



城市循环经济发展 系统方法、共性技术与应用实践

温宗国 等/著

中国环境出版社

城市循环经济发展： 系统方法、共性技术与应用实践

温宗国 李金惠 金宜英 吴 静 著
史 琳 聂永丰 张天柱 莫虹频

中国环境出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

城市循环经济发展:系统方法、共性技术与应用实践/温宗国等著.-北京:中国环境出版社,2015.5

ISBN 978-7-5111-2322-0

I. ①城… II. ①温… III. ①城市经济—自然资源—资源利用—研究 IV. ①F290

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第063531号

出版人 王新程
责任编辑 周煜
责任校对 尹芳
封面设计 彭杉

出版发行 中国环境出版社
(100062 北京市东城区广渠门内大街16号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2015年10月第1版
印 次 2015年10月第1次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 26.5
字 数 490千字
定 价 98.00元

【版权所有。未经许可,请勿翻印、转载,违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题,请寄回本社更换

前言

改革开放 30 多年以来,随着中国经济持续高速发展,发达国家上百年工业化进程中出现的环境问题在我国集中呈现。从资源环境约束看,过去能源资源和生态环境空间相对较大,现在环境承载能力已经达到或接近上限,必须顺应人民群众对良好生态环境的期待,推动形成绿色低碳循环发展新方式。党的十八大提出大力推进生态文明建设,把“资源循环利用体系初步建立”作为全面建成小康社会的目标之一。同时,要求“更多依靠节约资源和循环经济推动”来“加快转变经济发展方式”。“发展循环经济,促进生产、流通、消费过程的减量化、再利用、资源化”,已成为我国推进生态文明,建设美丽中国的重大战略与基本途径。

城市作为我国经济发展和人口聚集的主要区域,也是循环经济发展的关键所在。城市作为典型的区域代谢主体,既有宏观层面的区域物质流动和代谢,又有微观层面的企业清洁生产、再生资源回收利用,是循环经济发展最具活力也是最为复杂的对象。发展城市循环经济是一项系统工程,需要科技进步和创新作为内在支撑。一方面,需要宏观层面的规划分析技术,实现对区域物质的代谢分析、规划设计和优化重构;另一方面,需要具体的清洁生产和资源循环利用技术,支撑城市各个主体的循环经济发展;此外,还需要完善制定配套的政策支撑体系。

本书在总结国内外城市循环经济发展经验的基础上,系统梳理了支撑城市循环经济发展的关键技术和政策体系,重点介绍了城市循环经济共性技术在苏州市的应用示范情况。本书包括以下内容:第 1 章梳理了国内外城市循环经济的探索实践,重点阐述了我国城市循环经济的内涵和意义;第 2 章提出了城市循环经济共性技术的总体思路 and 关键组成,介绍了以苏州为例的城市循环经济实践概况;第 3 章建立了城市循环经济的系统化技术,从宏观层面上研发了城市循环经济发展的规划方法、物质流分析方法和基于 GIS 的空间分析工具等;第 4 章阐述了微观层面上典型行业的企业清洁生产技术和中观层面上的水能组团技术;第 5、6 章针对区域的废物流通及再生资源回收利用的问题,阐述了再生资源回收体系的构建技术和区域废物交易平台技术;第 7-10 章围绕典型城市废物的资源化技术,分别论述了电子废物、餐厨

垃圾、废轮胎和焚烧飞灰的资源化利用技术，为构建相应的城市资源循环利用产业链条提供了技术支撑；第 11 章围绕规范化的政策支撑技术，以苏州为例提炼了城市循环经济发展的政策保障与管理措施。

本书主要以“十一五”国家科技支撑计划课题《苏州城市循环经济发展共性技术开发和示范研究》(2006BAC02A18)的研究成果为基础，在课题负责人陈吉宁教授的指导下，由温宗国、李金惠、金宜英、吴静、史琳、聂永丰、张天柱、莫虹频等课题组核心成员共同完成。该课题由清华大学牵头承担，联合了南京大学、苏州科技学院，并依托中胶资源再生(苏州)有限公司、苏州市洁净废植物油回收有限公司、华新金猫(苏州)有限公司、苏州伟翔电子废弃物处理技术有限公司、江苏仕德伟网络科技有限公司、江苏恒力集团有限公司、昆山建邦环境投资公司等多家企业共同实施。课题研究自 2006 年启动，得到了科技部社发司的精心指导，以及苏州市政府与科技局、经贸委、环保局、苏州高新区等有关部门和单位的大力支持，于 2010 年全面完成了技术研发工作和示范工程建设。

本书中介绍的城市循环经济发展共性技术和示范工程，为苏州循环经济的快速发展提供了积极有力的科技支撑，是我国在城市循环经济共性技术及其集成体系研究领域迈出的第一步。为进一步推动我国循环经济发展的科技进步，加快形成适合我国国情的城市循环经济技术发展模式，仍然需要不断探索和创新实践。

目 录

1	国内外城市循环经济的实践探索.....	1
1.1	城市循环经济的内涵和意义	1
1.2	国外城市循环经济的探索	2
1.3	我国城市循环经济的实践	5
2	城市循环经济共性技术体系及其构建.....	8
2.1	我国发展城市循环经济面临的主要问题	8
2.2	城市循环经济共性技术体系的构建思路	9
2.3	城市循环经济共性技术体系构建.....	13
2.4	以苏州为例的城市循环经济应用实践	18
3	城市循环经济系统化技术	29
3.1	区域循环经济规划方法	29
3.2	物质流分析方法.....	33
3.3	基于 GIS 的城市空间废热流分析系统.....	41
4	全过程清洁生产技术及示范.....	47
4.1	全过程清洁生产评估共性技术.....	47
4.2	典型行业清洁生产技术	53
4.3	水能组团技术	66
5	再生资源回收体系构建技术.....	87
5.1	再生资源回收体系概述	87

5.2	电子废物回收体系.....	94
5.3	餐厨垃圾回收体系.....	98
5.4	基于物联网的居民废物回收系统.....	101
6	区域废物交易平台技术.....	114
6.1	国内外进展与存在的问题.....	114
6.2	区域废物交易平台构建技术.....	116
6.3	苏州废物交易平台建设.....	131
7	电子废物资源化技术.....	151
7.1	应用背景和技术路线.....	151
7.2	重点类别(计算机类)电子废物整机标准化拆解技术.....	153
7.3	电子废物中危险组分和贵金属的识别、分离分类技术.....	162
7.4	电子废物中有毒有害元器件清单及可回收元器件识别拆解技术.....	167
7.5	废印刷线路板的资源化再利用关键技术.....	174
7.6	废 CRT 显示器资源化再利用技术.....	199
7.7	废 LCD 显示器资源化再利用技术.....	212
7.8	废锂电池资源化再利用技术.....	220
7.9	电子废物资源化技术在苏州的应用实践.....	229
8	餐厨垃圾资源化技术.....	260
8.1	应用背景与技术路线.....	260
8.2	湿热水解处理餐厨垃圾制取饲料的可行性.....	263
8.3	餐厨垃圾湿热法处理关键技术.....	268
8.4	餐厨垃圾固性残余物饲料化关键技术.....	284
8.5	餐厨垃圾资源化技术在苏州的应用实践.....	288
9	废轮胎资源化技术.....	293
9.1	应用背景及技术路线.....	293
9.2	资源化利用技术.....	295
9.3	精细胶粉制备技术.....	297
9.4	系统开发.....	327

9.5 示范工程	332
10 焚烧飞灰资源化技术	338
10.1 应用背景与技术路线	338
10.2 焚烧飞灰的理化特性和处理特性系统分析	341
10.3 焚烧飞灰水洗预处理工艺	350
10.4 飞灰水洗预处理水泥窑共处置的中试	353
10.5 共处置水泥产品环境安全性	363
10.6 焚烧飞灰资源化技术在苏州的应用实践	372
11 政策管理规范化技术	394
11.1 清洁生产管理规范化技术	394
11.2 餐厨垃圾资源化配套法规和管理措施	403
11.3 电子废物收集配套政策	407
11.4 其他废物回收体系政策探索	410

1 国内外城市循环经济的实践探索

1.1 城市循环经济的内涵和意义

1.1.1 城市循环经济的内涵

循环经济是指在生产、流通和消费过程中实行的减量化、再利用、资源化活动的总称，是最大限度地节约资源和保护环境的发展体系模式，是支持可持续发展的战略选择。我国循环经济的发展，无论是国家推动循环经济的总体部署，还是各地发展循环经济的实施活动，大体可分为产业（企业）与区域两大基本方面。其中区域循环经济，是指以空间区域为对象的循环经济体系建设，集中体现在省、城市以及园区等不同行政辖区层次上。由于产业循环经济要依托空间区域去付诸实施，所以有关产业领域的循环经济，很大程度上仍需置于区域循环经济的发展过程中。建设区域循环经济，对我国发展循环经济具有重要的支撑作用。

城市，是人类物质文明和精神文明发展的聚集区域。伴随着我国经济的快速发展与城市化的进程，城市已成为我国经济与现代化建设的核心区域，但同时也日益成为我国资源环境问题矛盾突出的区域。为促进城市可持续发展，支持全面建设小康社会目标的实现，需要推进城市区域的循环经济发展建设。

城市循环经济是实现人与自然和谐的一种创新的城市发展模式，是循环经济发展中最有综合性、最具系统活力的实践。具体而言，城市循环经济是在实现城市功能的城市经济发展与城市建设过程中，按照“减量化、再利用、资源化”原则，围绕城市物质代谢过程的调控，对产生和服务于城市功能需要的生产、流通、消费等一系列经济活动进行的转型再组织，从而实现资源环境与城市经济发展的综合一体化，推进城市功能生态化的体系模式。

1.1.2 发展城市循环经济的意义

伴随着城市化的进程，城市日益成为资源环境问题矛盾突出的空间区域。大力

推进城市区域的循环经济建设，加快形成节约能源资源和保护生态环境的经济增长方式和消费模式，是落实我国发展循环经济战略的核心内容。发展城市循环经济，是我国在城市化进程中转变传统城市发展模式，推动城市可持续发展，实现全面建设小康社会奋斗目标新要求的必然要求。开拓循环经济道路，实现经济增长方式从要素驱动向创新驱动的根本转变，必须建立在技术进步的基础之上，使技术创新成为循环经济发展的内在动力。特别地，作为区域科技创新体系的核心构成，城市循环经济共性技术支持体系的构建和发展，对增强城市循环经济创新能力，提高城市发展竞争力具有重要支撑作用，也是支撑国家落实《循环经济促进法》、推进生态文明、建设美丽中国的重要保障。

1.2 国外城市循环经济的探索

1.2.1 国外城市循环经济理念的产生

国外城市循环经济的理念是伴随着可持续发展理念的发展而逐步提出、形成和发展的。工业化以来，随着人口和工业向城市的聚集，城市的发展促进了经济文化和科技发展，改变了人们的生活方式。同时，城市积极发展工矿企业，也带来了环境污染、交通拥挤、水、土地等资源短缺等一系列经济社会环境问题。随着人们环境意识的觉醒和不断增强，全球范围内兴起可持续发展理念。在这种背景下，使城市生态趋于平衡，保护人们的生存工作环境，实现城市生活和自然环境的和谐，逐步成为各国城市的发展选择。同时，随着现代人生活质量的提高，生活和工作场所的宜居性、生态化和绿色化日益成为关注焦点，城市发展逐渐转向“以人为本”的发展阶段，相应地，城市也开始了生产型城市—消费型城市—生态型城市的过渡，产生形成了相应概念如生态型城市，绿色城市、宜居城市等。

“生态城市”是20世纪70年代联合国教科文组织“人与生物圈计划”研究中提出的概念，在提出后，受到世界很多国家的认同，并不断对其内涵进行丰富完善，成为城市可持续发展重要潮流之一。具体而言，生态城市是在生态系统承载能力范围内，挖掘城市的各类资源潜力，建立完善高效的决策机制和管理方法，改革生产消费方式，建设经济发达、生态高效的产业，生态健康、环境优美的氛围，以及人与自然和谐共生的居住条件。

循环经济的理念最早是在20世纪60年代提出的。1966年鲍尔丁发表《未来宇宙飞船地球经济学》(*The Economics of the Coming Spaceship Earth*)，提出“地

球是一艘孤独的宇宙飞船，没有无限物质的储备库，既没有开采也不能被污染，人类必须要到自己在生态系统循环中的位置，进行物质再生产”。随后，皮尔斯和特纳在《自然资源与环境经济学》一书中，首次提出“循环经济”(Circular Economy)这一概念用以描述建立“经济和环境和谐的条件”，即建立可持续发展的资源管理规则，使经济系统成为生态系统的组成部分。循环经济在提出时，强调的是建立一个物质闭环流动的经济系统。随着循环经济理论的不断发展和完善，形成了循环经济的“3R 原则”(3R principles)，包括减量化(Reduce)、再利用(Reuse)和再循环(Recycle)。

发达国家发展循环经济理念时，已经基本完成了工业化的进程，清洁生产技术与管理在生产领域已经得到了广泛的应用，常规的工业污染问题已经基本解决，在资源和能源的利用率和相关技术方面已经达到了相当高的水平，其主要的环境与经济的矛盾在于后工业化时代生产和消费产生的大量废弃物与传统的垃圾处理模式不相匹配，因此发达国家都将发展循环经济的重点领域放在了废弃物的回收再利用方面，在很多地方循环经济被译为“Recycle Economy”，或被称为“垃圾经济”，也是基于这个原因。

日本是世界上最早在国家层面提出建设循环型经济发展模式的国家之一。日本在循环经济相关的立法和制度建设方面走在世界前列，率先构建起了基本法与专项法结合的循环经济法律体系。基本法包括《建立循环型社会基本法》《废弃物处理法(修订)》和《资源有效利用促进法(修订)》等综合法律，在此基础上针对不同种类资源的回收利用以及循环型社会构建颁布了相应的专门法。德国的循环经济发展起步也很早，以生产和社会消费领域废弃物的深度综合利用为主要内容，德国在原有1972年《废弃物处理法》和1986年《废物管理法》的基础上，1998年推出了新的《循环经济与废弃物管理法》，该法律是德国循环经济法律法规体系的核心，并辅以相关的专项法律。为保证循环经济的落实，使垃圾能够得到有效地回收利用，德国建立了以收费制度和企业运营相结合的循环经济实践和运行机制，其中以双元回收系统(Duals System Deutschland GmbH, DSD)和绿点系统最为著名。

1.2.2 国外典型城市循环经济案例

在国外循环经济的发展过程中，越来越多的经济、环境、生态领域的学者，也逐步意识到从源头减量的重要性，并开始尝试通过构建废物循环利用链条和水热能梯级利用链条，在城市规划层面应用循环经济理念对城市进行改造，构建城市循环经济模式。在城市循环经济的探索中，还产生了产业共生的概念。产业共

生 (Industrial Symbiosis) 是一种产业组织形式, 通过将某一生产/消费过程的废物或废能, 用作另一生产/消费过程的原料及能源, 从而达到高效利用资源能源, 减少废物产生的目标。最著名的产业共生案例是丹麦卡伦堡形成的以电厂为核心的包括多个企业和居民区在内的共生网络 (图 1-1)。卡伦堡案例也被公认为是城市循环经济的典型案例和肇始。

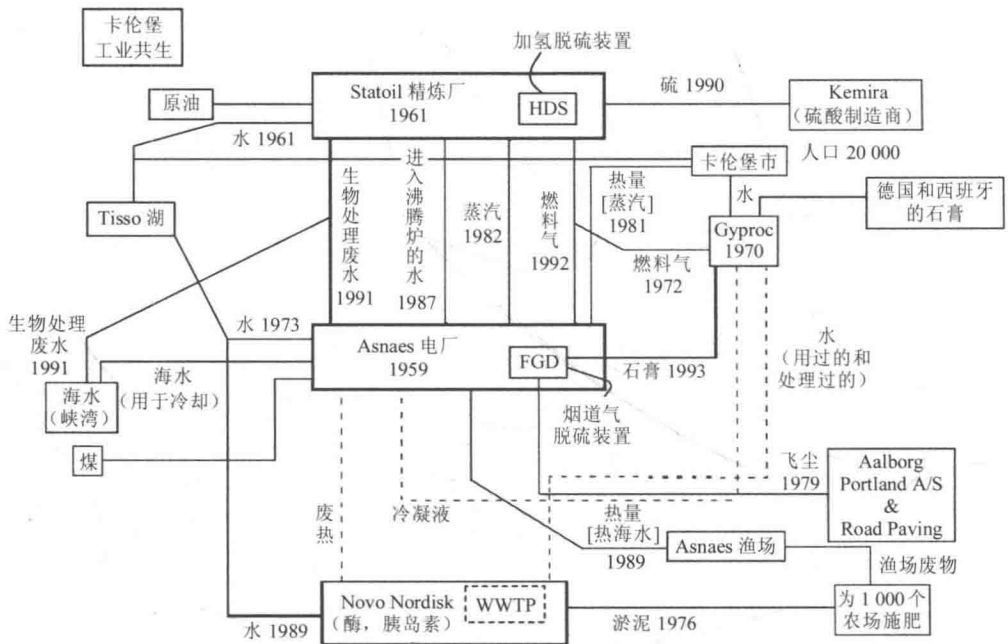


图 1-1 1995 年卡伦堡城市循环经济模式

此后，循环经济理念在更多的城市规划、建设和产业发展中得到了应用，各国学者也对世界一些典型的城市建设实例进行了归纳（见表 1-1）。

表 1-1 国际部分典型城市建设实例

名称	所在地	构成	特点
卡伦堡	丹麦	以区域内燃煤电厂、制药厂、炼油厂和建材生产厂为枢纽，构建了企业与企业间、企业与社区之间的废物循环利用和能源梯级利用网络	联结不同类型的工厂，使得工厂的物质流、能量流链接循环，形成共享资源和互换副产品的产业共生组合
东京	日本	东京都颁布《促进循环型社会建设基本条例》，成立了城市垃圾管理委员会，垃圾回收分为统一回收、分类回收、定点回收，市内的各区设有再循环中心	为解决垃圾处理和资源回收提供了整体的政策框架

名称	所在地	构成	特点
川崎	日本	开发资源循环型、环境协调型产业,实施二氧化碳减排和工厂废弃物零排放,打造低碳生态的产业集群,实现环境和经济社会发展的协调、可持续发展	核心理念是“零排放”,实现园区内各工业企业间排放物和副产品的相互利用,不再外排废弃物

1.3 我国城市循环经济的实践

1.3.1 我国城市循环经济理念的产生

与发达国家类似,我国的城市循环经济理念也是在追求城市可持续发展的过程中逐步产生发展的。改革开放以来,中国经历了快速的城市化进程,1990年、2000年、2010年和2012年的城镇化率分别为26.4%、36.2%、49.95%和52.57%,年均增长率高于1个百分点。一方面,城镇化是经济转型升级的巨大动力,另一方面,城镇化过程中资源过量消耗、环境严重污染问题十分突出。我国经济长期以来的快速增长是建立在以高扩张、高耗能、高排放为特征基础上的。中国目前的城市化主要还是数量和规模的扩张,但是随着各个城市发展和规模扩大,城市居民生活水平不断提高,因此对城市生活质量的要求也逐渐提高,城市发展的重心正在由规模和数量的简单增加转到数量与质量的并重。表1-2是国内一些部门倡导推进的典型城市可持续发展建设的实例。

表 1-2 国内部分典型城市可持续发展建设的实例

名称	目的	工作重点
国家生态城市	促进社会经济与生态环境的协调发展,实现人与自然和谐发展	构建生态良好的产业体系;加强资源能源节约,保护和治理生态环境、降低污染物排放水平,加强生态环境体系建设,综合整治城乡环境,创新生态发展的政策机制,推进科学配套的保障体系建设,倡导绿色生产和绿色消费
低碳城市	工业化、城镇化快速发展时期,如何实现经济发展与降低碳排放强度的协同效应,构建以低碳排放为特征的产业体系和消费模式	探索有利于低碳绿色产业发展的政策措施;运用低碳技术改造提升传统产业,发展低碳交通、绿色建筑,实现城市基础设施的绿色化、低碳化,培育节能环保等战略性新兴产业;建立温室气体排放的统计评价和管理制度,推行绿色低碳的生活方式,推广低碳、循环、节能产品
全国环保模范城市	推动城市产业结构的战略调整,加强城市污水垃圾等环境基础设施建设,实现城市经济、社会与环境保护“共赢”发展	改善城市环境质量,营造优美的宜居环境。确保饮用水安全,依法保护好集中式饮用水水源地,建立备用水源地和水环境安全应急处置体系。加强地表水环境综合治理,改善环境空气质量,调整能源结构,加大机动车尾气污染治理力度,控制扬尘污染,加大脱硫脱硝力度,采取措施治理大气灰霾等新型污染物

在新型城镇化过程中,必须改变粗放型城镇化模式,坚持城镇集约开发与绿色发展相结合,实现城镇化的绿色转型。只要能够顺应潮流,科学规划,中国的城市现代化完全可以与城市化进程同步推进。特别是党的十八大提出的生态文明理念在城市发展领域的贯彻实施,新型城镇化的全面推进,必将全面提高城市化的发展质量,推进城市实现全面、协调和可持续发展。

1.3.2 我国城市循环经济案例

与国外发展阶段不同,我国仍然整体处于工业化中期,城市化进程还远未达到饱和阶段,整体的资源能源效率还较低。与发达国家的国情差异决定了我国循环型城市的发展不但要提高废物和可再生循环利用,还需要重视“减量化”的任务,加强资源节约,提高资源能源利用效率,实现经济发展方式的转变。自2003年起,我国提出科学发展观,在“十一五”规划、“十二五”规划和党的十八大报告中要求大力发展循环经济,持续推动了我国循环型城市的建设实践。2005年以来,我国建立了两批国家层面的循环经济试点,包含了省市、园区、行业 and 重点领域等方面,探索适合我国国情的区域循环经济发展模式。在我国的城市循环经济试点中,第一批包括北京、上海、重庆市(三峡库区)、宁波市、铜陵市、贵阳市和鹤壁市;第二批包括天津市、青岛市、邯郸市、深圳市、白山市、榆林市、阜新市、淮北市、萍乡市、七台河市、荆门市、石嘴山市和石河子市。2011年,国家发展改革委发布了中国循环经济典型模式案例,区域层面案例包括辽宁阜新、浙江宁海、安徽阜南、安徽铜陵、福建德化、河南鹤壁、武汉东西湖、湖南永兴、广东云安、贵州贵阳、甘肃金昌和青海柴达木。以上这些城市循环经济试点中,各个地区都根据本地区的特点,推动企业开展清洁生产审核和废弃物综合利用,建设生态产业园区,推进城市发展循环经济。

此外,我国还形成了一批以废物与可再生资源的回收资源化利用为特色的静脉产业城市,包括湖南汨罗、广东南海、河南长葛、山东临沂、湖南永兴。这些城市发展了废金属、废塑料等多种资源化利用产业,形成相当规模的静脉产业园区,并构建了配套的区域可再生资源收集网络,形成了一批可再生资源集散中心,从国内和国外大量收集和回收废金属、废塑料等多种可再生资源。以这些静脉产业发达的城市为龙头,推动了我国资源循环利用行业的迅速发展。

由于中国是在工业化过程中引入循环经济理念,与发达国家的城市循环经济实践相比,我国更加强调了减量化优先,强调了在生产过程中的废弃物资源化利用。因此,中国的城市循环经济也是全方位的,不仅涉及废弃物资源化,也与产业布局、

城市基础设施建设等直接相关，而这又与绿色城市、低碳城市、环保模范城等类似概念有一定重合。因此，中国在建设城市循环经济过程中，既不能盲目照抄国外经验，也不能盲目把其他城市创建工作简单累加。中国发展循环经济，需要立足于中国城市的能源资源问题，以实现可持续发展、全面建成小康社会为目标，构建具有中国特色的未来新型城镇化发展道路。

2 城市循环经济共性技术体系及其构建

2.1 我国发展城市循环经济面临的主要问题

城市循环经济的核心问题是按照“减量化、再利用、资源化”的原则，改造产生和服务于城市经济功能的生产、分配、消费以及交通运输、金融、商务等经济活动过程，通过调控城市物质能量代谢过程，以资源环境与城市建设、发展综合一体化的方式，推进城市建设发展及其功能的生态化。推动城市循环经济发展，是落实我国发展循环经济战略的重要内容，对我国转变经济增长发展模式，建设生态文明具有极其重要的作用。

技术是社会经济发展的重要支撑。发展循环经济，同样离不开技术的支持。发展城市循环经济，实现经济增长方式从要素驱动型向创新驱动型的根本转变，必须建立在技术进步的基础之上，使技术创新成为循环经济发展的内在动力。实践中，社会经济的发展、特别是现代社会的发展，很难仅仅依靠一项或几个单项技术的开发使用，需要通过多个以关键技术为核心的相互联系、相互促进、相互制约的有机“技术群”的创新。因此，支持城市循环经济的技术，不能仅体现在对某些单项技术的研究使用上，更需要体现在整体技术体系的变革建立上。面对我国科技研发与循环经济发展脱节，自主创新薄弱，技术供给不足的局面，大力开展循环经济共性技术的开发、示范及其产业化应用推广，积极推进城市循环经济的共性技术体系建设，是城市循环经济创新发展的必由之路。

科技进步对支持推进社会经济发展的实践与研究表明，区域技术创新体系，即一个在区域经济体系内依托政府、企业、研究机构以及中介组织等多方参与而建立的促进技术创新的制度组织网络，能够有力地推动产业集聚，从而支持产业结构的转变与经济的发展。因此，城市循环经济技术创新体系是促进城市循环经济增长发展的催化剂。但是，必须认识到，技术是技术创新体系的目标指向与归宿。因而，辨识适应不同城市循环经济发展特征条件的技术需求，形成相应的技术体系，这才

会使城市技术创新体系的建设有的放矢。建设城市循环经济技术创新体系,首要问题在于建立城市循环经济技术体系,增强城市循环经济创新能力,从而有效支撑城市发展竞争力的提高。

目前我国在循环经济的支持技术研发上,大多着眼于孤立分散的单项技术,自主创新薄弱,缺乏综合配套的系统性考虑。特别是对于综合性很强的城市循环经济发展,系统集成化技术供给不足。因此,城市循环经济系统方法和共性技术体系的建设,对整体改进城市循环经济技术创新能力,支持城市循环经济技术创新体系建设具有极其重要的意义和作用。

本书针对城市发展循环经济中面对的关键技术缺乏、自主创新薄弱、系统集成化技术体系亟待建立的问题,以苏州为案例城市,围绕发展城市循环经济的系统方法和共性技术问题,识别物质流调控的典型问题环节与技术需求,通过技术模块分解与系统集成,依托循环经济支撑节点关键技术的统筹开发与工程示范,建立以城市为对象发展循环经济的共性支持技术体系模式,通过关键技术的突破和技术系统集成上的创新示范,系统建立城市循环经济技术发展的系统方法和共性技术体系,并在苏州进行综合应用实践。

2.2 城市循环经济共性技术体系的构建思路

城市循环经济技术发展综合运用多学科的理论与技术方法,采用系统论的思路,从城市物质代谢过程中的物质流(水、能流与典型废物流)识别分析入手,按照“围绕三个层面,贯穿生命周期全过程”的模式框架,通过规划统筹的顶层设计,建立由“系统化技术,清洁生产技术,废物回收交易技术、废物资源化技术,以及政策管理规范化技术”五个技术子系统组成的城市循环经济共性技术体系。

城市循环经济共性技术体系,是一个伴随循环经济技术发展不断深化而滚动升级的技术系统。因而,开展循环经济共性技术体系的集成建设,将是一个面向对象的柔性系统设计过程,具体涵盖以下内容:围绕城市物质代谢过程中的物质流(水、能流与典型废物流)调控,进行基于 IOA 与 GIS 的多用途物质流分析关键技术的研发,为城市区域物质代谢过程“减量化、再利用、资源化”调控与共性技术研发识别提供依据;通过物质流分析方法,建立区域循环经济技术发展规划方法框架,完成城市发展循环经济技术的规划研究,为城市发展循环经济技术需求与技术体系建设提供导向;以规划为依托,统筹进行城市循环经济技术发展的共性单元技术的功能识别分解,运用软系统分析方法原理,依托支撑节点技术的研发,进行技术的综合集成,