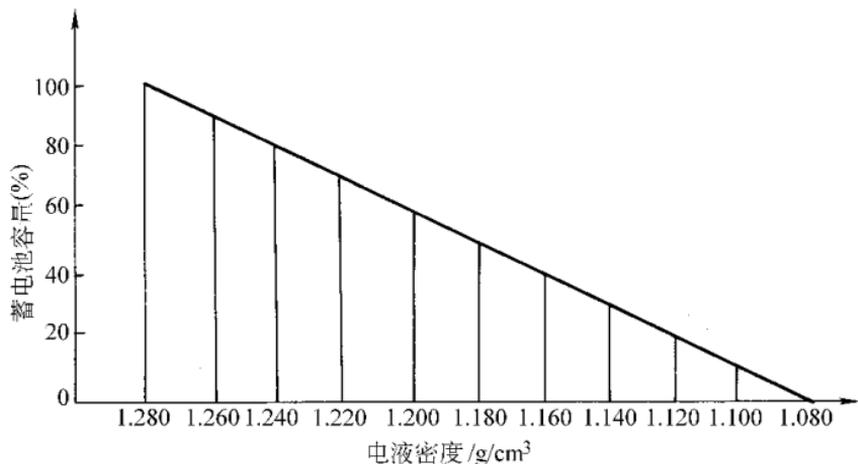


图 3-1 电解液密度变化与蓄电池容量关系

漏，要按实情判断后再行处理。

蓄电池正常运行，只能补水，切不可加稀硫酸，更不能加浓硫酸。如果因蓄电池倾倒，损失了原有电解液时，方可补充电解液。要按原电解液密度予以补充。有时车辆发动不起来，认为存电不足，向蓄电池内加稀硫酸，结果会适得其反，缩短蓄电池使用寿命。在使用中，无论是充电，还是放电，电解液中硫酸含量是在内部消耗和再生，酸雾逸出量极少。电解液面下降只是水分减少，只需补充纯水就行了。如果蓄电池存电不足，发动不起车来，应卸下蓄电池进行检查和修理。

检查蓄电池液面高度的方法是用一根内径 3~5mm 有刻度的玻璃管子插入单格电池内探测。起动蓄电池液面高度规定是高出防护板 10~15mm。也可用清洁的竹木细棒探测，注意不要用金属棒测。

#### 118. 怎样按不同情况计算蓄电池电解液的配制量？

蓄电池电解液可按几种不同情况进行配制。一是按照盛液容器体积配制一定密度的电解液；二是按照电池需要电解液的密度和液量配制；三是按照需要电解液的密度对一定数量电解液向高或向低进行粗略的计算和调整。

(1) 第一种情况。一个盛液容器，通过计算知道它的容量，并确定为整数 1，实际配制打八五折，留有余量，以防配制量过满。例如：在一个容量 100L 的容器中（已打折），欲配制 15°C 密度为 1.210g/cm<sup>3</sup> 的电解液，计算需要多少浓硫酸和纯水。查本书附录 9 中，水、酸的体积比为 4.1870:1。

$$(4.1870 + 1):1 = 100: X$$

$$X = \frac{100}{5.1870} L = 19.27L \text{ (浓硫酸体积)}$$

$$100L - 19.27L = 80.73L \text{ (纯水的体积)}$$

(2) 第二种情况。给一批蓄电池灌注电解液，按电池所需电解液密度和液量进行配制。

例如：有 10 只 6—QA—120 蓄电池，按规定应加入密度为 1.280g/m<sup>3</sup> 的电解液，计算需配制电解液多少千克？

先从本书表 1-4 中查到一只蓄电池有液重为 46kg，无液重为 35kg，实际加液量为 46kg - 35kg = 11kg，共需液量 10 × 11kg = 110kg。

查附录 9 得知 15°C 时密度为 1.280g/cm<sup>3</sup>，电解液的硫酸含量是 36.8%，故共需浓硫酸量：110kg × 36.8% = 40.48kg

共需纯水量：110kg - 40.48kg = 69.52kg

(3) 第三种情况。用调整电解液密度的方法计算所需要密度的电解液量。

例如：现有电解液 100L，密度为 1.340g/cm<sup>3</sup>，欲调成密度为 1.260g/cm<sup>3</sup> 的电解液，应加入多少升纯水？

按密度差相比法计算，取经验公式：

$$V = \frac{1(S_1 - S_2)}{S_2 - S_0}$$

$$\text{代入：} V = \frac{100(1.340 - 1.260)}{1.260 - 1.000} \text{升} \approx 30.6 \text{升}$$

再如，有 100L 密度为 1.200g/cm<sup>3</sup> 的电解液，欲调整到密度为 1.280g/cm<sup>3</sup> 的电解液，需加入多少升浓硫酸？

按密度差相比法计算，取公式：

$$V = \frac{1(S_1 - S_2)}{S_3 - S_1}$$

代入： $V = \frac{100(1.280 - 1.200)}{1.840 - 1.280}$ 升 = 14.28 升

119. 怎样测量电解液密度，如何根据标准温度进行换算？

电解液密度通常用吸液管密度计测量。测量前，要先测出电解液温度，以备进行换算时修正。测量时，将吸液管插入蓄电池内，如图 3-2 所示，将电解液吸到玻璃管中，使浮子浮起，不要使浮子贴在管壁上，目视密度计与液面相平的刻度线，即是该电解液的密度，如图 3-3 所示。测量后，再按液温进行换算。电解液密度随温度升降而不同，密度在  $1.200 \sim 1.290\text{g/cm}^3$  范围内，每升、降  $1^\circ\text{C}$ ，密度增、减  $0.0007$ ，修正系数详见附录 10。如测得一只蓄电池电解液密度为  $1.275\text{g/cm}^3$ ，测量时温度为  $34^\circ\text{C}$ ，按附录 10 所列公式换算，得到电解液  $25^\circ\text{C}$  时的密度为

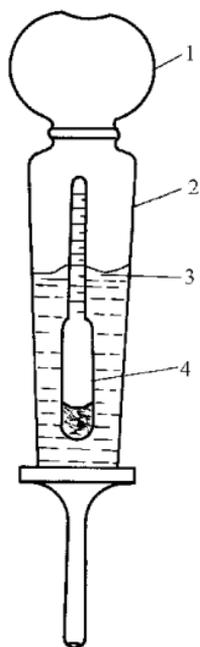


图 3-2 吸液管密度计  
1—橡胶球 2—玻璃管  
3—液面线 4—浮子密度计

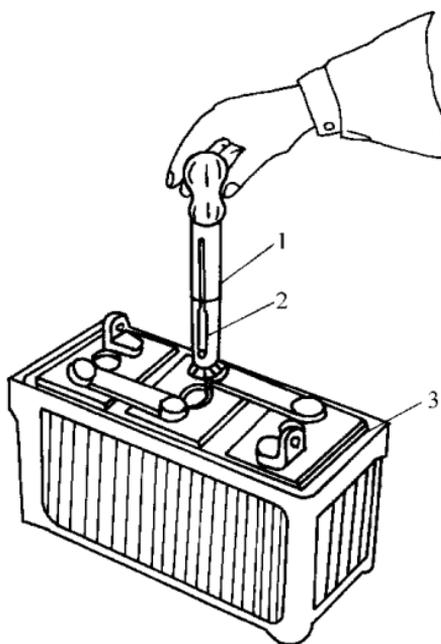


图 3-3 测量电解液密度  
1—吸液玻璃管 2—浮子密度计  
3—蓄电池

$$1.275\text{g}/\text{cm}^3 + (34 - 25) \times 0.0007\text{g}/\text{cm}^3 \approx 1.282\text{g}/\text{cm}^3$$

若测得密度时的温度为  $18^\circ\text{C}$ ，换算得到  $25^\circ\text{C}$  时的密度为

$$1.275\text{g}/\text{cm}^3 + (18 - 25) \times 0.0007\text{g}/\text{cm}^3 \approx 1.270\text{g}/\text{cm}^3$$

各类蓄电池电解液密度标准见表 3-1。

表 3-1 各类蓄电池电解液密度标准

电池用途	电池代号	电解液密度/(g/cm <sup>3</sup> )	标准
汽车、拖拉机起动系列	Q	1.280 ± 0.01 (25°C)	GB5008—1991
摩托车起动、照明系列	M	1.280 ± 0.01 (25°C)	JB1866—1984
邮电通信、电力起动系列	G	1.215 ± 0.005 (25°C)	GB13337—1991
蓄电池搬运车系列	D	1.280 ± 0.01 (25°C)	GB7403—1987
煤矿电机车系列	KT	1.280 ± 0.01 (25°C)	GB10978—1989
内燃机车起动系列	N	1.260 ± 0.005 (25°C)	GB7404—1987
铁路客车用系列	T	1.260 ± 0.005 (25°C)	GB13281—1991
航标照明系列	B	1.295 ± 0.005 (25°C)	JB1866—1984
邮电通信用阀控系列	MF	1.250 ± 0.01 (25°C)	无标准
矿灯照明系列	KSB	1.280 ± 0.01 (30°C)	

120. 蓄电池充电连接方法有几种，怎样进行连接？

铅酸蓄电池充电通常采用串联、并联、混联三种连接方法。

(1) 串联充电。在蓄电池型号规格相同、充电电流一致的条件下使用的一种充电连接方法。它是由电源正极，接第一只电池正极，第一只电池负极接第二只电池正极，依此类推。最后一只电池负极接充电机电源的负极。如图 3-4 所示。

(2) 并联充电。由充电机电源正极接多只蓄电池的正极，多只蓄电池负极接充电机电源的负极。如图 3-5 所示。此法是电池型号规格相同，充电电流一致的条件下，使用的一种连接方法。

(3) 混联充电（串并联）。充电时，把小容量蓄电池并联，再和较大容量蓄电池串联，如图 3-6 所示。这种充电方法，往往是在电池规格不同，充电设备受到一定限制的情况下，所采取的

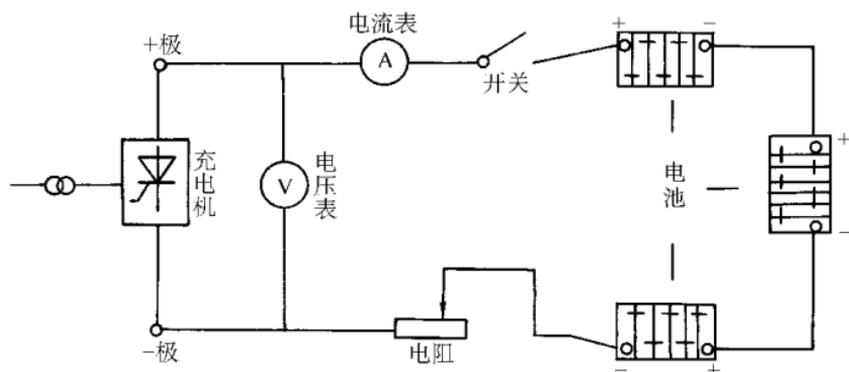


图 3-4 串联充电线路

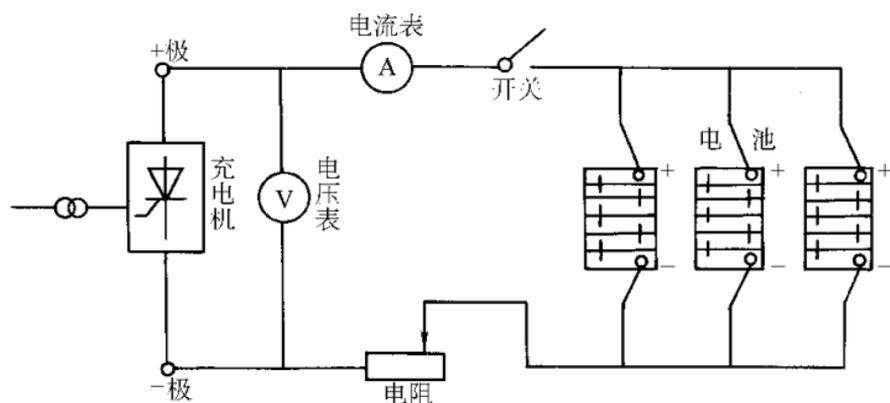


图 3-5 并联充电线路

一种充电方法。

### 121. 什么是恒流充电？

恒流充电是一种定电流充电法，自始至终对蓄电池用恒定电流值进行充电；除阀控密封（免维护）电池外，适合于起动及其他各类蓄电池。充电中单体电池端电压高达 2.70V，相对而言，充电时间较短，充电效率较高，能在短时间内把电池充足。此法充电的缺点是：蓄电池充电到后期，水分解加剧，析气量大，温升高，对极板活性物质冲击力大，会缩短蓄电池使用寿命。为了避免此种不利因素，通常采取分级定电流充电法，也叫做分阶段定流充电。即开始充电电流值较大，单体电池达到 2.40V 时，减

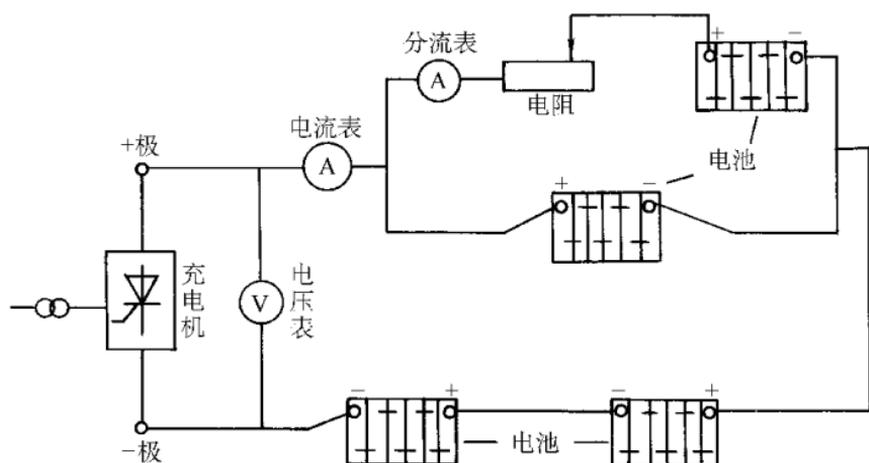


图 3-6 混联充电线路

半电流值，继续充电，直到充足。这样，在保证充足电的前提下，减少极板损坏。通常各型蓄电池都采用这种方法充电，如普通新蓄电池初充电，和深放电后的蓄电池充电。它对预防蓄电池硫酸盐化有一定效果。

### 122. 什么是恒压充电？

恒压充电是用恒定不变的电压值对蓄电池进行充电。通常单体蓄电池电压被选择在 2.40V 以下，固定通信蓄电池控制在 2.15 ~ 2.25V。如给一组数量为 24 只的通信电池进行恒压充电，一只按 2.25V，总电压为 54V（不包括线路压降）。充电开始电流值很大，随电池端电压上升，电流值逐渐下降。这种充电的电流值不时地进行变化，但充入电量不好计算，要从电解液密度上升情况进行判断。恒压充电的优点是：电池极化作用小，充电时间短，不会过充电；电池的析气量小，耗水少，有利于延长电池使用寿命。但存在一些缺点：因开始充电电流大，电解液温升高；充至后半期电流值变得很小，直至等于零，故充入电量约在 90% 左右，不能有效地给电池充足。

### 123. 什么是均衡充电？

均衡充电是一种对蓄电池治疗性的充电方法，一般普通起动

电池或工业电池在使用中经常处于充电不足或部分放电状态。因此，每隔 2 个月，对可能出现的极板硫酸盐化，通过均衡充电予以消除。在作均衡充电前，先行正常充电，待蓄电池端电压稳定后，改用小电流充 2h、停 1h，反复进行几次，直至蓄电池电解液充分地产生气泡，视为充好。这种充电方法不适宜免维护电池的充电。

均衡充电这个方法除个别电池采用外，已很少在蓄电池上施行。因为，此法是一种过充电法，虽对负极消除盐化有一定作用，但会加重正极板板栅氧化腐蚀。为了消除负极可能产生的硫酸盐化，人们有时向电池中加入少量硫酸钠 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) 作消盐剂来预防硫酸盐化产生。加入钠盐的量须严加控制。

#### 124. 什么是胶体电解质，它是怎样制取的？

胶体电解质是由气相法通过气相硅由焙烧卤化硅，由  $\text{SiCl}_4$  水解而得。它是无定形的超细颗粒，极易形成单硅酸及其聚合物。形成触变性较好的硅酸，再与硫酸溶液混合制成胶体电解质。把胶体电解质灌入蓄电池中，使正、负极顺利地进行充电和放电。这种不流动的凝胶物质，称为胶体电解质。

为了使胶体电解质自身调整使其中的水量和胶的粘度恰到好处，需加入一定量的稳定剂——聚丙烯酰胺就成为不流动的胶体电解质。它被用于阀控式蓄电池，不论在电性能和电池使用寿命方面均比较理想。国内的制造方法是用纯水 100ml，KOH60g 混合，加热到  $80 \sim 100^\circ\text{C}$ ，加入白炭黑 160g，再加入添加剂稳定剂，有的稳定剂用硬脂酸铅代替，然后，均匀搅拌即成。

#### 125. 铅蓄电池在汽车、拖拉机上使用，须作哪些保养工作？

汽车、拖拉机用起动蓄电池分普通型和干荷电两种。普通型蓄电池，需进行初充电才能装车使用。一般干荷电蓄电池，加进一定密度的电解液，应急时待  $20 \sim 30\text{min}$ ，即可使用。使用中的保养工作是：

(1) 要检查电解液密度下降情况，确定是否给蓄电池作必要的补充电。同时，判断蓄电池的存电量。起动蓄电池电解液密度

每降  $0.02\text{g}/\text{cm}^3$ ，容量约减少 10%。譬如一只蓄电池电解液标准密度为  $1.280\text{g}/\text{cm}^3$ ，若实测密度是  $1.220\text{g}/\text{cm}^3$ ，说明蓄电池已消耗了 30% 的电量，还有 70% 的电量。

(2) 定期检查调节器调节电压是否符合标准。一般调节电压为  $13.8\sim 14.8\text{V}$  (12V 蓄电池)。车辆进行短途往返行驶，起动频次高，此时，调节器限额电压值应调得略高一点。长途行驶，起动次数很少，调节器限额电压可调得略低一些，避免过充电。免维护蓄电池调节电压可定在  $14.1\text{V}$ 。

(3) 蓄电池接线端子与线接头连接要牢固，以防起动电流大，熔化端子。为了防端子氧化腐蚀，要在紧固点上涂上一层凡士林。蓄电池安装要固定牢靠，下面要加防振垫子塑料泡沫，减轻蓄电池在车上颠簸振动，减少极板活性物质脱落。

(4) 使用中，电解液密度不可降得太低。严寒季节，密度低，易结冰。表 3-2 中列出不同硫酸溶液密度的不同冰点，供驾驶员人员参考。

表 3-2 稀硫酸冰点

密度 $/(g/\text{cm}^3)$ ( $15^\circ\text{C}$ )	冰点 $/^\circ\text{C}$	密度 $/(g/\text{cm}^3)$ ( $15^\circ\text{C}$ )	冰点 $/^\circ\text{C}$
1.000	0	1.350	- 49
1.050	- 3.3	1.400	- 36
1.100	- 7.7	1.450	- 29
1.150	- 15	1.500	- 29
1.200	- 27	1.550	- 38
1.250	- 52	1.700	- 14
1.300	- 70		

蓄电池在使用中，应根据气候变化调整电解液密度。严寒季节可将电解液密度调得略高一点，以提高电解液活度，利于起动。炎热季节可把电解液密度调得略低一点，以延缓蓄电池的极板腐蚀。一般可按电解液密度标准  $\pm 0.01\sim 0.02\text{g}/\text{cm}^3$  调整。

(5) 要定期检查蓄电池液面。普通型蓄电池水分蒸发较快，

如果液面下降到极板上边缘，要及时补充纯水。

(6) 所用的硫酸溶液和纯水要符合标准（参见附录 3.5 硫酸与水标准）。蓄电池用量大的单位，要具备简单的定性分析所需的药品和器皿，以便能自行分析控制。理化检验参见本书第八部分的理化分析。对所使用的电压表、电流表、密度计和温度计，要定期检查校正，以防测量失误。

(7) 蓄电池上的防酸雾帽、密封盖以及带各种气阀的免维护蓄电池，要排气畅通，不能堵塞。

#### 126. 怎样对普通式铅蓄电池进行初充电？

在接到新蓄电池后，先检查蓄电池型号和规格，查看厂家说明书，如是普通蓄电池要进行初充电。因为在普通电池活性物质中，无抗氧化剂，也不作抗氧化工艺处理和深透化成。它的正极板  $\text{PbO}_2$  和负极板  $\text{Pb}$  的有效成分比较低。通过初充电，可提高有效成分含量，保证蓄电池正常工作。普通型蓄电池的初充电方法，在生产厂家的说明书中，都有明确规定。初充电的方法步骤如下：

(1) 检查和测量校正所用电压表、电流表，检查电解液是否符合蓄电池用酸标准；配备必要的防护用品、器皿；充电中，保持电池必要的降温条件。

(2) 将配好的电解液冷却到  $35^\circ\text{C}$  以下。加酸前，先清理新电池表面灰尘，拧下注液盖，把符合密度、温度要求的电解液注入电池，液面高出防护板  $10 \sim 15\text{mm}$ 。新蓄电池注液密度要比规定低  $0.02\text{g}/\text{cm}^3$ 。因为蓄电池充电时水分蒸发，密度上升，同时极板中还有少量硫酸铅分解，会促使密度上升。给蓄电池注液后，要清理和擦洗电池面上残存的酸液。充电前要检查极性连接，使电池极性和充电机极性并联连接。蓄电池池温要低于  $35^\circ\text{C}$ 。如温度过高，应待温度下降或采取降温措施后，再行充电。

(3) 初充电分两个阶段电流值进行。第一阶段的电流值是蓄电池额定容量的  $1/20$ ，待电池充到单格端电压  $2.40\text{V}$  时，改为

第二阶段充电。第二阶段电流值是第一阶段的一半。两个阶段充入电量是蓄电池额定容量的 4~5 倍，有时要根据电池的具体情况设定充电量。

充电中，要定时测量电池端电压及电解液温度、密度的变化，作好记录，以分析判断可能出现的问题及处理办法。预知温升会超过  $45^{\circ}\text{C}$ ，应作好水浴降温工作。对液面下降的电池要补充纯水。

(4) 判断蓄电池是否充足电的主要标志，一是充入电量已达到预定值；二是电解液中气泡析出明显；三是端电压和电解液密度已长时间保持稳定。对电解液密度超过或低于规定值的要按标准温度换算。停充前，用纯水或酸液进行调整。最后，调整好液面高度，断开电源，清除电池表面酸迹，投入使用。

电池充电过程中，操作者，应配戴护镜、护服等防酸护品。

#### 127. 干荷电蓄电池为什么不需要初充电？

干荷电新电池不带液，经过抗氧化工艺处理，极板有效成分达到或接近正常电池荷电状态（正极板  $\text{PbO}_2$  含量在 80% 以上；负极板铅含量在 90% 以上）。在给电池注入规定密度的电解液后，即可使用，一般不需要进行初充电。但是，有的电池如果干荷效果不良时，可对电池作必要的补充电。

#### 128. 怎样使用干荷电蓄电池？

干荷电新蓄电池的使用方法是：清理蓄电池表面灰尘，旋下注液盖，揭去盖子上的密封胶纸（布），灌注符合标准的电解液，加酸温度和液面高度与普通蓄电池一样。蓄电池注液 20min 后测量电解液密度，落差不大于  $0.025\text{g}/\text{cm}^3$ ，就是说灌入密度  $1.280\text{g}/\text{cm}^3$  的电解液后，密度不低于  $1.255\text{g}/\text{cm}^3$ ，温度上升  $<8^{\circ}\text{C}$ ，即可投入使用。如果蓄电池不是应急使用，不妨进行补充电。充电电流按正常充电电流值充 4h，时间或长或短，视电池电压和电解液密度稳定情况而定。

对放置时间较长的干荷电蓄电池，补充电时间要延长。超期搁置后的干荷电蓄电池，需按一般初充电池的规范进行。

### 129. 什么是电池的荷电贮存性能？

蓄电池的贮存性能是指电池经过一定期限的保存后，实际的荷电性能与保存前荷电性能相比的百分数，这是衡量蓄电池性能的重要质量指标之一。贮存性能包括干荷电贮存性能和湿荷电贮存性能。

干贮存性能是不带电解液的电池，经过 1~2 年的贮存期限之后，应能提供的荷电性能。超过期限，按普通电池处理。

湿贮存性能是充足电的蓄电池，经过一定贮存期限，其容量与贮存前容量相比的百分数。

$$C = C_a / C_b \times 100\%$$

式中  $C_a$ ——贮存后的实际容量；

$C_b$ ——贮存前的实际容量。

如：一只蓄电池贮存前实际容量为 105A·h，贮存后容为 95A·h，代入上式得

$$C = 95 / 105 \times 100\% \approx 90.5\%$$

国家标准规定，起动蓄电池充足后，放置 28 天，容量不少于 80%，对牵引车蓄电池，充足后放置 15 天，容量不少于 85%。

### 130. 蓄电池在什么情况下进行正常充电？

起动蓄电池出现下列情况时，采取正常充电：

- (1) 蓄电池发动不起车（打不起火）。
- (2) 蓄电池经过检修，极板在空气中放置时间较长，有轻微氧化。
- (3) 长期搁置达数月，又补充了大量纯水。
- (4) 长期处于小电流放电，为防硫酸盐化，应给予正常充电。

其他各型蓄电池要看电池存电情况，如果贮电量不足 50%，就要按正常充电法进行充电。

### 131. 什么是电池的正常充电？

对已放过电的蓄电池进行的补充充电，称为正常充电。起动

用（普通式）蓄电池正常充电是用  $0.10 \sim 0.15 C_{20} A$  电流值充电，如一只 6-QA-75 型蓄电池，其电流值为  $0.15 \times 75 A = 11.3 A$ 。充入电量是放电容量的  $1.10 \sim 1.15$  倍，视为充足，或者依蓄电池电解液密度达到规定值，稳定 2h，作为充足的标志。有时为了应急，采用高出数倍的大电流充电。然而，对免维护电池用如此大的充电电流是不利的。对深放电后的蓄电池，可用数倍大的电流充电，但必须控制电池单体端电压不应高于 2.40V。

### 132. 为什么蓄电池要分两个阶段充电？

铅酸蓄电池的初充电、正常充电，均采用分阶段方法实施。这是依照蓄电池接受电量的情况而设计的。蓄电池从开始充电到端电压是 2.40V 为第一阶段。这个阶段充电电流较大，是为了把放电后的产物—— $PbSO_4$  迅速有效地转化为  $PbO_2$  和  $Pb$ 。用较大电流克服  $PbSO_4$  的电阻，使其迅速分解。 $PbSO_4$  本身也能接受较大的电量，电化学极化电阻小。因此，用较大电流充电效果比较好。直到大约充入 75% 左右电量，电池端电压上升，此时改为第二阶段小电流充电。这时，极板上的硫酸铅大部已转化为有效物质，电化学极化电阻变大，一部分电能变成热能，减少充电电流就能减少电能消耗，减少水解副反应和氢、氧气体对极板物质的冲刷。

免维护蓄电池不采用分阶段法充电，而是用低电压恒压充电，副反应很小。

### 133. 新车配用的起动蓄电池有些什么检查内容？

对新车配用的蓄电池，主要检查容量和起动性能。此外，要检查外壳有无裂纹；封口电解液有无渗漏；蓄电池注液盖是否齐全；盖子通气孔是否畅通；蓄电池液面高度是否合乎要求等。

起动蓄电池的容量检查是将蓄电池充足电后，用 20 小时率电流值放电。放电后，以标准电解液温度  $25^\circ C$  换算后为准。放电中，用电压表测得单格电压到达 1.75V 时，或 12V 电池不低于 10.5V，即为容量终止时的合格电压。起动用蓄电池，按 GB5008.1—1991《起动电池技术要求和试验方法》检测容量，是

在前3次达到，定为合格，达不到，判为不合格（见本书第二部分）。有条件时，也可作起动机放电，进行检查。

蓄电池的容量检查方法，按使用炭片电阻、水溶液电阻、金属电阻均可，现场条件而定。如要精确地考核电池容量，需在专门检测蓄电池的中心（站）进行的。

134. 汽车上使用MF蓄电池应注意检查什么问题？

(1) 检查液面。从外壳透明度检查，如液面低于规定线，要补加纯水。

(2) 有检视栓子（电眼）的MF电池，检视到绿色，说明电解液符合标准，看到黑色小球时，说明电解液密度低于标准，应予充电。如看不到颜色，说明电解液量不足，应补加纯水。如出现电解液渗漏，应到维修点作处理。

(3) 在运行中应检查蓄电池连接件的牢固性，擦拭表面污迹，观察电解液是否充足，不应出现干涸。

135. 怎样提高汽车起动机（免维护）的技术性能，使其保持良好的使用状态？

从已知的资料分析可主要归纳为以下几点：

(1) 改进电池结构，使电池内贮液量增加，不留加水孔，使水耗降低，避免在使用其间电池早期出现干涸；电池如发生倒置，在短时间内电解液不外溢；重量比能量达到  $40\text{W}\cdot\text{h}/\text{kg}$  以上，借鉴国外先进标准以适应国内轿车发展趋势。

① 设电解液高度指示器，了解电池荷电状态。

② 电池两侧留有微小排气孔。

③ 设有电解液回流结构，气体排出有滤液器，遇外部明火不会引起燃爆。

④ 极板群是穿壁焊，采用PE袋式隔板包封极板，避免极板间短路。

⑤ 去掉板脚和槽内鞍角，极群上部留有较大空间（图3-7）。

(2) 采用新工艺、新材料：采用无铍合金，成型后，再行冲压，使板栅更具有耐腐蚀性；板栅为束射形状，以提高电性能；用

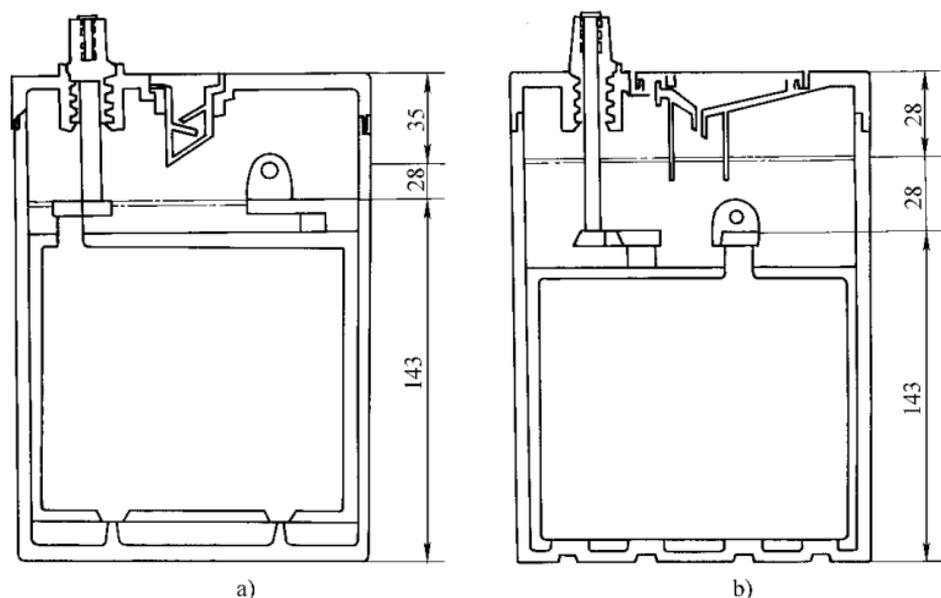


图 3-7 电池内加大贮液空间示意图

a) 加大前 b) 加大后

纯度较高的硫酸和纯水；使用高活性负极添加剂，以适应高倍率放电；用内化成工艺，提高成品电池的均衡性；采用高强度工程塑料，增强壳体抗冲击强度。采用以上措施后，作电池性能检测。结果见表 3-3。

表 3-3 起动电池性能检测情况

项 目	改进电池 6—QW—60	对比电池 55144
尺寸/mm	242 × 175 × 190	293 × 175 × 175
重量/kg	17.5	17.5
20 小时率容量/A·h	60	54
重量比能量/(W·h/kg)	41	37
体积比能量/(W·h/L)	89.5	72.2
结构	无液孔,不能补加水	有液孔,可补加水
水耗/(g/A·h)	1.4	2.96
低温起动性能, V30	9.8(280A)	9.1(265A)
TbV	231(280A)s	175(265A)s

136. 汽车起动电池的极柱端子有时难以确认极性怎么办？

新电池极柱端子标有“+”、“-”极性容易确认，但电池使用一段时间后，极柱极性标记模糊不好辨认。在无数字电压表的情况下，可用简便的办法辨认。

(1) 辨认极柱端子颜色，深棕色为“+”，铅灰色为“-”。

(2) 用两根金属导线接到极柱上，另两端插入盛有稀硫酸的容器中，观察到导线周围出现气泡多的为负极，气泡不明显的一端为正极。

(3) 通常靠近蓄电池标牌左上方为正极；右上方为负极。

(4) 有的电池极柱端子粗细不同，较粗的一端为正极，较细的一端为负极。

(5) 利用车上电流表进行辨认。用电流表上的导线，一端用手压在极柱上，另一端手持轻轻地向极柱划一划表针摆动是“+”向，说明极柱为正；反之为负。

137. 影响载货汽车（卡车）用蓄电池耐振性能的原因是什么，有什么改善措施？

对于卡车用蓄电池各国标准不一。GB（国标）是3g加速度，振动2h，与JIB日本标准相同。IEC（国际电工委员会标准）规定是5g加速度，振动8h。DIN（德国标准）规定是6g加速度，振动2h，另一种耐振卡车规定6g加速度，振动20h。

卡车载货量大，路面条件差，蓄电池要承受车体强大的机械冲击力，故需从外部和内部条件上采取改善措施。一是改善搁置电池处的车盘条件；二是电池自身承受条件。

(1) 在装电池的车盘上加弹性好的软橡胶防振垫，抵消一部分机械冲击力，用金属框架加在电池上口，四角用螺杆固定，使电池和车体处于一个振动线上，保持在动态下的相对稳定。

(2) 改善电池内部条件，用热熔胶胶连工艺，把专用品牌的胶体融化，用热熔枪均匀地喷到极群上，使正、负极群、隔板、垫板与电池槽粘接成一个整体，这样处理，对提高在重力加速度下的耐振性是很奏效的。

除此之外，改善蓄电池内部条件使蓄电池承受强大机械振动力，还可在极板耳处的设计位置和穿壁焊处位置定到合理点上，以有效地防止断裂。

(3) 加大极板耳和相连的两纵横大筋截面，从极耳处向板身辐射竖筋；压缩极群高度，加大上部贮液空间扩大极柱引出端子和极柱套管尺寸的配合面，扩大施焊面积等都将产生明显地耐振效果。

138. 汽车起动电池在安装时电流表指针指向相反怎么办？

在安装蓄电池时，如打开点火开关，电流表指针指向放电方向，说明安的正确，如电流表指向充电方向，说明蓄电池装反。为防止返工可先搭接一下，查看电流表方向是否相反，然后再正确安装。

为保证发电机充电时电流表指针指向“+”方向，应将电流表“-”接柱与蓄电池“+”极柱相连。但必须是负极搭铁的汽车。

139. 在拆装汽车起动电池时应注意什么？

安装交流发电机的车辆，在拆装电池时要注意防止烧坏发电机二极管，要先拆搭铁线，再拆火线，安装时要先装火线，后装搭铁线。

140. 汽车起动电池极柱与夹头接触不良拆卸困难时怎么办？

行驶中电池的极柱夹头接触不良，可取下夹头用刀具刮去油污，用砂布打磨一下，再装上夹紧，涂上一层凡士林或润滑脂即可。注意在固定时不要用力过猛，防止弄断。如有松动，可在夹头与间隙中塞入金属片紧固好。

当极柱夹头被硫酸锈蚀拆卸困难时，不可猛力撬动，防止折断。办法是：用热水冲洗一下夹头，使锈蚀物脱落，夹头膨胀变松，再用起子清除表面污物，轻轻撬动，即可拆下。

141. 对汽车起动蓄电池实行快速充电时，要注意些什么？

为应急需要，有时要给电池用大电流补充电，使其获得使用电量，进行补充电须注意以下事项：

(1) 先检查电解液密度，了解电池储电情况，当电量不足

80%时，用快速充电在短时间内充好，投入运行。如果储电量很少，应适当延长充电时间，符合电解液密度与电量的对应关系。

(2) 快速充电是给电池实行补充电的一种方法。新电池不宜用快速大电流充电。对具备干荷电条件的新电池可适当用较大电流作短时间补充电。

(3) 快速充电是用快速充电机完成，快速充电使用电流大小不一，一般可用电池本身额定容量的  $0.5CA$  电流值充电。大电流充电应注意不要出现电弧烧坏极柱端子的现象。

142. 汽车起动电池电解液中水分消耗快，可采取什么措施预防？

起动蓄电池电解液液面高度一般规定高出防护片  $10 \sim 15\text{mm}$ 。水分消耗情况与电池制造的初始状态有关，也与使用条件和环境温度高低有关，一般要通过检查电池液面情况进行判断，有的半月，或一月给电池补水一次，也有的  $2 \sim 3$  个月给电池补水一次。这要看电池的具体情况而定。如果电池内水分消耗较快，应作如下检查：

(1) 检查电池槽（多指硬橡胶槽）有无破裂渗漏，如有破裂渗漏，应及时到维修点进行处理。

(2) 检查充电电流是否过大，电流过大，水分解严重，水耗大，要及时调整调压器。

(3) 电池液面低，要及时补加纯水，不要补加硫酸液。

143. 怎样预防汽车起动蓄电池正极板活性物质脱落？

预防措施是：

(1) 避免电池碰撞和剧烈振动，轻取轻放，禁止敲打。

(2) 充电电流不宜过大，也不宜过充电，防止活性物质被氢氧气体冲刷脱落。

(3) 不过长时间使用起动机，防止大电流过量放电，使活性物质过度膨胀。

(4) 若电池内部产生半短路，造成电池温度升高，会使极板上物质出现泥浆化脱落。

(5) 电解液密度过高，也会导致极板上物质早期脱落。

144. 汽车起动蓄电池发生意外爆炸是什么原因，怎样预防？

电池爆炸是在极特殊的情况下发生的一种事故。引起爆炸的原因有以下可能。

电池液面明显降低，车在行驶中，产生剧烈振动，内部部件焊接处有脱落，出现明火，电池充电电流过大，产生大量氢氧气体，加上注液盖出气孔不畅通等；以上多种不利因素碰到一起，可能使电池发生意外爆炸。电池爆炸事故是可以预防的。只要上述一项不利因素不存在，爆炸就不会发生。

145. 怎样预防汽车起动蓄电池早期损坏？

按照平时蓄电池使用情况可从以下方面预防：

- (1) 每次使用起动机不超过 5s，每次间隔 15s 以上。
- (2) 一般不用碰火法和打起动机法检查电池存电程度。
- (3) 保持电池清洁，连接牢靠。
- (4) 液面高度在液面线划定的范围内。
- (5) 停车时及时关闭点火开关。
- (6) 充电电压调整适当，不过高或过低。
- (7) 拆装电池要稳，不使电池碰撞，不可用力击打电池部位。
- (8) 换季保养时，应调整电解液密度。

(9) 电池使用中，要每月给电池作一次补充电，每 3~6 个月检查一次容量状况，发现问题，及时处理。

146. 严冬季节蓄电池在汽车上应注意些什么事项？

按硫酸电解液密度不同，冰点不同的关系，汽车在严冬季节行驶运营要注意以下事项：

(1) 电池不能过放电，过放电会使电解液密度过低，易结冰，损坏电池。

(2) 补加纯水后应立即给电池补充电，使电解液上下均匀，预防结冰。

(3) 每次使用起动机不超过 5s 每次间隔时间不小于在 15s 以上。

(4) 蓄电池电解液密度规定在 25°C 时是 1.280g/cm<sup>3</sup> 是在充

足电状态下的要求。如果气泡在零下  $40^{\circ}\text{C}$  或以下可有意把电解液密度调到  $1.300 \sim 1.310\text{g}/\text{cm}^3$ ，这样即是在露天过夜，电池也不会结冰。

在零下  $30^{\circ}\text{C}$  地区，电解液密度掌握在  $1.280 \sim 1.290\text{g}/\text{cm}^3$ ，在零下  $20^{\circ}\text{C}$  地区电解液密度掌握在  $1.270\text{g}/\text{cm}^3$ ；在零度地区电解液密度可掌握在  $1.260\text{g}/\text{cm}^3$ 。在这些范围下的电解液不会出现结冰。驾驶人员可根据不同气温条件灵活掌握。

147. 汽车用蓄电池暂不使用时，怎样进行贮存？

(1) 电池在干态下贮存要避开阳光，不要被雨淋受潮，要在常温干燥下贮存。不要开启注液盖，保持良好的干封，不要靠近热源高温，也不要接触油类、脂类物质，为防灰尘，须遮盖。

(2) 电池带电解液贮存时，要充足电，加够电液，旋好注液盖，封住通气孔，放置在干燥处，每月对电池进行一次充电。存放时间不超过半年。对带排气阀的 MF 式电池，贮存环境和 (1) 相同。

(3) 液态式电池的贮存是将电池充足电，调好电解液密度，严密封好注液和排气孔。可作较长时间的封存。但是要规范封存，可参见本书关于湿荷电方法封存。

148. 摩托车用铅酸蓄电池在使用前应做好哪些准备工作？

新摩托车所随车配带的蓄电池多为干荷电电池，注入规定密度的电解液，放置 0.5h 后，即可装车使用。如配带普通型蓄电池，灌注电解液后，充电注意事项和充足电标志，与汽车用起动电池初充电相同。表 3-4 列出了的几种蓄电池基本参数，供选用时参考。

表 3-4 摩托车用蓄电池基本参数

蓄电池型号	额定容量 / (A·h)	端电压 /V	10 小时率 放电终止 电压 /V	最大外形尺寸 /mm		
				长	宽	高
3MA-4	4	6	5.25	70	85	95
3MA-8	8	6	5.25	130	170	93
3MA-12	12	6	5.25	118	90	150

(续)

蓄电池型号	额定容量 / (A·h)	端电压 /V	10 小时率 放电终止 电压/V	最大外形尺寸/mm		
				长	宽	高
6M-20	20	12	10.5	200	120	200
6MA-20	20	12	10.5	200	120	200
6M-30	30	12	10.5	200	120	210
6MA-30	30	12	10.5	200	120	210

149. 摩托车用蓄电池在使用中应注意哪些保养工作？

摩托车电池在行车 3000km 后应进行以下的检查保养：

- (1) 检查通气管是否畅通，并清除管内污物。
- (2) 检查顶盖与壳体是否密封，并清除表面污物。
- (3) 检查电解液密度如降到  $1.220\text{g}/\text{cm}^3$  以下时，应给予补充充电。
- (4) 电解液面下降到低于液面线时，应及时补加纯水。
- (5) 在冬季运行时，为防止电池结冰，应适当加大电解液密度，并使电池保持充足电状态。
- (6) 对长期不用的蓄电池，应充足电存放，每月给电池补充充电一次。

150. 摩托车用蓄电池极板出现严重硫酸盐化是什么原因，怎样预防？

已知道电池放电后正、负极板生成硫酸铅。如果是电池处于严重地过放电，极板上的物质就会生成难以恢复的硫酸铅。这种铅盐很硬，俗称硬化，也叫硫化。因此，蓄电池在频繁地起动放电后，当日应及时给电池充足电，使硫酸铅盐很快得到分解，这样就能有效地防止硬化。

151. 摩托车用蓄电池极板活性物质出现严重地脱落是什么原因，怎样预防？

蓄电池极板上的活性物质是由铅粉、硫酸、添加剂配制而成的膏状物，涂在极板上。这些物质的强度是有限的。电池在使用

中受颠簸振动，加上物质自身电量转换会逐渐变得疏松。当电池遇到碰撞、跌落、敲打等较大外力，就会加速物质脱落。此外，电池内部温度过高，也是导致脱落的原因。因此，为防止极板上物质脱落，要给电池加上防振措施，减轻颠簸，减少外力对电池的不利影响，以延缓活性物质脱落的时间，确保电池使用寿命。

152. 摩托车用蓄电池出现严重自放电是什么原因，怎样预防？

自放电是蓄电池固有的一种现象。但是自放电严重就是电池的故障特征。产生自放电的原因主要是电解液中含有害杂质，其中，铁是造成自放电的主要杂质。铁含量高，能使一只充足电的电池在不长时间放完。所以，要严格控制电解液中铁含量不超标，所使用的硫酸必须是蓄电池专用酸，不能使用一般工业硫酸，电解液中铁含量不应大于 0.002%。

153. 摩托车用蓄电池在严寒季节，气温低于零下 20°C 运行，应怎样注意防冻？

摩托车蓄电池在严寒低于 20°C 行驶，应注意预防电池电解液结冰，可注意以下两点：

(1) 将电池电解液密度调得高一些，可调在 1.290 ~ 1.300g/cm<sup>3</sup>。

(2) 要防止电池过放电，电解液密度过低，若降到 1.150g/cm<sup>3</sup> 时，此时气温在 - 15°C，就可能出现结冰。因此，一般应控制在不低于 1.220g/cm<sup>3</sup>。

154. 摩托车用蓄电池在使用中怎样保养？

注意检查电解液液面是否明显下降；普通型新电池一般使用半年之内检查一次液面高度，或者行车 3000km 作一次检查。方法是：从车上卸下蓄电池，补充去离子水（或蒸馏水），使液面保持在液面线之内。补水后要进行维护充电。装在车上的电池用外接充电器进行充电，充到电解液密度达到该电池说明书的规定值或不低于 1.260g/cm<sup>3</sup>。充电时，要断开蓄电池和车体上的一切连接，以免损坏整流器。严寒季节要注意蓄电池不要过放电，以

免电池内结冰，损坏外壳和极板。新电池每月要给予补充电一次，旧电池间隔时间要短一些。

155. 怎样掌握摩托车用蓄电池中电解液密度和液面高度，确定是否应予补水？

电池中电解液是通过离子传导把电能输出供给摩托车启动、照明的。因此，驾驶人员对电解液密度和液面高度，应做到心中有数。摩托车蓄电池电解液状态，大体分三种：一种是能流动的硫酸溶液；第二种是不流动溶液，属密闭式结构，电解液被隔板吸附；第三种是胶体电解质。三种状态，不论哪种，电解液是按  $1.260\text{g}/\text{cm}^3$  设定的，而且有足够的余量。

第一种电解液状态解直观地透过壳子液面线清楚地观察到液位。

第二、第三种看不到液面线，可通过电解液密度和电池端电压的关系，确定电解液密度。判断方法是，卸下接线端，电池在静态下，用数字电压表测量电池两端电压。按  $12\text{V}$ 、 $1.260\text{g}/\text{cm}^3$  密度的电解液确定，它的端电压应是  $12.66\text{V}$ ，参见附录 11 《电池端电压和电解液密度关系》。如测出的结果超出这个值，说明电解液密度偏高，应补充纯水、补水后应立即给电池充电，使上下均匀。首次行驶每 1000 公里检查一次。正常行驶每年检查 2~3 次。这样就能保持电解液密度在规定值，确保正常行驶。

156. 摩托车用充电器充电电压设定在多大范围是正常的，定得过高或过低对电池有什么损害？

给摩托车电池充电施加的充电电压，设定在  $13.8\sim 15\text{V}$  这个范围是正常的。有人实测，电池在用大电流放电，放出 70% 电量时，用  $13.8\sim 15\text{V}$  给一只  $12\text{V}$  电池充电 1h，可充入 90%~95% 的电量；充电 5h，可充入 120% 的电量。从实践的结果看，按此充电量，放电效果很好。因此，把充电器电压定在  $13.8\sim 15\text{V}$  为好。如果，充电器电压定得高于  $15\text{V}$ ，使充电电池温度升高、气体分解加剧，水分解加快，且正极板物质软化脱落的速率加大，板栅也会加重腐蚀，缩短电池使用寿命。

157. 小型 VRLAB 在使用中易产生哪些问题，通常是怎样解决的？

通过用户反馈，使用 VRLA 电池反映出的问题主要是：

(1) 短路问题。解剖发现，正、负极板上的物质挤压透过隔板形成短路。原因主要是极板上活性物质有毛刺，挤压而形成短路。解决的方法是使极板表面平整光洁；隔离物应保持一定厚度，超细玻棉厚度不小于 2mm。

(2) 电池的均衡一致性差。所谓均衡一致性是指活性，物质重量偏差不超过 5%；容量偏差不超过 3%；大电流放电时间不超过 0.5mm。VRLA 电池均衡一致性差是制造上的一个综合反应，涉及方方面面，需要采取综合措施解决。从工艺、工装、材料，操作者技术素质等各方面进行综合考虑。诸如，缩小半成品公差和工艺参数，严格控制铅粉氧化度、视密度、粗细度、铅膏视密度、涂填重量、极板化成的一致性、生极板固化的一致性、电池装配组焊质量、电池加酸的精确度等。此外，电池出厂前作充放电端电压一致性的筛选，都是行之有效地管理措施。

158. 提高电动自行车用蓄电池性能，在工艺制造上采取些什么措施？

(1) 优化极板设计。从板栅形体到合金选择上进行优化。正板栅合金采用低 Sb，加入 Sn、Se 等有益的金属元素；负板栅用 Ca、Al、Sn 和 Pb 配制四元合金都可提高耐腐性能，可使电池达到耗水少、不干涸、寿命长的目的。

(2) 控制铅粉氧化度，以 75% ~ 80% 的氧化度为宜。铅膏视密度偏差小，正极铅膏为 4.15 ~ 4.20，负极铅膏为 4.10 ~ 4.15；要控制极板的涂填量，正、负极板每安时不少于 14g 和 12g；负极添加剂加复合有机和无机膨胀剂，如腐植酸、木素、木素磺酸钠、炭黑、硫酸钡，优化添加量，以适应冬季气泡条件下电池有效输出容量。

(3) 控制正极板  $PbO_2$  在化成后的含量不低于 80%、要水洗到中性，用离心法甩干正极板上的水分。过量水分在正极板上带

留时间越短越好。正极应在  $50^{\circ}\text{C}$  条件下烘干，负极在热风气流中吹干，以此确保电池荷电性能。

159. 在确保电动自行车用蓄电池性能的基础上，在成品电池的结构上应注意些什么？

(1) 要严格控制成品电池带液出厂的加酸量，确保电池端电压的一致性；要全面作充电检查，发现电压不均衡的电池要剔出来，个别处理，经过筛选确保电池端电压的均衡一致性；正极板应用 PE 复合式隔板包封，预防电池早期短路。

(2) 一个单格的正、负极板片数要以是否能保证车的功率为准，极板不应太薄，以防影响电池使用寿命。要以  $0.5 \sim 1$  小时率车行爬坡放电为准；最大放电电流在  $15\text{A}$  为宜。

(3) 阀控式蓄电池的橡胶帽阀采用耐酸、耐老化的三元乙丙合成橡胶。

(4) 使用纯度高的硫酸作电解液，减少电池自放电，应控制铁杂质含量，以不大于  $0.002\%$  为宜。

(5) 采用优质粘合剂封口，使其粘合牢固，不串格。

160. 怎样进行电动自行车蓄电池的使用维护保养工作？

电动自行车车上装有  $12\text{V}12\text{A}\cdot\text{h}$  3 只蓄电池。蓄电池的维护保养工作主要可归纳为两点：首先，应仔细阅读厂家电池产品说明书，注意蓄电池的使用保养方法。例如，车行  $50 \sim 70\text{km}$  应立即给电池充电，使其尽快地恢复。充电是用恒压充电机，限流为  $3\text{A}$ ，充电  $4 \sim 4.5\text{h}$ ，如用恒流充电，电流为  $1.5\text{A}$ ，充电  $8\text{h}$ 。注意，不宜频繁地给蓄电池充电，一般待电池电量消耗到  $80\% \sim 85\%$  时，再给予充电，这对电池的使用寿命有利。车子行驶，不宜在原地频繁地起动，刹车。如遇上坡、逆风时，应用脚踏行驶到一定程度再起动力源，减少电池过分耗电。路面条件差、堵车，可暂用脚踏自行助力行驶。

经常注意蓄电池的蓄电情况，如有亏电现象，要先给蓄电池充足电；要注意检查充电器额定输入电压与电池电压要求是否一致。蓄电池可在车上充电，也可卸下在室内充电。充电到红灯转

为绿灯，表示已被充足。每一 ~ 二周时间给电池作一次保养充电，即充到绿灯亮时，再继续延长一定的充电时间。这将有利于消除蓄电池可能产生的硫酸盐化。

161. 在电动自行车上装有胶体 (Gel) 电解质蓄电池能提高行驶里程是什么原因？

用两台相同的电动自行车，一台车装超细玻棉 (AGM) 灌稀酸的蓄电池，一台车装 PE 复合隔板、灌胶体的蓄电池电解质，在电池相同的开路电压条件下，用 5C 大电流放电，放到端电压 10.5V 时，AGM 隔板的电动车最先到达终点，而 PE 灌胶 Gel 的车延长了若干秒钟到达终点。Gel 的车时速高达 32km，而 AGM 的车为 22km，行驶里程多 10km，其原因是 Gel 电池的含酸量比 AGM 的高出 20% ~ 30%，除此之外灌胶体的蓄电池贮液空间略大于灌硫酸的贮液空间，设计上作了相应调整。

162. 电动自行车用蓄电池灌胶体 (Gel) 电解质使用寿命长是什么原因？

从电动自行车电池灌注胶体电解质后的测试情况看，使用寿命优于 AGM (超细玻棉) 电池，有以下几个原因：

(1) Gel 电解液体积比 AGM 多 40% ~ 50%，贮液量相当于富液式蓄电池。它含酸量低，均一性好，热容大，消失能力强，不易出现热失控现象。Gel 电池自放电小，有较好地耐深放电能力和高循环使用寿命。也适宜于牵引车蓄电池。

(2) Gel 电池耗水少、充电接受能力强，端电压控制在 2.32 ~ 2.35V，可以充好，维护次数小，不因电池缺水，影响使用寿命。

(3) Gel 电池自放电小，深放电后，恢复能力好，能适宜于大电流深放电。

(4) Gel 电解液能预防负极板产生硫酸盐化，故负极硬化的可能性很小。

163. 怎样安装使用和维护电动自行车蓄电池？

(1) 电池组的安装。

①接到新电池后检查确认电池外观良好、无破损、裂纹、漏液和端子腐蚀现象。

②检查同组蓄电池的编组标示号是否相同，再将编识号填写在随整车出厂的蓄电池保修卡上。

③新电池出厂，在 2 个月内首次安装使用，可不进行补充电。超过 2 个月的蓄电池，安装前或安装后用配套的充电器，作补充电 4 ~ 6h。

④安装新电池要检查端子极性。一般端子标志色红色为正极，蓝色为负极。有的端子则打有“+”“-”极性号，以避免连接错误。

⑤更换新电池时，应选择开路电压及放电容量接近的蓄电池进行配组。若电池电压参差不齐，会影响电池容量的正常输出和整车性能。

## (2) 安装拆卸注意事项。

①不熟悉蓄电池使用方法的人员，不要进行安装和拆卸工作。

②安装和拆卸电池箱时，要先关闭电源，拔出钥匙。

③安装时，不要把金属工具搭在正、负电极上，卡线要与端子卡（焊）实，以免造成电池打火损坏、断路。

④要牢固地安好蓄电池，避免因行车颠簸，使电池长时间受损，甚至出现颠坏、漏液事故。

## (3) 充电方法及注意事项。

①使用专用配套的充电器进行充电。充电器应符合表 3-5 的充电参数条件。

表 3-5 电动自行车电池充电参数

充电类型 参数	最高充电 电压 /V	最大充电 电流 /A	最小转换 电流 /A	保护性充电 电压 /V
24V 充电器	29.6 ~ 29.9	2.5	0.2 ~ 0.25	27.7 ~ 27.8
36V 充电器	44.4 ~ 44.85	2.5	0.2 ~ 0.25	41.85 ~ 41.9

②确认充电电源处于断开状态下，连接蓄电池箱，插好充电插头？

③充电器正极接电池正极、负极接电池负极，防止接反。

④按照专用配套充电器规定的时间进行充电，时间 8 ~ 12h。

⑤夏日充电，如电池温度超过 40°C，应暂停充电，待温度下降后再充。冬季充电，先把电池从室外移入室内，保温一会后，再行充电，充入时间为 10 ~ 16h。

(4) 电池在使用中的维护。

当天行驶一定路程后，应给电池进行正常充电，不能待电池放电过甚后再给电池充电，这样对电池使用寿命不利。车子长期不骑行，应把电池卸下，到使用前进行补充电。电池应搁置在远离高温、燃气源及儿童接触不到的地方，在搁置期间，为防锈蚀，最好每月给电池补充电一次。电池接线端要涂凡士林保护。

164. 向电动自行车蓄电池充电怎样做到短时间内能将电池充足？

电动自行车蓄电池通常阀控式密封结构，用 VRLA 制造技术，质量比普通式优良。用车人反映充电时间较长，一般需充 6 ~ 8h。从跟踪检查看，一般电池放电深度在 40% ~ 90% 之间。这在充电时间上差别很大。要按照电池电量输出的具体情况确定其充电时间，如放电指示器上显示放电的深度已达到最大值，可采用如下充电方法：如按一只 12A·h 电池可用 0.8CA 充电 1h，电池端电压设 14.8V，改用 0.3CA 再充电 1h。最后用恒压按 13.5 ~ 13.8V 充 10 ~ 20min 结束。以上充电方法可节省充电时间许多。

165. 西部地区使用阀控式免维护蓄电池应作好哪些事前的保养工作？

为西部地区提供 VRLA 蓄电池组作储能电源，是借地区风力强、日照长的自然条件配制蓄电池组。通过能源转换把电能储备到蓄电池中，然后直接或通过逆变装置把电能输送到乡、镇、村

户。这项巨大的光明工程为蓄电池生产厂家提供很大的发展空间。它给 VRLA 蓄电池提出了更高的工作要求。蓄电池组应具备技术先进，使用可靠的产品。从电池生产厂家已投入的电池产品情况看，对安装保养提出了更严格的要求。电池组安装摆放以卧式为优，比立式和斜式摆放要好，它便于清洁维护保养，也易发现和 处理产品故障。在气候、交通诸多不利的条件下，作到一次安装成功，使不良品的发生率降到最低限度。如端子要紧固牢，部件涂油防锈，电池端电压均衡一致，优于国标，确保电池组安全正常运行，使用年限。

蓄电池组设置数量每个乡、镇配置 2~3 组、个别有 4 组。每组数量 110 只，蓄电池容量 800~1000A·h。电站功率 10~30kW，也有 40kW，这是按光伏系统或风/光互补系统提供的，也是依照乡、镇用电量配置的。

此外，安全防护要求电池组接地电阻应不小于  $0.1M\Omega$ ，电池组周边地面应设脚踏绝缘护垫，人工操作应配戴防护手套。

166. 胶体电解质用于阀控式蓄电池有哪些良好作用？

胶体电解质用于阀控式有以下几点良好的作用：

(1) 它的主要成分是  $SiO_2$  多孔网状结构，存在微小缝隙，能使正极产生的  $O_2$  顺利地迁移到负极，便于阴极吸受化合。据观察  $O_2$  循环和抑制  $H_2$  的效果同 AGM 贫液结构作用相近。

(2) 胶体阀控式蓄电池的内阻不是很大。具备良好的大电流放电性能。因为凝胶中的胶体离子迁移和扩散速度近于 AGM 式电池。

(3) 它所带的酸量相对较大。因此，其容量与 AGM 基本一致。

(4) 温度易扩散，不会升温，热失控的几率很小，也不会产生液相浓差分层。

167. 固定型阀控式蓄电池在浮充电中端电压不均是什么原因？

所谓浮充电电压不均是指电池组单只与单只电池的端电压参差

不齐，高低之差超过 50mV。国内通信电池标准规定  $E \leq 50\text{mV}$ ，英国 (BS) 标准和德国 (DIN) 标准规定： $E \pm 0.05^{0.1}$ ，我国现行标准严于国外同类产品标准。观察分析，认为造成浮充端电压差超标的原因：主要是负极电位不匀性造成的，而不均性的原因是由生产中的综合技术指标形成的。诸如：材料中有色金属杂质的影响：添加剂对负极活性物质吸附不一：氧对负极的去极化作用，使负极电位趋正；贫液态电池存在液相分布不均匀，引起浓差电位差。再如，工艺加工过程中的一致性差，这些都可能导致浮充电不均。

观察分析还认为：上述不利因素在新电池运行初始阶段较之明显，运行半年之后浮充电电压的参差趋于平缓，这说明电池组经使用一段时期后本身有一个自行调整的过程。

#### 168. 通信用固定型蓄电池在使用中有什么要求？

固定型蓄电池专为电话通信、发电厂开合高压开关、电力操纵以及体育场、宾馆、机关、会堂等照明应急之用。

电话进入家庭已很普及，各型规格固定电池需求量大，除 2000A·h、3000A·h 容量电池外，已有更大容量电池被通信部门采用，而且免维护式产品业已大量投入使用。

蓄电池组是与充电机和负载并联运行。在正常运行时，负荷经电池两端滤波后，成为纯直流电，进行联网使用，避免交流声干扰、失真。为了补偿电池组自放电消耗，充电电流有很少一部分加在电池组上，大部分供通信负载使用。电池组所接受的补偿电流为浮充电流。为控制浮充电流，避免过充电，通常用控制浮充电电压的办法控制浮充电流。单只电池浮充电电压在 2.16 ~ 2.18V，有的选定在 2.20 ~ 2.28V，电压波动很小，无关紧要。为了确保通信网的连续、可靠，设有两组电池交替运行或并联运行。一旦市电突停，电池组即作应急电源大功率进行放电，输入通信负载。此时，电池组最大放电率相当于 0.5 ~ 1 小时率。操作方法如图 3-8 所示。迅速断开开关 1，起动柴油发电机，合上开关 2、发电机以正常功率向通信负载和电池组并联供电。因

此，蓄电池组要具备大电流放电的可靠性和长期使用的稳定性。

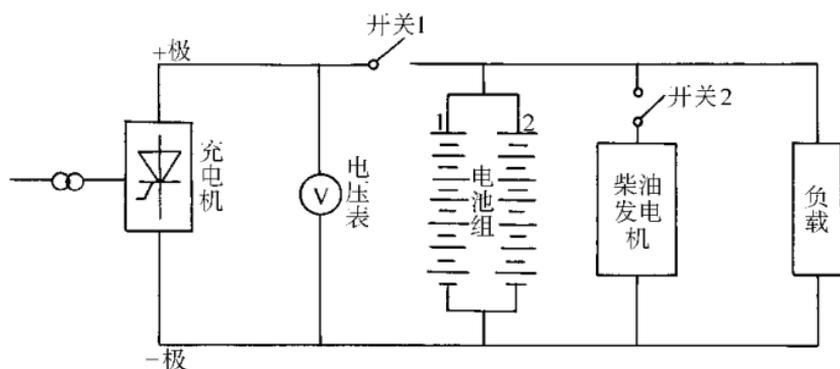


图 3-8 通信用蓄电池组运行

### 169. 固定型蓄电池在电力系统是怎样使用和保养的？

固定蓄电池在电厂和变电站的用途主要是用作系统控制、保护、自动装置、照明及汽轮发电机直流油泵等用电，在完全停电的情况下，保证应急供电。内容如下：

(1) 正常负荷。即在正常运行状态下，直流电源接入继电器、信号灯、照明、位置指示等装置。

(2) 事故负荷。在特殊情况下，发电机停运、整个电力停电。这时，直流电源——蓄电池，供照明、主机润滑、油泵、发电机氢冷密封及通信设备等用电。

(3) 冲击负荷。在断路器合闸时，蓄电池应输出最大电流。依照这个冲击负荷的最大电流，选用蓄电池型号、规格。

根据现场规范，选择蓄电池容量依据是电力系统停运期间，短时间内的最大冲击负荷——放电电流，要求蓄电池具备 0.5 小时率输出的最大电流。此种情况，是指电厂连接大企业独立供电系统。对于联网的发电厂，冲击负荷定为 1h，即在 1h 内处理完毕。因此，蓄电池应具备 1 小时率的最大放电电流值。

适应发电厂短时率放电的蓄电池，是从电池放电特性曲线确定的。接电厂电力工程的需要，设计 0.5 小时、1 小时率放电特性曲线，并通过试验，确定短时率最大电流值。

电厂固定电池的保养工作，内容是：

(1) 经常使电池组处于良好的荷电状态，每月给电池组进行一次补充电，用 10 小时率电流值补充电 3~4h。与此同时，向电池内补加一次纯水，补到液面上线。所用的酸和水要符合规定（见附录 7、附录 6 要求）。

(2) 记录电池组单只电池补充电的电压、温度、电解液密度，发现异常，要及时处理，或由制造厂家协助处理。

(3) 电池表面无酸迹，室内保持通风，充电期间室内无明火，排气阀帽保持完好，不要拆卸丢失。

(4) 使用免维护电池要检查充电中单体电池的端电压是否正常。

170. 固定型新蓄电池电解液的配制和初充电是怎样进行的？

(1) 电解液配制方法。

① 所用硫酸和水应符合本书附录 7、附录 6 的规定。

② 配制容器要耐酸、完好。备有温度计、密度计、量筒、搅拌棒和碱粉（中和用）。

③ 操作人员须穿戴好耐酸防护用品。

④ 先将纯水放入容器中，在搅拌的情况下，将浓硫酸分几次注入纯水中。注意酸和水混合时，释放的稀释热大，必须随时测试温度。如果不是将酸向水中加，而是颠倒了，稀释热一旦使水温超过水的沸点，水迅速汽化，发生喷溅，会伤人损物。配制任何密度的电解液都要按此法操作。

配制固定防酸式（GF）蓄电池用电解液密度为  $1.200\text{g}/\text{cm}^3$ （ $25^\circ\text{C}$ ），硫酸与水比例（重量比）为 1:2.42。

(2) 电池初充电方法：配制好的电解液待温度不高于  $35^\circ\text{C}$  时加入电池内，静置 2~3h，不超过 12h。充电按两个阶段，第 1 阶段充电到单格端电压普遍达到 2.40V 时，转入第 2 阶段。判断电池充足的标志，单体电池的电压升到 2.50V 以上，并稳定 2~3h 不变；电解液密度达到规定值，且稳定 4~6h 不变；极板上下较强烈地冒气泡。

### (3) 充电注意事项：

①记录蓄电池端电压、电解液温度和密度的变化。如果温升高，电压偏低，说明蓄电池内部有微短路，需处理后再充。

②充电中电解液温升不超过  $45^{\circ}\text{C}$ 。温升过高，要设法给电池降温或减少充电电流值。

③充电中室内要通风，室内无明火。

171. 怎样对通信用固定型蓄电池（富液式）进行正常充电和均衡充电？

固定通信用蓄电池组正常充电就是经过正常放电以后的充电。正常充电分为两个阶段，所充入的电量要看上次放电的  $\text{A}\cdot\text{h}$  量，一般充入电量是前次放电量的  $1.1 \sim 1.2$  倍。但在前 5 次应按 1.5 倍电量充。因为蓄电池初期极板上的一部分活性物质还没有得到充分的转化，过量的充电利于活性物质转化，对以后正常运行有益。蓄电池放电后应及时进行充电，一般不宜超过 24h。

电池组的均衡充电是对其电压、电解液密度、容量出现参差不齐时，使其均衡一致的一种充电方式。在出现下列情况时应进行均衡充电。

(1) 经常处于浮充状态下的电池组，长期得不到全充全放。

(2) 经过检修的电池或放置较长的电池。

(3) 放电时间较长而没有及时充电。

(4) 有特殊情况，电池组处于半放电状态时间已久。

(5) 对出现短路的个别电池经过处理后要单独进行均衡充电。

均衡充电法是在正常充电充足的条件下，静置 1h，再以第二阶段充电电流继续充电至电解液产生均匀气泡，停充 1h，如此重复 2~3 次，直至电池端电压、电解液密度保持 3h 不变，隔 1h 再行充电。此时如电解液立即产生大量气泡，即认为均衡充电结束。如果采用恒压充电，可在正常充电结束后，再继续充电 30~60h。此种充电法适合于普通式（富液）蓄电池，不适宜免维护型密封蓄电池。

172. 通信用固定型蓄电池灌胶体电解质后，应怎样注意维护？

正确地维护保养胶体电解质蓄电池，是确保电池性能，延长使用寿命的重要条件。应注意以下事项：

(1) 安装前检查电池电压是否正常，出现异常，应处理后再行安装，要清理极柱上的氧化层保持良好的连接。

(2) 灌胶后的新电池，存放时间超过 6 个月，应用 10 小时率或 20 小时率电流值补充电 7 ~ 8h。

(3) 恒流充电可用 10 小时率电流值充到 2.5V，再将电流减半，连续充入额定容量的 110%。

(4) 恒压充电时，可取单只电池端电压 2.33 ~ 2.35V。先用 1/10 或 1/20 小时率容量的电流充到端电压时，改为恒压充电，保持其端电压值，充 10 ~ 20h 至不变为止。

(5) 全浮充电。可取单体电池端电压 2.20 ~ 2.25V，充电机总电压可按单体电池端电压总和累计控制。

(6) 均衡充电。检查电池组个别电池端电压参差 50 ~ 100mV 时，应用均衡充电进行修正。均衡充电每隔 3 个月一次，如果端电压参差小于上列数值，可延长至 6 个月进行一次。

(7) 电池组投入运行后，为了检查电池容量是否符合生产厂家的规定，可每 1 ~ 2 年进行一次容量检查。方法是：将充足电的电池组用 10 小时率电流值进行放电，检查其中一只电池端电压到达 1.80V，记录所放电时间是否达到标称容量。对个别电池达不到的，应单独进行均衡充电。

173. 通信用固定型蓄电池在使用胶体电解质后应注意些什么？

胶体电解质和硫酸液电解质的状态不同，在使用中要注意以下事项：

(1) 使用前检查电池内是否缺水，根据缺水情况及时进行补充加水，加水至高出胶体液面 5 ~ 10mm，以防止胶体电解质缺水干裂。不要加水过多，以防充电中可能造成防酸塞和消氢帽堵

塞，电解液外溢。如认为有的电池无需加水时，也可不加。

(2) 在充足电后方可运行使用。储存中要防止将电池倒置，不要在电池上放置别种金属，以防产生短路。

(3) 充电中池温应不超过  $45^{\circ}\text{C}$ ，如超过时，要设法降温，或减少充电电流。

(4) 充放电过程中，部分胶体电解质变稀，出现裂缝，属正常现象，顶部出现少量液体，能起保护作用，不要吸出。

(5) 在使用中不能向电池中补加凝固剂和硫酸液，更不能加浓硫酸。

(6) 要保持防酸塞通气良好；定期清理防酸塞和滤气帽上的灰尘，如潮湿要烘干，有破损要更换。

(7) 使用催化塞的电池在充电时，端电压不超过  $2.4\text{V}$ ，防止氢氧气体化合产生高温。为防止产生不良后果，充电时，应取下消氢帽，以确保安全。

(8) 催化塞中的滤气片，如沾上灰尘，可用毛刷将灰尘清除。不要把催化塞浸入水中或电解液中，也不要倒置，以防浸湿催化剂，降低催化效果。

(9) 清洁电池外壳时，可用布蘸清水擦拭电池表面，必要时，可蘸  $10\% \text{Na}_2\text{CO}_3$  擦拭，不可用有机溶剂擦洗。

174. 怎样对 VRLA 蓄电池进行合理充电，减少失水，避免出现早期干涸？

VRLA 蓄电池是按氧循环原理设计的。电池是贫液状态。为防止产生干涸，有的在电池内部加大了极群上层空间，增加了储液量，延迟电池干涸时间。在充电方法上对没增储液量的蓄电池则采取充电-间歇-再充电-再间歇的办法，直至充好。这对减少电池失水，预防电池出现早期干涸是有利的。一般说，电池充电的端电压不超过  $2.40\text{V}$ ，电池水分解很小。此外，由于制造的差异，有的电池充电接受快，有的接受慢，对接受快的蓄电池用间歇法充电是合理的，对充电接受慢的电池，也会借此题上来，这样作既不过充电，又不欠充电是比较实际的。用间歇法充电也是

助于平衡蓄电池端电压参差不齐的一种办法。

在实际操作中把充电电流 (A), 按每只电池 2.40V 计, 设置点电压, 间歇时间等几项参数编好程序, 由电脑智能充电机完成, 此法已在一些部门实施, 效果较好。

175. 为什么说铅酸蓄电池在电力系统中有不可替代的作用?

所谓电力系统是指将发电、供电、用电联为一体, 把各发电厂通过输电线路和变电所互相联系起来加上用电设备构成的系统。该系统由发电机、主变压器、监视、测量、保护和直流设备等设备组成。直流设备的核心是蓄电池组。它与充电控制、直流网络构成直流系统。蓄电池组是一个独立系统。在正常情况下, 它为断路器提供合闸电源, 在发生故障时, 当发电厂变电所用电中断时, 为继电保护及自动装置、断路器跳闸与合闸、拖动机电设备的直流电动机、通信、事故照明提供电源。蓄电池组在电力系统中有不可替代的作用。蓄电池的故障率极小, 即使有故障也是在个别的电池中发生, 不会因此而波及整个系统。

20 世纪 90 年代随着 VRLA 电池发展, 阀控式蓄电池被电力系统采用, 逐渐取代富液防酸隔爆式蓄电池。据有关资料表明, 铅酸蓄电池不论是技术性或经济性, 是其他碱性电池所不能替代的。随着电池装机扩容, 国内电力总装机容量达到 3 千亿千瓦, 每年蓄电池需用量约 75~90 万 kVA·h。电力系统需要技术先进、性能可靠, 故障为零的蓄电池组, 会给产品品种多、质量优、性能可靠, 技术含量高的蓄电池制造厂家提供更大的发展空间。

176. VRLA 蓄电池用在电力系统, 有哪些功能?

VRLA 用在电力系统其功能有以下几个方面:

(1) 控制负荷。用于电气和热工的控制, 信号装置和继电保护, 自动装置等小容量负荷。控制负荷采用蓄电池组, 电压为 110V。

(2) 动力负荷。包括直流润滑油泵、氢密封油泵、断路器、电磁合闸机构、UPS、事故照明等大功率负荷, 采用专用电池组, 电压为 220V。

(3) 经常负荷和事故负荷。事故负荷是在交流电源消失后，在停电状态下，由直流电源供电的负荷。采用 220V 或 110V 的电池组电压。

(4) 冲击负荷。是指在短时间内施加的很大负荷电流，电池组电压应保持在 110V。

177. 电力系统各发电厂、变电所所需蓄电池组的数量是多少？

电力行业标准 DL/T5044—1995《火力发电厂、变电所直流系统设计技术规定》对蓄电池数有具体规定，对电池制造方面也有具体要求和规定。以下是发电厂、变电所规定装电池组数量。

(1) 发电厂。

① 机组在 3 台以上，总容量在 100MW 以上，需装 2 组电池。

② 容量 100 ~ 125MW 机组发电厂，每台机组可装 1 组电池，对采用主控室控制方式的 100 ~ 125MW 的电厂，可装 2 组电池。

③ 容量 220MW 的电厂，每台机组可装 2 组电池。

④ 容量为 300MW 的电厂，每台机组需装 3 组电池。

⑤ 容量为 600MW 的电厂，每台机组需装 3 组电池。

(2) 变电所。500kV 安装 2 组电池，220 ~ 300kV 变电所应设 1 组电池。

178. 牵引车用蓄电池充电前后应做哪些工作，不同的车型应配备什么规格的蓄电池？

接到新电池后，要清理外表灰尘，按照充电机负荷功率大小，将单体电池组合成电池组。按电池说明书规定密度配制电解液，酸与水比例按本书附录 9 重量比或体积比进行配制。按温度系数校正配好的电解液，以标准温度 30°C 换算，每升高 1°C 或降低 1°C 用增减 0.0007 进行修正。加液前取下注液盖，揭去盖上的密封层，液温在不超 35°C 时加入电池，液面应高出防护片 20mm，静置 2 ~ 4h，即可充电。充电前，如预知温度超过 45°C，要设法降温，温度过高对极板有损害，从注液到充电前搁置时间不宜超过 12h。在检查极性连接无误后，按电池说明书确

定初充电电流。充电中每 2h 测一次电压、电解液温度，每 4h 全部测一次电解液密度，作档案记录。

新电池初充电分两个阶段，第一阶段充到电池端电压 2.40V，转第二阶段。充电总量，按电池额定容量的 4~5 倍掌握。充电结束前，调整电解液密度和液面，使之达到规定值。初充电质量对电池以后的正常使用有影响，要力求达到均匀一致。初充电结束后，旋上注液盖，擦拭电池外表酸迹，投入使用。

正常充电，充入电量要看放电情况而定。蓄电池在前 5 次运行后的充入电量是按放出电量的 1.5 倍计数，以后的充入电量可按 1.1~1.2 倍量。不同车型应配备不同的蓄电池型号，见表 3-6、表 3-7。

表 3-6 搬运车与蓄电池匹配表

车型号 参 数	BD0.5	BD1	BD2	2DB	2DBA	2BC	DF2	DB3	2DT
载重量/kg	500	1000	2000	2000	2000	2000	2000	3000	2000
* 行驶速度/(km/h)	5	9	10	10	10	10	10	10	—
电动机功率/kW	0.8	1.6	4.5	3	3	3	3	6	
蓄电池型号	6Q-75	D-250	D-350	D-250	D-250	D-250	D-350	D-440	—
电压/V	48	24	48	40	40	40	48	48	—
车体总量/kg	440	920	1650	1400	1500	1450	1840	1750	540
外形尺寸(L×W× H)/mm	1900× 710× 1146	2660× 1000× 1090	3350× 1400× 1700	3120× 1250× 1180	3400× 1350× 1700	3700× 1350× 1700	3175× 1320× 1700	3475× 1400× 1780	3000× 1250× 1420

表 3-7 蓄电池叉车与蓄电池匹配表

车型号 参 数	CPD1B	CPD1.5B	CPD2B	CPD2.5	CPD3	CPD1.5C	CPD2C	COD1
额定起重量/kg	1000	1500	2000	2500	3000	1500	2000	1000
* 最大行驶速度 (km/h)	9	9	9	9	9	8	8	7

(续)

参 数 \ 车型号	CPD1B	CPD1.5B	CPD2B	CPD2.5	CPD3	CPD1.5C	CPD2C	COD1
蓄电池组型号	D-350	D-395	D-440	D-440	D-495	D-395	D-440	D-490
容量(5小时率)/A·h	350	395	440	440	495	395	440	490
行车电动机额定功率/kW	4.5	6	6	6	10	6.3	6.3	2.2
蓄电池组电压/V	48	48	48	48	72	48	48	24
外形尺寸(L×W×H)/mm	2758× 1040× 2208	2878× 1080× 2200	3130× 1150× 2264	3413× 1150× 2264	3260× 1260× 2355	2858× 1080× 2200	3130× 1150× 2215	2000× 1050× 2298

表 3-6、表 3-7 摘自抚顺叉车总厂产品目录。

## 179. 牵引车用蓄电池应做哪些维护保养工作？

牵引车用蓄电池的维护保养工作有以下内容：

(1) 检查蓄电池之间连接有无松动锈蚀，连接点要保持紧固，以防因电阻增大产生热量而熔化连线。

(2) 不要在蓄电池上口搁放金属物件，以防电池短路，熔化连线，或因火花造成电池爆炸。要防止铁质进入电池。铁能促使电池自放电。

(3) 要保持蓄电池上口清洁无酸迹。可用蘸碱液抹布擦拭表面，以消除表面酸迹。切勿把碱弄到电池内。

(4) 蓄电池放电后要及时进行充电。充电中，若发现电压偏低，电解液温度偏高，说明电池内部有微短路，要设法进行排除。充电中电解液温度不要超过 45°C。温度偏高时，要设法降温，或暂停充电。

(5) 蓄电池在使用中往往会出现单体 电池电压参差不齐，电解液密度高低不一。因为，电池经长期使用，部分极板上物质出现失效，容量降低。所以，要每 3 个月给电池进行一次均衡充电，把失去活性的物质活化起来。方法是将已充足了电的蓄电池，再用小电流进行渗透性充电，这对消除电压参差有帮助。

180. 影响牵引车用蓄电池循环耐久能力的原因是什么？一般采取什么措施？

影响牵引车蓄电池循环耐久能力的原因大体有以下几点：

- (1) 正极板栅筋部分脆断，有的在上框横梁下的喇叭口处腐蚀。
- (2) 丝管破裂，活性物质脱落，有的涤纶排管强度差，抗腐蚀性差。
- (3) 负极物质过度膨胀，结合力下降，负极板群边框沉积物导致短路。
- (4) 橡胶隔板受挤压腐蚀穿孔，有的被正极上框横梁毛刺磕破形成短路。

针对上述诸问题表现，一般采取的措施是：

- (1) 正极板栅在成型后立即整形，锉去框上的毛刺。
- (2) 提高丝管的强度和抗氧化性，尤其是丝管纤维的内在质量，通常认为玻璃丝管优于涤纶丝管。
- (3) 正、负极板组装不宜过紧，免得橡胶隔板挤压受损，同时也给负极活性物质膨胀留有余地。
- (4) 工艺上采用不使负极板过度膨胀的措施，如添加剂，配方量适宜。
- (5) 调整好正极板栅合金配比，铸型后不出现脆断，不使用杂铅作正板栅骨架，改善正板栅筋条形体，使其结晶致密耐腐。

181. 煤矿用特殊防爆型蓄电池在装车运行前，应做哪些工作？

防爆型蓄电池专用于高瓦斯矿井，安全运行是首要的要求。

- (1) 新蓄电池在加电解液前，应逐只检查完好情况，对在搬运中出现的损坏，要酌情予以修复或更换。
- (2) 配制电解液所用硫酸和水按附录 7、附录 6 规定掌握。蓄电池加入电解液密度要低于规定值。如规定电解液密度为  $(1.265 \pm 0.01) \text{g/cm}^3$ ，应加入密度为  $1.245 \text{g/cm}^3$  的电解液，酸与水重量比为 1:1.9；如规定电解液为  $(1.280 \pm 0.05) \text{g/cm}^3$ ，应加入的电解液密度为  $1.265 \text{g/cm}^3$ ，酸与水的重量比为 1:1.7。

(3) 配电解液用的容器、器皿、量具要耐酸、清洁。配制方法参照本书有关内容。向电池里加液温度不超过  $35^{\circ}\text{C}$ ，液面应高于防护板  $20 \sim 25\text{mm}$ ，静置  $3 \sim 4\text{h}$ 。按表 3-8 规定电流进行初充电。充电时，液温不超过  $45^{\circ}\text{C}$ 。

表 3-8 煤矿防爆型蓄电池充电参数

蓄电池型号	充电电流 / A					电解液密度 / ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )
	初充电		正常充电		快速充电	
	1 阶段	2 阶段	1 阶段	2 阶段	1 ~ 3 阶段	
D—330—KT	34	17	53	26	90 ~ 26	$1.260 \pm 0.01$
D—330—KTa	34	17	53	26	90 ~ 26	$1.280 \pm 0.005$
D—385—KT	38	19	60	35	105 ~ 30	$1.280 \pm 0.005$
D—440—KT	45	23	70	35	120 ~ 35	$1.260 \pm 0.01$
D—440—KTa	45	23	70	35	120 ~ 35	$1.280 \pm 0.01$
D—560—KT	55	28	85	45	150 ~ 45	$1.280 \pm 0.01$

注：表内产品是摘自淄博蓄电池厂产品说明书。

182. 煤矿用特殊防爆型蓄电池的初充电、正常充电和快速充电是怎样进行的？

(1) 初充电。用可调压式直流充电机充电。电池与电池间串联后，总极性端同充电机极性并联，即充电机正极接电池组正极，负极接负极。初充电分两个阶段进行。第一阶段充至单体电池端电压到达  $2.40\text{V}$ （过半数）转第二阶段充电，直至单体电池端电压充到  $2.60\text{V}$  以上，电解液充分冒气泡，电压与电解液密度稳定  $4\text{h}$  以上，充入电量是电池额定量的  $4 \sim 5$  倍。充电结束前  $2\text{h}$ ，调整电解液密度符合表 3-8 中规定值。如电解液密度偏低，可用密度不大于  $1.400\text{g}/\text{cm}^3$  的硫酸液调整，切不可向电池内加浓硫酸。调整密度后再补充电  $1\text{h}$ ，使电解液上、下均匀，即可停止充电。新干荷电池只作补充电，补充电的电量要使电解液密度达到和稳定在规定值。

(2) 正常充电。充电电流按表 3-8 规定，分两个阶段充电。充入电量是电池额定容量的  $1.2 \sim 1.3$  倍，而新电池在前  $2 \sim 5$  次，充电量是按  $1.5$  倍计。

(3) 快速充电。它是在正常使用过程中所采取的一种充电

制。第一阶段是恒流充电，电流较大，待端电压达到 2.40V 时，依次改为第二和第三阶段恒压充电。恒压充电按单体电池 2.40V 累计。如一组 25 只的电池组是  $25 \times 2.40V = 60V$ ，不包括线路压降，应采用不少于 60V 电压充电，到电池充足为止。

蓄电池不论采取哪种充电方法，电解液温度不要超过 45°C。一旦接近这一温度，就要减小充电电流，或暂停充电或设法降低电池温度。蓄电池使用中，水分解和蒸发，耗水量较大，液面下降，要及时给电池补水。

特殊防爆蓄电池在电机车上的装载数量是按机车吨位大小确定的。如 2.5t 机车是装 24 只、48V；5t 机车是装 48 只、96V；8t 机车是装 55 只、110V；8t 新机车装 70 只、140V；12t 大机车装 98 只、196V。

183. 煤矿用特殊防爆型蓄电池的维护保养工作有哪些内容？

特殊防爆型蓄电池的维护保养工作主要包括以下内容：

(1) 蓄电池在使用中要避免过充电、过放电和强充电、强放电。过充电，会促使极板腐蚀，活性物质疏松；过放电，会过量生成硫酸铅，体积变大，极板易变形损坏；超载充电和超载放电是以损失电池容量和减少使用寿命为代价的，对蓄电池损坏性较大，是不可取的。

(2) 蓄电池在使用中出现电压、电解液密度参差不齐，参数偏低的落后电池。对落后电池要分析形成的原因，是过放电引起的，可采用均衡充电法予以消除。如果是微短路引起的，要拆开清理短路点。如果是电解液中有有害杂质超标引起的，要更新电解液。

(3) 预防有害杂质（铁、铜、碱、油脂等）进入电池，这些杂质会导致自放电、极板物质疏松、腐蚀。如果有条件，可配备简单的电解液定性分析仪器。定性分析方法参照本书第八部分。

(4) 保持防酸雾排气阀清洁。如有沾污，要用清水刷洗，吹干再使用，损坏的要更换。

蓄电池暂不使用，要充足电后，在通风、无阳光直射、室内无明火的环境中存放。电池上部不堆放物品，保持清洁。

(5) 掌握蓄电池运行情况，建立电池组运行周转（周期）记录。从电池组运行开始，所进行的充电、放电和电解液温度、环境温度、中间故障处理等，到电池组使用终了，均应有档案记录可查。

184. 矿灯蓄电池灌注胶体电解质有什么优点？

给矿灯蓄电池灌注胶体电解质后有以下优点：

(1) 胶体电解质不流动、不外溢、不渗漏，作业人员不再担心酸液渗漏烧坏衣物和设备，保证安全作业。

(2) 减少酸雾影响充电人员人身健康和环境污染。

(3) 胶体在电池中能产生小的裂纹，氧能从中顺利迁移到负极和氢化合，减少水耗，延长补水时间，提高充电接受效率。

(4) 延长极板活性物质脱落时间，提高电池使用寿命。

(5) 胶体制备技术日趋成熟，水化、分层、老化等问题得到控制，性能稳定，深度放电后再充电恢复较快。

185. 铁路客车用新蓄电池的初充电和正常充电是怎样进行的？

接到新蓄电池后，开箱检查电池的完好性，备品备件是否齐全，清洁电池上口，按极性符号标记进行串联连接。新电池加入的电解液密度为  $1.250\text{g}/\text{cm}^3$  ( $15^\circ\text{C}$ )。可按浓酸与水的体积比 1:3.3 配制。电解液和水的标准按附录 5、附录 6 控制。加液温度不超过  $35^\circ\text{C}$ ，加后静置 3~4h，通电进行初充电。加液后，要逐只测量极性正确与否，以防反极。初充电规范见表 3-9。

表 3-9 铁路客车用蓄电池充电参数

蓄电池型号	充电电流 / A			
	初充电		正常充电	
	一阶段	二阶段	一阶段	二阶段
TG-350	35	17	35 ~ 50	25
TG-450	45	22	45 ~ 64	32
2-TG-540	54	27	54 ~ 77	39

初充电分两个阶段,第一阶段充到端电压 2.40V 时,再转第二阶段,继续充电,到电池充分地冒气泡,电压,电解液密度稳定,且充入电量是电池额定容量的 4 倍。充电结束前 2h,逐只测量并调整电解液密度,使其达到 $(1.265 \pm 0.005) \text{g/cm}^3$  ( $30^\circ\text{C}$ )。调整后,再充 1h,使上下均匀。此时,即认为初充电结束。

蓄电池使用后的正常充电,新电池在前 5 次充入电量按每次放电量的 1.5 倍,以后各次充入电量按 1.1 ~ 1.2 倍掌握。充电时温度不超过  $45^\circ\text{C}$ 。温度过高,会影响电池的使用寿命。

蓄电池在使用中,水分不断蒸发,要定期给予补水。一般每 3 个月给电池补水一次,补水后应充电。可通过观察液面浮标落差检查液耗情况,如红线条与浮标护罩的上线或下线重合时,说明液面明显下降,应及时补水。

186. 航标用蓄电池安装前和投入运行后,应做些什么维护工作?

航标蓄电池用于沿海、江河航道指示灯的直流电源。

(1) B—500 型电池在安装前要用 10A 电流充电 4h,电解液密度应保持在  $1.250 \text{g/cm}^3$  ( $25^\circ\text{C}$ ),液面高出防护板以上 44mm。航标电池是带液出厂,所用纯硫酸符合 GB4554—1984 《航标铅酸蓄电池技术要求》一级品标准。配制后的电解液符合表 3-10 规定。其中,纯水符合表 3-11 规定。

表 3-10 电解液标准

杂质名称	最大容许含量 /(g/L)	杂质名称	最大容许含量 /(g/L)
铁(Fe)	0.10	铜(Cu)	0.01
氯(Cl)	0.001	有机酸(HAC)	0.065

表 3-11 纯水标准

杂质名称	最大容许含量 /(mg/L)	杂质名称	最大容许含量 /(mg/L)
铁(Fe)	0.5	钙 + 镁(Ca + Mg)	10.0
氯(Cl)	5.0	消耗 $\text{KMnO}_4$ (0.01M)	25ml

(2) 蓄电池在使用中是闪光间歇放电。在  $4s$  之内，闪光  $0.4s$ ，间歇  $3.6s$ ，放电电流小于  $1A$ 。当电池端电压降至  $1.80V$  时，停止放电。小电流放电，极板上活性物质生成了细小的  $PbSO_4$ ，时间一长，铅盐硬化，难以转化，必须及时补充电。

(3) B—500 型电池是用  $10A$  电流充电  $75h$ ，电压、电解液密度稳定不变，之后，调整液面高度，使其达到规定值。充电中，池温不超过  $45^{\circ}C$ ，池温过高，要设法降温或暂停充电。用小电流充电，利于硫酸铅转化，对防极板盐化是有效的。充电结束后，按蓄电池温度调整电解液密度，达到  $1.295g/cm^3$  ( $25^{\circ}C$ )。不符时，应按  $25^{\circ}C$  标准温度进行换算：

$$D_{25} = D_t - 0.00074(25 - t)$$

式中  $D_{25}$ ——换算  $25^{\circ}C$  时的电解液密度；

$D_t$ ——温度  $t^{\circ}C$  时所测得电解液密度；

$0.00074$ ——温度升高或降低  $1^{\circ}C$  时的修正系数；

$t$ ——测量时实际温度 ( $^{\circ}C$ )。

(4) 判断蓄电池在航道上的使用期限，是通过检查电解液密度落差值来确定一个周期的使用时间，见表 3-12。例如某一蓄电池组已使用了  $84$  天，测得电解液密度是  $1.215g/cm^3$ ，判断蓄电池组最多还能使用多少天。

表 3-12 电解液密度变化

规 定 / ( $g/cm^3$ )	实际 / ( $g/cm^3$ )
电解液密度 1.300	1.300
放电终止 1.075	1.215
差 额 0.225	0.085

设电池组全部使用天数为  $X$ ，则

$$X:84 = 0.225:0.085$$

$$X = 222 \text{ (天)}$$

最多还能使用： $222$  天 -  $84$  天 =  $138$  天

## 187. 航标用蓄电池在使用和管理中应注意些什么事项？

航标用蓄电池在管理中要注意防杂质混入电池。铁对加重电池自放电是很明显的。铁质存在对电池长达 8 个月的闪光放电是难以保证的。航标电池电解液用一级品纯硫酸配制就为了最大限度地减少有害杂质，保证它在特殊环境下正常使用。所用电解液、纯水、容器、器具要保持干净，电池注液盖除在充电中打开排气外，平时不要开启。

在使用中要检查电池端电压下降情况，判断容量存贮情况，查看电解液密度落差。此外，还要检查电池内部汇流排有无腐蚀断裂或短路脱落，连接线端有无腐蚀。其中容量变化是主要的。一只正常蓄电池在 10 小时率容量很富余的条件下，闪光放电端电压变化与持续时间是：2.13 ~ 2.03V，保持放电 5 个月；2.03 ~ 1.93V，保持放电 4 个月；1.93 ~ 1.80V，保持放电 1.5 个月，实际到 8 个月为一个周期。蓄电池闪光放电后，即行充电，以防极板硫酸铅硬化。

蓄电池暂不使用时，要存放在通风、清洁、不靠近热源、无明火、无阳光直射的环境条件下，在电池上面不堆放物品。在整个使用管理中要做档案记录。

## 188. 内燃机车用蓄电池的初充电和正常充电是怎样进行的？

内燃机车用新蓄电池在初充电前，要配制密度为  $1.250\text{g}/\text{cm}^3$  ( $15^\circ\text{C}$ ) 的电解液，在温度不超过  $35^\circ\text{C}$  时，注入电池内。按表 3-13 中所列两个阶段电流进行初充电。第一阶段电池端电压到达 2.4V 后，转为第二阶段充电，单格电压升至 2.6V 以上，电解液密度达到  $1.260\text{g}/\text{cm}^3$ ，且稳定 4h，充入电量达到额定容量的 4 ~ 4.5 倍。电解液密度偏低时，用密度为  $1.400\text{g}/\text{cm}^3$  配液调整，不可用浓硫酸调整。电解液密度偏高时用纯水调整。所用浓硫酸和纯水标准要符合附录 7、附录 6 标准，调整后，液面应高于防护片 20mm，再充电 1h，使电解液上下均匀一致。

表 3-13 内燃机车用蓄电池充电参数

蓄电池型号	初充电 /A		正常充电 /A	
	一阶段	二阶段	一阶段	二阶段
NG-462	46	23	46 ~ 64	32
4-NG-462	46	23	46 ~ 64	32

正常充电方法，按表 3-13 所列两个阶段进行。新电池在前 5 次按额定容量的 1.5 倍电量充电，以后各次均按额定容量的 1.1 ~ 1.2 倍电量充电。在充电中电解液温度不超过 45°C。

189. 内燃机车用蓄电池的维护保养工作有哪些？

内燃机车蓄电池起动瞬时，大电流放电。机车行驶的条件不一，电池起动的次数有的几次有的十几次不等。如果补充电量大于放电量，电池组处于过充电状态；反之，电池组处于充电不足。驾驶人员或机车管理人员要通过检查电池电解液密度落差，判断蓄电池的贮电状况。如果落差逐渐增大，应给电池组额外补充电。电解液密度在规定范围内，说明电池组处在充足状态。要注意检查电池组每个电池的电解液液面高度，如果液面低于限定值，要及时补充纯水，调整发电机的充电电压，使电池组不过充电，减少水分蒸发。

电池组经常处在大电流放电和浮充电状态，为了预防极板可能产生硫酸盐化，在尽可能的条件下，定期进行一次全充全放，使电池在使用寿命期内正常运行。

要保持电池组清洁，表面无酸迹，线路、接点连接紧固，接线端处无锈蚀。注意电池组的个别电池有无异常，电解液温度是否偏高，端电压是否偏低等。如有，说明个别电池出现微短路，要设法给予排除。

蓄电池组使用到后期，放电效率低，不能正常起动，说明使用寿命终了。如果不到使用年限，出现不能起动，说明电池有别的故障，应卸下检修。

内燃机用蓄电池逐渐用 VRLA 电池替代，在使用维护管理上

不同于普通管式电池，驾驶和管理人员可参考本书有关 VRLA 电池的内容。

### 190. 什么是 UPS 电源蓄电池，功率性能是什么？

UPS 电源 (Uninterrupted power source) 用蓄电池应用范围比较广泛，有不间断电源系统、电信系统、后备照明系统、计算机房设备、广播设备等。蓄电池是作为在应急停电或因电力故障不能正常供电时，防止计算机网络数据消失、程序失控或导致整个系统停机错乱的一种高性能直流电源。它放置在计算机房，占地面积小，具有大功率放电特性。3C 放电达到 11min 以上，一个单格终止电压在 1.70V 左右，最高可用  $8 \sim 10C_{10}$  (A) 放电率放电。蓄电池寿命有 5、10、20 年不等。蓄电池设计结构、工艺制造精细，是免维护产品中新一代产品。它内阻小、压降小，输出端子和单格电池之间的连接由良导金属取代铅端子连接。外形为扁平结构，可叠层放置 (参见图 3-9)。外壳用阻燃的合成树脂。如一只 12V、75A·h 电池，用恒压充电电压不超过 13.8V，内阻不大于  $0.005\Omega$ ，最大放电电流高达 800A；适用多种放电率，如 5min 放电，2V 电流能达

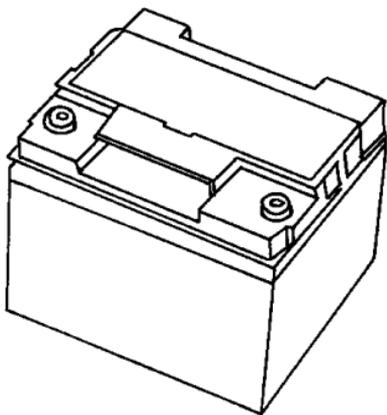
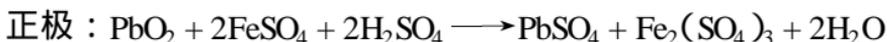


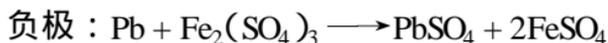
图 3-9 UPS 电源蓄电池

0.42kW。最大充电电流为 25A。可在  $-60 \sim 60^\circ\text{C}$  的环境下使用。

### 191. 蓄电池电解液中铁含量超标怎样处理？

铁 (Fe) 是电解液中最常见的杂质之一。铁是较活泼元素，电位顺序在氢之前。铁进入电解液中，不论是单质或化合物，总是被硫酸水溶液分解，以硫酸铁或硫酸亚铁存在于电解液中。在电池充电和放电情况下，以三价和二价铁离子来往迁移于正、负极板之间。三价和二价铁与极板活性物质作用，产生自放电是非常严重的，其反应式是





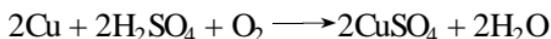
若电解液的铁含量高达 0.5% 时，能使一只充足电的电池在一昼夜内放光，而且能使正极活性物质早期疏松脱落，缩短电池使用寿命。如果经化验确认电解液中铁含量超过标准时，把电池充足，是外连式连接方式的蓄电池，启封取出极板群，倒去电解液，用纯水冲洗极板群，更新电解液。蓄电池要在充足电后倒液，而不要在放电后倒液。因为放电后两极生成  $\text{PbSO}_4$ ，对  $\text{Fe}^{3+}$  和  $\text{Fe}^{2+}$  有很大的吸附作用，不易去除。

192. 蓄电池中铜杂质超标有什么影响，怎样预防？

铜 (Cu) 进入蓄电池的渠道，是电池在充、放电过程中，连接铜排被酸腐蚀渗入电池；极柱中铜芯出现焊露点被酸溶解；回收铅中铜含量较高等。铜离子在酸中，迁移到负极放电析出，呈现一层铜褐色。

铜的电位序在氢的后面，不能直接和硫酸作用置换出氢，溶解比较缓慢。铜在负极上析出覆盖了负极活性物质，铅负极成了铜负极。它影响充电效率，使浮充电压变低。

铜在电解液中溶解反应和在负极上的自放电反应是



预防 Cu 杂质进入电池的措施是：铜质连条应电镀一层纯 Pb 保护，镀层脱落应予复镀；焊接汇流排时，掌握适中的火焰，不焊露铜芯，使铅包铸工艺可靠；按标准控制回收铅中铜杂质。

193. 锑在蓄电池中有什么影响，怎样减少锑的危害？

金属锑 (Sb) 是制造蓄电池的主要材料之一。锑在正极上被腐蚀溶解到电解液中，迁移到负极板表面，与负极多孔金属铅形成微电池，产生局部放电。金属锑在负极上沉积，使铅极变锑极，降低了氢的析出过电位，增加了电池析氢量。

控制锑的影响多从制造技术上减少锑的用量。现行的电池规格中相当多的电池产品的栅架仍以铅锑合金为主。为了减少锑的影响，电池在使用中应避免过充电和过放电。过充电温升高，正

极板栅易腐蚀，使锑离子迁移到负极的机会增多；过放电解液密度变低，也会使铅产生腐蚀，破坏锑的稳定性，使锑附着在负极表面。

#### 194. 氯在电解液中有什么影响？

氯（Cl）是电解液中常见的杂质之一。氯进入电池的可能途径是橡胶隔板中有氯被带入；配酸用水不纯，氯含量高，也能带入电池。

氯根在电解液中均表现为盐酸形式。铅与盐酸作用生成氯化铅。对于正极，二氧化铅和氯化氢作用生成氯化铅外，放出氯气。由于氯化铅比硫酸铅溶解度大，再继续和硫酸作用生成硫酸铅。反应式是

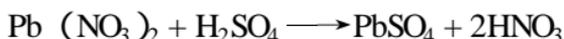
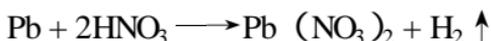


从以上反应可看出，氯在电池中的破坏作用由大变小，减弱而逐渐消失。因此，在使用中注意不要向电池内加自来水或未经确认合格的纯水。

#### 195. 硝酸根在蓄电池中有什么危害，如何预防？

硝酸（ $\text{HNO}_3$ ）和硝酸盐类，对蓄电池的危害性极大。电解液中规定硝酸根含量不超过 0.0005%。硝酸进入电池的途径有浓硫酸中硝酸根超标；有的用装硝酸的容器装了硫酸；蓄电池制造用的原材料中，如腐植酸中含有硝酸根，以及其他不可预测方面。

硝酸能溶解金属铅，有强烈的腐蚀作用。反应式是



从上述反应看，硝酸根能在蓄电池内反复作用于铅，危害是很大的。因此，要注意预防。

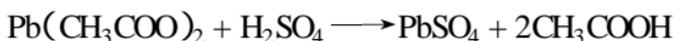
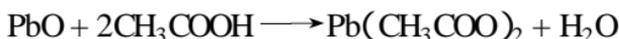
#### 196. 有机物在蓄电池中有什么危害，怎样预防？

某些有机化合物，如低分子有机酸、醚类、醇类、醛类、有

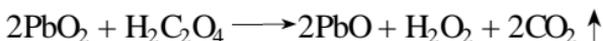
机胺等，在蓄电池中会转化为有机酸，如醋酸、草酸。有机物被带入蓄电池的途径：有的浓硫酸中有机物含量高，有的软橡胶制品和一些添加剂中有有机物，有可能进入蓄电池。

醋酸是一种弱的有机酸，对蓄电池负极危害不大，而对正极板栅有很强的腐蚀作用。在充电中，它能促使正极板栅金属铅氧化，变成氧化铅。

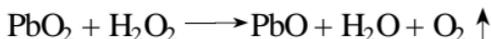
氧化铅和醋酸反应式是



草酸能使正极产生自放电，反应式



反应后放出  $\text{CO}_2$ ，使活性物质变得疏松。此外，过氧化氢也促进了二氧化铅自放电，其反应式是



醋酸和草酸在反应过程中，以逐渐消失而告终。为预防有机物进入蓄电池，要慎选添加剂，运用理化手段控制有机物混入。蓄电池在使用中，按标准控制硫酸中的有机物。

## 四、故障与排除

197. 铅酸蓄电池在使用中常出现哪些故障，是什么原因，怎样进行预防？

铅酸蓄电池因结构和用途不同，在使用中出现的故障也不尽相同，要依具体情况进行分析。造成故障原因是多方面的，其主要表现为：短路、硫酸盐化、反极、自放电大、析气量大、极板弯曲、断裂、物质脱落、电解液干涸、接线端腐蚀、隔板破损、极柱铅芯腐蚀、杂质超标、容量不足、起动效率低、使用寿命短等。

故障原因大体分为生产制造和使用管理两大方面。制造上原有材料质量低劣；工艺加工不善，设计不良，工装设施差等。使用方面的原因有电解液不纯，电解液密度高，充电不足，充电温升过高，过放电，放电后充电不及时等。

在制造方面减少故障率的措施是控制原材料质量，改善工艺条件，提高半成品质量，注意装配工作质量，杜绝反极、短路、焊接不良等。在使用方面要按厂家规定的使用要求进行充电、放电及管理，不过充、过放。对普通蓄电池要定期补充纯水，控制充电温升不超过 45 等。

198. 怎样用镉电极判断蓄电池正、负极板的技术状况？

用镉棒作辅助电极，常用来测量蓄电池充电、放电和正、负极板的质量状况。借助镉电压的变化，判断质量差异。镉电极是用纯金属镉铸成镉棒，适合测量普通酸液式蓄电池，不适合免维护蓄电池的测定。使用镉电极前，应事先在密度为  $1.100\text{g}/\text{cm}^3$  的稀硫酸中浸泡一昼

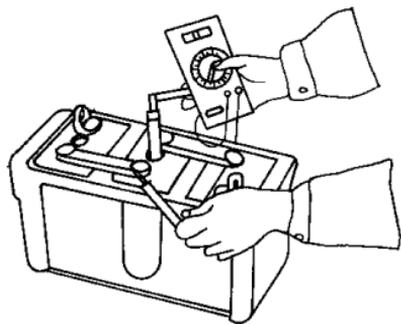


图 4-1 测镉电极电压

夜，消除表面氧化层，确保测量的准确性。测时按图 4-1 所示方法进行。

蓄电池在充电或放电状态下，镉电极与正、负极柱的连接方法见表 4-1。

表 4-1 隔电极与正、负极柱的连接方法

蓄电池状态	正极	镉电极	负极
充电结束前	⊕	⊖	
		⊕	⊖
放电结束前	⊕	⊖	
		⊕	⊖

在充电状态下，测蓄电池正极时，镉电极为⊖，测蓄电池负极时，镉电极为⊕。在放电状态下，连接方法相同。

蓄电池在正常充电状态下，⊕镉电极为 2.40V，⊖镉电极为 - 0.25V。按公式

$$U = U_{cd^+} - U_{cd^-}$$

U——电池端电压；

$U_{cd^+}$ ——正镉极电压；

$U_{cd^-}$ ——负镉极电压。

代入得  $U = 2.40V - (-0.25)V = 2.65V$

在正常放电状态下⊕镉电极为 2.0V，⊖镉电极为 - 0.20V，按公式

$$U = U_{cd^+} + U_{cd^-}$$

代入得  $U = 2.0V + (-0.20)V = 1.80V$

如一只非正常蓄电池在放电状态下，未到额定时间，正极镉电压小于 1.96V，可判定正极不良；负极大于 - 0.20V，可判定负极不良。

199. 有的出租轿车用的起动用蓄电池为什么失效率高、使用寿命短，有什么方法改进？

出租车用起动用蓄电池存在失效率高、使用寿命短，蓄电池运

行数月就失效，有的厂家对某品牌车作过调查，说明了此现象与固定在车上的蓄电池位置有关。如，某种品牌车把电池固定在发动机近旁，舱盖低平，通风效果不好，电池温升高，失水快，一般温度高达  $50^{\circ}\text{C}$ ，夏季有时高达  $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ 。电池温度超过限定  $45^{\circ}\text{C}$  时，每升高  $10^{\circ}\text{C}$ ，电池中的正极板腐蚀速度增加  $2\sim 4$  倍。此外，电解液温度高，水分蒸发加快。电解液密度在  $1.270\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $25^{\circ}\text{C}$  时的蒸汽压为  $2\text{kPa}$ ，而在  $80^{\circ}\text{C}$  时则为  $30\text{kPa}$ ，水蒸发速度比常温下快 15 倍，蓄电池易失水干涸。如再忽视给电池补水，这会导致蓄电池在缺水状态下运行。

此外，有的出租车昼夜运行，时间长，它高出公务车三倍，这些因素都会加剧电池的失效。有的运行数月电池就报废了。然而，其他车型电池安放的位置不在发动机排气管旁，不存在上述现象，能较好地正常使用。

为适应多种环境条件，电池制造厂家在产品结构、工艺、材料等方面审时设计，修正外形尺寸，加大电池内部空间，提高贮液量，将极板加厚，增量，提高电池容量和耐腐蚀性，改良透气阀结构，采用憎水效果好的聚四氟乙烯滤气片，改进液孔塞，使用 6 个逸气口连通，确保电池运行，通过上述列举的一些改进，效果良好。

200. 轿车上装载的蓄电池出现蓄电量不足，使内燃机起动困难是什么原因，怎样排除？

轿车有时起动困难，主要原因是蓄电池蓄电量不足，其原因可归纳为以下几点：

(1) 蓄电池出厂容量欠缺有先天容量不足，达不到该型蓄电池的额定容量。

(2) 发电机调节器电压调得过低，蓄电池长期处于充电不足状况。

(3) 蓄电池电解液密度达不到规定值，液面过低或不适当地向电池加注了硫酸。引起蓄电池硫酸盐化。

(4) 发电机调节器电压调得过高，充电电流过大，电池温升

高，正极板上活性物质受高温影响易产生软化脱落。

(5) 电池接线端受到振动，接触不良，极柱断裂，电阻增大，充不进电。也有个别电池极板没焊牢，受振动后连接脱落。

(6) 导电路径部分有搭铁短路，隔板有损坏，极板之间有短路。

解决的处理方法：

(1) 检查极柱接线端夹头有无松动、锈蚀，正极柱表面存有氧化层，导致线阻大，压降大，处理后可打开前灯，如照度发暗，说明电池蓄电不足，如前照灯白亮，说明正常。

(2) 电池内部正、负极板搭接形成短路，或因焊接不良，个别极板有脱焊现象。再者，12V6 格单体中，有一格端电压可能很低，导致总电压偏低。出现这种情况，需到维修点检查确认，确定处理办法。

(3) 检查电池 6 个单格电解液密度，如不一致，应查明原因，然后，调整其密度，使 6 个单格电解液密度保持一致。电解液标准密度是  $1.280\text{g}/\text{cm}^3$  (25 )。

(4) 电池内在质量不良，极板活性物质脱落严重。出现这种情况，须更新电池，换上质量有保证的产品。

(5) 电池属于长期充电不足，可单独给电池充足电，或到维修点进行处理。

(6) 电解液杂质量高，如铁 (Fe) 超过 0.004%，每增一个数量级电池自放电超过数倍，确认是这种情况，应作更新电解液处理。

201. 有的轿车使用 VRLA 式蓄电池，出现起动无力是什么原因，怎样处理？

有的蓄电池牌号上标有免维护式产品，在检查车上发电设备输出电压正常时，电池仍然充电不足（亏电），此时，可将直流电表、电池、发电机串联起来，当发电机提高了转速时，充电电流仍然很小，说明蓄电池充电接受能力差，导致亏电。免维护式电池设计时流量偏少，常出现电池干涸。如果其中水分减少

10%，容量可能减少 20% 以上。对这种情况应及时给电池补加纯水（不能补酸），补水后，应立即给电池补充电 8 ~ 10h，使内部酸、水混合均匀，达到正常使用条件。

### 202. 影响汽车用起动电池性能的主要因素是什么？

影响起动性能的主要因素是负极板的阳极钝化。常用的负极添加剂是腐殖酸加硫酸钡或木素加硫酸钡。这些添加剂有抑制负极板阳极钝化的作用。但是，添加的数量不足、纯度不够会导致负极板钝化。现代蓄电池对冷起动要求很高。国标规定 - 18℃ 冷起动是  $3C_{20} \sim 5C_{20}$  电流值。美国 SAE 标准规定了  $8C_{20}$  电流值。根据我国气候情况，汽车制造厂提出用寒带标准，要求在 - 29℃ 能有效地起动。此外，电池正极板对冷起动性能同样重要，有的通过加碳素材料、异性石墨等材料提高冷起动性能；有的在产品部件上作改进采取减薄极板，用低电阻高孔率隔板，降低连接件电阻，改进板栅筋条结构等，以此减少线路压降，保证高倍率起动放电。

### 203. 影响汽车电池低温起动能力的原因是什么，在结构上作哪些改进？

通常，提高汽车起动用电池大电流放电效率的措施，多放在改进负极板配方和调整添加剂的品种和数量上，这无疑是正确的。但是，一个不能忽视的问题是电池的起动放电或低温下起动放电，欧姆内阻是主要影响因素。欧姆内阻大，压降大，这已被一些检测数据所证实。检测结果表明：板栅、极柱、连接件的内阻占总电阻的 60% 以上。蓄电池容量处在 50% 以上时，活性物质本身电阻影响很小，而用大电流放电，内阻是主要的。为改善这种状况，通常采取的措施是：

(1) 合理改进板栅和连接件，加大极柱的导电截面或在极柱中加良导体金属芯，或者压缩极栅高度；采取增加竖筋条、穿壁焊接等措施。

(2) 密封电池板栅成分如是 Pb-Ca 合金，应在合金中加入 Sn，金属 Sn 能减少板栅与活性物质界面处形成的钝化层，Sn 含量在 1% 左右为宜。

(3) 及时给电池补充电。检查更换下来的电池，不少是因未能给电池及时补充电而导致负极板硫酸盐化，而不能使用。若每周给电池补充电一次，有利于延长电池使用寿命。摩托车是短距离行驶的交通工具，电池起动频繁，经常处于深放电状态。如能及时给予补充电，对电池是有益的。

(4) 增加负极物质中炭黑的添加量。炭黑（或乙炔黑）有优良的吸附性和很高的比表面积。它能阻止  $\text{PbSO}_4$  在有机膨胀剂上的吸附，有利于  $\text{PbSO}_4$  的溶解和  $\text{Pb}^{2+}$  的还原结晶，提高充电接受能力。加入炭黑还能提高负极物质的导电性，它和腐殖酸配合使用，能减缓铅的再结晶，形成非钝化的电子传导空间，利于氧化还原进程和提高充电接受能力。

204. 怎样用简便方法检查汽车起动用蓄电池是否存在故障？

通常简便检查电池故障的方法有以下几点：

(1) 检查电池外部有无破损、渗漏，极柱烧损腐蚀，电池液面高度是否符合规定。

(2) 扬声器响亮，灯光亮度高，说明电池蓄电正常。反之，说明蓄电不足。

(3) 使用起动机时灯光短时间变暗，但转动有力，说明电池良好；否则，说明电池有故障。如起动机转不动，说明电池不存电，或存在其他问题。

(4) 蓄电池充足电，静态放置 24h，因自放电严重，电解液密度变低，说明电池内部有短路，或有铁质或其他杂质存在。

(5) 电池在充电中，外壳发热，烫手，说明电池内部短路严重，或者极板已硬化，不能接受电量，造成池温过高。

205. KS8 型矿灯蓄电池首次点灯放电时间不足 11h 灯亮度变暗了是什么原因？

首次放电不足 11h 的基本原因：一是硫酸电解液所需的放电反应量不够，按  $1.280\text{g}/\text{cm}^3$  密度计算一个单格应加入  $13.64\text{ml}/\text{A}\cdot\text{h} \times 8\text{A}\cdot\text{h} = 109.12\text{ml}$ （按本出表 1-8 计量，实际用  $1.260\text{g}/\text{cm}^3$  密度的硫酸电解液；二是：正极的物质灌装量达不到  $8\text{A}\cdot\text{h}$  的反

应量，通常铅粉的灌装量应不少于  $13.5\text{g}/\text{A}\cdot\text{h}$ ，即一片正极板应灌入  $108\text{g}$ ，而实际仅灌入  $100\text{g}$ ；丝管细灌粉不足；三是：电池的内阻偏大，电池内装有玻璃丝粗纤维、橡胶隔板，再加上正极板套装的是玻璃丝因化管是三层绝缘物。上述三因素相互关连，在制造工艺上按照各自厂家的实际进行调整使其恰到好处，首次放电能有保证。有的厂家改变正极的结构，有的把铅粉、稀硫酸、炭黑、磷酸配成膏体进行灌装，有的将内部结构优化设计均取得较好的效果。

#### 206. 汽车起动用蓄电池出现电解液渗漏怎么办？

电池渗漏部位有的是在极柱端子处，也有在外壳四角处，要仔细检查后确认。应急处理的办法是：

如是橡胶外壳出现破裂渗漏的，可先将破裂处清洗干净，烤干刮出毛面，把熔化的沥青，敷在渗漏处。最好使用专用封口沥青胶粘合修补。如用普通沥青，应将其熔化加入少许机油，以提高粘合性，使其封好，再在沥青上面贴上一层塑料膜压实，待到维修点后再作彻底处理。电池外壳槽是塑料材料的，用烧红的铁块将塑料片热补在破漏处，再涂上一层万能胶固化，待到维修点再作彻底处理。

#### 207. 怎样给电动自行车蓄电池补水？

电动自行车蓄电池的结构多采用 VRLA 技术，骑行一年左右时间时，有必要给电池进行一次补水，补充符合蓄电池使用的纯水。补水的方法是：从车上取下电池，用纸巾擦去表面的尘土，启开塑料盖板，再启开每个单格的排气小盖，再用尖嘴钳子（在无专用拆卸工具时），对准“十”字形螺旋帽，逐个旋下取下胶帽。一只电池是 6 个单格，三只电池 18 个单格，然后用医用注射针管（不带针头）吸取纯水对准注液口，对每一电池补水  $10\text{ml}$ ，补水后照原样上好部件。给电池补水后应立即补充电，用车上配带的充电器补充电  $8\sim 12\text{h}$ ，使电池内部酸、水混合均匀。如果暂不能给电池补充电，切不可先给电池补水。以防给电池带来不利的影晌。经过这样补水后的电池，对预防电池干涸，延长

电池的使用寿命很有利。

208. 为什么说给电动自行车用蓄电池频繁地充电会造成 PCL 早期损失，缩短使用寿命？

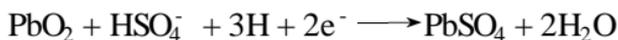
给蓄电池充电，这个过程在正极上为氧化反应，负极上是还原反应。如果频繁地给电池充电延长氧化反应的时间。譬如，正极的氧化反应总失效时间为 5000h，频繁地给予充电，就会很快地达到或超越总失效时间，缩短电池的使用寿命。解剖观察诸多的电动自行车电池使用寿命早期終了的原因是过度地给蓄电池充电造成的。过度充电加重正极上的活性物质软化脱落，还会导致蓄电池干涸，板栅腐蚀加快。因此，频繁地充电方法是不可取的。比较好的作法是待蓄电池放电（骑行状态）输出电量达到 85% 时给予充电，这对延长电池的使用寿命是有益的。

209. 铅酸蓄电池自放电的基本原因是什么？

蓄电池在静态下容量自行消耗，这种现象称谓自放蓄电池搁置时间越长，自放电量越大。一般自放电量每月损失 5% 左右，严重的自放电量电池制造和使用过程中的外来杂质引起的。它的内在因素是正、负极活性物质电化学变化所故有的。负极金属铅电位高于  $H^+$  离子构成微电池，反应式为



正极  $PbO_2$  的电位高于 [0] 的电位。它们之间也构成微电池，反应式为



两极的这种自溶速度是很小的，对使用无多大影响。然而，当电解液中杂质质量超标时，自溶速度加快，自放电加大。

210. 影响起动用电池荷电性能的因素是什么？

荷电保持性能是考核起动用电池的一项质量标准，是指蓄电池在一定时间保存放置条件下产生自放电的程度。影响荷电保持能力的因素，主要是极板或电解液中杂质。如 Fe、Sb、Ag、Zn 及有机构、酸根等含量超标。这些金属、非金属超过标准容许的

范围，会导致电池严重地自放电。如板栅合金中控制 Sb 的配比量，尤其是正极栅的含 Sb 量。这是因为，随电池使用时间延长正极栅中的 Sb，迁移到负极，使负极多孔金属铅表面覆盖一层金属 Sb，这种覆盖层，随正极栅 Sb 量增加而增加，它降低氢的析出过电位，使电池自放电加剧，又如，电池温度升高，也会导致电池自放电加快，温度升高、Pb 的自溶速度加大，即  $\text{Pb} - 2\text{e} \rightarrow \text{Pb}^{2-}$ ，离子态  $\text{Pb}^{2-}$  和电解液中  $\text{SO}_4^{2-}$  反应加重硫酸盐化的形成。

211. 什么是铅酸蓄电池的硫酸盐化，是怎样形成的，对电池有什么影响？

蓄电池的硫酸盐化（以下简称盐化），是指正、负极板形成了难以分解的硫酸铅。本来蓄电池的两极物质放电后的产物是硫酸铅，在使用中由于种种原因，产生了坚硬而缺乏活性的硫酸铅，这种现象有的称它为硫化、硬化。这种铅盐难以用一般充电方法使其恢复，因此，又称之为不可逆硫酸铅。产生盐化的原因有多种，有的是因过放电，没有及时进行均衡充电；有的是液面下降，没有及时补充纯水；或不适当地补充了硫酸；有的是因长期充电不足或放置时间过长等。盐化的物质电阻变大，结晶粗大、变硬，通电后，硫酸铅不能自溶及有效地进行氧化还原反应。盐化了的蓄电池极化作用大，充电接受能力差，活性物质有效性差，放电端电压下降快，额定容量低。充电时，电压上升较快，电解液密度达不到规定值，过量的产生气体分解，电池温度升高。出现这种现象的蓄电池，要进行修理，才能投入正常使用。

212. 怎样预防和处理铅蓄电池的硫酸盐化？

在蓄电池使用中，预防硫酸盐化的基本方法是不过放电，放电后及时进行充电，定期地进行均衡充电。如果液面下降，要及时补充纯水，切勿向蓄电池内加浓硫酸。如果蓄电池因故倾倒，损耗了酸液，应按倾倒前的密度补充。对暂不用的蓄电池，应充足电，上好注液盖，清洁蓄电池上口，再行存放。普通蓄电池在

1个月之内补充水一次。免维护蓄电池可适当延长补水时间，但也应在3~6个月内补水一次，补充电一次。免维护蓄电池的补水方法：若是有橡胶帽阀的可启开压板，取下帽子，用注射针管取纯水，适量地注入小孔内。

对盐化蓄电池要视其盐化程度分为轻、中、重度盐化，有区别地进行处理。轻度盐化，可用均衡充电法进行处理。充电电流用电池额定容量值的1/40，连续充电20~30h，即能恢复。中度盐化，电解液面下降，出现半干涸状态。可先向电池内补足纯水，再用额定容量值1/40的电流值连续充电数日，待电压上升到2.60V以上，说明盐化消除。

重度盐化是指蓄电池长时间放置，电解液已干涸。处理这种盐化蓄电池，用一般方法已不能奏效，需加入脱盐剂进行救治。脱盐剂是化学纯的碳酸钾、碳酸钠、硫酸镁、硫酸钠。用任一种加入后充电24h，极板上的板块硫酸铅就会逐渐消失，恢复正常。方法是用密度为 $1.100\text{g/cm}^3$ 的硫酸溶液，以每100ml中加入0.3~0.5g脱盐剂，浸泡数小时，端电压上升并稳定后，调好电池电解液密度即可。但是，有的蓄电池盐化时间过长，极板栅已经严重腐蚀，即便是用脱盐剂处理，也是很难奏效的。

213. 确保电动自行车用蓄电池质量，预防产品在使用中产生故障，怎样在制造工艺上进行监控？

加强电动自行车用蓄电池的技术监控是为了预防蓄电池使用中可能产生的故障。通过监控确保电池在车上使用的可靠性，着重从以下方面展开。

(1) 确保铅粉的氧化度视密度均一性。控制氧化度在75%~78%，铁含量低于0.004%，细度全通过100目。

(2) 铅膏稠厚波动小。用化学纯级的稀硫酸合膏；涂填量按每安时实际用铅粉量计， $\oplus$ 极为13g； $\ominus$ 极为12g，按此折算成涂膏量，正极铅膏视密度为 $4.15\sim 4.20\text{g/cm}^3$ ；负极铅膏表观密度为 $4.00\sim 4.10\text{g/cm}^3$ （指手工涂填）。

(3) 铅膏配制用酸浓度按现场环境温度条件分几种不同的密

度，夏季（30 以上）用  $1.120\text{g}/\text{cm}^3$ ；冬季（15 以下）用  $1.180\text{g}/\text{cm}^3$ ，两季气温之间用  $1.140\text{g}/\text{cm}^3$ 。这样区分有利形成均衡的生成物。设定的含酸量为  $42 \sim 52\text{g}/\text{kg}$  铅粉，负极为  $35\text{g}/\text{kg}$  铅粉。

(4) 优选板栅合金配比，以铅锑合金为主，Sb 量在 1% ~ 2%，须添加微量 Se、Sn、Cu、Zn，Se 和 Pb 生成 PbSe 是一种很好的成核剂，含量为 0.03% ~ 0.05%。

(5) 铅膏添加剂合理配合。负极中通常是腐殖酸、木素、硫酸钡、灯黑、木素磺酸钠正极中添加异性石墨、石墨乳浊液、磷酸、好隆黑等。不论负极正极添加剂须经优化组合选择最佳的填加量。

(6) 确定蓄电池单格极板片数。单格片数设有  $\oplus 6 \ominus 7$ ； $\oplus 7 \ominus 8$ ； $\oplus 8 \ominus 9$ ，片数多与片数少要按生产条件和传统生产方式来确定，不拘一格。

(7) 成品电池须经过充放检测，把电池容量端电压一致性好的产品进行配组入库。

214. 汽车起动用电池出现硫酸盐化，怎样予以处理？

蓄电池产生硫酸盐化会导致蓄电量不足使车上用电系统运行受到影响。产生盐化的因素主要有以下几种：

(1) 电池长期充电不足，放电后充电不及时。

(2) 电解液面过低，极板显露，形成硫酸铅盐，时间一长形成硬化。

(3) 电池长期放置不用，又没有补充电，渐渐自放电，形成硬化。

(4) 充电量不足，放电使用过甚形成硬化。

处理这类故障的方法：

(1) 定期检查液面高度，使其符合规定，对长期不用的电池，定期给予补充电。

(2) 换季保养时，要及时调整电解液密度，使其符合季节要求。

(3) 对可救治恢复的极板硬化，更换纯水，用小电流充电，

可用 0.025CA 电流值充电数日有望消除。或加消盐剂，用小电流充电数日恢复。消除盐化后将电解液密度调到规定值后即可投入运行。

215. 什么是蓄电池内部短路，是什么原因，怎样进行处理？

蓄电池内部短路是因正、负极板搭接形成的。如：金属铅夹持在正、负极板之间；隔板破裂、双极触及到一起；极板活性物质脱落、底部和两侧由脱落物搭接；极板弯曲、隔板被挤压、穿孔；电池槽中格破裂、酸液渗透等。凡此种种，都会形成短路。

蓄电池短路后的表现：充电端电压上升很慢；电压比正常低；池温上升较快、偏高，有的高达 60 以上；充电端电压低于 2.40V，不冒气泡；电解液密度偏低；放电端电压下降较快、容量不足。起动电池有一格出现短路，即会影响起动效果，工业电池（组合）也影响使用效率。因此，通过检查，一旦发现，要及时处理。

处理办法：对轻微的铅金属夹持物，有的可将蓄电池稍加倾斜振动，使其坠落到底部。较大的金属铅夹持物，需启开蓄电池盖，提出极板群，逐片进行清理。如隔板破裂，应予更换。处理后，应给蓄电池均衡充电，使端电压稳定数小时，电解液密度保持稳定不变。

216. 怎样检查判断蓄电池内部是否短路？

蓄电池短路是常见的一种故障。未注酸的新电池是否有短路，可用数字万用表 200mV 直流电压挡检测，当测得数字为零或几毫伏时，说明有短路。但是，这种方法也不十分可靠，微小的短路有时也检测不出来，因为短路点电阻超过 5kΩ，数字显示较大，不易判断是短路，此时可换用 200kΩ 电阻挡测，反正测量，数值接近，即可判为短路。新蓄电池灌电解液后，端电压为 2.10~2.13V（指干荷电电池），如果低于 2.10V，很可能是短路。蓄电池充电中，端电压低，恒流充电低于 2.40V，池温较高，有可能是短路。汽车、拖拉机用蓄电池，6 个单格，灌电解液后端电压应在 12.78V，如果低于 12V，可判断其中有的单格可

能是短路或有别的问题。

### 217. 汽车起动用电池出现严重自放电怎么办？

电池自放电是电池本身固有的缺陷。如果是蓄电池存在着严重自放电，就是说给电池充足电后短时间内自行放光。此现象说明蓄电池内部存在问题，一般说这种情况有以下几方面原因：

(1) 配制的电解液不能，用了不符标准的硫酸，如因铁杂质超标，就会引起严重自放电。

(2) 使用了不洁净的配酸容器，或有铁的零件落到酸液中。

(3) 在电池的6个单格中，出现单格与单格裂缝，酸液串格。

(4) 在电池的某个单格中有正、负极产生半短路。

出现上述问题，需经过仔细检查确认，或送维修点进行确认处理。

### 218. 怎样减少蓄电池自放电？

普通式蓄电池自放电大多是因为它的正极板基本合金锑含量高，引起二氧化铅自放电。自放电反应式是



锑离子还会迁移到负极，沉积在表面，降低氢析出过电位，导致析氢量高，更加大电池自放电。有试验表明，随着蓄电池使用周期增长，锑在负极活性物质表面沉积量增大，自放电速度加快。许多制造厂家为减少蓄电池自放电或因自放电引起的析气量，用降低铅合金含锑量的措施予以控制。国内市场保证免维护产品质量的主要措施之一，就是把铅合金中锑含量降低至1%~3%，外加一些微量的金属和非金属元素，自放电损失每月不大于1.5%。

在制造和使用上控制铁杂质含量也是重要的。铁在电解液中含量在0.1%，一周内自放电损失高达80%。铁是变价金属。铁离子在正极上氧化成三价铁，自放电后，变成二价铁，迁移到负极上，反复地进行氧化还原反应，加重了蓄电池自放电。

蓄电池在运行中，可用简单的定性分析判断铁杂质含量，方法按本书第八部分有关问题的说明进行。如果铁含量超标，应更

换符合标准的电解液。

铜在电解液中也会产生自放电，沉积在负极上构成微电池。此外，蓄电池其他故障，如短路等都能引起自放电。因此，要按具体情况及时处理。

#### 219. 什么是蓄电池的反极，怎样检查、处理反极？

新蓄电池反极一般是指内部某一格正、负极性颠倒，与多数单格串联顺序相反。一只 12V 汽车用起动新蓄电池，加酸后端电压在 12.78V。如果其中一格反极，端电压仅有 8.4V，电压下降了 4.38V，相当于抵消了一格。反极蓄电池是在组装厂组装颠倒。使用者碰到这种情况，要看是什么结构的电池。如果是普通式（橡胶槽外露式连接）蓄电池，在反极单格两极连条的中部用小钢锯截开，刮去封口剂，提出极板组把它颠倒过来，然后把封口焊接好。要是整体盖结构的反极蓄电池，因内部是粘合封或热封，盖子难以开启和复原，无法修复。对于这样结构蓄电池，事先经过极性检测仪检测，反极概率极小。有的个别单格电池，因蓄电池内部短路，形成过放电，被相邻单格电池进行反极充电。这种情况少见。

#### 220. 蓄电池极板活性物质脱落是什么原因，怎样判断？

电池极板活性物质分别是二氧化铅、多孔金属铅。在长期作用中蓄电池不断充电和放电，极板活性物质进行氧化还原反应，体积发生变化，膨胀、收缩反复进行，活性物质逐渐变得松软脱落，特别是正极板尤为明显，应视为正常。有的蓄电池出现早期大量的活性物质脱落，则是一种不正常现象。其特征是：容量下降，温升高，电解液浑浊，析气量大。造成活性物质脱落的原因有：

(1) 充电电流过大，时间过长，温度过高，产生大量的氢、氧气体，过分地冲刷活性物质。

(2) 经常过放电，生成大量硫酸铅，体积过分膨胀，结合力下降。

(3) 电解液密度低，严寒季节电解液结冰，活性物质被冰晶胀裂，失去结合力。

(4) 电解液密度过大，腐蚀性大，活性物质机械强度下降，以及内部短路等。

(5) 经常过充电，活性物质过度氧化、疏松，板栅受到腐蚀，失去承受活性物质能力。

(6) 经常处于高温下充电，正极活性物质形成泥浆软化，易脱落。

(7) 长期使用大电流充电、放电，极板产生弯曲，活性物质附着能力差，易脱落。

(8) 蓄电池在车辆设备上过度振动，导致脱落。

(9) 杂质进入电池，碱性物质会引起负极多孔金属铅膨胀、脱落。

(10) 因制造质量有问题，板栅与活性物质结合不牢，出现大量活性物质脱落。

判断蓄电池是否出现活性物质脱落，通过容量检测，用 10 小时率放电，如容量低于 80%，说明活性物质质量已不足。

判断极板上活性物质是否大量脱落及产生原因，可检查以下内容：

(1) 蓄电池底部淤积了大量沉淀物，极板表面露出板栅筋条，极板组两侧有大量的铅絮物，电解液混浊，呈铁青色。

(2) 沉淀颜色呈灰褐色，说明铁、铜杂质较多；沉淀物呈浅蓝或灰白色，说明蓄电池中电解液密度高。

(3) 沉淀是糊状物，说明蓄电池出现温升过高；是块状物，则说明制造时有质量问题。

221. 在蓄电池使用中怎样预防极板活性物质非正常性脱落？

减少蓄电池在使用中极板活性物质非正常性脱落的措施主要是：

(1) 充电电流不宜过大，恒流充电时间不宜过长，只要端电压稳定升起即可。温度不宜过高，以减少气体析出量，预防活性物质被冲击。

(2) 不过放电，预防硫酸铅大量生成，过分膨胀，失去活性物质结合力。蓄电池在使用中，要考虑到留有一定电量，不要放

电过量。

(3) 电解液密度不宜过低，严寒季节，密度低于  $1.050\text{g}/\text{cm}^3$  易结冰，导致活性物质被冰晶胀裂。

(4) 电解液密度不宜超过  $1.300\text{g}/\text{cm}^3$ ，密度高，加重活性物质腐蚀，出现泥浆脱落。

(5) 不过充电，预防活性物质过度氧化而导致疏松失去结合力。

(6) 充电中温度不宜过高，超过  $50^\circ\text{C}$ ，正极板栅腐蚀，二氧化铅易软化脱落。新电池初充电要有降温措施。

(7) 电池安装在车辆上，要有防振垫，预防过分振动，加重活性物质脱落。

(8) 防止电池内部进入碱类或醇类物质，否则，会促使两极活性物质脱落。

(9) 大电流起动放电（车上打火），起动电机一次不超过  $3\sim 5\text{s}$ ，应间歇几秒不要连续起动。

222. 蓄电池极板为什么会产生早期腐蚀，怎样预防？

蓄电池在使用中出现容量下降比较明显时，有可能是极板腐蚀过甚引起的。蓄电池在正常充电、放电下，正极板栅受氧化，逐渐被腐蚀是不可避免的。如果不到寿命期限，过早地发生腐蚀，则是故障性腐蚀。其特征是充电温升高，电解液呈棕褐色，时有硫化氢气味（臭气）。

腐蚀产生的原因，有制造因素也有使用因素。制造因素，是指蓄电池中极板在加工制作中，因工艺控制不良，或是原材料不符合要求，或因电解液有害杂质超标等，使正极板栅腐蚀。使用因素，是指蓄电池长期处于大电流高温充电，使用劣质硫酸配制电解液，被加到蓄电池中，或误向电池内加入浓硫酸和其他强酸或弱酸等。用了不纯净的水配制电解液直接加入电池中，也是非常有害的。这些因素都会导致极板腐蚀。

为了预防蓄电池出现早期腐蚀，要控制材料的纯度和加工制造工艺环节。使用中，要按厂家说明书规定进行维护保养。在一些维修点、站配备进行电解液定性分析用的药品和器皿。不要在

高温下长时间地对电池充电。判断蓄电池是否是故障性的腐蚀，首先要检查电解液密度、颜色、纯度，并根据充电温升是否过快（短路因素除外），容量是否达到额定值等方面进行综合分析，找出问题所在。

### 223. 怎样作蓄电池容量不足原因的分析？

蓄电池容量是制造厂家出厂规定的一项质量标准，是按电化学当量和放电曲线确定的，但是制造中的差异，可能出现容量不足，达不到额定值。对此，怎样进行分析判断呢？当使用单位接到新蓄电池后，为了考核容量是否符合要求，要按厂家说明书规定进行充电、放电，按某一种小时率进行放电，检查其容量合格与否。或从中提出代表样品，进行测试。试前，应按规定充足电，调整电解液密度，使之达到规定值。在常温下放电，放电后再按标准温度换算出实际容量。不同类型蓄电池，容量规范达标的次数有所区别。各类蓄电池初期容量规定见表 4-2。

表 4-2 各类蓄电池初期容量规定

蓄电池用途	容量规定(%)	第几次充放电	放电小时率
汽车、拖拉机用	≥95	3次以前	20
蓄电池车用	≥85	1	5
	100	10	10
邮电通信用 电力起动用	≥90	1	10
	100	5	10
	100	7~9	0.5 h
铁路客车用	100	6	10
	100	8~10	5 h
内燃机车用	100	6	5
特殊防爆电机车用	85	1	5
	100	10	
航标灯用	≥95	2	10
	100	3	10
	100	4	500, 100
摩托车用	≥95	3	10

如果使用了一段时间的蓄电池容量出现明显下降，这要检查分析：有无杂质落入蓄电池，并作电解液定性分析；检查电池是否产生硫酸盐化；平时有无过放电，或过放电且充电不足；检查电池是否短路，充电时端电压是否过低，温升过高。此外，还要检查电解液颜色是否混浊，冒气是否过分，判断电池有无极板活性物质脱落问题存在。如果上述原因不存在，还要判断电池内部焊接有无脱焊、漏焊。所以，分析电池容量合格与否，要从多方面找原因，以便对症处理。

224. 采用低锑多元合金制作矿灯蓄电池板栅有什么优点？

KS8 矿灯蓄电池正板栅合金常用 5% 的中锑合金制作。因锑含量偏高，在矿内使用中补水次数明显增多。改用锑 2% 的低锑多元合金，补水次数由过去的二周补水一次，延长到六周补水一次，减少了补水次数。在低锑合金中，添加锡 (Sn) 0.1%、铜 (Cu) 0.05%、硒 (Se) 0.05%。这些微量元素在合金中起到了良好的变晶作用，使合金晶粒变的均匀细微，抗酸腐蚀效果较好。此外，将栅筋形状改为多楞体形状，栅筋的裂隙脆断得到改善。

225. 出现个别“落后”电池是什么原因，如何处理？

对于在充电和放电中发生异常现象的单格电池，习惯叫它“落后”电池。“落后”电池容量低，放电端电压下降快。在多只组合的单体电池中，由于它最先到达终止电压，继续跟随其他电池放电，很快放到 0V，直至出现反极现象，影响电池组的整体电压。产生“落后”电池的原因很多，要作具体分析。若新电池出现“落后”，说明电池中极板先天制造有问题，极板上物质可能没有充分地形成有效物质，有效成分含量低。怎样判断“落后”电池呢？通常是采取长时率放电，测其镉电压，确定问题出在正极还是负极。有的“落后”电池问题不大，经多次循环使用，“落后”现象逐渐消失。但有的“落后”电池是很难消失的。如果是因短路引起的“落后”，还要从短路的特征即充电电压低、温度高去判断。对使用过一段时间的电池，没有超过使用年限，

这要从其他方面进行分析，检查电解液存在杂质情况，极板物质有无脱落，正极板是否腐蚀，以及是否存在硫酸盐化、焊接不良等方面问题。

由于“落后”电池影响电池组整体功能，需作处理，办法是：对工业组合电池要启封，更新极板；是起动电池一个单格“落后”，要看电池封口结构，整体结构是无法修复的，是外连式结构，可锯开连条，刮去沥青封口剂，单独检查“落后”单格，予以充电修复或更换极板。

#### 226. 铅酸蓄电池极板产生弯曲、断裂是什么原因？

正常的蓄电池经过长期使用，板栅逐渐腐蚀、断裂直至电池寿命终了，这是一种不可避免的现象。如果蓄电池在使用期内过早地出现弯曲和断裂，就成为一种故障，其原因主要有以下几点：

(1) 在蓄电池制造中，因极板加工涂制物质不均匀，一面物质质量多另一面物质质量少，或因铅粉氧化度过低、先天不良，这种生极板经过化成，产生应力、变形，这种现象多出现在正极板。开始弯曲度不很明显，随使用周期延长，应力渐大，弯曲更为严重。

(2) 用过大电流给蓄电池充电、放电。在高温下放电，活性物质易产生大颗粒硫酸铅，使极板膨胀形成弯曲。

(3) 蓄电池过放电后未及时进行充电，硫酸铅过量生成，电解液呈中性，板栅也易腐蚀、断裂。

(4) 蓄电池过量充电或者过量放电，极板活性物质过分地膨胀收缩，也会形成弯曲和断裂。

#### 227. 铅酸蓄电池在充电时出现冒气量大是什么原因，怎样进行判断？

蓄电池冒气泡是在充电末期产生水分解的一种现象。充电接近终了，冒气量增大，说明正、负极板已充分地进行氧化还原，两极物质已彻底转化，多充入的电量大作用于电解水，因而氢、氧气体生成量多。如果蓄电池充入电量不足，就出现大量气泡，似乎像是充足的样子，是不正常的。过早地冒气泡，说明蓄

电池充电接受能力差，极板上—部分物质已不再进行氧化和还原。蓄电池冒气量大，通常产生在负极板。为了正确地诊断，可用镉电极测量负极镉压，如负极镉压值大，说明负极多孔金属铅已产生钝化，形成板块硫酸铅盐。盐化物质和板栅接触内阻大，电池端电压按下式表达：

$$U_{-} = I \times (R_{e} + R_{i})$$

式中  $R_{i}$ ——盐化物质和板栅接触电阻；

$R_{e}$ ——极柱汇流排电阻。

$R_{i}$  电阻增大， $U_{-}$  变高。对这样的蓄电池再用一般均衡充电法效果不大，要用一定量的脱盐剂进行处理。

228. 新蓄电池加入电解液后，温度升高是什么原因？

新蓄电池加电解液后，温度上升与电池内在因素有关。普通非干荷电电池，加酸后，温升高，而干荷电电池温升不十分明显。这是因干荷电极板经过抗氧化处理，出厂电池已是处于充足电的状态，加酸后，即可带负荷使用。普通非干荷电池的极板，未经抗氧化处理，极板处于半充足电状态，相当一部分物质处于原始状态，和稀硫酸反应产生很大的热量，因而温升很高。在夏季有的高达 50 以上，因此，充电需要人工降温，给使用带来不便。

229. 充电中蓄电池温升过高是什么原因？

正常充电中的蓄电池温度上升，是电能转化为化学能的过程中，一部分电量因电池内阻缘故，电能消耗在阻热上。若是蓄电池充电时温升过高，要通过检测判断，如测得温度比相邻电池高出几度，说明电池内部有短路。新电池充电温升过高，说明是微短路引起的；旧电池充电温升过高，则可能与极板腐蚀脱落有关。对于密封免维护式蓄电池，因无温度测孔，不能测温，可从电池端电压变化情况进行判断。起动用电池充电电压（恒压充电）不足 14V，则说明电池有故障。往往是电池中最边沿的负极板无玻纤或化纤隔板，导致边板缺酸引起的。

230. 电池电解液出现混浊是什么原因？

电解液混浊多出现在普通富液式电池，而贫液式电池不易观

察到。蓄电池在使用中，正极板栅与活性物质受酸的氧化腐蚀，细小的二氧化铅粒子进行氧化还原反应，被气体冲刷疏松脱落，悬浮在电解液中而使电解液出现混浊。电解液混浊严重时，说明极板活性物质脱落量大。蓄电池早期出现混浊的原因：一是电解液密度超过规定；二是电解液不纯，有别种腐蚀物质存在，如其他酸类物质、醇类物质和有害杂质。对混浊的电解液，要通过理化检验，作出判断。超标的应更新电解液。蓄电池使用到接近终期，正极  $PbO_2$  物质软化呈泥浆状，充电中，被冲刷下来，造成电解液混浊，这是不可避免的现象。

### 231. 蓄电池维修网点要具备什么样的工作条件？

蓄电池维修网点要具备一定的维修条件和维修技能，使更新出来的蓄电池，达到使用要求。维修网点是以维修汽车、摩托车、拖拉机用蓄电池为主，应具备的条件是：

(1) 充电电源。有低压充电机或硅整流充电器，附有电压、电流表，可变金属电阻或炭电阻。

(2) 焊接工具。具备焊接用氧、乙炔或石油液化气小焊枪具。

(3) 锅具、模具。有小容量熔铅锅，不同规格的极柱、连条模。

(4) 工位器具。有焊接台具、梳具、盒具、耐酸容器、电解液密度计、温度计。

(5) 室内工作场地。要有抽尘净化设备和酸污铅污水沉降处理地面槽。维修网点要与居民生活区保持一定距离。

(6) 外购的原材料如铅、酸、极板、隔板等要有质量可靠的供货单位。

(7) 应具备简易的理化分析条件，能定性分析铁、铜、锰、锌以及强、弱酸的条件。

(8) 操作人员对组装焊接应经过专业技术培训，并具有对电池使用维修和故障排除的知识。

在焊接操作上，要求所焊的部位平整光洁、无砂眼，不出现淌焊、漏焊，无铅粒子落入极板群内。隔板要齐整，两侧宽度要大于极板群；破裂的隔板要更换；封口要严密，以防酸液串格短路。

232. 汽车起动用蓄电池出现起动力不足是什么原因，怎样判断分析？

正常使用的起动用蓄电池，如果发生起动力不足，在分析故障时，除考虑蓄电池外，也要考虑车上的其他电系部分，分析车上发电机部分有无故障。现代汽车装用硅整流发电机，比老式直流发电机寿命长，有着良好的充电性能。它与晶体管调节器配套，发电电压比较稳定，功率较大。但是，由于车辆外部环境不一，有时也会出现充电系统的故障。

(1) 充电系故障原因分析。如果发电机在中速以上运转时，电流表指示放电或充电指示灯亮，说明充电系统有故障。其原因可能是：

① 蓄电池和发电机之间的连接导线松动即接触不良。

② 硅整流发电机不发电。可能出现整流二极管断路、短路，定子三相绕组或磁场绕组有短路、断路、搭铁故障。电刷在电刷架中卡死、焦住，电刷磨损过甚造成接触不良。

③ 晶体管调节器中调整管老化、断路，稳压二极管失效，小功率推动管（复合管前级）损坏断路，双极振动式调节器低速触点氧化、烧蚀、脏污，高速触点搭铁等。

(2) 充电系故障判断。

① 风扇传动带是否过松或断裂，发电机、调节器、电池、电流表间的接线是否松脱，各接头与导线间有无氧化烧蚀。

② 用本车灯作试灯，一端搭铁，一端接触发电机正接柱，若试灯亮，说明线路正常。否则，说明断路。

③ 在发动机中速运转时，若指示灯指示充电，则说明发电机正常，故障则发生在调节器；若电流表指示放电，则说明发电机不发电。

233. 汽车用蓄电池大功率放电后，给予充电电流过小、不稳或充电电流过大，对蓄电池使用是否有损害，对此故障怎样分析判断？

汽车用蓄电池在起动用发动机时处于大功率起动用放电，放电量

流大约是 3~4 倍额定容量值。每次起动瞬间电量消耗约 5%~10% 左右，随之发电机对其进行补充充电，使蓄电池容量恢复。随时间延长，充电电流逐渐变小，或接近于零，属于正常。

蓄电池处于充电不足，充电电流值过小，则说明充电系统有故障，原因可能是：

(1) 发电机传动带过松，整流二极管有个别断路，定子绕组有一相断路或接触不良，电刷油污发卡或集电环油污、接触不良。

(2) 晶体管调节器分压电路电阻烧坏变值、电容器失效，稳压二极管参数改变。

(3) 双级调节器低速触点烧蚀或调节失效，电压调节过低等。

#### 234. 橡胶外壳的起动用蓄电池，怎样进行拆卸装修？

起动用蓄电池的外壳为硬橡胶或塑料制作。硬橡胶外壳是普通外连式结构，拆装比较容易。如果只拆修某一单格，先在两极连条上用钳工锯从中间锯开，再用开水慢慢地浇到沥青封口剂上，使其软化，随即用扁平铲刀，刮去封口剂，用“J”字形提手伸入盖子注液孔内，提出极板群。修理后按原位放入，用氧、乙炔焰焊牢，锉平、封好即可。如果是更新单格极板群，先用直径和极柱一样的钻头，对准极柱中心，用较慢的转速，钻下连条。更新极板群最好同时更换新连条和新盖子。最后用封口剂封好。

#### 235. 充了电的蓄电池在拆修前为什么要进行放电？

充了电的蓄电池，负极板的活性物质多孔金属铅的表面积很大，是相同平板面积的 2000 倍。多孔金属铅在空气中极易氧化，生成氧化铅。它和硫酸作用又能生成硫酸铅，给再充电带来困难。因此，用放电的办法，使多孔金属铅表面生成一层硫酸铅保护层，保护多孔金属铅不被氧化。这样拆出极板组进行修理，在空气中暴露 1h，也不会产生氧化，保持极板的强度，预防极板损坏。放电办法是用电池额定容量的 10 小时率电流值，酌情放电数小时即可。

236. 拆修普通外联式起动蓄电池所用极柱连条部件的规格尺寸有哪些？

拆修起动蓄电池所用的极柱、连条，其规格尺寸是按照电池最大放电率所需导电截面积设计的，有多种不同规格尺寸。极柱部分可参照图 4-2、表 4-3，连条部分见图 4-3、表 4-4。用于穿壁焊组装用的极柱形状虽有不同，但极柱的柱体截面应适合起动放电所需的截面积。

表 4-3 极柱部位尺寸

容量 / A·h	代号	极柱部位尺寸 / mm			
		$\phi$	$\phi_1$	$\phi_2$	S
60	YQ4	13	10	5	20
75	YQ4	13	10	5	20
90	YQ4	13	10	5	20
105	YQ4	13	10	5	20
120	TQ5	17	13	8	25
135	TQ5	17	13	8	25
150	TQ5	17	13	8	25
165	TQ6	20	16	10	30
180	TQ6	20	16	10	30
195	TQ7	22	18	11	30
210	TQ7	22	18	11	30

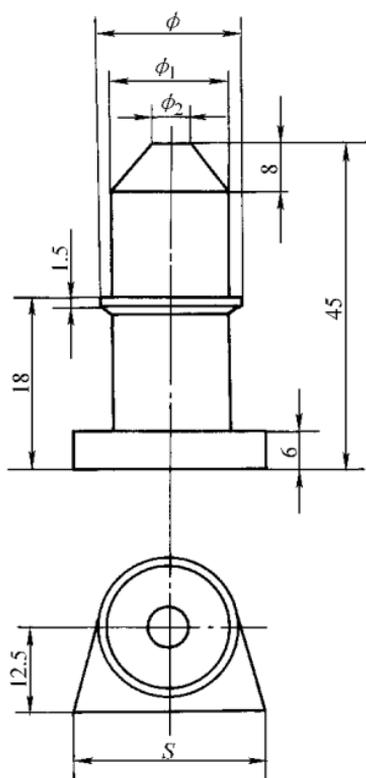


图 4-2 极柱

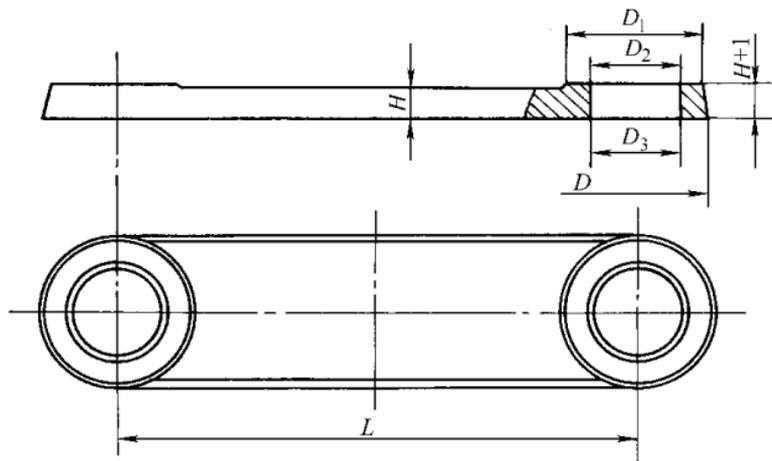


图 4-3 连条

表 4-4 连条部位尺寸

容量/A·h	尺寸/mm					
	L±0.2	D	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	H
60	42.7	25	24	16.5	16	5
75	51.2	25	24	16.5	16	5
90	60.2	28	27	19.5	19	5
105	68.2	28	27	19.5	19	6
120	77.2	32	31	23	22	6
	78	32	31	23	22	6
135	85.2	32	31	23	22	7
	78	32	31	23	22	7
150	94.2	32	31	23	22	7.5
	78	32	31	23	22	7.5
165	102.2	34	33	25	24	8
	78	34	33	25	24	8
180	111.2	34	33	25	24	8.5
	78	34	33	25	24	8.5
195	119.2	34	33	25	24	9
	78	34	33	25	24	9

237. 摩托车用蓄电池常见的故障有哪些，为什么要定期向电池内补充纯水？

摩托车用蓄电池是在振动大的条件下使用，存在的主要问题是使用寿命短，往往达不到正常使用期限。从解剖用过的蓄电池情况看，程度不同的存在短路、活性物质脱落、极板腐蚀和断裂、自放电大、容量低等问题。国内外产品都程度不同地存在。分析产生的原因，有的是材料不良、工艺简陋，也有使用不当的因素。目前摩托车蓄电池有普通式和免维护式，外壳有硬橡胶和塑料的，电解液有富液、吸附式、胶体的。普通富液式隔板所用

材料是橡胶或 PVC 塑料，此种电池耗水量较大。吸附式指免维护电池，其隔板是超细玻棉或化学纤维，电解液全部被吸附在隔板上。它自放电小、耗水少，补水次数比普通式少。胶体式电池和吸附式耗水量大体相同。有的普通式电池采取了耗水量少的技术措施，耗水量也比较少。蓄电池在长期使用中，程度不同地消耗电解液水分。从解剖检查一些故障蓄电池看，由于电池得不到补水，电解液中水分减少，液面下降，电极作用面积相对减小，故充电中电池产生高温，加速了电极的腐蚀脱落，导致早期失效，缩短了使用寿命。因此，必须给电池定期补水，一般说，普通电池每 3~4 个月补水一次，透明塑料电池可根据液面下降情况予以补水。

补充的水必须是纯水或蒸馏水。

238. 摩托车用蓄电池容量不足是什么原因，怎样进行判断？

蓄电池容量是按车型动力需要设计的。如 JH-70 型嘉陵牌车，用 6V 4A·h 电池，是用 0.4A 放电 10h 达到 4A·h 的电量。本田 CB—125 型车装 6V 6A·h 电池，是用 0.6A 放电 10h 达到 6A·h 的电量。容量达不到额定值，要作具体分析。若新电池容量不足，无疑是制造问题。使用过较长时间的蓄电池容量下降是正常现象。如果出现明显下降，可能是以下几种原因：

(1) 发动机在转速较低的情况下，长期使用前灯及其他用电设备，使蓄电池处于过放电。

(2) 磁电机产生故障，无法给蓄电池充电，直流发电机调节器的电压调整太低，或磁电机整流器的硅二极管被击穿。

(3) 电解液密度太低、充电不足，产生硫酸盐化。

(4) 电解液密度太高，误向电池内加入硫酸，造成电极活性物质腐蚀、脱落。

上述四种原因都会导致电池容量下降。一般采取的检查处理办法是：容量和电解液密度的关系是密度高，容量大；密度小，容量低。但是，密度低不能用加硫酸的办法增加容量，否则，将会损坏电池。正常电解液密度是  $1.280\text{g}/\text{cm}^3$  (25 )，密度每下

降  $0.01\text{g}/\text{cm}^3$ ，容量下降 6%。如，测得一只蓄电池电解液密度为  $1.200\text{g}/\text{cm}^3$ ，则容量下降为

$$0.01:(1.280 - 1.200) = 6:X$$

$$X = 48 \quad \text{即 } 48\%$$

电解液密度偏低，容量不足，应给电池补充电，使其达到规定值。

### 239. 怎样判断和处理摩托车用蓄电池的自放电？

摩托车用蓄电池在使用中，出现大灯不亮，扬声器声响减弱，即使是充足电，时间不长又出现这种现象，这说明电池有明显的自放电。任何蓄电池都存在自放电，只是程度不同而已。在 1 个月内有 3% 的自放电量是正常的，超过 5% 的自放电量是不正常的。蓄电池产生自放电原因是：正极相连的导线有搭铁短路；内部隔板穿透，正、负极板短路；铁杂质含量高或含其他有害金属和强酸、弱酸等。按照以上可能的原因，先检查导线有无搭铁短路之处，做法是先关闭电源开关，再拆下正极接线，在接线柱上划碰，若有火花，说明有短路存在，应予排除。若属蓄电池自身短路，应拆修。

### 240. 摩托车用蓄电池有时充不进电是什么原因，怎样判断和处理？

摩托车用蓄电池充不进电，说明充入的电量不能有效地转化。正常蓄电池充入电量是按放出电量的 105% 左右给蓄电池充电的。蓄电池充不进电可从以下几方面进行分析判断：

(1) 新蓄电池充不进电。若池温高，端电压低，说明蓄电池内有短路。表现为电解液温升很高，恒流充电单格电压在  $2.10 \sim 2.30\text{V}$  不再上升。

(2) 极板物质脱落。充入电量不能接受，电量只消耗在电解水上。脱落原因有制造问题，也有使用问题，要作具体分析。

(3) 蓄电池极板产生硫酸盐化，极板上的物质生成了难以转化的硫酸铅。硬化的铅盐不易分解转化，故不能贮存电量。依照物质转化所需电量是充入  $1\text{A}\cdot\text{h}$ ，正极物质转化  $4.46\text{g}$ ，负极物质

转化为 3.86g。两极必须同时转化，一个极转化，另一个极不转化也是无效的。此外，还应查找充电线路接头有无松动、锈蚀以及电阻增大，电流减小，充电效率低，电解液密度过低，不符合规定等原因。

按不同问题采取不同方法处理。是短路问题要拆修；是极板物质脱落的要进行更换；是硫酸盐化的，可用 20 小时率电流值连续充电数十小时，直至充到电压正常为止。或参照本书处理硫酸盐化方法处理。

241. 在摩托车上使用 VRLA 电池有哪些故障问题，原因是什么？

产生的故障及其原因有以下方面：

(1) 酸液中水分损耗量大，出现早期干涸，原因是：排气阀开阀压力太低，闭阀后关不严，导致失水严重，出现干涸。

(2) 电池溢酸。原因是：

- ①热封不好，出现极柱端子处漏气。
- ②安全阀太松或不耐腐，破裂或穿孔。
- ③电解液过满，酸液从安全阀处溢出。
- ④电池槽盖破裂穿孔。

(3) 电池槽膨胀变形。原因是：

- ①荷电性能差，加液后温升高。
- ②安全阀过紧，气排不出，在内压大时，产生爆裂。
- ③车辆充电电压过高，电流大、温度高造成热失控，外壳产生鼓胀。

(4) 起动无力。原因是：

- ①荷电性能差，主要是正极板产生钝化，也有串格短路现象。
- ②贮存时间久，电池自放电大。
- ③电池有断路、短路、自放电、反极问题。
- ④充电器电压低，充电不足。
- ⑤车上起动系统有故障，或因电池容量小不匹配。

(5) 断路。在 VRLA 电池中断路是来自合金腐蚀，表现在：

- ①使用铅锑合金焊汇流排，负板耳被腐蚀断裂。
- ②板耳未清除氧化层，用 Pb-Ca 合金焊接，造成板耳虚焊、掉板。

- ③极柱截面积小，起动电流过大，产生熔断。

- ④极柱或跨焊部位未焊接牢，被大电流熔断。

- ⑤穿壁焊不牢而断开。

- ⑥端子引出线因热封不良而导致铜芯裸露，被酸腐蚀断。

(6) 短路。原因是：

- ①在极群组焊中，铅粒子滴落在极群中间，没有清除，形成短路。

- ②AGM 隔板被极极上的毛刺硌穿，造成隔板破裂或穿孔。

- ③电量量过多而造成串格。

- ④跨桥式极柱未放好，使电解液渗漏穿格。

(7) 自放电大。原因是：

- ①使用了劣质铅合金和辅助材料。

- ②隔板铁杂质含量超标。

- ③电池壳的格与格间有微孔。

- ④生产过程中混入有害杂质。

- ⑤电池所用硫酸和水不纯，铁杂质含量超标。如使用工业硫酸配制电解液。

(8) 反极。原因是：

- ①极群入槽时放错极性位置或放错标有极性的盖子。

- ②自放电大，导致极性反向。

- ③安装时，极板错位或接错线。

(9) 容量不足。原因是：

- ①极板物质量不足，反应量不够。

- ②自放电过大。

- ③板栅合金耐腐性差，出现断裂或腐蚀。

- ④电解液量不足或密度过低。

⑤ 电池匹配容量不足或车上充电器电压偏低，低于 13.8V，充电不足或充不进电。

⑥ VRLA 电池的负极可能长期处于充电不足，负极硫酸盐化加深，正、负极作用电量失衡。

242. 摩托车用蓄电池常出现的质量问题是什么，怎样解决？  
摩托车蓄电池质量问题，大体分制造和使用两个方面。

(1) 制造方面。极板荷电工艺处理不良，正负极板上的活性物质转化率低，负极多孔金属铅出现氧化；组装件有质量差异；组装电池操作不良等。由于上述原因，电池使用仅数月失效，退换率达百分之几十。针对上述问题采取的解决方法是：通过统计分析，对那些发生问题概率大，分类梳理，建立档案，属技术操作问题，通过现场技术监控，采取对应措施，逐一落实解决。

(2) 使用方面。电池充电器设定的电压不统一，造成电池充电电压高低不一致。出现有的电池充电不足，有的过充电。为解决这一问题把充电器电压设定在 14.8V 或 7.4V，按此规格进行配套筛选，确保充电器规格统一。

此外，驾驶人员要注意电池的维修保养，如定期给电池补充水，和补充电，补水要用蓄电池专用水。

243. 摩托车用干荷式蓄电池，在 0 或更低的气温环境下，加入电解液后起动无力是什么原因？

摩托车用蓄电池常见的几种型号，MA 型为普通式干荷电；YTX 型为密封或干荷电；TM 型为阀控密封式。后两种型号是免维护产品。

在环境气温低于 0 或更低时，向电池加入电解液后起动无力或车发动不起来，是因为低温下电解液向极板渗透的速度比常温下慢得多。两极活性物质在短时间内没有被电解液充分地激活，尤其电池在紧装配的情况下，隔板没浸透，所以电量施放不出。电池在 20min 内不能有效地发动车辆，出现这种现象往往认为是电池质量有问题。如果是一只荷电正常状态的电池，只要把电解液事先放在温暖的室内半天或一天，就不会出现上述现象。

244. 摩托车用干荷式蓄电池在放置数月后，用高倍率放电，性能差是什么原因？

摩托车用蓄电池的荷电性能是指蓄电池制造完工后，放置 6 个月，用高倍率放电，在  $100I_{10}$  (A)、 $-15$  条件下，放电 5s，电压值大于 9.5V（指 12V 电池），放电时间大于 120s，终止电压 1.0V/单格。达不到这个条件的原因，主要是荷电性能差，是由于正极板钝化造成的。产生钝化的原因是板栅与活性物质—— $PbO_2$  接触界面处电阻值大。当电池注液后，由于内阻大、压降也大，所以达不到高倍率放电要求。其中内阻大的原因是正极板干燥温度过高，导致  $PbO_2$  接触界面处电阻大，用红外线条件干燥正极板能够有效地改善这种不良状态。

245. 怎样解决摩托车蓄电池干荷电性能差的问题？

按高标准要求，解决摩托车蓄电池荷电性能差的措施主要可从以下几点进行考虑。

(1) 适当提高铅粉氧化度，控制到 75% ~ 80%。

(2) 生极板固化阶段要充分，使金属铅含量小于 2%。

(3) 化成要深透，使正极  $PbO_2$  含量不少于 84%。化成后应用水冲洗到中性，甩干，放在不高于 55 的干燥室内烘干。

(4) 烘干后的板极要防潮，如暂不装入电池，应将极板放在 35 的干燥室内保存。

(5) 如果是采用不焊接化成工艺，为防止化成不彻底，可适当延长齿条反充时间，使板耳和齿条保持良好的接触。

246. 用 VRLA 电池技术制造的摩托车用蓄电池低温起动放电性差是什么原因，用什么方法解决？

普通式摩托车蓄电池在低温大电流起动放电性和国外同类产品相近。按 JIBD5302—1997 摩托车蓄电池技术标准。普通式蓄电池在  $(-10 \pm 1)$  环境中放置 10h 以上，然后用大电流放电，5s 时间电压不低于 1.6V/单体，放电至终心电压 1.0V 的时间不少于 1.7min，实际放电到 1V 时，时间大于 1.5 ~ 2min，高于上述标准。然而，用 VRLA 电池技术组装的摩托车蓄电池在放电到

1.0V时,时间很紧,显得不足。为什么在低温条件下 VRLA 电池放电比较差呢?其原因除工艺配方外,据测,极柱和连条的欧姆电阻大,占总电阻的 65%。显然,电阻大是影响电流传导的主要障碍。因此,改善板栅筋条形状结构,在极柱中加导电好的金属材料以减少电阻是有效的。固定型大容量蓄电池为了解决大电流放电。在极柱中加铜芯提供了有益的启示。

247. 干荷电式蓄电池在干态下经过长期贮存后加入电解液,充电初始端电压为什么很高?

蓄电池长期存放,负极板的多孔金属铅产生氧化,生成氧化铅。在电池加电解液后,氧化铅和硫酸作用生成硫酸铅,内电阻大,充电电流只作用在板栅上。此时,电流作用面积小,密度大,极化作用大。因此,端电压较高。充电后时间不长,端电压就会降下来,继续充电,硫酸铅逐渐分解,作用面积渐大,极化作用渐小,端电压渐渐地下降。之后,符合常规充电情况。端电压又渐渐上升,因此,对贮存过的蓄电池,开始只能用小电流缓缓地充电,待电压平稳后,再转入正常电流值进行充电。否则,因电流大、温升高,会损坏极板。蓄电池贮存期限见表 4-5。

表 4-5 各类蓄电池贮存期

序号	蓄电池用途	贮存期/年	标准号
1	汽车、拖拉机起动用	2	GB5008—1991
2	蓄电池搬运车用	2	GB7403—1987
3	邮电通信、电力用	2	GB13337—1991
4	煤矿特殊防爆电机车用	2	JB8200—1999
5	航标灯用 I 类	2	JB1866—1984
	II 类	1	
6	摩托车起动、照明用	1	JB4282—1992
7	铁路客车用	1	GB13281—1991
8	船舶起动用	2	GB12169—1990
9	船舶通信照明用	2	GB12170—1990
10	贮能用	1	JB/T 9653—1999
11	KS 矿灯用	2	MT26—1998

248. 电动自行车用蓄电池存在的主要质量问题和原因是什么？

电动自行车用蓄电池主要质量问题是电压参差不齐。在电池的单格中只要有一格落后，整只电池被它连累。一格电压低，其他单格充电受到制约。其他单格已充好，落后单格没充好，造成电池过充电，意味着电池早期衰老，既加重了用户负担，也浪费资源。这个问题直接原因是制造不良。但从设计上看一个单格的空间很小，为保证电池整体功能，正、负极板内装是 +7、-8 片，其中只要有一片不良，如焊接不良、隔板破损、活性物质脱落、内部短路等，都是造成电池“落后”的原因。从汽车起动用蓄电池看“落后”概率高达 66%，有 2/3 电池单格出现故障，有的单格端电压下降到 1V，而正常的单格端电压还在 2.05V 以上。因此，电池的均衡一致性对电动车用蓄电池是很重要的。

249. 电动自行车在行驶中常见的故障及原因是什么，怎样排除？

(1) 调速失灵或最大速度低。

原因：电池电压低，调速手把线过松。

排除方法：将电池充足电，调速手把线连接紧固。

(2) 接通电源，电机不工作。

原因：电池接线松动；调速手把线脱落，自动保护未复位。

排除方法：关闭电源，请专业人员重新接通。

(3) 一次充电后续驶里程不足。

原因：轮胎气压不足；充电不足或充电器故障；电池老化；个别电池单格落后。

排除方法：将轮胎充足气；充足电量；充电器接头与电源插座重新接牢；部分或全部更换电池。

250. 固定型通信用 GF 式蓄电池使用中的故障有哪些，是什么原因，怎样进行处理？

固定通讯用蓄电池在使用中常见故障有电池短路、极柱铜芯裸露腐蚀、容量不足、隔板穿孔、正极板玻璃丝管破裂、极板弯

曲、隔板上浮等。其产生的原因和处理方法是：

(1) 造成蓄电池内部短路，是在焊接汇流排时，焊铅落入极板群，使正、负极板搭接。表现为浮充电电压低于正常值，自放电，池温高。

处理方法：启封，吊出极板群，逐片抽取隔板，清理铅粒子。清理后，单独给予补充电，使蓄电池恢复正常。为杜绝铅粒落入极板群，需改进焊接方式，由立式改为卧式焊接。

(2) 极柱铜芯裸露腐蚀的原因，是在焊接时，焊枪火焰把铅包铜芯部分焊露。表现为铜芯在电解液中腐蚀，负极镉电压偏正，浮充电电压低于正常值。

检查、处理方法：透过塑料外壳观察，如观察到负极板表面有铜红色，进一步定量分析电解液铜离子超标，可由此确诊，更换新电池。

(3) 容量低于额定容量的原因，是极板活性物质没有充分地进行转化，两极板活性物质含量低，利用率低。

处理方法是：经过循环充电、放电，提高利用率，如果无效，应更换新电池。

(4) 隔板穿孔的原因是正、负极板间隙过小，橡胶隔板被过分挤压、氧化腐蚀，在它的上端和下端，即正极板上框和封底对应部位形成穿孔。

处理方法：更新隔板，处理极板上毛刺，合理地留出间隙，不使极板组装得过紧，改用塑料封底代替铅封等。

(5) 造成正极板玻璃丝管早期破裂，是制造时灌入的基本物质质量过多或辅助填料少，或丝管有问题。造成，二氧化铅膨胀过甚，造成丝管破裂。表现为二氧化铅被冲刷下来，电解液变色。

处理方法：更新正极板。

(6) 极板群中有的极板先天弯曲，弯曲度  $5 \sim 10\text{mm}$ 。

处理方法：对严重的弯曲应予整形，轻度弯曲，不影响使用的，不必处理。

(7) 隔板上浮的原因是隔板松动，形成上浮。

处理方法：在极板群上部加设多孔状梳形压板；在汇流排下设压物；或在注液帽下加支撑，压在防护板上，阻止隔板上浮。还可以在正极板上框加环形孔，再串联塑料条，也能阻止隔板上浮。

251. 煤矿电机车用防爆型蓄电池在使用中有哪些故障，怎样排除？

煤矿内电机车用防爆型蓄电池的故障主要是漏气和反极。漏气是指电池槽和电池盖热封结合处因强度不够，经搬运振动而形成裂缝，气密性检查达不到 20kPa。如果蓄电池电解液从热封处裂缝溢出，既腐蚀电源箱，又影响机车绝缘。反极是指正、负极性和盖子极性颠倒，使用者按盖子上的极性符号进行组合焊后，形成反极。对漏气的解决办法，可将对接封口改为扣接封口，提高封口机械强度。对已漏气的蓄电池，可用与电池槽相同的聚丙烯塑料片，用塑料焊枪补焊解决。反极的解决办法是改进塑料框架与盖子定向吻合，避免反极。

252. 用涤纶排管作成管式正极板，在电池使用到中后期常出现的问题是什么？

用涤纶纤维编织管作成牵引车管式电池，使用到中后期常出现活性物质从经纬孔中泄漏出来，随着使用周期延长，影响了电池的使用寿命。从对管子检测结果看，编织管子的经纬纱支数低于标准规定的支数，这种管子孔径大，粉子易从孔中泄漏出来。同时，管子的强度也受其影响，难以支撑  $\text{PbO}_2$  物质的膨胀力。正极板在由  $\text{PbO}$ 、 $\text{PbO}_2$ 、 $\text{PbSO}_4$  的逐步转化过程中体积变化是很大的。据测算体积约增大 30% 以上。这样大的胀力很有可能将涤纶管胀破。

253. 通信用固定型免维护蓄电池在使用中所出现漏液问题产生的原因是什么，怎样处理？

大型固定通信用免维护蓄电池，进入 20 世纪 90 年代发展很快，已有 2kA·h 以上产品投入运行。

蓄电池漏液是指电解液从槽盖结合处渗出。原因有：蓄电池

搬运受到振动，结合处裂纹；排气阀失灵，内压过大，导致电池槽膨胀而出现裂缝；极柱端子处密封不良等。

对上述问题通常采取的办法是：在塑料电池槽外加喷塑铁壳，承受外来力及内压力大形成的裂纹或凸胀。此外，应保证排气阀的可靠性，使电池内富集的气体排出。

254. 阀控式密封蓄电池在使用中易出现什么故障，怎样预防？

阀控蓄电池，就是用排气阀监控电池内部气压，使之在安全限定的范围内。排气阀子能自动开启能瞬时使内压和外部大气压达到平衡后，自动关闭，起到良好的密封效果，阻止电池中水分蒸发，达到减少向电池内补水的目的。

为预防故障使用中应注意：

(1) 确保排气阀子的灵敏度、可靠性。在使用中，要作必要的检查、监测，一旦个别阀工作不灵，应及早采取措施。对有问题的排气阀，应在生产厂家的协助下进行处理。

(2) 蓄电池中电解液是由超细纤维吸附，贴在极板上。蓄电池接受充电、放电，酸液会产生移动。虽然位移的速度非常缓慢，但对多年使用的蓄电池，有可能从上部向下部移动，再加上极板膨胀因素，使酸液被挤压，就会出现局部酸液少而导致内阻增大，蓄电池容量会受到限制。因此，蓄电池在使用中，要注意观察温升和由此可能出现的故障。

255. GFM 型固定型通信用蓄电池正极汇流排和极板耳结合处，为什么会产生腐蚀，解决的措施是什么？

通常 GFM 电池的正极板栅采用 Pb、Ca、Al、Sn 合金。电池在使用初期，隔板 (AGM) 所吸附的酸量处于饱和状态，腐蚀速率很低，基本属于正常氧化腐蚀状态。

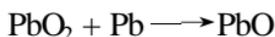
当蓄电池使用一段时间后，靠近极耳和汇流排的结合处，酸的饱和状态失去平衡，逐渐成为中性或弱酸性，其表达式为



当蓄电池使用到一定程度，反应 (1) 将继续产生如下反应：



$\text{PbO}_2$  继续产生如下反应：



$\text{Pb}$  和  $\text{PbO}_2$  借助水的作用，导致铅的阳极氧化，引起  $\text{PbO}_2$  的生成。如果板耳和汇流排处出现焊接不良，或有其他金属存在，这种腐蚀速率会更快。从解剖用过的电池中发现腐蚀是严重的。对这种腐蚀解决的措施主要是设法提高合金的耐腐性，调整焊接材料结构；适当给电池补水，避免电池出现干涸，以迟缓腐蚀速度。

256. GFM 型蓄电池的均衡充电电压为什么会出现不均现象？

在阀控式密封蓄电池的均衡浮充条件下，单体电池间端电压初期参差较大，通常在  $0.05 \sim 0.19\text{V}$ ，均衡浮充条件下标准是  $\leq 0.05\text{V}$ 。参差超出  $0.14\text{V}$ 。产生原因与负极活物质状态有直接关系。一般认为，负极多孔金属铅结合密度大时，内阻小，物质充电转化速率快，负镉极偏负值大，极化电压高，所测得端电压会出现上偏差，反之，则出现下偏差。除此原因外，导致均衡充电电压参差，因还与电池容量差别、密封反应效率、杂质含量、隔板电阻、焊接质量、工艺制备条件等诸多因素有关。因此，制造 GFM 蓄电池要确保一个严格的稳定的工艺条件是很重要的。当然，在均衡充电条件下，负极的电位高低也来自正极氧的去极化作用，影响着负极的电极电位。蓄电池在长期运行过程中，有自行调整的功能。当诸多因素趋于平衡时，浮充电压会趋向均匀状态。

257. GFM 系列产品已从哪些方面改进提高？

从报道的技术文献看，该系列产品在制造技术上均有许多改进。制造厂家采取综合有效措施，已获得良好效果。

(1) 改进正板栅耐腐合金配方，使  $\text{Pb}-\text{Ca}-\text{Al}-\text{Sn}$  配比恰到好处，正、负板栅厚度比为  $5:4$ 。

(2) 控制活性物质涂填量公差范围不超过  $10\text{g}$ ，不论手工涂填或机械涂填均按此要求控制。

(3) 改进产品结构，增加电池贮液空间，由贫液变为富液，从而有效地解决“干涸”问题。

(4) GFM系列产品采用电池化成，省去中间工艺环节，减少电池有害杂质，既降成本又利环保，确保电池使用寿命。

(5) 采用新型隔板，利于  $O_2$  的迁移化合。

(6) 提高安全阀的精度配合，国内有的工厂从国外进口成套塑料制品，有的厂家已生产出良好的塑胶部件，不论光洁度和密封性、耐老化均达到优质品水平。为防酸帽老化，要求每四年更换一次，以确保长期使用。

(7) 提高封口质量，改进密封工艺，用优质封口胶封口，加O型密封圈压实。改进极柱焊封处结构，确保焊封质量。

258. VRLA固定型通信用蓄电池过去曾出现些什么质量问题，原因是什么？

20世纪90年代初VRLA电池产品质量曾出现过许多问题，后经制造厂家、科研机构、院校协同技术攻关，产品质量有明显的提高。这些问题是：

(1) 酸液渗漏。在极柱和盖子结合部渗酸。原因是：塑盖孔上的铅套管在极柱焊封时，有膨胀缝隙，由于酸液毛细现象，从缝隙中渗出，影响电池绝缘度，并给维护工作的带来麻烦。

(2) 塑料槽膨胀。因电池内压过大，气排不出，导致塑料槽凸胀，四边壳面凸现严重。原因是：电池析气量大，排气阀不能有效地开合甚至失灵，导致内压过大，槽体凸胀。

(3) 电池组端电压参差不齐。单体与单体电池的端电压参差90mV，基本原因是电池工艺制造上的均一性差。

(4) 容量下降。容量低于额定值。主要原因是因电池严重干涸，贮液量减少，充电制不规范等。

(5) 使用寿命短，达不到标准，有的在3~5年内就退役。

## 五、合金与板栅

259. 铅酸蓄电池所用铅的合金及其元素的主要物理化学性质有哪些？

铅、锑用作蓄电池的电极材料已有百余年历史。铅、锑在硫酸溶液中能经受较长时间的充电、放电，即氧化还原反应。它具有较好的化学稳定性。铅和锑的合金主要用作板栅骨架和制备活性物质的初始材料——铅粉。

铅 (Pb) 原子量为 207.21，密度为  $11.34\text{g/cm}^3$ ，熔点为  $327.25$ ，沸点为  $1743$ 。金属铅是青灰色，有良好的延展性，在常温下生成一层氧化膜，失去金属光泽。铅的氧化物有  $\text{PbO}$ 、 $\text{Pb}_3\text{O}_4$ 、 $\text{PbO}_2$ 。天然铅矿石是以  $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{PbO} \cdot \text{H}_2\text{O}$  的形式存在。

铅的国家标准 GB469—1995《铅锭技术要求》规定有 3 个牌号，见附录 1。高品号铅杂质少，用作板栅和磨成铅粉。低品号铅用作产品的零部件。

锑 (Sb) 原子量为 121.76，密度为  $6.621\text{g/cm}^3$ ，熔点为  $630$ ，沸点为  $1440$ 。锑在空气中不易氧化，加热燃烧时生成  $\text{SbO}$ 、 $\text{Sb}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Sb}_2\text{O}_5$ 。锑的国家标准 GB1599—2002《锑分类及技术条件》规定有 4 个品号，见附录 2。制备含有锑的合金多用二号锑。

钙 (Ca) 原子量为 40.078。密度为  $1.55\text{g/cm}^3$ ，熔点  $850$ ，沸点为  $1480$ 。钙为银白色金属，质软，遇水能分解水而放出氢。

铝 (Al) 原子量为 26.98，密度  $2.702\text{g/cm}^3$ ，熔点  $660.37$ ，沸点  $2494$ 。铝为银白色轻金属能溶于稀酸生成相应的铝盐和氢。其导电性和导热性都很好，纯度可达到 99.8%。

锡 (Sn) 原子量为 118.71，密度为  $7.31\text{g/cm}^3$ ，熔点为

231.85，沸点为 2507，柔软而富有延展性，化学性能比较稳定，在常温下，与空气几乎不起反应。

砷 (As) 原子量 74.92 俗名为砒，有三种形态，其中灰色晶体具有金属性，脆而硬。密度  $5.72\text{g}/\text{cm}^3$ 。在 615 已升华，熔点 817。砷和砷的可溶性化合物皆有剧毒。

银 (Ag) 原子量 107.86，白色而有光泽的贵金属，密度  $10.5\text{g}/\text{cm}^3$ ，熔点 961.93，沸点 2212。化学性质稳定，导热导电性最高。

镉 (Cd) 原子量 112.4，银白色有微蓝光泽的软质金属。密度  $8.64\text{g}/\text{cm}^3$ 。沸点 765。熔点 320.9。在稀硫酸中溶解很慢。

#### 260. 怎样配制铅锑合金？

铅锑合金是用来铸造蓄电池板栅。它是在一个能自控温度的钢锅电炉中配制。配制方法是：按锅体容积，事先计算好配制量。如按 5% 的锑量配制，先将  $1/3$  总铅量投入锅中，加温升到 400 熔化。熔化后加锑（无需破碎），升温至 650，等锑熔化后，再加入全部铅量混合熔化，通常锅内一次熔化量为 3t。在保持 400 条件下，机械搅拌 45min。为使合金均匀度高，可加入空气搅拌，避免板栅铸件出现粗糙、脆裂、断筋等缺陷。配制后，测定凝固点，鉴定锑的百分含量，同时取试样作理化分析。只要凝固点测试无误，锑的含量是近似准确的即可，参见附录 4 铅锑合金物理参数一览表。对铅及多种元素的合金还可用色谱法、直读光谱法等作精度更高的分析。

配制时请注意，铅锭入锅时表面不得有水分，锭模内要保持干燥，工作人员要配戴防护眼镜。

#### 261. 铅锑合金配制设备由哪几部分组成？

配制铅锑合金用的钢体熔锅（炉）是由锅体、搅拌机、加热元件、放铅阀门、铸锭机组成。如图 5-1 所示。设备的规格型号是按照生产能力规定的。3t 容量的熔铅锅电热功率为 60 ~ 70kW，内装 12 ~ 14 根电热元件组成，每根元件为 5kW。放铅阀设在锅底面一侧，阀体有阀杆、阀座和手动开关。出铅口阀杆一端圆锥

度为  $30^\circ$ ，锥面和阀座形成线接触。搅拌机设在锅台一侧，搅拌桨伸向合金液中，搅拌转速为  $40 \sim 60\text{r}/\text{min}$ 。铸锭机是由变速电机带动平行排列的若干个三角铁模，在连续不断的环形运动中，由一端铸锭，一端自动脱模，连续作业。3t 量的合金熔锅产量为  $2.5\text{t}/\text{h}$ 。

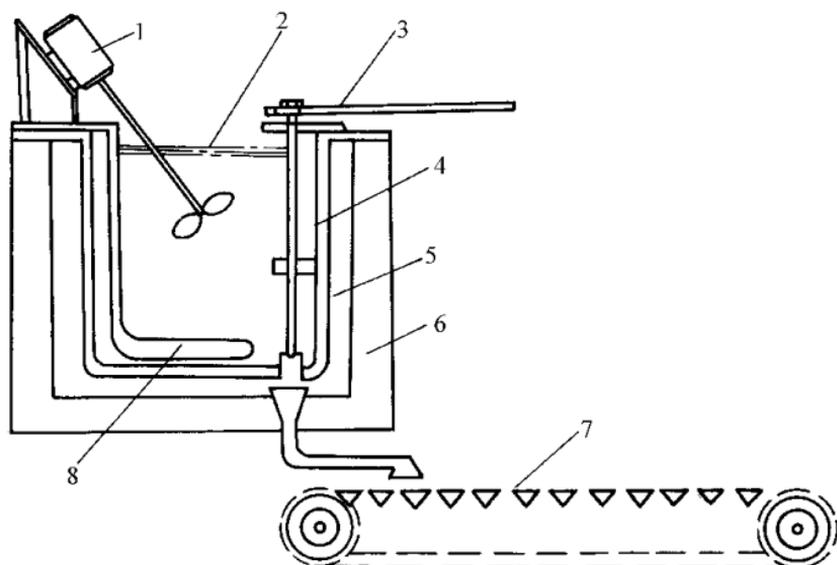


图 5-1 合金配制电炉

1—搅拌机 2—合金液 3—放铅阀 4—熔铅锅 5—绝热层  
6—砌墙 7—铸锭机 8—电热件

262. 铅铋合金的物理性能有什么变化规律，对板栅铸型有什么影响？

铅铋合金中铋的含量在 11.1% 以内的基本物理性质和变化规律有：

- (1) 铋量增加，凝点和密度逐渐降低。
- (2) 铋量增加，膨胀系数和抗张强度增加。
- (3) 布氏硬度和电阻率随铋量增加而增加。

这些物理性能对板栅铸造工艺是有影响的。铋量增加，合金流动性好，易铸型，收缩率小，外形缺陷少，机械强度较高，不

易变形。各生产厂家均按需要自行调整微量元素的添加量。

263. 制备铅锑合金的工艺要点是什么，怎样注意掌握？

制备铅锑合金的质量要求有三个要点：

(1) 熔锑时，要整块地把锑放入锅内熔化。大锑块能埋入一部分铅液中，以加快熔化速度。

(2) 熔锑温度要达到 650 才能熔化彻底，避免合金脆而粗糙，影响板栅铸型质量。但是温度不宜过高，避免铅、锑气化，生成  $PbO$  和  $Sb_2O_3$ 。

(3) 要充分进行搅拌，提高液体均匀度。锑有很高的偏析性，会自行聚集长大成晶体，分凝在合金表面，板栅成型后作成电池，会出现早期腐蚀、胀大、变形，影响使用寿命。

264. 铅锑合金在凝固时温度是怎样变化的？

已知铅锑合金凝固时温度是随锑量增加而有规律地降低，出现一个温度暂不降低的折线。图 5-2 所示是一个 5% 锑量的温度

变化曲线。合金液从 a 点到 b 点是自然散热；从 b 点到 c 点温度是它的凝固点 292 。铅在凝固时，生成大量晶核，迅速长大成晶粒，每个晶粒把所带的热量迅速放出，恰好抵消了自然散发出的热量，出现了温度几乎不变的 bc 线。按照这一规律，用测量凝固点的方法，核定锑的百分含量。cd 线是合金自然散热，到 d 点是 252 ，出现了一个温度暂不下降的平台 de 线段。252 是低共熔点温度，锑含量是 11.1%。这是铅锑合金在此含量之内共有的一个现象。

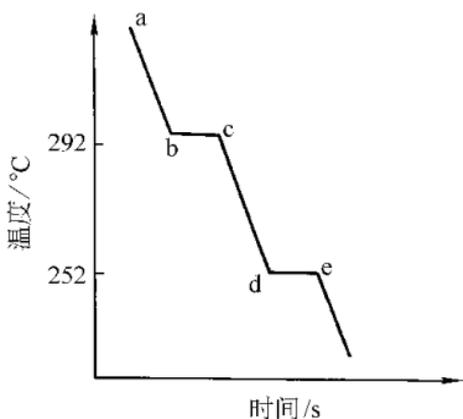


图 5-2 合金凝固

265. 怎样测量铅锑合金凝固点？

测量铅锑合金凝固点的方法，是用一个容量为  $100\text{cm}^3$  的圆柱形小勺子，取合金液，插入水银温度计（标量 0 ~ 500 ），仔细

观察水银柱下降到一个温度点时，约 30s 保持不变，这个点所指示的温度就是该合金的凝点。只要测得准确，在规定的范围内由此可以判断锡含量是可靠的。凝点测试器如图 5-3 所示。

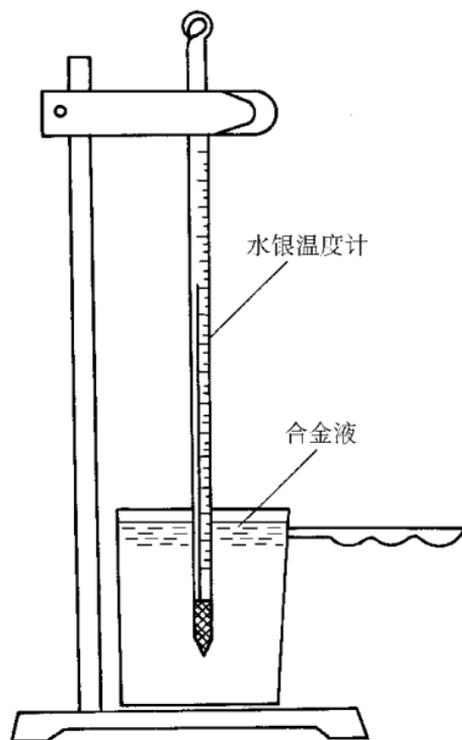


图 5-3 测合金凝点

266. 为什么用铅锡合金制作铅酸蓄电池板栅？

铅锡合金作极板板栅是蓄电池多年沿袭下来的一种生产方法。铅锡合金的优点有：强度高，能承受加工制作过程中的机械力；利于电流传导，与活性物质结合比较好；在硫酸溶液中有一定的耐腐性。它的缺点是（指 5% ~ 6% 锡量）：电阻比较大，导电性不及纯铅；耐电化学腐蚀较纯铅差；锡易从正极板上溶解迁移到负极，自放电大，电池析气量大。

267. 摩托车用铅酸蓄电池采用 Pb-Sb 合金板栅，在高倍率放电条件下，能否达到要求？

实践证明：用 Pb-Sb 合金制备电池板栅，成品电池以 10CA 电流高倍率放电是能达到起动要求的。用尺寸  $56\text{mm} \times 48\text{mm}$  的 Pb-Sb 合金板栅组装成正 3 片、负 4 片  $12\text{V}4\text{A}\cdot\text{h}$  电池，活性物质质量分别设定为  $14\text{g}/\text{A}\cdot\text{h}$ 、 $13\text{g}/\text{A}\cdot\text{h}$ ，用密度为  $1.280\text{g}/\text{cm}^3$  的电解液。首次干荷起动放电 5s，端电压为 10.56V，放到 7.2V 时达到 69s。为阻止极板钝化，在正板栅合金中加入金属 Sn；并作深透性化成工艺处理。再是用 PE 隔板内阻小的优势，用 10CA 放电 5s 时间，端电压提高 200mV。PE 隔板基底厚度比玻璃纤维隔板小 1.4 倍，酸的扩散性好于玻璃纤维。

268. 在电池的正板栅合金中加入锡 (Sn)，对板栅有什么良好作用？

为了改善正板栅的工作状态，从工艺铸造、耐腐蚀性和机械强度考虑，金属 Sn 是正板栅合金优先被选入的材料之一。Sn 的优点有以下几点：

(1) 加入 Sn 对铸造  $800\text{mm} \times 300\text{mm}$ ， $\delta \leq 2\text{mm}$  的超大型板栅有良好的冲型性。加入 1% Sn，就可使铸件达到较为完善的状态。现代起动电池板栅采用 Sn 配制合金，添加量在 0.4% ~ 1.5% 范围内。

(2) 加入 Sn 的合金能改善板栅与活性物质的界面条件，使极板充电的接受能力得到改善。对大电流充电显示出良好的接受性。

(3) Sn 和 Pb、Ca 等元素制成的合金有较好的物理机械强度。据报道，Sn 含量在 1% 时，力学性能达到 54MPa。

(4) Sn 在 Pb-Ca 合金中有主极化作用和耐腐蚀性。Sn 含量在 0.6% 时，电极极化电压由 2mV 下降到 1.2mV，相对耐腐蚀性由  $6\text{mg}/\text{cm}^2 \cdot \text{d}$  下降到  $0.8\text{mg}/\text{cm}^2 \cdot \text{d}$ 。

269. 汽车起动蓄电池采用 VRLA 电池制造技术用哪几种元素配制板栅合金能获得较好的循环寿命和较低的自放电性能？

阀控式蓄电池在邮电通信、UPS 电源、光缆通信、水利电力、铁路运输、卫星地面站、发电站等许多部门已被广泛应用。

但在汽车起动电池使用上尚未普及。说明电池制造、使用等技术上还有一些难点有待解决。降低蓄电池水耗是电池制造技术的难点之一。影响电池水耗的因素是电极板栅所用合金材料。人们发现，采用 Pb-Ca-Al-Sn 四元合金有一定的优势。这几种元素组成的合金具有较高的析氢过电位和较少水耗，有较低的自放电和较强的耐腐性能。但四元合金也有它的不足之处，如早期的容量损失和在板栅与活性物质之间的腐蚀层中生成致密的  $\text{PbSO}_4$  阻挡层。针对这个问题采取的方法是调整四种金属的比例，如增加 Sn 的含量。Sn 在接近 1% 时形成  $\text{Sn}_3\text{Ca}$ ，能使合金性能得到改善。实践证明，四元合金用于制造汽车起动密闭式蓄电池，运行时间超出常规电池几倍，用低 Sb 合金，使用一年的时间中需要给电池补加水一次，而四元合金则不需要。需注意的是使用这种合金制造电池应具备严格的定电压充电系统，电压波动范围必须要小。避免电池深充、深放。

270. 在起动用蓄电池板栅合金中加金属铋 (Bi) 有什么作用和效果？

研究证明，在板栅合金中加入 0.02% ~ 0.03% 的金属铋 (Bi) 没有发现电池耗水量大、自放电增大的不良现象。相反，在板栅合金中含金属铋，可提高其耐腐性，延长电池的使用寿命，改善板栅的铸造性能。正极在过充电氧化过程中，铋能迁移到电解液中或渗透到将被腐蚀的结晶中，也能渗透到正极活性物质当中，减缓极板容量早期衰退，降低锑在合金中的不利影响，有化弊为利的作用。金属铋还有利于氧在负极上的吸收、复合，阻止氢在负极上过早的析出。因此，也适应于阀控式产品。加金属铋虽在理论上有所争议，但它还是有实际效果的。

271. 为什么航标用蓄电池要用纯铅制作极板板栅？

纯铅质软，难冲型，强度低，不能作薄型板栅，但可作超厚型的航标电池极板板栅。板栅厚 22mm。纯铅板栅自放电很小，1 年内自放电率不大于 15%。纯铅制作薄型板栅，用传统铸型法是不行的。冷轧工艺成胚，再经压延、冲切是可能的。

## 272. 为什么使用低锑铅合金制作蓄电池板栅？

随着免维护蓄电池产品的发展，高锑合金（锑在 6% 左右）已不适应产品性能的需要。高锑合金自放电大、耗水多。把高锑合金改为低锑合金（锑在 2% 以下）是制造免维护电池的一项重要措施。用同等条件制作 4 只试验电池，其中 2 只是高锑，2 只是低锑，全部充足电在常温条件下搁置半年，各取一只作容量检测，高锑电池容量只有 20%，大部分容量已损失，而低锑电池容量还有 70%。另两只继续搁置到 8 个月，作容量检测，结果，高锑电池容量已荡然无存，低锑电池容量还有 55%。

## 273. 什么是铅的多元合金，怎样制备多元合金？

低锑合金虽比高锑合金在自放电和耗水方面小得多，但仍不尽满意。从产品铸造、机械强度以及耐腐方面，仍不够理想。为改善这种状态，研究表明在低锑合金中再加入少量的钙（Ca）、砷（As）、硒（Se）、铜（Cu）、锡（Sn）、硫（S）等元素作变晶剂，能进一步改善抗腐性差、机械强度低、板栅成型难等问题。

低锑多元合金的制备方法是先把钙、锑制成母合金，再用这种母合金与 Pb、As、Sn、Cu 等，配制成母合金液。最后再把总锑量加入母合金液中，一起熔化，搅拌均匀即可。

铅的多元合金成分是：Sb 1.5% ~ 2%，Ca 0.06% As 0.15%，Cu 0.08%，Sn 0.3% ~ 0.6%，Se 0.01% ~ 0.03%。通常汽车、摩托车用蓄电池正极板栅多为低锑多元合金，负极栅多为无锑合金；邮电通信用电池多为无锑多元合金。

## 274. 为什么使用低锑合金铸造管式正板栅筋易产生脆断呢？

手工铸型管式正板栅骨架锑含量在 4% ~ 5% 为好。用低于 3% 的锑铸型会出现明显地裂隙，栅筋极易脆断。其原因是低 Sb 合金难以形成足够的共熔体，当铅液冲入模腔后，温度急剧下降，铅的晶粒间没有形成足够地共熔体成分充填，晶间不能紧密结合极易产生脆断。锑量越低脆断重。国内专家实践证实了这种现象；建议管式板栅骨架 Sb 的含量以不低于 4% 为好。

人们在实践中找到了一种新的骨架板栅成型工艺办法，即用冷轧工艺法解决这一弊端，它是用冷轧出的筋条连焊起来作成非铸型式的骨架板栅，其优点是：

(1) 可制作任意高度的板栅骨架，不受模具尺寸的限制。不必备用几十种不同规格的栅筋模具。

(2) 不受合金成分限制，只要是铅的合金就可获得优质抗腐效果的板栅骨架。

(3) 可节能、降耗、节材等优点。

(4) 任意贮备，需要时任意裁成不同长度铅筋，进行组焊成型。

275. 为什么采用无镉铅合金，怎样制备这种合金？

铅酸蓄电池是一种配套产品，像通信、计算机、高压控制、飞机、舰船等工作环境，不能有酸气泄漏。这就要求蓄电池要具备良好的密封性，析气量更小，自放电更低。无镉铅合金比低镉铅合金析氢过电位高，能使可能析出的气体得到抑制。

无镉铅合金通常是 Pb、Ca、Al、Sn 等多种元素，其合金配比不一。一般规定：合金中 Ca 为 0.05% ~ 0.08%、Al 为 0.02% ~ 0.04%、Sn 为 0.5% ~ 1.0%。Al 在熔化中形成防氧化膜，对减少 Ca 的烧损，有一定效果。

配制无镉多元合金的方法是在密封的条件下进行的。先制备一个坩锅，把 Ca、Al 加入坩锅中，再用盖子密封好，放在钢锅中，在 700 的高温加热炉中熔化，制成高 Ca-Al 铅合金，经光谱分析确定各元素含量，再在一般熔铅锅中，按配方比投入熔锅熔化稀释，就成无镉合金了。此

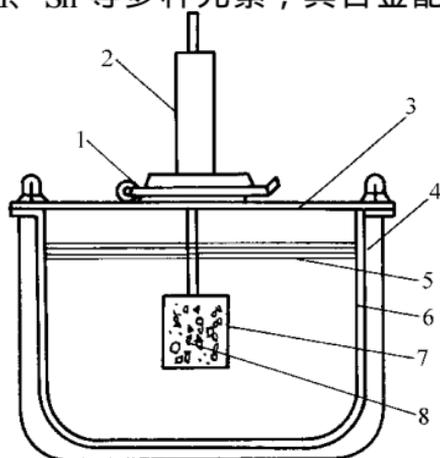


图 5-4 多元合金配制

- 1—活门 2—固定架 3—密封盖  
4—电加温层 5—铅液 6—铅锅  
7—加元素器 8—添加元素

外，还可从冶炼厂进高 Ca-Al 合金，或按需自行配制。用纯铅皮把高 Ca-Al 合金裹起来，装在一个有蜂窝孔的铁器中，插入熔融的铅锅中进行配制。如图 5-4 所示。

276. 添加在铅合金中的各种元素都有什么作用？

各种微量元素在铅合金中起成核剂的作用。各种元素在合金液中高度均匀地分散，冷凝时，比铅结晶速度快，形成以各种元素为晶核的结晶颗粒，铅围绕它们进行结晶，晶种多，晶粒形成多，从而达到细化晶粒的目的。这种被细化了的晶体，无明显的晶界层，避免了有锡板栅的裂纹。铅合金结晶图如图 5-5 所示。



图 5-5 铅合金结晶图

a) 未加元素结晶 b) 加元素结晶

但是，作为成核的金属或非金属要有利于提高氢的析出过电位。S、Se 能与 Pb 生成 PbS、PbSe 是较好的成核剂。Cu 和 As 可生成 CuAs，也是一种很好的成核剂。在低 Sb 板栅中，加 As 能提高铸件硬度和耐腐蚀性能，延缓板栅胀大变形，使板栅与活性物质能较好地结合。为了不使铸件产生脆性，需要改善模具表面结构和控制模温。Sn 能改善合金流动性，铸件合格率高。Ag、Cd 能提高铸件的耐腐蚀性和机械强度，Co 也能提高防腐效果，抑制 Sb 向负极迁移。在使用这些元素时，还要考虑到它的经济环保因素。

以上各元素在低 Sb 的铅合金中用量是：As 为 0.10%、Cu 为 0.1%、Ca 为 0.08%，S 为 0.1%，Se 为 0.05%，Sn 为 0.5%，

Na 为 0.05% , Ag 为 0.10%。此外,用于汽车、摩托车用电池正板栅合金多采用含锑为 1% 左右的铅锑合金、负板栅是无 Sb 的铅合金。工业电池多用  $Sb \leq 3\%$  的合金。邮电通信用电池多采用无 Sb 的铅合金作板栅。选用什么样的合金为好,是依电池类型和用途不同而区分的。

277. 用低锑合金作板栅为什么会产生裂纹,怎么办?

蓄电池板栅合金由高锑改为低锑,析氢量明显减少。但是,蓄电池在充放电循环中,仍有一部分锑迁移到负极板表面,促使气化率升高。而且低锑合金板栅铸件易产生裂纹,工艺性差,强度低,不适应快速涂填机械作业。板栅铸造冲型时,是一种不平衡条件下的快速冷却。冷却过程是先析出  $\alpha$ -Pb 相,此相几乎无有锑扩散到里面,液相中的锑富集性高。当合金液下降到 252 时,锑的一部分晶粒在  $\alpha$ -Pb 相的收缩空隙中析出,形成了一种锑的夹层。又因低锑合金中 Pb 量多,所形成的  $\alpha$ Pb 晶体收缩空隙大,锑又不能充填所有空隙,故此产生裂隙现象,使板栅早期腐蚀溃烂,缩短使用寿命。为避免发生这种情况,在低锑合金中添加一些有益的金属、非金属作成核剂,能有效地控制板栅裂隙。

278. 铅酸蓄电池板栅是什么形状?板栅的作用是什么?

板栅形状大体分两种。一种是栅格形,如图 5-6 所示,适于制作涂膏式极板;一种是栅筋形,如图 5-7 所示,适于制作管式极板。

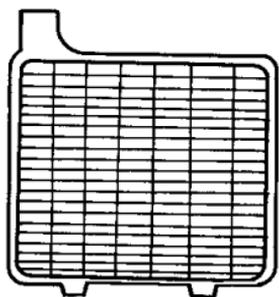


图 5-6 栅格形

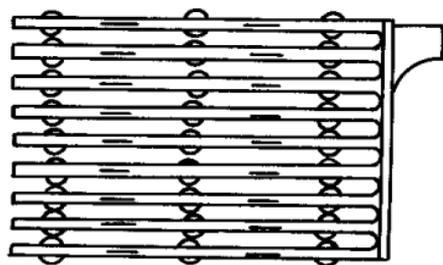


图 5-7 栅筋形

为了提高蓄电池比能量，板栅有的减薄，有的将板栅中的筋条改为束射形，如图 5-8 所示。有的改为拉网形，加铸板耳，如图 5-9 所示。

板栅作用有三点：一是容纳和承受一定重量的活性物质；二是传导电流，使活性物质顺利地进行氧化还原反应；三是承受长期充电、放电使用周期。在承受电化学腐蚀上，正板栅起主要作用。通常正板栅比负板栅厚 1.1~1.3 倍。

板栅筋条形状有梯形、菱形、圆形、三角弧形等。

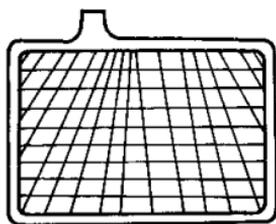


图 5-8 束射形

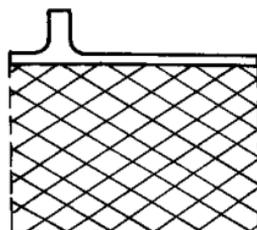


图 5-9 拉网形

279. 板栅成型工艺有哪几种方法，是怎样成型的？

板栅成型方法基本有三种。第一种是重力铸型，是把熔化的铅液，用手工或机械将铅液倒入模腔内成型（即重力浇铸）。所使用的机械有手动、气动见图 5-10、机械自动。自动铸型是在一台自动铸型机上完成，如图 5-11 所示。自动铸型能自控铅液量和模温，定时、定量地把铅液倒入模腔内。模具附有水冷降温，一般铸件在 2mm 以下，质量好、效率高。第二种是压铸成型，是把熔化的铅液，用压射气缸在高压下推动柱塞高速运动，柱塞使合金液以高压快速地压入型腔，在压力下结晶成型。成型后，自动开合压型气缸，打开模型，推出铸件。之后，再重复下一次动作。压铸方法效率高，每小时可铸型 150 次以上，适宜铸栅筋型骨架板栅，如图 5-12 所示。

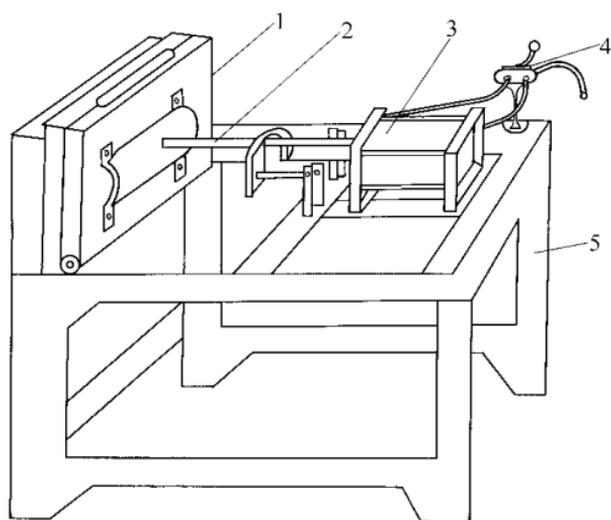


图 5-10 简易气动铸型机

1—模具 2—拉杆 3—气缸 4—气动开合 5—机架

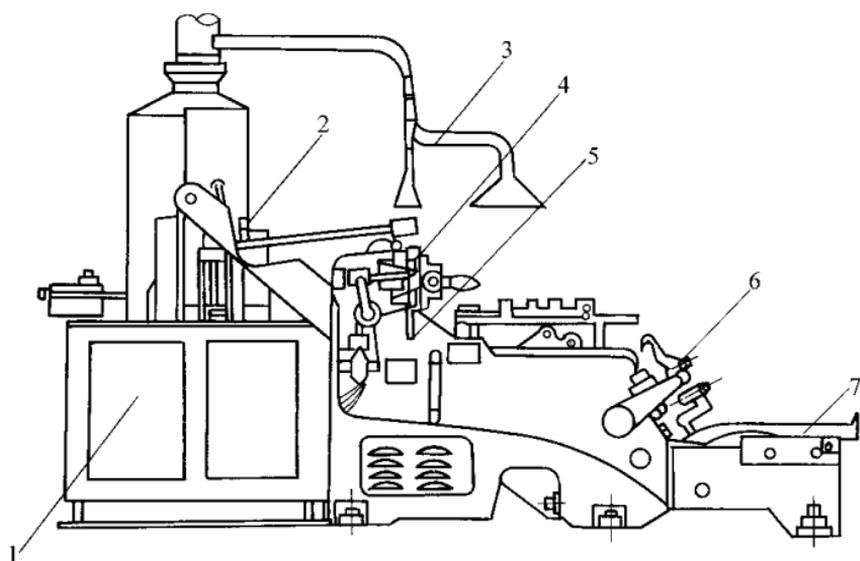


图 5-11 板栅自动铸型机

1—电热熔铅炉 2—铅液泵 3—风罩 4—模夹具  
5—铸造机 6—切片机 7—成品

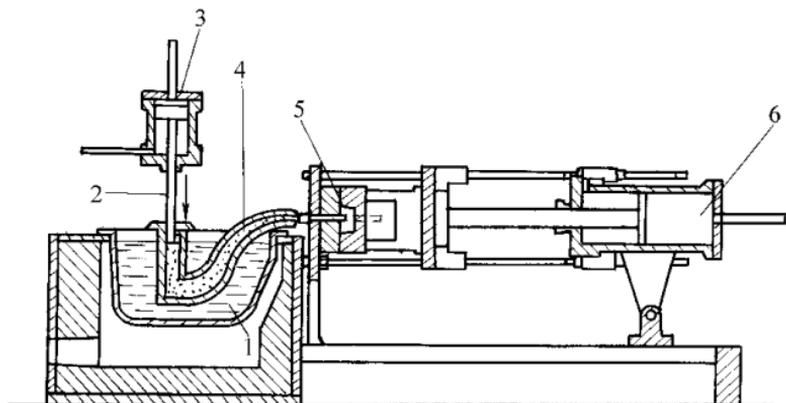


图 5-12 栅筋压铸机

- 1—熔融金属 2—柱塞 3—压射气缸 4—高压金属液  
5—压型型腔 6—开合压型气缸

280. 压力铸造板栅与重力铸造板栅在产品质量上有什么差别？

压力铸造比重力铸造生产效率高，劳动强度低，对几何面积复杂又难成型的大型板栅有着良好的工艺效果。压铸是在高压、高速的条件下成型的，成型的板栅筋条光滑，抗拉和抗弯强度高。但有的压铸的成品电池充放电循环次数却比重铸低 30%，筋条腐蚀速率压铸比重铸高出一倍。显微观察，压铸板栅截面有微小孔穴，数量约是重力铸造板栅的 3 倍以上。压铸比重铸的板栅电阻几乎大一倍。究其原因，压铸时的模腔气体不能排出，液、气两相交融一起，迅速凝固形成微小气孔，滞留在板筋中，一旦表层腐蚀后，内里腐蚀速度异常之快，电池寿命也就明显地缩短。但如模具、液温和压力等工艺条件处理得当，也能取得良好的质量效果。

281. 脱模剂的作用是什么，怎样配制脱模剂？

脱模剂是用软木粉、硅酸钠、膨润土和水配制而成。配方比见表 5-1。

表 5-1 脱模剂材料配比

材 料	数 量
软木粉	600g
硅酸钠	300mL
膨润土	120g
水	10L

脱模剂的作用主要是降低铅液的热传导。当铅液冲入模腔后，为使所带热量不易被钢模吸收，在瞬间内保持良好的流动性因而容易脱模。此外铅液在模腔内凝固后，由于脱模剂附在模面上，大大降低了铅在模面上的真空度，也会促使脱模容易。由于以上两个作用，这就使得栅筋外层结晶形成一个不光滑的磨面，且表面积大。

欲获得良好的铸型效果，还要注重喷涂效果。对薄型板栅（2.0mm 以下），要用喷枪喷脱模剂 10 遍，厚型板栅（3 ~ 5mm）喷涂 5 遍。如图 5-13 所示。要把模面筋槽各处，纵横交叉地均匀喷好。

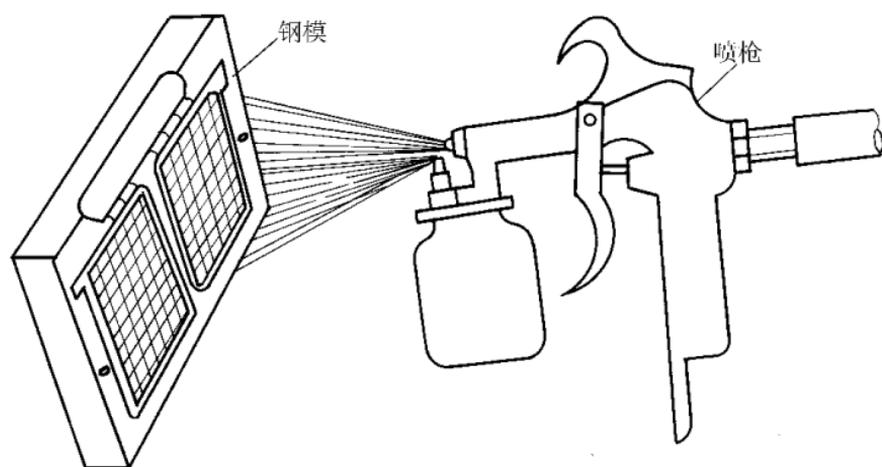


图 5-13 喷脱模剂

脱模剂的配制方法，按配方表中材料称好，先把 3L 水和膨润土放入机械搅拌器混合 1.5h，再加入全部水、软木粉和硅酸

钠搅拌 5min，即可使用。软木粉细度需达到 200 目，要先用球磨机进行研磨。有的不用膨润土，只用水玻璃和软木粉，加水共热煮沸使用。

## 282. 怎样铸造符合质量要求的板栅？

铸造板栅所用铅锅的容量有 1t、1.5t、2t，配用 10kW、15kW、20kW 不等的加热元件（加热管），用控制屏调控温度至 400~500℃。加热元件被装在模具的背面，依照模具所铸产品情况，确定加热功率。通常模温为 110~130℃。

喷涂模具要求均匀、细致。喷后对用铅量较多的筋条和板耳用专用刮具刮一刮，以减少局部筋条收缩。

用普通合金铸型，铅液温度为 450℃。铸厚型（3~5mm）板栅，温度为 430℃。铸薄型（2mm 以下）板栅，温度为 480~490℃。低锡或无锡的多元合金铸型，温度不低于 490℃。温度低，合金中的元素会浮在液面，影响板栅质量。铸造中，下角料回锅次数一般是 1~2 次，反复回锅，会影响合金的成分。普通合金不必注重回锅次数。

模具筋条形状，对铸型质量是有影响的。把传统三角形、菱形栅筋改为边弧形筋条（如图 5-14、图 5-15 所示），有助于排气，在较低的铅液温度条件下，很好冲型。边弧形筋，铅液在模腔内冷却速度快，结晶细致，电池使用寿命比普通筋条结构高出 30%。



图 5-14 边弧形竖筋



图 5-15 边弧形横筋

板栅筋条结构在模内是折线形，如图 5-16 所示。这种结构使铅液冲型阻力大，不易铸满型，模子也较难加工。改用平面刨槽结构，如图 5-17 所示，铅液冲入模腔阻力小，模面也易加工。

模面上设排气线槽，使气体顺利地排出，避免产生冲不满型、断筋、收缩等问题。线槽的设置是在动模和定模上刨出不重

合的纵横线槽。线槽尺寸，视模面情况处理。一般宽度为 0.6mm，深 0.12mm。金属铅表面张力大，铅液不会从线槽流出。

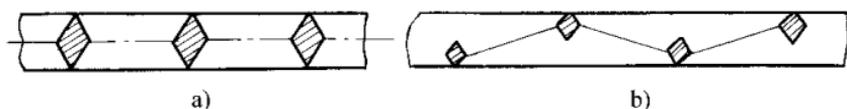


图 5-16 原板栅筋条结构

a) 竖筋 b) 横筋

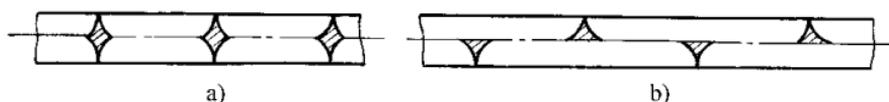


图 5-17 改型后板栅筋条结构

a) 竖筋 b) 横筋

结合上述内容，铸造中做到在铅液温度、模具温度、脱模剂喷涂、合理的筋条结构等四个方面恰到好处，就能顺利地铸造出符合质量要求的板栅。

283. 用铅钙合金制作板栅有什么优点，对其缺点怎么办？

用 600 温度配制的铅钙 (Pb-Ca) 合金能生成  $Pb_3Ca$ 。其中 Ca 含量小于 0.01%，可获得较细小的结晶。优点是析氢过电位比含 Sb 的合金高约 200mV，导电率高 20%；比单用纯 Pb 机械强度高。用在浮充条件下（邮电通信电源）的变形度比纯 Pb 低。

Pb-Ca 合金的缺点是 Ca 易氧化、烧损。用作正板栅，腐蚀生成的  $PbO_2$  膜中含有  $CaSO_4$ ，成为  $PbSO_4$  的结晶核，使  $Pb-SO_4$  量增多，导电性和渗透性变差。此种合金电池不宜在高温下使用。如放置在轿车发动机旁会使温度高达 60，造成腐蚀严重，缩短电池使用寿命。在和  $PbO_2$  物质结合处，形成钝化膜，虽能起到一定的缓蚀作用，但它使正极充电接受能力变差，尤其对深度放电的电池比较明显。因此，用 Pb-Ca 合金制备的电池不宜作深循环条件下使用，但用作固定通信电源、电厂高压起动电源，

有很长的使用年限。

用在摩托车小型密封电池的 Pb-Ca 合金中，添加铝（Al）0.02%、锡（Sn）0.2%，使合金有较好的化学稳定性。铝在熔铅表面形成一层防氧化膜，能起保护作用阻止钙的损失。铝还有减少其他元素生成浮渣的作用，使合金成分保持相对稳定。

284. 板栅在铸型中常出现的质量问题有哪些，用什么办法处理？

板栅在铸造中常出现的问题有栅筋收缩、栅筋铸不满和出现黑斑、细筋。

（1）栅筋收缩。收缩部位有的在板耳、有的在板框。原因是局部温度过高，铅液冲入模腔后局部冷却很慢，结晶粗糙。一折即断，不耐腐。

处理方法：调整模具温度，局部脱模剂不宜太厚，用专用刀具轻轻刮一刮，使表面软木层变薄。

（2）栅筋铸不满。原因是横腔内排气不畅，或排气道槽设计开凿不合理或有梗阻现象。此外，模具合拢松紧不一，也会产生铅液断流，不易铸满。

处理办法：调整或开通气道，使合金液冲型后，排气顺利，模具合拢劲力一致。此外，铅液温度和模具温度要控制得当。脱模剂要喷涂均匀。

（3）发暗黑斑。原因是合金来源不清楚，使用了劣质杂铅，或合金配制不良等，铅液中形成一层粘稠物夹杂在里面，成型后出现黑斑点。

处理方法：更新合金液，重新配制新的合金。

（4）出现细筋。出现细筋部位有的在水口附近，有的在板耳附近，也有在边框，厚型板栅出现较多。原因是模温过高，脱模剂炭化，板栅筋条成型时冷却不均匀，冷却快的部位夺取了冷却慢的部位铅，形成局部细筋。

处理方法：降低模温，刷去旧软木层，重新喷涂。对粗筋板栅在浇口下出现较普遍，可采取局部加粗筋条的办法解决。

对于管式骨架栅筋，用手工铸型易产生收缩断筋。有的隐形收缩看上去似乎没断，而实际已经出现暗断，对这种情况的处理办法是：去消铅筋上的圆翼，把铅筋截面改成星形状，用刨床刨或用锉刀锉出，作这样处理后铸型出模率高，极少出现收缩，它适用于管式栅筋骨架，耐腐效果也很好。

285. 在铸型中，板栅出现超重、偏轻、偏斜、弯曲、毛刺是什么原因？

板栅出现超重、偏轻、偏斜、弯曲、毛刺是铸型中常见的问题。在手工和半机械操作条件下是常见的现象。

(1) 板栅超重的原因。板栅筋条尺寸不符合设计要求，尺寸偏大，用铅量多，使重量超标。处理方法：用磨床将模面进行研磨检修。

(2) 板栅偏轻。筋条尺寸偏小或面尺寸不够。处理方法：用刨床加大筋条尺寸或者用异型小锉加大模面筋槽尺寸，用千分表精确测量，即可解决。

(3) 板栅偏斜。动模开启时，板栅贴在两页模子上，拉动形成偏斜，厚型板栅多见这种现象。

(4) 板栅弯曲。是板栅出模后没有整平，或搬动不当形成弯曲。

(5) 板栅出现毛刺。是板框四边或水口切得不齐连带一部分毛刺。它会刮带一部分铅膏进入电池内，形成多余沉淀物或形成铅绒造成短路。大型和工业电池板栅常出现这种现象。

286. 板栅铸造后放置时间较久为什么会变脆，怎么办？

板栅铸造后质软，不应立即转入涂填，一般要放置 2~3 天，使结晶变得稳定。板栅出模后，开始 Sb 晶处于杂乱排列，需放置几天后变为交联排列，逐渐变硬。当放置时间过长 (30 天)，开始变得硬而脆，易断裂。出现以上现象高 Sb 合金更为明显，低 Sb 多元合金则不很明显。为什么出现脆裂呢？因 Pb 结晶相中含有较少的 Sb 晶在里面。由于铸型冷却速度快，Sb 在 Pb 晶中暂时结晶下来。但是，Sb 是不稳定的，随时间延长，Sb 慢慢地从 Pb 中扩

散在 Pb 的收缩空隙中析出，形成晶界层。使板栅硬度变大，易脆裂。这种现象称为时效硬化。Sb 是一种很脆的金属，极易脆断。脆断部位多在边框。不论正板栅还是负板栅，只要 Sb 形成这种富集现象，脆断是不可避免的。富集 Sb 使板栅耐腐性变得很弱。

极栅脆断是 Sb 合金的一种物理现象。怎样使 Sb 保持稳定呢？一种方法是把铸成的板栅送进温度 150~200 的高温炉中进行淬火，时间保持 6~20h。经过淬火处理的板栅，降低了脆裂程度，增强了板栅的耐腐性。另一种方法是缩筋法。铅金属结晶有收缩空隙，在酸介质中，极易氧化腐蚀，缩筋法可使栅筋收缩紧密，晶间空隙缩到低限度。缩筋一可提高板栅机械强度，二可延迟酸介质浸入晶格破坏交联结构。

287. 怎样按管式板栅管子的长度和根数计算单只电池的容量？计算一只 D450 型蓄电池的安时数。

该经验公式  $C_{10}$ 、 $C_5$  两种小时率放电容量

$$C_{10} = 0.148 \times \text{管子长 (cm)} \times \text{管子根数} \times \text{片数};$$

$$C_5 = 0.135 \times \text{管子长 (cm)} \times \text{管子根数} \times \text{片数}。$$

代入上式：

$$C_{10} = 0.148 \times 28 \times 15 \times 10A \cdot h = 599A \cdot h$$

$$C_5 = 0.135 \times 28 \times 15 \times 10A \cdot h = 546A \cdot h$$

288. 怎样铸造铅合金零部件？

蓄电池零部件包括极柱、连条、接线端、螺圈。它们的作用是减少压降，确保导电，承受高强度下的制造和使用条件。在铸造工艺上与板栅有共同点，也有不同点。铅合金部件形体粗厚、件小、体重，铸造极易产生裂纹和收缩。因此，要按部件大小区别掌握。对较小部件，如起动用电池极柱连条，铸造中要掌握“两低”、“一快”。“两低”是模温低、铅温低。模温没有电热控制，是由铅液的热量传导给模具，使模温保持相对平衡的温度。因此，铸造时要快捷。对大型极柱部件，铸造难度大一些，有的加铜芯。铸前先把芯子热镀锡，再上到模子里，进行铸造，使铅

包在芯子周围，结合牢固。铸大型部件要点是铅液温度不宜太低，不要低于  $420^{\circ}\text{C}$ 。铸大件极柱收缩是必然的，要使收缩点在极柱的次要部位，出模后再用气焊填补收缩点。

铜芯先行热镀锡的是铅、锡合金，配比是 2:3。热镀的目的是使合金与铜芯保持良好结合。锡在常温下不易氧化。锡打底，可以做到良好结合。此外，加铜芯目的是为了适应电池大功率放电，使压降减小。要使锡在铜芯上挂得饱满、均匀，垫镀前铜芯或钢芯事先都要去油污和氧化层，再蘸氯化锌溶液，才能热镀好。有的芯子在模内要设定位点，不能歪斜。普通式起动电池用极柱和连条如图 5-18 和图 5-19 所示。

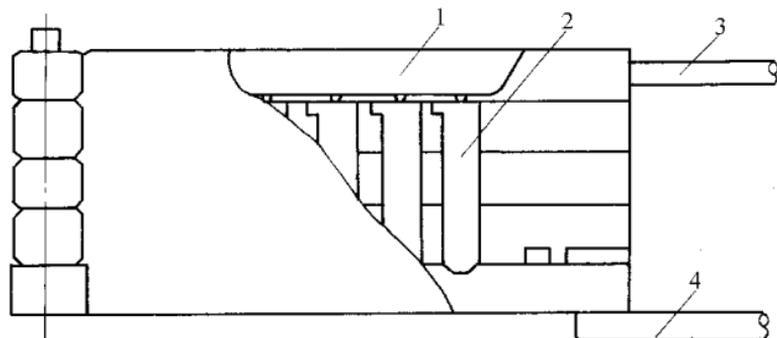


图 5-18 简易铸极柱模

1—水口 2—模腔 3—手柄 4—开合手柄

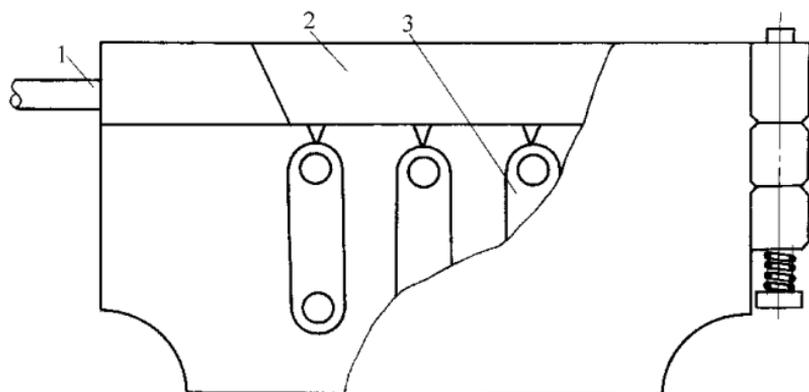


图 5-19 简易铸车条模

1—手柄 2—水口 3—模腔

## 289. 有的板栅为什么要电镀铅？

板栅电镀铅是蓄电池适应特殊环境条件的一项措施。如生产 UPS 电源、通信电源以及不得有酸气泄露的场所，要求蓄电池具备析气量少、密封性好的功能。板栅镀铅有的镀正板栅，有的镀负板栅，有的正负板栅都电镀，根据产品的需要而定。通过镀铅把板栅基体覆盖。如负板栅是高锑合金，镀铅后锑表面被覆盖，这样析氢过电位提高，电位在静态下析气量少，周围环境氢气量少，安全就有保证。

## 290. 板栅电镀铅，用什么电镀液？

电镀铅结晶过程是由水化的铅金属离子迁移到负极，同时得到电子，还原成金属原子，排列成一定晶格的金属。在结晶过程中，结晶的质量与电镀液的成分有关，即与电镀液配制质量和镀液中的物质成分变化有直接关系。电镀液一般用硼氟酸铅作溶液。配制材料有氢氟酸等几种组成，见表 5-2。配制方法按 100L 体积配制，配制时先加入 1/4 纯水于塑料容器内，在搅拌的情况下，徐徐加入氢氟酸，使密度达到  $1.100\text{g}/\text{cm}^3$ ，再加入硼酸、氧化铅，待全部溶解后加入 3/4 体积水，放置 24h，经沉淀取其清液，加入骨胶即成。配制中化学反应式为

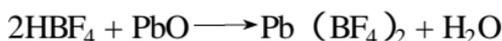


表 5-2 镀铅电镀液配比表

材 料	含 量(%)	配方量/g	100L 用量/kg
氢氟酸	100	170	42.5(以 HF40% 计)
硼酸	98	150	15.3
氧化铅	90	200	22
骨胶	100	0.5~1.0	0.1
水	—	—	在 100L 体积之内

## 六、铅粉、涂填与化成

### 291. 铅粉是怎样制造的？

铅粉是把铅球在铅粉机内磨细而成的一种低度氧化铅粉末。方法是先把铅熔化，铸成铅球或把铅条切成小块，输入铅粉机内细磨，在一定温度条件下，氧化成细粉末，再经过鼓风和抽风气流将铅粉带出，经集粉器收集而得。铅粉是蓄电池产生电能的主要材料，其质量差异对电池性能和使用寿命影响很大。铅粉是按一定氧化度和视密度进行生产的。一般规定氧化度为 70% ~ 80%，视密度为  $1.85 \sim 2.10\text{g/cm}^3$ 。制造铅粉的球磨机。国内多采用风选式，已有电池厂家引用巴顿式铅粉机制粉。风选式铅粉机形体如图 6-1 所示。一台日产 4t 的铅粉机，机内容球量 1.8t，转速 31r/min，机温 160 ~ 170（夹层温度），细度全通过 100 目，鼓风风压 10.6 ~ 13.3kPa（80 ~ 100mmHg），抽风量略大于鼓风量，使机内气流成负压状态。各控制参数因设备规格不同而有区别。在球磨过程中，鼓风气流是从主机空心主轴一端通入机内风管，气压集中在被磨下的细铅粉末上，使其扬翻起来。抽风气流再从主机轴的另一端将铅粉抽出，经风选分离器把 90% 以上的铅粉沉降下来。气流带走的尘埃再经脉冲除尘器净化。铅粉机规格国产有 1 ~ 6t/d，也有 12t/d 大吨位量的铅粉机。铅粉机的投料方式有铸球或柱体投料、铸条切块投料、还有铅锭切块投料。三种投料方式以铅锭切块投料最为简便经济。

292. 风选式铅粉机工艺生产流程是怎样布置的，铅粉是怎样形成的？

风选式铅粉机工艺生产流程主要包括熔铅、铸条、切块、输送、球磨、风旋积尘、脉冲袋式积粉等七部分。铅锭在熔铅锅内熔化后，由控制阀将铅液注入铸条机连续铸成铅条。铅条进入冲

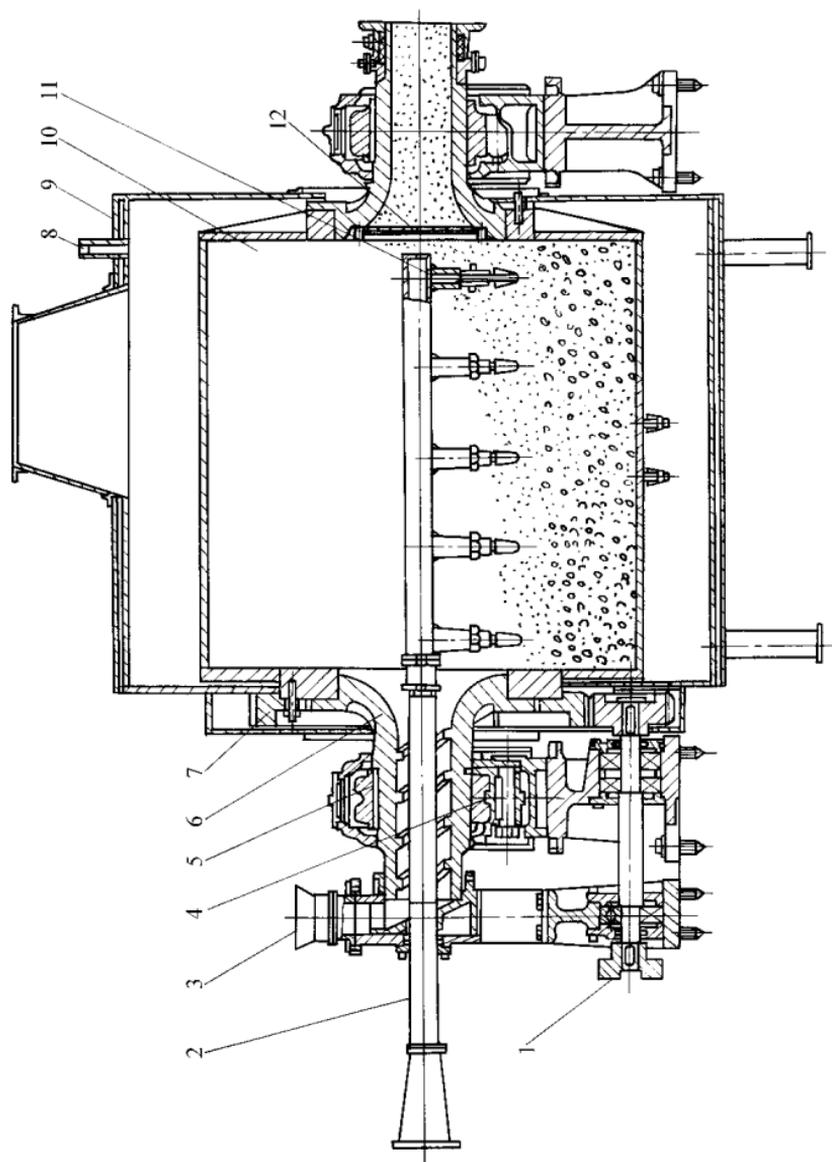


图 6-1 风选式铅粉机生机剖机面图

1—动力联轴器 2—鼓风管 3—加料口 4—滚柱 5—圆柱滚轮  
6—测温计 7—大齿轮 8—进料螺旋 9—保护罩  
10—滚筒 11—喷头 12—过滤网

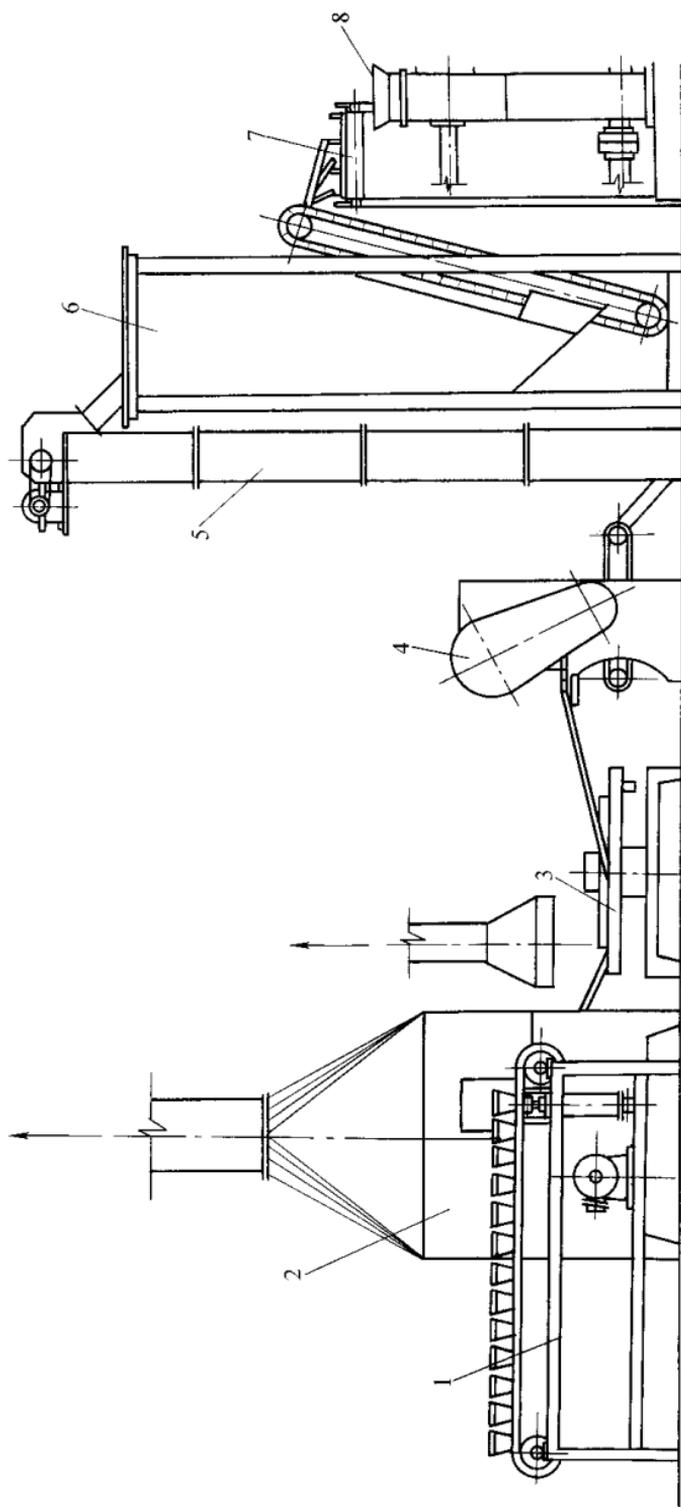


图6-2 铅粉生产工艺流程——铅料制备

1—铅锭输送机 2—熔铅锅 3—铸铅条机 4—冲压切块 5—斗式提升机  
6—铅块贮存分配机 7—带输送机 8—加料口

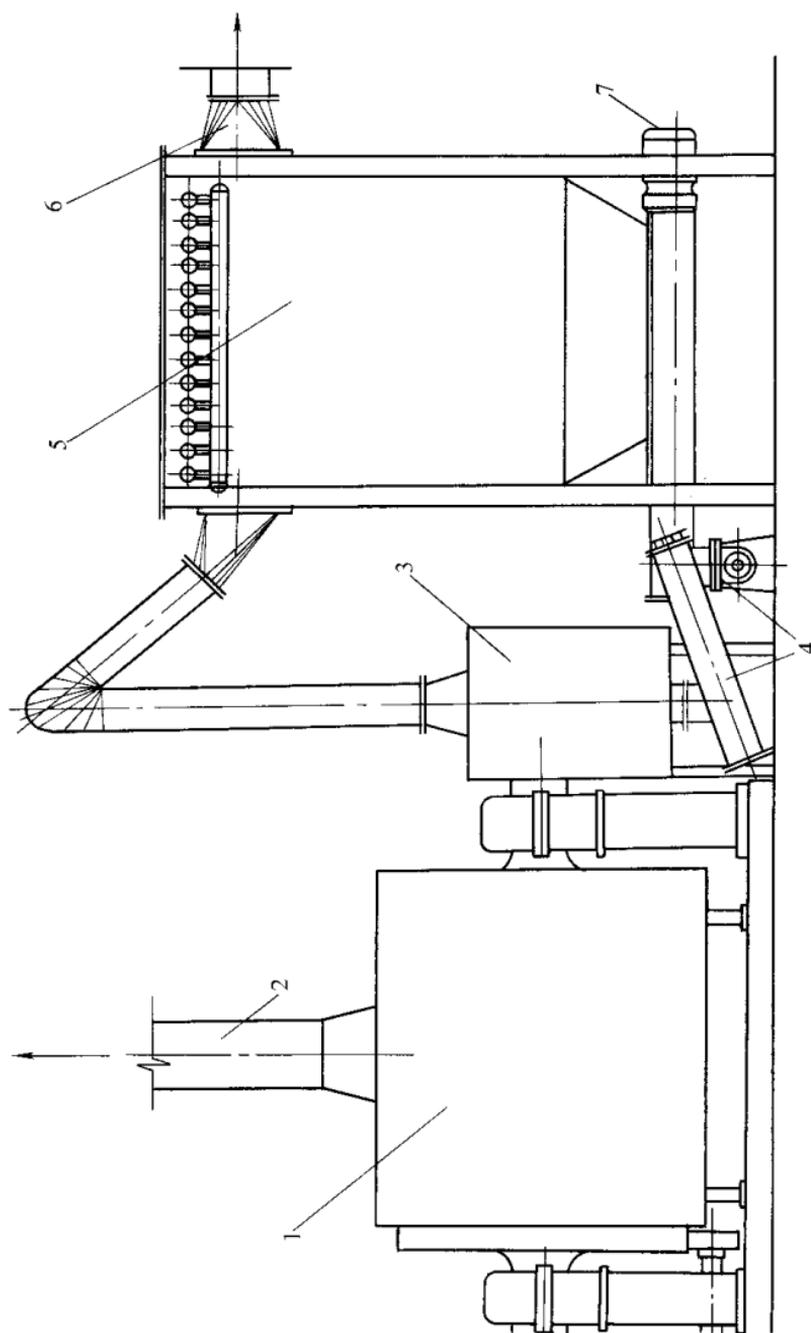
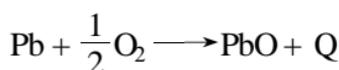


图 6-3 铅粉生产工艺流程——铅粉生产

1—铅粉机 2—接冷却负压风机 3—旋风积粉器 4—螺旋输送机  
5—脉冲袋式积粉器 6—接抽风机 7—铅粉出口

压机切成小铅块，再通过提升机送入贮存分配机。由带输送机把小铅块送入铅粉机进行球磨。在机温控制达到一定氧化度后，通过鼓风和抽风气流，铅粉被带入旋风积粉器。此时，大部铅粉沉降到螺旋输送机，进入贮料仓；其余少部分铅粉进入脉冲积粉器收集沉降，落入螺旋输送机，输入贮料仓。整个铅粉生产流程如图 6-2、图 6-3 所示。

球磨制粉的机理：小铅块在圆筒内摩擦、撞击，铅块表面疲劳，晶粒发生变形和位移，在 100 以上的条件下，晶面氧化剥落，促进了铅粉形成。铅的氧化反应是：



式中 Q——反应热。

293. 提高球磨制粉产量的主要条件是什么，怎样确定铅粉机转速？

提高一台铅粉机铅粉产量的重要条件是铅粉机的转速。铅球在机内滚动、撞击、摩擦的频次愈高，铅粉剥落的速率就愈大。若转速过快，铅球在筒体内的离心力大于铅球的重力，铅球只能贴在筒壁上随筒体一块旋转，自然不会磨出铅粉。倘若转速太慢，铅球撞击、摩擦力小，产量必然很低。图 6-4，说明铅球受转速的影响是明显的，它由 A 点上升到 B 点，球随筒体旋转，不能出铅粉。若是落在 C 点，摩擦力太小，产量很小。比较理想的转速是使球从 A 点上升到  $d_1$  或  $d_2$ 。选择铅粉机的转速是按如下临界转速计算式：

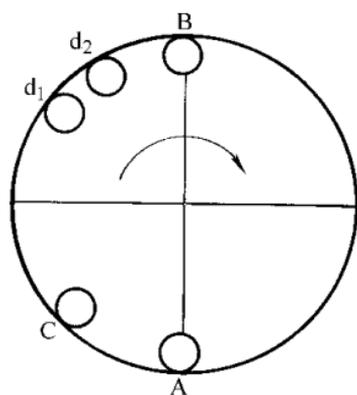


图 6-4 铅粉机转速与铅球位置的关系

$$n = \frac{42.3}{\sqrt{D}}$$

式中 n——临界转速 (r/min)；

D——铅粉机圆筒的直径 (m)。

国内一些生产厂家使用铅粉机的转速率在 85% ~ 90% , 也有高于 90% 的。如计算一台直径 D 为 1.3m 的铅粉机, 其转速率为 85% , 实际转速为

$$n = \frac{42.3}{\sqrt{1.3}} \times 85\% \text{ r/min} = 31.5 \text{ r/min}$$

294. 怎样进行新铅粉机铅锭切块投料的生产调试工作?

以 3t 铅粉机为例, 投料方式是把整块铅锭用特殊刀具, 以油压切块方法, 将铅锭一次切成 30mm × 30mm 的小铅块进行投料。新安装铅粉机在投料前, 先作主机圆鼓内壁除锈工作。方法是: 用花岗岩碎石块 300kg 投入圆鼓内, 开机转动进行除锈。除锈时间约 8h, 检查除锈是否彻底。除锈完毕倒出石块, 用水冲洗圆鼓内壁, 再由人进入机内清理残余的水、尘土和铁锈。之后, 把事先切好的铅块从人孔口投入 800kg, 开机转动 1h, 再加入 800kg, 继续开车运转 2h。期间应不时地检查机温, 并试开抽风和鼓风, 观察铅粉颜色, 认为铅粉色泽可达到氧化度, 方可转入运行。控制机温是很关键的。一般冬季机温控制在 150 ~ 160 ; 夏季控制在 140 。观察铅粉呈黄绿色并测试铅粉氧化度和视密度合格, 方可转入正常运行。一般铅粉表观密度为 1.80 ~ 2.10g/cm<sup>3</sup>, 氧化度为 75 ± 3% , Fe 杂质 ≤ 0.004% 为正常。

注意事项:

(1) 严格控制机温, 抽风机和鼓风机的控制挡插板位置要加以固定。

(2) 随时取样作理化分析。

(3) 铅粉氧化度达不到规定值, 可适当停风数分钟, 要谨防机内升高温。

(4) 预防外来杂质进入铅粉。区分纯铅锭和合金铅锭, 不要搞混。

295. 用铅锭切块直接投料磨粉, 其优点有哪些?

把铅锭表面灰尘或浮着物经过水刷洗提到油压切块机上切成

约  $3\text{cm} \times 3\text{cm}$  的小铅块，直接投入铅粉机中进行磨粉，简化了烦杂的熔铅、铸球（条）、切条、贮存、输送、分配投料等多道工序。图 6-5 所示为铅锭切块磨粉生产线示意图。简化铅粉产出质量诸如氧化度、表观密度、细度等均符合铅粉质量要求。以 1 台  $3\text{t/d}$  铅粉机生产为例，有以下优点：

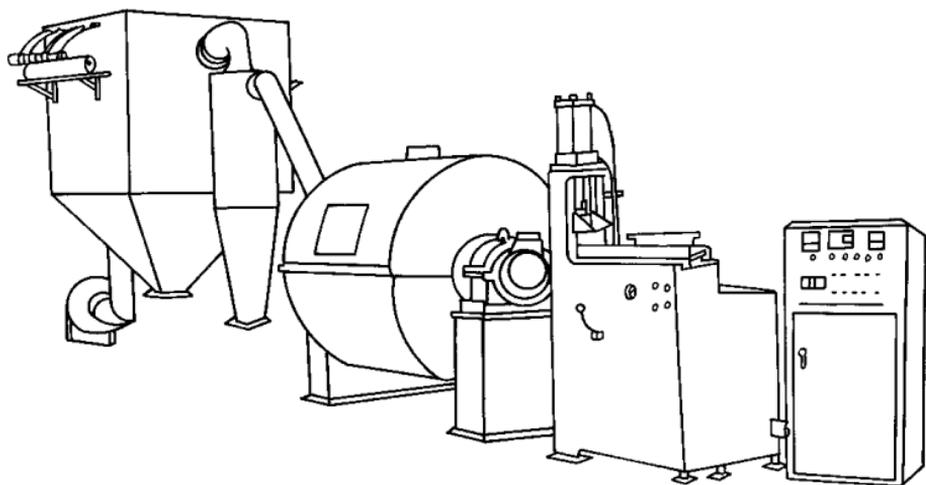


图 6-5 铅锭切块制粉生产线

- (1) 厂房占地面积小。
- (2) 改善厂区环境，减少铅（烟、尘）污染。
- (3) 节省工时和材料（无氧化铅废渣）。
- (4) 按  $3\text{t/d}$  铅粉生产量，可节电  $1000\text{kW}\cdot\text{h}$  以上。

296. 什么是铅粉的氧化度？

铅粉氧化度是铅粉中含氧化铅的重量百分数。铅粉是  $\text{Pb}$  和  $\text{PbO}$  粒子的混合物。在  $\text{Pb}$  粒子周围环绕着  $\text{PbO}$ 。用球磨法制备，铅粉氧化度达不到百分之百。因铅粉在达到一定细度后，环绕在  $\text{Pb}$  粒子周围的  $\text{PbO}$  形成保护层，再提高氧化度就困难了。

297. 为什么铅粉氧化度规定在  $70\% \sim 80\%$ ，过高或过低对生极板质量有什么影响？

蓄电池生产厂家规定铅粉氧化度在  $70\% \sim 80\%$ ，是为了生

极板加工后的效果。如果氧化度过高，生极板固化效果差，铅膏与板栅结合不良，铅膏容易脱落；过低的氧化度，固化效果不良，会使极板弯曲、变形，电池容量不足。铅膏中保持 25% 左右的纯铅是为了使铅膏中的铅粒子，在水分的催化作用下，进行充分的氧化。与此同时，板栅表面也被氧化。这种共同的氧化反应，相互渗透、相互挤压，促进了铅膏与板栅的牢固结合，利于电池的电性能和使用寿命。

298. 什么是铅粉表观密度，颗粒大小与表观密度是什么关系？

所谓铅粉表观密度，是指铅粉在膨松状态下单位体积的重量，是对铅粉质量的一种测试方法。单位以  $\text{g}/\text{cm}^3$  表示。在连续生产过程中，用表观密度来控制铅粉的粗细度，用一台简单的密度器进行测试。如图 6-6 所示。

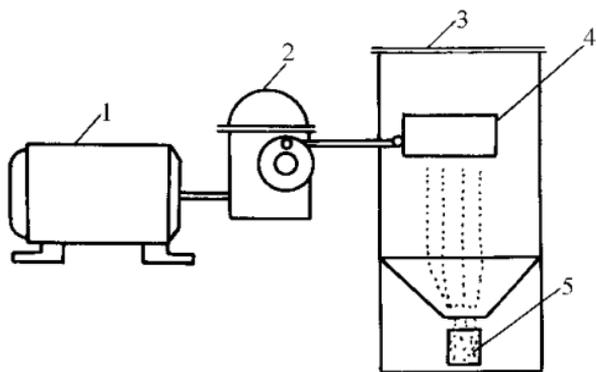


图 6-6 铅粉视密度器

1—微型电机 2—变速箱 3—密封盖 4—筛子 5—钢杯

铅粉在筛子里经筛动，落入已称重的钢杯，盛满后用小锯条刀刮平，再称总重按下式计算铅粉的表观密度

$$\text{表观密度} = \frac{\text{铅粉与钢杯总重} - \text{钢杯重}}{\text{钢杯体积}}$$

铅粉颗粒大小与其表观密度大小有关，表观密度大，颗粒大，表观密度小，颗粒小。为了提高蓄电池比能量，倾向使用细

铅粉。细铅粉分散度大，表面积大，放电容量大，比能量高。

299. 铅粉机内升高温是什么缘故，怎样预防和排除？

铅粉在制造过程中，铅球在机内撞击摩擦产生很高的热量，由鼓风和抽风进行调节，使机温保持在适宜范围内。运行中，如因鼓风和抽风不协调或停风时间过长，机内热量大，排不出来，温度就会升高。严重时，导致机内铅球熔化，酿成事故。机内温度高，铅球氧化剥落速率大，铅粉生成量多，圆筒中的铅粉撞击筒壁发出“噗噗”声。应急处理的办法是停止加料。在不停机的情况下，加大鼓风和抽风，降低机温，排出机内过剩的铅粉。此种铅粉颜色呈土黄色。为预防机内温升过高，要定时检查机内夹层温度。如有异常，应及时调整负荷、鼓风和抽风，谨慎掌握停风时间。

300. 为什么铅粉在料仓内会氧化自燃，怎么办？

从铅粉机出来的铅粉蓄积着一部分热量进入料仓。铅粉中没有被氧化的铅粒子极不稳定，易氧化。铅粉氧化是放热反应，放出的热使温度升高又加重了铅粉的氧化燃烧。在中部的铅粉热量不易散发出来，愈积愈高，有时高达 100℃，时间一长，铅粉就会形成自燃。为预防铅粉自燃，可在铅粉料仓中部区设置散热装置，如图 6-7 所示。装置的两端口通在料仓外部，靠自然通风散热。散热装置选用导热性好的薄金属材料，焊在管道上作为吸热片吸收铅粉中的热量。这样料仓中部温度不会超过 50℃，铅粉也就不存在自燃条件。

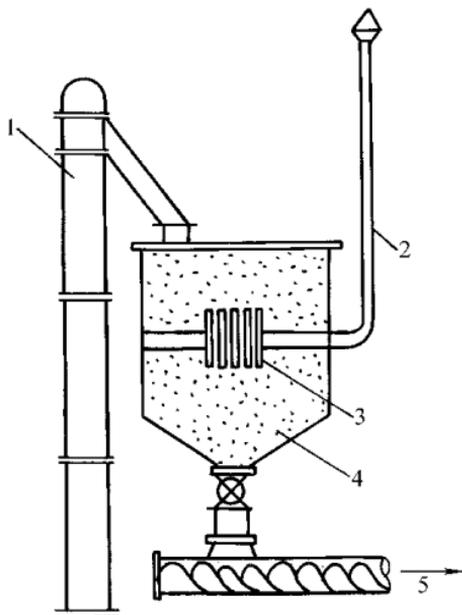


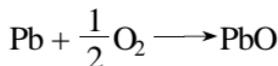
图 6-7 铅粉斗散热装置

1—提升机 2—自然通风 3—散热片

4—铅粉 5—输粉绞龙

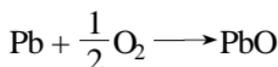
301. 由纯铅氧化成一定量的氧化铅后，按投铅量怎样计算铅粉的增重量和增重率？

按 1 摩尔铅氧化生成 1 摩尔 PbO 的反应式是



若把 10t 纯铅球磨成 75% 的氧化铅，计算增重量和增重率。

假设纯铅球磨后铅粉的总重量为 X，则其中 PbO 为 75% X，Pb 为 25% X



$$207.2 \qquad 223.2$$

$$10 - 0.25X \quad 0.75X$$

列式计算增重量为 0.5682t 增重率为 5.682%。

在生产中，可按计算结果，预算投入和产出的铅粉量。

302. 电动自行车用铅酸蓄电池正极板采用管式结构怎样？

电动自行车蓄电池的使用寿命是该型电池一项重要的质量指标。把电池中的正极板由涂膏式改为管式结构，延长电池使用寿命是无疑的。因为管式的铅筋被 PbO<sub>2</sub> 包在其中，减缓了铅筋的相对腐蚀速度，迟缓 PbO<sub>2</sub> 脱落。人们曾用 φ6mm 的丝管作起动力电池样品。效果很好。如果在一个电动自行车电池槽，一个单格按 12A·h 空间装下 ⊕5⊖6 的极群，正极板容量 ≥ 2.4A·h，性能是有保证的。持不同意见者认为，在涂膏式极板上加上提高寿命措施，也不会低于管式电池水平，认为管式作正极板，工艺制备方法比较繁杂，骨架筋条很细，耐腐效果会受到影响。

303. 什么是铅膏，怎样制备铅膏？

铅膏是正、负极板初始作用物质，由铅粉、稀硫酸、纯水及添加剂，在和膏机内搅拌而成。铅膏分正极铅膏和负极铅膏。一般正极铅膏是铅粉和稀硫酸配制而成；负极铅膏除稀硫酸之外，加入一部分添加剂。常用的添加剂是腐植酸、木素、硫酸钡、炭黑、纤维等。

和膏机有立式和曲轴式两种机型。立式机和膏方法：先将定量铅粉输入和膏机内，加入纯水湿润，搅拌5~10min，再将密度为 $1.320\text{g}/\text{cm}^3$ 的稀硫酸喷洒到铅粉上，搅拌而成。负极铅膏是在输粉的同时，加入配方量的添加剂，同铅粉混合后，再加入纯水和稀硫酸，连续搅拌30min。机壳夹层中通入水给铅膏降温。搅拌完后，测试铅膏密度，应达到 $4.30\sim 4.40\text{g}/\text{cm}^3$ 。铅膏硬而发涩谓之砂性铅膏，塑性较好，适宜快速机械涂填。图6-8所示为立式和膏机。

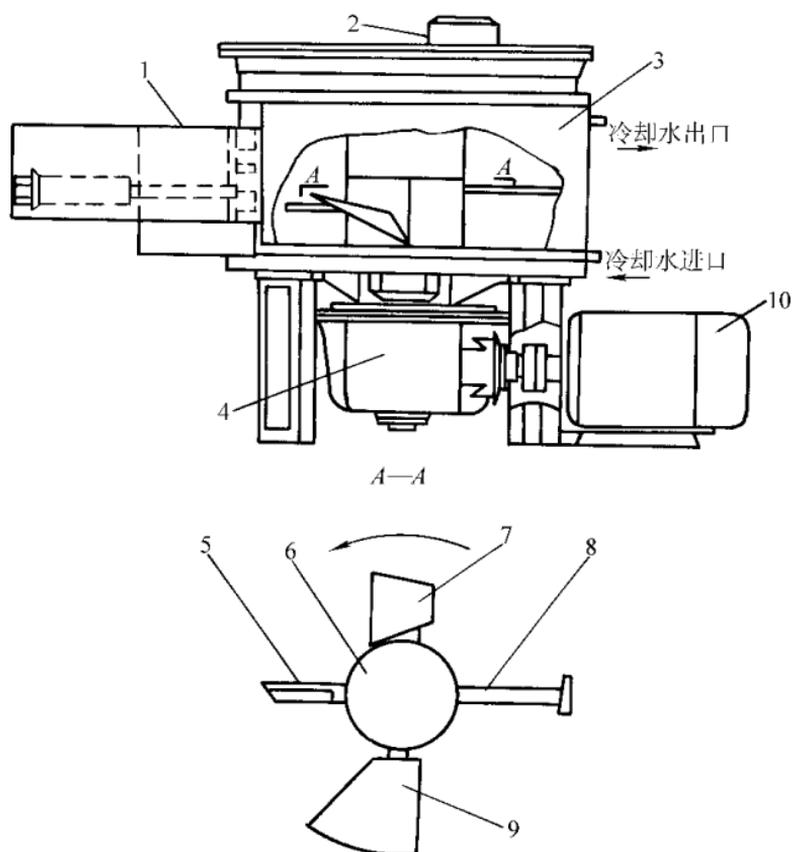


图 6-8 立式和膏机

- 1—出膏机构 2—进料口 3—和膏机筒体 4—减速机 5—搅叶 6—转鼓  
7—小搅叶 8—刮板 9—大搅叶 10—电动机

立式和膏机的优点：铅膏均匀一致性较好；生产效率高；能自动出膏，利于劳动保护和减轻体力劳动。缺点是转鼓内平面上的铅膏不易搅动起来，干硬后，难以清理。

曲轴式和膏机优点：结构简单、操作方便。缺点是效率低，铅膏均匀度差。图 6-9 所示为曲轴式和膏机。

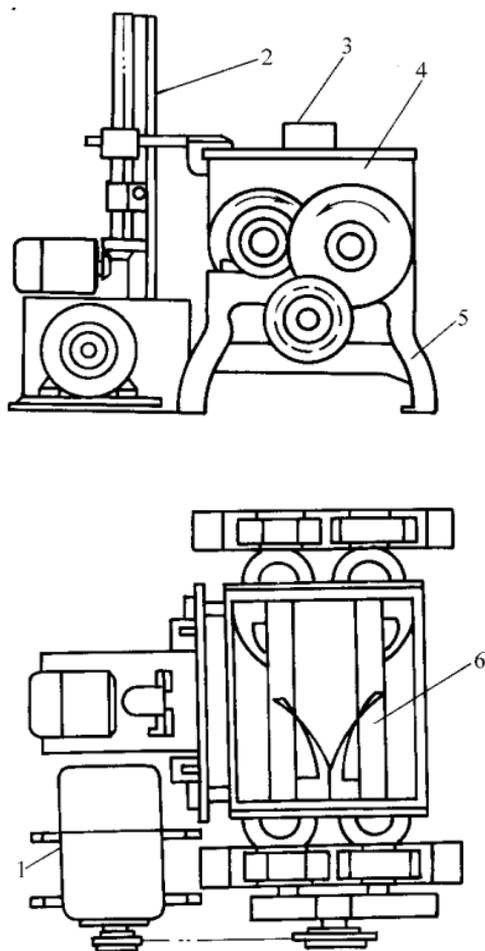


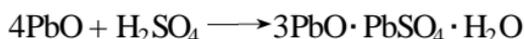
图 6-9 曲轴式和膏机

1—主传动机构 2—翻斗机构 3—进料口 4—机壳 5—机架 6—搅拌轴

304. 在铅膏配制过程中的基本化学反应怎样？

铅膏配制是由铅粉中的氧化铅和稀硫酸、纯水混合而成。 $PbO$  是碱性氧化物，遇酸后，进行中和反应，生成硫酸铅，其化

学反应是



$3\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  为三碱式硫酸铅，呈碱性。从和膏开始至到最后反应完成是由一碱式、二碱式到三碱式的过程。初始所加的酸量未完全和氧化铅作用。pH 值为 3~4，到中间时，酸已全部作用，pH=7，但还没有形成三碱式。直到最后完全形成，pH 为 9.3。铅膏是由硫酸铅、氧化铅、铅、水组成，其百分比占 10%、60%、14%、16%。铅膏中硫酸的用量是以电池用途确定的，如起动电池系列，1kg 铅粉含 50g 硫酸，工业电池含 25~35g 硫酸。水是调整铅膏稠厚度的，水量多，铅膏稀，水量少，铅膏稠。

305. 铅粉质量对铅膏质量有什么影响？

控制铅粉质量的指标是氧化度、表观密度。铅粉氧化度过高，铅膏稀而粘，生极板易产生裂纹，在快速涂填时会出现铅膏下垂、粘连、超厚。还会因固化效果差，膏体干后与板栅结合强度低。铅粉氧化度过低，铅膏硬而发涩，孔率小，极板易产生弯曲变形，负极板会出现掉格脱落。生产中，每批铅粉都应作氧化度测定。

306. 配制铅膏所用硫酸密度和数量对产品有什么影响？

配制铅膏的硫酸用量是按 1kg 铅粉加入纯硫酸的量而设计的。通常以密度高低来区分酸量多少。相同体积，密度大，酸量多，密度小，酸量少。加酸量多少，是以蓄电池用途选定的，不是一个固定值。起动用蓄电池 1kg 铅粉加入纯硫酸 45~50g，工业电池加入 30~35g，也有的在 30g 以下。加酸密度有  $1.320\text{g}/\text{cm}^3$  的，也有在  $1.250\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.140\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.100\text{g}/\text{cm}^3$  的，不尽相同。

为什么汽车用蓄电池铅膏含酸量要高呢？因为起动蓄电池经常处于大电流起动放电，蓄电池中极板需要有较高的孔率。孔率大，活度高，能在短时间以 3~4 倍容量的电流放电。含酸量少，就达不到上述效果。当然，起动效率不完全取决于含酸量，还有其他条件。

## 307. 铅膏表观密度对生极板质量有什么影响？

铅膏表观密度是指单位体积铅膏的重量。是控制铅膏稠厚度的一项工艺规定。稠厚度大小与铅膏的含水量有关，水量多，表观密度小；水量少，表观密度大。在已制好的铅膏中，不可随意再向膏内加水。否则，铅膏变得稀软，虽涂填省力，但对生极板质量是很不利的。铅膏表观密度低于  $3.8\text{g}/\text{cm}^3$  以下，涂填后，生极板物质变得疏松，固化干燥后，一碰即掉，很不牢固。用这种生极板化成后装出的电池容量低，使用寿命短。表 6-1 列出的铅膏表观密度是在一定条件下的工艺规定。

表 6-1 铅膏表观密度

应用范围	表观密度/( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	
	正 极	负 极
起动蓄电池系列	4.35 ~ 4.45	4.20 ~ 4.35
固定通信蓄电池系列	—	4.15 ~ 4.25
牵引车蓄电池系列	—	3.95 ~ 4.20
航标蓄电池系列	4.20 ~ 4.40	4.20 ~ 4.40
煤矿特殊防爆蓄电池	—	3.95 ~ 4.20
铁路客车蓄电池系列	—	3.95 ~ 4.20
船舶起动蓄电池系列	4.35 ~ 4.45	4.20 ~ 4.35
摩托车蓄电池系列	4.35 ~ 4.45	4.20 ~ 4.35
免维护固定通信蓄电池	4.05 ~ 4.15	4.15 ~ 4.25
贮能用蓄电池系列	—	3.95 ~ 4.20
船舶通信照明蓄电池	—	4.15 ~ 4.25

308. 配制铅膏加入硫酸量的多少对极板化成和电池初期容量有什么影响？

配制铅膏用的硫酸密度不同有  $1.400\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.250\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.220\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $1.100\text{g}/\text{cm}^3$  等，但不论硫酸密度大小，都以每 kg 铅粉中含纯硫酸量来计算的。实践工作中，含酸量设定随现场工艺条件、极板品种、尺寸厚薄、涂填方式（机械或手工）等而有所变化，并与极板化成外观、渗透与否、电池成品电气性能都有联系。制造厂家是按各自的具体情况来确定铅膏所用硫酸密度和含酸量的。

实践中有时确定，制备汽车起动电池极板须确保大电流低温起动性能，极板在 2mm 厚度以内采用增大含酸量进行控制，有的设定含酸量高达 50g/kg 铅粉以上。但是，高含酸量对化成的彻底性不利，出现化成不透、白花多的现象。采用电池化成（内化成）是如此，贫液态免维护式电池更是如此。然而，采用槽化成（外化成），上述不良现象不易产生，且有较好的电性能。当然，电性能好坏不全取决于含酸量高低，还与其他因素有关。生产实践还证明，对超过 3mm 以上的厚型极板，在含酸量特高时，会给化成的深透性造成困难。因此，对于  $\delta = 4 \sim 5\text{mm}$  的厚型极板，即使采用槽化成，正极板也难以化成彻底，出现白花增多、废品率高。因此，要慎重设计含酸量。

309. 在配制铅膏时为什么要严格掌握铅膏的稠度？

铅膏稠度通常是用测定铅膏表观密度的办法来确定的。不论哪种铅膏一般规定在  $4.0 \sim 4.4\text{g/cm}^3$  范围（特殊规定例外）。

控制铅膏稠度的关键是配方中水的用量。正常的和膏工艺是先将配方量的水（纯水），加入正在开动搅拌的铅粉上，使铅粉和水进行预搅拌。此时，铅粉遇水剧烈氧化，在数分钟后温升迅猛。之后，再把计量好的酸液喷洒到铅粉上，在不停地搅拌状态下，温升高达  $80^\circ\text{C}$ 。铅粉和硫酸在剧烈地化合中生成三碱式和四碱式硫酸铅。待和膏临结束前测定铅膏表观密度，符合要求即成。铅膏和好后即可涂填。如果稠度偏大，可适量加水调整。

铅膏的稠厚度对涂制极板的外观质量是很关键的。铅膏太稠易造成极板弯曲；铅膏太稀，极板物质会裂纹，结合不牢固，易掉格脱落等不良的质量问题。

310. 负极铅膏中有哪些添加剂，它们的作用是什么？

添加剂是负极铅膏必不可少的组分，用来改善负极多孔金属铅的工作特性，防止钝化。不同添加剂有不同特性，按电池用途选择。负极铅膏常用的添加剂是腐植酸、木素、硫酸钡、松香、1-2 酸、甘油等，以及提高正极放电效率的活性剂。

(1) 硫酸钡。BaSO<sub>4</sub> 是一种无机添加剂，晶体同 PbSO<sub>4</sub> 相似，

均属斜方晶体。在多孔金属铅中， $\text{BaSO}_4$  起结晶核的作用。金属铅放电中以它为结晶核心， $\text{PbSO}_4$  在它周围进行结晶，能阻止  $\text{PbSO}_4$  自身凝聚，保持铅粒子活度，对预防钝化、保持孔率有较好效果。

(2) 木素。木素与腐植酸的作用近似，被吸附在铅结晶表面，阻止铅粒子变得细小，使之富有多孔性。

(3) 松香。松香在 110 的热风气流中熔融在铅的表面，形成一层防氧化膜，预防多孔金属铅受潮氧化，起憎水作用。还有羟基萘酸（俗称 1-2 酸）、硼酸水溶液等，均起防氧化作用。它们通称为阻氧剂。

(4) 甘油。甘油是控制负极金属铅过度膨胀的添加剂。它在金属铅粒子之间起交联作用，稳定排列，适用于长寿命、浮充使用状态的电池。固定型通信用蓄电池就是其中一种。

(5) 涤纶纤维。起补强作用，延迟活性物质脱落。

添加剂的种类较多，还有炭黑、木素磺酸钠、栲胶等。不同电池负极铅膏加的添加剂的种类数量差别较大，需有选择的添加。

311. 向电池正极活性物质中添加碳素材料和异性石墨，有什么良好作用？

针对正极活性物质利用率不高的现状，难以和负极多孔金属铅匹配；国内外专家研究在正极铅膏或粉料中加入碳素和异性石墨材料，以提高正极活性物质 ( $\text{PbO}_2$ ) 的利用率，改善电池的电性能。方法是把天然石墨进行热处理，形成各项异性石墨、把粒径  $\phi 125\mu\text{m} \sim 1250\mu\text{m}$ ，质量按 0.1% ~ 1.0% 加到正极配料中。这种高纯度的石墨在  $\text{PbO}_2$  中膨胀，形成高孔率，使  $\text{PbO}_2$  密度增大，这样既保持了高孔率也提高了  $\text{PbO}_2$  的利用率。它能在阀控式电池中起到紧装配的作用。据测，在起动电池的铅膏中加入 0.5% ~ 3.0% 的黑色鳞片石墨，电池使用寿命有明显提高。

312. 用浸渍木糖醇的方法制备干荷电负极板效果怎样？

木糖醇又名木戊五醇，分子式为  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_5$ ，分子量 152，易溶于

水。浸木糖醇的工艺方法是：配制密度  $1.014\text{g}/\text{cm}^3$  的木糖醇水溶液，将负极板浸渍 20min，再在 100 以上的热风气流中烘干。

用浸木糖醇制作的干荷电池，在 -10 条件下，用  $4\text{Cl}_{20}$  启动放电 126s；15 时放 248s。效果优于浸 5% 硼酸溶液。在 -10 条件下，浸硼酸溶液电池用  $4\text{Cl}_{20}$  启动放电，平均 108s，偏低。浸硼酸电池在低温条件下放电低的原因是木糖醇对硫酸液的亲水性好于硼酸，而在常温下差别很小。

### 313. 木素磺酸钠的技术指标是什么？

木素磺酸钠是天然高分子化合物，分子量约为在 1000 ~ 20000，浅棕色至黑色粉末，是苯甲荃丙烷的衍生物。分子中含有磺酸荃、醇羟荃、酚羟荃、烷氧荃等。分子中这些荃团数目的多少直接影响木素磺酸钠的水溶性。实践证明，作负极添加剂，木素磺酸钠是较好的膨胀剂之一，有利于低温启动放电。技术指标见表 6-2。

表 6-2 木素磺酸钠技术指标

性 状	国 产 木 钠	国产改性木素磺酸钠	挪威 VanisperseA 木素磺酸钠
颜色	浅棕	浅棕	黑色
颗粒尺寸	—	$\geq 98\%$ (过 60 目)	100% (过 100 目)
水含量(%)	$\leq 7.0$		$\leq 6$
水溶性(%)	$\geq 99.7$		$\geq 98$
1% 溶液 pH 值	9.5 ~ 10		8.0 ~ 9.5
总含硫量(%)	$< 5$		2.5 ~ 5.0
还原性物质(%)	$\leq 3.0$		$< 0.5$

### 314. 木素磺酸钠的特性是什么，使用中存在什么优缺点？

木素磺酸钠的颜色是棕色或黑色粉末，系高分子阴离子表面活性物质，能交换金属离子，易吸附在负极金属铅上，水溶性好，化学稳定性高，有良好的分散性和粘结性，溶液浓度高，粘度大。木素磺酸钠含量在 0.05% ~ 0.3% 时，高倍率放电和低温启动放电性能随木素磺酸钠量增加而增加。

它的不足之处：一是当向铅膏中加水后，国产木素磺酸钠会

使铅膏变稀，膏体收缩而表观密度较高，涂填到负极板上的铅膏易下垂，膏面变形；二是化成后水洗负极板，须保持间距，否则，会出现粘连，活性物质可能被粘连脱落，国产木素磺酸钠不足的原因是含硫的总量和还原性物质偏高，经改性后，可得到改善。

315. 管式正极板在加工制造中为什么要严加控制铅粉的氧化度和灌粉量？

牵引车蓄电池的正极板均为管式，极板内所充填的物质是铅粉和填充剂，经过机械混合由灌粉机灌入极板。如果铅粉氧化度过低，低于 70%，灌粉量又超过规定量，处于这种条件制成的电池，经过长时间充电、放电循环使用，铅粉中的纯铅粒子不断形成二氧化铅、硫酸铅、原物质的重量和体积增量很大。如， $\text{Pb} \rightarrow \text{PbO}_2$  约增重 20%； $\text{PbO}_2 \rightarrow \text{PbSO}_4$  增重约 26%，折算体积约增大 30%。这样大的胀力在丝管中足以将管子胀破，导致物质泄漏，严重时，使用不到规定年限，电池就被损坏。因此，控制初始铅粉的氧化度、灌粉量是很必要的。

316. 配制铅膏时为什么要严格区分正、负极铅膏所用的设备和工位器具？

在负极铅膏中加入添加剂是有利的，而有的添加剂在正极铅膏中则是有害的。正极活性物质  $\text{PbO}_2$  不会产生钝化，因为它放电后的产物  $\text{PbSO}_4$  是在它的棱角上形成，而不像负极金属铅覆盖在它的表面。若添加剂在正极铅膏中存在， $\text{PbSO}_4$  就会脱离  $\text{PbO}_2$  晶格，失去结合力，导致早期脱落。如果正极铅膏混进了万分之一的  $\text{BaSO}_4$ ，电池使用寿命就会减少 20%。若增至一个数量级的  $\text{BaSO}_4$ ，电池寿命将会缩短 50% 以上。因此，在生产制造中，要严格区分和隔离正、负极铅膏所用的设备和工位器具。

317. 在制备负极铅膏时，把添加剂搅成糊状进行添加比用粉子状态添加，对电池性能有什么影响？

在负极铅膏的制备时添加剂通常是以粉子状态加入合膏机中进行配制。改用糊状方式添加，样品电池与样品电池之间，低温

放电性能和充电接受性能是有差别的。在一组试验样品中糊状法的低温放电时间参差为 10s，在另一组试验样品中粉状法的低温放电时间参差 30s。在充电接受性能上一组样品糊状法参差 0.2A，在另一组样品粉状法参差 0.7A。分析自差的原因可能是高密度铅粉和低密度的添加剂在有限的搅拌时间内两相渗透力差，分散性不充分。当形成糊状的流体后改善了上述的不良状态。

所谓糊状法就是将添加剂预先在部分稀硫酸溶液中搅成糊状，然后再加入和膏机中，在加入前须将大部分稀硫酸溶液先加入和膏机中，在短时间后和成膏状。之后，再将糊状添加剂加入机内进行混合搅拌。总搅拌时间不必延长。

### 318. 砂性铅膏与普通铅膏有什么不同？

砂性铅膏硬面涩，手感有沙沙声。其制备方法是用较高密度的硫酸液（ $1.250 \sim 1.320\text{g/cm}^3$ ），在搅拌条件下，喷洒到铅粉上。铅粉遇酸后，迅速生成硫酸铅，反应热大，在搅拌中可塑性变大，硬而发涩，形似砂性。这种铅膏塑性较好，适宜于快速机械涂填。普通铅膏使用较低密度的硫酸液，（ $1.100 \sim 1.150\text{g/cm}^3$ ）。配制时是把铅粉加到硫酸液中，反应生成物发热小，加水量较多，铅膏较稀而粘，可塑性较差。这种铅膏适宜于普通涂板机或手工涂填，不适宜于快速涂板机操作。如快速涂填，铅膏易粘连、下垂，叠放固化效果差，易掉格脱落。两种铅膏配比见表 6-3。

表 6-3 铅膏配比

材 料	砂性铅膏		普通铅膏	
	正极	负极	正极	负极
铅粉/kg	100	100	100	100
硫酸溶液/L	10 (1.250~1.320)	10 (1.250~1.320)	18.5 (1.100~1.150)	17 (1.100~1.150)
腐植酸/kg	—	0.5	—	0.5
硫酸钡/kg	—	0.8	—	1.0
配方水/L	5~7	5~7	0.5~1	0.5~1
其他添加剂 (化学纤维、活性剂)	适量	适量	适量	适量

319. 生极板在涂填中易出现哪些质量问题，用什么方法解决？

生极板常见的质量问题和解决方法如下：

(1) 重量不一，偏重、偏厚。主要是涂膏量超过公差范围，局部偏重、偏厚。在极板组合后，极板群肥大，装入电池槽内过紧。这会出现早期短路，硫酸难以渗入到极板群中，影响电池容量。管式极板偏重，会使管子早期被胀裂。

解决的方法：对涂膏式极板，控制涂膏斗子上的挡板压力，使压力均衡。对管子极板，要掌握灌粉重量和填料的比例。

(2) 弯曲，膏不饱满、有砂眼。原因是涂膏斗内涂辊和底辊对应距离不均；板栅推进被压延伸长，形成弯曲。

解决方法：调整两辊对应距离；缩短推进辊子宽度，使板栅边框不被压延。

(3) 压力过大。是指生极板在涂填之后，辊压力过大。压力大，膏中水分被过多地挤出，铅膏被压得过紧，降低铅膏孔率，蓄电池放电时酸液向极板内渗透力受到限制，放电量低。

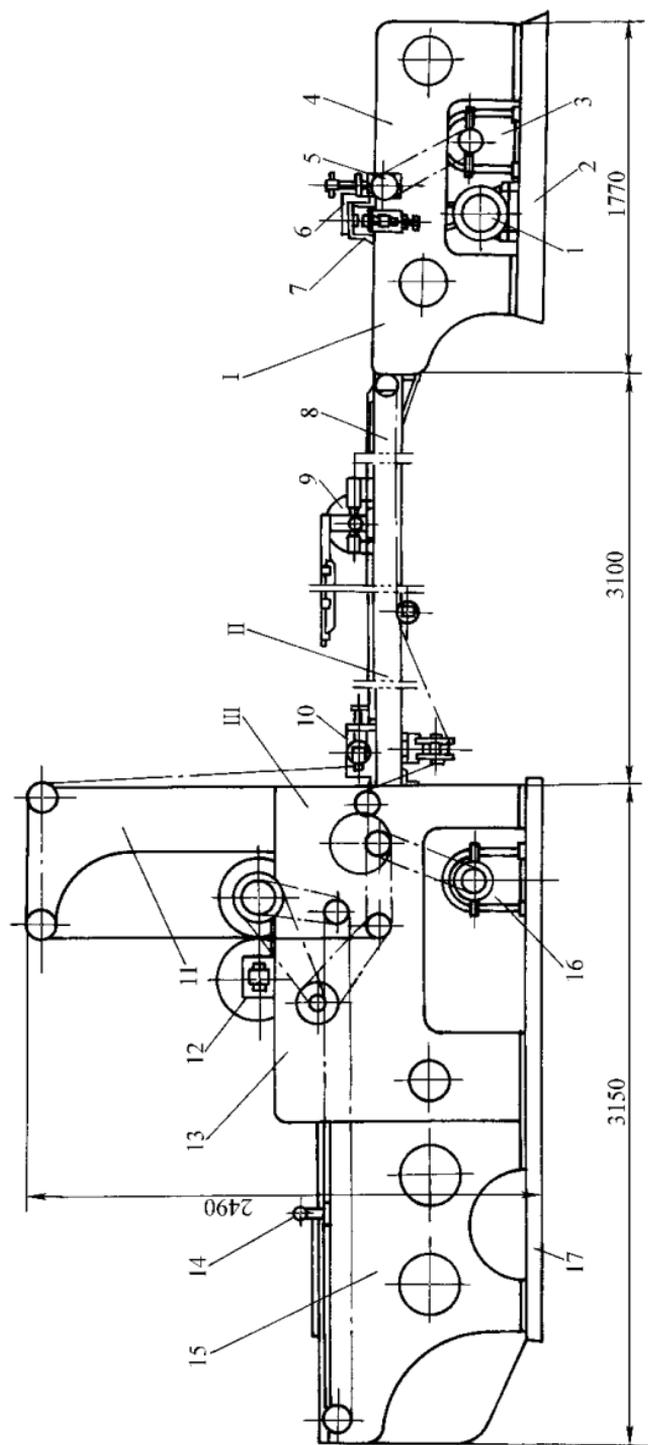
解决方法：固定辊子间隙进行辊压。

320. 用什么方法涂制生极板，在涂制过程中为什么要浸酸？

铅膏通过涂板机械涂到板栅上，经过固化干燥处理即成为生极板。

大型涂板机，能涂制 5kg 以上的生极板，经板栅推进、涂填、翻转、滚压、浸酸、上架六个步骤，操作一次完成。大型涂极机如图 6-10 所示。小型生极涂板机专门涂制起动电池和其他小型生极板。小型涂板机如图 6-11 所示。

生极板涂好后，在它的板身上浸一下稀磁酸。浸酸使生极板铅膏表面生成一层很薄的磁酸铅，可预防生极板固化时产生，湿膏粘连，对阻止表面裂纹有一定作用。浸酸的密度大小以生极板的厚薄而定，薄型密度较小，厚型密度较大。通常浸酸的密度在  $1.050 \sim 1.100\text{g/cm}^3$ 。在链式涂板机上，涂制起动电池薄型生极板 ( $\delta = 1.7 \sim 2.0\text{mm}$ )，浸酸密度在  $1.010\text{g/cm}^3$ ，此外浸酸密度还要根据室内温度条件灵活掌握。室温低，酸液密度高一点；反之，就要低一点。



I 涂板部分

II 输板部分

III 压板淋酸部分

图6-10 大型涂板机

- 1—涂板电机 2—底座 3—输送电机 4—机架 5—送板辊 6—涂板斗 7—高速辊  
 8—输板机架 9—接送板机构 10—张紧链轮 11—上支架 12—压板辊  
 13—压板机架 14—淋酸管 15—尾部机架 16—压板电机 17—底座

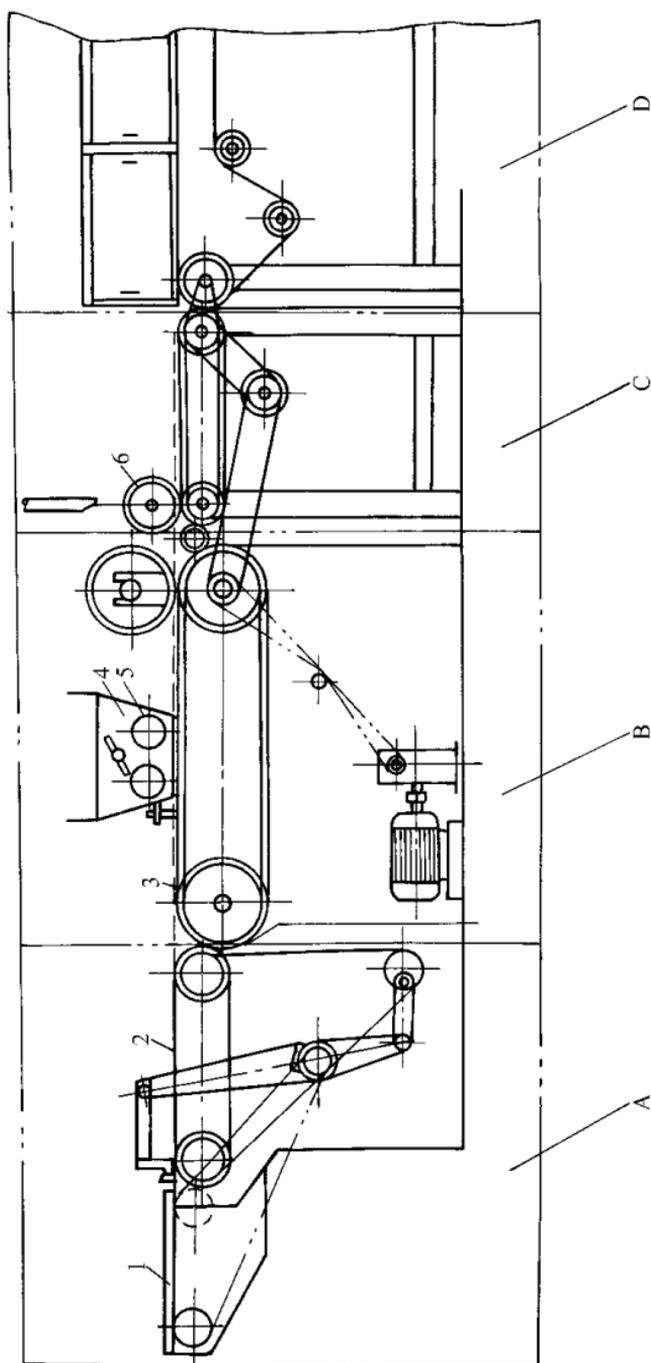


图6-11 汽车型板栅涂板机

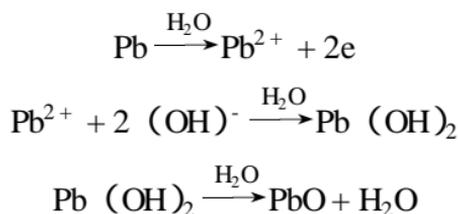
A—送片机 B—涂片机 C—淋酸装置 D—表面干燥窑  
 1—板栅 2—链板式链条 3—涂片带 4—涂膏斗 5—涂膏辊 6—压酸辊

321. 生极板涂上铅膏后为什么必须进行固化，其原理是什么？

生极板固化是指涂制铅膏后的极板再经过氧化，使湿态铅膏变成干态铅膏，以保持与板栅良好的结合，不产生裂纹，不掉格。

要达到上述目的，掌握固化条件是重要环节。通常固化温度在 30 ~ 35 ℃，相对湿度在 80% 以上时间 48h 以上。这样控制，可使铅膏中约占 18% 的金属铅，下降到 2% 左右。

固化原理是：铅膏中铅粒子，在水分子的催化作用下，进行电化学腐蚀。铅粒子在氧化的同时，极栅筋条铅也发生表面氧化，它们之间互相渗透，互相挤压，促进了铅膏与板栅的结合。电化学腐蚀的表达式为



固化中环境温度不宜太低，如低于 20 ℃，铅膏与板栅结合不牢，一碰即掉。这是因为铅粒子没能得到充分的氧化，胶凝作用差。固化时间长短要视生极板厚度而定。表 6-4 列出了不同厚度生极板的固化条件。起动蓄电池（包括汽车、船舶、摩托车用蓄电池）的生极板，是先经隧道炉中高温失水，然后合拢，在专用架子上进行固化。有的是在室内常温条件下进行固化，有的是在专设的固化室内固化。只要温湿度适宜，固化质量是有保证的。特厚型生极板固化温度和湿度要求更为严格。

表 6-4 不同厚度生极板的固化条件

生极板种类	厚度/mm	固化时间/h	环境温度/℃	相对湿度(%)
起动电池	≤2	48	25 ~ 35	60 ~ 80
工业电池	≤5	72	25 ~ 35	60 ~ 80
特厚型极板	>10	144	30 ~ 35	≥80

固化条件靠人工监控的一般都分三个阶段：第一阶段相对湿度 ≥90%，温度 35 ~ 40 ℃，时间 48h；第二阶段相对湿度 70% ~

80%，时间 12h；第三阶段相对湿度 60% 以下，温度 45 ~ 50 ，时间 12h。固化时间共计 72h。在有自控条件的工厂，生极板固化时间不到一半的时间，在生极板固化质量有保证的前提下，时间弹性较大，可根据现场的实际情况设定。

322. 生极板经固化后出现裂纹是什么原因，怎样预防？

在生极板固化过程中，出现裂纹是一种常见的质量问题。基本原因是：铅膏密度低，水分大，涂填铅膏比较稀；固化中环境温度低于 20 ，还因固化室内温度过高，湿度低，也是造成裂纹的重复原因。有的裂纹严重到铅膏与板栅铅筋脱离。

解决的方法：控制铅膏表观密度；调整室内温度和湿度；铅膏凝固后再行烘干。生极板产生裂纹，主要是生极板铅膏中的水分向外扩散的蒸汽压力与空气中水分向生极板渗透的水气分压差大。只要蒸汽压略大于水气分压，水分逆出速度缓慢，生极板就不会产生裂纹。

323. 什么样的固化条件对生极板加温、加湿效果好？

蓄电池生极板固化质量关系其使用性能和寿命。传统的固化工艺和设施，往往会因季节环境的温、湿度变化，造成固化质量波动，产生废次品。传统的蒸汽管路加温、加湿方法，室内温、湿度较难掌握，造成，生极板出现裂纹，影响固化效果。

采用离心式加湿器，按照离心雾化原理，用电控方法进行加温加湿。方法是由电机带动雾化盘，高速旋转，把自来水从自动进水的水箱中吸入雾化盘，细化成微小水珠，再经滤网筛选，最后由雾化风机吹入室内。利用干湿球温差变化测湿的原理，制成湿度控制仪，控制湿度。采用电热温升自控装置，使温度控制在设定值。用电控方法加温加湿，可减少蒸汽热耗，固化效果稳定。

324. 生极板成型后在室内存放时间过长，对电池性能有什么影响，怎样解决？

生极板是电池的半成品，成型后不能存放时间过长。如存放时间超过几个月，尤其在湿热季节存放，影响质量更为明显。有试验表明，存放期三个月的生极板，经化成后，化成电量同往常

一样，装成电池用起动电流进行放电，放电时间则是正常极板的 85% ~ 90%。原因是：生极板上的铅膏物质，尤其是正极板上的物质没有得到彻底地转换，生成了碱式碳酸铅，使极板变得异常坚硬，酸液很难渗透，化成更加困难。解决的方法是：生极板成型后，在暂不化成时，要妥善保管在 35 的干燥室内，这样能有效地防止正极板可能产生的难以转化的白花。

325. 为什么说提高 VRLA 电池生极板固化温度能延长电池的使用寿命？

一般说蓄电池的使用寿命基本依赖于正板栅的耐腐性以及活性物质的结合性。在合金具备正常的耐腐条件下，正极板活性物质  $\beta$ - $\text{PbO}_2$  和  $\alpha$ - $\text{PbO}_2$  两种物质生成量不一样。生极板固化温度高低能影响两种物质的含量。当固化温度分别控制在 70 和 35 地，极板上的铅膏形成碱式硫酸铅数量有明显的差别。在低温下固化生成的三碱式硫酸铅（3BS）多而在高温下固化生成的四碱式硫酸铅（4BS）多。研究证明：4BS 是针状结构，而 3BS 则是细小颗粒状。两种不同形状的铅盐经化成后生成的  $\beta$ - $\text{PbO}_2$  和  $\alpha$ - $\text{PbO}_2$  间比值不同。通常认为  $\beta$ - $\text{PbO}_2$  生成量多时，初容量大，电池使用寿命低，约低 30% ~ 50%，高温固化生成 4BS 多，初容量小，电池使用寿命较长。两种物质形状不同可能是影响蓄电池性能的一个重要因素。随着蓄电池的使用，3BS 物质逐渐脱落，而 4BS 较为迟缓。

326. 管式极板比涂膏式极板有哪些优点？

管式电池多用作搬运车、火车、通信、电力、矿内牵引用电源。管式生极板在电池中是作正极板，它在加工制作中不是涂填铅膏，而是灌入铅粉和部分木炭粉，如图 6-12 所示。与其匹配的涂膏式负极板如图 6-13 所示。

管式极板好于同类型的涂膏式正极板。它的优点是耐振性好，活性物质在管内不易脱落，使用寿命较长，析氢量少。全充放使用寿命一般在 2 ~ 3 年。有的使用寿命高达 1500 周期。

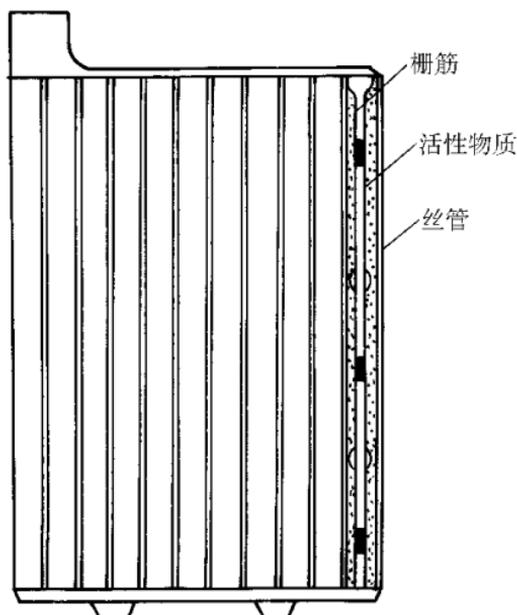


图 6-12 管式极板

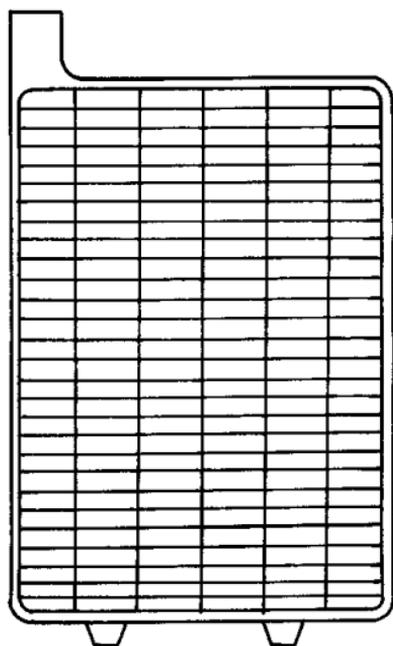


图 6-13 涂膏式极板

327. 管式生极板所灌入的铅粉中为什么添加木炭粉？

管式极板灌入铅粉的氧化度在 75% 左右，添加 3% ~ 5% 木炭粉，木炭粉细度通过 100 目。加木炭粉是为了提高物质的孔率。据测算加木炭粉比不加木炭粉孔率提高 30% 以上，加入 4% 木炭粉，铅粉表观密度由  $1.95\text{g}/\text{cm}^3$  降低到  $1.20\text{g}/\text{cm}^3$ 。木炭粉在电池中无副作用，但有的木炭粉含铁量较高，多以氧化铁的形式存在，无法用磁铁吸取，只好用酸处理。加入木炭粉量不宜过多。木炭粉过多，作用物质量少，电池容量不足。加入木炭粉过少，极板

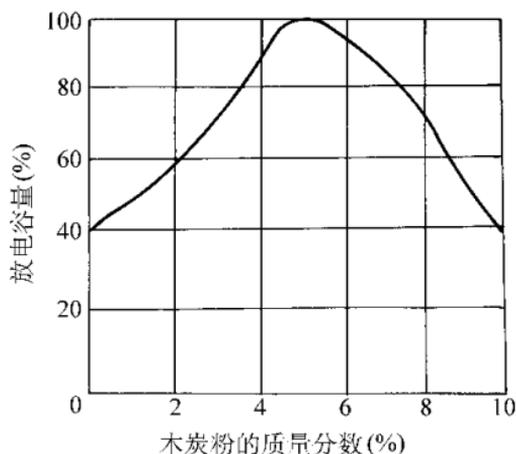


图 6-14 管式电池重量与填加木炭粉量的关系

孔率低，容量也达不到额定值。图 6-14 列出了木炭粉添加量与电池初容量的关系。从图中可以看出，添加 5% ~ 6% 的木炭粉，容量效果最佳。

管式生极板是通过灌粉机将有添加料的铅粉灌入插有涤纶排管的生极板中。灌粉是由一台电磁振动机上完成的。灌粉机振动频率为 50Hz，振幅 3mm，时间 12s，每个时间周期产量为 10 片。管式生极板灌粉机如图 6-15 所示。

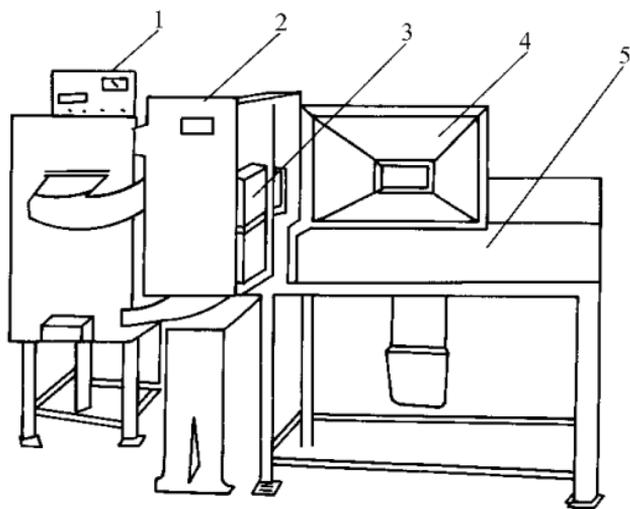


图 6-15 管式极板灌粉机

1—计时器 2—振动柜 3—夹具 4—抽风罩 5—工作台

### 328. 生极板固化干燥后为什么要注意防潮？

生极板固化后，在湿度大的环境下极易受潮，在夏秋季节经常发生。受潮的铅膏表面生成一层碳酸铅结晶，环绕在氧化铅的周围，酸液难以渗透，化成时氧化铅不能和硫酸反应，不能转化为二氧化铅。极板化成后，仍然存有橘红色氧化铅，需经多次充放才能转化。这种现象多发生在正极板，不论是管式或涂膏式均易发生。因此，应把固化后的生极板，在暂不行化成之前，应置于保温且干燥的室内保存。

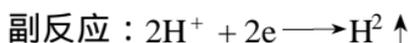
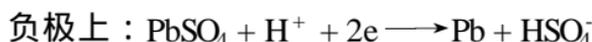
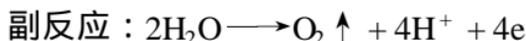
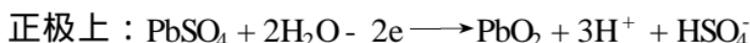
329. 什么是极板的化成，化成过程中两极物质是怎样变化的？

把正、负极板分别插入装有稀硫酸的化成槽中，通入直流电源进行充电，使正、负极板通过充分的氧化还原反应，分别转化为  $\text{PbO}_2$  和  $\text{Pb}$ ，这个过程叫做化成。化成有焊接式化成、不焊接式化成和有成品电池化成等几种方式。采用何种方式由生产厂按照自身条件来确定。

通电前生极板与稀硫酸进行中和反应：



通电后进行电化学反应：



化成到后期，水分解加剧，正、负极分别析出  $\text{O}_2$  和  $\text{H}_2$ ，这个副反应消耗电能，所以延长化成时间是不利的。

化成过程中槽压是变化的，图 6-16 所示为槽压变化的基本曲线。

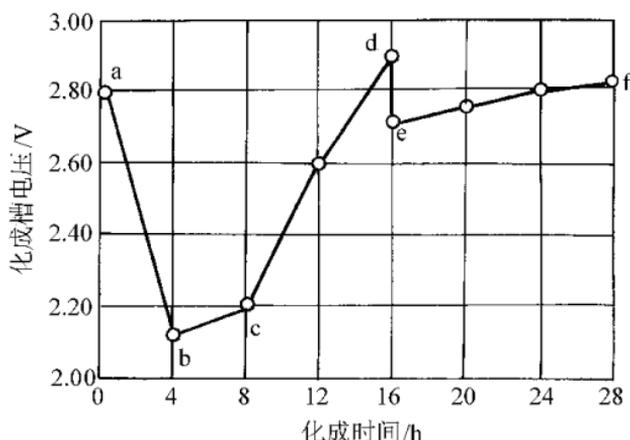


图 6-16 化成槽电压与化成时间的变化曲线

开始通电时，槽压落在 a 点是因粉膏物质  $\text{PbO}$ 、 $\text{PbSO}_4$  颗粒间有空隙，电阻大，电流大都作用在板栅上，电化学作用面积小，电流密度大，电动势高，槽压高达 2.80V。继续化成，物质转化量逐渐增多，分布面积大，内阻减小，极化渐弱，槽压下降到 b 点。此时， $\text{PbSO}_4$  已大量分解，其速度达到最大值， $\text{PbO}_2$  和 Pb 晶核成长的速度达到最大值，内阻更小，槽压也更低，维持在 bc 线。自 c 点以后，电流逐渐向远离铅筋的铅膏作用，因硫酸铅层较厚，内阻大，氧化反应受到阻碍，但又反复地作用在已形成的  $\text{PbO}_2$  和 Pb 上面，电化学极化增大，槽压迅速上升到 d 点。此时，负极已接近充好，电解作用增大。为控制副反应，降低电流值到 e 点，继续化成到 f 点终止。此时，正极板已近充好，电能消耗在电解水上，槽压很高。

330. 生极板在化成中电流密度大小对极板化成质量有什么影响？

生极板化成电流密度是指一个单位面积上施加的电流值，实际生产中多指一种型号一片正生极板所用电流值，以安 [培] 为计量单位。单片电流值是以极板大小尺寸、结构、活性物质状态、设备功率、环境等条件进行综合考虑确定的。化成电流不宜过大，也不宜过小。电流过大，极板活性物质转化不彻底，温升高，氢氧气体多，活性物质被冲刷，出现疏松、裂纹等不良现象。电流过小，化成时间长，极板在化成槽内浸泡时间过长，硫酸铅难以转化。通常起动蓄电池极板电流密度在  $1 \sim 2\text{A}/\text{dm}^2$ ，化成周期 18 ~ 20h，充入电量三倍于额定容量。工业蓄电池和大型极板电流密度在  $0.3 \sim 1.2\text{A}/\text{dm}^2$ 。极板表面积是一片极板的两个平面之和。化成通常分两个阶段进行，第一阶段充电电流值较大，第二阶段电流值较小。也有分三个阶段化成的，第一个阶段电流值较小，第二阶段电流值较大，第三阶段电流值又较小。各厂家使用电流密度不一，没有一个统一的规范，通常所采用的电流密度见表 6-5。

表 6-5 极板化成电流密度

极板类型	电流密度/(A/片)					
	一阶段		二阶段		保护放电	
	A	h	A	h	A	min
汽车、拖拉机、舰船起动用	3.125	6	2.34	15	—	—
通信、电力用(GGM—300)	22.73	14	18.18	7	9.10	30
牵引车用(GB—250)	11.36	14	9.10	7	6.8	30
航标灯用(B—500)	10	4	20	38	10	20
内燃机车用	22.72	8	18.18	13	9.10	20
铁路客车(TG—450)	22.72	8	18.18	13	9.10	30
矿内电机车(GB—440)	22.72	21	—	—	9.10	20

331. 在极板化成中，所用电解液密度高低对极板质量有何影响？

稀硫酸的密度通常在  $1.030 \sim 1.060\text{g/cm}^3$ 。化成薄型极板使用较低的密度，厚型极板采用较高密度。容量大的化成槽可选择较低一点的密度，在环境气温较低时，也可把酸液密度定得高一些。化成电解液密度没有一个既定的规范，都是由制造厂家自行选定的。一般认为，密度过大，中和反应过甚，不利于极板质量。对正极板而言，化成密度过高，表面  $\text{PbO}_2$  难以转化，活性物质往往出现浮粉、疏松、白花等。密度过小，生极板中和反应效果差， $\text{PbSO}_4$  生成量很少，化成不易深透， $\text{PbO}_2$  含量较低，蓄电池初容量和起动效率受到限制，影响蓄电池使用寿命。

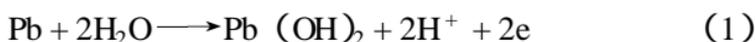
332. 极板化成电解液温度对极板质量有什么影响？

生极板化成过程中，电解液温升比较快，其热量来自中和反应热、电阻热和电化学反应热。一般液温不超过  $50^\circ\text{C}$ ，最低不低于  $5^\circ\text{C}$ 。液温过高，中和反应速度快，对正极板影响比较明显，硫酸铅生成量比较多，不易转化为  $\text{PbO}_2$ ，表面活性物质疏松并出现白花（没有转化的硫酸铅），电能利用率低；而且，降低气体析出过电位，析气量大，酸雾多，既消耗电能，又不利于

环保，对人体也有害。因此，要设法控制温升。化成温度也不能过低，低于 5℃，会使负极板多孔金属铅疏松、脱落、起皮等。

333. 化成后正极板为什么不能在湿度大的环境条件下放置？

正极板化成后在温度高、湿度大的环境下放置，板栅金属铅在水分子的催化作用下进行氧化，诱发板栅腐蚀，其反应是



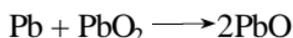
$\text{Pb}(\text{OH})_2$  再行分解生成  $\text{PbO}$ ，即



(1) (2) 两式一步列出



$\text{PbO}$  的生成可能是共均反应的结果即



这个反应借助于固相中电子在  $\text{Pb}$  和  $\text{PbO}_2$  之间迁移。迁移的原因是  $\text{Pb} \parallel \text{PbO}_2$  界面上有接触电动势差存在，有水分子参加反应的铅的阳极氧化能引向  $\text{PbO}_2$  的生成。用下式表达：



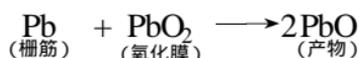
可以看出化成后的极板在温度高、湿度大的条件下，正极板受水分子作用产生的腐蚀非常严重。腐蚀是随硫酸密度增加而降低的。在含有一定酸密度的条件下，不会出现此反应。因此，阳极板化成之后，经水冲洗干燥，暂不装配时，应送入干燥室放置，室内温度低于 35℃ 为好。

334. 电池中正极板产生钝化的原因是什么，怎样预防？

蓄电池注酸后，进行起动放电，电池端电压降得很低，达不到额定值，严重时，端电压很快到达终止。在无任何理由说明这种现象时，说明该电池正极板可能产生了钝化。正极板钝化有热钝化、贮存钝化、和浮充钝化。上边提到的是热钝化所导致的一种反常现象。在电池制造过程中，正极板加热干燥温度过高、时间过长，是导致产生热钝化的原因。在干燥温度高达 60℃ 以上时，就会出现钝化，如果干燥温度高出 80℃，将产生更严重的

钝化，因此，在正极板化成水洗后，应在  $\leq 50$  的温度下进行烘干。这时钝化的可能性很小，几乎不存在。

钝化的原因是由于正极板化成后，碱式硫酸铅转化为  $\text{PbO}_2$ ，同时栅筋表面生成一层  $\text{PbO}_2$  膜，当干燥温度过高、时间过长时，这种氧化膜贴在板栅金属上进行了如下化学反应：



上式反应的产物是  $\text{PbO}$ ，它迅速和硫酸作用生成  $\text{PbSO}_4$ ，有很高的阻抗，就像电池放电终了的状态，影响了极板活性物质电量的输出，出现了电池端电压下降的反常状态。

上述现象是由热钝化形成的，它不是长久的，当给电池注酸后，浸泡一段时间，或给电池作适量的补充电，随即消失。但存在严重钝化时，往往需经过充放电，才得以消失。

335. 干荷电极板与普通式极板在工艺加工中有什么不同？

干荷电极板具有防氧化效果，在加工制造中与普通式极板主要有以下几点不同：

(1) 在负极铅膏配方中加入防氧化剂羟基萘酸（简称 1-2 酸）、松香、羊毛脂等。其工艺方法见表 6-6。

表 6-6 防氧化材料与工艺方法

材料名称	工艺方法
羟基萘酸(1-2 酸)	在负极铅膏加入 0.3%
甘油	配成密度 $1.020\text{g}/\text{cm}^3$ 水溶液，负极板浸渍 3min
硼酸	配成饱和硼酸液浸渍 20min(60 )
松香	在负极铅膏中加入 0.2%

(2) 进行渗透性化成、通过充电—放电—充电的反复化成，使正极二氧化铅含量达到 80% ~ 85%，负极纯铅含量达到 90% ~ 95%。

(3) 负极板化成后浸硼酸液或浸甘油液，使金属铅表面形成一层防氧化膜，使其在放置期内不受氧化。

(4) 极板化成后，把含有防氧化剂的负极板通过 110 的热风，快速进行干燥，形成防氧化膜，以有效地防止多孔金属铅氧

化。

在使用甘油溶液时，要谨防甘油被溅到正极板上，以防正极板在加工中燃烧。被甘油污染的正极板在 80 的高温条件下，只要被撞击摩擦就会发生剧烈的氧化。甘油 ( $C_2H_8O_3$ ) 被二氧化铅 ( $PbO_2$ ) 氧化为  $CO_2$  (白色火光烟雾)， $PbO_2$  随即被还原成  $PbO$ ，温度高达 500 以上。

336. 制备干荷电极板通常采用什么抗氧化剂用作负极板抗氧化处理？

制备干荷电极板所用的抗氧化剂种类很多。其中有硼酸、木糖醇、甘油、松香、1-2 酸等。用浸渍硼酸液的方法比较简单。它是把化成好的负极板浸渍在饱和硼酸溶液中。硼酸按水量的 15% 加入纯水中，加热到 50~60，使溶液达到饱和状态，此时密度达到  $1.025g/cm^3$ 。将化成好的负极板，从化成槽中取出后，沥一会，先放入纯水中水洗 30min (不是流动水)。水极板上残存的酸液洗去，再放入被加热的饱和硼酸溶液中，浸渍 30min，浸完后，将极板放在 110 热风气流中吹干。在无条件时，也可放在常温条件下用轴流式风机吹干。硼酸液被稀释后要随时进行调整。

按上述浸渍方法制作的负极板，装成电池作起动放电，可达到 240s (标准是 150s)，封好贮存一年，用 3CA 放电，实放 236s，效果很好。

337. 生极板化成常出现的质量问题有哪些，怎样预防？

生极板化成常出现的质量问题有短路、脱焊掉板、白花、起皮、弯曲、裂纹等。

(1) 短路。正、负极板在化成槽内搭接。搭接内阻小，阻热池温高，槽压低，电能未能有效地作用于极板。应通过检查、测量，及早发现、排除。

(2) 脱焊掉板。焊接点不牢，脱离联接条，极板断电，其他相邻极板承受电流过大，导致过化成。只要发现后焊牢，即可解决。

(3) 白花。由于焊接截面积小，电流不能全部通过，化成不

足，也有在化成中期脱焊的，成为白花。只要焊点截面好，就可避免白花。还有一种白花，出现在极板边缘，称为边缘白花。这是因为生极板存放期间受潮所致。

(4) 起皮。起皮原因一是固化不充分，氧化不好；二是铅粉氧化度低。前者表现为片状起皮，后者表现为顺筋起皮。此外，浸酸密度过大，也会起皮。只要把握前两个因素，即可预防问题发生。

(5) 弯曲。由于铅膏涂制不均匀，一面厚、一面薄，化成二氯化铅，膨胀应力不一，形成拱曲。只要涂填均匀，就可避免。

(6) 裂纹。多为负极板固化阶段产生的暗裂纹，化成后，多孔金属铅收缩开裂。还有一种裂纹是指铅膏脱离板栅筋，称为环形开裂。只要掌握固化条件，就可防止发生。

此外，正极板  $\text{PbO}_2$  有钝化现象，主要是因极板干燥温度过高（80℃）， $\text{PbO}_2$  与板栅筋接触电阻大而形成的。控制干燥温度不超过 60℃，就不会出现此问题。

338. 怎样判断和掌握极板化成终了？

极板化成终了的标志是：

(1) 电解液出现大量而均匀的气泡，正极镉压在 2.45V，负极镉压在 - 0.35V。

(2) 电解液密度比极板入槽时的密度略高一些。

(3) 外观色泽正常，正极板为棕褐色，无白花，负极板呈现金属铅的光泽。

(4) 理化分析结果正、负极板物质成分达到规定值。

(5) 累计充入安时电量约为正极板自身容量的 4 倍。不同规格型号的极板化成时间，取决于使用电流大小，大电流化成时间短，小电流化成时间长。

339. 什么是不焊接化成，有哪些优点？

不焊接化成是把极板插到化成槽内的专用架子上，架子底部两侧嵌有铅合金导电汇流条，不需再进行焊接的一种化成工艺，如图 6-17 所示。

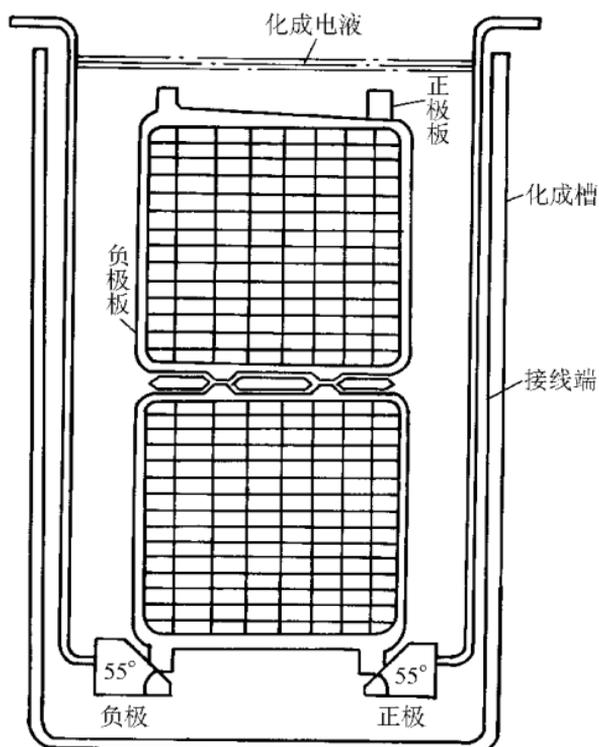


图 6-17 不焊接化成示意图

不焊接化成应用于起动电池极板或其他小型极板。工艺步骤是：

- (1) 先向化成槽内放入一半电解液，用  $1/10$  电流值，通电 2h，使汇流条带正、负极性。
- (2) 在通电情况下，先插负极板，板耳插在带正极的汇流条上。
- (3) 插完负极板后，再插正极板，板耳插在负极汇流条上。
- (4) 极板全部插完后，断开电源，将电解液注到高出极板上端。
- (5) 通电进行化成。

下一次再行化成时，方法步骤一样，所不同的是极性要颠倒一次。

不焊接化成工作要点是：每化成一次极性颠倒一次，是为了防止汇流条沉积过多的  $PbO_2$ ，减少接触电阻，先插负极于正极汇流条上能产生小电弧，利于接触；新汇流条导电斜面要光洁平整，无收缩凹痕，利于导电，防止极板白花；化成槽在停用后，再行启用要按上述程序通电插板；电路串联电压过高时（不高于42V），要从电路中间断开进行分步操作；汇流条是高锑合金，使用时间次数不宜过长，避免电阻大，影响接触。

不焊接化成的优点：改善劳动保护，预防铅中毒，提高工效，便于组织管理。

340. 用不焊接方法化成，正极板易出现白花是什么原因，采取什么措施解决？

不焊接化成方法同焊接化成方法的区别是导电接触点不同。一个是碰压电弧接触：一个是焊接熔点接触。方法不同，因而会出现化成极板的不一致。通常采用不焊接化成，在工艺操作上应注意以下几点：

(1) 板耳角接触点要洁净光亮，在向化成槽插入生极板前应用剪刀在接触点处剪切出光亮点，去除残余铅膏和氧化层，确保碰压电弧接触。

(2) 插板时要有一定的外加力。在手持生极板向化成槽中架子的导槽滑落时，要适当施加一定的外力，使板耳在接触导电汇流条（简称极杠）瞬间保持电弧接触力度，消除半接触或不接触状态。为了顺利操作还应清理导槽上的锐角毛刺，使其圆滑，减小插时下滑的阻力。同时，还要清理生极板边框上的残膏和毛刺，为顺利插实创造条件。

(3) 在极杠铸造成型后，应作必要的检查加工，使极杠表面光滑平整，无砂眼、缩松，必要时用焊枪跑焊一遍，修补平整。

(4) 定期处理极杠上的氧化层。极杠氧化层不断的生成叠加，电阻增大，不利导电。要定期检查或用延长反充时间的方法，使表面氧化层还原，这样作有利于极板和极杠形成良好的碰压电弧，达到良好的接触。

(5) 不焊接化成的化成槽池温高，要设法降温。不焊接化成是依靠极杠  $55^\circ$  的斜角夯实的。一部分电能变成热能被电能液吸收，温度有所升高，需要在化成槽外围设降温水，使电解液温升不超过  $40^\circ$ 。此外，加大化成槽溶液量，使温升趋缓也是可行的。

341. 摩托车用蓄电池采用组装化成，在质量上有哪些优点？

摩托车用蓄电池（指普通式），采用组装化成（内化成），从实测结果看是良好的。主要技术质量指标均符合该型车的技术要求。

(1) 首次 10 小时率容量达到 100%。

(2) 低温起动能力。放电 5s，单体电池端电压保持在 1.48V；放电 90s，端电压保持在 1.20V。

(3) 充电保持能力。以  $50I_{10}$  (A) 放电 60s，单体电压高于 1.0V。

(4) 循环耐久能力：达 250 次。

从以上几项主要指标看，组装电池化成寿命较长、大电流性能好，充电接受能力高，电池端电压均一， $\leq 0.03V$ ，自放电小；生产时减少了许多工艺环节，减轻体力劳动，有利于环保，节约能源，缩短生产周期。

为了确保组装化成质量的可靠性，须掌握好以下几项工艺方法：

(1) 组装化成用电解液密度为  $1.260g/cm^3$ ，在向电池内注入电解液之前，须把电解液温度降到  $0^\circ$  以下，不能加入常温酸液，避免温升突然升的过高，难以保证化成质量。

(2) 化成中温度应控制在  $\leq 38^\circ$ 。

(3) 化成电流不宜太大，以用  $1.5 \sim 2A/dm^2$  为宜，充入电量是电池额定容量的 8 倍，时间约计 50 多小时。

组装化成产品是带液出厂，也可以不带液的湿态条件出厂。不带液的处理方法是（指普通式）将化成好的产品倒出其中的化成液（沥净），再加入密度  $1.350g/cm^3$  的硫酸溶液，酸液中含

5% 纯硫酸钠  $\text{NaSO}_4$  浸泡 15mm 倒出，立即将电池密封好。使用时启封加入密度  $1.260\text{g}/\text{cm}^3$  硫酸溶液，即可投入运行。保存期不超过 6 个月为宜。以上作法，操作者须亲自实践以后再扩大推行。

### 342. 怎样控制 GFM 型电池组装化成的工艺方法？

采用 VRLA 电池生极板组装化成（内化成），比用化成槽化成省去许多操作环节。试验用 GFM300 型蓄电池须掌握好以下几项基本工艺参数。

(1) 关于加酸密度。按成品电池规定的硫酸液密度减去一个系数。例如，电池电解液密度规定  $1.250\text{g}/\text{cm}^3$ ，用这个值减去  $0.02\text{g}/\text{cm}^3$  是向电池内灌加的酸液密度。按这个经验数最后测定结果贴近规定值。但此经验数须根据不同规格电池从实践中摸索得出。

(2) 关于化成中池温的控制。池温是化成全过程的重点控制条件，对化成的均匀彻底是很重要的。方法是：先将电解液设法降低到  $-6$ ，再将电解液注入电池中，加液后静置 2h，待池温上升到  $20$ ，此时反应热释放趋于平稳，再通电进行化成。从开始到结束化成，须实行有效的降温措施，使其控制在  $40$  以下为好。

(3) 化成使用电流和时间掌握，一般按照正极板平面面积的 2 倍确定电流值。通常用  $2\text{A}/\text{dm}^2$ ，化成时间可按电池额定容量的 6~8 倍来确定。

## 七、装配与塑胶部件

### 343. 怎样保证蓄电池的装配质量？

蓄电池装配是电池制造的最后一道工序，是半成品和零部件的总组合。为保证电池装配质量，装配人员须熟悉各种部件的用途，极板组合应周正，不偏斜，焊接部位应平整牢固、不脱焊、漏焊、短路，极板组装入电池槽后，上盖、连线无差错，不反极；封口、包装牢固、备件齐全，标志清楚。要防止焊接不牢、反极、封口不良等。常出现的几个问题是：

(1) 焊接。按不同的汇流排选择大小适中的氧、乙炔火焰和焊枪口径。要使每片极板牢固地连接起来。焊接时，如有铅粒落入极板群内的，要设法清除，以防产生短路。带有铜芯极柱的焊接，要预防裸露芯子。铜芯是铜锌合金，如有裸露，会产生电化学腐蚀，对电池十分有害。

(2) 反极。反极就是极性颠倒。操作时常产生在极板群入槽时，或在上盖时极性符号与极板群极性颠倒。为防反极，除用仪表检测控制外，可采用定位上盖加以避免。

(3) 封口不良。热封不良，会从漏气处溢酸，造成腐蚀、短路、通常用 20kPa 气压作气密性检查。或者改进槽与盖的结合部由对接热封，改为扣接热封，效果很好。

为了确保电池的装配质量，设计自动化装配生产线，蓄电池在自动线上，由电脑指令，进行可靠性检测。出现不良品，电池从检测点上剔出。图 7-1 所示是一条汽车摩托车用电池自动装配线。

### 344. 蓄电池在组装焊接中易出现哪些质量问题？

蓄电池常见的焊接质量问题有：

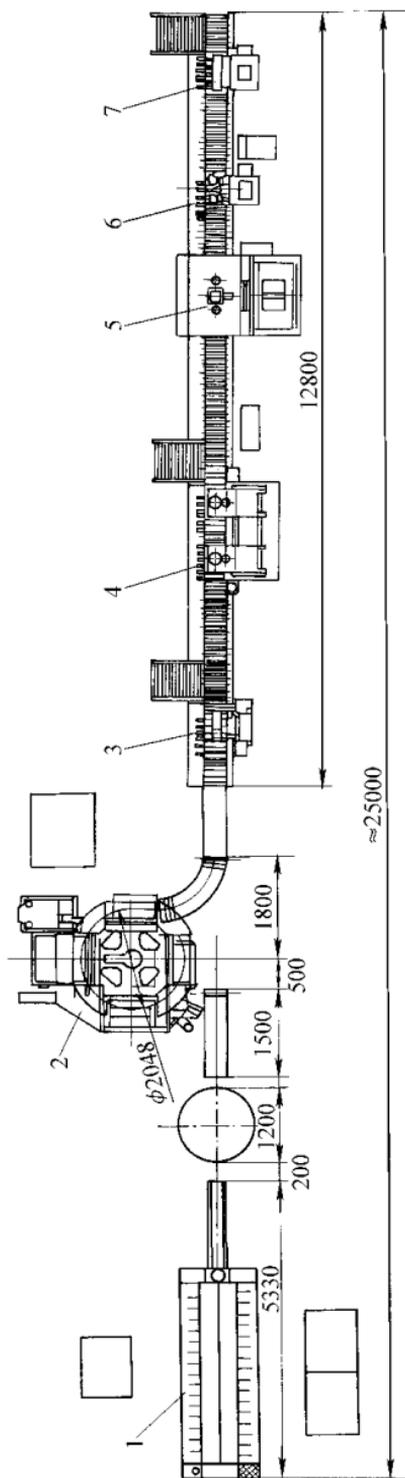


图 7-1 汽车、摩托车用蓄电池自动装配线

- 1- 配组机 2- 四工位铸焊机 3- 短路检测机 4- 穿壁焊机  
5- 热封机 6- 端子焊接机 7- 气密性检验机

(1) 正负极板群没能焊透。未等极板耳熔开、熔透，就加焊条铅充填，焊条铅与极板耳未熔化为一体，板耳上的余膏、硫酸铅未烧熔而焊条铅先熔化，把极板耳埋在里面，形成了虚焊。

(2) 极柱焊得不牢。焊接火焰把焊条铅先熔后，铅液淌在极柱根部，火焰又未靠近根部熔化，形成假焊。

(3) 连接条焊接不牢、淌焊。焊枪火焰选择不当，手持焊条与火焰动作变换不协调，或一开始用大火焰，使边沿温度过高，造成淌焊。极柱与铅套管应先用火焰熔为一体，再继而将连接条熔为一体。

装配焊接多极柱与极板耳连接的汇流焊接。由于操作者技术上的差别，故焊接质量有差别，上面列举的焊接不良就是这种差异的表现。因焊接不良造成电池退换率高，令生产厂家花大量的人力财力进行处理，不仅造成经济损失，且给信誉带来影响。为了改变这个现状，一些电池制造公司引进了铸焊操作新工艺。这项工艺是将极板配组以后，通过铸焊机把极群翻转  $180^\circ$ ，使其熔化连接为一体，达到连接牢固的目的。图 7-2 是四工位铸焊机设备图。

四工位铸焊机的分步操作是：

工位 1，即上料工位。由人工把 6 个极板群放入夹具内，通过气缸推杆分别夹紧极群组，此时，工作台下降，人工转动夹具，使板耳朝下。

工位 2，刷极耳浸助焊剂。由气缸驱动刷耳机及助焊剂装置，先刷耳，后浸助焊剂。

工位 3，铸焊。当转盘到工位 1 时，下降，使夹具靠在一升降架上，预热干燥，由泵将铅液打入铅液管，流入模腔内，降下模具，使极耳浸入模腔内进行铸焊；焊后冷却；转盘上升同时，顶出杆顶出极板群，铸焊完成。

工位 4，下料工位。先将夹具复位，极板群梳和板耳向上；工作台上升，托住极板群；夹具松开，升降台下降。

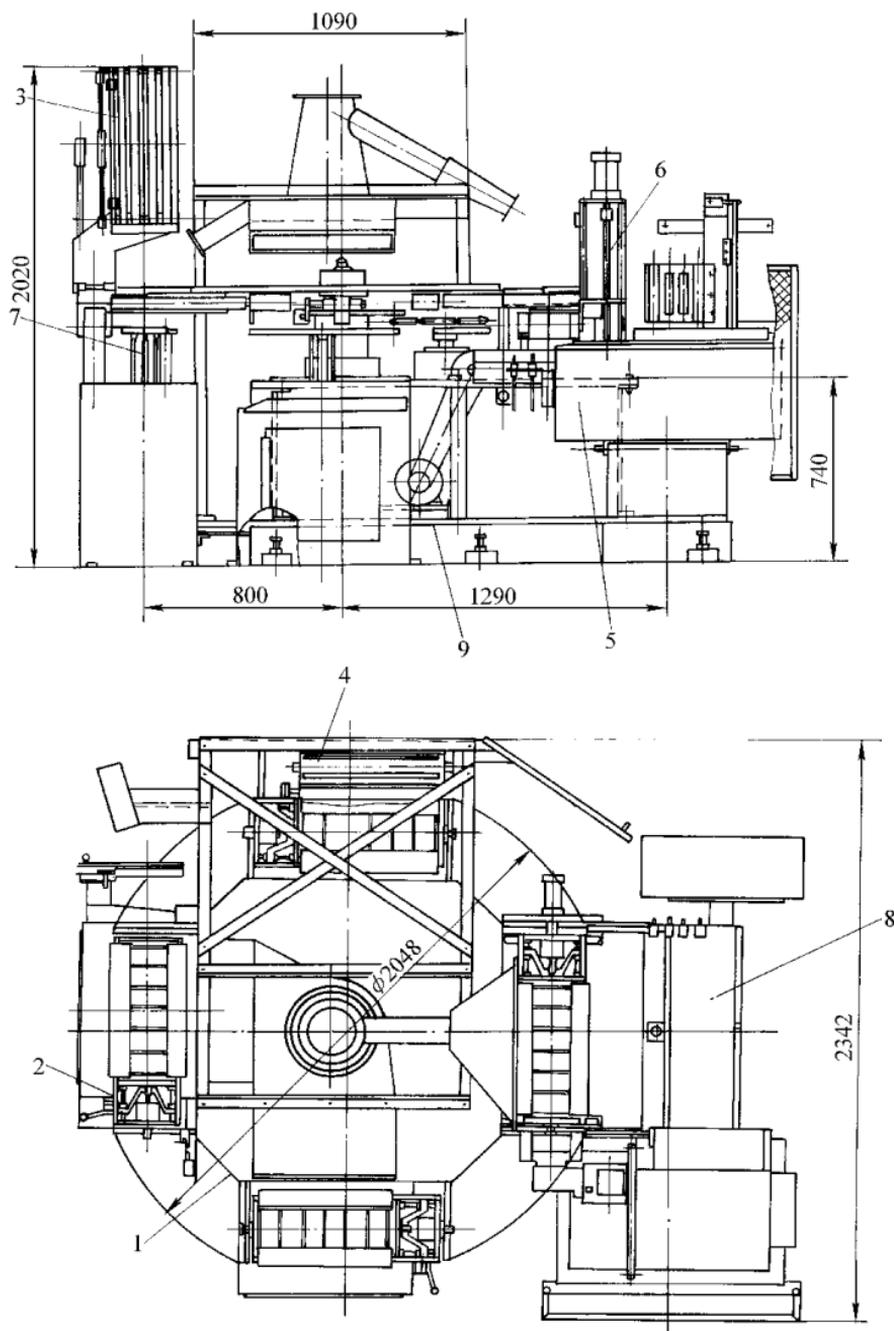
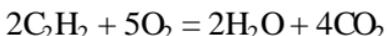


图 7-2 四工位铸焊机

- 1—转盘 2—夹具 3—整理板耳装置 4—刷板耳浸助焊剂装置  
5—熔铅锅 6—铅液泵 7—上下料工作台 8—模具 9—机架

## 345. 如何选择施焊的火焰？

蓄电池的焊接火焰是氧、乙炔焰。氧、乙炔火焰分为氧化焰、中性焰、碳化焰三种，燃烧反应式为



从式中看出，氧与乙炔在 5:2 时，完全燃烧尽。氧与乙炔之比为 1:1.2，此种比例燃烧为中性焰。氧与乙炔之比为 1:1.3 或 1:1.7 时为氧化焰，小于 1 时为碳化焰。蓄电池焊接用的氧、乙炔火焰，多是中性焰。

为什么采用中性焰？此焰温度达 3000°C，内焰组成成分是 CO、H<sub>2</sub>，是燃烧剂，也是还原剂，能使氧化铅还原成铅。焊出的汇流排比较光洁。当极板耳浮有硫酸铅和铅的氧化物时，用氧化焰作第一遍焊接，其焰身比较短，火焰集中，冲击力大，温度高，不易焊淌。

## 346. 怎样正确地用焊枪对极柱汇流排进行施焊？

一般对极板组的焊接有三种方法：右向焊接法，即焊枪从右向左进行施焊；左向焊接法，即焊枪从左向右进行施焊；固定焊接法，即一个点一个点地施焊。前两种用于蓄电池极柱汇流排焊接，第三种用于组合焊接。

起动用蓄电池多采用右向焊接法，使用中性火焰，火焰方向朝着未溶化的极板耳一边。这样，后边在熔化时，前边预热。行焊中，注意极板耳要同极柱根部同时熔化，不要在极柱根部过早地添加铅，这样能将极柱焊牢。焊时，火焰的方向垂直于焊极梳子的平面。待极板耳熔化后再添铅。添铅时，火焰与焊条夹角成 90°，如图 7-3 所示。焊条随火焰在焊槽内不停地拨动，使难熔的硫酸铅脱离极板耳，浮于表面。要使焊枪火焰形似螺旋形前进，即焊条随火焰一上一下似拉锯式。当焊到极柱根部时，焊枪火焰放低，枪嘴子要在极柱耳台以下，见到极柱根部与极板耳熔为一体时，再加焊条铅，这样即能保证焊接质量。

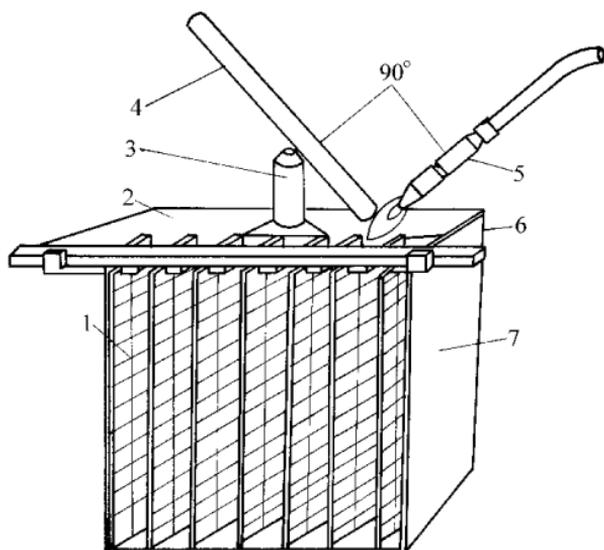


图 7-3 极板组焊接

- 1—极板组 2—焊板梳 3—极柱 4—铅合金焊条  
5—焊枪 6—极板耳 7—焊板盒

347. 组装大型蓄电池产生短路的原因有哪些，如何解决？

组装大型固定型蓄电池或工业电池产生短路的原因有以下几方面：

(1) 焊接火焰大，熔铅从焊板梳的空隙中漏到极板组中间，造成正、负极板搭接，形成短路。

(2) 在制造和贮运中，极板上部横梁弯曲，铅封底不良，封底铅凸出，造成隔板被挤压、穿透，形成短路。有的因正、负极板组装过紧，隔板被挤压而受到氧化腐蚀。

(3) 异物落入极板群中，如钢丝刷毛脱落，因刷毛尖锐，刺破隔板，造成短路。短路搭接电阻在  $5\text{k}\Omega$  以上，不易测出。

据统计，焊接铅落入极板组，造成的短路占整个电池短路数量的 80% 以上，除在操作上提高焊接技巧外，可改为卧式焊，卧式焊接汇流排如图 7-4 所示。

在操作上注意以下几点：

(1) 熟练地调节焊接火焰，适当加厚焊板梳子，减小焊漏的

可能性。

(2) 正极或负极如出现弯曲要作校正，操作中要预防极板弯曲。

(3) 不用金属丝刷作清理工具，防止金丝脱落，进入电池。

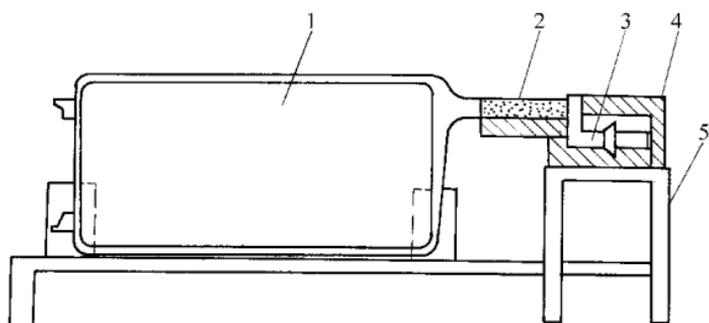


图 7-4 卧式焊接汇流排示意图

1—极板群 2—焊接部位 3—极柱 4—夹具 5—支架

### 348. 怎样组装 VRLA 结构的蓄电池？

VRLA 结构蓄电池在组装工艺上不同于普通式蓄电池，它所用的隔板是超细玻璃棉，蓬松态，厚度在 1.0mm。对大型通信蓄电池的极板只环包在正极板上，应包两层。小型阀控蓄电池可包一层，包的状态要视极板群是否处于紧装配状态。包好后在行汇流排施焊时要特别注意：一是防止火焰烧坏纤维板，二是防止焊漏铅落入极板组中，一旦有铅落入必须将其清理出来。为了保持紧装配状态，从实践中证明隔板纤维从蓬松态压缩 20% 的厚度为宜。

349. 电动自行车用蓄电池采用 VRLA 技术组装，为什么要做到紧装配？

所谓电池的紧装配是指电池中的正、负极板在用 AGM 隔膜包好后，组成极板群装入电池槽时要保持一定的紧密度，以压缩到 20% 为好。当电池灌酸后，如果紧密度过小，AGM 隔膜自行收缩，间隙变大。如果它的紧密度和 AGM 自身收缩配合的好，

硫酸溶液就能均匀地在正、负极板之间进行离子传导，不会出现电池在放电后期端电压骤然下降。恰当地掌握好紧密度能使  $O_2$  顺利地通过隔膜导向负极，进行化合。这个化合的密封反应效率可能达到 95% 以上，这对迟延电池早期干涸是有利的。

### 350. 怎样作蓄电池的封口，有几种封口方法？

不同产品的外壳材料采用的封口方法也不同。硬橡胶电池槽是用沥青封口剂封口；ABS 塑料槽是用专门的树脂胶封口；聚丙烯 (PP) 塑料槽是用热封机封口。汽车起动电池多用热封机封口。图 7-5 所示是一台液压传动的全自动热封机。它是由电热板及其移动装配、吸盖抓盖机构（上模）、工作台升降装置、定位夹紧装置、传动辊道、油泵站、真空泵及机架等装置组成。热封温度、时间由电脑自控。自动热封机对热封质量更有保证。

电池热封的工作程序是：

- (1) 电池由滚道送入工位。
- (2) 电池定位夹紧，工作台上升，将电池盖送入上模。
- (3) 在上模固定好盖子，工作台下下降，热封板前进上升。
- (4) 电池槽盖分别压合在电热板上加热，约 8 ~ 10s。
- (5) 工作台下下降，电热板下降返回。工作上升。
- (6) 槽盖结合部熔融、冷却，工作台下下降，电池同时下降。
- (7) 卸除定位夹具，由滚道将电池送出，完成热封。

### 351. 怎样向 VRLA 蓄电池中灌注胶体电解质？

VRLA 蓄电池有吸附式和硅胶体两种。吸附式蓄电池用超细纤维隔板，硅胶体蓄电池用 PE 隔板。灌硅胶前，先向蓄电池内加入规定密度的硫酸溶液，使极板活性物质孔隙充满饱和酸液。之后。倒出余酸，再灌入硅胶电解质，静置 1h，待胶凝聚后，再封口。

灌注小型吸附式密封免维护蓄电池，是把热封或粘合好的蓄电池，用真空吸液法，使电解液注入电池，然后进行补充电，作容量检测即成。

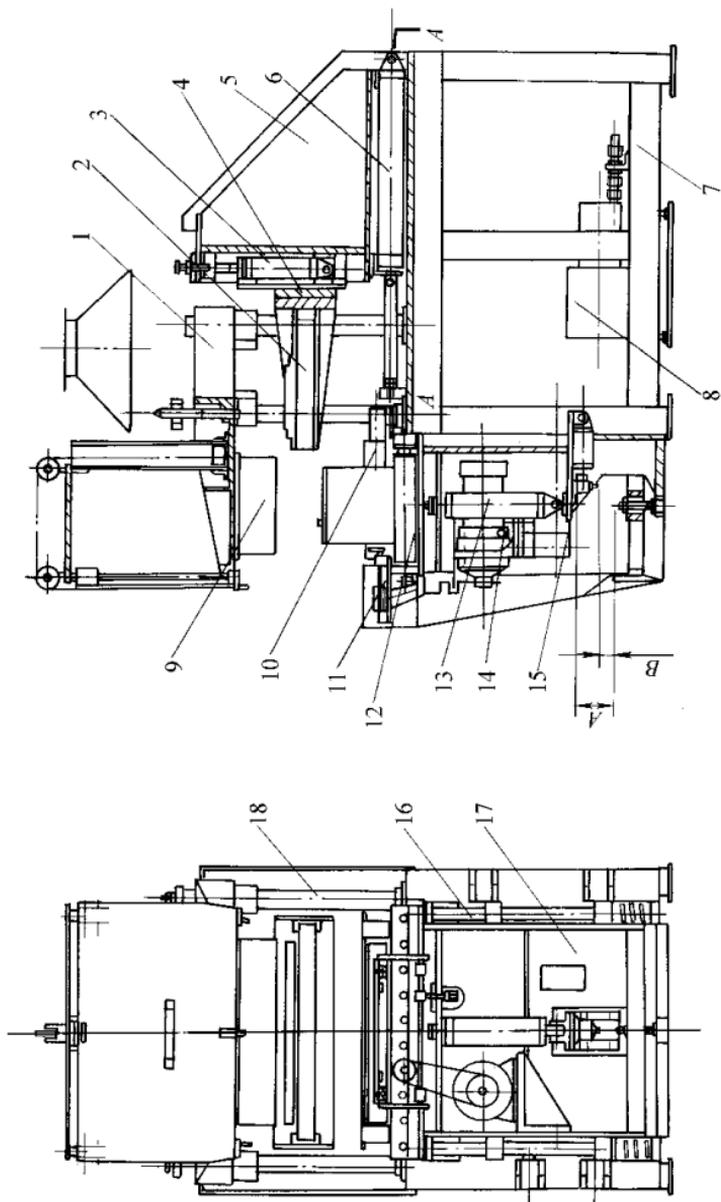


图 7-5 热封机

- 1-横梁 2-电加热板 3-电热板升降缸 4-支架 5-移动架 6-移动架移动缸 7-机架  
 8-真空泵 9-上模 10-定位装置 11-夹紧装置 12-辊道 13-工作台升降缸  
 14-电机及减速器 15-二次行程限位缸 16-工作台升降导柱 17-工作台 18-立柱  
 A-A-工作台行程 B-B-加热时工作台行程

### 352. 怎样配制和浇注沥青封口剂？

沥青封口剂适用于橡胶槽外露式和埋入式两种连接方式。外露式是先把盖子盖好后，再封口焊连条；埋入式是先焊好连条后封口。封口前，先用石棉绳塞在盖子四边，防止封口剂漏入电池内。用小火对着封口槽烤一烤，如图 7-6 所示，再用漏斗勺子浇注封口剂。浇注温度应在  $200^{\circ}\text{C}$ 。温度过低，流动性差，不饱满；温度过高，易流入电池内，油分挥发、起泡。一般分两次浇注，先浇  $1/3$ ，冷却一会，再浇至充满封口槽。浇后，用焊枪小火烤均匀，达到平整光滑。

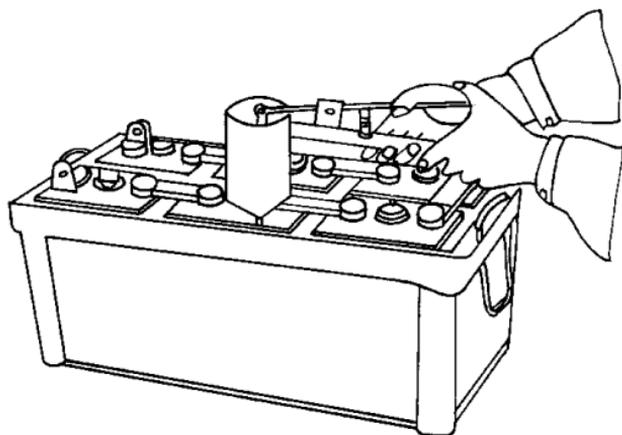


图 7-6 沥青封口剂封口

沥青封口剂成分为沥青 55%、机油 15%、再生胶 30%。配制熔化温度  $200 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 。成分中机油的作用是降低软化点和粘度。再生胶是补强剂，用来提高耐热及粘接强度，配制中预防因温度过高而起火燃烧。沥青封口剂是胶状高炭微粒，有很强的粘合作用，封口效果较好。

配制方法：先熔化沥青，再加入再生胶溶化后，加机油混合均匀。锅内设有机械搅拌装置，锅口有开合密封盖。配好后开启阀门放出。

封口剂的质量标准：软化点  $\geq 90^{\circ}\text{C}$ ；针入度  $\geq 45^{\circ}$ ； $65^{\circ}\text{C}$  不溢流； $-30^{\circ}\text{C}$  保持 6h 不开裂。

### 353. 橡胶隔板有哪些作用，各项性能指标的含义是什么？

橡胶隔板具有隔离和避免正负极板发生短路，确保蓄电池电性能，阻止一部分锑迁移及减小自放电的作用。

橡胶隔板按五项性能指标考核，其含义是：

(1) 多孔性。即孔率高，便于电解液扩散、流通。孔率一般在 54% ~ 58%，孔径不大小  $10\mu\text{m}$ 。塑料隔板 (PVC) 不小于  $45\mu\text{m}$ 。孔径过大，活性物质会沿微孔渗透，形成短路；孔径过小，电性能效果差。

(2) 耐酸性强。在长期充放电过程中，不因产生酸腐蚀而氧化变质。

(3) 杂质少。隔板本身材料不溶于酸，有很强的化学稳定性。

(4) 电阻低。隔板是绝缘体，又是良好的离子导电介质，电阻率在  $0.003\Omega\cdot\text{m}$ 。

(5) 渗透性强，具有一定的机械强度。

354. 橡胶隔板是用哪些材料制成的，各种材料的作用是什么？

制造橡胶隔板所用材料有烟片胶、硅胶、硫磺粉、沥青、工业凡士林。

(1) 烟片胶。由天然乳胶经凝聚、滚压，再用树烟熏干而成的橡胶。密度为  $0.9 \sim 0.93\text{g}/\text{cm}^3$ 。

(2) 硅胶。是用工业硫酸和硅酸钠（水玻璃）反应制得，含水率 73% ~ 75%。用作隔板的成孔剂。

(3) 硫磺粉。密度为  $1.96 \sim 2.07\text{g}/\text{cm}^3$ ，熔点为  $114 \sim 118^\circ\text{C}$ 。用作隔板的硫化剂。

(4) 沥青。作增塑剂和软化剂，能提高塑料的粘着性，起补强作用，能提高隔板的抗张强度，耐老化，与硫磺生成不溶性物质。

(5) 工业凡士林。作润化剂和增塑剂，能使胶料具有很好的压出性能。

355. 生产橡胶隔板出现的质量问题有哪些，怎样预防？

(1) 电阻大。原因是硅胶含量低，混炼辊温高，浸水时间不足。

预防方法：硅胶含量应不低于 73%，辊温不超过 50°C，保证浸水时间，浸水时应低于水面。

(2) 抗张强度低。原因是气压不足，捆扎松，发孔太大。

预防方法：掌握蒸汽压力，保持汽压不波动；捆扎紧，每捆要限高度。

(3) 折断弯度和透水性差。原因是可塑度低，孔率小，胶料中有机物含量高。

预防措施：力求达到可塑度，控制胶含水量。

(4) 含铁量高。原因是硫磺中有铁屑和外来杂质，硅胶有结晶颗粒。

预防措施：严格控制硫磺质量，保持制硅胶工序环境清洁。

橡胶隔板的质量标准见表 7-1。

表 7-1 橡胶隔板质量标准

测试项目	单位	标准
直流比电阻	$\Omega \cdot \text{dm}^2 / \text{mm}$	< 0.003
抗张强度	MPa	2
折断弯度		$\phi 60\text{mm}$ 圆柱上弯曲 180°
透水性	s	< 4
孔率	%	58
含铁量	%	< 0.04
0.1NKMnO <sub>4</sub> 还原物	mL/g	25
重金属		痕迹
酸性		中性或微酸性
氯含量	%	< 0.003
水分	%	< 4

### 356. 安全阀有哪些作用？

安全阀的作用有：

(1) 保障安全。在特殊情况下，蓄电池内压超过规定值（开

阀压)时安全阀能自动打开,将气体排出,可防止因超压而发生蓄电池变形、破裂、爆炸等。

(2)密封效果。在蓄电池内压低于规定值(闭阀压)时,安全阀能自动关闭,防止外界空气进入蓄电池而造成不良的影响。

(3)可提供氧循环所需压强,以保证氧循环的顺利进行。

安全阀质量的好坏直接影响整只(整组)电池的质量,因此选用好的安全阀是提高和保证电池质量的关键。

357. 什么是三元乙丙合成橡胶,为什么说用它作阀控式蓄电池的帽阀比较好?

乙丙合成橡胶是以乙烯、丙烯为主要单体材料,采用一氯二乙基铝与三氯氧钒组成的一类有机金属催化剂,在溶液状态下共聚的无定形橡胶。乙丙橡胶基本上是一种饱和高分子化合物,分子内没有基性取代基,链节比较柔顺,有以下五大优点:

(1)耐老化性优异。

①抗臭氧性:在含 100ppm 臭氧介质中,持续 2430h 不龟裂。

②耐气候性:在阳光下曝晒,三年不见裂纹。

③耐热老化性:能在 150°C 温度下长期使用,间歇使用可耐 200°C。

(2)电绝缘性优良,超过丁基橡胶,尤其是耐电晕性突出,可达到 2 个月以上。吸水性小,浸水抗电性能也很好。

(3)耐化学性好。在酸、碱中有很大的抗耐性。

(4)冲击弹性较好,可达到 50% ~ 60%,仅次于顺丁橡胶和天然橡胶。在低温下弹性保持好,冷冻到 - 57°C 才变硬,到 - 77°C 变脆。

(5)单体易得,密度小,可混入大量的填料和油类,且性能下降不大。

358. 铅酸蓄电池产品部件设计包括哪几部分?

铅酸蓄电池产品部件的设计包括:

(1)正、负极活性物质的用量,配方比例、添加材料、工艺等。按照产品用途,确定性能、标准和各小时率放电规范。

(2) 正、负极栅的形状、合金的成分，要能适应导电、机械强度、耐腐和较长的使用周期。

(3) 隔板要具备较高的孔率和抗氧化能力。隔板的种类有橡胶、PVC 塑料、超细玻纤、聚乙烯纤维隔板等。按电池功能需要进行选择。

(4) 电解液密度和用量。电解液有液态和胶体。按照电池要求进行选择。

(5) 电池组装方式。连接方法有外连式、桥式和穿壁式。在多伏电池组合中，多用穿壁式连接，它线路短，压降小，比能高，阻热小，用料少。见图 7-7 穿壁焊接机电池槽材料有橡胶和塑料。塑料强度高、质轻、美观。

(6) 封口方式。有沥青封，粘合封、热熔塑封。依照电池的使用性能和规范进行选用。注液盖起密封作用，有一般旋钮式阀门，有专为免维护电池设计的排气阀。这种阀可依气压大小自动开启，控制电池水分蒸发。

### 359. 什么是蓄电池密封胶？

蓄电池密封胶是专门用于 ABS 塑料槽封口的一种粘合剂。铅蓄电池槽、盖主要采用 PP 和 ABS 材料，PP 材料采取热封工艺，ABS 材料大都采用粘接工艺。主要的粘接剂有本体粘接剂和环氧树脂胶。

长期以来，各企业使用的密封胶多数是以胺类（或改性胺）和环氧为主要成分。由于固化后环氧树脂固有的特点，往往具有较大的脆性，在一些航天航空工业中，使用环氧树脂胶结构时，不得不加入具有良好的增韧效果的高分子弹性体，如丁晴胶、聚硫橡胶、聚砜和聚酰胺等，而根据铅蓄电池的工艺要求，蓄电池密封胶应该是无溶型，所以上述弹性体无法引入密封胶中。黑龙江一家公司研制了丙烯酸型 JA—104 蓄电池密封胶，该胶不同于传统的环氧型和聚氨脂密封胶，具有粘附性好、固化速度快、力学性能好、耐酸性强等特点。JA—104 胶与国内外相应品种基本性能对比见表 7-2。

表 7-2 JA—104 胶与国内外相应品种基本性能对比<sup>①</sup>

条件	JA—104 胶	江苏环 氧胶	上海聚胺 酯胶	美国 2010 聚 胺酸胶	浙江过氧 乙烯
23°C 固化 24h (kN)	2.46	2.29	无力	2.44	0.37
23°C 固化 48h (kN)	3.56	2.38	1.17	3.58	0.32
70°C 固化 12h (kN)	4.45 (本) <sup>②</sup>	3.90	1.15	3.88	1.34
70°C 固化 24h (kN)	4.45 (本) <sup>②</sup>	3.85	1.68	4.40 (本) <sup>②</sup>	1.32
1.32g/cm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 70°C 浸泡 72h (kN)	4.45 (本) <sup>②</sup>	3.77	1.44	4.40 (本) <sup>②</sup>	1.49

① 此数据淄博蓄电池厂技术开发中心提供；被粘接材料为 ABS 条，厚 5mm。

② (本) 为材料本体被拉断。

### 360. 用改性聚丙烯 (E/P) 作蓄电池槽有哪些良好的性能？

用改性聚丙烯作蓄电池槽有优良的物理、化学性能。它是乙烯-丙烯嵌段共聚物，主要特点是密度小。它结合了低压聚乙烯和聚丙烯的特点，耐热性好；抗应力破裂性能优良；表面硬度较高；模塑收缩率较低；形态稳定性较好，与聚丙烯相比，其耐低温性能优良，抗冲击性能高；乙烯-丙烯嵌段共聚物具有韧性，几乎不吸水，有优良的化学稳定性，除发烟硫酸、硝酸外，几乎都很稳定；高频性优良，且不受湿度影响；容易成型加工。缺点是，壁厚制件易凹陷变形；耐磨性不高。几种塑料的物理化学性能见表 7-3。

表 7-3 几种塑料的物理化学性能

性能项目	乙烯、丙烯嵌段	聚丙烯 (PP)	低密度高压法 聚乙烯 (PE)
	共聚物 E/P		
密度 / (g/cm <sup>3</sup> )	0.91	0.90	0.92
熔点 / °C	160 ~ 170	170 ~ 176	100
玻璃化温度 / °C	- 70	- 18 ~ - 10	- 120 ~ - 125
抗张屈服强度 / MPa	36.8	37	7 ~ 19
断裂伸长率 (%)	430	510	90 ~ 65
冲击强度 / (kJ/m <sup>2</sup> )	10	3.5 ~ 4.8	48
布氏硬度 / HB	6.94	8.65	

## 361. 蓄电池指示器有什么作用？

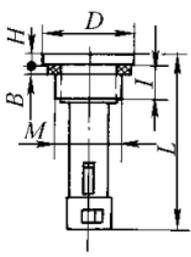
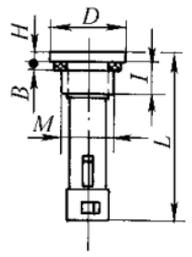
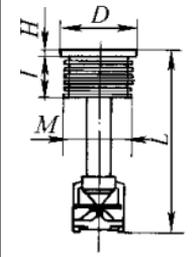
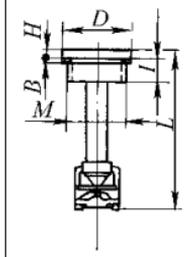
蓄电池用指示器原来作为一种装饰，显示其电池的华贵。随着蓄电池技术的发展，特别是富液式密封电池的发展，用户对指示器的要求越来越高，由于富液式蓄电池无注酸孔，要想了解使用中的电解液密度、电解液液量（特别是深色槽体），要通过这些参数去了解电池的状态是困难的，指示器为富液式密封电池提供了一个较好的反映电池状况的眼睛，因此又称电眼、猫眼。

指示器的种类、结构各不相同，但其作用是相同的，即用一定密度的球（浮子）随着充电的进行电解液密度的增大而上浮；随着放电的进行，电解液密度的减小而下沉，通过光的折射，反映到电池的外部，可以通过颜色的变化判断电池的状态，因此，也称作电液状态显示器。

指示器不能单独工作，需要在电解液存在的状态下，靠浮力工作。由于各生产厂家设计制造的蓄电池各不相同，特别是各种蓄电池的电解液量也不同，因此，指示器的设计也要根据蓄电池厂家的不同要求而设计。

电液状态显示器见表 7-4。

表 7-4 电液状态显示器

型式		I	II	III	IV
主要尺寸	D	$\phi 23$	$\phi 20$	$\phi 22.5$	$\phi 24$
	H	3.7	3.5	2.3	3
	B	2.7	2.7	—	2
	M	M16	M16	$\phi 20.2$	M20×3
	I	6	8	15	8
/mm	L	40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80		40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 75	
结构简图					

(续)

型式	I		II	III		IV
荷电显示	绿色  正常	白色  电不足	红色  液不足	绿色  正常	白色  液不足	黑色  电不足

362. 为什么蓄电池必须用纯水配制电解液，用什么方法制备纯水？

铅蓄电池是一种化学电源。电能来源于极板活性物质与电解液的氧化还原反应，离子传递电流。电解液中水的纯度如何，直接影响其反应。普通水（自来水），有两类杂质离子，一类是阳离子，即  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{K}^{+}$ 、 $\text{Na}^{+}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Cu}^{2+}$ 、 $\text{Zn}^{2+}$ ；一类是阴离子，即  $\text{Cl}^{-}$ 、 $\text{NO}_3^{-}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{SiO}_2^{-}$ 、 $\text{CO}_3^{-}$ 、 $\text{PO}_4^{-}$  等。它们在水中的量虽然很少，但对电池造成的危害相当严重，会加重电池的自放电和极板腐蚀。

制取蓄电池用纯水通常采用离子交换法。此法简单易行，投资少，按实需量设计。将两种树脂分别装在空心圆柱体内，即离子交换柱中进行制取。空心圆柱体材料有钢体衬胶、塑料、聚氯乙烯、有机玻璃，控制水量确定尺寸。

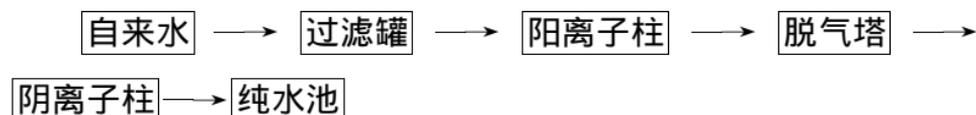
两种树脂中一种是阳离子树脂，代号是 101 型（强酸型）；一种是阴离子树脂，代号是 201 型（强碱型）。当自来水通过活性（再生过）的阳离子树脂，水中的阳离子被阳离子树脂吸附，同时释出  $[\text{H}]^{+}$ 。脱去阳离子的水显酸性，pH 为 3~4。这种酸性水，再通过阴离子树脂，水中的阴离子被阴离子树脂吸附，同时释出  $[\text{OH}]^{-}$ 。这样就把普通自来水变成不含杂质的纯水了。纯水的杂质含量在  $1\text{mg/L}$  以下，其电阻率大于  $2 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 。相等于电导率为  $5\mu\text{S}$ 。如果纯水使用于免维护蓄电池，其电阻率应为  $5 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 。相等于电导率为  $2\mu\text{S}$ 。

363. 离子交换法制备纯水的工艺过程是怎样进行的？

离子交换法制取纯水的设备有大、中、小之分。大型设备制

水量 3~4t/h；中型设备 1~2t/h；小型设备低于 1t/h。还有微型设备，制水量 50kg/h 以内。

纯水制取的基本工艺流程是：



大、中型设备配有流量计、水泵、酸碱喷射器、脱气塔、中间水泵等。小型设备无辅助设施。在正常运行中，定时用化学法、仪器测试法测量水质变化。在树脂接近失效时，要随时测量，以防不合格水进入纯水池。测阳离子交换柱出水口水质的化学法是用试杯取水样，加几滴氨缓冲溶液，再滴入几滴络黑 T 试剂，水样呈蓝色，说明水中的阳离子已被树脂吸附。用仪器法测其电阻率在  $1.8 \times 10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ ，说明阳离子交换柱水是合格的。测阴离子交换柱水质的化学法是在水样中加入几滴稀硝酸、几滴硝

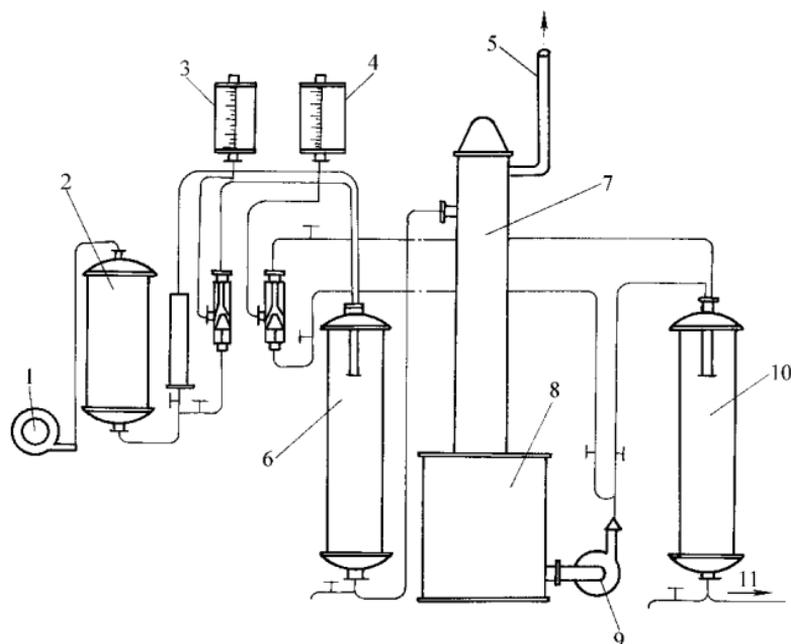


图 7-7 纯水制取设备示意图

- 1—原水泵 2—过滤罐 3—HCl 4—NaOH 5—CO<sub>2</sub>  
 6—阳柱 7—脱气塔 8—水箱 9—水柱 10—阴柱 11—纯水

酸银，不出现乳白色或乳光色为合格。否则，说明树脂失效，应停止运行，进行再生。阴离子交换柱水的电阻率在  $5 \times 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$  以上。大型纯水制取设备示意图如图 7-7 所示。

#### 364. 离子交换树脂失效后怎样进行再生？

在接到新树脂后，检查外观，阳离子交换树脂为橙红色；阴离子交换树脂为橙黄色。在新树脂使用之前，先行预处理。其方法是：将阳、阴离子交换树脂分别放入清洁的容器内，用 5% NaCl 溶液浸泡一昼夜，使其慢慢膨胀。之后，用清水洗去 NaCl，分别装入阳离子交换柱、阴离子交换柱内进行再生处理。树脂是湿态包装的，毋需进行浸泡处理。

阳离子交换柱内的阳离子交换树脂再生法是用  $1.040\text{g}/\text{cm}^3$  稀盐酸，从柱的顶部徐徐地流入柱内。同时，打开柱底部阀门，使酸液边进、边出，等到底部排污管出现酸性、且密度达到  $1.040\text{g}/\text{cm}^3$  时，说明柱内已充满盐酸。酸液在缓慢的流动中，使树脂脱去 Ca、Mg 等阳离子，形成活性集团。之后，进行正洗、反洗，反复地冲洗树脂，直到  $\text{pH} = 3 \sim 4$ ，再用化学法或仪器法测水质，如符合要求，即可运行。

阴离子交换柱内阴离子交换树脂的再生法，是用密度为  $1.060\text{g}/\text{cm}^3$  的碱溶液，从柱的顶部徐徐地流入柱内。同时打开底部阀门，使溶液边进、边出，等到底部流出的溶液出现碱性，且密度达到  $1.060\text{g}/\text{cm}^3$  时，说明柱内已充满碱液。在缓慢的流动中脱去阴离子交换树脂吸附的阴离子  $\text{Cl}$ 、 $\text{NO}_3$  等，形成活性集团。之后，进行正洗、反洗、反复地冲洗树脂，用广谱 pH 试纸测试呈中性，再用化学法定性和仪器测其电阻率，达到合格，即可运行。

再生后如不能生产出合格水，应进行第二次再生或查明原因。再生不合格的原因通常有：树脂本身质量不合要求或树脂干涸的时间太久；再生液浓度不够，不能充分地进行反应；正洗和反洗不彻底；原水水质硬度过高。

365. 使用离子交换法制水工艺过程中应注意些什么问题？

在使用离子交换法制水过程中，由于条件或工艺过程中的差异，往往出现水质不稳定，甚至不合格。原因一般有以下几点：

(1) 树脂问题。所使用的树脂经多次处理和再生，不起交换作用，说明其本体已没有活性。应换以符合质量标准的树脂。

(2) 反冲不彻底。树脂在柱内沉积成团状结块，或只有局部有所松动，故树脂不能全部发挥效用。

(3) 树脂破碎，相当一部分失去活性。

(4) 再生液用量不足，树脂再生不彻底。一般所用硫酸再生液含量是 6%；用盐酸作再生液含量是 4%。碱再生液用 NaOH 含量是 6%。大型离子交换柱再生液的带入时间为 30min，且匀速缓慢地带入；以同样时间和速度把再生液排出，前后约 1h。

366. 蓄电池硬橡胶槽是由哪些材料制作的，其作用是什么？

蓄电池槽应具有良好的耐酸性和耐温性，在 60 ~ 70°C 条件下不变形，- 50°C 不裂纹，绝缘性好，机械强度高，能承受极板变形、膨胀的内应力。硬橡胶槽是经油压、硫化而成，所用材料及其作用如下：

(1) 丁苯胶。同天然胶相似，氧化作用比天然胶缓慢，能加入较多的填充剂，耐热、耐磨、耐老化性较天然胶好。在炼胶过程中，可塑度变化较小。

(2) 硫磺。用作硫化剂。能使橡胶分子由线性结构变成网状结构，起交联作用，使较小分子合成较大分子。含硫量愈高，分子交联度愈大。硫化的结果，形成了具有一定物理、力学、化学性能的硬质橡胶。硫化反应是放热反应。

(3) 促进剂。是用 M 和 D 两种促进剂。其功能是促进快速硫化。使制品耐老化性能改善。

(4) 氧化镁。是一种无机活性剂。此剂能加快硫化进度，改善胶料性能。

(5) 硬脂酸、石蜡、沥青、凡士林。它们是增塑剂，能使胶槽高聚物增加塑性。其机理是增大橡胶分子间的距离，使分子链

之间滑动，增加胶料的塑性。

(6) 陶土、炭黑、硬橡胶粉。用作填充剂，能改变硬质橡胶的软化程度、脆性和硬度，起补强作用。改善胶料的工艺性，延长制品寿命。炭黑是良好的着色剂。陶土粉的吸水性很强，吸附促进剂，延迟硫化速度，降低炭黑的凝聚性。

### 367. 橡胶塑炼的机理和目的是什么？

塑炼就是把生胶在炼胶机上薄通压炼。把弹性大的生胶，压炼成一种柔软的胶料，提高可塑性。可塑性愈大，橡胶分子量愈小，粒度愈低。可塑性随炼胶时间延长而增加。可塑性在 20min 内增加很快；30~40min 生胶膨胀变软，可塑性增加很慢；90min 以后，可塑性不再增加。

### 368. 橡胶混炼的意义是什么，用密炼机混炼有哪些优缺点？

混炼就是把各种配合剂，均匀地分散在每个橡胶分子之间。混炼的作用是保证制品具有良好的物理机械性能，提高可塑度，便于压延。如果混炼不好，配合剂分散不均，出现胶料可塑度过低、过高、焦烧或喷霜等现象，会使压延、压出成型、硫化不能正常进行。

密炼机炼胶的优点是操作安全，利于劳动保护，降低劳动强度，缩短混炼时间，提高效率。缺点是温度高，易使胶料焦烧，胶料形状不固定，要经压片机补充加工。

### 369. 压制和硫化橡胶槽的工艺参数及其物理力学性能指标是什么？

压制胶槽外模温度为  $180 \pm 5^\circ\text{C}$ ，硫化时间为 15min。硫化胶槽工艺参数是：升汽 10min，汽压 0.03MPa，保持 2.5min，放汽 5min，中间每隔 20min，放冷凝水一次，此次为一次硫化；二次硫化是：升汽 10min，升至 0.25MPa，硫化 30min，升压至 0.3MPa，硫化 60min，再升压至 0.35MPa，硫化 20min，放汽 10min，即成。

起动蓄电池槽物理性能指标是：马丁耐热不低于  $45^\circ\text{C}$ ；冲击强度不低于 0.1MPa；抗弯强度不低于 40MPa。

### 370. 怎样成型塑料蓄电池槽？

将塑料粒原料投入注射机料斗，加热，使颗粒成流动状态。开动注射机，使螺杆以很高的注射压力和较快的速度，将熔融状态的塑料注入温度较低的模具内，经短暂冷却，模具自动开启，得到成品。注射成型要控制好三个工艺条件，即：料筒温度、注射压力和成型周期。此外，还应注意加料量、剩料、螺杆转速及背压和模具温度等工艺因素的控制，从获得最佳的工艺效果。

### 371. 塑料蓄电池槽的基本物理性能是什么？

(1) ABS 塑料槽。具有坚韧、质硬、刚性强、耐热、耐腐、易于成型和加工等特点。该塑料是由苯乙烯、丁二烯、丙烯腈三元共聚而成。

(2) AS 塑料槽。有良好的耐腐性，优良的耐油性和抗化学腐蚀性；有较高的冲击强度、机械强度、硬度和刚性。多用于固定型电池系列产品及其他零部件。

(3) 聚丙烯塑料槽 (PP)。化学稳定性非常好，没有一种溶剂在常温下能溶解它；在 100°C 下可耐浓度 80% 硫酸的侵蚀。多用于蓄电池车电池槽和其他零部件。

上列几种塑料的性能见表 7-5。

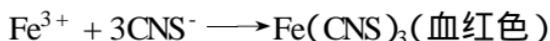
表 7-5 几种塑料的性能

性能	项目	ABS	AS	聚丙烯	硬橡胶
物理性能	密度 / (g/cm <sup>3</sup> )	1.02	1.06	0.9	1.3
	熔点 / °C	150	> 150	164	—
	吸水性 (%)	0.2	0.2	0.01	—
	收缩率 (%)	0.8	0.7	2	1.5
	透光性 (%)	—	70 ~ 88	—	—
热性能	热变形温度 / °C	98	—	116	60
	脆化温度 / °C	- 40	- 40	- 35	—
	耐热性	易燃	燃烧	燃烧	燃烧
机械强度	抗拉强度 / MPa	63	58	45	—
	抗弯强度 / MPa	100	140	56	40
	冲击强度 / MPa	13	26	不断	0.12
	硬度 (洛氏)	120	—	105	—

## 八、理化分析

372. 怎样作电解液中含铁 (Fe) 的定性和定量测定?

(1) 定性测定方法。取电解液试样 2~3mL 置于试管内, 加入浓硝酸 1~2 滴, 加热至沸腾, 冷却后加入 15% 硫氰酸铵溶液 3~5 滴, 溶液呈现血红色时, 说明有硫氰化铁生成, 表示试液内有 Fe。其反应式为



(2) 定量测定方法。取电解液试样 2mL, 置于 50mL 的比色管内, 加入 (1+1) 硝酸溶液 1mL, 加水稀释至 25mL, 再加入 15% 的硫氰酸铵 5mL, 稀释至 50mL, 混匀待比色。

与做试样的同时, 在另一支同规格的比色管内, 加入 10mL 纯水和 2mL 密度为  $1.100\text{g}/\text{cm}^3$  的硫酸溶液, 以下按试样同样条件处理。然后用微量滴定管滴加铁标准溶液至所产生的红色深度与试样相同 (两者溶液体积应相等), 读取铁标准溶液的消耗毫升数。

$$\rho_{\text{Fe}} = \frac{0.00001 \times V}{2} \times 1000$$

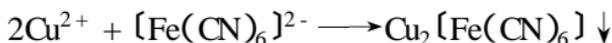
式中  $\rho_{\text{Fe}}$ ——电解液中鉄的含量 (g/L);  
V——鉄标准溶液消耗体积 (mL);  
0.00001——鉄标准溶液的浓度 (g/mL);  
2——所取试样的用量 (mL)。

373. 怎样作电解液中含铜 (Cu) 的定性和定量测定?

(1) 定性测定方法。铜在电解液中含量很低, 有鉄存在, 测定前应先把鉄分离去除后进行。方法是: 取电解液 50~100mL 于瓷蒸发皿内蒸发, 驱除大量硫酸, 冷却后用 1+1 的氨水中和至具有氨味, 并过量 2~3 滴, 使  $\text{Cu}^{2+}$  进入溶液, 使鉄沉淀, 过

滤。

● 取上述滤液 2mL，加入醋酸酸化，加几滴亚铁氰化钾，若出现红棕色沉淀，说明有亚铁氰化铜生成，表示试液内有铜。其反应式为



(2) 定量测定方法。取电解液试样 100mL，置于 250mL 的瓷蒸发皿内，在通风柜内蒸发近至干。冷却后加入 1mL 浓硝酸，转动蒸发皿使酸液浸润残渣。用少量水把蒸发皿壁上的酸洗下，再加密度为  $0.9\text{g}/\text{cm}^3$  过量氨水，放置 10min，过滤到 150mL 烧杯中。用 (1+10) 氨液洗涤蒸发皿及滤器数次。将滤液煮沸，除去游离氨和氮的氧化物。冷却后，转入 50mL 比色管中，加入 (1+1) 硝酸 1mL 10% 柠檬酸 2mL、吡啶 1mL、30% 硫氰酸铵 1mL 之后，再用移液管准确地加入三氯甲烷 5mL，摇动，静置。待三氯甲烷分层后与标准比色。

另取同规格的比色管，加入 15mL 水，其他与试样相同。之后，再用铜标准溶液滴至三氯甲烷层，呈现绿色，深度与试样相同为止。读取消耗铜标准溶液的体积。最后体积与试样相等，

$$\rho_{\text{Cu}} = \frac{0.0004 \times V}{100} \times 1000$$

式中  $\rho_{\text{Cu}}$ ——电解液中铜的含量 (g/L)；

V——标准溶液的用量 (mL)；

0.0004——铜标准溶液浓度 (g/mL)；

100——所取试样量 (mL)。

### 374. 怎样作电解液中含锑 (Sb) 的定性和定量测定？

(1) 定性测定方法。取电解液试样 5mL，置于试管中，加入 20% 的碘化钾溶液 2~3mL，摇动。然后加 5% 的硫脲 2mL，摇动，若有黄色出现，说明有黄色的锑碘酸钾生成，表示试液内有锑。其反应式为



(2) 定量测定方法。用移液管吸取电解液试样 20mL，置于

50mL的比色管内，加15%的碘化钾溶液10mL，混匀。再加5%的硫脲溶液2mL。用(1+4)硫酸溶液稀释至50mL比色管内摇匀，待比色。在另一个相同的比色管中，加入(1+4)硫酸溶液20mL，再加入同试样中所加的试剂，混匀后，再微量滴定管滴加铈标准溶液呈黄色深度与试样色相同为止。读取消耗铈标准溶液的体积。

$$\rho_{\text{Sb}} = \frac{0.0001 \times V}{20} \times 1000$$

式中  $\rho_{\text{Sb}}$ ——电解溶液中铈的含量 (g/L)；

V——铈标准溶液用量 (mL)；

0.0001——铈标准溶液浓度 (g/mL)；

20——所取试样量 (mL)。

### 375. 怎样作电解液中含锰(Mn)的定性和定量测定？

锰是变价金属。电解液中的二价锰在正极上被氧化成七价锰。七价锰又可被阴极活性物质还原为四价锰。由此可知，锰的存在，易使电池产生自放电。

(1) 定性测定方法。取50~100mL试液于250mL瓷蒸发皿加热蒸发至干灼烧、冷却。再加水溶解，加硫酸使之盐化。加入0.1mol/L硝酸银溶液8~10滴。加入高碘酸钾0.5g，加热至接近沸腾，若有紫红色出现，说明有高锰酸生成，表示试液内有锰。

(2) 定量测定方法。取电解液试样100mL，置于500mL瓷蒸发皿中，在电炉上蒸发至干，并灼烧几分钟。冷却后，加入1mL浓硝酸和2mL浓硫酸，湿润溶解残渣，用适量水洗下皿内壁沉淀物，再次蒸干，赶除氮的氧化物，至有硫酸白烟逸出。取下冷却，加入10mL水，过滤至100mL烧杯内，用少量水洗涤蒸发皿及滤器数次。在滤液内加2mL磷酸和0.5g过碘酸钾。加热至沸，并保持30~40s，迅速冷却后，转入50mL比色管内待比色。

另取100mL烧杯，加水15mL浓硫酸2mL。其他试剂与试样相同，同样处理后，转入比色管中，用锰标准溶液滴至紫红色深度与试样相同为止最后体积与试样相等。

$$\rho_{\text{Mn}} = \frac{0.0001 \times V}{100} \times 1000$$

式中  $\rho_{\text{Mn}}$ ——电解溶液中锰的含量 (g/L);

$V$ ——锰标准溶液的用量 (mL);

0.0001——锰标准溶液浓度 (g/mL);

100——所取试样量 (mL)。

376. 怎样作电解液中含氯 (Cl) 的定性和定量测定?

(1) 定性测定方法。取电解液试样 3 ~ 5mL, 置于试管内, 用水稀释 1 倍, 加入 (1 + 10) 稀硝酸数滴及 0.1mol/L 硝酸银溶液 2 ~ 3 滴, 摇匀, 静置片刻, 有乳浊现象产生, 表示试液中有氯根。其反应式为



(2) 定量测定方法。取电解液试样 25mL, 放入 50mL 的比色管中, 加入 (1 + 1) 硝酸溶液 1mL 和 0.1mol/L 的硝酸银溶液 2mL, 用水稀释至刻度, 混匀。与此同时, 取同样规格的比色管数只, 分别加入少量水和 0.5、0.8、1.0、1.5、2.0mL 的氯标准液, 各加入 (1 + 1) 硝酸溶液 1mL 0.1mol/L 硝酸银 2mL, 用水稀释至刻度, 混匀。放置 15min 后与试样比色, 取与试样浊度相同的比色管, 记录所用氯标准溶液的毫升数。

$$\rho_{\text{Cl}} = \frac{0.00001 \times V}{25} \times 1000$$

式中  $\rho_{\text{Cl}}$ ——电解液中氯的含量 (g/L);

$V$ ——与试样浊度相等的比色管中氯标准溶液的用量 (mL);

0.00001——氯标准溶液的浓度 (g/mL);

25——所取试样的用量 (mL)。

377. 怎样作电解液中含硝酸根 ( $\text{NO}_3^-$ ) 的定性和定量测定?

(1) 定性分析方法

取电解液试样 5mL, 置于试管中, 加入磷酸 4 ~ 6 滴及新配制的 1% 的二苯胺溶液 5 ~ 7 滴, 混合后, 将试管倾斜 45°, 沿试

管壁缓缓加入浓硫酸 1~2mL, 放正试管, 此时若发现试液交界处有蓝色环生成, 说明试管中有硝酸根 (或亚硝酸根)。

(2) 定量测定方法。取电解液试样 1~2mL, 置于 50mL 的烧杯内, 用少量水稀释, 然后加 1~2 滴酚酞指示剂, 用氢氧化钠溶液中和至红色, 加入 5% 醋酸溶液 5mL 和 0.5g 金属锌粉, 搅动溶液, 放置 30min, 将溶液倾入 50mL 比色管内, 以少量水洗涤烧杯内壁及锌粉 2~3 次, 然后加入格里斯试液 5mL, 放置 20min 与标准比较。

标准色阶的准备: 于数只同规格的比色管内, 加入适量的水及 5mL 5% 的醋酸溶液。然后分别在比色管内, 加入 0.00001g/mL 三氧化二氮的标准溶液 0、0.5、1.0、1.5、2.0……mL, 再加入 5mL 格里斯试液, 稀释至与试液同体积, 静置 20min 与试液比较。

$$\rho_{\text{NO}_3^-} = \frac{\alpha + T \times 1.722}{V} \times 1000$$

式中  $\rho_{\text{NO}_3^-}$  ——电解液中硝酸根的含量 (g/L);

T——三氧化二氮标准溶液的浓度 (g/mL);

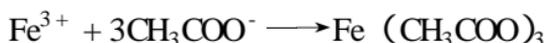
$\alpha$ ——与试液等色的标准内, 加入三氧化二氮标准溶液的体积 (mL);

V——电解液试样的体积 (mL);

1.722——由三氧化二氮换算为硝酸根的系数。

### 378. 怎样作电解液中含有机酸定性和定量测定?

(1) 定性测定方法。取电解液试样少量, 置于试管内, 用氢氧化铵中和后, 加入数滴氯化高铁溶液, 颜色变红, 再加入几滴盐酸, 则红色又退去, 表示试液内有醋酸。其反应式为



(2) 定量测定方法。取电解液试样 200mL, 置于 500mL 的平底烧瓶内, 用装有定氮球的橡胶塞塞上瓶口, 再与直形冷凝器相联, 置于电炉上, 打开冷却水, 开始升温蒸馏, 保持溶液微沸。用 100mL 量筒接盛馏出液, 当馏出液达到 100mL 时, 停止蒸馏,

将馏出液转入 250mL 三角锥瓶内，加入酚酞指示剂 1~2 滴，用 0.1mol/L 氢氧化钠 (NaOH) 标准溶液，滴定至红色出现为终点，记录标准溶液消耗的体积。

$$\rho_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{C \times V \times 0.06}{200} \times 1000$$

式中  $\rho_{\text{CH}_3\text{COOH}}$ ——电解液中有机酸的含量 (g/L)；

$C(\text{NaOH})$ ——氢氧化钠标准溶液之物质的量浓度 mol/L；

$V$ ——消耗氢氧化钠 (NaOH) 标准溶液的体积 (mL)；

0.06——与 1.00mL NaOH 标准溶液 [ $C(\text{NaOH}) = 1.000$  (mol/L)] 相当的以克表示的醋酸的重量。

379. 铅粉中氧化铅的含量是怎样测定的？

(1) 所需试剂和溶液。5% 的醋酸溶液；20% 的醋酸铵溶液；20% 的六次甲基四胺溶液；0.25% 二甲苯酚橙指示剂 0.05mol/L 的乙二胺四乙酸二钠 (EDTA) 标准溶液。

(2) 测定方法。称取 0.3g 铅粉试样 (准确万分之一) 置于 250mL 的三角烧瓶内。加入 5% 的醋酸溶液 20mL，轻轻摇动，使试样散开，放置 20min，加水 80mL，然后加入 20% 醋酸铵溶液 10mL，20% 六次甲基四胺溶液 10mL，二甲酚橙指示剂 2~3 滴，用 0.05mol/L 的 EDTA 标准溶液，滴定至溶液颜色由紫红色变为亮黄色为终点。

$$\text{PbO}\% = \frac{C \times V \times 0.2232}{m} \times 100$$

式中  $C(\text{EDTA})$ ——乙二胺四乙酸二钠标准溶液之物质的量浓度 (mol/L)；

$V$ ——消耗 EDTA 标准溶液的量 (mL)；

$m$ ——试样的重量 (g)；

0.2232——与 1.00mL EDTA 标准溶液 [ $C(\text{EDTA}) = 1.000$ mol/L] 相当的以克表示的 PbO 重量。

(3) 注意事项。试样应置于干燥的三角烧瓶中，以防止铅粉氧化；加入醋酸后应摇动几下，使铅粉散开，滴定时充分摇动；配制一次二甲苯酚橙指示剂使用期不超过两个月，过期会影响灵敏度。

380. 铅粉中铁 (Fe) 含量是怎样测定的？

(1) 所需试剂和溶液。(1+4) 硫酸溶液；(1+3) 硝酸溶液；30% 硫氰酸铵溶液；异戊醇；0.00001g/mL 铁标准溶液。

(2) 测定方法。称取 5g 试样 (万分之一感量天平)，置于 250mL 烧杯中。加入 (1+3) 硝酸溶液 20mL，微热使其分解，然后缓缓蒸干。冷却后加水 100mL，溶解硝酸铅转入 250mL 容量瓶中。用水洗涤烧杯 3~4 次，洗涤液也转入容量瓶中，加入 10mL (1+4) 硫酸溶液，加水至刻度，混匀后放置片刻。再用干燥滤器过滤，取其滤液 25mL，置于 50mL 的比色管中。加入 (1+3) 硝酸溶液 0.5mL，30% 硫氰酸铵溶液 5mL 混匀。标准色液比色。

取另一支 50mL 比色管，加入 25mL 水，0.5mL (1+3) 硝酸和 1mL (1+4) 硫酸溶液及其他同试液中所加试剂混匀，用微量滴定管滴加铁标准溶液，至充分摇匀后观其红色与试样相同为止。

$$\text{Fe}\% = \frac{0.00001 \times V \times 10}{m} \times 100$$

式中 V——消耗铁标准溶液的体积 (mL)；

m——试样的重量 (g)；

0.00001——Fe 标准溶液的浓度 (g/mL)。

(3) 注意事项。铁标准溶液中三价铁易水解，使浓度改变，应当日配，当日用；比色时间不宜过长，否则，红色深度会因时间延长而降低；测定中，硫酸铅对三价铁有吸附作用，所测结果比其他方法略低。

(4) 几种标准溶液配制方法。

① 铁标准溶液的配制。称取 0.8634g 分析纯硫酸铁铵 [FeNH<sub>4</sub>

( $\text{SO}_4$ )<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O)溶于水中。加 5mL 浓硫酸，溶解后定量地转入到 1000mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀，贮于棕色瓶中。

②乙二胺四乙酸二钠溶液的配制。称取乙二胺四乙酸二钠 19g，溶于 1000mL 水中，搅拌使其溶解完全后转于贮瓶中，待标定。

标定：称取 0.12~0.15g（准确至 0.0001），经 800°C 灼烧至恒重的基准氧化锌于 250mL 三角烧瓶中，用少量水湿润，加 2mL 盐酸溶液（20%）使样品溶解，加水 50mL，加 20% 六次甲基四胺溶液 10mL，20% 醋酸铵 10mL、0.2% 二甲酚橙指示剂 2~3 滴，用配制好的 EDTA 溶液滴定至溶液由紫红色至亮黄色，平行做 4 份试验，同时作空白试验。

按下式计算 EDTA 标准溶液的浓度：

$$C(\text{EDTA}) = \frac{m}{(V_1 - V_2) \times 0.08139}$$

式中 C (EDTA) ——乙二胺四乙酸二钠标准溶液物质的浓度 (mol/L)；

$V_1$  ——乙二胺四乙酸二钠溶液之用量 (mL)；

$V_2$  ——空白试验乙二胺四乙酸二钠溶液之用量 (mL)；

$m$  ——氧化锌之重量 (g)；

0.08139 ——与 1.00mL 乙二胺四乙酸二钠标准溶液 [C (EDTA) = 1.000mol/L] 相当的以克表示的氧化锌的重量。

381. 怎样作正极板中二氧化铅含量的测定？

称取 0.3~0.5g 试样（准确至 0.0001g），置于 250mL 三角烧瓶中。加入 (1+1) 硝酸溶液 15mL，用移液管准确加入过氧化氢 (1+50) 溶液 10mL，摇动使试样分散开，放置，待试样完全作用不冒气泡后，用 0.1mol/L 高锰酸钾标准溶液滴至淡粉红色不消失为终点。按同样程序做一空白试验。测定结果用下式计算：

$$PbO_2\% = \frac{(V_1 - V_2) \times C \times 0.1196}{m} \times 100$$

式中  $V_1$ ——空白试样消耗高锰酸钾标准溶液的用量 (mL);

$V_2$ ——试样消耗高锰酸钾标准溶液的用量 (mL);

$C\left(\frac{1}{5}KMnO_4\right)$ ——高锰酸钾标准溶液之物质的量浓度 (mol/L);

$m$ ——试样质量 (g);

0.1196——与 1.00mL 高锰酸钾标准溶液 [ $C\left(\frac{1}{5}KMnO_4\right) = 1.00mol/L$ ] 相当的以克表示的  $PbO_2$  重量。

### 382. 怎样作负极板多孔金属铅含量的测定?

称取 2g 试样 (准确至 0.0001g), 放入 250mL 烧杯中, 加入 5g 蔗糖 (AR 级)、4mol/L 氢氧化钠 25mL, 加热煮沸 10min。取下加水 50mL, 趁热过滤, 并用 1mol/L 的氢氧化钠溶液洗涤烧杯及残渣数次, 弃去滤液。加 (1+4) 硝酸溶液 20mL 微热使铅团完全溶解, 加水 50mL, 加热用过滤器过滤到 250mL 容量瓶中。之后, 用硝酸酸化, 用热水洗烧杯及滤器数次, 冷却后, 稀释至刻度并摇匀。用移液管吸取滤液 25mL, 放入 250mL 三角瓶中, 加水 25mL, 20% 六次甲基四胺 10mL, 20% 醋酸铵 10mL, 二甲酚橙溶液 0.25% 指示剂 3 滴, 用 0.05mol/L EDTA 标准溶液, 滴至由紫红色至亮黄色为终止。

$$Pb\% = \frac{C \times V \times 0.20721 \times 10}{m} \times 100$$

式中  $C$ ——EDTA 标准溶液的浓度 (mol/L);

$V$ ——EDTA 标准溶液的用量 (mL);

$m$ ——试样的质量 (g);

0.20721——与 1.00mL EDTA 标准溶液 [ $C(EDTA) = 1.000mol/L$ ] 相当的以克表示的  $Pb$  的重量。

### 383. 怎样作负极板活性物质中氧化铅 ( $PbO$ ) 含量的测定?

称取试样 2~2.5g (准确至 0.0001g), 置于 150mL 容量瓶中, 加入 5% 醋酸溶液 40mL, 充分搅拌后放置 30min, 用慢速定量纸

过滤于 100mL 容量瓶中 (勿使残渣进入滤器), 用 25% 醋酸洗涤烧杯及滤器 3~5 次, 迅速向残渣中加入 25% 氯化钠溶液 50mL; 用水稀释到刻度, 摇匀, 用移液管吸取 25mL 置于 250mL 的三角烧瓶中, 加入 25mL 水及 20% 醋酸铵溶液 5mL, 20% 六次甲基四胺 5mL, 0.2% 二甲酚橙指示剂 2~3 滴, 用 0.025mol/L EDTA 标准溶液滴定至由紫红色变为亮黄色为终点。氧化铅质量百分含量按下式计算:

$$\text{PbO}\% = \frac{CV \times 0.2232 \times 4}{m} \times 100$$

式中 C——EDTA 标准溶液之物质的量浓度 (mol/L);

V——消耗 EDTA 标准溶液的体积 (mL);

m——试样的质量 (g);

0.2232——与 1.00mL EDTA 标准溶液 [C (EDTA) = 1.000mol/L] 相当的以克表示的氧化铅的重量。

384. 怎样作极板活性物质中硫酸铅 (PbSO<sub>4</sub>) 含量的测定?

在测定氧化铅后的残渣中加入 25% 氯化钠溶液 50mL, 充分搅拌, 放置 1h。用过滤氧化铅的滤器过滤于 250mL 容量瓶中, 用 25% 的氯化钠溶液洗涤残渣及滤器 3~4 次, 用水洗涤 2 次, 向滤液内加 1+4 硝酸溶液 10mL, 用水稀释至刻度, 摇匀, 吸取 50mL 滤液置于 250mL 三角烧瓶中, 加 20% 醋酸铵溶液 5mL, 20% 六次甲基四胺溶液 5mL, 二甲酚橙指示剂 2~3 滴, 用 0.025mol/L EDTA 标准溶液滴至由紫红色变为亮黄色即为终点。

硫酸铅含量按下式计算:

$$\text{PbSO}_4\% = \frac{CV \times 0.3032 \times 5}{m} \times 100$$

式中 C——EDTA 标准溶液之物质的量浓度 (mol/L);

V——消耗 EDTA 标准溶液的体积 (mL);

m——试样的质量 (g);

0.3032——与 1.00mL EDTA 标准溶液 [C (EDTA) = 1.000mol/L] 相当的以克表示的 PbSO<sub>4</sub> 重量。

## 385. 怎样作腐殖酸含量的测定？

测定蓄电池负极添加剂——腐殖酸的定量分析原理是将腐殖酸与氢氧化钠共煮，生成腐殖酸钠溶液，使不溶性杂质分离，将溶液调至酸性，腐殖酸重新沉淀出来，以重量法计算它的含量。

测定方法是：称取试样 2g（准确到万分之一），放入 250mL 烧杯中，加 4% 氢氧化钠溶液 80mL 装上冷凝管，在低温电炉上保持微沸 1~1.5h，停止加热，加水 80mL 搅拌均匀，趁热过滤。用热水洗涤烧瓶及残渣数次，至滤液带黄色。将滤液用 20% 盐酸中和，调节 pH 值为 4，加热煮沸，放置 1~2h，用已恒重的滤纸过滤。先用稀盐酸洗至滤液呈淡黄色，再用水洗沉淀至淡黄色，再在 70°C 下烘至恒重。

$$\text{腐殖酸}\% = \frac{m_1}{m} \times 100$$

式中  $m_1$ ——烘干后腐殖酸的重量 (g)；  
 $m$ ——试样重量 (g)。

## 386. 怎样作腐殖酸中水分、灰分和铁含量的测定？

(1) 水分的测定。称取试样 2g（准确到 0.0002g），放入已知重量的恒重称量瓶内，在  $80 \pm 2^\circ\text{C}$  下干燥到恒重为止。

$$\text{水分}\% = \frac{\text{试样烘干后失重}}{\text{试样重量}} \times 100\%$$

(2) 灰分测定。称取试样 2~3g，放入恒重的坩埚内，置入电炉上，使其碳化，待试样挥发物完全挥发后，转入  $800 \sim 850^\circ\text{C}$  的高温炉，灼烧 2h，取出冷却，称重量，直至恒重。

$$\text{灰分}\% = \frac{\text{灼烧后灰分的重量}}{\text{试样重量}} \times 100\%$$

(3) 铁含量的测定。在测定灰分后的残渣中，加 10mL (1+1) 盐酸溶液溶于 250mL 烧杯内加热溶解，并煮沸，冷却，过滤到 100mL 的容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀。取此液 10mL，放入 50mL 烧杯中，加 (1+1) 硝酸溶液煮沸，冷却后，移入 50mL 比色管中，加 20% 硫酸液 1mL，15% 硫氰酸铵 5mL，摇匀，待比色。同时，取另一比色管加适量水和其他与试样所加试剂，

用微量滴定管滴加铁标准溶液至红色深度与试样相同。

$$\text{Fe}\% = \frac{0.00001 \times V \times 10}{m} \times 100$$

式中  $V$ ——铁标准溶液的用量 (mL)；

0.00001——Fe 标准溶液浓度 (g/mL)；

$m$ ——试样的重量 (g)。

### 387. 怎样作硫酸钡中铁含量的测定？

称取 10g 试样（准确到万分之一）放入 200mL 烧杯中。加入 100mL 水和 5mL 浓盐酸，加热煮沸 10min，迅速冷却，移入 250mL 容量瓶中，用水稀释至刻度，摇匀，用于滤器过滤于干烧杯中，吸取 25mL 置入 100mL 容量瓶中，依次加入 1mL 10% 抗坏血酸、20mL 乙酸-乙酸钠缓冲液 (pH = 4.5) 和 10mL 邻菲罗啉，用水稀释至刻度，摇匀，放置 15min。然后将溶液放入 3cm 比色皿中，于分光光度计波长，以 510nm 处测其吸光度。

$$\text{Fe}\% = \frac{m_1}{m_0 \times \frac{25}{250} \times 1000} \times 100$$

式中  $m_1$ ——从铁标准曲线上查得的 Fe 的含量 (mg)；

$m_0$ ——试样重量 (g)。

### 388. 怎样作橡胶隔板中铁含量的测定？

先把隔板样品粉碎。称取 3g，放在瓷坩埚中，在高温炉 700°C 左右灼烧成灰分。加入密度为 1.19g/cm<sup>3</sup> 的盐酸 30mL 轻微煮沸 5 ~ 10min。转入 250mL 容量瓶中，加少许水，用 0.1mol/L 高锰酸钾溶液，使亚铁氧化，直至呈粉红色为止。用水稀释至刻度，摇匀，把一部分溶液用滤纸过滤到三角瓶中。

吸取滤液 10mL，加入到 50mL 比色管中，加 5mL 15% 的硫氰酸铵。另取一比色管作空白试验。加 5mL (1 + 4) 的盐酸和其他同试样内同样的试剂，用铁标准溶液滴至两比色管中红色完全相等为止。

$$\text{Fe}\% = \frac{0.00001 \times V \times 250}{V_1 \times m} \times 100$$

式中  $V$ ——用作比色的铁标准溶液的用量 (mL);  
 $V_1$ ——取来作比色试验的溶液的用量 (mL);  
 $m$ ——隔板试样的重量 (g);  
 $250$ ——试验溶液的总体积 (mL)。

### 389. 橡胶隔板与塑料隔板的电阻是怎样测定的?

按 JB/T7630.1—1998《橡胶与塑料隔测试方法》标准规定方法测定。

按组裁取试样  $142\text{mm} \times 146\text{mm}$ , 每组试样片数不少于试样规格表中所列出的, 将试样浸入  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , 密度  $1.280 \pm 0.005\text{g}/\text{cm}^3$  的硫酸溶液中浸  $1 \sim 5\text{h}$ , 以浸透为限, 起动用干荷电用隔板浸泡  $20\text{min}$ , 毡片型隔板不浸酸。按图 8-1 所示接通电路, 以  $1 \sim 3\text{A}$  的电流充电, 直至镉电极电压稳定, 将电流调至  $1\text{A}$ , 待电流表稳定后, 记录空白镉电极电压, 然后按图 8-1 规定插入测试槽中, 待毫伏表稳定后记录读数, 电阻按下式计算:

$$R = \frac{(U_1 - U_0) S}{nI}$$

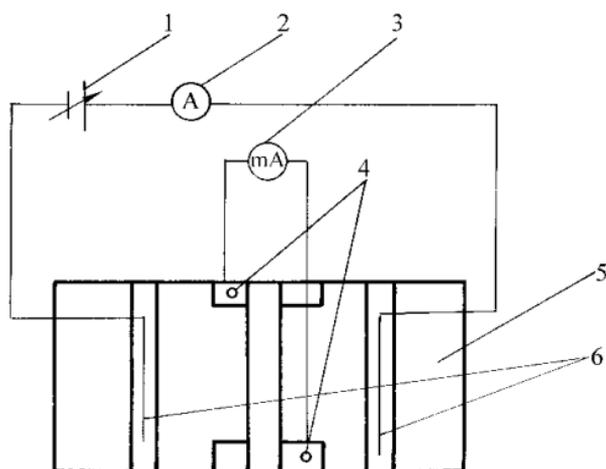


图 8-1 隔板电阻测试线路图

1—直流稳流器 2—电流表 3—电压表 4—镉电极  
 5—耐酸容器 6—极板

- 式中 R——试样电阻 ( $\Omega \cdot \text{dm}^2$ ) ;  
 $U_0$ ——插入试样前镉电极电压 (V) ;  
 $U_1$ ——插入试样后镉电极电压 (V) ;  
 S——试样有效测试面积 ( $\text{dm}^2$ ) ;  
 I——电流 (A) ;  
 n——插入试片数, 见表 8-1。

表 8-1 电阻测试插入试样片数规格表

厚度/mm	片型、袋型隔板								毡型隔板		
	$\leq 1.00$	$> 1.00$ $\sim 1.20$	$> 1.20$ $\sim 1.30$	$> 1.30$ $\sim 1.50$	$> 1.50$ $\sim 1.80$	$> 1.80$ $\sim 2.20$	$> 2.20$ $\sim 2.70$	$> 2.70$	$\leq 1.00$	$> 1.00$ $\sim 1.50$	$> 1.50$
插入试样的片数 n	10	9	8	7	6	5	4	3	5	4	3
测试次数	1	1	1	1	2	2	3	3	1	1	2

### 390. 怎样测试隔板的耐腐蚀性?

按 JB/T7630.2—1998 标准规定裁取 5 个  $55\text{mm} \times 55\text{mm}$  的试样。按图 8-2 所示, 将试样装入耐酸容器中, 注入 500mL 1.280 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) 的硫酸溶液 (AR) 置入  $45 \pm 2^\circ\text{C}$  的恒温水溶槽中, 在每对正负电极间均输入 2.5A 充电, 每间隔 1h 测一次电压, 并作记录。当电极间电压降至零时隔板被击穿, 记录此时时间。按下式计算:

$$T = \frac{t}{d}$$

- 式中 T——隔板的耐腐蚀性 (h/mm) ;  
 t——试样自测试开始至被击穿时所经历的时间 (h) ;  
 d——试样的平均厚度 (mm)。

计算结果取 5 个试样算术平均值, 修约成三位有效数字。

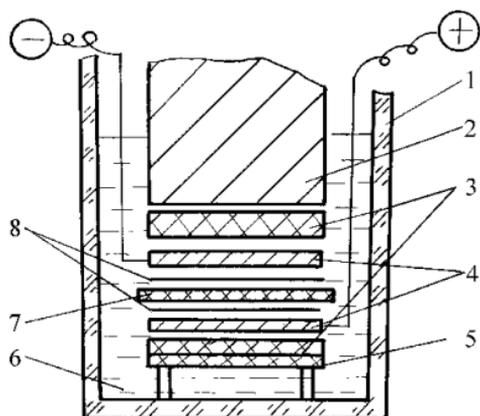


图 8-2 隔板耐腐蚀性测试装置

- 1—耐酸容器 2—铅块 (50mm×50mm, 5kg) 3—软橡胶  
 4—纯铅板 5—塑料垫板 6—硫酸溶液 7—试样 (55mm×55mm)  
 8—纯铅板

## 九、工业卫生与环境保护

### 391. 铅中毒的临床表现是什么？

铅中毒在神经系统、消化系统、造血系统以及肾脏，均有不同的表现。

(1) 神经系统。头痛，头晕，失眠，多梦，乏力，记忆力减退，肌肉关节酸痛。肌肉运动无力，产生“铅瘫痪”或“腕下垂”，以右侧为重。

(2) 消化系统。食欲不振，恶心，腹胀，腹隐痛，腹泻或便秘。腹绞痛是急性中毒发作的症状，也往往是慢性中毒急性发作的症状。腹痛发作时剧烈难忍，部位在脐周围或下腹，或由一处移至另一处，腹痛持续，阵阵加重，每次持续数分钟至数小时。

(3) 造血系统。产生卟啉代谢障碍和点彩红细胞，网织红细胞和多嗜性红细胞增多等。贫血多属轻度，呈低色素性正常细胞性贫血，一般发作较晚。

(4) 肾脏。少数可出现蛋白尿，尿中有红细胞，管型及肾功能减退。此外，女工尚可引起月经失调、流产等。

### 392. 怎样诊断铅中毒？

按照病人的铅作业接触史和生产现场情况进行诊断，我国现诊断标准分为：

(1) 铅吸收。尿铅量增高，尚无铅中毒的临床表现。

(2) 慢性铅中毒。轻度中毒等，除尿铅增高外，有乏力、肢体酸痛、便秘、头晕、头痛、睡眠障碍等表现。化验检查，有尿ALA增高。尿粪卟啉阳性或点彩细胞（或碱粒细胞）增多。中度中毒者，有腹绞痛、贫血、感觉型多发性神经类或肌体乏力。重度中毒者，除中度中毒症状外，尚可能产生铅瘫痪或铅中毒脑病。

正常人尿铅上限值为  $0.39\mu\text{mol/L}$ ，血铅  $0.48\mu\text{mol/L}$ ；尿粪卟啉为  $150\text{mg/L}$ ；点彩细胞为  $<2.8\%$ ；尿 ALA 为  $6\text{mg/L}$ 。

### 393. 对铅中毒患者的处理原则和怎样治疗？

对铅吸收患者，要密切观察，是否进行驱铅治疗，可根据具体情况而定，慢性中毒，属轻度者，应给予驱铅治疗，一般不必调离工作。中度中毒应积极治疗，原则上调离铅作业岗位，适当安排工作和休息。重度中毒，必须调离铅作业岗位给予积极治疗。

驱铅疗法：目前常用和肯定疗效的首选药物是依地酸二钠钙（ $\text{CaNa}_2\text{-EDTA}$ ），使用方法：一是用依地酸二钠钙  $1.0\text{g}$  加  $5\%$  葡萄糖  $200\sim 500\text{mL}$ ，进行静脉注射；二是用依地酸二钠钙  $1.0\text{g}$  加生理盐水  $10\text{mL}$ ，进行静脉注射；三是用依地酸二钠钙  $0.5\sim 1.0\text{g}$ ，加  $2\%$  普鲁卡因  $2\text{mL}$ ，进行肌肉注射。

以上方法各有优缺点，静脉注射驱铅效果最好；肌肉注射给药便利，但局部疼痛。静脉注射界于两者之间。目前，主张用小剂量、短疗程，每日注射一次，间隔 4 天。该药只有大量和长期用药才有副作用。主要表现是头晕、乏力、恶心、关节痛，停药后症状消退。

也可使用二乙烯三胺、五乙酸二钠钙排铅，此药在人体内的代谢过程及药理作用与依地酸二钠钙基本相同，只是和铅等一些重金属的络合力更强些，每日用  $0.5\sim 1.0\text{g}$  溶于  $250\text{mL}$  生理盐水中，进行静脉滴注。疗程长短根据驱铅情况而定。

### 394. 怎样预防铅中毒？

在铅作业区域贯彻预防为主和监测治理相结合，减少作业区铅烟尘的浓度，改善工艺，密闭防尘，潮湿作业，用机械化和自动化取代手工操作，控制烟尘泄露点。在可能的条件下和专业卫生部门定期监测铅作业区内烟尘含量，进行综合治理。

(1) 在扩建、改建生产作业区的同时注重防治措施。

(2) 改革工艺操作，实现密闭隔离和水雾湿式作业，抽气排尘风速不小于  $2.5\text{m/s}$ 。

(3) 进行有关防护和卫生知识教育和培训。作业区内操作须配戴防尘口罩，班后洗澡，工作服不穿着出厂，作业完毕要用硬毛刷蘸碱粉刷洗手指纹。不在铅作业现场吸烟、用餐。女工在孕期、哺乳期要脱离铅作业岗位。对铅作业区域人员供给保健食品。

### 395. 铅作业的环保治理通常采取哪些措施？

铅酸蓄电池制造中主要的污染源是铅烟、铅尘、污水和酸雾三个方面，制造厂家通常采取的措施有：

(1) 铸造板栅用铅锅应为封闭式结构，由铅液泵将铅液打入保温管，定量进行浇铸，或用静电除尘塔进行静电除尘，除尘效率须达到 98% 以上。

(2) 用脉冲除尘法和水雾除尘法控制铅粉尘。铅粉由鼓风和抽风气流带出铅粉机后，先经风选分离，使大部分铅粉沉降，再经过两道脉冲除尘。

(3) 治理酸雾的方法是在化成电路上加防护盖板。全路连为一体，用抽风法将化成槽酸雾通过滤雾器，控制酸雾。简易的办法是在化成槽中加入皂角液。此外采用不焊接化成工艺能有效地防止酸雾和焊接铅烟的污染。

(4) 污水处理是采取二次沉淀法。一次是从生产现场排到室外的铅泥浆池，初沉淀后，再将含铅的污水泄入厂内大污水池，集中进行处理，达标后进行排放。

### 396. 什么是旋风除尘器，除尘效果怎样？

旋风除尘器是利用旋转含尘气体所产生的离心力，将粉尘从气流中分离出来的一种干式气-固分离装置。其位置安装在铅粉出粉口处。在鼓风和抽风气流中，大部分铅粉从中分离出来，通过沉降管路收集，输送到绞龙里，转入下道工序，除尘率达 90% 以上。它和脉冲除尘器串联使用，将剩余的少部分铅粉进一步净化，使其沉降下来，阻止铅粉被泄漏到大气中，造成环境污染。

旋风式除尘器的特点：

(1) 结构简单，无运动部件，占地面积小，制造费用低。

(2) 不受含尘气体的浓度、温度限制，动力消耗不大，运转、维护费用少。

旋风除尘器（见图9-1）的工作原理是：当含尘气流以较高速度由进气管进入旋风除尘器后，气流变为圆周运动，旋转气流沿筒壁呈螺旋形向下到锥体部分。含尘气流在旋转中产生离心力，使粒度大的粉粒沿锥内壁面下落，进入沉降管。旋转气流沿锥体逐渐向中心靠拢，由下反转向下，继续以螺旋运动形成内旋气流，最后经排气管

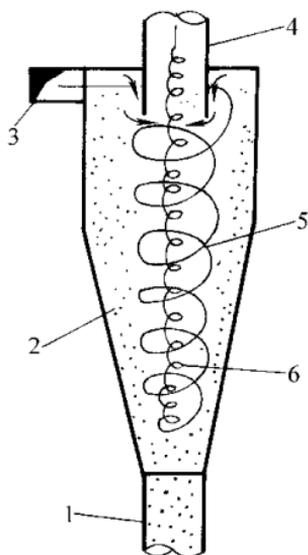


图 9-1 旋风除尘器

1—沉降管 2—旋风气流 3—含尘气流入口  
4—排气管 5—外旋气流 6—内旋气流

排入脉冲除尘器中。少部分细小尘粒经脉冲除尘器，再次进行净化除尘，最后达到比较完善的除尘效果。

397. 什么是脉冲袋式除尘器，除尘效果怎样？

脉冲袋式除尘器是一种周期性地使含尘气流通过滤袋，将铅尘分离在滤袋外，再用压缩空气向袋内吹气，清除滤袋外的铅尘。滤袋内向滤袋外压射，达到滤尘效果的装置。化工粉尘作业多用它来进行除尘。它除尘效率高、处理能力大、能连续运行作业。蓄电池用铅粉的生产多用此法进行净化。当球磨机磨出的铅粉由气流带出机外，先经过一道旋风除尘器，将大部铅粉收集。少量粉尘由气流通过脉冲袋式除尘器，把铅尘滤下来，使净化后的气体排入大气中。为了保护环境，使大气不受污染，一些生产厂家在铅粉生产线上设置两套脉冲袋式除尘器，加大除尘力度，

除尘效率可达到 99.98%。

脉冲袋式除尘器（见图 9-2）的工作原理是把含尘的气流送入钢体立柜，气体通过滤袋，铅尘气流得到净化，铅尘被分离在滤袋外表。净化后的气流经过文氏管进入气室，从抽风道排出。喷射管周期性地向袋内吹气，清除袋子外表上的铅尘，沉降到底部被绞龙带走。立柜内滤袋分成若干排，由控制器定期发出脉冲信号，通过脉冲阀使各脉冲按着顺序开启。高压空气以极高的速度定期向滤袋内喷射，瞬间形成反向气流，使铅粉吹动下来被绞龙带走。上部气室连接抽风机，在抽风气流的诱导下，净化后的气体被迅速排出。

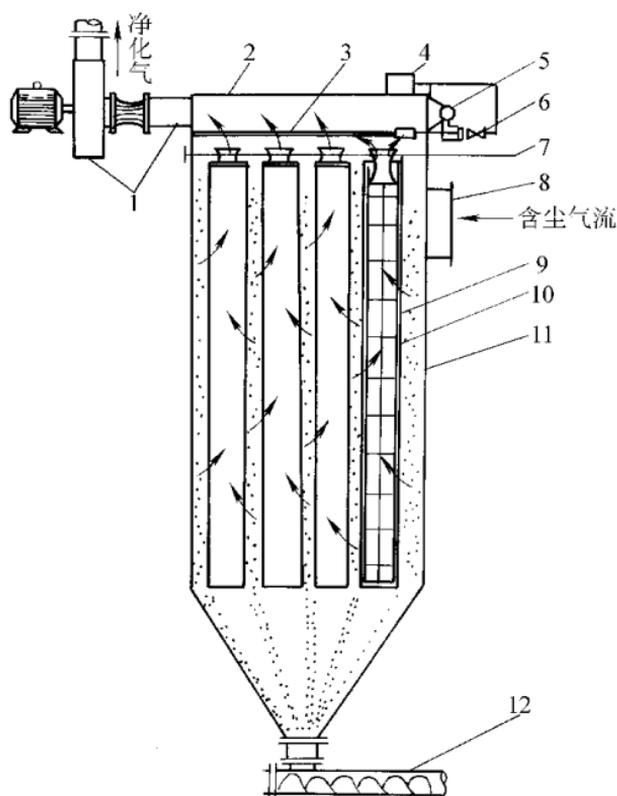


图 9-2 脉冲袋式除尘器

- 1—抽风排气 2—上部气室 3—喷射管 4—控制器 5—气包 6—控制阀  
7—文氏管 8—进气口 9—滤袋 10—铁筋框架 11—钢体立柜 12—绞龙

## 398. 什么是静电除尘器，除尘效果怎样？

静电除尘器是在含尘气体通过高压电场进行电离的过程中，使尘粒荷电，并在电场力的作用下，沉积到电极上，使尘粒从含尘气体中分离出来的一种除尘设备。净化效率可达 99% 以上。

蓄电池生产作业中合金、铸造、冶炼，常采用这种方法除尘，对控制铅烟污染效果显著。立式静电除尘器，是由一组或几组立式圆筒组成。筒内有晕线，设有高压直流电源及积尘室，如图 9-3 所示。

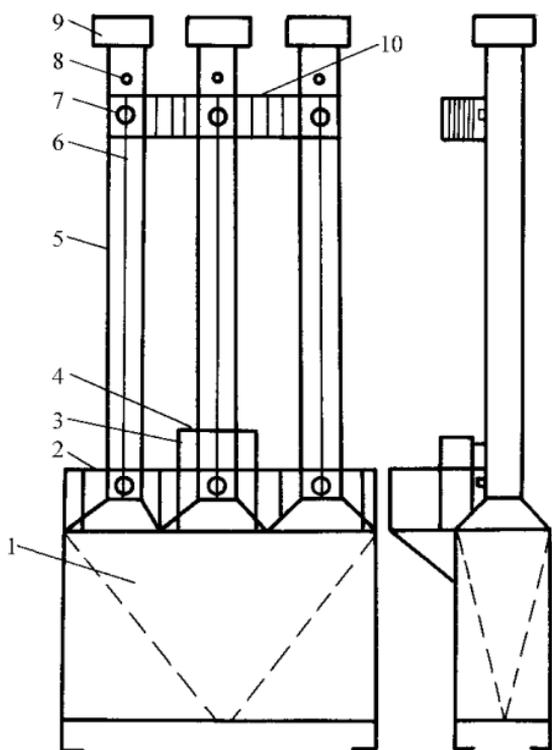


图 9-3 静电除尘器

- 1—积尘室 2—平台 3—包管 4—防雨箱 5—筒体  
6—晕线 7—检孔 8—测孔 9—风帽 10—云梯

静电除尘器的工作原理：空气，但在高压电场的作用下，发生电离，成为正、负离子。使尘粒荷电静电除尘器就是利用这一原理制成的。两极电场空间，高压直流电源的金属丝是负极，圆

筒是正极，形成强大电场，使尘粒子电离。带电粒子又与其他尘粒子碰撞。电压升高，电场强度增大，活动度较大的负离子，获得了足够的能量，碰撞中性气体分子或原子，使带电离子越来越多，电流急剧增大。当电场再度升高，活动度较小的正离子，开始碰撞别的中性分子或原子。在电场强度高的金属丝表面附近，离子的复合特别激烈。此时，在金属丝附近有噼啪声。电场强度迅速下降，离子运动速度减慢，这就是不均电场电晕放电或电晕现象的特点。静电除尘器正是利用这一特点来达到除尘目的。

### 399. 怎样采集和监测铅作业区铅尘在空气中的含量？

在铅作业的生产环境中，铅的微粒分散在空气中，在作业操作者活动半径之内，按照人的呼吸高度进行采集，使试样更具有代表性。按国标 GBZ2—2002 《工作场所有害因素职业接触限值》标准检测生产岗位空气中的铅含量：铅烟：0.03mg/L；铅尘：0.05mg/L。采集用抽气法，掌握合适的抽气速度。铅尘微粒大小不同，运动速度也不一样，颗粒大、沉降快。因此，抽气速度要大于颗粒运动的速度。最适宜采集空气量，可按下式计算：

$$\text{最适采集空气量 (L)} = \frac{a \times V \times 1000}{V_1 \times C \times K}$$

式中 a——测定方法灵敏度 (Xm/ymL)；

V——样品总量 (mL)；

$V_1$ ——分析时取样品量 (mL)；

C——铅尘容许的标准浓度 (mg/m<sup>3</sup>)；

K——系数，一般选 1/2。

例如：按最适采集空气量的数值，使用双硫脲比色法参数代入上式：

$$\text{最适采集空气量} = \frac{0.0005 \times 10 \times 1000}{10 \times 0.01 \times 1/2} \text{L} = 100\text{L}$$

分析步骤：做好空白样品作处理以备对照。将样品放在小烧杯中，加 20mL3% 硝酸硝化，放在电炉上徐徐煮沸 20min，待液近干时，取出过滤、定容，取适量作分析。

将试样置于分液漏斗中，加 3% 硝酸液稀释至 10mL，另取铅标准液作标准曲线，制作标准液管。然后向标准液管中加入 0.5mL 柠檬酸铵、2 滴盐酸羟胺溶液及 1 滴酚红指示剂摇匀，用氨水调到红色，使 pH=9~10，加入 0.5mL 氰化钾液摇匀，然后准确加入 5mL 双硫脲氯仿溶液，振摇 2min，取氯仿层 510nm 比色，以铅含量对吸光度作图，绘制曲线。计算式如下：

$$x = \frac{A \times \frac{V_1}{V_2} \times 1000}{V_0}$$

式中 x——每立方米空气中铅尘含量 (mg/m<sup>3</sup>)；

A——相当铅标准液毫克数；

V<sub>1</sub>——样品定容体积 (mL)；

V<sub>2</sub>——分析取样体积 (mL)；

V<sub>0</sub>——标准采样体积 (L)。

#### 400. 怎样作废水中铅的定量测定？

铅酸蓄电池生产作业用水量较大。铅在水中有一定的溶解度，工厂在经过水处理后是否达到排放标准，须经化验监测后才能确定。废水中铅的测定原理是在弱酸性溶液中，铅离子与双硫脲反应生成红色络合物，用比色法定量确定其含量。

仪器：光度计，125mL 分液漏斗。

试剂：所用试剂应无铅。

铅标准液：0.1000g 金属铅溶解于 5mL (1+1) 硝酸中，加水稀释至 1000mL。

铅标准使用液：取 10.0mL 铅标准液用水稀释至 100mL，相当于 1mL 中含 Pb10μg。

浓氨水：用等温扩散法制取。

双硫脲使用液：取适量双硫脲贮备液透光率为 42%。

盐酸羟胺溶液：称取 10g 盐酸羟胺溶于水中并稀释至 100mL。

柠檬酸铵液：50% 浓度。

酒石酸钠溶液：溶解 10g 酒石酸钠于 100mL 水中，用 42% 双硫脲液萃取提纯，直至三氯甲烷层为纯绿色，再用三氯甲烷洗去残留的双硫脲至三氯甲烷层无色为止。

百里酚蓝指示剂：溶解 0.4g 百里酚蓝于 100mL 95% 乙醇中。

氰化钾溶液：在橱内溶解 10g 氰化钾于 100mL 水中。

操作步骤：取适量水样于 125mL 分液漏斗中，加入 3% 硝酸 20mL，加入 1mL 柠檬酸铵溶液，1mL 盐酸羟胺溶液，摇匀。加入 10.0mL 双硫脲使用液，振摇 10min，静置分层。在分液漏斗颈部塞少许脱脂棉，弃去最初滤液 1~2mL 滤入 1cm 比色皿，在波长 510nm 处，以试剂空白为参比，测定吸光度，在 6 个 125mL 分液漏斗中，分别加入 0mL、0.20mL、0.40mL、0.60mL、0.8mL 和 1.00mL 铅标准溶液，加水 20mL。以下操作同上，绘制标准曲线，计算如下：

$$y = \frac{m \frac{V_1}{V_2}}{V}$$

式中  $y$ ——每升污水中铅的含量 (mg/L)；

$m$ ——从标准曲线查出铅的微克数；

$V_1$ ——消解体积 (mL)；

$V_2$ ——分析取样体积 (mL)；

$V$ ——废水样体积 (mL)。

若废水样不作消化处理，计算公式：

$$y_0 = \frac{\text{铅量 } (\mu\text{g})}{\text{水样体积 (mL)}}$$

$y_0$ ——废水样不作消化处理的铅含量 (mg/L)。

# 附 录

## 附录 1 铅锭技术要求 (GB 469—1995)

铅锭牌号	化学成分(%)									
	铅 不小于	杂质,不大于								
		银	铜	铋	砷	锑	锡	锌	铁	总和
1	99.994	0.0005	0.001	0.003	0.0005	0.001	0.001	0.0005	0.0005	0.006
2	99.99	0.001	0.015	0.005	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01
3	99.96	0.0015	0.002	0.03	0.002	0.005	0.002	0.001	0.002	0.04
4	99.90	0.0002	0.01	0.03	0.01	0.05	0.005	0.002	0.002	0.10

## 附录 2 锑分类及技术条件(GB 1599—2002)

锑品号	代号	化学成分(%)					
		锑 不小于	杂质,不大于				总和
			砷	铁	硫	铜	
一号锑	Sb-1	99.85	0.5	0.02	0.04	0.01	0.15
二号锑	Sb-2	99.65	0.10	0.03	0.06	0.05	0.35
三号锑	Sb-3	99.50	0.15	0.05	0.08	0.08	0.50
四号锑	Sb-4	99.0	0.25	0.25	0.20	0.20	1.00

## 附录 3 板栅合金性能比较

合 金	铸造工 艺性能	导电 性能	抗腐蚀 性能	自放电 性能	循环 寿命	免维护 性能	经济性
4% ~ 6% Sb	良好	差	中等	差	良好	差	中等

(续)

合 金	铸造工 艺性能	导电 性能	抗腐蚀 性能	自放电 性能	循环 寿命	免维护 性能	经济性
1.5% ~ 3.5% Sb	中等 良好	中等	中等	中等	中等 良好	中等	良好
0.7% ~ 1.5% Sb	中等	良好	中等 良好	中等 良好	中等	中等 良好	中等 良好
锡-低锑	中等	良好	良好	良好	中等	中等	中等
Ca-Sn-Al	良好	良好	良好	良好	中等	良好	良好
锻造铅钙合金	良好	良好	良好	良好	中等 良好	良好	良好

## 附录 4 铅锑合金性质

锑含量 (%)	凝固点 /°C	密度 /(kg/L)	抗拉强度 /(9.806 × 10 <sup>6</sup> Pa)	伸长率 (%)	布氏硬度	膨胀系数 /(°C <sup>-1</sup> ) × 10 <sup>-7</sup>	20°C 电阻率 /(× 10 <sup>-4</sup> Ω·m)
0	327	11.33	1.2515	—	3.0	292	21.2
1	320	11.26	—	—	4.2	288	22.0
2	313	11.18	—	—	4.8	284	22.7
3	306	11.10	3.3046	15	5.3	281	23.4
4	299	11.03	3.9795	22	5.7	278	24.0
5	292	10.95	4.4717	29	6.2	275	24.6
6	285	10.88	4.8092	24	6.5	272	25.3
7	278	10.81	5.0482	21	6.8	270	25.9
8	271	10.73	5.2170	19	7.0	267	26.5
9	265	10.66	5.3294	17	7.2	264	27.1
10	261	10.59	5.3927	15	7.3	261	27.7
11	256	10.52	5.3576	13	7.4	258	28.3
12	252	10.45	5.2591	12	7.4	256	28.9
13	247	10.38	5.1178	10	—	253	29.3

附录 5 铅酸蓄电池用电解液(JB 10052—1999)

指标名称		指标	
		%	g/L
硫酸(H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )含量		15 ~ 40	180 ~ 480
密度 25°C(g/cm <sup>3</sup> )		1.1 ~ 1.3	
灼烧残渣含量	≤	0.02	0.24
锰(Mn)含量	≤	0.00004	0.00048
铁(Fe)含量	≤	0.004	0.048
砷(As)含量	≤	0.00003	0.00036
氯(Cl)含量	≤	0.0007	0.0084
硝酸盐(以 N 计)含量	≤	0.0005	0.0060
铜(Cu)含量	≤	0.002	0.024
还原高锰酸钾物质	以 O 计含量	≤	0.0008
	以 KMnO <sub>4</sub> 计含量	≤	0.0032
外 观		无色、透明	

附录 6 铅蓄电池用水(JB/T 10053—1999)

指标名称		指标	
		%	mg/L
外 观		无色、透明	
残渣含量	≤	0.01	100
锰(Mn)含量	≤	0.00001	0.1
铁(Fe)含量	≤	0.0004	4
氯(Cl)含量	≤	0.0005	5
硝酸盐(以 N 计)含量	≤	0.0003	3
铵(NH <sub>4</sub> )含量	≤	0.0008	8
还原高锰酸钾物质(以 O 计)含量	≤	0.0002	2
碱土金属氧化物(以 CaO 计)含量	≤	0.005	50
电阻率(25°C)/Ω·cm	≥	10 × 10 <sup>4</sup>	

附录7 蓄电池用硫酸(HG/T 2692—1995)

项 目	指 标			
	稀硫酸		浓硫酸	
	优等品	一等品	优等品	一等品
硫酸(H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )含量(%)	≥	34.0		92.0
灰分(%)	≤	0.01		0.02 0.03
锰(Mn)含量(%)	≤	0.00002		0.00005 0.0001
铁(Fe)含量(%)	≤	0.0005	0.002	0.005 0.010
砷(As)含量(%)	≤	0.00002		0.00005 0.0001
氯(Cl)含量(%)	≤	0.0001		0.0002 0.0003
氮氧化物(以N计)含量(%)	≤	0.00004		0.0001 0.001
铵(NH <sub>4</sub> )含量(%)	≤	0.0004	—	0.001 —
二氧化硫(SO <sub>2</sub> )含量(%)	≤	0.002		0.004 0.007
铜(Cu)含量(%)	≤	0.0002		0.0005 0.005
还原高锰酸钾物质(O)含量(%)	≤	0.0004		0.001 0.002
透明度/mm	≥	350		160 50

附录8 铅酸蓄电池槽(JB 3076—1999)

检 验 项 目		指 标
耐酸性		a. 表面膨胀不产生变色或失去透明,重量增减不大于2.00% b. 渗出铁含量不大于0.02% c. 0.1mol/L KMnO <sub>4</sub> 溶液消耗不大于1.5mL/g
耐电压	干法	8000~12000V 交流电压作用3~5s 不击穿 5000~10000V 交流电压作用1~5s 不击穿
	湿法	
耐冲击性	常温落球冲击强度	不产生裂痕及细小裂纹
	低温落球冲击强度	不产生裂痕及细小裂纹
耐热性	整体槽	不能有2mm以上的变化 不能有1%以上的变化和槽体变形
	单体槽	
内应力		5min后用目力观察电池槽各部位不产生裂纹

附录9 配制蓄电池电解液用纯水、浓硫酸比例表

电解液密度 /15°C	硫酸含量		水、酸重量比	水、酸体积比
	重量(%)	体积(%)		
1.100	14.3	8.5	5.5175:1	10.1276:1
1.110	15.7	9.5	4.9363:1	9.0581:1
1.120	17.0	10.3	4.8424:1	8.2251:1
1.130	18.3	11.2	4.0929:1	7.5105:1
1.140	19.6	12.1	3.7551:1	6.8906:1
1.150	20.9	13.0	3.4593:1	6.3479:1
1.160	22.1	13.9	3.4172:1	5.9036:1
1.170	23.4	14.9	2.9829:1	5.4736:1
1.180	24.7	15.8	2.8672:1	5.2613:1
1.190	25.9	16.7	2.5985:1	4.7682:1
1.200	27.2	17.7	2.4265:1	4.4526:1
1.210	28.4	18.7	2.2817:1	4.1870:1
1.220	29.6	19.6	2.1486:1	3.9428:1
1.230	30.8	20.6	2.0260:1	3.7177:1
1.240	32.0	21.6	1.9125:1	3.5094:1
1.250	33.2	22.6	1.8072:1	3.3163:1
1.260	34.4	23.6	1.7093:1	3.1366:1
1.270	35.6	24.6	1.6180:1	2.9691:1
1.280	36.8	25.6	1.5326:1	2.8123:1
1.290	38.0	26.6	1.4562:1	2.6656:1
1.300	39.1	27.6	1.3836:1	2.5390:1
1.310	40.3	28.7	1.3127:1	2.4087:1
1.320	41.4	29.7	1.2512:1	2.2960:1
1.330	42.5	30.7	1.1929:1	2.1896:1
1.340	43.6	31.8	1.1376:1	2.0875:1
1.400	50	38	0.8640:1	1.5854:1

附录10 硫酸溶液密度与温度换算表

电解液密度 $d_{15}$	电解液密度 $d_{25}$	温度系数 $\alpha$	电解液密度 $d_{15}$	电解液密度 $d_{25}$	温度系数 $\alpha$
1.000	1.000	—	1.020	1.019	0.00022
1.010	1.009	0.00018	1.030	1.029	0.00026

(续)

电解液密度 $d_{15}$	电解液密度 $d_{25}$	温度系数 $\alpha$	电解液密度 $d_{15}$	电解液密度 $d_{25}$	温度系数 $\alpha$
1.040	1.039	0.00029	1.230	1.225	0.00071
1.050	1.049	0.00033	1.240	1.235	0.00072
1.060	1.058	0.00036	1.250	1.245	0.00072
1.070	1.068	0.00040	1.260	1.255	0.00073
1.080	1.078	0.00043	1.270	1.265	0.00073
1.090	1.088	0.00046	1.280	1.275	0.00074
1.100	1.097	0.00048	1.290	1.285	0.00074
1.110	1.107	0.00051	1.300	1.295	0.00075
1.120	1.117	0.00053	1.310	1.305	0.00075
1.130	1.127	0.00055	1.320	1.315	0.00076
1.140	1.137	0.00058	1.330	1.325	0.00076
1.150	1.146	0.00060	1.340	1.335	0.00076
1.160	1.156	0.00062	1.350	1.345	0.00077
1.170	1.166	0.00063	1.360	1.355	0.00077
1.180	1.176	0.00065	1.370	1.365	0.00078
1.190	1.186	0.00066	1.380	1.275	0.00078
1.200	1.196	0.00068	1.390	1.385	0.00079
1.210	1.206	0.00069	1.400	1.395	0.00079
1.220	1.216	0.00070			

注：若测得电解液温度不在附录中标定的温度  $d_{15}$ 、 $d_{25}$  时可用温度系数进行换算，  
 换算公式为  $d_{25} = d_t + \alpha(t - 25)$ ， $d_t$ ——温度为  $t$  度时的密度； $t$ ——实际温度；  
 $\alpha$ ——温度系数。

### 附录 11 电池端电压和电解液密度关系

电解液 密度 (25°C)	单体 蓄电池 2V	3 格 蓄电池 6V	6 格 蓄电池 12V	电解液 密度 (25°C)	单体 蓄电池 2V	3 格 蓄电池 6V	6 格 蓄电池 12V
1.2003	2.054	6.162	12.324	1.2897	2.139	6.417	12.834
1.2289	2.072	6.216	12.432	1.3054	2.154	6.462	12.924
1.2388	2.090	6.270	12.540	1.3201	2.169	6.507	13.014
1.2566	2.106	6.318	12.636	1.3343	2.183	6.549	13.098
1.2736	2.123	6.369	12.738	1.3480	2.197	6.591	13.182
1.2800	2.129	6.387	12.774				

## 附录 12 起动(汽车)用铅蓄电池规格(GB 5008.2—1991)

表 1

序号	额定电压 /V	20 小时率 额定容量 /A·h	储备容量 /min	起动电流 $I_s$ /A	最大外形尺寸/mm		
					L	b	h
1	6	75	123	300	197	178	250
2	6	90	154	315	224	178	250
3	6	105	187	368	251	178	250
4	6	120	227	420	278	178	250
5	6	135	260	435	305	178	250
6	6	150	300	450	332	178	250
7	6	165	342	495	339	178	250
8	6	180	386	540	369	182	228
9	6	195	432	585	413	178	250
10	12	60	94	240	319	178	250
11	12	75	123	300	373	178	250
12	12	90	154	315	427	178	250
13	12	105	187	368	485	178	250
14	12	120	223	420	517	198	250
15	12	135	260	435	517	216	250
16	12	150	300	450	517	234	250
17	12	165	342	495	517	252	250
18	12	180	386	540	517	270	250
19	12	195	432	585	517	288	250

表 2

序号	额定电压 /V	20 小时率 额定容量 /A·h	储备容量 /min	起动电流 $I_s$ /A	最大外形尺寸/mm		
					L	b	h
1	6	75	123	300	190	170	215

(续)

序号	额定电压 /V	20 小时率 额定容量 /A·h	储备容量 /min	起动电流 $I_s$ /A	最大外形尺寸/mm		
					L	b	h
2	6	90	154	315	190	170	245
3	6	105	187	368	240	170	245
4	6	120	223	420	250	175	245
5	6	150	300	450	305	175	245
6	12	30	43	120	187	127	227
7	12	35(36)	52	144	197	129	227
8	12	40	59	160	238	138	235
9	12	45	67	180	238	129	227
10	12	50	76	200	260	173	235
11	12	60	94	240	270	173	235
12	12	70	113	280	310	173	235
13	12	75	123	300	310(318)	173	235
14	12	80	133	320	310	173	235
15	12	90	154	315	380	177	235
16	12	100	176	350	410	177	250
17	12	105	187	368	450	177	250
18	12	120	223	420	513	189	260
19	12	135	260	405	513	189	260
20	12	150	300	450	513	223	260
21	12	165	342	495	513	223	260
22	12	180	386	540	513	223	260
23	12	195	432	585	517	272	260
24	12	200	441	600	621	278	270
25	12	210	450	630	521	278	270
26	12	220	460	660	521	278	270

注：表内小括号内尺寸为带提手的蓄电池。

表 3

序号	额定电压 /V	20 小时率 额定容量 /A·h	储备容量 /min	起动电流 $I_s$ /A	最大外形尺寸/mm		
					L	b	h
1	12	36	52	144	218	175	175
2	12	45	67	180	218	175	190
3	12	50	76	200	290	175	190
4	12	54	83	216	294	175	175
5	12	55	85	220	246	175	190
6	12	60	94	240	293	175	190
7	12	63	100	252	297	175	175
8	12	66	105	264	306	175	190
9	12	88	150	352	381	175	190
10	12	100	176	350	374	175	235
11	12	135	260	405	513	189	223
12	12	165	342	495	513	223	223

## 附录 13 摩托车用铅蓄电池规格(JB/T 4282—1992)

表 1

序号	蓄电池型号	额定电压 /V	$C_{10}$ /A·h	最大外形尺寸/mm		
				l	b	h
1	3-M2	6	2	71	48	99
2	3-M4	6	4	72	72	97
3	3-M6	6	6	100	58	112
4	3-M12	6	12	120	90	162
5	3-M14	6	14	116	82	180
6	3-M16	6	16	133	84	162
7	6-M2.5	12	2.5	81	71	106
8	6-M4	12	4	121	71	93

(续)

序号	蓄电池型号	额定电压 /V	C <sub>10</sub> /A·h	最大外形尺寸/mm		
				l	b	h
9	6-M-5	12	5	121	62	132
10	6-M-5.5	12	5.5	138	61	131
11	6-M-7	12	7	137	77	135
12	6-M-9	12	9	137	77	142
13	6-M-10	12	10	138	92	147
14	6-M-12	12	12	135	81	161
15	6-M-14	12	14	135	90	169
16	6-M-16	12	16	176	101	156
17	6-M-18	12	18	207	92	166
18	6-M-20	12	20	160	127	180
19	6-M-24	12	24	187	127	184
20	6-M-28	12	28	184	115	203
21	6-M-32	12	32	188	115	230

注：1. 表中最大外形尺寸不包括蓄电池液孔塞、排气口和端子突出部分。

2. 表中蓄电池型号按 JB 2599 的规定命名。如干式荷电蓄电池型号为 ×-MA-×。

表 2

序号	蓄电池 型号	额定 电压 /V	10 小时率 额定容量 /A·h	最大外形尺寸/mm			配套车型
				L	B	H	
1	6N4-2A	6	4	72	72	97	嘉陵 170、建设 80、 大阳 90、金城 100
2	6N4B-2A-3	6	4	101	47	95	南方、雅马哈 125、 南方 125
3	6N6-3B	6	6	100	58	112	五羊 125、本田 125、川崎 100
4	YB2.5L-C	12	2.5	81	71	106	嘉陵、幸福、南方、 五羊等 125 车型

(续)

序号	蓄电池 型号	额定 电压 /V	10 小时率 额定容量 /A·h	最大外形尺寸 /mm			配套车型
				L	B	H	
5	YB3L-A	12	3	100	58	112	嘉陵 90、嘉陵 125、 新本田 125
6	YB4L-B	12	4	121	71	93	轻骑、新大洲 50、 嘉陵、旋风 125
7	12N5-3B	12	5	121	62	132	捷达 90、大阳、名 流 100、野狼 125
8	YB6.5L-B	12	6.5	139	72	109	珠江、野狼、富先 达 125
9	YB7B-B	12	7	149	59	132	五羊、本田
10	12N7A-3A	12	6	146	59	132	佛斯第、野狼、富 先达
11	YB7C-A	12	7	131	90	115	雅马哈
12	12N7-4B	12	7	137	77	135	铃木、钱江
13	12N9-4B	12	9	137	77	142	铃木王、本田 125、 钱江 150
14	12N10-3B	12	10	134	89	147	黄河 250、太子 250、CN125
15	12N12A-4A	12	12	135	81	161	本田 250C、本田 750、春兰虎豹 125
16	12N14-3B	12	14	134	89	167	雅马哈太子 750

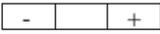
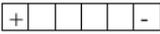
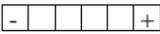
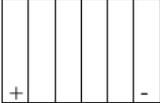
表 3

序号	蓄电池 型号	额定 电压 /V	10 小时率 额定容量 /A·h	最大外形尺寸 /mm			配套车型
				L	B	H	
1	6N4-BS	6	4	71	71	88	嘉陵 170、建设 80、 大阳 90、金城 100

(续)

序号	蓄电池 型号	额定 电压 /V	10小时率 额定容量 /A·h	最大外形尺寸/mm			配套车型
				L	B	H	
2	6N4-BS	6	6	100	58	106	嘉陵、幸福、南方、 五羊
3	YB2.5L-BS	12	2.5	81	71	105	五羊 125、本田 125、川崎 100
4	YB3L-BS	12	3	100	58	105	嘉陵 90、嘉陵 125、 新本田 125、幸福 125
5	12N5-BS	12	5	120	62	128	捷达 90、大阳名流 100、野狼 125
6	12N6.5L-BS	12	6.5	139	73	100	珠江、野狼、富士 达 125
7	12N7A-BS	12	7	146	59	130	佛斯第、野狼、富 士达 125
8	12N9-BS	12	9	137	77	135	铃木王、本田 125、 钱江 150
9	YT4L-BS	12	3	114	71	86	小鲨、大路易、嘉 陵、木兰 50
10	YT5L-BS	12	4	114	71	106	AG100C 女装车
11	YTX7A-BS	12	6	152	88	94	豪迈、光阳 125
12	YTX7L-BS	12	6	114	71	130	仿古太子车
13	YTX9-BS	12	8	152	88	106	大鲨、CBR、风速、 三阳迪爵 125
14	YTX12-BS	12	10	152	88	133	本田 250C、本田 750、春兰虎豹 12
15	YTX14-B	12	12	152	88	149	雅马哈太子 750

附录 14 起动(汽车)用铅、蓄电池槽

电池型号	相当外国标准型号	最大外形尺寸 $L \times W \times H_1 \times H_2$ /mm	单格有效尺寸 $l \times w \times h$ /mm	极柱排列	材料	封口方式	
3-QA-120		$242 \times 169 \times 200 \times 220$	$156 \times 73 \times 184$		共 聚 丙 烯	热 封	
3-QA-150		$326 \times 171 \times 200 \times 220$	$154 \times 90 \times 184$				
6-QA-16		$186 \times 100 \times 155$	$93 \times 25 \times 129$				
6-QA-28		$183 \times 115 \times 190 \times 200$	$105 \times 25 \times 161$				
6-QA-32	N32	$194 \times 130 \times 163 \times 193$	$119 \times 25 \times 142$				
6-QA-36 I	N36	$197 \times 128 \times 201 \times 221$	$116 \times 26 \times 182$				
6-QA-36 II		$194 \times 127 \times 204 \times 224$	$115 \times 28 \times 182$				
6-QA-36 III		$194 \times 128 \times 193 \times 213$	$114 \times 28 \times 176$				
6-QA-38		$208 \times 174 \times 173$	$155 \times 24 \times 146$				
6-QA-44		$208 \times 175 \times 188$	$155 \times 24 \times 161$				
6-QA-40	N40	$226 \times 134 \times 198 \times 221$	$117 \times 30 \times 175$				
6-QA-45	N45	$238 \times 132 \times 195 \times 216$	$119 \times 30 \times 171$				
6-QA-45 II		$237 \times 133 \times 194 \times 215$	$121 \times 31 \times 171$				
6-QA-47		$234 \times 132 \times 200 \times 222$	$117 \times 34 \times 178$				
6-QA-50	N50	$262 \times 170 \times 200 \times 223$	$150 \times 28 \times 180$				
6-QA-55		$261 \times 170 \times 200 \times 220$	$151 \times 32 \times 179$				
6-QA-60 I	N60	$259 \times 169 \times 200 \times 222$	$150 \times 34 \times 179$				
6-QA-60 II		$260 \times 166 \times 201 \times 223$	$150 \times 35 \times 178$				
6-QA-70 I	N70	$304 \times 170 \times 201 \times 225$	$157 \times 43 \times 180$				
6-QA-70 II		$300 \times 169 \times 198 \times 223$	$153 \times 42 \times 180$				
6-QA-70 III		$306 \times 169 \times 200 \times 220$	$158 \times 39 \times 179$				
6-QA-98		$361 \times 171 \times 236 \times 257$	$156 \times 51 \times 215$				
6-QA-100 I	N100	$404 \times 171 \times 205 \times 229$	$150 \times 56 \times 183$				
6-QA-100 II		$404 \times 171 \times 205 \times 228$	$150 \times 56 \times 183$				

(续)

电池型号	相当外国标准型号	最大外形尺寸 $L \times W \times H_1 \times H_2$ /mm	单格有效尺寸 $l \times w \times h$ /mm	极柱排列	材料	封口方式
6-QA-100Ⅲ		$404 \times 172 \times 205 \times 228$	$158 \times 55 \times 185$		共 聚 丙 烯	
6-QA-100Ⅳ		$407 \times 172 \times 204 \times 224$	$153 \times 48 \times 183$			
6-QA-110		$432 \times 169 \times 209 \times 231$	$151 \times 58 \times 187$			
6-QA-115		$501 \times 156 \times 205 \times 228$	$151 \times 65 \times 184$			
6-QA-120Ⅰ	N120	$504 \times 180 \times 209 \times 232$	$152 \times 67 \times 186$			
6-QA-120Ⅱ		$503 \times 180 \times 210 \times 235$	$152 \times 67 \times 193$			
6-QA-135		$499 \times 180 \times 212 \times 259$	$156 \times 68 \times 185$			
6-QA-150Ⅰ	N150	$507 \times 219 \times 212 \times 234$	$155 \times 81 \times 188$			
6-QA-150Ⅱ		$507 \times 219 \times 209 \times 232$	$152 \times 85 \times 190$			
6-QA-165		$505 \times 221 \times 212 \times 258$	$155 \times 86 \times 187$			
6-QA-200Ⅰ	N200	$505 \times 264 \times 215 \times 235$	$153 \times 105 \times 193$			
6-QA-200Ⅱ		$514 \times 265 \times 211 \times 236$	$153 \times 104 \times 195$			
6-QA-210		$513 \times 264 \times 211 \times 259$	$154 \times 105 \times 195$			
马自达	N50D	$198 \times 169 \times 199 \times 220$	$155 \times 27 \times 185$			
雪铁龙	N38	$206 \times 173 \times 187$	$155 \times 28 \times 157$			
皇冠	70D32L	$230 \times 170 \times 200 \times 221$	$153 \times 32 \times 178$			
富康	N45	$240 \times 174 \times 190$	$154 \times 33 \times 150$			
切诺基	N48	$234 \times 179 \times 154 \times 174$	$161 \times 35 \times 144$			
切诺基Ⅱ		$242 \times 174 \times 151 \times 171$	$155 \times 35 \times 145$			
桑塔纳	544 15	$287 \times 173 \times 175$	$152 \times 37 \times 138$			
奥迪	563 18	$289 \times 173 \times 175$	$152 \times 37 \times 138$			
6-QA-46		$240 \times 174 \times 189$	$154 \times 33 \times 150$			
6-QA-66		$298 \times 175 \times 187$	$155 \times 29 \times 149$			
6-QA-88		$375 \times 175 \times 190$	$155 \times 52 \times 152$			
7-QA-20		$218 \times 108 \times 149 \times 168$	$99 \times 28 \times 137$			

(续)

电池型号	相当外国标准型号	最大外形尺寸 L × W × H <sub>1</sub> × H <sub>2</sub> /mm	单格有效尺寸 l × w × h /mm	极柱排列	材料	封口方式
8-QA-26 I		262 × 88 × 194	78 × 28 × 167		共 热 聚 丙 封 烯	
8-QA-26 II		272 × 88 × 194	78 × 28 × 167			
6-QA-36T		196 × 128 × 201 × 220	117 × 27 × 172			
6-QA-36T II		196 × 139 × 201 × 220	117 × 27 × 172			
6-QA-45T		236 × 128 × 204 × 224	114 × 33 × 169			
6-QA-45T II		241 × 174 × 192	154 × 33 × 151			
6-QA-46T		242 × 175 × 173	155 × 34 × 146			
6-QA-48T		247 × 173 × 155 × 175	155 × 34 × 138			
6-QA-50T		230 × 170 × 201 × 222	156 × 31 × 172			
6-QA-44T		240 × 174 × 190	154 × 33 × 150			
6-QA-54T		281 × 173 × 175	152 × 37 × 138			
6-QA-60T		261 × 173 × 205 × 225	157 × 37 × 170			
6-QA-65T		258 × 173 × 200 × 220	152 × 33 × 182			
6-QA-66T		276 × 175 × 175	155 × 35 × 144			
6-QA-66T II		276 × 175 × 190	156 × 39 × 166			
6-QA-70T		305 × 172 × 202 × 224	156 × 44 × 169			
6-QA-80T		304 × 173 × 201 × 222	152 × 44 × 184			
6-QA-88T		350 × 176 × 173	156 × 53 × 138			
6-QA-90T		355 × 174 × 191 × 213	152 × 51 × 180			
6-QA-100T		401 × 172 × 208 × 229	157 × 56 × 179			
6-QA-100T II		352 × 176 × 186	152 × 52 × 153			
6-QA-120T		507 × 184 × 194 × 214	152 × 77 × 178			
6-QA-150T		504 × 213 × 191 × 213	151 × 94 × 175			

(续)

电池型号	相当外国标准型号	最大外形尺寸 $L \times W \times H_1 \times H_2$ /mm	单格有效尺寸 $l \times w \times h$ /mm	极柱排列	材料	封口方式
6-QA-36TL		$201 \times 129 \times 201 \times 218$	$117 \times 27 \times 172$		共 聚 丙 烯	热 封
6-QA-45TL		$240 \times 129 \times 199 \times 216$	$114 \times 33 \times 169$			
6-QA-50TL		$237 \times 170 \times 185 \times 203$	$154 \times 33 \times 154$			
6-QA-60TL		$265 \times 173 \times 201 \times 218$	$157 \times 37 \times 170$			
6-QA-70TL		$308 \times 173 \times 199 \times 217$	$156 \times 44 \times 169$			

注： $L \times W \times H_1 \times H_2$ ——电池槽最大外形尺寸长 $\times$ 宽 $\times$ 槽高 $\times$ 总高

$l \times w \times h$ ——单体槽长(极板宽度方向) $\times$ 宽(极板厚度方向) $\times$ 高(深度)

### 附录 15 起动用免维护铅蓄电池槽

电池型号	相当外国标准型号	最大外形尺寸 $L \times W \times H_1 \times H_2$ /mm	单格有效尺寸 $l \times w \times h$ /mm	极柱排列	材料	封口方式
6-QW-38		$207 \times 176 \times 173$	$155 \times 24 \times 146$		共 聚 丙 烯	热 封
6-QW-44		$207 \times 176 \times 188$	$155 \times 24 \times 161$			
6-QW-45		$237 \times 128 \times 201 \times 221$	$116 \times 34 \times 182$			
6-QW-63	34	$258 \times 172 \times 182 \times 202$	$151 \times 37 \times 169$			
6-QW-65		$259 \times 173 \times 203 \times 224$	$153 \times 33 \times 182$			
6-QW-75		$306 \times 173 \times 204 \times 224$	$153 \times 44 \times 184$			
6-QW-54		$241 \times 175 \times 188$	$152 \times 32 \times 159$			
6-QW-54 II		$280 \times 171 \times 174$	$154 \times 43 \times 143$			
6-QW-55	85	$228 \times 172 \times 182 \times 202$	$153 \times 31 \times 168$			
6-QW-100 II		$415 \times 172 \times 199 \times 219$	$157 \times 49 \times 172$			
6-QW-45T	NS60L MF	$247 \times 128 \times 201 \times 221$	$116 \times 34 \times 182$			
6-QW-48T		$240 \times 174 \times 157 \times 177$	$154 \times 34 \times 139$			
6-QW-65T	NS70 MF	$268 \times 173 \times 203 \times 224$	$153 \times 33 \times 182$			

(续)

电池型号	相当外国标准型号	最大外形尺寸 $L \times W \times H_1 \times H_2$ /mm	单格有效尺寸 $l \times w \times h$ /mm	极柱排列	材料	封口方式
6-QW-65TⅡ	65	$301 \times 190 \times 170 \times 190$	$150 \times 41 \times 162$	+           -	共 热 聚 丙 烯	
6-QW-55C	75	$228 \times 179 \times 182$	$153 \times 31 \times 168$			
6-QW-55TC	75	$228 \times 179 \times 182$	$153 \times 31 \times 168$			
6-QW-63C	78	$258 \times 180 \times 182$	$151 \times 37 \times 169$	+           -		
6-QW-65C		$258 \times 176 \times 204$	$152 \times 33 \times 182$			
6-QW-75T	MX120—7L MF	$310 \times 173 \times 204 \times 224$	$153 \times 44 \times 184$	-           +		
6-QW-36T		$197 \times 129 \times 201 \times 221$	$117 \times 27 \times 172$			
6-QW-40T	SMFNS60	$235 \times 131 \times 200 \times 221$	$119 \times 34 \times 175$	+           -		
6-QW-50T		$229 \times 170 \times 201 \times 221$	$156 \times 31 \times 171$			
6-QW-60T	SMFN 50ZL	$256 \times 171 \times 198 \times 219$	$155 \times 37 \times 169$			
6-QW-60TⅡ		$269 \times 170 \times 196 \times 216$	$154 \times 36 \times 170$	-           +		
6-QW-63TⅡ		$286 \times 174 \times 175$	$155 \times 35 \times 146$			
6-QW-70T	SMFNX— 120—7L	$299 \times 169 \times 199 \times 219$	$152 \times 44 \times 171$			
6-QW-100T		$401 \times 172 \times 207 \times 227$	$157 \times 55 \times 178$	+           -		
6-QW-44T		$238 \times 172 \times 174$	$154 \times 33 \times 138$			
6-QW-54T		$287 \times 172 \times 171$	$149 \times 42 \times 140$			
6-QW-66T		$274 \times 173 \times 187$	$156 \times 39 \times 149$			
6-QW-88T		$349 \times 174 \times 174$	$155 \times 53 \times 139$			
6-QW-88TⅡ		$349 \times 174 \times 179$	$155 \times 53 \times 139$	-           +		
6-QW-100TⅢ		$352 \times 174 \times 191$	$152 \times 52 \times 153$			
6-QW-55T		$240 \times 173 \times 190$	$154 \times 33 \times 150$			
6-QW-55TⅡ	85	$238 \times 172 \times 182 \times 202$	$153 \times 31 \times 168$			
6-QW-55TⅢ		$236 \times 171 \times 201 \times 221$	$151 \times 32 \times 181$	+           -		

(续)

电池型号	相当外国标准型号	最大外形尺寸 $L \times W \times H_1 \times H_2$ /mm	单格有效尺寸 $l \times w \times h$ /mm	极柱排列	材料	封口方式
6-QW-63T		288 × 173 × 174	152 × 37 × 138		共聚丙烯烯封	
6-QW-92T		352 × 175 × 189	155 × 52 × 152			
4-DW-135	高尔夫球车	259 × 182 × 246 × 288	168 × 60 × 228			
4-DW-180	高尔夫球车	259 × 182 × 295 × 336	173 × 60 × 279			
3-DW-180	高尔夫球车	259 × 182 × 247 × 289	168 × 79 × 226			

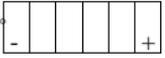
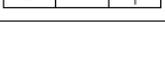
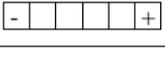
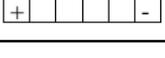
注： $L \times W \times H_1 \times H_2$ ——电池槽最大外形尺寸长 × 宽 × 槽高 × 总高

$l \times w \times h$ ——单体槽长(极板宽度方向) × 宽(极板厚度方向) × 高(深度)

### 附录 16 摩托车用铅蓄电池槽

电池型号	电池编号	外形尺寸 长 × 宽 × 高 /mm	单格有效尺寸 长 × 宽 × 高 /mm	极柱排列位置
6N4-T02	6N4-2A	70 × 70 × 94	18 × 65 × 76	
6N6-T04	6N6-3B	98 × 58 × 108	28 × 51 × 86	
6N12-T19	6N12-3B	106 × 81 × 145	30 × 76 × 120	
6N12-T52	6N12-3B	114 × 81 × 145	27 × 76 × 120	
12N2.5-T05	12N2.5-A	79 × 69 × 103	9 × 63 × 84	
12N3-T06	12N3-A	98 × 55 × 109	13 × 50 × 85	
12N4-T08	12N4-B	117 × 68 × 93	17 × 64 × 73	
12N5-T09	12N5-3B	119 × 60 × 124	17 × 55 × 100	
12N5-T99	12N5-3B	119 × 60 × 130	17 × 55 × 106	
12N6-T10	12N6-4A	135 × 70 × 95	19 × 65 × 73	
12N6.5-T01	12N6.5-4A	135 × 70 × 99	20 × 65 × 79	

(续)

电池型号	电池编号	外形尺寸 长×宽×高/mm	单格有效尺寸 长×宽×高/mm	极柱排列位置
12N6.5-T03	12N6.5-4A	141×72×101	21×67×83	
12N7-T11	12N7-4A	145×57×132	21×52×111	
12N7-T12	12N7-4A	135×74×129	19×68×107	
12N7-T13	12N7-4A	135×74×113	19×68×90	
12N7-T57	GM/C2-3D	130×90×115	19×84×93	
12N9-T14	12N9-3B	135×74×135	19×68×113	
12N10-T15	12N10-3B	133×88×148	18×82×121	
12N12-T16	12N12A-4A-1	133×80×160	18×74×136	
12N14-T17	12N14-3B	133×88×167	18×82×143	
6N4		85×71×94	65×20×79	
6N6		98×56×111	49×28×90	
12N2.5		81×77×105	65×10×89	
12N3		98×56×111	50×14×91	
12N4	细沙	114×70×91	62×16×70	
12N5 I		120×61×133	54×17×112	
12N5 II	V100	115×69×110	62×16×90	
12N6.5	珠江	139×66×103	59×20×83	
12N7 I	短	136×75×116	67×19×92	
12N7 II	佛斯第	149×60×130	51×21×110	
12N7 III	太子	114×69×134	62×16×113	
12N7 IV	豪迈	151×87×96	79×21×74	
12N9 I	铃木王	136×75×141	69×20×115	
12N9 II	大沙	151×87×109	78×20×85	

## 附录 17 部分蓄电池生产及相关单位

单位名称：上海德尔福国际蓄电池有限公司

地址：上海市浦东康桥工业区康桥路 700-800 号

邮政编码：201315

电话：(021) 58122888

传真：(021) 58121425

经营范围：汽车免维护蓄电池

企业性质：中美合资企业

电子信箱：elaine.zhao@delphi.com

单位名称：湖南金源电源设备有限责任公司

地址：湖南省常德市洞庭大道东段三间路 73 号

邮政编码：415003

电话：(0736) 7789788 7795659

传真：7794428

企业类型：有限责任公司

商标名称：恒力达

经营范围：阀控式铅蓄电池

电子信箱：jnyn@jnyn.com

网址：//www.jnyn.com

单位名称：上海海宝特种电源厂

地址：上海市七宝镇中春北路 7761 弄 188 号

邮政编码：201101

电话：(021) 64781356 34100972

传真：(021) 64782166

企业类型：私营

商标名称：海宝

经营范围：各类铅酸蓄电池产品、电动车系列产品、电源电器

电子信箱：high-power@163.com

单位名称：通用蓄电池有限公司

地址：广东省东莞市石排镇燕窝

邮政编码：523331

电话：(0769) 6527518 6525286

传真：(0769) 6525202

企业性质：合资

商标：TET 展龙

经营范围：铅蓄电池、塑料制品、五金玩具

电子信箱：tet@tet-battery.com.cn

网址：www.tet-battery.com

单位名称：杭州才星科技有限公司

地址：浙江省杭州市江干区新塘马台石弄 28 号

邮政编码：310021

电话：(0571) 86984396

传真：(0571) 86984396

企业类型：有限责任公司

商标名称：乾坤

经营范围：圆柱形电池、起动用铅蓄电池、动力型铅蓄电池、储能用铅蓄电池、高效通用脱漆剂、除锈

剂、空气马达、球形真空泵

电子信箱: zcb1937@163.com

单位名称: 江西省宜春高新蓄电池有限公司

地址: 江西省宜春市南郊邮桥

邮政编码: 336005

电话: (0795) 3130086

传真: (0795) 3130086

商标名称: 春台

经营范围: 起动用铅酸蓄电池

单位名称: 中美合资江阴康丽恩电池有限公司

地址: 江苏省江阴市北国工业开发区

邮政编码: 214414

电话: (0510)6359088 6359518

传真: (0510) 69518877

商标名称: 康丽恩 宏族

经营范围: 全密封免维护蓄电池、各种型号铅钙合金免维护极板、低锑合金干荷电极板、起动用蓄电池和极板、电动助力车用蓄电池和极板

电子信箱: kle@kanglieng.com

网址: www.kanglieng.com

单位名称: 新疆新蓄电池有限责任公司

地址: 新疆昌吉市延安南路 50

号

邮政编码: 831100

电话: (0994)2723794 2724472

传真: (0994) 2721264

企业类型: 国有

商标名称: 新蓄 金羚

经营范围: 起动用铅酸蓄电池全系列、小型阀控密封铅酸蓄电池

电子信箱: xdjck-cj@xj.cninfo.net

单位名称: 张家港市金帆电源有限公司

地址: 江苏省张家港市欧洲工业园

邮政编码: 215618

电话: (0512) 58591419

传真: (0512) 58591435

商标名称: 金帆

经营范围: 铅酸蓄电池生产设备、化成充放电电源、测试仪器

电子信箱: uujnfan@public1.sz.js.cn

网址: jsjf.com.cn

单位名称: 台州市速起蓄电池有限公司

地址: 浙江省台州市路桥区峰江型材工业区

邮政编码: 318050

电话: (0576)2677033 2672500

传真: (0576) 2672990

企业类型: 有限责任公司

商标名称：速起  
经营范围：铅酸蓄电池、电动玩具  
车及其配件制造

电子信箱：suqi@mail.tzptt.zi.cn

网 址：www.chinasuqi.com

单位名称：湖北骆驼蓄电池股份有  
限公司

地 址：湖北省谷城县石花镇武  
当路 83 号

邮政编码：441705

电 话：(0710)7611336 7617518

传 真：(0710) 7616869

企业类型：民营

商标名称：骆驼

经营范围：以起动用蓄电池为主辅  
以生产摩托车用、电动  
车用、船舶及工业用阀  
控铅酸蓄电池

电子信箱：camel@public.xf.hb.cn

网 址：www.chinacamel.com

单位名称：沈阳市巨谷蓄电池设备  
研究所

地 址：沈阳市 725 信箱

邮政编码：110035

电 话：(024)86783933 89340960

传 真：(024) 86785365

商标名称：JG

经营范围：极群铸焊机、板栅铸造  
机等蓄电池专用设备

电子信箱：info@jugu.cn.com

网 址：www.jugu.cn.com

企业名称：湖北金洋冶金股份有限  
公司

地 址：湖北省谷城县

邮政编码：441705

电 话：(0710)7611547 7617627

传 真：(0710) 7611658

商标名称：金洋

经营范围：免维护铅酸蓄电池板栅  
低锑、铅钙系合金、铅  
锑系合金、电缆护套铅  
合金、锑硒合金、电解  
铅、精铅、核屏蔽铅构  
件、全密封蓄电池正/  
负接线柱衬套铅零件及  
副产品等

电子信箱：jyyj@vip.163.com

网 址：www.jyyj.com

企业名称：哈尔滨市振开特种胶粘  
剂厂

地 址：黑龙江省阿城市新华镇

邮政编码：150317

电 话：(0451) 53896162

传 真：(0451) 53896163

企业类型：个人独资

经营范围：精细化工产品、胶粘剂  
等

电子信箱：zinkai@zinkai.com

网 址：zinkai.com

企业名称：迪卡龙（青岛）电子有  
限公司

地 址：山东省青岛市高科园科

苑经三路 8 号

邮政编码：266101

电 话：(0532)8705357 8705292

传 真：(0532) 8705259

企业类型：外商独资

商标名称：迪卡龙

经营范围：电池化成设备及检测设  
备、电源系统的生产及  
售后服务

电子信箱：info@digatron.com.cn

网 址：www.digatron.com

## 参 考 文 献

- 1 朱松然. 蓄电池手册. 天津:天津大学出版社, 1998
- 2 云振东, 单亦林, 陈小平. 汽车摩托车蓄电池 333 问. 北京:金盾出版社, 1993
- 3 蓄电池. 沈阳:沈阳蓄电池研究所, 2000
- 4 第六届全国蓄电池学术会议论文集. 沈阳:沈阳蓄电池研究所, 1999
- 5 第七届全国蓄电池学术会议论文集. 沈阳:沈阳蓄电池研究所, 2001
- 6 第八届全国蓄电池学术会议论文集. 沈阳:沈阳蓄电池研究所, 2003
- 7 电动车用铅酸蓄电池及周边技术文集. 沈阳:沈阳蓄电池研究所, 2002
- 8 宋宪明、张云廉等. 铅蓄电池制造专用设备. 北京:冶金工业出版社, 2000