

循环经济标准化

理论、方法和实践

*Theory, Method and Practice of
Circular Economy Standardization*

◆ 付允 林翎 ◎ 著



中国质检出版社
中国标准出版社

循环经济标准化理论、 方法和实践

付 允 林 翎 著

中国质检出版社
中国标准出版社
北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

循环经济标准化理论、方法和实践/付允, 林翎著.
—北京: 中国标准出版社, 2015. 8
ISBN 978 - 7 - 5066 - 7927 - 5

I. ①循… II. ①付…②林… III. ①自然资源—
资源经济学—标准化—研究 IV. ①F062.1 - 65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 155916 号



中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号 (100029)
北京市西城区三里河北街 16 号 (100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室: (010)68533533 发行中心: (010)51780238

读者服务部: (010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880 × 1230 1/32 印张 6.875 字数 207 千字
2015 年 8 月第一版 2015 年 8 月第一次印刷

*

定价 25.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话: (010) 68510107

前 言

循环经济标准化是为了提高资源利用效率和降低污染物排放，对生产、流通和消费等过程中的减量化、再利用、资源化活动制定的共同使用和重复使用的条款的活动，对于落实生态文明建设战略部署，建设资源节约型和环境友好型社会，转变经济发展方式，促进循环经济做大做强具有重要的意义。循环经济标准化代表循环经济新的发展形态，即利用“标准+”理念，充分发挥标准在循环经济发展中的规范和引领作用，将标准化深度融合于循环经济各领域、各环节和各层面之中，提升循环经济发展水平，实现标准化与系统化、信息化、效益化的有机融合。

本书主要包括以下内容：一是系统梳理了近年来循环经济研究脉络，发现研究领域逐步从内涵、概念、特征、原则、方法等理论方法层面，转向试点示范、法律体系、政策体系、标准化、绩效评价、发展模式等实践层面；全景式展示了循环经济试点示范类型、领域和布局；提出了循环经济发展方面存在的主要问题。二是从资源循环利用是循环经济的核心内涵出发，探索性地解析了资源循环利用的理论内涵，初步构建资源循环利用系统架构模型，据此建立资源循环利用分类和代码体系，为废物交换利用创建了“交流语言”。三是系统分析标准化对发展循环经济的作用，界定了循环经济标准化的概念，并首次运用WSR（物理—事理—人理）系统方法论解析了循环经济标准化的理论内涵，提出循

循环经济标准化的要素组成和系统架构，即由目标要素、主体要素、客体要素和机制要素构成。四是按再生利用、再制造、再使用等方面系统分析了国内外资源循环利用标准化现状，提出循环经济标准体系尚不健全、循环经济标准化进展仍不能满足现实需求、专业标委会过于分散难以形成合力、实质性参与国际标准化工作的力度不够等循环经济标准化存在的主要问题。五是在理论研究和循环经济标准化试点经验总结的基础上，创新性地提出循环经济标准化方法体系，主要涉及循环产业链标准化绘制方法、循环产业链关键节点标准需求识别方法、面向循环产业链的标准体系构建方法和标准协同制定关键路线法（CPM），为面向循环产业链的标准体系构建提供了理论和方法指导。六是从试点项目的区域分布、类型布局、时序分布等方面全面展现循环经济标准化试点进展，以及取得的成效；基于循环经济标准化试点考核评估机制调查结果，提出循环经济标准化试点考核评估的改进方法及方案，可供国家有关部门修订考核评估机制参考；概要性地介绍了利于项目管理效率提升的循环经济标准化试点项目申报系统和信息平台。七是基于资源循环利用的理论内涵和系统框架，初步构建了国家层面的资源循环利用标准体系，由基础通用标准分体系、产业废物资源化利用标准分体系、废旧机电产品再制造标准分体系、再生资源回收利用标准分体系和包装物及二手货再使用标准分体系等组成。八是前瞻性地提出循环经济标准化的重点领域以及循环经济标准化的有关建议。

以资源循环利用为核心开展循环经济标准化研究，更有利于聚焦研究领域，划清循环经济标准化的边界，避免与节能标准化、节水标准化、节材标准化等资源节约标准化问题

混为一谈。本书初步构建的包含循环经济标准化内涵、组成要素、系统构架、模式构成、方法体系等理论框架，以及基于理论框架构建的资源循环利用标准体系框架，能够更好地指导城市、园区和企业开展循环经济标准化工作。

在本书付梓之际，感谢国家标准委和国家发展改革委在循环经济标准化研究方面给予的全面支持，感谢国家标准委工业一部肖寒副主任、王军伟处长、陈岳飞科长对本书编写、出版的关心与指导，感谢国家发展改革委环资司郭启民副巡视员、陆冬森处长、么新副处长、罗思华对循环经济标准化研究的大力支持和帮助；感谢中国标准化研究院李爱仙副院长、刘玫研究员、陈亮副研究员、高东峰副研究员、吴丽丽工程师的大力支持和帮助；感谢国际系统与控制科学院副院长顾基发院士、中国科学院科技政策与管理科学研究所刘怡君研究员的指导和帮助。

由于学术视野和水平有限，难免有不足之处，希冀各位读者批评指正。

著 者

2015年6月于北京

目 录

第一章 循环经济研究进展和发展态势	(1)
第一节 循环经济研究进展	(1)
第二节 循环经济试点示范建设进展	(8)
第三节 循环经济发展存在的问题	(26)
第二章 循环经济的核心：资源循环利用	(29)
第一节 资源循环利用的理论内涵	(29)
第二节 资源循环利用对象、方式和系统架构	(33)
第三节 资源循环利用分类和代码	(36)
第三章 循环经济标准化理论内涵和系统架构	(47)
第一节 标准化对发展循环经济的作用	(47)
第二节 循环经济标准化理论内涵	(52)
第三节 基于 WSR 系统方法论的循环经济标准化 理论解析	(56)
第四节 循环经济标准化的要素组成和系统架构	(61)
第四章 循环经济标准化发展现状和问题诊断	(65)
第一节 国内外循环经济标准现状	(65)
第二节 循环经济标准化方面存在的问题	(76)
第五章 循环经济标准化方法体系和应用研究	(78)
第一节 循环产业链标准化绘制方法	(78)
第二节 循环产业链关键节点标准需求识别方法	(94)

第三节	面向循环产业链的标准体系构建方法	(99)
第四节	标准协同制定关键路线法 (CPM)	(104)
第六章	循环经济标准化实践研究	(112)
第一节	循环经济标准化试点进展	(112)
第二节	循环经济标准化试点的成效	(114)
第三节	循环经济标准化试点的绩效评价方法	(119)
第四节	循环经济标准化模式与典型案例	(134)
第五节	循环经济标准化试点项目申报系统和信息 平台	(139)
第七章	国家层面循环经济 (资源循环利用) 标准体系 研究	(145)
第一节	建立资源循环利用标准体系的必要性	(145)
第二节	循环经济标准体系构建	(148)
第八章	循环经济标准化建议	(167)
第一节	循环经济标准化的重点领域	(167)
第二节	循环经济标准化的建议	(169)
附表 1	国际 (国外/地区) 资源循环利用标准	(172)
附表 2	再制造标准立项及发布情况	(179)
附表 3	资源循环利用标准明细表 (截至 2012 年底)	(183)
参考文献		(208)

第一章 循环经济研究进展和发展态势

第一节 循环经济研究进展

循环经济是转变经济发展方式的重要手段，是实现经济又好又快发展的重要途径，是解决资源环境瓶颈约束的根本性措施，是实现绿色低碳发展的有效实现形式。20 世纪 80 年代末，英国的环境经济学家皮尔斯和图纳在其《自然资源和环境经济学》一书中首次使用“循环经济”一词，并提出循环经济的目的是建立可持续发展的资源管理原则，使经济系统成为生态系统的组成部分^[1]。20 世纪末，中国学者根据德国和日本在循环经济领域的立法以及实践经验，开始引入循环经济概念，并着手研究《中华人民共和国循环经济促进法》（以下简称《循环经济促进法》）的立法工作。经过多年的研究和探索，中央政府认识到循环经济在落实科学发展观和生态文明建设方面的重要作用，于 2005 年发布《国务院关于加快发展循环经济的若干意见》，提出在重点行业、重点领域、园区和城市组织开展循环经济试点工作。此后，2005 年和 2007 年国家发展改革委同有关部门，分两批批准了 178 家单位开展循环经济试点，探索发展循环经济的有效模式。近年来，我国循环经济从理论到实践取得了重大进展，制定并实施了《循环经济促进法》《循环经济发展战略及近期行动计划》，开展循环经济试点示范，中央财政设立了循环经济专项资金，组织开展园区循环化改造、“城市矿产”示范基地建设、餐厨废弃物资源化利用，推进再制造产业化发展，出台了投融资支持政策，发布一批循环经济典型模式案例等^[2]。经过理念倡导、国家决策、国家试点、循环经济立法和战略规划之后，逐步形成规划指导、政策支持、法规

标准、工程支撑、技术进步、传播推广等工作模式,推动循环经济在各层面和生产、流通、消费各环节的发展,取得了显著成效。据有关行业协会统计,2012年我国废钢铁、废有色金属等八大品种再生资源回收总量约1.6亿t,节能1.7亿tce,减少废水排放112.7亿t、二氧化硫排放374.6万t、固体废弃物排放33.9亿t。其中,再生铜产量约为275万t,占我国铜产量的45%。另外,2012年农业秸秆综合利用量超过6亿t,餐厨废弃物综合利用量超过110万t^[2]。

一、循环经济理论研究脉络梳理

循环经济的思想理念萌芽于20世纪60年代工业革命引起生态环境危机的美国等发达国家,停滞于70年代关于增长的极限、环境危机的争论,真正发展于80年代,全面发展于90年代并被引入我国。通过检索发现,如图1-1所示,从1998年开始将循环经济理念和原则引入我国;经过近3年的酝酿和传播,2001年我国学者开始重视循环经济的研究,之后更多的学者加入了该领域的研究和探索,2006年文献发表量达到了峰值——6099篇,之后热度不断降低,一直降到2013年的1491篇。尽管循环经济研究热度出现下降趋势,但是从当前的文献量也可以发现其仍为我国学者关注的重要领域之一。

1998年,同济大学诸大建等学者最早将循环经济概念引入我国,其在《可持续发展呼唤循环经济》一文中指出,循环经济是一种善待地球的经济发展新模式,要求把经济活动组织成为“自然资源—产品和用品—再生资源”的反馈式流程,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最合理的利用,从而使经济活动对自然环境的影响控制在尽可能小的程度^[3];同时,诸教授也提出了循环经济的3R原则,即减量化原则(Reduce)、再使用原则(Reuse)和再循环原则(Recycle)。“十六大”之后,循环经济的概念引起了政府的关注,时任国家环境保护总局局长的谢振华认为,循环经济是国际社会推进可持续发展的一种实践模式,它强调最有效利用资源和保护环境,表现为“资源—产品—再生资源”的经济增长方式,做

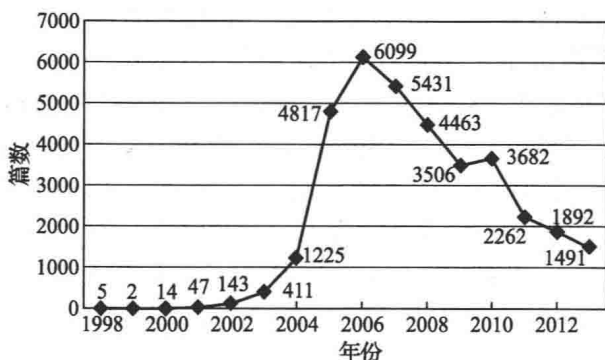


图 1-1 1998—2013 年循环经济领域发表的论文年度分布图

到生产和消费“污染排放最小化、废物资源化和无害化”，以最小成本获得最大的经济效益和环境效益；同年，胡锦涛在中央人口资源环境工作座谈会上指出：“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，使资源得到最有效的利用。最大限度地减少废弃物排放，逐步使生态步入良性循环”^[4]。牛文元教授认为，循环经济是实现可持续发展的理想经济模式，是以生态学规律为指导，通过生态经济综合规划，设计社会经济活动，使不同企业之间形成共享资源和互换副产品的产业共生组合，使上游生产过程产生的废弃物成为下游生产过程的原材料，实现废物综合利用，达到产业之间资源的最优化配置，使区域的物质和能源在经济循环中得到永续利用，从而实现产品清洁生产和资源可持续利用的环境和谐型经济模式；牛教授不仅系统全面地界定了循环经济的内涵和外延，还提出了循环经济的生态学原理，指出循环经济中生产者、消费者和分解者的功能和角色定位^[5]。

对于循环经济实质和内涵的认识在生态学界、环境学界和经济学界存在较大偏差，生态学界认为循环经济本质是尽可能少用和循环利用资源，主张经济活动遵从自然生态规律，维持生态平衡；环境学界认为循环经济的核心在于提高生态环境的利用效率，主张清洁生产和

环境保护；经济学界认为循环经济是一种新的经济范式，本质是对人类生产关系进行调整，目标是追求可持续发展^[6]。2009年实施的《循环经济促进法》融合了各派观点，对循环经济的内涵和外延进行的界定，认为“循环经济是在生产、流通和消费等过程中进行的减量化、再利用、资源化活动的总称。其中，减量化，是指在生产、流通和消费等过程中减少资源消耗和废物产生；再利用，是指将废物直接作为产品或者经修复、翻新、再制造后继续作为产品使用，或者将废物的全部或者部分作为其他产品的部件予以使用；资源化，是指将废物直接作为原料进行利用或者对废物进行再生利用”。

二、循环经济试点示范研究进展

对于循环经济的研究逐步从内涵、概念、特征、原则、方法等理论层面，转向试点示范、法律体系、政策体系、标准化、绩效评价、发展模式等实践层面。在试点示范方面，蔡如钰等（2004）提出了循环经济实践的一般思路和总体要求，认为循环经济实践必须遵循生态经济、循环经济的理念，建设重点要从废物循环利用，资源梯级利用入手，遵循市场价值规律，规划建设生态工业网络，建立企业间稳定、持久的物质和能量流动关系；该学者从资源开采环节、资源消耗环节、废弃物产生环节、再生资源产生环节和社会消费环节等提出了循环经济实践的总体要求，并在此基础上提出循环经济试点的具体实施方案^[7]。倪坤（2008）总结了第一批循环经济试点取得成绩和存在的问题，提出第二批国家循环经济试点中应把减量化放在首位的构想，建议继续完善循环经济法律法规和技术体系建设^[8]。汪云林等（2010）分析了我国在推进循环经济示范试点上的产业分布和时空布局，并在此基础上构建和计算了各省（市）的循环经济试点指数^[9]。

三、循环经济试点立法研究进展

在循环经济立法研究方面，童亮（2002）提出循环经济立法的

必要性^[10]；孙佑海（2005）总结了德国、日本、美国、欧盟等国家和地区在循环经济立法方面的做法和经验，提出了我国循环经济立法要从实际出发、有计划地循序渐进、突出重点、兼顾一般的基本思路^[11]。蔡守秋等（2004）给出了我国循环经济立法的模式，认为循环经济立法应该考量中国国情和外国经验、与环保相关法律的关系、当前需要和目标适当超前的关系等，提出三步走的分阶段立法模式：第一阶段制定废物处置法和资源促进利用法等；第二阶段制定各种特定物质循环利用的专项法；第三阶段制定循环经济基本法^[12]。冯之浚（2006）提出循环经济立法的主要内容应该包括政府和有关主体的义务和责任、必要的行政强制措施、经济激励手段和措施、激发公众参与的手段和措施等^[13]。从此后我国的立法实践来看，基本上是按照蔡守秋教授的立法模式以及冯之浚教授的思路进行循环经济立法的，但是受限于国内循环经济职能分散等种种原因，特定物质（例如报废汽车、餐厨废弃物、包装物、废旧机电产品等）循环利用专项法一直没有进展。2009年之后，循环经济立法研究逐步转向地方立法，而地方立法一般会考虑地方产业特色、经济结构、技术水平、废物种类等因素，例如季萍（2014）针对资源型城市的特点给出了地方循环经济立法的建议^[14]。姜瑛楠等（2013）总结了我国循环经济立法存在的问题，主要涉及法律空白领域多、局限于工业领域、权威性偏弱、信息化建设主体不明确、生产者责任延伸缺乏有效监管等，提出应分层次建立完善促进循环经济发展的法律法规体系，分别为宪法、基础法（如《循环经济促进法》）、综合领域（如《环境保护法》《清洁生产促进法》等）、专项法（如容器和包装回收利用、家用电器回收利用、建筑废弃物循环利用、食品回收利用、绿色采购等方面的法律法规）等四个层面的法律法规^[15]。

四、循环经济绩效评价研究进展

循环经济绩效评价方面，国内学者从区域、城市、园区、工业行业、农业、产品等不同领域、不同层面构建了循环经济绩效评价指标体系：钟太洋等（2006）构建了区域层面的循环经济评价指标体系，

包括资源利用效率、资源减量化利用趋势、污染物减量排放、资源再循环与再利用、产业循环结构、能源结构及环境安全、循环经济发展能力等 7 大类 28 项指标^[16]；于丽英、冯之浚（2005）构建了城市层面循环经济评价指标体系，包括经济发展指数、绿色发展指数、人文发展指数等 3 大类 7 小类 24 项指标^[17]，如图 1-2 所示；朱李俊（2013）基于生态效率方法构建了园区层面循环经济评价指标体系，包括经济发展、资源能源利用率、环境污染控制、物质循环利用等 4 大类 12 项指标^[18]；李健等（2004）构建了面向循环经济的企业绩效评价

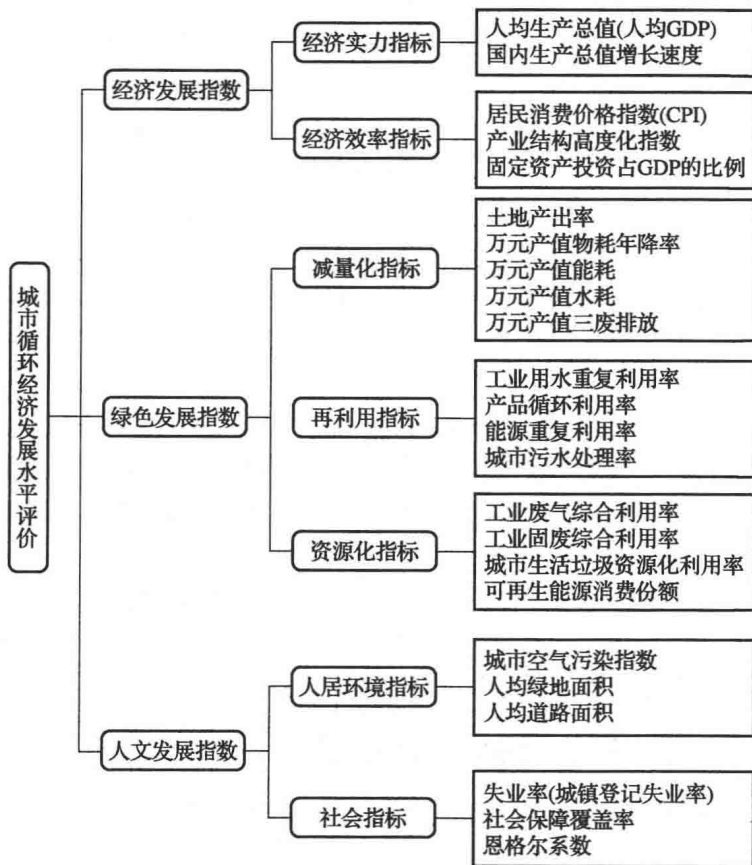


图 1-2 城市循环经济评价指标体系

指标体系,包括经营效果、绿色效果、资源和能源属性、生产过程属性、销售和消费属性、环境效果、发展潜力等7大类25项指标^[19];付允等(2012)建立了再制造产品的评价指标体系,包括环境友好性指标、经济可行性指标、质量可靠性指标等3大类16项指标^[20]。

在国内外循环经济评价研究的基础上,2007年国家发展改革委、国家环保总局和国家统计局联合印发循环经济评价指标体系,分宏观和工业园区两个层面,见表1-1。

表1-1 国家循环经济评价指标体系

评价指标	宏观层面	工业园区
一、资源产出指标	1) 主要矿产资源产出率 2) 能源产出率	1) 主要矿产资源产出率 2) 能源产出率 3) 土地产出率 4) 水资源产出率
二、资源消耗指标	1) 单位国内生产总值能耗 2) 单位工业增加值能耗 3) 重点行业主要产品单位综合能耗 4) 单位国内生产总值取水量 5) 单位工业增加值用水量 6) 重点行业单位产品水耗 7) 农业灌溉水有效利用系数	1) 单位生产总值能耗 2) 单位生产总值取水量 3) 重点产品单位能耗 4) 重点产品单位水耗
三、资源综合利用指标	1) 工业固体废物综合利用率 2) 工业用水重复利用率 3) 城市污水再生利用率 4) 城市生活垃圾无害化处理率 5) 废钢铁回收利用率 6) 废有色金属回收利用率 7) 废纸回收利用率 8) 废塑料回收利用率 9) 废橡胶回收利用率	1) 工业固体废物综合利用率 2) 工业用水重复利用率
四、废物排放指标	1) 工业固体废物处置量 2) 工业废水排放量 3) 二氧化硫排放量 4) COD 排放量	1) 工业固体废物处置量 2) 工业废水排放量 3) 二氧化硫排放量 4) COD 排放量

第二节 循环经济试点示范建设进展

循环经济试点示范建设对于提高企业的循环经济意识、加快循环经济产业发展、发挥示范带动作用具有重要的意义。我国从 2005 年以来相继开展了循环经济试点（两批）、“城市矿产”示范基地建设、餐厨废弃物资源化利用和无害化处理试点城市、循环经济教育示范基地建设、园区循环化改造示范试点、国家循环经济示范城市（县）等工作。《循环经济发展战略及近期行动计划》提出“十百千”示范行动，即实施资源综合利用示范工程、产业园区循环化改造示范工程、再生资源回收体系示范工程、“城市矿产”基地建设示范工程、再制造产业化试点工程、餐厨废弃物资源化利用和无害处理示范试点工程、生产过程协同资源化处理废弃物示范工程、农业循环经济示范工程、循环型服务业示范工程、资源循环利用技术产业化示范推广工程等循环经济十大示范工程，创建百个循环经济示范城市（县），培育千家循环经济示范企业（园区）。

一、循环经济试点

2005 年 10 月，国家发展改革委、环保总局等六部委联合下发《关于组织开展循环经济试点（第一批）工作的通知》，选择钢铁、有色、化工等 7 个重点行业 42 家企业，再生资源回收利用等 4 个重点领域 17 家单位，13 个产业园区，10 个省市开展循环经济试点工作，见表 1-2。通过试点，实现在钢铁、有色、化工、建材等重点行业探索循环经济发展模式，树立一批循环经济的典型企业；在重点领域完善再生资源回收利用体系，建立资源循环利用机制；在开发区和产业园区试点，提出按循环经济模式规划、建设、改造产业园区的思路，形成一批循环经济产业示范园区；探索城市发展循环经济的思路，形成若干发展循环经济的示范城市^①。

^① 引自国家发展改革委网站的《关于组织开展循环经济试点（第一批）工作的通知》。

表 1-2 第一批循环经济试点单位名单

重点行业	钢铁	鞍本钢铁集团、攀枝花钢铁集团有限公司、包头钢铁集团有限公司、济南钢铁集团有限公司、莱芜钢铁集团有限公司
	有色	金川集团有限公司、中国铝业公司中州分公司、江西铜业集团公司、株洲冶炼集团有限责任公司、包头铝业有限责任公司、河南省商电铝业集团公司、云南驰宏锌锗股份有限公司、安徽铜陵有色金属(集团)公司
	煤炭	淮南矿业集团有限责任公司、河南平顶山煤业集团有限公司、新汶矿业集团公司、抚顺矿业集团、山西焦煤集团西山煤矿总公司
	电力	天津北疆发电厂、河北西柏坡发电有限责任公司、重庆发电厂
	化工	山西焦化集团有限公司、山东鲁北企业集团有限公司、四川宜宾天原化工股份有限公司、河北冀衡集团公司、湖南智成化工有限公司、贵州宏福实业有限公司、贵阳开阳磷化工集团公司、山东海化集团有限公司、新疆天业(集团)有限公司、宁夏金昱元化工集团有限公司、福建三明市环科化工橡胶有限公司、烟台万华合成革集团有限公司
	建材	北京水泥厂有限责任公司、内蒙古乌兰水泥厂有限公司、吉林亚泰集团股份有限公司
重点领域	轻工	河南天冠企业集团公司、贵州赤天化纸业股份有限公司、山东泉林纸业有限公司、宜宾五粮液集团有限公司、广西贵糖(集团)股份有限公司、广东省江门甘蔗化工(集团)股份有限公司
	再生资源回收利用体系建设	北京市朝阳区中兴再生资源回收利用公司、石家庄市物资回收总公司、吉林省吉林市再生资源集散市场、湖南汨罗再生资源集散市场、广东清远再生资源集散市场、深圳报业集团
	废旧金属再生利用	天津大通铜业有限公司、上海新格有色金属有限公司、河南豫光金铅集团有限责任公司、江苏春兴合金集团有限公司、深圳东江环保公司、广东新会双水拆船钢铁有限公司
	废旧家电回收利用	浙江省、青岛市、广东贵屿镇
	再制造	济南复强动力有限公司、北京金运通大型轮胎翻修厂