

循环经济的新范式

——循环经济生态城市的理论与实践

孙国强 著

清华大学出版社

北 京

版权所有，翻印必究。举报电话：010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术，用户可通过在图案表面涂抹清水，图案消失，水干后图案复现；或将表面膜揭下，放在白纸上用彩笔涂抹，图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目 (CIP) 数据

循环经济的新范式：循环经济生态城市的理论与实践/孙国强著. —北京：清华大学出版社，2005.3

ISBN 7-302-10616-9

I. 循… II. 孙… III. 城市环境：生态环境 - 城市建设 - 研究 - 贵阳市 IV. X321.731

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 017655 号

出 版 者：清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机：010-62770175

地 址：北京清华大学学研大厦

邮 编：100084

客户服务：010-62776969

组稿编辑：马庆洲

文稿编辑：王巧珍

印 刷 者：北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者：三河市新茂装订有限公司

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本：155 × 230 印张：18.5 插页：2 字数：325 千字

版 次：2005 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月第 1 次印刷

书 号：ISBN 7-302-10616-9/F · 1116

印 数：1 ~ 5000

定 价：26.00 元

序

人类文明发展史业已表明，用后即弃的发展模式是难以为继的。走可持续发展的道路，促进人与自然的和谐，这是人类总结历史得出的深刻结论和正确选择。在人类生态环境日益恶化、资源日益短缺的今天，作为新世纪国际社会推进可持续发展的两大新的实践模式之一，以“资源—产品—再生资源”为特征的循环经济模式日益得到各方重视。

循环经济是把物质、能量进行梯次和闭路循环使用，在环境方面表现为低污染甚至零污染排放的一种经济运行模式。它以资源的高效利用和循环利用为核心，以“减量化、再利用、资源化”为原则，以低消耗、低排放、高效率为基本特征，符合可持续发展理念，是对“大量生产、大量消费、大量废弃”的传统经济发展模式的根本变革。循环经济把清洁生产、资源综合利用、生态设计和可持续消费等融为一体，运用生态学规律来指导人类的活动，实现了经济活动的生态化转向，本质上是一种生态经济。进入新世纪以来，学者和政府官员们越来越有共识地认识到，当代资源环境问题日益严重的根源在于工业化运动以来以高开采、低利用、高排放（所谓两高一低）为特征的线性经济模式，为此提出人类社会的未来应该大力发展以物质闭环流动为特征的循环经济，从而实现可持续发展所要求的环境与经济双赢，即在资源环境不退化甚至得到改善的情况下促进经济增长的战略目标。如今，德国、日本、美国等发达国家正在把发展循环经济、建立循环型社会作为实施可持续发展战略的重要途径和实现方式。目前，在资源与环境的巨大压力下，我国政府充分认识到发展循环经济的重大积极意义，并把它作为落实科学发展观的重要载体和实现可持续发展的必由之路。

生态城市作为城市建设的理想模式，是城市生态化发展的结果，简单地说它是经济高效、社会和谐、生态良性循环的人类居住区形式，自然、城市、人融为一体，形成互惠互生结构。具体表现就是经济运行高效良好，基础设施配备齐全，城市布局科学合理，人居环境优美舒适，生态循环健康协调，支撑体系健全有力，居民生态意识和文化素质良好。它强调城市建设和发展要充分融合社会、文化、生态和经济等因素，通过物质、能量、信息的高效利用，实现城市生态的良性循环和人居环境的持续改善，达到人与人、人与自然、自然与自然的充分和谐。从理论研究上看，目前国内对生态城市的研究大多集中在生态学和城市规划的领域上，尚无系统地从循环经济角度对生态城市建设进行研究的报道。从实践上看，我国的区域生态建设大多偏重于自然生态系统方面的内容。因此，从循环经济的角度来研究生态城市，无疑是一种新的尝试和创新。可喜的是，在中国西部城市贵阳，这种尝试正在一步一步地变成现实。

2002年3月，笔者与孙国强同志在清华园结缘相识，屈指算来时间不算太长。但在具体接触中，感觉他孜孜好学，勤于研究，又具有地方行政工作实务工作经验，是一个典型的专家型行政领导。结合贵阳市的具体实践和自己的研究成果，孙国强同志在繁重的公务之余写出很有分量的《循环经济的新范式——循环经济生态城市的理论与实践》一书。这本书视角独特，理论紧密联系实际，具有很强的指导性和实践性。清华大学出版社即将出版这本书，这对于中国循环经济的研究和实践是一件好事。当然，应该看到的是，循环经济是一个新事物、新理念，我们都在探索中前进，认识有待不断深入。相信只要有越来越多的目光关注循环经济，越来越多的学者、企业、政府投身到循环经济的研究和实践，那么循环经济美好的未来就可以大胆期待。

让大家感到欣喜和激动的是，有越来越多的人正在一起向这个方向努力。

金涌

2005年2月18日于清华大学

目 录

序	I 金涌
导言	1
第一章 可持续发展的科学理论体系	11
第一节 可持续发展的历史由来和理论架构	11
第二节 可持续发展的定义、内涵和原则	16
第三节 可持续发展的基本理论和方法	19
第四节 可持续发展的思想内涵和科学体系	21
第五节 循环经济是实现可持续发展最为现实的必由之路	31
第二章 生态现代化(第三次现代化)研究	37
第一节 现代化的理论与争论	37
第二节 前两次现代化的本质特征	43
第三节 生态现代化的基本理论	47
第四节 生态现代化与可持续发展、循环经济	52
第三章 循环经济的理论基础和实践	56
第一节 循环经济的发展历程	56
第二节 循环经济的概念	63

第三节	循环经济的“3R”原则	68
第四节	循环经济的国内外实践	71
第五节	中国发展循环经济的问题与对策	79
第四章	生态城市的基础理论和实践	90
第一节	生态城市理论的产生与发展	90
第二节	生态城市的定义和特点	97
第三节	生态城市的生态系统结构	99
第四节	生态城市建设的一般途径	103
第五章	生态工业和生态工业园区	110
第一节	生态工业的起源和发展历程	110
第二节	生态工业的概念和实践原则	112
第三节	生态工业园区的基本知识和具体实践	117
第六章	以循环经济的模式建设生态城市	126
第一节	贵阳对可持续发展有着迫切的要求	126
第二节	循环经济生态城市建设的目标和原则	132
第三节	循环经济生态建设的整体框架和重点	134
第四节	循环经济生态城市建设的保障体系	141
第七章	贵阳产业体系的生态化调整与循环	148
第一节	贵阳市工业发展存在的问题和对策	148
第二节	贵阳工业体系的生态化转向	152
第三节	磷、铝、煤等重点产业的生态化	156
第四节	电子信息、环保、汽车等工业的生态化调整	164
第五节	中草药行业的生态化调整	170
第六节	贵阳农业的生态化调整	173
第八章	贵阳市消费系统的可持续调整与循环	186
第一节	可持续消费的基本知识	186
第二节	贵阳消费系统现状分析和调整对策	191
第三节	贵阳华联超市的循环经济试点方案	197

第九章 开阳磷煤化工(国家)生态工业示范基地	203
第一节 五大优势和十大挑战	203
第二节 基地建设的目的、意义和原则	210
第三节 基地建设的目标、结构和功能分区	213
第四节 基地产业的总体设计	220
第五节 多资源共生耦合分析	222
第六节 生态社会体系建设	226
第七节 基地效益分析	234
第十章 金阳新区零排放系统	240
第一节 金阳新区零排放系统建设的理论基础	240
第二节 金阳新区零排放系统建设的意义	242
第三节 金阳新区发展的人口承载力分析	244
第四节 金阳新区零排放系统指标体系	248
第五节 金阳新区零排放系统体系	254
第六节 金阳新区零排放系统支撑项目	260
结束语	265
附录一 贵阳市建设循环经济生态城市大事记	273
附录二 贵阳市建设循环经济生态城市条例	282
参考文献	288
后记	290

导 言

本书为什么取名为《循环经济的新范式——循环经济生态城市的理论与实践》？说清了这个问题，就可以展开全书，使读者一开始就了解为什么“循环经济生态城市的理论与实践”就是“循环经济的新范式”。

先来讨论范式问题。范式这个概念是由美国科学家托马斯·S. 库恩在他的代表作《科学革命的结构》中提出来的，指的是科学理论研究的内在规律以及它的演进方式。科学革命是怎样发生的呢？库恩认为，科学首先是在“范式”的支配下，为解决“范式”所提出的“疑点”的高度定向后的研究活动，这种活动被他称为科学的常规活动。只有当已有的范式不能够应对新的问题的挑战时，这个常规的发展就会暂时中断，科学就会因此而陷入危机，最后导致并发生以新“范式”取代旧“范式”的科学革命。因此，范式就是在一定时期内规定着科学发展的范围与方向的重大科学成就。这些范式包括符号、概括、模型、范例等等，并且具有比一般抽象规则更优先的地位。科学革命就是以一种新范式取代另一种范式的变革。其规律就是前科学时期——常规科学——反常与危机——科学革命——新的常规科学的一种常规时期和革命时期相互交替的动态科学发展模式。

借助于库恩的范式理论，来深入探讨人类与环境的经济关系发展的范式。很有趣的是，循环经济也是一种范式革命和新范式。具体地说，人类在经济发展中逐渐发现了环境被破坏的问题，而且发现这种破坏越来越严重。因此，人类产生了第一种治理污染、保护环境，促进可持续发展的范式革命的新范式，这就是通常说的“先污染、后治理”的“生产过程污染物的末端治理范式”。这种范式相对于“只污染、不治理”来说的确是一种范式革命和新范式，因为它用“治理”代替了“不治理”，在治理中也取得了巨大的成就，从某种意义上讲，没有这种末端治理，人类社会恐怕早已万劫

不复了。但是，久而久之，这种范式变得陈旧起来，越来越陷入危机，已经无法再继续下去了。一是因为陷入了“投不起、用不起、还不起、延续不起”的怪圈，投资巨大，运行费用高昂，建设周期较长，技术可靠性很低，经济效益几乎全部丧失；二是因为能源和资源不能有效利用，既不能变废为宝，也不能资源再生，更不能实现零排放；三是因为达标排放是一种最低层次的控制和治理，是不断地使使用环境容量的时间越来越短，空间越来越狭窄，最终丧失整个环境；四是因为不能从根本上解决节约资源、变废为宝、资源再生、污染零排放、保护环境等多重、综合的效益目标，而且是把污染物从一种形式转化为另一种形式，陷入新的恶性循环；五是因为这种“亡羊补牢”的事后被动的治理，不可能从根本上解决污染问题，而且巩固了原有的治理方式和技术体系，形成更加保守而无效地治理；六是因为它只在工业生产领域展开，无法将治理污染思想和措施全面覆盖到生产、流通、分配、消费各个领域，根本无法改变“越穷越污染，越污染越穷”的怪圈，致使全球范围治理不能同步，使环境矛盾全球化、尖锐化。

而循环经济则是一种范式革命和新范式。在上述治理范式陷入反常和危机之后，早在 20 世纪 60 年代，美国经济学家鲍尔丁就提出了“宇宙飞船理论”。他指出，地球就像在太空中飞行的宇宙飞船，这艘飞船靠不断消耗自身有限的资源来运行。而人类经济也是如此，如果一再不合理地开发资源、破坏环境，等到超过地球承载能力的那一天，人类社会就会像宇宙飞船那样走向毁灭。因此，鲍尔丁要求人类社会以新的“循环经济”代替旧的“单程式经济”（上去就再也回不来的经济）。本质上讲，人类社会的发展就是要从以线性为特征的机械论，转向以反馈为特征的生态学。循环经济遵循“减量化、再利用、再循环”的“3R”原则，减少进入生产流程的资源量，以多次使用废弃物使之资源化，并形成了一个“资源——产品——再生资源”的闭环反馈式循环过程。显然，循环经济遵循生态学的规律，合理利用自然资源和环境容量，使经济和谐地融入到自然生态的物质循环之中，使经济活动生态化。不过，必须指出，循环经济作为范式革命和新范式只是在理论上产生了科技革命。在实践中，迄今为止，只看到了循环经济在工业领域实现了范式革命和新范式——生态工业和生态工业园（本书第五章专门论述这一问题），其他方面仍在探索之中。

说到这里，自然要引出生态城市这一概念。生态城市也可以称为在城市发展中的范式革命和新范式。一般认为，生态城市的思想直接起源于英国学者霍华德 1903 年的田园城市理论和设计，而最早的“生态城市”则是在联合国教科文组织发起的“人与生物圈”计划中提出来的。尽管在理论和实

践上都有所发展，但仍然在讨论之中。1996年，美国学者雷吉斯特领导的“城市生态组织”提出了建立生态城市的10项原则，澳大利亚城市生态协会则提出了生态城市发展的7项原则，欧盟又提出了可持续发展人类化理论10项关键原则，他们对这些原则都进行了详尽的讨论。规划界的研究更多地从城市规划理论中来讨论和体现生态城市的要求，侧重于从整体规划的角度来解读生态城市。园林绿化界又更多地从“绿色城市”、“健康城市”、“园林城市”、“山水城市”等角度来解读生态城市。

生态城市作为城市建设的理想模式，是城市生态化发展的结果，简单地说它是经济高效、社会和谐、生态良性循环的人类住区形式，自然、城市、人融为一体，形成互惠互生结构。具体表现就是经济运行高效良好、基础设施配备齐全、城市布局科学合理、人居环境优美舒适、生态循环健康协调、支撑体系健全有力、居民生态意识和文化素质良好。从具体实践中总结，生态城市具有以下特点：一是从地域范围来看，生态城市是城乡复合体，城与乡融合、互为一体，与传统城市和乡村对立的二元经济模式有本质区别；二是从涉及领域来看，生态城市是一个以人的行为为主导、以自然环境系统为依托、以资源和能源流动为命脉、以社会体制为经络的“社会—经济—自然”的复合系统，是社会、经济 and 环境的统一体；三是从城市生态环境方面来看，生态城市的自然资源得到合理利用和保护，具有良好的环境质量和充裕的环境容量，空间结构布局合理、基础设施完善、生态建筑广泛应用、人工环境与自然环境融合；四是从城市经济方面来看，生态城市既要保证经济的持续增长，更要保证增长的质量，形成良性循环，实现城市经济发展与生态环境效益的统一；五是从社会方面来看，人们的价值取向已不再是单纯追求经济利益，而是以实现人与自然的和谐为目的。笔者认为，生态城市是空间布局合理，基础设施完善，环境整洁优美，生活安全舒适，物质、能量、信息高效利用，资源永续利用，经济发展、社会进步、生态保护三者高效和谐，人与自然互惠共生的最适宜创业发展和生活居住的城市。应当确定雷吉斯特的“城市生态组织”以及澳大利亚、欧盟等组织提出的原则，应当以国家环保总局提出的创建生态城市的基本条件和指标体系作为检验、考核、评价生态城市的指标体系系统。

实际上，生态城市的理想框架和指标体系并不难确定，但为什么出现了上述各种各样的解读呢？问题就在于，如何找到生态城市建设的突破口。换句话说，是从绿化、山水园林入手，还是从环境保护入手来建设生态城市？如果找不到这个突破口，那么不仅不能建设生态城市，而且还会引起一系列的混乱，使生态城市这样的范式革命和新范式夭折，成为虚假和空

洞的东西，这会是十分令人遗憾的事情。

这个突破口不应当是零碎的、单方面的，而应当是既符合建设生态城市的整体要求，又能从总体上统领和统筹生态城市的整体规划和建设。生态经济城市是一个区域概念，是城市建设的高级阶段、高级目标，是城市生态化的必然要求。生态城市侧重于物质在质和空间布局上的重构，因此需要有相应的经济社会运行机制和技术经济范式来推进经济增长方式的转变。循环经济是一种经济发展模式，侧重于物质在量和流动方式上的重构，可以成为生态城市建设的主导技术经济范式，是生态城市建设的切入点、重要途径和最佳形式。笔者经过研究，提出了这个范式革命和新范式，这就是以循环经济模式建设生态城市，更简练地说，就是建设循环经济生态城市。

贵阳市委、市政府对建设循环经济生态城市有一个逐步深入的过程。历届贵阳市委、市政府高度重视环保工作，在 1993—1995 年开始大规模实施环境保护工作。例如，把对贵阳市污染最大的水泥厂从中心区搬到了工矿区，此项工程耗资达 2 亿 6 千万元。贵州省政府也从改变贵阳燃料结构入手解决大气污染问题，并决定以煤气这种清洁能源为主要燃料，使用日本协力基金的贷款修建了一个 30 万立方米的煤气工程。现在连贵阳小吃摊点都使用气化炉，这使贵阳的大气质量迅速好转，逐步摘掉了世界酸雨城市第一名的帽子。这种做法得到了国家发改委和国家环保总局的肯定，他们又给贵阳选定了一个新的投入方式，就是确定贵阳为中日环境合作示范城市。全国共有三个城市入选，分别是贵阳、重庆、大连，日本政府给每个城市低息贷款 1 亿美金。贵阳主要有 7 个项目，包括 1 个软件和 6 个硬件，软件就是全市的环境监测系统，硬件就是 5 个主要大气污染源和一个水污染源，这 7 个项目可以说是全国做得最好的，目前已全部开始动工。项目大概在 2006 年完成，那时贵阳的大气质量将会发生根本性好转，不大可能再出现空气质量三级的情况。2003 年和 2004 年，贵阳市两年没有发生酸雨，环境综合评价列全国第 17 位。

早在 2000 年 3 月，笔者到国家环保总局，向解振华局长汇报工作，研究继续争取日本政府的国际支持，把贵阳市建设成为生态城市的初步设想。同年 5 月底，笔者率贵阳市友好代表团访问日本，在参观日本荏原制作所时，看到了一种零排放的设想，叫做“零排放循环共生社会”，我们与该公司官员进行了这方面的探讨。在与日本人的讨论中，笔者提出一个循环经济的定义：所谓循环经济，就是上一个环节形成的污染物是下一个环节的原料，形成循环的一个长链条，最终消除污染，这样从污染的角度来讲就

是零排放。此定义得到了大家的一致赞同，双方达成了在贵阳市金阳新区建设零排放循环共生社会试点的意向。

2001年3月，日本国际协力银行考察贵阳期间，中日双方对在贵阳市金阳新区建设零排放循环共生社会进行了商讨，并商定请清华大学来做规划。同年底，贵阳市政府与清华大学签订了金阳新区建设零排放系统项目第一阶段规划协议书。进入2002年，这项工作加速进行。笔者在北京向国家环保总局解振华局长汇报了“以循环经济模式建设生态城市”的设想，得到他的大力支持。他要求清华大学做好规划。经过与日本驻华使馆公使目贺田先生、清华大学常务副校长何建坤先生会晤商谈，大家达成共识，确定以循环经济模式建设生态城市要跳出金阳新区，在全市范围通盘考虑，并由清华大学承担总体规划编制任务。2002年3月，贵阳市委、市政府作出了建设循环经济生态城市的重大决定，并向国家环保总局呈送了申报书。2002年5月，国家环保总局以环函[2002]12号文复函贵阳市，同意贵阳作为我国首个建设循环经济生态城市的试点。

2002年4月，国家环保总局解振华局长出席了在汉城召开的中日韩三国环境部长会议，推荐“贵阳市建设循环经济生态城市”项目作为国际合作项目。

2002年4月12日，清华大学何建坤常务副校长率领两位院士、十几个部门、院系负责人和清华大学企业集团、清华同方、清华紫光、清华科技园等校办企业一把手访问贵阳市，双主借此建立了以循环经济生态城市建设为突破口的紧密型校市全面合作关系。这对清华大学来说是少有的，在贵阳历史上也是空前的。双方共签了19个项目的协议，现在有十几个项目已开始实施。清华大学具有技术和人才的综合优势，自身有比较成熟的符合循环经济要求的单项技术，关键是怎么组织链接，怎样在贵阳组织实施，这对清华大学来讲也是具有挑战性的课题。

7月，贵阳市正式委托清华大学编制“贵阳市建设循环经济生态城市总体规划”。清华大学成立了以中国工程院院士、清华大学教授钱易、金涌为顾问，环境科学与工程系主任陈吉宁教授为负责人，由环境系、化工系、建筑学院、环境规划设计院、经管学院等单位组成的课题组开始课题研究。清华大学科技开发部副主任黄秋斌同志来到贵阳挂职，全面负责贵阳建设循环经济生态城市工作。

8月21日，笔者在《人民日报》“经济周刊”头版“观点”栏目发表了题为“以循环经济模式构建生态城市”的署名文章，该文引起了广泛关注。有专家说，这篇文章的发表，确立了贵阳市作为循环经济生态城市建设理论

提出者和实践者的地位。

9月，为加大工作力度，市政府出台了《推进循环经济生态城市建设工作思路及安排意见》，并决定将贵阳市循环经济生态城市建设领导小组办公室从市环保局调整到市政府办公厅，这一安排为以后循环经济生态城市建设工作做好了组织上的重要保障。之后不久，贵阳市确认了金阳新区（区域循环经济试点）；贵州水晶有机化工集团有限公司、贵州国华天成磷业有限公司、贵阳好安逸食品有限公司（企业循环经济试点）；山水黔城小区（住宅小区循环经济试点）；乌当区永乐乡、清镇市红枫湖乡（包括红枫湖风景区）（农业旅游区循环经济试点）；北京华联（贵阳）综合超市有限公司（消费行业循环经济试点）8个首批试点单位和包括“南明河三年变清系统工程”、“第二环城林带建设”等在内的28个首批支撑项目。

10月，由清华大学项目组编写的“贵阳市循环经济生态城市建设总体规划大纲”在北京顺利通过评审，国家环保总局解振华局长对贵阳市循环经济生态城市建设试点工作提出要求，要求贵阳市“从实际出发，做好规划，抓出成效，抓出经济效益和环境效益”，并要求国家环保总局相关单位把贵阳市作为重点，加强指导和支持。

12月，贵阳市与中国环境科学研究院签署了“贵阳市循环经济生态城市建设首批试点项目实施方案制定和贵阳市循环经济生态城市建设法律法规构建体系研究（含贵阳市发展循环经济生态城市条例起草）”的协议，并全面启动了系列宣传、教育、培训活动。

2003年是贵阳市循环经济生态城市建设推进工作中的重要一年。新年一过，中国工程院院士、清华大学教授金涌等就来到贵阳，对贵阳磷、煤化工产业进行考察，并建议开展磷化工生态工业园区规划工作。贵阳市采纳了金院士的建议，正式委托清华大学编制该规划。

2月，中国环境与发展国际合作委员会循环经济与清洁能源课题专家在中国工程院院士、清华大学教授钱易，中国工程院院士、东北大学教授陆钟武等率领下，来贵阳考察指导工作。

4月，笔者在北京与解振华局长见面，向解局长汇报了贵阳市环境保护、中日环保示范城市项目、循环经济生态城市建设以及磷化工生态工业园区等情况。解局长对贵阳市环保事业发展和循环经济建设工作给予充分肯定，并再次表示国家环保总局将继续大力支持贵阳市循环经济生态城市的建设。

8月，中国环境与发展国际合作委员会与市政府联合举办了“循环经济国际研讨会”，来自中国、美国、日本、加拿大、德国等国家的100多位专

家参加了会议，笔者在会上做了题为“以循环经济的模式建设生态城市”的学术报告。研讨会结束后，笔者马上赶到北京，参加由国家环保总局和贵阳市政府在北京联合组织的“贵阳市建设循环经济生态城市总体规划评审会”。国家环保总局局长解振华、科技司司长尹改、副司长罗毅，清华大学常务副校长何建坤，以及贵州省政府副省长禄智明等领导出席了评审会。由包括6名院士、9名教授组成的评审专家组对总体规划进行了评审论证。经过一天的认真评审，该总体规划顺利通过。这是我国第一部循环经济方面的总体规划。在评审会结束后，贵阳市政府还举行了“贵阳市循环经济生态城市建设专家顾问聘请仪式”，由笔者代表市委市政府向孙鸿烈、刘鸿亮、唐孝炎、钱易、陆钟武、金鉴明、金涌、张懿、孙铁珩九位院士，陈吉宁、李有润、诸大建三位教授颁发了顾问证书。之后不久，贵阳市循环经济生态建设的两个重要规划——“贵阳市磷化工生态工业园区规划”和“贵阳市循环经济建设煤化工基地（园区）十年规划”，也在北京顺利通过专家论证。

12月，笔者在北京与联合国环境规划署签署“谅解备忘录”，贵阳市成为联合国环境规划署“可持续生产与消费政府能力建设项目”唯一的试点城市。不久，由中国环境科学研究院及清华大学化工系承担编写的“贵阳循环经济首批试点项目方案”编制完成，并顺利通过论证。

进入2004年，在完成循环经济生态城市整个框架设计后，贵阳市开始进入了项目建设阶段。

1月，贵阳市被联合国环境署确认为“可持续生产和消费政府能力建设”试点城市后，又被“中德环境合作循环经济项目”列为唯一的实施单位。联合国的这个项目完成后，得到了各方的高度评价。11月中旬在墨西哥举行的第八届UNEP可持续消费与生产国际高层研讨会上，贵阳应邀做了主题发言。贵阳发展循环经济的举措和经验引起了来自60多个国家的200多名专家的极大兴趣。联合国副秘书长、UNEP执行总裁克劳斯·托夫博士在开幕发言中赞扬了贵阳的工作：“我们在中国贵阳市与当地政府合作，试图为这个地处中国西南的欠发达地区找到一条可替代的发展模式。通过对当前经济活动中资源利用率的评估，以及在经济发展目标中综合考虑环境与社会因素等措施，当地政府将能找到一些‘较优’的选择和规划。诸如清洁生产、公众信息宣传，以及循环经济理念等一系列策略和手段，已经帮助当地政府开发了实实在在的项目和相关活动，使整个城市的发展按照一条可持续的道路前进。通过这个项目的实施，我们不仅为该地区的可持续发展拟定蓝图，同时也培育了政府—商业关系，促进了投资。这

就是 UNEP 为展示如何改变生产与消费模式而做出的努力。”

2 月，贵阳市筛选梳理了 30 个总投资超过 23 亿元人民币的循环经济招商引资重点项目，面向海内外招商。

4 月，我国第一部循环经济方面的专门法规《贵阳市建设循环经济生态城市条例（草案）》，在经过近两年起草、十三次修改后，提交市人大常委会一审通过。经过省、市人大审议，11 月 4 日正式颁布实施。这部法规为贵阳市未来循环经济生态城市建设提供了强有力的法律保障。之后，市政府要求，在编制贵阳市国民经济和社会发展“十一五”规划时，要全面体现循环经济思想，并在“‘十一五’规划重大课题研究”安排了“循环经济生态城市建设研究”专题。按照市计委安排，该专题由市循环经济办公室承担。

6 月，贵阳市循环经济生态城市建设重要重大支柱项目——《贵阳市开阳磷煤化工（国家）生态工业示范基地》通过国家环保总局主持的评审。这个规划由贵阳市政府委托清华大学编制完成。这个基地中，通过煤炭、电力、氯碱化工、磷工业、化肥业的多业联合，产业之间形成了 8 个耦合共生关系，大大提高了产业发展的质量。这个基地总投资 73.1 亿元，到 2014 年工业总产值将达到 170 亿元，其中工业的横向耦合产生的效益为 55 亿元，环境效益从零增加到近 5 000 万元。同时通过加强地质灾害治理，实施生态移民，提高城镇化水平，建设可持续发展的经济、生态和社会关系。该基地建设已经得到了开磷矿务局、山东兖矿集团的认可和参与。这一基地的建设实施昭示着贵阳循环经济生态城市建设正式进入项目全面实施阶段。11 月底，这个以循环经济理念实现资源型产业生态化转型的典型示范，得到国家环保总局的正式批复，正式成为中国第十二个、贵州省第一个国家级生态工业园区。

截至 12 月底，贵阳市循环经济项目推进有了重大突破。总体规划中涉及工业、农业、旅游及服务业、基础设置、生态建设、支撑保障体系六大类，总投资 479 亿元，255 个重点项目。在建及已建项目 90 多个，总投资约 159 亿元；拟建及有意向的项目 70 多个，总投资约 100 亿元。贵阳市循环经济生态城市建设 28 个首批支撑项目总投资约 80.5 亿元，已全部开始建设，部分项目已建设完成。开阳磷煤化工、息烽磷复肥、清镇煤化工三大循环经济基地中，具体项目已经全面启动。其中，开阳基地规划将于近期实施建设的重点项目 22 个，涵盖了磷化工、煤化工、氯碱化工、能源产业、副产品体系五方面，目前已实施建设的项目共计 15 个，投资总额达到 44.69 亿元人民币。息烽磷复肥循环经济基地建设投资达 25.69 亿元人民币，涉及到 25 个重点项目。目前开始实施建设的项目共计 16 个，预计投

资达 231 468.64 万元人民币。清镇煤化工基地重点项目 15 个，总投资 34 亿元，目前已经完成 6 个亿的投入。

在上述的学习、研究、实践过程中，笔者认为，循环经济生态城市的范式革命和新范式概括地说，主要包括以下几个方面。

一、关于循环经济生态城市的定义和内容

严格地讲，循环经济的概念不是笔者提出来的，生态城市的概念也不是笔者提出来的，笔者的专利和贡献就是在循环经济和生态城市之间加了一个乘号，建立了“循环经济 × 生态城市 = 可持续发展”的公式，提出了“建设循环经济生态城市”的理论并付诸实践。

笔者的定义是：“循环经济生态城市就是依据生态系统的循环原理在减量化的基础上，把上一个环节的污染变成下一个环节的原料，形成循环往复、无限延长的链条，并且覆盖到城市生产、流通、消费、社会、理念、伦理等各个子系统，使人口系统、经济系统、社会系统和生态系统相互兼容、共生共存、和谐自然、持久协调，城市污染实现零排放，生态城市实现高目标，城市社会实现可持续发展。”

二、循环经济生态城市解决的四大问题

(1) 实现环境保护和生态事业“投得起、用得起、还得起、延续得起”的良性发展，彻底解决因为多种原因造成的“投不起、用不起、还不起、延续不起”的恶性循环。

(2) 实现污染治理的新路子“先治理、不污染”，彻底解决“有污染、不治理”，“先污染、后治理”，“边污染、边治理”的老问题。

(3) 实现“经济效益、社会效益和生态效益的有机统一”，彻底解决因为只有社会效益、生态效益而无经济效益的断裂。

(4) 运用法律、行政、经济、道德等多重手段，建设覆盖生产、流通、分配、消费等多个领域的循环经济生态城市。

三、循环经济生态城市的四大目标

(1) 实现西部大开发中既要山川秀美、生态良好，又要经济发展、人民富裕的“双赢”。

(2) 实现党的“十六大”提出的新型工业化和全面小康社会“可持续发展能力不断增强，生态环境得到改善，资源利用效率显著提高，促进人与

自然的和谐，推动整个社会走上生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路”。

(3) 实现党的十六届三中全会的科学发展观，“坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的发展观，促进经济社会和人的全面发展”。

(4) 实现节约资源、变废为宝、资源再生、消灭污染、保护环境、人与自然和谐的可持续发展。

循环经济生态城市作为范式革命和新范式，为建设生态城市找到了循环经济这个突破口。既把循环经济的理想和实践运用到生态城市的建设中去，也把生态城市的建设建立在极为可靠的基础之上，使二者都能够从理念运用到实际、从可能变为现实、从规划变为实践、从经济到社会、从技术到法律、从少数人到社会公众参与，不仅仅为循环经济，而且为生态城市建设，更为可持续发展找到了一条切实可行的道路，使循环经济、生态城市、可持续发展实现有机统一，使梦想变为现实。这就是循环经济生态城市作为范式革命和新范式的全部意义。

第一章 可持续发展的科学理论体系

第一节 可持续发展的历史由来和理论架构

一、可持续发展的历史由来

人类的共同家园——地球面临着人口压力、资源短缺、环境恶化、生态危机、发展模式和战略选择等一系列重大难题。这些问题已经影响到全球的各个角落，无人能幸免。在新的千年开始以后，随着全球化的发展，地球上的资源正在以加速度的趋势在消耗和消失，地球上的环境与生态正在以加速度的趋势在恶化和失衡。这个基本的事实说明，新千年的中心问题就是可持续发展问题，它直接关系到人类文明是断裂消失，还是延续光大。人类只有一个地球，地球的文明必须由我们去维系，我们必须寻找一条可持续的发展模式和道路。

在对历史和现实的思辨和扬弃中，我们苦苦地寻求，去探索。

可持续发展的理论可以追溯到古代文明及人类的活动。人与自然的关系、人与人的关系是可持续发展的两大基础，而人的全面自由发展又是可持续发展的最终目的。这似乎是矛盾的，因为一方面我们不可能脱离自然和自然规律的总体制约，另一方面我们又对自然环境的演进和进化起着举足轻重的作用。历史的发展，特别是 20 世纪下半叶以来，人们一直在探讨人类活动的时空耦合、人类活动的理性控制、人类活动的效益准则、人与自然的演化动态、人对于环境的调控与改造、人与人关系之间的伦理道德规范，以求最终达到人与自然之间的高度统一、人与人之间的高度和谐、

人的全面自由发展。而这一切完全取决于人类自身的认识和行动，完全取决于是否实现了可持续发展。

可持续发展的理论在历史上有一个很独特的现象，我国可持续发展专家称之为“母爱主义路线”，它由三位代表性人物构成。第一位是美国的卡尔逊女士，1962年她写了一本书，名叫《寂静的春天》，揭示发达国家在第二次世界大战以后的非理性经济活动导致了环境与发展的严重背离，出现危及人类和地球的严重征兆。这本书中提出了解决环境问题的思想理念和构想，以及具体措施。第二位女士是芭芭拉夫人，1972年，她与一大批学者，以“只有一个地球”作为鲜明口号，再一次针对全球的发展和环境问题，发出了强烈呼吁。同年联合国在瑞典首都斯德哥尔摩举行人类历史上具有划时代意义的第一次世界环境发展大会，大会的主题就是“只有一个地球”。第三位女士是布伦特莱夫人，她是挪威前首相。联合国出于对21世纪人类发展前景的思考，组建了以当时挪威首相布伦特莱夫人为首的“世界环境与发展委员会”，集中各方智慧来探索人类对于自身及未来发展的战略选择。在她的领导下，由22位著名人士组成专家组，专门起草“布伦特莱报告”。我国的马世骏院士和牛文元教授均参加了这项工作。1987年《我们共同的未来》的报告终于问世，第一次在全球范围内提出了“可持续发展”的概念，并将其定义为“满足当代人需要，不损害子孙后代满足其自身需求的能力”。5年以后，在巴西首都里约热内卢召开的具有里程碑意义的世界环境与发展大会。全世界100多位国家元首共同签署了《里约热内卢宣言》，制定了可持续发展的《21世纪议程》。从此，可持续发展成为人类最伟大的共同认识和行动。因此，以上三位杰出的女性以其母爱的光辉和博大的胸怀，关怀着地球和人类，关怀着现实和未来，被喻为20世纪的“地球母亲”。由她们所代表的这种健康发展理念和深邃的哲学精神，获得了全世界的广泛认同。

笔者的研究表明，先生们也是很热爱地球的。可持续发展的理论也存在一条“父爱主义路线”，大致由四位代表性人物构成。第一位是19世纪的经济学家马尔萨斯。马尔萨斯牢牢抓住了人口与环境的关系这一可持续发展中最重要最核心的问题。他认真研究了人口与经济的关系问题，建立了数学模型，提出了极其重要的结论。马尔萨斯认为，自然财富的增长是算术级数的增长，而人口的增长是呈几何级数增长的，是一种爆炸式的增长。马尔萨斯也是第一个研究地球承载力的人。他提出，地球物质财富的增长，没有办法承载这么多人。现代科学研究表明，地球的最大承载力是110亿人。马尔萨斯认为，经济社会的发展会因人口的增多而停止，因此可持续

发展首先要从减少人口做起。由此他也看到了人口、生产和再生产之间的关系。马尔萨斯研究的结论是正确的，但在设计解决方案时却使他走向了反动，因为他认为，要想控制人口，就要保持优等人种，对于其他劣等人种，只有通过战争或是瘟疫来消灭。马尔萨斯一方面只看到人口的因素，另一方面要以消灭劣质人种来减轻地球的承载力，结论当然是反动的。但人类看到了他反动的一面，却忽略了他对全人类发出的警告，这一忽略一直延续到了 20 世纪 60 年代。

当然不能忘记的是，同时代还有一位伟大的男性思想家，那就是与马克思并肩战斗的恩格斯。他针对当时的问题，高瞻远瞩地对人类提出了著名的警告：“我们不要过分陶醉于我们人类对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利，自然界都会对我们进行报复——因此我们每走一步都要记住：我们统治自然界绝不像统治者征服异族人那样——相反地，我们连同我们的肉、血和头颅都属于自然界和存在于自然界之中。”这个思想是非常伟大而著名的，影响也是非常深远的。但是，因为恩格斯把自己的精力奉献给了为马克思做助手，一直专注于整理和出版《资本论》第二卷和第三卷，没有把自己的研究再深入下去，这不能不说是一个遗憾。

第三位关注此事的实际上是一个群体，就是 20 世纪 60 年代出现的“罗马俱乐部”。这个组织提出的《增长的极限》的报告包括“指数增长的本质”、“指数增长的极限”、“世界系统中的增长”、“技术和增长的极限”、“全球均衡状态”五章，从人口、农业生产、自然资源、工业生产和环境污染几个方面阐述了人类发展过程中，尤其是产业革命以来，经济增长模式给地球和人类自身带来的毁灭性的灾难。书中以各种数据和图表有力地证明了传统的经济发展模式不但使人类与自然处于尖锐的矛盾之中，并将会继续不断受到自然的报复。该书还指出：“改变这种增长趋势和建立稳定的生态和经济的条件，以支撑遥远未来是可能的。”而且，“为达到这种结果而开始工作得越快，他们成功的可能性就越大。”“零增长”是罗马俱乐部发展观的核心，结论过于悲观是罗马俱乐部的致命伤。

第四位关注此事的先生是美国学者莱斯特·R·布朗先生。

莱斯特·R·布朗先生被《华盛顿邮报》誉为“世界上最有影响的一位思想家”，《加尔各答电讯》称之为“环境运动领袖”。他做过美国农业部长的农业政策顾问，1974 年创办了从事全球环境问题分析的世界观察研究所，在此期间创办了《世界观察报》。1984 年他出版了《世界现状》报告，这个报告目前已经有 30 多种文字版本，被誉为全球环境运动的“圣经”。25 年前，他率先提出环境可持续发展的概念，并用于他所架构的生态经济，相继出

版了由几十部专著组成的“环境警示丛书”。2001年5月，他创办了地球政策研究所，以研究环境足以支撑的经济发展模式的实现前景和路线图。

当然，应当指出的是，在可持续发展的历史过程中，有三次被认为是国际可持续发展进程中具有里程碑性质的重要会议，与上述爱护人类地球的父亲和母亲们息息相关、交相辉映，它们是：联合国人类环境会议、联合国环境与发展会议和可持续发展世界首脑会议。

1972年6月5日~6月16日，联合国人类环境会议在瑞典斯德哥尔摩召开，113个国家派团参加。当时人类面临着环境日益恶化、贫困日益加剧等一系列突出问题，国际社会迫切需要共同采取一些行动来解决这些问题。这次会议就是在这样的国际背景下由联合国主持召开的。通过广泛的讨论，会议通过了《关于人类环境的斯德哥尔摩宣言》和《人类环境行动计划》等重要文件。这次会议之后，根据需要迅速成立了联合国环境规划署（United Nations Environment Programme）。

1992年6月3日~6月14日，联合国在巴西里约热内卢召开了联合国环境与发展会议。178个国家派团参会，103个国家元首或政府首脑出席。这次会议是根据当时的环境与发展形势需要，同时为了纪念联合国人类环境会议20周年召开的。会议通过了《关于环境与发展的里约热内卢宣言》、《21世纪议程》、《联合国气候变化框架公约》、《联合国生物多样性公约》、《关于所有类型森林的管理、养护和可持续开发的无法律约束力的全球协商一致意见的原则声明》等重要文件。根据形势需要，在这次会议之后成立了联合国可持续发展委员会（Commission on Sustainable Development）。

2002年8月26日~9月4日，可持续发展世界首脑会议在南非召开。191个国家派团参加，104个国家元首或政府首脑出席。这次会议的主要目的是回顾《21世纪议程》的执行情况，取得的进展和存在的问题，并制定一项新的可持续发展行动计划，同时也是为了纪念联合国环境与发展会议召开10周年。经过长时间的讨论和复杂谈判，会议发布了《关于可持续发展的约翰内斯堡宣言》，通过了《可持续发展世界首脑会议实施计划》这些重要文件。

二、可持续发展的架构和方向

从整个架构和方向上看，可持续发展理论有一个基础、五个架构和方向。

1. 可持续发展理论的一个基础

可持续发展理论的基础,就是 20 世纪后 20 年的两项重大的历史文献,一份是布伦特莱委员会所提出的《我们共同的未来》的报告,第一次全面地阐述了人与自然、人与人之间的两大关系主线的内在统一,提出了可持续发展的理论。二是 1992 年在巴西首都里约热内卢召开的世界环境与发展大会,通过《21 世纪议程》,使可持续发展成为各国不同程度的实践行动。这两个文献为可持续发展的理论和实践起到了奠基性的作用。

2. 可持续发展的五个架构和方向

(1) 可持续发展的理论和实践的第一个架构和方向是经济学的。

它以区域开发、生产力布局、经济结构优化、实物供需平衡作为基本内容。其集中点,是力图把“科技进步贡献率抵消和克服投资的边际效益递减率”作为衡量可持续发展的重要指标和基本手段。该架构与方向尤以世界银行的《世界发展报告》(1990—1996)和莱·布朗(1996)在《未来学家》发表的《经济可持续发展》为代表。

(2) 可持续发展理论和实践的第二个架构和方向是社会学的。

它以社会发展、社会分配、利益均衡等作为基本内容。其集中点,是力图把“经济效率与社会公正取得合理的平衡”作为可持续发展的重要指标和基本手段。该架构和方向尤以联合国开发计划署的《人类发展报告》(1990—1996)及其衡量指标“人文发展指数”为代表。

(3) 可持续发展理论和实践的第三个架构和方向是生态学的。

它以生态平衡、自然保护、资源环境的永续利用等作为基本内容。其集中点,是力图把“环境保护与经济发展之间取得合理的平衡”作为可持续发展的重要指标和基本手段。尤以挪威原首相布伦特莱夫人(1992)和巴信尔(1990)等人的研究报告和演讲为代表。

(4) 可持续发展的理论和实践的第四个架构和方向是伦理学的。

它以自然的内在价值、停止使用权利、人应当保护自然价值等作为基本内容,其集中点,是力图“维护和促进具有内在价值的生态系统的完整和稳定作为人所有的一切客观义务”的根本伦理道德。尤以美国学者霍尔姆斯·罗尔斯顿的《环境伦理学》(1988)等为代表。

(5) 可持续发展的理论和实践的第五个架构和方向是系统学的。

它是我国专家的独特创新,具有相当高的学术水平。其突出特色是以综合协同的观念去探索可持续发展的本源和演化规律,以“发展度、协调

度、持续度三者的逻辑配合”为中心，有序地演绎可持续发展的时空耦合与相互制约、相互作用的关系，建立了人与自然、人与人关系统一解释的基础、能力及评判规则。中国独创的系统学的架构和方向已经在全世界可持续发展的理论和实践中占据了一席之地，充分表明了我国可持续发展研究和行动的能力。

第二节 可持续发展的定义、内涵和原则

一、可持续发展的定义

“可持续发展”一词在国际文件中最早出现于 1980 年，见于世界自然保护同盟在世界野生动物基金会支持和协助下制定的《世界自然保护大纲》。之后，可持续发展的概念经历了很长一段时间的形成和发展历程。在这个过程中，越来越多的学者开始关注和研究可持续发展，理论成果也越来越丰富。所有理论的研究中，仅可持续发展的定义就有几十种之多。比较著名的有：

1987 年，在世界环境和发展委员会（WECD）发表的《我们共同的未来》报告中，对可持续发展的定义为：“既满足当代人的需求又不危及后代人满足其需求的发展”，这个定义鲜明地表达了两个基本观点：一是人类要发展，尤其是穷人要发展；二是发展有限度，不能危及后代人的发展。

1991 年，世界自然保护同盟、联合国环境署和世界野生动物基金会共同发表的《保护地球——可持续性生存战略》一书中提出的定义是：“在生存于不超出维持生态系统涵容能力的情况下，改善人类的生活质量。”

1992 年，美国世界资源研究所提出，可持续发展就是建立极少产生废料与污染物的工艺和技术系统。世界银行在该年度《世界发展报告》中称，可持续发展指的是：建立在成本效益比较和审慎的经济分析基础上的发展政策和环境政策，加强环境保护，从而导致福利的增加和可持续水平的提高。当年，联合国环境与发展大会（UNCED）的《里约宣言》对可持续发展进一步阐述为“人类应享有以与自然和谐的方式过健康而富有成果的生活的权利，并公平地满足今世后代在发展和环境方面的需要。求取发展的权利必须实现。”

1993 年，英国经济学家皮尔斯和沃福德在其所著《世界无末日》一书中，提出了以经济学语言表达的可持续发展定义：“当发展能够保证当代人

的福利增加时，也不应使后代人的福利减少。”

1995年，世界银行副行长塞拉·杰尔汀提出，可持续发展就是给子孙后代和我们一样多甚至更多的人均财富。

1996年，联合国开发计划署高级顾问穆纳西荷提出，可持续发展是从产出最大化转向公平增长、消除贫困、提高效率三者协同的发展方式。

.....

我国学者对可持续发展进行了总结研究，并给出了比较完整的定义：“可持续发展就是以新的生产方式不断提高人群生活质量和生态系统承载能力，满足当代人需求又不损害子孙后代满足其需求能力，满足一个地区或一个国家的人群需求，又不损害别的地区或别的国家的人群满足其需求能力的发展。”

上述这些定义是从不同侧面揭示了可持续发展的内涵和外延，各有不同的着力点，但有的不够全面，有的不够凝练。

笔者对可持续发展所下的定义极为简单，就是中国人常说的一句话：“不要吃了祖宗饭，断了子孙路。”这个定义的优点：一是最为准确；二是最为精练；三是最为全面；四是最为简单。

从以上概念可以看出，可持续发展把发展与环境作为一个有机的整体，但核心还是发展。发展既要考虑当前发展的需要，又要考虑未来发展的需要，不能以牺牲后代人的利益为代价来满足当代人发展的需要。

二、可持续发展的基本内涵

中国科学院可持续发展战略研究组认为，可持续发展具有以下基本内涵：

(1) 可持续发展不否定经济增长，尤其是穷国的经济增长，但需要重新审视如何推动和实现经济增长。

要达到具有可持续意义的经济增长，必须将生产方式从粗放型转变为集约型，减少经济活动造成的环境压力，研究并解决经济上的扭曲和误区。环境退化的原因既然存在于经济过程之中，其解决答案也应该从经济过程中去寻找。

(2) 可持续发展要求以自然资源为基础，同环境承载力相协调。

“可持续性”可以通过适当的经济手段、技术措施和政府干预得以实现。要力求降低自然资源的耗竭速率，使之低于资源的再生速率或替代品的开发速率。要鼓励采用清洁生产和可持续消费方式，使经济活动所产生的废物数量尽量减少。

(3) 可持续发展以提高生活质量为目标，与社会进步相适应。

“经济发展”的概念远比“经济增长”的含义更广泛。经济增长一般被定义为**人均国民生产总值**的提高，发展则必须使社会和经济结构发生变化，使一系列社会发展目标得以实现。

(4) 可持续发展承认并要求体现出自然资源的价值。

这种价值不仅体现在环境对经济系统的支撑和服务价值上，也体现在环境对生命支持系统的存在价值上。应当把生产中的环境资源的投入和服务计入生产成本和产品价格之中，并逐步修改和完善国民经济核算体系。

三、可持续发展的六大原则

(1) 可持续发展的公平性原则。

所谓的公平性是指机会选择的平等性。这里的公平具有两方面的含义：一方面是指代际公平性，即世代之间的纵向公平性；另一方面是指同代人之间的横向公平性。可持续发展不仅要实现当代人之间的公平，而且也要实现当代人与未来各代人之间的公平。这是可持续发展与传统发展模式的根本区别之一。公平性在传统发展模式中没有得到足够重视。从伦理上讲，未来各代人应与当代人有同样的权利来提出他们对资源与环境的需求。可持续发展要求当代人在考虑自己的需求与消费的同时，也要对未来各代人的需求与消费负起历史的责任，因为同后代人相比，当代人在资源开发和利用方面处于一种无竞争的主宰地位。各代人之间的公平要求任何一代都不能处于支配的地位，即各代人都应有同样选择的机会。

(2) 可持续发展的可持续性原则。

这里的可持续性是指生态系统受到某种干扰时能保持其生产率的能力。资源环境是人类生存与发展的基础和条件，离开了资源环境就无从谈起人类的生存与发展。资源的持续利用和生态系统的可持续性的保持是人类社会可持续发展的首要条件。可持续发展要求人们根据可持续性的条件调整自己的生活方式，在生态可能的范围内确定自己的消耗标准。可持续发展的可持续性原则从某一个侧面反映了可持续发展的公平性原则。

(3) 可持续发展的和谐性原则。

可持续发展不仅强调公平性，同时也要求具有和谐性，正如《我们共同的未来》报告中所指出的：“从广义上说，可持续发展的战略就是要促进人类之间及人类与自然之间的和谐。”如果每个人在考虑和安排自己的行动时，都能考虑到这一行动对其他人（包括后代人）及生态环境的影响，并能真诚地按“和谐性”原则行事，那么人类与自然之间就能保持一种互惠共生

的关系,也只有这样,可持续发展才能实现。

(4) 可持续发展的需求性原则。

人类需求是由社会和文化条件所确定的,是主观因素和客观因素相互作用、共同决定的结果,与人的价值观有关。传统发展模式以传统经济学为支柱,所追求的目标是经济的增长,它忽视了资源的有限性,立足于市场而发展生产。这种发展模式不仅使世界资源环境承受着前所未有的压力而不断恶化,而且人类所需要的一些基本物质仍然不能得到满足。而可持续发展坚持公平性和长期的可持续性,立足于人的需求而发展,强调人的需求而不是市场商品。可持续发展是要满足所有人的基本需求,向所有的人提供实现美好生活愿望的机会。

(5) 可持续发展的高效性原则。

可持续发展的公平性原则、可持续性原则、和谐性原则和需求性原则实际上已经隐含了高效性原则。事实上,前四项原则已经构成了可持续发展高效性的基础。不同于传统经济学,这里的高效性不仅是根据其经济生产率来衡量,更重要的是根据人们的基本需求得到满足的程度来衡量,是人类整体发展的综合和总体的高效。

(6) 可持续发展的阶段性原则。

可持续发展是以满足当代人和未来各代人的需求为目标,而随着时间的推移和社会的不断发展,人类的需求内容和层次将不断增加和提高,所以可持续发展本身隐含着不断地从较低层次向较高层次的阶段性过程。

第三节 可持续发展的基本理论和方法

可持续发展的基本理论和方法以我国的研究为坐标,可以概括为,“围绕两条主线,协调两大关系;三大内涵本性;三大基本原则;五大支持系统;十五项度量指标体系;四大最终目标”。

可持续发展的理论核心,就是紧紧地围绕着两条主线,第一条是人与自然之间的关系,第二条是人与人之间的关系。

在两条主线的展开中,一是要正确处理人与自然的关系,目标是努力实现人与自然关系的和谐,通过认识、解释、繁衍、推论,努力协调人与自然关系之间的协同进化,力争使人类需求的不断满足与资源消耗、环境退化、生态破坏等之间的问题能够得到更好的解决;二是要努力实现人与人之间关系的和谐,通过理论引导、观念更新、道德感召等人类意识的觉

醒，以及政府规范、法制约束、社会秩序、文化内化等人类活动的有效组织，力争使人与人之间的关系（这里重点指不断繁衍的代际关系）得到更好的解决。

三个内涵本性，是指可持续发展在纵横交错的复杂体系中，从内在方面的要求和测定。一是“发展度”，在一个国家或区域是否做到真正的、健康的、在保证生活质量和生存空间不断改善的前提下的发展，突出了“量”的要求；二是“协调度”，在一个国家和区域能否维持环境与发展、效率与公平、市场与政府、当代与后代之间的平衡，突出了“质”的要求；三是“持续度”，一个国家和区域在发展上的长期合理性，近者可以包括五至十代人，远者包括人类未来，突出了“时间维”的要求。

三大基本原则：一是公平性原则，要求做到代际公平、人际公平和区际公平；二是持续性原则，人口、资源、环境、发展的动态平衡；三是共同性原则，体现全球尺度的整体性、统一性和共享性。

五大支持系统：一是生存支持系统——实施可持续发展的临界基础；二是发展支持系统——实施可持续发展的动力牵引；三是环境支持系统——实施可持续发展的约束限制；四是社会支持系统——实施可持续发展的组织能力；五是智力支持系统——实施可持续发展的科技支撑。这五大系统又分别表现为五大能力：生存能力、发展能力、环境能力、稳定能力、知识能力。

十五项度量指标体系是：①生态需求指标（ER）；②人类活动强度指标（HAI）；③人文发展指数（HDI）；④可持续经济福利指标（ISEW）；⑤调节国民经济模型（ANP）；⑥环境经济可持续发展模型（EESD）；⑦“可持续发展度”模型（DSD）；⑧联合国指标体系；⑨联合国可持续发展委员会（UNCSD）指标体系；⑩世界银行提出的可持续发展指标体系（国家财富计量标准）；⑪美国总统可持续发展委员会指标体系；⑫国际科联环境问题科学委员会（SCOPE）可持续发展指标体系；⑬瑞士洛桑国际管理学院国际竞争力评估体系；⑭能值度量体系；⑮“生态服务”指标体系。其中，带有复合性质的度量指标体系是当前研究和应用的主要方面。

四大最终目标是：①不断满足当代和后代人的生产、生活和发展对于物质、能量、信息、文化的需要；②代际之间应以体现公平为原则去使用和管理属于全人类的资源和环境，每个人都要以公正的原则担负起各自的责任，当代人的发展不能以牺牲后代人的发展为代价；③国家之间（国际）和区域之间（区间）应体现均富、合作、互补、平等的原则，去缩短空间范围内同代人之间的差距，不应造成物质上、能量上、信息上乃至心理上的

鸿沟，以此去实现空间的协调和统一；④“创造”自然——社会——经济支持系统适宜的外部条件，使人类生活在一种更严格、更有序、更健康、更愉悦的环境之中。因此，应当使系统的组织结构和运行机制不断被优化。

第四节 可持续发展的思想内涵和科学体系

一、从哲学的角度看，必须树立正确的世界观，并建立科学的思想体系

长期以来，人们在征服和改造自然的过程中，在世界观和哲学理念上树立起了“人类中心主义”。也就是说，人类从来都是以自己为中心，把自然界当作一种外在的客观对象，人们可以任意地征服和改造自然，来满足自己的需求，达到自己的目的。人类要征服自然、改造自然，要山低头、水让路，要改天换地、创造财富，要提高人类自身的文明。荀子曾经说过的“人定胜天”，似乎是天经地义的。但是，历史已经证明了恩格斯的预言，人们沉浸在征服自然的胜利之中时，也正在遭受着被破坏了的大自然的报复，甚至到了人类已经无法再生存和延续下去的地步。因此，“人类中心主义”的世界观已经到了非改不可的时候了。

改到什么地方去呢？有人认为要回到“自然中心主义”去。所谓“自然中心主义”，也就是要求人类服从自然，接受自然的统治和控制，放弃经济社会的发展，放弃文明。实际上，远古时代就是人类追求自身的自然中心主义，人类仅仅是茹毛饮血、尚未完全脱离动物界的人类。那时候的自然环境和生态世界当然是最好的。但是，那时候人类社会还没有完全从自然界中分离出来，因此，“自然中心主义”是一种历史倒退，当然也是不可取的。

那么，究竟改到哪里才是对的呢？这就是“人与自然和谐主义”。要生态和环境良好而不要发展，这就是“自然中心主义”；要发展不要良好生态和环境，这就是“人类中心主义”，而“人与自然和谐主义”则是既要发展，又要良好生态和环境，使两者能够自然和谐、统筹兼顾、互为支撑、实现双赢。因此，可持续发展应当是一种哲学理念，是一种世界观。如果我们不能从哲学和世界观的高度放弃“人类中心主义”和“自然中心主义”，真正树立起“人与自然和谐主义”的世界观，建立起“人与自然和谐”的科学思想体系，就不可能有可持续发展。

二、从发展的角度看，必须树立起正确的发展观，并建立起正确的发展模式和体系

长期以来，我们的发展观和发展模式存在着巨大的隐患，埋藏着巨大的危机。因为我们追求的是 GDP 的增长和工业化基础上的现代化。不可否认，GDP 是反映一个国家经济发展的重要指标，但 GDP 却不能够对经济发展中的环境资源损失进行核算，并不能体现出真实的国民财富。不可否认，英克尔斯制定的以工业化为基础的现代化指标体系，是迄今为止比较能够全面科学反映和测量现代化的指标体系；但它既不能反映现代化的可持续发展，也不能反映现代化的新基础——信息化。尤其是近 20 多年来，新自由主义的发展观和发展模式更是以“华盛顿共识”统治了全世界。它以牺牲环境、生态、资源、就业、工资、社会保障、劳工利益为前提，以追求资本短期高额利润为目的，使全世界陷入了今天的发展困境，导致了极其严重的后果。如果不是全世界在可持续发展方面达成了一些共识，采取了一些行动，情况恐怕会更糟。

今天，我们必须把正确的发展观和崭新的发展模式建立起来，这就是树立“坚持以人为本，全面、协调、可持续发展观”，建立起“包含了环境、资源、人口、社会、信息等高度统一和谐的现代发展模式”。

在正确的发展观中，首先必须以人为本，就是要把人的自由全面发展作为发展的目的。无论是马克思主义关于人的学说，还是阿玛蒂亚·森的以自由看待发展，都已经完全地证明了这一点。站在人的立场上，摆脱“人类中心主义”和“自然中心主义”的羁绊，必须明确人的自由全面发展包括了人的物质生活水平的提高、精神文化生活水平的提高、政治生活水平的提高、人的自身素质的提高、人与自然的和谐发展等极其丰富的内容，绝不仅仅限于物质财富的增加。同时，人与自然、社会的相互结合、相互促进、逐步提高又是一个永无止境的历史过程。因此，正确的发展观所要追求的，是一个惠及全体百姓和子孙后代的不断走向更高水平的社会。在这个社会中，经济更加发展，民主更加健全，科教更加进步，文化更加繁荣，社会更加和谐，人民生活更加殷实，可持续发展能力更加增强，显得更加全面、协调、健康、有意义。

立足于这样的发展观，还必须改变现有的发展模式，建立起能够实现上述内容统一和谐的具体发展模式。在过去的内容体系基础上，增添的新内容体系是：具有一套新的科技发展的测量评价内容体系，即信息化的内容和指数；具有一套新的社会发展（包括就业、工资、社会保障、劳工利益

等)的测量评价的内容体系,即人文指数;具有一套新的环境、资源、人口统一和谐的测量评价的内容及体系,即环境指数(或称为绿色指数);具有一套社会民主政治(包括政治参与度、社会公平等)测量评价的内容体系,即民主指数;具有一套人的自身素质提高的测量评价内容体系,即素质指数;等等。这样,才能真正称得上可持续发展。

三、从消费的角度看,必须树立正确的消费观,并建立绿色生活消费体系

“顾客是上帝”、“消费者总是对的”,这些话在商业上是正确的。因为消费者在市场经济的活动中是一切经营效益的落实者和体现者,消费者在市场上拥有最终的决定权。人们通常要问搞一项生产经营活动有没有市场、市场有多大,实际上就是问有没有消费者、有多少消费者。消费者的最终决定作用略见一斑。

正是这种“消费者主权至上”的观点,使一切生产经营活动为了满足消费者的需求,就可以掠夺资源、污染环境、破坏生物多样性,使出一切手段,通过满足消费者的需求来获取利润,达到自己发财致富的目的。

正是这种“消费者主权至上”,使消费者在自己的消费活动中,也形成了对资源和环境的破坏。比如,为了购物方便就有了100年无法降解的塑料袋;为了有奢华的城市生活,就要产生大量的生活垃圾,等等。一句话,人类自身消费对自然和生态的破坏绝不亚于生产领域对自然的破坏。因此,不仅要在生产经营领域实现可持续发展,更要在消费领域实现可持续发展。

树立正确的消费观和建立绿色生活消费体系,需要在消费中引入循环经济的理念和模式,做到节约资源、变废为宝、资源再生、没有污染。这决不是要把人们变为苦行僧,降低人们的生活标准,改变人们的财富状态,而是要在消费领域实现一种减量、再用、循环的新的消费体系。这样,不仅从源头上,而且可以在各个环节和各个领域享受绿色生活,从而在消费领域彻底解决破坏资源、环境和生态的问题,并使它转化为保护资源、环境和生态的一种力量和体系。在这个问题上,公众意识是最重要的,我国现在抓生产经济活动的力度很大,但对引导消费、转变消费理念、转换消费模式方面却几乎没有考虑到。所以可持续发展要从消费者做起、从公众做起,实现绿色消费、循环消费。国际上一些让人看起来觉得很可笑的动物保护主义者,虽然有些做法很极端,但他们才是真正从消费入手,去拒绝消费者主权,从消费领域去推动可持续发展,这种人现在越来越多。

四、从发展与环境的关系看，必须树立正确的产业协调观，并建立发展与环境兼容双赢的产业体系

有一个十分经典的理论叫“碎窗理论”，说的是一辆汽车的窗户被人主动地打碎了，这是好事还是坏事呢？它既是坏事也是好事，旧的不去，新的不来。在陈旧的体系中，它是好事，因为窗户打坏了，可以创造社会消费、拉动生产、增加 GDP 等，否则创造不了新财富。但对当事人它却是坏事，因为这直接损害了当事人的利益。实际上，在发展与环境的关系中，具体在污染和环保中出现了一段与“碎窗理论”同样效果的话题，叫做“先污染、后治理”。按照原有逻辑推论，玻璃打碎了就要去买，工厂就要制造玻璃，制造商就要去购买原材料，就要调用劳动力，就会推动经济发展，反之则不会推动经济的发展。运用到环境上，就是如果不污染，就不会有治理，有了污染才能治污染。也就是说，发展和环境是不能兼容、不能双赢的。因为污染是市场经济外部的的问题，不是经济系统自身的问题。所以，只能在经济的外部去解决，也就只能是“先污染、后治理”了。这种思想如果在 19 世纪资本主义大工业的时候还可以行得通的话，在今天这种理论和思想肯定是不行的。伦敦是资本主义工业制造的一个污染怪胎，这是 19 世纪的事。但到了 20 世纪，伦敦发生了革命性的改变。中国是否还要去走一条历史的老路，先制造一个雾伦敦，然后再把它变成清洁伦敦呢？如果这样，人类就太愚蠢了，为什么不能做到既不碎窗，又能发展，共存共赢，走出“先污染、后治理”，“边污染、边治理”的误区呢？

要走出这个误区是困难的，这是因为要同时兼顾经济发展和保护环境需要巨大的成本和代价，这就使得人们不得不先去谋求发展，在赚取了更多的利润之后，再来治理污染，加强环境保护。只有到了这个时候，人们似乎才愿意也才能够付得起治理污染和保护环境的成本。这对人类实际上是一个两难的选择。换句话说，在发展中要实现治理污染和环境保护，实际上是走进了一条“投不起、用不起、还不起、延续不起”的怪圈。

产生这一问题的原因是治理污染和环境保护没有形成产业和产业体系，在实施中只有生态效益和社会效益没有经济效益。没有经济效益当然就是“投不起、用不起、还不起、延续不起”，没有回报就不会有人去投入。因此，解决的办法就是治理污染和环境保护必须在兼容的产业协调指导下，建立双赢的环保产业体系。

这个观念和体系说到底就是要有可靠的技术和循环经济。只有循环经济把外部不经济的环境保护转入到内部的经济循环，现在资源利用上实行

了减量化,然后又在过程中使污染物再利用、再循环,实现变废为宝,形成资源再生的长链条。新的环境保护产业体系就可以把环境保护工作真正推入“投得起、用得起、还得起、延续得起”的轨道,真正用经济效益来保证社会效益和生态效益的实现,以及三个效益的统一。

五、从人类追求富裕的目的看,必须树立正确的财富观,并建立起真正使人类社会可持续富裕的财富体系

人类追求的富裕究竟是什么,财富是什么,这个古老的问题似乎已有了确切的答案,似乎又没有确切的答案,人们好像正在苦苦地思索和追求。

已有的答案表明,人们在社会系统中,谁占有的金钱越多,谁就最富裕,谁的财富就越多,因此,金钱=财富。这种金钱就是财富的观点恐怕是最早的财富观,也是最顽固、最长久的财富观了。

随着人们生活水平的普遍提高,现代生活方式已经形成并普及,这种现代生活方式虽然能够给人们带来金钱、财富和奢侈的生活,却使人们感到思想颓废、精神空虚。于是有人认为拥有金钱并不等于拥有财富,只有精神愉快才是真正的财富。

再深入下来,人们的身体在现代生活方式的许多不良习惯中逐渐地遭到损害,各种富贵病、各种绝症不断地向人们袭来,破坏人们身体健康,甚至夺去人们的生命,这时候,人们才深深感到身体健康就是财富。

由于长期以来人们没有超越人类自身和人与人的关系来认识财富问题,因此,人们完全没有意识到现代生活方式破坏财富的真正要害,就是破坏了大自然的和谐。正是因为破坏了环境,才使人们遭到了自然界的报复,因此,是人类自己在破坏自己的健康,自己毁灭自己。到了这个时候,人们才真正地懂得,保护环境,爱护自然,实现人与自然的和谐,使自然系统与社会系统相生相融,才是真正的财富,才是最大的财富,才是人类社会世代可以拥有和追求的财富。人们把这种财富称作绿色财富。

很明显,只有人们世代都有绿色的屏障保护,都有安全的绿色食品,都有清洁的饮用水,都有清新的空气,都有大生态系统的和谐,人类在这样的条件下才可以正常地生存、繁衍和发展。而要做到这一点,就完全依赖自然生态系统的正常循环、调节和恢复,这就是人类所依赖的真正财富——自然财富。但是,人们一直在不停地掠夺它、破坏它、摧残它,这样做是在失去财富、破坏财富、摧毁财富。我们必须指出,自然财富才是人类根本的财富,真实的财富,长久的财富。遗憾的是,这样的财富观至今仅仅为少数人所认识。我们真诚地希望,人们能够把我们赖以生存和

发展的大自然看作是自然财富，把这个自然财富与社会财富结合起来追求和保护。不能因为追求社会财富而去破坏自然财富，也不能只把自然财富当作财富对待，更不能将自然财富破坏殆尽，最终失去最根本、最真实、最长久的财富之源，从而成为“吃了祖宗饭，断了子孙路”的历史罪人。

六、从人与自然和谐的关系看，必须树立正确的生态观，并建立自然生态与社会生态相融和谐、共存共荣的大生态系统

“生态”问题是目前人们讨论得最多的问题。为什么生态问题会成为热门话题呢？这涉及到人类社会可持续发展的坐标系统和目标选择问题。

人类社会可持续发展的坐标系统在哪里，人们究竟在一个什么样的坐标系统中去寻找可持续发展之路。客观上这个坐标系统是存在的，它就是人类赖以生存的自然生态系统。从自然生态系统自身看，最大的本性就是它是自我循环、自我恢复、自我净化、自然繁衍的。原则上讲，没有人类活动的干预，无论是什么天灾、突变，它都会保持和延续自己。即使遭到人类活动的剧烈破坏，它也会奇迹般地恢复和繁衍。所以，从人与自然的关系看，人不干预自然，自然生态就会保护自己的原貌而世代繁衍。但这却是做不到的，因为人们必然要干预自然，要改造和征服自然。于是，正确的生态观就要求尽可能地去探索自然生态的演进规律；尽可能地使人的干预符合自然生态的演进规律，与它同步循环；尽可能地减少对其演进的破坏。应当说，全人类在这方面已经取得了一些进展。

另一方面，从人与人的关系，即人类社会来看，它虽然存在于自然生态系统中，但它同时又是独立的人的社会系统。这个系统也有自己演进的规律。这种相对独立的演进规律从本质上讲与自然生态规律是不一致的，甚至是相互冲突的。解决这一问题，就是要使人类社会发展的规律尽量与自然生态的演进规律相吻合，特别是在两者存在的一切领域都必须实现这种吻合。不过，这种吻合有一个原则，就是只能是人类社会的这部分发展必须遵循和服从自然生态的演进规律，而不是相反。因为人类社会是依附于自然生态之中。在自然生态中，除了人类社会还有别的存在和活动，这种多样性我们只能服从。说到底，这就是人与自然的和谐。所以，现在掀起的建设生态社会的目标选择和公共活动，实际上就是模仿自然生态系统规律，学习服从自然生态演进规律，重新改造和建设人类社会自身的生态系统，使自然生态系统和人类社会系统都以自然生态演进规律为基础实现共生共荣，世世代代延续下去。

七、从人的内在素质看，必须树立正确的伦理观，并建立尊重、珍惜、保护自然的文化伦理道德体系

维克多·雨果先生曾经指出，在人与动物、花草及其他生物的关系中，存在着一种完整而伟大的伦理。这种伦理虽然尚未被人发现，但它最终将会被世人所认识，并成为人类伦理的延伸和补充。毫无疑问，使人与人的关系文明化是头等大事，但使人与自然的关系文明化也必不可少。这方面的所有工作都有待从头做起。

这种伦理观本质上就是要克服“人类中心主义”和“自然中心主义”，建立起“人与自然和谐主义”的思想道德体系。现代人类创造的这个体系有三个方面的内容：一是大地伦理学，把生态理解为一个共同体，人只是整个共同体的一个成员；人对其所属的共同体负有直接的道德义务，这种义务源于人们在长期的共同生活中形成的对共同体的其他成员的情感。二是深层生态学，人的存在与整个自然环境密不可分，生态环境也是人的“大我”的一部分。人是由大我和小我（生态学意义上的我）组成的整体，如果小我具有内在的价值，那么，大我也具有内在的价值。人有义务关心小我，也有义务关心大我。环境的稳定是人的自我实现的一个必要的组成部分。因此，保护生态环境是每个人义不容辞的责任和义务。三是自然价值论，自然生态系统拥有内在价值，这种内在价值是客观的，不能还原为人的主观偏好，因而维护和促进具有内在价值的生态系统的完整和稳定是人所有的一种客观义务。自然生态系统的价值是客观存在的，而人的存在也是有人性的，因为人对自然能够具备伟大的感激之情和利他主义的精神，要求人们用个人和人际的利益（即人作为类别的利益）与自然界的关系来达成对自然界的义务，从而实现对自然生态环境的保护。所以，这不仅是自然价值与人的义务之间必然的逻辑联系，更是人类价值和尊严超越一切其他存在物的伟大之处。

自然价值论以罗尔斯顿为代表，他认为，这种伦理观和道德体系不是抽象的说教，也不是不可捉摸的神话，而是实实在在的行动。一是从公共政策来说，环境永远是一种名副其实的“公用土地”，在市场经济的条件下，并不存在着能够确保人类与环境达到和谐，并考虑到后代利益的“看不见的手”。因此，在新的伦理观指导下，必须处理好个人偏好价值、市场价格价值、个人善价值、社会偏好价值、社会善价值、有机体价值、生态系统价值这七种价值的关系，制定具有强制色彩的环境政策。二是从企业来说，必须具有社会责任。无论是人本主义还是自然主义，任何一种经济和

企业都是建立在一种生态环境之上的，因而任何一个企业都必须能够把追逐利润和保护生态有机地结合起来，必须遵循最起码的环境伦理道德原则来从事企业活动。三是从个人角度来说，必须从“人是谁？身居何方”等根本人生的问题出发，既要捍卫个人利益，也要捍卫人类的利益，但还必须超越其他存在物，认可除了人之外的一切其他东西的权益，从而尽到自己的义务，实现真正的价值。

不管从哪一个角度出发，现在与未来的社会都要求人类妥善处理与自然的关系。人类有义务去善待地球，有责任保护地球，真正在人与自然的和谐中建立起新的伦理观和文化道德体系。

八、从人类未来的发展看，必须树立正确的代际观，并建立世代延续的人类体系

新自由主义经济学有一个假设，就是资源的无限供给。但是实际情况假设并不成立，现在仍处在一个资源约束和环境约束的时代。从经济学的角度上看，资源是稀缺的；从人口学的角度看，人口的不断增长会给资源和环境造成更大的压力，更会加大约束力度；从环境科学的角度看，环境被破坏和掠夺的情况比人们想像的还要严重。更为严重的是，情况还在继续不断恶化下去。如果人们不重视资源和环境的破坏及浪费问题，那么，子孙后代将连拥有生存的基本条件都很困难，这绝不是危言耸听。因此，不能只从我们这一代角度出发来考虑人口、资源和环境问题，也不能只从下一代角度出发考虑问题，恐怕要考虑若干代后代的人口、资源和环境问题。正确处理代际关系是人类能够延续下去的问题，决不能“吃了祖宗饭，断了子孙路”。

在这里，我想用两位经济学家打赌的故事来说明解决这一问题的正确选择。有两位著名经济学家，一位是马里兰州州立大学的朱利安·西蒙，另一位是斯坦福大学的保罗·坎尔里奇。西蒙是乐观派，认为技术进步和价格机制可以解决资源短缺问题，人类前途光明；而坎尔里奇是悲观派，认为由于资源和环境的问题，人类延续下去的前途不好。于是，两人选定五种金属（铬、铜、镍、锡、钨），各自以假想方式买入 1 000 美元的等量金属，每种金属 200 美元，并以 1980 年 9 月 29 日的各种金属的价格为准，假设到 1990 年 9 月 29 日，这五种金属的价格在剔除通货膨胀因素后上升了，西蒙就付给坎尔里奇这些金属的总差价；反之，就由坎尔里奇付给西蒙总差价。结果是坎尔里奇输了。紧接着，1995 年，两人又开始下注，就关系全球环境和人类发展的 15 种趋势（包括全球气温升高、人均耕地面积减少、热带雨林的缩减、贫富差距扩大等）进行为期 10 年的赌博，每个趋势下注

1 000美元。虽然西蒙不幸于 1998 年 2 月去世,但丹麦奥尔胡斯大学的副教授比约恩·隆堡继承了西蒙的事业,打赌仍然有效,并且似乎胜负难卜,但乐观派和悲观派的争论还会继续下去。

这个故事的启示:一是 10 年的时间太短,完全不足以证明代际之间的关系和世代延续问题;二是仅仅以五种金属为赌注,以金属价格的涨落决定胜负,完全不足以证明资源短缺与否,不能证明对人类的世代延续的影响;三是仅仅以价格作用促进技术进步,引出替代品,完全不足以说明人类可以无限度地替代下去;四是仅仅以替代品来证明人类可以无限度地替代下去是不可能的,因为替代品仍然要耗费另外的资源,仍然要造成新的污染和破坏;五是新一轮全球环境和人类发展的 15 种趋势才真正带有人类世代延续的含义。如果时间更长一些,恐怕才更有意义。

以上故事说明,正确选择在于既不要悲观也不要乐观。既要看到问题的严重性,也要看到人类有能力解决这个问题;既要依靠价格机制和科技进步,又要依靠循环经济和共同行动;既要运用无形的价格机制,又要实现人文的关注和公正;既要看到环境资源等问题的恶化趋势,又要用实实在在的行动去遏止、扭转这种趋势;既要努力寻找新的替代品,又要防止新的替代品造成的浪费和污染;既要看到一代、两代的发展,更要照顾到世世代代的发展。真正树立起正确的代际观,才能真正建立起世世代代延续的人类体系。

九、从全球化的高度,必须树立正确的全球环境一体化和全球保护环境的平等的理念,并建立全球共同行动和环境正义行动的体系

许多自然科学的科学都证明,全球范围的环境影响是相互的、共同的。或者说,资源的枯竭、环境的破坏是一种全球行为,所造成的影响同样也是一种全球影响。凡属人类,概莫能外。有一个著名的“蝴蝶效应”最能说明问题。在南美洲热带雨林的一只蝴蝶扇几下翅膀,欧洲大陆可能就会洪水滔天。厄尔尼诺现象带来全球气候的变化、南极臭氧层洞的扩大、雪线上升、海平面上升,威胁的不是一个国家、一个民族,而是全世界。所以解决环境问题需要全球联合行动。在这一点上,联合国态度十分明确,从 1972 年就开始关注这个问题,之后召开了许多以环境发展为主题的大会,最著名的一次是 1992 年在巴西里约热内卢召开的,大会制定了《全球 21 世纪议程》。中国于 1995 年制定了《中国 21 世纪议程》,对环境进行全面保

护、治理和改善。所以环境的保护和可持续发展是一个全球行动，是 60 亿人的共同使命。但遗憾的是，由于某些大国的利益原因，这个问题很难变成全球行动。在经济全球化的今天，一个国家如果只考虑自己的利益而不考虑全球的利益，无疑是极其短视的，应该给予谴责。“人类只有一个地球”就是全球应当共同保护环境观念和行动的集中概括。

事实证明，在环境保护和环境掠夺中确实存在着世界性的不平等和不公平。如果不能克服这种不平等和不公平的话，全球的环保共同行动就不可能，全球的环境保护和可持续发展也就不可能。环境问题演化到这里就成了政治问题。发达国家是使用资源、掠夺资源最多的。一个美国人消耗的资源是一个非洲人的 100 倍；同样，发达国家对环境的破坏也是存在的。在这样经济不平等的条件下，在改善环境需要很大投入的前提下，发达国家应当为全球的环境保护做出应有的贡献。但是现实却恰恰相反。是中国这样的发展中国家去签订并批准执行《京都协议书》，而且从自己国家开始执行可持续发展战略。而美国这样的头号发达国家却否定《京都协议书》，置人类的共同利益于不顾。在这样一种情况下，全球的共同行动非常艰难。应当承认，保护环境是全人类的共同利益，实现可持续发展是每一个国家、每个公民的责任和义务。谁破坏了这一点，谁就破坏了全世界的公平和平等。

事实也证明，在全球环境保护的实践中，的确存在着“富裕的环保主义与生存的环保主义”、“提高生活质量的环保主义与生活的环保主义”的对立和斗争。尽管“环境正义行动”发源于美国，但却已遍及全球，特别深入到发展中国家。这种全球“环境正义行动”不仅是涉及到更广泛的地理范围的有毒废弃物的不平等处理，而且深入到关注对不发达国家和地区的掠夺，跨国企业对全球资源的控制、造成的污染等等。“全球环境正义行动”在反对少数低收入阶层和弱势群体在环境保护中所受到的不公正待遇的过程中，要求人类社会在处理环境保护问题时，各群体、区域、族群、民族国家之间所应承诺的权利和义务是公正与平等的。¹⁷ 项环境正义的基本信条，既包括了人与自然、人与人之间应该平等而和谐地对待，也包括了各种消除政治经济不平等的要求与行动，真正体现了环境利益在社会不同部分之间的公平、公正、公开的分配。

十、从现代文明的角度看，必须树立正确的文明观，并建立起以建设生态文明为重点的人类更加高级的文明社会

建立文明社会是人类追求的目标，人类的文明观也是与时俱进的不断深化的观念，而人类自身的素质则是在文明不断提高的过程中不断完善、

升华的。

不过，人类过去首先重视和追求的是物质文明社会，总是认为，只要物质生产发展、物质财富增多就是文明社会。随着人类文明的进步，人们逐渐意识到，人类不能只有物质生产和物质财富，而且还应该有文化建设和人精神素质的提高，还应该建设精神文明，人类文明社会还应当包括精神文明。在人与人关系更深入的发展中，人们逐渐认识到人与人的关系必须是民主、平等、自由、博爱的，人类社会应当建立民主政治，实现政治文明。

随着时间的推移，在人与自然的关系以及人与人的关系中，人们又逐渐地认识到，人类社会要在大自然中实现人与自然的和谐，人与人之间的和谐，就必须适应和模拟生态的演进规律，建设一种生态文明。这种生态文明是物质文明、精神文明、政治文明的基础，也是这些文明能够不断繁衍的依据。因此，人类文明社会就必然地包括了生态文明。

集中地看，生态文明就是人类社会可持续发展能力不断增强，生态环境得到改善，资源利用效率显著提高，促进人与自然的和谐，从而推动整个社会走上生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展道路。树立这样正确的文明观是十分重要的，文明内容全面正确，人类文明社会的建设才有意义。

第五节 循环经济是实现可持续发展 最为现实的必由之路

可持续发展既然有着自己的理论观念、科学体系和数学模型，为什么还要提出只有循环经济才能使可持续发展变为现实呢？或者说，只有走循环经济之路，可持续发展才能得以实现呢？这个问题实际上在上面已经进行了论证。

为了节约篇幅、简化问题，循环经济的理论和实践将放在以后论述。在这里，仅从结论的角度提要式地说明循环经济是实现可持续发展的最为现实的必由之路。

一、在遵循自然生态系统的客观规律上，循环经济将模拟自然生态系统来实现人与自然的和谐，从而将可持续发展建立在自然生态系统客观规律的基础之上

人类所依存的整个自然生态系统有着自己演化和推进的规律，这已经

得到了达尔文等著名自然科学家的证明。尽管还有许多未知领域需要继续研究和探索，但是一些基本的规律已为人们所熟悉、掌握和运用，其中最重要的就是自然生态系统有一个自我循环、自我净化、自我修复、自我生成、自我进化的规律。问题在于，一方面是人类的剧烈活动直接和间接地破坏了这一规律，自然生态系统反过来又惩罚人类，证明了人类的野蛮和不文明。另一方面，人类对自然生态系统的客观规律还知之甚少，导致了行动的盲目性和残酷性，证明了人类的无知和不文明。

循环经济的基本立足点，是要研究、探索和掌握自然生态系统的客观规律，并在此基础上学习、模拟、顺应这一规律。不仅让人类的活动尽量与自然生态系统和谐，更重要的是让人类活动尽量按自然生态系统的规律来组织、组合、运行与发展，尽可能实现与自然生态系统的和谐共存。否则，人与自然的和谐就是一句空话。

二、在遵循经济发展的客观规律的基础之上，循环经济将“环境”从经济系统的“外部性”改造为经济系统的“内在性”，从而将可持续发展建立在经济发展的客观规律上

众所周知，环境问题在传统的经济学中是一个“公共物品”和“外部性”问题，尽管产生了环境经济学，但并未从经济的角度根本性地解决了问题。毫不夸张地说，传统经济学是将环境问题转嫁出去了，不需要也不可能在经济系统中解决问题。但事实证明，环境问题依靠这样的经济学基础和所谓的规律是无法解决的。更深入地说，依靠这样的经济学，可持续发展是根本不可能实现的。

循环经济的实质，就是将“环境”从经济系统的外部制约性因素转移到经济系统内部的新的生产要素，并将其核心化，提升为经济系统内部的新的生产要素。这就使我们对经济系统的客观规律的认识达到了一个新的高度，成为新的经济学的一个基石和出发点，对经济学理论产生了革命性和本质性的影响。从此，“解决环境问题的经济学”就转变为“以环境为基础的经济学”。不言而喻，这种革命性、本质性的转变，就是因为遵循了自然生态系统的规律，使环境问题成为整个经济系统自我发展的内部要素。这也证明，由自然生态系统自我循环的启发，转变为经济系统内部自我循环的创新。一个在外部被称为“公共物品”而谁也不愿去解决的环境问题，变成了一个在经济系统内有各种收益集成而谁都愿意争着去做的“自我之物”。

三、在遵循自然资源演进的客观规律上，循环经济将资源自我循环的“3R”规律和原则引入经济运行系统同步进行处理，从而把可持续发展建立在自然资源演进的客观规律的基础上

新自由主义经济学的一个假设前提，就是资源是可以无限供给的。事实也不容争辩地指出，这个前提是不成立的，是一个伪命题。而传统经济学也认为，资源虽然不是无限获取的，但也是可以永远获取的。因为有了价格机制和技术进步，人们一定能够找到替代品。应当承认，这个规律是存在的，但这个规律是有问题的。它最大的问题在于，人们在寻找并创造出替代品的时候，虽然找到了新的资源，却又造成新的对自然生态和环境的破坏，结果可能是得不偿失，又陷入了恶性循环。比如，塑料的发明和使用，就给人类造成了无法估算的沉重的环境代价。

循环经济确立了“3R”原则和规律，即在资源的运用上，首先是减量化，然后是再利用，最后是再循环。这一原则和规律在引入资源的第一环节上，就用减量化的措施，要求人们首先要减少对资源的使用，不仅不允许浪费资源，而且还必须减少使用资源，从根本上达到节约资源的目的。同时，节约资源也包括了替代品，使资源消耗最小化，从第一环节的节约开始，整个资源利用系统通过再利用、再循环，又达到了资源利用最大化和资源再生的目的，从而在保护中使资源利用的有限时效得以延长，使可持续发展真正能够实现。

四、遵循污染物处理的规律，循环经济将污染物的末端治理改造为经济活动过程中的内部消化，从而将可持续发展建立在污染物处理的客观规律之上

在现行的污染物处理中，最主要的特征就是末端治理，或者说是“先污染、后治理”、“达标排放”等等。表面上看，污染物是得到了治理。实际上，要么因为技术不过关，要么因为不能产业化，要么因为治理不完全等，往往不能继续下去。一句话，通过末端处理污染物来保护环境显得十分艰难，几乎无法落实，环境保护陷入一种十分尴尬的境地。

循环经济的“3R”原则和规律彻底打破了这种恶性循环，导入了一种新的良性循环，把污染物的治理从末端治理改变为过程治理，从外部治理改变为内部治理，把上一个环节的污染物改造为下一个环节的原料，把“先污染、后治理”改造为“边污染、边治理”、“先治理、不污染”，把“资源—产

品—废弃及污染物排放”的单向流程改造为“资源—产品—再生资源—再生产品”的循环流动过程，从而把整个经济系统改造成为从生产到消费基本上不产生污染或者少产生污染，最大限度地减少末端治理。这种改造本质上就是四个字“变废为宝”。而这种“变废为宝”使得可持续发展成为现实。

五、遵循环保科技发展的规律，循环经济不仅提供了环保科技创新的市场需要，而且提出了环保科技发展的技术路径，从而将可持续发展建立在环保科技发展的客观规律基础之上

由于环保技术的落后、不可靠、用不起、易反复、不敢用等原因，环保问题已经成为可持续发展的最大障碍。究其原因，一是环保技术思路和路径存在问题；二是环保科技的社会需求较小，无法实现产业化。恩格斯曾经说过，一旦社会需要，就可以推动技术的巨大进步。库恩先生也指出，技术进步的促成因素和生成结果，就产生了新的技术范式及其革命。

循环经济既是产生这种需要的力量，也是推动新技术范式创新的力量。这是符合科技进步规律的。循环经济要求节约资源、资源再生、变废为宝，并要求这些内容都在经济系统的内部通过不断延长的链条得以实现，这就从根本上改变了末端治理对科技进步的外在要求，使技术向内部治理、过程治理、循环治理、自我消化治理转移。不仅如此，由于系统的庞大和复杂，要把长链条整合起来，就需要集成和系统技术，就需要链接和循环技术。通过循环经济创造的技术需求，通过新的技术范式，众多循环经济的新技术必然会产生出来，从而提供更加可靠的技术先导和保证。从这个意义上讲，没有循环经济就没有新的技术范式；没有新的技术范式，也就没有循环经济。两者是相辅相成、相互促进的。一旦新的技术范式形成并发挥作用，循环经济的现实就能成为可持续发展的现实。

六、遵循投入产出的规律，循环经济完全可以解决我国环保未形成产业的问题，跳出“投不起、用不起、还不起、延续不起”的怪圈，使可持续发展建立在“投得起、用得起、还得起、延续得起”的客观规律之上

我国环保之所以未能产业化，或者说，还处在产业化的初始阶段，主要原因就是仍然沿袭末端治理技术范式。这种外部、末端的治理原则上讲是没有什么效益优势可言的，达标排放增加的只是成本，而不是效益。就

算有了一些环境效益和社会效益，但都因为没有经济效益而无法进行下去。在这样的投入产出中，保护环境不是经济内在循环的需要，治理污染物不是经济内部循环的内容，环境保护变成了环境负担，甚至会在经济上成为加大企业投入成本的因素。因此，“投不起、用不起、还不起、延续不起”成为中国环保产业的一种尴尬局面，“心有余而力不足”、“重视而没有行动”就成了真实的写照。

循环经济由于把外部的环境问题转化为内部的经济问题，把末端治理转化为过程治理，把一般治理转变为减少资源浪费，提高资源效率变废为宝、资源再生等等，从而把环保事业转变为一种产业，一种新兴产业、一种朝阳产业。在这种产业模式中，对环境保护的投入有了产出，有了回报，有了相当可观的经济效益；对环境的保护进入了“投得起、用得起、还得起、延续得起”的良性循环；同时，对环境保护的投入产生的经济效益，也可以成为环境效益、社会效益统一的基础。

七、遵循制度创新的规律，循环经济以新的模式催生着新的制度安排，从制度层面上形成对发展循环经济的保证，使可持续发展建立在制度创新和保证的规律的基础之上

时至今日，在社会主义市场经济中的制度安排和创新还在进行之中。从总的点看，正是一个从计划经济向市场经济演化推进的经济、社会转型期。当前，我国环境保护方面的制度还不能够有力地保证环境保护工作的顺利开展。

循环经济似乎正在把环保产业变得“有利可图”，这样，制度创新就有了可能。首先，制度创新中的法律安排就可以把惩罚性、禁止性和鼓励性、支持性的要求有机地结合在一起，从不同的角度来进行规范和安排，改变过去惩罚性、禁止性过多，而鼓励性、支持性不够的问题。其次，在支持性上，可以从某一环节的支持转变到全过程的支持。从节约资源的使用，到变废为宝，再到资源再生，再到再生产品的支持；从生产领域，到消费领域，再到社会系统的支持。这些支持既可以是优惠的政策，也可以是社会公德的表彰，既可以是适当的鼓励，也可以是各种各样的激励。最后，在总体性上做出双赢、多赢的制度安排和创新，将政府这只看得见的手结合于市场这只看不见的手，将政府、企业、社会结合起来，将宏观调控和微观激活结合起来，将政府行为和企业行为结合起来，推动循环经济的市场化进程，使全社会培育起发展循环经济的节约资源、变废为宝、资源再

造、自我涵养的制度体系，使每一位参与者都各居其位、各得其所，通过实现经济效益、生态效益和社会效益的统一，实现双赢、多赢、共赢。

八、遵循现代文明的规律，循环经济正在统筹协调环境保护的各种复杂关系，正在用现代文明来推进环境保护，使可持续发展建立在现代文明发展客观规律上

资源枯竭、环境破坏、生态失衡，可以使自然界及人类社会无法延续下去。这些不仅不是文明社会的内容，而且是对文明社会的破坏，是一种反文明的行为。但是，一般的环境保护难以实现可持续发展的现代文明。

在循环经济的基础上，形成的现代文明是一种生态文明，它的主要内容是：可持续发展能力不断增强，生态环境得到改善，资源利用效率显著提高，促进人与自然是和谐相处，推动整个社会走上生产发展、生活富裕、生态良好的发展道路。

第二章 生态现代化（第三次现代化）研究

第一节 现代化的理论与争论

毫无疑问，现代化是人类文明长河的最新篇章。现代化是新时期以来使用最多、最广泛、最长久的词汇。它的基本含义就是指人类历史的进步和变化，是一个只有时间上限而没有时间下限的、历史的、开放的、进步的、先进的概念。原则上讲，现代化是从 18 世纪工业革命以来，人类社会发生的从传统经济、社会、政治、文明向不断现代的经济、社会、政治、文明变化、发展、进步的历史进程。由于时间和历史的差距，形成了先期实现现代化国家和追赶现代化国家并存的历史局面。

现代化理论的研究也是十分活跃的、历史久远的。它包括了三个阶段。

第一阶段是现代化思想的萌芽阶段，主要指 20 世纪 50 年代以前的各种思想源头。

第二阶段是现代化经典理论的确立阶段，主要是指 20 世纪 50 ~ 60 年代形成的经典的现代化理论。如罗斯托的《经济成长的阶段：非共产主义宣言》、列维的《现代化与社会结构》、布莱克的《现代化的动力：比较历史研究》、艾森斯塔特的《现代化：抗拒与变迁》、维纳的《现代化：增长的动力》、亨廷顿的《变化社会中的政治秩序》。

第三阶段是现代化理论的批判和发展阶段。这个阶段有两个显著特点，一是对现代化理论进行批判、创新、发展；二是把现代化理论研究的对象转向发展中国家及未来发展。其中包括了沃勒斯坦的世界体系理论和中心—边缘理论、多斯桑托斯的“依附理论”、胡伯的生态现代化理论、贝克

的风险社会和再现代化理论、何传后的第二次现代化理论，形成了后工业社会、后现代社会、反现代化、后现代化、新现代化、信息社会、知识社会、网络社会、学习型社会、全球公民社会等等，这些理论层出不穷，屡次创新，令人眼花缭乱。

在这里要指出的是，在现代化的历史长河中，问题的关键实际上就是如何把握现代化的历史阶段。由于经典理论形成的现代化框架，特别是英克莱尔为现代化确立的标准，确实使现代化的动态本性遭到了静态化的指令，按照这些静态化的指令和标准，当然可以衡量到达某一历史阶段的各国的现代化水平，以此来区别三个世界、发达国家与不发达国家等等。但现代化的历史不会停止，它必然地毫不留情地大踏步前进，绝不会停留在静态的指令和标准上。因此，现代化只能分出其历史阶段来，而绝不会停滞在某一历史阶段的指令和标准上。

如果这个立论成立的话，那么，用动态的进程来研究、把握现代化的理论都是有意义的。不过，真正有意义、对人类社会进步有指导作用的理论又必须符合人类社会进步发展的客观规律，是能够推动人类社会进步发展的先进理论。

从这个假定出发，笔者认为，有三个现代化的理论值得进一步研究和深化。第一个是中国学者何传后研究员的第二次现代化理论（1998）；第二个是德国学者胡伯教授提出的生态现代化理论（1985）；第三个是德国学者贝克教授提出的风险社会和再现代化理论（1986）。

何传后研究员认为，第二次现代化理论既是一种现代化理论，也是一种文明发展理论。他的基本观点有：

（1）现代化指 18 世纪工业革命以来人类社会所发生的深刻变化，它包括从传统社会向现代社会、传统经济向现代经济、传统政治向现代政治、传统文明向现代文明转变的历史过程及其变化；它既发生在先进国家的社会变迁里，也存在于后进国家追赶先进水平的过程中。

（2）世界现代化是一个漫长的历史过程。从 18 世纪到 21 世纪末，世界现代化过程可以分为两大阶段：第一次现代化是指从农业时代向工业时代、农业经济向工业经济、农业社会向工业社会、农业文明向工业文明的转变过程；第二次现代化是指从工业时代向知识时代、工业经济向知识经济、工业社会向知识社会、工业文明向知识文明的转变过程。第二次现代化不是人类历史的终结，将来还有新的发展。

（3）两次现代化是紧密相关的。在同一个国家和地区，第一次现代化奠定了第二次现代化的物质和社会基础；第二次现代化在许多方面是对第

一次现代化的消除和“反向”，在某些方面是对第一次现代化的继承和发展，在有些方面是新发生的。两次现代化的协调发展则是综合现代化。在不同国家和地区之间，两次现代化是相互作用的。

(4) 两次现代化具有不同的发展范式。如果说，第一次现代化的动力是资本、技术和民主，那么，第二次现代化的动力是知识创新、制度创新和专业人才。第一次现代化的主要特点是工业化、专业化、城市化、福利化、流动化、民主化、法治化、分化与整合、理性化、世俗化、信息传播和普及初等教育等。第二次现代化的主要特点是知识化、分散化、网络化、全球化、创新化、个性化、多样化、生态化、民主化、理性化、信息化和普及高等教育等。在第一次现代化过程中，经济发展是第一位的，满足人类物质追求和经济安全。在第二次现代化过程中，生活质量是第一位的，满足人类幸福追求和自我表现。物质生活质量可能趋同，但精神文化生活高度多样化。

胡伯教授认为，生态现代化是一种利用人类智慧去协调经济发展和生态进步的理论。生态现代化的基本观点有：

(1) 把现代科学技术理解为生态改革的核心机制，它同时强调在生态改革中经济和市场动力的重要性。

(2) 作为一种资源和风险的管理模式，超越各种冲突和利益，建立新的环境议程，解决经济增长和相应的环境管理的常规矛盾。

(3) 不仅把环境挑战看成是危机，也看作是机会，把减少污染看成是加强经济竞争力的工具。

(4) 代表一种前瞻的、预防的环境政策。它采用预防原理，涉及生产和消费模式的长期结构变化。

(5) 采用工业生态学原理和可持续发展战略，建立可持续发展的生态社会。

贝克教授认为，现代社会处于转变之中，即从工业社会向风险社会的转变。风险社会描绘了现代社会的一个发展阶段，在这个阶段，社会的、政治的、经济的和个人的风险日益趋向于逃脱工业社会建立的风险预防和监督机制。从工业社会向风险社会的转变就是再现代化。再现代化理论的主要观点有：

(1) 世界现代化包括两个阶段，即普通现代化(正统现代化)和再现代化。

(2) 普通现代化是建立现代工业社会，再现代化是消解现代工业社会。工业社会是普通现代化的结果，风险社会是再现代化的结果。

(3) 在新时期，一种现代化消除另一种现代化，这就是再现代化。再现代化是现代化的现代化。

(4) 从一个社会时代向另一个社会时代的转变，能够通过没有预先设计的、非政治的和各种论坛的促进来实现。

(5) 工业社会的现代性是普通现代性，风险社会的现代性是反射现代性。普通现代性是第一现代性，反射现代性是第二现代性。

表面上看，上述三个理论似乎完全不一样，但在本质上，上述三个理论不仅没有根本分歧，而且在理论上形成了互补，相辅相成，形成了历史的演进、续接和更替。

工业社会之后是知识社会，这似乎已经成了全世界的统一认识，似乎已经没有什么值得争论和怀疑的了。事实却不是如此。现在可以清醒地看到，已经出现的误区和误导在于：

(1) 人类是要进入知识社会，但目前仅仅是萌芽状态，而我们却把它完全看成一种已经成熟而接近完成的社会。

(2) 知识的作用明显地夸大了，夸大到完全脱离物质、环境，甚至是完全可以取代物质、环境的地步。特别是网络被夸大了虚无缥缈的境地。

(3) 知识经济的力量也被明显夸大了，新经济完全取代了旧经济，完全消灭了经济周期，从此只有高增长而无经济危机了。

(4) 信息化是知识社会的基础作用也被夸大了，似乎有了信息化，一切问题、一切矛盾、一切风险都不存在，从此人类社会就可以完全同化、高枕无忧，高歌猛进了。

事实无情地粉碎了知识社会的神话。事实反复证明，知识就是知识，它不可能代替什么，人们仍然需要物质、能量、环境、生产满足生活和发展的需要；知识就是知识，它不可能十全十美、洁白无瑕，也有缺陷、不足和风险；知识就是知识，不可能超越历史，违背自身规律，它也必须遵循规律、循序渐进（当然可能速度更快、质量更高）。

很有意思的是，这三个理论的关系逐渐显现出来，正因为建立在知识社会基础上的第二次现代化的基础似乎有些问题，而这些问题正是贝克教授提出的风险社会和再现代化理论。贝克教授认为工业社会的社会是风险社会，这些风险主要是环境、社会等一系列危机的演化，而且失控状态也愈加严重。实际上，贝克教授看到的正是知识社会的最根本的特性——高风险。因此，他认为，如果有再次现代化的话，那一定是建立在风险社会上的现代化。如果贝克教授明确风险社会就是知识社会的话，那么，贝克教授与何传启研究员的理论就是一致的了。即使退一万步来说，贝克教授

的风险社会不是指知识社会的话,那么,他指出的风险社会是完全的事实,其再次现代化也具有第二次现代化的含义。不过,二者的性质、作用及人类的控制都是截然不同的。

但事情并没有完,胡伯教授却相反地指出,要让经济增长和生态进化协调发展,这才是新的现代化,不管它是第几次。于是,他把这种现代化称为生态现代化。从这个意义上讲,胡伯教授和何传启研究员、贝克教授都是一致的,都认为有一次新的现代化过程,但却得出了完全不同的结论。

当循环经济的理论出现以后,有的学者认为,新的社会绝不是知识经济社会,知识经济社会是被炒作出来的。因此,新的社会应当是循环经济社会,循环经济社会被压制,完全是知识经济社会的霸权话语惹的祸。

究竟谁对谁错?的确值得进一步研究。这一研究结论是还有新的社会和新的下一次现代化,这就是循环经济社会及其建立在此基础上的生态现代化,即第三次现代化。笔者认为,知识社会及第二次现代化是存在的。这个社会和这次现代化是高风险的,这些风险不仅仅是过去社会的风险的加剧、重叠,而且是知识社会本身与生俱来的新风险,更为重要的是,控制这些风险的能力、水平和效果,已经成为对知识社会和第二次现代化的考验。原因何在?原因就在于人—经济—社会—环境—资

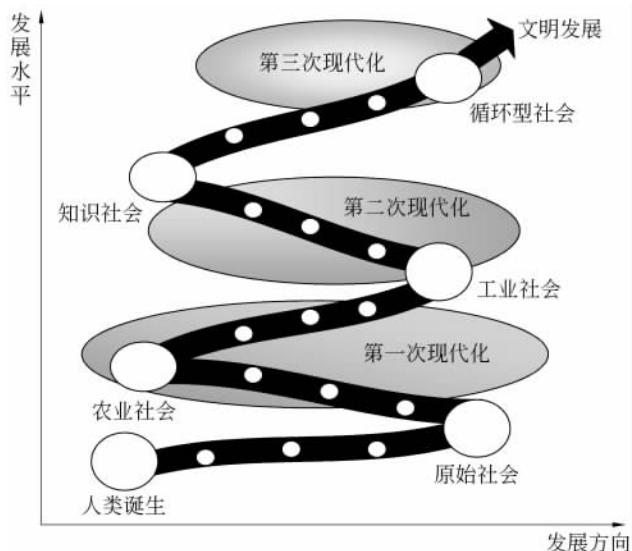


图 2-1 三次现代化的螺旋式上升、波浪式前进之图解

源的链条和圈态没有形成循环，失衡、断裂正是其风险所在；原因在于知识经济社会依然不能够解决对人类社会发展的最大威胁——资源枯竭、环境破坏、生态恶化，人类无法再延续地生存和发展下去；原因就在于有人把生态问题的解决变成了知识社会和第二次现代化的本质内涵和题中应有之意。

综上所述，笔者在何传启研究员二次现代化图解的基础上给出第三次现代化的动态图解，见图 2-1、图 2-2。

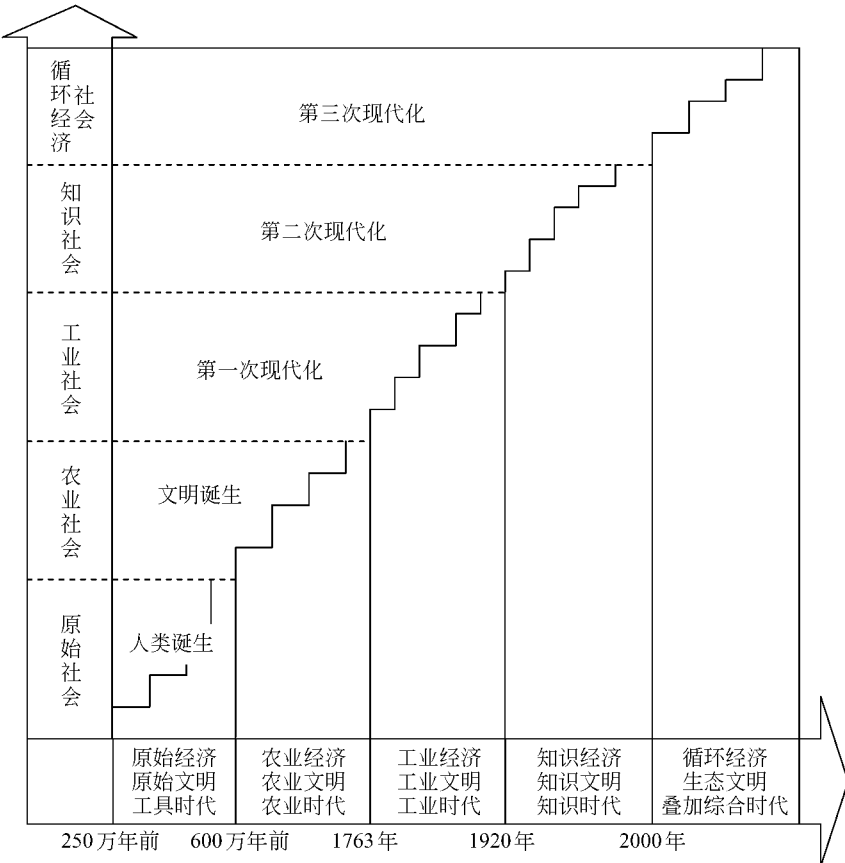


图 2-2 人类文明社会进步的螺旋式上升、波浪式前进之图解

第二节 前两次现代化的本质特征

第一次现代化就是以工业化为基础的现代化。它是农业经济向工业经济, 农业社会向工业社会, 农业文明向工业文明转变、发展、进步的历史时代。第一次现代化起始于 18 世纪英国的工业革命, 至今只有 60 多个国家完成了此次现代化, 还有 60 多个国家正在完成此次现代化, 形成了特殊的发达国家与发展中国家、现代社会与传统社会并存的历史状态。美国学者布莱克在《现代化的动力》一书中, 将全世界 170 多个国家和地区的现代化分成了 7 种模式, 这些现代化模式虽然不同, 但其指向都是一致的, 追求实现工业化—城市化—现代化的客观规律和历史进程。

为了便于分析, 采用两个经典的模型和标准来进行比较论述。

一、箱根模型

1960 年在日本箱根的学术讨论会上, 提出了现代化的 8 项标准:

- (1) 人口比较高度集中于城市, 整个社会越来越以城市为中心。
- (2) 使用非生物能源的程度比较高, 商品广泛流通, 服务设施增加。
- (3) 社会成员在广泛空间范围内相互作用, 以及在经济和政治事务中广泛参与。
- (4) 村社和世袭社会群体普遍解体, 导致个人有更大的社会流动性, 个人的社会表现更加多样化。
- (5) 全面推广文化知识, 个人日益科学地、世俗地对待周围环境。
- (6) 广泛的、具有渗透性的大众传播网。
- (7) 政府、商业、工业等大规模社会设施, 其组织日益科层化(官僚化)。
- (8) 各大人口集团统一在单一的国家里, 各国之间的相互作用增强。

二、英克尔斯标准

20 世纪 80 年代初期, 美国斯坦福大学教授英克尔斯提出了现代化的 11 个评价指标、标准, 见表 2-1。

表 2-1 英克尔斯指标体系

指 标	标 准	对比 (美国发展水平)
1. 人均国民生产总值 (GNP)	3 000 美元以上	3 243 美元 (1964 年)
2. 农业产值占国内生产总值比例	15% 以下	11% (1929 年)
3. 服务业产值占国内生产总值比例	45% 以上	48% (1929 年)
4. 农业劳动力占总劳动力比例	30% 以下	21% (1929 年)
5. 成人识字率	80% 以上	
6. 在校大学生占 20 ~ 24 岁人口比例	10% ~ 15%	16% * (1945 年)
7. 每名医生服务的人数	1 000 人以下	780 人 (1960 年)
8. 婴儿死亡率	3% 以下	2. 6% (1960 年)
9. 人口自然增长率	1% 以下	1% (1965 年)
10. 平均预期寿命	70 岁以上	70 岁 (1960 年)
11. 城市人口占总人口比例	50% 以上	66% (1960 年)

* 指在校大学生占 18 ~ 21 岁人口的比例。

以上模型和标准说明了两个问题：

(1) 它证明了第一次现代化是以工业化为基础的全面发展进步的社会。包括：经济上是工业化、专业化、社会化、非生物能源广泛利用，二、三产业特别是二产超过农业；社会上是社会阶层分化、组织专门化、社会流动城市化、家庭小型化；政治上是国家主权来自人民，权利分布到全体公民，以普选制度、政党制度和议会制度构成的民主制度；文化上是宗教世俗化、观念理性化、知识科学化、教育普及化、大众传媒；个人上是参与型公民，有独立性、自主性、自信心、思想开放，不断接受新事物、新知识。

(2) 它证明了第一次现代化完全忽略和抛弃了人与自然的关系，完全忽略和抛弃了现代化所依赖的资源和环境条件，完全不懂得可持续发展。适得其反的正是这种忽略和抛弃，使人类在实现现代化的同时，遭到资源条件的约束，遭到被破坏了的大自然的惩罚。直到 20 世纪 90 年代以后，这种状况才引起了人们的高度关注。因为没有可持续发展，就没有人类的未来，没有了人类的未来，现代化就会因为历史的断裂而无从谈起。

更为严重的是，在当今社会，第一次现代化的这种极为严重的缺陷和恶果仍然在蔓延，而且越来越严重。换句话说，现代化的理论、评价及其指标体系如果不进行革命性的改造，没有新的现代化的理论、评价及指标体系，就不可能对人类社会追求现代化的进程进行革命性的矫正和纠偏，

也就不可能有可持续发展的现代化。

令人更为担忧的是,几乎没有更多的专家发现和纠正这一问题。贝克教授只是指出了风险,却没有解决问题;何传启研究员却丝毫没有察觉这一问题,却企图以知识社会的第二次现代化去涵盖和掩饰这一问题。事实上,所谓知识社会的第二次现代化是无法解决这一问题的。

现在,就来看一看第二次现代化。

第二次现代化就是建立在知识基础上的现代化,它所表明的,似乎是说人类社会正在经历着由工业经济和工业经济下的社会文明转向知识经济和知识经济下的社会文明的历史进程,这个进程经常被称为人类文明的新阶段,甚至是最高阶段,好像人类靠知识,而不需要任何资源、物质和环境就可以“呼风唤雨”了!

按照第二次现代化的经典理论,第二次现代化起源于1970年,在1990年后进入高潮,完全是一种“加速度的人类社会进程”。

第二次现代化的新本质主要表现在以下五个方面:

(1) 新经济是非工业化的,它将第一次现代化的工业经济、专业化、协作化、集中化改造为以知识经济为基础的信息经济、网络经济、数字经济及全球化、信息化等。

(2) 新社会也是非城市化的社会,它将工业社会、城市化、福利化改造为非城市化的知识社会、社区化、网络化、学习型社会,知识劳动者成为劳动力主体等。

(3) 新政治的非阶级性,它将民主化、法制化、阶层化改造为知识化、国际化和个性化,全球的、对话的、非对抗性的、分散的政治等。

(4) 新文化是非趋同性的,它将宗教世俗化、观念理性化改造为文化多元化、产业化、不确定性、包容性、多样性等。

(5) 知识化是非低层级的,它将知识科学化、教育普及化、大众传媒改造为知识产业化、高等教育普及化、创新社会化等等。

第二次现代化的基本特点也包括以下十个方面:①知识化,这是第二次现代化的第一推动力;②网络化和信息化,这是第二次现代化的社会基础;③全球化,这是第二次现代化的基本规则;④创新化,这是第二次现代化的动力源泉;⑤智能化,这是第二次现代化的基本趋势;⑥分散化,这是第二次现代化的主要条件;⑦学习化,这是第二次现代化的基本保证;⑧个性化,这是第二次现代化的柔性和个性;⑨多样化,这是第二次现代化的突出本性;⑩生态化,这是第二次现代化的大趋势。

可以明显地看出，生态化是何传启研究员硬塞进第二次现代化里的。首先，德国的胡伯教授等人所说的生态现代化绝不是包含在何传启研究员的第二次现代化的基本特性中，而是新的一次现代化。也就是说，胡伯教授等的生态现代化是以工业化为基础的现代化之后的现代化，是一个具有自己运行规律、自我运动、自我发展的现代化新形态，而绝不是知识社会的第二次现代化，更不是其中的一个部分。其次，综观何传启研究员的几本书，涉及生态问题、涉及可持续发展、涉及生态现代化，都是几笔带过，极少介绍和评价，而且都是为了论证自己的第二次现代化，并没有把这一问题作为现代化的主要问题来研究，从而看到新形态的现代化必须是以解决生态问题为根本任务的现代化。在没有调查、研究、论证的基础上，简单地把生态化作为自己的第二次现代化的一个特征，恐怕既不严谨，也不科学。最后，有一些专家指出，工业化基础上的现代化之后应当是循环经济为基础的生态现代化，把新的现代化说成是建立在知识经济基础上的第二次现代化完全是一种恶意的炒作，其结果是压制了以循环经济为基础的生态现代化，断送了生态现代化的前景。这种结论太简单、太武断，的确不可能成立。但是，他们指出的以循环经济为基础的生态现代化是实实在在的客观存在，是必然的发展方向。因此，必须指出，解决人与自然关系的问题的生态现代化的思想和实践，存在于第一次现代化和第二次现代化的进程中，尤其是在第二次现代化中得到更大的重视和解决，但这的确不能证明它是一、二次现代化的基本特征。特别不能证明它就是第二次现代化的基本特征。第二次现代化是生态现代化，因为生态现代化是现代化的更高级的独立形态，它要解决的是人类必须解决的一个最高层次的巅峰问题，就是人与自然的和谐发展。也有人认为人类解决的巅峰问题应当是人的全面自由发展，这是一个误解，因为人的自由全面发展不可能离开其生存的自然界，人的全面自由发展必须以人与自然的和谐发展为前提，否则，人类连生存环境都没有，怎么谈得上自己的自由全面发展呢？

因此说，生态现代化是一个独立的现代化形态，绝不能包括在第二次现代化中，并当作它的一个特性。何传启研究员的第二次现代化的最大缺陷和弊端仍然没有逃脱第一次现代化的束缚——还是没有解决人类社会的可持续发展和生态现代化问题。

第三节 生态现代化的基本理论

一、生态现代化的主要观点

如前文所述,生态现代化的概念首先是由德国学者胡伯教授于1985年提出来的,它的基本含义是利用人类智慧去协调经济发展和生态,是进步。从时间顺序上讲,生态现代化的主要观点包括以下几种。

1. 荷兰学者摩尔先生在1995年用生态现代化理论研究了如德国、丹麦、荷兰、瑞典、日本、美国等发达国家保护环境的实情、机制和动力等后得出的观点。

(1) 改变了科学和技术在环境决定和改革中的作用。摩尔认为,科学技术不仅是环境问题的原因,而且是治理和防止环境问题的工具,传统的生态治理和恢复方法被更强调预防的科学技术取代,这种技术是针对环境的技术和组织创新,因此不应减少科学技术在环境改革中的作用。

(2) 要特别注意增加经济和市场因素及经济组织在生态重建和改革中的重要性。

(3) 政府必须适应生态现代化的发展要求,采取更加分散、灵活和协调的政府管理,尽可能减少从上到下的命令和控制。同时,更多地用非政府部门取代政府,更多地超国家组织代替国家在环境改革中发挥某些作用。

(4) 在政治和社会领域,经济和环境利益经常变化,要把代际协调作为控制原则。

(5) 在生态现代化中,观念转变、角色与位置的调整、各种非政府环境组织更要积极参加谈判,参与环境改革。

2. 英国学者柯汉在1997—1998年总结的生态现代化的六个基本原则

(1) 超工业化原则

这个原则是改善工业技术的设计程序,包括清洁的、低资源密集的技术和生产过程,减少对昂贵的、附加的末端治理技术的需要,大幅度地减少经济发展和环境退化的关联性,使现代工业进入新的轨道。

(2) 政府管理原则

生态现代化要求政府对企业自主污染实施更严格的环境管理，促进“先行者优势”、经济可行的绿色产品、创新的生产系统等等。

(3) 综合污染管理

通过实施“综合污染管理”战略，可以克服污染在生物环境中的转移。

(4) 预防原则

要求各工业部门通过建立“预防计划”，更多、更及时地处理它们产生的健康和环境灾害。

(5) 环境责任制度化

要求在所有的组织内部建立环境责任，关心环境质量，在议事日程中解决环境问题。

(6) 决策网络化

通过建立广泛的机构网络，使工业、政府、非政府组织、公众之间建立起建设性的关系，使决策建立在良好信任和自由信息交换的基础上，从而有效地对付环境政策生态对抗和冲突。

从以上内容可以看出，生态现代化不仅是一种可持续发展的理论，更是一种可持续发展的现实选择。因为它的理论和方向，是要找到一条发展经济和保护环境双赢的路子，是让环境保护走出“投不起、用不起、还不起、延续不起”的恶性循环，是让环境保护步入“投得起、用得起、还得起、延续得起”的良性轨道，并成为未来增长的源泉。应当说，这就是生态现代化的本质内涵和全部意义之所在。

二、生态现代化需要注意的问题

1. 生态安全是生态现代化的要害和核心

进入 21 世纪，传统的安全观受到极大的挑战，传统现代化也受到了极大的挑战。除了非传统安全因素之外，最值得我们注意和研究的是生态安全问题。应当说这是生态现代化必须关注和解决的问题。

生态安全主要包括了以下三方面的内容。

(1) 资源耗尽、环境污染、生态恶化对全球任何一个国家和人民都构成了对其生存与发展、财产与健康的极大威胁。人与自然的极度失衡，预示着人类社会的断裂与崩溃。这是生态安全的第一含义。

过去几十年的经济进步已经给地球生物圈带来了灾难性的后果。20% 的地表耕地的肥沃土壤已经完全消失，20% 的热带雨林已经完全消失，沙

漠化继续以每年 600 万公顷的速度蔓延,大气中的二氧化碳浓度大大增加,每年春天在南极洲上空出现的臭氧空洞预示着臭氧水平的急剧下降。各种污染骇人听闻,如重金属、农业分解的产物、塑料、放射性元素等在土壤、植物、动物中积累,人类消耗的 40% 的一次性土地生物产品造成了环境的污染。全世界有 1/3 以上的人口喝不上清洁水,吃不上清洁的食物。各种自然资源消耗殆尽,土地、森林、不可再生资源都在急剧下降,生物、植物的多样性遭到彻底破坏。一句话,人类社会赖以存在的地球已经无法承载人类世世代代的繁衍。据科学计算,地球最大的承载力是 110 亿人,而今天地球上已超过了 60 亿人。不久的将来,这个极限将给人类的生存带来极大的困难。这绝不是危言耸听,而是事实。人类社会的生态安全已经成为人类的共同安全,各种破坏环境的行为已经成为人类的共同敌人。正如 1972 年《我们只有一个地球》的报告中所指出的:“在人口、能量和资源的消耗、城市化和消费的要求上,以及由此引起的污染问题,目前都在急剧增长。”这就使掌握技术的人类,正在经历着改变地球上自然体系的过程,而这种改变过程,却又是非常危险,而且可能是无法挽救的。因为地球是“人类和生物唯一赖以生存的地方”。30 多年过去了,这种对生态安全构成的威胁,仍然在毫无顾忌地增长着。这是最令人担心的!

(2) 所有这一切,都直接地威胁着人类身体健康,生命繁衍,人类葬送自己的方式很可能就是因为制造了污染。污染代替战争成为对生命安全的威胁,成为生态安全的核心问题。

首先,空气、土壤、水等各种污染直接危害着人类身体健康。例如,1952 年 12 月 5 日至 18 日,伦敦上空降临了一场特大烟雾,烟尘浓度最高达到每立方米 4.46 毫克,为平时的 10 倍,二氧化硫最高浓度达 1.34ppm,为平时的 6 倍,导致发病率、死亡率急剧上升,4 天中死亡 4 000 人,两个月内,连续死亡 8 000 人。其次,各种污染可以通过生物链、食物链等多种循环圈逐级传递到人,最后破坏人的身体健康,使人们患上各种疾病。污染使各种疾病大规模流行的速度越来越快,影响的范围越来越大,治疗的效果越来越差,新的传染病也越来越多,使人们防不胜防。最后,生态环境的破坏,还使人类这个物种产生了变异,导致人体的繁衍、延续及其抵抗力低下。有的专家认为,人这个地球上唯一的高级动物,其身体内在质量正在下降,繁衍能力、水平受到影响,人口出生缺陷居高不下,也就是说,人这个物种本身正在受到同其他生物、植物同样的威胁——人种的退化和消失。

(3) 生态安全问题已经成为国家和全球范围内的最重要的安全。国家与国际社会正在受到生态安全的威胁,人类必须采取共同行动,才能解决

这一问题。

首先，生态环境的恶化，会严重地影响到一个国家的发展，影响一个国家的可持续发展，影响到一个国家的综合实力。从我国情况看，每年因环境污染造成的损失都超过当年的 GDP10% 以上。其次，由于生态环境恶化造成的种种问题往往会演化成为各种动乱。因为人们对生存环境质量的要求越来越高，对政府及各方面的压力越来越大，矛盾得不到妥善解决就可能导致矛盾激化，乃至发生冲突。其次，生态遭到破坏已不仅影响到一个国家，而是影响到多国乃至国际社会，成为国与国之间、某一国与国际组织之间发生对抗的重要因素。如孟加拉遭受印度季风洪水的袭击、美国与加拿大为酸雨问题的争吵、阿拉伯国家与以色列对水的争夺、美国与联合国环发大会的对抗等，都使各个国家和国际社会面临着一个新的问题——“如何对待邻国在主权范围内影响自己的环境行为”。正如美国环境保护署署长芮理所说：“不管根据哪国的说法，生态完整都是国家安全的核心。”最后，生态战争作为一种新的战争手段已经成为现实，生态武器已在战争中得到实际应用。破坏对方的生态安全已经成为新的手段，这些都十分令人担忧。

因此，生态现代化必须以解决生态安全为核心，必须成为各国和全人类追求的目标，必须变成共同行动。人类社会创造生态安全是十分复杂的系统工程，以上三方面都是必须解决的。但其关键，仍然集中在如何修复已经被破坏了的自然生态系统，怎样使人类的活动符合自然生态系统的活动规律和演进趋势，如何使人类社会的活动与自然生态的演进相和谐，实现共同进步。

2. 生态现代化是最新形态的叠加和综合的现代化

现代化既是静态的，又是动态的，更是延续的、叠加的和综合的。确切地说，任何一个国家都有工业化、知识化、生态化的叠加和综合。这种叠加和综合无论在一国还是在全球范围内，又都具备了不平衡性，甚至是极不平衡性，但就其发展来看，又具有程序不同的阶段性。就工业化、知识化、生态化三者的阶段关系看，生态化又是其最高级的综合阶段。因此，这里把生态现代化确定为最新形态的叠加和综合的现代化。

生态现代化所以成为叠加和综合的现代化，主要是由其涵盖的若干内容构成：

(1) 以知识经济为基础的新的经济形态，它的内涵是以知识为基础和核心，并以知识作为基础进一步开发其他要素，使其他要素更为有用、更

为高效。

(2) 以虚拟经济为新的经济活动模式,它的内涵是以知识、信息和网络为基础,以金融市场为依托,直接或间接地配置资源,并以相对独立于虚拟经济的活动来直接执行钱生钱的经济活动。

(3) 以网络经济为新的经济运行方式,它的内涵是在信息化的基础上,依托互联网来执行的生产、流通、分配、消费等经济活动。

(4) 以循环经济为新的经济发展模式。它的内涵是要求把经济活动按照生态系统的模式,组成一个资源—产品—再生资源的物质反复循环流动的过程,使整个经济系统基本上实现污染的“零排放”。

(5) 以人为本的全面、协调、和谐及可持续发展的新社会。它的内涵是使人与人、人与自然、人与社会、人与代际等之间的关系实现协调、和谐,使整个社会在变迁、转型,特别是由传统的农业和工业社会转向知识、生态社会的叠加、综合中出现的不平衡性和风险性能够得到有效的控制和治理,实现平稳、健康的发展。

注意,现在要讨论不平衡性和风险性问题了。由于生态现代化不是一个什么纯粹的生态现代化,而是在叠加、在综合,各种传统的、现代的、未来的、各种横向的因素都综合在同一社会系统之中,相互之间虽然有一定的协调型、融合型和趋向型,但从本质上讲,它们之间也存在一定程度上的矛盾,不相容性,甚至对抗性,相互之间在碰撞、在对抗、在冲突。很明显,人类社会已经因此而变得越来越复杂,越来越难以控制和治理。这对我们这一代人甚至后几代人是一个十分严峻的考验,要么人类社会毁在我们手中,要么人类社会在我们手中延续下去,一切皆在我们的掌握之中。因此,发现生态现代化中的不平衡性和风险性,并以将来作为控制风险、治理不平衡性的选择是实现生态现代化的明智之举。各种各样的后现代主义和形形色色的“终结论”的出现正说明了这一问题。所以,现代化不是什么都好,一切皆美,生态现代化亦如此。它们永远是矛盾的集合体,越来越复杂的系统,更加难以控制和治理,最终要靠我们的智慧和能力来解决。

3. 追求什么样的现代化

纵观人类历史,远观未来发展,可以清楚地看到,人类社会正处在一个一条红线贯穿的三元叠加、三段历史趋变的加速发展的历史时代。三元叠加是指传统、现代、未来的重大基础正在重叠在我们这个时代。传统的农业社会痕迹依旧,现代的工业时代已经成熟,而未来的知识时代和生态

时代的萌芽已经出现。这种三元重叠时代是全球发展极不全面、极不平衡的一种表现。三段历史趋变是指正在由工业经济转向知识经济，再转向循环经济，正在由工业现代化转向知识现代化，再转向生态现代化，正在由工业文明转向知识文明再转向生态文明。一条红线贯穿，就是以人为本，全面、协调、可持续地发展。

非常明显的是，在这样一个十分复杂又加速发展的时期，这些历史纵向的转向又同时表现为全球横向的重叠，这些历史动态的前进又同时表现为空间静态的并存。因此，时代最大的特征就是时间上的继起、空间上的并存。更为准确地说，我们不能划分为第一、二、三次现代化，也不能将这些现代化割裂开来。于是，笔者认为还是称作工业现代化、知识现代化和生态现代化为好。虽然它们在时间上有继起性，但又必须同时存在，只是比重大小不同而已。如果没有说错的话，那么，工业现代化是会被消灭和取代的，唯一的变化，就是通过知识现代化和生态现代化来提升工业现代化，不断解决工业现代化出现的矛盾和问题，不断解决自身存在并与工业现代化之间的矛盾和问题，不断开辟以人为本，全面、协调、可持续的发展。

对于发展中国家，这个问题显得尤为重要，更加紧迫。因为还没有完成工业现代化的任务，同时既遇到了工业现代化所存在的一切矛盾和问题，又遇到知识现代化和生态现代化的挑战和机遇。在这样的历史节骨眼上，难道只追求知识现代化，不追求生态现代化吗？难道可以说，这种追求是依次去实现第一、二、三次现代化吗？难道追求的综合现代化只是工业现代化和知识现代化的联动吗？

笔者认为，发展中国家追求的现代化，应当是追赶型的可持续发展的现代化。所谓追赶型，就是在某些方面、某些领域实现跨越式发展，从而带动各方面的发展，否则，只会永远落后。所谓可持续发展的现代化，就是在追赶的基础上，真正实现以人为本的全面、协调可持续发展。这恐怕才是所要追求的现代化。至于它叫什么名称，已经没有太大的意义。笔者把它称为叠加综合的现代化。

第四节 生态现代化与可持续发展、循环经济

前面提到，可持续发展的基本含义是：“不要吃了祖宗饭、断了子孙路”。这就要求既要促进经济发展和社会进步，为当代人创造文明富裕的

生活,又要确保生态的可持续发展,不能超过地球对当代人的承载能力,过分地消耗资源和破坏环境。更要实现社会公平,特别是代际公平,以更加公平地利用自然资源和分配财富,不能以牺牲后代的利益来满足当代人的要求。

从这个意义出发,可持续发展从根本上要求生态能够现代化。生态现代化就是用可持续发展的内涵和外延,在工业化现代化和知识化现代化的基础上,更加重视生态建设,更加重视重建生态系统,更加重视人的经济、社会系统与生态系统相衔接、相协调,更加重视人—经济—社会—生态的四维和谐,融为一体。说到底,可持续发展是目的,生态现代化是手段。人们既要追求现代化,又要追求可持续发展,那么用什么样的现代化才能实现可持续发展呢?不言自明,既不是工业化的现代化,也不是知识化的现代化,只有生态现代化才能真正做到这一点。可以毫不夸张地说,只有生态现代化才能把发展进步与保护环境结合起来,才能克服只要发展不要环境的弊端,才能克服传统现代化所种下的恶果,才能实现以人为本,全面、协调、可持续发展。

生态现代化为什么能够做到这一点呢?实际上是遵循了生态系统的三大规律和生态平衡的三大定律。

从生态系统的三大规律看:第一,任何生态系统都具有能量流动、物质循环和信息传递三大功能,构成一个复杂的系统;第二,任何生态系统都具有自我调节的能力,在遭到外力破坏时,在一定范围内可以自行调节和恢复,但却是有限度的;第三,任何生态系统都是一种动态系统,都有其诞生到灭亡、简单到复杂、幼年到成熟的发展过程。生态系统内物种数目越多、结构越复杂,其自我调节能力越强,生命周期也越长,但都是有一定限度的。

为什么不是无限的、无限度的,除了生态系统自身的自然原因之外,最根本的还是人为的外力对生态平衡的破坏。这种破坏本质上就是打乱和破坏了生态系统的三大规律。因此,美国环境学家小米勒提出了生态平衡的三大定律:第一,人类的任何行动都不是孤立的,对自然界的任何侵犯都具有无数效应,其中许多效应是不可逆的,这就是效应原理;第二,每一种事物都与其他事物相互联系和相互交融,这就是相互联系原理;第三,人类生产制造的产品以及行为均不应该对地球上的自然的生物地球化学循环有任何干扰,这就是勿干扰原理。

道理很清楚,也再简单不过了:生态系统的平衡为什么遭到破坏,主要是人为的外力破坏,这种破坏从根本上来讲就是破坏了生态系统的自我循

环。自我循环既是生态系统赖以存在和演进的根基，又是生态系统自我调节、自我修复的能力。因此，生态现代化要保护和恢复生态系统的平衡，除了走循环经济之路外，别无他路。

循环经济起源于工业经济，当时的核心是工业物质的循环。现在所讲的循环经济是指物质闭环流动型经济，本质上它就是一种遵循自我循环、调节、恢复规律的生态经济。它的减量化、再利用、再循环的3R原则更加突出了对资源的节约，污染物的变废为宝及资源再生。由于其完全模仿了生态系统及其平衡的规律，又将人的经济、社会系统相融于自然生态系统，达到高度和谐，同时又能达到发展与环境、经济与社会的多赢，从而成为全球实现现代化和可持续发展的首选经济及社会模式。

循环经济作为生态现代化的基础，主要表现在以下八个方面：

(1) 循环经济是生态现代化的先进理念的基础。

生态现代化的理念是先进的，代表着人与自然和谐的可持续发展的新理念和新的发展方向，而循环经济则是实现人与自然和谐发展的经济体系的先进理念，代表着经济系统包括工业系统的先进生产力方向。

(2) 循环经济是生态现代化可靠的先进科学技术的基础。

生态现代化必须依靠先进的科学技术，科学技术是实现生态现代化的重要手段。而循环经济要模拟生态系统，把污染解决在内部循环中，达到变废为宝、资源再生的目的，就完全能够催生和促进新的科学技术的产生。

(3) 循环经济是生态现代化的从可能转变为现实的基础。

生态现代化如果依靠对污染的外部处理、末端治理，是绝对建立不起来的。循环经济不仅把环境危机变成机会，而且把污染变成内部循环的原料，把环保投入成本在“投得起、用得起、还得起、延续得起”的新机制中获得可观的经济效益。

(4) 循环经济是生态现代化的预防性的前瞻基础。

生态现代化是动态的，动态的就必须要预防、超前和前瞻。循环经济恰恰就是采用了预防原理、前瞻处理，将传统的“先污染、后治理”、“只污染、不治理”、“边污染、边治理”变成“先治理、不污染”。

(5) 循环经济是生态现代化思维和谐的基础。

生态现代化就是要打破传统现代化的人与自然分离对立、对抗的传统。循环经济通过人与自然的相互协调，实现人—经济—社会—生态四维和谐。

(6) 循环经济为生态现代化提供完全新型的资源和管理模式和机制。

生态现代化必须有一套崭新的管理模式。循环经济能够正确处理政府

与企业的利益关系，让企业把防治污染、保护环境变成“有利可图”，把“外部不经济”的市场风险转变为“内部很经济”的内在动力，超越种种冲突和利益，形成新的管理模式和机制。

(7) 循环经济是生态现代化实现多重效益、多方共赢的基础。

生态现代化是综合平衡、统筹兼顾、合作和谐、各有所得。循环经济能够实现投资者、生产者、消费者、监督者、管理者的共赢，实现经济效益、社会效益、生态效益的高度统一。

(8) 循环经济是生态现代化建立生态社会，实现生态文明的基础。

生态现代化追求的最高文明的社会——生态社会。而循环经济的普及、扩展、多角度地运用，在自我循环、调节、恢复中就可以建立起最协调的社会——生态社会，最和谐的文明——生态文明。

第三章 循环经济的理论基础和实践

第一节 循环经济的发展历程

如前文所述，恩格斯曾经说过“我们不要过分陶醉于我们人类对自然界的胜利。对于每一次这样的胜利，自然界都会对我们进行报复——因此我们每走一步都要记住：我们统治自然界绝不像统治者征服异族人那样——相反地，我们连同我们的肉、血和头颅都属于自然界和存在于自然界之中。”这段精辟的论述，高度概括和揭示了经济发展与环境保护之间的关系。尤其是当西方国家进入工业化后期以来，环境污染不但成为阻碍经济发展的一个主要因素，也成为威胁人类生存的一个主要方面。在经历了一次次的环境公害事件后，如震惊世人的伦敦烟雾事件、洛杉矶光化学烟雾事件等，人类被环境污染巨大的危害所惊醒，并重新开始审视在对待环境时的所作所为。

“循环经济”一词是对物质闭路循环的简称，首次出现在1996年德国颁布的《循环经济和废弃物管理法》中。循环经济的思想萌芽可以追溯到环境保护思潮兴起的时代。20世纪60年代美国经济学家鲍尔丁提出的“宇宙飞船理论”可以作为循环经济的早期代表。还在环境运动兴起的初期，鲍尔丁就敏锐地认识到，必须进入经济过程思考环境问题产生的根源。宇宙飞船启发鲍尔丁从新的角度分析地球经济的发展（当时正在实施阿波罗登月计划）。他认为，宇宙飞船是一个孤立无援、与世隔绝的独立的系统，靠不断消耗自身资源存在，最终它将因资源耗尽而毁灭。而要让宇宙飞船延长使用寿命，唯一的办法就是实现宇宙飞船内的资源循环，如收集蒸发的汗

水作为水源，分解呼出的二氧化碳成为氧气，分解出仍有营养成分的排泄物为营养物来再利用，尽可能少地排除废物。当然，最终宇宙飞船仍会因资源耗尽而毁灭。而与宇宙飞船相比，地球的资源系统大得多，地球的寿命长得多。但在宇宙中，地球也如同一艘飞船，如果自身有限的资源的消耗超过了承载能力，地球就会像宇宙飞船那样走向毁灭。要延长地球的寿命，就必须用新的“循环式经济”代替旧的“单程式经济”。鲍尔丁的宇宙飞船经济理论在今天看来有相当的超前性，它意味着人类社会的经济活动应该从效法以线性为特征的机械论规律转向服从以反馈为特征的生态学规律。

然而，在国际社会开始有组织的环境整治运动的 20 世纪 70 和 80 年代，循环经济的思想更多地还是先行者的一种超前性理念，人们并没有积极地沿着这条线索发展下去。即使在 20 世纪 80 年代，人们注意到要采用资源化的方式处理废弃物，思想上和政策上都有所升华，但对于污染物的产生是否合理这个根本性问题，是否应该从生产和消费源头上防止污染产生，大多数国家仍然缺少思想上的洞见和政策上的举措。当时，世界各国关心的问题仍然是污染物产生后如何治理以减少其危害。特别是发达国家，普遍采用末端治理的方法，投入大量的资金和精力进行污染防治。所谓环境保护的末端治理方式，就是指在生产链的终点或者是在废弃物排放到自然界以前，对其进行一系列的物理、化学或生物过程的处理，以最大限度地降低污染物对自然的危害。例如，兴建城市污水处理厂等设施，对城市生活污水和工业废水进行处理，然后再向自然界排放；采用填埋、焚烧、堆肥、无害堆积以及专业处理，对城市生活垃圾和工业废物进行处置；通过脱硫、除尘等各种物理、化学手段对废气进行处理等等。这种生产过程末端治理的范式的产生和发展，也带动、催生了环境经济学的理论研究。前期，主要是庇古的“外部效应内部化理论”，提出通过征收“庇古税”来达到减少污染排放的目的。后期，主要是“科斯定理”，指出只要产权清晰，就可以通过谈判的方式解决环境污染，并且可以达到帕累托最优。再后来，又兴起了“环境库兹涅茨曲线”理论，认为环境污染与人均 GDP 之间存在倒“U”关系，随着人均 GDP 达到某个程度，环境问题会迎刃而解等。

20 世纪 90 年代以来，随着人们对循环经济认识的逐渐深入，人们提出了一系列诸如“零排放”、“物质减量化”、“生命周期评价”、“延伸生产者的责任”、“为环境而设计”、“生态效益”、“生态工业园区”等体现循环经济思想的理念。

一、零排放

零排放思想是在 20 世纪 90 年代提出来的，1994 年日本联合国大学学者对零排放概念作出如下定义：所谓“零排放”，是指应用清洁技术、物质循环技术和生态产业技术等已有技术，对天然资源进行循环利用，将具有利用价值的废弃物完全进行回收再利用，从而使得进行最终处置的废弃物中不再含有任何有价值的物质。即以最小的投入谋求最大的产出，在一种产业中无法做到时则构筑产业间网络，将某种产业的废弃物或副产品作为另一产业的原材料。零排放概念自提出后便已经在工业系统、农业系统中得到应用，并取得了一些成效。

事实上，零排放是一种崭新的生产方式。1994 年，生态绿色组织前主席冈特·鲍利在欧洲建立了第一家生态工厂。他发起了“零排放研究创新”（ZERI）项目。在“零排放研究创新”的主要著作《丛生工业发展经济》一书中，作者从哲学的内涵到方法论的外延详细地阐述了诸如生成科学、免疫管理、丛生工业发展经济增长方式及人人能用的零排放方法论。零排放研究创新的目的很简单：消除废物概念。一旦出现废弃物，它就应该作为另一个加工过程的输入被回收利用，去增加附加值。当工业活动仿效自然、相互丛聚，一个行业的副产品变成另一行业的原料时，生产新产品、提供新服务的新行业便诞生了。“假如人人都懂得如何把所有的生物量全部加以利用，而不是仅仅用作一个组分，懂得如何把它变成新的经济增长点的话，保护环境和经济发展就找到了最佳的解决办法”。

二、物质减量化

随着经济的发展，原材料的消耗量日益突出。人们认识到，资源是有限的，它的逐步耗竭，必将影响经济的发展。另一方面，由于工业化系统的运行，越来越多的废弃物日益严重影响人类健康和生态环境。为了解决上述问题，在可持续发展思想的形成过程中，人们提出解决经济发展和环境之间关系的一个重要思路：如果人类在世界人口增长迅速的情况下，既想享受高水平的生活，又想把对环境的影响降低到最小限度，那么只有在同样多的，甚至更少的物质基础上获得更多的产品与服务。这就是物质减量化的思想。

物质减量化这一术语提出已经二十多年，国内学者也有人把它叫做非物质化、去物质化等。从它的实际含义理解，很多专家认为物质减量化这一叫法比较妥当。另外，到目前为止，人们对物质减量化的定义并没有取

得完全一致的看法。例如,“物质减量化是指服务于经济功能所需要的物质质量的绝对或相对减少”;“在最终工业产品中所用物质的重量随着时间而逐渐减少”;“物质减量意味着,对矿石等原材料的需求经历数个阶段,即与成熟工业有关的低质量物质材料会被高质量或技术性更强的物质材料所取代”。虽然不同学者对物质减量化的定义有所不同,但都具有一定的共同之处。一般而言,物质减量化是指:在单位经济产出生产过程中所消耗的物质材料或产生的废弃物的绝对(或相对)减少。

物质减量化是工业生态学重要的研究内容之一,而工业生态学的最终目标实际上可以用一句话就可以很好地反映出来,即最大限度地循环利用物质材料和能源的同时,对工业和生态系统产生最小的破坏。工业生态学应用的核心就是:以最小的消耗换来最大的价值(包括商业价值和环境价值)。物质减量化是实现工业生态学目标的重要途径之一,它是可持续发展的历史必然。其深层次原因在于经济和人口的持续增长对全球环境和资源造成很大压力,如何实现可持续发展是迫切需要解决的全球性重大问题。

三、生命周期评价

一种产品从原料开采开始,经过原料加工、产品制造、包装、运输和销售,然后由消费者使用、回用和维修,最终再循环或作为废弃物处理和处置,这一整个过程成为产品的生命周期。产品生命周期的研究与实践已经有了三十多年的历史,其基本思想产生于20世纪60年代。在60年代末到80年代初两次石油危机的刺激下,欧美的一些研究机构从能源的角度开始了生命周期分析方法的研究工作。后来,随着区域性与全球性环境问题的日益严重,以及全球环境保护意识的加强,可持续发展思想的普及以及可持续行动计划的兴起,大量的资源与环境状况分析研究重新开始,公众和社会也开始日益关注这种研究的结果,生命周期评价受到广泛关注,发展迅速。1990年,国际环境毒理学与化学会首次主持召开了有关生命周期评价的国际研讨会,在该会议上首次提出了“生命周期评价”概念。由于污染预防和资源控制也应贯穿于产品生命周期的各个阶段。因此,生命周期评价是对某种产品或某项生产活动从原料开采、加工到最终处置的一种评价方法。

生命周期评价的思想力图在源头上预防和减少环境问题,而不是等问题出现后再去解决。以前企业生产过程、产品设计仅注重产品的生产环节及销售环节,生命周期评价则覆盖产品的生产、销售、消费和回收处理等过程,在产品的功能、能耗和排污之间寻求合理的平衡。对企业生产过程

进行生命周期评价有助于优化企业清洁生产设计与创新决策。目前，生命周期评价，通常又被称为“从摇篮到坟墓分析”、资源和环境轮廓分析等。

生命周期评价的主要特点为：

(1) 全过程评价

生命周期评价是与整个产品系统原材料的采集、加工、生产、包装、运输、消费和回用以及最终处理生命周期有关的环境负荷的分析过程。

(2) 系统化与量化

生命周期评价以系统的思维方式去研究产品或行为在整个生命周期中的所有资源消耗、废弃物的产生情况及其对环境的影响，定量评价这些能量和物质的使用以及所释放废物对环境的影响，辨识和评价改善环境影响的机会。

(3) 注重产品的环境影响

生命周期评价强调分析产品或行为在生命周期各阶段对环境的影响，包括能源利用、土地占用及排放污染物等，最后以总量形式反映产品或行为的环境影响程度。生命周期评价注重研究系统在生态健康、人类健康和资源消耗领域内的环境影响。

四、延伸生产者的责任

所谓延伸生产者的责任，就是为了实现降低产品的总体环境影响这一环境目标，要求产品的生产制造者对产品的整个生命周期，特别是产品的使用寿命终结后产品的回收、循环利用和最终处理承担责任。延伸生产者责任的具体实施是通过运用管理、经济和信息手段和工具。这些手段和工具的组成决定了延伸生产者责任政府的具体形式。也就是说，延伸生产者责任是具有应用前景的处理环境问题的策略和方针。简而言之，就是让对产品的环境行为有最重要影响的产品生产者自愿或强制性地承担其产品的环境责任。

生产者应承担哪些具体的责任呢？在强调实现可持续发展的今天，生产者应承担何种环境责任，现在还处于探索阶段。现在的观点认为，生产者在开发产品、设计产品、选择产品的原材料与包装材料、产品的回收、处置等方面，应考虑其产品在整个生命周期内如何降低产品对环境的影响并承担相应的责任。

1997年，Franklin 提出生产者应承担以下的环境责任：

(1) 义务责任。即生产者必须对其产品引起的环境危害承担责任。包括产品的使用和最终处理阶段所产生的环境危害。

(2) 经济责任。指生产者应承担其产品的收集、回收利用或最终处理的全部或部分费用。

(3) 物质责任。生产者参与产品的物质管理和产品引起的环境影响管理,其范围从发展必需的科学技术,到管理收集处理产品的回收系统。

(4) 所有权。生产者承担物质和经济责任。

(5) 信息责任。生产者负责提供产品信息和产品生命周期各个阶段的环境影响信息。

作为一种崭新的环境管理概念,延伸生产者责任政策开始于 1991 年的《德国包装材料条例》,目前主要应用于包装材料行业,并逐渐向电子产品、汽车等行业扩展,在发达的工业化国家得到积极响应和实际的应用。

五、为环境而设计

工业系统通过产品的整个运动过程(包括原材料采掘,原材料生产,产品制造、使用、回用,产品最终处置)与自然生态系统发生物质与能量的交换,从而产生影响。因此,产品作为联系生产与生活的一个中介,对当前人类所面临的环境问题有着不可推卸的责任。产品的设计与产品生产密切相关,传统的产品设计是一个将人的某种目的或需要转换为一个具体的物质形式或工具的过程。它以人为中心,仅考虑如何满足人的需求和解决问题,而无视产品生产及使用过程中的资源和能源的消耗以及对环境的污染。工业生态学认为,解决产品对环境的影响,从产品的设计入手,将会收到事半功倍的效果。为环境而设计就是一种产品设计,要求在开发产品时应考虑生态要求 and 经济要求之间的平衡,应考虑所开发产品的生命周期所有阶段的环境方面的问题,以使产品在整个生命周期内不产生或产生最小的环境影响。为环境而设计是北美常用的术语,在欧洲被称为生态设计,在澳大利亚则采用生态再设计。发展为环境而设计的目的,是使企业知道如何将产品的环境问题纳入生产决策中,使产品的经济效益与环境效益达到最佳的结合。为环境而设计通过利益相关人之间的合作,可以使人们自发地改善和保护环境。

六、生态效益

1991 年,当可持续发展工商理事会(由 120 多个国际著名企业组成的联盟,其成员来自 33 个国家和 20 多个主要产业部门)采纳“生态效益”这个术语时,很难预见到这个概念对未来的重要意义。1992 年,世界环境与发展大会在巴西的里约热内卢召开时,可持续发展工商理事会提出一份代表

企业界意见的报告书——《改变过程》，生态效益第一项正式在报告中提出。但是，由于不同的人对生态效益有着不同的认识，他们从不同的角度出发，对生态效益有着不同的理解。例如，《改变过程》这一报告中称生态效益型的公司是“创造更多有用的产品和服务的公司”，换句话说，是指他们“增加更多价值的同时不断地减少资源消耗和污染”。而许多跨国企业领导人，经常用“以更少的环境冲击创造更多价值”或者“以少产多”来表达生态效益这一概念。学院派的专家则称生态效益为“经济和环境效益的综合”。1993年和1995年，可持续发展工商理事会在比利时安特卫普和美国华盛顿特区召开会议，对生态效益的定义进行了讨论。目前世界各国比较公认的定义是：生态效益的实现，必须在提供具有竞争力价格的产品和服务、满足人们需求和提高生活品质的同时，在产品和服务的整个生命周期内逐步将其对环境的影响及自然资源的消耗减少到地球承载力能负荷的程度。这个定义强调的是着重服务、关注环境、考虑产品的生命周期、重视环境承载力。生态经济效益理念的本质是要求组织企业生产层次上物料和能源的循环，从而达到污染排放的最小量化。可持续发展工商理事会提出注重生态经济效益的企业应该做到：减少产品和服务的物料使用量；减少产品和服务的能源使用量；减少有毒物质的排放；加强物质的循环使用能力；最大限度可持续地利用可再生资源；提高产品的耐用性；提高产品与服务的服务强度等。

七、生态工业园区

20世纪90年代初，在一些学术论文和会议报告中开始出现了“生态工业园”的概念，它是工业生态系统实实在在的体现，是工业生态学理论的具体实践之一。

工业园泛指被分割和开发以供多个公司同时使用的大面积地域，一般具有某些可共享的基础结构，公司之间又有比较紧密的联系。生态工业园是工业园的一种，却没有统一的定义，比较有代表性的有：所谓生态工业园就是一种工业系统，它有计划地进行材料和能源交换，寻求能源与原材料使用的最小化，废物最小化，建立可持续的经济、生态和社会关系。

尽管生态工业的定义繁多，其研究与实践尚处于初级阶段，但目前与传统工业园区相比，生态工业园区具有以下特征：

(1) 具有明确主题，但不仅仅只是围绕单一主题而设计、运行，在设计工业园时也考虑了社区。

(2) 通过有毒物替代、二氧化碳吸收、材料交换和废物统一处理来减

少环境影响或生态破坏；但生态工业园区不单纯是环境技术公司或绿色产品公司的集合。

(3) 通过共生和层叠实现能量效率最大化。

(4) 通过回收、再生和循环对材料进行可持续利用。

(5) 在生态工业园定位的社区以供求关系形成网络，而不是单一的副产物或废物交换模式或交换网络。

(6) 具有环境基础设施或建设，企业、工业园和整个社区的环境状况得到持续改善。

(7) 拥有规划体系，允许一定灵活性，而且鼓励成员适应整体运行目标。

(8) 应用减废减污的经济型设备。

(9) 应用便于能量和物质在密闭管线之内流动的信息管理系统。

(10) 准确定位生态工业园及其成员的市场，同时吸引那些能填补适当位置和开展其他业务环节的企业。

生态工业园在不同的生态工业发展模式有不同的类别：零排放生态工业园；虚拟生态工业园；生态发展等。关于生态工业园区的具体内容，将在本书第五章详细介绍。

总的说来，20 世纪 70 年代到 80 年代环境保护运动主要关注的是经济活动造成的生态后果，而经济运行机制本身始终落在他们的研究视野之外。只有到了 20 世纪 90 年代，特别是可持续发展战略成为世界潮流的近几年，源头预防和全过程治理才替代末端治理成为国家环境与发展政策的真正主流，零敲碎打的做法才有可能整合成为一套系统的循环经济战略。

第二节 循环经济的概念

循环经济理论是一个新兴的经济发展理论。国内关于循环经济的研究起步于 20 世纪 90 年代末，目前还处于循环经济的含义、意义等概念界定阶段，涉及到与循环经济相关的技术、法律、法规等具体应用领域，开始进入示范实施阶段。

事实上，如前文所述，循环经济是针对工业化运动以来高消耗、高排放的“牧童经济”而言的。美国著名生态学家哈丁指出，“牧童经济”是一种资源高消耗、废物高排放的传统经济运行模式。他形象地比喻说，传统经济是一种犹如一个可以由牧羊人任意放牧的草场，是一种由“资源→产品

→废物排放”单向流动的线性经济，它就像一个可以由牧羊人任意放牧的草场，人们通过生产和消费，高强度地把地球上的物质和能源大量地提取出来，然后又把污染和废物大量地弃置到空气、水系、土壤、植被这类被当作地球“阴沟”或“垃圾箱”的地方。“牧童经济”对资源的利用是粗放型和一次性的，它通过将资源持续不断地变成废物来实现经济的数量型增长，最大特征就是两高一低，即“高开采，低利用，高排放”。“牧童经济”必然导致自然资源的短缺和枯竭，并酿成灾难性环境污染的后果。所以，从根本上说，当前的资源衰竭、环境退化，正是人类自己一手制造的这种“牧童经济”造成的恶果。

循环经济作为一种爱护资源、善待地球的经济发展新模式，它与“牧童经济”不同，把清洁生产、资源综合利用、生态设计和可持续消费等融为一体，实现了经济活动的生态化转向。（见表 3-1）在技术层面上，循环经济通过融合生产技术与资源节约技术、环境保护技术体系，要求对污染和废物的产生进行源头预防和全过程治理，尽可能降低经济活动对自然环境的影响。首先强调减少单位产品资源的投入量，减少资源和能源的消耗；通过清洁生产，减少生产过程中污染的排放甚至实现“零”排放；通过废弃物综合回收利用和再生利用，实现物质资源的循环使用；通过垃圾无害化处理，实现生态环境的永久平衡，最终实现经济和社会可持续发展。在经济层面上，作为一种新的制度安排和经济运行方式，循环经济把自然资源和生态环境看成社会大众共有的稀缺的自然福利资本，因而要求将生态环境纳入到经济循环过程之中参与定价和分配；要求改变生产的社会成本与私人获利的不对称性，使外部成本内部化；要求改变企业治理生态环境的内部成本与外部获利的不对称性，使外部效益内部化，最终实现经济增长、资源供给与生态环境的均衡，实现社会公平和福利最大化。在社会层面上，循环经济要求从生产到消费的各个领域倡导新的经济规范和行为，要求人类社会运用生态规律来指导人们的活动，倡导绿色消费，最终实现人与人、人与自然的和谐。因此，循环经济能从根本上消解“牧童经济”时代环境与发展之间的尖锐冲突。

学术界关于循环经济的含义已经有了比较一致的解释。专家认为，循环经济是针对工业化以来高消耗、高排放的线性经济而言的，是可持续发展思想理论指导下的最佳经济模式，即以环境友好方式利用资源、保护环境和发 展经济，逐步实现以最小的代价、更高的效率和效益，实现污染排放减量化、资源化和无害化。在人类的生产活动过程中，控制废弃物的产生，建立起反复利用自然的循环机制，把人类的生产活动纳入到自然循环

表 3-1 循环经济与传统经济的比较分析

	传统经济模式	循环经济模式
理念	征服自然, 改造自然 (人类中心主义)	创造性地适应自然 (人与自然相和谐)
物质流动	资源—产品—废弃物	资源—产品—再生资源
环境政策	末端治理	全过程控制
技术范式	线性式	反馈式
生产	1. 生产不受资源的限制 2. 追求最大利润 3. 不考虑节约资源的过度生产 4. 忽视废弃物对环境的破坏	1. 合理利用资源和降低环境负荷 2. 追求利润与环境保护相结合 3. 可持续性的资源利用 4. 完善维护制度, 设计开发易循环使用的产品, 延长产品生命周期
消费	1. 追求方便性产品的消费, 造成废物的过剩化 2. 普及一次性使用产品 3. 重视个人所有的价值观 4. 缺乏环境保护意识	1. 在满足方便性的前提下, 追求减少环境负荷的合理消费 2. 产品循环利用实现消费的合理化 3. 降低个人所有意识, 重视产品功能利用的价值观
废弃物	1. 废物的大量排放造成资源的浪费和高环境负荷 2. 缺乏对废物排放造成环境破坏的认识	1. 通过最合理化生产、消费和废物资源化, 达到抑制废物的产生和对废物进行无害化处理的目的 2. 彻底实施废物排放责任制度
主要特征	“三高一低” (高开采、高消耗、高排放、低利用)	“三低一高” (低开采、低消耗、低排放、高利用)

中去, 维护自然生态平衡。所以, 所谓循环经济, “就是把清洁生产和废弃物的综合利用融为一体的经济, 它要求运用生态学的规律来指导人类的经济活动。按照自然生态系统物质循环和能量流动规律重构经济系统, 使得经济系统和谐地纳入到自然生态系统的物质循环过程中, 建立起一种新形态的经济”。“循环经济是指模拟自然生态系统的运行方式和规律要求, 实现特定资源的可持续利用和总体资源的永续利用, 实现经济活动的生态化。

循环经济的实质是生态经济。”“循环经济是对物质闭环流动型经济的简称，它指的是一种把物质、能量进行梯次和闭路循环使用，在环境方面表现为低污染排放，甚至零污染排放的一种经济运行模式。”

我们可以看出，循环经济是追求更大经济效益、更少资源消耗、更低环境污染和更多就业机会的先进经济模式。它以资源的高效利用和循环利用为核心，以“减量化、再利用、资源化”为原则，以低消耗、低排放、高效率为基本特征，符合可持续发展理念，是对“大量生产、大量消费、大量废弃”的传统经济发展模式的根本变革。具体含义应当是：以可循环资源为来源，以环境友好的方式利用资源，保护环境和发展经济并举，把人类生产活动纳入自然循环过程中，所有的原料和能源都能在这个不断进行的经济循环中得到合理的利用，从而把经济活动对自然环境的影响控制在尽可能小的程度；经过相当长时间的努力，使生态负增长转变为生态正增长，实现人类与生态的良性循环。传统经济生产的结果是产品和废弃物，而循环经济则要求在生产中实现零排放，生产的结果只有产品，这将大大减轻地球环境的负荷，维护生态平衡。另外，在研究过程中发现，循环经济的含义还没有覆盖到消费、社会系统等领域，这不能不说是一个比较大的缺陷。因此，2000年，笔者对循环经济给出了一个全新的定义：“循环经济就是在减量化的基础上，把上一个环节的废弃物变为下一个环节的原料，形成一个长链条的循环。这一循环又覆盖了理念、经济、消费、社会等各个方面，污染实现零排放，社会实现可持续发展。”这个定义也得到了很多专家的认同。

应该认识到的是，循环经济是一种先进的理念，而这种理念是在全球人口剧增、资源短缺、环境污染和生态蜕变的严峻形势下，人类重新认识自然界、尊重客观规律、探索新经济规律的产物。它的产生，必定会对旧的观念带来颠覆性的冲击。

一、新的系统观

系统指的是按一定关系组成的整体。循环是指在一定系统内的运动过程。循环经济的系统是由人、自然资源和科学技术等要素构成的大系统。循环经济要求人在考虑生产和消费时不再把自身置于这一系统之外，而是将自己作为这个大系统的一部分来研究符合客观规律的经济原则。

二、新的价值观

循环经济要求在考虑自然资源时,不再像传统工业经济那样将土地视为“原料场”和“垃圾场”,将水体作为“自来水管”和“下水道”,也不仅仅视其为可利用的资源,而是需要维持良性循环的生态系统;在进行科学技术研究开发时,不仅考虑其对自然的开发能力,而且要充分考虑到它对生态系统的维系和修复能力,使之成为有益于环境的技术;在考虑人自身发展时,不仅考虑人对自然的征服能力,而且更重视人与自然和谐相处的能力,促进人的全面发展。

三、新的经济观

在传统经济的各要素中,资本在环状流动,劳动力在反复使用,只有自然资源是单向流动,没有形成循环。循环经济要求运用生态学规律来指导经济生产。因此,不仅要充分考虑自然界的生态承载能力。在生态系统中,只有在资源承载能力之内的良性循环,才能使生态系统平衡地发展。经济活动超过资源承载能力的循环是恶性循环,会造成生态系统退化。

四、新的生产观

传统线性经济的生产观念是大量向自然索取,尽人所能最大限度地开发自然资源,最大限度地创造社会财富,最大限度地去获取利润。而循环经济的生产观念要充分考虑自然生态系统的承载能力,尽可能地节约自然资源,不断提高自然资源的利用效率,循环使用资源,创造良好的社会财富。在生产过程中,无论是材料选取、产品设计、工艺流程还是废弃物处理,都要求实现清洁生产。同时,循环经济还要求用可循环再生的资源取代不可再生资源,如广泛使用太阳能、风能和农家肥等,使生产合理地依托在自然生态循环之上;尽可能利用高科技;尽可能地以知识投入来替代物质投入,以达到经济、社会与生态的和谐统一,使人类在良好的环境中生活,真正全面提高人民生活质量。

五、新的消费观

循环经济要求走出线性经济“大量生产,大量消费”的不可持续的误区,提供绿色消费,适度消费,在消费时优先选用绿色产品,并考虑废弃物的资源化。同时,循环经济还要求政府通过税收等经济手段和其他行政手段,限制以不可再生资源为原料的一次性产品的生产和消费。

总而言之，从“循环经济”概念来看，它是一种全新的技术范式，是国际社会在追求从工业可持续发展到社会经济可持续发展过程中出现的一种关于发展模式的理念，是针对传统线性经济发展模式的创新。

第三节 循环经济的“3R”原则

作为一种先进的经济形态，循环经济不但要求人们建立“资源→产品→再生资源”经济新思维，还要求在从生产到消费的各个领域倡导新的行为准则，也就是著名的“3R”原则，即“减量化 (Reduce)、再利用 (Reuse)、再循环 (Recycle)”。“3R”原则是循环经济理论的灵魂和核心，每一个原则对循环经济的成功实施都是必不可少的。其中，减量化原则属于输入端方法，旨在减少进入生产和消费流程的物质质量；再利用原则属于过程性方法，目的是延长产品和服务的时间强度；再循环原则是输出端方法，通过把废弃物再次变成资源以减少最终处理量。

一、减量化原则

循环经济的第一法则是要减少进入生产和消费流程的物质质量，因此又叫减物质化。换句话说，人们必须学会预防废弃物产生而不是产生后治理。具体说来，在生产中，制造厂可以通过减少每个产品的物质使用量、通过重新设计制造工艺来节约资源和减少排放。例如，轻型轿车既节省金属资源又节省能源，仍然可以满足消费者关于各种轿车的安全标准。而光纤技术能大幅度减少电话传输线对铜线的使用。由于大量的资源浪费和废弃物排放来自包装，因此过度包装或一次性的物品是不符合减量化原则的。其次，在消费中，人们可以减少对物品的过度需求。例如减少人们所要购买的东西，如果人们不是消费至上地去购买，很多东西就不会变成垃圾。人们可以学习大宗购买（但不要大于人们所必需的量），选择包装物较少和可循环的物品，购买耐用的高质量物品等。如果人们这样做，那么就是在身体力行地减少对自然资源的压力，减少对垃圾填埋场的压力。

二、再利用原则

循环经济第二个有效的方法是尽可能多次以及尽可能多种方式地使用人们所买的东西。通过再利用，人们可以防止物品过早成为垃圾。例如，在生产中，制造商可以采用标准尺寸设计，这样能使计算机、电视机和其

他电子装置中的电路非常容易、便捷地更换，而不必更换整个产品。人们还需要鼓励再制造业的发展，以便拆解、修理和组装用过的和破碎的东西。某些欧洲汽车制造商正在把它们的轿车设计成各种零件易于拆卸和再使用。在生活中，人们把一样物品扔掉之前，应该想一想家中和单位里再利用它的可能性。确保再利用的简单方法是对物品进行修理而不是频繁更换。人们可以将可用的或可维修的物品返回市场，供别人使用或捐献自己不再需要的物品。例如，在发达国家，一些消费者常常喜欢从好心出发，向救世军这样的慈善组织购买二手货或稍有损坏但并不影响使用的产品。像纸板箱、玻璃瓶、塑料袋这样的包装材料也可以再利用，以节约能源和材料。可再利用的饮料瓶可以消毒后再灌装，返回到货架上去，有时候甚至可以多达几十次循环使用。

三、再循环原则

循环经济的第三个原则是尽可能多地再生利用或资源化。再循环是把物质返回到工厂，在那里粉碎之后再融入新的产品之中。再循环能够减少人们对垃圾填埋场和焚烧场的压力，制成使用能源较少的新产品。有两种不同的资源化方式：第一种是最理想的资源化方式，即原级资源化，就是将消费者遗弃的废弃物资源化后形成与原来相同的新产品（报纸变成报纸、铝罐变成铝罐等）。第二种资源化方式是次级资源化，即废弃物被变成不同类型的新产品。原级资源化在形成产品中可以减少 20% ~ 90% 原生材料使用量，而次级资源化减少的原生物质使用量最多只有 25%。与资源化过程相适应，消费者和生产者应该通过购买用最大比例再生资源制成的产品，使得循环经济的整个过程实现闭合。

3R 原则在循环经济中的重要性并不是并列的。人们常常简单地认为所谓循环经济仅仅是把废弃物资源化，实际上循环经济的根本目标是要求在经济流程中系统地避免和减少废物，而废物再生利用只是减少废物最终处理量的方式之一。1996 年生效的德国《循环经济与废物管理法》，规定对废物问题的优先顺序为：避免产生—循环利用—最终处置。该法规的思想要义是：首先要减少经济源头的污染产生量，因此工业界在生产阶段和消费者在使用阶段要尽量避免各种废物的排放；其次是对于源头不能削减的污染物和经过消费者使用的包装废物、旧货等要加以回收利用（这部分被称为可利用废弃物），使它们回到经济循环中去。只有当避免产生和回收利用都不能实现时，才允许将最终废物（这部分被称为处理性废弃物）进行环境无害化的处置。以固体废弃物为例，这种预防为主的方式在循环经济中

有一个分层次的目标：通过预防减少废弃物的产生；尽可能多次使用各种物品；尽可能地使废弃物资源化和堆肥；对于无法减少、再使用、再循环或者堆肥的废弃物则焚烧或处理；在前面四个目标满足之后剩下的废弃物才送到先进的垃圾填埋场进行处理。

另外，人们必须认识到再生利用存在的某些限度。废弃物的再生利用相对于末端治理虽然是重大的进步，但人们应该清醒地看到以下事实：首先，再生利用本质上仍然是事后解决问题而不是一种预防性的措施。废物再生利用虽然可以减少废弃物最终的处理量，但不一定能够减少经济过程中的物质流动速度以及物质使用规模。例如，塑料包装物被有效地回收利用并不能有效地减少塑料废弃物的产生量。相反，由于塑料回收利用给人们带来的进步错觉，反而会加快塑料包装物的使用速度，以及扩大此类物质的使用规模。其次，以目前方式进行的再生利用本身往往是一种环境非友好的处理活动。因为运用再生利用技术处理废弃物需要耗费矿物能源，需要耗费水、电及其他许多物质，并将许多新的污染排放到环境之中。第三，如果再生利用资源中的可用成分含量太低，收集的成本就会很高，只有高含量的再生利用才有利可图。事实上，经济循环中的效率与其规模关系甚为密切。一般来说，物质循环范围越小，从生态经济效益上说就越合算。因此，物质作为原料进行再循环只应作为最终的解决办法，在完成了一在此之前的所有的循环（比如产品的重新投入使用、元部件的维修更换、技术性能的恢复和更新等）之后的最终阶段才予以实施。

应该强调的是，了解并正确理解 3R 原则是把握循环经济的关键，但更要认识到的是，综合运用 3R 原则是资源利用的最优方式。循环经济 3R 原则的排列顺序，实际上反映了 20 世纪下半叶以来人们在环境与发展问题上思想进步走过的三个历程：首先，以环境破坏为代价追求经济增长的理念终于被抛弃，人们的思想从排放废物进到了要求净化废物（通过末端治理方式）；随后，由于环境污染的实质是资源浪费，因此要求进一步从净化废物升华到利用废物（通过再使用和再循环）；最后，人们认识到利用废物仍然只是一种辅助性手段，环境与发展协调的最高目标应该是实现从利用废物到减少废物的质的飞跃。在人类经济活动中，不同的思想认识可以导致形成三种不同的资源使用方式：一是线性经济与末端治理相结合的传统“用完就扔”方式；二是仅仅让再利用和再循环原则起作用的资源恢复方式；三是包括整个 3R 原则且强调避免废物优先的低排放甚至零排放方式。显然，只有第三种资源利用方式才是循环经济所推崇的经济方式。循环经济的目的是，不是仅仅减少待处理的废弃物的体积和重量，使得诸如填埋场

等可以用的时间长一些。相反，它是要从根本上减少自然资源的耗竭，减少由线性经济引起的环境退化。3R 原则和减量化优先的原则不仅适用于工、农、商业等生产和消费领域，还可以给人口控制、疾病防治、城市建设、交通控制、防灾抗灾等社会管理活动带来新的启示。一旦循环经济的思想从经济领域辐射到社会领域，将会引起一场走向可持续发展的社会革命。

第四节 循环经济的国内外实践

一、实践循环经济的三个层面

循环经济是一种经济发展模式的革命，需要社会各个方面的参与和推动才能实现，需要在思想理念上、行为方式上和社会经济各项活动中加以体现。循环经济在实践中，一般包括三个不同而又有序衔接的层面：一是企业层面上的小循环，即企业按照清洁生产的要求，采用新的设计和技术，将单位产品的各项消耗和污染物的排放量限定在先进标准许可的范围之内；二是区域层面上的中循环，即工业园区按照生态产业链发展的要求，将一系列彼此关联的生态产业链组合在一起，通过企业和产业间的废物交换、循环利用和清洁生产，减少或杜绝废弃物的排放；三是社会层面上的大循环，即整个国家和社会按照循环经济的要求，制定相关法律，制定各种规则，实现清洁生产、绿色消费、资源循环、环境净化。专家同时提出，只有当人们的行为从“三高一低”的“牧童经济”转变为“三低一高”的循环经济，并在企业层次（小循环）、区域层次（中循环）、社会层次（大循环）同时得到实现的时候，一个可持续发展的社会才会真正来到。

目前，发达国家在这三个层面上的实践都已取得了相当的进展和经验，如企业层面上美国杜邦化学公司的清洁生产模式；区域层面上丹麦的卡伦堡生态工业园；整个社会层面上德国的废物回收和再利用的循环型社会体系。总的看，发达国家的循环经济已越过“务虚”阶段而进入“务实”阶段。

1. 企业层面

企业是资源消耗和产品形成的地方，实施循环经济必须从每个企业入手，贯彻低消耗、高利用和低排放的思想。在这方面，化学制造业的龙头——美国杜邦化学公司是最典型的代表。成立于 1802 年的美国杜邦化学

公司至今已有二百多年历史，是世界上第一家以“将废物和排放物降低为零”作为奋斗目标的大公司，把“安全、健康、环保”理念纳入整个企业活动之中。杜邦化学公司副总裁特博说：“制定这个目标（零排放）可以促使人们不断提高工作的创造性。人们越着眼于这个目标，就会进一步认识到消灭垃圾实际上意味着发掘人们通常扔掉东西的全新的利用方法。”20 世纪 80 年代末，杜邦化学公司的研究人员把工厂当做试验新的循环经济理念的实验室，创造性地把 3R 原则发展成为与化学工业实际相结合的“3R 制造法”，以达到少排放甚至零排放的环境保护目标。通过放弃使用某些对环境有害的化学物质、减少某些化学物质的使用量以及发明回收本公司产品的新工艺，到 1994 年，杜邦化学公司已经使生产造成的塑料废弃物减少了 25%，空气污染排放量减少了 70%。同时，他们从废塑料，如废弃的牛奶盒中回收化学物质，开发出了耐用的乙烯材料维克等新产品。1997 年，杜邦公司重组了它的“地毯回收计划”，全美 80 个杜邦的零售商参与了这一计划，每年大约回收了 10 000 吨废弃地毯。

2. 区域层面

单个企业的清洁生产和厂内循环具有一定的局限性，因为它们肯定会形成厂内无法消解的一部分废料和副产品，于是需要在企业外部去组织物料循环。生态工业园区是循环经济的重要形式，是在区域层面上通过废弃物交换建立的生态产业链，是在企业群体之间实施循环经济的典型代表。生态工业园区是依据循环经济理念和工业生态学原理而设计建立的一种新型工业组织形态，也是通过模拟自然系统建立产业系统中“生产者——消费者——分解者”的循环途径，实现物质闭环循环和能量多次利用。通过分析园区的物流和能流，可以模拟自然生态系统建立产业生态系统的“食物链”和“食物网”，形成互利共生网络，实现物流的“闭路再循环”，达到物质、能量的最大利用。在这样的体系中，不存在“废物”，因为一个企业的“废物”也同时是另一个企业的原料，因此，可望基本实现整个体系向系统外的零排放。

丹麦的卡伦堡生态工业园区是最为典型的代表。该园区以发电厂、炼油厂、卡伦堡市政府水与能源供应部、胰岛素及工业酶生产厂和石膏制板厂为合作方，从 1982 年起就开始合作，通过贸易的方式把其他企业的废弃或副产品作为本企业的生产原料，建立工业共生和代谢生态链关系，最终实现园区的污染“零排放”。1989 年，一家土壤改良公司也加入这一合作网络。事实上，开始时他们自己也不知道是工业合作，因为这个概念是后来

才产生的。当初合作的目的是为了获利,即以适当的投资来降低花费。现在该合作有 19 个项目,其中包括 9 个与水有关的项目,6 个与能源有关的项目和 6 个与废弃物产品有关的项目(2 个水蒸气项目既算水项目,也是能源项目)。

卡伦堡工业合作取得了显著的经济效益和环境效益。据报道,过去 20 多年间所有项目投资总额为 7 500 万美元,年均利润超过 1 500 万美元,总利润为 16 000 万美元,投资平均返还期为 5 到 6 年。更重要的是,卡伦堡生态工业园区解决了发展带来的严重环境污染问题。随着合作的不断发展,人们的环境意识逐渐增强,资源消耗减少,对空气、水和土壤的污染物排放量降低。生态工业园区内可以处理大量的污水、能源和废物,同时储备了充足的资源,每年可以节省地下水 190 万立方米,湖泊水 100 万立方米,石油 2 万吨,天然石膏 20 万吨。

3. 社会层面

从社会整体循环的角度看,应大力发展废旧物品调剂和资源回收产业(社会静脉产业),在整个社会的范围内形成“自然资源—产品—再生资源”循环经济。德国双元系统模式是在社会层面上实施循环经济的典型代表,它是一种针对消费后排放的循环经济。它的双轨制回收系统(DSD)是一个专门组织对包装废弃物进行利用的非政府组织。它接受企业的委托,组织收运者对他们的包装废弃物进行回收和分类,然后送至相应的资源再利用厂家进行循环利用,能直接回用的包装废弃物则送返制造商。DSD 系统的建立促进了德国包装废弃物的回收利用。德国政府规定,玻璃、塑料、纸箱等包装物回收利用率 72%,1997 年已达到 86%;废弃包装物作为再生材料利用 1994 年为 52 万吨,1997 年达到了 359 万吨;包装物垃圾已从过去每年 1 300 万吨下降到现在的 500 万吨。此外,德国的冶金行业,95% 的矿渣、70% 以上的粉尘和矿泥已得到重新利用;废钢回收率也很高,2002 年,德国有 2 000 万吨废旧钢铁被重新利用。

二、循环经济在国外的实践

自 20 世纪八九十年代起,发达国家为提高综合经济效益、缓解资源短缺、减轻环境污染压力,以生态理念为基础,重新规划产业发展,大力发展循环经济与清洁生产,产生了显著效果,尤其是应运而生的资源再生产业为它们带来了丰厚的物质利润。据统计,20 世纪末发达国家再生资源产业规模为 2 500 亿美元,本世纪已增至 6 000 亿美元,预计 2010 年可达

18 000亿美元。目前,在日本、德国和美国等发达国家,循环经济正在成为一股潮流和趋势。

1. 日本

日本是循环经济立法最为完善的国家。为了加快循环型生态社会的建立,日本在1993年颁布《环境基本法》的基础上,近年来又先后修改了《废物处理法》和《资源有效利用促进法》;出台了《容器包装回收利用法》、《家用电器回收利用法》、《绿色消费法》、《建筑材料循环利用法》和《食品循环利用法》。2000年6月2日正式颁布了《循环型社会形成推进基本法》,并于2001年1月生效。该法明确提出循环型社会基本规划是国家一切规划的基础;明确了产生废物企业的生产责任和回收义务,并从法律上规定了废物处理的优先顺序,即废物的发生抑制—再使用—循环再利用—热回收安全处置。1996年的6月5日世界环境日,日本政府提出了面向21世纪的“环境立国”新战略,表示要将21世纪定位为“环境世纪”,要在日本建立起“最适量生产、最适量消费、最小量废弃”的经济模式,以在经济增长的同时切实提高人类生态的环境质量。据1997年日本通产省产业结构协会提出的《循环型经济构想》,到2010年,发展循环经济将使日本新的环境保护产业创造近37万亿日元产值,提供1400万个就业机会。2002年,日本回收家电850多万台,资源循环利用率空调为78%、电视为73%、冰箱为59%、洗衣机为56%。现在日本又在回收旧电脑。随着新的环保技术的开发,日本的目标是循环资源回收率达100%。

2. 德国等欧盟国家

在发展循环经济方面,德国走在世界前列。德国的废弃物处理法最早是在1972年制定的,但当时强调废弃物排放后的末端处理。1986年进行修正,将其改称为《废弃物限制处理法》,从“怎样处理废弃物”提高到“怎样避免废弃物的产生”。1996年又颁布了《循环经济和废弃物管理法》,规定对废弃物管理的首选手段是减少产生,然后才是循环使用和最终处置。并且确立了产生废弃物最小化、污染者承担治理义务与官民合作三原则。循环经济理念同时也创造了新的行业。专门接受制造业和流通业的委托,为其处理“垃圾”的新行业——废品回收和循环利用企业应运而生,并取得了很好的经济效益。例如,德国专门从事废品回收和循环利用业务的PSD有限公司1997年的业绩为,仅包装废物的回收率就达到89%(561万吨),循环利用率达86%(544万吨)。按每人计算,相当于从每一个德国公民手中

回收废弃物 73.7 千克(玻璃 33.3 千克, 废纸及纸箱 17.1 千克, 其他包装废弃物 23.3 千克)。该公司仅有 357 人, 利润高达近 2 亿马克。德国推行清洁生产的结果, 使 GDP 在增长两倍多的情况下, 主要污染物减少了近 75%, 收到了经济和环境效益双赢的效果。

在德国的影响下, 欧盟其他国家相继制定旨在鼓励二手副产品回收、绿色包装等法律, 同时规定了包装废弃物的回收、复用或再生的具体目标。荷兰提出, 到 2000 年废弃物循环使用率应达到 60%; 奥地利的法规要求对 80% 的回收包装材料必须进行再循环处理或利用; 丹麦要求到 2000 年, 所有废弃物要有 50% 进行再循环处理; 法国提出在 2003 年应有 85% 的包装废弃物得到循环使用; 为了推动包装废弃物的回收再生和重复使用, 欧洲设计了一组包装回收象征性标记、可以回收再生(再循环)的包装标记、使用再生材料超过 50% 的包装标记, 以及绿色标记 (Green Dot) 等。

3. 美国

美国在 1976 年就制定了《固体废弃物处置法》, 后又进行了多次修改。美国加州于 1989 年通过了《综合废弃物管理令》, 要求在 2000 年以前, 实现 50% 废弃物可通过源削减和再循环的方式进行处理, 未达到要求的城市将处以每天 1 万美元的行政罚款。美国 7 个以上的州规定新闻纸的 40% ~ 50% 必须使用由废纸制成的再生材料。在威斯康星州, 塑料容器必须使用 10% ~ 25% 的再生原料。加州规定玻璃容器必须使用 5% ~ 65% 的再生材料, 塑料垃圾袋必须使用 30% 再生材料。再如, 摩托罗拉公司以前曾用 CFC 来清洗焊接后的印刷线路板, 当 CFC 因为危害臭氧层而被查禁后, 摩托罗拉公司开始探索使用像橘皮粘这样的替代物。但是后来证明, 重新设计整个焊接系统, 就根本不需要清洗过程。生产地毯的 Interface 公司, 运用循环经济理念指导生产和运营, 生产双层地毯, 表层可多次清洗和更换, 底层可以长期使用; 废弃的表层还可以再利用, 生产出新的表层地毯, 减少了原料消耗和废弃物。据报道, 美国利用废旧材料的再制造工业企业已达 73 000 家, 1996 年的总收入已经达到 530 亿美元, 大大超过了家用电器、家具、音响、农场和园艺设备等耐用消费品制造业的收入。施乐公司从再制造产生的收益已高达 7 亿美元, 它期望仅仅通过再制造它的新的、完全可再使用的或再循环的复印机生产线就可以再节省 10 亿美元的成本。

三、中国实施循环经济情况

由于所处的社会经济发展阶段不同，面临的环境与可持续发展问题不一，我国与德国和日本等国在循环经济的认识与实践方面有较大差异，形成了中国特色的循环经济概念及实践。

总体上，中国特色的循环经济的认识特征主要表现在两个方面：

(1) 产生的背景方面。发达国家在逐步解决了工业污染和部分生活型污染后，由后工业化或消费型社会结构引起的大量废弃物逐渐成为其环境保护和可持续发展的重要问题。在这一背景下，产生了以提高生态效率和废物的减量化、再利用及再循环(3R原则)为核心的循环经济理念与实践。我国是在压缩型工业化和城市化过程中，在较低发展阶段，为寻求综合性和根本性的战略措施来解决复合型生态环境问题的情况下，借鉴国际经验，发展自己的循环经济理念与实践。

(2) 内涵方面。发达国家的循环经济首先是从解决消费领域的废弃物问题入手，向生产领域延伸，最终旨在改变“大量生产、大量消费、大量废弃”的社会经济发展模式。从我国目前对循环经济的理解和探索实践看，发展循环经济的直接目的是改变高消耗、高污染、低效益的传统经济增长模式，走新型工业化道路，解决复合型环境污染问题，保障全面建设小康社会目标的顺利实现。所以，我国循环经济实践最先从工业领域开始，其内涵和外延逐渐拓展到包括清洁生产(小循环)、生态工业园区(中循环)和循环型社会(大循环)等三个层面。

从目前的实践看，中国特色主要是通过实施3R原则，依靠技术和政策手段调控生产和消费过程中的资源能源流程，将传统经济发展中的“资源—产品—废物排放”这一线性物流模式改造为“资源—产品—再生资源”的物质循环模式，提高资源能源效率，拉长资源能源利用链条，减少废物排放，同时获得经济、环境和社会效益，实现“三赢”发展。从目前情况来看，特别是中央提出树立和落实科学发展观后，在资源与环境的双重压力下，循环经济在我国得到了蓬勃的发展。

1. 改革开放二十多年来，我国在推进资源节约综合利用，提高资源利用效率，预防污染物产生和排放方面取得积极进展

(1) 大力节约降耗，提高资源利用效率。在“资源开发与节约并重，把节约放在首位”的方针指引下，国家制定了《节约能源法》等法律法规和标准，加大了以节约降耗为主要内容的结构调整和技术改造力度，开发推广

先进适用的资源节约综合利用技术、工艺和设备等,资源利用效率有较大提高。2003 年我国每万元 GDP 能耗比 1980 年下降了 65.5%;每万元 GDP 取水比 1980 年下降了 84.7%。

(2) 废弃物的综合利用。为调动企业开展资源综合利用的积极性,国家制定了一系列鼓励开展资源综合利用的优惠政策,促进了资源综合利用的发展。目前,我国资源综合利用规模不断扩大,技术水平不断提高,取得较好的经济和社会效益。2003 年全国工业“三废”综合利用实现产值 400 亿元,工业固体废弃物综合利用率达到 53%,其中粉煤灰综合利用率约为 65%,煤矸石综合利用率约为 56%。

(3) 再生资源的回收利用。目前,全国有各类废旧物资回收企业 5 000 多家,回收网点 16 万个,回收加工企业 3 000 多个,从业人员 140 多万人,每年废金属、废有色金属、废机电产品、造纸原料、化工原料等废旧物资的回收量超过 6 000 万吨。2003 年全国再生资源回收利用总值约 500 亿元。

(4) 废弃物的再利用。无论在生产领域还是消费领域,都有从事机械、电器等产品的维修队伍。一些企业开展了包装物,如玻璃容器、纸箱、周转箱的回收和循环利用,近年来开始探索和实践废旧机电产品、报废汽车发动机、废旧电脑等的再制造,以提高这类产品的回收利用。

2. 我国在三个层次整体推进循环经济方面成效明显

(1) 在企业层次推行清洁生产。我国从 20 世纪 90 年代初开始在企业内部推行清洁生产,通过不断采取改进设计、使用清洁的能源和原料、采用先进的工艺技术和设备、改善管理等措施,提高资源利用率,减少或避免污染物的产生。有关部门先后在 10 个城市 5 个行业几百家企业实施了清洁生产示范试点,重点支持了一批重大清洁生产技术看发及产业化示范项目,不断提高企业污染预防能力。2003 年 1 月 1 日起正式实施的《清洁生产促进法》,标志着我国进入依法推行和实施清洁生产的新阶段。为落实《清洁生产促进法》,国务院批转了国家发展改革委等部门关于推行清洁生产的意见,进一步明确了推行和实施清洁生产的指导思想、原则和政策措施。

(2) 以生态工业园区建设为途径,大力发展循环经济。按照工业生态学的原理,通过企业间的物质集成、能量集成和信息集成,形成企业间的工业代谢和共生关系。建立生态工业园区是在区域层面上实施循环经济的典型模式,国家环保总局积极推动生态工业园区的创建工作,已在全国建立了以鲁北国家生态工业示范园区、贵港国家生态工业(制糖)示范园区、

南海国家生态工业示范园区等 12 个不同类型的国家生态工业示范园区。

(3) 我国部分省市高度重视循环经济,并取得了初步成效。上海市是我国最早引入循环经济的城市。1998 年,上海市计委组团到德国考察环境保护,首次引进循环经济的概念。之后,上海市又组织有关部门和高等院校、科研机构的力量,通过对循环经济的国际动向、工业废弃物处置与清洁生产等 11 个专题的系统研究,形成了上海发展循环经济研究的总报告和 10 个子报告。研究报告指出,发展循环经济是上海市实施可持续发展战略的重要载体,是上海市实现可持续发展的关键。上海市提出,到 2005 年,要建立上海发展循环经济的基本框架,初步形成具有循环经济特征的经济体系;到 2020 年,要全面确立并正常运行有利于循环经济发展的社会支撑系统,促使经济社会纳入资源使用集约化、生态环境无害化的轨道,为建设资源循环型国际经济中心城市奠定基础。

辽宁省是国家环保总局确认的唯一的循环经济试点省。辽宁省政府在编制完成《辽宁省清洁生产工作实施方案》的基础上,在国家环保总局的指导下,出台了《辽宁省发展循环经济试点方案》,省内 14 个市先后完成了发展循环经济试点的实施方案,并先后通过专家论证。辽宁省政府提出,用五年左右的时间,在全省创建一批循环经济型企业、生态工业园区和几个资源循环型城市,大幅度提高资源利用效率;建设区域性的资源生产基地,培养新的经济增长点;在全社会倡导循环经济理念;初步建立起发展循环经济的机制和框架。在此基础上,再经过 10 年努力,使辽宁走上生产发展、生活富裕、生态良好的可持续发展道路。

此外,江苏省、浙江省、山东省等省市也从各自实际出发,提出要走可持续发展道路,大力发展循环经济。

江苏省为推动循环经济进入经济发展主渠道,2002 年以来,省政府开始组织编制《江苏省循环经济建设规划》,并组织南京农业大学、清华大学、南京大学、省社会科学院等单位对循环型农业、循环型工业、循环型第三产业及循环型社会等课题进行研究。江苏省环保局还选择了八十多家企业作为试点企业,以推动循环经济试点工作在全省蓬勃发展。

浙江省委、省政府明确提出,生态省建设的第一任务是建设以循环经济为核心的生态经济体系。在《浙江省生态建设规划纲要》中,循环经济一词出现了 38 次。浙江省提出,要积极开展符合浙江经济特点的循环经济试点,扶持 100 家企业作为资源循环利用的省级示范企业;发展 10 家企业间资源循环利用的省级生态工业示范园区,3 个产业与产业、生产与消费之间资源循环利用的省级循环型社会示范区。

山东省提出,加强生态省建设的治本之策在于发展循环经济,要求在全省积极推行循环经济模式,构筑循环经济社会运行系统,建设生态型企业、园区和城市,促进经济与人口、资源、环境的协调发展。山东省在实施循环经济方面,初步形成了几种循环经济发展模式:以企业为单元,完善内部小循环,建立循环型企业,形成鲁北化工生态工业模式;以矿区为单位,建立资源综合利用和生态恢复的良性循环,建设循环型的矿产开发示范区;以园区为单元,创建生态工业园区,实现共生企业循环;以城市为单元,创建循环经济示范城市,建立循环型社会。

第五节 中国发展循环经济的问题与对策

一、中国发展循环经济的重要意义

在 20 世纪末,我国政府就已经确定在新世纪中坚定不移地实施可持续发展战略。循环经济要求对污染进行全程控制,在工业生产中实行清洁生产,倡导生态工业,提高全社会的资源利用效率等,循环经济的这些特点恰恰符合了可持续发展所包含的几个特性:可持续性、和谐性、需求性和高效性。从我国的国情出发,发展循环经济有着以下重要意义。

1. 发展循环经济是实施资源战略,促进资源永续利用,保障国家经济安全的重大战略措施

我国一方面人均资源量相对不足,另一方面资源开采和利用方式粗放、综合利用水平低、浪费严重。这反过来也表明,加快发展循环经济在节约资源方面是大有可为的。如到 2005 年工业用水重复利用率若达到 60%,可节水 580 亿立方米,相当于 2000 年工业取水量的 50% 左右。“十五”期间,我国节约和替代石油目标是 2 000 万吨,相当于石油消费量的近 1/10。目前我国钢铁、有色金属、造纸工业 1/3 以上的原料来自再生资源。“九五”期间我国木材年节约代用量 2 000 万立方米,相当于年消费量的 20%。

2. 发展循环经济是防治污染、扭转防治思路的重要途径

长期以来,我国城市化和工业化过程引发的环境问题愈来愈不容忽视,再加上经济、科技和历史等多方面的原因,污染问题并没有得到很好的解

决, 当前我国所面临的环境形势十分严峻。因此, 遏止环境恶化, 转变经济增长方式, 加快实施可持续发展战略刻不容缓, 发展循环经济势在必行。实施清洁生产, 可以从源头上减少污染物的产生, 是保护环境的治本措施。另外, 各种产品和废弃物的循环与回收再利用也可大大减少固体污染物的排放。据测算, 固体废弃物综合利用率每提高 1 个百分点, 每年就可减少约 1 000 万吨废弃物的排放。

3. 发展循环经济是我国调整产业结构、扩大就业的一条有效途径

我国“十五”发展规划纲要中明确提出, “坚持把结构调整作为主线”。结构调整以提高经济效益为中心, 转变经济增长方式, 发展集约式经营, 围绕增加品种、改善质量、节能降耗、防治污染和提高劳动生产率, 鼓励采用高新技术和先进适用技术改造传统产业, 带动产业结构优化升级。循环经济所倡导的新理念正符合结构调整的原则。根据“3R”原则, 循环经济的核心是资源和能源的少投入, 而社会产品产量不减甚至增加。发展循环经济要求摒弃粗放式经营方式, 建立生态工业园, 在企业中推行清洁生产, 提高能源和原材料的使用效率, 改进生产工艺和流程, 对可能产生的污染进行全程控制。

循环经济不仅仅是在传统经济基础上增加废弃物回收、资源化和再利用环节, 更是要带动整个环保产业的发展, 或者说发展环境产业。环保产业是循环经济体系的重要组成部分, 环保产业的不断发展也是国民经济和就业岗位的新的强劲增长点。如按 1997 年我国第二产业平均劳动生产率 22 292 元/人标准计算, 1988 年环保产业投资占 GDP 的比重为 1.5%, 相应带动 GDP 增加 3 025 亿元, 可以提供约 1 350 万个就业机会。即使按 1997 年我国环保产业平均劳动生产率 3 万元/人标准计算, 也可提供 1 000 万个就业机会。到 2000 年, 从事环保产业的职工不到 20 万人。因此, 发展环保产业对于解决下岗职工的再就业和富余劳动力的就业问题具有十分重要的意义。根据 2001 年底国家环保总局第三次全国环保产业普查结果, 2000 年我国环保相关企业 18 144 个, 从业人员为 317.6 万人, 年收入总额近 1 700 亿元, 占国内生产总值的 1.9%, 分别比 1997 年增长了 100%、218% 和 268%。但与日本每年 3 862 亿美元、美国每年 1 000 亿美元的规模相比, 我国发展环保产业的差距还很大。

4. 发展循环经济是我国应对入世挑战, 增强国际竞争力的重要途径和客观要求

我国踏入世贸组织门槛将近两年, 国际上各式各样严格的法规和标准

接踵而来，如何在日趋激烈的国际竞争中占有一席之地，是政府、企业界和知识界亟须探讨、解决的重大问题。我国的国家竞争力与我国的国际地位并不相称，国内大部分的企业在参与国际竞争时还有不少劣势。据统计，我国单位产值能耗为世界平均水平的 2.3 倍，是美国的 3 倍、日本的 6 倍；钢耗是美国的 5.8 倍、日本的 2.7 倍。主要耗能产品的单位能耗比国外先进水平高 40%；我国工业产品能源、原材料的消耗占企业生产成本的 75% 左右。

除了竞争力因素外，贸易壁垒是我国企业走向世界的一个主要阻力。近几年，资源环境因素在国际贸易中的作用日益突现，“绿色壁垒”成为我国扩大出口面临最多也是最难突破的问题，其中一些问题已对我国产品在国际市场的竞争力造成重要的影响。例如，国际标准化组织的 ISO14000 将被越来越多的国家采纳，并可能成为“技术贸易壁垒”——因为绿色消费主义者的影响。进口商不敢进口不符合国家环境标准的商品，在国际贸易中处于不利地位的国家必然采用 ISO14000 系列标准来构筑贸易壁垒。随着经济全球化的日益形成，企业正面临来自国际标准认证体系的多重压力。一方面企业必须实施 ISO9000 质量标准，以使企业保持竞争力，树立质量形象；另一方面企业必须实施 ISO14000 并通过认证，以此来树立自身的环保形象。未获得认证的企业将有可能被外国政府禁止出口，同时外国企业为保持自身的环保形象，会中止与无认证的企业的生意往来。

对此，不仅要有清醒的认识，更要及时和巧妙应对。发展循环经济，实施清洁生产，可以在资源和能源消耗相对较少的基础上增强企业竞争力，在突破“绿色壁垒”和实施“走出去”战略中也能发挥重要作用。如采用符合国际贸易中资源和环境保护要求的技术法规与标准，扫清我国产品出口的技术障碍；研究建立我国企业和产品进入国际市场的“绿色通行证”，包括节能产品认证、能源效率标识制度、包装物强制回收利用制度，及建立相应的国际互认制度。

二、中国发展循环经济的主要障碍

尽管我国在推进循环经济发展方面已有一定基础，但从总体上看，我国经济的快速增长在很大程度上仍然是依靠物质资源的高消耗来实现的，没有从根本上改变“高投入、高消耗、高排放、不协调、难循环、低效率”的粗放型增长方式。

我国循环经济发展存在的主要障碍有以下几点。

1. 对发展循环经济的战略意义缺乏足够的认识

由于没有树立全面协调可持续的发展观和正确的政绩观，一些地区、部门和行业在发展思路上重开发、轻节约，重速度、轻效益，不少地方片面追求 GDP 的增长，忽视资源和环境问题的解决，对转变经济增长方式、节约降耗、减少污染重视不够。与此同时，我们对循环经济发展模式的内涵、理论基础及基本特征的研究还有待进一步深化。

2. 缺乏总体规划和宏观指导

目前，我国的循环经济发展还处在初始阶段，国家还没有制定循环经济的总体规划和推进计划，对循环经济发展指导和引导不够。由于资源利用核算体系不健全，制定综合反映循环经济发展的资源生产率指标等还有很大困难。我国在推动资源节约综合利用、推行清洁生产等方面虽然采取了许多措施，取得了一定成效，但这些工作迫切需要在循环经济发展模式下统筹规划，形成一个完整的循环经济体系。

3. 法律法规体系不健全

尽管我国已经颁布了与循环经济发展有关的《节约能源法》和《清洁生产促进法》两部法律，但从总体上看我国在促进资源节约综合利用，特别是再生资源回收利用方面的法规建设仍然存在薄弱环节，还没有形成循环经济发展的法律框架，法规不完善，政策措施不配套，使我国在建立资源分类回收利用、污染付费机制等发展循环经济的基础制度方面面临相当大的困难，不能适应发展循环经济的要求。

4. 缺乏有效的激励政策和机制

发展循环经济、推动再利用和资源化的一个重要基础是生产者责任制延伸和再生资源回收利用体系建设，这些都属于市场失灵的领域，需要政府的宏观调控和政策激励，但目前我国在垃圾分类回收、废弃物资源化等方面都没有建立有效的激励政策和回收处理收费机制。

5. 缺乏支撑循环经济发展的共性和关键技术

循环经济要以技术作为支撑。目前我国在提高资源利用效率的某些技术上取得了一些突破，但总体上看，我国多数企业还没有大幅度提高资源利用效率的关键技术，同时也缺乏了解相关技术信息的渠道。

三、中国发展循环经济的对策

从中国的国情出发,借鉴发达国家发展循环经济的经验教训,建议我国发展循环经济应采取如下对策。

1. 建立循环经济法律法规体系

我国的循环经济还处于起步阶段,相关的法律体系还没有建立起来。已有的与循环经济相关的法律有:2002年颁布的《清洁生产促进法》和《环境影响评价法》。《清洁生产促进法》主要从项目建设、企业技术改造、产品和包装物设计以及有毒有害物质排放等方面进行了源头控制的明确规定。通过采用清洁生产审计、环境管理体系、生态设计、生命周期评价、环境标识和环境管理会计等手段,将环境因素与产品的整个生命周期结合考虑。清洁生产可以被看作是发展循环经济的重要手段之一。《环境影响评价法》是为了实施可持续发展战略,预防因规划不当,建设项目实施后对环境造成不良影响,促进经济、社会和环境的协调发展而制定的。此外,我国于1995年10月30日颁布了《固体废物污染环境防治法》,确立实行减少固体废物的产生、充分合理利用固体废物和无害化处置固体废物的原则。在《固体废物污染环境防治法》基础之上,国家和地方制定了一系列关于垃圾处理和循环回用的行政法规。具体来说,关于垃圾处理的有《城市生活垃圾管理办法》、《城市生活垃圾处理及污染防治技术政策》、《关于实行城市生活垃圾处理收费制度促进垃圾处理产业化的通知》、《关于推进城市污水、垃圾处理产业化发展的意见》、《排放污染物申报登记管理规定》和《广东省城市垃圾管理条例》等相关规定。关于循环利用的有《包装资源回收利用暂行管理办法》、《报废汽车回收管理办法》和《摩托车报废标准暂行规定》等规定。但是,其中关于汽车、摩托车报废的规定,主要是出于行驶安全的考虑,而很少涉及资源回收再利用和保护环境问题。

中国当前需要加强循环经济的立法工作。应借鉴其他国家的经验,结合中国实际国情,制定系统、完善的循环经济法规体系。以《循环经济促进法》作为实施循环经济的基本法,在此基础上,制定《资源有效利用促进法》和《废弃物处理法》,再进一步制定一系列针对某一类资源循环再利用的法规。如在日本的循环经济法规体系中包括了如下的法规:《容器包装再生法》、《家电再生法》、《食品再生法》、《汽车再生法》、《建筑材料再生法》、《绿色采购法》等。

2. 制定循环经济发展战略目标和推进计划

首先是研究制定循环经济发展战略目标。在研究建立我国资源利用核算体系的基础上,提出循环经济发展战略目标,以资源生产率、资源消耗降低率、资源回收率、资源循环利用率、废弃物最终处理降低率等为基本框架,并将主要指标逐步纳入国民经济和社会发展规划中;其次是研究制定促进循环经济发展的推进计划,提出阶段性发展目标、政策措施、实施方案。为加强对循环经济发展的宏观指导和引导,应由国家发改委等部门牵头,会同有关部门制定《关于加快循环经济发展的指导意见》。

3. 调整产业结构,由粗放型经济向集约型经济转变

中国未来经济增长,在保持第二产业较快增长的同时,应加快第三产业发展速度。提高第三产业的比重不仅可以显著提高资源生产率,而且是提升国民经济质量和效益的重要基础。近几年来,我国的产业结构并未朝着有利于提高资源生产率的方向调整,工业的比重加大了,服务业的比重并未增加。为了使我国的产业结构朝着有利于提高资源生产率的方向调整,提高服务业的比重,应着力提升我国 GDP 的使用构成中消费的比重。加快城市化的发展,提高广大农民的收入水平是实现我国产业结构调整的重要举措。在第二产业中,高附加值的信息、电子、高新技术等行业应超速发展,使高新技术附加值占制造业的比重由 2000 年的 9.3% 提高到 2020 年的 16%。同时应淘汰、关闭高消耗、高污染的产业。在每一个工业行业中,应进行内部的产品结构调整。原材料工业应改变外延扩张式的增长模式,推进资源的深加工,提高资源产品的附加值,经济增长应主要来自高附加值产品比例的提高,以及基础产品质量的不断提高,从而提高行业的高附加值产出率。同时,运用“两种资源、两个市场”,利用国外优质资源,提高资源利用效率,保障国内战略性资源的供应。

4. 完善政策体系与经济激励机制

政策体系主要指强化行政管理机制。充分发挥政府的宏观调控能力,在完善的法律法规的指导下,用具体明确的政策法规调控社会各个环节的循环经济发展。

经济激励机制促进循环经济发展,主要是运用价格、税收、信贷、收费、保险等,调节或影响市场主体的行为,以实现经济建设与环境保护的协调发展。例如,逐步提高各项排污费用,使污水处理厂、垃圾处理单位

达到保本或者赢利水平，这样既可以吸引国内外资金和技术，保证其良性发展，也可以促使全社会加快实行清洁生产，减少排污，提高社会产品的循环率。对采用清洁生产工艺和资源循环利用的企业给予减免税收、财政补贴以及信贷优惠政策，保证其产品的市场竞争力，为社会树立模范企业，以点带面。另外，对上述企业以及新兴生态工业园的建设要在征地、审批和投资环境方面予以倾斜等。

已有的环境资源核算政策、绿色税收政策、财政投入政策、财政信贷政策、生态补偿政策以及排污收费政策，仍基于环境保护的单一角度来关注社会的发展，在循环经济的理念下，不仅从环境治理的角度，更应该从经济发展的角度，发挥经济手段的作用，促进循环经济的发展。特别要利用经济激励机制促进循环经济相关技术的研究与推广，发展和扶植实行循环经济模式所需要的新兴产业。

特别强调的是，应探索建立绿色国民经济核算体系。传统的国民经济核算体系——如国内生产总值（GDP）统计方法，没有扣除资源消耗和环境污染所造成的经济损失，是很不真实、非绿色的统计核算。而绿色国内生产总值（EDP）等于国内生产总值减去产品资本折旧、自然资源损耗和环境资源损耗（环境污染损失）之值。建立循环经济要求改革现行的经济核算体系，从企业到国家建立一套绿色经济核算制度，包括企业绿色会计制度、政府和企业绿色审计制度、绿色国民经济核算体系等，与传统核算体系并行，或者以此为主，以达到结合环境因素和消耗量全面和客观地评价经济状况。

5. 加快建设环境产业市场

将传统的环保产业升级为环境产业，需要先完善环境市场。中国的环境市场，虽然说已经有了一定的发展，但是还相当不成熟和不稳定，其主要原因有：

（1）中国的环境法规及其执行没有发挥出驱动环境产业发展的应有作用。如中国环境税费制中，排污费低于治理成本；污染罚款低于它造成的损失；排污费和罚款由环境保护部门收取与管理而不是收支两条线。这些做法既违反经济学原理，又违反行政管理中的廉政原则。

（2）中国长期以来没有找到一条能适合中国特点的能确保环保设施有效地运行的管理制度，这使中国环保设施长期处于“三分之一正常运行、三分之一带病运行、三分之一停止运行”的不良状况，使运行成本超过预期。

（3）政府对环境市场的不恰当的多部门的介入。不仅有国家机械工业

系统，还有国家环境保护系统；不仅介入环境市场准入的审批，还介入环境产品的销售，还有地方保护主义盛行。

由此，需采取一些举措以振兴我国的环境市场。

(1) 要有效地发挥环境法规的制约作用。中国应从发展环境产业角度，对现有的环境法规（尤其是环境标准与环境税费制）进行一番审视，对这些法规执行的可操作性进行一番检查，以确保它们能对环境产业的开拓和发展起到应有的驱动作用。

(2) 要有效地提高现有环保设施的运行效率。

(3) 要纯洁政府对环境产业的管理职能。

(4) 政府和各循环产品生产商要积极促进循环产品和绿色产品的标准化，以扫清这些产品进入市场的障碍。

6. 大力推进清洁生产和生态工业园区建设

在所有的企业推进清洁生产，鼓励企业采用新原料、新工艺，通过工艺改造、设备更新、淘汰关闭浪费资源、污染环境的落后工艺、设备，实现“节能、降耗、减污、增效”，提高资源利用效率，减少或者避免污染物的产生和排放，降低生产成本，提高企业的综合效益。尤其在冶金、化工、炼油、建材等流程工业行业中重点推进清洁生产。并通过行业自愿承诺协议的方式更有力地推进循环经济的实施。我国已在一些工业园区、城市开展了生态园区建设的示范，为推动全社会的循环经济建设积累了宝贵的经验，应进一步开展试点。

7. 建立和完善废物回收体系

按照“扩大生产者责任”和“污染者支付”的原则，建立和完善废物回收体系，使我国的资源回收体系形成社会化服务、企业化经营、法制化管理的市场运作模式。

中国目前在废物回收体系方面已有一定的规模，但多数从业者都只是小规模企业，甚至是手工作坊，资金实力和技术水平都很差，经济效益往往很不理想，同时也对环境造成很大危害。应当制定相应的法律法规和经济激励政策，对这些产业加以规范和整顿。

建立和完善废物回收体系需要发展一批新兴的静脉产业。首先应针对我国目前大量淘汰的电子产品和家电的情况，逐步建立起我国完善而有效的回收体系。

在充分利用国外废钢、废铜、废铝等有用废弃物的同时，应防止国外

有害废弃物大量向中国转移。

8. 研发、示范和推广高效、清洁的循环经济开发利用技术

循环经济的减量化、再利用和再循环，哪一个环节都离不开先进的处理和转化技术，也离不开这些先进技术的载体——设施、设备的开发和更新。可见，科学技术是建设循环经济的决定性因素，政府加大高效、清洁的循环经济开发利用技术的投入。

(1) 提高矿物资源综合利用水平，推进资源深加工，开发节约能耗和物耗、污染轻或无污染工艺，包括清洁生产工艺。

开发并完善适合我国资源特点的采、选、冶工艺与深加工工艺，研究开发出一批新的矿产深加工产品，提高资源综合利用率，减少环境污染，实现矿业的优化与升级，企业效益得到明显提高。包括：研发高产、高效、集约化生产矿井的关键技术及装备，并实现产业化；针对我国品位低、伴生组分复杂、选冶难度大的支柱性和重要矿产资源的特点，改进并开发新的选冶工艺，提高资源回收率，进行选冶综合利用和二次资源再生利用；推进共生、伴生矿山开展综合利用；提高老油田提高采收率，提高低品位油气资源和非常规油气资源的勘探开发；保护矿区生态环境、建设绿色矿山；推进资源深加工技术的开发，提升产品附加值。

(2) 推广节能、节水、节材新技术的应用。

首先，提高材料使用寿命，研发新材料以替代有毒材料和污染材料；其次，能耗大且节能潜力大的工业、建筑和交通等主要耗能部门，应大力推广先进的节能技术。高耗能产业采用节能降耗新工艺、技术及设备；开发和推广新型建材和建筑节能综合技术，包括高效节能建筑新材料、外墙保温技术、高效保温门窗和热反射保温隔热技术、先进冷暖空调系统及设备等。采用地源热泵技术、被动式太阳房技术的生态建筑；推广车辆节油新技术，发展先进节能内燃机技术（动力的柴油机化、新型燃烧系统和电子控制技术）、混合动力技术、车身轻量化技术（轻质材料、优化设计）。推进农业、工业和城市节水和高效利用，进行水资源合理开发和优化配置，采用高效输水新技术，农业灌溉、工业和城市节水新技术。

(3) 开发和推广废弃物无害化处理技术。

应加强对农业废弃物、禽畜粪便、林业废弃物等的综合开发利用；有机废弃物的再资源化利用；重点解决城市污水、中小城镇污水和有毒难降解工业废水的处理与资源化成套技术；城市生活垃圾和城市生产性固体废弃物处理与资源化；家电、电子产品废弃物的无害化回收；开发和推广从

废弃物中回收铂、金、银等贵金属的技术。

(4) 开发和推广循环经济的链接技术。

循环经济链接技术是衔接产业间的纽带，将一种产业的废弃物变为另一种产业的资源，是循环经济得以实现的必要条件之一。推进循环经济的链接技术开发和推广。

(5) 开发和推广利用可再生资源技术。

对农林牧渔生产的主要产品要进行深加工（进入制造业系统），将之转化为工业原料（可降解塑料、医药、农药等）。积极发展水力发电、风力发电、太阳能光热利用、生物质能高效利用。

9. 建立信息交换平台，保障信息畅通

原有的信息交换是非对称的，废物产生部门只关心处理费用，并不关心处理细节和结果。同时，废物处理部门对废物的性质、组成等技术性资料也不清楚。要改善这一状况，废物产生部门要向循环处理部门提供废物的材质、组成、设计和其他技术信息；废物循环处理部门要向产生部门提供废物处理或循环的细节，包括技术、方法、最终处置地点、符合环境容量的措施以及如何循环资源化。

要保证物质资源的最大综合利用率，达到“物尽其用”的目的，需要通畅的信息渠道和大量的信息资源，从而使不同产业和企业间的物质交换链和生态链保持灵活性和有效性。也可以加快相关理论和技术的传播，各级政府是当仁不让的信息中介。除此之外，还应该健全社会中介组织，建立包括清洁生产及再生资源利用相关技术和供求信息的网络，并建立物质、能量和水集成软件及技术集成方法库，建立大型的综合的循环经济信息平台。

10. 宣传和公众的广泛参与

在循环经济运行模式下，社会公众作为产品最终使用者和资源再循环的开始者，是整个循环经济中至关重要的环节。应提高社会公众的参与意识和参与能力，成为建设循环经济的基本力量之一。

大力开展循环经济的宣传，通过舆论媒体和其他手段加大社会宣传力度，以提高公众对实现零排放和低排放的认识。将循环经济教育纳入基础教育，以教育影响学生、以学生影响家庭、以家庭影响社会。

开展政府官员的培训，定期组织各级政府官员参加相关知识教育培训，举办相关讲座，召开研讨会，介绍示范成果，传播循环经济的理论和实践，

提高各级官员对循环经济的理解，促使其将循环型工业的发展思想贯穿到日常管理的行为之中，全面深入地理解循环经济、清洁生产的作用；通过相应的综合素质培训，提高政府官员收集处理有关循环经济信息和综合管理的能力。

促使各种社会团体、媒体、研究机构、社区和居民参与到政府决策、管理和监督工作中。

推进新闻媒体对有关政务信息和企业信息，有关产品环境认证、实施清洁生产的企业、促进资源回用的个人和社区信息的传播和宣传，以及社会舆论导向作用。通过新闻媒体对有关企业和部门违法行为的公开曝光起到警示作用。

11. 加强国际合作，追踪先进理论和科技

加强与国际组织和外国政府、金融、科研机构等在循环经济领域的交流与合作，大力发展环境贸易，追踪并学习其先进理论和科技，借鉴发达国家发展循环经济的成功经验，引进国外先进技术、设备和资金，并向其展示我们的成果，以期反馈，并彼此联合起来，为实现人类和世界经济的可持续发展共同努力。

第四章 生态城市的基础理论和实践

第一节 生态城市理论的产生与发展

一、城市的发展和城市问题

城市是社会进步的必然产物，它能极大地推进社会、经济发展和文化繁荣。城市是指一定规模及密度的非农业人口聚集的地方和一定层级地域的经济、政治、社会和文化中心。因此，城市具有人口与物资的高聚集性、管理职能的区域中心性、基础设施的强公共性、文化构成的异属性等特点。但传统城市也有一些弊病。我国目前只有 660 多个城市，城市化水平仅有 30% 多，甚至赶不上一些发展中国家，而城市化中的一些弊病已经开始显现。但是，在全面建设小康社会的第二步战略目标的进程中，中国城市化的步伐不可阻挡，而生态城市则让人神往。根据统计，目前，我国已经有近百个城市喊出了建设“生态城市”的口号，这个数目肯定还在不断增加。

人们对生态城市的认识和实践是一个历史过程。首先我们来研究一下城市是如何产生的。“城市”，顾名思义为“城和市”的组合。在原始社会，人类聚居时为了防御野兽和相邻部落的袭击，在居民点外围挖掘壕沟，用土、木和石材砌筑围墙，形成了城的雏形。在以后的社会里（尤其是封建社会），城的作用和构造日益完善，但其本身作为防御性构筑物的本质一直没变。生产力的发展带来了剩余产品，也出现了商品交换，随着交换量的增加，社会中逐渐出现了专门从事商品交易获取利润的商人，交换场也渐渐固定，成为“市”，市的产生晚于“城”。因此，可以说，“城市”从其产生而

言，是从事商业交换活动并具有防御功能的居民集居点。

随着数千年人类社会的发展，尤其是近代工业革命给城市的发展带来了巨大的影响。由于工业的飞速发展，人口变得更集中起来，城市化速度大大加快，城市规模迅速扩大。在城市巨变的过程中，因为蒸汽机、电能的使用，使人们从单纯依靠风力、水力等自然资源的境地中摆脱出来，走向依靠人工能更有序组织生产的高层次工业生产。生产能够更加集中于城市，工业发展吸引了大批劳动力，相应地在工厂周围产生了工人居住区和为他们生活服务的各类公共设施。工业进一步向前发展，出现了火车、轮船和汽车等先进运输工具，同时产业部门增多，分工更加细致。相应地，各种交通工具和它们特殊的运输线型和站点选址要求，对原来城市道路系统带来很大冲击，同时也因为交通对城市发展的巨大作用，城市结构布局也出现了较大变化。生活水平的提高和需求的多样化，给城市带来了更为复杂的各类新型公共建筑，而工业也需要原料，更需要仓储等种种服务，使得城市用地的种类和功能大大丰富，城市结构布局复杂化，也对各类设施的合理匹配和布置提出了更高的要求。

但是，自工业革命以来，由于人们越来越热衷于对自然界的征服，为不断出现的各种发明自鸣得意，很少有人认识到我们赖以生存的环境正随着这种文明的进程而逐渐恶化。正如奥德姆在《生物学基础》一书中所指出的：“当然，为了满足自己的直接需要，人类比任何其他生物更多地企图改变物质环境；但是在改变环境过程中，人类对自己生存所必需的生物成员的破坏性，甚至毁灭性影响，也越来越增加。因为人类是异养性和噬食性的，接近复杂的食物链的末端。无论人类的技术怎样高超，对于自然环境的依赖性仍然保留着。从空气、水和食物，即我们称之为‘生活资料’来看，大城市仍然不过是生物圈的寄生者而已。城市越大，对周围地方的需要也越大，对自然环境的危害威胁也越大。至今，人类过分忙于征服自然，而很少考虑去调节由于人类在生态系统中的双重作用——操纵者和栖居者——而产生的矛盾。”所有这些，都导致了許多城市问题的产生。例如，许多大工厂布满于城市中，严重污染了空气、河流和土地。而且由于人口的过度聚集，城市中交通拥挤、基础设施负荷过重、噪音等称为“大城市病”的问题日趋严重。人、城市与自然生态系统相互作用过程中出现了日益严重的不平衡和不协调现象。

从本质上说，之所以产生城市问题有两个根本原因。

第一个原因是：城市是一个高度集聚和高度稀缺的统一体。所谓城市的集聚性是指城市是人类文明的集中表现，主要表现为现代城市是人类科

学、技术和文化发展的最高体现,是社会政治活动和经济活动集中的地方,又是地球上人口最密集的区域。在城市这个只占地球面积 0.3% 的区域内,居住着世界全部人口的 40%。同时,城市又是人类财富集中的区域、人类信息的中心、交通集聚之处。此外,城市也是建筑、能源、生产、消费的中心。所谓城市的稀缺性是指城市在多个自然环境因素方面的稀缺与紧缺特征。如城市中植被稀缺,生物、水源、光照、清洁空气、能源、土地等均呈不同程度的稀缺状态。此外,城市生态系统中分解者组分的稀缺,以及部分代替分解者职能的处理设施的不足,更使得城市运转过程中产生的废物难以如同自然生态系统中那样得到有效的分解,相反,这些废物沉淀和滞留在城市及附近地域,给城市带来许多的负面作用。城市高度集聚的各种功能及其运转是在一个相对狭小的空间区域内,以及资源、能源等较大程度缺乏的背景下进行的。这就使得各种各样的城市问题的出现成为一种必然。

第二个原因是人们对包含城市环境在内的自然环境的错误认识。这种错误认识导致了人们在城市建设、城市管理、城市发展等方面的失误,使城市问题不断加剧。城市问题实际上是人、城市与自然生态系统相互作用过程中呈现出来的不平衡、不协调现象。从城市发展的全过程来看,它既具有不可避免性,又完全具有可将其调控,限制在一个微小幅度之内的可能性。生态学及其观点的介入,使这一可能性更加明显。要解决城市问题,应从协调城市发展与自然环境及自然生态系统的关系角度着手。

“城市生态学”由美国芝加哥学派创始人帕克 1925 年提出,之后这一研究得到了迅速的发展。

从严格意义上讲,城市是人口集中居住的地方,是当地自然环境的一部分,它本身并不是一个完整、自我稳定的系统。但按照现代生态学观点,城市也具有自然生态系统的某些特征,具有某种相对稳定的生态功能和生态过程。而且环境生物学家和社会学家各自提出了对城市生态系统的定义。

社会学家提出城市由城市社会和城市空间组成,城市社会由人口结构、劳动结构和智力结构确定的城市居民与各种政治、经济、文化、群众和家庭等组织形式形成的城市组织构成,而城市空间由人工环境和自然环境构成。人工环境是由包括基础设施、生产设施和生活服务设施在内的人工环境(建成区环境)与施工环境组成的;自然环境指的是自然资源和地域环境。自然资源包括土地、空气、淡水、食物、能源和原料,而地域环境指的是城市所在地区的自然环境条件,主要包括地质、地貌、气候、水文、土壤、生物等几个方面。

环境学家提出城市生态系统由生物系统和非生物系统构成。其中生物

系统由城市居民、家养生物和野生生物组成，非生物系统由人工物质系统（住宅与公共建筑物、道路设施、工厂、交通设施、通讯设施和市政管网设施）、环境资源系统（气域、水域、土地、矿产）和能源系统（生物能、自然能和化石燃料）组成。

城市生态系统作为一个人类生态系统，强烈体现了人类行为对自然环境的影响及作用。由于人类认识的局限以及科学技术发展水平的限制，城市生态系统存在着诸多问题。城市生态系统问题的实质是生活在城市中的人类与其生活生存环境之间的关系产生了不平衡。这种不平衡的最明显特征即是人类生存环境的下降，以及这种环境质量下降引起了城市人类生存危机。从边界范围来看，城市生态系统问题具有某些共性，诸如城市化进程对自然环境的破坏，气候变化和大气污染、水污染等。同时，作为发展中国家，我国的生态系统又有自身的特点，如水资源短缺，人口高度聚集，绿地缺乏，乡镇工业的污染等等。

（1）自然生态环境遭到破坏

世界卫生组织 1996 年 4 月 4 日发表公告指出，1950 年到 1995 年期间，百万人口以上的城市在工业化国家中从 49 个增加到 112 个，在发展中国家中从 34 个激增到 213 个。预计到 2025 年，世界人口的 61% 将生活在城市中。而 1996 年在土耳其首都召开的世界人类居住区大会上专家指出：城市承受压力的加大将是未来几十年中碰到的主要问题。

城市化发展不可避免地一定程度上影响了自然生态环境。一方面应看到，城市化确实为人类自身创造了方便、舒适的生活条件，满足了自己的生存、享受和发展上的需要。另一方面也应看到，城市化造成的自然生态环境绝对面积的减少，使自然环境在很大区域内发生了质的变化，甚至消失，这种变化对城市居民起着更为重要的影响。自然生态环境的彻底破坏引起了一系列变化，如城市热岛效应、人们生活方式的改变等，这对人们的影响都是长期的、潜在的。另外，人们在享受现代文明的同时，却抑制了绿色植物、动物和其他生物的生存发展，改变着它们之间长期形成的相互关系。这样，人类将自己圈在了自身创造的人工化的城市里，与自然生态环境长期隔离。加之城市规模过大，人口过分集中，其结果是许多“文明病”或“公害病”相继产生，如肥胖病、心血管病、高血压病、呼吸系统疾病、癌症等。世界卫生组织 1996 年 4 月 4 日发表的公告指出：从目前看，世界大城市的空气、水源和食品污染已对数亿居民的健康造成不良影响。

（2）土地占用和土壤变化

城市群的形成和城市人口由市区向郊区的扩展，加快了占用农业用地

的速度。由于郊区地价较为低廉，人们一旦从市区中高层建筑的住房中解脱出来，都希望居住在层数不高的楼房，甚至要求有一幢带有园地的住房。尽管在总土地面积中，城市占用土地从比例上并不算大，但可以肯定的是城市和工业发展往往位于一个国家或世界上最好的、已经耕熟的农业用地上，大多是平坦的得到灌溉的肥沃的土壤上。在这些农田上扩展城市，意味着农业生产的实际损失。

城市土壤的变化包含两个方面的内容。

一是城市地下水位下降和地面沉降。一般而言，随着城市建筑物密度增大和大规模排水系统以及其他地下建筑物的增加，在很大程度上阻止了雨水向土壤的渗透，使得城市地下水位下降。随着地下水位大幅度下降，不仅使抽水地区的地面作垂直方向的沉降，而且沉降范围也向周围地区扩展，导致区域地表下降，“漏斗”产生。如果城市地面沉降不止，则会使房屋损坏、地下管线扭折，发生漏水、漏电和漏气，对城市生活有很大影响。

二是城市工业和生活垃圾对土壤的污染。工业城市中的垃圾不能像过去农村中的植物枯茎、动物残余以及人粪那样自然降解，重新回到土地之中。有机垃圾是可以分解的，而无机垃圾则会永远占据地皮，形成包围城市的垃圾堆。如塑料类废品的长期堆放，既给鼠类、蚊蝇提供了繁殖的场所，威胁人类健康，又影响市容市貌。更严重的是塑料垃圾进入土壤后不但长期不能分解，而且影响土壤的通透性，破坏土质，影响植物生长。

(3) 气候变化和大气污染

大气和土壤的能量平衡是气候变化的决定因素。在人口集中的城市中，家居用气燃烧、工厂机器的运转和机动车辆的行驶所排出的大量余热进入自然界，使城市获得更多的热量，因而城市一直是其周围地区内的一个热岛。城市与周围地区的温差，在一千万人口的城市达到 10°C 。在城市里，受热的空气逐渐升高，在数百米高处受阻于所特有的烟雾层，由于温室效应，太阳入射大于出射，在城市上空形成一个热井，在当地风速小于 3m/s ，而城郊温差达到 5°C 时，就会形成一股吹向市中心的风，使边缘工业区产生的污染空气流入城市中心。同时由于温差，城市的空气湿度也会低于周围地区。

大气的污染是城市中一个主要问题。早在 1873 年、1880 年和 1891 年，英国伦敦就曾发生过 3 次有名的“毒雾”事件，死亡人数达到 1 800 人以上。这是由于煤燃烧产生的大量的二氧化硫在臭氧的作用下，在空气中逐渐成为硫酸气溶胶所致。其实，城市中的大气污染还有许多。所谓大气污染是指由于人类活动直接或间接地增添到大气中的化合物，其含量达到使人类、

动物、植物或材料受到损害的程度。大气中的污染物是多种物质的混合体，主要包括粉尘颗粒、一氧化碳、硫氧化物，产生光化学烟雾的氮氧化物和光化学氧化剂。

(4) 用水短缺和水污染

当前，城市供水问题已成为世界范围内一个特别尖锐突出的制约性问题。早在 1972 年斯德哥尔摩举行的联合国人类环境会议上，许多国家的报告就都提到城市缺水问题。在各国的报告中，没有其他生态环境问题所受到的重视更甚于这个问题了。而 1992 年在里约热内卢举行的联合国人类环境与发展大会上所反映出的情况表明，20 多年来，城市供水问题非但没有缓和，反而更为加剧了。1987 年我国有 100 多个大城市用水紧张，近年，全国缺水城市已达 300 多个。用水短缺有两类原因，其一为城市所在地区缺乏地面与地下水资源；其二为所在地区并不缺乏水资源，但由于水资源受到严重污染，可供利用的清洁水源严重不足，即所谓的“水质型缺水”。

城市的水污染主要是由于城市中的工业废水和生活污水（包括人体排泄物）未经处理或处理不够，经下水道系统流入江河湖海，有的甚至直接流入水源，形成了各式各样的水污染，不只对城市人口造成损害，由于城市水道通向农村，对农村的生产和生活也带来了不良影响。

(5) 人口密集与绿地奇缺

人口密集是城市尤其是一些大城市、特大城市较普遍的现象。据有关资料显示，国外 42 个大城市人口密度为每平方公里 7 918 人，高于这一平均值的城市有 14 个。我国的上海、贵阳等城市的人口也是相当密集的。目前，贵阳市建成区的人口密度竟达 3 万人/平方公里。这意味着高密度人口的城市市政基础设施建设、交通环境改善和城市形象塑造将会面临持续的困难。联合国规定的城市人均绿地标准为 50~60 平方米。我国规定的人均绿地标准是 7~11 平方米。从表 4-1 看，我国重要城市的人均绿地面积平均值为 4.2 平方米，与联合国标准相差甚远。

表 4-1 我国部分城市人均绿地标准 (平方米/人)

城市	北京	天津	沈阳	长春	哈尔滨	上海	南京	杭州	福州	济南	武汉	广州	西安	平均
人均绿地面积	6.4	2.6	4.7	7.7	3.3	1.1	5.8	4.2	4.5	5.0	2.4	5.0	2.4	4.2

(6) 乡镇生态问题严重

乡镇生态问题以及其对城市生态系统的冲击是我国社会经济发展过程中的特殊问题。我国乡镇生态问题较为严重，乡镇企业造成的污染，已成为区域环境质量和流域环境质量下降的元凶之一，且已对城市生态系统形成不利的影响。其主要为乡镇企业所造成的环境污染。对于乡镇企业污染，社会学家费孝通概括为，一是厂区与居民区分；二是建厂时并未修建处理废水、废物设施；三是大中城市工厂对乡镇企业的污染转嫁。

二、生态城市理论的产生和发展

下面我们来考察一下生态城市是如何产生和发展的。

近20年来，在全球面临五大危机（人口膨胀、粮食不足、能源短缺、资源枯竭、环境污染）的大背景下，城市环境也日益下降。于是生物学家和社会学家介入城市规划领域，研究保护自然环境，使城市发展与生态环境之间形成平衡和协调状态；城市规划学者也在研究克服城市问题的同时，反思如何完善和充实城市规划理论的体系和框架，以适应新形势下城市及人居环境发展对生态学思想的需要与趋势，于是催生了生态城市理论。

生态城市理论的产生，本质上源于对过去城市发展历史的反思，具有极强的综合性和强大的发展空间。一般认为，现代生态城市思想的直接起源为霍华德的田园城市理论。这一理论着重于城市与自然的平衡。而现代生态城市理论成熟于20世纪80年代，理论的核心在于，认为城市发展存在生态极限。最初的理论主要是在城市中运用生态学原理。基于生态学原则的生态城市理论从其诞生之时就得到广泛重视，被认为是能够解决城市问题、实现可持续发展的未来城市模式。随着生态学的发展，城市生态理论“正以空前的速度横向向地和社会学、经济学等人文科学进行相互渗透和‘杂交’……”成为一门“研究人类与自然”的综合学科（黄肇义，2001）。生态城市理论包括城市自然生态观、城市经济生态观、城市社会生态观和复合生态观等的综合城市生态理论，并从生态学角度提出了解决城市弊病和问题的一系列对策。

20世纪70年代以来，以城市可持续发展为目标，以现代生态学的观点和方法来研究城市，逐步形成了现代意义上的生态城市理论体系。联合国教科文组织在实施“人与生物圈计划”研究计划中提出了“生态城市”这一重要概念。1990年在美国加利福尼亚伯克利城召开了“第一届国际生态城市会议”。美国生态学家瑞洁斯特和其他人推动召开的第五届国际生态城市大会，在全球产生了广泛的影响。中国学者马世骏、王如松、黄光宇、

沈永昌、王祥荣等，前苏联城市生态学家亚尼茨基，澳大利亚社区活动家恩格维特、建筑师唐顿等人也为生态城市理论作出了贡献，生态城市的研究得到蓬勃发展，生态城市的内涵不断得到丰富。

伴随着理论的发展，国际上都在探索进行生态城市的建设实践。从霍华德 1903 年设计的两座田园城市（英国的莱其华斯和韦林）到近年来印度的班家罗尔、巴西的库里蒂巴和桑托斯市、澳大利亚的怀阿拉市、新西兰的怀塔克尔市、丹麦的哥本哈根市、美国的伯克里、克里夫兰和波特兰都市区，都在进行生态城市实践。目前，国内的许多城市把生态城市作为城市发展的目标，如杭州、苏州、威海、扬州等。各城市由于经济基础、自然环境和地理位置的不同，采取的措施既有相似之处，又各有侧重、各具特点。

第二节 生态城市的定义和特点

一、生态城市的定义

尽管生态城市的理论和实践已经经历了很大的发展，但迄今为止，世界上还没有一个公认的真正意义上的生态城市，甚至对于生态城市还没有一个公认的定义和清晰的概念。

前苏联生态学家亚尼茨基认为，生态城市是一种理想城市模式，其中技术与自然充分融合，人的创造力和生产力得到最大限度的发挥。美国生态学家瑞洁斯特曾提出一个十分概括的定义：生态城市追求人类和自然的健康与活力。他认为生态城市即生态健康的城市，是紧凑、充满活力、节能并与自然和谐共居的聚居地。他还提出过关于生态城市的一系列原则，从土地开发、城市交通和强调生物多样性的自然特征，直到城市的社会公平、法律、技术和经济等。

同济大学黄肇义、杨东援等在对国内外生态城市理论进行了深入研究之后，提出了一个较为完善的生态城市定义：生态城市是全球或区域生态系统分享其公平承载能力份额的可持续子系统，它是基于生态学原理建立的自然和谐、社会公平和经济高效的复合系统，更是具有自身人文特色的自然与人工协调、人与人之间和谐的理想人居环境。

大百科全书对生态城市的定义是：生态城市是按生态学原理建立起来的一类社会、经济、自然协调发展，物质、能量、信息高效利用，生态良

性循环的人类聚居地。其中人和自然环境和谐共处、互惠共生，物质、能量、信息高效利用，技术与自然充分融合，人为创造力和生产力得到最大限度的发挥，而居民的身心健康和环境质量得到最大限度的保护。

笔者经过研究认为，生态城市是空间布局合理，基础设施完善，环境整洁优美，生活安全舒适，物质、能量、信息高效利用，资源永续利用，经济发展、社会进步、生态保护三者保持高度和谐，人与自然互惠共生的最适宜创业发展和生活居住的城市。

二、生态城市的特点

那什么是生态城市的特点？目前，生态城市理论研究已从最初的在城市中运用生态原理，发展到包括城市自然生态观、城市经济生态观、城市社会生态观和复合生态观等的综合城市生态理论。生态城市的特点也在研究和实践中日益深化。

1996年，瑞洁斯特领导的“城市生态小组”提出了建立生态城市的十项原则：

(1) 修改土地利用开发的优先权，优先开发紧凑的、多种多样的、绿色的、安全的、令人愉快的和有活力的土地利用社区，而且这些社区靠近公交站和交通设施。

(2) 修改交通建设的优先权，把步行、自行车、马车和公共交通出行方式置于比小汽车方式优先的位置，强调就近出行。

(3) 修复被损坏的城市自然景观，尤其是河流、海滨、山脊和湿地。

(4) 建设体面的、低价的、安全的、方便的、适合于多种民族和经济实惠的混合居住区。

(5) 培育社会公正性，改善妇女、有色民族和残疾人的社会地位。

(6) 支持地方化的农业，支持城市绿化项目，并实现社区的花园化。

(7) 提倡回收，采用新型优良技术和资源保护技术，同时减少污染物和危险品的排放。

(8) 同商业界共同支持具有良好生态效益的经济活动，同时抑制污染、废物排放和危险有毒、有害材料的生产和使用。

(9) 提倡自觉的简单化生活方式，反对过多消费资源和商品。

(10) 通过提高公众生态可持续发展意识的宣传活动和教育项目，提高公众的局部环境和生物区域意识。

1997年澳大利亚城市生态协会提出了生态城市的发展原则，内容为：修复退化的土地；城市开发与生物区域相协调、均衡发展；实现城市开发

与土地承载力的平衡；终结城市的蔓延；优化能源结构，致力于使用可更新能源，如太阳能、风能，减少化石燃料消费；促进经济发展；提供健康和有安全感的社区服务；鼓励社区参与城市开发；改善社会公平；保护历史文化遗产；培育多姿多彩、丰富的文化景观；纠正对生物圈的破坏。

欧盟提出了可持续发展人类居住区十项关键原则：资源消费预算；能源保护和提高能源使用效率；发展可更新能源的技术；可长期使用的建筑结构；住宅和工作地彼此邻近；高效的公共交通系统；减少垃圾产生量和回收垃圾；使用有机垃圾做堆肥；循环的城市代谢体系；在当地生产所需求的主要食品。

就目前的认识水平来看，概括起来说，生态城市具备以下几个方面的特点：

(1) 从地域范围来看，生态城市是城乡复合体，城与乡融合、互为一体，与传统城市和乡村对立的二元经济模式有本质区别。

(2) 从涉及领域来看，生态城市是一个以人的行为为主导、以自然环境系统为依托、以资源和能源流动为命脉、以社会体制为经络的“社会—经济—自然”的复合系统，是社会、经济 and 环境的统一体。

(3) 从城市生态环境方面来看，生态城市的自然资源得到合理利用和保护，具有良好的环境质量和充足的环境容量，空间结构布局合理，基础设施完善，生态建筑广泛应用，人工环境与自然环境融合。

(4) 从城市经济方面来看，生态城市既要保证经济的持续增长，更要保证增长的质量，形成良性循环，实现城市经济发展与生态环境效益的统一。

(5) 从社会方面来看，人们的价值取向已不再是单纯追求经济利益，而是以实现人与自然的和谐为目的。科技教育、道德法律等都将“生态化”。

第三节 生态城市的生态系统结构

要理解生态城市，必须从了解城市的生态系统开始。因为，生态城市也是具有城市生态系统的城市。一个城市生态系统是由自然再生产过程、经济再生产过程、人类自身再生产过程组成的一个复杂的系统，受各城市地理、空间、位置的限制，其规模、资源和环境特征各异，很难用一个标准来衡量。但有一个共同的原则，就是必须保持系统的健康和协调，具有

高效率的物流、能流、人口流、信息流和价值流，具有可持续的生产和消费的能力，具备高度生态文明的生活空间，具有良好的城市生态结构。

总体上说，衡量生态城市的标准应该是综合效率最高，风险最小，存活机会最大。但是，城市生态建设是在城市现状生态环境质量水平基础上实施的，表征及反映现状城市生态环境质量需要一套指标体系，这一指标体系表示了城市生态建设所要采取的标准及其所要达到的目标。

生态城市的生态系统结构是系统组成要素在系统一定空间范围内和一定演化阶段内相互连接、相互影响以及发生关系的有益于人、自然和环境协调发展的方式与秩序。生态城市的结构有以下四种方式。

一、食物链结构

生态系统中生物之间的食物链关系是营养结构的具体表现，是系统物质与能量流动的重要途径。在生态城市的系统中，人类是最主要、最高级的消费者，位于食物链的顶端。城市生态系统有两种不同的食物类型。其一为自然—相对人工食物链，该链中绿色植物为初级生产者，植食动物与肉食动物为一、二级消费者兼次级生产者，人类是杂食的高级消费者。它们之间的自然的、直接的食与被食量很小，植食动物与肉食动物大部分靠环境系统提供的人工饲料消费，人类直接食用的动、植物也必须经过简单的人工加工。其二完全为人工食物链，由环境系统提供的食品、饮品和药品供人类直接食用。该链中尽管只有一级消费者，但将环境生物转化为食品仍须经过复杂的人工加工。

二、资源利用链结构

人类除了食物的消费外，还需要大量的穿、住、行，使用消费、文化消费和社会消费等高级消费。正是这种不同于动、植物的社会需求，使城市生态系统产生了任何自然生态系统都不可能有的资源利用链结构。此种结构由一条主链和一条副链构成。在主链中，环境系统提供的各类资源经过初步加工后生产出一系列的中间产品，在经过深加工后生产出可供直接消费的最终产品。最终产品的一部分存留在市区环境，一部分输送到广域环境。而且，最终产品所利用的资源主要来自广域环境，而市区环境所提供的资源为数不多。如市区中的水体只提供少部分洁净水，太阳辐射只提供极少量的二次能源，岩矿资源基本上未被利用，土地的 50% 以上被开辟、改造为建设用地，但却与最终产品没有直接的物质、能量交换关系。

在副链中，能源转变为中间产品、中间产品转变为最终产品的过程中

都会产生一定量的废弃物。经重复利用、综合利用后，部分有价值废弃物返还主链，其余被排入市区环境和广域环境。

三、生命—环境相互作用结构

城市生态系统中的生命与环境之间，各种环境之间，环境要素之间都存在着一定的相互作用关系。其中城市人群与环境之间的关系（即城市人地关系）是此种结构的主要内容。在生命系统内部，相对于人群，自然生物实际上也是一种环境。在市区，自然生物的生长、发育和分布在很大程度上是由人安排的。人根据自己的需要，或扶植、或引进、或消灭，“适者生存法则”操纵在人手中。在人的干预下，自然生物种群单一，优势物种突出，群落结构简单，空间分布也被局限在人为框框中。尽管如此，自然生物反过来却对人作了巨大贡献，尤其在美化、调节环境和维护生态平衡方面发挥了重要作用。但当人类活动恶性循环，致使自然生物物种失调、数量减少，就会引起其他环境要素发生变异，从而导致灾难。

在次生自然环境中，自然要素是自然资源的母体，自然资源是自然要素中的有价值成分。人的活动改变了局部气候、地质基础和土壤结构，人的需要塑造了形形色色的微地形和按人为意愿循环的水系，人的部分生产生活废弃物排入大气、水体、地下。城市自然要素的改变适应了人生存的需要，并发挥了一定的自然净化功能，但人的无理性活动也会导致诸如气候恶化、地面沉降、环境污染等报复。人口的盲目增加和人的欲望的无限膨胀引起大量占用土地、大量消耗水源，从而可能导致城市地域无序扩展、土地利用结构失调和过量开采地下水等，市区有限的资源实在无力承担人的无限需求。

人工环境是人创造的财富，其中物质环境是基础，精神环境是上层建筑，建筑物、道路和设施不仅满足了人类活动的各种要求，它们的空间组合形态也体现了人类完善城市环境的美好愿望。劳动产品是人生产、生活消费的基础，也体现了城市在区域中的实力。资金是人个体或团体拥有财富的象征，也是人调节经济系统运转的有力工具。但当人处理物质环境的方式失当时，所引发的物质要素布局不当、资金运转不灵、人工净化能力不足，就可能导致一系列城市病。人是精神环境的载体，精神环境又反过来调整人的观念和行为。但精神环境的不完善也会对人产生副作用，如不良文化、教育基础薄弱、科技水平低、管理混乱、信息不畅等，是引发一系列城市问题的重要原因之一。

在广域环境中，郊区环境是区域环境的内核，区域环境是郊区的延展

和补充。城市人群的需要规定了郊区的特定功能，并将部分产品、大部分废弃物，以及科技成果、管理技能等输入郊区，促使郊区的经济、社会发展与市区保持相应水平。郊区是城市人群生存的保证，也弥补了市区生态环境的不足。郊区除向市区提供水源、副食品、劳动力、建设用地、对外联系功能、休憩游览功能和自然、人工净化功能外，还发挥着调节市区次生自然环境的重要作用。城市是区域发展的中心，通过向区域输出产品、科技、信息、资金和管理技能等，带动区域经济、社会、文化和科技等全面发展。区域是城市发展的基础，除向城市输入能源、粮食、各种加工业资源、市场需求、人才、信息、资金外，也发挥着调节城市环境的作用。

四、要素空间组合结构

城市生态系统组成要素的空间排列组合有两种基本形式：一是圈层式结构；二是镶嵌式结构。圈层式结构以市区为核心，市区生命系统与环境系统为内圈，郊区环境为中心圈，区域环境为外圈，这种自然形成的自内向外成同心圈状展示的空间结构形式体现了生命系统与各环节要素的内在联系，是人类生存的中心聚居倾向和广域关联倾向的必然结果。

镶嵌式结构有大镶嵌和小镶嵌之分。所谓大镶嵌，是指各圈层内部要素按土地利用差异所形成的团块状功能分区空间组合形态。如市区和郊区，有以单一要素为主的居住区、工业区、商业区、行政区、文化区、对外交通运输区、仓储区、郊区农业生产区、风景游览区以及特殊功能区等，也有以多种要素组合的工业—交通—仓储区，工业—居住—商业区，行政—居住—商业区，行政—文化—绿化区，以及旧城区、新建区等。各区按照各自的功能特点与要求分布在不同的位置上，形成一幅有规律的块状和条带状空间镶嵌图。所谓小镶嵌，是指各功能分区内部组成要素按土地利用分异所形成的微观空间组合形态。如在居住区内，可由道路或自然、人工界限划分为居住小区、居住生活单元。每个居住单元内，中心大多为一片公共绿地，四周集中布置生活服务设施。居住建筑群则根据日照、通风的要求，以及地形、用地形状的限制，按照行列式、周边式、混合式或自由式呈组团式布置。而小片绿地、区内道路和其他设施等则分散镶嵌其中。这种结构形态是城市生态系统的空间依托，其组建最初由于功能的无序而带有一定的盲目性。当城市发展与建设进入高级阶段以后，要素的组合也渐趋合理。因此，镶嵌式结构水平的高低是衡量城市规划质量与系统功能效率的一个重要标准。

第四节 生态城市建设的一般途径

为了更好地进行生态城市的建设,国家环保总局在调查研究的基础上,对生态城市进行了定义,提出了创建生态市的基本条件和指标体系,以期推动我国生态城市的建设工作。

生态市(含地级行政区)是社会经济和生态环境协调发展,各个领域基本符合可持续发展要求的地市级行政区域。生态市是地市规模生态示范区建设的最终目标。生态市的主要标志是:生态环境良好并不断趋向更高水平的平衡,环境污染基本消除,自然资源得到有效保护和合理利用;稳定可靠的生态安全保障体系基本形成;环境保护法律、法规、制度得到有效的贯彻执行;以循环经济为特色的社会经济加速发展;人与自然和谐共处,生态文化有长足发展;城市、乡村环境整洁优美,人民生活水平全面提高。

申报生态市的基本条件是:

- (1) 制定了《生态市建设规划》,并通过市人大审议、颁布实施。
- (2) 全市 80% 以上的县达到生态县建设指标,中心城市通过国家环保模范城市考核验收并获命名。
- (3) 全市县级(含县级)以上政府(包括各类经济开发区)有独立的环保机构,并为一级行政单位,乡镇有专职的环境保护工作人员。环境保护工作纳入县(含县级市)党委、政府领导班子实绩考核内容,并建立相应的考核机制。
- (4) 国家有关环境保护法律、法规、制度及地方颁布的各项环保规定、制度得到有效的贯彻执行。
- (5) 污染防治和生态保护与建设卓有成效,三年内无重大环境污染和生态破坏事件,外来物种对生态环境未造成明显影响。
- (6) 资源(特别是水资源)利用科学、合理,未对区域(或流域)内其他市域社会、经济的发展产生重大生态环境影响。

生态市建设指标包括经济发展、环境保护和社会进步三类,共 28 项。

生态县(含县级市)是社会经济和生态环境协调发展,各个领域基本符合可持续发展要求的县级行政区域。生态县是县级规模生态示范区建设发展的最终目标。

申报生态县的基本条件是:

- (1) 制定了《生态县建设规划》,并通过县人大审议、颁布实施。

(2) 全县 80% 的乡镇达到环境优美乡镇考核标准, 或通过考核验收, 达到国家级生态示范区建设标准。

(3) 有独立的环保机构, 并为一级行政单位, 乡镇有专职的环境保护工作人员。环境保护工作纳入乡镇党委、政府领导班子实绩考核内容, 并建立相应的考核机制。

(4) 国家有关环境保护法律、法规、制度及地方颁布的各项环保规定、制度得到有效的贯彻执行。

(5) 污染防治与农村环境综合整治、生态保护与建设卓有成效。三年内无重大环境污染和生态破坏事件, 外来物种对生态环境未造成明显影响。

(6) 资源(特别是水资源)利用科学、合理, 未对区域(或流域)内其他县域社会、经济的发展产生重大生态环境影响。

生态县建设指标包括经济发展、环境保护和社会进步三类, 共 36 项。

分析以上指标可以发现: 生态城市是人类社会发展到一定阶段的产物, 也是现代文明在发达城市中的象征, 是一个经济发达、社会繁荣、生态保护三者高度和谐, 技术与自然达到充分融合, 城乡环境清洁、优美、舒适, 从而能最大限度地发挥人的创造力与生产力, 并有利于提高城市文明程度的稳定、协调、持续发展的人工复合系统。在建设生态城市过程中, 保持经济发展、社会进步和生态保护的高度和谐是基础, 只有在这个基础上, 城市的经济目标、社会目标和生态环境目标才能达到统一, 技术与自然才有可能充分融合, 各种资源的配置和利用才会最有效, 进而促进经济、社会与生态三效益的同步增长, 使城市环境更加清洁、舒适, 景观更加优美。

应该认识到的是, 建设生态城市是一个长期的过程。建设生态城市需要按照生态学原理, 以空间的合理利用为目标, 以建立科学的城市人工化环境措施去协调人与人、人与环境的关系, 协调城市内部结构与外部环境关系, 使人类在空间的利用方式、程度、结构、功能等方面与自然生态系统相适应, 为城市人类创造一个安全、清洁、美丽、舒适的工作、居住环境。

建设生态城市是在对城市环境质量变异规律的深化认识的基础上, 有计划、有系统、有组织地安排城市人类今后相当长的一段时间内活动的强度、广度和深度的行为。生态城市建设的基点是合理利用环境容量(环境承载力), 这是生态城市建设的出发点和归宿。

建设生态城市是在城市生态规划的基础上进行的具体实施城市生态规划的建设性行为, 为生态城市规划的一系列目标、设想通过建设得到的逐步实现。

一、科学进行生态城市规划

生态城市规划的基本任务是使可再生资源不断恢复并扩大再生产，使不可再生资源节约使用；使人类环境质量不断改善，以保证人类健康所必需的水平。生态城市规划涉及到人类活动中的生产领域和非生产性领域，具有极强的综合性、社会性、经济性及预防性。生态城市规划是运用系统分析手段、生态经济学知识和各种社会、自然信息、经验，规划、调节和改造城市各种复杂的关系，在城市现有的各种有利和不利条件下寻找扩大效益、减少风险的可行性对策所进行的规划。包括界定问题、辨识组分及其关系、适宜度分析、行为模拟、方案选择、可行性分析、运行跟踪及效果评审等步骤。最终结果应给城市有关部门提供有效的可供选择的决策支持。简言之，生态城市规划即是遵循生态学原理和城市规划原则，对城市生态系统的各项开发与建设作出科学合理的决策，从而能动地调控城市居民与城市环境的关系。

生态城市的规划不同于传统的城市环境规划只考虑城市环境各组成要素及其关系，也不仅仅局限于将生态原理应用于城市环境规划中，而是涉及到城市规划的方方面面。致力于将生态学思想和原理渗透于城市规划的各个方面和部分，并使城市规划“生态化”。同时，生态城市规划在应用生态学的观点、原理、理论和方法的同时，不仅关注于城市的自然生态，而且也关注城市的社会生态。此外，生态城市规划不仅重视现今的生态关系和生态质量，还关注城市未来的生态关系和生态质量，关注城市生态系统的持续发展。

1. 制定生态城市规划的目标

生态城市规划的目标首先致力于城市人类与自然环境的和谐共处，建立城市人类与环境的协调有序结构。主要内容是：人口的增殖要与社会经济和自然环境相适应，抑制过猛的人口增长，以减轻环境负荷；土地利用类型和利用强度要与区域环境条件相适应，并符合生态法则；城市人工化环境结构内部比例要协调。其次致力于城市与区域发展的同步化。三是致力于城市经济、社会、生态的可持续发展。

2. 确认生态城市规划的内容

生态城市规划大致可以包含以下几个子规划：人口适宜容量规划、土地利用适宜度规划、环境污染防治规划、生物保护与绿化规划、资源利用

保护规划等。城市土地既是形成城市空间格局的地域要素，又成为人类活动及其影响的载体，它的利用方式成为城市生态结构的关键环节，同时决定了城市生态系统的状态与功能，因此城市土地成为连接城市人口、经济、生态环境、资源诸要素的核心。而通过对城市土地利用进行生态适宜度分析，确定对各种土地利用的适宜度，并根据选定方案调整产业布局，以调控系统内物质流、能量流和信息流的生态效用和经济功能，达到维持城市的生态平衡和经济高效的目的，便成为生态城市规划的首要内容。它包括：

(1) 根据城市生态适宜度，制定城市经济战略方针，确定相宜的产业结构，进行合理有效的产业布局，特别是工业布局，以避免因土地利用不适宜和布局不合理而造成的生态与环境问题。根据土地评价结果，搞好城市基础设施和住宅的建设与布局，提供不同功能区内的人口密度、建筑密度、容积率大小和基础设施密度方案。

(2) 根据城市气候效应特征和居民生活环境质量要求，搞好园林绿化布局并进行城市绿化系统设计，提出城市功能区绿地面积分配、品种配置、种群或群落类型方案。

(3) 根据生态功能区建设理论，建立环境生态调节区，在此区中，自然生态系统的特征与过程应被保持、维护或模仿。

(4) 根据生态经济学基本原理，研究城市社会、地域分工特点，进行城市空间的生态分区（一般分为中心城区、城乡结合部、远郊农业区、城市功能扩散区），并揭示各区经济专业发展方向和生态特征。

二、城市生态建设的内容

从狭义来说，城市生态建设的内容是由城市现实存在的生态问题决定的。城市生态问题产生可归结于两个根源：其一是人类自身繁衍过度导致对资源的过度利用及环境超负荷承载而产生的生态问题；其二是人类经济活动产生的环境污染问题。生态建设相应包含两大部分内容：一是资源开发利用；二是环境整治。前者着重研究在资源开发、利用过程中所产生的生态问题；后者着重研究解决、治理环境污染问题。然而从广义上讲，城市生态建设除包括以上内容外，还应包括其他有关城市人口、经济、社会等领域。

(1) 确定人口适宜容量

所谓适宜人口，是指在某一特定区域内与物质生产相适应的，并能产生最大社会效益的一定数量的人口。它以解决人口增长同生产发展与资源有限之间的矛盾，并维持它们之间的平衡，促进社会发展为前提，其核心

是资源与生产、消费的平衡,使人口的增长与资源的丰歉程度、气候条件的好坏、资源开发利用深度及社会物质生产和消费水平相匹配。一个特定区域的适宜人口是社会经济发展水平、消费水平、自然资源和生态环境的函数。

(2) 研究土地利用适宜性程度

土地资源是人类进行食物性生产的基础,也是人类最主要的自然资源,它具有不可移动、不可创造和不可再生的特征。不同的土地利用方式对城市生态系统有着深刻的影响。土地利用符合生态法则才能称之为“适宜”,要达到城市土地适宜的目的,在土地开发利用的过程中不仅要考虑经济上的合理性,而且要考虑与其相关的社会效益和环境效益。在具体进行城市土地适宜性研究过程中,要借助于土地生态潜力和土地生态限制分析。土地利用的生态潜力指环境条件对某种土地利用方式所提供的发展机会;土地利用生态限制则指环境条件对某种土地利用方式所产生的制约。土地利用适宜性研究的目的是寻求某种能最大限度地发挥土地潜力并减少其生态限制的土地利用方式,为制定科学合理永续的城市土地利用规划服务。

(3) 推进产业结构模式向循环经济的产业结构模式演进

城市的生产功能是城市最基本的功能之一,城市生产功能在发挥作用过程中,对城市的现实及未来的整体状况都将产生重大的影响。而作为城市生产功能的具体表现形式之一的城市产业结构,又对城市发展产生深刻的作用力。城市的产业结构体现了城市的职能和性质,决定了城市基本活动的方向、内容、形式和空间分布。无论采取哪种类型,具有哪些特征,城市合理的产业结构模式都应遵循生态工艺原理演进,使其内部各组形成“综合利用资源,互相利用产品和废弃物,最终成为首尾相接的统一体”,即按照循环经济的产业结构模式确定产业结构。

(4) 建立市区与郊区复合生态系统

由于特殊的区位关系,城市郊区与城市市区有着十分广泛的经济、社会和生态联系。应该看到,从经济、社会联系来说,市区是强者,郊区乡村经济、社会的发展依附于市区;从生态联系来说,市区又是弱者,郊区的生物生产能力和环境容量大于市区,是市区存在的基础。因此,为了增强城市生态系统的自律性和协调机制,必须将市区和郊区看作一个完整的复合生态系统,对系统的运行作统一调控。要在郊区发展生态农业,提高农业资源的利用率,降低生产的物质与能量消耗,为净化或重复利用市区工业、生活废弃物,以及为城市居民提供更多的生物产品创造条件。

(5) 防治城市污染

城市污染的防治是生态城市建设重要而具体的内容，只有通过对城市环境污染的有效治理，才能形成并维持高质量的城市生态系统，为城市可持续发展打下坚实的基础。城市污染防治的重点是解决城市大气、水、噪声、垃圾和固体废弃物处理，其中心环节是在做好环境污染预测基础上，选取适宜的处理方法和处理程序，使环境的承受能力与排污强度相适应，使污染控制能力与经济增长速度相协调。强化城市生态环境保护与治理的工程性对策有：构筑结构合理、布置均衡、形式多样、功能强化、城乡贯通的城市绿化系统，形成绿色保护屏障，发挥稳压器的作用；搞好城市的饮用水工程和污水排放与处理工程，使自来水的水质逐步向国际标准靠拢；建立大型污水处理厂，提高污水处理率，同时结合河道整治、疏浚，逐步恢复市内河道的清洁度；实行集中供给能源，推广先进的烟气处置工艺，从根本上减少大气中有害物质的含量；改进和完善城市垃圾的收集运输系统，力争做到分类收集、封闭运输、实施焚烧、填埋和资源再生相结合的无害化处理工程，让一部分垃圾变废为宝，另一部分经无害化处理后还原到自然中；发展环保科技，推广清洁无害工艺，切实减少污染的排放量。

(6) 保护城市生物

现在，除人类以外的生物有机体大量地、迅速地从城市环境中减少、退缩以至消亡，城市生态恶化是其重要原因之一。各类生物尤其是绿色植物在城市生态环境中担负着重要的还原功能，城市绿化程度以及人均绿地面积是体现城市生态建设水平的重要指标。实施城市生物保护，要制定科学合理的规划，这些规划包括城市绿地系统规划、国家森林公园及自然保护区规划，珍稀及濒临灭绝动植物保护规划。

(7) 提高资源利用效率

城市是资源高强度集中消耗区域，其资源综合利用效率既反映了城市科学技术水平及经济发展水平，同时也反映和决定了环境质量水平。用循环经济模式提高资源综合利用效率是改善城市乃至区域环境质量的重要措施，应贯穿于资源开发、再生利用等多个环节中，并通过水资源保护、供水优化、能源利用及保护、再生资源利用等方面予以体现，使之成为生态城市的生态系统建设的一个重要组成部分。

(8) 建设生态住宅和生态社区，逐步向生态城市迈进

新建住宅以人为本，建筑与环境并重，现实与适度超前相结合，一般做到30年不落后。住宅功能由“有房可住”的生存功能，向实用型、舒适型、健康型、美观型发展。生态型住区的空间布局提倡“开放空间优先”观

念，充分利用住区自然地形地貌特征进行规划设计，把住宅建设密度控制在 30% 以下。建筑设计应根据城市大环境及其区位确定主题定位，在园林设计、建筑造型、社区服务等方面突出特色。住区还应有充足的日照、清新的空气、良好的通风、洁净的水面，一改目前住区商业、居住、工业多功能混杂的状况。

按照各自实际情况，进行城市快速路与主干道、城市公园与广场体系为主的生态景观建设，倡导人与自然互动的生活理念，适应新的生活功能要求，保护城市生物多样性，积极建设生态与景观相协调、类型各异、规模不等的城市绿地人工植物群落和城市广场，保护完善自然山水风貌和空间景观，创造人与自然和谐统一的生活空间，营造出赏心悦目的城市生态景观形象，使居民出门 500 ~ 800 米内即能到公园休憩，充分体现山水生态城市的特色。

以建设生态示范小区为突破口，倡导生态生活观念和生态价值观，逐步向生态城市迈进。

第五章 生态工业和生态工业园区

第一节 生态工业的起源和发展历程

为什么要在这里讨论生态工业和生态工业园呢？这是因为循环经济的第一个突破口就是在工业领域。或者说循环经济理念作为范式革命第一次就发生在工业领域。更严谨地说，循环经济理念的范式革命和工业领域的生态革命几乎是同时发生和推进的。因此，首先来研究生态工业和生态工业园，看看在循环经济的第一次范式革命中究竟发生了什么。

人类社会进入工业文明后，建立了以人类为中心的“社会—经济”体系，工业系统则是其主要的子系统，它在传统的经济发展中起着举足轻重的作用。随着工业的不断发展，工业系统在满足人类社会经济和生活需求的同时，其全部活动对区域甚至全球自然环境产生越来越大的影响。面对工业系统与自然生态系统的固有矛盾及对环境造成的危害，如何系统、整体地协调工业系统与自然环境的相互关系，使人类社会发展的需求与自然生态系统的发展达到动态平衡，人们一直在寻找可行的理论与解决方法，工业生态学就是在这一背景下诞生的。

一、萌发阶段

20 世纪五六十年代，生态学蓬勃发展，人们产生了能否模仿自然生态系统，按照其物质循环和能量流动的规律重构工业系统的想法。20 世纪 60 年代末，日本政府通产省的工业机构咨询委员会开展了前瞻性研究，其下属的工业—生态工作小组通过研究，提出了应以生态学的观点重新审视现

有的工业体系和应在“生态环境”中发展经济的观念。1972年5月,该小组发表了题为《工业生态学:生态学引入工业政策的引论》的报告。1983年,比利时的政治研究与信息中心出版了《比利时生态系统:工业生态学研究》专著,书中反映了6位学者(生物学家,化学家,经济学家等)对工业系统存在问题的思考。他们认为,工业社会是一个由生产力、流通与消费、它所用的原料与能源以及所生产废料等构成的生态系统,可运用生态学的理论与方法来研究现代工业社会运行机制。这一阶段被认为是工业生态学的萌发阶段。

二、工业生态学的诞生

1989年9月,Frosch和Gallopoulos发表题为《制造业的战略》一文,提出了工业生态学的概念,认为工业系统应向自然生态系统学习,并可以建立类似于自然生态系统的工业生态系统。在这样的系统中,每个工业企业必须与其他工业企业相互依存、相互联系,从而构成一个复合的大系统,以便运用一体化的生产方式来代替过去简单的传统生产方式,减少工业对环境的影响。

三、蓬勃发展的阶段

20世纪90年代以来,工业生态学的理论研究与实践进入蓬勃发展的崭新阶段,主要表现在以下诸多方面:20世纪90年代初,美国科学院举行多次会议,对工业生态学的概念、内容、方法和应用前景等问题进行研讨,形成了工业生态学的基本框架。1992年,美国电信企业AT&T的Allenby首次完成了工业生态学博士论文的答辩。1993年,《清洁生产》杂志出版,该杂志经常刊发有关工业生态学研究的文章。1993年6月29日,美国成立了可持续发展总统委员会。1996年10月中旬,该委员会召开了有关工业生态学的重要研究领域——生态工业园的工作会议,对生态工业园的定义、建设原则、美国生态工业园实践的情况进行了研讨。1996年,全球发行的《生命周期评价》杂志面市,它专门刊载工业生态学研究内容之一的生命周期评价方面的研究论文。1997年,麻省理工学院出版了全球第一份《工业生态学杂志》,专门发表工业生态学的研究论文。1998年11月,美国矿产资源局(USGS)举行了“关于科学、可持续能力和天然资源管理:USGS物质与能量流动研究”专题工作会,与会者就工业生态学、物质与能量流动进行了研讨,认为物质与能量流动的研究对于正在形成的工业生态学领域的研究具有重要的意义。2000年,成立于1996年的美国跨部门工作小组发表了

题为《工业生态学——美国的物质与能量的流动》的报告，对工业生态学和物质与能量流动的关系进行了阐明。2000 年在世界范围内成立了工业生态学国际学会。2003 年 8 月，清华大学出版社出版了金涌、李有润、冯久田主编的《生态工业原理与应用》一书，书中收集了 2002 年 12 月在北京香山饭店召开的以“资源利用生态化和生态工业系统”为主题的香山科学会议第 198 次学术讨论会十几位专家的论文及部分专家研究成果，成为中国的第一本生态工业专著。目前在欧美三十来所大学内设有工业生态学课程。近年来，冠以工业生态学的研究文章、专著不断涌现，有关工业生态学的网站不胜枚举。

目前，工业生态学的理论研究与实践在国外正在蓬勃开展，一门新兴的学科正在形成。

第二节 生态工业的概念和实践原则

1989 年，Robert Frosch 和 Nicolas Gallopoulos 在《科学美国人》专刊号上发表了《可持续工业发展战略》一文，两位作者提出了以下观点：工业可以运用新的生产方式，对环境的影响将大为减少。这个概念引导他们推出了生态工业这一概念：“在传统的工业体系中，每一道制造工序都独立于其他工序，消耗原料，产出将销售的产品和将堆积起来的废料；我们完全可以运用一种更为一体化的生产方式来代替这种过于简单化的传统生产方式，那就是工业生态系统……”Graedel 等认为：生态工业是指仿照自然界生态过程物质循环的方式来规划工业生产系统的一种工业模式，在生态工业系统中，各生产过程不是孤立的，而是通过物流、能量流和信息流互相关联，一个生产过程的废物可以作为另一过程的原料加以利用。生态工业追求的是系统内各生产过程从原料、中间产物、废物到产品的物质循环，达到资源、能源、投资的最优利用。

《工业生态学》杂志认为：工业生态学是迅速发展的一个领域，它从本地、区域和全球三个层次上系统研究产品、工艺、产业部门和经济部门中的物质与能量的使用 and 流动。它集中研究工业在降低产品生命周期的环境压力方面的潜在作用，产品生命周期包括原材料采掘、产品制造、产品使用和废弃物管理。

美国跨部门工作组的报告认为：工业生态学这一术语把工业和生态学两个人们熟悉的概念结合为一新的概念，它研究在工业、服务及使用部门

中原料与能源流动及这些流动对环境的影响。它阐明工业过程如何与生态系统中天然过程发生相互作用。自然生态系统发生的物质和能源使用及其循环的重建,指出了可持续工业生态学的道路。工业生态学提供了一个研究技术、效率、资源的供应、环境质量、有毒废弃物以及重复利用诸多方面互相关联的框架。

2000年成立的工业生态学国际学会认为:工业生态学提供了一个强有力的多视角工具,通过它,可审视工业和技术的影响及其在社会和经济中相关的变化。工业生态学是一个正在形成的领域,它研究产品、过程、工业部门和经济活动中的原料和能源在本地、区域和全球范围的使用与流动。它关注工业通过产品生命周期及与之相关的问题在减少环境负荷方面的作用。

总之,有关生态工业的不同定义多达二十几种,这是由于这是一门新兴的学科,人们对它的认识处于不断深化之中,而且思考的角度也各有差别,所以尚未形成一个非常一致的意见。但是大家在关于生态工业的三大基本要素方面是认同的:

(1) 生态工业是一种关于工业体系的所有组成部分及其同生物圈的关系问题的全面的、一体化的分析视角。

(2) 工业体系的生物物理基础,亦即与人类活动相关的物质和能量流动与储存的总体,是生态工业研究的范围。与目前常见的学说不同,生态工业的观点主要运用非物质化的价值单位来考察经济。

(3) 科技的动力,亦即关键技术种类的长期发展进化,是工业体系的一个决定性(但不是唯一)因素,有利于从生物系统的循环中获得知识,把现有的工业体系转换为可持续发展的体系。

生态工业的思想起源于自然界。大自然经过数十亿年的演化已经形成了一个结构复杂、功能强大的生物圈,生物与环境之间是一种相互依存、协同进化的关系,这对工业社会的发展具有很好的启示性。人们尝试运用生态学的原理来指导和规划整个工业体系,希望能模仿自然界建立工业系统内的“生态链网”结构,通过高效的物质循环和能量梯级利用,达到资源和能源最高的使用效率,使工业社会能像自然界一样稳定发展,不断进化。

建设生态工业需要遵循下述四项原则:

(1) 物质循环原则

自然生态圈中高效的物质循环为工业发展中合理、有效、持久地使用资源提供了一个非常好的榜样。以自然界的碳—氧循环为例,植物吸收二氧化碳并排放出废物——氧气;相反,动物则通过呼吸作用吸入氧气,同

时排除代谢废物二氧化碳。生物圈总是通过类似的封闭循环,把最主要的营养物质保存在系统内部,废物总是可以作为资源再使用的。驱动整个生物圈运转的只是太阳能的输入。目前,工业系统的运转主要依靠化石资源,并且这种依赖程度呈现一种增长的态势。有限矿物资源的开采及其使用造成的环境污染将成为制约工业生产可持续发展的重要因素。因此,要实现生态工业,关键就要学习自然生态系统物质循环利用的法则,要掌握在不同成员之间实现物质循环利用和能量梯级利用的方法,以减少物质和能源的消耗。人们还应更多地使用可再生资源 and 能源、废弃物资源和废热能源。

(2) 多样性原则

自然生态系统之所以能长期存在,就是在于它的物种、关系和信息的多样性。多样性的存在确保了生态系统具有较高的柔性和适应性,成为生态系统能够在不断变化的环境条件下得以长期维持的重要保证。生态系统还能通过多样性在严峻的资源条件限制下来优化它的各项功能。多样性也是建设工业生态链网结构的基础。要实现工业经济的多样性,首先,目标要多元化,以经济价值作为唯一目标将使生态工业的多样性大打折扣,在发展经济的同时,必须兼顾环境、生态、社会等多重目标,政府在制定政策的过程中应将这些内容涵盖进去;其次,在工业生产过程中强调产品质量,增加产品种类,延长产品寿命;最后,要在不同层次上分别建立起不同的产品、不同的过程单元、不同的企业和不同的行业之间相互依存、相互促进的共生关系,在高效合理利用废弃物和废热的同时,促进工业生态系统自身的发展。

(3) 因地制宜原则

自然生态系统的发展是受到地区自然因素限制的,但是自然生态系统中的各个物种能够适应当地的环境条件,通过多种协作关系实现与周围环境的和谐相处。地区经济和工业系统同样受到自然条件的限制,如资源、能源等。生态工业如何实现因地制宜?首先,是要根据当地实际的自然条件,科学合理地选择和调整产业结构和产业布局,以获得地尽其利、物尽其用的最大经济效益,同时保持良好的生态环境;其次,在企业间加强联合,建设生态工业共生体系,实现行业间的优势互补;最后,工业生产还要与区域内社会生活中运输、消费等环节,以及生态环境的诸多要素有机结合,耦合成为一个整体。

(4) 渐进演化原则

自然生态系统是经过数十亿年的发展历程才达到现在的水平的,生物进化则是在周围环境条件的限制和促进下,通过基因变异、优胜劣汰逐步

实现的。生态工业的实现也不会一蹴而就，必须根据当地实际情况分阶段逐步实现。目前的工业系统发展几乎完全建立在化石资源上，化石资源的消耗速率远远超过了它在自然界的再生速率。因此，工业生态系统中的渐进演化思想主要体现在调整资源和能源结构、开发绿色工业、更多地依靠可再生资源和能源的持续利用以及废弃物资源和能源的开发上。工业生态系统将调整自身以适应当地自然资源的再生周期，进而不再需要无限制地使用不可再生资源。当然这种调整要受到技术、经济等各种因素的制约，是一个渐进演化的过程。

要实现生态工业的发展目标，必须对传统工业的生态结构在从产品、企业到工业系统的三个层次进行生态结构重组。在工业系统层次上，改善整体经济的物质和能源效率，这也是工业生态学的最基本观点；在企业层次上，重新审视产品与制造过程，特别是要减少废料；在产品层次上，要求在产品设计和开发过程就综合考虑各种环境因素，使产品在整个生命周期内对环境的影响最小。

1. 产品层次上的结构重组

在产品层次上，进行产品生态评价与生态设计。对产品进行“从摇篮到坟墓”的生命周期评价的主要目的，在于寻求改善产品环境影响的机会与方法，从而为产品生态设计提供技术支持。生态设计，或为环境而设计，是指在产品设计与开发过程中系统地融入环境因素，尽量减少产品对环境产生的压力。生态设计需要兼顾产品的环境表现和经济表现，必须考虑到产品开发和使用寿命中的所有阶段，最终选择那些在整个寿命周期内产生最低环境影响的产品。

产品生态设计有多种类型：

(1) 产品改善：以关心环境和减少污染为出发点，对现行产品进行调整和改善，产品本身和生产技术一般将保持不变。如建立轮胎回收系统、改变原材料、改变制冷剂类型、增加防止污染的装置等。

(2) 产品再设计：产品概念将保持不变，但该产品的组成部分被进一步开发或用其他东西代替，如增加无毒材料的使用、增加再循环和可拆卸部件、增加备件和原材料的重复利用、最大限度减少产品寿命周期中各个阶段的能耗等。

(3) 产品概念革新：在保证提供相同功能的前提下，改变产品或服务的设计概念和思想。如从纸基图书转向电子图书等。

(4) 系统革新：随着新型产品和服务的出现，需要改变有关的基础设

施和组织。在信息技术基础上的组织、运输和劳动变革，就属于这种革新类型。

从产品改善、产品再设计到产品概念革新、系统革新，需要不断增大创造性和革新性的力度，同时也导致更好的环境表现和更高的生态效率。当生态效率的提高达到 2 倍时，产品寿命周期的环境影响将减少 50 %；效益提高 20 倍时，环境影响将削减 95%。具体的改善程度和耗用时间与相关产品、服务或系统的种类和性质有关。另外，一系列新的设计理念和方法，如生命周期设计 (LCD)、生命周期工程 (LCE)、为环境而设计 (DFE)、为拆解而设计 (DFD)、为再循环而设计 (DFR) 等成为产业界研究与应用的热点。

2. 企业层次上的重组

企业层次上，主要是优化反应过程，提高反应效率，重新审视生产工艺和制造过程，开展清洁生产，注意减少废料的产生。工业废弃物的污染程度取决于生产工艺技术对资源的综合利用程度与过程优化集成水平。开发过程工业物质转化的高效—洁净—合理利用资源的绿色新过程与工程化实施是急切的社会需求，绿色过程的开发为过程工程学拓展了新的内涵：建立资源—环境保护新体系的思想方法论与实施策略，源头污染控制与资源—环境同一论的清洁生产策略；原子经济性化学反应处于绿色过程的核心地位，理想的绿色化学反应，即原料中的原子 100% 地转变为产物，不产生副产物或废弃物，实现废弃物的零排放；运用环境—经济综合评价体系，建立过程工业的物质流程—能量流程—信息流程综合优化与过程集成；发展生物转化技术，借鉴能源和可再生资源替代技术；建立企业内部物质能量分层多级循环优化利用体系。

3. 工业系统层次上的重组

在宏观层次上，生态工业要求改善整个工业系统内的物质与能源利用效率，以及重新确定“废物”价值，使其可作为其他生产过程的原材料，促进物质在整个工业体系内循环流动地实现。这是工业生态学的最基本的观念，这主要是从系统论的观点出发，对工业生态系统进行结构分析和功能模拟，学习自然生态系统，建立工业物流供给网络，实现物流的闭路再循环。

这里特别强调分解者在生态结构重组中的作用。生态工业中的分解者，也称为循环者，是生态工业实现可持续发展不可或缺的重要一环。它肩负

各种废弃物回收、分拣、再资源化的重任，而且针对不同的废弃物有不同分解者，这样更具有针对性和专业性，能够更高效地实现物质循环过程；其次，分解者还可能是某种技术或思想，借助这些技术和思想可以更容易地实现废弃物的再生。例如，产品的“为拆卸而设计”和“为再循环而设计”，就可以使废弃物的再生变得非常容易。

当然，要实现整个工业系统内的物质循环并非易事，不仅要依靠技术进步，还要考虑如何将生态学的理论与原则融入国家法律、经济和社会发展规划中，通过各种政策法规调动起企业参与生态工业建设的积极性，促进国家乃至全球生态工业的发展。

总之，工业生态学的一项重要任务就是探讨建立高效、和谐的生态工业系统的途径、方法，研究分析企业间合作的机会与限制，引导企业按照生态学的“共生”原理建立可持续的生态工业系统。生态工业是循环经济的基础，生态工业学是循环经济的基础理论。从本属意义上讲，循环经济起始于生态工业，并以生态工业作为自己的全部理论和实践基础。

第三节 生态工业园区的基本知识和具体实践

“工业园区”是一些工业企业组成的集合体，是工业化国家中作为一种促进、规划和管理工业发展的手段。它包括工业区、工业群、工业园、工业带和商业园。中国改革开放之后，也大量建设各种用途和规模的工业园区，保守估计的数字在3000个以上，这些工业园区为各地的经济发展做出了巨大的贡献。

然而，工业园区在促进工业快速发展的同时，对环境也产生了严重的破坏性影响。由于工业园区各种工业相对集中，污染问题特别突出。工业园区运行的过程中，会排放各种有毒有害气体，产生酸性降水、烟雾、臭氧耗损和全球变暖等；排放包含金属成分的溶剂、涂料、油类、酸类和其他废水，从而造成水土恶化、危害人体健康；倾倒大量工业废料，从而污染地表水和地下水。另外，运输、储藏和处置油类、溶剂、氯化烃、特种金属、污泥和特种溶液也会增加对环境的损害。

针对这些问题，人们对工业园区的环境管理高度重视，在制定详细的法规政策来推动企业加强环境治理的同时，还积极研究企业间的相互关系，努力以一种可持续的方式来开发和运行工业园区。工业生态学为工业园区的发展指明了方向，它使园区不再把目光局限在提供最低限度服务（例如

集中式废物处理和污水处理系统)，而是要以自然界为榜样，从源头入手，促使企业内部提高能源效率、节约资源使用、开展清洁生产，企业间则通过多方面的协作实现园区整体最优和废物最小化，向着生态工业园区迈进。

自从丹麦的卡伦堡建成了世界上第一个生态工业园区，以及生态工业园区概念的提出，清洁生产、绿色工业等思想的推广，尤其是进入 20 世纪 90 年代以后，世界上出现了许多包含物质交换与废物循环的共生体项目和计划。人们开始认识到，生态工业园区不仅能大大减少工业体系对环境的干扰，而且在降低工业园区整体成本、提高园内企业效益方面也大有优势。生态工业园区的建设已经引起了许多国家的广泛关注，并成为人们发展循环经济、实现可持续发展的重要途径。

一、生态工业园区的概念

1995 年，Cote 和 Hall 从生态工业园区的运作目标角度将生态工业园区定义为：“生态工业园区是一个工业系统，它保存着自然和经济资源，并减少生产、物质、能量、风险和处理的成本，改善运作效率、质量、工人的健康和公共形象，而且它还提供由废物利用和销售获利的机会。”

与此同时，Lowe、Moran 和 Holmes 等学者也给出了生态工业园区的定义，他们强调生态工业园区内的合作机制，认为生态工业园区是制造业和服务业的共同体，通过环境与资源管理方面的合作，这些制造业和服务业追求增强的环境 and 经济绩效。产业共同体通过合作寻求集体利益，这一利益大于每个公司使其各自利益最优化时实现的利益总和。

1996 年 10 月，美国可持续发展总统委员会主办了专题讨论会，并同时提出了两个颇受关注的生态工业园区定义：

(1) “为了高效地分享资源（信息、物资、水、能源、基础设施和自然居留地）而彼此合作且与地方社区合作的产业共同体，它导致经济和环境质量的改善和为产业与地方社区所用的人类资源的公平增加”。

(2) “有计划的物质和能量交换的工业系统，寻求能源和原材料消耗的最小化、废物产生的最小化，并力图建立可持续的经济、生态和社会关系”。

上述生态工业园区定义虽不完全一样，但本质上均强调生态工业园区环境成本的削减和内部成员的合作。如上述定义所述，生态工业园区内企业之间、企业与社区和政府之间在副产品交流和管理方面都存在密切的合作，虽然在园区内地域上邻近，但是生态工业园区的内部机制远远不同于传统地域综合体的产业链。生态工业园区作为以生态循环再生为基础的

工业园区，既包括产品和服务的交流，更重要的是以最优的空间和时间形式组织在生产和消费过程中产生的副产品的交换，从而使企业与社区付出最小的废物处理成本，并且通过对废物的减量化促进资源利用效率的提高，改善环境品质。因此，生态工业园区不同于传统的工业园区仅仅强调经济利润的最大化，生态工业园区强调的是经济、环境和社会功能的协调和共进。

二、生态工业园区的分类

根据文献研究结果，一般将生态工业园区分为以下三类：

(1) 全新规划型。

为保证生态工业园的建设处于一个高水准的起点上，可以切实加强同国民经济密切相关的重要元素碳、氯、硫及水和能量等在工业生态园区内的循环利用。在精心设计的基础上，可以通过清洁生产技术的应用而达到建设零排放园区的理想目标。日本的 Ebara 公司目前正在日本的 Yakushima 岛屿上从事零排放园区的规划工作。在这个新社区中，将使用太阳能或其他清洁能源。

(2) 升级改造型。

以现有的园区条件为基础，考虑现有的企业的不同情况，在其现有的工业网络中，对其物质循环利用、能量交换体系使用的链条进行分析，发现“断点”位置，并优先开发“粘连”技术和方案，使得在园区内形成高度交叉的“产业链”和“产业网”。这样就可以在不进行大规模的投资的条件下完成现有的高新开发区的升级换代。这对于我国的西部大开发中工业生态园的建设有很大的启发和示范作用。

在美国的 Midlothian、Texas、Chaparral Steel-TXI 工业园，通过改善钢铁—水泥之间的能量和物质循环，不但提高了生产效率，同时降低了能源的消耗和温室气体的排放。

(3) 虚拟生态工业园。

生态工业园区内的企业不一定聚集在相邻的地理区域范围内，只要它们是按照生态工业的思想进行组织和运转，无论地理上的距离远近，他们仍然可以组成一个“事实上的”生态工业园。虚拟生态园可以省去一般建园所需要的昂贵的购地费用，避免进行工厂的迁址工作，具有很大的灵活性。

三、生态工业园区的国际经验

生态工业园区是工业园区发展的一个重要趋势，目前世界上的生态工

业园区发展比较迅速,根据多篇文献的数据,1998年,美国已经有16个,加拿大有5个。世界上其他国家大概有20个,其中泰国有5个。他们主要关注的是物质流、交通、信息交流、能源、市场、环境和健康、人力资源等问题。世界上第一个零排放的工业园区是美国查塔努加市建成的以钢铁工业为中心的工业园区,而最广为人知的第一个生态工业园是丹麦的卡伦堡。如图5-1所示。

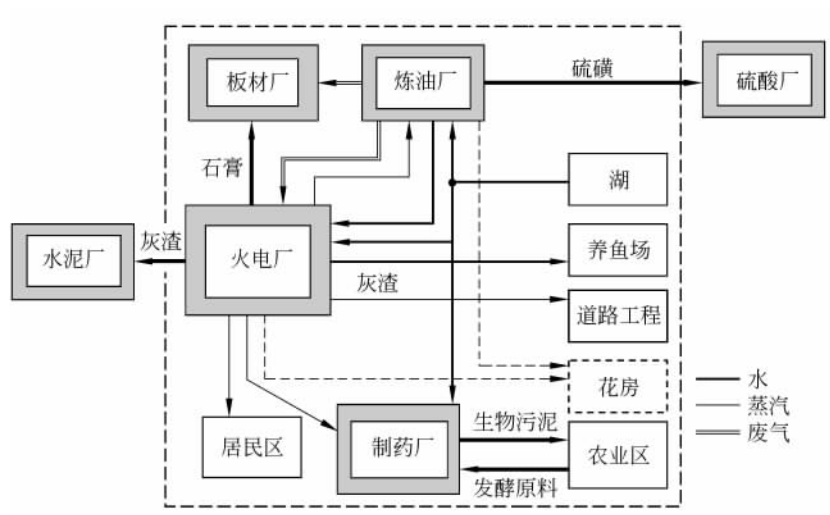


图 5-1 丹麦卡伦堡生态工业园区示意图

卡伦堡生态工业园区极其重视并鼓励企业、政府等建立密切的内部联系。卡伦堡生态工业园区主要由几个大型企业组成,包括发电厂、炼油厂、生物工程公司、石膏材料公司以及卡伦堡市政府。这些企业与政府间建立了颇为创新的生态共生关系,他们通过市场交易共享水、气、废气、废物等,并实现经济利益的共享。整个卡伦堡工业共生体系的废料交换的细节很复杂,其环境、经济效益已经得到公认,尤其是在减少资源消耗、减少环境污染、废料的再利用等方面,具有显著的优势。卡伦堡体系中的主体,包括各个企业和政府,都是系统的受益者。物质交换虽然是在商业基础之上逐步自发产生的,但是也有其特殊的地理优势。企业之间距离近,联系紧密,拥有相互合作所必需的信任关系,这与卡伦堡作为一个小城市,人员之间相互熟悉有关;并且相邻的几个大型企业之间有较强的互补性,有足够的生产规模满足物质交换,这些保证了这种物质流动的经济性。总之,卡伦堡共生体系为 21 世纪新的工业园区发展模式奠定了基础。

在美国,1994年美国可持续发展总统委员会指定了四个地区作为生态工业园区的试验地:巴尔的摩、查尔斯角、布朗斯维尔以及查塔努加。

第一个园区座落在巴尔的摩东南部的费尔菲尔德有2200英亩,主要是一些石油和有机化学品生产加工厂(例如,沥青制造和销售、石油和化学品公司),以及为其服务的小公司(例如,运输业、轮胎翻新、容器制造等)。费尔菲尔德被认为是“碳基”经济,这就为有机化合物的循环创造了机会,并且也让园区的拥护者确信巴尔的摩将是未来工业发展的典型。费尔菲尔德生态工业园按照工业生态学的原理改造现有的公司,帮助现存的公司发展壮大,这些被改造的公司必须符合那里良好的环境记录。这种战略被用来改造下面几种类型的企业:①适合当前生态学的制造业(例如,化学品公司、胶片/底片公司);②环境技术类;③再循环和废弃交换类。

第二个园区是位于北安普敦郡的可持续科技工业园区。该园区的目的是实现以下任务:①提供一个国家发展模型以促进商业、人口、经济以及自然和文化资源;②创造家庭工资工作并提供培训机会;③保护并增强自然和文化资源,展示保护和有效的资源使用,发展并使用工业生态学原理;④支持私人工商业的发展,使地方经济恢复活力;⑤发展下一代具有资源、效率、工业生态和污染防治等综合效益的工业设施;⑥在不增加税赋的基础上增加税收。

日本的藤泽生态工业园由日本EBARA公司倡导建设并提供资金。EBARA公司成立于1912年,主要生产高科技工业机器、精密电子产品和环保设备。为了满足环境工程公司由末端治理技术向减少废物和降解废物方面转化的要求,EBARA公司决定把零排放作为其主要经营目标之一。作为零排放的发起者之一,该公司开始实施一项计划,把园区内700户居民、商业设施和1个工业制造区集成为一个零排放的、自身可持续发展的生态工业园。把区内现有的所有可持续发展的努力都结合起来,包括居民、工业、零售业、农业、公共服务与基础设施、研究与开发、运动与娱乐和自然区域。园区零排放目标通过应用EBARA公司开发的各种废物转化新技术得以实现。园区内的基础设施将保证所有的工厂、住户、零售商店和农业区完全循环利用废物,在内部废物循环利用和再使用的基础上建立一个闭合的经济系统。

日本的Kokubo生态工业园是一个占地150英亩,由23个企业和约5500雇员构成的工业区。其园区企业主要由电子生产商和零部件制造商构成,包括横川电子、松下、富士通和先锋。Kokubo生态工业园区发展的独特性在于该项目完全是从园区内形成联盟的企业倡议发展而成的。该联盟

最初建立是为了解决与园区管理和企业社团的一般性事务相关问题的。当 1994 年联盟的成员把结合环境元素进行生产的观点引入园区时，生态工业园概念开始成型。不久之后，该联盟成立了一个研究组，重点研究工业废物处理。首先他们分析了园区内企业将产生何种废物，然后讨论了能够降低成本和处理环境问题的循环利用和副产品使用的潜在机会。这些废物包括纸张、废木片、废塑料、残余食品等。Kokubo 工业园是工业企业通过采取减少废物措施寻求经济优势而建立的生态工业园的典型。

澳大利亚东南昆士兰州的生态工业园可以分为三种类型：绿色工业园区、综合的生态工业园区、网络生态工业系统。它们共同的特点是将风险管理引入生态工业园区，并且对土地利用进行分类管理。在生态工业园区中进行的主要工作是：废物管理、地区发展规划、工业链完善、基础设施、节能节水、生态建筑等。

发展中国家也有许多生态工业园区的案例，比如印度的 Naroda 工业园区。它们的重点都在废物循环，比如：废酸的循环、化工石膏的循环、含铁化学污泥的循环、可降解废物的重新利用和循环等。在这个废物循环利用的过程中都具有显著的经济效益，节约了成本，或者获得了相当大的经济利益。从经济的角度看，只要有利可图，厂家就会主动去节约资源。

四、生态工业园区的国内实践

我国各类工业园区的数量多，面积大，占用耕地多。据 2003 年国土资源部最新调查数据，全国共有各级各类开发区 3 837 家，省以上批准的 1 251 家，占 32.6%。从 20 世纪 90 年代末开始，生态工业园的概念开始进入我国，并且得到许多学者的重视，我国逐渐在一些地区进行了生态工业园区的实践。从鲁北生态工业模式、广东南海生态工业园区（环保产业）、广西贵港生态工业园区（制糖）到新疆石河子生态工业园区（造纸），都表明了走生态工业之路的企业越来越多。

2003 年 2 月 25 日，国家环保总局在北京主持召开鲁北生态工业模式研究鉴定会暨鲁北国家生态示范园区建设规划论证会。与会专家一致认为，山东鲁北企业集团是我国较早的企业类型的生态工业实践之一，是世界上为数不多的、具有多年成功运行经验的生态工业园区，是实现经济与环境双赢的一个典型案例，符合国际可持续发展潮流，是一种典型的新型工业化发展模式，体现了循环经济的重要理念，具有重要的示范意义。

多年来，鲁北企业集团在发展过程中，注重环境保护与企业发展相统一，通过技术创新和艰苦创业，开发具有自主知识产权的、具有国际领先

水平的三条高相关度的工业生态产业链。

这三条产业链为：

一是磷铵、硫酸、水泥联产。磷矿经粉磨与硫酸反应得到磷酸，排出废渣磷石膏，磷酸与氨气进行中和反应制得磷铵，废渣磷石膏与焦炭、黏土等辅助材料配制成生料，分解、煅烧与锅炉炉渣粉磨生产水泥，二氧化硫经净化、干燥、转化与水化合吸收制得硫酸，硫酸循环利用作为生产磷铵的原料。

二是海水“一水多用”。海水(2~5波美度)首先用来养殖鱼、虾、蟹、贝等海产品；中度卤水(12~15波美度)用二氧化硫和氯气作原料提取溴素，并生产溴系列产品；卤水在26.5波美度时，结晶得海盐并进行深加工；排出的苦卤继续利用，提取硫酸钾、氯化镁等产品。

三是清洁发电与盐、碱联产。热电厂以劣质煤和煤矸石为原料，采用循环流化床燃烧、海水直流式冷却技术发电，电和蒸汽用于总公司生产，排放的炉渣用作水泥混合材料；离子膜烧碱工程利用百万吨盐场丰富的卤水资源和自备电力，不经传统的制盐、化盐工艺，直接通过管道把卤水输入到氯碱装置，进行氯碱产品的生产。

三条产业链的形成，实现了经济效益、环境效益和社会效益的统一。截至2001年底，鲁北企业集团总公司拥有5300名员工，50亿元资产，52个成员企业，年销售收入19亿元，利税3.9亿元，居全国化工经济效益二十强，利税前五名，化肥行业第一名，列入全国520家重点企业集团。上市公司“鲁北化工”被评为“中国最具发展潜力的50家上市公司”，入选“上证180指数”。

2001年8月14日，贵港国家生态工业示范园区由国家环保总局正式批准立项建设，是全国首家以生态工业思路发展制糖工业的示范园区。它对贵港市制糖业系统的产业结构和布局进行改组改造，优化资源配置，扩大生产规模，通过建设一批重点工程不断充实和完善园区骨架，从而形成全国规模最大的制糖、造纸和酒精生产基地。示范园区由蔗田、制糖、酒精、造纸、热电联产和环境综合处理六大系统组成。各大系统内分别有产品产出，各系统之间通过中间产品和废弃物的相互交换而互相衔接。它的雏形由两条主生态链组成：一条是甘蔗用来制糖，产生的废糖蜜制酒精，产生的酒精废液制复合肥，复合肥返田种甘蔗；一条是制糖产生的蔗渣用来造纸，造纸产生的白泥生产水泥，制浆产生的废水通过节水工程净化后送至锅炉房，锅炉房排出的废水经防污处理达标后排放。每条生态链的上游生产过程中产生的废物用作下游生产过程的原料，从而形成一个比较完整和

闭合的生态工业网络。园内的资源得到最佳配置，废弃物得到有效利用，环境污染减少到最低水平，达到低投入、高产出，低污染、高效益的理想目标，创造工业与自然和谐共处的生态景观，为全国制糖工业探索出一条绿色经济发展之路，为贵港市确保工业经济效益、环境效益双丰收，实现社会经济的可持续发展打下坚实的基础。

南海国家生态工业示范园区以华南环保科技产业为核心，根据循环经济的思想对园区进行规划和设计，通过环保科技产业园和虚拟生态工业园的工业生态链建设，分别建立资源再生园、零排放园和虚拟生态园，实现园区、企业 and 产品三个层次的生态管理。这是我国第一个全新规划、实体与虚拟结合的生态工业示范园区，旨在立足广东，辐射华南，培育和壮大环保产业的规模优势、技术优势和区位优势，全面提升广东、华南地区乃至全国的环保水平，推动全国环保产业网络形成合理布局。该园区总面积达 35 平方公里，包括核心区的环保科技产业园区和虚拟生态工业园区。首期至 2005 年开发面积 2.63 平方公里，滚动投资 30 亿元，实现工业产值 50 亿元；到 2010 年开发完毕，届时滚动投资 50 亿元，实现工业产值 100 亿元。广东省南海生态工业园区是我国第一个区域性的、根据循环经济和生态工业要求规划建设的生态工业园区。该示范园区将以华南环保科技产业园为核心，根据循环经济的思想对园区进行规划和设计，通过环保科技产业园和虚拟生态工业园的工业生态链建设，分步建立资源再生园 (RRP)、零排放园 (ZIP) 和虚拟生态园 (VEP)，实现园区、企业 and 产品 3 个层次的生态管理，为全国树立了一个体现循环经济的生态工业园区示范基地。

南海生态工业园区建设初期，将通过市场机制引进建设 12 个核心园区环保企业和 7 个虚拟园区现有企业为工业生态系统成员，构成 5 个相互共生、互利关联的主要工业生态群落，形成包括 3 条闭合循环工业链条、9 个主要的生态工业链条和产品企业园区 3 个层次的生态工业园区雏形。2005 年左右，将建立一个适应 21 世纪发展的集环保科技产业研发、生产、孵化和技术创新等诸多功能于一体的国家环保产业基地。

新疆石河子国家生态工业 (造纸) 示范园区建设规划立足于石河子垦区的特色资源，综合考虑第一、二、三产业的有机结合和生态化发展，以苜蓿草种植为开端，形成一个集种植业、养殖业、畜产品加工业、造纸业、生态旅游业为一体的生态产业群体，力求达到既改造沙漠和盐碱地，又合理开发和有效利用自然资源，保护生态环境和发展经济相协调的目标。该园区的建设不仅能够促进石河子的生态工业和循环经济发展，对于调整、优化西部的产品和产业结构，推动生态环境建设也有重大的示范作用。

2002年10月20日,包头国家生态工业(铝业)示范园区顺利通过了由国家环保总局主持的论证。这个园区计划用8年左右的时间建成以“铝电联营”为核心,电解铝及铝深加工为主线的国家级生态工业(铝业)示范园区,形成包头市经济跨越式发展的新亮点,并为我国铝业的发展提供新的发展模式。包头国家生态工业(铝业)示范园区计划以包铝集团作为园区的核心企业,铝业为龙头,电厂为基础,实施“铝电联营”,并通过各系统之间产品或废物的相互交换,形成工业生产链(网),使园区内资源得到最佳配置,废物得到有效利用,环境污染降到最低水平。这是我国以高载能企业为核心的第一个生态工业园区建设规划。

黄兴国家生态工业示范园区既是我国第一个多产业的生态工业园区,也是我国中部地区的第一个生态工业园区。黄兴生态工业园区将主导产业定位为高新技术产业,包括电子信息产业、新材料产业、生物制药产业、环保产业等四类,突出电子信息产业的核心地位,重点发展新材料产业和生物制药产业,适度发展环保产业等特色产业。

此外还有多个园区都开始了建设生态工业园区的进程,比如苏州新区工业园区建设、浏阳市生态工业园区的建设等,相信未来我国的生态工业园区将会得到良好的发展。

第六章 以循环经济的模式 建设生态城市

第一节 贵阳对可持续发展有着迫切的要求

一、贵阳市未来发展面临的三大问题

作为贵州省会，作为内陆开放城市，贵阳是贵州省的政治中心、经济中心、金融中心、文化中心、科教中心、交通物流中心，是贵州唯一的特大型城市，地位举足轻重。同时，作为重要的区域性中心城市，贵阳市在南贵昆经济带、西南六省（区、市）经济协作区、泛珠三角经济区（9+2）乃至全国经济社会活动中扮演着重要的角色。自改革开放以来，贵阳市已经历了一个高速发展阶段，从1978年到2002年，贵阳市的GDP增加了9.6倍，年均增长10.4%（1990年不变价）。2002年11月党的十六大提出全面建设小康社会的奋斗目标，贵阳市又顺时应势制定了2020年全市GDP翻三番的战略目标，以期率先在全省实现小康，并加快追赶东部的步伐。但应该清醒认识到，在新的历史发展时期，贵阳市在赖以发展的经济基础和自然生态依托上，存在着以下三方面的不利因素。

（1）贵阳地处西部内陆，经济总量偏小，产业基础薄弱，腹地是贫困的农业区，市场支撑的潜力非常有限，缺乏城市发展的集聚效应、扩散效应和拉动效应，自身造血和发展力量不足。

据贵阳市统计局统计，贵阳市2002年GDP为336.37亿元，工业增加值171.28亿元，财政总收入79.1亿元，外贸进出口总额5.72亿美元。在全国35个大中城市中，贵阳市GDP居第31位，GDP增幅居第25位，固定

资产投资总额居第 26 位, 地方财政预算内收入居第 26 位, 社会消费品零售总额居第 31 位, 金融机构存贷款余额分别位居第 31 位和第 30 位。在西部 11 个省会城市中, 贵阳市 GDP 总量居第 7 位, GDP 增长率居第 6 位。但人均 GDP 非常靠后, 固定资产投资总额和地方财政预算内收入居第 6 位, 金融机构存贷款余额都居第 8 位。2004 年 10 月 30 日国家统计局首次公布的中国综合实力百强城市中, 贵阳市以综合指数 18.3908 排在第 59 位, 在西部省会城市中名列成都 (11)、乌鲁木齐 (31)、西安 (32)、南宁 (34)、呼和浩特 (35)、重庆 (36)、昆明 (38) 之后。

(2) 贵阳前期的发展主要依赖于本地资源的采掘和初级加工, 其中磷矿、煤矿、金属矿物 (主要是铝矿) 等不可再生资源占了相当大比重, 面临着资源枯竭、资源循环利用率低、污染物排放量大三重压力, 表现出了强烈的“高资源投入, 高污染排放”特征, 是一种粗放式的资源依赖型发展模式。

1978—2002 年间, 贵阳 GDP 高速增长, 但同期主要资源投入量 (包括生物量、化石燃料、金属矿石、非金属矿石、建材) 增长了 3.3 倍, 年均增长 6.3%, 远高于全国平均水平。粗放式资源依赖型的经济发展模式已经产生了大范围的、不可逆转的区域环境和生态灾害。据估算, 如果继续保持现有的经济模式发展和污染控制力度, 到 2020 年, 在经济实现翻三番的同时, 所需的资源投入与污染排放量也将达到现在的 3 倍, 给生态环境带来的压力之大可想而知见图 6-1、图 6-2 及图 6-3。

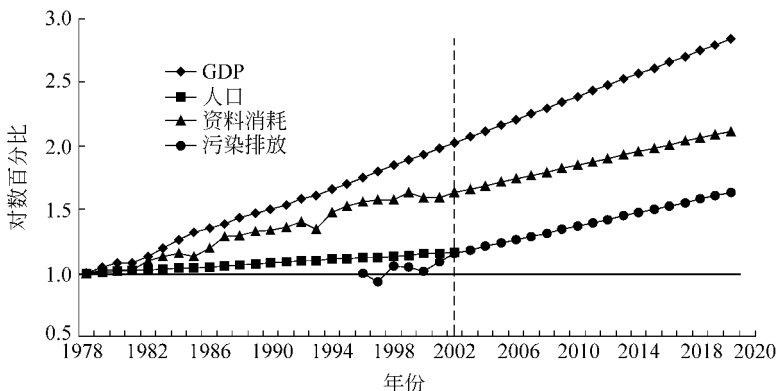


图 6-1 1978—2020 年贵阳市人口、经济、资源、污染曲线

(3) 贵阳生态环境非常脆弱, 这是限制贵阳发展的先天性约束条件。同时, 人类活动所造成的“石漠化”现象日益扩大, 陆生生态系统面临着加

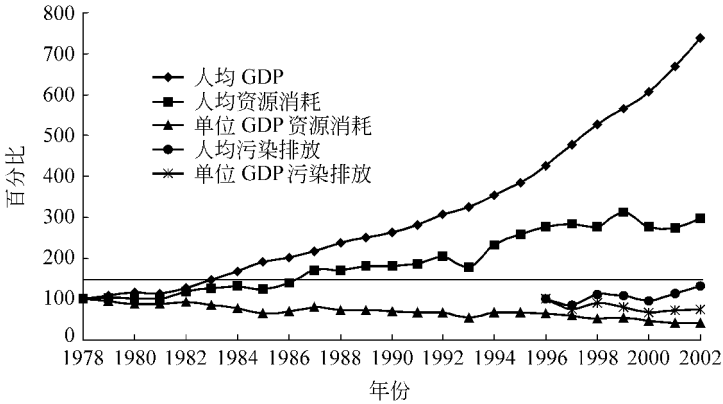


图 6-2 1978—2002 年贵阳市人均经济、资源、污染曲线及资源、污染强度曲线

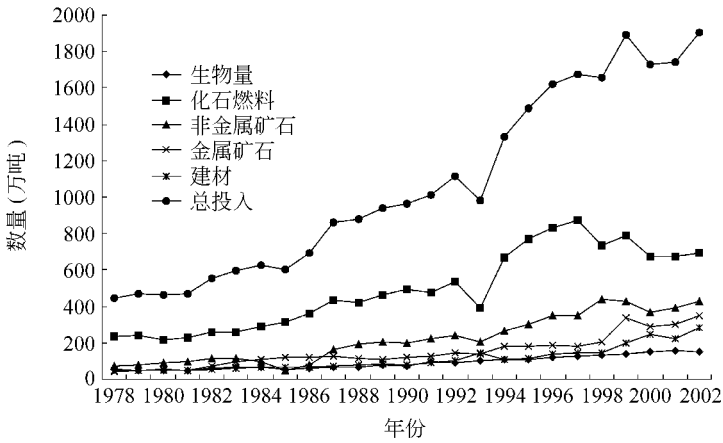


图 6-3 1978—2002 年贵阳市资源投入总量

速失稳的危险。

喀斯特生态系统具有地表渗透性强、保水能力差、土层瘠薄、生物量低、承载能力弱等特点。根据有关方面统计，在贵阳市 8 034 平方公里的土地面积上，喀斯特分布区占 85%，因此，陆生生态系统十分脆弱和敏感。截至 2002 年，水土流失面积达 2 615 平方公里，占全市国土面积的 32.5%，石漠化土地面积达 1 377 平方公里，占全市国土面积的 17%。滑坡、泥石流、崩塌、地面塌陷、地裂等地质灾害加剧，影响范围达 64.5 平方公里，灾害点密度为 0.5 个/平方公里。因此，在今后经济开发过程中，如何改善并维持陆生生态系统的稳定，已经成为必须直面和妥善解决的重大现实

问题。

二、建设循环经济生态城市的重大意义

由上述可以知道,如何积极地去寻求新的发展模式,防止经济增长、资源投入和污染排放的同步翻番,提高经济效益和提升城市发展势位,以期在我国西部内陆生态脆弱欠发达的城市全面实现小康,是摆在贵阳面前的急需解决的重大现实问题,更是一个长期的发展战略问题。

以循环经济模式建设生态城市就是着眼于将循环经济作为生态城市建设的途径、切入点和最佳形式,可以通过发展循环经济来解决城市建设过程中产业循环体系、城市基础设施体系以及生态保障体系的构建与优化等主要问题,对贵阳来说,这个决策具有重要的现实意义。

(1) 以循环经济为模式建设生态城市有利于发展社会生产力,加快经济结构的调整、产业布局的优化。

可以通过发展循环经济来解决生态城市建设过程中产业循环体系、城市基础设施体系以及生态保障体系的构建与优化等主要问题;能够依托生态工业园区、开发区和特色产业基地的建设对现有经济结构进行战略调整,以循环经济理念来优化工业结构布局,并通过构造循环经济产业体系,大力发展污染小、能耗低、效益好的电子信息制造、新材料、现代中药和特色食品、环保产业等新型产业,培育和发展以循环经济为特征的第三产业和以信息化为主导的新经济产业;可以大力推进资源产业和传统产业的生态化转型,从而有效提升贵阳的综合实力和经济竞争力。

(2) 以循环经济为模式建设生态城市,有利于经济增长方式的转变,走出一条科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源得到充分发挥的新型工业化道路。

到2020年全市经济总量将比2002年再翻三番,如果不根本转变经济增长方式,必然带来资源消耗和污染物排放总量的剧增,制约经济社会的持续发展。发展循环经济,建设生态城市可以从根本上转变经济增长方式,有利于资源的永续利用,有利于生态环境的保护与建设,增强经济发展后劲,最终实现经济发展与物质投入的“脱钩”,从根本上实现贵阳市资源型城市的生态化转型,最后由资源型城市向资源效益型城市、非资源型城市、循环经济型城市过渡。

(3) 以循环经济为模式建设生态城市可以实现经济、社会、环境的三赢。

发展循环经济,能够促进生产方式、生活方式、消费观念的转变,促

使全社会树立生态文明观和文明发展观；有利于借助循环经济模式的建立，改善和消除经济社会发展过程中存在的结构性矛盾，促进社会的均衡公平发展；能够全面提高资源利用效率、增加经济效益、减少废物排放和环境污染、改善环境质量；有利于提高人民群众的生活质量，改善人居环境，使贵阳的天更蓝、山更绿、水更清、花更艳、老百姓寿命更长，并为子孙后代提供良好的发展基础和永续利用的资源与环境，真正实现经济发展、社会进步和环境保护的三赢。

(4) 以循环经济为模式建设生态城市可以促进和谐社会的构建。

贵阳市人均 GDP 今年已经超过 1 500 美元，正在向人均 3 000 美元的新目标迈进。在这个阶段，改革正在攻坚、发展进入关键时期，既是“黄金发展期”，又是“矛盾凸显期”。建设和谐社会，体现了贵阳经济发展进入非常关键时期的要求。和谐社会的构建要从多方面同时展开，但持续和谐的经济发展是其基础和前提。首先，建设和谐社会离不开经济发展，如今经济社会中的多种不和谐因素，仍然是发展不充分造成的。和谐社会也是一个动态发展的过程，需要通过经济发展而不断完善和深化。而离开了经济发展的有力支撑，和谐社会就等于无源之水，无本之木。其次，实现社会和谐必须保证经济和谐发展。经济和谐发展必须是数量和质量、效益和速度相统一的发展，是国民经济的整体素质和竞争力全面提高的发展，是统筹协调的发展。经济发展的不协调，会加剧社会的不和谐。包括过剩与短缺、需求结构升级与经济结构调整滞后、经济增长与资源短缺、经济发展与扩大就业等在内的经济结构矛盾进一步激化，就会扩大为难以调和的社会矛盾。而以循环经济为途径建设生态城市，可以有效解决上述问题，实现经济发展、社会进步、环境保护的和谐，从而促进和谐社会的构建和完善。

三、建设循环经济生态城市的有利条件

以循环经济的模式来建设生态城市，这是一个全新的理念，在世界范围内尚无先例。与率先发展循环经济的德国和日本相比，贵阳存在着强烈的经济和社会反差。但是，应当看到的是，贵阳经济欠发达，社会遗留问题比较多，大量缺乏未来城市发展的基础设施，这些因素一方面带来了初始的制约条件，但另一方面也带来后发优势和机会优势，使贵阳更易于调整和集聚新的经济产业和模式。另外，贵阳建设循环经济生态城市，还存在着以下有利条件。

(1) 在国际上，循环经济已经成为一种潮流和发展趋势。

在全球一体化日益彰显的今天,人类的可持续发展是跨越国界的。走循环经济之路,是地球村未来发展的共同要求。贵阳市建设循环经济生态城市,容易得到国际社会的关注和支持。例如,日本政府非常重视循环型社会的构建工作,并有了成功的实践,特别是2000年,取得了突破性的进展。随着《推进建立循环型社会基本法》等7部法律的正式实施,日本已经逐步走向“循环型社会”。日本政府提出,今后对中国方面的援助和合作项目,将加大对循环经济建设的支持力度。作为中日环境合作示范城市之一,贵阳与日本有着非常密切的合作。2002年4月在汉城召开的中日韩三国环境部长会议上,贵阳循环经济生态城市建设项目就被推荐为国际合作项目,并被写入会议公报。现在,澳大利亚、德国、加拿大、联合国环境开发署等外国政府和国际组织,世界银行、亚洲开发银行、日本协力银行等国际金融组织对贵阳市循环经济生态城市建设项目表现了极大的兴趣。

(2) 在国内,循环经济也日益得到社会各方的重视和认同。

新世纪伊始,我国高层领导明确表示,“要加快转变经济增长方式,将循环经济的发展理念贯穿到区域经济发展、城乡建设和产品生产中,使资源得到最有效的利用”,指出“只有走以最有效利用资源和保护环境为基础的循环经济之路,可持续发展才能得到实现”,并承诺“中国将把发展循环经济放在突出位置,使环境保护与经济发展相互促进”。党的十六大提出了全面建设小康社会的目标和走新型工业化道路要求,其中一项重要的内容,就是环境保护、可持续发展和清洁生产,这些内容都可以通过循环经济这条途径来实现。在2004年两会上,循环经济成为一个炙手可热的话题。如今,辽宁、天津、江苏、山东、浙江等省市开展循环经济建设积极性都很高。可以预见,在将来几年将会形成一股循环经济热潮。而贵阳市作为循环经济生态城市试点,已经抓住了一个先机,可以充分利用这个机遇,积极争取到国家财政和政策等的支持。同时,国家开始实施西部大开发战略,为贵阳建设循环经济生态城市提供了良好的外部条件。实施西部大开发战略,迫切需要寻找一条切实可行的、在经济和社会快速发展中避免大规模的资源浪费和生态破坏的可持续发展途径。通过理念的创新和实践的探索,在贵阳这个西部欠发达的生态脆弱地区建设循环经济生态城市,实现经济效益、社会效益、环境效益的三赢,对西部大开发战略的实施,具有重要的示范作用和指导意义。

(3) 循环经济生态城市作为市委、市政府的重大决策,符合可持续发展战略,得到了广泛支持。

首先,市委、市政府各级领导敢于开拓,勇于创新,敢于接受新理念、

新观点、新课题、新事物，思想上与时俱进，对循环经济生态城市建设工作给予了高度重视，为循环经济生态城市的建设提供了最有力的支持和保障。

其次，循环经济生态城市建设的目的是：追求人与自然的和谐，在贵阳市建立起良好的生态环境；以实现良性循环为核心，实现经济发展、环境保护和社会进步的共赢，实现未来经济和社会的高速度可持续性发展，将贵阳市建设成为最佳人类居住城市。这个目的完全符合可持续发展的战略要求。另外，贵阳市实施了中日环境合作示范城市项目建设、南明河三年变清规划等环保项目，已经积累了应对经济社会发展过程中大气污染、水污染等环境问题的丰富经验。这一切都为循环经济生态城市的成功实施奠定了坚实的基础。

(4) 循环经济生态城市建设得到了有力的科技和人才支撑。

作为集经济、技术和社会于一体的新型的、先进的经济形态，循环经济对科技和人才有着更高的需求。贵阳的循环经济生态城市建设得到了清华大学和中国环境科学研究院的大力支持。2002年4月中旬，清华大学代表团访问贵阳，并与贵阳签署包括校市全面合作协议在内的19项协议。以此为契机，贵阳与清华大学建立了以环保项目为突破口、以循环经济生态城市建设为核心的全面合作关系。清华大学常务副校长何建坤教授表示，清华愿意为贵阳市的发展提供科技支撑，全力支持贵阳市的循环经济生态城市建设。中国环境科学研究院为贵阳市编制了循环经济生态城市试点方案，起草《贵阳市建设循环经济生态城市条例》，并将参与循环经济生态城市科技与人才支撑体系的构建工作。

第二节 循环经济生态城市建设的目标和原则

一、循环经济生态城市的建设目标

贵阳循环经济生态城市建设，要以循环经济和生态城市的理念为指导思想，以效益为中心、以项目为载体、以改革为突破、以科技为动力，利用发展循环经济建设促进城市化、工业化以及现代化的有机融合，实现“低开采、高利用、低排放”的最佳结果，把社会经济活动对自然环境的影响降低到最小程度，为人民群众创造一个优美的生态环境，实现经济效益、社会效益和环境效益的统一。循环经济生态城市的基本内涵为：最佳的城市

发展规模、健康的城市发展结构、顺畅的城市发展机制、可持续的城市发展支撑体系、良好的社会接受性。

贵阳循环经济生态城市建设总体目标确定为：经过近 20 年的努力，将贵阳建设成为经济运行高效良好，基础设施配备齐全，城市布局科学合理，人居环境优美舒适，生态循环健康协调，支撑体系健全有力，居民生态意识和文化素质良好的生态型中心城市之一，圆满完成十六大所提出的建设全面小康社会的战略部署。

贵阳循环经济生态城市建设的区域范围为贵阳市行政区域，范围为 8 034 平方公里，建设过程分为三个阶段实施。各阶段目标如下。

1. 近期目标（—2005 年），循环经济试点和基础建设阶段

在向循环经济体系过渡和生态城市基础设施建设中，针对制约社会经济发展的突出问题，着力启动一批高起点、高效益和见效快的循环经济生态城市示范项目。例如磷化工生态工业园区建设，使循环经济生态城市建设理念得到全社会的共识和支持，完成相关法规、政策和管理支撑体系的构建，在总体上遏制贵阳生态环境恶化的趋势，改善重点区域水域的环境和生态质量。

2. 中期目标（2006—2010 年），重点建设、跨越发展阶段

在构建循环经济生态城市的核心体系中，完成建设循环经济产业体系基础、基础设施体系建设主体、生态保障体系基础、人力资源开发基础和制度创新建设基础。积极将贵阳磷、铝、中草药以及旅游等资源比较优势转化为竞争优势，同时培育循环经济新兴服务产业和信息、生物等新兴产业，建立资源效益型的城市发展模式，建成“国家环境保护模范城市”。

3. 远期目标（2011—2020 年），全面提高、协调发展阶段

在 2010 年经济和社会发展基础上，用 10 年左右的时间逐渐实现以循环经济为主导的经济体系，实现经济社会发展与物质投入的“脱钩”，使贵阳由资源效益型城市过渡到非资源型城市。到 2020 年，全市经济总体发展水平和社会进步指标步入全国城市的先进行列；全面提升国民综合素质和生态道德观，建设多民族繁荣的生态文化体系；全市生态基础设施结构和功能齐全，建立良性循环的生态安全保障体系，建成生态景观优美、布局合理、人与自然和谐的生态城市。

二、循环经济生态城市的建设原则

循环经济生态城市的建设必须遵循以下原则：

(1) 应当遵循“减量化、再利用和再循环”的“3R”原则。

坚持生产环节与消费环节并重，充分考虑城市总体活动对生态环境的整体影响，在提高能源资源利用效率的同时，适当控制发展的速度和规模。

(2) 应当遵循发展循环经济与发挥贵阳市的资源优势相结合的原则。

运用市场经济手段充分挖掘贵阳磷、铝、中草药以及旅游资源，促进人力、物力、财力等资源的优化配置，优化经济发展的格局，保障资源的持续利用和社会经济健康持续发展。

(3) 应当遵循循环经济理念与城市基础设施建设相融合的原则。

在双中心、多组团、众星捧月的空间结构上，以金阳新区建设与老城区改造为契机，构建贵阳未来循环经济和生态城市建设所依赖的城市基础设施，保障城市功能的发挥，推进贵阳市经济的快速发展以及人民生活质量的改善，共同构成现代化的新都市，实现贵阳“强市升位”及跨越式发展。

(4) 应当遵循将发展循环经济规划与建立相关保障体系相结合的原则。

在进行方案及项目规划的同时，建立实施规划的监控及保障支撑体系，完善循环经济和生态城市建设的体制和机制。

(5) 应当遵循尊重历史、协调一致的原则。

循环经济生态城市建设要以已有的社会经济发展规划、城市总体规划 and 环境保护规划为基础，并加以调整、充实、完善、提高，保证各规划间的一致性和完整性。

(6) 分阶段实施，滚动发展的原则。

结合实际，通过筛选一批高起点、高效益和高效率的优先项目，突出重点，带动整个贵阳市社会经济与城市建设发展。

第三节 循环经济生态城市建设的 整体框架和重点

一、循环经济生态城市建设整体框架

在欠发达的喀斯特地貌地区建设循环经济生态城市，贵阳面临着经济基础薄弱和生态环境脆弱两大难题。由于城市化和工业化是贵阳不可逾越

的发展进程，贵阳的经济发展必然要经历一个在资源优势的扩展中寻求知识经济和高新产业发展的过程。因此，在未来的十年里，贵阳应一方面通过传统产业链的拉长，将磷、铝、中草药以及旅游等资源比较优势转化为竞争优势；另一方面应积极培育循环经济新兴服务产业和信息等高新技术产业。运用循环经济生态城市建设的机遇逐步将以往传统粗放式资源型城市发展模式过渡到可持续循环资源型发展模式。在经济总量达到一定规模后，在随后的十年左右或更长时间内逐渐实现经济发展与资源消耗的“脱钩”。因此，贵阳循环经济生态城市建设的总体思路是以效益为中心、以项目为载体、以改革为突破、以科技为动力，把循环经济产业体系构建和生态城市建设整合起来，形成一套系统的规划，为贵阳市全面小康社会的实现提供跨越式的发展模式。

贵阳市循环经济生态城市的整体规划框架内容包括：

实现一个目标，即全面建设小康社会，在保持经济持续快速增长的同时，不断改善人民的生活水平，并保持生态环境美好。

抓住两个关键环节，一是生产环节模式的转变，另一个是消费环节模式的转变。

构建三个核心系统，第一个是循环经济产业体系的构架，涉及三大产业；第二个是城市基础设施的建设，重点为水、能源和固体废弃物循环利用系统；第三个是生态保障体系的建设，包括绿色建筑、人居环境和生态保护体系。见图 6-4。

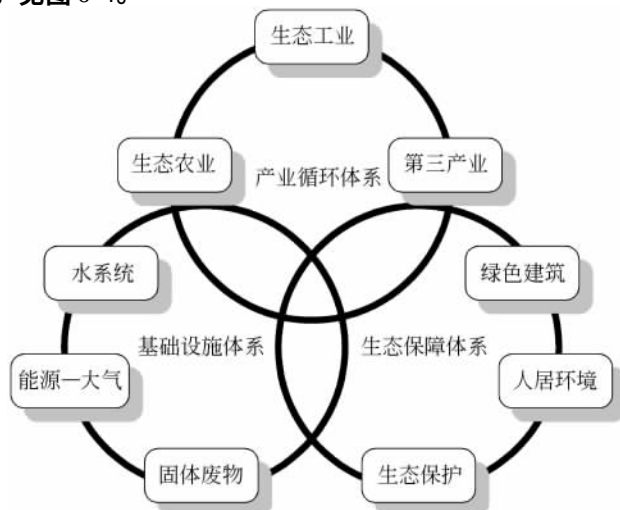


图 6-4 循环经济生态城市三大体系关系图

推进八大循环体系建设。第一项是磷产业循环体系；第二项是铝产业循环体系；第三项是中草药产业循环体系；第四项是煤产业循环体系；第五项是生态农业循环体系；第六项是建筑与城市基础设施产业循环体系；第七项是旅游和循环经济服务产业体系；第八项是循环型消费体系。见图 6-5

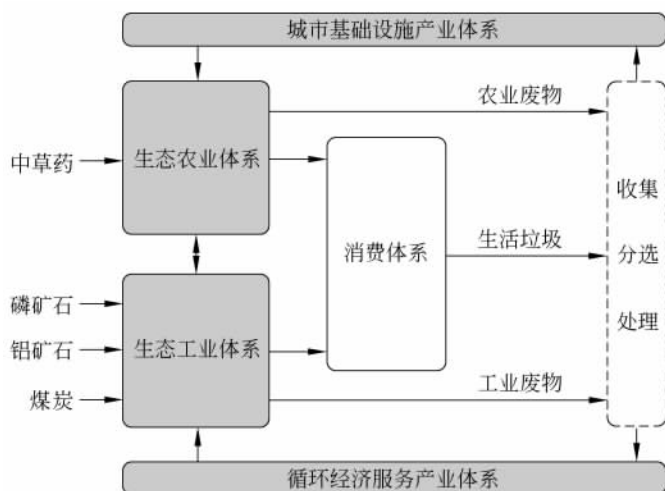


图 6-5 循环经济生态城市建设整体框架

贵阳循环经济生态城市建设的核心是产业循环体系、城市基础设施体系以及生态保障体系的构建，涉及工业、农业、建筑、旅游等产业；能源、水、固体废弃物等城市基础设施，以及城市生态规划等内容。建设的重点为磷、铝、中草药、煤、生态农业、建筑与城市基础设施、旅游和循环经济服务、循环型消费产业共八个循环经济产业体系。

二、循环经济生态城市的建设重点

1. 磷产业循环体系

由于磷在生物圈中的自然循环极为缓慢，磷矿石资源在经济活动中被认为是一种不可再生的资源。磷矿石采掘后主要用于生产磷肥、洗涤添加剂、饲料添加剂和食品添加剂等，这些物质或进入食物链，并最终排泄物的形式进入环境；或直接流失到水体中，不再循环。磷是导致水体富营养化的主要限制元素。如图 6-6 所示，磷的产业循环涉及工业、农业以及民居等多个环节。

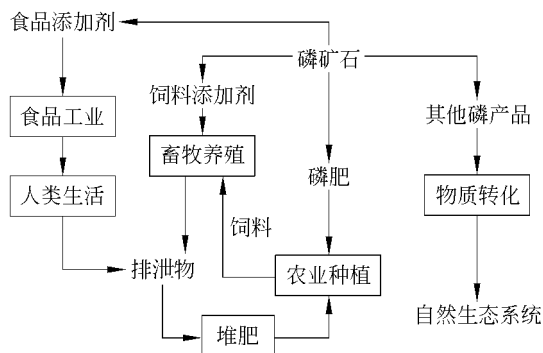


图 6-6 磷产业循环体系

磷产业循环体系建设要点是：

- (1) 坚持有限制地开发，开发与保护并重。
- (2) 延伸磷的产业链，完善磷产品体系，建立磷产业加工和开发平台。
- (3) 大力推进磷加工产业的清洁生产。
- (4) 采用测土施肥、施用有机肥、堆肥还田、控缓释高效肥料等措施，建立生态化施肥体系。

(5) 建立完善的磷循环回用体系，通过堆肥和排泄物提炼等加强磷的再循环和再利用。

(6) 建立磷化工生态工业园区，推进矿、电、磷、化一体化进程，完善包含化工、化肥、饲料、材料等行业的磷工业生态体系。

2. 铝产业循环体系

铝是经济非物质化进程的重要元素，其在世界范围内的使用量仍处于上升期。铝在生态系统中主要以氧化物的形式存在，性质稳定。铝在经济体系中主要包括以下循环（图 6-7）：铝冶炼废物的利用；铝加工废料的循环利用；铝零部件回收利用；废铝的回炉利用。

铝产业循环体系建设的要点是：

- (1) 铝矿石的有序开发，开发与保护并重。
- (2) 延伸铝的产业链，发展铝深加工产品，形成全国铝及铝深加工产业基地。
- (3) 开发可拆卸的铝配件产业，建立铝循环回用网络，组建全国性的铝配件循环体系。
- (4) 大力推进铝产业的清洁生产。

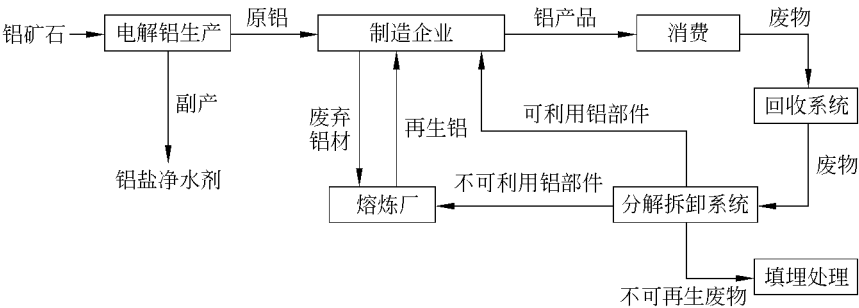


图 6-7 铝产业循环体系

(5) 建立铝化工生态工业园区，推进煤、电、铝联营，完善铝工业生态体系。

3. 中草药产业循环体系

中草药是古老而又新兴的产业，随着现代生物技术的发展具有巨大的潜力。贵阳市具有丰富的药物资源，且中草药行业已粗具规模，具有进一步发展的良好基础和潜力。

中草药产业循环体系建设重点是：

- (1) 建立大宗药材主要产区，配合“退耕还林、退耕还草”，结合生态农业建设，倡导绿色农药和有机肥沼肥的利用，推广中药材的 GAP 规范化种植。
- (2) 完善科技创新制度，加大研发力度，形成多样化的药物产品体系。
- (3) 提高中药资源的利用效率，多途径消化中草药加工提取过程中的废渣和废水，建立中药生产废弃物的循环利用体系。
- (4) 形成工农业结合，包含现代化的种植、生产、研发等中草药行业循环体系。

4. 煤产业循环体系

贵阳市及周边地区煤炭资源丰富，能够满足贵阳长远发展所需。然而，煤炭资源的高含硫量以及相对落后的煤炭利用技术曾经一度使煤的利用成为贵阳发展的制约因素，对贵阳能源消费、工业结构以及生态环境都产生了巨大影响。贵阳未来煤产业的发展将以煤炭综合利用多联产为核心，有机整合相关行业和企业，稳步分期地发展能源和煤化工产品，走“煤—电—能—化”四者结合的新型煤化工道路，实现大集团、大能源和大化工的架构。

煤产业循环体系建设的重点是：

(1) 减量化：采用洁净煤技术，选择清洁的生产工艺和合成路线；使用 IGCC 发电等新技术，节省大量的煤资源，减少废气污染；通过脱硫技术的改进，使用当地的煤炭资源，降低物流负荷。

(2) 再利用：利用炼焦副产的焦炉气生产甲醇、二甲醚等清洁能源和化工产品，利用电石炉产生的废气用来作为干燥热源。

(3) 再循环：在煤净化加工中产生的煤矸石和燃烧产生的粉煤灰可以进行综合利用，生产空心砖、新型建筑材料，有效降低环境污染。加强煤化工生产中的能量的梯级利用和水资源的循环使用，降低物质消耗。电石乙炔工艺产生的电石渣用来生产电石渣水泥和碳化砖。

(4) 替代化：通过煤化工的发展，开发甲醇和二甲醚等清洁能源。

5. 生态农业循环体系

农业系统在循环经济体系中具有不可替代的地位和作用，与工业等产业体系、基础设施体系和生态保障体系共同构成广泛的物质循环和能量利用系统。农业提供各种农副产品服务于城市，城市生活所产生的废物经过城市基础设施无害化处理，可以部分回用于农业生产（图 6-8）。

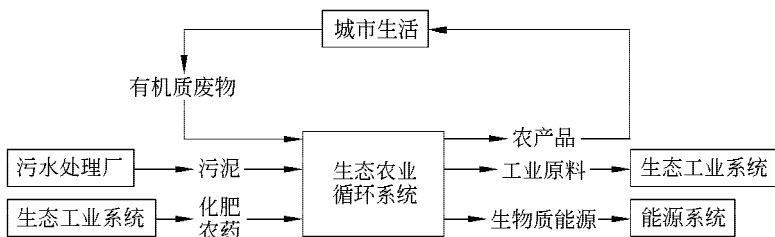


图 6-8 生态农业循环体系

生态农业循环体系建设的重点是：

- (1) 结合退耕还林和退耕还草，加大农业产业结构调整力度。
- (2) 根据地方资源优势，发展观光旅游以及富硒产品等特色农业。
- (3) 农产品及其副产品的增值化和工业深加工。
- (4) 建立多元化的农业废弃物循环利用体系。
- (5) 推进沼气工程，建立农村清洁能源供应和保障体系。

6. 建筑与城市基础设施产业循环体系

建筑业在城市建设中具有双重的枢纽作用，作为一个产业，具有很高的

的产业关联度和弹性系数 (约为 2)，能够带动化工、建材、冶金等 30 多个行业发展；作为人居环境的基本单元，构成城市景观的主体，直接影响到城市的整体风貌和品位。城市基础设施则搭载了城市的脉络，是城市功能得以发挥的载体。二者共同构成了城市的硬件系统。随着贵阳城市化进程的加快、农业人口的转移以及居住条件的不断改善，建筑与城市基础设施产业的市场潜力巨大。

建筑与城市基础设施产业循环体系的建设重点是：

- (1) 建立以绿色建筑为核心的生态产业体系。
- (2) 建立以建材行业为“汇点”的废物吸纳体系。
- (3) 建立以城市给排水生态基础设施为依托的水循环利用保护体系。
- (4) 建立以公共交通为主体的清洁运营体系。
- (5) 以清洁煤为特色的清洁能源体系。
- (6) 建立以生态走廊为主旨的城市绿地体系。

7. 旅游和循环经济服务产业体系

旅游业是一项产业关联度大、相关带动性强的综合性经济产业，具有极强的顺向波动和横向波及效应。其非物质化的特征以及所蕴含的文化和信息冲击无疑可为贵阳循环经济建设开辟生机。而发育充分的喀斯特地貌以及浓郁的多民族文化特征则奠定了贵阳得天独厚的旅游资源基础。

旅游和循环经济服务产业体系的建设重点是：

- (1) 建立以生态旅游为先导的绿色消费体系。
- (2) 建立以数字旅游为特征，以金融业、保险业为主体的信息化中介服务体系。
- (3) 建立以民族文化旅游为先导的城市特色文化产业体系。
- (4) 建立以区域化旅游为龙头的流通体系，建设辐射西南地区高效稳定的物流中心之一。

8. 循环型消费体系

循环型消费即可持续消费或绿色消费，它是建设循环经济生态城市的内在动力。可持续消费通过消费者的选择，在对产品品质和服务质量提出要求的前提下，对企业生产产品的原材料获取、产品生产方式和过程、消费过程以及产品消费后的处理处置提出了新的更高的要求。可持续消费是人类对旧工业文明体系中消费主义或非持续消费的反省和矫正。可持续消费以 5R 为基本内涵：节约资源 (Reduce)、环保选购 (Re-evaluate)、重复使

用 (Reuse)、垃圾分类 (Recycle)、救助物种 (Rescue)。

消费循环体系是循环经济生态城市建设必不可少的环节,是促使现行经济向循环经济模式演进必须倚重的基础。消费循环体系的构建必须密切结合贵阳市场化的改革进程,依托市场的作用,同时充分发挥政府的宏观调控能力,加强政府部门间的协调配合,通过法律、经济、技术和宣传教育等多种措施手段的综合作用,为消费循环体系的建设提供良好的氛围与环境条件。

消费循环体系的建设重点是:

(1) 积极培育绿色统一大市场体系的形成。加强经济发展和社会建设的有机结合,积极利用发挥市场机制中生产者与消费者的相互作用,建立绿色产品的生存空间,以绿色产品的供给拉动绿色消费,促进循环型生态城市的建立。

(2) 以政府绿色采购为突破,大力推动生产供给链的绿色采购以及社会可持续消费,营造绿色需求,推进循环经济体系的建设发展。

(3) 构建循环经济体系下的水资源消费利用模式。实施“有效需求管理”,在供需互动基础上,以最小的成本对水资源进行质和量的高效配置,并通过可能的方式构筑循环系统,提高用水效率,系统地促进水的全方位高效循环利用,减少人类经济社会对水资源的需求和对环境的影响。

(4) 构建循环经济体系下的能源消费利用模式。培养节能意识,转变传统能源消费观念和生活方式,加大节能建筑和节能家电的普及力度,在提高能源终端利用效率的同时,有效降低生活消费领域对能源的需求。

(5) 提倡适度消费,削减城市生活资源消耗和垃圾产生的压力。通过采取城市居民生态环境意识和消费意识的教育、相关法律法规的制定、绿色产业的扶持、绿色市场的建立等手段,促进消费者的适度消费和绿色消费,注意绿色选购,注意分类回收,循环再生,有效控制城市生活消费领域中国体废物的产生。

第四节 循环经济生态城市建设的保障体系

循环经济是一种新型的、先进的经济形态,是集经济、技术和社会于一体的系统工程。作为城市建设和发展模式的根本变革,其实施需要社会、经济、环境各个部门进行观念的创新、制度的创新、体制的创新,用全新的视角和手段对其进行综合的、全方位的管理,通过对权利、义务、责任

和程序的有效安排，通过加强政府的宏观管理和间接调控解决“市场失灵”，通过建立综合决策和管理机制和推动公共参与解决“政府失灵”，从而为循环经济生态城市的建设创造良好环境和支撑保障。

一、政府的职能

政府作为循环经济生态城市建设的统一领导者、管理者和协调者，在保障体系中处于主导地位；企业从事各种经济活动，直接与资源、环境以及服务对象发生联系，是实现经济发展目标和影响环境质量水平的主体；公众则是基层实施者和直接受益者。因此，循环经济生态城市建设支撑保障体系设计的总体目标是：以政府行为引导和约束企业行为和公众行为，促使企业改变传统的生产消费模式、实现清洁生产，促使居民转变传统的消费模式和消费观念，提高参与意识并发挥舆论监督的作用，动员全社会的力量最终推动循环经济生态城市建设项目的实施。

基于以上目标，政府应加强自身综合决策和宏观管理能力，将循环经济和生态城市建设纳入到战略与政策制定、规划与行动计划之中，并利用法律、行政、经济、信息、宣传教育等多种手段，发挥其领导、管理和协调作用。

二、法律法规保障

法律的缺位会导致管理和监督的缺位，循环经济生态城市作为对传统城市发展模式的突破和创新，需要完善的立法和严格的执法来推动和实施。政府应推动相应的法律、法规和相应的规划、政策的制定，以规范并限制与规划相悖的政府行为、企业行为和公众行为。

因此，贵阳市制定并通过了《贵阳市建设循环经济生态城市条例》。该条例应基于“3R”原则和产品生命周期理论，明确各级政府必须将循环经济生态城市建设纳入国民经济与社会发展计划；确立循环经济的跨部门综合决策与管理机制；确立循环经济的管理制度和各种政策手段；确立各部门的管理权限和职责；确立公众参与原则。在《贵阳市建设循环经济生态城市条例》的基础上，贵阳市将逐步制定《循环经济定量考核制度实施办法》、《企业清洁生产审计实施办法》、《促进政府绿色采购以及居民绿色购物实施办法》、《容器和包装物使用回收管理办法》、《家用电器回收管理办法》、《城市垃圾处置实施条例》、《食品回收管理办法》、《建筑材料回收管理办法》、《促进资源有效利用实施办法》等专门条例、实施办法和管理办法，从而构架完备的循环经济生态城市建设的一系列法规，促进资源的源头减

量化和回收再利用，保障循环经济生态城市建设的顺利实施。

三、组织机构保障

循环经济生态城市建设的实施需要公平高效的组织保障和机构保障。明确管理机构和管理职能，能够避免部门之间因分工不明确产生的职能冲突和利益冲突。循环经济生态城市建设实施的组织建设应包括横向和纵向两个方面，即明确横向的政府各部门之间的职能分工以及市政府与区县政府的职能分工。

1. 横向组织保障

建立以政府为中心，各部门分工负责的组织体系。各级政府负责在领导和管理相关经济工作过程中，制定与发布相关法规和行政规章，对各部门的工作进行统一协调，负责企业和市民的宣传教育工作；负责对建设进展进行年度评估并将结果公布。市政府循环经济办公室作为协调机构，具体负责规划实施各部门之间的组织协调，具体负责组织规划有关重大项目的申报和审批，对外寻求省级和区际的合作和获取规划实施的资金支持。

(1) 计划部门负责制定和编制建设实施的年度发展计划。在循环经济生态城市总体规划的基础上负责衔接、平衡各主要行业的发展规划；研究国际、国内及全市经济形势，进行市循环经济运行的预测、预警和监测；研究提出运用经济杠杆促进本地循环经济发展的政策建议。

(2) 经济行政管理部门根据建设项目的要求，负责制定相关的产业政策；根据国家《清洁生产促进法》的要求推动企业实施清洁生产和清洁生产审计，指导企业的技术改造。

(3) 环保部门负责对企业清洁生产的实施情况进行监督，并按照有关法律法规要求推动实施污染物排放的总量控制。

(4) 城建部门负责相关的城市基础设施融资、建设和运行工作。

(5) 国土部门负责实施相关的土地规划和管理。

(6) 农林部门负责对生态农业规划提供技术支持。

(7) 科技部门应该提供资源节约利用、清洁生产的技术储备和技术信息，组织重大项目科技攻关，为政府与科研部门的合作提供平台，促进研究机构与决策合作的制度化。

(8) 统计部门应该促进有关监测和统计数据方面的整合，增加一些新的监测和统计的内容，如绿色 GDP、贫富差别指数、新的环境质量指标、人体健康指标等，作为规划实施评估的科学依据。

(9) 宣传教育部门具体负责各种宣传教育活动的开展,组织教材编写和教师培训。

(10) 其他职能部门根据自己的工作分工,参与循环经济生态城市建设的具体工作。

2. 纵向组织保障体系

市政府根据建设的要求确立对区县以下各级政府实行循环经济定量考核制度;编制和实施科学、合理、规范、针对性强的循环经济综合考核指标体系和考核体系;并通过各种媒体定时将考核结果进行公布。区县以下各级政府应根据循环经济综合指标体系的要求,统一组织本区(县)的循环经济建设实施工作。

四、综合决策与管理机制保障

保障建设实施需要突破旧有的单一决策模式和管理的条块分割,以体制的创新推进贵阳市城市建设和经济发展模式的变革。贵阳市应建立促进循环经济生态城市建设实施的综合决策与管理机制,实行“行政首长负责,各部门分工合作,循环办统一协调,广大群众积极参与”的管理体制,明确各部门在规划实施中的管理职责和责任,并按相关法规的要求规范和约束各部门的管理行为,推动政府的决策与管理的科学化、民主化与高效化。它主要包括以下几方面的具体内容。

(1) 各级政府部门的工作应以循环经济生态城市建设目标为中心,符合《贵阳市建设循环经济生态城市条例》的要求,依法行政,依法接受人大监督。

(2) 建立以市政府为中心,综合计划部门、经济主管部门、环保部门、城建部门等各个部门参与的综合决策与管理体制。

(3) 建立循环经济的定量考核制度。

(4) 推行清洁生产和清洁生产审计。

(5) 推动企业排污申报,推动实施污染排放的总量控制。

(6) 淘汰浪费资源能源、严重污染环境的落后生产技术、工艺和设备,禁止外来企业进行淘汰技术的投资。

(7) 建立健全广泛的公众决策参与和监督机制。

(8) 建立政府循环经济生态城市建设实施评价制度。

(9) 加强政府能力建设。与研究机构合作,定期开展政府工作人员的培训,改善政府办公条件、加强政府局域网建设,提高政府管理效率和管理水平。

五、经济政策保障体系

发展模式的变革呼唤不囿于传统发展模式的政策与管理手段。市政府应在相关法律法规框架下，运用价格、税收、补贴、押金、补偿费等相关经济手段，从影响生产者和消费者的成本和收益入手，借助市场机制改变生产者和消费者原有的经济刺激模式，引导其行为，使其自觉推动总体规划的实施，达到社会、经济和环境效益的“共赢”。

六、技术政策保障体系

循环经济的建立离不开先进适用的科学技术作为支撑和推动力。贵阳市技术政策着眼点主要在于按照国家产业政策要求，明确政府、企业、科研机构等作为技术行为主体所起的作用，研究制定相应的实施办法，合理确立行业技术经济政策和主要工业产品的规模标准，引导资金的技术流向和资源综合利用的发展方向，指导相关技术的传播应用，加大对工业企业技改投入力度和争取国家政策扶持力度，贯彻实施国家制定的技术政策和技术实施标准。具体做法有：加大对企业技术改造的扶持力度；加强资源综合利用技术转让与转化服务技术政策；组织企业、高校和科研机构通过产学研合作形式，开展基础研究和应用基础研究；落实国家资源综合利用技术淘汰、技术标准与技术激励政策等。

七、信息支持保障体系

信息手段通过公开企业的资源利用、污染排放等情况和政府的管理行为，加强公众对企业资源利用效率、污染物排放和治理情况以及造成的环境损失情况的了解、监督和评价，对政府管理行为进行有效监督，从而促进企业提高资源利用效率、加强环境管理、提高公众形象和市场竞争能力；促使政府提高管理效率和效力，改善决策，公正执法；促进公共参与，起到强制手段和经济手段所无法起到的作用。

通过法律确立信息公开制度是有效利用信息手段进行管理的前提。通过信息公开制度确立信息公开的主体（包括企业和政府），信息公开的方式、程序和奖惩措施，信息公开的对象以及公开的内容和时限。它包括两方面内容，首先是政府的政务公开，即政府应在一定时间内通过网上信息公布和新闻媒体公开规划相关政策法规、制度安排以及管理行为，并接受公众质询；其次是企业的信息公开，即企业有义务通过将有关信息分别向政府和公众公开，接受政府管理和公众监督，政府产业主管部门和相关审

计人员、监督检查人员应当为企业保守技术和商业秘密。

八、宣传教育保障体系

具有信息传递、舆论导向和监督、规范公众行为和普及知识的功能，是实行公众参与的前提。只有相关知识得到普及，才会增强政府官员、企业和公众对规划的理解力和接受能力，才能使政府、企业和公众真正自觉地规范自身的行为，并将规划的有关内容切实地落实到日常的管理、生产和消费之中。它包括以下内容：定期开展政府官员的培训；定期开展企业培训；发起各种活动周、活动日，充分利用媒体，采取多种形式，广泛开展循环经济、生态城市、清洁生产、可持续发展的宣传活动，逐步提高全社会的循环经济意识；利用学校和社区对居民进行宣传教育等。

九、公众参与保障体系

从发达国家的实践来看，公众参与是推动循环经济建设强大动力。公众参与具有广纳资讯和集思广益的功能，可以突破信息不畅以及决策人员认识能力不足，帮助决策机关及早发现问题，弄清问题的广度与深度，提高决策的科学性与准确性。公众参与可以增加政府决策和管理的公开性、透明度，使政府的决策与管理更加符合民意和反映实际情况；另一方面公众也将能充分了解政府决策的理由和依据，从而增加对决策的认同感，减少公众与政府之间的冲突，使有关决策得到顺利实施。

具体做法有：

(1) 通过新的机制、政策和行动方案促使各种社会团体、媒体、研究机构、社区和居民参与到决策、管理和监督工作中。

(2) 鼓励和扶持非营利性的社会中介组织和民间环境保护团体。

(3) 对从事资源回收利用的中介机构和民间团体给予一定的经费支持，促使其参与政策研究、法规制定和技术推广，协助政府开展社会宣传，组织社区群众和志愿者参与垃圾分类、废旧物资回收等社会公益活动。

(4) 确立新闻媒体在相关信息发布、舆论导向和宣传、对企业和市民进行循环经济生态城市宣传教育中发挥的重大作用，以及对政府和企业进行监督的权利。

(5) 通过新闻媒介(报纸、电台、电视台)或张贴广告，发布拟建项目的厂址、内容，让公众了解建设项目的情况。

(6) 加大新闻监督作用，对有关企业和部门违法行为及执法不严、违法不究等现象公开曝光。

(7) 将社区作为宣传教育的阵地之一，对居民进行节约能源和资源的教育宣传等。

十、投融资机制保障体系

作为一个欠发达的西部省会城市，贵阳市进行循环经济生态城市建设的主要障碍在于资金不足。因此，在建设实施的过程中，应建立政府主导、市场推进和公众参与的广泛的投融资机制，以解决资金供需之间的矛盾。应该积极改善投资环境，实行优惠政策，利用各种融资手段获取建设资金，从而把建设目标落到实处。需要指出的是，应该为优惠政策的实施制定相应的环境标准，要求投资企业投资后的污染物达标排放；结合原国家经贸委各行业的推荐技术以及对国内外各行业一般技术水平的调研，提出优惠的技术标准，避免发达地区和国家的高污染、高能耗技术向贵阳转移。

主要措施有：

(1) 改善投融资环境，改善区内投资环境，为投资者提供一流、规范的服务是进行招商引资的重要手段。提高贵阳市服务业水平，创造良好的投资硬件环境；简化投资的审批程序，对于规划相关的投资给予优先立项和审批，保护投资者的资金安全，以及其依法享有的合法权利和利益。

(2) 优惠政策。贵阳市应该在落实国家、贵州省以及贵阳市已有的产业政策，技术改造管理政策的基础上，对投资生态工业、生态农业，兴办交通、能源、基础设施、生态建设项目和社会公益项目的投资者，在基础设施使用、土地、税费征收以及项目审批方面给予适当的优惠和政策倾斜。

(3) 利用各种投融资体系。在贵阳市循环经济生态城市建设的过程中，应该利用各种手段进行企业融资以及基础设施建设，来解决资金供需之间的矛盾。例如结合企业的绩效评价市政府对重点扶持的企业设立担保基金，以其自身的信誉畅通企业的融资渠道，解决企业贷款难的问题；根据国家高新技术的鼓励政策，促进贵阳市高新技术企业上市融资，利用股票市场降低融资成本。同时引进国外先进的管理经验和管理模式，提高企业在国际市场上的知名度、信誉度和核心竞争力；鼓励企业职工内部持股，促使企业职工成为企业的真正主人，调动企业职工的积极性，增加企业的凝聚力，完善企业激励与约束机制；建立循环经济建设投资基金，以贵阳市基础设施产业的长期股权作为抵押，通过发行基金受益凭证，集合社会上的分散资金，通过所投资金为产业的资本增值来实现投资回报；推动基础设施建设的项目融资，等等。

第七章 贵阳产业体系的生态化调整与循环

第一节 贵阳市工业发展存在的问题和对策

工业强市是贵阳的基本发展战略，工业是贵阳经济社会发展的支柱，是贵阳的核心竞争力，有着举足轻重的地位。贵阳工业经过几代人的努力，取得了巨大的进展，但仍然存在着许多不足。

一、贵阳市工业发展存在的问题

1. 贵阳市工业化水平低，产业结构急需调整

贵阳市 2001 年的各项指标如下（数据来自《贵阳市国民经济和社会发展规划报告（2001—2002）》）：工业产值比重 89.16%，工业就业比重 45.02%，城市人口比重 45.97%，人均 GDP 9 073 元，折合 1 097 美元（按汇率直接折算）。我国经济学家马洪提出了划分工业化发展阶段的指标体系和计算方法，主要包括工业产值占工农业总产值的比重、工业就业人数占工农业就业人数的比重、城市人口占全国人口的比重和人均 GDP 等项指标。标志工业化进入中期阶段的指标是：工业产值比重大于 60%，工业就业比重大于 45%，城市人口比重大于 35%，人均 GDP 达到 1 000 美元以上。按照这种分析，贵阳市基本达到工业化中期的标准，处于工业化中期的起飞阶段。但贵阳市在工业化过程中存在以下问题。

(1) 市区和市域、城镇和农村经济发展差距较大。按照 2001 年的统计数据，贵阳市城镇居民人均收入为 6 909 元，略高于全国平均水平（6 860

元/人),但农民纯收入为2 229元,较全国平均水平(2 366元/人)低137元。这说明城乡二元结构在贵阳较为突出。

(2) 贵阳市工业化率低于全国平均水平4个百分点,人均工业总产值也低于全国水平。这说明:尽管从工业化发展阶段指标来看,贵阳市达到工业化中期的起步阶段,但工业化水平低,工业发展的质量和效益不高。贵阳市在产业升级、资源深度开发、工业结构高级化方面还存在很大的潜力。

(3) 贵阳以非农产品为原料的轻工业比重仅占6%,比全国平均值低9个百分点;原料工业27.5%,加工工业34%,贵阳市资源开发和传统原料工业为主的格局没有完全改变。但加工制造业已有一定的规模,为经济结构的进一步调整奠定了基础。尽管从工业化发展阶段指标来看,贵阳市达到工业化中期的起点,但工业发展的质量和效益不高,需要在工业规划中充分考虑。

2. 从工业整体态势上看,生产效率低,产品缺乏竞争力,资源优势未能转化成经济优势

例如,虽然贵阳市磷资源丰富,能源配套性也很好,但限于现有的科研开发与技术创新能力,贵阳磷化工发展还处在磷矿石开采、黄磷生产等初级加工层次,在精细磷化工、食品级磷产品等生产方面很少涉足,未将资源优势转化为经济优势,不能满足贵阳经济跨越式发展的要求。同时,由于生产工艺落后、技术含量低,资源性产业在生产过程中物耗和能耗高于国内平均水平,形成资源的大量浪费,并造成生态环境的恶化,从而严重影响企业的经济效益和社会效益。随着工业化进程的深入,环境将面临更大的压力。

3. 在工业总体结构上,产业链的纵向延伸和横向关联不足,轻重工业比重不协调,对当地经济拉动作用小

产业链的延伸是资源不断加工升值的过程,它对于经济发展的拉动、解决就业问题有着重要的意义。贵阳市目前是以资源的粗加工为主的工业结构,产品加工层次低,品种较国际、国内少,纵向的产品产业链短,不利于矿产资源的深入加工和可持续利用,这也是环境污染严重的一个重要原因。进行初级产品的深加工,延长产业链,有助于企业提高资源利用率,增加企业的经济效益。另一方面,贵阳市十余个产业部门的横向耦合不足,各产业独立发展,没有发挥企业间互利共生的优势,这对于提高整个城市

的工业发展水平是不利的。

同时，由于历史原因，贵阳市重工业超前发展，比重很大，而轻工业相对薄弱，非农原料的轻工业更是如此，这对于人民生活水平的提高、消费结构的改变会有一定的影响。在工业发展中，轻重工业结构亟待调整。

4. 从工业微观层次分析，企业规模小，布局不合理，产品未能适应市场需求变化

企业总体上规模偏小，布局分散，在原料、工艺和副产物的利用等方面缺乏经济性，影响了企业的经济效益，降低了企业的市场竞争力。同时，长期以来，贵阳市一些重工业布局在市区内，占有大量的城市用地，对周围居民的生活造成影响，带来许多环境和社会问题，同时由于用地紧张也限制了自身的进一步发展。另外，贵阳市目前的产品结构不能满足市场的需求变化，特色产品未能做大做强；适应健康和环保需求的绿色产品没有形成产业化生产；传统产品生产过剩，缺少技术含量高的高新产品。这些因素严重影响了贵阳经济的发展。

5. 传统的经济发展模式不能适应贵阳市目前的区位背景

贵阳蕴藏有丰富的铝、磷、煤等多种矿产资源。其中铝土矿保有储量 3.3 亿吨，占全国的五分之一；磷矿 4.28 亿吨，是全国的三大磷矿基地之一。贵阳的矿产资源具有储量大、品位高、矿点集中、交通方便、易于开采等特点。贵阳市的水电和火电资源也十分丰富：境内建设水资源总量为 46.79 亿立方米，全市水能资源理论藏量为 119 万千瓦，可开发量为 90 万千瓦，水电站装机容量近 100 万千瓦，是全国十大水电基地之一。贵阳煤炭储量为 8.3 亿吨，具有品种多、埋藏浅、易开发等特点。资源情况加之当前贵阳市工业化水平，贵阳在相当长的一段时间内还要以资源性产业为主，那么如何保障资源型产业的可持续发展是必须解决的主要问题之一。

贵阳市地处西南，相对于其他地方，存在交通不便、资金和技术匮乏、人才资源缺乏、远离全国市场等不利因素。由于经济水平限制，消费水平较低，辐射带动作用不够，产品市场还需要不断培育。贵阳这样的区位背景不能走我国东部地区的发展道路，也不能采用以大投入、大污染、小产出和高消耗为特征的传统生产模式，这就要求贵阳市选择先进的理念——循环经济来指导贵阳工业健康、快速、稳定地向前发展，走一条科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到发挥的新型工业化道路。

二、贵阳工业结构调整的对策

当前阶段,贵阳工业面临信息化和工业化的双重任务。在贵阳的工业发展中,将结合当地的资源型产业,坚持“信息化 + 生态化”,进行产业结构调整,走出一条切实可行的新型工业化道路。贵阳市的产业结构调整将在循环经济建设的总体框架下,大力发展磷、橡胶为主的化学工业和以中药为主的生物医药工业等可持续的资源产业,培植和促进信息产业和生态环保产业为主的支撑产业,推动乡镇企业朝着生态工业园区的方向集约化。

1. 切实扶持化工、冶金和医药等可持续的资源型产业,壮大现实支柱产业

贵阳市的支柱产业充分利用当地的资源优势,是贵阳经济的有力支撑,但多数产品是初级加工产品,资源消耗量大,附加值低,对地方经济的带动作用不足。凭借西部大开发和贵阳循环经济建设的难得机遇,几大支柱产业应转变观念,以市场为目标,加大资源的深度加工,循环利用资源,延伸产业链条,提高支柱产业的发展质量,增加企业的经济效益。在资源型支柱产业发展过程中,应从经济、环境和技术等三个方面衡量产业项目。

2. 优先发展信息产业,支撑资源型产业的良性发展,促进贵阳经济由资源密集型向知识密集型转变

为支撑资源型产业的可持续发展,贵阳市将在现有基础上,与资源型产业结合,优先发展信息产业。信息产业的先导定位在于其重要的战略地位:信息化是新型工业化道路的重要内容。

信息产业能够改变传统的生产方式,促进循环经济体系的形成,是循环经济的依托产业之一。信息化是传统产业节能降耗的技术手段,可以认为是实现循环经济的一种有效途径。信息化通过提高企业的管理水平、技术状态,交换有关信息,大大提高企业的经济增长的质量和效益,对这些产业起到支撑和推动作用。在工业化过程中广泛应用信息产品和信息技术,能大大改善其他产业的技术状态和管理水平。企业充分采用信息化手段,就能够在市场中具有竞争优势。信息产业的先行发展能够引导其他产业向信息化的目标发展。信息产业应优先发展,在发展中不断研究市场需求和机会,逐步培育成贵阳经济发展的支柱产业。

3. 促进环保产业的快速发展，支撑资源型产业的良性发展

环保产业属于基础产业的范畴，在产业链条中处于上游位置，能为其他产业的发展提供重要支撑。它涉及第一、二、三产业，具有很强的产业扩散能力，能够有效盘活企业资产存量、发挥现有生产潜力、创造就业机会。专家估算，每增加1万元的环保产业投资，可带来10万元的社会外部效益。贵阳市积极推动环保产业快于其他部门的超前发展，必将对贵阳的整体经济起到很好的支撑和拉动作用。

4. 建立生态工业园区，促进中小企业集约化发展

中小企业是工业体系的重要组成部分，它对于缩小城乡差别，缓解城乡二元经济结构矛盾有重要的意义。乡镇企业的发展为城市工业的发展提供劳动力、场地、资金等，促进城市工业的产品扩散和产业转移，吸纳大量的农村剩余劳动力，推动了农业现代化的进程，促进乡镇城镇化。长期以来，乡镇企业存在生产工艺简单、规模小、污染重的特点。采取乡镇企业集约化发展、建立生态工业园区的方式，通过企业间物质、能量和信息的充分交换，提高彼此的生产效率，降低资源消耗和环境污染，提升乡镇企业的层次和地位。

第二节 贵阳工业体系的生态化转向

根据资源和产业特点，贵阳市工业体系的生态化转向着重构建磷、铝、煤等三大产业链条为核心的可持续的生态工业体系，开展产业结构的战略性调整，逐步完成由传统的资源型产业体系向资源高效利用、循环回收的可持续的资源产业体系，进而向技术性产业体系的转变。

一、生态工业体系的分期目标设定

贵阳市在2010年以前主要发展可持续的磷工业、铝工业等资源型产业，主要采用提高资源利用效率、实施清洁生产和扩大废弃物循环利用等方法。到2010年，信息产业、医药工业等的技术密集型产业逐渐成为贵阳经济发展的主要支柱产业，从而完成贵阳从资源型到非资源型经济结构的转型。

二、贵阳市生态工业规划的指导思想和原则

贵阳市工业发展将以党的十六大报告提出的“新型工业化道路”思想为指导，贯彻循环经济和生态工业的理念与原则，坚持“信息化 + 生态化”，进行产业结构调整，为全面建设小康社会做出积极的贡献。信息化是新型工业化道路中的核心内容。一方面要求优先发展信息产业；另一个重要的方面就是要在工业化进程中广泛应用信息产品以及相关的信息技术，改善产业的技术状态和管理水平，推动产业结构升级，提高经济增长的质量和效益，同时推动信息化技术的发展。生态化就是以循环经济和生态工业的理论为指导，建立生态工业系统，改变传统的高投入、高污染、低效率的粗放型发展模式，使工业系统仿照自然界生态过程物质循环的方式运行。在生态工业系统中，各生产过程通过物料流、能量流和信息流相互关联，实现系统内原料、中间产物、废物到产品的物质循环，达到资源、能源、投资的最优利用，从而减少资源消耗、降低环境污染。

三、贵阳市生态工业规划遵循的原则

(1) 市场导向原则。加强市场环境的分析，预测国内、国际技术经济发展趋势，根据市场需求确定行业发展和结构调整的重点方向。

(2) 比较优势原则。加快发展市场需求增长快、对国民经济发展影响大、目前国内生产不能满足需要、产业关联度高、带动性强、具有比较优势、有可能形成新的经济增长点的产业和产品。

(3) 技术进步原则。不搞填平补齐和扩大产量为主的一般性改造。

(4) 协调发展原则。注重整体，兼顾下游，促进产业链，促进东、中、西部工业协调发展。

(5) 资源效率原则。推广循环经济的理念，通过清洁生产、生态工业系统集成等技术方法，提高资源利用效率，降低自然资源的消耗，减少废弃物的产生，追求资源、环境和经济的多赢。

四、贵阳市工业体系生态化调整的思路

贵阳市工业体系生态化将分以下三个层次进行：在企业内部，通过原料替代、工艺改进和产品设计，加强管理，扩大规模，优先进行企业内部的物质和能量循环，提高资源、能源利用率，实现废物减量化；在企业之间，延伸产业链，进行企业间产品的耦合共生，进行更加充分的物质和能量交换，实现废物的回收和利用；在市域层次上，与社会、农业循环体系

相衔接,使工业、社会所产生的废弃物经过再生返回生产、消费过程,形成物质的闭路循环,充分利用资源,减少废物排放。

(1) 在企业层次推行清洁生产,提高资源利用效率。

清洁生产是指通过综合性预防的战略持续地应用于生产过程、产品和服务中,以提高效率和降低对人类安全和环境的风险。清洁生产的目标是污染预防和资源效益的提高。企业通过加强和改善企业的经营管理水平、采用适合自身特点的清洁生产技术,减少生产过程的物质消耗,促进企业内部的物质循环和能量高效利用,提高资源利用效率,减少环境污染。着重体现生产过程中资源消耗降低、产生的副产废物减少、物质循环利用充分,从而实现物质投入和污染排放的“减量化”。

根据清洁生产的概念和实践经验,企业实现清洁生产的主要途径有:产品体系的革新、工艺和设备的改革、改进操作和加强管理以及物料的再循环利用等。产品体系的革新主要表现在传统产品替代和产品绿色设计,考虑产品在整个生命周期过程中的环境影响,将产品的生产和消费作为物质循环系统的环节加以考虑;工艺和设备改革包括改变原料、推广使用新型生产技术和工艺、强化生产设备和提高生产的稳定性等,这对于生产过程中降低物质消耗是非常重要的环节;改进操作和加强管理是降低人为因素对生产过程影响的有效途径,在企业加强技能培训、进行科学管理、构建企业信息化体系、改善生产环境,能够以较小的花费取得显著效果的措施,应当优先考虑。贵阳市的工业企业以粗放式资源型为主,通过清洁生产,节约降耗增效的空间很大。贵州科伦药业公司实施清洁生产项目 14 个,总投资 731 万元,使单位产品成本降低 0.1 元,年收益 1 000 多万元。

贵阳的工业企业通过推广清洁生产,加快传统产业的技术改造和技术创新投入,促进资源消耗少、污染少的高技术、高知识、生态产业的发展,严格限制和禁止工艺落后、能耗高、污染严重的小煤窑、小造纸、小制革、小水泥、小冶炼、小烧碱、小电石、小黄磷等企业发展,严格控制高资源消耗的工业项目,将有效降低磷、铝、煤等矿产资源消耗,减少水资源的需求,改善固体废弃物的排放。与 2001 年的数据相比,预计万元工业产值的资源消耗到 2005 年降至 90%,2010 年降至 75%,2020 年降至 50%;万元工业产值的废水排放量到 2005 年降至 67%,2010 年降至 50%,2020 年降至 35%;万元工业产值固体废物排放量到 2005 年降至 85%,2010 年降至 70%,2020 年降至 45%。

扩大企业规模,增加副产物和废弃物的综合利用程度。从增加企业的市场竞争力和提高副产物的利用角度,扩大企业规模是国际上企业发展的

趋势。贵阳市具有明显的资源和人力优势，企业可进一步发挥规模优势，降低生产经营成本，提高资源再生循环利用的经济可行性，取得良好的经济效益。贵阳市许多企业由于规模太小，副产物和废弃物无法得到经济利用，大部分白白闲置或造成污染。通过对企业的改造和规模扩大，这些物质就可以得到利用，从而实现资源的高效利用。黄磷尾气的利用就具有典型性。

(2) 促进相关企业的产业整合，提高总体的经济效益。

上下游企业之间通过纵向闭合整合成联合企业，便于对相关企业的物流、能流、环境管理等进行协调，可以有效地进行资源的优化配置，降低企业的经营和管理成本，权衡各方面利益，保证各成员企业的原料供应和产品的质量和数量，减少企业风险，提高企业的市场竞争力。相关企业的整合能够延伸产业链，提高各个企业的综合效益。其具体形式可以多样化，松散联合或重新组合均可，既可以由原有企业通过参股、控股、兼并或重组实现，也可以采用大型企业扩展生产经营范围完成。例如贵阳煤气气源厂和水晶化工集团属于煤化工产业中的相关企业，气源厂生产的焦炭和焦炉气供水晶化工集团做能源和原料，水晶集团为气源厂提供电力保障和公用工程，这样两个企业就形成一种互利共生关系。如果进一步采取措施促进两个企业进行产业整合，并积极给予配套，将会大大促进水晶集团下一步的跨越式发展，也会大幅度提高气源厂生产的稳定性和经济效益。

(3) 建立生态工业园区，实现不同产业的多业联营，进行更广层次物质能量代谢。

单个企业的清洁生产和厂内循环具有一定的局限性，因为它们肯定会形成厂内无法消解的一部分废料和副产品，于是需要在企业外部去组织物料循环。生态工业园区是循环经济的重要形式，是在区域层面上通过废弃物交换建立的生态产业链，是在企业群体之间实施循环经济的典型代表。生态工业园区可以模拟自然生态系统建立产业生态系统的“食物链”和“食物网”，形成互利共生网络，实现物流的“闭路再循环”，达到物质、能量的最大利用。例如开阳磷煤化工（国家）生态工业示范基地建设中，除了通过产品进行产业链延伸之外，可通过产业和再生资源的横向耦合关系形成工业生态链，跨行业、跨部门在更广阔的经济领域进行物质循环和能量利用，最大限度利用资源，使参与生态工业园区构建的各个部门和企业实现多方共赢。

(4) 连接工业和社会消费体系，发展静脉产业，并参与全国全省的经济分工和大循环。尽管循环经济能促进资源的高效利用，但仅仅在工业体

系内强调物质封闭循环有一定局限性。应当看到,工业和社会消费中仍会产生大量的废弃物,发展静脉产业,对其进行分类收集,进行有规模的资源化回收,重新回到工业体系进行再生利用,也是以循环经济理念实现工业生态化的重要内容。同时,利用再生资源进行生产还能节约大量的原生资源和能源,减轻环境压力,解决部分就业问题。例如,与原铝生产相比,再生铝生产工艺简单、流程短、工序少、有害杂质少,用于治理三废的费用也较少。生产 1 吨再生铝与生产 1 吨原铝相比,可以节约投资 87.5%,节约生产费用 40%~50%。废铝重熔能耗仅是原铝生产的 5% 左右,能减少二氧化碳排放 91%,同时还有利于解决部分下岗职工的就业问题。

自然,贵阳工业领域发展循环经济,实现生态化转型不能仅仅停留在市域范围的自给自足、自我循环。搞小而全的封闭循环体系,在经济全球化背景下是极其短视的,也是不现实的。因此,贵阳工业应积极加入到省域、全国乃至全球的经济大循环中,有所为有所不为,在这个大循环中更好地实现生态化转型。在省内,充分发挥经济的辐射带动的龙头作用,与周边地市分工协作,加快贵州经济的发展;在全国范围内,要紧密围绕资源和能源配套优势和国家经济布局的定位,通过市场优化产业结构,为国民经济的快速、稳定、健康、协调发展起到积极的作用;在国际经贸中,紧扣健康生存和可持续发展这个时代主题,突出绿色、生态要素,不断提高优势产品的质量,做大、做强优势产业,力争在国际竞争中立于不败之地。

第三节 磷、铝、煤等重点产业的生态化

一、贵阳磷工业的生态化

磷化工是贵阳市的传统支柱产业,主要包括黄磷及其后加工产业,以及磷肥工业。贵阳磷矿资源丰富,磷矿储量达 4.28 亿吨,全国 P_2O_5 含量大于 32% 的优质富矿资源有 78% 集中在贵州开阳县。煤、电等磷化工发展所需的配套资源丰富,这为贵阳磷化工的发展提供了绝好的资源条件。

1. 贵阳磷工业发展目标

贵阳磷工业将以市场为导向,通过开发高端产品、进行磷产品的深加工、资源利用率的提高、技术含量提高等措施,到 2005 年,将磷工业总产

值提高到 60 亿元/年,提供就业岗位 1.2 万个,成为贵阳经济发展的重要支柱。到 2010 年,磷化工总产值达到 120 亿元/年,开发磷精细化工产品 20 种以上,提供就业岗位 3 万个。同时,通过原料处理和技术改造等措施,实现磷化工产业的可持续发展,万元产值的物耗到 2005 年降低 5% ~ 15%,到 2010 年降低 30% ~ 35%;万元固体废物排放量到 2005 年降低 5% ~ 10%,到 2010 年降低 40% ~ 50%;到 2005 年,基本实现废水闭路循环利用。

2. 磷工业生态化建设方案

贵阳磷工业的生态化将在保持磷矿现有开采水平基础上,主攻磷矿石深度加工增值,进一步提高黄磷生产的规模和效益,重点延伸发展下游的磷精细化学品,增加高浓度磷复肥生产,使磷矿资源的加工增值大幅度提高。

(1) 保护资源,合理开采,治理矿山。目前,贵阳市每年开采水平为 400 万吨,外销矿石占到 230 万 ~ 250 万吨,产品附加值很低,同时又占用大量铁路运力,对当地经济的发展起不到带动作用,未能将资源优势转化为经济优势。采取“立足长远,开发与保护并举”的方针,对磷矿资源进行保护,实行总量控制、按计划合理开采,全面治理采富弃贫;提高共生伴生矿产的综合利用水平,禁止磷矿的高值低用;加速深度加工业建设,提高本地自用率;推进废料资源化处理工程建设;禁止非法无证开采与掠夺式开采,有计划地减少磷矿石的开采量,限制磷矿石的出省和出口,延长磷矿石生产基地服务年限。

(2) 控制黄磷生产总量,大力开发较高附加值的大宗平台化合物和精细磷化工产品。贵阳要全部消化现有的磷矿开采量,需要将现有的磷化工加工能力翻一番,这就需要增加磷化工产品的品种,提高现有的生产能力,带动经济的发展。

① 调整生产规模,将黄磷产量控制在 10 万 ~ 12 万吨,积极研制、开发黄磷精制技术。

② 贯彻“矿肥结合”、“酸肥结合”的发展方针,继续进行产品结构和原料结构的调整,提高产业集中度,使磷复肥行业区域结构、企业结构和产品结构等方面更趋于合理。通过大项目带动,在贵阳形成年产 260 万吨的高浓度磷复肥基地。在此基础上发展多元复合肥、大颗粒包裹肥等新型高效专用肥料,做到增量发展和品质发展并重。

③ 加大科研开发力度,研究湿法磷酸的净化和精制技术,提高用于生

产磷酸盐的湿法磷酸比重。从三氯化磷等平台化合物入手，发展有机磷化工产品。

④ 采用热法和湿法并举方针，加大科研开发力度，全面致力于将磷酸盐工业“做精、做强、做大”，发展以三聚磷酸钠、脱氟磷酸三钙为代表的多品种磷酸盐，走高端精细化道路，进而建成国内外同行业上规模、有品牌、有雄厚实力的大型磷酸盐工业基地。

⑤ 大力发展六氟磷酸锂（锂离子电池主要原料）、高纯磷及其化合物（新型电子功能材料）、专用次磷酸钠等附加值高、技术起点高的精细磷化工产品，以推进贵阳磷化工向着精细化、高值化方向纵深发展。

(3) 加强废弃物的再循环、再利用，提高副产品的经济效益。

① 黄磷尾气的利用。黄磷生产副产的尾气是很好的一碳化学品的原料，可以生产甲醇、草酸、甲酸、二甲醚及其下游产品。例如，每生产 1 吨黄磷的尾气约可合成 3 吨草酸，经济性和节能效果十分明显。按照年产 5 000 吨草酸计算，总产值近 2 000 万元/年，年利润 1 000 万元左右/年。利用黄磷生产尾气净化后得到的一氧化碳羰基合成甲酸甲酯、甲酸甲酯水解制甲酸，是一条清洁生产工艺路线。贵阳市已开展的黄磷尾气回收综合利用工业开发项目（一期 2 万吨/年甲酸项目）正是采用了此项技术成果。

② 黄磷炉渣的利用。每生产 1 吨黄磷可以产生 10 吨左右的磷渣，因此贵阳市黄磷渣数量巨大。目前国内普遍流行的利用方法是做建材原料和制硅肥。磷渣制水泥，可以改善水泥品质，降低水泥生产成本，给水泥厂带来收益。同时，我国土壤缺硅的现象较为普遍，必须大量施用硅肥。磷渣制硅肥在国内一些地区得到了推广，不仅使废渣得以处理，而且可以得到丰厚利润，取得很好的经济效益和环境效益，具有广阔的发展前景。另外，磷渣略做改性，可用来生产微晶玻璃。微晶玻璃具有抗折、抗渗、耐磨的性质，可代替天然大理石，用作高档装饰或工业用板材。用磷渣生产，不仅解决了磷渣堆放的环境污染问题，而且将其出料所带的大量余热很好地利用，可以取得显著的经济效益。

③ 电除尘器灰及污水循环。在安装有电除尘器的黄磷装置上，每吨黄磷可副产 100 公斤左右的电除尘器灰。它含有较高的 P_2O_5 和 K_2O ，是极好的复合肥。由于采用电除尘器能够有效回收 P_2O_5 ，降低后处理工序难度，减少环境污染，各生产企业应安装并积极采用。污水处理采用清污分流、封闭循环，可使污水排放量大为减少。用吸滤、沉降和压滤等单元操作可得到含 P_4 10%、水 45% 左右的贫磷泥，将其掺烧制磷酸，可有效降低磷损失。

④ 磷铁的回收利用。每生产 1 吨黄磷副产磷铁 100kg 左右。磷铁中一般含铁 70%，含磷 22%~26%，还含有少量的锰、钒、硅等。国内副产的磷铁用于冶金工业炼特种钢或制磷酸三钠，各厂都有一定的收益。

⑤ 磷石膏的利用。目前，贵阳每年副产磷石膏接近 200 万吨。如果采用磷铵副产磷石膏制硫酸联产水泥专利技术（PSC 技术）处理磷石膏，每年可节省数百万的堆场建设费，并能生产硫酸 52 万吨，同时副产水泥 78 万吨，能产生可观的经济效益，而且整个过程没有污染物产生。

⑥ 氟的处理与回收。氟是磷化工生产的主要污染物之一。开阳的磷矿石中含氟 1%~3%，必须给予足够的重视，实行回收利用或无害化处理。通过采取处理措施，磷化工生产中的废渣利用率可达到 65%，废气利用率可达到 90%，实现经济环境双赢。

（4）加快矿、电、磷、化一体化进程，推动磷工业的低成本增长。

矿、电、磷、化一体化体现了生态工业的横向耦合关系，它将磷矿资源、电力资源和磷化工生产统一管理，组织一条龙生产，发挥整体作用，产生最好的经济效益。通过一体化工程的实现，原料供应进一步稳固，下游产品开发和生产可根据黄磷生产状况有序进行，而自办或联办水电站将为当地带来稳定、廉价、便捷的电力供应，节约企业的生产经营成本，提高企业和产品在市场中的竞争力。可加强企业对矿、电、磷一体化的重要性的教育培训，组织相关企业进行研讨，给予必要的政策支持，协调不同企业的利益分配，真正做到磷化工产业的低成本增长。

二、贵阳铝工业的生态化

铝工业是贵阳市重点发展特色优势产业之一。贵阳市铝土矿储量为 3.2 亿吨，其中铝硅比大于 8 的优质铝土矿约占 67.4%。到 2010 年，贵阳铝加工总产值达到 90 亿元/年，2005—2010 年年均递增 13.7%，增加值 34 亿元。贵阳市铝工业的产业结构和产品结构具有明显的资源指向和初级原材料的特征。同时，贵阳铝工业的扩产改建和快速发展，将加大铝土矿资源的开采，加剧矿山的生态环境压力。同时赤泥的产生量也会大大增加，如何很好利用是一个重要的问题。废水和废气的污染治理和循环利用紧迫，大量消费后的废铝如何处理，也是极其现实的问题。

1. 贵阳铝工业生态化发展思路

贵阳市铝工业的发展必须遵循循环经济的“3R”原则，一方面在铝矿开采、氧化铝、电解铝的生产中要不断推动技术进步，改进工艺，扩大规模，

进行资源综合利用,降低物耗、能耗,提高产品质量,增加产品种类;另一方面,以市场为导向,大力开发铝深加工产品,延伸产业链,提高产品附加值,重点开发高精铝板带、箔材、现代交通用大型铝合金材以及汽车零部件等,形成全国铝及铝深加工基地。在开展清洁生产的同时,逐步建立起一套完善的废铝回收再生机制,实现铝资源的循环使用。

2. 铝工业生态化建设方案

(1) 科学、合理、持续地开发利用铝土矿资源。加强铝矿资源科学管理,制定铝资源合理开发规划,自办矿山建设向现代化、科学化发展。对废弃的采坑和排土场编制复垦和绿化计划;加强民采矿管理,做到贫富兼采,块矿、粉矿兼采,合理搭配,减少浪费;根据矿产资源的组成,联合其他行业企业,进行综合开发利用,提高资源利用效率;加强技术攻关,发展井下开采。

(2) 扩大氧化铝生产规模,采用先进工艺,降低物耗和能耗,实现清洁生产;提高产品质量,调整产品结构,开发新产品。目前,我国氧化铝生产能力严重不足,近两年来,我国年进口氧化铝在 200 万吨左右。氧化铝市场前景看好。同时,目前贵阳铝工业企业主要采用联合法生产氧化铝,与国外常采用的拜耳法相比,具有能耗高、工艺流程长、建设投资大等缺点。必须开发流程短、能耗低、经济合理的新工艺,采用新技术,以提高我国氧化铝工业在国际上的竞争能力。例如采用管道溶出技术、预脱硅技术等。进行燃煤锅炉的技术改造和替代,强化脱硫措施,减少烟气中二氧化硫污染。加大氢氧化铝、低钠氧化铝、 β -氧化铝、焙烧氧化铝、片状氧化铝、熔融氧化铝、活性氧化铝、无定形铝胶等多品种氧化铝的开发力度。与此同时,开展资源综合利用,可以利用赤泥来做水泥、生产建筑陶瓷、生产新型墙材,做填料,提取镓、钪、铁等有价值的金属。

(3) 在电解铝生产中,要提高电能效率,改善生产的经济效益;以降低成本为核心,积极开发研究铝电解生产清洁工艺;发展煤电铝联营,降低生产成本,使各方均获得良好的经济效益。

(4) 大力发展铝材加工业,增加铝材生产能力。电解铝厂、铝加工厂、深度加工厂和铝铸件厂组成大型联合企业,有利于简化工艺、减少工序、减少污染,节省能源、降低成本、扩大规模、提高效益,使铝及铝加工企业向环保型、可持续发展型方向发展。广泛研究铝合金的粉末冶金、复合材料、超细粉和纳米级材料等新产品。可以考虑以下铝产品的生产:精铝、铝型材、铝箔、铸压件、铝合金复合板材、泡沫铝等。

(5) 铝的回收和再利用。与原铝生产相比,再生铝生产工艺简单、流程短、工序少、有害杂质少,用于治理三废的费用也较少。因此,发展铝回收业,效益明显,投资少、成本低、经济效益高。生产1吨再生铝与生产1吨原铝相比,可以节约投资87.5%,节约生产费用40%~50%;节约能源显著。

三、贵阳煤工业的生态化

贵阳市煤炭资源丰富,缺乏石油和天然气资源,对工业发展和能源燃料供给造成严重影响。充分利用煤炭资源,由煤炭和天然气出发,发展清洁煤、二甲醚等清洁能源,生产国民经济发展所需的有机化工产品,对能源的优化利用及实现贵阳的可持续发展战略具有极其重要的意义;对贵阳市的工业结构、能源消费和经济发展将产生重要影响。贵阳市将以贵州水晶有机化工集团为主,有机整合贵阳市煤气气源厂,利用煤资源开发二甲醚及下游有机化工产品,大力发展焦炭、焦油和焦炉煤气加工能力,延伸产品链,建设西南地区重要的煤化工基地。

1. 建设内容

(1) 提高焦炭、焦油和焦炉煤气生产加工能力,扩大焦化工业生产规模。焦炭是工业生产的重要原料,扩大焦炭产量有助于减少外省产品的调入,减轻紧张的交通负荷,提高生产的本地化程度。焦油中含有大量有机化工原料,在发展焦炭生产的基础上,对产生的焦油进行回收加工能够显著提高焦化工业的经济效益。焦化工业的发展将副产大量的焦炉煤气,对此进行净化处理,可供城市做煤气和化工原料使用。近期完成煤气气源厂3#,新增城市煤气30万立方米/天,远期实现机焦生产300万吨/年。

(2) 走煤气化路线,实现煤、电、能、化联合生产。煤化工主要是以煤为原料生产具有高附加值化工产品。其基本步骤是将煤气化,然后按照生产目标的不同,生产甲醇、氢气、二甲醚等产品,也可将合成气用于燃气和蒸汽联合循环发电。贵州水晶化工集团可采用部分煤造气路线,与气源厂的焦炉气进行配比,得到满足后续产品要求的合成气,固定投资与完全造气相比可节约1/3,同时解决焦炉气中一氧化碳含量偏低的问题,能够取得良好的经济效益。煤气化能促进煤的清洁发电,煤气化联合循环发电(IGCC)是其中的代表性技术。它包括煤气化炉、燃气轮机与蒸汽轮机联合循环发电机组两部分,优点是效率高,具有优良的低排放,可采用宽范围燃料。煤化工产品,如甲醇、二甲醚等,都是性能非常良好的清洁燃料,

在新型清洁交通工具发展中将起到重要的作用。同时,这些产品也是发展有机化工重要的平台化合物,从二甲醚可以制取乙烯,借助贵州水晶化工集团在有机化工方面良好的产业和技术基础,可进行一系列下游产品生产。

贵阳以炼焦和煤气化为龙头,利用 IGCC 发电技术、煤炭液化技术、一碳化工合成技术,实现以煤为基础的气、电、热、运输燃料和化工产品的联合生产,是资源优势转化经济优势的又一重要内容。

2. 煤化工主要产品

(1) 二甲醚。以煤炭为原料经合成气制二甲醚,是人们正热切关注的一种非石油资源路线。二甲醚因其良好的理化性质在化工和医药行业中一直被广泛用作甲基化剂、气雾剂、制冷剂和各种有机合成原料。常规技术二甲醚的生产成本略高于柴油,但其成本和污染都低于丙烷和压缩天然气等低污染替代燃料。二甲醚除了可供汽车使用和作为民用燃料外,还能用作燃料电池、火力发电厂等的燃料。据预测,将来仅亚洲地区每年二甲醚的需求量就达 3 000 万吨。

近年来,清华大学化学工程系、中科院山西煤炭化学研究所、西南化工研究设计院等科研机构对二甲醚的研究和产业化已取得了一定的成绩。

(2) 甲醇。甲醇既可以作为内燃机汽车的调和燃料以改善其污染排放,也可作为燃料电池电动汽车的燃料。它又是一种重要的中间产品,可以通过进一步的合成反应,生成合成油。由于在一碳化工的合成工艺中,甲醇路线与合成气直接合成路线相比,前者反应条件温和,工艺技术比较简单,技术易于突破,目前达到的各项指标几乎都优于直接合成法,因此在开发一碳化工的热潮中,各国都优先发展甲醇化工,将甲醇化工作为一碳化工的突破口。

(3) 氢气。氢气是一种清洁的能源载体,以氢为原料的燃料电池驱动的电动汽车是未来城市理想的交通工具。氢气是质子交换膜燃料电池燃料的最好选择。但是氢能是一种二次能源,需要由一次能源转化而获得。目前,氢气的制法有水煤气法、电解法。后者制法昂贵,对于电池来说,前者的工业化前景远远大于后者。以煤为原料的制氢技术是与煤气化技术相结合的,首先通过煤制气工艺生成合成气,待合成气冷却后,加入水蒸气,产生转化反应,使一氧化碳进一步被氧化为二氧化碳,并生成氢气。可以采用与天然气制氢相类似的变压吸附工艺,将氢气从混合气中分离出来。现已有成熟的工业流程。

(4) 醋酸乙烯和醋酐。随着我国广播、电视、电影和旅游业的发展,

人民对于文化生活的需要将会不断增长,作为生产轻化工产品原料的醋酐和醋酸乙烯的需求量也将越来越大。因此开发甲醇联产醋酐和醋酸乙烯的工艺技术,在我国具有较好的市场前景。美国哈尔康公司开发的新技术,先用甲醇使醋酸脂化成醋酸甲酯,然后使醋酸甲酯和一氧化碳进行羰基化反应生成醋酐。该技术具有较大的灵活性。若用少量醋酐和甲醇直接反应,也能生成醋酸甲酯中间体,然后与一氧化碳、氢气反应生成亚乙基二醋酸盐和醋酸,只要调节甲醇的生产和合成气中的一氧化碳/氢气比例,就可以形成生产 100% 醋酸乙烯或 100% 醋酐或以任何比例联产上述两种产品的生产线。

3. 煤化工发展循环经济的主要措施

(1) 减量化

采用洁净煤技术,选择清洁的生产工艺和合成路线;使用 IGCC 发电等新技术,节省大量的煤资源和废气污染。通过脱硫技术的改进,使用当地的煤炭资源,降低物流负荷,减少由此造成的环境污染。

(2) 再利用

利用炼焦副产的焦炉气,生产甲醇、二甲醚等清洁能源和化工产品,取得良好的经济效益。电石炉产生的废气用来作为干燥热源,减少能源资源的需求。

(3) 再循环

在煤净化加工中产生的煤矸石和燃烧产生的粉煤灰可以进行综合利用,生产空心砖、新型建筑材料,有效降低环境污染;加强煤化工生产中的能量的梯级利用和水资源的循环使用,降低物质消耗。电石乙炔工艺产生的电石渣用来生产电石渣水泥和碳化砖。

(4) 替代化

通过煤化工的发展,在一定程度上替代石油资源,缓解我国资源分布不均造成的能源问题。用甲醇、二甲醚等清洁能源替代传统燃料,降低大气污染,改善空气质量。

(5) 关键技术

煤化工发展中要解决高硫煤的清洁利用问题,急需高效脱硫技术和循环流化床锅炉技术的引进和应用。为解决二甲醚等产品的出口和发展有机化工,需要与有关研究单位合作进行二甲醚制乙烯技术的开发研究和产业化工作。加快进行交通工具使用清洁能源的技术和政策研究。

第四节 电子信息、环保、汽车等工业的生态化调整

除磷、铝、煤等作为生态工业体系中的重点行业外，贵阳还将以循环理念重点发展以下行业。

一、电子信息产业（包括通讯设备制造业、电子产品制造业、软件业）

1. 发展思路

利用信息产业的低消耗、低污染、高渗透和高增值特性，促进贵阳市经济由资源密集型向知识密集型的转变。通过新型元器件基地建设、计算机及网络产品和新型数字视听产品的生产，扩大信息产业规模；通过推进电子产品生产清洁化，产品高值化，发展软件业，实现信息产业生态化。同时通过信息产业的发展，带动贵阳市信息化建设。打造循环经济信息平台，整合贵阳市信息资源，推动信息技术进步，促使现代信息技术与传统工业的升级改造相结合，抓好企业信息化试点工程、推进社会管理信息化、发展电子政务和电子商务，促进贵阳经济向低物质化方向发展。

2. 循环经济主要措施

电子工业的发展将会产生以下环境问题：废液，包括废酸、废碱、用过的有机溶剂、电镀液等；废气，包括含有 HF 、 H_3P 等物质的酸性气体或有毒气体；固体废弃物，包括包装材料、废弃产品和残存金属固体物质。这些物质对环境具有很强的污染作用。从技术角度出发，可以考虑采用以下的改进措施：

(1) 减量化。逐步减少有毒有害溶剂和材料的使用，集成电路采用低功耗设计，提高线路密度等方法。

(2) 替代化。对监视器、手机等使用低辐射设计替代原有设计，保护用户的身体健康，以水溶性清洗剂或低毒清洗剂代替有机清洗剂；用 CIMS 和 ERP 等现代化技术手段替代传统的管理方法和体制，对传统产业实施信息化改造。

(3) 再利用。进行零件标准化和可拆卸设计，使其通用性好，易拆易卸，促进在生产和消费环节中多次循环利用；用再生纸作为包装材料的填

充物和防震材料。

(4) 再循环。提高水、蚀刻剂、光阻剂的循环利用率，对废旧计算机和家电等进行拆解，对其组成材料分类进行回收，返回到金属加工厂和塑料制品厂中心进行零件和材料再生产。

3. 关键技术

加快建立以企业为核心、产学研结合的技术创新体制，提高自主创新能力，促进科技成果产业化。在技术开发中以关系国家信息安全和增强综合国力的核心技术与涉及产业结构调整 and 升级、传统产业改造和提升、促进新兴产业发展和信息产业建设急需的应用技术为重点，大力发展微电子技术、软件技术、新型元器件和电子信息材料技术、信息采集、处理、交换、传输、显示技术、网络技术、数字技术、信息服务及系统集成技术。

二、环保产业

1. 发展思路

贵阳市与高等院校和科研机构开展合作，引进人才，采用专利技术，共同构建环保产业发展平台，拉动其他产业部门，促进整个贵阳经济的跨越式发展。

2. 重点领域

从环境污染状况来看，由于贵阳市能源结构以煤为主，城市用煤含硫率高达 3% ~ 5%，燃烧利用率低，导致大气环境污染严重。贵阳市水环境质量总体较差，且有持续恶化的趋势，需要进一步改善，加强防治工作。工业固体废物以主要粉煤灰、煤矸石和化工废渣为主，综合利用率还有待进一步提高。从工业特征来看，贵阳是一个资源型产业城市，化工、冶金、轮胎等中型工业占到整个工业的 60% 以上，产生的大量固体废弃物的循环利用和资源化回收技术和设备是本市环保产业发展中应充分关注的重点领域发展重点。从产业优势来看，根据当地仪器仪表工业的情况，加上一些三线企业的产品转型，可集中力量，发挥他们在装备、人才、厂房和技术上的优势向环保产品转移，进行有关环保仪器和成套设备的研制与开发。从地域上看，贵州省在环境保护方面还有很大的市场潜力，贵阳市在西南地区具有重要的中心地位，针对贵州、西南地区发展适销对路的环保产业具有积极重要的意义。贵阳市要建设生态城市，实现跨越式发展，需要强

大的环保产业作为支撑，同时环保产业也是新的经济增长点。

因此，贵阳环保产业将在以下领域重点发展。

(1) 水污染防治技术与设备。包括重点发展城镇污水处理成套技术与设备；扩大工业废水治理技术开发与设备生产，提高产品的技术性能和标准化程度，积极开发高浓度有机废水污染行业的综合处理技术和设备开发生产；积极开发和生产居民饮用水净化技术与专用工艺设备、高纯度水制作技术与设备。

(2) 大气污染防治技术与设备。包括燃煤电厂脱硫、脱硝技术与设备；汽车尾气净化及减少汽车污染技术及设备；黄磷尾气综合开发应用技术；有毒有害气体净化技术与设备；清洁煤生产技术与设备。

(3) 固体废弃物综合利用、处置技术与设备。包括磷渣、赤泥、粉煤灰、矸石和电石渣等工业废渣的资源化利用技术与设备；再生资源利用和设备，城市垃圾资源化及处理装置和设备；工业固体废弃物的收集、分选、预处理焚烧技术与设备；危险废物安全填埋关键技术及设备。

(4) 环境监控仪表与设备。包括重点进行废水排放测量系统技术和设备；污染源在线监测仪器仪表；便携式监测仪表；大气环境监控仪器；污染治理自动化控制系统及配套仪器仪表。

(5) 节能产品、技术、工艺和设备的生产与应用。包括生产节能变压器；电弧炉的短网和配电设施的改造；工业窑炉供热管道的隔热保温；绿色照明的推广普及；黄磷等高能耗产业的节能与能量综合利用技术。

(6) 环保材料与药剂。包括环保材料，可降解膜塑材料，污水及气体净化滤料及吸附材料，用于固液分色及水处理的各种膜材料；无机高分子混凝剂，有机高分子混凝剂，复合高分子混凝剂。

(7) 其他重点技术及环保服务领域。包括废弃物资源化与增值产业；城市生活垃圾资源化产业；生态建设与保护产业；环境信息与服务领域产业。

3. 循环经济措施

在环保设备制造过程中，一方面产生金属废屑和废聚苯乙烯塑料等固体废弃物，这些可以方便地经过分离、回炼，重新生产零部件；另一方面，还产生使用过的切削液、清洗水和电镀废液等液体，这些液体毒性大，难以处理，对环境污染严重。废液中含有一些有价值的重金属离子，因此应采取相应的措施减少废液生成或加以适当处理。

(1) 加强金属废屑的回收再生和循环利用。

- (2) 切削液循环利用，并与废油分开处理，尽量回收废油。
- (3) 改变电镀方法，少用或不用含氰电镀液。
- (4) 回收电镀废液中的铬等重金属离子。

4. 关键技术

通过合资、合作、直接引进等多种形式引进国外先进环保技术，在消化吸收和创新的基础上，进行综合集成和应用开发。对国内先进、成熟的环保技术要积极采纳和利用。如近几年我国在汽车尾气污染治理关键技术和部件、城市污水处理及回用关键技术等方面取得了积极进展。此外，结合贵阳实际，加快环保科技开发，积极参加国家组织的环保产业重大技术攻关课题，以环保产业共性技术、关键技术为重点。努力推进烟气脱硫技术和成套设备、城市垃圾资源化利用与处理关键技术和设备、环境监测设备和仪器的国产化，提高设备制造水平和成套能力，降低工程造价。

三、新材料产业

1. 发展思路

在已完成新材料产业园的基础上，建设贵阳国际新材料园，发挥贵阳市磷、铝、钛、稀土等优质矿产资源的优势，通过联合和自主创新引进国内外知名企业入驻新材料园，力争在 2 年内使新材料产业园成为国家火炬计划产业化基地。

在认真贯彻国家产业政策的基础上，制定出符合实际的优惠政策，积极引进国内外先进技术；设立新材料产业发展引导资金，通过企业孵化器，孵化培育一批中小科技企业和高新技术成果；依托省内或者国内大专院校和科研院所，充分利用本地的磷、铝、钛、稀土等资源，大力研发化学新材料、电子信息材料、高性能金属材料、新能源材料、交通与国防新材料、新型建筑材料、超细微粉及纳米新材料，并尽快实现规模化生产。

2. 清洁生产主要措施

新材料产业涉及面广，产品数量大，与居民生活和各个行业关系密切。根据材料类型的不同，它的快速发展带来的环境问题也各不相同。主要问题是资源和能源浪费严重，排放大量废气、废水、废渣；消费后的废旧材料日益积累，逐渐成为社会公害。有些材料生产中采用有害原料和添加剂，对人类健康和动植物生存构成威胁。对此，为实现材料与环境协调发展，

将从以下几个方面进行考虑：

(1) 在产品设计上，发展“环境协调”型材料。如开发水溶性涂料、无铜无汞电池，新型墙体材料等。

(2) 在生产过程中，加大落后设备、工艺的改造升级，降低能耗、物耗，鼓励使用清洁能源和清洁生产技术。

(3) 加强废旧材料的循环利用，建立必要的废旧产品利用回收机制，并根据材料的组成和性能，采取直接循环、单体循环、化学原料循环、热循环等不同的处理方式。

(4) 推广运用先进环保技术，对无法综合利用的废弃物进行必要的无害化处理，减少对环境的污染。

3. 关键技术

贵阳新材料产业主要研究方向包括：新型碳材料、铝合金的深入开发技术、煤化学与洁净煤技术、海绵钛现代生产技术、新型建筑材料、磷化工固体废物利用、纳米复合材料、传统钢铁材料、电子功能材料、新能源环境材料、新型磨具磨料材料、表面纳米化技术、材料分析测试技术等方面。

四、汽车工业

1. 发展思路

重组配套，集中力量抓好专用和关键部件的开发生产，并带动相关工业的发展，尽快形成全国重要的汽车零部件生产基地。

2. 清洁生产主要措施

汽车在其原料供应、制造使用及其最终处置的生命周期造成的环境影响包括温室效应、空气污染、土地污染、噪音、能源消耗等。发展符合环保要求的绿色汽车是大势所趋。

(1) 清洁生产。通过企业全面实施清洁生产来推行污染预防，减少难分解有毒物质及其他相关物质的使用、产生与排放。

(2) 节能高效。加强铝合金零部件和整车的设计与开发，发展轻型汽车，对整车的能量消耗进行综合优化。

(3) 循环利用。加强废旧汽车和零部件的回收。

五、橡胶工业

1. 发展思路

以轮胎股份公司为龙头，大力发展子午线轮胎，完成品种替代过渡，带动轮胎系列产品的增长，提高产品的市场占有率，使其继续保持在国内同行业中的优势地位。其他橡胶制品要依靠自身已有的名牌产品优势，扩大市场占有率，以科技为先导，进一步开发新品种，上规模，上水平，上档次，增强市场竞争力。重点完成载重子午胎二期工程。

2. 清洁生产主要措施

与其他化工行业相比，橡胶工业总体上属于轻污染企业。它对环境的污染主要是：由于不少原料是粉剂，有的原材料有毒性，在原料处理和加工中易造成粉尘飞扬，形成污染；硫化过程中产生某些带有刺激性气味的气体；供热锅炉烟尘形成的污染等。为此，可采取以下措施加以防范：

(1) 改进原材料配方，采用环保、节能型原材料，淘汰有毒有害原材料。

(2) 改进炭黑等原料储存输送系统，采用密闭炼胶机，实行全密闭状态下的计算机自动化生产，既防止了污染，又节省了宝贵的原料。

(3) 严格控制硫化条件，可将废气降到最低程度，同时使用必要的通风设施。

(4) 生产无内胎全钢丝子午胎，提高产品性能。

(5) 完善水循环系统，提高废水回收循环利用率。

(6) 改用电热能源，采用集中供热，防止大气污染。

3. 关键技术

橡胶工业重点技术是软质新工艺炭黑、热裂解炭黑生产技术，高性能骨架油封生产技术，工程子午胎生产技术，废旧橡胶回收技术，子午胎的翻新技术；在主导产品方面重点是自主研制子午线轮胎成套设备，为我国轮胎行业技术改造、提高子午化率，提供国际先进水平的装备。此外，在新产品方面，将推动子午胎无内胎化、扁平化；发展具有低滚动阻力、抗湿滑和耐磨损性能的绿色环保型轮胎；开发各种用途的功能橡胶制品及其更新换代产品；在橡胶材料方面，注重各类特种橡胶、新型帘线、炭黑、促进剂、硫化剂的研发和应用，关注纳米技术在橡胶工业的使用；在工艺方面，加强氮气高温硫化工艺、材料复合技术、废橡胶粉碎回收技术的研

发与应用。

第五节 中草药行业的生态化调整

目前,世界对化学合成药毒副作用的认识和药源性疾病的认识正在不断加深,以传统医学、天然药物替代化学合成药的科研和实践也日益受到重视,利用天然药物已成为当今医药发展的一种趋势。国际市场上中药的年销售额达到 300 亿美元。据有关资料显示,作为中药的发祥地中国,每年的出口仅仅为几亿美元,只占国际市场的 1% 左右,而且很多中药在国外二次加工后,重新输入中国。这说明我国的中药资源加工技术和能力亟待提高。

我国已加入 WTO,为适应开发国际市场的需要,我们应立足创新、仿创结合,重点发展具有自主知识产权的新药,具有竞争优势的中成药、生物药和化学药,积极开发相应的关键技术。注重培育质量标准完善、符合国际质量标准的现代中成药。

贵州省地处西南高原,是我国中药主产区之一,中药资源非常丰富,总蕴藏量 6 500 万吨,有“黔中无闲草”之美誉。贵阳市中药行业已初具规模,具有进一步发展的巨大潜力和资源优势。贵阳市医药行业具备一定的研发能力,部分企业科技含量高,生产的产品中有片剂、冲剂、胶囊和粉针剂,80% 以上为中成药。2001 年贵阳市医药行业完成工业总产值 20.55 亿元,从目前医药行业的投入情况来看,近几年还将保持两位数的增长。但从总体上看,多数企业还存在生产规模小、产品科技含量低和新特药品少等问题。贵阳市将利用现有基础,通过深化体制改革,资产重组,实现优势集成,形成工农业结合、包含现代化的种植、生产、研发等中草药行业循环体系。

一、中草药行业生态化调整的思路

如图 7-1 所示,贵阳将深入开展药用植物资源的调查研究与资源评价,以此为基础,对贵阳中草药进行三级开发和利用。

一级开发着重采用农学和生物学的方法发展药材和原料,旨在扩大药用植物资源的数量和提高它们的药用质量,选取优良品种,建立技术规范、生产规模化的绿色优质中药材生产基地,开展中草药的 GAP 种植。

二级开发侧重发展药品及产品,吸引国内外投资,发展现代化中药生

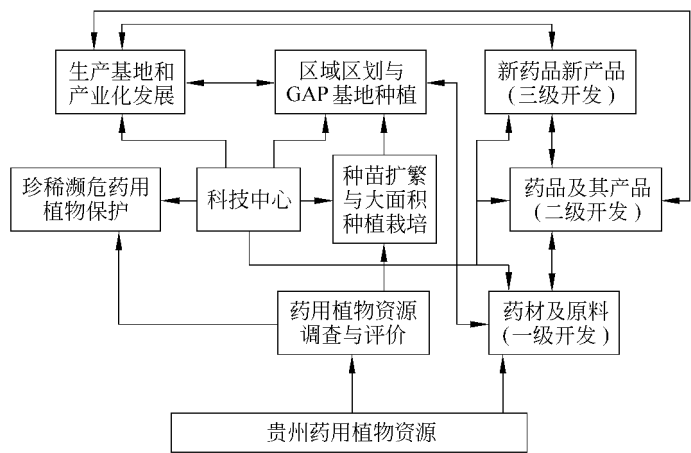


图 7-1 贵阳市中草药产业发展模式

产企业，同时以现代科技手段改造传统中药企业，使之向集团化、规模化、国际化方向发展，建立贵阳中药现代化科技产业基地，作为中药产业化发展的龙头。

三级开发是通过中草药研发中心进行高层次的产品开发，其目的是发展新药或新制剂，以便不断获得防治疾病和保障健康的优良新产品。

这三级开发之间，既有相对的层次性，又紧密联系，相互促进。

中草药行业发展将会带动中草药种植业的迅速扩张，必须强调保证质量、合理开发、有序竞争、市场协调，形成理性的中药材原料供应体系。在中药材加工中，要避免低层次的初级产品开发生产，积极引导企业向资格认证、相互协作、技术创新、产品高值的方向发展。在整个种植和生产过程中，对产生的废弃物和废溶剂等有效回收，尽可能循环利用，提高资源利用效率。

二、具体实施方案

(1) 充分开发贵阳的中草药资源优势，进行中药 GAP 种植基地建设。

根据市场需要和地道药材的天然分布，对喜树、头花蓼、天麻、杜仲、黄柏、半夏、岩桂、厚朴、吴茱萸、茯苓、石斛、白芷、山药、鱼腥草、砂仁、桔梗等国内外市场需求量大的中药材进行低残留栽培试验示范和规模化种植。2010 年实现大部分大宗常用中药材由野生变为家种。

在地道和大宗药材主要产区，结合“退耕还林、退耕还草”，推广中药

材的 GAP 规范化种植。按农业产业化方式,采取市场运作形式,面向社会广泛招商引资,通过建立种植园,公司加农户,企业或个人承包建设种植基地等多种模式,分别建立有各具特色的中药材 GAP 生产基地。到 2010 年,争取发展 20 至 30 个中药材重点品种 GAP 生产基地。

(2) 抓好中草药产业建设,发挥重点企业的带头作用。

鼓励达标企业通过资产重组和有效的资本运营,与小制药企业进行兼并、联合、重组等,努力建成拥有自主知识产权、技术密集、主业突出、竞争力强的大企业或企业集团。按品牌组织 2~3 个企业集团,争取 2010 年各集团年销售收入达 10 亿元以上。

建设“贵阳中药现代化科技产业园”,享受国家高新技术开发区优惠政策,搞好基础设施和配套服务体系建设,使之成为贵阳 GMP 生产基地。到 2010 年,使中药产业成为贵阳重要支柱产业,贵阳争取成为全国五大中药现代化科技产业基地之一。

(3) 加强医药科研建设。

以贵阳药用植物园为基础,以贵州省中国科学院天然产物化学重点实验室为依托,结合贵阳市其他中药研究单位和中药生产企业,组建联合的贵阳中药现代化科技产业创业服务中心,着重负责新药筛选及研发、中药工程技术研究、中药材种植研究和新制剂、新剂型的开发等项任务。2005 年前争取开发 13 个国家新药和 10 个国家民族保护药;具备口服缓释制剂、固体分散制剂、中药注射剂、固体速溶制剂、靶向制剂、微囊技术、包合化合物技术等剂型生产条件。2005 年至 2010 年,争取开发 25 个国家新药。到 2010 年,将贵阳药用植物园建设成产、学、研结合的中药科技开发基地,使之建成为国内外闻名的具有贵州特色的“药谷”。

与医药行业相关的其他行业,如分析仪器、化学试剂、医药设备等,要加强科技开发力度,尽量采用新技术、新工艺、新材料等,使产品上规格、上档次,满足医药行业发展的需要。

(4) 积极采用现代信息技术,促进中草药业快速发展。

充分利用现有数据库,总结传统使用经验和现代研究成果,建立统一、规范的化学成分、药理作用、毒副作用等研究,收集整理国际市场需求和各国医药法规及专利情况,建立医药研发和市场的信息数据库,形成完善可靠的信息系统,为医药行业的产品研究开发提供充足、有效、及时的信息,促进医药行业快速发展。

(5) 注重对中草药行业产生的废弃物资源加以回收利用或处理,实现清洁生产。

药渣和其他固体废弃物可以用于工业制取浆糊,或发酵制酒等产品的生产;也可当作饲料用于畜牧业,或者经堆肥处理后作为肥料用于农业种植和中草药种植;或者与沼气工程相结合,通过发酵制得沼气,供居民使用,而沼肥和沼液又可作为肥料用于中药种植。中药生产中产生的废水,则根据污染物种类和浓度的不同,通过分散处理与集中处理相结合的办法,部分可以回用于工业生产,或者用于中草药种植和农业灌溉。

第六节 贵阳农业的生态化调整

一、贵阳市农业发展存在的问题

(1) 农业结构不合理,加工环节薄弱,不利于农民收入的提高。

贵阳市的农、林、牧、渔业比例不协调,农产品不能满足市场多样化的需求,种植业比重过大,养殖业和加工业发展不够,而且在种植业中,粮食作物、饲料作物、蔬菜、花卉等的种植比例有待进一步调整,以提高市场竞争力,避免部分农产品供过于求。农产品的后续加工环节比较薄弱,导致许多农产品没有得到加工升值,影响农民收入的增加。生态循环体系没有形成,农业资源未能得到最有效的利用。片面强调某一产业的发展,都会对生态环境造成破坏,引起资源流转的失衡。贵阳近年来一直在进行农业结构调整,但还没有调整到位。在贵阳农业的进一步发展中,加大结构调整力度、构建农业生态循环体系是非常重要的内容之一。

(2) 农民科技水平不高,亟待加强农业技术的普及和提高。

由于传统的原因,贵阳市化肥和农药使用量不高,单产量低,而且化肥以氮磷肥为主,对其他肥料使用较少,这对作物生长和亩产提高不利。发达国家科技转化在农业增长中贡献份额已达 70% ~ 80%,而我国只有 35% 左右,贵阳科技转化在农业增长中的贡献率还略低于这个水平,其中一个很重要的原因是农民的科技意识和经营意识不强,导致农业科技中的新技术、新成果难以转化。现代化的生产经营方式无法落实,使得农业科技与农业生产和农村经济脱节较为严重,很难支持农业的进一步发展。为改善这一现象,贵阳既要加大农业科研投入力度,又要加强培训,提高农民素质。通过农业科技示范园、科技下乡等多种形式推广、普及农业科技知识;通过无机肥与有机肥相结合、有机农药与生物防治相结合、测土施肥与水土保持相结合,促进传统的农业生产向现代农业转变。

(3) 农业废弃物污染严重，资源利用效率不高。

贵阳生态环境脆弱，地形地貌不利于水源涵养，水土流失严重。而贵阳农村长期以烧柴、烧煤为主，一方面加剧了生态环境问题，另一方面对大气环境造成严重污染。农民家中饲养的牲畜、家禽产生的粪便等没能很好地处理，严重影响农村的生产和生活环境。农业生产中产生的秸秆、稻壳，农作物加工产生的残渣及其他废弃物大多随地堆放或进行焚烧，进一步加剧了大气污染。其主要原因是农业生产和生活中产生的废弃物未能很好地循环利用，不仅浪费了宝贵的资源，而且影响农民的生活环境，对自然环境造成污染。因此，发展以沼气工程为纽带，以畜牧业为中心、各业配套的生态农业循环体系，对改善农业废弃物问题将发挥重大作用。

(4) 农业产业化经营程度低，非农产业比重不大，导致“三农问题”非常突出。

贵阳市人均耕地面积仅为 0.093 公顷，极为有限的耕地资源和短缺的后备资源阻碍了农业生产的发展，经济的高速发展还将进一步加剧农业用地不足的矛盾。同时，由于土壤特点和其他资源限制，通过提高单产来弥补土地减少对农产品产量的影响有较大难度。农村家庭生产规模小，商品经营意识不强，仅有的加工项目简单、粗放，农村经济结构中非农产业比重不大，发展的层次较低。与我国东部地区农村相比，贵阳的非农产业在对农村经济的拉动作用、吸纳剩余劳动力、密切与大工业经济合作能力方面还比较薄弱。

(5) 农村城镇化步伐缓慢，城乡差距依然巨大。

贵阳市城乡差距大，二元经济结构矛盾突出，农村城镇化发展步伐缓慢将进一步加剧这一现象。应当认识到，我国内需不足的核心问题是城镇化滞后所引起的城乡消费市场的分割与断层，并由此阻碍农村居民消费结构的升级。贵阳的工业化进程不断加快，农业产业化也开始起步，农村城镇化滞后将会严重制约这两大进程。加快农村城镇化进程能够有效启动农村市场，刺激消费需求总量的扩张，提高社会总体消费水平，同时优化人们的消费结构，改变人们的消费模式，推动需求结构的升级，从而为国民经济持续稳定增长提供巨大市场空间和重要动力，也将为国民经济的新一轮增长提供契机。

二、贵阳生态农业发展思路

贵阳市生态农业遵循“整体、协调、循环、再生”的原则，结合当地自然资源和环境状况，以改善农业生态环境为重点，以提高经济效益为中心，以生产无公害农产品为目的，运用系统工程的方法，全面规划、合理组织，实行生物措施、农艺措施与工程措施相结合，逐步实现农业产业结构合理化、生产技术生态化、生产过程清洁化、生产产品无害化，达到农民生活、农业生产和农村生态相协调，经济、生态、社会三大效益相统一。贵阳市生态农业贯彻以下发展思路。

1. “整体化”的发展思路

“整体化”就是生态农业发展中做到农业资源的循环再生，整体协调，充分发挥地区资源优势，通过各种生态农业接口、配套技术，因地制宜利用现代科学技术并与传统农业技术相结合，运用系统工程的方法，全面规划、合理组织农业生产，实现农业优质、高效、持续发展，达到生态与经济系统的良性循环。

贵阳市生态农业将提高农业主导产业的质量、产量和经济效益。按照生态系统中食物链原理，在农业生产中形成农业生物间的物质和能量的多级循环利用。以沼气工程为纽带，实现三生（生活、生产和生态）协调、多业配套，拓展、深化农产品加工的产业链，降低自然资源的消耗，减少环境污染，促进农业发展的良性循环。

生态农业从整体上考虑，要求种植业、养殖业、农产品加工业、肥料生产等各个生产过程协调发展，各个循环环节的物质通量要匹配，解决农村生产中的瓶颈问题，避免造成二次污染或多次污染。在沼气工程、生物物质利用和有机肥生产等配套技术方面，应根据具体的物质循环利用特点，选择合适的技术和适当的操作形式，并完善施工和维修等相应的服务业的发展。

2. “产业化”发展思路

“产业化”就是进行农业产业化经营，以国内外市场为导向，以提高经济效益为中心，对农业支柱产业和主导产品实行区域化布局、专业化生产、一体化经营、社会化服务、企业化管理，把产供销、农工贸、经科教紧密结合起来，形成体系化、标准化、无公害化、国际化的现代农业。

农业产业化经营是农业发展、农民增收，实现农村工业化、城镇化及

跨越式发展目标的根本途径，主要包括以下几方面的内容。

(1) 增强牵动功能，大力建设龙头企业。

加快龙头企业股份制、股份合作制改造步伐；注意培育大型、超大型企业集团；推进龙头企业与基地农户利益一体化进程，引导和鼓励两者之间形成股份制、股份合作制经营。

(2) 统筹规划突出特色，壮大农产品生产基地，提高农产品竞争力。

按照市场规律和经济规律办事，使企业建设和基地建设同步进行，协调发展。依托资源优势，建设专业化、规模化、优质化、标准化的农产品生产基地。

(3) 大力开拓市场，全面搞活农产品流通。

增强市场竞争意识，创新市场营销策略。以具有比较优势的产业和资源为依托，大力发展名、优、特、新、稀农产品，突出发展绿色食品，不断提高农产品的品质，提高竞争力。

(4) 加快技术开发，努力提高产品科技含量。龙头企业要按照企业办科研的发展思路 and 方向，采取各种有效方式创办科研机构。积极鼓励龙头企业与大专院校、科研单位合作，共同开发新技术。

(5) 强化资本运营，加速建立投融资新机制。建立多元投融资机制，实施开放带动战略，加大开放力度，制定优惠的政策，尽快改善投融资环境，建立政府开渠、多方投融资的新机制。

3. “特色化”发展思路

“特色化”就是要根据当地的资源、文化、历史及民俗等，因地制宜发展特色农业，促进农业功能变化。贵阳生态农业特色化的发展有利于特色资源的深层次开发，促使农业由单一的生产功能向生态、旅游、观赏、医疗、保健等多元化功能转变，建立生态—生产—生活一体化的现代化复合生态农业体系。

贵阳市生态农业的特色化发展，对于提高农业生产经济效益，改善农村生态环境，增加农民收入有重要作用。主要包括以下三方面的内容。

(1) 利用中草药资源优势，发展中药材的种植和深加工。

(2) 开发特色的富硒资源，形成有一定规模的集农业生产、加工和销售一体化的富硒产业体系。

(3) 整理和挖掘贵阳市的历史遗迹、旅游资源和民族风情，结合农业生产的调整，建立集生态旅游、休闲观光和感性教育于一体的特色旅游观光农业。

三、贵阳市农业产业结构调整

贵阳循环经济生态城市的农业规划将以市场为导向,农业产业结构调整为主线,发展农产品深加工,开展农业产业化经营,实现农工贸一体化,同时应用生态农业的思想和技术提高农业生产的效率和环境效益。

贵阳进行农业结构调整要转变两个认识:不过于追求粮食的自给,根据自身的资源和地域优势,因地制宜地发展经济作物,追求经济自立和富裕。农业发展其实质和内容已涵盖了一、二、三产业,应当用工业化的思路,即从原材料到产品市场终端各个产业链条环节的相互衔接、相互作用、互惠互生来思考谋划,以更好地发展农业。

贵阳市农业产业结构调整,应以市场为导向,优化农业生产结构;合理进行产业布局;加速培植龙头企业,带动生产基地建设,进行产业化经营;发展、提升乡镇企业,转移农村剩余劳动力,促进城镇化发展。在调整中,要注意进行市场化、企业化运作;向二、三产业拓展,形成农业生产的产前、产中、产后的配合衔接;发展农村经济与改善农业生产和生活环境、提高农民收入相结合。

1. 根据“十五”规划,合理进行农业生产布局

贵阳市在“十五”期间将进行整个经济产业布局调整。产业布局主要分为中心区、城区、一市三县和贵黄、贵遵公路沿线工业走廊。中心区:重点发展第三产业,第一产业基本退出;城区:在稳定提高农业的基础上,重点推进第二产业;一市三县:稳定提高第一产业,发展特色农业,着力推进农村工业化进程;贵黄、贵遵公路沿线:主要发展工业。根据这一总体部署,对农业生产布局进行规划:

(1) 中心区:主要指云岩和南明两区

发挥城市中心区科技人员集中和人口密集的优势,发展科技农业、观光旅游农业为主的特色农业,以及农产品精加工,满足人民日益增长的精神生活需求,为全市乃至全省的农业发展起到市场流通和科技辐射作用,完成由城郊农业逐步向都市精品农业转变。

(2) 城区:主要包括白云、乌当、花溪、小河等区

大力发展服务城市的城郊型农业,通过建设特色农业基地,提高农产品的数量和质量,进行农产品的深加工,提高农业生产的附加值,发挥其经济带动作用。各区在发展中,应发挥自身在资源、产业等方面的优势,形成具有特色的重点产业。白云区重点建设花卉和畜禽种源基地;乌当区

重点建设无公害蔬菜种植基地、地道药材种植基地、优质水果基地、畜牧业养殖基地；花溪区则主要发展中草药种植基地、农业科技示范基地；小河区主要建设现代化农业园区，发展特色农业、生态观光农业、推进农业产业化经营。

(3) 远郊县市：主要是清镇市、开阳县、息烽县和修文县

重点是结合退耕还林(草、药)工程，优化农业产业结构，提高科学技术含量，生产优质农业作物，推动农业产业化经营，解决农村的经济发展问题。清镇市：南部发展科技、旅游、生态农业和观光农业，北部结合退耕还林还草示范工程，重点发展蔬菜、中药材、烤烟种植和农产品加工业。开阳县：大力发展中药材、经果林种植和节粮畜禽的养殖，加快建设优质富硒系列食品原料基地，以产业化经营方式开发富硒系列产品。修文县：依托龙头企业，重点推动中药材、畜禽、水果等农产品的产业化经营。息烽县：扩大优质农副产品基地，建立九庄、养龙司、西山高科技农业示范园区，逐步向品牌农业、特色农业、订单农业、生态农业和观光旅游农业发展。

贵阳农业的分层次布局，将有助于充分发挥人员和地区优势，推动农业菜篮子工程的建设，加快农业的发展步伐。

2. 提高科技含量，优化农业生产结构

(1) 优化农业产业结构，促进畜牧业发展。

发展畜牧业是贵阳市农业内部产业结构调整的重点和中心。2002年，畜牧业占农业总产值的38%，中期将发展到50%。畜牧业能为社会提供大量的优质畜产品、乳制品，满足社会的物质需求，同时转化效益和后续加工效益较大。贵阳结合种植业结构调整、农村沼气工程的实施，按照合理的结构比例发展畜牧业，有利于解决农村剩余劳动力和剩余粮食的问题，使之成为农民增收的重要源泉。大力发展优质高产的饲料，逐步形成饲料生产基地——饲料生产加工企业——畜牧业(养殖业)——畜产品加工业相结合的畜牧业发展格局。

(2) 调整优化种植业结构，提高农作物优质品种比例。

针对消费需求，种植业由粮食作物和经济作物的二元结构向粮食作物、经济作物、饲料作物、蔬菜、瓜果、花卉等园艺作物的多元化种植结构转变。当前尤为重要的是，突出当地的“名、特、优、奇”品种，改变由种植业结构造成的地区间农产品结构“资源型、趋同型、低级化”的劣势，大力发展农产品精深加工和系列化加工，以满足市场对农产品提出的优质化、

多样化、无公害等多方面、多层次的要求。在种植业结构的调整和优化方面,要大力推广优良品种粮食作物的种植,同时提高农业劳动生产率。对于玉米种植区,根据其饲料用途,为提高饲料品质,发展赖氨酸含量高的玉米品种。同时,开发一些特用玉米品种,如高油玉米、高淀粉玉米、爆裂玉米、笋玉米以及鲜食玉米(如甜玉米、糯玉米、嫩玉米等)。

(3) 持续、稳定发展第一产业,大力发展农村经济的第二产业和第三产业。

大力发展农村工业,加快乡镇企业的结构调整和体制创新,是适应农业产业化经营的客观要求。当前要积极主动地发展农副产品加工、深加工及其他优势产品产业,调整食品加工结构,发展方便食品、调味品、保健食品等,以满足食品消费市场多层次的需求。与此同时,还应用高新技术开发新的领域,对农副产品进行多层次的系列加工和深加工。

围绕农村的生产及农民的生活大力开拓系列化服务链,形成合理的农村第三产业结构。建立健全农村科技和信息服务,加强农业生产中的技术咨询,对农民进行科技知识培训,促进农业劳动生产率的提高,通过建立现代农业科技示范园推动优质农产品的普及;壮大农产品流通服务业,大力支持和鼓励农民进入流通服务领域,发展农产品流通服务中介组织,建立纵横交错的流通服务网络,切实解决农产品流通问题;根据条件和可能发展以农业及农村经济为服务核心的金融业、咨询业、信息业等农村新兴的第三产业。

四、生态农业体系建设

贵阳市生态农业体系主要包括生态农业循环体系、生态农业产业化体系和特色生态农业建设三部分内容。

1. 生态农业循环体系规划

为有效利用农业资源,贵阳市将着重构建农业生态循环体系,按照“循环再生”理论,打破三产界线,以沼气工程为纽带,实行“种、养、加、销”四业配套,将农业生产的废弃资源循环利用和能源建设工程紧密结合,并吸纳城市生活的废弃物,形成生态系统内部的闭路循环,达到调整农村能源结构,改善农村环境和提高生态、经济效益的目的。

在农业生态循环体系中,种植业的废弃物,如秸秆等,用作畜牧业饲料,减少对饲料作物和牧草的生态需求;畜牧业通过对初级产品的消费,尤其是充分利用秸秆等废物,转化成动物性产品及畜力,产生的粪便经过

堆肥制成有机肥或沼气池发酵后转化为沼气和沼肥，用作生活能源和高效肥料，服务于人民生活 and 种植业发展；城市固体有机废物和污泥等，与部分种植业废弃物经过积制，形成有机肥，可以减少农药和化肥的消耗，同时有利于磷等元素的循环；为了促进农业产业化，应加大力度进行农产品和畜产品的深加工，促进无公害农产品向绿色食品转化，以提高附加值，延伸产业链；农产品及其废弃物的深加工促使生产向着工业化和高值化方向发展。这样，四大产业互惠互生，各种废物沿着“食物链”方向流动，构成闭路循环，既保护自然生态，又改善了农村的生产和生活环境，同时可以取得良好的经济效益。在“四业”配套体系中，逐步按照产品加工路线形成产业链条，涵盖基地，联系农户。如图 7-2 所示。

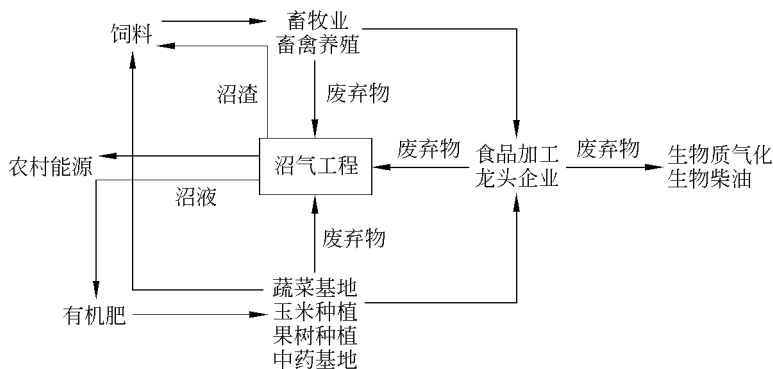


图 7-2 生态农业种养沼气结构示意图

(1) 沼气工程

沼气工程是生态农业循环体系的重要内容和关键技术，有着重要地位。在生态农业生产中，沼气利用有三种形式：

一是以沼气为纽带的多位一体的多元化农业生产模式。这种形式将畜牧业、种植业、食用菌和加工业紧密联系在一起，能够高效利用农业资源，体现各业配套，适用于有一定规模的农业生产。

二是以农户为单元、沼气为中心的复合庭院经济模式。这种形式在改善农村生活环境，优化农民生活能源，提高农民收入方面有重要的作用，对于山区和居住分散的农村尤其实用。

三是以大型畜禽养殖场为物质来源的沼气工程。这种工程具有规模效益，能够集中进行沼气的工业化应用，但投资很大，目前尚未大规模推广。根据贵阳农业发展的特征，将采用第一和第二种方式相结合的沼气利用技术，以构建生态农业循环体系。

沼气工程的一般流程是：作物秸秆或饲草喂养牲畜，牲畜吃剩下的秸秆及人畜粪便发酵制沼气供农村能源利用，沼液可用来冲厕、添加饲料或喷施植物，沼渣可作为优质有机肥使用。沼气工程使得种植、养殖相互促进，能量循环多级利用，生产、生活协调发展。

(2) 农业废弃物的循环利用

大量的农业废弃物不仅造成农业生产环境的污染和恶化，还会浪费许多可利用的资源，增加其他资源的消耗。对其进行循环利用，能够有效改善农业生产环境，提高农业生产经济效益，降低整体物质消耗。

(3) 农产品及其副产物的增值化和工业深加工

农产品及其副产物的工业深加工是农业产业化的必然要求，在农业发展中起着重要的带动作用，能够有效促进农业产业结构调整、农民收入的增加和农村生态环境改善。玉米是贵阳主要的粮食作物之一，根据多元化种植结构调整，进行玉米的综合加工利用，可起到带动作用。生物柴油是农产品高值化的有效途径之一，对贵阳目前的能源结构调整有现实意义。

2. 生态农业产业化规划

生态农业产业化就是要摆脱以农户为单元的家庭生产，实现农业生产的规模化、集约化和商品化。为此，贵阳市生态农业要向无公害化、标准化、体系化、国际化的方向发展，突破自给自足的生产模式，走向全国，走向国际。

(1) 加速培植龙头企业，带动生产基地建设

龙头企业既是农产品的加工销售中心，也是信息和科技服务中心，在促进结构调整、带动基地建设起着十分重要的作用。贵阳市已建成各种类型的多个优质农产品基地，但龙头企业没有形成或不够壮大，对整个农业生产的拉动作用不足。为此，贵阳将把壮大龙头企业作为结构调整的一项关键措施，在项目建设、电力、交通、人才、技术和资金方面给予政策倾斜，重点扶持，引导科技含量高、规模大、市场开拓能力强的龙头企业采用兼并、联合、收购、外资嫁接等多种方式，组建大型企业集团，走低成本扩张之路。

龙头企业的壮大带动生产基地建设。在这个过程中，合作经济组织发挥桥梁和纽带作用。一方面，企业依托合作经济组织签订合同，组织生产；另一方面，农民依靠合作组织出售农产品，接收服务，把产销结合起来。这种订单农业、合同农业，使农民种地放心、销售省心、企业加工放心，

以形成市场牵龙头、龙头带基地、基地连农户的农业产业化经营格局。

(2) 以订单农业为带动，规模化发展无公害农产品

随着人们环保意识的增强和对自身健康的考虑，无公害农产品日益受到青睐。无公害农产品有以下要求：一是产地生态环境质量必须达到农产品安全生产要求；二是必须按照无公害农产品管理部门规定的生产方式进行生产；三是产品必须对人体安全、符合有关卫生标准；四是无公害农产品应是优质的；五是必须取得无公害农产品管理部门颁发的标志或证书。因此，无公害农产品可以概括为：无污染、安全、优质、营养并通过管理部门认证的农产品。无公害农产品能够减少农药和化肥的消耗，促进有机废物的循环利用，提高农民经济效益。鉴于其巨大的市场潜力和良好的经济效益，贵阳市鼓励对无公害农产品按标准组织集约化生产、商品化销售。

贵阳市将以订单农业为带动，以农业科技示范区为平台，强调种植业、畜牧业和养殖业成比例，规模化地发展满足人民健康生活的无公害农业。订单农业能够面向市场，有机整合各生产要素，实现农产品以销定产，紧密连接生产和需求，广联一、二、三产业。农业科技示范区充分展示现代农业技术和生态农业模式，这是订单农业形成和发展的有力保证；应成比例地发展种植业和畜牧、养殖业，形成有效的物质循环再生的生态型模式，为无公害农业提供所需的有机肥料。

(3) 无公害蔬菜基地建设

贵阳市有大量未被污染的土地，为无公害蔬菜的生产提供了得天独厚的自然环境。贵阳市发展无公害蔬菜，增强市场竞争力，增加蔬菜产业内涵，是实现蔬菜产业化的高层次发展的现实途径。在无公害蔬菜产业发展方面，既重视鲜食品种的改良和发展，又重视加工专用品种的引进与推广，保证鲜食和加工品种合理布局的形成。培育蔬菜加工骨干企业，加速蔬菜产、加、销一体化进程，形成蔬菜生产专业化、加工规模化、管理企业化、服务社会化和科工贸一体化。按照国际质量标准和要求规范蔬菜加工产业，建立全程质量控制体系，用信息、生物等高新技术改造提升蔬菜加工业的工艺水平。同时，要加快蔬菜精深加工和综合利用的步伐，重点发展蔬菜贮运保鲜、蔬菜汁、果蔬粉、切割蔬菜、脱水蔬菜、速冻蔬菜、果蔬脆片等产品及蔬菜皮渣的综合利用，大力提高蔬菜资源的利用率。

到2010年，蔬菜基地布局区域化，生产标准化，建成蔬菜基地50万亩，确保蔬菜长期稳定供应；完善无公害蔬菜质量标准体系建设，蔬菜产品质量安全卫生合格率达100%；打造国际蔬菜系列品牌1个；开拓域外市场份额占贵阳市总产的30%；提高无公害蔬菜产业对农民增收的贡献率。

(4) 大力发展绿色食品生产

绿色食品是指企业在生产过程中以保护环境、促进人的健康并顾及子孙后代为宗旨而生产的无污染、无不良成分、有营养的食品。绿色食品必须具备的条件是：一是产品或产品原料的产地必须符合农业部制定的绿色食品生产环境标准；二是作物种植、畜禽饲养、水产养殖及食品加工必须符合农业部制定的绿色食品生产操作规程；三是产品必须符合农业部制定的绿色食品质量和卫生标准；四是产品外包装必须符合国家食品标签通用标准，符合绿色食品特定的包装、装潢和标签规定。

近十年来，在全球范围内逐渐兴起了生产绿色食品的高潮。据专家预测，世界绿色食品产值在今后的 10 年内将增加到 1 000 亿美元。绿色食品顺应环保发展的要求，满足人们对身体健康和绿色消费的需求，市场前景非常广阔、良好。

绿色食品加工是无公害农产品实行产业化经营、走向市场的重要途径，同时无公害农产品也为食品工业的品位提升提供了很好的基础。按照绿色食品标准进行生产能够大大提高产品的附加值，提升资源的有效利用，取得良好的经济效益。

贵阳市现有各类无公害生产基地数百个，为绿色食品工业提供了难得的发展机遇。在绿色食品生产加工中，应注重改善生产环境，提高生产者素质，严把卫生质量关，全面提升生产企业的品位，为绿色食品发展提供良好的环境；引进、改进生产设备，采用先进的生产技术和工艺，提升产品的质量和档次，提高农产品资源的利用率；通过政府导向和市场机制相结合，不断壮大并形成龙头企业、拳头产品，发挥规模效益和品牌效应，将贵阳的“无公害”和“绿色”产业推向全国和国际市场。

3. 生态农业特色化规划

(1) 中药 GAP 种植基地建设

根据市场需要和地道药材的天然分布，对喜树、头花蓼、天麻、杜仲、黄柏、半夏、岩桂、淫羊藿、厚朴、吴茱萸、茯苓、石斛、白芷、山药、鱼腥草、砂仁、桔梗等国内外市场需求量大的中药材进行低残留栽培试验示范和规模化种植。

为发挥中草药优势，贵阳应积极推进中药材生产规范化、产业化和集约化进程，建立中药材生产质量管理标准体系，推广中药材的规范化种植；应用先进的栽培技术和生物技术，提高中药材质量和产量；加强野生药材资源保护，开展野生药材变家种、家养和代用品研究；规范地道中药材的

种植和经营，实现产业化；鼓励和支持中药提取物的标准化、商品化生产。

贵阳中药 GAP 种植基地建设是发展生态农业并与加工产业相结合的重要内容，既有助于发展经济，又注重生态保护。中药产业基地建设应按照品种对环境的要求，集中连片建设，实行集约化经营，达到规模效益，发展“农户—基地—产业”一条龙的生产模式，在中药材种植、田间管理、采收加工、后续产业、废弃物处理等各个环节，引入生态农业的方法和技术，进行标准化的生产和管理。①适宜性优化原则，因地制宜，合理优化布局，并应重视“地道药材”的地理学和“原产地”概念。生产基地选择在大气、水质、土壤质量均符合国家相应标准的地区，周围不得有污染源，在建设前要进行环境生态质量检测，要求空气环境达到“大气环境”质量标准的二级标准；灌溉水质达到“农田灌溉水”质量标准；土壤环境质量达国家相关标准二级标准。②在生产过程中的种植和繁殖材料的选择、栽培管理措施、采收与加工及包装、运输、贮藏等环节都要根据 GAP 的要求制定相应的生产管理、质量管理各项标准操作规程，规范实施，并进行 GAP 认证。③基地建设在政府加强引导的基础上，采取市场运作形式，面向全社会广泛招商引资，用招投标的形式，多元化利用大量的社会资金建立高标准的中药材 GAP 生产基地。

（2）富硒资源产业化开发

硒元素对人类的健康有非常重要的作用，而我国相当多的地区属于缺硒地区，需要专门补充硒元素。贵阳市有丰富的富硒土壤资源，对之进行产业化开发，对于满足人民的健康需求和当地的农业发展、经济繁荣和人民富裕都有积极的作用。

一是多样性开发富硒资源。在贵阳市富硒地区种植积蓄能力强的作物，再加工成富硒食品，这样可以充分利用富硒地区的硒资源，使广大人民获得多种富硒食品，弥补摄入量的不足。贵阳适于扩大种植大米、小麦、玉米、油料等作物，进一步加工成食用油、面粉或饲料；深入开发牛奶、蛋类等富硒动物性食品；选择硒含量高的蔬菜，如蘑菇、芦笋、辣椒、大蒜等，大量种植，直接或加工后销往缺硒地区；扩大富硒茶叶产量；利用水体中的水溶性硒生产富硒饮料；进行人工提取合成，生产硒营养剂。

二是系列化开发富硒食品。加强富硒食品研究和开发力度，在现有基础上研究适应不同地区、不同人群的饮食特点，形成人们易于接受的富硒食品。与普通食品结合制成混合复合型食品，将“保健食品”扩大为“营养食品”，争取更为广泛的消费人群。由于硒属于微量元素，摄食不当会造成危害，在富硒食品的深入开发中应根据适合婴儿、少年、成人、老人等不

同人群生理需求,制作不同含硒量的系列食品。为满足人民生活不同层次的需要,富硒食品的开发要形成有成品、有半成品、有添加剂的不同规格的经济、方便的系列化产品。

三是规模化生产富硒产品。由于富硒产品市场潜力巨大,应当改进富硒产品生产工艺流程,以促进硒产品的规模化生产;组建大型硒业集团,将富硒农产品基地、生产经营实体、市场一起抓,实行“种植基地+科研机构+龙头企业”三位一体综合开发,以销售带动其他环节;规范富硒食品的生产,全面满足缺硒人群补充硒元素的需要。

(3) 生态旅游观光农业

贵阳地处中国西南部,山川纵横、地形地貌复杂、民族风情多姿多彩、民族文化独特,既创造了多种多样的农业生产资源条件,也为发展旅游业提供了广阔的空间。发展观光旅游农业能够提高城市文化的观光游乐品位,既为旅游领域拓展了新天地,又为农村经济找到了新的增长点,还为合理利用农村剩余劳动力开辟了新路。

贵阳的生态旅游观光农业要统筹规划,突出不同的主题和特色。目前,贵阳生态旅游观光农业大致可分为三大类型:一是农产品提供型,主要是指农民将当地农产品直接提供给旅游者,提供方式有直接销售和通过餐饮服务间接销售,如乌当的农家乐;二是农村空间提供型,利用农村优雅的环境和空间为旅游者提供短暂或者长期逗留的场所,如南江峡谷的风光旅游;三是经验交流型,通过举办农村特有的各种娱乐活动实现城乡居民之间的广泛交流,如乌当的三月三,苗族、布依族的跳场等活动。

贵阳市生态农业旅游的建设内容为:在原有的农业科技示范园基础上,不仅展示生物的多样性和示范作用,还应突出立体农业特色,如养鱼—植藕—蔬菜—蟠桃—葡萄的模式;结合旅游资源开发,选择适当景点,按照景观生态学的观点进行无公害、绿色食品基地建设,配套完成相关的设施,吸引人们进行休闲/生态旅游;发掘具有少数民族特色的农业内容,通过民族风情、观光农业和旅游资源的有机整合,丰富旅游内容,吸引国内外游客,扩大贵阳无公害农产品和绿色食品的知名度。

第八章 贵阳市消费系统的 可持续调整与循环

第一节 可持续消费的基本知识

一、可持续消费的概念

可持续消费(也称绿色消费)是循环经济在消费领域的具体形式,是人类进入生态需求阶段的必然结果,它必将引起社会经济各领域的一场革命。如环保产业迅速崛起,绿色营销的法制化,以及绿色银行、生态投资和环境税等财政金融经济手段的运用,均是可持续消费效应在现代经济中的集中表现。有专家称,可持续消费是循环经济发展的内在动力。

改革开放以来,中国经济的高速增长带来了举世瞩目的成就,然而也面临着综合性的环境挑战。中国环境恶化的原因之一,是中国在接受西方工业化的同时也接受了它们建立在高消耗、高污染基础之上的不可持续的消费模式。中国加入 WTO,对中国的环保提出了更高的要求,同时也不可避免地带来一些负面影响,西方消费主义更猛烈的冲击将对中国的生态形成更强大的压力。

同时,世界范围内也在悄然兴起一场新的工业革命,其核心就是估算自然资本的价值,并把自然资本纳入经济体系,实施可持续的生产和可持续的消费。根据《自然资本论》这本被称为新工业革命的“圣经”的观点,旧工业革命没有把自然资本作为资本,只把投资、制造和人力当成资本,与自然资本有关的资源价格都极其低廉,导致自然资本越来越稀缺。新的工业革命则是把自然资本计算到国民经济中去。

这种新工业革命包括四个特征：

(1) 减少对自然资本的消耗，提高自然资本的利用率，以最少的资源实现最大的效益。

(2) 生产者必须负责其产品的回收环节，并负责其全部产品的回收，这就是摇篮到摇篮的过程。

(3) 尽量增加人力资本，而不是自然资本的消耗。

(4) 恢复自然资本，以使自然资本的恢复成为盈利的行业。

新工业革命不仅要求生产模式的变革，同时要求消费模式的更新。如果说，不可持续的生产和消费是把人类引入危险境地的两个驱动器，那么可持续生产和可持续消费就是推动可持续发展的两个车轮。20 世纪 90 年代以来，人类的环保运动逐渐朝着生活方式的层面渗透。全球性的资源耗竭和环境污染迫使人类对自身消费行为进行反思，可持续消费成为历史的要求。联合国环境署等国际环保机构发展了一系列推动可持续消费的教育项目，一些欧洲国家开始了以生态税为特征的种种可持续消费的尝试。中国的经济高速发展带来的资源和环境的压力向国人提出了对中国可持续消费模式的思考。

可持续消费是指：“提供服务以及相关的产品以满足人类的基本需求，同时使自然资源和有毒材料的使用量最少，使服务或产品生命周期中产生的废物和污染物最少，从而不危及后代人的需求。”它通过消费者的选择，在对产品品质和服务质量提出要求的前提下，对企业生产产品的原材料获取，产品生产方式和过程、消费过程以及产品消费后的处理处置提出了新的更高的要求。例如 1999 年美国颁布一项行政命令，要求联邦政府机构购买的写字纸和复印纸中至少含有 20% 的再生纸成分。

可持续消费模式基于以下原则：承认地球资源的有限性和后代人的消费权益。当代人的消费不以破坏后代人的生存条件为前提。可持续消费是与环境友好的消费方式；可持续消费的指标是生活的质量而不是对资源量的消耗；可持续消费注重对精神文化的追求而不是对物质无节制的消耗。

二、可持续消费的基本内涵

可持续消费以 5R 为基本内涵：节约资源，减少污染 (Reduce)；绿色生活，环保选购 (Re-evaluate)；重复使用、多次利用 (Reuse)；分类回收、循环再用 (Recycle)；保护自然、万物共生 (Rescue)。也有专家指出，可持续消费包含下面三个层次的含义：①倡导消费者在消费时选择未被污染或有助于公众健康的绿色产品；②在消费过程中注重对垃圾的处理，不造成

环境污染；③引导消费者转变消费观念，崇尚自然，追求健康，在追求生活舒适的同时，注重环保，节约资源和能源，实现绿色消费。总的来说，就是在社会消费中，不仅要满足我们这一代人的消费需求和安全健康，还要满足子孙后代的消费需求和安全健康。

从可持续消费的基本内涵出发，我们要从下面几个方面来认识。

(1) 可持续发展是一种战略

作为循环经济或新工业革命的组成部分，可持续消费也是一种发展战略，它包括与人们衣食住行游购娱相关的经济发展模式。可持续消费是消费者的权益和义务，每个消费者都有享受安全健康的环境权益，也有维护资源环境使之能够持续的义务。可持续消费是环保理念也是经济概念和文化概念，为一个民族保护其自然资本和文化资本。而创造一个生态安全的环境又是保证社会和谐稳定的重要前提。

(2) 可持续消费是人类对消费主义的反省和矫正

消费主义的特点是无节制地追求物质消费，不惜毁掉自然家园，荒掉精神家园，把人变成纯粹的消费机器和生产机器，同时又使消费和生产都不能持续。按照目前人们对可持续消费的解释，至少应包含以下几个要点：①选择绿色产品，即选择无公害、无污染的安全、健康、优质、科学的产品；②注意环境建设，在绿色消费过程中不要污染环境；③注重资源保护，保护中包括对资源的节约、重复利用等内容；④转变消费观念，真正认识到绿色消费不仅要满足当代人的消费需要和安全健康，还要满足子孙后代的消费需要和安全健康，进而实现可持续消费。

(3) 可持续消费是健康消费

可持续消费是一种绿色消费。绿色，象征春天，象征生命，象征健康。随着社会的进步、经济的发展，人们对环境和自身健康的关注，对安全、无污染、高品质绿色产品需求日益强烈，与日俱增。可持续消费概念一问世便立刻受到广大消费者的认同、肯定和青睐，“花钱买健康”的消费就是这种需要的标志性反映。人们的消费需要，不仅包括物质需要和精神文化需要，还应包括生态需要在内。恩格斯曾经把人们的消费需要分为生存、享受、发展三个层次，三种类型。消费需要这种由简单到复杂、由低层向高层的不断变化，反映着消费质量的不断提高。可持续消费的日益普及，生动地说明我国人民的消费类型正在由生存型逐步地向享受型和发展型过渡。

(4) 可持续消费是科学消费

这里需要指出，只有当可持续消费是科学消费的时候，才能从科学意

义上提升健康消费的水平和档次，因为消费者从来都是崇尚科学的。可见，绿色产品只有不断加大科技含量，才可能从根本上增强市场竞争力。科技含量高，才可能从根本上增强市场竞争力；科技含量不足，也不可能具有不衰的生命力。市场销售很火、科技含量不足的产品有没有？有。但请你相信，它只能是来去匆匆，如同过眼烟云，昙花一现。环保专家们认为，可持续消费概念的提出，是工业经济向知识经济转化的特定要求。

(5) 健康科学的可持续消费始终离不开良好的消费环境

健康、科学的绿色消费，从根本上提出了消费质量的高标准。但是要明白，人们的消费，总是在一定的环境中进行的。任何消费活动，都必须具备三个基本要素：消费主体（消费者）、消费客体（消费品和劳务）和消费环境。这就是说，消费的自然环境好，天蓝水清地绿、生态环境优美，消费质量就高；消费的社会环境好，人文生态上乘、社会治安良好，消费结构得到优化，人人都争当具有高度文明的人，消费质量就高；而消费的文化环境好，也可以促进文化质量的提高。

三、可持续消费的实施机制

任何一种新观念的形成都需要通过一套成熟的机制来保障。可持续消费作为一种新的先进的生活理念，最重要的是建立政府、企业、非营利民间组织之间的互动关系，并由此建立消费者、生产者、决策者之间的沟通和监督机制。

(1) 政府在转变经济职能时需加强在公共资本即自然资本的控制和保护方面的职能，并通过政策研究和市场手段来推行、通过法律来执行。环境政策、环境法规、生态税、环境标志、信息服务等多种手段和相应的鼓励性政策是创造中国可持续消费模式最关键的要素。

新工业革命中的企业不再仅仅是一个经济单位，而是同时负有社会与环保责任的“企业公民”。可持续消费是一个绿色的市场，它要求企业发展清洁生产，加强环境管理，开发绿色技术。绿色企业、绿色产品、绿色贸易、绿色旅游、绿色商业这些新的概念和实践，为企业提供的是挑战也是商机。

非营利民间组织有责任帮助政府和企业来实施环境保护的目标，这些责任包括教育和引导公众，促进公众参与；推动和帮助政府实施环保措施；监督和帮助企业更多地关注环保；促成民众与政府的沟通，生产者、消费者、决策者之间的沟通。可持续消费的大众性决定了在这个领域非营利民间组织的特别的角色。

(2) 实施可持续消费，需要新的指标体系。可持续消费的指标体系如同自然资本核算一样，应该进入国民经济体系，并成为经济发展战略的内在部分。可持续消费的指标体系应以人口资源国情为前提，与经济发展阶段相协调，并尊重历史性、生物多样性和文化多样性。

(3) 实施可持续消费，需要有基层的生活载体——绿色社区，即一定的环保设施的建设和公共环境管理体系的建立。绿色社区的自我教育 and 自我管理机制，引导居民选择绿色生活，把环保变成一种生活方式，一种社区文化，从而把可持续消费模式落实到社区，由此拉动中国经济朝着可持续发展的方向发展。

(4) 可持续消费的理念需要媒体来传播。政府环保部门和民间环保组织应为媒体工作者提供有关的信息和培训，并给广告传媒以正确的辨别和引导，让可持续消费和可持续发展成为媒体意识的主流。

(5) 可持续消费的教育应从小抓起。通过渗透教育、评价体系、校园文化的综合影响，传播新的价值体系和生态伦理，让“天人合一”的文化遗产和现代的环保信息成为知识教育和素质教育的组成部分，并转化为青少年儿童的文化品位和生活时尚。

四、绿色产品

可持续消费倡导人们在生活中使用绿色产品。绿色产品是无公害无污染的产品，它们在生产过程中对环境污染较小，在使用过程中有益于公众健康，在废弃阶段易于回收和处置。据介绍，绿色产品按照其环保特性主要分为以下六种。

(1) 国际履约类

为约束全球各国的污染状况，国际上相继出台了一系列环境保护协定，我国也是这些协定的履约国之一。1991年6月我国政府签订了《保护臭氧层国际公约》，即《蒙特利尔议定书》。这意味着我国将于2000年、2010年分两步替代氟氯烃制品，如无氟冰箱、卫生杀虫气雾剂即是此类绿色产品。

(2) 可再生、可回收利用类

利用回收废品进行再生产，不仅可以节约大量资源，而且可以减少垃圾污染，同时以废品为原料比使用原材料生产能耗低、污染排放少，这一点在造纸行业表现得尤为突出。再生纸、再生塑料就是此类绿色产品。

(3) 改善区域环境质量类

有些产品，如一次性发泡餐盒、有磷洗衣粉等，会引起区域性环境污染。可降解塑料、无磷洗衣粉、无汞电池等均是能有效缓解区域性环境质

量变差的绿色产品。

(4) 改善居室环境质量类

在我国消费者逐渐成熟后,居室环境质量被提到议事日程上来。居室内空气质量和噪音大小是居室环境质量最重要的两个指标,因此消费者在购买家具、家电时,越来越注重其对环境的影响。低噪音洗衣机、低甲醛复合木地板等均是此类绿色产品。

(5) 保护人体健康类

这类产品目前正在引起消费者的普遍注意,如移动通讯产品、电视机、个人电脑等对人体的辐射,对一般服饰中染料通过皮肤吸收对人体有致癌作用的关注等。对人体没有损害的绿色产品基本上属于绿色技术中较前卫的产品,代表着一种潮流和发展趋势,并将逐步淘汰传统产品。

(6) 提高资源、能源利用类

在世界资源、能源技术革命性的飞跃到来之前,人们正在大力发展节能降耗产品,提高产品的资源、能源综合利用率。节能电脑、节能灯等就属此类绿色产品。

目前我国共有数百家企业、40多个大类、700多种产品获得了中国环境标志认证。其中约半数产品与老百姓衣食住行相关,如生态纺织品、软饮料、纸质餐用具、冰箱、彩电、电脑微波炉、空调、洗衣机、洗涤剂、干电池、人造地板、涂料、杀虫剂、卫生纸(厕用)、节能灯、儿童玩具、摩托车等。

第二节 贵阳消费系统现状分析和调整对策

一、贵阳消费系统现状分析

消费系统与生产系统是循环经济体系的两个重要环节之一,产品及其所提供的服务最终是在消费系统中得以体现和吸纳的,因而消费模式的变革是具有真正意义的“源头削减”,是实现循环经济体系的社会动力。广义的消费包括政府等团体消费、企业对于原材料和中间产品的消费,以及家庭对于商品和服务的最终消费。因此,可持续消费是和整个生产—消费—废物链息息相关。这里从公众、企业和政府三个消费主体进行分析。

传统的消费模式是一种“线性过程”,自然资源以产品的形式在消费中被转化为废弃物排向周围空间,这种消费模式带来的是资源耗竭、环境污

染和生态破坏。绿色消费则是一种可持续的消费模式，它不仅包括绿色产品，还包括物资的回收利用，能源和资源的有效使用，以及对生态环境的呵护。

贵阳市目前的消费总量和人均消费量仍处在一个相对较低的水平，2001 年贵阳市居民消费总量仅 150 亿元，城镇居民人均可支配收入 6 909 元，虽然恩格尔系数由 1996 年的 51.59% 下降到 2001 年的 37.54%，仅略低于 2001 年全国和贵州省的平均水平（分别为 37.9% 和 41.0%），城镇居民的人均生活用水量和生活垃圾产生量也与全国同期水平相当，而其人均生活用电量却远高于全国平均水平（图 8-1）。

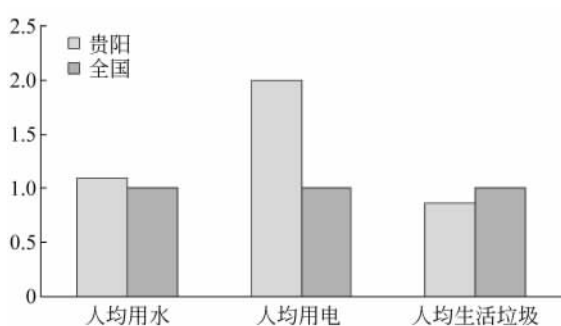


图 8-1 2000 年贵阳与全国人均用水量、用电量、生活垃圾产生量

贵阳相对较低的消费和生活水平，以及市民现有文化素质和环保意识，决定了其相对落后的消费观念和消费行为。消费过程中的过度包装、一次性消费的行为比比皆是；居民对环保产品的认可程度不高，购买积极性偏低；消费产品在退出消费领域后，回收利用率不高，而大量使用过的塑料袋和废旧电池等均直接堆放在城乡周围垃圾场。贵阳正处在消费能力快速增长的时期，消费行为的规范和转变对构建循环经济体系具有支撑作用。从现在到 2020 年，贵阳人均个人消费将稳步增长，源自消费的环境压力将上升。

随着中国加入 WTO 和经济全球化的推进，绿色消费已日益成为树立企业形象、拓展企业市场、打造企业新的竞争力的重要方面。绿色消费与生态产业之间具有强烈的利益互动关系，企业和消费者应共同培育绿色消费市场，让消费者知晓绿色消费的利益所在，让企业知晓采用绿色技术、发展生态产业的利益所在。不同的产品对资源和能源的消耗不同，其在生产和消费过程中产生的污染也不相同，合理的消费方式可以引导产业结构向

有利于生态环境保护的方面发展和调整,引导经济增长的方向,减少污染和对自然资源的消耗。

贵阳目前绿色消费的市场需求不足,企业培植绿色市场的意识薄弱、能力差,企业实行清洁生产、生产绿色产品的压力也不大,贵阳市通过 ISO14000 认证的企业数目很少,多数企业自身的环保意识差,仍然片面追求经济效益,生产模式粗放,污染排放严重。引导企业的绿色生产行为在贵阳将是一项长期艰巨的任务。

在绿色消费体系的形成过程中,政府同样扮演着重要的角色。首先是政府自身的绿色消费意识,主要体现在绿色采购上。其次是在绿色消费的引导上,在政策上要鼓励企业利用废物进行生产、实行清洁生产、生产环保产品等行为,使环保产品具有价格优势;要向公众客观地宣传质量有保证的环保产品,并鼓励人们购买。绿色消费不仅仅是消费者的义务,政府应当认真履行好自己的职责,为绿色消费创造更有利的条件。

但是贵阳市的政府目前不论是在绿色采购还是在对绿色消费的引导上,力度都不够。贵阳市作为贵州省的金融中心、商品集散地和旅游胜地,2001 年第三产业完成增加值 125 亿元,第三产业增加值占 GDP 的比重虽然高于全国平均水平,但是在全国 35 个重点城市中仍排在 30 位以后。贵阳市的服务业存在着总量不足、比重小、结构不合理和发展水平低的问题。随着人均收入水平的提高,居民的需求层次也将从满足生存需要向满足发展和享受需要发展,大力促进贵阳第三产业发展面临着总量和结构调整的双重挑战。

此外,由于贵阳市远离国内国际主要市场,贸易活跃程度不高,外贸依存度低(13.7%),存在着服务设施和服务观念相对落后,服务人员素质不高等问题,其融入全国建设循环经济的大流通和大商贸体系,并发挥作用的能力无疑受到限制。

二、贵阳市消费系统的可持续调整

可持续消费或绿色消费的推动和实施需要政府、企业和公众共同参与。通过广泛的宣传教育活动,提高公众的环境意识和绿色消费意识,制定经济政策,鼓励绿色消费。在引导可持续消费方面,政府要发挥表率作用,政府采购应优先选择经过清洁生产审计或通过 ISO14000 系列认证企业的产品;在使用中,按循环经济的理念,应该注意节约及多次重复利用,回收废弃办公用品。企业应从产品生命周期的角度,从产品的设计、生产等多个环节关注其行为对资源和环境的影响,并努力使其有利于保护资源和环

境。公众(消费者)要从自我做起,有意识地去购买对环境、人无害的商品;消费时不仅要关注商品的使用属性,还要关注商品的环境属性和社会属性,做到理性消费,适度消费,杜绝浪费,重复使用包装袋等,在使用后应自觉回收或分类。城市和农村的消费行为和为消费服务的行业,如零售业、旅馆酒店业、餐饮业等,都应按照循环经济的3R法则改变其方式。分类收集垃圾是一项必要的措施,需要全民自觉行动,也需要经济有效的管理系统,采用经济合理的回收利用技术。

(1) 加强宣传教育。绿色消费的宣传和教育是让城市居民改变生活方式和消费方式必不可少的环节,同时法规政策的制定是推行绿色消费的重要保障。根据贵阳市的实际,应开展如下与可持续消费内容相关的宣传教育活动:借助网络、报刊、街道广告牌等媒体传播手段大力宣传绿色消费,普及绿色消费知识、绿色消费观念,提高居民意识,鼓励消费者进行绿色选购;建立绿色消费示范小区,逐步普及绿色消费思想,提高居民的生态环境意识;通过开设课程、编写教材,在中小学推行生态环境教育;力争2020年,在贵阳市全民范围内普及绿色消费;出台相应的法规政策,有效保障绿色产业的发展;建立绿色市场,建设2~3座净菜加工厂,推广普及净菜入城;调整税收政策,限制一次性用品的生产和使用;限制过度包装,循环利用包装物;开辟绿色产品专柜,提倡绿色采购。

(2) 在企业层面推行可持续消费观念。随着社会的发展,企业对消费的引导已不局限于传统的产品信息传播方式。通过微观的、单纯产品性能的传播促进消费者加深对企业整体形象的正确认识,更具有宏观效应。因此,“可持续消费”观念在现代企业经营观念的基础上,更强调对生存环境的保护,对社会、经济可持续发展的影响。因此根据贵阳市企业的实际,应开展如下工作:结合经济结构的战略性调整和产业结构的优化升级,对资源利用和管理方式作出可持续发展的调整;树立环境成本意识;重视对环境保护的绿色品牌的设计,提高产品竞争力,例如,可回收的、无磷酸酶的、pH值平衡的、不损害臭氧层的等;开发清洁生产工艺,推出绿色产品;废物的回收利用和提高资源和能源的利用率;力争成为“环境友好企业”等等。

(3) 对公众来讲,需要树立同环境相协调的价值观和消费观,自愿地选择有利于保护环境的绿色生活方式和绿色消费方式,推动市场向循环经济方向转变。

优先购买环保标志产品。环保标志产品即绿色产品。它指自身未受污染,且其生产过程也未对环境产生破坏的产品。消费者代表经济的需求端,

是决定经济和社会能否可持续发展的当家人，消费者的消费支出相当于消费者对各种商品及其生产者“投选票”。因为消费者具有选择的权利，也就具有了间接配置经济资源的能力。如果消费者转向了绿色消费，在市场竞争条件下，生产者就必须根据消费者的投票意愿，调整劳动力和生产资料的使用，调整投资的方向和数量，并且研究如何节约资源，降低生产成本，最大限度地降低环境损害。

尽量不使用一次性物品。如各类纸巾、一次性木筷子、一次性塑料制品和泡沫制品。从前在我们的生活里，无论男女老少，差不多人手一块手绢。人们总是用手绢“解决问题”，脏了洗洗再用，一块手绢能用好几年，这真是循环再用的好例子。又据调查，一个中等城市因每年使用一次性筷子而浪费的木材材料就达 400 万公斤。那么，北京、上海等大城市一年又消耗多少木材？全国又消耗多少呢？真是惊人的资源浪费。

拒绝过分包装，选用大袋、大瓶装食品。在日常生活中，我们买来的食品或物品往往有两三层的包装，有时多达四五层。商品的过分包装，加重了供养人们的自然界的生态负担和消费者的经济负担。据统计，在工业化国家，包装废弃物几乎占家庭垃圾的一半；包装工业在英国使用了 5% 的能源，在德国使用了 40% 的纸张，在美国使用了将近 1/4 的塑料。并且许多包装纯粹是装饰性的，而人们为此却要付出沉重的环境代价，如将只能保存一个星期的西红柿和青椒装进能持续一个世纪的发泡塑料盆中出售。近来，我国的商品市场也讲究起这种包装来了。我国人口众多资源匮乏，更不能提倡这种包装方式。而选用大瓶、大袋装食品，一方面可以减少消费者个人因包装而增加的经济负担，更减少了因过度包装可能带来的环境损害。

另外，环保人士认为，在日常生活中注意以下细节，事实上也是可持续消费。

节约用水，一水多用。节约用水看起来是老生常谈了，其实却是迫在眉睫的话题。水是人类最早意识到应该加以节省的自然资源。可是另一方面，人类的用水量却是日益增多。这种情形使得地球上可利用的淡水资源面临枯竭的危机。现在，世界上已有近半数的人口生活在淡水供应不足的地区。我国是世界上 12 个缺水国家之一，人均水资源不足世界人均水量的 1/4，全世界排名第 110 位。而且水源的分布十分不均匀，全国 600 多个城市半数以上缺水。随着工农业的发展，水的需求量直线上升。据统计，目前我国每年因缺水造成农业减产约 1 500 亿~2 000 亿斤，工业损失约 2 000 亿元。

实际上家庭用水有广大的空间可以“厉行节约”：使用洗衣机时，要有足够多的衣物才洗，尽量用经济程序洗衣。洗涮物品时，要及时关闭源头，杜绝常流水。及时修理滴水的龙头，否则一分钟漏水 10 滴，一年将浪费 3 000 公升的自来水。淋浴比盆浴至少节省两倍的水和电。使用自来水浇绿地，不仅对绿地不好，也浪费水处理过程中使用的能源。洗菜、淘米水可以供家畜饮用，洗衣服的水可以用来拖地、冲厕所。国外一些环保型建筑，能把落在屋顶上的雨水收集起来，再用于浇花或清洁房间。

据一些所谓的“后工业社会”的预言家们预言，电脑的使用将把纸张打发进历史的陈列馆，但事实正好与预言相反：美国每年耗用的书写与打印纸张从 1956 年的 700 万吨增加到了 1986 年的 2 200 万吨，而且纸张用量有增无减。当然，纸张是可以再生的，但是废纸的再生过程也产生大量的有害废弃物。印刷用纸要回收再制，都必须经过一道脱墨手续，产生两大产品：一边是不含油墨、可以用来制纸的纤维，另一边则是大量的淤泥。我们知道，延长物品的使用寿命，可以降低资源流动的速度。将产品的使用寿命延长 1 倍，相当于减少了一半的废物。双面使用纸张，使纸张的用量减少一半，当然就减少了一半的废纸产出。

尽量乘坐公共汽车，慎买私家车。美国洛杉矶的居民，在 1943 年发现空气中有一种微白的薄雾，有时带有黄褐色，刺激人眼疼痛和流泪，这种薄雾日趋严重，但直到 10 年后才找到真正的祸首——汽车。1955 年和 1970 年洛杉矶又两度发生光化学烟雾事件，前一次有 4 000 多人因五官中毒、呼吸衰竭而死亡，后一次使全市 3/4 的人患病。汽车排放的废气，在每年 5~10 月份的强烈阳光作用下，形成光化学烟雾，引起眼病、喉头炎和头痛，还降低了大气能见度，使车祸和飞机坠毁事件增加。汽车废气的治理已取得相当的成功，但汽车数量的急剧增长，使汽车仍是城市大气污染的主要来源。实际上近些年来我国的某些城市，如兰州市等，也出现过光化学烟雾污染。不仅如此，日益增多的汽车还给城市交通造成重大压力。解决的办法之一就是少乘小汽车，提倡乘公共汽车或以自行车代步。

现在，小轿车生产厂家越来越多，销售手段花样翻新。但是，我们马上就看到了车多的危害，不仅交通堵塞成了城市病，污染也日益威胁到人们的健康。所以私家车要慎重购买，即使购买了，使用时最好采用无铅汽油作为燃料。

第三节 贵阳华联超市的循环经济试点方案

一、贵阳华联超市开展循环经济试点的意义

(1) 全面促进贵阳市循环经济生态城市的建设

在发展循环经济中,消费模式和生产模式是相互影响的。要发展循环经济实现生产和消费的可持续,就需考虑生产是否在对环境影响最少的前提下,满足了人类最基本的生活需求。也要考虑人类的消费方式和需求是否危害了环境,是否刺激了以不可持续的生产方式生产产品。华联超市发展循环经济,在避免不可持续消费方式带给生产负面影响的同时,促进了绿色生产和第二产业的循环经济发展。

(2) 加速贵阳市推进可持续消费的进程,限制不符合城市环境要求的消费方式

通过发展循环经济,推进绿色消费,引导居民树立科学的食品消费理念和消费模式。增强居民的食品安全意识,逐步改变购买价值取向,由过去食品消费中的“价格优先”,向质量、价格并重的方向转变,使人们自觉地购买安全、无公害食品,同时对有较强支付能力的消费者提倡消费绿色食品、有机食品,逐步养成有利于环境保护的消费方式。

(3) 促进绿色商业模式发展

通过超市发展循环经济,扩大贵阳市绿色商品的销售空间,加快形成绿色商品的销售网络,促进绿色商品的生产,降低绿色商品的经营成本,以点带面,拉动物流配送业的绿色消费意识,逐步实现贵阳市商品流通环节的绿色营销。

(4) 有利于超市垃圾的处置和回收

通过发展循环经济,探索出适合于贵阳市的超市经营过程中垃圾的处置及减量、再用和回收利用机制。

二、贵阳华联超市开展循环经济试点目标

以循环经济理论为指导,搭建绿色经济平台,充分贯彻和体现循环经济3R原则(减量、再用、循环),综合集成和优化商品流通和消费领域中的物流、能流、信息流及价值流,构建废物循环利用和再生转化系统,引导绿色消费,最终实现经济系统和环境系统协调发展和良性循环,为贵阳

循环经济型生态城市建设奠定基础，全面实现小康社会。

三、贵阳华联超市开展循环经济试点步骤

华联超市开展循环经济试点是贵阳市循环经济生态城市建设的一部分，根据实施的原则和进度应与贵阳市《推进循环经济生态城市建设工作思路及安排意见》和《贵阳市循环经济生态城市建设总体实施方案》的要求一致。发展循环经济可分阶段通过项目带动，且以潜力大和影响面广的项目优先为原则进行实践。

以超市的促销为切入点，向消费者宣传循环经济、可持续消费的理念，引导消费者在消费过程中逐步改变传统的消费模式，建立新的、绿色的消费理念。

在消费者逐步认同循环经济和可持续消费的基础上，通过可行的技术手段和管理措施，建立超市商品包装物减量、废弃包装物分类、再用和回收的机制。同时逐步扩大超市商品中无公害蔬菜、绿色产品、有机食品和环境标志产品的份额，专设无公害蔬菜、绿色产品、有机食品和环境标志产品柜台，并给商品以明显的标识，吸引越来越多的消费者尝试保护环境和保护自身健康的消费，为在超市全面推进循环经济的发展奠定基础。

促进超市循环经济的良性发展，实现商品售前、售中、售后全过程的废弃物减量，同时减少超市运营过程中的能源消耗和物耗，提高消费者购物安全系数。发挥超市这种大型商业零售企业的影响力，推动生产厂家生产方式向可持续发展方式转变，在实现保护生态环境的同时，树立企业新的形象，提高企业的竞争力，为贵阳市其他商品零售企业发展循环经济提供样板和范式。

四、贵阳华联超市开展循环经济试点具体指标

到 2005 年，华联超市发展循环经济的具体指标为：

- (1) 废弃物分类达到 100%。
- (2) 减少废弃包装物 63 吨/年（其中可回收和不可回收包装物分别为 60 吨/年和 3 吨/年），占现状废弃包装物产生量的 23.73%。可回收和不可回收包装物分别下降为现状产生量的 29.48% 和 3.74%。
- (3) 塑料购物袋使用量减少为现状用量的 90%。
- (4) 可回收包装物回收率达到 78%，与现状相比提高 1%。
- (5) 与现状比较，节电 18 万度/年。
- (6) 与现状比较，节水 1 825 吨/年。

(7) 增加无公害蔬菜 20 种, 占总上架蔬菜量 30.30%。

(8) 增加绿色食品、有机食品和环境标志产品, 提高它们在同类商品中的比例。

五、贵阳华联超市开展循环经济试点总体框架

基于循环经济的理念和超市运营的特点, 超市循环经济系统由消费者、经营者及供应者三部分组成, 其中经营者是该系统的核心, 他的行为直接影响着其他两个成员, 在整个系统运转中起到承上启下的作用。消费者是最为关注经营者行为的一个重要群体, 也是经营者的服务对象, 他们对系统是否认同和接受, 直接影响到系统是否可以良性运转。供应者是向经营者提供服务的一方, 在当今物质极大丰富的状态下, 供应者出于对自身利益的考虑, 尤其考虑经营者的需求, 他们是该系统的响应者。超市循环经济系统实现良性运转的前提是消费者、经营者和供应者三者间对发展循环经济、构筑可持续消费模式、减少环境污染达成共识并实现协作。超市循环经济系统的框架结构如图 8-2 所示, 其实现物质循环的途径如图 8-3。

六、贵阳华联超市开展循环经济试点的关键环节

(1) 售前

这个环节在贵阳市循环经济生态城市建设中是实现一产、二产和三产间物质流动和循环的重要结点, 超市循环经济系统的建立应对一产和二产循环经济的发展起到促进作用, 为此超市循环经济系统的建立中须解决如何及时向供应商和生产厂家、农业产品加工基地提供绿色消费需求的信息, 以及如何对他们提出绿色消费需求。

(2) 售中

这个环节主要解决超市在经营和管理中如何发展循环经济的问题。具体地包括超市运营中各种废弃物及污染物产生的减量和回收利用, 减少能源、资源的使用量, 提高员工的可持续消费意识和自觉行动等。

(3) 售后

这个环节解决的主要问题是, 如何对消费者施加影响, 使商品消费过程中产生的废物最少。超市在将产品转化为消费者用品的同时, 也向环境提供了更多的废弃物, 为此超市发展循环经济系统的建立应影响消费者改变其消费方式和对废物的处置方式, 应包括有效的措施鼓励和引导消费者提高绿色消费意识, 追求可持续消费方式。

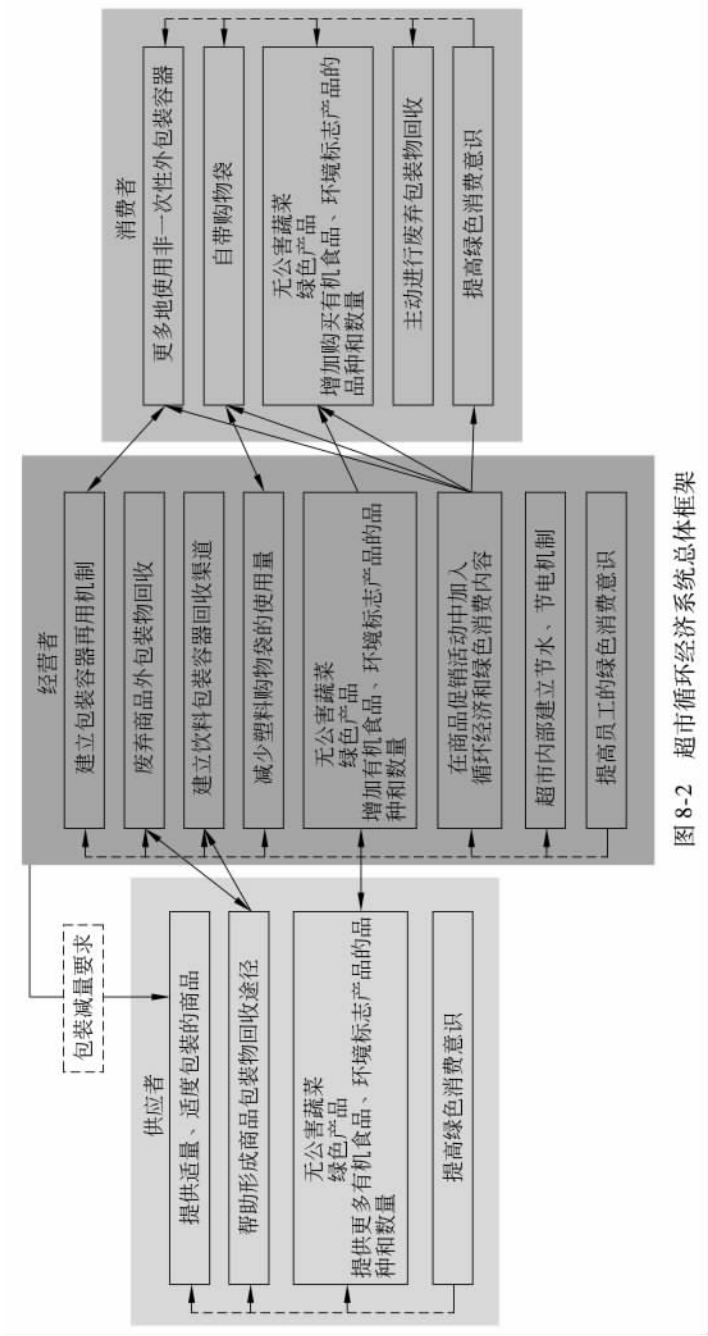


图 8-2 超市循环经济系统总体框架

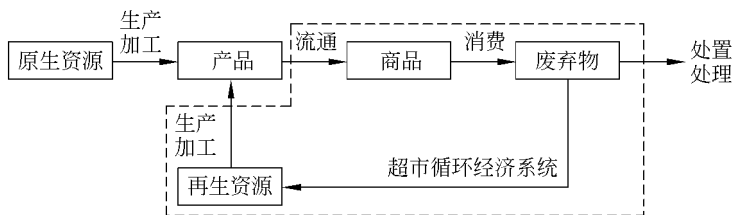


图 8-3 超市循环经济系统物质循环途径

七、贵阳华联超市开展循环经济试点的保障措施

1. 地方立法

我国、贵州省及贵阳市现存各类与环境保护相关的法律和法规在很大程度上难以满足发展循环经济的要求。贵阳市在循环经济生态城市建设中立法十分必要。通过立法，规定政府各部门、社会各层次在发展循环经济中的义务和责任，将节约资源、保护环境的要求法律化，为发展循环经济提供最根本的保障。

2. 制定相关的政策和制度

商品流通领域重点要制定以下几方面的政策：鼓励和促进再生资源综合利用与废弃物资源化产业的发展政策；对产品宣传广告管理制度；垃圾收费制度；包装瓶/盒押金制度；购物袋收费政策；在商品流通领域大力推行 ISO14000 认证；建立企业界、商业界和消费者间畅通的沟通机制。

3. 加大循环经济宣传力度

政府和商品流通部门需要通过动用舆论工具进行环境危机与污染、环境伦理、绿色观念、绿色意识的大众宣传和通过引导、促销以及适当的价格及服务策略等方式促进绿色消费。政府及其相关部门还应加大有益环保的包装消费引导，包括：

- (1) 进行绿色包装知识宣传和教育。让绿色包装知识贯彻到人们的生活与消费过程中。树立包装设计人员与消费者的环保观念，使自己的工作、消费与环保相结合。
- (2) 包装消费的权利与义务引导。主要从服务与信息的法律和服务意识方面加以引导，消费者有权利了解所选购（消费）商品的包装的作用性能、用后的处置方法、处置时对环境的影响等。

(3) 包装方式的引导。从环境与绿色消费上灌输一些基本的消费原则。引导消费者的以适度、适量、适新为原则进行包装消费。

(4) 增强技术创新能力。引进、开发、集成先进适用的生产技术，构建完善的技术创新体系，为生产使用寿命长的产品和更耐用、更适于循环使用和修复的产品提供技术保障。通过教育、培训和交流等手段，提倡企业在产品设计和服务设计中融入产品生命周期设计思想，使生产、产品使用和服务达到最大限度地节能、降耗、减污的效果，使生产、产品性能功能优化组合，花色品种丰富，为消费者提供环境标志产品，绿色食品、无公害产品等环境友好的产品和服务，从产品设计开始实现废物减量。

(5) 加强与国外的合作和交流，这种合作的范围应从政府扩展到工业界、消费者群体、非政府组织等，合作的领域包括政策、技术、意识形态等。通过交流和合作，拓宽视野，加快技术的开发和应用步伐，及时与国际接轨。

第九章 开阳磷煤化工（国家）生态工业示范基地

第一节 五大优势和十大挑战

开阳县位于贵州省中部，乌江南岸，隶属贵阳市，位于贵阳市东北角。开阳县是贵阳市的郊区县，面积 2 026.2 平方公里。2003 年底，全县总人口 41.98 万人，有汉、布依、苗等 22 个民族，县政府驻地城关镇。开阳县磷矿资源闻名全国，素有“高原磷都”之称。近年来，开阳县经济发展迅速，是贵州省的经济十强县之一。

一、开阳县发展磷煤化工的五大优势

1. 开阳县及其周边地区具有丰富的自然资源

开阳的水能、矿产资源极其丰富，现有探明矿种磷、煤、铝、硅石、重晶石、天然热矿泉等 30 余种，其中不少种类资源储量大、品味高，而且资源组配良好，生产所需主料、辅料齐全，为发展重化工业提供了优良的原料保证，尤以驰名中外的磷矿和煤炭资源为代表。

(1) 磷资源

1958 年，在贵州省开阳县发现磷矿，结束了我国贫磷的历史。开阳磷矿区拥有丰富的磷矿资源，占全国 P_2O_5 总量的 18.48%。现已探明储量（不含花力、龙水、冯三等小型矿床）4.19 亿吨，保有工业储量 3.92 亿吨，资源总量 6.68 亿吨。其中， P_2O_5 含量高于 30% 的富矿储量 3.31 亿吨，占全国的 35%； P_2O_5 含量高于 32% 的优质富矿占全国的 78%。

开阳磷矿是国家最早重点投资建设的三大磷矿石生产基地之一，与云南昆阳磷矿、湖北襄阳磷矿并称“三阳开泰”。开阳县素有“磷都”的美誉。开阳磷矿有害杂质少（ MgO 含量小于 1.3%），是我国难得的大型优质磷资源，具有全国其他任何地方所不具备的特有优势，非常适合生产磷深加工产品和精细化工产品。目前，开阳磷矿石开采能力达到 425 万吨/年。优质、可靠、短距离的原料供应，是生产高品质、低成本磷化工产品的重要条件。

（2）煤资源

贵州煤炭资源丰富，是建立区域能源基地和煤化工的主要资源之一。截至 1999 年底，全省煤炭资源远景储量达到 2 410 亿吨，保有储量为 530.97 亿吨，居全国第 5 位，比江南其他各省市储量总和 453.26 亿吨还要多 70 亿吨。近期，开阳发展磷煤化工的煤资源主要依靠贵州毕节地区的煤炭资源。瓮矿集团贵州能化有限公司在毕节等地勘测的煤炭资源储量约 3 亿吨，计划 5 年内在贵州省黔西、大方、纳雍和发耳等地形成 2 000 万吨/年煤炭生产能力。其中黔西煤矿将于 2004 年 7 月投产，设计能力 120 万吨，这些煤矿距开阳磷煤化工基地近，运输便捷。毕节地区以无烟煤为主，煤种单一，具有发热量高、含硫量低、热稳定性较好等特点，是良好的化工用煤、气化用煤，可供建设优质无烟煤基地。同时，瓮矿集团也拥有成熟的煤化工技术。开阳本地煤炭资源总储量 4.18 亿吨，可供开采的约为 4.12 亿吨，煤种丰富，热值高，但含硫量较高。

（3）其他矿藏资源

铝土矿。开阳县内铝土矿主要分布在城关、冯三、宅吉等乡镇境内。已探明 D 级以上储量 429 万吨，E 级矿石储量 1 447 万吨，合计矿石储量 1 876 万吨。含矿岩系展布范围较大，具有一定的找矿远景。在现有矿床、点的外围只要稍做工作，即可探测到更大的矿石储量。开阳铝土矿石质量较佳，大部分属高铁高铝矿石，有害杂质含量较低， Al_2O_3 含量在 50.04% ~ 78.18% 之间，平均 63% 左右； SiO_2 含量 2.24% ~ 24.42% 之间，平均铝硅比值均大于 3。矿体顶底板围岩均达到硬质耐火粘土的工业指标要求，是较好的耐火原料，可综合利用。

硅石。主要分布在双流、城关、禾丰等乡镇境内，储量丰富，是发展热法磷酸工艺路线的重要原料。

重晶石。主要分布在城关、双流、冯三、禾丰、哨上、龙岗、毛云等乡镇，以城关和双流两镇较为集中，是高品位之优质矿石，矿石易选，开采及水文地质条件简单。

(4) 水能资源

开阳县境内水能资源比较丰富,大小河流 60 条,水能理论蕴藏量 53 万千瓦。河流切割深、落差大,大部分为引水式开发,引水距离短,工程简单,淹没损失小,单位造价低,开发条件较好。丰富的水能资源可供开发 5 级电站,现已投资 13 亿元。开发装机容量为 19.2 万千瓦的三级电站——大花水电站,将使开阳成为黔中能源基地。充分利用水电资源这一“重头戏”,开阳将成为名副其实的“能源大县”。

2. 开阳县产业基础粗具规模

依托丰富的磷资源,磷化工已成为开阳县的龙头产业,2003 年磷化工实现总产值 24 亿元。全县共有规模以上磷化工企业 16 家,形成了以国有大型企业——开磷集团为龙头,大批民营企业为骨干的化工企业群落。

贵州开磷(集团)有限责任公司始建于 1958 年,是国家重点投资建设的三大磷矿石生产基地之一。该公司 1994 年进入全国 100 家现代企业制度试点,改制为国有独资公司。经过 40 多年的建设与发展,尤其是自 20 世纪 80 年代末期以来,开磷集团依据自身的优势,选择了矿肥结合、矿化结合的发展道路,着手发展磷化工,现已形成磷矿石 250 万吨/年、磷肥 56 万吨/年、复合肥 20 万吨/年,以及其他各类产品 2 万吨/年的生产规模,属于我国 1588 家大型企业和 110 家高浓度磷复肥生产企业中的十强,成为开阳及贵州磷化工产业的龙头之一。

20 世纪 80 年代起,大批地方企业参与到磷资源的开发中来,陆续成立了开阳双流开发公司、磷化工有限公司、安达磷化工有限公司、白马磷肥有限公司、三聚磷酸钠厂、托福磷钙有限公司、纳米磷化产业发展有限公司等一批磷化工生产经营企业。贵州黔能企业(集团)公司、中国核工业化工冶金公司等国有大中型企业也参与了开发。基本形成了“双流—金中—永温—城关磷化工走廊”,并已成为贵州省重要的磷化工基地之一。

目前,开阳县本地形成了每年 425 万吨优质磷矿、12 万吨黄磷、6 万吨三聚磷酸钠、1.5 万吨饲料级脱氟磷酸三钙、2500 吨六偏磷酸钠、2000 吨固体五氧化二磷、1000 吨赤磷、8 万吨磷酸(其中食品级磷酸 1.5 万吨)、6 万吨硫酸、10 万吨普通过磷酸钙、6 万吨钙镁磷肥、6 万吨复合肥和部分饲料级磷酸氢钙为主的产品体系,产业链网已初步显现,在国内基本形成了完整的销售网络和服务体系,产品拥有良好信誉和较强的市场竞争力,产品畅销日本、韩国、东亚等国家及地区。2003 年,主要产品产销率达到 98%,不少产品供不应求。

3. 基础设施日益完善

“九五”期间，开阳县城建成区由 2.36 平方公里扩大至 3.6 平方公里，城镇化水平由 10.6% 提高到 14.4%。自来水普及率达 98%，可满足 10 万人口的城市供水。城市气化率由 21% 提升到 58.5%。开阳全县公路总长 2 286 公里，贵遵高等级公路、贵开二级路、久铜公路等主要干线公路 5 条 178 公里（其中三级公路一条），分别连接贵阳、遵义、瓮安、息烽等地，是开阳重要的物流运输通道。川黔铁路中心支线直通开阳县金中镇，距县城 38 公里，年运输能力 400 万吨。新修和改造公路 87 条 935 公里，于 2001 年实现了村村通客车，全面实现了乡乡通柏油路。同时，随着贵开高等级公路开工建设，开阳将进入贵阳“一小时经济圈”。开阳县有着丰富的水资源，总量达到 10.47 亿立方米/年，占全市水资源总量的 24%，年供水量 2.074 亿立方米，水资源开发率 19.8%。开阳县境内共有 32 座水库，水库总容量达 2 992 万立方米。开阳县内有 220kV 一座和 110kV 变电站两座，35kV 变电站 9 座，国家电网覆盖全县。

4. 发展势头喜人

丰富的磷资源优势，良好的区位，不断发展的交通运输条件和一定的产业聚集优势，使得开阳在市场竞争中具有明显的比较优势。量大质优的磷资源和现有 12 万吨/年的黄磷基础生产规模，越来越成为投资商转移发展基地的聚焦点。招商引资呈现良好势头，下游产品向资源富集地区转移趋势明显。华东地区和四川等省的众多企业通过考察调研，都充分肯定了在开阳县发展磷化工、建设磷煤基地所具有的诸多优势。兖矿集团、江阴澄星集团、川西磷化工、重庆涪陵等磷化工企业以及浙江一批准备向西部地区进行资本扩张的企业，都把目光投向了开阳。通过多次到开阳考察，合作、投资意向已经比较明确，一些项目基本确定。如果采取对资源的合理开采和有效利用等保护性措施，不仅能保证开阳磷化工产业的可持续发展，而且可以促进全国范围内产业结构的调整，使得资源深加工项目逐渐向资源富集地集中。抓住实施西部大开发战略，东部调整产业结构的良好契机，适应国内外市场的新变化，以磷煤基地建设为突破口，把发挥资源优势 and 培育市场优势结合起来，逐步形成开阳新的经济优势完全可能。

5. 各级政府大力支持

高效合理利用磷资源，壮大磷化工产业已经得到贵州各级政府的认可

和关注。贵州省早就提出“把磷及磷化工培育和扶植成为贵州经济新的增长点,进而成为贵州的支柱产业之一。”省有关部门已在关注湖北、云南等省的政策调整,正积极向省政府建议作出积极的政策支持。贵阳市已将磷和磷化工确定为五大工业支柱产业之一。市委、市政府对开阳磷化工产业发展高度重视,从规划、政策、资金、项目、体制等方面都予以大力支持,并要求在3~5年内磷化工有较大的发展。而在开阳县内,磷及磷化工产值、税收、就业人数已分别占列全县工业总产值、税收、工业就业人数的大约80%、80%和70%。县政府已将磷化工作为开阳经济的王牌支柱产业进行培育,确定了以基地建设为载体,以资源和现有产业聚集规模为依托,以招商引资为主要手段,走各类资源有效组合,可持续发展路子的发展思路。

二、开阳县发展磷煤化工面临的十大挑战

1. 开阳主导产业单一,经济发展对磷矿资源过度依赖

虽然,开阳每年生产磷矿425万吨,但是开阳县当地磷化工产品总量只有60多万吨,产值24亿元。而且即使维持现有开采规模不再扩大,开阳所有的磷矿资源最多也只能维持约150年。开阳必须避免重走传统矿业城市畸形发展的道路,树立起可持续发展观,坚持走新型工业化道路,大幅度提升开阳县的磷矿加工能力,摆脱对磷矿资源低级利用的局面。同时积极引进或开发新的资源和产业,以科技促发展,壮大化工产业规模,以此推动开阳建设全面小康社会目标的实现。

2. 产业配套能力不强,耦合不够,种类不多,产品链不长

目前,开阳磷化工仍以磷矿、黄磷等初级产品为主导,其产值约占总产值的70%以上。而大宗磷复肥产品和高附加值的精细磷化工产品体系中,只有磷酸、磷酐和高效磷肥等10多种产品,且产量低,规模小。而磷化工产品种类全国有200多种,世界已达2000多种。部分原因是与磷化工相配套或相关行业发展还不够完善,如合成氨工业、有机化工、氯碱工业等在开阳当地基本是空白,制约了开阳磷化工的发展,未能充分发挥磷化工作为开阳核心产业对整个工业体系的拉动作用。

3. 资源利用效率亟待提高

磷化工是一个资源、能源密集型产业。这主要是由于开阳磷化工以热

法黄磷为主要产品,而生产 1 吨黄磷,大约需要消耗 8.5 吨磷矿,2.1 吨煤和 3.1 吨的硅石,能量总消耗量达到 7.1 吨标煤,故开阳磷化工呈现高物耗、高能耗的特征。受资金、技术等原因制约,开阳磷化工企业无法对三废进行有效的、大规模资源化利用。此外,磷矿开采过程资源回收率不高。开磷集团的磷矿回采率为 70%,而县属磷矿生产企业由于技术、资金条件的限制,磷矿回采率普遍不足 50%,造成了资源的浪费。开阳磷化工水资源利用情况则相对较好,黄磷生产中基本实现了水闭路循环使用。

4. 工业“三废”污染有待治理

磷矿石原料组成复杂,杂质多,使得工业生产排放的污染物成分复杂,治理难度较大。而且开阳县境内没有污水处理厂,磷矿开采中的矿坑排水,工业生产部分废水,以及县城居民生活污水都未经处理就直接排放,导致了县内河流和地下水的污染。2001 年,贵阳市的废水循环率为 55%,开阳县工业废水排放量 95.57 万吨,生活污水总排放量 1 170.56 万吨,污水总排放量 1 266.13 万吨,人均综合污水排放量 29.40 吨,万元 GDP 污水排放量 78.25 吨。此外,开阳每年产生磷渣、粉煤灰等固体废弃物 100 多万吨,而进行资源化利用只有几万吨。每年 3 亿立方米的黄磷尾气大部分经火炬放空,只有少量作为燃料使用,回收部分热能,既浪费了资源,又污染了环境。初步分析,氟、磷、磷渣、污泥、 SO_2 是目前磷化工生产中的主要污染物。

5. 磷矿区生态环境急需修复

开阳磷矿主要位于金中镇洋水河上游(称为上洋水河),20 世纪 60 年代以前,该地区未发生过洪涝灾害。随着人口增加,人类活动的加剧,加之磷矿开采引发的采空区塌陷、崩塌、废渣堆积等因素,该地区生态环境破坏严重。据调查,上洋水河流域有崩塌体 28 处,崩塌总方量 161 万 m^3 ;堆积的各种废渣 21 处,总方量为 234 万 m^3 ;严重水土流失面积 160 万 m^2 ,石漠化面积 3 000 亩,84% 的耕地坡度在 25° 以上,3 万亩需要退耕还林。自 20 世纪 70 年代以后,洋水河河床逐年被抬高,随着河道被淤塞,洪涝、泥石流灾害发生频繁。1973 年、1991 年、1995 年、1999 年和 2002 年都发生过严重的洪灾。当地财力有限,治理力度不够,至今仍存在严重隐患,威胁着当地数万人的生存,对长江三峡库区流域的生态环境和水环境产生不利影响。

6. 城镇化滞后于工业化

开阳是典型的农业大县。农业人口达到 36 万, 占总人口的 85%。城镇建设相对落后, 城镇化水平只有 14.4%, 不仅低于全国平均水平(2000 年我国城镇化率为 36.09%), 还远远滞后于开阳县自身 48% 的工业化水平。较低的城镇化水平在一定程度上制约了开阳工业的发展。开阳县城城区的建成面积 3.6 平方公里, 人口 4 万多人, 仅约占开阳县总人口的 10%。开阳农村劳动力相对富裕, 农民人均收入较低。尤其磷矿区附近的农业生产受到工业生产污染的影响, 有时被迫陷入瘫痪, 洪涝、泥石流等地质灾害的发生又会给农民造成严重的财产损失。因此, 开阳县的城镇化发展必须与基地建设相同步。人口的集中、生产要素集聚和城镇功能以及城镇布局的完善与优化, 将促使城镇功能、城镇结构与产业发展相协调, 实现工业化与城镇化相互促进的良性局面。

7. 电力不足是发展的瓶颈

热法黄磷工艺路线的经济效益受电价影响较大, 黄磷生产中电力成本约占 60%。自 2002 年以来, 全省用电变得非常紧张, 使得开阳正常的工业生产用电受到影响。2002 年, 由于限电和电价上涨, 半数以上企业出现亏损。2004 年前 3 个月工业生产仍受到限电的影响, 据开阳有关部门估计, 目前开阳的电力供应只能满足工业生产需求的 70%。在未来磷煤化工基地的建设过程中, 随着磷、煤、氯碱等产业的发展, 能源需求也会快速增长, 因此必须增加开阳县电力来源, 确保工业生产和基地建设的顺利实施。

8. 物流交通体系尚未完备

现有的道路交通体系和运输能力将很难满足基地产业、社会经济迅速增长的要求。随着基地建设的深入, 化工生产的原料、产品运输规模将迅速扩大, 预计总量将达 1 500 万吨/年。一方面为了使基地生产与全国乃至全球市场和原料产地高效连接, 另一方面使基地内部物流有效交换, 必须大力发展包括开阳县公路、铁路、水路和管道运输在内的物流运输业。

9. 水资源需要高效合理利用

虽然开阳县水资源总量丰富, 水资源开发率为 19.8%, 但是由于水资源的时空分布不均, 加之山高坡陡, 河谷深切, 地下水埋藏深, 即使在水资源相对富足区, 也出现工程性缺水。有的地区由于水污染问题严重, 存

在不同程度的非资源性缺水，造成可利用水资源量减少。现有磷化工以热法磷酸工艺路线为主，工业用水规模较小。但随着湿法磷酸、合成氨、煤化工、氯碱工业、电力工业的发展，工业用水将大幅增加，合理分配、高效利用水资源是基地在发展过程中必须考虑的问题。

10. 迫切需要加强投入和技术储备，引进高级技术人才

虽然开阳县已进入首批建设的全省 20 个经济强县，但地方财政能抽出扶持引导企业发展的资金极其有限，绝大多数企业仍处于资本的原始积累阶段，无力大规模投资发展。而且资本市场尚不发达，企业融资难度大，招商引资借劲发展又没有强有力的配套措施和政策。所以近几年来，一批效益较好的磷化工项目因为缺乏资金至今未能付诸实施，一些从事磷化工教学和科研的高等院校及研究单位也因为缺乏研究经费，影响了课题的设立和研究进展，错失了许多发展的机遇。

经过 20 来年的发展，开阳县的磷化工行业虽然已经汇集了一批技术人员队伍，但是这支队伍基本上只能满足当前生产的需要，承担一些技术革新和小改小革的工作，能够从事新产品开发，承担新技术应用与推广等工作的高级技术人才仍然十分缺乏。在未来的基地建设过程中还更需要大量的煤化工、氯碱工业、能源工业的技术人才，以及其他各类管理、经济、规划、建设等方面的人才。

第二节 基地建设的目的、意义和原则

一、开阳磷煤化工生态工业示范基地建设的目的

开阳磷煤化工生态工业示范基地建设旨在促进传统资源加工产业升级改造，将资源优势转化为经济优势，实现资源高效持续利用、经济稳步发展、生态环境优美、社会稳定的发展目标，成为多资源型产业转型和重化工业生态化发展的示范性基地。

(1) 通过磷煤化工示范基地，带动城镇建设，推动开阳循环经济的深入进行。力求成为环境友好、经济效益高、社会文明全面发展的国家级绿色示范基地，将推进贵阳循环经济型生态城市建设落到实处。

(2) 发展和完善磷、煤资源共生耦合的产品体系，以绿色工艺拓宽磷化工和煤化工的产业幅度和深度，为有关产业生态化发展提供有益的经验。

(3) 采用高新技术进行资源深加工,构建多资源产业链网,提高产品附加值以及产值绿色化,实现产业从资源型向技术型转变,改善企业的经济效益,提高贵阳市乃至贵州省有关产品的竞争力。

(4) 通过共生耦合发展包含磷化工、煤化工、氯碱化工、热电工业以及黄磷工业的综合开发利用,建立精细产品平台,降低环境污染,提高基地的整体长期效益,创建不可再生资源地区可持续发展的良好形象。

二、开阳磷煤化工生态工业示范基地建设的重大意义

磷矿资源是不可再生的资源,磷肥是农业生产不可缺少的肥料,人类的生存活动和社会发展离不开磷。我国已将磷矿列为 2010 年后不能满足国民经济发展需要的 20 种矿产之一,并开始限制磷矿石的出口。正因为磷、煤是重要的战略物资和基础化工原料,具有不可再生性,通过磷、煤资源产业链耦合,提高磷、煤资源的利用效率,开发高附加值、功能化的化工产品,把开阳建设成为全国大型的磷煤化工生产基地,对推动贵州省乃至全国磷、煤化工产业都将产生至关重要的作用,具有重大的社会和经济意义。

(1) 构建多资源共生耦合产业链网,成为国内外产业生态化的新典范。

开阳磷煤化工示范基地是以磷、煤两种资源相互支持、相互促进、多产业共生的复合基地,涉及磷、煤资源的开采、运输、加工和循环利用,与其他生态工业园区相比,具有鲜明的特色。基地采用先进技术推进多资源加工向纵深发展和横向耦合,不断提高开阳磷、煤资源的综合利用效率,调整产业结构,优化产业布局,促进区域环境综合整治,降低废弃物排放量,造就磷、煤化工产业的整体优势,壮大支柱产业,增强基地抵御市场风险的能力,对开阳县以及磷、煤化工产业加强国内竞争、走向国际将有巨大的推动作用,可望成为国内外产业生态化的示范基地。

(2) 将资源优势转化为经济优势,使资源型地区走可持续发展之路。

开阳磷矿是全国三大磷矿之一,以质量高、易开采著称。开阳县及其周边地区煤资源丰富,适于发展精细磷化工和高效磷肥。通过规范矿产资源开采销售和减小出口,加强招商引资和技术开发,实行磷、煤、氯碱产业的聚集,构建有相当规模和实力的磷化工、煤化工产业体系,做大做强地方优势产业。同时大力培育新的经济增长点,加强高新技术的引进,实现资源型产业向技术型产业转变,使原依托不可再生资源的开阳走可持续发展之路,为解决矿业、矿工、矿山和矿城“四矿”问题探索方向。

(3) 建立生态化工业与城镇建设协调发展的基地。

开阳县通过政策、法规和技术体系建设,完善资源的保护性开发和市场化配置;加强循环经济和生态工业理念的宣传和普及,调动各方面的积极性,促进物质高效循环利用的机制和体制的形成;在矿山开采和工业生产的同时进行生态恢复,治理地质灾害,有计划地进行生态移民,加强城镇建设,提高城镇的物质文化水平,成为经济、环境、社会全面发展的示范基地。

(4) 坑口化肥建设的开拓

基地内磷矿资源丰富,品质优良,而且煤、水供应充足,为将资源优势转化为与环境友好的经济优势,富矿开发的同时,考虑坑口企业的建设。这样,最大限度地降低运输成本,同时利用磷石膏粉煤灰回填矿井采空区,提高资源回采率,减少生产全过程对环境的影响。在磷肥市场需求上升,且在基地统一管理磷矿和磷肥企业的生产负荷的条件下,坑口化肥企业的建设不仅有利于开阳磷煤基地占领化肥市场,也为我国开拓坑口化肥迈出了第一步。

三、开阳磷煤化工生态工业示范基地建设的原则

(1) 循环经济 3R 原则

基地以磷、煤多种资源综合利用为基础,提高资源利用率,减少废物排放,降低环境污染,提高基地综合效益。分企业、群落和基地三个层次贯彻 3R 原则。在企业层次上,通过物料替代、工艺革新、产品升级等清洁生产措施,改善生产过程对环境的影响;在群落层次上,运用系统集成技术,优化工业生态链的结构;在基地层次上,通过物质交换、能量利用和信息共享,建立多资源工业共生关系。循环经济 3R 原则是生态工业基本原则,能够使传统的工业发展模式向着生态化方向发展,实现新型工业化转型。

(2) 共生耦合原则

依托现有的资源、企业 and 市场优势,促进不同资源行业的横向耦合,逐步减少资源初加工产品比重,推动产业链的纵向、网络型发展;建立资源开采、基础产品、精细高端产品、功能性产品的多层次共同发展的产业模式,进行多样化、系列化、精加工类型产品生产。建立精细磷化工、高效磷肥、煤化工、氯碱化工、建材、能源等多产业配套(如“煤、电、磷、化”一体化)的产业发 展体系,形成多产业耦合的横向扩展、资源深加工的纵向延伸,以及副产物和废弃物资源化利用的立体化产业结构新格局。

(3) 技术先进原则

引入高新技术是开阳磷煤化工示范基地结构调整和升级改造的重要环节。在基地建设中,除积极引入现代化的共生耦合技术、循环利用技术、节能技术和信息技术等,增强企业技术创新能力,加强企业资源耦合加工和延伸产品的研究与开发。对传统产品实施清洁生产措施,降低资源需求,减少生产过程中的资源和能源消耗。促进开阳磷、煤化工产品体系的升级换代,大力推广发展科技含量高、符合绿色产品发展趋势、高附加值的产品。

(4) 环境友好原则

根据经济、环境、社会综合因素对矿产资源、生产过程、再循环过程、产品运输、废物利用进行评价;根据不同过程对资源品位、能量等级需求的差异,进行物质、能量的梯级多次利用,提高资源、能源的利用率;促进基地内群落间、企业间的物流、能流和信息流的科学流动,改善磷、煤化工产业对生态环境的影响。基地对长期形成的废弃物开展再生利用和环境综合治理,如一方面利用磷石膏等回填,生产建筑材料等;另一方面,对崩塌区进行绿化,生态移民,修筑拦沙坝等,预防洪水,泥石流对生态环境的破坏。另外,基地建设与自然生态系统协调,保持优美的生态环境和功能,为开阳县创造良好的生活、工作乃至生态旅游环境。

(5) 协调发展原则

磷煤化工示范基地建设是一项复杂的系统工程,需要市、县两级政府、企业、研究机构、公民等多方参与,由于多方利益各有差别,需要采用宏观协调、市场运作的方式加以平衡。基地建设既要关注具体的产品、工程项目和小城镇等硬件建设,也要重视基地管理体系、信息支持系统、政策措施保障等软件建设,使之协调发展。通过国有企业与民营企业、企业与政府、企业与政府以及人民群众之间的互动取得经济发展、生态友好、社会稳定的多赢结果。

第三节 基地建设的目标、结构和功能分区

一、基地建设的目标

1. 基地建设的总体目标

根据开阳实际,本基地将由金中、永温、双流、城关四个工业群落以及基地信息科研中心等部分组成。各群落将根据各自的发展定位和特点,

结合各种产品生产的原料供给、市场预测等多种因素,通过有计划、分阶段的项目实施,扩大生产规模,提高资源利用率,开发高附加值的深加工产品、延伸产业链。同时,在循环经济和生态工业理论的指导下,基地整体将通过磷、煤、氯碱多产业的耦合,系统集成和科技进步,积极提高技术水平,加强企业间、产业间和区域之间的关联、进行资源优化配置,提高资源利用率、降低产业发展中的物耗、能耗和污染排放指标,进行环境保护和生态恢复,创造更多的就业岗位,实现基地经济、环境和社会的协调发展。

2. 基地建设的分阶段目标

基地建设将分阶段、有步骤实施,先做大后做强,具体目标如下。

(1) 近期(2004—2008年),在现有基础上扩大基地规模,发挥资源优势,实现规模效应。

加强基地的基础设施建设,调整企业规模,筛选进入基地的企业,发展煤化工产业,并使之与磷化工产业耦合,既为磷化工产业提供相关原料,又通过副产物利用这条途径销纳各自的废弃物。具体来说,就是要大力发展黄磷、磷酸、合成氨、有机磷中间体等平台化合物和磷铵、复合肥等多种化工产品,增加优势产品市场份额。开展黄磷尾气、磷渣,以及磷石膏、粉煤灰、盐泥的资源化利用,构建起初步的生态工业链网,使基地发展达到国内先进技术水平。到2008年,总投资43.9亿,产品种类增加到60种,产品总量达到300万吨,工业总产值达到80亿,平均年增长率27.2%,产业从业人员增加1.5万人左右。所有企业“三废”达标排放,万元产值固废量降低到1.5吨以下,万元产值能耗降低到2.5吨标煤,万元产值水耗比目前全国平均水平降低30%,废水循环利用率达到80%,单位磷矿资源产值(万元/吨磷矿)由现在的0.05增加到0.15。移民3万~5万人到城关镇,使县城居住人口超过10万,并发展相关基础设施建设,使城镇化率达到35%。县城基地的信息科研中心、商品交易平台开始运作。积极开展矿山生态修复与地质灾害治理。

(2) 中远期(2009—2014年),实现资源性产业向技术性产业转变,增强基地核心竞争力。

以产品的升级换代、产品链的延伸拓宽为重点,如精细磷酸盐系列化、磷肥高效化,并发展氯碱化工,与磷煤产业共生,进一步增加基地工业总产值。基地发展将从资源密集型向技术密集型转变,大力发展技术含量高、

附加值高的产品;精细磷化工产品向食品级、电子级方向发展,有机磷化工产品向医药领域、材料行业发展,磷肥产品则向灵巧型、高效型、复合型方向发展。生态工业链网结构经过不断磨合走向成熟,基地的综合效益进一步体现,基地总体发展达到国内领先水平。产品种类增加到120种,产量总量达到400万吨,工业总产值170亿,年平均增长率为13.4%,产业从业人数再增加1.5万人。万元产值固废量降低到0.5吨以下,万元产值能耗降低到1.8吨标煤,万元产值水耗再降低40%,废水循环利用率达到95%。单位磷矿资源产值(万元/吨磷矿)由近期的0.15增加到0.25,城镇化率达到55%。以磷、煤、氯碱化工为主的生态工业基地基本建成,成为我国重化工业可持续发展的典型,在国内外树立良好的生态工业基地形象。

二、示范基地建设的总体结构

开阳磷煤化工示范基地建设总体结构如图9-1所示,其中核心部分是工业生态链网。此外,基地建设将对磷矿开采所造成的生态环境破坏、地质灾害进行生态环境修复,通过利用采矿废渣、固体废物无害化回填到采矿区,恢复植被,保护生态环境,避免石漠化和地质灾害;并在治理过程的同时对灾区居民进行生态移民,合理安置,对劳动力进行技术培训,增加就业机会,实现农民脱贫和城镇化发展。为了满足基地生产和生活需求,基地建设还将重点开发水资源,大力建设水电、废水处理、中水回用,以及热电、道路交通等基础设施,并通过系统集成使其效率得到充分发挥。在此基础上,通过技术输入、人才输入、资金输入和信息交换平台,加速基地的产业发展,并通过制定循环经济和生态工业的相关政策法规,加强对各级人员的宣传教育,以科学的发展观,推进基地循环经济建设。综上所述,开阳磷煤化工生态工业示范基地将实现在经济高速发展的同时,环境、生态、社会的协调可持续发展,走出一条新型工业化道路。

三、示范基地的功能分区

开阳县经过二十多年的发展,在布局上形成了“双流—金中—永温—城关磷化工工业走廊”,并呈现沿走廊组团式发展的态势(如图9-2所示),已成为省内重要的磷化工基地之一。

为了充分利用现有的产业基础,同时保护基地周围的生态环境,开阳磷煤化工示范基地将下设四个群落:双流群落、金中群落、永温群落和城关群落。各个群落在发展上既各有侧重,又相辅相成,群落之间通过产品

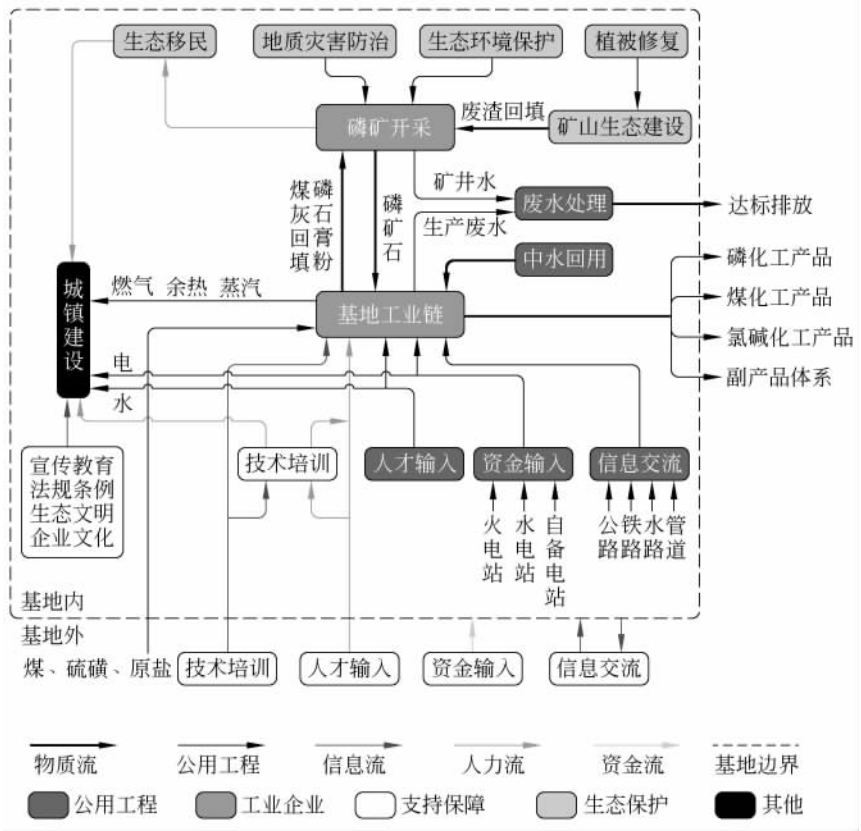


图 9-1 开阳磷煤化工示范基地建设总体结构

链、信息流、与其他行业的共生关系等形成一个有机整体 (如图 9-3 所示)。

每个群落下设各组团，即双流群落主要由白马组团、茶场组团、下窑组团、大坝子组团组成。城关群落主要为青西组团，永温群落主要为黄柏井组团，金中群落主要为大水组团。

1. 双流工业群落

双流工业群落是全市黄磷生产主要集聚地，已形成一定的产业集聚规模。企业有较为丰富的生产经验和技術优势，通过技术革新、适度扩大黄磷生产规模，这里将成为精细磷化工产业发展的重要原料基地，生产三聚磷酸钠和脱氟磷酸三钙等优势产品。新建的西部工业组团将结合技术服务中心的科技优势，生产部分精细磷化工产品 and 部分污染小、高技术、高附

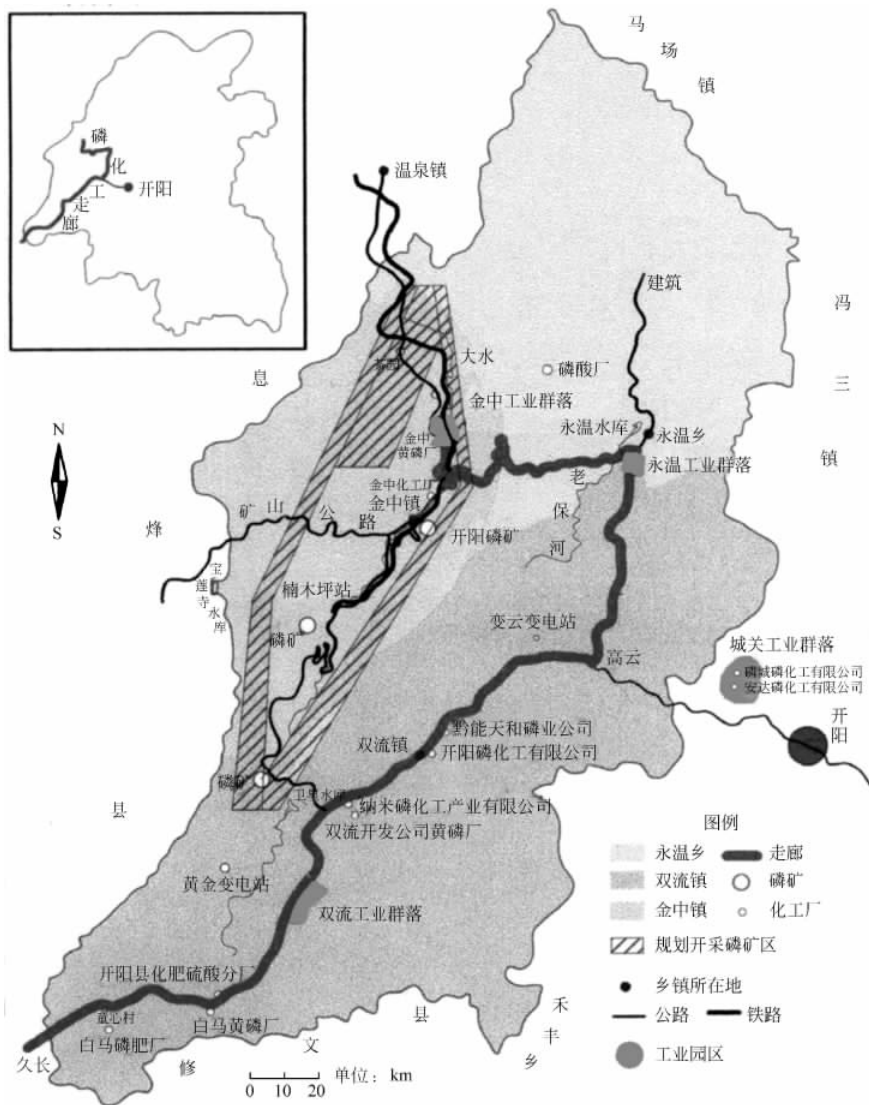


图 9-2 开阳县磷煤化工示范基地示意图

加值的产品，如生产饲料添加剂、医药级磷化工产品和食品级磷化工产品，同时避免对敏感水域造成污染和对周边生态环境造成破坏。与此同时，这些企业将根据黄磷生产的特点，依托黄磷生产中产生的大量黄磷尾气发展一碳化工，利用磷渣为原料发展建材等行业，从而在发展经济的同时，充分利用资源，减少废物，保护环境。

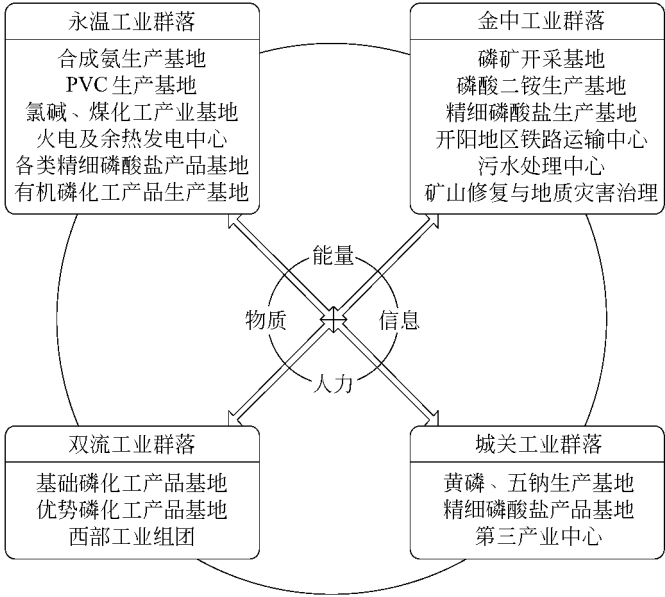


图 9-3 开阳磷煤化工示范基地布局示意图

2. 金中工业群落

金中工业群落占地约两平方公里，由开阳县与开磷集团实现地企联合建设。群落将着重以下方面的建设。

(1) 磷矿基地建设

根据开磷矿区实际，拟对沙坝土矿段进行开发建设，为整个磷、煤基地发展所需原料提供保证。群落将科学规划，把生产规模和产值增长率限制在资源和环境的承受能力之内。在采、选、加工等多个生产环节上采取各种环保措施，因地制宜地建立矿山废水、废气、噪声等治理设施，严格把住排放关，把排放物限制在国家标准之内，并及时对开采后的矿山进行恢复。对于矿山的生态环境保护遵循“谁开采谁保护，谁污染谁治理，谁破坏谁恢复，谁使用谁补偿”的原则，依法加强管理。

(2) 磷酸二铵生产

利用永温群落的合成氨和开磷集团的磷资源建设 120 万吨磷铵和配套的硫磺制酸、磷酸、磷石膏渣场和相应产量的复合肥、缓释化肥生产装置。

(3) 精细磷酸盐生产

受规模的限制，金中群落将以开磷集团丰富的磷矿和双流的黄磷为原

料,依托开磷的技术和人才,不断拓宽磷化工产品应用领域,生产小批量、多品种、高附加值的磷酸盐产品,拉伸磷化工产业链,提高产品附加值。

(4) 开阳地区铁路运输中心

目前开磷集团拥有 400 万吨/年的磷矿石铁路运输能力,随着大量磷矿石的就地加工,可以腾出上百万吨的运输能力,为开阳磷化工产品的外运提供一条新的便捷通道,成为开阳地区的铁路运输中心。

(5) 污水处理中心

集中处理规模相对较小的精细磷酸盐生产废水和磷矿开采过程产生的矿井水,实现中水回用。

(6) 开展矿山修复与地质灾害治理

针对目前该地区磷矿开采过程中的种种问题(生态破坏、水土流失和石漠化),实施洋水河生态修复工程和石漠化治理工程。

3. 永温工业群落

永温工业群落位于开阳县永温乡,临近金中磷矿区,地势平坦,规划面积 2.5 平方公里,且周边同时规划有 2 个渣场(储量分别为 1 300 万吨、800 万吨),可以储存暂时无法消纳的磷化工生产废弃物,是发展大规模精细磷酸盐生产的理想场所。该群落将利用磷化工产业布局调整的机会,吸引国内外企业来投资,不断开发或引进高新技术,将精细磷化工、有机磷化工生产引向高效、低耗、少污染。同时,山东兖矿集团利用其在贵州的煤资源,在本群落发展合成氨生产,与开阳的磷肥产业形成强强联合。中后期,群落还将发展氯碱化工,并通过利用合成气制乙烯,发展 30 万吨的 PVC 产业。

4. 城关工业群落

鉴于当地现有工业状况,拟在目前黄磷生产基础上,进一步发展后续高附加值精细磷酸盐产品的生产,特别是电子级、医药级磷酸盐产品,从而以必要的工业化基础支撑快速的城镇化建设,同时稳步发展第三产业。从长远来看,磷矿资源迟早是要枯竭的,而且鉴于城关群落城镇化的趋势,大规模的工业化也会带来污染等相关问题,因此在发展高附加值精细磷酸盐产品生产的同时,也应主动培育当地第三产业,如文化、体育和娱乐业,住宿和餐饮业,金融业,房地产业,科学研究、技术服务公共设施管理业,居民服务和其他服务业,教育、卫生、社会保障和社会福利业等的发展,

以便为未来基地由磷、煤向其他非资源型产业转型做好准备。城关工业群落也将担负为整个基地的建设提供必要的人才和技术输入的任务，因此尤其应得到重视。

第四节 基地产业的总体设计

产业建设是基地规划的重点。基地将分两个阶段、有计划地推进整体建设目标的实现，并朝着可持续、绿色化的方向发展。基地将实施“磷—煤—电—碱”多业并举的方针，通过自主发展或者招商引资等措施，实现磷化工、煤化工、能源生产和氯碱工业的协调发展，构成四大核心产业。近期以磷化工为核心，以产业规模化为增长模式，到 2008 年实现工业总产值 80 亿元/年。中远期内，产业重心将逐步过渡到以煤为源头的多联产系统，除了重视规模效益外，更注重提高产品的技术含量，以高附加值产品的生产来推进经济增长。降低经济发展对资源的依赖程度，尤其是对磷矿资源的过度依赖。以 2008 年为转折点，使由资源、能源密集型产业向技术、价值密集型产业方向转变。力争到 2014 年实现工业总产值 170 亿元/年。各个产业通过物质流、能量流、信息流和资金流紧密关联起来，成为一个有机整体。

基地包括以下四个核心产业体系以及副产品体系的建设。

(1) 磷化工体系。以优质磷矿为基础，包括热法磷酸、湿法磷酸两大工艺路线。对于热法磷酸工艺路线，将在原有黄磷生产基础上，重点发展精细磷酸盐和有机磷产品，其中精细磷酸盐将自工业级、饲料级向食品级、医药级和电子级方向发展和深化；而对湿法磷酸工艺路线，则以 120 万吨磷铵为先期目标，以复合肥、高效化肥、特种化肥为后续发展目标。

(2) 煤化工体系。黔西无烟煤是优质的化工原料，以煤炭气化为起点，可以发展多联产系统，合成众多化工产品，从而使煤化工成为开阳县新的经济增长点。近期，以 60 万吨/年合成氨项目为重点，为磷铵生产相配套；中远期，扩大造气规模，以甲醇（或二甲醚）、醋酸为主要产品，一方面可以作为清洁燃料直接销售；另一方面可以进一步合成乙烯、丙烯等产品，为有机化工和氯碱工业的发展奠定基础。此外，还可以考虑利用合成气作为城市煤气供应城镇居民生活。

(3) 氯碱工业体系。采用先进的离子膜电解制碱技术，近期以烧碱和氯气为主要产品，中远期则以 PVC 和有机氯为发展重点。

第五节 多资源共生耦合分析

一、工业共生模式

在生物学上，共生是指不同物种以不同的相互获益关系生活在一起。根据共生物种的利益关系，共生关系可分为寄生、偏利共生和互利共生。其中，寄生是对一些物种有利对另一些物种不利的情况；偏利共生（也叫共栖）是指对一些物种有利，对另一些物种无关紧要的情况；互利共生则表现为对所有的物种均有利的情况。工业共生是指不同企业之间的合作，通过这种合作，共同提高企业的生存及获利能力。同时，通过这种共生实现对资源的节约和对环境的保护。对工业共生而言，共生双方一般是正相互作用。

与自然生态系统一样，对于工业共生系统，首先分析该系统是如何构成的。通常，共生系统被看作是系统内所有共生单元及共生关系的集合。对于工业共生系统，共生单元应当主要是构成该系统的各个企业。共生关系是指参与工业共生各个企业之间的合作关系。

要建立共生关系，在共生单元之间必须存在质参量的兼容。质参量是指决定共生单元的内在性质及其变化的因素，质参量的兼容就是指不同共生单元上的质参量具有某种对应关系。对于工业共生系统，单元的原料、产品及副产品排放都是共生单元重要的质参量。共生单元质参量的兼容主要表现为某一企业提供的物质、能量或信息为另一企业所需要。特别需要指出的是，某一企业的副产品排放恰好是另一单元所需要的某种原料，这种质参量的兼容最有利于共生关系的建立。

当共生关系形成时，就会有共生效益生成。共生效益是一个抽象的概念，总的来讲，是指与没有共生相比，共生后整个系统增加的利益。不同的领域共生效益具有不同的表现。对自然生态系统，共生效益主要表现为共生带来的动物或植物生存能力的提高；在人类社会，表现在该群体生存能力及生存状态的提高；在经济领域，表现为企业之间的共生带来的经济总产值和效益的提高。对工业共生系统，经济总产值是共生效益的一个方面，同时，资源消耗以及废物排放等环境方面的效益，也是工业共生系统共生效益的一个重要方面。

通过共生效益分析，可判断共生关系的类型或共生关系对共生单元的

影响。（表 9-1）

表 9-1 共生关系类型表

共生关系对不同共生单元的分配系数	共生关系的类型	一般特征
0，0	无作用	彼此无影响
-，-	竞争	双方有害
-，0	偏害作用	一方有害，一方无影响
+, -	寄生	一方有利，一方有害
+, 0	偏利共生	一方有利，一方无影响
+, +	互利共生	双方有利

二、基地多资源共生耦合效益分析

为了分析各个产业链之间的共生关系，现将各个产业链整体看作不同的共生单元，如图 9-5 表示。三条产业链相互耦合分别形成磷、煤共生耦合链，磷、氯碱共生耦合链和煤、氯碱共生耦合链。在上述三条共生耦合链中共有 8 个共生关系。

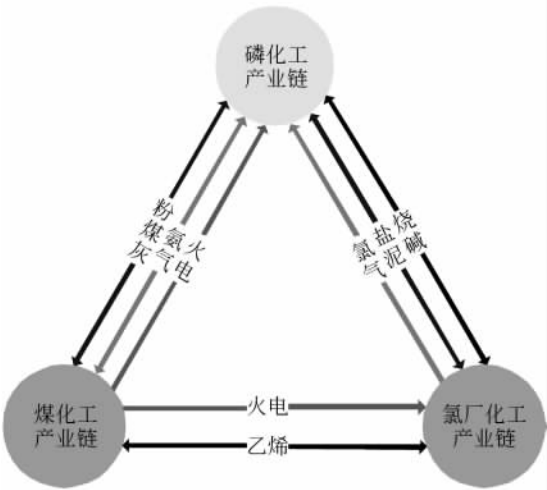


图 9-5 开阳磷煤化工示范基地产业链之间共生关系图

(1) 磷、煤共生耦合链

磷化工产业链中的磷铵厂以煤化工产业链中生产出的合成氨作为生产原料，质参量的兼容表现为对氨的需求；煤化工产业链中的火电站为磷化

工产业链中各生产单元提供电力供应，质参量的兼容是电力的使用；煤化工产业链中的合成氨厂、甲醇厂、火电站产生的粉煤灰用于磷矿山回填，质参量的兼容表现为粉煤灰的使用。

(2) 煤、氯碱共生耦合链

氯碱化工产业链中的 PVC 厂以煤化工产业链中的乙烯产品作为其生产原料，质参量的兼容表现为对乙烯的需求；煤化工产业链中的火电站为氯碱化工产业链各生产单元提供电力供应，质参量的兼容是电力的使用。

(3) 磷、氯碱共生耦合链

磷化工产业链中的有机磷生产过程以氯碱化工产业链中的氯气产品作为其生产原料之一，质参量的兼容表现为对氯气的需求；氯碱化工产业链中的氯碱厂产生的盐泥被磷化工产业链中的建材产品加工过程利用，质参量的兼容表现为盐泥的使用；氯碱化工产业链中的氯碱厂生产的烧碱产品作为磷化工产业链中的磷酸盐加工过程的生产原料，质参量的兼容表现为对烧碱的需求。

共生关系所产生的共生效益由表 9-2 表示。由共生关系对双方的损益可以判断出共生关系的类型。开阳磷煤化工示范基地多产业链之间各共生关系每年的共生经济效益之和约 55 亿元，占基地总产值的 31% (图 9-6)。更为重要的是，三大产业间的共生耦合还将使基地在环境方面的经济效益因为共生关系的存在发生质的变化 (每年从共生前的 0 变为 4 630 万元，见图 9-7)。

这些数据、图表充分说明，引入煤化工和氯碱化工的相关产业产生了可观的共生耦合效益，使基地的经济总产值得到了增加，更为重要的是，基地环境方面的效益也在此过程中得到了质的提高，从而较好地实现了经济、环境和社会的协调发展，走出了一条生态化、绿色化的新型产业发展道路。

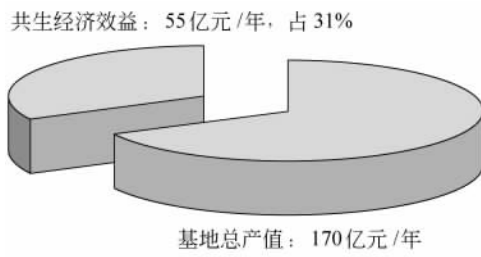


图 9-6 共生经济效益占基地总产值 31%

表 9-2 产业链之间共生关系及共生效益分析表

耦合链	共生关系	共生单元	共生效益说明			共生类型	
磷、煤共生耦合链	1	磷铵厂	磷铵产值 22 亿元/年		近期	+	互利共生
		合成氨厂				+	
	2	磷化工产业链各厂	磷化工产业链各厂节约用电成本	0.7 亿元/年	近期	+	互利共利
				1.4 亿元/年	中远期		
	3	火电站	电站吸引磷化工产业链各厂投资		近期	+	互利共生
		合成氨、甲醇厂，磷矿山回填				+	
煤、氯碱共生耦合链	4	PVC 厂	PVC 产值 26 亿元/年		中远期	+	互利共生
		乙烯生产过程				+	
	5	氯碱化工产业链中各厂	氯碱化工产业链各厂节约用电成本	0.4 亿元/年	近期	+	互利共利
				0.8 亿元/年	中远期		
磷、氯碱共生耦合链	6	有机磷生产过程	有机磷产品产值	0.5 亿元/年	近期	+	互利共生
		氯碱厂		5 亿元/年	中远期	+	
	7	氯碱厂	利用盐泥生产的建材产品产值 0.01 亿元/年；减少环境价值损失 0.013 亿元/年		近期	+	互利共生
		建材产品生产过程				+	
	8	氯碱厂	减少运输烧碱的费用		近期	+	互利共生
		精细磷酸盐生产过程				+	

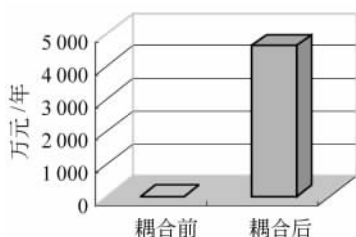


图 9-7 基地环境方面的经济效益在耦合前后变化

第六节 生态社会体系建设

一、基地生态社会体系建设的意义和内容

基地在重点进行磷、煤化工产业建设的同时，必须综合、系统地解决基地内社会、生态环境、基础设施等多方面的问题，实现协调发展。

基地生态社会体系的建设，不仅促进开阳磷、煤化工产业升级、改造，实现资源高效持续利用、经济稳步发展，而且将极大地带动城镇建设，推动开阳循环经济的深入进行。同时，生态社会体系建设项目的实施对调整当地产业结构、增加收入、加快小城镇建设，解决当地“三农问题”具有积极的促进作用。更重要的是能有效地改善三峡库区流域范围内的生态环境，对保护三峡库区水环境具有十分积极的意义。

基地的生态社会体系建设包括：对于磷矿开采所造成的生态环境破坏、地质灾害进行防洪减灾体系建设。利用采矿废渣、磷石膏固体废物回填，恢复植被，避免石漠化和地质灾害。对生态环境严重破坏地区居民进行合理移民安置，劳动力进行技术培训，实现农民脱贫和城镇化发展。加强生态环境保护与建设，大力建设热电、水电、道路交通、废水处理等基础设施。

二、基地生态社会建设具体内容

1. 防洪减灾体系建设

开阳磷矿位于金中镇洋水河上游（称为上洋水河），20 世纪 60 年代以来，随着人口增加，人类活动的加剧，加之磷矿开采引发的采空区塌

陷、崩塌、废渣堆积等因素,该地区生态环境受到破坏。据调查,上洋水河流域有崩塌体 28 处,崩塌总方量 161 万立方米;堆积的各种废渣 21 处,总方量为 234 万立方米;严重水土流失面积 160 万平方米,石漠化面积 3 000 亩,84% 的耕地坡度在 25° 以上,3 万亩需要退耕还林。自 20 世纪 70 年代以后,洋水河河床逐年被抬高,随着河道被淤塞,洪涝、泥石流灾害大有越演越烈之势。近年来,几乎每到雨季都要发生不同程度的洪涝灾害,灾害发生的频率加快,灾害的威胁越来越大。虽然当地政府和开磷集团也投入人力、物力进行了一些治理,修建拦渣坝、挡墙,对河道进行清淤等,但由于财力有限,治理力度不够,至今仍存在一定隐患,威胁着当地数万人的生存,并对长江三峡库区流域的生态环境和水环境将产生不利影响。

针对开磷矿区地质灾害(滑坡、崩塌、泥石流),洪涝灾害和水土流失,结合上洋水河生态破坏、水土流失和石漠化实际状况,开展与实施洋水河防洪减灾体系建设和水土保持工程。工程包括生态恢复、移民搬迁避让、水土保持、泥石流治理等项目。项目的实施对调整当地农村产业结构、增加农民收入、加快农村小城镇建设,解决当地“三农问题”具有积极的促进作用。同时,能有效地改善三峡库区流域范围内的生态环境,对保护三峡库区水环境具有十分积极的意义。

工程中要以防为主、防治结合,做到工程措施与生物防治相结合;搬迁、避让与小城镇建设相结合;治山与治水相结合;退耕还林、封山育林与水土保持相结合的方法开展矿山生态修复与地质灾害治理工程。

(1) 防洪减灾体系建设

磷煤化工示范基地建设不仅包括矿山和磷煤化工基地建设,也包括小城镇建设和生态移民。按照《防洪法》规定和防洪工作要求,应编制专门的基地防洪规划,由有相应级别的水行政主管部门审查同意。具体的防洪减灾措施有:河道疏浚加高河堤;筑拦渣坝;建设排水工程;修建废渣堆场;修建生活垃圾卫生填埋场。

(2) 搬迁、避让措施

对现居住在主河道内、崩塌、滑坡、塌陷直接影响区范围的居民,为避免地质灾害的直接危害和人类活动加剧地质灾害的发生,建议采取避让措施,搬迁到安全地区。对位于磷矿开采区范围内的居民,为防治磷矿开采产生塌陷、地裂缝、山体崩塌造成人员伤亡,财产损失,建议实行搬迁。对居住在上洋水河主河道内的居民实行搬迁。避让、搬迁居民的搬迁地应与开阳县小城镇建设规划相结合。

(3) 水土保持措施

基地建设内容涉及大量开挖、采矿、剥离地表、弃土弃渣等工程,对开阳水土保持生态环境将可能造成重大影响。按照《水土保持法》规定,应编制《水土保持方案报告书》。水土保持方案报告书可按照工程实施分期编制。水土保持措施有:①退耕还林。力争到 2010 年金中镇 25°以上坡耕地全部退耕还林。对搬迁、避让户原住地屋基,进行生态恢复。②对废渣库实施复垦,生态恢复。对开阳磷矿及其他有正规防护设施的废渣库,在运行期满后,必须实行闭库管理,复垦、恢复植被。③发展种植经济林木。对退耕还林的坡耕地,因地制宜选择适合树木,发展经济林、果树和药用植物种植,增加农民收入。④采用藤蔓植物恢复裸岩植被。对不宜植树造林的陡坡、陡崖,可种植藤蔓植物,以恢复石漠化裸岩植被。

(4) 磷石膏矿井回填

由于开磷矿体开采条件复杂,且未对采空区进行有效的处理,致使矿区局部地段采空区顶板冒落,导致上覆岩层沉降、破坏,直至引起地表山体坍塌和滑坡,给矿山安全生产和地表工业设施、公路等带来了极大的威胁。

根据磷矿的开采技术条件,充填采矿法是首选的采矿方法,充填工艺是该法的关键技术之一。结合开阳磷矿实际,利用息烽重钙厂以及基地磷铵厂的废渣——磷石膏以及紫红色页岩和白云岩作为主要充填材料,利用基地火电厂粉煤灰作为部分水泥替代品,通过试验确定技术可行、经济合理的充填材料配比和充填工艺。在充填工艺中,磷石膏作为主要的充填骨料;紫红色页岩,还有少部分白云岩作为充填骨料。胶凝材料选用普通 425 号硅酸盐水泥。加入一定量的活化剂来提高粉煤灰的活性。根据开磷集团地下开采的现状,初步测算,磷石膏回填量为 200 万~250 万吨/年左右。

2. 生态移民

生态移民,即环境移民,指原居住在自然保护区、生态环境严重破坏地区、生态脆弱区以及自然环境条件恶劣、基本不具备人类生存条件的地区的人口,搬离原来的居住地,有目的、有规划、有组织、有秩序地在另外的地方定居并重建家园的人口迁移。

生态移民,一是可以减轻人类对原本脆弱的生态环境的继续破坏,使生态系统得以恢复和重建;二是可以通过异地开发,逐步改善贫困人口的生存状态;三是减小自然保护区的人口压力,使自然景观、自然生态和生物多样性得到有效保护。

在生态移民过程中,要注意以下问题。

(1) 生态移民意愿问题

在生态移民的组织与安置中,必须重视移民的意愿、心理承受能力以及耕作方式、风俗习惯等方面的问题。有关问题的决策,也应当组织移民广泛参与,并充分尊重移民的意见。

(2) 资金支持问题

移民搬迁、迁入区的基础设施建设、土地资源开发等,都需要大量的前期投入。生态移民的资金投入属于补偿投资性质,往往具有相当大的缺口。投入问题必然影响生态移民的效果,如果投入严重不足,导致移民前后生产、生活条件形成较大反差,则可能出现移民的次生贫困,甚至出现返迁。由于生态移民效益主要体现为宏观性和社会性,故生态移民投资应以地方财政投入为主。

(3) 利益保障问题

生态移民的社会整合问题,最核心的是移民的利益整合问题。利益关系既包括个人或部门与整体的利益关系,也包括个人或部门与个人或部门之间的利益关系。移民的利益整合就是国家和移民、移民地区和与其相关的非移民地区,以及移民地区内部不同的部门及个人之间的利益协调与重构。移民利益关系如果处理不当,将会导致长期的矛盾与纠纷。在生态移民过程中,应当充分考虑移民的利益保障。

(4) 土地供给问题

从长远来看,生态移民的安置应当立足于非农化、城镇化安置。在移民初期阶段,要确保“迁得走、留得住、能致富、不返迁”,维护社会稳定,仍应以农业安置为主。土地是农业生产中最重要的资源,尤其是在人均土地资源占有量少、经济相对落后的地区,土地是移民生存与发展最为稀缺的资源。在生态移民以土地为生产对象的异地安置中,土地调整的利益整合是非常敏感、非常尖锐的矛盾,是生态移民社会整合的关键性因素。土地调整首先涉及移民与安置区居民如何共享土地,以及安置区居民如何与移民共享基础设施的问题,此外,还体现在宅基地等方面。因此,对这些问题要给予高度重视,并妥善解决。

(5) 社区整合问题

移民迁入安置区以后,在新社区中面临着适应和被认同的过程,社区内部有一个整合或重构的过程。

在移民的形式上,应采取农民易于接受、灵活多样的移民方式。具体方式有:实施镇区移民,利用城镇在基础设施、生产生活条件和市场方面的优越条件吸引移民进行开发,坚持集中移民和分散移民相结合。撤并村

社移民,将没有开发条件的村社撤销,就近并入有开发条件、基础较好的村社,在并入地集中投资开发,将撤销村社的农户逐步迁入。自愿组合移民,鼓励农户自愿报名、自由组合,实行联户分片异地开发移民,提倡第一、第二、第三产业相结合的移民开发模式。在为移民创造种养业生产条件的同时,利用靠近镇区的有利条件,将移民区建成商业一条街,同时,组织移民进厂矿企业、建筑工地务工,使移民不仅能稳得住,而且能富得快。利用较大的开发项目安置移民。政府在实施生态移民战略的过程中,在运用行政手段移民的同时,也重视运用市场手段,即注意调动企业参与这一战略的实施。

开磷矿区移民搬迁不仅可切实解决开磷矿区地质灾害给群众造成的居住、生活和生产方面的问题,保障群众生命财产安全和安居乐业,而且可以实现开磷矿区矿产资源的合理开发利用,加快城镇化、工业化进程。在这过程中,要坚持量入为出,搬得出、稳得住、能发展;政府引导,村民自愿;异地分散搬迁安置,政府统筹规划,集中建房安置的搬迁安置原则。搬迁经费重要来源有:从开磷集团有限责任公司年产磷矿石中每吨按2~3元提取,提取标准随搬迁户增加相应调增;争取减免矿产资源补偿费,争取水土流失、生态环境建设及地质灾害治理专项资金;争取贫困户异地扶贫搬迁项目;财政资金及政府贷款;社会捐助及其他。争取在2006年前,金中镇移民15000人,投资6.75亿元;在2007—2015年移民15600人,投资7.02亿元。

通过生态移民并结合小城镇建设,开阳的城镇化率可由目前的14.4%,到2008年达到35%,2014年达到55%。

3. 环境保护与建设

开阳磷煤化工示范基地的国土面积属于喀斯特地貌,具有地表渗漏性强、保水能力差、土层瘠薄、生物量低、承载能力弱等特点,生态系统相当脆弱。由于开阳处于半封闭的山间盆地,大气稀释扩散能力差,环境容量小,所以对大气污染极为敏感,易于在近地面处形成局部严重污染。磷矿开采中的矿坑排水,工业生产部分废水以及县城居民生活污水导致了局部水污染。

开阳磷煤化工示范基地的污染以工业固体废弃物和大气污染为主。主要是黄磷炉渣、磷肥生产的磷石膏、煤化工的电石渣和粉煤灰,氯碱生产过程中的盐泥等,每年产生的磷渣、磷石膏、粉煤灰等固体废弃物达几百万吨,而进行资源化利用只有几万吨,大量的工业固体废弃物直接影响到基地的生态环境,对地下水资源有潜在威胁;大气污染主要有黄磷尾气、

磷酸尾气、含氟尾气,各种挥发物以及燃烧产生的二氧化硫、二氧化碳等。

磷煤化工示范基地在关注经济发展的同时,更应注意保护环境,通过切实可行的项目实现废弃物的资源化使用,避免污染,创造效益。基地建设是一项复杂的系统工程,是一个分阶段、有步骤的实施过程。在不同的发展阶段,需要采用宏观协调、市场运作的方式对生产中产生的“三废”加以调度和平衡,避免新的污染的产生。

磷化工、煤化工、氯碱工业和能源产业是基地发展的四大核心产业,磷化工产业产生废弃物量最大,对其副产物(磷渣、磷石膏、黄磷尾气、磷泥、磷铁等)资源化利用关系到整个基地的环保效益;在煤化工产业链中,煤气化是合成甲醇和合成氨的原料提供者,也是产生废弃物最多的部分,特别要关注其产生的粉煤灰、气化炉渣及废水的资源化处理。本规划已对基地主要废弃物资源化利用进行了细致的考虑,但是,相关企业必须重视对最终不可利用废弃物的处理和达标排放。在基地产业建设时,对各产业链在工艺路线和产品设计上考虑采用清洁生产工艺,采用高效、节能、环保的设备。基地要从整体强化生态环境管理体系。

在基地产业链发展过程中,环境污染产生于开发利用的各个环节之中。目前的固体废弃物污染、水体污染、大气污染、土壤污染等,不仅与资源的不合理利用相关联,还与环保措施采取不力有关。只有依靠严格的环境立法加上高强度的行政管理手段,才能使环境不断优化,并实现生态环境的可持续发展。

在企业层次上,基地企业实施清洁生产,对生产现状、污染源和环境状况进行分析、评估,制定削减污染和防治污染的措施。在此基础上建立各个工序和整个流程的物料平衡和能量平衡,计算单位产品的物耗、能耗、水耗,以及废料排放、污染物排放的数据。以此与国内外同类产品 and 同类工艺进行比较,摸清企业所处的水平,为科学地实施清洁生产奠定基础。

基地内企业还应积极寻求实施清洁生产的机会,所有企业在基地建设过程中全部通过清洁生产审核。

(1) 加强宣传教育,提高公众生态环境意识

要从根本上保护和建设生态环境,防止环境恶化,就必须加强对全体公民特别是领导干部进行生态环境法律、道德、审美、责任等方面的宣传教育,提高其“守法、忧患、参与”等意识,为生态环境保护与建设打下良好的思想认识基础。利用示范基地自办的报纸、广播等各种宣传工具,宣传国家的环境保护方针、政策、法令和环境保护知识,形成“保护环境,人人有责”的良好社会风尚。提高企业各级管理者、广大职工和居民的环保

参与意识，强化生态伦理意识，建立生态环境信息公告制度，公开环境信息，形成良好的社会和舆论监督机制。主要包括：公开环境保护法律、法规、规章和规范性文件；环境空气质量日报和预报。同时，设立举报和投诉专栏，鼓励公众参与等。

(2) 依法保护和建设生态环境

加大生态环境保护与建设法律法规的执法力度，真正做到有法必依、执法必严、违法必究。基地实行区域开发环境影响评价和区域 ISO14000 环境管理体系，引导、激励基地内各企业实施清洁生产审计和争取 ISO14000 论证，提高自身的环境管理水平，自觉地进行污染治理，减少污染物排放。严格环境执法。坚持和完善环境污染有奖举报制度，开办环境保护热线电话，反映的环境问题，加强环境执法，认真解决污染事件，维护基地环境权益，切实做到依法执法、严格执法、规范执法、文明执法。

(3) 努力增加资金投入

生态环境保护与建设需要大量稳定的资金投入，形成多元投入机制，广泛吸引社会资金用于生态环境保护建设。依托开阳资源和产业优势，抓住中央实施西部大开发战略的机遇，积极申请政府、公共部门和有关基金会对多资源共生耦合示范基地建设和环境管理的资金帮助或援助；制定优惠政策，加大对外开放与合作力度，积极进行招商引资，争取外部资金介入，将部分环保项目推向市场，吸纳投资商参与建设；对于符合国家环保产业政策和发展规划的建设项目，可通过国家贷款方式解决等等；实现环保投资主体多元化，拓宽资金筹集渠道，加大资金筹集力度。

(4) 大力发展科技教育事业

科技对环境的保护与建设、资源的可持续利用具有重要的作用。建立环境保护建设的科技支撑体系，不断深入研究生态规律，搞好资源状况摸底调查及生态功能区划和生态保护规划。引进国内外先进技术并吸收、消化、创新、利用，为环境保护和建设服务。

生态环境保护与建设需要大量的高素质人才做保证，教育是培养人才、提高人口素质的重要途径。因此，通过加强与全国科研单位、大专院校的横向联系和合作，大力开展国际环境科技和生态工业领域的交流，借助于基地外部的优良环境，采取“走出去”与“请进来”的办法，为企业和示范基地培养高素质的环保人才。

(5) 严格执行环保影响评价制度，加强环境监测力度

制定并严格执行环保影响评价制度，淘汰落后的生产工艺和设备，所有企业的污染物必须控制在排放标准和总量指标之内，示范基地所有新建

项目必须实行环境污染治理设施与主体工程“三同时”(同时设计、同时施工、同时投入运行)的规定;在项目执行过程中,加强环境监测能力建设。

4. 基础设施建设

由于种种原因,开阳磷煤的(国家)生态工业示范基地的基础设施建设相对落后。因此,应加大基础设施投入,尤其是物流运输、电力、水处理等的投入,为基地的发展创造良好的基础保障条件。

(1) 物流运输系统建设

目前,开阳县工业产品及原料运输量约在 500 万吨/年以上,随着基地建设规模和经济总量的不断增长,预计到 2010 年,工业物流运输量可望达到每年 1 500 万吨的庞大规模。提升物流效率,降低物流成本,不仅对提高企业经济效益具有非常重要的作用,同时是实现原材料合理分配,再生资源循环使用,不同产业相互耦合,多产品体系共生的必要保障。开阳县将建设集中仓储、运输系统,发展专业物流企业。同时,开阳将大力加强交通体系的建设。

公路运输。贵开路已开工建设,规划中的建设项目还包括在 2005 年改造久铜路为二级公路,开(阳)遵(义)公路改造(含楠木渡大桥建设)等项目。随着这些公路项目的建设完毕,开阳的物流环境将大为改善,必将降低企业的物流成本,提高企业经济效益。规划将于 2010 年前建成的刘育—永亨(永温)—建筑—温泉—金中—白泥—双流—刘育环线公路建设,将使以金中、双流、永温为核心形成的“三点一线”工业走廊发挥产业集聚效应,凸显资源区位配置和市场驱动的有机结合的优势。2006 年至 2010 年,将开阳境内的省道提升为二级公路;县乡公路提升为三级公路。

铁路运输。充分发挥现有川黔铁路中心支线 400 万吨铁路运输能力,调整运力分配,利用好川黔铁路中心支线,逐步减少磷矿的运输量,增大磷铵产品和煤的货运量。

水路运输。刚刚动工建设的“西电东送”标志性工程构皮滩水电站,装机容量达 300 万千瓦,超过长江上的葛洲坝电站。其近百平方公里的淹没区多半在开阳境内的 9 个乡镇。淹没区将建成翁昭、龙水两个深水码头,由此打通贵阳进长江的大通道。

管道运输。一是建设金中到小寨坝的管道输送项目,既可实现矿浆原料的输送,又可回收磷石膏用于矿井的回填;二是建设永温至金中工业园的合成氨输送管道,使合成氨通过管道输送,就可直达磷铵厂内,既安全,又降低了磷铵的生产成本。

(2) 电力系统

为了满足工业生产和居民用电的不断增长,开阳县除了从国家大电网取电之外,将水电和火电并举,努力发挥自身拥有的丰富资源优势。除了已经开工建设的大花水电站(装机容量 18 万千瓦),还将建设格里桥电站(12 万千瓦)和脚渡河电站(4 万千瓦)。此外,化工企业还将利用废热发电,最大限度地利用能源。火电及余热发电:规划建设 25 万千瓦,拟投资 10 亿元左右。

(3) 水污染治理措施

由于金中镇和开阳磷矿都没有城镇生活污水处理厂,洋水河两岸居民的生活污水都排放到河中,矿坑排水也未经任何处理就直接外排,导致洋水河污染。因此,基地对所有排水矿并要求废水必须实现达标排放,达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级标准,并提高废水回用率。可以根据矿井排水水质分别采用混凝沉淀或加石灰中和等方法进行治理。对生产废水治理措施主要采取重复使用和清污分流的原则。随着生产需要逐渐增加废水的重复使用量,使废水资源化;加强生产现场管理,从源头减少废水产生量,并通过建设基地污水处理设施对生活污水进行治理。

第七节 基地效益分析

开阳磷煤化工示范基地建设是贵阳市循环经济型生态城市建设的重要组成部分,是拉动开阳县经济迅速增长、实现全面建设小康社会的重要举措,并对我国矿藏典型资源城市、资源型产业的生态化转型和可持续发展起到积极的示范作用。磷化工、煤化工、能源产业和氯碱工业的协调发展、产业和产品的耦合共生、废弃物的资源化利用、矿山的合理开发、生态环境的积极恢复、城镇建设的逐步完善,将使基地建设产生良好经济效益、环境效益和社会效益。

一、经济效益分析

以磷化工、煤化工、氯碱工业和能源产业为主体,副产品资源化利用为辅的产业建设,将使基地的工业经济迅猛发展。近期和中远期的产业发展投资和效益分析如表 9-3 所示。从表 9-3 中可以看出,基地建设将带来可观的经济效益,“多业并举、协调发展、共生耦合”则成为基地工业发展的鲜明特征。

表 9-3 基地建设效益分析 单位：亿元

		磷化工			煤化工	氯碱工业	能源产业	副产品体系	总计
		湿法路线	热法路线	合计					
近期	投资	11	4	15	15	5	5	3.9	43.9
	年产值	22	28.3	50.3	11	6	2	10.66	80.0
	年利税	2.88	3.85	6.73	1.2	1.2	0.48	3.31	12.9
中远期	投资	6.8	8.1	14.9	33	17	5	3.2	73.1
	年产值	33.25	44.05	77.3	38	35	4	15.86	170
	年利税	6.13	7.1	13.23	8.2	7.9	0.96	4.91	35.2

在产业建设过程中，基地将贯彻“先做大、再做强”的发展方针。近期以提升传统产业，扩大产业规模，形成聚集效益为主；中远期则以提高产业技术含量和产品附加值为目标，突出“效益优先”的原则。

基地在产业方面的总投资为 117 亿元，近期完成投资 43.9 亿元，中远期完成投资 73.1 亿元。各产业在两个阶段的投资总额和比例如图 9-8 和图 9-9 所示。近期（2004—2008 年），基地以磷化工为发展重点，以 60 万吨合成氨项目和 120 万吨/年磷铵及其配套工程为建设核心，同时大力发展精细磷酸盐、离子膜电解制碱等项目，推动能源、煤化工和氯碱产业在开阳的蓬勃兴起。大力开展副产物资源化利用，以磷渣、黄磷尾气、磷石膏的大规模开发为突破口。

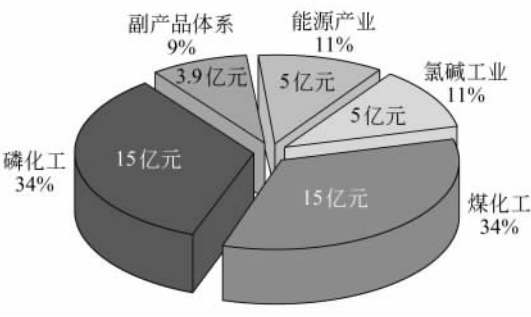


图 9-8 近期各产业投资规模和比重*

* 计算各产业比重时，由于四舍五入的原因，总体有 1% 的出入——编者

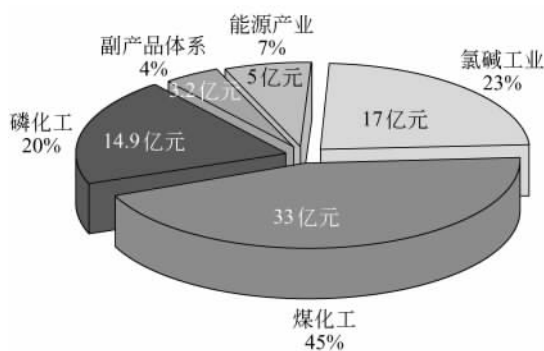


图 9-9 中远期产业投资规模和比重*

* 计算各产业比重时，由于四舍五入的原因，总体有 1% 的出入——编者

中远期 (2009—2014 年)，基地以煤化工和氯碱工业为发展重点，以煤化工多联供系统——80 万吨甲醇项目和 30 万吨/年 PVC 及其配套工程为建设核心，重点投资。继续发挥基地在磷化工产业中所具有的资源 and 产业优势，以高效磷肥、功能肥料、有机磷化工产品、食品级、医药级和电子级磷酸盐为主导产品。同时，深入开展副产物的资源化利用与加工，尤其是有以有机氟化工产品、一碳化工产品等为重点。通过上述举措和项目建设，一个较为完善的生态工业链网将基本形成，基地产业也将实现由资源密集型向技术密集型的转变，以科技促发展。

这些投资和项目建设将使基地工业保持高速增长，并带来良好的经济效益。据初步计算，近期工业总产值年平均增长率为 27.2%。到 2008 年，工业总产值将达到 80 亿元，其中磷化工 50.3 亿元，占 62.9%；煤化工 11 亿元，占 13.8%；氯碱工业 6 亿元，占 7.5%；能源产业 2 亿元，占 2.5%；副产品体系 10.66 亿元，占 13.3%。创造利税总额 12.9 亿元。

中远期，基地工业发展年平均增长 13.4%。到 2014 年，实现工业总产值 170 亿元。而且由于对煤化工和氯碱工业的大规模投资以及其他产业的发展，将使基地逐步摆脱对磷资源的过度依赖。磷化工在工业总产值和利税总额的比重分别由近期的 62.9%、52.1% 降低为 45.5% 和 37.6%，煤化工、氯碱工业的产值比重则分别由 13.8% 和 7.5% 上升至 22.4% 和 20.6%；利税比重分别由 9.3% 增至 23.3% 和 22.4%。科技对产业发展的促进作用也将逐步显现，利税与产值比将由近期的 16.1% 增加到 20.7%

(见图 9-10)。

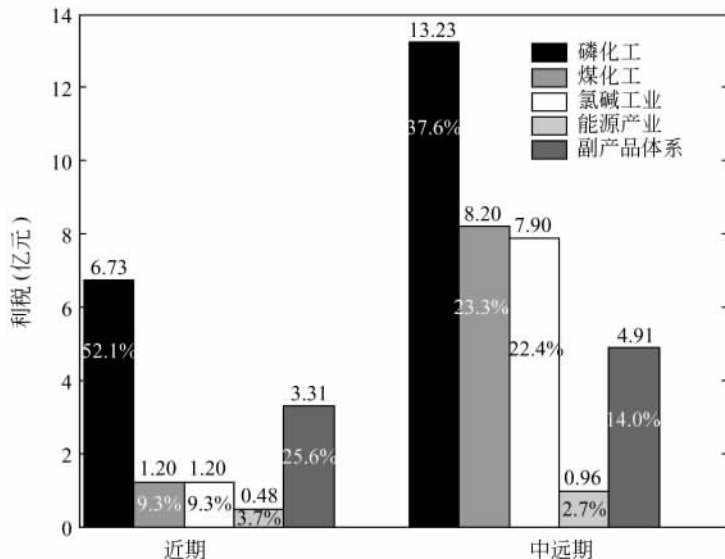


图 9-10 基地产业效益图

基地通过磷、煤、能源、氯碱四大产业的发展，以及产业链的延伸，产品附加值的提高，资源利用效率的改善，产品规模的扩大，大大提升基地总体经济效益。通过各种副产物和废弃物资源化利用，辐射带动其他产业（如建材业、运输业等）的发展，减少基地企业的废物处理费用，降低生产经营成本，改善工业生产对生态环境的影响。借助贵阳市磷化工生态工业园区的物流中心和信息交换平台，基地将加强与周边地区的交流合作，融入省域和国内经济大循环，参与省内、国内和国际市场的竞争，加快资源优势向经济优势的转变。

为了配合基地工业发展和开阳县城镇建设，基地将尽快完成基地的能源建设、基础设施建设和生态修复工程。在能源建设中基地将投资 26.5 亿元建设格里桥电站、鱼梁河电站、脚渡河电站和大花水电站，总装机容量 40.2 万千瓦。这些项目的顺利实施，将为基地的工业发展提供强有力的能源保证。近期，基地将投资 2.9 亿元尽快完成各个群落的基础设施建设，包括道路、给排水等设施，为产业建设和工业生态提供充足的便利。而投资 14.35 亿元的矿区生态环境修复和移民搬迁工程，将为基地内部创造出一个优美的自然生态环境，带动开阳县城镇建设和居民生活水平的提高，

实现经济、环境和社会效益的统一、和谐地发展。

二、环境效益分析

基地将把生态环境建设放在突出地位。除了加强地质灾害治理力度，加大对洋水河流域治理、修筑拦沙坝，防止洪灾、泥石流、山体塌陷等灾害的发生，还要对矿区乃至整个基地进行必要的生态建设和环境美化，注重人与自然协调统一，创造一个环境美好的生态基地。

基地将通过新产品、新技术、新工艺的开发和应用，淘汰污染严重的工艺，生产环境友好的产品，有效改善工业的环境影响。磷化工生产中，发展湿法磷酸净化技术，以部分取代热法磷酸，可以大幅度减少能源和资源消耗。煤化工中，“煤—电—化”多联供项目将实现煤的清洁利用。采用乙烯路线替代电石工艺生产 PVC，可减少电石渣和尾气对环境的破坏，这些都会极大改善基地和开阳县的环境状况。

基地通过废弃物资源化利用和生态工业链网构建，减少生产过程中的原料消耗和废物排放，相互充分利用产生的副产物和废弃物，极大地减轻了对自然生态的影响，为经济快速发展提供了可能。如黄磷生产每年产生大量的磷渣，原是企业的沉重包袱，通过采用磷渣生产微晶玻璃、硅钙肥、磷渣水泥等产品，有效地利用黄磷生产废弃物，使黄磷企业摆脱困境，也为企业发展提供了更多的产品选择。通过产品链、生态链的构建，充分利用产生的副产物和废弃物，基地每年可减少排放磷渣 100 万吨、磷石膏 300 多万吨、粉煤灰约 30 万~50 万吨。

经过采取以上措施，到 2008 年，所有企业“三废”达标排放，万元产值固废量降低到 1.5 吨以下，万元产值能耗降低到 2.5 吨标煤，万元产值水耗比目前全国平均水平降低 30%，废水循环利用率达到 80%，单位磷矿资源产值（万元/吨磷矿）由现在的 0.05 增加到 0.15。到 2014 年，指标将进一步提升，万元产值固废量降低到 0.5 吨以下，万元产值能耗降低到 1.8 吨标煤，万元产值水耗再降低 40%，废水循环利用率达到 95%，单位磷矿资源产值（万元/吨磷矿）增加到 0.25。

三、社会效益分析

基地建设的社会效益将非常显著，除了可以推动开阳县经济迅速增长，还将促进开阳县交通状况、城镇建设的改善，可以为开阳县提供 2 万个劳动就业机会，部分解决农村劳动力富裕的问题，带动开阳县第一、第三产

业发展,促使开阳全面实现小康目标。基地还将贯彻人与自然协调发展的原则,积极开展对外合作交流和对内生态教育,培养全体人员的生态理念,进行生态文化建设,提高人口素质。

基地立足长远,磷、煤、能源、氯碱多业并举,避免经济发展对单一资源的依赖,以及由于矿藏资源的枯竭导致城市发展停滞局面的出现,为矿业城市的发展提供经验。产业间的高度耦合,促使资源有效、合理地流动和利用,这些也为我国众多资源型产业和西部重化工产业的可持续发展起到很好的示范作用。基地的建成不仅对开阳县具有重要意义,同时也将促进贵阳市循环经济型生态城市的建设,成为我国循环经济实践的一个典范。

第十章 金阳新区零排放系统

第一节 金阳新区零排放系统建设的理论基础

“零排放思想”是在 1994 年由日本联合国大学学者提出来的。零排放概念自提出后便已经在工业系统、农业系统中得到应用，并取得了一些成效。但是目前世界上还没有一座真正意义上的零排放生态城市。结合国内外关于生态城市、零排放系统的研究以及金阳新区规划发展目标，提出零排放生态城市的定义：是应用环境友好技术，建立于循环经济基础之上的生态城市系统，是全球或地区的可持续发展子系统，它是基于生态学、环境学、社会学、经济学原理建立的系统，是符合自然和谐的、环境友好的、竞争公平的、经济的、发展的复杂系统。

事实上，零排放以及零排放生态城市概念的理论还处于不断发展的过程中。在此，首先需要澄清零排放概念的相对性。根据自然界基本的熵增理论，系统的输入在经过系统内部的各种作用之后，必然会存在一定的输出，因而不存在绝对的“零”排放。所谓的零排放就是要对系统内的资源配置使用和物流系统进行优化，以达到最有效的、最大限度的资源利用，即利用有限量的输入获得最大的有用产出，同时使得最终废物的排放量最小化。其次，需要明确零排放城市概念的边界。“零排放城市”研究的对象由“零排放工厂”、“零排放农业”等性质相对单一简单的个体扩展为整个人居环境，其规模可以是城市、小城市或社区，系统内成员应当包括城市的各个要素，零排放概念是针对整个系统而言，并非系统内某个单一的个体。

在经济学中，零排放概念是建立在生态学、可持续发展理论、循环经济上的一个经济概念，要求对系统输入的原材料进行充分利用，包括生产环节中产生的可再利用物质，建立良性的经济循环。其核心思想之一的循

循环经济模式，是一种以物质闭环流动为特征的经济模式，一改传统的以单纯追求经济利益为目标的线性（资源—产品—废物）经济发展模式，借鉴生态学原理和规律，将经济、社会生活的每个环节与自然生态的各个要素有机地结合成一个整体，运用生态学规律指导人类社会的经济活动，使物质和能源在“资源—产品—废物—资源”的封闭循环过程中得到最大限度的合理、高效和持久的利用，并把经济活动对自然环境的影响降低到尽可能小的程度，从而形成“低开采、高利用、低排放”的新型经济发展模式，实现可持续发展所要求的环境与经济的双赢。（图 10-1）

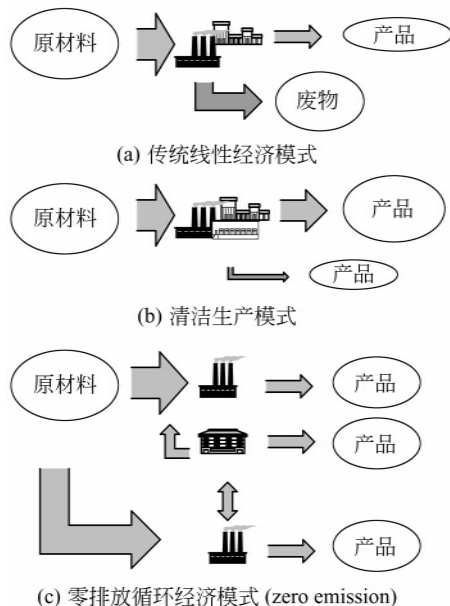


图 10-1 资源—经济模式关系图

目前，在生产过程中对原材料的利用率一般在 10% 左右，因为各个行业对于原材料的价值利用是不同的，在原有的线性社会经济体系中，这些原材料中余下的有价值部分往往都当作废物被丢弃了；而在零排放系统中，将遵循循环经济理念，以“3R”原则为指导，大力发展生态工业和生态农业，建设城市生态环境，使得不同行业部门间实现资源的循环使用和能源的梯级利用，并通过政府、企业、研究机构和广大公众的共同努力，构筑一个包括生产、生活、自然在内的零排放生态城市，这是未来城市发展的理想模式。而网络式产业结构将成为零排放城市的一道风景线，为社会创造更多的财富。

第二节 金阳新区零排放系统建设的意义

贵阳市老城中心区禁锢于 56 平方公里的盆地之中，四周临山，发展空间十分有限。随着人口的增加和城市社会经济的不断发展，高楼林立，交通拥塞，城市环境不断恶化，严重阻碍了贵阳市社会经济的进一步发展和人民生活水平的提高。为落实国家西部大开发战略的顺利实施，实现城市的可持续发展，贵阳市必须拓宽城市发展空间。为此，1997 年贵阳市委、市政府提出在老城中心区西北面的一片浅丘中建立金阳新区，其功能以行政、文教、科技、金融、商贸和高新技术产业为主，期望凭借金阳新区独特的地理优势，借鉴零排放生态城市的理念，将新区建设成为园林式、生态型、可持续发展的现代化新城。

一、金阳新区零排放系统建设是落实中央西部大开发战略的重大举措

根据国家提出的西部大开发战略目标的总体要求，结合贵阳市实际，贵阳市委、市政府决定以金阳新区建设、老城区改造、小城镇建设为突破口，三轮驱动，提高贵阳市的城市化水平。1997 年，贵阳市以建设金阳新区为突破口，启动了贵阳“西部大开发”工程，新区的开发和建设将突出基础设施、生态环境建设，创建一座生态型园林型的零排放新城，该目标完全符合中央“十五纲要”的总体要求。因此，金阳新区零排放系统建设是贯彻落实党中央、国务院重大决策的重要体现和实施中央战略的重大举措，是贵阳市乃至贵州省西部大开发战略中的重中之重。

二、金阳新区零排放系统建设是实现双子城建设和强市升位的重要保障

金阳新区的建设是贵阳市双子城建设的重要环节，新区零排放系统的建成将能够更好地发挥新城区在整个贵阳市城市建设中的作用，更好地带动老城区的发展，促进贵阳市生态城市的建设。新区建设是高起点、高标准、高定位的全新生态理念的实践，利用老城资源，可以快步进入高速发展期，培育高新技术产业，利用研究成果为老城进行产业调整和技术改造提供支持，从而起到带动和优化作用。促使新老城区相互补充、相互促进，

共同发展。因而，金阳新区零排放系统的建设是贵阳市双子城建设和强市升位的有力保障。

三、有利于开发新资源，提高资源利用效率，培育新的经济增长点

传统的粗放型经济增长方式，使城市经济社会发展与资源环境的矛盾日益突出。在有限的资源存量和环境承载力条件下，通过发展循环经济，建立零排放系统，大力推行清洁生产，可以大幅度地提高资源利用效率，同时推进清洁能源和再生资源的开发，从而从根本上转变传统的经济增长方式，实现经济和环境的协调发展。

垃圾资源、生物资源是潜力巨大的可利用再生资源。在零排放系统建设过程中，将进一步加强工业废物综合利用，生活垃圾、废旧物资分类回收利用和城市生活污水处理回用系统。再生资源的开发利用，既有利于保护环境，又可以发展再生资源产业，形成新的经济增长点。

四、有利于提高地区经济竞争能力，应对入世挑战

世贸组织的宗旨之一，就是按照可持续发展的原则，最优运用世界资源，保护生态平衡。加入世贸组织，既为我们充分利用“两个市场、两种资源”、扩大开放、加快发展提供新的机遇，也对我们进行结构调整、实现经济社会的可持续发展提出了新的挑战。发展和建设零排放城市系统，发展循环经济，一方面可以实现资源的合理配置和有效利用，减少消耗，降低成本，提高经济竞争能力；另一方面，可以引导企业积极开发环境友好技术和环境标志产品，顺应国际市场需求，加快产品结构调整，扩大国际市场份额。此外，还可以为企业建立和运行 ISO14001 环境管理体系、获得进入国际市场的“绿色通行证”奠定重要基础。

五、促进循环经济理论实践，树立典范城市

目前，世界范围内经济发展与生态环境之间的矛盾日益尖锐，可持续发展已经成为世界发展模式的主要潮流。20 世纪 90 年代，以日本和德国为代表的发达国家提出了循环经济（或循环社会）的发展模式，即零排放系统的核心思想之一，并通过法律的形式予以实施。相对于传统经济模式而言，循环经济是物质闭环流动型经济，是以物质、能量梯次使用为特征，在环境方面为低排放甚至零排放。零排放城市系统是一个探索中的城市发展模式，目前世界上尚未建成一座真正意义上的零排放城市，其评价标准

体系也尚在研究当中。

我国人口众多，资源相对不足，结构性污染严重，传统经济发展模式与资源、环境之间的矛盾尤其突出。因此，走循环经济的发展道路，对我国来说尤为重要。进行零排放城市系统示范点的建设，倡导走城市循环经济发展模式是我国资源环境状况的现实要求。贵阳金阳新区零排放系统将成为我国乃至世界上第一个以零排放理念为指导思想，以循环经济模式为基础的城市系统。它的建设无疑将大大促进循环经济理论在我国的实践，为今后城市的建设树立典范。

六、有助于提高金阳新区发展的可持续性

零排放城市系统意味着在不破坏未来环境容量的基础上为人们提供更多的食物、服装和住房。在零排放城市系统中，对于工业部门而言，将因为“零排放”概念的引入获得更强的竞争力；对于政府机构部门而言，原材料的充分利用不仅仅是提高了企业的生产力，增强国民收入，而且还可以创造新的产业，为社会提供更多的就业机会；对于商业部门而言，将获得更多的商机和经济效益；对于人们的生活工作环境而言，“零排放”城市系统将为人们创建一个最适宜的环境；对于科研机构而言，可持续发展的“零排放”城市模式的研究是一项非常具有社会意义、环境意义和实际意义的课题；对于城市系统而言，在“零排放”理念的指导下，将最大限度地利用系统中的各种资源，将最大化地实现系统中各种形态废物的减量化，从而最终解决城市的生态环境问题。

在金阳新区尝试零排放系统的建设，有利于加速区域绿色经济、生态经济的形成，使新区在产业结构上以资源利用合理化、废物减量化、生产过程无害化为原则进行设计，实施生态工业、生态农业等示范，形成生态产业链，将传统的“资源—产品—废弃物”单向线性经济生产模式转变为“资源—产品—再生资源”循环经济模式；有助于提高金阳新区产业技术水平和结构协调性，最大限度地减少废物排放，提高金阳新区城市系统整体的资源、能源利用效率，对提升新区的生产技术水平、提高金阳新区经济发展的可持续性将起到不可替代的作用。

第三节 金阳新区发展的人口承载力分析

金阳新区的零排放系统是一个高标准的循环经济型生态城市，也是一次史无前例的社会发展模式尝试。在进行零排放系统的构想和设计时，将

遵循城市生态规划原理、生态经济学原理、环境经济学原理、可持续发展原理、城市生态调控原则等理论。

区域和城市规划所要解决的基本问题是人口、资源、环境与经济、社会可持续发展之间关系的整体协调。人口的增长和控制规模是城市发展的重要影响因素之一，因为人口的增长对资源和环境具有深刻的影响，近年来更被认为是环境问题的核心，与人类社会的发展息息相关。

单纯从资源和环境污染物质的角度来研究环境的最大承载力都有一定的局限性，因此，应把资源和环境作为统一体来看待，强调应用资源和环境两者辩证统一的观点，进行资源环境容量的计算，在城市生态与环境的研究中具有重要意义，同时也是零排放城市系统建设的重要考核指标。环境人口承载力分析是一项重要的城市环境容量分析，据此可以了解城市生态系统中自然资源对一定生活质量状态下人口的承载能力和对经济活动强度的容纳量。

一、土地资源的人口承载力

土地是人类生存和发展的最基本条件。根据相关研究资料，现代城市满足人类的生存、发展和享受三种基本需要的人均土地面积变动在 140 ~ 200 平方米之间最为适宜。目前，我国城市人均占有土地面积平均不足 110 平方米。

金阳新区零排放系统的建设目标是为居住者提供一个舒适的居住环境，因而对于人均土地占有面积的要求应略高于同类规模城市的规划标准。按照《城市用地分类与规划建设用地标准》(GBJ137-90)、《城市居住区规划设计规范》(GB 50180-93)，取人均城市建设用地 105 ~ 120 平方米。根据金阳新区发展时序规划计算金阳新区土地资源的人口承载力，见表 10-1。

表 10-1 金阳新区土地资源的人口承载力

发展时序	用地规模 (km ²)	城市建设用地 (km ²)	土地资源人口承载力 (万人)
实施建设期	18.46	17	14.2 ~ 16.2
规划控制期	56.76	37.46	31.2 ~ 35.7

二、绿地面积的人口承载力

城市绿地系统的建设是现代化城市发展和建设中的重要组成部分，城市高绿化率是金阳新区零排放系统建设的基本要求之一。结合世界各国城市绿地标准和金阳新区实际情况，金阳新区零排放系统建设的城市绿地标

准是：新区建成后，在实施建设期人均公共绿地面积达到 16 平方米，远期人均公共绿地面积 20 平方米。

根据金阳新区绿地系统规划，实施建设期将建成以观山公园及南北绿化轴为核心，点、线、面结合的立体绿化系统，绿化用地面积 4.55 平方公里，其中公共绿地面积 4.10 平方公里，占城市建设用地 30.0%；规划控制期将建成两条贯穿城区的绿轴，分别为以十二滩公园—观山公园—长坡岭森林公园为轴线的横轴和以观山公园—金钟河为轴线的竖轴，同时兴建道路两侧的街头绿地及居住区小公园等绿地系统，绿化用地面积总计 7.48 平方公里，其中公共绿地用地 5.58 平方公里，占城市建设用地 20.0%。据此可以计算金阳新区不同发展时序阶段其公共绿地面积的人口承载力，见表 10-2。

表 10-2 金阳新区绿地面积的人口承载力

发展时序	城市建设用地 (km ²)	公共绿化用地 (km ²)	人口承载力 (万人)
实施建设期	17	4.10	25.6
规划控制期	37.46	5.58	27.9

三、饮用水的人口承载力

水资源是城市生存和发展的生命线，城市自来水是城市供水的基本来源，也是居民生活的基本保障之一。居民生活水平越高，城市现代化程度越高，对自来水的需求就越大。因而城市的自来水供应能力将直接影响城市的发展。

根据金阳新区水资源储量估测和自来水供水方案规划，新区的自来水主要由周边饮用水水源地和区内地下水提供。新区建成后，西郊水厂在新区实施建设期和规划控制期将分别向新区供水 10 万立方米/天和 20 万立方米/天，拟建的金阳水厂将在规划控制期向新区供水 5 万立方米/天。此外，新区地下水预计可为新区实施建设期和规划控制期分别供水 2.5 万立方米/天和 5 万立方米/天。

金阳新区的发展将带来人口的不断增长，城市的生活需水量也随之增大。在不增加新的供水水源的情况下，2010 年（实施建设期）生活用水按总供水的 45% 计，人均生活用水标准为 300 升/天；2020 年（规划控制期）生活用水按总供水的 50% 计，人均生活用水标准为 400 升/天，则可计算出金阳新区不同发展阶段城市自来水的承载力，见表 10-3。

表 10-3 金阳新区饮用水的人口承载力

发展时序	供水总量 (万 m ³ /d)	生活用水量 (km ²)	自来水人口承载力 (万人)
实施建设期	12.5	5.625	18.75
规划控制期	30	15	37.5

在金阳新区零排放系统中，应加大污水处理程度和回用率，增加城市用水的补给途径。

四、交通的人口承载力

城市的道路交通系统是连接城市各种用地以及与外界联系的纽带，也是城市生态系统物质循环和能量循环的重要途径，在城市的生产、生活和城市发展起着重要的作用，包括城市对外交通系统和城市内部道路系统。

依据《城市道路交通规划设计规范》，同时参考国内外领先城市人均道路现状值，符合金阳新区零排放系统建设的人均拥有道路面积标准是要求人均道路面积达到 15 平方米/人。根据金阳新区城市道路规划，道路系统将按主干道—次干道—支路—小区级道路四级布置，实施建设期道路广场用地面积 2.63 平方公里，规划控制期道路广场用地面积 4.35 平方公里。金阳新区不同发展时期交通的人口承载力计算如表 10-4 所示。

表 10-4 金阳新区交通的人口承载力

发展时序	规划道路广场面积 (km ²)	交通人口承载力 (万人)
实施建设期	2.63	17.5
规划控制期	4.35	29

五、金阳新区适度人口规模分析

随着金阳新区城市建设进展，人口会大幅度增长，从而对金阳新区的各种资源和生存空间的要求持续上涨，给新区的水、土地资源和环境带来严峻的挑战和压力。如果城市人口数量过大，经济活动的强度和范围超过了一定限度，则城市人口就和城市资源在总体上出现不协调和不适应，会产生一系列城市生态与经济的恶性循环。

金阳新区零排放系统的核心目标之一是要保证人类经济活动与其地域环境总体上相适应，相协调。因而，控制人口发展速度，控制人口规模，是金阳新区零排放系统实施中的重要环节。在金阳新区自然环境容量不变的前提下，对金阳新区的环境人口承载力进行分析，结果表明，新区若要

达到零排放目标，其环境人口承载力应小于规划人口规模。金阳新区零排放系统的建设和实现是确保新区人口发展与经济、资源相协调的重要途径和有效手段。

实施建设期绿地面积能够较好地满足零排放生态城市的要求，随着城市不断发展和人口的增加，绿地系统的负担也会随之增加。若按照金阳新区绿地系统规划，则规划控制期期间城市绿地量不能达到零排放生态城市的要求，因而需要增加城市绿地面积，公共绿地要由规划中的 5.58 平方公里增至 8 平方公里。

在金阳新区零排放系统中，大量的城市污水经过处理后回用，补充城市水源，新区生活污水处理回用率要求达到 80%，工业废水回用率要求达到 90%。

从金阳新区资源的承载力出发，可以得出新区资源能够承载的最大人口数量。(见表 10-5) 同时，从人对“舒适”生活质量要求出发，寻求人口发展的适度密度，将两者结合，才能真正实现人口规模和人口密度的优化。

表 10-5 金阳新区环境人口承载力					单位：万人
建设时期	规划人口规模	土地资源人口承载力	绿地面积人口承载力	自来水人口承载力	交通人口承载力
实施建设期	18	14.2 ~ 16.2	25.6	18.75	17.5
规划控制期	40	31.2 ~ 35.7	27.9	37.5	29

第四节 金阳新区零排放系统指标体系

零排放生态城市是一个较为宽泛的概念，具体到衡量某一特定城市是否是零排放生态城市或是否达到零排放生态城市建设目标时，就必须构建衡量零排放生态城市的指标体系。因而，金阳新区零排放系统指标体系的建立和研究是金阳新区零排放系统建设的必要环节。

在研究国内外可持续发展指标体系、生态城市指标体系等先进的相关指标体系的基础上，结合金阳新区零排放概念研究以及金阳新区的实际情况，提出适合金阳新区建设发展的可行的指标体系，可以为金阳新区零排放系统指标体系的后期深入研究打下基础，同时为金阳新区零排放系统的成功实施提供科学依据和保障。

一、零排放生态城市创建目标

贵阳市金阳新区是一座在 21 世纪开始着手规划和建设的中等规模的现代化新城，它不同于旧时的城市建设，也不同于现代的老城市改造，如果沿用传统的城市规划和理念来规划这座新城的建设，显然是不合时宜的。面临新时代的挑战和机遇，金阳新区的规划和发展受到众人关注，也对新区的规划和发展建设提出了具有时代意义的高起点、高标准和高目标要求。零排放生态城市概念的提出，对于金阳新区的建设是一次巨大的挑战，也是生态城市研究领域的一次机遇。

零排放生态城市的核心思想就是要在城市的工业生产系统、农业生产系统、生活消费系统及其相互间构建有效的循环经济体系，实现资源利用的最大化和系统废物排放最小量化，追求城市这个社会—经济—自然复合系统的协调发展，实现人—自然的和谐与可持续发展。它要求组成城市的社会、经济、自然三个子系统在发挥自身功能的同时，要相互补充、相互制约，从而共同支撑起城市这一复合系统的协调发展与持续运行。某一系统的单一绩效不是零排放生态城市的目标。城市中社会—经济—自然复合系统的整体综合功能最佳才是生态城市建设的目标。因而在讨论零排放生态城市的创建目标时，必须从社会、经济、自然三个方面来共同确定。

联合国曾对生态城市的创建标准提出六个方面的要求，包括：要有战略规划和生态学理论作为城市建设的指导；工业产品是绿色产品，同时提倡封闭式循环工艺系统；农业发展要走有机农业的道路；居住区标准要以提高人的寿命为原则；要保护好文化历史古迹，不能破坏自然资源，处理好保护与发展的关系；把自然引入城市。

零排放生态城市的创建目标就是为了建设一座社会文明、经济高效、自然和谐的城市。

(1) 文明的社会

人是社会的主体，也是社会文明的创造者。城市规划和模式的研究目的最终也就是要为人类创建舒适的生存环境。零排放生态城市建设的文明社会生态目标系统，包括了人口规模及结构、社会环境、社会保障及服务体系、文化氛围、法制体系等内容。

(2) 高效的经济

经济的高效增长一直是城市发展所追求的主要目标之一。零排放生态城市是建立在循环经济 (Circular Economy) 基础之上的一种生态城市模式，对于经济的发展问题，不片面追求经济的“指数增长”和“经济效益”，而是

强调社会、自然与经济的协调发展，实现社会效益、经济效益和环境效益三者统一的“生态经济效益”。高效经济生态的目标系统主要包括了“3R”战略的实施，即减少资源利用量及废物排放量 (Reduce)、努力回收利用废弃物 (Reuse) 和大力实施物料的循环利用 (Recycle)；以知识产业作为城市产业结构主体的产业结构体系；推行清洁生产，提高资源能源利用率的生态工业体系；可持续发展的农业生态系统；遵循复合生态整体可持续发展原则的高质量的第三产业；以可再生能源为主体的新能源结构；重视源头控制、重视循环利用、重视废物回收利用的可持续绿色消费模式等。

(3) 和谐的自然

“人—自然”系统的和谐发展是零排放生态城市的宗旨，因而零排放生态城市对于城市自然环境的保护和利用提出了较高的要求，其和谐自然生态的目标系统包括城市绿地系统、土地利用、城市三废处理、生物多样性的保护、绿色建筑等内容。

二、金阳新区零排放生态城市指标体系

金阳新区零排放生态城市的创建目标是要建设一座社会文明、经济高效、自然和谐的新世纪生态型新城。创建一套合理的科学的指标体系是推进金阳新区零排放生态城市建设进程的基本保障。结合国内外可持续发展指标体系和生态城市指标体系的研究，采用层次性指标构建金阳新区零排放生态城市指标体系。

针对金阳新区零排放生态城市指标体系标准值(表 10-6)，做以下几点说明。

(1) 金阳新区零排放生态城市的指标体系具有一定的超前性，因而在制定标准值的同时，考虑到城市发展的时序性，给出了新区 2010 年的近期目标值。

(2) 贵阳市是我国发展中的内陆开放城市，经济基础较为薄弱，因而在规划建设金阳新区零排放生态城市的过程中，应该参考国内经济发展领先城市的经济标准值作为新区的经济指标，而不是盲目地追从发达国家城市的经济指标。在本指标体系标准值的选取过程中，主要参考了上海、深圳等国内经济发展水平较为领先的城市，部分指标参考了国内平均值。

(3) 零排放生态城市是生态型的、园林型的、环境优美的现代化城市，因而在进行指标体系标准值选取的过程中，部分指标参考了国内园林城市标准、国内环境模范城市标准以及国内城市现代化标准。

(4) 根据生态城市、可持续发展的概念和内涵来评价一个生态城市的标准是非常相似的，所以在进行社会生态指标与自然生态指标选取时，参

表 10-6 金阳新区零排放生态城市指标标准值

指标名称	单位	标准	制定依据	2010 年近期目标值
生态综合指数 ECI (38 个指标)				
1. 自然生态 (21 个指标)				
人均公共绿地	m ² / 人	20	综合参考国内外高绿地率城市的现状值	16
建成区绿地覆盖率	%	37	国内城市现代化标准 (>35)	35
大气环境 SO ₂ 浓度 (逆)	mg/m ³	0.04	国家一级标准	0.05
大气环境 TSP 浓度 (逆)	mg/m ³	0.08	国家一级标准	0.12
大气环境 NO ₂ 浓度 (逆)	mg/m ³	0.04	国家一级标准	0.05
饮用水水源水质达标率	%	96	国家环境模范城市标准 (>96)	100
地面水水质指标达标率	%	90	国家环境模范城市标准 (>90)	90
环境噪声达标区覆盖率	%	90	金阳新区现状值	80
烟尘控制区覆盖率	%	100	国家环境模范城市标准 (>90)	90
公众对生态环境的满意度		95	国家环境模范城市标准 (>60)	80
环保投资占 GDP 比重	%	>2.5	贵阳市现状值	2.4
机动车尾气排放达标率	%	100	国际标准	95

续表

指标名称	单位	标准	制定依据	2010 年近期目标值
工业废水处理率	%	100	国际标准，国家环境模范城市标准 (>80)	90
工业废水达标排放率	%	100	国际标准	95
工业废水再利用率	%	70	广州现状值 (45)，日本部分城市现状值 (约 90)	50
城市生活污水处理率	%	100	国际标准	70
城市生活污水再利用率 (含景观用水补充)	%	100	—	80
工业废气处理率	%	100	国际标准	90
城市生活垃圾分类收集普及率	%	100	—	50
工业固体废物综合利用率	%	90	国家环境模范城市标准 (>70)	75
危险废物安全处置率	%	100	国际标准	100
2. 经济生态 (5 个指标)				
人均 GDP	万元	3.8	上海现状值	1.5
GDP 年增长率	%	13.4	上海现状值	
万元 GDP 能耗 (逆)	吨标煤	0.50	香港现状值 (0.50)，低于全国平均水平值 (1.43)	1.4
高新技术产品产值占工业总产值比重	%	40	大连市实现现代化目标值	30
信息产业增加值占 GDP 比重	%	25	根据发达国家现状值外推	20

续表

指标名称	单位	标准	制定依据	2010 年近期目标值
3. 社会生态 (12 个指标)				
人口自然增长率 (逆)	0	5	国内城市现代化标准 (<5)	8
人口平均预期寿命	岁	78	东京现状值	75
人均生活用水量	L/d	400	国内外发达城市现状值	300
人均生活用电量	kwh/a	600	国内城市现代化标准 (>600)	300
自来水普及率	%	100	国家园林城市标准 (>98)	100
城市气化率	%	100	国家环境模范城市标准 (>90)	90
城市居民人均住房面积	m ²	18	国内城市现代化标准 (18)	15
万人拥有医生数	人	40	国内领先城市现状值 (太原 89)	25
百人电话数	部	76	东京现状值	50
研究与开发经费占 GDP 比重	%	>5	根据国内外大都市标准	2.5
科教投入占 GDP 比重	%	>5	美国、日本等发达国家现状值 (5.4) , 国内城市现代化标准 (>5)	3
高等教育人口占 25 岁人口比重	%	20	日本 1990 年值	10

考了世界上领先城市的指标作为指标标准值。如废水、废气、固体废弃物的处理率，科教投入，环境投资等。金阳新区是 21 世纪才开始规划的新城，因而从一开始就应该考虑与国际通行的标准接轨。

(5) 对于具有多个标准值的指标要素,在选取标准值时充分考虑贵阳市以及金阳新区的实际发展实力,综合考虑多方面的影响,选取较为合适的标准值。如在进行人均公共绿地指标标准值的选取时,有以下几个标准值可以参考:世界卫生组织标准为 10 平方米/人(国内城市现代化标准),国家园林城市标准为 7 平方米/人,国内城市最大值(珠海)为 27.11 平方米/人,而贵阳市现状值为 12.67 平方米/人(2000 年统计数据)。结合金阳新区城市规划,选取 20 平方米/人作为本指标体系人均公共绿地的标准值,同时提出 16 平方米/人的近期目标值。

(6) 金阳新区零排放生态城市指标体系的标准值相对于目前来说,具有一定的超前性,但这些指标数值并不是终极指标,因为随着社会经济发展,这些标准本身不会是一成不变的。标准会不断变化,内涵也会更丰富,所以,在不同的社会经济条件下和不同地区应有不同的内容、数值。

第五节 金阳新区零排放系统体系

依据金阳新区城市发展规划以及其城市生态系统功能分析,在金阳新区这片美丽的土地上构建一座全新的零排放城市不仅可以实现,而且具有现实的社会意义和环境意义。它以循环经济模式为经济发展基础理念,构建工业、农业和社会生活的循环体系,通过将城市中的物质流、能量流和信息流三者有机地结合在一起,逐步实现工业零排放、农业零排放、社会生活零排放,从而达到城市系统的零排放。

一、金阳新区零排放系统中的水循环体系

水循环是地球上由太阳能推动的各种物质循环的一个中心循环,水分通过蒸发、植物蒸腾作用进入大气,大气中的水遇冷后凝结成雨、雪等落到地表,一部分渗入土壤,供植物吸收,或形成地下水储存;一部分成为地表径流,流入江河,汇入海洋,供水面蒸发,从而形成水的生物地球循环。随着城市化的进程,水的循环体系也发生了变化。城市系统中的水循环由水的自然循环和人工控制系统中的循环共同构成。金阳新区的建设和发展中,必须重视水资源的保护,避免人类活动造成的水污染,否则水污染和水资源短缺将影响新区现代化的进程。在金阳新区零排放系统建设中,水资源的循环再利用是相当重要的环节,通过污水处理设备设施和配套的循环管路系统,实现系统内水资源循环,不向系统外排放废水,不污

染环境。

根据金阳新区给水方案规划，目前在建的西郊水厂在新区实施建设期和规划控制期将分别向新区供水 10 万立方米/天和 20 万立方米/天；同时新区在规划控制期将修建 5 万立方米/天规模的金阳水厂为新区供水，水源为红枫湖，通过输水隧洞输送原水。不足水量由新区地下水水源补给。

水资源的循环再利用是缓解城市用水不足，保证居民用水基本需要的有效措施之一。

二、金阳新区固体废弃物循环再生体系

固体废弃物资源化处理是解决城市垃圾问题的重要途径之一，也是零排放系统中的重要组成部分之一。资源化系统是指原材料制成的成品经过市场消费，最后成为废物，又引入新的生产消费循环系统。由于工业固体废物成分复杂，且不同行业间又具有显著差异，因而，对于工业固体废弃物的回收和资源化，必须根据具体的行业实际生产特点而定。在零排放系统中，就整个社会而言，是通过资源化途径将传统的“生产—消费—废物”线性体系转变成为“生产—消费—废物—生产”循环体系。

只有进行了技术、经济和社会的综合论证，才能将理想的资源化系统变为可行的。在进行资源回收系统的开发、规划和评价时，必须注意以下问题：资源化技术必须是可行的；资源化应当具有较大的经济效益；资源化的工艺必须是合理的，能够以节省投资来提高资源化的经济效益；资源化的产品应当具有与用相应的原材料所生产的产品竞争的能力，这样才能使技术得到持久发展。

正因为一个健全的有效的固体废弃物综合管理体系能够有效地促进资源回收，节约原材料和减少废物处理量，从而降低固体废弃物对环境的影响，达到减量化、资源化和无害化的目的，所以对于金阳新区零排放系统而言，完善的固体废弃物综合管理体系是实现零排放目标的重要保障。因此必须重视以下工作。

(1) 推行分类收集，建立和完善城市生活垃圾收运系统。

建立城市垃圾分类回收及综合利用系统，完善垃圾分类、收集和运输系统，设立垃圾分选中心和资源化中心，逐步完善金阳新区垃圾分类回收系统。建立废家电、废电脑、废电池和日光灯管以及包装废弃物等主要物资的回收系统；建立废铅回收系统，回收利用废铅酸蓄电池等废铅资源，生产电解铅和铅基合金。

(2) 建立生活垃圾综合处理厂，完善资源化体系。

对城市生活垃圾进行分拣、回收、资源化处理；回收利用餐饮废弃物和生活厨余垃圾，进行厌氧消化处理，回收能源物质等。

三、金阳新区零排放系统能源开发利用体系

一个城市的能量消费可以代表这个城市的发展水平，也可以作为衡量城市居民生活水平的主要指标之一。城市能源体系合理与否对城市的发展有着决定性的作用。能量供给不足会影响城市的发展，甚至造成重大损失。建设生态城市要求建立一种绿色的生态的能源消费模式，合理开发和使用能源，需遵循以下能源生态利用原则。

1. 充分利用能量资源，减少浪费

贵阳拥有丰富的煤炭资源，具有品种多、埋藏浅、易开发等特点。贵阳煤炭总储量为 100 亿吨。目前贵阳市的能源结构以煤为主，但存在着利用率低、经济效益差、污染严重和运输量大等四大问题，这些问题都在不同程度上与城市的环境密切相关。因此煤的合理和充分利用是解决城市能源和环境问题的关键。

2. 发展生物能源，开发垃圾能源，建立合理的生产—消费体系

积极发展利用沼气是解决能源问题的一条极重要的措施，农村地区发展沼气已有许多成功经验，在城市也可以利用有机废物产生沼气。我国的中、小城市以及大城市的城乡结合部都有条件发展沼气能源，特别是城市近邻的大型高效饲养场更应推广使用沼气能源。此外应加强回收和重复利用，开发垃圾能源，建立生产—消费体系。从长远看，这些在建设生态住宅和生态城市中也是一个重要的组成环节。

3. 开发无污染少污染的新能源

根据贵阳市的实际情况，加紧开发无污染或少污染的新能源，是城市能源体系研究的重要方向之一。贵阳市境内有大小河流 98 条，水资源总量为 46.79 亿立方米。其中地表水 35 亿立方米，地下水 11.79 亿立方米，地下水水质好，流量稳定，具有较高的开发利用价值。全市水能资源理论藏量为 755 万千瓦，可开发量 615 万千瓦，水电站装机容量近 100 万千瓦，是全国十大水电基地之一。丰富的水能与煤炭资源，有利于贵阳建设成水电与火电并举的能源基地。

4. 控制城市人口，加强能量利用与人类生态系统关系的研究

自然生态系统的任何种群数量，如果发展过快或对能量消耗过多，都会引起该系统的崩溃，这个原理同样适用于城市生态系统。城市的人口规模应该和它的资源相适应，不能无限地扩大。对于能量利用也应该采取有节制的态度，不能认为社会发展进步和人们生活福利的提高必定要持续地提高人均能耗。

金阳新区零排放系统建设是一个社会—经济—环境相协调发展的生态城市系统，是具有循环经济模式特点的可持续发展城市系统。因而，金阳新区的城市能源体系必须建立于循环经济模式的基础之上，合理开发和利用，以科学合理、清洁实用的新工艺、新技术为依托，调整能源结构，推广清洁能源。

5. 动力系统的能源循环构想

动力系统是一个社会发展和前进的推动力，煤炭、石油等基本常规动力能源物质均属于不可回收的可耗竭资源，储量有限，因此必须开发新型的可再生能源物质，才能为城市的可持续发展提供保障。减缓城市可耗竭资源消耗速率的重要措施主要有：改进动力设备及技术，提高资源的利用率；寻求新的能源替代物；开发物质转化技术，提供的新的资源补给。在金阳新区零排放系统中，即是以上述措施原则为基础，充分利用现有的地球资源，建立可持续发展的动力系统。

6. 发展高效的洁净的新型煤工业

对于以煤炭为主要能源的城市而言，煤的合理和充分利用是解决城市能源和环境问题的关键。贵阳市有丰富的煤炭资源，在贵阳市城市能源体系中，煤炭一直是主要能源之一，但是贵阳市煤炭利用存在利用率低、污染严重等问题。金阳新区将实现 100% 的气化率，以减缓燃煤造成的环境污染。利用金阳新区周边丰富的煤炭资源，发展高效的洁净煤工业，是提高资源利用率的重要措施。

(1) 煤的气化及综合利用。煤的气化及综合利用就是将煤转化为气体燃料或液体燃料，加以综合利用，可以提高煤的热效率和经济效益，并防止污染和减轻运输负担。据推算，1 吨商品煤变为民用煤气，其二氧化硫、二氧化碳排放可以减少 20% ~ 40%，热效率可提高近一倍，热值相当于 1.9 吨煤直接燃烧所产生的热值。因此，实现城市煤气化，不仅是建设现代

化城市的一个组成部分，同时也是解决能源供应和环境污染的重要措施。

(2) 燃煤技术的改进。研究改进煤的燃烧技术，提高煤炭的热效、降低燃煤污染，是燃煤技术发展的重点之一。目前我国能源总的利用率很低，只有 30%，民用能源利用率仅 20%，而发达国家可达 70%。这主要是我国家用煤炉热效率低下的缘故。如果采用集中供暖、联片供热的方式，发展高效率的电热并供装置，加强余热利用，既能防止环境污染，又能充分利用工业余热。根据金阳新区热力规划设计方案，新区的工业和采暖将采用集中供热方式。

7. 发展清洁的可再生新型能源

可再生能源大都直接或间接地来自大自然，如太阳能、风能、水能、生物质能和地热能等，都是洁净能源，对环境不产生或很少产生污染。可再生能源经过多年的发展已经开始在世界能源供应的战略结构中占据一席之地，越来越受到各国政府的重视。开发利用可再生能源成为世界能源可持续发展战略的重要组成部分，成为大多数发达国家和部分发展中国家 21 世纪能源发展战略的基本选择。因而在考虑发展新区新能源时，暂时不考虑风能的利用，重点考虑生物质能（主要途径是发展利用沼气）的开发和利用。合理、高效利用生物质能，1 立方米沼气的热值相当于 1.2 千克煤或 0.7 千克汽油，一个 10 立方米的沼气池所产生的沼气可供五六口之家做饭、照明之用，而且其废物是肥力较高的有机肥料。因而在新区的农住户中发展沼气资源，具有很重要的现实意义。此外，还可以利用城市垃圾处理厂和污水处理厂提取沼气。

8. 清洁的交通能源

交通工具造成的污染主要是大气流动污染，与工厂等固定污染源相比，虽然交通工具的排放量小而分散，但由于交通工具总体数目庞大，活动频繁，排放出来的污染物总量是不容忽视的。控制由于城市交通所造成的大气污染已经刻不容缓。大力发展电动汽车、采用清洁的交通能源是控制大气污染的一种有效办法。建议金阳新区的公交车、出租车和环卫车等公共车辆全部采用液化石油气、压缩天然气等清洁燃料，以减少汽车尾气对大气的污染。逐步开发和利用煤与生物质资源生产甲醇、乙醇、二甲醚等液体燃料，为金阳新交通事业的长远发展提供坚实的清洁能源保障。

四、金阳新区零排放系统示范区

在零排放系统的设计中,核心思想之一就是要构建循环型的经济体系,让更多的资源得到最大化的利用,末端治理的有效性是影响零排放循环体系的重要因素之一。同时,根据零排放概念的基本定义——利用清洁技术、物质循环技术和生态产业技术等已有技术,实现对天然资源的完全循环利用,而不给大气、水和土壤遗留任何废弃物,可以看到系统中的源头控制是零排放系统设计的重中之重。在金阳新区零排放系统中,对于城市系统的生产部门,包括农业和工业生产,都必须强化零排放概念,发展循环经济型的生态产业。

(1) 生态农业示范区

生态农业是以生态系统原理为依据而设计的农业生产方式。“整体、协调、循环、再生”是设计生态农业的基本原则。

生态农业是全面规划、相互协调的整体农业。生态农业的出发点和落脚点,都必须着眼于系统的整体功能。衡量系统整体功能的标准主要有三条:一是经济效益,即生产要发展,农民要富裕;二是社会效益,要满足人们对农产品日益增长的各种社会需求;三是生态效益,即保持良好的生态环境。生态农业要考虑系统之内全部资源的合理利用,对人力资源、土地资源、生物资源和其他自然资源等进行全面规划、统筹兼顾、因地制宜、合理布局、不断优化,使其相互协调,协同发展,从而提高系统的整体功能。

配合金阳新区零排放系统的建设,对新区区域内的农业生产要推行生态农业建设,深化农产品加工业,发展生物质能,对生物的物流和能流进行多层次的利用,促进农业发展的良性循环。建立示范区,提高新区农业的生产水平和经济效益。

(2) 生态工业园

在园区的建设和运营全过程中,始终坚持循环经济和生态工业战略原则。循环经济的理念通过园区的“减量化、再利用、资源化”实践得到体现。生态工业导向主要通过废物资源综合利用、闭合物质循环、低物质化以及能源效率最大化等措施来实现。考虑到园区建设过程的动态性,循环经济和生态工业将以动态逐步递升的方式加以实现。园区鼓励生态系统成员在产品、企业、区域等多层次上进行物质、信息、能量的交换,降低物质、能量流动的比率,减少物质、能量流动的规模,构筑工业生态系统框架,建设一体化工业生态链网,形成不同企业之间生态耦合共生和资源共

享、物质和能量多级利用、高效产出与持续利用，达到区域生态系统整体优化，实现区域社会、经济、环境效益的最大化。

与其他生态城市的建设相比，金阳新区最大的优势之一，就在于这是一座全新城市的建设，城市中的一切均是从头开始，城内的工业企业建设同样也是零的起点，因此有利于循环经济模式的推行。依据“零排放”概念的指导思想和目标，金阳新区的工业体系应当是一个基于循环经济模式的生态工业体系，建立金阳新区区内的生态工业园不仅是金阳新区“零排放”系统建设的重要环节，也是推动贵阳市循环经济生态城市建设重点。

根据金阳新区规划，金阳新区实施建设区区域内的现有工厂企业将逐渐搬迁，同时结合贵州省高新技术产业发展和贵阳高新区发展需要，在金阳新区高科技工业园中规划布局了信息产业园、生物医药园、新材料及环保园、光机电一体化产业园、高新技术创业园等五个科技产业园。

第六节 金阳新区零排放系统支撑项目

零排放概念是一种观念，也是一种理念。要将一种观念转变成为行动，要让一种理念成为一座城市的灵魂，就必须通过实际的工程项目来逐步完成。零排放系统是一个涉及多个部门、多个课题研究的庞大的系统管理工程，它的建设需要不同部门的协调和统一，同时通过一系列环境工程项目的建设，改变旧有的物流模式，在系统内构筑起新型的行业网络，形成各种资源循环体系，逐步达到“零排放”的规划目标。

城市是一个非常复杂的系统，水环境、大气环境、固体废物、生态环境、管理系统等都是这个系统的重要组成要素，也是系统的重要资源组成。因而在设计零排放系统建设的项目组成时，需要充分考虑各个领域，以建立一个完整的环境工程系统。

一、金阳新区零排放系统生态环境建设项目

城市园林绿地建设是现代化城市的重要标志之一，也是金阳新区零排放系统建设的重要组成部分之一。同时城市绿化率、城市绿地面积等绿化指标也是零排放系统的重要考核指标。城市园林绿地系统的建设和发展将关系到经济建设、社会发展和环境保护，关系到子孙后代能否永续发展和安居乐业。因而创建具有科学性、艺术性、生态性的现代园林绿地不仅是时代发展的要求，更是金阳新区零排放城市系统建设的必需。

金阳新区零排放系统建设目标是将金阳新区建设成为一座环保型、园林式的可持续发展的现代化城市，创建最佳人居环境典范。城市经济增长与自然生态环境之间的协调发展是零排放系统的核心和目标，加强金阳新区生态环境的建设也可以为金阳新区的发展创造新的经济增长点。结合金阳新区的城市发展规划以及金阳新区零排放系统建设目标，新区的生态环境系统建设项目包括：

(1) 金阳新区城市园林绿地建设工程

根据金阳新区的实际情况、原自然生态和现有地形条件，合理地安排各类园林绿地，做到面积适当，分布合理，形成点、线、面、片、网、带相结合的城乡一体化的绿地系统。金阳新区零排放系统是为了创建良好的人居环境，这就要求新区的绿化率要达到较高标准。根据金阳新区不同城市功能分区，提出不同的绿地率标准：一类居住用地 $\geq 40\%$ ，二类居住用地 $\geq 35\%$ ，公共设施用地 $\geq 25\%$ ，一类工业用地 $\geq 20\%$ ，市政设施用地 $\geq 30\%$ 。

金阳新区城市园林绿地建设包括：公园绿地建设，城市街道绿化建设，街头绿地建设，城市防护绿地建设，居住区公共绿地建设，生产绿地建设，农村庭院绿化建设。

(2) 金阳新区零排放生态农业示范区建设工程

利用国家西部大开发战略实施的有利契机，充分发挥金阳新区新城建设的科技优势，依托老城中心区的技术支持，调整新区现有农业生产结构，改善生产条件，完善农林产品市场机制。按照整体、协调、循环、再生的指导方针，通过改善农村生态环境，发展节水无公害绿色有机农业，建设零排放生态农业示范区。

(3) 金阳新区零排放生态社区示范工程

社区是组成城市的基本单元，是城市居民生活、集聚的地方，也是城市生态系统中的重要组成。坚持“以人为本”的原则，在金阳新区居住区建设零排放生态社区，构建“绿色家园”。

二、金阳新区零排放系统大气环境建设项目

大气是一个开放性的环境，这是其不同于其他城市生态要素的特性之一。对于城市生态系统的大气环境而言，很难将其与周边的大气环境划清界限，因此金阳新区零排放系统的大气环境不仅要考虑新区区域内的大气环境，同时还要考虑周边大气环境对新区造成的影响。金阳新区零排放系统大气环境的保护不仅要考虑新区区域内部的大气污染控制，同时也要考

虑周边环境的大气污染控制。具体工程建设项目包括：

(1) 能源结构调整

城市的能源结构对于大气环境有着最直接的影响作用，新区内现有工业企业和民用燃用的高硫烟煤对环境污染严重，排放烟气中的二氧化硫浓度和烟尘浓度都很高。依据金阳新区零排放系统建设目标，城市建设的起点高，现代化要求高，对新区能源结构也有较高要求。新区建成后，要求全区气化率为 100%，采用电能、太阳能、天然气等清洁能源，从源头上控制区内企业和居民污染物的排放总量。

(2) 汽车尾气控制

金阳新区建成后，在城市区域内将形成较为发达的道路交通网络系统，根据规划，区内道路总长将达到 111.1 公里。同时，随着人类社会活动的发展和居民生活水平的提高，汽车拥有率将大幅度提高，汽车流量将随之大增，汽车尾气污染物的排放也将大幅上升，成为城区大气环境污染的重要贡献者。因此，汽车尾气控制是金阳新区零排放系统的重要组成部分。对于汽车尾气排放控制，应当要求区内汽车采用燃料电池，推行清洁交通，实现汽车尾气零排放标准；同时，加强道路绿化系统的建设，选用具有净化功能的植物。从多方面入手，以实现汽车尾气零排放控制。

(3) 锅炉、炉灶排气的零排放控制

锅炉、炉灶的油烟排放也是大气环境污染的重要“贡献”者之一，是金阳新区零排放系统的主要治理和控制对象。对于新区居民住宅区的规划设计，应当要求开发商考虑油烟专用风道的设计，以便集中处理民用炉灶排放的油烟，通过静电除尘处理技术可以有效地控制油烟排放，从而实现民用炉灶的零排放控制。对于新区餐饮业的大型锅炉和炉灶，均要求配备油烟净化设备。

(4) 工业废气零排放控制

工业废气主要指生产过程中的废气排放，要实现工业废气的零排放控制，可以利用金阳新区为新建城市的优势，从政策上规定区内引入企业必须是无废气污染或者是废气低排放的。技术上，要求入区企业采用先进的成熟的治理工艺，必须安装烟尘治理设备，达到零排放指标要求，并保证设备的正常运行。

(5) 大气环境控制模型研究

金阳新区零排放系统建设是贵阳市可持续发展的重要环节。为实现整个贵阳市大气环境可持续发展，必然要对金阳新区与整个贵阳市的环境和谐进行评估和研究。在实现金阳新区零排放生态城市的同时，必须将其受

周围工业区或居民区大气污染物排放的影响控制在规定的范围之内，削减已造成金阳新区大气污染浓度超标的污染源的排放量，给出周围各功能区内各种污染源的允许排放总量，使金阳新区的空气质量控制在目标浓度范围内。因而建立一个既可以由污染源强分布计算污染浓度分布，也可以由污染浓度分布反演污染源强分布的模式系统，对于金阳新区零排放系统的研究和建设是必要的。通过模型可以统筹规划新区以及老城中心区各区域各种大气污染源强的分布，为贵阳市政府和环境保护部门在制定金阳新区大气环境保护措施时提供依据。

三、金阳新区零排放系统水环境建设项目

城市系统中的水循环由水的自然循环和人工控制系统循环共同构成。金阳新区的建设和发展，必须重视水资源的保护，避免人类活动造成水资源良性循环的破坏。实现系统内的水资源的良性循环，是金阳新区零排放系统建设的重要组成部分。人工控制系统水的循环再利用，是水资源良性循环相当重要的环节。所谓金阳新区零排放系统水环境建设就是人工控制系统中水的循环再利用设施与管理保障体系的建设。

(1) 金阳新区零排放系统水环境建设管理保障体系建设。

金阳新区零排放系统水环境建设首先应对系统内水环境现状进行调查、监测及分析。其次，根据水环境现状进行调查、监测及分析的结果划分水域功能，为金阳新区零排放系统水环境建设提供基础依据。在对新区水环境现状分析及水域功能划分的基础上，确定水污染关键因子，并进行污染负荷分析及预测，进而开展水资源开发、利用、分配的优化及节水措施研究工作，与金阳新区零排放系统水环境自动检测系统、零排放系统水环境指标体系相配合，建设水环境管理保障体系。

(2) 金阳新区零排放系统水的循环再利用设施建设。

水资源的循环再利用是缓解城市用水不足，保证城市用水基本需要的有效措施之一。工业废水可根据废水性质及污染物的种类分类收集，采用分散与集中处理相结合的方式，将工业生产所产生的废水经输送、处理系统分类处理后，按处理后排水的不同水质和不同生产用水需要，回用或排至城市污水处理厂处理。城市污水及城市降水的初雨由污水排水系统收集，送至城市污水处理厂集中处理，去除污水中的污染物质，经处理达到一定标准后，一部分排放水在保证不超过自然水体环境容量的条件下，直接排放至自然水体；另一部分排放水送入城市中水处理系统。城市中水处理系统对城市污水处理厂排放水进行深度处理，进一步去除污水中的污染物质，

满足国家杂用水标准的要求。出水经中水回用系统送至中水用户。中水用户主要有：工业用水（如工业冷却水等），生活杂用水（如洗车、浇花等）、冲洗厕所用水，园林绿地、农林灌溉、渔业用水及景观娱乐用水等。城市降水用雨水管道收集后，除直接排入自然水体外，其余雨水一部分经雨水处理及利用系统处理后，汇入中水回用系统送至用户。

四、金阳新区零排放系统固体废弃物处理处置建设项目

固体废弃物处理处置是资源再利用的重要手段，也是金阳新区零排放系统循环体系的重要环节。城市垃圾分类收集，是有效实现废物的重新利用和最大程度的废品回收的重要条件，建立完善的分类收运系统和功能齐全的分选中心是资源循环再生利用的重要保障。随后，将分选的垃圾按不同性质运送至不同的处理中心，进行后续处理，完成资源的再生利用。固体废弃物处理处置的支撑项目包括：源头分类收集及收运系统，分选中心，回收物品的资源化处理（废纸、废金属、废玻璃、废塑料、废橡胶等）及垃圾资源化处理系统，厨余垃圾综合处理，危险废物处理系统，垃圾焚烧供热系统，垃圾资源化利用，垃圾制建材，粪便的收集和处理，污泥零排放处理工程等。

结束语

作为新型工业化的具体表现形式，循环经济是树立和落实全面、协调、可持续发展的科学发展观的必然要求，这一全新理念和实践，不但引起了党和国家领导人的高度重视，而且得到各级领导的再三强调推动。作为资源依赖型的西南内陆城市，贵阳市未来要实现全面、协调、可持续的跨越式发展，必须解决经济增长与资源消耗、环境保护的协调问题，必须积极探索并实践新的经济发展模式，提高经济增长质量，实现经济增长、社会进步和环境保护的“三赢”。2002年3月，市委、市政府结合“环境立市”战略和全面小康社会建设的实际，将发展循环经济作为建设大“贵阳”，实现区域可持续发展、经济和环境“双赢”的一个重要举措，结合本区域特殊的经济、社会和环境条件，作出建设循环经济生态城市的重大决定。同年5月，贵阳市被国家环保总局确认为全国循环经济生态城市首家城市试点。

应该认识到，循环经济是一种新型的、先进的经济形态，是集经济、技术和社会于一体的系统工程，是一种新理念、新事物。而将循环经济的概念运用到生态城市建设的实践中，这是贵阳市的首创，对中国、对世界来说都是一个全新的课题。贵阳循环经济生态城市的建设是一个长期的过程，需要政府、企业、科学界、公众的共同参与。而根据“贵阳市循环经济生态城市建设总体规划”的总体要求，从2002年到2005年是循环经济建设的试点和基础建设阶段。这一阶段的重点任务是：启动一批高起点、高效益和见效快的示范项目；完成相关政策、法规和管理体系的构建；总体上遏制贵阳生态环境恶化的趋势。两年多来，围绕本阶段的重点任务，坚持“突出重点，积极推进”的工作思路，根据贵阳市的实际情况确立了“以科

技为动力，以项目为载体，以效益为中心”的工作方针，坚持“政府引导，企业为主；科学规划，点上实践；制度规范，全民参与”的工作思路，精心组织，全市动员，在生态建设、项目试点、制度保障、宣传教育等各个方面开展了大量艰苦扎实和卓有成效的工作，取得了实质性进展，促进了贵阳经济社会环境全面、协调、可持续发展。

一、建立工作机构，提供组织保障

循环经济生态城市建设是一项长期的工作，建立相应的公平高效的工作机构，是确保此项工作经常化、制度化的必要条件。目前，贵阳市已初步建立起了以市政府为中心，各部门分工负责的循环经济生态城市建设组织体系，为全力推进循环经济建设提供了组织保障。因此，贵阳市政府建立了以政府为中心、市循环经济办公室牵头、各部门分工负责的循环经济生态城市建设组织体系。2002年4月，市政府专门成立了贵阳市循环经济生态城市建设领导小组，由笔者来担任组长，并组建了工作机构——市循环经济生态城市建设领导小组办公室（简称市循环经济办公室）。之后，为了进一步加大循环经济生态城市建设的工作力度，加强协调，市政府决定将市循环经济办公室、省中日项目办公室、市利用外资环保项目办公室及金阳新区零排放系统项目办公室合并为一个办公室，合并后的办公室统称市循环经济办公室，并将市循环经济办公室调整到市政府办公厅。合并后的市循环经济办公室对内部机构进行了调整、分工，设置了5个部门，分别为：综合部、项目部、外联部、宣教部和招标监理部。并根据工作需要补充了部分专业人员。2004年5月，为更好地协调关系，根据实际需要，市政府又对循环经济办公室主任、副主任做出重大调整，由时任市长助理的黄秋斌同志兼任办公室主任，从环保局继续抽调许世国同志担任专职副主任，并从市政府办公厅、市发改委、市财政局、市经贸委、市城管局、市科技局、市农业局、市商务局选派一名领导来兼任副主任。政府这样做，就是希望能集中各方力量，确实稳步推进循环经济生态城市各项建设工作，这也从另外一个侧面反映了贵阳市对推进循环经济生态城市建设工作的重视和坚定的决心。

同时，市政府还聘请了孙鸿烈、刘鸿亮、唐孝炎、钱易、陆钟武、金鉴明、金涌、张懿、孙铁珩9位院士，陈吉宁、李有润、诸大建3位教授及原日本联合国大学副校长铃木基之先生等国外专家，成立了贵阳市循环经济生态城市建设顾问组，为贵阳市循环经济生态城市建设全过程提供咨询。

为配合贵阳市循环经济生态城市建设，贵阳市成立了“贵阳林城环保产业发展有限公司”，并拨出专款用于启动工作。

二、坚持合理规划，确保科学发展

建设循环经济生态城市，作为一种新的城市发展模式，对我们而言是一项崭新的工作，只有根据贵阳实际情况做好合理规划，才能确保可持续发展。自2002年起，贵阳市相继委托清华大学、中国环境科学研究院编制完成了《贵阳市循环经济生态城市建设总体规划》、《金阳新区零排放系统及第一批子项目建议书》、《贵阳磷化工生态工业园区规划》、《贵阳市循环经济首批试点项目方案》、《贵阳市开阳磷煤化工（国家）生态工业示范基地规划》，并把循环经济总体规划的内容纳入到“十一五规划”，要求“十一五规划”要全面体现循环经济理念。其中，《金阳新区零排放系统及第一批子项目建议书》已于2002年8月31日在贵阳通过由贵阳市人民政府组织的专家评审，并已结合循环经济生态城市建设总体规划修改完成。由清华大学承担编制的《贵阳市循环经济生态城市建设总体规划》于2003年8月31日在北京通过由国家环保总局和贵阳市人民政府共同组织的专家评审。专家组由5名院士和8名教授组成，国家环保总局局长解振华出席并亲自主持论证会。这也是我国第一部循环经济方面的城市规划，在规划中对贵阳市建设循环经济生态城市的目的、意义、指导思想，近、中、远期目标都做了科学的论证。2003年10月25日，《贵阳磷化工生态工业园区规划》在北京通过由贵阳市人民政府组织的专家评审；2003年12月27日至12月29日，《贵阳市循环经济首批试点项目方案》在贵阳通过由贵阳市人民政府组织的专家论证；2004年6月15日，《贵阳市开阳磷煤化工（国家）生态工业示范基地规划》在北京通过专家论证。这次论证会由国家环保总局组织，王玉庆副局长出席并做重要讲话。由4名院士、9名教授组成的专家组对开阳磷煤化工基地的示范意义给予了高度评价和充分肯定。这个规划在2004年12月初得到了国家环保总局的正式批复。通过各类“规划”、“实施方案”的研究和编制，为贵阳市循环经济生态城市建设提供了科学、合理的依据。

三、制定法规制度，构建保障体系

制度建设是建设循环经济生态城市的根本保障，法律的缺位会导致管理和监督无法可依。作为对传统经济发展模式、城市发展模式的突破和创新，以循环经济的模式建设生态城市是一种新理念，建设周期长，难度大，

涉及面广。为了保证建设的连续性,需要完善的立法规范政府、企业、公众等的行为,需要严格的执法来推动和实施。借鉴德国、日本等国外的经验,在取得循环经济和生态工业实践的基础上,必须加快制定必要的循环经济法规,通过法规对循环经济加以规范,做到有法可依,有章可循。另外,结合贵阳市的优势和特点,通过立法的方式,制定适合我国立法要求和符合贵阳实际需要的《建设循环经济生态城市条例》,将有助于贵阳市各级政府、企业和全社会了解推行循环经济的重要意义,明确各级政府及有关部门在推行循环经济方面的义务和职责,明确全社会推行循环经济的途径和方向,以法律的手段大力推广循环经济的发展模式,引导污染预防和可持续生产和消费。基于这个认识,贵阳市从2002年开始开展了循环经济制度支撑体系的建设工作。《循环经济定量考核制度实施办法》等六部循环经济方面的专门条例、实施办法和管理办法已经列入政府的五年立法规划。目前,“贵阳市循环经济生态城市建设法律法规构建体系研究”已经完成,在此基础上制定了我国第一部循环经济方面的地方性法规——《贵阳市建设循环经济生态城市条例》。该条例经2004年7月8日贵阳市第十一届人民代表大会常务委员会第十四次会议通过,2004年9月25日贵州省第十届人民代表大会常务委员会第十次会议批准,自2004年11月1日起施行。这部法规分总则、规划、实施、法律责任四章,共33条。它的顺利出台,已经引起全国上下的广泛关注。

四、抓好示范工作,推进项目建设

在建设循环经济生态城市过程中,贵阳市坚持以生态林建设、南明河三年变清综合整治工程以及其他试点项目为核心,以实施工程建设为载体,分层次、有重点、有步骤地推动开展项目建设。

实施生态林建设工程。2001年以来,结合国家退耕还林工程、天然林资源保护工程建设,治理水土流失,改善生态环境,推动农村经济结构调整,促进地方经济发展和农民增收,已完成退耕还林49万亩,天保工程造林18万亩。通过几十年的努力,我市已建成一条长70公里,宽1~7公里,总面积13.6万亩的第一环城林带。第一环城林带以林场、公园、风景点融为一体,树种多样、乔灌结合、林中有景、景中有林,是全国省会城市中独有的森林景观。在第一环城林带建设取得成效的基础上,从2002年起,按照三年打基础,五年见成效,新造林30万亩的目标,高起点、高质量再建一条长304公里、5~13公里、总面积达132万亩的第二环城林带。目前,第二环城林带按照政府引导、市场运作、公开招标的造林新机制,

已营造公益林 23 万亩，工程建设取得阶段性成果。在积极开展贵阳环城林带建设工作的同时，我市还开展了南明河沿岸绿化、中心区绿地扩建及新区环境绿化等建设工程，确保了全市每年绿地递增 30 万平方米以上，森林覆盖率达到 34.77%，城市绿地率 39.26%，已形成以环城林带为依托，风景林地为基础，干道绿化为骨架，公园、广场、河流、社区、庭院各种绿地相互交融，乔、灌、藤、花、草搭配有致，点、线、面、环协调发展的城市生态系统。先后被全国绿化委员会、建设部、国家林业局、国家旅游局评为全国绿化模范城市、中国优秀旅游城市、全国园林绿化先进城市、全国造林绿化先进单位。

实施南明河沿岸绿化建设工程。2002 年，贵阳市委、市政府决定举全市之力开展南明河环境综合整治工程，要让母亲河——南明河三年内“水变清、岸变绿、景变美。”同年 5 月，建立了以市环保局为主体的“南明河三年变清”专项工作责任制，把目标任务分解到处室、落实到个人；同时按市综合整治要求，于 7 月制定了《南明河三年变清水环境目标》，为该项工作确定了科学和实事求是的阶段性目标，切实指导综合整治工作的开展。在南明河流域隆昌河以上流域、松柏山水库以上流域和花溪水库上游区域实施生态建设和水土保持综合治理面积近 80 平方公里，使南明河上游流域水土流失和源头污染得到了有效遏制。同时全力以赴地对已确定影响南明河三年变清的 207 家污染源进行全面整顿治理，除关停、迁转外，全部做到达标排放。城市中心区沿河两岸实施了大规模的景观绿化建设，完成五眼桥至新桥沿岸、滨河帆影广场、人民广场二期、甲秀广场、冠州宾馆绿化带等景观整治工程，增加绿地面积近 20 万平方米。在多方努力下，南明河三年变清的工作任务如期完成。

加强基础设施建设。2003 年贵阳市的城市污水处理率达到 19.5%，城市气化率达 96.2%，城市生活垃圾无害化 46.97%，城市建成区绿化覆盖率达到 40.86%，城市环境保护投资指数达 2.16%。目前，已建成和开工建设了煤气二期工程、小河污水处理厂（一期）、高雁垃圾卫生填埋场，以及清镇、二桥、花溪、金阳污水处理厂等一系列环保基础设施，使城市环境建设达到一个前所未有的高度，通过城区河道综合整治，西郊、北郊水厂的建设极大地改善了市民生活环境条件，提高了预防自然灾害和治理污染的能力水平。

推进循环经济试点项目建设。循环经济的建设项目是循环经济生态城市建设的基础和载体。为此，贵阳市结合市情启动了一批循环经济试点项目（清洁生产项目和生态工业项目，包括 8 家循环经济试点单位和 4 家清洁

生产试点单位)，建立、完善循环经济生态城市首批支撑体系(28个项目，总投资约80.5亿元，已全部开始建设，部分项目已建设完成)，初步筛选、确定了包括生态农业、生态工业、旅游及服务业、基础设施、生态建设、支撑保障体系等六大类254个建设项目，这些项目总投资达479亿元，并按“边规划、边实施、边准备”的要求滚动实施，其中在建及已建项目90多个，总投资约159亿元；拟建及有意向的项目70多个，总投资约100亿元。目前，已经启动了贵阳市开阳磷煤化工(国家)生态工业示范基地、清镇循环经济煤化工示范基地、息烽循环经济磷复肥示范基地的建设工作。三大循环经济基地中，具体项目已经全面启动。其中，开阳基地目前已实施建设的项目共计15个，投资总额达到44.69亿元人民币，涵盖了磷化工、煤化工、氯碱化工、能源产业、副产品体系五方面；息烽磷复肥循环经济基地建设投资达25.69亿元人民币，涉及到25个重点项目。目前开始实施建设的项目共计16个，预计投资达231468.64万元人民币。清镇煤化工基地重点项目15个，总投资34亿元，目前已经完成6个亿的投入。

五、开展宣教活动，增强公众意识

公众参与是推动循环经济建设的强大动力。为了向公众普及循环经济生态城市建设的有关知识，贵阳市策划、组织了大量丰富多彩的宣传培训公关系列活动：①与新华社贵州分社合作，建设开通全国第一个循环经济专业网站——贵阳循环经济网(<http://www.gyce.cn>)，用网络技术手段普及循环经济知识，传递生态城市建设信息。②组建新闻宣传网络，加大新闻宣传工作力度。为作好贵阳市循环经济生态城市建设工作的宣传报道，与中央和省市十多家新闻单位建立了良好合作联系，共同组建了贵阳市循环经济生态城市建设宣传网络。③采用各种行之有效的方式，大力开展了各种宣传教育活动：编制印刷《贵阳市建设循环经济生态城市市民必读》小册子；举行“建设循环经济生态城市巡展活动”和“建设循环经济生态城市校园行活动”；征集循环经济标志；委托城调队进行“贵阳市循环经济生态城市建设公众意识调查”；向贵阳市直属中小学校发放“循环经济有关知识问卷”，在中小學生中普及循环经济知识；举办“循环经济在我心中——爱绿色、爱贵阳”主题征文活动、演讲比赛、百人百米书法绘画伞画及万人签名活动。④针对不同需求，举办各种形式的培训工作。近两年来，贵阳市陆续举办了多次有关循环经济、清洁生产等方面内容的知识讲座及学术报告，先后邀请金涌院士、钱易院士、陆钟武院士等国内一流专家和日本、德国等国外专家为贵阳市各级领导、市民、学生讲课。通过以上工作，引

导公众支持并积极参与循环经济建设，引导消费循环，基本达到“以循环经济行动培养循环经济意识，以循环经济意识指导循环经济行动”的目的。目前，根据城调队调查数据表明，92.89%的公众赞成以循环经济理念建设生态城市。

六、扩大对外联络，寻求广泛支持

贵阳市地处中国西部，目前正处于高速发展期，因此在资金技术方面需要得到国内外的大力支持。为此，贵阳市加大了对外联络力度。多渠道，多层次地加强了与中央有关部委、国内知名大专院校、国际机构和国外政府、国际组织的联系，以寻求各方大力支持。

在国内，注意加强与国家环保总局、国家发改委、国家财政部、国家科技部等联系，以求得到进一步的支持与帮助；进一步深入同清华大学、中国环境科学院等大学及科研机构开展在具体项目方面的合作。贵阳市已与清华大学建立了以环境保护为重点、以循环经济生态城市建设为突破口的紧密型市校全面合作关系；成立了贵阳市循环经济生态城市建设专家顾问团，聘请国内知名专家对我市的循环经济生态城市建设给予指导。

在国外，进一步加强与日本、德国、瑞典等政府和联合国环境规划署等国际组织的联系，以寻求国际合作与援助。希望通过国际上的交流，进一步增加与国外合作的空间和机会。与此同时，还加强了与日本国际协力银行、德国复兴信贷银行、世界银行、亚洲开发银行等国际金融组织机构的联系，以寻求资金支持。2003年8月，与中国环境与发展国际合作委员会联合举办了“循环经济国际（贵阳）研讨会”，来自联合国环境规划署、中国、美国、加拿大、日本、丹麦等十几个国家或组织的100多名专家学者出席了会议，引起了很大的反响。目前，贵阳市已对循环经济生态城市建设项目进行了筛选、归纳，共整理出重点项目15项，涉及到我市磷化工、煤化工及城市基础设施建设等方面的建设内容，总投资计262 143.65万元人民币。并已将此项目清单提供给德国复兴信贷银行。另外，目前已经争取到了联合国环境规划署（“可持续生产与消费政府能力建设”，10万美元）、欧盟（“循环经济政策支持”，50万欧元）、德国（“贵阳市循环经济中德合作项目”，20万欧元）的项目支持。

以上是贵阳市建设循环经济生态城市所取得的部分进展。应该看到的是，作为第一个在全市范围开展循环经济试点建设的城市，许多工作仍处于探索阶段，面临很多问题。循环经济理念作为一种新兴事物，还远远没有深入人心，尚未成为人们生活生产中的自觉行为。各级领导干部在思想

认识上还有一定差距，没有充分认识到发展循环经济是贵阳市实施“环境立市”战略，走新型工业化道路，实现跨越式发展的重要途径，是转变经济增长方式、重构经济增长模式的必然选择。市直职能部门、区（市县政府）还没有把循环经济生态城市建设工作真正纳入到重要议事日程，没有把发展循环经济作为一项重要任务来抓，还没有形成共同推进的局面。在项目推进上，缺少政策支持，尚未形成有效的多元化投资、市场化运作、企业化经营的新机制，项目实施难度大、进展慢。另外，尚未形成促进循环经济发展的科学技术支撑体系和法律制度保障体系，也制约了循环经济的发展。当然，以上存在的问题是前进中的问题，我们相信，在贵阳市委、市政府的重视和领导下，在相关部门和各单位共同协作努力下，贵阳市将紧紧抓住中央加大西部开发力度的机遇，不断完善发展循环经济生态城市的规划，全面推进循环经济项目实施，逐步建立起发展循环经济的机制和框架，构建新型的经济发展模式，把贵阳市建设成为一个城市布局合理、经济高效运行、环境优美舒适、生态健康协调、人民富裕安康的生态型中心城市，圆满完成试点建设任务。

附录一 贵阳市建设循环经济生态城市大事记

(截至 2004 年 12 月)

2000 年 3 月

——在北京向国家环保总局解振华局长汇报贵州省中日环境合作示范城市(贵阳)项目有关情况,提出了继续争取日本政府国际支持,建设生态城市的初步设想。

2000 年 5 月

——率领市友好代表团访问日本,拜访了日本外务省、环境厅、日本国际协力银行、日本国际协力事业团。考察了日本滕沢市实施零排放循环共生社会情况,初步明确了在贵阳建设循环型生态城市的意向。

2000 年 9 月

——“金阳新区零排放系统项目领导小组”成立,领导小组办公室设在市环保局,首先在金阳新区组织开展循环经济的零排放系统研究。

2001 年 3 月

——以日本国际协力银行河村悦孝专务理事为首的高层代表团来访并考察了金阳新区,与河村专务理事就金阳新区实施零排放循环共生社会达成一致意见。

2001 年 12 月

——市政府与北京国环清华环境工程设计研究院签署了“贵阳市金阳新区零排放系统项目技术服务委托书”和“技术服务合同书”。

2002 年 3 月

——在国家环保总局的支持下，市委、市政府作出了建设全国首个循环经济生态城市的重大决定，将“以循环经济模式构建生态城市”理念付诸实践。

——笔者访问清华大学，与清华大学常务副校长何建坤教授会晤，双方就开展市校全面合作事宜进行了商谈。何校长表示，将全力支持贵阳市的循环经济生态城市建设。

2002 年 4 月

——中日韩三国环境部长会议在汉城举行。国家环保总局解振华局长在会上将贵阳市循环经济生态城市建设工作推荐为国际合作项目，并写入会议公报。

——市政府成立“贵阳市循环经济生态城市建设领导小组”，笔者任组长，李忠副市长任办公室主任，办公室设在市环保局。

——为配合循环经济生态城市建设，“贵阳林城环保产业发展有限公司”成立。

——清华大学代表团在何建坤常务副校长率领下访问贵阳，并与贵阳市签署包括市校全面合作协议、市循环经济生态城市建设总体规划大纲在内的 19 项协议。以此为契机，贵阳市与清华大学建立了以环保项目为突破口、以循环经济生态城市建设为核心的全面合作关系。

2002 年 5 月

——为加强循环经济生态城市建设的领导力量，市政府调整市长分工，宫喜祥副市长专门负责循环经济建设相关工作。

——国家环保总局批准确认贵阳市为我国首个循环经济生态城市建设试点城市。

2002 年 7 月

——正式委托清华大学编制《贵阳市循环经济生态城市建设总体规划》。笔者和何建坤常务副校长代表双方在协议上签字。

——国家环保总局王心芳副局长率团来贵阳市视察工作。笔者就贵阳市循环经济生态城市建设试点工作进展情况作了专门汇报。王心芳副局长对贵阳市循环经济生态城市试点工作给予了高度评价。

——清华大学派出科技开发部副主任黄秋斌同志到贵阳市挂职，任市政府副秘书长，具体负责循环经济建设 and 市校合作有关事宜。

2002 年 8 月

——《人民日报》“经济周刊”头版“观点”栏目发表了笔者撰写的题为

《以循环经济模式构建生态城市》的署名文章。有关专家指出这篇文章的发表，确立了贵阳市作为循环经济生态城市建设理论提出者和实践者的地位。

——“金阳新区零排放系统总体项目建议书及第一批子项目建议书评审会”在贵阳市召开。

——日本环境省官员小柳先生与日本国际协力事业团官员今井先生率团来访，并就循环经济生态城市建设有关问题进行探讨沟通。

2002年9月

——市政府讨论通过“推进循环经济生态城市建设工作思路及安排意见”，并决定将市循环经济办公室从市环保局调整到市政府办公厅。

2002年10月

——国家环保总局解振华局长就贵阳市循环经济生态城市建设试点工作作出重要批示。解局长要求贵阳市“从实际出发，做好规划，抓出成效，抓出经济效益和环境效益”。并要求国家环保总局相关单位要把贵阳市作为重点，加强指导和支持。

——江泽民同志在10月16日举行的全球环境基金第二届成员国大会开幕式上，发表题为《采取积极行动，共创美好家园》的讲话，提出了“只有走以最有效利用资源和保护环境为基础的循环经济之路，可持续发展才能得到实现”的论断，在中国首次将循环经济建设提高到国家层次。

——循环经济生态城市建设首批试点单位确定，包括：金阳新区（区域循环经济试点）、贵州水晶有机化工集团有限公司、贵州国华天成磷业有限公司、贵阳好安逸食品有限公司（企业循环经济试点）；山水黔城小区（住宅小区循环经济试点）；乌当区永乐乡、清镇市红枫湖乡（包括红枫湖风景区）（农业旅游区循环经济试点）；北京华联（贵阳）综合超市有限公司（消费行业循环经济试点）。

——由清华大学项目组编写的“贵阳市循环经济生态城市建设总体规划大纲”在北京通过评审。

2002年11月

——日本驻华使馆公使目贺田先生来访，双方就循环经济生态城市建设有关事宜进行商谈。

——笔者向全国人大、省人大、市人大三级人大环资委汇报了建设循环经济生态城市的进展情况。全国人大常委、民革中央副主席胡敏，贵州省人大常委会副主任王淑森，市人大常委会副主任卢胜伟等有关方面领导出席了汇报会。

2002 年 12 月

——为加大项目工作力度，贵阳市开始构建“循环经济生态城市建设项目支撑体系”，首批 28 个项目纳入该体系。并与清华大学和其他国内外科研机构开展了项目和技术对接工作。

——市政府与中国环境科学研究院签署“贵阳市循环经济生态城市建设首批试点项目实施方案制定和贵阳市循环经济生态城市建设法律法规构建体系研究(含贵阳市发展循环经济生态城市条例起草)”协议。

——市循环经济生态城市建设系列宣传、教育、培训活动正式启动。

2003 年 1 月

——中国工程院院士、清华大学教授金涌院士一行四人抵筑，为“循环经济生态城市建设宣传教育系列讲座”开讲，并对磷、煤化工产业进行考察。

——启动贵阳磷化工生态工业园区规划编制工作，委托清华大学编制该规划，并在规划完成后向国家环保总局申报国家级生态工业园区。

2003 年 2 月

——中国环境与发展国际合作委员会循环经济与清洁能源课题组专家在中国工程院院士、清华大学教授钱易，中国工程院院士、东北大学教授陆钟武等率领下来筑考察，并为第二期“循环经济生态城市建设宣传教育系列讲座”讲课。

2003 年 3 月

——中央环境人口资源工作座谈会在北京召开，胡锦涛总书记发表重要讲话，提出“要加快转变经济增长方式，将循环经济的发展理念贯穿到区域经济发展、城乡建设和产品生产中去，使资源得到最有效的利用”。

——完成贵阳市循环经济形象识别系统方案。

2003 年 4 月

——笔者在北京向解局长再次专题汇报了贵阳市环境保护、中日环保示范城市项目、循环经济生态城市建设以及磷化工生态工业园区等情况。解局长对贵阳市环保事业发展和循环经济建设工作给予充分肯定，并表示国家环保总局将大力支持贵阳市循环经济生态城市的建设。

2003 年 5 月

——“爱绿色，爱贵阳——循环经济在我心中”系列活动开始启动。

——市循环经济办公室编制完成了向日本、德国等国家和亚行等国际金融组织寻求国际合作的基本构想材料，并与日本驻华大使馆、日本国际协力事业团和日中经济协会等进行了交流。

2003 年 6 月

- 循环经济生态城市建设首批试点单位授牌。
- 市循环经济办公室与十余家新闻单位共同组建了循环经济生态城市建设新闻宣传网络。

2003 年 7 月

- “循环经济中日合作法规建设研修班（第一期）”开课。
- 国家环保总局王玉庆副局长一行来黔调研，并专门听取循环经济生态城市试点工作情况汇报。

2003 年 8 月

- “中日技术合作日本循环经济政策与日本企业循环经济型环境管理高级研讨会”举行。
- 由市政府与新华社贵州分社联合制作的贵阳循环经济专业网站 (<http://www.gyce.cn>) 正式开通。
- 中国环境与发展国际合作委员会与市政府联合举办“贵阳循环经济国际研讨会”，笔者在会上作题为“以循环经济的模式建设生态城市”的学术报告。

——国家环保总局和市政府在北京联合召开“贵阳市循环经济生态城市建设总体规划评审会”。国家环保总局局长解振华、清华大学常务副校长何建坤、贵州省政府副省长禄智明等领导出席。评审专家组由包括 6 名院士、9 名教授组成。经过一天的认真评审，该总体规划顺利通过。

——“贵阳市循环经济生态城市建设专家顾问聘请仪式”在北京举行，笔者代表市政府向孙鸿烈、刘鸿亮、唐孝炎、钱易、陆钟武、金鉴明、金涌、张懿、孙铁珩九名院士和陈吉宁、李有润、诸大建三名教授颁发了顾问证书。

2003 年 9 月

- 由国家环保总局与德国环境部主办的循环经济国际研讨会在德国举行，贵阳市应邀在会上作主题发言。
- 完成循环经济项目库建设工作。
- 市循环经济考察团赴辽宁、山东、上海等地学习、考察。
- 天津市政府循环经济考察团到贵阳调研。
- 贵阳市循环经济建设利用日本技术、资金合作座谈会在北京召开。

2003 年 10 月

- 国家发改委召开“推动循环经济发展座谈会”，贵阳市应邀出席。
- 德国生态建设专家盖尔德·威尔来筑执行贵州省外专局“推进循

环经济，构建贵阳生态城市”项目。

——CCTV 国际频道“让世界了解你”贵阳专辑在北京录制。笔者与美国明尼阿波利斯市市长就可持续发展、循环经济生态城市建设等话题进行了交流。

——“贵阳市磷化工生态工业园区规划”在北京通过专家评审。

——“贵阳市循环经济建设煤化工基地十年规划”在北京通过专家论证。

2003 年 11 月

——由日本循环经济建设专家、联合国大学原副校长铃木基之带领的日中科学技术协会代表团到贵阳进行访问和考察。

——“中国循环经济发展论坛”在上海举行。黄秋斌市长助理代表贵阳市政府在会上作了题为“以循环经济模式构建生态城市”的主题发言。

2003 年 12 月

——山东枣庄市循环经济考察组到贵阳调研。

——“贵阳循环经济首批试点项目方案”在贵阳通过专家论证。

2004 年 1 月

——《人民日报》刊登了题为“建设循环经济，寻找后发优势”的贵阳市市长专访。

——笔者在北京与联合国环境规划署环境事务官员赵巍女士就双方首个合作项目“贵阳—UNEP 可持续生产与消费地方政府能力建设试点项目”进行会谈。

2004 年 2 月

——市循环经济办公室推出总投资 23 亿元人民币的 30 个循环经济项目，作为招商引资重点项目。

——“贵阳—UNEP 可持续生产与消费地方政府能力建设试点项目”全面启动。

2004 年 3 月

——笔者与陈坚、赵英民、胡祖才三位副市长到开阳调研，并就建设开阳循环经济磷煤化工示范基地问题做出决策。

——辽宁省循环经济考察团到贵阳市调研。

——正式委托清华大学编制“贵阳市开阳磷煤化工生态工业示范基地规划”。

——“贵阳市循环经济生态城市建设总体规划”及“贵阳市建设循环经济生态城市条例（草案）”通过市政府常务会议和市委常委会审议。

——联合国环境规划署项目官员到贵阳考察。

2004 年 4 月

——“贵阳—UNEP 项目”清洁生产示范培训会在贵阳举行。

——清镇市编制完成了“贵阳市循环经济清镇煤化工示范基地建设项目建议书”。

——“‘十一五’贵阳市循环经济生态城市建设研究”调研课题立项。

——贵阳市赴福建(厦门、泉州)举行招商会,会上推出了循环经济招商项目共计六大类 30 项,总投资约 30.6 亿元。

——“2004 国际生态城市建设和发展经验交流大会”在扬州召开,贵阳市应邀出席并做主题发言。

2004 年 5 月

——由国家环保总局、贵阳市政府、联合国大学联合主办的“中日零排放研讨会”在贵阳举行。

——安徽省淮北市政府到贵阳市考察循环经济生态城市建设工作。

——国际合作项目“贵阳市循环经济中德合作项目——废旧资源管理战略及重点项目实施计划”开始实施。

——贵阳市循环经济立法考察组赴外地考察。

2004 年 6 月

——“贵阳市开阳磷煤化工(国家)生态工业示范基地规划”在北京通过论证。国家环保总局副局长王玉庆出席会议。

——国家发改委经济体制与管理研究所到贵阳专题调研循环经济生态城市建设情况。

——“贵阳—UNEP 项目”子课题:清洁生产示范项目实施方案通过论证。

2004 年 7 月

——由清华大学 15 名博士生组成的“循环经济零距离”暑期专业实践贵阳支队抵筑。在筑期间,实践队以循环经济为主题开展各项调研及实践活动。

——“国家环保总局推进循环经济试点经验交流会”在天津举行,贵阳市应邀做了重点发言。

——“贵阳—UNEP 项目”中期会议在筑召开。

——中国社会科学院原副院长、中国生态经济学会会长滕藤教授来筑考察和调研。笔者与滕藤教授就贵阳市建设循环经济生态城市进行交流与沟通。

2004 年 8 月

——石秀诗省长率省直有关部门领导，在省委常委、市委书记王晓东，市长孙国强、副市长赵英民的陪同下，在一周内先后到开阳和清镇对循环经济进行两次专项调研。

——“建设循环经济，实现科学发展——建设循环经济生态城市巡展”活动正式启动。活动历经 4 个月，10 多万人参加。

——成都市发展循环经济课题组来贵阳市专题调研。

——贵阳市委七届十二次全会举行。会议提出，要以发展循环经济这一主题统揽生态环境建设，加强环境保护和生态建设，把贵阳打造成为最适宜人类生活居住的城市。

2004 年 9 月

——中央电视台、人民日报等 11 家中央媒体对贵阳市循环经济生态城市建设的有关情况进行专题采访。之后，在 CCTV 新闻联播、人民日报等主流媒体上对贵阳市循环经济生态城市建设的实践和思考进行了深入报道。

——9 月 24 日，《贵阳市建设循环经济生态城市条例》通过贵州省第十届人民代表大会常务委员会第十次会议的审议。

2004 年 10 月

——山西省介休市考察团一行 29 人前来贵阳市考察循环经济生态城市建设工作。

——联合国环境规划署 (UNEP) 巴黎办事处主任莫尼卡·百步女士，项目官员赵薇前来贵阳考察贵阳—UNEP 项目和循环经济生态城市建设的进展情况。不久，联合国环境规划署正式确认贵阳市为 UNEP 在全球唯一的循环经济试点城市。

2004 年 11 月

——11 月 1 日，《贵阳市建设循环经济生态城市条例》正式颁布实施。

——贵阳—UNEP 项目终期会议在贵阳召开。

——应国家建设部市长培训中心邀请，笔者在北京为市长班学员做题为“循环经济与城市可持续发展”的专题报告。

——11 月 15 日到 11 月 16 日，第八届 UNEP 可持续消费与生产国际高层研讨会墨西哥蒙特利里举行。来自 60 多个国家的 200 多名专家参加这次会议。贵阳市的代表在会上做了主题发言。贵阳循环经济的推进工作得到了联合国副秘书长、UNEP 执行总裁克劳斯·托夫博士的肯定，并在他的开幕发言中给予表扬。

——山西省晋中市来筑考察循环经济生态城市建设情况。

——《贵阳市开阳磷矿区地质灾害综合防治方案报告书》通过专家论证。

——新华社《动态清样》、《瞭望新闻周刊》、《聚焦中国》等媒体陆续刊发新华社贵州分社社长刘子富、记者徐波采写的《贵阳：发展循环经济，探路敢为人先——我国首个循环经济生态城市试点调查报告之一》（系列文章，共六篇），在国内外引起了广泛反响。

2004 年 12 月

——国家环境保护总局复函同意贵阳市创建开阳磷煤化工（国家）生态工业示范基地。

——《人民日报》12 月 18 日在头版头条位置刊发《贵阳：循环经济营造生态城市》。

——市政府拨款 1 亿元，重点支持三大循环经济基地建设。

附录二 贵阳市建设循环经济生态城市条例

(2004 年 7 月 8 日贵阳市第十一届人民代表大会常务委员会第十四次会议通过，2004 年 9 月 24 日贵州省第十届人民代表大会常务委员会第十次会议批准，2004 年 9 月 29 日公布，自 2004 年 11 月 1 日起施行)

第一章 总 则

第一条 为了提高资源利用效率，减少资源、能源消耗和污染物、废物的产生，推进新型工业化，保障生态城市建设，促进经济和社会全面、协调、可持续发展，根据本市的具体情况和实际需要，制定本条例。

第二条 建设循环经济生态城市，必须树立科学的发展观，坚持科技进步的方针，实行因地制宜、统筹规划、示范引导、分步实施、以人为本、环境优先的原则。

本条例所称的循环经济，是指最合理、有效利用资源和保护环境，以“减量、再用、循环”为原则组织经济活动的经济发展模式。

本条例所称的生态城市，是指社会、经济、文化与自然和谐的复合生

态系统型城市。

第三条 本市行政区域内从事生产、服务、消费活动的单位和个人以及相关管理部门，必须遵守本条例。

第四条 市人民政府统一领导全市建设循环经济生态城市的工作，履行下列职责：

(一) 组织编制、实施建设循环经济生态城市总体规划、生态园区规划；

(二) 确定示范项目，推动示范区、生态园区、生态村镇和生态社区建设；

(三) 制定环境、经济、生态等评价指标；

(四) 制定优惠政策，建立激励机制；

(五) 建立并实施考核、保障制度；

(六) 明确有关行政管理部门的职责和权限，协调各部门的工作；

(七) 开展宣传教育、普及科普知识活动，动员公众参与；

(八) 收集、整理、发布信息，定期向社会发布建设情况报告；

(九) 组织、协调、促进国际合作与交流。

县级人民政府负责组织本行政区域内循环经济生态城市的建设工作。

相关行政管理部门按照各自职责，负责实施循环经济生态城市的建设工作。

第五条 社会团体、企事业单位、基层群众性自治组织，应当发挥各自优势，采取多种形式，广泛开展建设循环经济生态城市的活动。

第二章 规划

第六条 市人民政府编制建设循环经济生态城市总体规划应当遵循以下原则：

(一) 统筹兼顾、循序渐进；

(二) 突出重点、量力而行；

(三) 建设与保护并重；

(四) 与发挥本市的资源优势，完善城市基础设施相结合。

第七条 编制建设循环经济生态城市总体规划，应当与国民经济和社会发展规划、城市总体规划、环境保护规划和土地利用总体规划保持一致性和整体性。

国民经济和社会发展规划、城市总体规划、环境保护规划和土地利用

总体规划的编制、调整，应当体现建设循环经济生态城市的原则。

第八条 建设循环经济生态城市总体规划应当包括：

- (一) 总体目标；
- (二) 产业、城市基础设施、城市生态建设等分类规划；
- (三) 重点发展领域和优先项目；
- (四) 配套措施和支撑体系。

第九条 建设循环经济生态城市总体目标分为近期、中期、远期目标。

近期目标应当解决影响建设循环经济生态城市突出问题，启动高起点、高效益和见效快的示范项目。

中期目标应当完成建设循环经济产业、生态保障、人力资源开发、制度建设和基础设施建设。

远期目标应当实现以循环经济为主导的经济体系，建成生态良好、布局合理、人与自然和谐的循环经济生态城市。

目标的实现应当规定期限。

第十条 建设循环经济生态城市总体规划由市人民政府提交市人大常委会审议通过，其主要内容应当向社会公布。

第十一条 建设循环经济生态城市总体规划通过后必须实施，不得擅自改变。确需调整的，应当由市人民政府提交市人大常委会审议通过。

第三章 实施

第十二条 县级以上人民政府应当将循环经济生态城市的建设工作纳入国民经济和社会发展规划，根据建设循环经济生态城市总体规划，制定计划。

第十三条 鼓励和支持开展有关循环经济的科学研究、技术开发和国际合作，推广和应用循环经济的先进技术和先进成果。

提倡、鼓励境内外组织和个人，参与循环经济生态城市的建设。

第十四条 根据规划需要实施的项目，确定前应当采取论证、听证等形式广泛征求意见。

按照建设循环经济生态城市总体规划确定的项目，有关单位应当按照批准的方案组织实施。

第十五条 新建的开发区、工业区必须按照生态园区的要求进行整体规划。

原有的开发区、工业区应当结合产业结构调整，优先安排建设循环经

济生态城市项目，逐步建设成为生态工业园区。

入园企业必须符合生态园区规划。

第十六条 县级以上人民政府应当按照环境、经济、生态等评价指标，定期组织对规划实施情况进行评估。

评估结果应当向社会公布。

第十七条 县级以上人民政府应当结合农业经济结构调整，优先发展农业无公害产品、绿色产品和有机产品，并建设相应的基地，建立农业废物循环利用体系和农村清洁能源供应和保障体系。

第十八条 生产、销售被列入强制回收目录的产品和包装物，企业应当按照规定回收再用。

没有列入强制回收目录的，企业在技术、经济许可的范围内，应当按照下列规定开展利用与处理：

- (一) 可以全部或者部分再利用的，必须再利用；
- (二) 可以再生利用的，必须进行再生利用；
- (三) 可以热回收的，必须进行热回收；
- (四) 不能利用的，必须进行符合环保要求的处理。

第十九条 禁止新建下列项目：

- (一) 不符合产业发展规划的；
- (二) 浪费资源、能源的；
- (三) 破坏生态、污染环境的；
- (四) 国家明令禁止的其他项目。

第二十条 禁止改建、扩建下列项目：

- (一) 未采用清洁生产措施进行技术改造的；
- (二) 未进行环境影响评价和对原料使用、资源消耗、资源循环利用及污染物产生与处置等进行分析论证的；
- (三) 未达到合理用能标准和节能设计规范要求。

第二十一条 新建和改建、扩建项目，应当优先选用能提高资源使用效率，无污染或少污染的技术、工艺和设备；优先选用经过生态设计或通过环境标志认证的产品，以及经过清洁生产审核或者通过环境管理体系认证的企业的产品。

第二十二条 企业在生产全过程中应当采取以下有利于循环经济的措施：

- (一) 企业内部推行清洁生产，对容易造成较大环境污染的原材料或能源，限期更换可替代的原材料或能源；

(二) 优先采用可利用的废物,提高资源利用率和副产品及废物综合利用率;

(三) 对产品采用易回收利用、易处置或者在环境中易降解的包装,减少包装材料的过度使用和包装性废物的产生。

鼓励企业之间进行产业整合和物质能量优化集成,延长产业链并形成生态工业链条。

第二十三条 磷、铝、煤等矿产资源的勘察、开采,应当遵循“有序开发、开发与保护并重”的原则,最大限度地降低对生态环境的污染和破坏。

磷、铝、煤等大型企业集团应尽可能实现物质和能源的梯级利用,降低资源和能源消耗,减少污染物、废物数量。

第二十四条 鼓励、支持建立垃圾分类制度。各级人民政府应当完善垃圾分类回收、处理设施,采取措施提高垃圾无害化处理率和资源再生利用率。

第二十五条 各级人民政府应当采取措施鼓励绿色消费,积极培育绿色市场体系,大力推进绿色采购和社会可持续消费,提倡和促进适度消费。

实行财政拨款的行政机关、事业单位应当优先采购节能、节水、再生利用产品。

新建项目、新增城市公共设施,应当使用节能、节水的产品。

鼓励、引导其他单位以及个人使用节能、节水、再生利用的产品。

第二十六条 各级人民政府应当逐年加大建设循环经济生态城市的投入,采取扶持措施,促进生产、消费观念、行为向循环经济模式转变。

各类城市经济发展专项资金的有关部分,应当安排适当比例用于建设循环经济生态城市总体规划确定的项目。

征收的排污费,应当在规定的使用范围内,优先用于循环经济生态城市的示范项目。

第二十七条 对实施循环经济生态城市建设成绩突出的单位和个人,由县级以上人民政府予以表彰奖励。

第二十八条 县级以上人民政府应当通过政府工作报告或者专项报告,每年向同级人民代表大会及其常务委员会报告循环经济生态城市建设总体规划的实施情况。

第四章 法律责任

第二十九条 行政管理机关有下列行为之一的,对主要负责人和直接

责任人依法给予行政处分：

- (一) 擅自改变建设循环经济生态城市总体规划的；
- (二) 不按规定对规划实施评估、公布结果的；
- (三) 不按规定对实施项目进行论证、听证的；
- (四) 决定不符合规定的企业进入生态园区的；
- (五) 违反规定批准新建、扩建、改建项目的；
- (六) 不按规定采购节能、节水、再生利用产品的。

第三十条 违反本条例第十四条第二款规定的，由城市规划行政管理部门责令限期建设；逾期未建设的，处1万元以上5万元以下罚款。

第三十一条 违反本条例第十八条第(一)、(二)、(三)项规定之一的，由经济贸易行政管理部门责令限期改正；逾期不改的，处1万元以上5万元以下罚款。违反第(四)项规定的，由环境保护行政管理部门责令限期改正；逾期不改的，处1万元以上5万元以下罚款。

第三十二条 违反本条例第十九条、第二十条、第二十一条规定的，由有关行政管理部门责令停止生产，处1万元以上10万元以下罚款，法律、法规有规定的从其规定。

第三十三条 违反本条例第二十五条第三款规定，不使用节能产品的，由经济贸易行政管理部门责令限期改正，逾期不改的，处1万元以上10万元以下罚款；不使用节水产品的，由节水行政管理部门责令限期改正；逾期不改的，处1万元以上10万元以下罚款。

参考文献

- 1 毛如柏,冯之浚主编.论循环经济.经济科学出版社,2003
- 2 冯之浚主编.循环经济导论.人民出版社,2004
- 3 季昆森著.循环经济原理与应用.安徽科学技术出版社,2004
- 4 吴季松著.循环经济.北京出版社,2003
- 5 黄光宇,陈勇著.生态城市理论与规划设计方法.科学出版社,2002
- 6 张昆民等编著.生态城市评估与指标体系.化学工业出版社,2003
- 7 邓南圣,吴峰主编.工业生态学——理论与应用.化学工业出版社,2001
- 8 马传栋著.城市生态经济学.经济日报出版社,1989
- 9 马传栋著.可持续发展经济学.山东人民出版社,2002
- 10 金涌等主编.生态工业:原理与应用.清华大学出版社,2003
- 11 黄秋斌著.将可持续发展进行到底——解读贵阳循环经济型生态城市建设.贵阳日报,2003-11-13
- 12 张坤主编.循环经济理论与实践.中国环境科学出版社,2003
- 13 中国循环经济发展论坛组委会编.中国循环经济发展论坛2004年会资料汇编
- 14 中国科学院可持续发展研究组编.1999中国可持续发展战略报告.科学出版社,1999
- 15 中国科学院可持续发展研究组编.2000中国可持续发展战略报告.科学出版社,2000
- 16 中国科学院可持续发展研究组编.2001中国可持续发展战略报告.科学出版社,2001
- 17 中国科学院可持续发展研究组编.2002中国可持续发展战略报告.科学出版社,2002
- 18 中国科学院可持续发展研究组编.2003中国可持续发展战略报告.科学出版社,2003
- 19 张坤民主编.可持续发展论.中国环境科学出版社,1997

-
- 20 周光召, 牛文元主编. 中国可持续发展战略领导干部读本. 西苑出版社, 2000
 - 21 [美] 理查德·瑞吉斯特著. 王如松, 胡聃译. 生态城市——建设与自然平衡的
人居环境. 社会科学文献出版社, 2002
 - 22 [美] 霍尔姆斯·罗尔斯顿著. 杨通进译. 环境伦理学. 中国社会科学出版社,
2000
 - 23 中国市长协会, 中国城市发展报告编辑委员会编. 中国城市发展报告 (2001 ~
2002). 西苑出版社, 2003
 - 24 何传启著. 东方复兴: 现代化的三条道路. 商务印书馆, 2003
 - 25 付崇兰等主编. 生态城市论. 中国社科出版社, 2002
 - 26 国家发展与改革委员会编. 部分国家发展循环经济的做法和经验. 2004
 - 27 蔡守秋. 建设生态区的法制保障. 河南省政法管理干部学院学报, 2003 第 1
期, 第 2 期
 - 28 国家环保总局编. 循环经济与生态工业规划汇编. 环境科学出版社, 2004
 - 29 [美] 蕾切尔·卡逊著. 寂静的春天. 科学出版社, 1997
 - 30 [美] 巴里·康芒纳著. 封闭的循环——自然·人和技术. 科学出版社, 1997
 - 31 [美] 丹尼斯·米都斯等著. 增长的极限——罗马俱乐部关于人类困境的报告.
商务印书馆, 1984
 - 32 [美] 芭芭拉·沃德, 勒内·杜博斯著. 只有一个地球——对一个小行星的
关怀和维护. 石油化学工业出版社, 1976
 - 33 徐刚著. 伐木者, 醒来. 环境科学出版社, 1997
 - 34 刘宗超著. 生态文明与中国可持续发展走向. 中国科学技术出版社, 1997
 - 35 叶文虎编著. 可持续发展理论与实践. 中央编译出版社, 1997
 - 36 [瑞典] Thomas Andersson 等著. 环境与贸易: 生态、经济、体制和政策. 清华
大学出版社, 1998
 - 37 蔡舫等著. 可持续发展战略: 更新观念与政策调整. 中共中央党校出版社,
1998
 - 38 郑易生等著. 深度忧患: 当今中国的可持续发展问题. 今日中国出版社, 1998
 - 39 牛文元著. 可持续发展理论的系统解析. 湖北科技出版社, 1998
 - 40 王进著. 我们只有一个地球: 关于生态问题的哲学. 中国青年出版社, 1999
 - 41 颜锋等著. 奏响绿色的乐章——人与自然. 北京教育出版社, 1999
 - 42 [瑞士] 埃尔克曼著. 工业生态学: 怎样实施超工业化社会的可持续发展. 经济
日报出版社, 1999
 - 43 [巴西] 何塞·卢岑贝格著. 自然不可改良——经济全球化与环保科学. 三联书
店, 1999

后 记

掩卷歇笔，思绪万千。经过几年的学习、研究和实际运作，我对情有独钟的循环经济有了一些认识和体会。尤其是 2003 年在中央党校学习期间，我陆续写了一些文章，介绍循环经济和生态城市，并以此为题作为毕业论文，专家和导师在对论文做出肯定的同时，希望我能写本书总结提高。我答应了下来，从 2004 年春天开始动笔，边写，边学，边干，一年过去了，于是有了这本《循环经济的新范式：循环经济生态城市的理论与实践》。搁笔的这一刻，我有一种难得的轻松感，但同时又惴惴不安。应当说，写这本书已经超出我的能力。由于循环经济涉及的学科众多，加上时间紧，收集资料有限，又囿于自身的知识背景、水平与见识，书中的疏漏与不妥之处在所难免，恳请大家批评指正。

这本书的写作得到了清华大学出版社、贵阳市科技局、贵阳市循环经济办公室的大力支持和许多同志的鼓励与其帮助。在此，我要真诚地感谢国家环保总局解振华局长，王玉庆、汪纪戎副局长，清华大学常务副校长何建坤教授等各位领导；感谢清华大学钱易院士、金涌院士，清华大学环境科学与工程系主任陈吉宁教授，北京大学唐孝炎院士；感谢清华大学贵阳市循环经济生态城市总体规划课题组的专家和教授们；感谢中国环境科学研究院的领导和专家们；感谢黄秋斌同志所做的大量工作；感谢其他同事所做的努力和贡献；感谢清华大学出版社马庆洲博士和他的同仁。没有这些同志的鼓励和帮助，完成这本书是遥不可及的事。

当然，我还要感谢我的爱人周马利和女儿孙婧元，正因为有了她们的理解和支持，这本书才得以及早问世。

最后要说明的是，这本书并不是纯粹意义上的理论阐述。目前，贵阳市正在一步一步地把它变为现实。

孙国强

2005 年 2 月 1 日于贵阳