

影响你一生的世界名人·三

最具影响力的 发明始祖

(上册)

邢春茹 主编

辽海出版社

图书在版编目(CIP)数据

影响你一生的世界名人/邢春茹主编. —沈阳 辽海出版社 2007.3

ISBN 978 - 7 - 80711 - 716 - 2

I. 影... II. 邢... III. 名人 - 列传 - 世界 IV. K811

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 036743 号

辽海出版社出版

(沈阳市和平区十一纬路 25 号 邮政编码 110001)

北京海德印务有限公司印刷

开本: 850 × 1168 毫米 1/32 字数: 1960 千字 印张: 110
责编: 于文海 陈晓玉 2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

定价: 396.00 元 (全 20 册)

前 言

马克思曾经说过：“文学是一定的社会生活在人类头脑中反映的产物。”

文学是一种社会意识形态，与社会、政治以及哲学、宗教和道德等社会科学具有密切的关系，是在一定的社会经济基础上形成和发展起来的，因此，它能深刻反映一个国家或一个民族特定时期的社会生活面貌。文学的功能是以形象来反映社会生活，是用具体的、生动感人的细节来反映客观世界的。优秀的文学作品能使人产生如临其境、如见其人、如闻其声的感觉，并从思想感情上受到感染、教育和陶冶。文学是语言的艺术，是以语言为工具来塑造艺术形象的，虽然其具有形象的间接性，但它能多方面立体性地展示社会生活，甚至表现社会生活的发展过程，展示人与人之间的错综复杂的社会关系和人物的内心精神世界。

作家是生活造就的，作家又创作了文学。正如高尔基所说：“作家是一支笛子，生活里的种种智慧一通过它就变成音韵和谐的曲调了……作家也是时代精神手中的一支笔，一支由某位圣贤用来撰写艺术史册的笔……”因此，作家是人类灵魂的工程师，也是社会生活的雕塑师。

文学作品是作家根据一定的立场、观点、社会理想和审美观念，从社会生活中选取一定的材料，经过提炼加工而后创作出来的。它既包含客观的现实生活，也包含作家主观的思想感情，因此，文学作品通过相应的表现形式，具有很强的承载性，这就是作品的具体内容。

文学简史主要指文学发展的历史进程，这跟各国历史发展是相辅相成的。历史的发展为文学的发展提供了时代背景，而文学的发展也形象地记录了历史发展的真实面貌。

总之，学习世界文学，就必须研究世界著名文学大师、著名

文学作品和文学发展历史，才能掌握世界文学概貌。

为此，我们综合了国内外最新的世界文学研究成果和文学发展概况，编撰了“世界文学知识大课堂”丛书。本套书系共计 20 册，包括《中国文学发展概论》、《中国文学大家》、《中国文学精品》、《世界古代文学发展概论》、《世界古代文学大家》、《世界古代文学精品》、《世界近代文学发展概论》、《世界现代文学发展概论》、《西欧现代文学大家》、《南北欧现代文学大家》、《中欧现代文学大家》、《俄苏现代文学大家》、《美洲现代文学大家》、《亚非现代文学大家》、《西欧现代文学精品》、《东南欧现代文学精品》、《中北欧现代文学精品》、《俄苏现代文学精品》、《美洲现代文学精品》、《亚非现代文学精品》。

本套书系内容全面具体，具有很强的资料性和系统性，是广大读者学习了解世界文学的良好读物，也是广大图书馆珍藏的良好版本。

本书由萧枫同志主编，参加编撰的还有宋涛、张林、李雪、胡元斌、窦俊平、廖海丽、聂丽、寻美琴、李娟、鹿清斌、王德雪、张立立等人，在此对他们付出的辛勤劳动表示感谢！

目 录

鲁 班	1
李 冰	3
蔡 伦	5
张 衡	9
华 佗	12
魏伯阳	14
马 钧	16
葛 洪	22
酈道元	24
一 行	27
毕 昇	29
黄道婆	33
沈 括	39
王 祯	42
朱世杰	44
维萨里	46
徐光启	49
宋应星	51
路·盖里格	53
安东尼·列文虎克	55
G·W·莱布尼茨	59
詹姆斯·哈格里夫斯	61
詹姆斯·瓦特	68
卡尔·舍勒	71

萨迪·卡诺	73
爱德华·琴纳	76
威廉·赫谢尔	79
H·C·奥斯特	80
汉弗莱·戴维	82
乔治·斯蒂芬逊	85
雷奈·利奈克斯	88
埃利阿斯·霍威	90
路易斯·达盖尔	96
约瑟夫·弗劳恩霍费尔	99
莫尔斯	103
迈克尔·法拉第	105
W·R·哈密顿	108
弗里德里希·维勒	111
罗伯特·富尔顿	118
亨利·贝色麦	122
西门子	129
奥古斯特·霍夫曼	135
塞麦尔维斯	139

鲁 班

鲁班，生于公元前 507 年，约卒于公元前 444 年左右。姓公输，名般，又称公输子、般输、鲁般。鲁国（今山东曲阜）人，中国春秋时期科学家。

鲁班应称作公输般，因为他是鲁国人，“般”与“班”同音，古时通用，所以人们常称他为鲁班。

鲁班出身于手工业奴隶家庭，所以从小便受到熏陶，跟随家里人参加各种建筑工程劳动，积累了丰富的实践经验。

鲁班是我国古代最优秀的土木建筑工匠之一，也是相传有许多发明创造的大发明家。从古至今两千多年来，他一直被土木建筑工匠们尊奉为祖师。

鲁班在机械、土木、手工艺等方面都有所发明。在公元前 450 年左右，他来到楚国，开始帮楚国制造进攻型的武器。他曾创制出云梯和钩强用以攻打宋国，但是被墨子及时地制止了。后来在墨子的劝说下，鲁班开始专门从事制造一些实用的生产生活工具，造福于人民。

鲁班的发明创造有很多。据《物原》、《古史考》等很多古籍记载，木工所使用的不少工具都是他创造的。像曲尺（也称矩），就是鲁班发明的，所有又叫做“鲁班尺”。还有墨斗、刨、钻、凿子、锯、铲子等器具，传说都是鲁班发明的。

鲁班还是一个很高明的机械发明家，他做的锁，机关于内里，表面看不出痕迹，必须要有配置好的钥匙才能打开。《墨子·鲁问篇》中有这样的记载：“公输子削竹木以为鸢，成而飞之，三日不下。”说的是鲁班造出的木鸟能乘风力飞翔，三天不会降落。另传说鲁班还制造过一种机动的木车马，这部机械由木人驾驭，内置机关，可以自由任意行走。后世的许多科学家，都受其

影响，努力的探索过其中的奥妙。

鲁班还发明过不少的农机器具，先进的农业工具是古代农业发达的重要条件之一。在《世本》和《物原·器原》记载他制作了石础、砮、磨、碾子等当时很先进的粮食加工机械。

古代民间还传说他曾主持造过桥梁，他的妻子云氏为了使工人们不受日晒雨淋而发明了雨伞。

当然，有些关于鲁班的传说未免夸张，可能与史实有些出入。可是这些有关他的发明创造的故事，实际上就是我国从古至今一代代充满智慧的劳动者的故事。

李 冰

李冰，中国古代科学家，其身世和生卒年代已经无法详考。只知道约在公元前 256 年（秦昭王五十一年），李冰被任命为蜀郡太守，此外还流传有他父子二人兴建都江堰的故事。

水利是农业的根本命脉，我们的老祖先很早就认识到这一点，并开始致力于水利工程建设和研究。于是春秋之际在中原地区建设了四大水利工程：河北漳水十二渠、关中平原郑国渠、安徽寿县的芍陂、四川灌县都江堰。这其中最为人们所熟知的要数都江堰，这是因为它至今基本上仍是当初原貌，李冰设计的都江堰，用今天的科学来分析，也仍然是无懈可击的。

都江堰是世界历史罕见的水利工程。

李冰采用人工的办法，在距离玉垒山稍远的江心，筑起一道分水堰，迫使岷江流到玉垒山前分成两股，让其中一股流入宝瓶口。在波涛汹涌的江中筑成如此的大堰，何其难也。当时用鹅卵石筑，石头太小，水一冲即垮；用开凿宝瓶口的大石块筑，投入水中，仍被冲得东摇西晃。李冰从多次失败的试验中，终于采用漫山遍野的竹子，编成竹笼，再装上鹅卵石，形成一个整体，一举获得成功。这个简单而有效的办法，形成水利史上有重大意义的发明创造，一直为后来的水利工程所广泛采用，直到今天筑堤修堰时常用的“铅笼”，也是根据这个原理制作的。

都江堰是我国古代农田灌溉系统的杰作，至今已有 2200 多年的历史了。其规模之大，建筑之早和收益之宏，在古代世界是没有先例的。

都江堰由分水“鱼咀”、“飞沙堰”和“宝瓶口”三项主要工程组成。分水“鱼咀”是中流作堰，把岷江一分为二。东边是内江，是岷江的别流；西边是外江，是岷江的主流。“飞沙堰”

是调节入渠水量的溢洪道，而“宝瓶口”是总进水口。李冰采用“分流守江，筑堰引水”的办法，使这三项工程互相依赖，互相调节，互相制约，构成了一个设计周密、布局合理的水利枢纽工程，具有灌溉、防洪和航运等多种效益。

都江堰以其高度的科学性和创造性的完美结合，一直使用了两千多年，灌溉了内江两岸的千里沃野，至今完好。因此李冰和他所兴建的都江堰受到无数中外科学家的一致赞誉。

蔡 伦

蔡伦，中国东汉桂阳（今湖南郴州市）人，字敬仲。大约公元75年（东汉明帝刘庄永平末年）到了洛阳，随后进宫当了太监。公元79年，和帝刘肇即位，把蔡伦提升为中常侍（宦官中较高的官职），参与国家机密大事，后兼任主管制造御用器物的尚方令，监督制造宝剑和其他器械。

在担任尚方令期间，蔡伦经过认真总结西汉以来的造纸经验，进一步改进了造纸技术，于元兴元年（公元105年）奏报朝廷，使用和推广造纸术。因此，后世人都传蔡伦为我国造纸术的发明人。1957年，考古学者在陕西长安县灞桥发现了一座古墓，发现了一面铜镜下放着成叠的纸，共有88张残片，被命名为“灞桥纸”。这种纸主要是用麻和少量芒麻纤维制成，是已发现的世界最早的植物纤维纸。

1987年底，我国研究造纸史的专家潘吉星先生将西汉几种纸样送到日本有关科研机构鉴定，均确定为植物纤维纸，其中“灞桥纸”较为原始。由此得出结论说：中国的造纸术早于蔡伦200年。

蔡伦在担任尚方令时，主管尚方的各种事宜。这样蔡伦就有机会经常和手工工人接触，他们的精湛技术和创造精神对蔡伦有深刻的影响。

蔡伦本人善于赋诗作书，需用大量的纸张。他深知缺纸的苦处和书写上的困难。他决心克服困难，攻克难关，改进造纸术，提高纸张质量。

蔡伦首先想到，缣帛很轻便，但价值昂贵，必须利用一些价值低廉的原料来造纸。蔡伦在认真总结劳动人民用各种植物造纸的经验以后，改用了树皮、麻头、破布和旧渔网等，代替原用麻

布、丝帛、苧麻、线头等原料，这些原料货源丰富，到处可以找到，价钱便宜。首先解决了以前原料价格高、原料少的问题。这样做，不仅大大降低了产品的成本价格，而且为大量进行生产创造了条件。特别是用树皮做原料，开创了近代木浆纸的先声，为造纸业的发展开辟了广阔的途径。另一方面，蔡伦在造纸工艺上也有重大突破。据考古情况推测，当时造纸时，先把原料洗涤切断，浸渍沤制，并加入适量的石灰浆升温促烂和蒸煮等工序，以后反复大力舂捣，分离出纤维纸浆，再把这些纸浆用细帘子捞取，漏去水分，晾干，揭下来，压平研光。

改进工艺后生产出来的纸张，具有体轻质薄、价格低廉、经久耐用等特点。

元兴元年（公元105年）蔡伦把这批纸献给朝廷。汉和帝看了这种纸，十分赏识蔡伦的才能，并马上通令天下采用。从此，造纸术在我国推广了起来。

新纸受到了人们的广泛欢迎，并逐步取代了旧的书写材料。

蔡伦对造纸术的主要贡献有两条：一是他使以前比较粗糙的植物纤维纸变成质地优良、堪作书写用的植物纤维纸；二是他使造纸材料的来源大大地扩大了。他不但用麻、破布、鱼网，而且还用树皮作原料，这大大降低了纸的成本，从而使纸的运用普遍推行开来。晋人傅咸在《纸赋》中赞美说：“夫其为物，厥美可珍。廉方有则，体洁性真。含章蕴藻，实好斯文。”说蔡伦的纸实在很美，令人珍爱，又廉价、方便、洁净，深得人们喜爱，从根本上改变了纸在社会上的地位。

蔡伦的造纸工艺对现代造纸术仍有直接影响的有两个关键步骤：一是在草木灰水中蒸煮，这是现代碱法化学制浆过程的滥觞；二是纸模的设计，要能使它的孔与纸浆中的纤维尺寸相适合，既能很快地使水漏下，又能使纸浆纤维留在上面，形成均匀的薄层。当时，虽然用的是细密帘子，却是现代纸模即抄纸器的雏形，而抄纸器是长网造纸机或圆网造纸机的主要部件。可以说，蔡伦的造纸工艺不过是现代造纸工艺的原始形式。

蔡伦的造纸术极大地促进了东汉造纸业的发展，造纸技术也

不断提高。东汉末年，东莱（今山东黄县）人左伯造出了质量很高的纸，成为历史上又一著名的造纸能手。他造的纸比“蔡侯纸”更加光洁细腻，成为当时名贵的书写材料。

在“蔡侯纸”的推动下，东汉人孔丹还发明了著名的“宣纸”，它因盛产于安徽宣城而得名。宣纸又叫“四尺丹”，是为纪念孔丹而得名。它是国画艺术的重要载体，使我国的国画艺术兴盛两千年而不衰。19世纪末，宣纸还曾获得巴拿马博览会金质奖章。

蔡伦用自己的非凡才华，为人类文化的传播和发展做出了伟大的贡献。但是，东汉时期政治腐败，到了安帝时，宦官和外戚轮流执政，统治阶级内部矛盾重重，互相倾轧。安帝元初三年（公元114），窦太后因蔡伦长期保卫宫廷有功，封他为“龙亭侯”，封地在今陕西省洋县，故后人又称蔡伦造纸为“蔡侯纸”。

安帝让蔡伦主持校正经传文字。公元121年，有人向汉安帝告发，蔡伦从前奉窦太后的命令，曾参与谋杀汉安帝祖母的事件。蔡伦获悉后，不愿意受此侮辱，服毒自尽了，草草终结了一生。

为了纪念蔡伦的万世功德，人们为他造庙塑像。在蔡伦的故乡桂阳（今湖南郴州），元朝曾重修蔡伦庙。在他的墓地陕西洋县龙亭辅，也有祠庙，每年有地方政府代表致祭。过去国内和日本的造纸工人都奉他为祖师。蔡伦的伟大功绩，将永远受到人类的尊敬和纪念。

自公元3世纪至4世纪，纸张基本上取代了简、帛，成了我国惟一的书写材料，促进了我国科学文化的传播和发展。

随着社会生产力的发展，我国在各个时代都生产出有代表当时工艺水平的纸。晋朝时的“侧理纸”；南北朝的“凝光纸”；唐宋时期四川的“十色笺”和“薛涛笺”；北宋时期的“澄心堂纸”；南宋时期的“金粟山藏轻纸”；明清时期的“宣纸”等等。其中“左伯纸”质地匀净细密，色泽鲜明而很受人们的欢迎；“澄心堂纸”色彩种类很多，纸面研磨光滑，以半透明而平滑的纸面上隐现出鸟兽花木形象（水纹纸）而闻名；“宣纸”以洁白

光润，坚韧细密，长不变色等优点名驰中外，享有“纸寿千年”的盛誉。

造纸术由中国首先传到了朝鲜和越南，大约在隋朝末年（公元 610 年），由朝鲜又传到日本。往西又传到撒马尔罕，以至巴格达、大马士革、埃及与摩洛哥。到了公元 1150 年在阿拉伯人统治下的西班牙开始造纸，这是欧洲第一个造纸工场。

1212 年罗马教廷征服了伊斯兰教统治下的西班牙之后，造纸业才在欧洲迅速发展起来，这比蔡伦发明造纸术的年代整整晚了 1000 多年。直到 18 世纪末，西洋纸仍然几乎全用手工制造。

现代的造纸业虽均已改用机器打浆和抄纸，但它的基本原理，还是与中国旧造纸方法相同。造纸原料的十分之七八已为木浆所代替，但造高级印刷纸、卷烟纸、宣纸和打字蜡纸等仍使用蔡伦所用过的破布、鱼网、麻头和树皮等原料。

英国著名科学家弗兰西斯·培根评价“四大发明”时说：“它们改变了世界上事物的全部面貌和状态，又从而产生了无数的变化；看来没有一个帝国，没有一个宗教，没有一个显赫人物，对人类事业曾经比这些机械的发现施展过更大的威力和影响”。

张 衡

公元 138 年的一天，在距当时的东汉都城洛阳有一千多里的陇西发生了一次大地震。几天后，报信的人骑马赶到京城报告皇帝，大家才知道这件事。一旦得到这个消息，马上全城都轰动了，原来前几天早就有一个人用一个仪器测出了它的方向，但当时并没有一个人相信。这一下，发明了这个仪器的人名扬全国，甚至有人把他看作圣人。

这个人就是张衡，而他发明的这个仪器叫地动仪。张衡出生在南阳石桥镇。他的祖父曾经做过官，但因为为官清正，家中并没有什么财产。张衡的父亲去世后，他家的日子变得艰难起来。

张衡从小爱读书。除了读书以外，还经常观察工匠们干活。要不就摆弄竹片、树枝，做些精巧的小玩意儿给朋友玩。在石桥镇，几乎没有比他更心灵手巧而且有学问的人了。但他一点也不满足，决定到外地去游学，以增长学问。

在当时，长安是西汉的都城，洛阳又是东汉的都城，人们合称他们为“二京”。张衡决定到“二京”游学。他辞别家乡，首先向西到长安去，开始了他的游学历程。一路上，他四处拜访有学问的人，并把听到和看到的事都记了下来。在洛阳，他结交了许多有学问的人，其中崔瑗便是他的一个好朋友。崔瑗对天文历法很感兴趣，在他的影响下，张衡渐渐开始爱上了天文历法。

由于勤奋好学，张衡很快便成了洛阳城的著名人物。有一次，南阳太守派人来告诉张衡，推荐他去当官。但他谢绝了。他认为做不做官不要紧，要紧的是研究学问。后来官府又几次派人来请张衡去做官，他都没有答应。

几年过去，张衡学问大有长进，名声也越来越卓著了。但他

家的生活越来越困窘，正巧南阳太守鲍德又来请他去做官，他想到鲍德是一个有道德有学养的人，就答应了他。于是，张衡在鲍德的手下做了一名主簿，负责处理和起草公文。

在鲍德的手下干了一段时间，张衡帮助老百姓干了许多好事，不断显露出他的才干。鲍德见他果然有才干，更加信任他了。他又建议鲍德建立了郡学，供读书人学习。不久，他又把自己的游学经历写了下来，这便是著名的《二京赋》。他前后用了十年时间，才最后写成。这篇赋一写成，立刻轰动了京城。读书人争着阅读传抄。不过因为它篇幅太长，没有流传下来。

后来，鲍德被调到京城当官，张衡便又回到家中专心研究起学问来了。他开始研究《玄经》，这是一本研究宇宙现象的哲学著作，也谈到了天文历算等问题。这本书对张衡产生了很大影响。他从此把兴趣转移到对宇宙现象的探索里。

有一年，东汉皇帝汉安帝下令，要全国各地推选有学问的人到洛阳做官，张衡也被选到了京城，由于他对天文历法有深入研究，朝廷便任命他当太史令，负责天文、历法、气象、地震等方面的事。张衡从此更专心地研究天文学了。他每天都在认真地观察着星空，不论严冬还是酷暑。通过长期的观察记录，张衡把它都写在一部叫《灵宪》的书里。到现在这部书在天文学史上还占有极高的地位。

张衡不但写书，对观察到的现象加以理论总结，而且将这些加以实践，从而创造出能实际操作的天文仪器。前面说过的地动仪便是一例。另外他还发明了浑天仪。这是一种天文仪器，可以反映天上星星的变化。

浑天仪的制作精巧：他先找来一些竹子，用刀将它劈成片，然后在它们上面刻上度数，再将这些竹片编成一个圆球。然后请木匠将它做成一个木模，再烧铸成铁球。他又想出用漏壶滴水的办法，推动仪器自己转动。他通过计算，在仪器内装了精致的齿轮，当漏壶不停地滴水时，带动仪器绕轴缓缓地旋转起来。漏壶中的水经过一天一夜滴完，仪器也正好转完了一圈。为了说明这个仪器的结构和原理，张衡还写了一本书叫《浑天仪图注》。根

据这本书，人们可以知道汉代的浑天仪是什么样子，汉代的人是如何理解天象变化的。

由于张衡生性耿直，得罪了不少人，他们在皇上面前说他的坏话，时间一长，皇上相信了他们的话，便把他调离了京城，到河间任太守。但在河间做太守期间，因为和河间王刘政发生矛盾，他在政治上无所作为，学问又无法再钻研下去，终于在苦闷中与世长辞。

华 佗

华佗出生于东汉末年，生活于战争不断、兵荒马乱的年代。他从小就醉心于医学。他想通过自己的医术减少人民的痛苦。

长大后，他成了一个远近闻名的医生。一般的病，只要经他治疗，都能治好。他发明的麻沸散，是一种麻药，是当时世界上最早发明和使用的麻药。而它的发明源于一次偶然的機會。

一次，一个喝醉酒的人因为绊倒在门槛上，头被碰出了很长的一段伤口。在华佗给他动手术缝合伤口的过程中，这个喝醉酒的人一直都没有喊疼。但第二天，这个病人开始喊疼了。华佗意识到酒起到了麻醉作用。由此，他得到启发，假如将酒掺入给病人用的药中，不就可以起到麻醉效果了吗？于是华佗反复做了很多的试验。最后，他终于研制成一种叫“麻沸散”的麻醉药。以后，再给病人动手术时，只要先吃上这种药，等到病人全身失去知觉后，他便可以放心地给病人动手术了，这是华佗对世界医学的一个伟大贡献。它比现在西医用的麻醉药早发明了一千六百多年。

华佗针对人的生理特点，还编了一套五禽戏。他认为古往今来那些长寿的人之所以长寿是因为他们爱运动的结果。运动是抵御疾病的一个重要的方式和有效的办法。所以，他根据各种鸟禽走兽的动作自编了一套动作。这五禽戏包括“虎、鹿、熊、猿、鸟”五种动物。或扑打，或跳跃，或飞腾，或摇摆。练过之后，效果特别明显。他的学生吴普据说就是因为坚持练“五禽戏”活到九十多岁还很健康。

华佗不仅发明了麻沸散和创造了“五禽戏”，还对各种疑难杂症很有独到的见解与治疗方法。比如有个太守得了一种病，他一天到晚寝食不安。饭不香，睡不眠。华佗在看了他的病症之

后，很快想出一套治疗的办法。他每天给太守看过病后都要要许多钱。一连好多天，都是这样。但太守的病并不见好。然后有一天，突然有人报告太守说华佗带着钱财潜逃了。太守听说之后大怒，一气之下，吐了很多的血，而那些血竟都是紫黑色的，吐过之后，太守忽然发现自己好了。原来，华佗已知道太守的病由平时淤血而引起，必须逼出这些淤血后才能好。于是想出了这个激将法，结果一试就灵。

还有个叫陈登的广陵太守，一向自诩身体好，从不生病。突然有一天得病了，浑身就像被人塞了什么似的，老不舒服。他把华佗请了来。华佗看过之后，断定他是因为吃了没煮熟的活鱼虾的缘故。给他吃了药，等到吃完第二次药便起作用了。吐出许多没有煮熟的鱼肉和虾。不过，华佗又告诉太守他的病三年后还要犯。三年后，果然又犯了，因为华佗不在，结果太守不治而亡。华佗的从医经历使他名声更大了。人们都称他为神医。

时任汉朝丞相的曹操得了偏头痛，总医不好，闻听华佗的名声，便把他请去治病。病治好，并不放他走，生怕再犯。但华佗想为更多的人治病，便借故回了家。回家后，便一去不还了。曹操很生气，一气之下，命人将他抓来，关进牢里。

第二天，华佗便被杀了。中国的一代名医就这样带着遗憾走完了他的一生。但他对医学的贡献永远都不会被人们忘记。他永远都是一个伟大的医学家。

魏伯阳

魏伯阳，名翱，号云牙子。生卒年不详，会稽上虞（今浙江上虞）人，中国东汉时期化学家。

魏伯阳的生平在正史中毫无记载。葛洪的《神仙传》记载到：“魏伯阳出身高贵，而性好道术，不肯仕宦，闲居养性，时人莫知其所从来”。五代时期，彭晓在《周易参同契分章通真义》的序言中曾介绍过魏伯阳是东汉会稽上虞人，不知师承何处。他“博赡文词，通诸纬候”，他在自己的著作中“密示青州徐从事、徐乃隐名而注之。至后汉孝桓帝时，公复传授与同郡淳于叔通，遂于行世”。这说明魏伯阳是生活于东汉桓帝（公元 147—167 年）前后的人物，他的弟子有徐从事，淳于叔通。

我国古代的炼丹术，实际上就是化学研究的开始。公元前 4 世纪，邹衍首创“黄白之术”，那时的炼丹方士，已开始炼“不死之药”。西汉淮南王刘安和汉武帝都曾广求方士以炼丹，到了魏晋南北朝更是盛行炼丹之风。魏伯阳的著作《周易参同契》，则是世界上最早的炼丹学专著。

《周易参同契》全书约 6000 多字，以韵文形式写成，是一部以阴阳学说为指导的炼丹技术专书。书中总结了前人的经验，提出了炼丹的理论，特别是通过实验得出物质变化遵循的客观规律。书中记述了水银和铅的炼制方法，如“胡粉投火中，色坏还成铅”的记载。也提到金的性质和有关铅、汞的某些化学反应。书中记载了水银容易蒸发，也容易与硫磺化合成硫化汞。从这部著作中，还可以了解到当时人们炼丹的设备和工具，书中第一次出现了“丹鼎歌”。丹鼎是炼丹用的鼎炉，它是升华过程中重要的工具。这些重要的记载和成就，远远超过了当时世界各国。

由于古代炼丹是为了炼制长生不老药，故此也难免蒙上了神

秘的色彩。事实上，炼丹术并不能达到使人长生的目的，但客观上却导致了制药化学的开端，提高了化学药物的应用范围，促进了制药化学的发展。中国炼丹术很早就西传波斯、阿拉伯及整个欧洲，为世界制药化学做出了重大的贡献。

马 钧

中国古代有许多能工巧匠。三国时期的马钧，就是其中一位著名的代表人物。他技艺高超，在传动机械方面很有成就，当时人们都很尊敬他，称他为“马先生”，赞誉他是“天下之名巧”。

东汉末年，宦官、外戚争权，封建军阀混战，社会动荡不安。三国时期，战争虽然没有停止，但是就总的环境来说，却相对地稳定了下来。魏、蜀、吴三国的统治者，为了增强自己的力量，都比较注意恢复和发展生产。而恢复和发展生产，就需要解决生产中遇到的一些技术问题。马钧就是生活在这样一个时代。他为了解决生产实践中的问题，搞出了许多科学技术发明。

马钧，字德衡，出生于曹魏统治下的扶风，也就是今天陕西省的兴平县。扶风地处渭河平原，农业和手工业生产都比较发达，是一个经济繁荣的地区。

少年时期的马钧，家境很贫穷，大概没有受过比较正规的教育。但是，他能够刻苦自学，读了很多书。他除了从书本上获得渊博的知识外，还十分注意向经验丰富的工匠学习，并通过认真观察和钻研实际事物，掌握各种生产技术。据说，马钧年轻时喜欢到各处游玩，并没有意识到自己能够成为技术高超的工匠。然而，在游历过程中，他却学到了更多的实用知识和技术，从而为他日后的创造发明打下了坚实的基础。

这时的马钧，由于口吃的缘故，不善言谈。或许正是因为他不爱多说话，倒使他能有更多的时间和精力集中于思考问题，开动脑筋，勤于动手，这给他的成长带来了更大的好处。马钧在掌握了一些知识和技术之后，从来也不在别人面前夸夸其谈，吹嘘自己。因此，马钧年轻时，人们对他的高超技艺也就不怎么了解。看来，青少年时代的马钧，是一个脚踏实地、默默无闻的

人。

马钧的成名，是在他到京城洛阳做官之后。魏明帝曹散在位时，他在魏国朝廷里先任博士，后又任给事中。博士是一种学有专长的官员，给事中的职责也只不过常在皇帝左右应对一些问题，这两种官职都带有顾问的性质，并没有什么实权。当然，他得到的俸禄也就不会很多了。加上马钧既不会钻营奉承，又不善于辞令，因此在朝中很不得意。

根据史书上的记载，马钧担任博士的时候，生活仍然比较贫困。为了摆脱困境，他潜心钻研技术，希望能在在这方面有所作为。马钧的发明创造，就是这时从改进织绦机开始的。

织绦机是我国古代一种织丝机具，能织出提花的丝织品。西汉时期，河北巨鹿人陈宝光的妻子，发明了一种织绦机。这种织绦机，每台有 120 组经线，需要 120 个踏板。织成一匹散花绦，要用两个月时间。由于工序复杂，费时费力，因此织出来的绦，价钱很高，“匹值万钱”，普通老百姓根本买不起。后来，经过改进，有人将织绦机简化成 60 个踏板，或者 50 个踏板。每个踏板操纵织机上的一组经线。虽然经过了这样的改进，但是操作起来还是很费力，而且效率也不高，织一匹绦仍需几十天时间。

马钧决心将这种织绦机加以改良。他经过深入钻研，多次试验，终于改制成功，造出了新式的织绦机。这种织绦机，把原来织机上 50 组或 60 组经线，合并成 12 组；这样，只需要安装 12 个踏板就行了。同时，他还在织机上设计安装了一些别的装置，使之操作起来更为灵便。新式织绦机使生产效率提高了十多倍。它不仅大大减轻了人们的体力劳动，而且织出来的丝织品，图案变化无穷，有各种各样的花纹，质量比以前更好了。马钧改良织绦机，不仅推动了我国古代丝织技术的发展和提高，而且对于后来制造和推广家庭使用的织布机，也起到了一定的影响和推动作用。

如果说织绦机的改良推动了手工业生产的发展，那么，马钧发明的“翻车”则极大地推动了农业生产的发展。

当时，洛阳城里有一块空地，很适合于种植蔬菜。但是因为

这里的地势较高，无法引水灌溉，所以一直荒芜着。马钧看到这种情况，觉得让这块可耕地荒芜下去，非常可惜。于是，他为了把这块荒地改成菜园，决心研制一种提水工具，解决灌溉问题。经过长时间的思索和精心设计，一种新型的提水工具终于创制出来了。这种工具名叫“翻车”。他又进行了多次试验，证明翻车能够把河水提上坡地，非常管用。据史书记载，马钧制造的翻车，能够“灌水自覆，更人更出”。就是说，翻车能够将河水刮上岸来，自动倾倒流出，而且循环不停。由于它的结构灵巧，不需要花费多大的力气，因此连小孩子都可以操作。翻车运转起来，提水效率很高。这样，不仅使洛阳城内的那片荒地变成了菜园，而且在我国农村中很快得到普遍的推广应用，大大促进了农业生产的发展。

马钧发明的翻车，一直流传了下来。因为翻车内用来刮水的木板叶，是一节一节地连接起来的，好像龙骨一样，所以也称为“龙骨水车”，简称水车。又因为它操作时是用双脚踩动，所以又叫做踏车。虽然马钧发明的翻车原样，没有保留下来，但是我们从后代人的记述中，却可以看到这种提水工具的式样、结构及其制作方法。

在元代王桢的著作《农书》和明代徐光启的著作《农政全书》中，都记述了马钧创制翻车之事。根据这两部书中的记载，可以知道翻车的构造。它的车身用木板做成长约 6.7 米的槽，槽的宽度不等，0.132 米至 0.231 米均可。槽内有行道板一条。木槽的两头安装大小轮轴；大轴在木槽上头，小轴在木槽下头。再将一片一片连接起来的板叶，套在轮轴上面。大轴两端各带拐木，置于岸上木架之间。操作时，人扶着木架，踏动拐木，板叶随着轮轴转动起来，于是河水就沿着槽内的行道板被刮上岸来了。王桢赞叹说：“水具中机械巧捷，惟此为最。”对于翻车的发明，给予了很高的评价。

马钧在担任给事中的时候，在朝廷上同散骑常侍（宫廷的侍从官）高堂隆、骁骑将军秦朗发生过一次激烈的争论。争论的主要问题是古代究竟有没有指南车。

传说我国上古时代，黄帝在同蚩尤作战时，曾使用过指南车，辨明方向。西周时，周公也制作过指南车，但是没有流传下来。马钧对这种指南车非常有兴趣，很想将它制造出来。当时，朝廷内的一些大臣对此都抱着怀疑态度。一次，高堂隆和秦朗都说古代根本就没有指南车，不过是传说而已，不足为凭。马钧却说：“古代很可能是有指南车的，只是后来没有人对它进行研究，以致失传了。这有什么深奥呢？”高堂隆和秦朗非常高傲，平时就瞧不起马钧。这时，他们见马钧竟敢反驳，于是讥讽嘲笑道：“先生你名叫钧，字德衡。钧，是陶器的模型；衡，能用来称东西的轻重。如果连轻重都没有弄准确，又怎么能够制造出模型来呢？”马钧听后非常生气，不愿意再同他们争论下去了，便说：“空口争辩毫无用处，我们不妨试制一下，就可以得到证明了。”

高堂隆和秦朗把这件事向魏明帝作了汇报。于是，魏明帝就命令马钧制造指南车。马钧夜以继日地苦心钻研，过了一段时间，终于把指南车制造成功了。这辆指南车在实际表演中，真是灵巧极了。无论驾车的人将它向东南西北哪个方向转动，车子上站立着的木人始终手指南方。其中巧妙之处，简直无法用语言表达出来。人们交口称赞马钧，就连高堂隆和秦朗也不得不在事实面前服输了。

指南车也称司南车，是用来指示方向的两轮车。它的发明，是我国古代机械制造方面的一项重大成就。可惜的是，马钧制作的指南车，既没有实物保存和流传下来，它的制造方法也没有记载。因此，历代都曾有人进行过研究制造。特别是宋代的燕肃，在重新制作指南车方面成就最为突出。根据《宋史》中关于燕肃等人制造指南车的记载，我们可以推知，这种指南车的结构，同马钧所制造的指南车，可能大致上差不多。

除了指南车之外，马钧还创制了一种能够连续射出石头的军事器械，名叫“发石车”，也可称之为射石机。提到射石机，还得从诸葛亮发明的连弩说起。当时，魏国与蜀国之间经常发生战争。蜀国丞相诸葛亮创制了一种武器，利用机械力量连续发射箭矢，称为“连弩”。据说每次能射出10枝箭，杀伤力强，对魏国

将士的威胁很大。马钧看到连弩后，认为这种武器巧妙固然巧妙，但是还不够完善；如果再改进一下，可以将杀伤力提高5倍。他没有去改进连弩，而是创制了一种轮转式射石机。原来有一种单发式射石机，每次只能射出一块石头，而且射出的石头往往被敌方城楼上悬挂的湿牛皮挡住落地了，因此威力不大。马钧经过研究后，将这种射石机加以改制。他制作一个木轮，将几十块石头挂在木轮上，利用机械力不断地转动木轮，然后割断拴石头的绳子，于是石头就接连不断地向敌方的城楼射去，其速度如闪电一般，十分厉害。在制造射石机的过程中，马钧曾在车轮上悬挂几十个砖头瓦块做过试验，能够射出几百步远。这种轮转式射石机，在当时来说，真可以算得上是一种远射程的先进攻城武器。

雕刻精巧的木偶，是我国一种历史悠久的民间艺术。这些木偶不会动弹，只能作为摆设，以供观赏。可是，经过马钧的巧妙构思和制作，木偶却能够活动起来了。

事情是这样的。有一天，有个朝臣向魏明帝进献了一套玩杂技的木偶。这些木偶雕刻得非常精巧，可就是不会动。魏明帝想到了马钧，看看他能不能设法让这些木偶活动起来。在召见马钧时，魏明帝问他：“你能够使这些木偶自己动起来吗？”马钧回答道：“能！”魏明帝又问：“你还能进一步做到使这些木偶进行表演吗？”马钧又作了肯定的回答。于是，魏明帝便让马钧去进行制作。

马钧接受了这项任务，并不轻松。他把木偶带回家后，反复观察，仔细琢磨。经过一番苦心钻研和设计，制作出一个又一个能够表演各种动作的活动木偶。他先用木材造成一个小戏台。在戏台下面安装上木头齿轮，利用水力推动齿轮。再用木材做了各种各样的男女木偶。这些木偶在戏台上，通过机关与台下的齿轮相连接。当齿轮转动时，便带动了台上的木偶，那些木偶就开始表演起来了。木偶们的表演丰富多彩，有的击鼓，有的吹箫，有的舞剑，有的倒立。至于翻筋斗、叠罗汉、舂米、斗鸡的，样样都有。甚至还有木偶扮做官员，表演坐堂的样子。真是变化多

端，好不热闹。魏明帝和群臣观赏到这种奇妙的木偶杂技表演，都感到十分开心。

马钧创制的这种有趣的活动木偶，被人们称之为“水转百戏”。活动木偶的制作，不仅给人们增添了欢乐，丰富了人们的文化生活，尤其值得称道的是，它表现出马钧对机械传动作用的深刻认识和掌握，反映出我国古代科学技术的高度水平。

葛 洪

葛洪（公元 283 ~ 343 年），字稚川，自号抱朴子，丹阳郡句容（今江苏句容县）人，中国晋朝科学家。

葛洪出身于一个没落的官僚家庭，13 岁时父亲去世。从此家境每况愈下，但是他勤奋好学，想方设法的读书，学习知识。他白天砍柴挑到市集上卖钱，以供读书所用，还经常在晚上学习到深夜，十分刻苦。他 16 岁开始读儒家的《孝经》、《论语》，并发奋精读五经，自认为“才非政事，器乏始民”。后来终成为一个学识渊博的科学家。

葛洪青年时代曾经参加过镇压农民起义的活动。之后他为了学到更多的知识，到了洛阳，可却不能如愿，于是周旋于河南湖北一代。24 岁时到了广州。后娶南海太守之女为妻，并跟随学习“神仙方术”。返回故里后潜心修炼著述十余年。

有一次，葛洪听说扶南（今柬埔寨、越南南部）出产丹砂（炼丹的主要原料），就申请到勾漏县（今广西一带）做县令。后来经过广州被朋友劝阻，从此入罗浮山（为于今广东省博罗县东江之滨）修道炼丹、著述，直至谢世。

葛洪一生所留的著作很多，其中主要有《抱朴子》、《金匮药方》、《肘后备急方》和《西凉杂记》等。

葛洪的《抱朴子》是中国炼丹术史上一部极其重要的著作。其中详细记载了多种炼丹典籍和方法，并纪最多种化学反应，其中很多发明堪称世界第一，是中国对化学史非常大的贡献。

葛洪晚年在罗浮山潜心修行，烧丹炼汞，不问世事。相信其必有一些经典成果，只可惜未见有著作行世。说道金丹何以能使人长生不老，得到不坏之体，葛洪是这样解释的：“盖假求于外物以自坚固。”

另外，葛洪的医学思想非常具有群众性。当时，他深感民间疾病发生的可怕，又没什么简单易行的自疗方法，再加上先人留下来的那些庞大复杂的药方和这些著作中所需的珍贵的药品，他决定编一部简单应急的医书。于是他收集了许多简便易行的医方，所需药品也都是一些廉价效显、容易得来的药物。后来他便编成了《肘后备急方》，“肘后”也就是可以时常夹带在胳膊肘下，这与现在的“应急手册”殊途同归。

葛洪还在传染病、寄生虫病，症状学、治疗学等领域皆有其详尽的见解，并创下了许多古代世界的世界之最。

酈道元

酈道元，中国北魏时期的地理学家。他从小就十分热爱大自然，长大后游历了许多名山大川，写出了地理学名著《水经注》。

酈道元出生于河北涿县，家境富裕。父亲酈范做过将军，当过青州（在今山东省）刺史，四方做官。从少年时代起，酈道元就跟随父亲，因此增长了不少见识，各地的风土人情深深地吸引了他。他觉得大自然是如此的美好，立志要遨游四方。此外，良好的家境为他游历大好河山提供了经济来源。

酈道元十分热爱读书，但是他对《四书五经》不感兴趣，专爱看一些自然科学方面的著作，包括一些地理书籍，比如《山海经》、《禹贡》、《汉书地理志》、《水经》等等。17岁那年，父亲请一位朋友带着酈道元四处游山玩水，以增长见识。父亲的这位朋友地理知识十分丰富，一路上，边玩边向酈道元讲解有关知识。这次旅行使酈道元的地理知识丰富了许多。当他回过头来再翻看以前读过的一些地理书时，发现其中存在许多错误。

有一天，酈道元在书房看书，父亲走了进来，见他没有看四书五经，而是在看一些地理方面的书籍，于是问：

“你长大以后准备干什么呢？”

“我现在也不知道将来能干什么。”

“你好像很爱看地理方面的书籍。”

“是的，我对这些书很感兴趣。只可惜这些书中的内容太差了，也很不完备，跟现在的地理情况差别很大。”

“你给我具体说说看。”

于是酈道元便将自己外出旅游的一些所见所闻，与书本知识结合起来，说出了自己的看法：“我发现古代的地理书过于简略，

而现在的地理书虽然内容详细一些，可是又没有充分吸收古书的内容，前后的地理知识不能联系起来，因而看不出前后地理变迁的情况。有的地方地理变化很大，水系有变化，地名有变化，城市聚落也有变化，可是这些变化在任何一本地理书上都没有体现出来。”

“你讲几个具体的例子给我听听。”父亲进一步说道，他对于酈道元的发现很感兴趣，为他的勤于思考而感到高兴。

“《禹贡》中关于黄河、长江的记载就十分简略，只是记下了几个大的地点，可沿途有什么支流，有什么城镇，有什么湖泊，有什么险滩，书中却没有任何记载。《汉书·地理志》中行政区划比较详细，但是又缺少山脉、河流的记载。《汉书·沟洫志》讲水利工程很详细，但对于水系的发源地、流向记载得很少。《水经》中虽然记录了全国的主要河道，但没有顺序，也不够系统。从这些书，我看不出一个地区完整的地理概貌，只能看见某一方面，太不全面了。”

父亲听了很高兴，觉得酈道元看问题很准确。于是又问道：“那你现在有什么想法没有？”

“我想编一本很全面的书，可是我的知识远远不够！”酈道元答道。

“知识是靠积累的。古代有学问的人都是通过长期艰苦的努力，发奋读书才有所成就的。你的想法很好，但要把它变为现实，必须努力读书。”

酈道元点了点头，暗暗下定决心，一定要努力学习，实现自己的愿望，为后代造福。

此后，只要有机会，他就到各地考察祖国的大好河山，并做好记录。回到家后，再结合有关地理书籍进行整理。几年之后，他在地理方面的知识已经十分丰富了，人们有不懂的地方总是来请教他。

后来，酈道元继承了父亲的职位，先后在山西、河南、河北、陕西、安徽等地做官。每到一地方，他都认真处理政务，

闲暇时间则大部分用在了地理考察上。但由于他为人耿直，不愿意趋炎附势，因此得罪了不少权贵。公元 518 年，酈道元和好友寇治同时被人陷害，丢了乌纱帽。在临别的时候，朋友们在告别宴上一再叮嘱他以后为人要圆滑一些，免得得罪太多人。但酈道元表示：“不要为了别人而失去自我，在位一天，就必须为老百姓干一天的好事。我并不在乎被罢官，相反我很庆幸现在有充分的时间去干我想要干的事了。”也就是说，他要实现年少时的宏愿，撰写一本全面的地理著作。

回到家中，酈道元便开始着手撰写书了。他觉得《水经》这本书的写法还不错，只是太不全面了，于是他想写一本更详细的《水经》。此后，整整七年的时间，他将全部的精力都投入到了这本书的写作之中，常常是闭门谢客，将自己没日没夜地“囚禁”在书房，只是偶尔发现资料不全或需要核对时，才出去考察一番。七年之后，辛勤的劳动终于换来了收获，一部 30 多万字的《水经注》完成了。

《水经注》是以给《水经》作注的方式来撰写的，但它的内容比《水经》要丰富得多，文字是原来的 20 多倍；书中记录的河流也比原书多出 1000 多条。原来只有 137 条，《水经注》则达到了 1252 条。全书知识丰富，文字也很优美；不但有地理知识的描写，还讲述了一些相关的风土人情，内容生动活泼。

许多年后的明代，徐霞客看了这本书之后连称“好书、财书”。直到今天，它仍具有很高的史学价值。

一 行

一行和尚，俗名张遂。中国古代巨鹿（今河北巨鹿县）人，唐弘道元年（公元 638 年）生，开元十五年（公元 727 年）卒。

一行是中国历史上著名的天文学家，青年时期便出家做了和尚，一行是其法名。

一行从小聪慧过人，勤读苦学，对于天文历法有着特别的兴趣。公元 705 年，一代女皇武则天的侄子武三思敬仰一行的学问，可是一行不屑与这样的权贵之人结交，只好弃家出逃，于嵩山削发为僧。公元 712 年唐玄宗即位，招一行回长安主持历法的修订工作。一行生活在我国封建经济、文化迅猛发展的盛唐时期，由于经济的飞速增长，社会生产、科学技术也随之得到了很大的发展与进步。

在历法的修订上，一行继承和发展了我国天文学上的优良传统，在日月五星运行的基础上编制了新历。为了便于观测，他和机械制造师梁令瓚合作，制造出了新的天文仪器，一件是黄道游仪，用来测量太阳运行轨道；一件是浑天铜仪，用来表示日月星辰的运行周期。

一行在全国设立了 12 个观测点，进行日影测量工作。在拥有了大量的实际数据之后，他重新测定了 150 多颗恒星的位置，并推翻古书上的定论，证明恒星的位置并不是永恒不变的。这是天文学历史上最早的发现。

一行经过 10 年的努力，编出了一部当时最为精确的历法——《大衍历》。其内容系统、结构合理、逻辑严密，因此在明朝末年以前一直沿用。可见它在我国历法上占有很重要的地位。

为了使历法能普遍适用于全国各地，一行和太史监南宫说组织实测了子午线的长度，测量地点多达 13 处，以今河南省为中

心，北起铁勒（今内蒙古以北），南达林邑（今越南中部），测量范围之大是前所未有的。测量的内容包括二分（春分、秋分）、二至（冬至、夏至）、正午时分八尺之竿（表）的日影长、北极高度（天球北极的仰角）以及昼夜的长短等等。这是世界上第一次用科学的方法进行子午线实测，意义是极其重大的。

为了测量北极仰角，一行设计了一种叫“覆矩”的测量工具，还根据观测数据绘制了《覆矩图》24幅。一行设计的这种测北极高度（即地理纬度）的工具——“覆矩图”，在当时世界上是一种最先进的经纬度测量工具。可惜“覆矩图”后来没能推广，特别是没有应用于我国地图的测绘。

一行等人测量的数据表明，从河南的滑县到上蔡，北极高度差一度半，南北距离是526里270步，夏至日影相差2寸多。从而纠正了“南北地隔千里，影长差一寸”的传统说法，并测出地球子午线一度之长为151.07公里。虽然不十分精确，却是世界上大规模测量子午线的开端。开创了我国通过实测认识地球的道路，把地球纬度测量和距离结合起来，为天文大地测量的发展奠定了基础。国外最早实测子午线的是阿拉伯阿·马蒙在814年进行的，晚于我国90年。

毕昇

毕昇（？～约 1051 年），中国宋代发明家。首创活字版印刷术，使之成为中国古代四大发明之一，对世界文明的发展做出了杰出的贡献。

英国伟大的哲学家培根也说过：“印刷术、火药和指南针，曾改变了整个世界事物的面貌和状态。”（弗兰西斯·培根《新工具》）

大约在公元 600 年左右的隋朝，人们从刻制印章中得到启发，经过反复研究改进，我国劳动人民在人类历史上最早发明了雕版印刷术。

雕版印刷技术比较复杂，一般先选用梨木、枣木、梓木、黄杨、银杏、皂荚等木料做成版材。

雕版印刷术出现以后，大大促进了古代文化的传播与发展。

到了宋朝，雕版印刷事业发展到了全盛时期。这时，不仅有政府的“官刻”和“监刻”，民间刻书业也很盛行，遍及全国各地。当时四川、福建、杭州等地最为发达，刻书不但多，而且精致讲究。宋朝以后，出现了铜版雕印和别开生面的彩色套印，这说明雕版印刷技术已经达到极其纯熟的程度。

雕版印刷对文化的传播起了重大作用，但是也存在明显缺点。第一，刻版费时费工费料，刻一部书需要很长时间和很多木料，如果刻一部内容很多的巨著，就得花费几年甚至更长时间。第二，大批书版存放不便，宋太祖开宝年间刊印的《大藏经》，5000 多卷，13 万页，共雕版 13 万块，存放就要占用许多地方。第三，有错别字不容易修改。

而当时的北宋，刚刚由五代十国分裂割据的局面走向统一，社会生活相对安定，因而社会经济有了较大的发展。带来了文化和科学技术的兴盛，各个领域都有许多成就。

文化的繁荣，就必然要求传播工具的先进。而雕版印刷术由于上述原因，无法满足社会的需要。改进印刷技术，已成为时代的要求，而完成这一历史使命的人物就是毕昇。

毕昇生活在雕版印刷的全盛时期，他是北宋中期的一个普通平民知识分子，当时人称布衣。他从十几岁开始，就进入一家私人书坊当学徒。毕昇到了书坊后，勤学好问，很快学会了雕版。他在学徒过程中，对雕版印刷的每个环节都不放过，努力地学习，对印刷的各个程序，对刻工、印工的技术，都掌握得十分娴熟。几年以后，毕昇终于成为一名熟练的书坊印刷工匠。

毕昇从一名学徒升为印刷工匠以后，很快在书坊里成为一名得力骨干。他负责雕版印书的每道工序，工作十分认真。渐渐地，他发现了雕版印刷的弊病。大约在公元 1041 年左右，毕昇开始着手制造单个的活字，这项工作整整花费了毕昇 8、9 年的时间。毕昇首先使用木材作为制造活字的材料。但由于木纹不整齐，吸墨膨胀，字面模糊，不能下次再用等原因失败了。

这次失败，并没有使毕昇灰心，他又试验了好几种材料，可都不适合用来做活字。毕昇受陶罐上边的工艺花纹的启发，开始了制造泥活字的尝试。

毕昇先把胶泥和拌均匀，制成一个个大小一致的小方块型的泥坯，小泥坯的边角都抹得非常平整。然后在每个小泥坯上工工整整地刻好文字。毕昇把文字的字画刻得凸出来，凸出来的部分，厚薄就像古时候铜钱的边缘一样。泥坯细软，雕刻起来比木头容易多了。刻好后的泥坯稍稍阴干一下，再放到火中去烧硬。

这一次，毕昇终于成功地制造出了字画清楚、不吸水、坚如牛角、乌黑发亮的胶泥活字。毕昇费了 7、8 年的心血，制造了上万个泥活字字印。

在制造泥活字的过程中，毕昇非常善于开动脑筋。他考虑到书中常常一页之中有好些重复的字，为了方便印书，每个字他一般都刻制几个泥活字。特别是古书中的“之”、“乎”、“者”、“也”之类的字，用得非常频繁，毕昇就把这些字分别制作成 20 多个泥活字，这样用起来就非常方便了。

有了一套活字印，还不能马上印刷书，要印书，还首先得把活字制成版。

制造活字版是毕昇活字印刷术发明的一个重要部分。每次印刷前，他都先拿出一块铁板摆好，在上面均匀地撒上一层松脂、蜡和纸灰等具有粘性的物质，在铁板上再放一个铁框，然后照着要印的书稿，拣出需要的泥活字，按顺序一个一个地排在铁框里面。排满整整一框，就成一版。把排好的版拿到火上加热，铁框里面的松脂、蜡等物质遇热熔化，这时用一块平整的木板把字印按平，当铁框内的物质冷却凝固后，框里的泥活字都牢牢地粘成一片，而且版面十分平整，最后上墨印刷，就可以得到印刷效果十分好的书籍了。

据说，毕昇用泥活字版印出来的书，“墨若漆光”，非常漂亮。

为了提高印刷效率，毕昇设置了两块铁板，交替着使用。当第一块版在印刷时，就开始用第二块版排字。

毕昇在印书时，有时也遇上一些生僻、不常用的字，他就马上找来一些胶泥，制成小方块泥干坯，再刻好所需的字，拿到草火中一烧，一会儿就做成一个泥活字印。毕昇的方法非常简单，也非常迅速。毕昇还做了很多木架，分成一个一个的格子，专门用来存放不用的泥活字。为了使用时查找起来方便、快速，毕昇把自己制成的泥活字都按字的韵母分成若干类，并按类排列得整整齐齐。每一韵部的泥活字都贴上纸，并做上记号。拣字时先看记号，再根据记号查出所需泥活字。

毕昇是世界上第一位发明活字印刷术的人，他创制的泥活字也是世界上第一副活字。德国人谷登堡在毕昇泥活字的基础上发明的金属活字印刷，要比毕昇整整晚枷多年。活字印刷术是我们祖先对人类文化的又一重大贡献。也是我们中华民族的一大骄傲。

毕昇发明的活字印刷术与雕版印刷相比，有很多优点：速度快、印书经济合算、书籍质量好、可减轻劳动强度。

毕昇发明的泥活字印刷术虽然是一件非常了不起的事，但由于毕昇是一个普通的工匠，地位卑微。书坊主人也认为他是不务正业。毕昇发明出来的泥活字印刷术被视为不值一提的“雕虫小

技”。他耗尽心血制作的一套活字也没能在社会上广泛传播。

毕昇积劳成疾，郁闷而逝，临终前嘱托家人妥善保管泥活字。

毕昇去世几十年后，他精心制作的泥活字传到了大学者沈括手中，沈括将其视为珍品，仔细地收藏起来。并在他的著作《梦溪笔谈》中，详细地记录了毕昇发明印刷术的经过。

泥活字印书，在当时虽然没有得到广泛的推广，但这种技术却由于后人一直不断地仿效，得到继续发展。活字的材料也不断进步，由泥活字、木活字一类的非金属活字，逐渐过渡到铜活字、铅活字、锡活字一类的金属活字。

从元朝开始，直到清朝，不断有人仿照制造泥活字。

毕昇曾尝试用木材来做活字，结果失败了，才改用了胶泥来制造活字。元初科学家王祜成功地制作木活字，他花了两年的时间自己设计并指导工匠用梨木、枣木制作了3万多个木活字，并印了《旌德县志》一书。为了推广木活字印刷，王祜把他制作木活字的方法写成一本《造活字印书法》，附在《农书》的后面，详细地介绍了他的木活字印刷方法。王祜的这本书是世界上最早的系统叙述活字印刷术的文献。

毕昇发明的活字印刷术很快传到亚洲的朝鲜、日本、越南等国。后来，印刷术传到了欧洲。西方人继承并完善了毕昇发明的活字印刷术，德国人古登堡创造并采用了铅活字印刷。活字印刷术很快由德国传到世界各国。

17、18世纪，欧洲在经历工业革命后，把机器应用于印刷行业，铅活字印刷走向了机械化，从而西方告别了印刷技术的手工时代。到19世纪，这些技术又传入我国，很快取代了古老的雕版印刷术。

当今世界，虽然照相排版印刷工艺日益广泛应用，但传统的铅版仍通行世界各地。这种印刷工艺自15世纪发明以来就成为世界上最基本、最常用的印刷方式。究其根源，其基础奠定人正是我国的毕昇，其基本原理与毕昇的泥活字原理完全相同。

毕昇发明的活字印刷术播扬四海，为人类文化做出了重大贡献，他的功绩是不可磨灭的。

黄道婆

在中国古代科技史上，杰出的科学家、发明家人才辈出，群星璀璨，构成了中国历史上一道亮丽的风景线。但与这道风景线不相称的是，其中的女性，实在是太少了，真正是寥若晨星。尤其是女发明家，可以举出姓名的，大概只有本文的主人公黄道婆一人而已。

关于黄道婆的生平事迹，封建社会的历史书上很少记载，仅在元代末年一些笔记小说里略有反映。根据这些反映，可知她是当时的松江乌泥泾（今上海龙华）人，大概生于南宋末年，卒于元代初年。黄道婆生活的时代，正是中国棉织业发展的时代。我国棉织业出现比较晚，在棉花得到大规模应用之前，丝、麻是我国先民的主要衣着原料。考古学研究的结果表明，至迟在三千多年前的殷商时期，我们的祖先就已经掌握了比较成熟的丝织技术。到了汉朝，我国丝织技术发展得更加成熟。马王堆出土的纺织品表明，早在两千多年前的西汉时期，我国的丝麻纺织技术，已经相当先进了。

但是，相对于丝麻纺织业来说，我国内地棉织业的发展就比较晚了。棉花原产地不在中国，而是在非洲和南亚次大陆。产于这些地方的棉花，后来经西亚、东南亚等不同途径传入我国，先是传到云南、新疆等地，后来又逐渐传入内地的黄河、长江流域。到了宋代，长江流域已经有了一定规模的棉花种植。

棉花取代丝麻成为人们的主要衣着原料，是历史的必然。丝织品从采桑养蚕、缫丝拈线，到织成衣物，环节多，成本高，非一般人所能享用；麻织品从种麻、沤麻、剥离麻皮、抽出纤维，到纺织成线，同样存在工序多、效率低的缺陷，而且其御寒效果也不好。棉花因为可以“不麻而布，不茧而絮”，而且御寒效果

好，穿着舒服，加之成本低廉，所以受到人们欢迎。自棉花传入我国内地以后，棉布就逐步取代麻布，成为广大人民群众的主要衣着原料。

但是，当时内地的棉花加工技术比较落后，人们对去籽、弹松、并条、纺纱等工序的处理还很原始。这种状况，严重妨碍了棉纺织业的发展。因而改革棉花加工工具、提高纺织技术，就成为当时棉纺织业面临的一个十分突出的问题。黄道婆就生活在这样的时代。她是适应时代要求而涌现的棉纺织技术革新家。

黄道婆出身贫苦，因生活所迫，十二三岁就给人家当了童养媳。像多数童养媳一样，黄道婆的童养媳生活也是暗无天日的。在丈夫家里，她白天下地干活，晚上纺纱织布到深夜，一边负担繁重的劳动，一边还要忍受公婆的非人虐待，挨打受气是家常便饭。由于封建礼教的束缚，对于这种虐待，她无法做公开的反抗，只好忍气吞声。随着年龄的增长，公婆的虐待与日俱增。黄道婆再也无法忍受下去了，她萌发了逃离这个家庭的念头。有一次，为了一件小事，黄道婆又受到了公婆的毒打，并被关在房子里不准吃饭。黄道婆忍无可忍，她终于下定了离开这个家庭的决心。于是，趁着晚上夜深人静、公婆和丈夫都已熟睡的机会，黄道婆悄悄溜出家门，踏上了离家之路。

逃离家门之后，为了躲开丈夫有可能的追赶，黄道婆直奔黄浦江边，躲进一条停泊在江边的海船上。她只有一个念头：随船四海漂流，离家越远越好。

天亮了，船主起锚开船，发现了黄道婆。黄道婆哭诉了自己的遭遇，船主十分同情，让她留在了船上。就这样，黄道婆随船来到了远离自己家乡的海南岛南部的崖州，也就是现在的海南省崖县。

崖州是海南少数民族黎族的聚居地。黄道婆随船来到这里，十分幸运。在封建礼教占统治地位的社会里，一个从来未出过远门的年轻妇女，只身流落异乡，人地生疏，无依无靠，面临的困难可想而知。但淳朴热情的黎族同胞使她感受到了人世间的温暖。黎族同胞十分同情黄道婆的遭遇，从生活上给了她很多照

顾，使得黄道婆很快就在那里安顿了下来。

海南岛是当时两广地区棉纺织业的中心。特别是崖州，棉纺织业相当发达。崖州的黎族妇女都以棉纺织为业。她们所掌握的纺织技术在当时是比较先进的。她们纺织的“黎幕”、“黎单”、“鞍搭”、“花被”、“纁布”等产品极其精致，全国闻名。黄道婆在当地安顿下来以后，开始向黎族妇女学习她们的纺织技术。黎族同胞也热情地帮助她，不仅在生活上给她以照顾，而且把她们自己掌握的先进的纺织技术也毫无保留地传授给她。黄道婆心灵手巧，非常虚心，加之从小受苦养成了吃苦耐劳的好品质，因此在不长时间里就掌握了这些技术，并且还融合黎汉两族人民的纺织技术的长处，对之有所发展。时光流逝，黄道婆逐渐成了一名出色的纺织技术能手。解决各类纺织技术问题，她得心应手。她织出的物品，精美程度甚至超过了当地的黎族同胞。

黄道婆在崖州生活了二三十年之久，和当地黎族同胞结下了深厚的友谊。但是，随着岁月的流逝，她离家出走时那种义无反顾的情绪逐渐消失，她开始怀念起自己的家乡来了。随着年岁的增长，她的思乡之情愈来愈迫切。她渴望着让家乡父老分享自己学到的先进的纺织技术。到了元贞年间，她终于按捺不住自己的思乡之情，辞别依依不舍的黎族同胞，带着黎族人民创制的先进的纺织工具，搭顺道海船回到了阔别三十多年的乌泥泾。

有几句民间歌谣是这样唱的：

黄婆婆，黄婆婆，
教我纱，教我布，
两只筒子两匹布。

这是一首在原上海松江一带世代相传的歌谣，这首歌形象地表达了当地民众对黄道婆革新纺织技术、并积极传播新的纺织技术的感激之情。

实际情况也正是如此。黄道婆回到乌泥泾后，看到自己的家乡依然像过去一样土地贫瘠，人民穷困，棉织业落后，棉纺织技术极其原始，还不如崖州，感到十分心痛。她决心利用自己在崖州学到的先进棉纺织技术，改革当地的棉纺织业，为家乡的父老

乡亲实实在在做点儿事。

黄道婆在革新棉纺织技术上的主要贡献，是她为了适应松江地区棉纺织业发展的需要，创造性地提出了一套棉纺织技术的完整的新工艺。在这套新工艺中，黄道婆对“擀、弹、纺、织”等项内容的革新最为引人注目。

所谓“擀”，是用“擀”的方法除去棉花中的棉籽，这是整套棉纺织工序的第一步。在黄道婆之前，脱棉籽是棉纺织过程中的一道难关。因为棉籽生于棉桃内部，为数又多，很难将其脱去。当时人们大都是用手直接将棉桃中的棉籽剥去，也有用手推铁棍将其挤出的。这些方法效率都非常低，以至于原棉常常积压在去棉籽这道工序上。黄道婆以黎族的踏车为基础，创造出一种轧车，专门用来轧棉籽。这种轧车的主要结构为一对碾轴，是由一根直径较小的铁轴，配合一根直径较大的木轴组成的。两个轴上都装有曲柄转轴，操作时由两人转动碾轴，另一人将棉桃喂入两轴中间的空隙里，利用这两根直径不同、速度不等、回转方向相反的碾轴相互碾轧，将棉籽从棉桃里挤出来。这种轧车较之手剥棉籽不仅省力，而且能大大提高效率。它的出现，是当时皮棉生产中一件重大技术革新。马克思曾经提到，直到18世纪末，在盛产棉花的美国南部，奴隶主仍然驱使奴隶用手剥除棉籽。1793年美国人惠特尼发明了轧棉机，在此之前，一个黑人紧张地劳动一天，未必能剥离出一磅棉花。现在我们看到，比惠特尼早近5个世纪，黄道婆已经率先做出了这项发明。

接下去是“弹”。剥离棉籽后的皮棉，板结在一块，无法用来纺纱，必须将其弹松。传统的方法是用一尺多长的小竹弓来弹松棉花的。这种小竹弓用竹做弧，用线做弦，弹力小，效率低。黄道婆把小弓改成了四尺长的大弓，用绳弦代替线弦，而且还用檀木做的槌子击弦弹棉。这样比原来用手指弹拨的小竹弓效率高多了。弹棉的速度快了，弹出的棉花也均匀细致，为后面的纺纱、织造工序提高质量创造了条件。黄道婆改进的这种弹弓，直到现在有时在农村还能见到。

“纺”是指纺纱。当时松江一带用的棉纺车都是旧式单锭手

摇纺车，功效很低，要三四个人才能供上一架织布机的需要。而且这种车的原动轮较大，纺锭的转速较快，纺纱时棉纱往往因牵伸不及造成拈度过高而易于崩断。针对这种情况，黄道婆对传统纺车做了几处大胆的改动：首先是增加纱锭，由一枚变为三枚，并将手摇改为脚踏，从而使劳动强度有所降低，功效却大大提高；其次是改动原动轮的轮径，使之适当缩小，这就降低了纺锭转速，解决了棉纱断条问题。经黄道婆改进的这种三锭脚踏纺车，由于性能良好，很快就得到推广，被人们广泛采用。三锭脚踏纺车是纺织技术史上的一大发明，它比欧洲出现的类似纺车早了几个世纪，是当时世界上最先进的纺纱机械。这种三锭脚踏纺车操作起来也不是太难，一般妇女经过一段时间训练都能掌握。马克思在《资本论》里曾经说过，当英国人未发明珍妮纺纱机时，德国有人发明了一种有两个纱锭的纺车，但要找到能同时纺两根纱的纺织工人，却几乎和找双头人一样不易。而黄道婆发明的纺车却是三锭的，并且一般人都能掌握。由此更可以看出黄道婆这一发明的意义。

“织”则指织布。黄道婆把江南先进的丝麻制作技术运用到棉织业中，并吸收了黎族同胞棉织技术的优点，总结出一套“错纱配色，综线挈花”的工艺。利用这套工艺，黄道婆与家乡妇女在她们织的被、裙、带、手巾等产品上，织出了折枝、团风、棋局、图案字等纹饰，这些纹饰，鲜艳如画、风格生动，因而风行一时。她们所织的乌泥泾被，成为驰名全国的产品。黄道婆的努力，带动了自己家乡及其周围地区棉纺织业的发展，使得后来的乌泥泾及其所在的松江一带成为全国棉纺织业的中心，赢得了“松郡棉布，衣被天下”的声誉。

黄道婆回到自己的故乡后，没过多少年就去世了。但就在这短短的几年时间内，她依靠自己的聪明才智，依靠自己的勤奋，革新了传统的棉纺织技术，使松江地区的棉纺织业发展出现了前所未有的局面，这实在是一个奇迹。

黄道婆对家乡人民的贡献是无私的。在古代中国，有一个陋习：人们一旦有了一技之长，往往要把其中的诀窍隐藏起来，密

不示人。黄道婆没有沾染上这一恶习。她以她博大的胸怀，把她所掌握的一切新技术，全部无偿地奉献给了家乡的人民。

黄道婆刚去世不久，当地民众就公推一赵姓乡宦为首，为她建立了一所祠院，以表彰她的功绩。这一祠院不久毁于战火，于是，另一位张姓乡宦又挺身而出，重新建造了祠院。

此外，在松江一带，供奉黄道婆的祠院，还有好几处，如现在上海市南区的先棉祠、豫园内的跋织亭等。可见当地人民对她的尊敬和怀念是如何深厚。

1957年4月，上海市为纪念这位古代技术革新家，为她重新修整了墓园，并在墓前树起石碑，碑上记载了她的业绩。黄道婆墓园的修复，为人们缅怀这位伟大的纺织技术革新家，提供了一个理想去处。

黄道婆是中国历史上少见的女性发明家。她的事迹，将永载史册。

沈括

沈括，中国北宋时期杰出的科学家。一生博学多才，成就显赫。他在数学、天文学、物理学、地质学、地理学、医学等科学领域都有自己独到的见解。

沈括字存中，出生于钱塘（今浙江杭州）的一个贵族家庭，祖上世代为官。父亲沈周曾先后在泉州、开封、江宁（今江苏南京）等地为官。沈括也随父赴任，游历南北各地，增长了不少见识。这为他后来的科学研究打下了一定的基础。虽然出生官宦家庭，但父亲对他的学习要求十分严格，不允许他像其他官宦子弟那样，不务正业，横行一方。因此沈括从小就受到了良好的家庭教育。沈括天资聪颖，记忆力奇佳，书看完一遍就能记之七八。14岁时，他已把家中丰富的藏书读完，作诗赋词的才华也显露了出来。23岁的时候，父亲不幸病逝，他只得在江苏沭阳县谋了一份主谋的差事勉强度日。

1063年，沈括中了进士，步入仕途。1072年，沈括被朝廷任命为太史令兼管司天监。司天监是专管天象历法的机构。沈括上任后勇于打破旧有传统，敢于创新。他每天亲自观察天象，并进行详细记录。为了提高天文观测的准确性，他对当时的三种主要观测仪器——浑仪、圭表和浮漏所产生的误差及其原因，提出了改进的方法。后来又为了配合王安石的变法，积极主张修订历法，使其更加科学、准确。不仅如此，他还对当时腐朽的人事制度进行了改革，罢免不称职的人员，吸收有才干的新鲜血液。其中破格录用平民出生的天文学家卫朴主持修订历法工作，被后世传为美谈。

卫朴是楚州（今江苏淮安）人，出身贫寒。但从小就刻苦学习，对天文有着浓厚的兴趣，最崇拜的人是东汉时期的天文学家

张衡。他每天晚上坚持看书到深夜。为了节省灯油，常常在昏暗的灯光下读书，久而久之，视力严重受损，到 30 多岁时双目全部失明了。但他以顽强的毅力锻炼出超凡的记忆力，还练就出了异乎寻常的手摸筹算的本领。

卫朴对天文历法有着很深的研究，即使在失明之后还不忘学习历法，每天让人读书给他听。当时有关天文学方面的知识能超过他的举国上下难觅第二人。在当时，他就能通过心算去推断日、月食发生的日期。旧的历书上说 1068 年 7 月 15 日将会出现月食，可是卫朴经过推算后发现这一天根本不可能发生月食，并把他的这一结论报告给了司天监的官员。司天监的官员们当时并不相信，但后来的事实是 7 月 15 日那一天果然没有发生月食，卫朴由此在司天监名声大振。

沈括上任后，听说了卫朴这个人在天文学上的才能，就决定亲自去拜访，当面考核他，以确定修订历法的人选。相见之后，沈括直奔主题，让卫朴谈谈对旧历法的看法，以及如何改进天文观测工作。卫朴背诵了旧历书上的一些内容，然后对这些内容进行评述，指出了其中的不足，并道明如何改进。卫朴对历书如此熟悉，沈括深感惊讶，心中暗暗高兴。但他对卫朴的计算能力表示担忧，因为卫朴只不过是一个盲人。

为了考察卫朴的计算能力，第二天，沈括在衙门里进行了一场公开考试。沈括出了这样的一道题目：如何用《春秋》一书中记载的日食来验证旧历书的错误？卫朴道：“《春秋》一书中共记载了 37 次日食，其中比较可靠的有 33 次。用其他历法证实的有 27 次，唐朝一行大和尚验算证实的有 29 次。我用自己创造的算法证实的有 35 次。”沈括听后连连点头，进一步问道：“那你如何证实的呢？”沈括的主要目的是考察卫朴的运算能力，于是就势赶忙派人拿来算筹让卫朴演算。好一个卫朴！只见他飞快地摆弄着算筹，而且极其准确，沈括为之折服了。他觉得主持修订历法的人非卫朴莫属了。但卫朴毕竟是一个盲人，在当时的环境下，要任命一个盲人掌管天文历法工作，其难度之大可想而知。但最终沈括认真地说服了其他的官员，在王安石的支持下，破格

提拔卫朴到司天监工作，同时委任他主持修订《奉元历》。

在沈括的支持下，卫朴尽心尽力地工作，充分发挥了他在天文历法方面的才能，不到三年的时间，修订历法的工作就大功告成。1075年4月，朝廷下旨，新的《奉元历》颁行全国。

王安石变法遭到失败后，沈括也受到牵连。1089年，58岁的沈括携家人到润州安度晚年。

在润州，沈括利用多年的积蓄修建了一个梦溪园。梦溪园内有茂林修竹、亭台楼阁。每到春夏季节，园中百花争艳，蜂飞蝶舞，好似人间仙境。就在风景旖旎的梦溪园内，沈括用五年的时间，总结了毕生所学、所见、所闻，写出了《梦溪笔谈》这部伟大的著作。

《梦溪笔谈》是一部综合性很强的科学著作，内容广泛，涉及天文、历法、数学、物理、化学、地质、生物、医学、考古、历史、音乐、艺术等各方面的内容。直到今天，这部科学著作仍然散发出智慧的光芒。《梦溪笔谈》中的许多观点都很有创造性，有些甚至比西方国家领先数百年。

英国的中国科学史专家李约瑟博士曾将沈括称为“中国科学史上最奇特的人物”，“是中国科学史上的坐标”。

王 禎

王禎（公元 1271 ~ 1330 年），字伯善，中国山东东平人。元代农业科学家。

王禎曾先后在宣州旌德县（今安徽旌德）和信州永丰县（今江西广丰）担任过县尹。他在任期间，一直过着简朴的生活，从没有搜刮过民财。不仅如此，他还用自己的不少俸禄办学、建庙、修桥，另外他还经常救助穷苦有病的百姓，着实办了不少造福于民的好事，深受当地人民的称赞和爱戴。

王禎不仅是一位廉洁奉公的好官，而且还是一位精通农业科学、积极发展农业生产的著名农业科学家。他与汉代的氾胜之、后魏的贾思勰、明代的徐光启一起同被称为我国古代四大农学家。

王禎于公元 1313 年写成了他的农学巨著《王禎农书》，这部大型农书是综合了黄河流域旱田耕作和江南水田耕作两方面的生产实际写成的。内容分为三部分：一、农桑通诀，总论农业的各个方面；二、农器图谱，罗列各种与农业有关的工具，分别附图说明，图达 300 多幅，这些图谱无论从数量和质量来说都是空前的，它开创了我国农器图谱的先声；三、名谱，包括农作物、果、蔬、竹、木的栽培各论。书中还提出了水的综合利用，把灌溉和航运、水利利用，水产等结合起来统筹安排。还设计了兴修水利的条件和远景规划的蓝图。《王禎农书》是我国一部承前启后的农学专著。

《王禎农书》规模宏大，范围广博，内容丰富。是我国古代一部农业百科全书。

另外要提到的是，王禎在任旌德县尹时，曾创制了一套木活字，共 3 万多字。用了不到一个月的时间，印成了他自己纂修的

6 万多字的《旌德县志》600 部。

王祜还规定了排木活字的规格，发明了轮盘拣字盘。排字时以字就人，减轻排字者的劳动，提高了排字的效率。他把制造木活字的方法和拣字、排版、印刷的全部过程系统地记载下来，题名为《造活字印书法》，附刊于他的《农书》中。这是世界上最早的关于活字印刷书的文献。木活字印刷发明后，比原来的活字印刷法更为方便，于是各地逐渐流行。

朱世杰

朱世杰，字汉卿，号松庭。燕山（今北京附近）人，生卒年不详，中国元代著名数学家。

中国在两汉时期就能解一次方程，古时候称为“方程术”。到了宋元时期又出现了具有世界意义的成就——天元术。那么，当未知数不止一个的时候，如何列出高次联立方程组求解呢？有这样一道古代数学题：“直田积八百六十四步，只云长阔共六十步，问阔及长各几步？答曰：阔二十四步，长三十六步”。这就是说，长方形田地的面积等于八六四平方步，长与宽的和是六十步，长与宽各多少步？此题列成方程式即是： $xy = 864$ ， $x + y = 60$ ，其中 x 、 y 分别表示田的长和宽，这是一个二元二次方程组问题，此题选自我国南宋数学家杨辉所著《田亩比类乘除算法》一书。这说明，我国宋代数学家就已结合生产实践对多元高次方程组有了研究。那么，有没有三元三次方程组，四元四次方程组呢？当然有。早在宋、元时期，我国数学家就圆满地解决了这个问题。

元代数学家朱世杰，在与他同时代的数学家秦九韶、李冶所创立的一元高次方程的数值解法和天元术的基础上，进一步发展了“四元术”，创造了用消元法解二、三、四元高次方程组的方法。

朱世杰这一重大发明，都记录在他的杰作《四元玉鉴》一书中。

所谓四元术，就是用天元（ x ）、地元（ y ）、人元（ z ）、物元（ u ）等四元表示四元高次方程组。朱世杰不仅提出了多元（最高到四元）高次联立方程组的算筹摆置记述方法，而且把《九章算术》等书中四元一次联立方程解法推广到四元高次联立方程组。

四元术用四元消法解题，把四元四式消去一元变成三元三式，再消去一元变成二元二式，再消去一元，就得到一个只含一元的天元开方式，然后用增乘开方法求正根。这 and 现代解方程组的方法基本一致。

在西方，在 16 世纪以前，人们长期把不同的未知数用同一个符号来表示，以至含混不清。直到公元 1559 年，法国数学家彪特才开始用不同的字母 A、B、C……来表示不同的未知数。而我国，朱世杰早在公元 1303 年就巧妙地解决了这个问题，他用天、地、人、物这四元来表示四个未知数，即相当于现在的 x 、 y 、 z 、 u 。

而关于四元高次联立方程的求解，欧洲直到 1775 年，法国数学家别朱在他的《代数方程的一般理论》一书中才得以系统地解决。但这已比朱世杰晚了四五百年。

四元术是我国数学家的又一辉煌成就。它达到了当时世界数学发展的高峰。

维萨里

在帕多瓦大学当教授的时候，维萨里全力以赴地进行他的解剖学研究，他在解剖的过程中发现了盖伦的许多错误，且在整理盖伦原著的时候，找到了盖伦错误的来源。盖伦为什么会认为人的大腿骨是弯的呢？原来盖伦把解剖狗的结论用到了人身上。其它错误有的来自对猩猩的解剖，有的来自对猴子的解剖。因此，维萨里认为必须重新观察人体，不能依赖盖伦的简单的结论。

在帕多瓦，维萨里仍然经常进行解剖学表演，并一边解剖，一边指出盖伦的结论的错误。有一次进行解剖表演时，仅骨骼一项就指出盖伦的 200 多处错误。中世纪以来，外科医生和医学专家们只是讲盖伦的理论，根本不亲自动手术，因此也从不亲自作解剖，手术一般由理发师做，这在今天肯定会把所有需要作手术的病人全吓跑了。至于解剖尸体就更不去干了，而维萨里在解剖时从来不需要什么助手帮助，他总是亲自动手。由于他的实际经验丰富，解剖课上得生动活泼，并且确实能学到许多东西，因此他很快就在学术界享有了极高的声誉。校外及其它各界人士来听课的人也非常多，常常有几百名听众到课堂上听他讲课，看他作解剖演示，为了改进解剖技术，维萨里还引进许多新的解剖工具，有些是他亲自设计的，有些是向工匠们学来的。

维萨里在大学里进行的重要改革就是改革了解剖学的上课方法。在维萨里以前教师从不动刀解剖，对这一点维萨里进行了辛辣的讽刺与嘲笑：无知的助手在解剖尸体，而有学问的教授则像个寒鸦，高高地栖息在椅子上，极端傲慢地呱呱讲着他自己从来也没有亲自了解的东西。维萨里认为，解剖学的课程就这样误人子弟地进行着，以致一个医学院的学生从一个屠夫那儿也比从那些傻瓜教授那儿学到的东西多。

尽管维萨里的解剖学课程深受学生和其它热爱科学的人们的欢迎，但是却遭到了教会、神学家以及那些保守的教授们的一致反对。原因在于他的解剖学结论不符合基督教的教义。根据《圣经》上的说法，男子的肋骨应该比女子少一根，因为夏娃是用亚当的一根肋骨造成的。另外，教会认为在人的心脏中有一根所谓的“不可毁灭的复活骨”，而维萨里却明确指出，这只是一个神学问题，与科学无关。从解剖观察中看出：人的心脏中根本没有这根“复活骨”。

在帕多瓦大学任教期间，维萨里用了四年的时间完成了他的著名的解剖学巨著《人体的构造》。

1507~1542年，维萨里在帕多瓦大学用了四年时间，完成了《人体的构造》这部七卷本的解剖学巨著。1543年6月这本书正式出版，负责出版这本书的是巴塞尔的奥瑞阿斯——一个曾因为出版拉丁版的《古兰经》被关进牢狱的勇士。当时出版《人体的构造》也同样担负着很大的风险。

《人体的构造》出版问世，标志着近代医学的开端。这部解剖学巨著是以一篇保卫科学健康发展的前言作为开头的。在这个前言中，维萨里提醒人们：要注意来自阻碍科学和艺术发展的障碍的危险。他虽然没有明确指出危险的来源，但却通过对帕多瓦大学、威尼斯参议院和查理皇帝的赞扬，表明了他对这些支持学术活动者的感激之情。

《人体的构造》一书中有278幅精美的木刻插图，插图所画的人体都有着十分生动的姿态：有的拿着劳动工具，有的摆成各种动作。画面上还衬有明快的大自然的背景，完全改变了以往的解剖图的枯燥的形式。这些插图不仅反映了文艺复兴时期生动、活泼的对生活乐观主义情趣，也反映了维萨里不仅仅是一位解剖学家，同时也是一位艺术大师，是那个时代的多才多艺的伟人。

维萨里的工作，科学地揭示了人体的结构。在这之前，人们对人体的知识还是一片模糊，正是维萨里在他的《人体的构造》中正确地描述了人体的结构，探索了这些结构的准确部位，以及这些结构在人体活动中的功能，才有了现代的医学。因此，后人

称赞维萨里的伟大贡献时形象地告诉我们，解剖学资料对于医生就象地图对于旅行家一样。维萨里建立了真实的人体解剖学，把人体的第一幅地图交给了医生们，根据这幅人体的地图，人们才建立起今天的医学科学。

维萨里在生理学方面的贡献要小一些。他并没有完全突破盖伦的理论，取得什么重大进步。但是由于他正确地揭示了人体的构造，因此为生理学的研究准备了充分的条件，开创了生理学的研究方向。以后，哈维就是在维萨里研究的基础上取得了重大突破的。

维萨里的《人体的构造》及书中的插图在解剖学上是占有极其重要的地位的。第一次出版后，从1543年—1782年至少重印、再版了25次以上。甚至维萨里还在世的时候就被一再的抄袭和重印。他去世以后，又被译成了俄、英、德、法等多种文字，在整个欧洲引起了很大的反响，以致俄国著名医学家、生理学家巴甫洛夫称维萨里的《人体的构造》是人类近代史上第一部人体解剖学。他并不仅仅重复古代权威的指示和意见，而是依靠自己的深入研究所完成的。

徐光启

1624 年，中国明代的万历皇帝收到大臣送给他的一件神奇的宝贝，通过这种宝贝可以将很远的人看得很近，也可以将很近的人看得很远。这件宝贝让皇帝和满朝的文武大臣感到非常的新奇，他们拿过来瞧了又瞧，谁也不能明白其中的奥妙。这就是当时世界上发明没有多久的望远镜，而献给皇帝这件宝贝的大臣就是徐光启。

徐光启是最早将西方科学知识介绍到中国来的著名科学家，他于 1562 年出生在一个商人家庭，他出生时家境就已开始日渐衰落。父亲在他很小的时候送他进了私塾，私塾先生整天让他诵读四书五经，徐光启对此厌烦透了，有一次他一生气就把经书扔进了水缸中。父亲为此火冒三丈向他怒吼说：

“你怎么能这样不敬先贤的经典呢？”

“我实在是看烦了。”徐光启说。

“你这个样子怎么能科举中榜呢。”

父亲一怒之下就把他关在一间房子中作为惩罚。徐光启被关在了房中，他看到屋中的书架上有书，随手翻看起来。他越看越高兴，原来这都是一些诸子百家和历史方面的书。于是他就经常高兴地接受父亲的惩罚，以便于能在那间房中翻看自己喜欢看的书。

在读书之外，他还经常跑到田里去帮父亲干农活，每次父亲都拦着他：

“你快去读书吧，这里也用不着你帮忙。”

徐光启说：“做农活也是学习，我正好可以调节调节。”

正是从这个时候他开始对农学有了兴趣。他经常去田野跟农民了解情况，收集了很多关于农业方面的知识，这对他以后的科学研究很有好处。

由于他兴趣广泛，厌恶科举，所以只考中了秀才，1581 年他乡试不第，就在家乡教书养家，有时为了糊口，他甚至不远千里到外地去教书。

虽然厌恶仕途，但他还是别无选择，经过了多次的努力，他终于在 1604 年考中了进士，跻身于仕林，那时他已经 43 岁了。当时正好意大利传教士利玛窦来中国传教，徐光启在翰林院供职时认识了利玛窦。

从此，他开始接触西方的科学知识，他跟利玛窦学习天文、数学、历法、水利等学科。这使徐光启成为明代少有的学贯古今、兼通中外的科学家，是当时理解西洋文化并掌握西洋文化的第一人。在与利玛窦相互的交流过程中，徐光启深切地感到西方的科学对我国非常有用，于是他开始动手翻译这些科学知识。他的治学范围很广泛，包括有数学、天文、历法、水利、地理、火器制造等各种方面，著述有 60 多种。他认识到数学是其他一切自然科学的基础，所以他和利玛窦两人合作共同翻译了欧几里得的六卷《几何原本》，这也是西方数学在我们国家得以传播的开始。后来，他还陆续翻译写成了《古算器释》等很多数学著作，从而使得我国传统的数学取得了非常卓越的成就。

除了翻译著作，徐光启还十分注意改进天文观测的仪器，他曾提议建造三架望远镜用于观测天象，还曾主张用西方的大炮来抵御清兵。但是这些建议都未能被采纳。徐光启一生最大的成就还是在农业方面，他总结了我国古代农业的生产经验，同时吸收了西方的科学技术，编写成了鸿篇巨著《农政全书》，这是一部关于中国古代农业方面的百科全书。反映了明代农业的最新发展。书中介绍了农本，水利农器，树艺蚕桑，种植，牧养等农业的各个方面。集中和保存了我国古代农业的经验，受到了世人的高度评价。

徐光启可以算是我国古代引进西学的第一人，他依靠自己的博学和敏锐，在中国尚未落后于西文太远的时候就感到了一种危机的存在，他向世人大声疾呼学习西方文化。但是他的梦想最终也未能成真，他的很多主张并没有得到当时帝王的采纳，这不仅仅是他个人的悲剧，更是一个民族的悲剧。

宋应星

17 世纪 30 年代，中国的一本名为《天工开物》的书，传到西方以后，欧洲人惊奇不已，称它是“中国 17 世纪的工艺百科全书”。这本书的作者是明代著名科学家宋应星（1587—1661 年）。

宋应星，字长庚，江西奉新县人，大约生于明代万历中叶，逝世于清代顺治末年的公元 1661 年。宋应星是 17 世纪中国杰出的科学家，进化论大师达尔文称他为“东方的百科全书式的学者”。

宋应星生活在封建社会末期的明末清初，腐朽没落的统治阶级极力倡导的“八股科举取士”制度，被大多数知识分子看成是最有前途的道路。宋应星参加了几次科举以后，就意识到了科举制度的弊端，从此不再奔波应试，而是全身心地投入于科学技术研究，撰写出中国古代科学技术集大成的代表作《天工开物》。

《天工开物》是我国古代最重要的一部工艺百科全书。它详细记述了我国古代的农业和手工业技术，其中有不少是在当时居于世界领先地位的工艺措施和科学创见。《天工开物》分上、中、下三卷，又细分为 18 个项目。书中除了介绍农业生产经验外，还记述了纺织、染色、制盐、制糖、制砖、烧瓷、造车、造船、采煤、榨油、造纸、冶铜、炼铁、军器，火药、颜料、酒曲等等许多种手工业生产技术。书中详细说明了各种农作物和工业原料的种类、产地、生产技术和工艺装备，描述了它们内部细致的专业分工，还附有 200 多幅工艺流程插图，与文字互相配合。此外，书中对生产各种产品所需要的时间、人力、产量，生产工具的规格、尺寸，效率，各种金属的比重，合金成分的比例，火器的射程和杀伤力等等，也都用具体数据加以说明。《天工开物》

所讲的多半是人们“巧夺天工”的生产实践和科技研究创造，为研究明朝的社会生产提供了宝贵的资料。

宋应星所进行的科学研究，其方法有些已经同近代科学方法很接近，体现了人类科技启蒙阶段的较高水准。他注意研究和表述问题时利用准确的数据来说明事物的本质。他所论述的耕田、水利、纺织等生产工艺均使用数字，现代人完全可以以此仿制出当时的器物家什。

宋应星对客观事物进行过系统细致的观察，反对空洞的道理。他记述的“江南麦花夜发，江北麦花昼发”，没有亲身的仔细观察是概括不了的。

有趣的是，西方近代启蒙科学思潮的代表人物之一的笛卡尔于1637年发表了著名的《方法论》一书，同一年，宋应星的《天工开物》也在中国问世，两部著作都是用科学语言和术语写成的，也都在世界范围内产生了重要影响。笛卡尔长于数理分析，宋应星在生命科学领域内某些论述则高出西方。宋应星已经萌发出生物进化的思想，这一点后来为达尔文所反复引证：“在一部古代的中国百科全书中，已有关于物竞天择原理的明确记述。”（《物种起源》）宋应星以蚕茧为例，系统地阐述了他的生物进化思想，引起了包括林耐在内的西方生物学家的强烈共鸣。

《天工开物》是一部非常珍贵的科技文献，在我国乃至世界科学技术史上占有重要的地位，受到国内外科学界的高度重视。它刊行后很快传到日本，日本学者评价说：“作为展望在悠久的历史过程发展起来的中国技术全貌的书籍，是没有比它更合适的了。”1869年它被译成法文，传到西方，以后又被译成英文，西方研究者把它誉为“中国17世纪的工艺百科全书”。

路·盖里格

在德国，与意大利和法国几乎同期，也有人研究真空问题。著名的马德堡半球实验就是一个举世闻名的成功实验。

路·盖里格是马德堡市市长，他同时也是一位物理学家。

1643 年，意大利物理学家托里拆利通过实验证明了大气压的存在并获得了真空，但是亚里士多德的学说统治已久，人们还是半信半疑。在德国，真空问题仍在争论。

盖里格于 1602 年出生，他出身于名门望族，游历于荷兰、法国、英国，成为一名兼通法律和数学的工程师。

他认为实验是自然科学中最有用处的，于是他开始做实验，以获取更大的真空。

一开始，他使用葡萄酒桶，装满了水。他想把水抽干，不就是真空了吗？但是桶密封性不好，结果没能成功。后来，盖里格发明了抽气机，他不断改进抽气机，结果终于可以获得比较接近真空的空间。

他用薄铜片做成铜球，开始抽走里面的空气，抽着抽着，一声巨响，球被压瘪了。于是他用了厚一些的铜做了球，结果球没有被压坏，但他想把空气再送进球里，结果场面也非常惊险，巨响不绝于耳。

盖里格制成了很多真空的球，他发现在这种条件下，小动物不能存活，火焰不能燃烧，而水果蔬菜却可以保鲜。

1654 年的一天，天空晴朗。人们集中在马德堡市的中心广场。消息早已传出，市长要展示马与大气压的比赛。

学者、百姓、贵族、还有德皇腓迪南二世。盖里格和助手们把两个精心制作的直径为 50 厘米的铜球壳抬上来，垫上橡皮圈，涂上油脂和在一起，两个半球吻合地扣好了，油脂是为了使球不

透气。

盖里格在解释，说球中是空气，如果直接来人，一拉就开，因为球内球外的大气压力平衡，而一旦把球抽成真空，外界的大气压会作用在球的表面，把球压住。这时谁要是再想把球分开，就相当于和大气压比赛。

盖里格用自制的抽气机把半球内的空气抽了出去，球内形成真空了，气嘴拧紧后，两个半球严丝合缝。

工作准备完毕，盖里格令马夫牵来 8 匹大马，观众们备感惊奇，很多人表示不相信。一会儿，球的两边各拴上 4 匹马，这样 8 匹马分成两组，向相反的方向拉。马夫用皮鞭猛抽马匹，8 匹高头大马猛力向前，结果铜球纹丝未动。

人群沸腾了，议论纷纷，人们被这饶有趣味的场面吸引住了。盖里格又命令马夫一边增加四匹马，16 匹马猛拉之下，只听到一声巨响，广场上如同起了一个炸雷，两个半球被拉开了，在那一瞬间，外面的空气以极快的速度冲进球内，引起爆裂。

马德堡半球实验使大气压的观念深入人心。是物理学史上著名的实验，人们为了纪念这次实验，把两个铜球命名为马德堡半球。

现在，铜球被陈列在展览厅，人们看到铜球，耳边似乎回响起盖里格的声音：“大气压是普遍存在的。”

安东尼·列文虎克

有谁能够相信这样的事情？

在 17 世纪——这个伟大的思想家、科学家、学者和巨人倍出的时代，最优秀的显微镜的制造者和使用者，生理学、胚胎学、细胞学和微生物学的奠基人竟是一个除了荷兰土话以外连英语也不会的、给人看大门的人。

然而，事实就是如此。

在 17 世纪，这位最伟大的显微镜制造家，这位作出了许多世界第一流发现的显微科学家，却是一个曾经看过大门的人，他就是荷兰的安东尼·列文虎克。

列文虎克 1632 年出生于荷兰德尔夫特郡的一个编篮子的手工工人家庭，从小生活就十分艰苦。小列文虎克 6 岁的时候父亲就去世了，因此他没有上过多少学，只有今天一个小学毕业生的学历。16 岁那年，为了生活，他到一家布店当了学徒，出徒以后，就当了一名布商。可能是因为生意不好，他还担当了许多别的工作。他当过会计、出纳，当过商品鉴定人。后来还担任过荷兰德尔夫特郡郡长的管家，这位管家的职责包括出售酒的量度器皿的检查，税款的征收，市政厅的管理与清扫，一直到看大门，什么都是他的工作。

列文虎克虽然没有受过多少学校的正规教育，但并不是连一点儿书也没读过，更不是没有一点科学头脑，相反，列文虎克不仅非常聪明能干，而且有一个极好的爱好——喜欢磨镜片。

他的这个良好的业余爱好为他在科学史上争得了一席之地。他的许多第一流的科学发现都来源于他的特殊的业余爱好。

列文虎克用自己磨制出来的镜片制成了当时全世界最好的显微镜。由于他是一个心灵手巧，而且聪明异常的人。因此很好地

弥补了他受教育较少的缺陷。尽管当时已经有了许多光学仪器，而且已经有了最早的显微镜，但是，其它人使用的显微镜如果同列文虎克的显微镜相比，至多只能算是一个放大镜。

列文虎克使用的显微镜按当时的水平来说已经相当精密了。在他去世以后，人们发现他先后制造了 400 多台显微镜，人们发现他磨制的透镜的放大倍数高达 200 多倍，这在当时简直就是一个奇迹。一直到他死后一个多世纪，人们才勉强达到他当时的水平。

列文虎克一有了空就磨他的镜片，磨好了就用这些镜片制成放大倍数很大的显微镜，然后使用这些显微镜对各种用眼睛看不清楚的小东西进行观察。尽管由于缺乏正规教育，他工作的计划性不怎么强，但是他那惊人的洞察能力却完全弥补了他的不足。

列文虎克在显微科学上的贡献是相当多的。

他对许多种小小的昆虫都放在显微镜下进行了详细的观察，像蚂蚁、蚜虫、小跳蚤甚至水里的轮虫都曾经是他的最有趣的观察对象。

在生理学上，他最先观察到了小鱼、小鸟和青蛙的红血球。他还第一个观察到了接连心脏动脉和静脉的毛细血管，为哈维在《心血运动论》中提出的血液循环理论作出了强有力的证明。

列文虎克常常沉浸在自己的这一种特殊的业余爱好给他带来的乐趣之中。他在一篇写给皇家学会的小短文中曾经表达过这种心情：

“这里所说的观察不是只作了一次，而是重复地进行过多次的……它给了我许多快乐。”

列文虎克本人虽然没有受到过多少正规教育，但是，他却有一些科学界的朋友，他的朋友们认为他的发现是相当有意义的，于是就帮助他整理、校订了他的一些观察记录，并且帮助他在英国皇家学会的会刊上发表了。

列方虎克在显微科学上的贡献是相当重要的。为此，他于 1680 年被选为英国皇家学会的会员。以后，他的许多科学发现都登在了皇家学会的《哲学学报》上，据统计，列文虎克在皇家学

会的《哲学学报》上先后发表了 120 多篇小文章，都是他在显微镜下的实验观察记录。他的观察为生理学、胚胎学、细胞学和微生物学奠定了非常重要的基础。

从 1674 年开始，列文虎克在显微科学上作出了许多第一流的发现。

1674 年，列文虎克利用他的显微镜观察到了许多微生物和原生动物。尽管他的观察一开始仅仅是为了满足自己的好奇心，但是他还是作了大量的记录 1677 年，他第一个观察并且记录了他的显微镜下的小兔子、小狗和人的精子。这也是人类第一次对动物和人的精子进行的观察和记录。

1680 年，他第一个描述了他在显微镜下观察到的血细红细胞的形状。

1683 年，他把稀释了的牙垢放到了显微镜下第一个看到了微生物。并作了十分详细的记录。

英国女王曾经亲自看过列文虎克显微镜下的那些“小动物们”。

据说当女王提出要看一看他的显微镜下的“小动物”的时候，列文虎克得意地把自己的牙垢弄了一点儿，放到了显微镜底下，然后对女王说：“陛下，它们比您统治下的臣民还要多呢。”

在这里我们可以再一次看到科学的巨大的威力。英国的等级观念最强，但是连女王也要去拜访一个看大门的人。这件事说明，科学已经如此地深入人心了。以致连女王在科学面前时也放下了她的威严。

列文虎克对成为皇家学会会员这个荣誉是十分珍视的。

但是，由于列文虎克是一个十分喜欢安静的人，因此，他认为名声是一个十分让人讨厌的东西。他怕因为名声带来的大量的来访者，影响他的工作乐趣，耽误他的时间。

由于列文虎克是一个守口如瓶的人，生怕别人也学会他的技术、分享他的乐趣，因此不愿意向别人传授他的那些相当先进的制造显微镜的技术。这一点对科学的发展来说，是相当不幸的。由于列文虎克的保守，科学整整花了一个多世纪的时间才勉强赶

上了这位自学成才的显微镜专家。

列文虎克把自己的全部心血都放到了他的显微镜和显微镜下的小动物身上。也许是因为他在专心致至的科学研究中，得到了最为快乐的享受，使人远离了尘世间的一切烦恼。

这位杰出的业余科学家活了将近一百岁，在他的墓志铭上写着，他一共活了“九十年，十个月又两天。”是科学史上活得时间最长的科学家。

就在列文虎克进行大量显微观察的时期，意大利的显微镜学家马尔比基、英国的罗伯特·胡克以及荷兰的施旺麦丹等人也在显微科学上作了不少工作。不过，他们的观察成果都远不如列文虎克这个在市政厅看大门的人。

列文虎克的工作是 19 世纪生理学、胚胎学、细胞学和微生物学的重要基础。

G · W · 莱布尼茨

C · W · 莱布尼茨是 17 世纪伟大的科学家和哲学家，著名的二进制原理和微积分是他的杰作。

1646 年，莱布尼茨出生在德国莱比锡的一个教授家庭。他自幼才华横溢，智力超群。15 岁进大学，先修哲学，后攻法律。20 岁时向莱比锡大学申请法律博士学位，因年龄太小而遭到大学的拒绝。

1675 年，莱布尼茨开始从事微积分研究。微积分是他和牛顿不约而同、相互独立发明的。只是牛顿的研究稍显在前，而莱布尼茨的分析方法更为灵活方便。

莱布尼茨最为辉煌的业绩莫过于 1679 年发明的二元算术。二元算术是二进制计算机语言原理，它的问世使电脑产业如日中天，从而使 20 世纪信息工业迅猛发展，成为压倒一切产业。

当谈到读书方法时，莱布尼茨认为应广泛结识经典作品，要熟知古希腊、古罗马的思想文化。他认为广泛的阅读古籍不仅增长了知识与阅历，还会对个人的良好成长产生重要的影响。他说：

我们去阅读大量的古代典籍，当拉丁、希腊、希伯来、以及阿拉伯人的古书有一天都研究了以后，还有中国人的……将会给我们的批判的勇气提供材料。其余的，甚至还有波斯人、亚美尼亚人、哥普特人以及婆罗门教的某些古书。莱布尼茨指出，那些附有插图的百科类书籍是值得大家去用心阅读的，据说中国就有这种书籍。

他激动地说：我看不出还有什么比古代留给我们的那些记述更有价值的东西了。

令人称奇的是，莱布尼茨把书中最美好的佳句比作危机状态中的手枪子弹，读书人“比一个没有读书的人更有知识更加能干”。

詹姆斯·哈格里夫斯

提起 18 世纪中期开始的工业革命，人们知道得较多的是蒸汽机的发明和应用。其实，工业革命开始的标志，除了作为动力机的蒸汽机之外，还有作为工具机或工作机的珍妮纺纱机。恩格斯说过：“使英国工人的状况发生根本变化的第一个发明是珍妮纺纱机。”可见，珍妮纺纱机的发明和应用，具有何等重大的意义和影响！这里要介绍的，就是珍妮纺纱机的发明者詹姆斯·哈格里夫斯。

英格兰西北部濒临爱尔兰海的地方，有一个兰开夏郡。这里的纺织业有着悠久的历史，被称为英国纺织工业的摇篮。哈格里夫斯就是兰开夏郡人。哈格里夫斯大约是在 1720 年出生的。他 20 岁以后，就定居在兰开夏郡布拉克本市的近郊，过着木工和织工的贫困生活。

由于哈格里夫斯既是一名织布工人，同时又是一个木匠，因此常常接触一些机械，积累了丰富的生产实践经验。当时，还没有专门设计制造机器的职业工程师，有关安装转动装置和装配机件等工作，都是由木匠、铁匠、锁匠或者钟表匠这些人来担任的。哈格里夫斯因为职业的关系，对机械的安装和修理比较熟悉，所以也经常被人请去帮忙。人们很赞赏他的高超技术，称他为“万能的人”。长期从事机械安装、修理和制造的实践活动，弥补了他没有受过正规学校教育的不足，并为他日后发明新式纺纱机打下了基础。

哈格里夫斯有位邻居，是印花织物制造商。1762 年，这位制造商雇用哈格里夫斯为他制造一台梳理棉花的机器。在此之前，圆柱形梳棉机已经由一个名叫刘易斯·保尔的人发明出来了。哈格里夫斯按照刘易斯·保尔梳棉机的模样，完成了这台机器的制

作。这种梳棉机的结构非常简单，由一种装上金属齿的凹形槽和一些圆筒形梳子所组成。不过，在制造这台梳棉机的过程中，哈格里夫斯进一步增长了有关机械学的知识。难怪有位科技史学者说：哈格里夫斯在 1762 年制造梳棉机，“这是他的机械师和发明家的生涯的开始”。

英国的传统工业是毛纺织业。直到 17 世纪末期，棉纺织业才在兰开夏郡首先建立起来。因此，在当时的英国，棉纺织业是一个新兴的工业部门。正因为它是新兴工业部门，所以较少受到封建行会 and 传统法规的束缚，比较容易采用先进的生产技术。为了同传统工业毛纺织业竞争，同国外输入的棉纺织品竞争，棉纺织业的技术革新就显得格外迫切。需要是一切发明创造的前提。哈格里夫斯发明的新式纺纱机，正是当时棉纺织业技术革新形势需要的产物。

哈格里夫斯发明新式纺纱机之前，纺纱是用旧式手摇纺车进行的。每人操作的手摇纺车，只有一个锭子，每次只能纺出一根纱线。直到 18 世纪初期，这种手摇纺车虽然效率不高，但是还能勉强满足旧式织布机对棉纱的需求。可是，18 世纪初期以后，情况发生了变化。

1733 年，机械工匠约翰·凯伊发明了“飞梭”。装上这种飞梭的织布机，不仅能织出更宽的布匹，而且使织布效率提高了一倍。接着，他的儿子罗伯特·凯伊又加以改进，使用起来更为方便。由于织布效率提高，必须有 8 个至 12 个纺纱工纺出的纱线，才能够供应一个使用飞梭织布机的织工的需要。棉纱供不应求，出现了极其严重的纱荒情况。据说，1760 年，曼彻斯特有个织布工人，每天要步行五六公里，从五六个纺纱工那里收集棉纱，才能供给自己一天内的织布之用。如果一个织工想要多弄到一些棉纱，他就得用上衣或新丝带去贿赂纺纱工。

长时间的棉纱供不应求，使棉纱价格不断上涨，棉布工厂的厂主感到不能忍受。有些棉布工厂因缺纱而停产。为了提高棉纱产量，需要发明新式的纺纱机。1735 年，有个名叫约翰·怀亚特的木匠发明了一种转轴纺纱机，并于 1738 年得到了专利证。可

是，由于这架机器很不完善，经常发生事故，因此也就没有得到实际的推广应用。棉纱供应不足的问题仍然没有解决。

在这种情况下，英国政府采取了种种措施。例如：大力兴办纺纱学校，对农村的纺纱生产实行奖励，甚至在监狱和孤儿院中也发动纺纱。1761年，英国的“奖励工艺协会”发表了一项文告，设立奖金来征求新式纺纱机的发明。文告郑重宣布：“奖励最优良地发明一种能够同时纺出六根毛线、六根麻纱、六根棉纱或六根丝线的并能仅由一个人操纵和看管的机器。”于是，这样的纺纱机终于发明出来了，这就是哈格里夫斯的珍妮纺纱机。

棉纱供不应求的情况，在兰开夏郡表现得尤为突出。作为一名织布工人，哈格里夫斯常常因为得不到足够的棉纱而苦恼。他看到妻子和女儿从早到晚用手摇纺车纺纱，不仅辛苦劳累，而且效率不高，每天纺出的纱线很少。于是朝思暮想，怎样才能将手摇纺车改进一下，使棉纱出得快一点多一点呢？由于他具有一些机械方面的实际知识，便一面思索琢磨，一面利用木工工具和技术，进行设计和试验，以至达到废寝忘食的程度。

当哈格里夫斯对旧式手摇纺车不断进行观察和研究的时候，有一天，他偶尔看到妻子的手摇纺车翻倒在地。当时，纺车上的纺锭由平卧状态改变成了竖立状态，而纺轮还在继续转动。这个极其平常的现象，却引起了他的注意。他大声喊道：“珍妮，快来看呀，你的纺车翻倒啦！”“把它扶起来就是了，这有什么值得大惊小怪的。”妻子淡淡地说。然而，哈格里夫斯并没有立即把纺车扶起来，而是面对着翻倒在地的纺车，进行了认真的观察和思考。他想，如果把几个纺锭都竖立地排列起来，由一个轮子来带动，不是就可以提高纺纱的效率了吗？于是，他着手设计并制成了一架新式样的纺纱机器，其中装有8个竖立的纱锭。经过试验，完全成功，棉纱的生产效率一下子就提高了8倍。哈格里夫斯高兴得不得了。由于这台新式纺纱机的研制，是受到手摇纺车翻倒在地的启示，因此他把这项发明归功于他的妻子，用妻子的名字来命名，称为“珍妮纺纱机”。

哈格里夫斯发明珍妮纺纱机的这个故事，流传很广。在流传

过程中，故事情节难免有些出入，但是总的说来大同小异。有一种说法，说珍妮是他女儿的名字。哈格里夫斯给新式纺纱机取名“珍妮纺纱机”，是为了纪念他的女儿。关于哈格里夫斯发明珍妮纺纱机的时间，也有两种说法：一是在 1764 年，一是在 1765 年。究竟珍妮是他妻子的名字还是他女儿的名字，究竟发明的时间是 1764 年还是 1765 年，对于这种新式纺纱机本身来说，关系并不大，所以也就用不着去考证了。

根据有关史书的记载，珍妮纺纱机的结构比较简单，它用四根支柱和几根横木，组成一个长方形的机架。机架的一端安设并列着的两排纱锭。机架的上面，横着两根彼此紧贴着的木杆。两根木杆安放在一种托架上，可以随意前后滑动。在机架的一侧，安上一个带有摇柄的大轮子。大轮子上绕着皮带，皮带又绕在机架下面安装的一根转轴上。转轴通过传动装置，同两排竖着的纱锭相连。操作的时候，纺工用右手摇动大轮子，左手掌握着托架。随着大轮子的转动，所有的纱锭也就转动起来。这样，经过预先梳理和粗纺的棉花也就得到拉伸和绞捻，同时纱线也就纺出来了。

珍妮纺纱机是一种多轴纺纱机，它显然是从旧式手摇纺车派生出来的。它把许多架手摇纺车上的纱锭集中起来，转移到一架机器上，由一个大轮子来带动，这样就使一个工人能够完成过去几个工人的工作，因而极大地提高了劳动效率。哈格里夫斯最初设计制造的珍妮机，只有 8 个纱锭，每次能纺 8 根纱线。后来经过改进，纱锭不断增加，每次能够纺出 18 根、80 根甚至 100 根纱线了。由于棉纱产量增加，原来纺纱跟不上织布的问题，也就得以解决了。

哈格里夫斯发明的珍妮纺纱机体积不大，可以安放在一小间屋子里，很适合于家庭使用。同时，它只需用手摇动，操作方法简便，又不费力，甚至连十来岁的孩子都能操作。哈格里夫斯并没有想到要用它来发财，只是希望多纺出一些纱线来，供应织布的需要，这样，一家老小的生活也就能够得到保障了。因此，珍妮机发明之初，哈格里夫斯并没有立即把它公开，只是在自己家

里试用。在试用过程中，他又对珍妮机的构造作了一些改进，使之臻完善。

1767 年，也就是在珍妮纺纱机发明两三年以后，哈格里夫斯制造了几架珍妮机，公开出售。这一下可惹出祸来了。本来，自从他在家试用珍妮机后，生产的棉纱又多又快，就已经引起了别人的注意。现在，他又将珍妮机公开出售，使那些买到珍妮机的人家棉纱产量大增，因而遭到不少人的忌妒和反对。他们认为，珍妮纺纱机应用后，旧式的手摇纺车就遭到了排挤，这样他们就得破产失业。于是，这些人成群结队，拥进哈格里夫斯家中，捣毁了所有的纺纱机器。哈格里夫斯在布拉克本住不下去了，他只得携带家眷，于 1768 年从兰开夏郡逃往诺丁汉郡，并在那里定居下来。在这里，他同别人合伙开办了一家小工厂，用珍妮纺纱机生产纱线，供应织袜之用。

那时候，诺丁汉也像兰开夏一样，由于棉纱供应不足，存在着严重的纱荒。哈格里夫斯来到这里后，便开始为珍妮纺纱机申请专利。为了得到批准，他对珍妮纺纱机的结构、性能 and 操作方法作了详细的描述和说明。1770 年 7 月 12 日，哈格里夫斯获得了正式的专利证书。接着，他便开始大批制造和销售珍妮纺纱机了。

然而，哈格里夫斯在销售珍妮机的过程中，又遇到了麻烦。因为珍妮机结构简单，很容易仿造。于是，一些制造商买去这种新式纺纱机器后，很快就自行仿造出来，并加以推广。可是，他们却不依法付给哈格里夫斯使用报酬。为了保护自己的专利权益，哈格里夫斯不得不同那些制造商的不法行为进行斗争。在对这些人提起诉讼的过程中，他花费了大量钱财。本来，在迁居到诺丁汉后的一段时间内，哈格里夫斯因为制造和销售大批珍妮纺纱机，已经赚到了一大笔钱。可是，为了打官司，很多钱都投到这方面去了。看来，哈格里夫斯这时决心与不法制造商们争个高低，因而不惜钱财。据说，有些制造商曾表示愿意与他和解，并答应付给他 3000 英镑，可是哈格里夫斯却拒绝接受。由此可以看出，哈格里夫斯为保护自己发明的专利权而花费的钱财，已经

远远超过了这个数目。可惜的是，虽然他投入了大量的钱财和精力，结果还是败诉了。因为有人提出证明，说哈格里夫斯在领到专利证书以前，已经出售过珍妮纺纱机，所以他的专利权被宣判失效。这件事，对于哈格里夫斯来说，无疑是一个沉重的打击。

哈格里夫斯初到诺丁汉郡的时候，的确是很穷的。可是，自从 1770 年取得发明专利后，由于大量制造和销售珍妮机，他的收入就渐渐多起来了。尽管在保护专利的诉讼中受到了损失和挫折，但是他手中的钱财仍然不少。1778 年 4 月 22 日，哈格里夫斯在诺丁汉去世。有一种说法，说哈格里夫斯后来死于贫困，这是不真实的。实际情况是，当他去世的时候，给他的继承人留下来了一笔钱财，其数目有 4000 多英镑哩。

哈格里夫斯发明的珍妮纺纱机，由于构造简单，使用方便，价钱也不太贵，很快便在英国各地得到推广使用。据统计，在哈格里夫斯死后 10 年，即 1788 年，英国已拥有不少于 20000 架珍妮纺纱机。特别是在兰开夏郡，珍妮机迅速代替了旧式纺车。有一本名为《新工业制度的起源》的书，在描写梅勒村的情况时说：“旧式纺车已被扔到废物堆了。现在人们只使用多轴纺纱机来纺纱。”这里说的多轴纺纱机，就是珍妮纺纱机。除兰开夏郡外，其他一些郡，在 1775 年至 1785 年间，珍妮纺纱机也迅速地推广了。

珍妮纺纱机的发明，是棉纺织技术上一个巨大的飞跃。它使棉纱的产量迅速提高，引起纺织业的一系列变化，并且带来了深远的社会影响。因为棉纱生产成本的减少，也就使布匹的价格随之而降低，从而使布匹的需求量增大。于是，原来兼营农业的织工，就逐渐抛弃了农业，成为专门依靠工资生活的无产者。同时，珍妮机的使用排挤旧式纺车后，有些原来从事家庭手工业的纺工，因为买不起珍妮机，也放弃了农业，到拥有珍妮机的人那里去做工，成为雇佣工人。纺工和织工放弃的土地，就为农业资本家所收买，从而建立起资本主义的大农场。这些情况说明，珍妮纺纱机的发明和广泛应用，不仅推动了棉纺织工业的发展，而且还起到了改变社会生产关系的作用。

珍妮纺纱机用人力摇动，纺出的棉纱不够结实。为了克服这个缺点，需要进行技术革新。于是，水力纺纱机、“缪尔”纺纱机、水力织布机等新式机器就陆续地发明出来了。一系列工具机的发明，又促使作为动力机的蒸汽机的诞生。一种技术革新推动着另一种技术革新。当我们回顾使世界发生巨大变化的工业革命的时候，可不要忘记在机器生产代替手工劳动的过程中作出了重大贡献的哈格里夫斯啊。

詹姆斯·瓦特

一壶水开了，蒸汽把壶盖冲得噗噗直响。这在常人眼里司空见惯的现象，却引起了一个叫瓦特的英国小男孩的兴趣。他在炉子旁足足呆了几个小时，目不转睛地凝视着翻动不止的壶盖和不断冒出的蒸汽，苦苦思索着其中的奥妙。这一思索不要紧，它诱发了后来世界上一项最伟大的发明，对人类历史产生了划时代的影响。

1736年，詹姆斯·瓦特出生在英国苏格兰格拉斯哥市附近的一个小镇格里诺克，他的父亲是一个经验丰富的木匠，祖父和叔父都是机械工匠。少年时代的瓦特，由于家境贫苦和体弱多病，没有受到完整的正规教育。他曾经就读于格里诺克的文法学校，数学成绩特别优秀，但没有毕业就退学了。但是，他在父母的教导下，一直坚持自学，很早就对物理和数学产生了兴趣。瓦特从6岁开始学习几何学，到15岁时就学完了《物理学原理》等书籍。他常常自己动手修理和制作起重机、滑车和一些航海器械。1753年，瓦特到格拉斯哥市当徒工。由于收入过低不能维持生活，第二年他又到伦敦的一家仪表修理厂当徒工。凭借着自己的勤奋好学，他很快学会了制造那些难度较高的仪器。但是繁重的劳动和艰苦的生活损害了他的健康，一年后，他不得不回家休养。一年的学徒生活使他饱尝辛酸，也使他练就了精湛的手艺，培养了他坚韧的个性。

1756年，当他的身体稍有好转，瓦特再次踏上了坎坷的道路来到格拉斯哥市。他想当一名修造仪器的工人，但是因为他的手艺没有满师，当时的行会不允许。幸运的是，瓦特的才能引起了格拉斯哥大学教授台克的重视。在他的介绍下，瓦特进入格拉斯哥大学当了教学仪器的工人。这所学校拥有当时较为完善的仪器

设备，这使瓦特在修理仪器时认识了先进的技术，开阔了眼界。这时，他对以蒸汽作动力的机械产生了浓厚的兴趣，开始收集有关资料，还为此学会了意大利文和德文。在大学里，他认识了化学家约瑟夫·布莱克和约翰·鲁宾逊等。瓦特从他们那里学到了很多科学理论知识。

瓦特在大学修理仪器期间，学校曾经把一台旧式的纽可门蒸汽机交给他修理。他通过大量实验以及根据格拉斯哥大学教授布莱克提出的潜热、比热理论进行分析，对旧式蒸汽机进行深入研究，找出了旧式机器效率低的主要原因。针对旧式蒸汽机的缺陷，瓦特提出了减少蒸汽消耗，提高热机效率的两项措施。他决心自己制造一台新的蒸汽机，来改进旧机器的不足。

瓦特自筹资金，租了间地下室，买了必要的设备，反复实验，经历了无数次挫折和失败，在工人的帮助下，终于发明了与汽缸分离的冷凝器，解决了制造精密汽缸、活塞的工艺问题，同时采用油润滑活塞，汽缸外附加绝热层等措施，制成单动作蒸汽机。后经继续试验，瓦特又在 1782 年发明了具有连杆、飞轮和离心调速器的双动作蒸汽机，制成了新的可实用的蒸汽机。这种双动作式蒸汽机，把阀门安装成可利用蒸汽的压力来推动活塞，既可向前又可向后，并借助连杆和飞轮把活塞的直线运动变成了圆周运动。为了保持蒸汽机的匀速运转，他把一个离心调速器连接在进气活门上，使其自动调节进气量。这种装置是最早在技术上使用的自动控制器。他设计了一个和汽缸分离的冷凝器，将高温蒸汽从汽缸中导出并冷却，使得主要汽缸能保持一定温度。同时他提高了汽缸的精密度，把活塞和阀门也做得光滑、严密。从而比纽科门蒸汽机大大提高了热效率和可靠性。由于这种蒸汽机把往复的直线运动变成为连续而均匀的圆周运动，因而可以经过传动装置带动一切机器运转，成为能普遍用于工业和交通运输业的“万能动力机”。这种高效率的蒸汽机很快取代了旧式的蒸汽机，被各工业部门迅速采用。从此，动力机、传动机和工作机组成了机器生产系统，成为产业近代化的核心。

到 19 世纪 30 年代，蒸汽机广泛应用到纺织、冶金、采煤、

交通等部门去，很快引起了一场技术革命。美国人富尔顿发明了用瓦特蒸汽机作动力的轮船。英国人史蒂芬逊发明了用瓦特蒸汽机作动力的火车。瓦特的蒸汽机成为真正的国际性发明，它有力地促进了欧洲 18 世纪的产业革命，推动世界工业进入了“蒸汽时代”。

1819 年，84 岁的瓦特在家中安然与世长辞了。他生前对人类的科学事业作出了杰出的贡献，各国人民怀念他。1824 年，在他逝世 5 周年时，伦敦公众为他在有名的威斯敏斯特大教堂树立了一座纪念碑。瓦特终生刻苦学习，孜孜不倦地致力于科学事业，在前人成就的基础上，发明了蒸汽机，为人类科学技术的发展作出了划时代的贡献。为了纪念瓦特这位伟大的发明家，人们把常用的功率单位定为瓦特，简称瓦。他的芳名将永远刻在人类的历史上。

卡尔·舍勒

最先发现氧气的是瑞典化学家卡尔·舍勒。

卡尔·舍勒 1742 年生于瑞典的斯特拉尔松（现在这个城市在德国境内）。他的家庭十分富有，他的父亲是这个城市里最有名的大富商，经营着全城最大的一家商店。老舍勒为了培养儿子，先后请了好几位家庭教师教他学习德语、瑞典语和其它各种知识，后来又把他送到一所德国人开办的学校上学。

为了让儿子学到生活上的真本领，老舍勒又把卡尔送到了一家药店当学徒。这在我们中国，是不可想象的。在中国，做父亲的总像老母鸡一样把孩子护在翅膀底下，在“下传子、家天下”的封建思想的影响下，作父母的把子女们从上学、工作直到入党、提干、当官都包了下来。其实，这正是几千年来地主阶级的封建统治所造成的恶果，同时，也正是由于这一点，才导致了我们的青年科学家至今捧不回诺贝尔奖金。

卡尔·舍勒的学习非常刻苦，不仅学到了许多化学实验方面的重要知识，还读了大量的书，当时流行的有关化学实验方面的书他大部分都读过了，不幸的是当时正是燃素说最流行的时期，他也受到了这个错误学说的影响。六年以后，卡尔·舍勒取得了药剂师的证书，成了一名出色的药剂师。

学徒期满，卡尔·舍勒当上了斯德哥尔摩一位著名药剂师——沙兰伯格的助手。他不仅努力工作，而且利用这里的有利的工作条件，在全国最大的图书馆——科学院图书馆读了大量的科学书籍。卡尔不仅努力工作，学习刻苦，经常在一些科学刊物上撰写论文，而且还作了大量的科学实验。因此，他很快就成了一位在首都小有名气的科学家。

卡尔·舍勒最重要的发现是：在 1774 年的一次实验中发现

了氧气。

卡尔·舍勒的实验是这样进行的：他当时是为了制取硝酸，对硝酸钠和浓硫酸进行高温加热，由于温度过高，可以得到一种特殊的能助燃的气体。后来，他又进行了另外两个实验：对硝酸汞、热硝石加热，或对二氧化锰和浓硫酸混合后加热都能得到这种特殊的气体。由于这种气体对燃烧特别有利，于是，卡尔·舍勒给他制出来的新气体起了一个很形象的名字——“火空气”。

舍勒在实验中还发现，这种“火空气”占全部空气的五分之一。并且发现了在燃烧过程中“火空气”会被吸收的现象。

他在密闭的水槽中进行燃烧实验时发现，在燃烧过程中，燃烧的物质吸收了大量的氧，因此水面上升占据了原来“火空气”占据的空间。这就是氧化过程。这时，舍勒实际上已发现了氧气。但是由于受到了燃素说的思想束缚，他发现了氧气却没能对燃烧现象作出正确的解释。

卡尔·舍勒认为正是这种火空气夺取了易燃物中的燃素。

萨迪·卡诺

在科学史上，总有许许多多的遗憾，比如科学怪人卡文迪许，他不发表自己的东西，结果失去了价值。还有很多科学家做出重大的发现或发明，总因为人生或社会的种种因素而导致遗憾产生，有时这不仅仅是遗憾，而是让人痛心异常。

萨迪·卡诺就是这样一个人。

卡诺出身于一个名门望族。他的父亲是法国大革命时的政府官员，担任要职，并且是著名的数学家，担任过陆军部部长的职务。卡诺弟弟也是政治家，而卡诺的侄子后来则是法兰西第三共和国的总统。

卡诺早期的工作并没有引起人们的注目。

1753 年，卡诺出生。1821 年以后，卡诺研究蒸汽机，他很想提高热机的效率。

在 18 世纪中后期，蒸汽机使人们进入蒸汽时代，各行各业都在使用蒸汽机。但是蒸汽机的效率实在是太低了，如果用实际数字来说，烧 100 千克的煤其实只有 5 千克有效地被利用。这不仅造成能源的浪费而且也不能很好地提高效率。

据说，卡诺研究蒸汽机是由于一件事情引起的。

1814 年 12 月，巴黎举行一场蒸汽机比赛，卡诺也有所耳闻。结果法国产的蒸汽机磨面比英国产的要少，自然就输了。

卡诺很受震动，决心投入到热机的理论研究中去。

就在 1814 年，卡诺成为一名军事工程师。卡诺走访了很多工厂，实地考察总结了很多经验。尤其在 1821 年后，卡诺集中精力研究热机。

1824 年，卡诺发表了他一生惟一的一篇论文《关于电的动力的研究》。在这部著作中，卡诺构造了“理想热机”，他认为，多

数人在研究和改进蒸气机时，对蒸汽机效率的概念理解是错误的。一般人往往只注重讨论蒸汽机的实用性、安全性以及燃料经济性，而没有找到热机效率提高的根本途径。

卡诺经过近三年的研究，认为理论上的理想热机模型是一个高温热源、一个低温热源和理想的循环方式，三者缺一不可。

卡诺认为，热机工作是由于热从高温向低温流动而热量本身不减少的结果。这好比水从高处向低处流动使水车工作，但水却不减少一样。

这个思想其实是从错误的热质说而来的。

卡诺得出的结论是正确的，但他的出发点是错误的。他信奉热质守恒原理，相信热机工作过程中热量并没有损失，这就使他在论证的过程中采用错误的原则。

而英明的卡诺自己认识到了热质说的错误，从 1830 年起，他就改变了观点。卡诺自己说过这样的话：“热不是别的什么东西，而是动力，或者说是改变了形态的运动，它是一种运动。动力是自然界的一个不变之量。严格地说，动力既不能产生，也不能消灭。实际上动力只改变它自己的形式，也就是说，它有时引起一种运动，有时则引起另一种运动，但决不会消灭”。

把卡诺所说的动力换成“能量”，我们说，他已经认识到了能量守恒的原理。进一步，卡诺从极其简单但又十分有效的逻辑推理出发否定了永久运动的理论。

这就是“热力学第二定律”。

然而，卡诺的著作销售情况极其冷清，根本卖不出去。整整 11 年，没有销出去几本，更没有造成什么影响。

至于上面我们引的内容，是他后来抛弃热质说之后提出的能量守恒原理，从而成为发现能量守恒原理的世界第一人，虽然还没有完全科学地丢弃热质说而证明结论，但毕竟功绩不可埋没。

如果说卡诺没有引起世人注意是一个遗憾的话，他的去世则更加令人遗憾。

1832 年，巴黎格外炎热。卡诺积劳成疾，身体十分虚弱。不幸的是，他突然患上了猩红热，紧接着又得了脑膜炎，最后染上

了霍乱。

36 岁的卡诺早早地离开了人间。

因为卡诺患的是霍乱，所以他接触过的一切物品都将被烧掉。卡诺的大量著作被烧掉，他的弟弟保留了哥哥的部分残卷，我们今天就看到了能量守恒的理论。至于其他，不得而知。

直到 1878 年，卡诺的著作才发表，但作为物理理论，已经实际上失去意义了。很多人在卡诺之后都认识到了这一定律。

卡诺的热机理论直到 1834 年，才由一位工程师克拉伯龙继续研究，以解析图式清楚地描述了卡诺循环，近似说明了蒸汽机的性能。

卡诺的思想中包含了热力学第一定律和第二定律的部分内容。后来德国医生迈尔、英国焦耳等众多不同地区不同身份的科学家从不同角度提出了这一理论，而克劳修斯在卡诺基础上正式提出热力学第二定律。

英年早逝的卡诺具有热力学史上的奠基意义。

爱德华·琴纳

爱德华·琴纳，英国医生，牛痘接种法的创始人。琴纳出生于英格兰格洛斯特郡伯克利的一个普通人家，父亲是当地的一名乡村牧师。他有两个哥哥，比他大近 20 岁，也继承父业做起了牧师。在他 5 岁的时候，父亲不幸去世，小琴纳就和母亲一起跟随长兄一家人一起生活。

到了该上学的年龄，长兄将他送进了教会学校。但好动的琴纳面对神学著作毫无兴趣，他最大的爱好是“玩”。他常常和小伙伴们在伯克利村附近的小丘、山谷、草地和树林漫游。他喜欢掏鸟窝，特意去捕捉各种昆虫、小动物，他也对植物的种子、各种矿物、化石充满着浓厚的兴趣。他还利用林耐的双名命名法对自己收藏的标本进行分类。他的小屋，简直就是一个动物园、植物园、贮藏室三者的结合体。

琴纳的小学校长沃什伯恩是一个严厉而又十分守旧的人，他不喜欢学生提出各种问题，反对学生阅读神学以外的课外读物，认为琴纳阅读生物学著作完全是浪费时间，甚至是危险的。有一次，他把琴纳叫到自己的办公室，严厉地对他说：“你现在的思想观点很危险，我得提醒你，科学与宗教是直接对立的，你最好不要去碰科学。你那愚蠢而又肮脏的爱好会得罪上帝的！”

在这样的学校里，琴纳感到身心受到了极大的摧残，无心学习，经常逃课。长兄见他对神学实在无兴趣，就尊重他的意愿，让他跟随索德伯里城的外科医生卢德格学习医学知识。当时琴纳年仅 13 岁。在卢德格家，琴纳开始了八年的学徒生活。学徒生活虽然十分清苦，但琴纳认为可以学到许多有用的知识，因而觉得很有乐趣。

1770 年，在卢德格医生的大力推荐下，琴纳来到了伦敦最著

名的外科医生亨特那里学习。三年之后，琴纳返回了伯克利农场，开始了自己的行医生涯。

琴纳作为一名医生，之所以能载入史册，是因为他找到了治疗天花的办法，即牛痘接种法。

天花，在欧洲历史上有一段时期被人们称为“死神忠实的帮凶”。只要有一人得了天花，恐怖就会笼罩整个地区和国家，甚至整个欧洲。天花的传染性非常强，轻微的接触都会使周围的人染上天花病毒，而且传播速度极快。人们经常是谈“天花”色变。

一连好多年，琴纳所在的伯克利山谷都没有发生过天花。一天，突然有消息传来，说有一个人已经染上了天花。这引起了整个山谷以及附近居民的普遍恐慌，似乎一场大的灾难已经降临。

琴纳作为当地医生，对病人采取治疗措施是他义不容辞的责任。但最令他感到头疼的问题是病人的护理，因为护理人员最容易受到传染。一般的人是不能护理天花患者的，只得去找以前患过天花、现在已经痊愈的人。但这样的人实在太少了。病人的家属最后找来了一位挤奶女工。琴纳见她皮肤光滑白嫩，脸上也没有天花的麻痕斑点，就认定她以前没有得过天花，因此不同意让她担任病人的护理工作。

“我确实没有得过天花，但我曾经出过牛痘。因此肯定不会染上天花。”挤奶女工坚定地说。

挤奶女工的话让琴纳想起了卢德格对他说的“奶区迷信”。即长期与奶牛接触的人很少会染上天花。于是他同意让这位挤奶女工来护理病人，并对她交待了应该注意的事项。

几个月后病人终于痊愈了，琴纳脸上留下了永远消不去的麻点，而那位挤奶女工却安然无恙，皮肤依然白嫩。这件事激起了他多年来藏在心底的疑团：天花与牛痘究竟有什么关系呢？如何来解开这个疑团呢？琴纳记起了亨特的教诲。他决定从调查入手。他来到多个牧场，向一些老牧场主详细询问有关牛痘方面的知识，诸如人是如何感染上牛痘的？感染上牛痘的人有没有人再得过天花？

调查费时费力，但经过多年的努力，他终于得出理论上的结论，即感染过牛痘的人是不会得上天花的。理论需要通过实践来检验。于是琴纳张贴了一张广告，征集得过牛痘的志愿人员，要在他们身上注射天花病毒进行试验。最后终于找到了五个志愿者。在他们身上注射病毒半个月之后，志愿者没有任何不良反应，半年之后，还是平安无事。琴纳的研究工作取得了巨大的成功。

但琴纳还想在人体上先接种牛痘，观察其反应，然后再接种天花，进行理论验证，但没有人敢于这样做，他的研究工作只得暂时停了下来。

1796年4月，一位中年妇女带着8岁的儿子杰米·菲浦士来到琴纳的诊所，要求在儿子身上进行试验。琴纳大为感动，激动地说：“你真伟大！你知不知道，现在有许多人，包括专业的外科医生在内，都不相信我的理论，有人认为是亵犯神明，有人认为是会长出牛脸来。”

琴纳在杰米·菲浦士身上的试验又获得了巨大的成功。在注射牛痘、再接种天花后，杰米没有出现任何不良反应。这充分证明：琴纳用接种牛痘预防天花的免疫方法成功了！

然而，当琴纳将辛辛苦苦历经三十多年的观察、试验、研究后的重大成果拿到皇家学会请求发表时，遭到的却是人们的冷嘲热讽。琴纳虽然十分失望，却没有气馁，他相信科学终将战胜愚昧。1798年，琴纳自费出版了《接种牛痘的原因和效果的调查》这一科学巨作。在铁的事实面前，顽固不化的人们终于低下他们高贵的头颅。法国皇帝拿破仑公开鼓励全体法国公民接种牛痘，维也纳医生卡罗博士也大力推广牛痘接种。在俄国、丹麦、普鲁士、意大利、土耳其乃至东方的印度，都有人开始用牛痘接种来预防天花。

琴纳的价值终于得到了世人的肯定，英国政府给他颁发了科学奖金。1823年，琴纳逝世。为了纪念这位天花的“克星”，人们特地为他建造了一座巨大的人体雕塑——琴纳正在聚精会神地为抱在自己怀里的婴儿接种牛痘呢！雕塑下的碑座上刻着这样一句话：向母亲、孩子、人民的英雄致敬！

威廉·赫谢尔

红外线研究方面的新进展，使天文学家有可能测量火星上的大气的浓度，使医生更容易诊断癌症，使探险者在极地考察时能有更好的仪器。

红外线是不可见的光。它位于光谱上红色光的外侧。它的存在早在 1800 年就为人所知了。当时一位名叫威廉·赫谢尔的英国天文学家用温度计测量色谱，当他把温度计移到红色带的边缘时，温度计的读数升高了。他把温度计挪出红色带，放在没有显示光存在的地方，温度计的读数反而升得更高。

赫谢尔爵士知道自己发现了一种新的光，它是肉眼看不见的，但能被温度计觉察出来。他命名它为红外线，意思是说它在红色光的下方。

红外线得到实际运用只是近些年的事。本来太空署有一个用降落伞在火星登陆的计划，后来通过卫星进行红外线扫描，发现火星的大气太稀，不能软着陆，于是这个计划就打消了。

1961 年，英国的医生们发现，乳房癌的温度略高于正常的组织。这个发现导致医学红外线照相机（或称自记温度计）的诞生。它广泛地用于诊断癌症，判断烧伤的深度，以及找出中风的前兆。

科学家们用红外线来检查北极服装的保温效率，发现在衣服的拉链外最会丧失体温。多亏有了热摄影术，如今极地工作者们穿得更暖和了。

H · C · 奥斯特

19 世纪以前，人们普遍认同吉尔伯特的观点，认为电和磁是不相关的。直到伏打电池的发明以及磁效应的发现，电与磁的研究才如雨后春笋般成长起来，很多物理学家改变了自己原来的研究而投向电磁研究，从而取得了一个又一个研究成果，推动认识世界之本质。

1819 年冬，H · C · 奥斯特在哥本哈根大学开办一个自然科学的讲座。

讲座已经连续讲了很长时间，这使得奥斯特能够很长时间地研究讲座问题——电磁问题。他在备课和讲课的过程中发现了很多新问题。

一次，奥斯特为大家讲电流与发热。早期的物理学家发现，电流通过任何导线时，就会发热，多少会依照导线的性质而改变。这种热效应在现在的电热、电暖方面有很大的实用价值。

热效应就是奥斯特讲座的内容。奥斯特为大家讲述：“电流通过导线时会产生光和热，产生的热向四周辐射。”然后，他让助手通电。他特意在电流附近安置了磁针。

这是为什么呢？

原来，在这堂课之前，奥斯特有过一个想法，他让电流通过极细的铂丝，在导线下放置了小磁针，然而出现了一个意外，使他没能成功地得出结论。

利用这次讲座的机会，他顺便安置了一个磁针。在助手接通电源的那一瞬间，奥斯特扫了一眼磁针，只见小磁针忽然动了一下！

这个现象太惊人了。

下课之后，奥斯特异常欣喜，他重复实验，并且设计不同的

方案仔细研究。用了三个多月的时间，做了 60 多次实验，终于发现了电流的磁效应，即从电生磁。革命性的发现从奥斯特的实验中诞生了。

奥斯特出生于丹麦的鲁德克宾市。1806 年，刚 29 岁的他被聘为丹麦哥本哈根大学的教授。一直到去世，他都是学院技术理论的领导人之一。

奥斯特之所以能打破旧的思维，发现革命性的现象，与他的哲学思想密切相关。

18、19 世纪时，伟大的康德是自然哲学思潮的代表人。自然哲学重视自然界中物体之间的相互联系，尤其是自然力及其相互转化的思想影响了很多科学家。这种哲学批评牛顿的机械论成分。到了谢林，他更明确地提出自然力是统一力的思想观点。

奥斯特一直对康德哲学情有独钟。他周游欧洲，更是一位热心的自然哲学学派的拥护者和信奉者。他坚信客观世界的各种力具有统一性。

1812 年开始，奥斯特受到了富兰克林研究的影响。富兰克林发现，莱顿瓶放电会使钢针磁化。于是奥斯特认为，电不是转化不成磁，而是应该寻找怎样才能转化成磁的办法。

1812 年，奥斯特出版了《关于化学力与电力的统一研究》，他提出导线可能产生磁效应。

1820 年 7 月 21 日，《关于磁针上电流碰撞的实验》一文发表，论文指明，电流所产生的磁力既不与电流的方向相同也不是相反，而是与电流方向垂直。此外，电流可以穿透周围的非磁物质而影响磁针。

这一个伟大发现轰动欧洲。

科学界里，安培敏感地抓住了这个问题。他继续实验，加以发展并用复杂的现象研究，提出了著名的安培定律。

从 1820 年 7 月 21 日奥斯特发现电流的磁效应到 12 月 4 日安培提出定律，一共只有四个月多一点儿，时间很短，但却很重要。

其意义在于：电磁学经历了从现象的总结到理论归纳的质的飞跃，开创了电动力学理论。

汉弗莱·戴维

1778年12月17日，汉弗莱·戴维出生于英国西南部康沃尔郡彭赞斯城一个下层中产阶级家庭。汉弗莱6岁那年进入当地的文法学校。在校期间，他是个贪玩的学生，整天热衷于钓鱼，到野外寻找乐趣。但他天赋极高，总是能很快地理解课本上的知识。为了使他的才能有更大的发挥，父亲听从老师的劝告，在1793年把他送到彭赞斯城继续学习，住在母亲的养父约翰·汤金先生住的阁楼上。在这里，透过窗子可以欣赏大海的波浪，日出和日没，还可以写诗。大自然永远使他心潮澎湃，他常高声朗诵十四行诗来抒发自己的感情。

在这里，戴维迷上了化学试验。可是父亲的突然去世破坏了他的计划。母亲寄来的钱，甚至连吃饭都不够。戴维被迫停止了使他入迷的实验，把化学实验装置锁在柜橱里。在这种情况下，汤金先生建议戴维去约翰·博莱斯先生的药房工作。博莱斯是个有着丰富实践经验的好医生，戴维在他的实验室里全力以赴地工作，以实现成为一个医生的理想。他走进珍藏着大量医学文献书籍的图书馆，在浩瀚的巨著中，他发现了拉瓦锡的著作，接着找到了尼柯尔森的《化学辞典》。年轻的戴维读了这些化学家的著作以后才理解到，研究化学才是他的真正志向，他开始从事化学研究，贝尔斯邀请戴维到克里夫顿他的实验室去工作。

戴维愉快地接受了邀请。他承担的第一个任务，是研究一氧化二氮的特性。按照美国科学家塞缪尔·米切尔的意见，这种气体吸入呼吸器官，会使人患严重疾病。但戴维查明，一氧化二氮对人体绝对无害。

后来经过多次实验证明，这个结论是正确的。他把实验结果写成《关于吸入一氧化二氮有关的化学及科学研究》这篇论文，

从此他一跃成为闻名于世的科学家。戴维为了做实验，经常吸入各种气体做实验，在一次进行含一氧化碳的煤气吸入实验时，他险些丧命。然而，挚爱着真理的戴维早已把一切置之度外了。

戴维一生对科学界作出了很多贡献。1829年5月29日逝世，终年才51岁。

到1800年，戴维把研究目标转向电化学。伏特发明的电堆（后来的电池）于1800年公开之前，这一了不起的新发明就已经私下传开。戴维也不失时机地进入这个新领域，并在短短六个月内发表了6篇论文。

1801年，应朗福德伯爵的邀请，戴维到伦敦皇家研究院担任化学助教职务。

1802年，23岁的戴维被晋升为教授，在挤满听众的礼堂里，戴维的讲课很快使他博得了卓越雄辩家的声誉。在很短的时间内，戴维成了伦敦风靡一时的人物。到处是赞美和仰慕。尘世的浮华，没有冲昏这位年轻科学家的头脑。戴维仍然讲授应用化学和农业化学课程，致力于各种科学研究工作。同时，他继续关心电的化学作用问题。1806年，在英国皇家学会贝卡讲演会上，戴维发表了《有关电的若干化学作用》的论文，引起学术界的轰动。尽管当时英法两国之间正进行着战争，但法国科学院仍为这篇论文赠予他3000法郎奖金。

1807年11月19日，戴维发表了发现碱金属的报告，又一次引起学术界的震动。这位科学家从自己的成就和普遍赞扬声中受到了鼓舞，在实验室里展开了更深入的工作。初步的研究使他发现了两种新金属：钾和钠。但这是不够的，关于它们的性质，戴维一无所知，因为还不能大量地提取这些金属，钠和钾具有非常活泼的反应能力。

戴维开始了一系列的实验，在一次实验中，钠和钾两种金属与水产生极其强烈的反应，爆炸声中戴维的右眼受伤导致失明。然而，戴维并未因此退却，他仍然执著地去探求碱金属的性质。在初步确定了钠和钾的性质后，他于1808年又相继用电解法分离出了钡、锶、镁、硼等新元素。1812年4月8日，鉴于他在发

展科学方面建立的功勋，汉弗莱·戴维被英国王室授予爵士称号。

1815 年，英国几个煤矿发生了大灾难，矿井中瓦斯爆炸事故使数千名矿工丧生。受煤矿灾害事故预防会的委托，戴维开始了关于火焰与气体的防爆问题的研究工作，结果研制成功全世界普遍采用的安全灯。这一发明使矿工们永远摆脱了瓦斯的威胁。这是戴维在应用科学领域内最重要的成就，也是他最后一项重要研究成果。当时戴维说，这项工作是为了给人类造福而不是谋私利的，所以他未索取专利权。由于这一功绩，戴维获得了朗福德勋章。1820 年，他当选为皇家学会会长。

戴维矢志化学而不惜生命，取得了巨大的成就。可以说戴维的成功，是在自己天赋的基础上，用勤奋和刻苦换来的。他矢志真理，勇于探索的精神将是永远值得后人学习的。

乔治·斯蒂芬逊

乔治·斯蒂芬逊，英国人，蒸汽机车的发明者，1814 年制造出了世界上第一台蒸汽火车机车。

1781 年 6 月 9 日，斯蒂芬逊出生于英格兰的一个普通家庭。父亲是煤矿的一个蒸汽机司炉工，母亲是一位勤劳朴实的家庭妇女。一家八口人，全靠父亲一个人的微薄工资生活，日子过得十分艰难，几个孩子都没有上学的机会。斯蒂芬逊 8 岁那年，他就去给人家放牛了。但斯蒂芬逊有着强烈的求知欲，经常向人们问各种各样的问题。他还经常给父亲送饭，看到轰隆轰隆转个不停的机器，他感到十分好奇，不停地向父亲打听这打听那。但父亲仅仅是一个司炉工，懂得的知识很少，并不能完全解答他的问题。斯蒂芬逊心想，等我长大了，一定想办法把这台机器弄懂。

14 岁那年，斯蒂芬逊当上了一名见习司炉工，儿时的梦想实现了一半，他终于有机会面对这个轰隆隆的大机器仔细瞧一瞧、摸一摸了。但他并不满足，他的最终想法是弄清机器里面是怎么回事，为何能够运转。他在不断寻找着机会。然而一年过去了，他还是没有找到恰当的机会。有时，他手直发痒，真想把机器打开，仔细瞧一瞧，但现实不允许。

功夫不负有心人，机会终于来了。有一天，总工程师说要把这台机器清洗一下，斯蒂芬逊自告奋勇地说他愿意下班后清洗。待其他工人师傅都下班回家后，斯蒂芬逊打来一盆水，把机器外部擦了一遍。按要求，他只能清洗机器外面，但斯蒂芬逊觉得这样的机会太难得了。他大胆而又小心翼翼地把这台机器全部拆开了。在仔细研究了里面的内部结构后，才准备重新装上。但拆散容易，装配却很难。等他把一大堆零件重新安装好的时候，室外已经是满天的星斗了。

回到家，斯蒂芬逊一晚都没睡好觉，他担心这台机器再也不能像从前一样运转了。这样会耽误生产，他可负不起这样的责任。第二天，他一大早就来到了矿上。生火、添煤、发动机器后，机器飞快地运行起来，似乎比平时运行得还快一些，一颗悬着的心终于落了地。

从此，斯蒂芬逊对机器越发着迷了。他想看这方面的书，但识字太少，很多书都看不懂。于是每天晚上，他都跑到煤矿的夜校去上课。一个十七八岁的小伙子每天和七八岁的孩子一起听课，他从不觉得害羞，相反更加努力学习。不久，他的文化知识水平有了很大的提高。

22岁那年，斯蒂芬逊成了一名机械修理工。29岁那年又晋升为工程师。这时他已经注意到了蒸汽机的巨大作用，1807年美国的富尔顿发明了蒸汽船，大大提高了船的速度；此时已经有人在开始试制蒸汽机车，但都没有取得成功。斯蒂芬逊心想，如果真的能够制造出蒸汽机车，对于陆上交通运输业的发展将会起到史无前例的促进作用，我为什么不可以朝这方面去努力呢？

有了这方面的想法以后，斯蒂芬逊马上行动起来。他不断向人请教，总结和吸取前人制造蒸汽机车的经验教训。他认识到，要让机车拖起沉重的货物，必须使蒸汽机放出的能量更多。他又找来有关蒸汽机方面的书研究起来。经过大量的知识积累，他决定付诸实践。他动手把当时的立式锅炉改成了卧式锅炉，用扩大炉膛的办法，来增加锅炉的受热面积和蒸汽。而且，把立式锅炉改成卧式后，高度大大降低了，机车行走、转弯时也就平稳、灵活多了。此外，他还在车轮的圆边上加上轮缘，防止火车发生出轨事故，保证行车安全。

经过反复的研究和试验，斯蒂芬逊在1814年制造出了一台名叫“半统靴号”的火车头。他亲自驾驶这个火车头，在煤矿上进行试车表演。可惜的是，火车头的震动太厉害，在试车过程中，由于机车上的螺栓震松了，以至翻了车，把一名乘车的英国国会议员和英国交通公司的董事长摔伤了。接着，人们的指责纷纷而来，一些原来赞成试验火车的官员，现在也开始反对了。

面对困难，斯蒂芬逊决定继续对机车进行研究和改进。为了减轻火车行进时的震动，斯蒂芬逊在火车上装置了减震弹簧，又针对其他问题相应地进行了改进。

成功往往与“耐心”联系在一起。又经过 11 年的努力，1825 年 9 月 27 日，斯蒂芬逊终于驾驶着他新制造的“旅行号”机车在多林克顿到达林顿的铁路上进行试车了。这一次，机车以每小时 24 公里的速度，越过中途的一个大斜坡，安全地到达了终点站达林顿。随机车同行的还有 450 名乘客，载重量已经达到了 90 吨。人们发出了一片欢呼声！

斯蒂芬逊终于成功了，各种媒体的赞誉接踵而来。在荣誉面前，斯蒂芬逊没有陶醉，而是继续研究，以求更大的改进。

不久，英国政府决定在利物浦和曼彻斯特两大城市之间修筑铁路，聘用斯蒂芬逊为总工程师。经过几年的努力，世界上第一条铁路终于通车了，世界从此进入陆上运输的铁路时代。斯蒂芬逊也将以其伟大的历史性贡献被人们赞颂。

雷奈·利奈克斯

我们经常体检，现在常用的检查内脏的简便仪器是听诊器。

它有一个“盒子”，是凉凉的金属制品，用来贴在想诊断的部位，有两根长长的管子挂到医生的双耳，就像听录音机时的耳机。如果带上它，可听到肚子内部的声响。

据说，有一位医生，他是间谍。后来被当地反间谍机构查出来，当搜查他的窃听器时却没有找着。原来这个医生用他的听诊器靠近在墙上，用来偷听屋内情况，如果人们在交谈，自然可以听得很清楚。

在听诊器没有被发明出来以前，医生诊断病情用的基本上是一种方法，传统的摇动或用耳朵直接听。

如果诊断胸膜炎，就要去摇动病人的身体，时而把耳朵贴在胸腔上听。这种办法很麻烦而且又不十分准确。况且还很不方便，比如说男女之间，就较为麻烦。

一个偶然的的游戏，刺激了一个简单而又实用的发明。

据说在 1809 年，法国医生雷奈·利奈克斯在巴黎。一天，天气很好，他在广场上散步。

一群孩子在做游戏。广场边上有一根很粗很圆的大木头，被刨了皮不知要做什么用。一个孩子在木头的一边，耳朵紧紧地贴在木头的截面上，在认真地听着什么。

忽然他高兴地喊了起来：“听到了！我听到了，你敲了 6 下！”

利奈克斯循着孩子的目光看去，木头的另一端也有一个孩子趴着。

于是，他走过去看他们究竟在干什么。只见孩子的手里拿着小钉子。他问到：“亲爱的孩子们，能告诉我你们怎样玩吗？”

这几个小朋友做示范给他看。原来很简单，不过是一人敲一人听而已。

利奈克斯于是伏在木头的一端，他听到了清脆的敲击声。突然，他想到了什么，眼睛一亮，说：“这下好办了！”

利奈克斯迅速回到了医院，恰好有患者来检查。他于是卷了一个纸筒，用耳朵贴近一端，另一端去听病人的心跳及呼吸，比早时清楚一些，他高兴极了。

从此，利奈克斯按照这个模糊的思路开始试验。他找来各种材料，不同种类的木头，不同种类的金属，空心棒、实心棒，等等。

经过试制，利奈克斯做出了“胸部检查器”，就是现在听诊器的雏形，是用橡胶管做成的并且带了两个喇叭状的听筒。

利奈克斯发明了听诊器，可以比原来清楚许多倍地听到胸腔与腹腔的声音。但是声音各不相同，不同的位置不一样，一样的位置每个人也不尽相同，至于怎样确定病因，则是诊断学上急于解决之事。

利奈克斯认真研究，他积累了丰富的临床经验，悉心记录各种资料，归纳总结出疾病所对应的声音以及一些误诊情况。

1819年，利奈克斯发表了专著《心肺病与听诊法》。这样，听诊器与诊断学有机地结合在一起了。

从此，听诊器成为初步诊断方便、快捷且实用的工具。

1826年，利奈克斯染上结核病，不幸逝世，年仅45岁。

埃利阿斯·霍威

衣食住行是人类生活的基本要素。因为有了现代制衣业，人们不仅不再担心寒冷的威胁，而且生活也变得丰富多彩起来。这一切，都是因为有了缝纫机，制衣行业工人摆脱了原始的手工缝纫的缘故。缝纫机的出现，是制衣行业划时代的大事。对此，我们应该感谢美国发明家埃利阿斯·霍威，是他运用自己的智慧，使缝纫机由理想变成了现实。

1819年7月9日，在美国马萨诸塞州一个贫穷农民的家庭里，一个男婴呱呱坠地。这个男婴就是日后成为著名发明家的埃利阿斯·霍威。

霍威出生后，因家里贫穷，生活上很艰苦，也没受过多少教育。为了减轻家里的负担，他只上了3年小学，然后，就不得不到附近的农田去劳动，以维持生计。也许老天有意跟他过不去，他生来腿脚就有点儿不太好，行走不便，不适合搞农业。看到这种情况，他父亲只好在他年龄再大些的时候，把他送到一个棉花机械制造厂里，让他学门手艺。

1835年，16岁的霍威离开家庭，开始到机械厂去做工。霍威虽然腿脚不太好，但他心灵手巧，工厂里有关机械制造方面的事情，他一学就会。随着对工厂生产环节的熟悉，他对机械技术越来越感兴趣，而且还产生了自己搞机械发明的念头。

霍威之所以想搞机械发明，其最大动力是为了摆脱贫困，用自己的智慧使生活变得好起来。为了谋生，他在好几个机械厂工作过，但不论工作岗位如何变化，他搞机械发明的念头始终没有打消过。后来，他到了波士顿，在波士顿市内一家机械工厂的服务店里当店员。这家店里经常有哈佛大学的教授们前来光顾，讨论一些有关机械方面的问题。这种情况，给霍威带来了意想不到

的收获。

一天，一位教授对霍威谈到有关机械应用的问题。他说，现在最需要的是能够缝东西的机器，如果谁能发明出这种机器，谁就能发大财。言者无心，听者有意，霍威牢牢记住了教授的这番话。联想到自己在机械厂的所见所闻，他觉得教授的话完全正确。他在棉花机械厂工作过，知道早在上个世纪，跟人们穿衣有关的纺和织的每一环节都已经实现了机械化，但把织成的布缝成衣服这个环节还是手工。这种状况，使得制衣行业效率低下，成本高昂，而且也使得该行业分工粗糙，制成的衣服款式单一，不够精致。在这种情况下，如果能发明出缝纫机来，用机器缝衣，就能改变这种局面。缝纫机一定会受到社会的欢迎，而自己也会因此摆脱贫困。

没多久，霍威结了婚，接着又连续生了几个孩子。在这种情况下，他的生活更加拮据，妻儿也跟着受苦。面对生活的重压，霍威又想起了那位哈佛大学教授的话，联想到自己熟谙机械技术的特长，再看看穷困潦倒的家境，早日脱贫的愿望终于使他下定了决心，要自己动手，研制出缝纫机来。

但是，要研制出缝纫机来，对于一个像他这样既无文化，又无资金的穷工人来说，又谈何容易？在他前面，也不是没人尝试过，但始终没有成功。要说明这一点，我们不妨先回顾一下缝衣技术的发展史。

人类缝衣技术的发展史，可以追溯到针的发明。发明有针眼的针，是人类历史上最伟大的技术进步之一，其重要性可与火的发现相提并论。有了带针眼的针，才有了真正意义上的缝制衣服，它是人类文明发展的象征。

针的出现早得惊人，其年代可上溯到 4 万年前。从针的发明到缝纫机的出现，中间经历了漫长的时间。到了 18 世纪中叶，英国人韦森霍尔发明了一种双尖针，这种针的针眼在中间。他于 1755 年获得了这种针的专利权。他的同胞托马斯·圣于 1790 年获得了另一种装置的专利权。托马斯·圣的发明在许多方面具有现代缝纫机的特点，但它没有带针尖和针孔的针，因此不能作为

缝纫机来用。如果韦森霍尔和托马斯·圣两人都把注意力转向机器缝纫而又互相吸取对方发明的长处的话，缝纫机是有可能在 18 世纪末叶以前问世的。

到了 19 世纪 30 年代，法国圣艾蒂安的一个叫坦莫尼尔的穷裁缝，设计出了一种比较原始的缝纫机。这种缝纫机虽然主要是用木头做的，相当笨，但它已经具有一定的实用价值。坦莫尼尔用它来给军队缝制军衣。但是很不幸，他的发明引起了制衣行业工人的恐惧感，他们觉得自己的生存受到了威胁，于是对坦莫尼尔群起而攻之，洗劫了他的手工工场，砸毁了他的缝纫机。坦莫尼尔只身逃脱，幸免于难。面对挫折，坦莫尼尔没有气馁，他对自己的缝纫机进一步做了改进，于 1848 年在英国和美国获得了专利。但遗憾的是，对于他的专利，无人问津。他设计的缝纫机由于还存在许多缺陷，在市场上无法出售。1857 年，坦莫尼尔在贫困中去世。

现在，轮到霍威了。霍威研制缝纫机的时间，差不多与坦莫尼尔同时。对于坦莫尼尔的进展，他丝毫不知，他们是相互独立完成各自的发明的。一开始，霍威想不出该如何设计缝纫机。他发现，这件事的难度比他原来预料的要大得多。但霍威不是那种碰到难题就回头的人，一旦选定目标，他就会坚定不移地走下去。

霍威设计了一个又一个方案，但这些方案都失败了。1844 年的一天，他经过一家织布店，店里织布机上穿横线的梭子来回摆动的情形吸引住了他。他想，如果能将这种梭子和有孔的尖针结合起来，就有希望把缝纫机发明出来。可是，该如何让它们结合呢？他百思不得其解。一天，他突然产生了一个关键的念头：传统上针眼都是在针尾处，如果把针眼移到针尖处，再使用两根线，通过滑梭缝合，不就可以了吗？想到这里，他立即动手做实验。经过百折不挠的努力，1845 年，经历了长达 5 年的摸索之后，他终于试制出了一台理想的缝纫机。这是一台曲线锁式缝纫机，缝纫速度可达 300 针/分，远远超过了人工。1846 年，他获得了缝纫机发明专利权。为了在市场上推广他的缝纫机，他还举

行了一次缝纫机与人工表演比赛。比赛结果，他的缝纫机比5名熟练缝纫女工缝得还快。

缝纫机发明成功了。霍威心想，这下子大概可以脱贫了吧？然而，情况并非如此。表演比赛他是赢了，但他并没有得满分，观众们对他的缝纫机印象不是太好，觉得太复杂了。听说他还申请了专利，人们觉得他是在瞎胡闹，谁如果掏大价钱买这个专利，那他一定是白痴。制衣行业的工人担心由此引起失业，也对他的发明持敌对态度。

本以为缝纫机发明出来以后能够发财，他为此还欠了账，没想到结果是无人问津。面对这种结局，霍威感到很失望。既然在美国推广不开，那就换个国家试试，也许能柳暗花明又一村，出现意想不到的转机。那么到哪个国家呢？他一下子想到了英国。他想，英国是当时世界上纺织机械发展得最快的国家。曾经引起了18世纪产业革命的珍妮纺纱机就是在英国被发明出来的。纺织业的迅速发展，使得英国人对与之相关的织物机械也应该很关心。再者，英国和美国都是英语国家，到那里没有语言障碍。还有，英国曾经长期统治美国，因此两者有很深的渊源关系，很多方面都很相似，到那里去，比较容易适应。想到这里，他下定决心，准备到英国去推广这种新式机器。

这时，正好霍威的弟弟要到英国去，于是霍威就托他的弟弟将这种缝纫机带到了英国。在美国无人问津的缝纫机，在英国却得到了制衣行业的认可。一个名叫威廉·托马斯的紧身衣制造商看中了这项发明。他向霍威的弟弟询问有关专利转让费用问题。霍威的弟弟看到终于有人关注这台机器了，感到很高兴。他担心报价太高了会把买主吓跑，于是就以很低的价格把这台机器连同它在英国的制造权都卖给了托马斯。托马斯很会做生意，他花很少的钱从发明家手里买来了这个专利，仅此就足以赚一大笔了。为了更好地推广这种机器，赚更多的钱，托马斯心想，要是能把发明家请来，当场示范，岂不效果更好？于是，通过霍威的弟弟，他向霍威发出了邀请。

听说自己的机器在英国找到了出路，霍威很高兴。他以为自

己长时间的辛苦终于得到了报答，于是就高高兴兴地带着妻儿漂洋过海来到英国，为托马斯传授技术，进行现场示范，帮他推广这种新式缝纫机。当时，霍威还不知道有关商业习俗，没有事先跟托马斯谈好报酬，就帮他干开了。谁知当托马斯一旦技术学到手，他就抛弃了霍威。可怜霍威一家老小，不得不在伦敦的贫民窟的一间小屋子里栖身，生活十分窘迫。霍威叫天天不应，唤地地不灵，他不知道自己怎么如此命运多舛。

流落在异乡他国的霍威，忍受不了这种衣食无着的困苦生活，他决定重新回到自己的祖国谋生。就这样，他典当了自己制作的机器，托人在上当了一名帮厨工，千辛万苦，好不容易才回到了美国。

回到美国后的霍威，经济上十分拮据，可祸不单行，他的妻子又得了重病，不久就告别了人世。就在这时，霍威又发现，原来无人问津的他的那项发明，现在居然被一些厂家偷偷地生产着，还在市场上销售着。面对这种情况，霍威十分愤怒，他决定诉诸法律，夺回本该属于自己的那份权益。

霍威正式向法院提起诉讼，控告那些制造商们的侵权行为。就这样，他与那些财大气粗的制造商们打起了官司。本来，这场官司的是非十分分明，可法院习惯了慢条斯理地工作，对他的控告爱理不理，一拖就是很长时间。在霍威坚忍不拔的努力之下，经过了令人难以忍受的漫长的受理过程之后，他的发明专利权终于在 1854 年被证实和确认有效。法院宣告那些制造商们未经过霍威的允许就生产缝纫机是侵权行为，他们侵犯了霍威的合法权益。

现在，轮到那些傲慢无理的制造商们瞠目结舌了。他们的命运掌握在霍威手里：霍威不让他们生产，他们就得停工；霍威如果他们索取巨额赔偿，他们就得倾家荡产。霍威的朋友也有人劝霍威趁此机会出一口恶气，收回制造缝纫机的权利，建立工厂，自己生产，把这个行业垄断起来。

对于朋友的建议，霍威经过慎重思考，决定不跟那些制造商们过不去。根据在英国的亲身经历，他觉得如果自己建厂、自己

生产，未必能在美国把缝纫机推广开来，最终失败的可能还是自己。于是，在那些制造商们支付了合理的专利转让费用后，他允许他们继续生产缝纫机。事实证明，他的这一决定是十分明智的。在那之后，缝纫机制造领域里竞争十分激烈，而霍威却苦尽甜来，在他的竞争者继续统治这一领域的情况下，他却安然地度过其生命的，最后 10 年。1867 年 10 月 3 日，霍威在纽约州的布鲁克林与世长辞。去世后，他给人们留下了 200 万美元的遗产。

现代的缝纫机比起霍威的发明已经有了很大的改进，种类大大增加了，有的装上了电动机，还出现了用电脑控制的多功能缝纫机。但总体上来看，缝纫机的基本特点却没有什么变化，依据的仍然是霍威的设计。

霍威发明的缝纫机是工业革命的重要成果之一，它不但把许多人从繁杂的手工缝制中解放了出来，为他们从事其他社会活动创造了条件，而且也促使缝衣工作进一步专业化，使社会分工更加细密，效率和成衣质量都大为提高。正是因为有了缝纫机，人们的衣服才有可能被设计得多种多样，我们的世界也才有可能更加丰富多彩。而这一切，都跟霍威的贡献分不开。正因为如此，1915 年，霍威被选人美国伟人纪念馆，受到人们的瞻仰和崇敬。

路易斯·达盖尔

很少能找出一种发明像照相术这样有着如此多的用途，除了日常生活，它还被广泛应用于教育、科研、医学、信息、传媒等各个领域，让我们在回忆过去的时候，产生无尽的遐想。如果我们将我们的纪念品放在一起，就会发现，照片占了相当大的比例。

19 世纪 30 年代，路易斯·达盖尔成功地发明了一种有实用价值的技术——照相术。关于它的发明，还有一段曲折的经历呢。

达盖尔 1787 年生于法国北部的康布雷城，青年时代他是个艺术家。在 30 多岁时，他设计了“西洋镜”，这是用特殊的灯光效果展示的全景图画。当他从事这项工作时，他开始产生兴趣想发展一种不用刷子和油漆就能自动重现世界上的景象的机器。从此，他开始了研制照相机的尝试。

最初，他设计一架有实用价值的照相机的努力没有取得成功。1827 年时他遇见了尼埃普斯、有可能那时尼埃普斯也在努力发明一架照相机（到那时多少已经取得了一点成功）。两年后他们变成了合作伙伴。1833 年尼埃普斯去世，达盖尔独自继续坚持这一努力。到 1837 年时，他成功地发明出一种可以实用的照相系统，这被称为达盖尔照相术。

1839 年，达盖尔将他的照相过程向公众公布，但没有申请专利。作为回报，法国政府授予尼埃普斯的儿子和达盖尔终身年金。达盖尔发明的公布在公众中引起了巨大的轰动，他成了当时的英雄人物，并接受了众多的荣誉。与此同时，达盖尔照相术也迅速得到普遍的应用。达盖尔自己很快就退休了，于 1851 年在距巴黎不远的乡村住宅中去世。

没有什么发明是完全归功于一个人的工作的。确实，在达盖尔之前，许多其他的工作为达盖尔的成功做了准备。暗箱（一种类似于小孔成像相机的装置，但没有底片）至少比达盖尔早 800 年就发明出来了。16 世纪时，卡尔达诺在如何将透镜安装在暗箱的孔上迈出了重要的一步，这拉开了现代照相机的令人兴奋的序幕。但是由于它产生的图像根本不能保存，几乎不能认为它就是照相机。另一项重要的准备性发现是 1727 年由舒尔茨完成的，他发现银盐对光敏感。尽管他用这个发现制造出一些暂时存在的图像，但舒尔茨没有真正对这一现象深入研究。

最接近于达盖尔成就的先行者是尼埃普斯，他后来成了达盖尔的合伙人。大约在 1820 年时，尼埃普斯发现产于朱迪亚（古巴勒斯坦南部地区）的沥青对光敏感。通过这种光敏材料与暗箱结合，尼埃普斯成功地制造出世界上第一架照相机（他于 1826 年制造的一架照相机现仍被保存着）。正是由于这一原因，一些人认为尼埃普斯才是照相机的发明者，但是尼埃普斯的照相方法完全不实用，它要求有 8 个小时的曝光时间，即使是这样，得到的结果仍然是一幅相当模糊的图像。

用达盖尔的方法，图像被记录在一张涂有碘化银的平板上，15 到 20 分钟的曝光时间就足够了。这样一来，这一方法尽管还很麻烦，但却可供实用了。在达盖尔将他的方法公之于众后的两年时间内，其他人对这一方法提出了一些小改进：在用作光敏材料的碘化银中加入溴化银。这一微小的变化对于大大减少必需的曝光时间起了很重要的作用，因而使得用照相术产生图像变得实用。

1839 年，在达盖尔公布他的发明之后不久，英国科学家塔尔博特宣布他发展了一种不同的照相方法。像我们使用的方法一样，它使用负片。一个令人感兴趣的记录表明，塔尔博特实际上在 1835 年就已经制作出了他的第一张照片，这比达盖尔照相术提前了两年。塔尔博特由于同时还在从事其他几项研究工作，而没能迅速将他的照相实验进行到底。

达盖尔去世了，达盖尔非常大众化的发明对以后历史的发展

起了巨大的促进作用。人们对照相机的研究工作并没有因此而停止。英国人塔尔博特在银板照相机发明的同时，创造了“塔尔博特摄影法”，使一张底片可以得到多张照片。又是几十年过去了，美国人也赶了上来。美国的乔治·伊斯曼发明了卷式软片，为照相降低成本、走进千家万户做了准备。1891年，照相机的价格让不少人能够承受，成了家庭中简单而普及的娱乐工具。

后来，人们开始对原来的黑白照片不再感到满足，他们需要更高水平的摄影技术，希望照片这种东西能全面地展现生活全部色彩。彩色摄影技术就这样应运而生了。除了用于家庭娱乐，它还逐步被推广到科学研究的各个领域和工业、军事、医学、商业等诸多方面，从而推动了这些行业的发展。

约瑟夫·弗劳恩霍费尔

对光的速度的测量是技术的大发展，但是这最重要的技术不是因为对光速度的研究，而是对光颜色的研究。

牛顿通过光通过棱镜的情形来观察光的性质。他在把实验装置装备好时，就会在棱镜后面的屏幕上产生光谱，这是一道彩虹。所谓“红移”与“蓝移”就是根据光谱位置来说的。

牛顿发现白光并不单纯，而且白光是最不单纯的光，白光可以分成多色，多色光又可以合成白光。

约瑟夫·弗劳恩霍费尔（1787～1826年）是慕尼黑的一名磨镜师和玻璃制造工匠。他曾经设计过精密的磨床，他还改进了望远镜，并且对各种玻璃的性质十分熟悉，知道怎样加工成优质的光学仪器。

弗劳恩霍费尔比较各种玻璃的光折射，让日光通过用单种玻璃做的棱镜，但他发现：由于光谱的颜色密集在一个较小的范围内，一开始就做出精密比较是不可能的。所以弗劳恩霍费尔拟定了方案，依靠这个方案进一步扩展光谱。

结果，弗劳恩霍费尔线诞生了。

太阳光谱的颜色不是没有间隙的和连续的，从光谱上看到的是：无规则地有窄谱线分布。这就是弗劳恩霍费尔线。

弗劳恩霍费尔认为，“这些谱线证明被分解的白色日光的成份，并非是由不同折射力的连续光谱组成，而且证明光来自一定的颜色层次，因此暗线是光谱中的间隙，这些间隙与缺少的光相应，假使这个光谱每次都是由日光通过同一材料制作的棱镜产生的话，这些谱线就会始终处在光谱的同一部分，次序和位置相同，密度和明暗相同。如果材料不同，数量、次序、明暗度也没有变化，但是谱线之间的相互距离却有不同”。

人们历来都认为太阳与其他恒星是同一光种，但弗劳恩霍弗发现恒星光谱与太阳光谱不同。

这下引发了一项重要研究，即光谱分析。光谱分析是 19 世纪的重大科学成就，由于光谱分析，使得化学家可以指出微小元素的情况，而天文学家也开始走向天文物理。至于冶金、工程等方面，也可以精密地确定出微量物质从而断定质量与事故。

当时人们利用的是元素、原子与光的关系，而为什么它们能保持发光并且颜色各不相同呢？19 世纪的人们是不知道的，这是原子物理学的范围了。

今天实验室里的“本生灯”，是科学家本生发明的一项技术性工具，是一种有充分空气供应的煤气灯。由于空气供应很充分，这种火焰几乎没有颜色，而且热量很高，十分有助于观察颜色。

德国的化学家本生（1811 ~ 1899 年）与他的同事克希霍夫（1824 ~ 1887 年）利用这种灯研究了很多元素的燃烧发光。

他们用铂金丝将各种盐类慢慢靠近火焰，就可以观察到盐类上燃烧的蒸气光谱。“我们面前的这些现象，属于人造的最辉煌的光学现象。现在我们只看到与燃烧的盐相应的光谱，这种光谱以最大的光泽出现，而在以前的实验中，光谱的最大特点被酒精光所遮蔽”。

本生与克希霍夫断定金属有其特殊的焰色反应。为了进一步使不易熔解的金属化合物呈现焰色反应，他们二人还利用了电火花，因为电火花提供的火光很强。

白炽的固体光谱是连续的。由于元素的光谱与其含在何种化合物中无关，那么检验某种元素的一种好方法就是焰色反应。在检验中，一种化合物的各种元素的光谱不会相互干扰或影响。但主要的是，本生和克希霍夫提供的验证方法显示了极大的灵敏度。本生描述说，在一次实验中，三百万分之一毫克的钠已经足够获得一个清晰的光谱了。

运用光谱分析，人们不久发现了在研究中一直被忽视了的一些化学元素，因为它们只是出现在极微量的分布中。像铷和铯，

就是本生通过焰色发现的。后来通过光谱，又发现了铷、铯、钫的存在。未知化合物的成分也可以通过光谱分析确定。

弗劳恩霍费尔曾经观察到，太阳光谱的两条暗线刚好处在实验室实验中钠光谱的明线位置上。莱昂·富科和本生以及克希霍夫是这样解释的：如果亮光落在较不亮的钠蒸气上，那么就会出现“钠线的逆变”。光谱中，原来明线的位置到现在比其余部分暗。使用相应的实验方法，其他化学元素的光谱线也有同样的情况。

其原因是什么呢？

发光的气体和蒸气吸收它们自己放射的颜色。除了发光体的光引起的发射光谱外，还有吸收光谱。光通过发光的气体和蒸气时，就产生了吸收光谱。这时，吸收光谱在某种程度上就是发射光谱的“反面”。吸收光谱中属于某一元素的暗线所处的位置，恰好是没有吸收时发射光谱的明线所处的位置。

这种认识解释了太阳光谱中弗劳恩霍费尔线的形成。

克希霍夫这样写道：

“为了解释太阳光谱的暗线，必须承认，太阳的大气包围着发光体，发光体本身只产生没有暗线的光谱。人们可以做的假设就是，太阳是一个固体的或流体的高温的核，四周是温度略低的大气”。

太阳大气中的元素吸收了“自己的”光，因此形成了暗线。事实上进一步的测量和比较表明，地球上许多元素在太阳大气中是炽热的蒸气。只要扩大研究恒星的光谱，就会发现，“地球上的”元素在恒星上也存在。

在化学史上，有一个元素的发现第一次是在太阳上。

当时人们已经知道怎样安放和遮暗附有光谱仪的望远镜，以取得太阳四周炽热气体层的光谱，而不是太阳本身的光谱。所以，分光镜显示的不是吸收光谱，而是发射光谱。正常情况下暗的弗劳恩霍费尔线显得明亮了。英国天文学家和物理学家约瑟夫·诺尔曼·洛克耶在这里观察到一个明亮的黄线，这个位置是属于一个未知的元素的。洛克耶猜想原因是地球上存在一个未知的

元素，他命名为氦。几乎过了 30 年，1895 年地球上的氦才被发现，而且是在某些矿物之中，有微量的氦。新元素第一次发现于太阳，后来才发现于地球，这是一个令人信服的证据，证明同样的元素也存在于天体之说。

从此，光谱分析在天文学和天体物理学方面建立了丰功伟绩。

人们从星球的光谱可以推断其表面大气温度，由此又可得到星体本身温度的要点。

光源的光谱中存在细微的，只有用最精密的手段才可以测得的偏移，偏移取决于光源朝我们来或离我们去的运动速度，根据这一点，可以用光谱分析来测定恒星速度。

19 世纪迅速发展的摄影技术，为光谱分析作出了贡献。

目前光谱分析已从可见光到不可见光，可以对遥远星球的化学成份进行测定，证明了化学元素的普遍存在。

莫尔斯

莫尔斯，美国人，现代实用电报机的发明者，为人类通信事业的发展做出了划时代的贡献。

莫尔斯 1791 年出生于马萨诸塞州的查理镇。父亲是一位教师兼地理学家。小时候的莫尔斯非常喜欢绘画和雕刻，这后来成了他的职业。1810 年，莫尔斯毕业于耶鲁大学。1811 年，他留学欧洲，在英国皇家学院研究艺术。1815 年回国，1826 ~ 1845 年担任国立图画院首任院长，在美国艺术界很有影响。然而，一次偶然的经历却改变了莫尔斯的后半生。

1829 年，莫尔斯相继访问欧洲各国，直到 1832 年才结束访问。就在从欧洲返回纽约的“萨利”号邮船上，莫尔斯遇到一件平常却又足以改变他一生的事。一天午饭后，几个旅客坐着没事，在一块儿闲聊。一个叫杰克逊的青年医生向大家展示了一件奇异的马蹄形的铁块，上面密密麻麻地绕着一圈又一圈的绝缘铜线。当杰克逊使铜线通电时，马蹄形铁块立即有了磁性，把放在下面的铁片轻而易举地吸了起来；一断电，马蹄形铁块便立刻失去了磁性，铁片又落到了桌子上。

莫尔斯觉得这个新鲜玩意儿太有意思了，但他对电磁学方面的知识却一无所知。于是他充满好奇地问杰克逊：“杰克逊医生，电流通过导线的速度是多少？”

“电流的速度是极快的。早年富兰克林在进行电学实验时，让导线通过一条大河。当他使导线通电时，对岸另一端的导线同时冒出了火花。你说快不快？”其实杰克逊医生对电流的速度也仅仅是感性认识，并不知道电流的速度到底是多少。

但杰克逊的这句话却引起了莫尔斯的无限遐想。他想到了当时的信息传播手段，心想：如果能借助电流来传播信息，那该有

多快啊。莫尔斯又想起了在法国看到的信号机。这种信号机是法国人恰培兄弟在 1794 年发明的，曾在巴黎和卢森堡之间使用过。可是这种信号机每次只能传讯几英里，远距离传送时，只能将许多信号机组合起来，一旦某台信号机出现故障，就会全线瘫痪，使用极不方便。“可不可以吸取这种信号机的优点，用电流来传递电磁信号呢？”一个大胆的念头在莫尔斯脑海中出现了。思想的火花一旦点燃就难以扑灭。莫尔斯一遍又一遍地对自己说：“我一定要进行实验，把这个想法变为现实。”

回到美国以后，他立刻行动起来，购买了许多电磁学方面的书籍，认真学习研究。他甚至辞去了绘画教授的职位，专心进行电报机的研制工作。他购买了许多实验设备，把画室变成了实验室，开始过足不出户的生活。一晃三年过去了，莫尔斯却一无所获。在实验进行到第四个年头，莫尔斯的生存出现了问题，不得不靠出卖自己以前的藏画度日。后来，他只得重操旧业，白天花一定的时间去大学里教绘画。

1837 年，莫尔斯的研究终于有了一定的成果。这年的 9 月 4 日，莫尔斯发明了一架能够在 500 米范围内有效工作的有线电报机。接着他又发明了一种继电器，以减少电流的能量损失。这也使得长距离的电报通讯有了可能。1838 年，莫尔斯在纽约进行了距离为 16 英里的电报公开演示，取得了成功。这次成功，更加激发了莫尔斯的斗志。但由于经费的限制，远距离的线路无法架成，研究也就受到了制约。

1844 年 3 月 3 日，美国国会通过了为研制长距离电报机的拨款议案。有了财政支持，长距离的电报机和输送电路很快就建成了。1844 年 5 月 24 日，这是一个值得纪念的日子。莫尔斯在华盛顿和距离 100 公里以外的巴尔的摩市发报取得了成功。这是历史上第一份长途电报，电文是：“上帝创造何等的奇迹！”

其实，创造奇迹的正是莫尔斯本人！

莫尔斯的电报机后来又经过不断的改进，传送的信息更加准确、快速，并很快被世界各国采用。电讯技术的发展，大大促进了资本主义的发展，使其更快地进入了第二次科技革命时期。

迈克尔·法拉第

1791 年，迈克尔·法拉第生于英国伦敦。

如今电已经成为人们生产、生活所不可缺少的重要组成部分。电作为一种客观存在的物质，经过漫长的历史过程才逐渐被人们认识，法拉第发明发电机后，它才广泛应用到人类生产、生活的各个领域。

人类对电的认识，经历了一个漫长的过程。

公元前 6 世纪，希腊哲学家就曾记载了用布摩擦过的琥珀能够吸引毛发的现象。中国古籍中也有“琥珀拾芥”的记录。到 18 世纪，人们又发现电有两种，称为“正电”和“负电”，并且确立了“同性相斥，异性相吸”的规律。

1752 年，美国科学家富兰克林冒着生命危险，做了一个永垂科学史册的所谓“费城试验”，证明电和闪电是同样的物质。1785 年，库仑用实验方法在量值上确定了电荷间相互作用的定律，同时确定了电荷的定量意义。库仑定律奠定了静电学的基础。

1780 年，意大利科学家伽伐尼进行过青蛙肌肉收缩的实验，发现了动电。意大利物理教授伏特对这一实验作出解释，认为这是由于一种“电的激发力”引起伽伐尼电流的缘故。1800 年春，伏特发明了电池，成功地将化学能转化为电能。由此，电流可以源源不断地获得，电流成为科学研究的重要对象，电流的化学效应和热效应也随之发现。伏特发明电池使人类从静电时代走向了动电时代。

1819 年，奥斯特发现电流的磁效应，电流有使磁针偏转的作用，人类又认识到磁现象与电现象之间的内在联系。

1820 年到 1830 年期间，电学的研究工作发展很快。欧姆、

安培、毕奥、沙伐等人都有不少的发现，其中除有关电流强度的欧姆定律以外，主要的有电流与电流所产生的磁场之间有量值上的关系的毕奥—沙伐定律，以及磁场对通有电流的导体和线圈的作用的安培定律。安培还初步阐明了磁性的微观本质。一系列的发明发现逐步卸下了电学身上的魔衣，露出它那熠熠的科学光芒。

对电磁学的发展贡献最大的无疑是英国的法拉第。

1813年3月，著名化学家戴维推荐法拉第到皇家研究院实验室做自己的助理实验员，从此法拉第走上了科学研究的道路。

1820年，奥斯特发现电流的磁效应，受到科学界的关注，1821年，英国《哲学年鉴》的主编约请戴维撰写一篇文章，评述自奥斯的发现以来电磁学实验的理论发展概况。戴维把这一工作交给了法拉第。法拉第在收集资料的过程中，对电磁现象产生了极大的热情，并开始转向电磁学的研究。他仔细地分析了电流的磁效应等现象，认为既然电能够产生磁，反过来，磁也应该能产生电。于是，他企图从静止的磁力对导线或线圈的作用中产生电流，但是努力失败了。经过近10年的不断实验，到1831年法拉第终于发现，一个通电线圈的磁力虽然不能在另一个线圈中引起电流，但是当通电线圈的电流刚接通或中断的时候，另一个线圈中的电流计指针有微小偏转。法拉第心明眼亮，经过反复实验，都证实了当磁作用力发生变化时，另一个线圈中就有电流产生。他又设计了各种各样实验，比如两个线圈发生相对运动，磁作用力的变化同样也能产生电流。这样，法拉第终于用实验揭开了电磁感应定律。法拉第的这个发现扫清了探索电磁本质道路上的拦路虎，开通了电池之外大量产生电流的新道路。

1831年10月28日，根据这个实验，法拉第发明了圆盘发电机。这个圆盘发电机，结构虽然简单，但它却是人类创造出的第一个发电机。现代世界上产生电力的发电机就是从它开始的。

1831年11月24日，法拉第在论文中把产生感应电流的情况概括成五类：变化着的电流；变化着的磁场；运动的恒定电流；运动的磁场；在磁场中运动的导体。他指出：感应电流与原电流

的变化有关，而不是与原电流本身有关。他将这一现象与导体上的静电感应类比，把它取名为“电磁感应”。为了解释电磁感应现象，法拉第曾提出过“电张力”的概念，后来在考虑了电磁感应的各种情况后，认为可以把感应电流的产生归因于导体“切割磁力线”。法拉第在电磁感应现象发现 20 年后，1851 年有人又得出了电磁感应定律。

1886 年，威斯汀豪斯成立了西屋电机公司，在马萨诸塞州的大巴林顿设立了一家实验工厂开始发电。其后又在纽约州的布法罗成立了第一家商业用交流电灯厂。为解决输电、直流变交流、高压变低压等一系列电气应用技术问题，一批西屋电机公司工程师发挥了重要的作用。如威廉·斯坦利对变压器的改进，奥列夫·沙伦伯格发明交流感应电表，尼古拉·特拉斯发明感应电动机（1889 年）并取得多项电动机的专利，L·B·史迪威制作电压调整器，本杰明·兰门改进了鼠笼式感应电动机以及第一辆实用电车电动机，变交流为直流的转动变换器。1892 年，西屋公司在芝加哥博览会上装置了当时最大发电能力为 1000 匹马力的发电机。1894—1895 年，又在尼亚加拉大瀑布地区利用水力装置了 3 部水轮发电机，发电能力分别为 5000 匹马力。1892 年，在查尔斯·科芬的力促下，爱迪生通用电力公司和汤姆生-豪斯顿公司合并成立了通用电气公司。伊莱休·汤姆森发明了瓦特计和电焊之电阻法。

人类就此开始进入电力时代了。

W · R · 哈密顿

19 世纪爱尔兰著名数学家 W · R · 哈密顿提出了一个世界著名的问题：周游世界问题。

1859 年，哈密顿拿到一个正十二面体的模型。我们知道，正十二面体有 12 个面、20 个顶点、30 条棱，每个面都是相同的正五边形。

他发明了一个数学游戏：假如把这 20 个顶点当作 20 个大城市，比如巴黎、纽约、伦敦、北京……，把这 30 条棱当作连接这些大城市的道路。

如果有一个人，他从某个大城市出发，每个大城市都走过，而且只走一次，最后返回原来出发的城市。问这种走法是否可以实现？

这就是著名的“周游世界问题”。

我们如果知道七座桥的传说，就会意识到这是一道拓扑学研究范围内的问题。

解决这个问题，方法很重要。它需要一种很特殊的几何思路。这种题是不能拿正十二面体的点线去试的。

设想，这个正十二面体如果是橡皮膜做成的，那么我们就可以把这个正十二面体压成一个平面图。假设哈密顿所提的方法可以实现的话，那么这 20 个顶点一定是一个封闭的 20 角形世界。

依照这种思路，我们就进入了最初步的拓扑学领域。最后的答案是，哈密顿的想法可以实现。

哈密顿是一位首先提出“四元数”的人。这个成果至今还镌刻在他天才火花闪现的地方。

复数可以用来表示平面的向量，在物理上有极其广泛的应用。人们很自然地联想到：能否仿照复数集找到“三维复数”来

进行空间量的表示呢？

1828 年开始，哈密顿开始悉心研究四元数。四元数属于线性代数的组成部分，是一种超复数。但在哈密顿以前，没有人提出四元数，哈密顿也是要解决空间量表示而研究的。

研究了十多年，哈密顿没有丝毫进展，他是一个数学神童，少有难题，这次可真遇上麻烦了。到 1843 年，哈密顿研究了整整 15 年。

有一天下午，夕阳无限，秋色爽丽，风景宜人。哈密顿的妻子见丈夫埋头研究问题，几乎不知寒暑不问春秋，于是很想让他外出放松一下，调节一下身体。

她说：“亲爱的，外面的自然即使不比你的数学更有趣，但也不会逊色的，快出去看看吧，多么美丽的秋天呀！”

哈密顿在妻子的劝说下，放下手头的问题，走出书房。

夫妻二人散步，不知不觉来到护城河畔。秋风柔和而凉爽，河面波光粼粼。清新的空气带着成熟的果香和大自然土壤的芬芳使人精神振奋，思维清晰。

他们陶醉在大自然中，这时暮色苍茫，晚景宜人。二人来到玻洛汉姆桥，对着清新的水汽，望着万家灯火，哈密顿的头脑在若有若无之中思考，似乎远又似乎近，似乎清楚又似乎模糊的东西久久在脑海萦绕。招之不来，挥之不去。

突然之间，这些印象似的感觉都变成了亮点，以往的迷雾全部消失弥散，思维的闪电划过头脑的天空。哈密顿眼前豁然亮了，那些澄明的要点一一显露。

哈密顿迅速地拿出随身携带的笔记本，把这令人欣喜若狂的结果记录下来。15 年来，整整 15 年，终于在这里找到了解法！

借着这个时机，哈密顿大踏步地飞奔回家，一头扎进书房，废寝忘食。一连几天，几乎不动地方，全神贯注地书写并且不时地演算。在几寸厚的稿纸中，哈密顿整理出一篇划时代意义的论文。

1843 年 11 月，数学界被轰动了，哈密顿和爱尔兰科学院向世人宣布了“四元数”。

哈密顿证明了，要想在实数基础上建立三维复数，使它具有实数和复数的各种运算性质，这是不可能的。

1853 年，哈密顿写成《四元数讲义》，于 1857 年发表。在他逝世后第二年，即 1866 年发表了《四元数原理》。

哈密顿敏锐地感觉到四元数的物理学意义。只可惜，他没能目睹四元数的变革作用便离开人间。

伟大的麦克斯韦正是在哈密顿四元数理论上利用向量分析的工具走出迷茫，得出举世闻名的电磁理论的。

四元数的研究，推动了向量代数的发展。在 19 世纪，数学家证明了超复数系统，人类思维达到了空前广阔的领域。

直到现在，爱尔兰都柏林玻洛汉姆桥，哈密顿驻足之处，仍立着一块石碑，碑铭记载：“1843 年 10 月 16 日，威廉·哈密顿经过此桥时，天才地闪现、了四元数的乘法，它与实数、复数显著不同。”

谁又知道，驻足缅怀的人中有几人能知科学探索的“灵感闪现”背后是数载的艰辛呢？

弗里德里希·维勒

在化学发展史上，有机物与无机物之间曾经横亘着一条鸿沟。人们认为有机物来自活的机体，是生命化学研究的对象。无机物则与生命无关，是传统化学研究的对象。生命化学是一门神秘莫测的学科，它所遵循的规律与传统的化学学科完全不同。到了1828年，这一认识被一位年轻人改变了。他用无机物人为地合成了有机物，打破了生命与无生命的界限，并指明了有机化学的合成方向。这位年轻人就是德国著名化学家弗里德里希·维勒。

维勒于1800年7月31日出生于莱茵河畔法兰克福附近埃斯欣姆的一个医生家庭。他的父亲在当地颇有名望，父亲希望他长大以后，能够光大这个家庭的医学传统，成为一代名医。当他还在上中小学的时候，父亲就不断给他灌输这种思想。

要当医生，就得了解药物。而要了解药物，不懂得化学是不行的。所以，在课程之余，维勒还有意识地翻阅了一些化学书籍。阅读的结果，他的兴趣发生了转移，深深地喜欢上了化学这门学科。上中学时，在完成了老师布置的学习任务之后，他还常常在家里偷偷地按照化学书上的叙述做实验。化学实验给他带来了无比的愉快，他不再企盼着长大后去当名医，而是希望有朝一日能够从事化学研究。

20岁那年，维勒中学毕业，该上大学了。这时的维勒，已经不是过去那个又高又瘦、长着一副大耳朵、看上去快乐无比、滑稽淘气的孩子，而是一个身材颀长、举止文雅的青年了。这年秋天，他考上了马尔堡大学。在选择大学专业的时候，他不愿意父亲生气，于是就按父亲的意愿，选择了学医。

在大学里，维勒的生活紧张而又充实。在认真学好医学专业

的同时，他对于自己心爱的化学实验仍然不能忘怀。他尽量科学安排时间，所有的功课都在白天完成，以此来保证他的医学专业的学习质量，而晚上的时间则留给自己。一到晚上，他一回到自己的住所，就满怀激情地投入化学实验。他几乎天天都要把做实验用的那些瓶瓶罐罐摆弄一番。哪天没做实验，他就睡不踏实。房东喜欢把房间打扫得干干净净，整顿得有条不紊，在那样的环境里，他倒觉得不自在。

正是因为有了这样的钻研精神，没用多久，他就在化学研究方面有所收获了。上大学二年级时，他发表了第一篇化学研究方面的论文，刊登在《吉尔伯特年鉴》上。文章虽然不长，但很有新意，因此得到了欧洲“化学巨人”——瑞典著名化学家贝采利乌斯的肯定。初试牛刀就得到了名家的赏识，这更加坚定了维勒选择化学研究作为终身事业的决心。他虽然仍在医学专业学习，但他已经把心交给了化学。

不久，他转学进入海德堡大学。海德堡大学有一位叫做列奥波德·格美林的教授，是德国著名化学家，被誉为“海德堡的贝采利乌斯”。维勒就是冲着他，慕名而去的。当然，在海德堡大学，他的专业仍然是医学。

不料，当他找到格美林教授，表达了自己愿意跟着他听课的愿望时，格美林教授却表示反对。教授对他说：“维勒先生，您现在掌握的化学知识，已经超越了我讲课的范围。您没必要再浪费时间，听这些对您来说已经过时了的东西。”

维勒以为格美林教授在婉言谢绝他，觉得很失望。可格美林教授接下去的话却让他喜出望外。格美林教授说：“您要来听我的课，我是不会同意的。可是如果您愿意来我的实验室工作，那我会感到很愉快。我相信您会在我的实验室里做出新的、更有意义的成果。”

到格美林教授的实验室里做实验，这是他连想也不敢想的事情。他没有任何犹豫，就一口答应了。从那以后，他就成了格美林教授实验室的常客。

没想到，海德堡大学另一位知名学者蒂德曼教授对此有了意

见。蒂德曼教授是著名的医学家，他对维勒的才华也很欣赏。他觉得，维勒如果不好好读医学，就太可惜了。他不愿意医学界失去这位后起之秀，他想亲自指导维勒攀登医学科学高峰。

两位名师争徒，这真出乎维勒意料。能得到他们中的任何一位的指导，对一般学生来说都是天大的好事，可维勒一下子得到了两个人的垂青，这怎能不让他受宠若惊？他尊重、景仰蒂德曼教授，可他也不愿意改变自己的选择，这可怎么办呢？他把自己的真实想法告诉了两位导师，两位导师协商的结果，决定采取折中方案，让他研究生理学中的化学问题。就这样，维勒在这两位大师的指引下，以一种独特的方式，走上了化学研究道路。

根据蒂德曼教授的建议，维勒选择尿素作为自己的研究对象。尿素是有机体新陈代谢排泄出来的废物中第一重要的化学物质，研究尿素对于当时的生理学有一定的学术价值。正因为这样，蒂德曼教授才把这项课题交给了维勒。

按照蒂德曼教授教给的方法，维勒经过刻苦钻研，终于在1823年，从动物尿和人尿中分离出了尿素。接着，他又在格美林教授的指导下，对尿素的化学成分做了全面分析。格美林教授的分析方法非常先进，维勒运用这种方法，精确地测定了尿素中氮、氢、氧和碳的成分，得到了一批数据，并由此查明了尿素的一些重要性质以及它在动物体内的生理作用。他的工作做得非常好，正是由于这项研究，维勒年仅23岁就获得了海德堡大学的医学博士学位。

获得博士学位以后，维勒来到瑞典的斯德哥尔摩大学贝采利乌斯实验室，为他仰慕已久的贝采利乌斯做助手，跟随这位“化学巨人”一道从事研究工作。在那里，他进一步充实了自己，学到了更为先进的实验和分析方法。而且，他还与贝采利乌斯成了莫逆之交。在日后的岁月里，两人的学术观点时有不同，但他们的友谊却一直保持了下來。

在斯德哥尔摩待了一年以后，1825年，他又回到了自己的祖国，在柏林化学和矿物学校当了一名化学教师。在这所学校，他的薪金很低。本来他可以在其他学校得到更高的薪金，但他认为

工作环境和研究条件比工资更重要。他看中的是该校的化学实验室。正因为这样，他才愉快地接受了柏林化学和矿物学校校长的聘请。

在学校里，维勒一方面负担繁重的教学任务，一方面尽量利用业余时间搞科研。他的兴趣一开始是在无机化学上，在不长的时间之内，他就做出了一系列令人瞩目的成就。他研究出了分离金属铝和铍的方法，还发现了碳化钙，指出碳化钙能迅速与水反应生成可燃性气体乙炔。他还差一点就成了世界上钒的第一位发现者。

这些工作，使得他在化学界崭露头角，成了一颗冉冉升起的新星。

在博士毕业后的最初几年里，维勒取得了丰硕的成果。不过，与他接下去的工作相比，上述成果就显得次要多了。

那时，他一直在关注氰酸和氰酸盐的研究。氰酸和氰酸盐都含有氰酸根，氰酸根是一种在性质上与氯离子很相近的酸根，它能与氢原子结合，生成氢氰酸。氢氰酸在与强碱反应时，可以生成相应的盐。根据这一性质，维勒用氢氰酸与有关氢氧化物进行反应，制得了不同的氰化物，并对这些氰化物的性质做了较长一段时间的研究。

一天，维勒在查阅杂志时，读到了德国化学家尤斯图斯·李比希的一篇文章，从中知道李比希正在进行与自己相似的研究。于是，他立即给李比希去信，建立了工作联系。从那以后，两人成了同一课题的竞赛者，最终还成了好朋友。

维勒在那篇文章中发现，李比希在研究中也得到了自己所制得的那种氰化物，可是他对那种物质性质的描述却与自己所知大不相同。李比希描述说，他制得的那种氰化物具有猛烈的爆炸性能，甚至在合成过程进行之中，稍有不慎也会引起爆炸。而维勒所得到的同一种氰化物却非常稳定，根本不会爆炸。为什么会是这样的呢？同一种物质，不可能出现如此截然相反的性质。答案只能是他们中的一个人出了错误，这个人如果不是李比希，那就是维勒。

为了证明自己是正确的，两个人都在艰苦地工作着。维勒在探讨这个问题的过程中，制备出了氰酸氨这种物质。他将氨溶液与氰酸混合，然后加热蒸发。根据化学原理，氨是碱性的，它与氰酸这种酸起反应，得到的应该是氰酸氨这种盐。

维勒得到的氰酸氨是一种不透明的晶体。按常规，得到了这种晶体之后，应该对其性质进行分析。分析的方法之一是将其与氢氧化钾在一起加热。从性质上来说，当氰酸氨与氢氧化钾在一起加热时，钾离子置换出了氰酸氨中的氨根，氨根与氢氧根结合，生成氢氧化氨，就是我们平常所说的氨水。这样，混合液中应该出现氨的气味。可无论他如何做实验，溶液中始终没有出现氨的气味。再换用其他方法，该晶体同样没有出现氨的反应，也没有出现氰酸的反应。

既然没有出现预期的反应，那就说明加热后的晶体已经不是氰酸氨了。不是氰酸氨，那它是什么呢？要判定它是什么物质，方法只有一个，就是测定它的成分，再与已知物质相比较，通过比较做出判断。

于是，在接下去的日子里，他一遍又一遍地重复氨溶液与氰酸的反应过程，分析那个本应称做“氰酸氨”的晶体的成分。通过实验，数据越来越精确，氮、氢、氧以及碳的百分比含量，已经确凿无疑。望着最后的结果，他十分惊讶，因为这组数据与他做博士论文时对尿素的分析所得完全一致。也就是说，他用人工合成的方法，从无机物中制得了尿素。

用人工方法合成了尿素，这一结果使维勒非常吃惊。按传统观点，只有活组织才能形成尿素，可现在他却用无机物把它制造出来，而且仅仅是加了一下热。

为了证实自己的发现，维勒将这个实验重复做了许多次，每次都得到了相同的结果。经过一再验证，他终于肯定，自己确实制造出了尿素。1828年，他把自己的研究成果写成了一篇总结性的论文：《论尿素的人工生产》，公布于世。与此同时，他还把这一发现写信告诉了自己的老师贝采里乌斯和朋友李比希，请他们对自己的工作进行评价。他觉得，贝采里乌斯未必会同意他的观

点，但他，需要听取贝采里乌斯的意见。

果然，贝采里乌斯不同意他的见解。

贝采里乌斯的反对是有原因的。当时，有机化学还处于概念不清的阶段，很多人认为有机物就是专指动植物组织。18 世纪末生物学界广泛流行的活力论，对有机物的研究也带来了某种神秘色彩。贝采里乌斯深受这种观点影响，他还对之做了系统表述。他认为，化学物质分为两类，一类是无机物，与生命无关；另一类是有机物，它来源于有生命的组织，含有生命力。无机化学的定律并不全都适合于有机物。贝采里乌斯相信在制成有机物时需要“生命力”，而“生命力”在实验室里是不可能找到的，因此化学家不可能在没有生命组织的帮助下，从无机物合成有机物。这就是说，在有机化学和无机化学之间横亘着一条鸿沟，它们是不可逾越的。

贝采里乌斯的观点在当时很有代表性，维勒在海德堡大学的导师格美林教授就是这一观点的忠实拥护者。

但是这一鸿沟现在被维勒打破了。他居然在实验室里人工合成了尿素。贝采里乌斯一开始不相信这一事实。可许多化学家都重复了维勒的实验，得到了相同的结果。于是贝采里乌斯又觉得，氰酸氨本身也许就是有机物，那么用它来制得尿素不能说明什么问题；或者尿素并不是真正的有机物，那么用氰酸氨制得尿素也说明不了什么。总而言之，用氰酸氨制造出尿素来，不能说明有机物与无机物的鸿沟已被打破。

李比希则对维勒的工作评价很高。他与维勒之间关于氰化物那段公案已经了结。贝采里乌斯与法国著名化学家盖 - 吕萨克都已证明，李比希和维勒得到的物质分子式是相同的，但其性质确实不同。贝采里乌斯把这种具有相同分子式的不同化合物称为同分异构体。这一概念表明，相同原子的不同排列会导致不同的化学性质。结构化学就是在这一概念引导下发展出来的。由此可见，他与维勒的这场科学竞赛，导致了结构化学的诞生。因此，这场比赛，两人都是赢家。但李比希没有想到的是，在这场竞赛中，维勒竟然意外地人工合成了尿素，摘了一个大苹果。

不过李比希并不嫉妒，他对维勒的成就表示衷心的祝贺。同时，他也及时调整了自己的科研方向，把注意力转到了有机物的人工合成方面。在随后的岁月里，他与维勒密切合作，从事有机化肥的研究。两人的合作，使得德国在这个领域里遥遥领先于世界其他国家。李比希也因为在有机合成方面的卓越成就，而成为德国有机化学学科的带头人。

维勒的工作还大大鼓舞了其他化学家。在他的启发下，很多化学家开始转而从事有机合成实验。1845年，德国化学家科尔贝人工合成了有机物醋酸，接着人们又合成了葡萄酸、柠檬酸、苹果酸等有机酸；1854年，法国化学家贝特罗人工合成了油脂类物质；1861年，俄国化学家布特列洛夫人工合成了糖类物质……正是在这样一系列的进展中，贝采里乌斯等人逐渐放弃了自己的“生命力”学说，承认有机物可以在实验室里被人工合成出来。有机物与无机物之间的鸿沟就这样慢慢地被填平了。

人工合成尿素的工作，使得维勒在德国化学界的地位大大提高。1836年，哥廷根大学的化学教授斯特罗迈耶去世之后，维勒被任命去接替他遗留下来的空缺。这一任命是从包括李比希在内的许多候选人中选出来的。不过，他跟李比希之间的友谊并未因此而受到影响。

1854年，维勒被选为英国伦敦皇家学会会员，1872年获得该会的科普利奖。他还是法国科学院的院士，并担任过哥廷根化学研究所所长、汉诺威药房的监察主任等重要职务。1882年9月23日，他在哥廷根与世长辞。就在他去世之前，他所开创的有机化学的人工合成方向，已经发展成了浩浩荡荡的化学研究的新洪流。对此，人们永远铭记着他的功绩。

罗伯特·富尔顿

人类文明的发展依赖交通工具的进步。五湖四海，山河茫茫。一去经年，数载不回的场面是古代所有人都经历过的痛苦。

人是陆地动物，在水上更是无法全力施展自身的能力，大江大河、大洋大海阻断了陆上交流，但自古就有勇敢的人漂洋过海，凭借木制、铁制等等原始的船，以风力这种自然力为动力，航海远行。

然而这样的水上航运费时费力，危险极大。

人们在科技进步的同时，没有忘记努力改进水上交通工具。

瓦特发明了蒸汽机，为动力提供了广阔的天地。瓦特本人有很多天才的创见，他指出应用新的蒸汽机会改进车辆、船只和很多动力设备带动的工具，但是瓦特的主要精力放在蒸汽机的改进上，他自己没有过多的时间和精力去设想蒸汽机的应用。

这些应用的任务有待后人进一步探索并实现。于是各行各业有了很多发明，矿山、冶金及纺织、机械等部门不断地利用蒸汽机带动设备，获得极大的效率。

第一个航运改革值得纪念的人是美国人菲奇，他没能产生影响，作为一名致力研究的人，没能受到重视，他的经历带给后人很多思索。

菲奇于 1743 年出生于美国。他利用瓦特的新产品——双向式蒸汽机来结合帆船，研究了将近三年。他设想过螺旋器，可以起推进作用并且制做了推进器的模型。

经过多方面努力，出身普通的菲奇艰难地筹措到了一部分资金，研制出了四艘汽船。他的桨式汽船成为世界第一代汽船。但是他没有雄厚的资金作保障，也没有人帮助，只好投诸实用想挣一些钱以供研究。

投入使用的汽船却没有引起人们的关注，乘客也十分稀少。船只还需要维护修理，他的营业越来越困难。1790年，菲奇最先进的一艘汽船在载客途中失灵，更加使人们不满。要知道，新发明哪有一帆风顺的！但是没有人支持菲奇了，人们对他的研究十分漠然。

菲奇中断了他的事业，1798年，在穷困潦倒中死去。

在菲奇之后，有一个人投入到汽船的研究，他产生了巨大的影响，并最终将蒸汽动力用于航运，使航运开始跟上蒸汽时代的脚步。

他就是“轮船的发明人”——罗伯特·富尔顿。

1797年，富尔顿在法国曾经研制了潜水艇，但是实际使用起来很不理想，因此也没能继续下去。

在法国时，富尔顿研制好了一艘轮船，它用瓦特蒸汽机做动力，用明轮桨做助推工具。一天，富尔顿在塞纳河上试航，人们听说研制了水面“怪物”，纷纷跑来观看。船开动了，顶风逆水而行，船缓缓地前移，发出轰轰的声音。

人群中突然有人笑了起来：“哈哈，瞧它慢得像什么？”

“蜗牛！”

“又笨又重！”

“又呆又傻！”

人们七嘴八舌讥讽着这艘刚刚起步的汽船。

还有一人大叫：

“看我的！”

只见他在岸边，竟然与轮船一起行走，不一会儿，他竟然超过了汽船，而船却落在后面了！

人们更加开心，哄然大笑。

富尔顿毫不气馁，他对人们说，新发明需要人爱护，要有向前看的眼光，才能有正确的意识。

但是没有人感兴趣。为此，富尔顿向拿破仑建议，希望政府能出资金帮助他。可是拿破仑一见富尔顿，哈哈大笑：“尊敬的先生，您让我用它来做什么？打仗？我的军队会在船上饿死的！”

拿破仑这位军事天才也不是全能的，没有想到汽船今后的重大作用，而只顾了眼前利益。

富尔顿同菲奇一样，遭受了打击。

更为沉痛的是，狂风摧毁了轮船，富尔顿只好从头开始。

1806 年，富尔顿回到美国，寻找支持者。幸运的是他遇上了发明家列文斯顿。列文斯顿很富有，是一位农场主。在他的资助下，富尔顿解决了吨位重量与推动力的难题，提高了船的速度。

成功的日子到来了。

1807 年 7 月 4 日，富尔顿成功制造的一艘新汽船停泊在美国纽约附近的哈得逊河上。

这艘船样子十分奇怪，表面上看去是木制结构，在船上有一个冒着浓烟的烟囱，船上有船帆，但却没有摇橹的人，当然也没有橹。

富尔顿把这艘船命名为“克莱蒙特”，这次来观看的人依然是人山人海。

人们听说在法国富尔顿曾经失败，都想看看这位发明家的新成果如何。

富尔顿邀请了一些有名望的人，有学者，还有贵族，其中还有很多是他的朋友。富尔顿为大家讲解轮船的性能，并且介绍了它的稳定性。

这回的试航十分成功。人们惊奇地发现，新轮船比帆船要快，而且乘客们感觉很平稳，让人十分舒适。

这艘船运行了 32 个小时，从纽约到奥尔巴尼共行程 240 公里。

一时间，搭乘这艘“克莱蒙特”号成为时尚。

不久，美国的史蒂芬逊工程师也发明了“菲尼克斯”号汽船，但富尔顿成为世界上第一位发明汽船的人，人们把菲奇忘记了。

这时的轮船还不是真正的轮船。

因为设计师采用的是明轮推进，而不是螺旋桨。明轮就像车轮，所以，汽船就像车在地面上行驶一样在水面上行驶。

1814 年，富尔顿采用明轮为美国海军制造出了蒸汽军舰，威力无比。拿破仑后悔也没有办法了。人们的重大发明往往会被首先用于装备军事力量，轮船也不例外。

1836 年，螺旋桨研制成功，船真的成为了“轮船”。1838 年，商船“天狼星号”完全利用蒸汽动力横渡大西洋，航运终于全面进入蒸汽时代。

亨利·贝色麦

在现代工业生产中，钢铁的重要性尽人皆知。曾有人把钢铁形象地比喻成工业生产中的元帅。而让这位元帅升帐的人，是19世纪英国的发明家亨利·贝色麦爵士。

贝色麦是英国哈福德郡人，于1813年1月19日出生于该郡的查尔顿。这里离伦敦不远，经济比较发达。在工业革命时期，以伦敦为中心的英国东南部地区，机器工业发展得特别迅速，贝色麦就生活在这个地区，从小就受到了工业化生产的熏陶。

贝色麦的父亲原籍法国。法国大革命爆发后，迁到英国定居。关于他父亲的情况，诸书说法不一。有的说他是个发明家，有的说他是一位工程师，还有的说他是工厂主。不管怎么说，他的父亲熟悉工程技术，这是没有疑问的。

正是因为生活在这样一个家庭里，所以贝色麦从小就具有接受技术教育的有利条件。贝色麦一生中受过多少教育，只上过小学。他后来的知识，都是在实践中自学的。贝色麦的父亲开办了一家工厂，父亲的工厂就是他学技术的学校。他一生中有许多发明，为完成这些发明所需要的技术和知识，大部分都是在他父亲的工厂里学到的。

贝色麦生性聪颖，爱动脑子。还在很年轻的时候，他就表现出了从事发明创造的才能。18岁时，他离开故乡，只身一人到伦敦去谋求职业，独立生活。这时，英国的工业革命已经进入完成阶段，科学技术方面的各种发明，不断涌现出来。这种时代环境，为贝色麦提供了一个大显身手的机会。据说，他在伦敦工作期间，就已经有了多种发明。

不到20岁时，他就发明了一种机械冲压法，可以用冲压的方法在邮票上自动加盖邮戳。他的这一发明引起了英国政府的注

意，很快就被采用了。由于使用这种机械，不仅邮局工作人员减少了很多麻烦，而且政府每年可以挽回 50 万英镑的经济损失。不过，英国政府没有因此给他以奖赏，不少人觉得他只不过是毛头小伙子，而那项发明看上去也算不上复杂，用不着给他奖励。这件事对贝色麦刺激很大，他终生都念念不忘。从那以后，他再从事各项发明时，总要设法获得专利证书，以此来保护自己的权益。

贝色麦还发明过一种制造铜粉的机械。铜粉俗称“金粉”，由铜锌合金的黄铜加工制造而成，是一种金色颜料。铜粉因为用途很广，而加工制造又颇费工时，所以在市场上售价很高。贝色麦了解到这一情况后，决心对当时制造铜粉的方法加以改进。

他一方面钻研有关的技术书籍，一方面进行研究和实验，发明出了一种结构简单的制造铜粉的机械。可是，起初用这台机械制造出来的铜粉，既不平滑，又无光泽，同市场上出售的铜粉比较起来，相差很远。于是，他又对这台机械做了多次改进，终于制成了性能完善的机械。贝色麦用这台机械制造的铜粉，完全达到了市场上出售的同类产品的质量。

贝色麦发明了铜粉制造机械后，为了不让外界知道，并没有立即申请专利权，而是把它藏在家里，自己制造铜粉。贝色麦这时的想法是，利用这台机械制造铜粉出售，将获得巨额收入；然后利用这些钱财作为经费，从事研究和制造，以便取得更多的发明。他的这种做法和想法，是可以理解的。

除了以上两种发明外，贝色麦还对排字机做了一些改造。他还研究过玻璃制造工艺，并加以改进，提出了新的制造方法。对于青铜合金，他也进行过较多的研究。青铜既可以通过铸造的方式来生产一般机械零件和艺术品，也可以通过压延的方式来制造板材、棒材、管材等各种半成品。贝色麦经过研究，对青铜片的压延工艺进行过许多改进，获得了人们的认可。

19 世纪 50 年代初，俄罗斯与土耳其之间爆发了战争，战火很快蔓延到整个克里米亚，史称克里米亚战争。接着英法联盟也卷了进来，1854 年，英法两国向俄罗斯宣战，并派兵进入克里米

亚。英国整个国家的注意力都转向了这场战争，贝色麦也不例外，他很想为战争做点什么事情。

首先，他对战士们手里的武器做了改进，发明了一种新式步枪，叫来复枪。这种步枪的枪膛里刻有来复线，它发射出去的子弹以旋转方式向前运动，弹道比较稳定。用这种步枪进行射击，不仅射程远，而且命中率高。实验结果表明，来复枪是一种性能优良的步兵作战武器。

发明了来复枪以后，他又把注意力转向了大炮。当时士兵所用的大炮性能不太好，炮弹出膛以后，因为空气的阻力等因素，常常在空中翻滚，不能保持稳定的弹道，从而影响射击的准确性。贝色麦擅长机械技术，他决定用自己的智慧帮助国家解决这一问题。

从物理学上我们知道，旋转中的物体在运动时，会保持沿转轴方向的稳定。如果枪弹在飞行过程中，能够以飞行方向为轴线旋转，那么它就会避免翻滚现象，保持稳定的弹道。贝色麦就是根据这一原理，发明了来复枪，效果很好。现在，他还要沿着这一思路，制造出来复炮来。

那么，如何才能让炮弹在飞行时旋转起来呢？当然应该像来复枪一样，在炮膛里边刻上来复线，并使炮弹与炮膛密切吻合，这样火药在燃烧时，推动炮弹沿来复线运动，炮弹自然就旋转了起来。大炮装上这种炮弹，就可以打得更远、更准确。

根据这一设想，贝色麦设计出了新型的大炮。他兴致勃勃地把这一设计递交给了英国陆军部。

让贝色麦颇感失望的是，英国陆军部相当保守，对他的发明不感兴趣。于是，他想到了法国。一方面，法国是当时英国的盟友；另一方面，他本人是法国人的后裔，他父亲是法国革命爆发时移民到英国去的。所以，他对法国从内心里有较强的亲近感。就这样，贝色麦带着他的设计，来到了法国。

统治法国的拿破仑三世对他的设计很感兴趣，鼓励他做实验。实验的结果，新式大炮确实打得又准、射程又远。于是，这种炮很快被用来装备部队。可是不久，问题接二连三地反馈了回

来：有时炮弹发射出去后力量不足，有时发生卡膛现象，后来还发生了几起炮膛爆炸、炮手伤亡的重大事故。新式大炮不但没有杀伤敌人，反倒毁灭了使用武器的人。军方不得不将这种炮从战场上撤了下来。一时间，人们对新式大炮议论纷纷，而且对贝色麦也产生了怀疑。

贝色麦面临巨大的压力，但他相信自己的设计无误。在他及有关方面的要求下，军方对这些事故进行了仔细的调查。

调查报告不久就出来了。在法国一位大炮专家的介入下，调查报告对事故原因做了正确分析：当时法国和其他国家一样，大炮都是用铸铁制造的。用这种方法铸造的炮膛相应来讲不够规整，很难满足来复线对炮膛的要求。而新式大炮的关键之处就在于对炮膛与炮弹之间的间隙有严格要求：当炮弹与炮膛之间间隙偏大时，火药爆炸后的气体会向外泄露，导致弹丸旋转力量不足，效力不大；当炮弹与炮膛之间间隙偏小时，火药爆炸使得炮膛内压力猛增，炮膛内外温度分布不均匀，而铸铁本身坚韧性不够，不耐高压，这就容易导致炸膛。因此，问题出在铸炮所用的材料上。如果能炼出耐高压的坚硬而又有韧性的铁来，新式大炮就不会出问题。

调查报告虽然公布了，但人们对贝色麦大炮造成的事故仍心有余悸，没人敢再按他的设计去制造大炮。他费尽心血研制的新式大炮，转眼就成了一堆毫无用处的废铁。

耐人寻味的是，英法没有采纳贝色麦设计的新式大炮，可他的设计思想却被德国人接受了。1855年，在巴黎举行的万国博览会上，德国工程师克虏伯展出了贝色麦梦寐以求的钢质来复大炮。大炮试射的结果，发射3000发炮弹，炮身安然无恙。事实证实了贝色麦的设计是完全正确的。

面对在法国的挫折，贝色麦没有气馁，他想，只要突破材料这一关，新式大炮就能起死回生。于是，他开始把注意力转移到冶炼工作上来，下决心炼出高强度的铁来，彻底解决新式大炮炸膛问题。

贝色麦所要炼的那种坚硬而又有韧性的铁，实际上是钢。可

当时，他对冶铁一无所知，于是，他便从头学起。首先，从冶铁的基本常识出发学起。在短短两三年时间内，贝色麦几乎读遍了有关冶金问题的所有书籍。与此同时，他还到英国各地的炼铁工厂去进行参观，详细考察了当时的炼铁方法。为了把书本上的理论知识与钢铁生产实践更多地结合起来，他还建立了工厂，以之为基地进行实验。经过刻苦的钻研，他终于掌握了有关冶铁的基本知识。

在贝色麦做实验的年代，制造业用的铁，基本上只有两种。一种是铸铁，也就是生铁。它的含碳量高，很坚硬，但也很脆，抗张强度小，主要用于熔化后铸造发动机的汽缸、机座以及其他产品等。生铁因为质地坚脆，所以容易断裂，这是它的一大缺陷。贝色麦设计的新式大炮，就是用生铁铸造的。

另一种是抗张强度大得多也柔韧得多的熟铁。熟铁因为比较软，所以可用锻、压和其他成型方法，来制造铁轨、船壳、桥梁和各种机器部件。这种铁因为质地柔软，在高压情况下容易变形，因此其用途也受到较大限制。

直接从炼铁炉里炼出来的铁是生铁，生铁的含碳量很高，在2%以上。设法把生铁中所含的碳去掉，就得到了熟铁。熟铁的含碳量一般在0.04%以下。含碳量介于二者之间的，是钢。相对于生铁和熟铁而言，钢的性能非常优越，既坚硬又有韧性。但在当时情况下，钢的制造非常困难，因此它很昂贵，被人们视为珍贵金属。要用它来铸造大炮，显然是不现实的。当然，如果能找到廉价快速制造钢的方法，则又另当别论。现在，贝色麦所做的，就是要找到这种方法。

传统炼钢方法是先把生铁炼成熟铁，然后再往其中加入适量的碳使其变成钢。要把生铁变成熟铁，当时采用的是氧化法，即向生铁中加入氧化剂（一般是铁矿石），加热使其处于熔融状态，这时生铁熔液中的碳就会与氧化剂起反应，从而被脱去。

贝色麦认真研究了把生铁变成熟铁的方法。他把经过仔细称量的铁矿石加进生铁中，然后将混合物加热，使其处于熔融状态。铁矿石的主要成分是氧化铁，在高温条件下，氧化铁中的氧

原子与生铁中的碳原子结合而生成一氧化碳，一氧化碳进一步燃烧变成二氧化碳逸出。这时，炉子中留下的就是熟铁。

根据实验结果，贝色麦想到：既然把生铁中的碳原子氧化就可以得到熟铁，为什么不能用别的加氧方法把碳烧掉呢？例如用鼓风机直接向生铁熔液吹风，这样空气中的氧气就会与生铁熔液中的碳原子反应，使其脱碳，从而得到熟铁。

贝色麦的建议遭到了一些专家的反对。这些专家认为，用鼓风机向生铁熔液吹风时，吹进去的冷空气会使铁水冷却、凝固，从而导致整个冶炼过程停止。

贝色麦没有盲目听从专家的意见。他觉得，自己的建议是否可行，应该通过实验来做出鉴定。实验的结果与专家们的意见正好相反，鼓进去的风不但没有使铁水降温，反而因为其中的氧原子与生铁中的碳起反应燃烧放热，而提高了铁水的温度。

第一次实验时，当鼓风机向生铁熔液中吹风时，本来已经平静的炼铁炉中突然燃烧起来，反应进行得异常激烈，几乎失去控制。这使他非常紧张。他没想到铁水中的碳和其他杂质氧化时居然会放出如此大量的热。好在这一过程只进行了十几分钟。氧化完毕，他才如释重负。实验证明，鼓风法不再需要附加外界燃料，它降低了成本，而且简便易行，确实是一种熟化生铁的好方法。

随着实验的深入，贝色麦进一步想到，在熟化生铁的过程中，如果让反应在适当的时候就停下来，不让生铁中的碳完全脱去，而是让它保留在 2% ~ 0.04% 这样的范围之内，那就直接得到了钢。用不着像传统的方法那样，先由生铁炼出熟铁，再经过熟铁阶段得到钢。当然也就不用再花钱去买进行这些中间过程所需的大量燃料。

为了验证这一设想是否可行，他在伦敦的圣潘克利斯自己开的工厂里，建起了一座固定式的大熔炉，熔炉高约 1.2 米，可以装进 350 公斤生铁，炉底有 6 个风口。贝色麦用它认真做了实验，实验结果证明他的想法完全可行。于是，1856 年 8 月，在切尔滕哈姆南不列颠科学振兴年会上，他作了题为《不用燃料制造

熟铁和钢的方法》的报告，介绍了自己的炼钢法，同时还把精心写成的论文送到杂志上发表。从此，他的鼓风炼钢法正式公布于世。1860年，经过改进的第一个可移动的转炉建成投产。人们一般把这种熔炉称为“贝色麦转炉”。由于它以酸性材料做炉衬，因此这种炼钢法又被称为“酸性底吹转炉炼钢法”。

西门子

在世界近代历史上，德国的西门子一家兄弟四人，都是科学技术方面的杰出人物。四兄弟中最著名的是老大和老二。老二名叫查尔斯·威尔海姆·西门子。他发明了平炉炼钢法；后来，经过法国人皮埃尔·马丁的改进，形成了“西门子—马丁炼钢法”。本文要介绍的是老大，名叫恩斯特·韦纳·冯·西门子。他在电气技术方面有着多种发明创造。

1816年12月13日，西门子出生于德国汉诺威附近的林特。他家世代务农。父亲费尔迪南特毕业于哥廷根大学，曾参加过反对法国侵略的斗争，后来从事农业经营。西门子小时候受到良好的家庭教育。接着，先后进入射恩堡市立小学和卢卑克文科中学读书。在上小学和中学时，西门子就不喜欢语文课，而爱好自然科学和技术。他特别努力学习工程建筑，准备报考柏林建筑学院。可是，他父亲有9个子女，无力供给西门子升入高等技术院校。因此，西门子18岁时，就到马格德堡参军，不久编入炮兵队。第二年，他进入了柏林炮兵学校。

柏林炮兵学校十分重视对学生进行工程技术教育。西门子在校三年期间，努力学习和掌握数学、物理、化学等自然科学知识。有一次在做实验时，由于炮管爆炸，致使他的听力受到很大的损伤。西门子在炮兵学校毕业后，成为一名炮兵少尉。作为年轻的军官，他决心进一步提高自己的科学素养。因此，他把全部业余时间都用来研究科学技术，从事创造发明。

1840年，24岁的西门子被调往威丁堡。在这里，他一直没有停止过科学研究和实验。然而，在这期间却发生了一件不幸的事情。年轻气盛的西门子因参加一次决斗，违犯了军纪，被捕入狱。监禁期间，他在狱中继续进行科学研究和实验，并且发明了

电气镀金和镀银的方法。1842 年，西门子获得这项发明的专利权后，把这个专利权卖给了马格德堡的一个珠宝商人。西门子这项最初的发明，虽然并没有什么特别重大的价值，但是其中包含着对电流的实际利用，因而使人们感到惊奇，并留下了深刻的印象。

西门子出狱后，由于工作岗位经常变动，生活很不安定。起初，他被调到斯潘道烟火工厂，从事研制工作。他用化学方法制造的烟火，施放效果特别好，因而大受欢迎。不久，他又被调到柏林去，除了在柏林兵工厂从事武器弹药的研制工作外，还与别人签订合同，开办了一个镀金镀银制造所。与此同时，他还有多种发明问世。例如：镀镍方法、旋转式快速印刷机上的锌版翻印装置、蒸汽机调节器以及蒸汽机车火花聚集器，等等。这时，西门子不断出卖自己的发明，主要目的就是为赚钱养家。因为年老的父母和众多的弟妹都需要他照顾。他是一个心地善良的人，又是长子，因此责无旁贷地挑起了家庭生活的重担。

1844 年，西门子的弟弟查尔斯·威尔海姆·西门子迁居英国。他在英国进行印刷技术研究时，遇到了困难。为了帮助威尔海姆改进印刷技术，西门子曾一度前往英国。途经巴黎时，西门子参观了法国工业展览，受到很大启发。他认识到，必须掌握丰富的科学知识和科学原理，技术发明才会具有坚实雄厚的基础。于是，回到柏林后，他便将发明创造工作暂时停了下来，转向提高学术水平的理论研究。

过去因为家里贫穷，没有能够接受高等教育，实在是太遗憾了。现在有条件了，无论如何也要补上这一缺陷。于是，快要满 30 岁的西门子，到柏林大学去听课。与此同时，又参加了工程学会。在这个过程中，西门子结识了许多专家、学者和科学技术人员。他把科学理论与实践经验结合起来，撰写了一系列论文，如《论用热空气为原动力》、《差动调整器》、《利用电气火花进行速度测量》，等等。从 1845 年开始，这些论文先后在《丁勒尔斯工程月刊》、《波根道夫年鉴》等刊物上发表，产生了一定的学术影响。

19 世纪 40 年代，正是有线电报的初创时期。由于电报在人们生活中显示出重要的作用，许多人都在积极从事这项通讯技术的研究。西门子从 1846 年起，也投入了电报机的研制工作之中。经过多次试验，他设计制成了可控断续手动发报机。这种电报机也叫做指针式电报机。在一次竞赛中，西门子的指针式电报机获得了优胜，被认为是当时普鲁士国家电报网中最为适用的一种电报机。

由于西门子同科技界和军事部门有着广泛的联系，因此指针式电报机很快就成为市场上的畅销货。1847 年 10 月，西门子与柏林一位名叫约翰·哈尔斯克的机械师合作，成立了“西门子—哈尔斯克公司”，研究制造电报通讯设备。就在这一年，西门子发明了一种在电线和电缆上使用绝缘胶的方法。为此，他被聘请到普鲁士国家电报局去工作，在技术方面发挥指导性的作用。

随着指针式电报机的发明和畅销，西门子的名气越来越大了。普鲁士国王腓特烈和太子腓特烈·威廉知道西门子的成就后，非常高兴，立即把他请到波茨坦去，给他们讲解有关电报通讯的知识和技术。此外，比利时国王利奥波德也曾慕名邀请西门子，请他到布鲁塞尔王宫中去，为王室成员讲解电报知识。

1848 年，普鲁士与丹麦之间发生战争。西门子作为一名军官，在这场战争中发挥了科技才能。他采用电流点火方式，在基尔港进行水雷封锁。由于作战有功，西门子受到弗兰格尔将军的接见，并被提升为炮兵连连长，担负起基尔港等地的保卫任务。战争结束后，他被调回柏林，专门负责架设电报线的工作。

由于西门子的精心设计和施工，柏林至法兰克福的电报线，于 1848 年至 1849 年敷设完成。这是当时欧洲第一条远距离线路。接着，他又组织架设了柏林至科伦的电报线；这条线路一直延伸到比利时的维尔维堡。从汉堡到布勒斯累的电报线，也是他负责架设的。在架设这些线路的过程中，西门子第一次敷设经过莱茵河的水下电线，取得了成功。

这时，科学技术的发展日新月异。西门子看到了科技发展的动向和趋势，希望在科学技术的进步潮流中大显身手。为了专心

从事科学研究和经营自己的公司，他在 1849 年 6 月退出了军队。同时，还辞去在国家电报局担任的技术主任职务。

摆脱繁琐事务后，西门子全力投入电报技术的研究和发明工作之中，并取得了一系列重大成果。他改进了电报机和导线，发明了将低电压改变为高电压的电流盘形装置，研制了双 T 形电枢，等等。与此同时，他不断总结自己在发明创造过程中的实践经验，写出了许多既有学术价值又有应用价值的论文。例如，1850 年 4 月，西门子写成《关于电报的纪录》一文。这篇论文提交巴黎科学研究院后，得到该院专家的好评，被收入《外国论文集》一书。西门子还把他对地下导线的研究心得，写成《论电气导线和器械》一文，在《波根道夫年鉴》上发表。

当然，西门子的工作和事业也并不都是一帆风顺的。他根据自己在技术应用中的做法和体会，写出《略论敷设普鲁士地下电线的经验》一文。这篇文章指出施工过程中存在着的一些实际问题，并针对这些问题提出了解决办法和改进措施。这本来是一件好事。可是，实际上却事与愿违。政府的电报部门认为，既然敷设地下电线存在种种问题，那就不要敷设了，因此取消了原来在“西门子—哈尔斯克公司”的定货。这样一来，西门子出于科学态度写成的论文，反而给自己的公司带来了困难，使公司的经营效益大受影响。

不过，西门子—哈尔斯克公司在国外的经营业务却一直开展得比较顺利。在伦敦、巴黎和彼得堡，都先后建立了它的分公司。早在 1850 年年底，西门子就曾接受英国政府的邀请，到英国敷设电缆，并获得了极大的成功。1852 年，西门子又被请到俄国，帮助架设电报线。在俄国，西门子主持敷设了彼得堡和莫斯科、莫斯科和基辅、基辅和敖德萨之间的几条主要线路，还完成了彼得堡和华沙、彼得堡和赫尔辛基之间的线路。特别是在克里米亚战争期间，他以最快的速度完成了通往塞瓦斯托波尔的电报线路。据说，塞瓦斯托波尔要塞陷落的消息，就是通过这条线路及时地报告给沙皇的。

1855 年，西门子从俄国回到了柏林。这时，从苏伊士到亚丁

的海底电缆出现故障。负责敷设这条线路的英国公司请西门子去帮助检修。西门子把自己研制的测试仪器接在线路上，进行检查测试。第二天，他就得出结论说：“电缆在离亚丁 5.556 公里的地方出毛病了。”当时，在场的一些工程师都不相信，以为西门子是在开玩笑。结果事实证明，的确是这个地方的电缆损坏了。西门子把这个地方修好后，电报立即接通了。

西门子一心扑在事业上，很少考虑个人生活方面的问题。也许正是由于这个原因，他直到 36 岁时才结婚。1852 年 10 月 1 日，西门子与马提尔德·德卢曼小姐在哥尼斯堡举行了婚礼。接着，他们到巴黎等地去旅行，然后回到柏林。这时，西门子—哈尔斯克公司在柏林建造了一座大工厂。他们就在工厂的前区安下了家。

西门子—哈尔斯克公司的工厂仍然以生产电报机为主，同时在这种技术基础上，开始向其他方面发展。这是因为，西门子从俄国回来后，就曾经表示过，他“对建立电报线路已经不感兴趣了”。因此，从 19 世纪 50 年代末期起，虽然西门子对电报通讯技术的研究和敷设电报线路的工作并没有完全停顿下来，但是他已朝着一个新的方向开拓进取了。

自从 1831 年英国物理学家法拉第发现电磁感应原理后，很多人都在进行发电机的研制工作。但是，这项工作进展很慢。主要原因在什么地方呢？就是人们只考虑到用永久磁铁来发电，而没有考虑到用电磁铁也可以发电。即使是有人想到过这个问题，但又认为，由于永久磁铁本身有磁性，所以才使线圈产生了电流。电磁铁的磁性，需要通上电流才能产生；只转动发电机的线圈，电磁铁是会产生磁性的，因而线圈中也就不能产生电流。这种认识，被西门子突破了。

西门子通过研究和实验发现，在发电机上不用永久磁铁，而用电磁铁，同样也可以发出电来。这是因为，电磁铁的铁芯，在不通电流时，仍然残留着微弱的磁性。当转动线圈的时候，可以利用这一微弱的剩磁，产生电流。电流再反馈给电磁铁，促使其磁力增强。于是，电磁铁就能产生强磁性，从而也就可以发出较

强的电流来了。

1866 年，西门子向物理学家马格纳斯等人报告了发电机的原理，并进行了成功的试验，得到柏林科学研究院的肯定。同年，西门子根据自己的这一研究结果，在西门子—哈尔斯克公司的工厂里，制造出使用电磁铁的发电机。西门子发明的这种发电机，称为自激式直流发电机。1867 年，在巴黎举行的世界博览会上，展出了西门子的第一部发电机。为此，他获得了法国荣誉勋章。

西门子发电机提高了电流强度。它的研制成功，促进了电动机的研究和改进。从 19 世纪 70 年代开始，电力在德国得到了实际应用，使人们的生产和生活发生了巨大的变化。因此，自激式直流发电机的发明，是西门子在电气技术发展方面所作出的一个重大的贡献。

1867 年，哈尔斯克退出了西门子—哈尔斯克公司。从此，这家公司就成为西门子公司了。西门子把总公司设在柏林，并在英国、法国、俄国等国设立了分公司。英国的分公司设在伦敦，称为“西门子兄弟公司”，它所属的工厂专门生产各种电气器材。后来，西门子公司发展成为德国主要的电气设备制造企业，在电气工业方面处于举足轻重的地位。

由于自激式直流发电机还存在着不少缺点，因此，西门子继续对它进行研究和改进。1870 年，西门子公司研究人员阿特涅工程师在西门子发电机的基础上，制出了性能更好的发电机。为了克服直流发电机的缺点，1873 年，阿特涅又研制出交流发电机。与此同时，西门子也在不断改进发电机，创造新的型号。西门子公司不仅大量生产发电机，而且展开了电动机的研制工作。1879 年，西门子公司制造的用电动机开动的电车，在柏林工业展览会上进行了公开表演。这辆电车能坐 20 名乘客，以每小时 12 公里的速度，在 600 米长的圆形铁轨上奔跑，使参观的人们既惊奇又兴奋，赞叹不已。于是，有轨电车在柏林开始行驶了。

奥古斯特·霍夫曼

早在 1757 年，英国学者坎培尔就在他的一部著作中说过这样的话：“德国人是欧洲最好的化学家，而关于这个学科的最好的论文都是用拉丁文或标准德文写成的。”1840 年，英国有位名叫约翰·鲍林的博士也称赞道：德国“各个部门的化学知识都比我们更加进步”。这些评论表明，化学在德国有着悠久的历史。德国不仅对近代化学的发展作出了重大贡献，而且在把化学知识用于生产方面取得了举世公认的巨大成绩。采用化学方法合成染料，是德国人的一项突出成就。本文要介绍的，就是德国的一位人造染料发明家奥古斯特·威·冯·霍夫曼。

1818 年 4 月 8 日，霍夫曼出生在德国黑森州的吉森市。他的父亲维尔赫夫·冯·霍夫曼是一名建筑师，从事城市房屋建筑工程的设计工作，具有很高的科学文化素养。他原先居住在达姆施塔特市，后来由于工作关系，又把家迁到了吉森市。霍夫曼小时候不仅从父亲那里学到了很多知识，而且多次随同父亲到意大利、法国、瑞士等欧洲国家游历，增长了不少见识。由于家庭环境的熏陶，青少年时代的霍夫曼就表现得与众不同。他接触过许多国家的建筑和绘画艺术，了解各种哲学流派的学说。他不仅喜爱阅读当时一些著名诗人和作家的文学作品，甚至还能够对这些作品发表自己的评论意见。

18 岁时，霍夫曼进入当地著名的吉森大学。起初，他读的是法律系。这所学校对学生听课没有什么限制。学生根据自己的志趣任意选修课程，哪怕是与自己主修的专业毫无关系的课程，也可以去听。霍夫曼除了听法律方面的课程以外，还选修了数学、自然哲学等课程。这时，他对化学并不感兴趣。

当时，在吉森大学从事教学 and 研究的李比希教授，是德国乃

至欧洲著名的化学家。李比希在吉森大学建立了化学实验室，亲自教学生做实验，通过实验来掌握化学知识。他不仅对近代化学学科的发展作出了巨大贡献，而且培养出许多优秀的化学家。因此，有志于化学的青年，都纷纷到吉森大学的化学实验室来学习，并以能够成为李比希的学生而自豪。

说来也真巧，历史老人似乎有意安排霍夫曼走上化学研究的道路。李比希的新实验室刚好由霍夫曼的父亲负责建造；由于这层关系，霍夫曼认识了李比希。起初，只是出于礼貌上的考虑，霍夫曼开始去听李比希讲授的课程。但经过一段时间之后，李比希渊博的知识、生动的讲授和奇妙的实验，真正把年轻的霍夫曼吸引住了。霍夫曼渐渐对化学产生了兴趣。他觉得化学这门学科的内容太丰富了，真可以说是取之不尽，变化无穷。于是，他决定改学化学，从法律系转到了化学系。

李比希对霍夫曼给予了特别的关心和照顾。几个月后，霍夫曼就掌握了有机分析的各种基本方法。李比希看到霍夫曼很有培养前途，不仅给霍夫曼增加实验作业，而且让他参与化学刊物《年鉴》的编辑工作。通过编辑业务，霍夫曼阅读了不少化学论文，了解了这门学科的研究状况和动态，并且掌握了从事化学研究的工作方法和技能。

1838年，20岁的霍夫曼得到了李比希交给他的一个研究项目，研究煤焦油中含有的碱性物质。这项工作一直没有人做过。霍夫曼进大学才满两年，就开始独立地进行科学研究，他简直兴奋极了。接到任务后，当天晚上他就做好了准备工作，第二天就开始进行提取碱性物质的实验。经过8天的紧张工作，他从600公斤煤焦油中，提取出1公斤左右的碱性混合物。接着，又对混合物进行分离和提纯，通过蒸馏，最后制得一种浅黄色的油状液体。霍夫曼对这种液体进行分析研究后，认为它和俄国化学家福利茨舍对靛蓝进行蒸馏时得到的物质完全相同，就是“苯胺”。

霍夫曼除了从煤焦油中提取出苯胺之外，还打算从中分离并研究其他的碱性物质。这是一个非常有意义的研究课题。根据李比希的建议，霍夫曼把这个项目作为学位论文的课题，进行深入

研究。1814年，他写成《煤焦油中有机碱的化学研究》，并顺利地通过论文答辩，被授予化学博士学位。这篇论文，于1843年在李比希主编的《年鉴》上正式发表。

霍夫曼在英国皇家化学学院工作期间，有一位学生和助手，名叫威廉·亨利·柏琴。由于霍夫曼的辛勤培育，柏琴后来成为英国著名的化学家。柏琴在霍夫曼的实验室里，曾经研究过苯胺的氧化过程。每当他在研究中遇到困难问题时，就去找霍夫曼，请求老师指点。1856年，当柏琴18岁的时候，发明了一种人造染料苯胺紫。这项成果，就是在霍夫曼的指导下取得的。

当时，人工合成的苯胺紫染料，价钱还比较贵。霍夫曼认为，如果将人工合成染料的方法加以改进，就可以降低它的价格，使人造染料在工业中得到广泛的应用。于是，从这个时候起，霍夫曼开始加强了对人工合成染料的研究和制造工作。

由于制造染料的原材料苯和甲苯是从煤焦油中提取出来的，因此，霍夫曼的一名学生和助手查理·曼斯菲尔德开设了一家蒸馏工厂，提供苯和甲苯。可是，苯和甲苯是易燃物质。曼斯菲尔德的安全措施不严，在一次起火事故中，不仅工厂被烧毁，他本人也丧了命。霍夫曼得知这个消息后，非常震惊，心情沉闷。

这时，霍夫曼的孩子也无人照顾，家庭生活显得乱糟糟的。为了使自己的孩子得到照顾，从而有利于研究工作，霍夫曼在1856年与罗莎梦达·威尔逊小姐结婚了。

经过两年的努力，1858年，霍夫曼成功地合成了一种新的染料。他把这种染料叫做“苯胺红”。这种染料是将苯胺和甲苯胺的混合物进行氧化时制造出来的，颜色很鲜艳。随后，法国人也合成了这种染料，名叫“品红”（也称“洋红”）。霍夫曼对这两种染料进行研究，证明它们是同一种东西。

苯胺红的人工合成，虽然弄清了制造苯胺染料的一些过程，但是其中还有许多问题没有解决。除了苯胺红以外，是否还能够合成其他颜色的染料呢？霍夫曼继续进行探索。于是，在用苯胺和四氯化碳进行实验时，另一种新染料又制造出来了。这就是“品红碱”。品红碱也称碱性品红或者玫瑰苯胺。它不仅本身是一

种染料，而且还是染料的中间体。通过它，可以合成其他染料。因此，在整个苯胺族染料中，品红碱的地位和作用实在是太重要了。

在实验室里，霍夫曼和他的助手们利用品红碱，积极进行新染料的合成实验，不断取得令人振奋的重大成就。他的助手热拉尔和列尔将品红碱与苯胺的混合物加热后，制成了“苯胺蓝”。霍夫曼将品红碱与碘乙烷混合加热，制出了“三乙基品红碱”；将品红碱与碘甲烷混合加热，得到了“三甲基品红碱”。这两种都是紫色染料。由于紫色的织物过去比较少见，因此霍夫曼的紫色染料发明后，引起了一阵轰动。在几年时间里，紫色成了最时髦最流行的颜色。工厂只生产这一种染料，称它为“霍夫曼紫”。除此之外，霍夫曼实验室还合成过一种绿色染料，名叫“甲基绿”，颜色也特别漂亮。

一系列染料的发明，使霍夫曼的声誉和财富与日俱增。但是，大笔的收入并没有给他带来幸福的生活。老天爷似乎存心与霍夫曼作对。1860年，霍夫曼的第二个妻子又离他而去。既要工作，又要照顾5个孩子，其劳累程度可想而知。

1861年，霍夫曼组织了伦敦化学学会。作为这个学会的第一任会长，他对英国化学事业的发展作出了重要的贡献。为了推动、学科建设，培养化学人才，伦敦化学学会经常邀请专家学者来此讲学。霍夫曼的学生柏琴在成名之后，也曾应邀到这里，作过学术报告。

霍夫曼和他的助手们发明的各种染料，在英国都先后投入生产，受到人们的普遍欢迎。1862年，在伦敦举行的国际博览会上，这些色彩斑斓的人造染料，使各国的参观者大开眼界。于是，许多国家纷纷建立工厂，生产苯胺染料。随着人造染料的推广应用，人们生活中的色调就变得越来越丰富、鲜艳和靓丽了。

塞麦尔维斯

我们知道，微生物学的建立是同进化论一样伟大的成果。它不仅使人们知道大量的微生物存在，而且揭示了微生物导致的传染疾病之病因。

在巴斯德学说建立前的二三十年，有一位医生认识到了无法解释但很有效的消毒方法，他名叫塞麦尔维斯。

19 世纪下半叶以前，人们的伤口是很难对付的。在英国，有很多外科手术的病人死于术后，原因是伤口发炎溃烂。在欧洲，流传更广的一种病是“产褥热”。

产褥热是一种产妇的产后并发症。很多妇女生完孩子后，高烧不退，最终死亡。

那时，医生们不知道什么是消毒，谁也不知道什么是病菌，这个问题很简单但却千年来无人解决。医生们接生从来不洗手消毒。

1847 年，奥地利医生塞麦尔维斯又经历了一场痛苦，工作多年的他又一次目睹产妇得了“产褥热”，这健康粗壮的人不久就死了，留下了刚出生十多天的婴儿和愁苦的丈夫。

他的心再一次被揪紧，感到十分的痛惜。这是怎么回事呢？死亡率是 12%，这是多么不幸的数字啊！

他一直在思考这个问题，可是什么也没发现。

一次偶然的事件震动了他。

医院里死了一名医生，他也是持续几天高烧不退，和得产褥热的妇女症状相同。塞麦尔维斯注意到，这位医生是在解剖患产褥热死去的病人尸体之后而得病的。在解剖时，他不慎割破了自己的手指。

难道说是尸体上的什么“东西”进入到医生的身体里了？突

然，他眼前一亮：难道说医生手上有什么“东西”传染给产妇了？

于是，塞麦尔维斯决定试验。当时，他已经发现了“杀菌”药物漂白粉，但是细菌传染的观念却没有建立。

他用漂白粉洗手，为一个产妇接生，这个产妇不幸也得了产褥热。可是她只是轻微发了点烧，就恢复了健康。

这下可有办法了！塞麦尔维斯加大了漂白粉的用量，并且把所有能接触到的器具包括地面、墙壁，全喷上了漂白粉溶液。奇迹发生了，他的接生病例中，只有百分之一死于产褥热。

但是人们的观念相当顽固，很多人不正视医生传染这一现象。结果当塞麦尔维斯据理力争并企图推广使用时，被医院驱逐出来，他失业了。

1850年，塞麦尔维斯来到了他的家乡匈牙利布达佩斯，这里的一家医院十分欢迎他的消毒方法，结果塞麦尔维斯的名声大振。

1855年，塞麦尔维斯出版了《产褥热的病原、实质和预防》一书。保守的旧势力权威专家们纷纷反对，只有美国医生霍耳姆斯支持他，并写文章公开发表。

早在18世纪末期，施旺就发现了细菌，他还建议加热，这样可以杀菌，避免有机物的腐败。但是他受到攻击后就不敢坚持发现了。

到了巴斯德，建立了微生物理论，才攻破庸医的阵地。

塞麦尔维斯没能等到这一天，1865年他与世长辞，年仅47岁。而巴斯德的学说刚刚发展。