



中国电子工程设计院 组织编写

城市矿产资源化 与产业链

CHENGSHI KUANGCHAN
ZIYUANHUA YU CHANYELIAN



丁 涛 杨敬增 主 编
韩业斌 副主编



化学工业出版社

中国电子工程设计院 组织编写

城市矿产资源化 与产业链

CHENGSHI KUANGCHAN
ZIYUANHUA YU CHANYELIAN



杨敬增 主 编
丁 涛 韩业斌 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书以废钢铁、废机电产品、废弃电器电子产品、报废汽车、废橡胶、废塑料和其他资源如废纸、废玻璃等为主要城市矿产资源，首先分析各类城市矿产的类型、分布和市场情况，理清上下游关系，了解相关政策和技术规范，运用科技方法，找出每一类再生资源处理与利用的规律，选择适当的工程手段和设备，做到无害化处理、高值化回收、循环化利用。通过产业链的建立，将产业的上下游在合理区域内衔接，节约了大量的能源、资源，为资源的合理利用提供了更多的可能。

本书不仅适合高等院校环境工程、环境科学和能源专业相关师生阅读，也可供资源综合利用专业方向研究人员、城市矿产资源化处理项目的投资人员和管理人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

城市矿产资源化与产业链/杨敬增主编；中国电子工程设计院组织编写. —北京：化学工业出版社，2016. 11

ISBN 978-7-122-27971-2

I. ①城… II. ①杨…②中… III. ①城市-固体废物利用-研究 IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 208469 号

责任编辑：卢萌萌

文字编辑：汲永臻

责任校对：吴 静

装帧设计：王晓宇

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13 字数 299 千字 2017 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：68.00 元

版权所有 违者必究

《城市矿产资源化与产业链》编写委员会

主 编： 杨敬增

副主编： 丁 涛 韩业斌

委 员：（按姓氏拼音排序）

陈 利 池 莉 丁 涛 窦 晨

韩业斌 黄宝敏 廉啟合 肖雪影

熊 岳 杨敬增 曾庆禄

序 言

“城市矿产”以开发城市废弃物中人类所需各类矿产资源为目的，为解决我国面临的资源和环境问题提供了有效的解决方案，推动了资源循环利用的快速发展。利用“城市矿产”能够形成“资源—产品—废弃物—再生资源”的循环经济发展模式，切实转变传统的线性增长方式，是循环综合利用“减量化、再利用、资源化”原则的集中体现。

“城市矿产”的开发利用也是培育新的经济增长点的客观要求。随着我国社会经济的发展，“城市矿产”资源蓄积量迅速增加，资源循环利用产业发展空间越来越大。利用“城市矿产”资源有助于带动技术装备制造、物流等相关领域发展，增加社会就业，形成新的经济增长点。这一新兴产业的发展，既是缓解资源瓶颈约束、减轻环境污染的有效途径，也是培育战略性新兴产业的重要内容。

采用绿色技术，变废为宝，努力提高资源综合利用率，完善“城市矿产”产业发展体系，有利于走出一条“科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染小、人力资源优势得到充分发挥”的真正新型工业化道路。而随着产业向深度与广度发展，研究处理与利用工程环节，完善生产要素，发挥系统工程优势，建设先进环保、节能减排的资源循环利用产业链，就成为发展资源节约、环境友好型产业可持续发展的必要途径。《城市矿产资源化与产业链》一书，结合当前热点和关注，从资源、技术、工程和产业等角度，分析行业现状和资源特点，论述实用技术与设备，阐述产业园区和骨干项目的建设流程与方法，并就典型产业链建设原则，介绍了相关工程实例。该书的出版对于行业技术进步和规模发展具有重要意义。

我和敬增老师相识多年，对于他和他的同事们开辟产业先河，依据节能减排、清洁生产原则与产品全生命周期理论，创建并率先推广集回收、处理、原料加工与新品生产于一体的闭环清洁生产产业链的事业一直给予高度关注。立足国家资源战略，整合生产要素，减少大量能耗和物流成本，消除冗余工序，高效低碳环保，从本质上解决发展与污染的矛盾，确实是一件利国利民利于环境的大事，值得大家关注与支持。

是为序。

李金惠

2016年8月15日

(李金惠，清华大学教授，巴塞尔公约亚太区域中心执行主任)

FOREWORD 前言

“城市矿产”一词，起源于2010年国家发改委、财政部下发的《关于开展城市矿产示范基地建设的通知》。通知指出，所谓“城市矿产”是对废弃资源再生利用规模化发展的形象比喻，是指工业化和城镇化过程中产生和蕴藏于废旧机电设备、电线电缆、通信工具、汽车、家电、电子产品、金属和塑料包装物以及废料中可循环利用的钢铁、有色金属、贵金属、塑料、橡胶等资源。国家决定将用5年时间在全国建成50个左右技术先进、环保达标、管理规范、利用规模化、辐射作用强的“城市矿产”示范基地。

随着示范基地的建设进程和社会新型资源观的逐步形成，“城市矿产”一词悄然走红，对它的解释也是多角度多方位的。如著名网络公司搜狐的“搜狗百科”则进一步诠释：经过工业革命300年的掠夺式开采，全球80%以上可工业化利用的矿产资源，已从地下转移到地上，并以“垃圾”的形态堆积在人们周围，总量高达数千亿吨，并还在以每年100亿吨的数量增加。而靠工业文明发展起来的发达国家，正成为一座座永不枯竭的“城市矿山”。从金属资源回收利用出发，把城市比喻成为一座座储有优良矿产资源的矿山加以开发，确实为经济社会可持续发展寻求矿物资源指出了一条新路，而且“城市矿山”要比天然形成的真正矿山更具开发价值。

人们注意到，工业文明时代消耗的资源远远超过历代，据有关机构统计，目前世界各种矿产储量，除煤、铁还可采100多年，石油和天然气约50年，绝大多数的有色金属原矿都将在21世纪告罄，工业用量可观的铜50年采量，铅和锌均不足20年采量，换句话说，再过100多年，地球上将无矿可采。

在资源的开采和使用方面，中国还有另一个担忧的层面。世界出口大国的地位，使得我国机电产品出口量巨大，重要的资源特别是有色金属和钢铁随着产品流向国外。例如，2015年，我国机电产品出口8.15万亿元人民币，这需要数以亿万吨的宝贵原料作为支撑。大量资源如果仅出不进，中国工业将严重失血。面对原生矿的枯竭和中国大量资源随机电产品不断出口的双重压力，我们必须找到一条可持续发展的资源之路。而开发城市矿产，开辟资源新路，就成为经济和社会可持续发展的必由之路。

资源的综合利用本质上是一种生态经济，它以物质闭路循环流动为特征，运用生态规律把经济活动构成一个“资源—产品—再生资源—产品”的反馈式流程模式，遵循3R（reduce——减量化、reuse——再利用、recycling——再循环）原则，建立资源化系统，克服线性经济发展模式的弊端，实现废物到产品的再循环。对于城市矿产这类分布广、种类多的再生资源，更需要以可持续发展为理念，以科技创新为原动力，大胆实践，探索资源化道路，建设全新的经济模式。

恩格斯说：“必须先知道一个事物是什么，而后才能觉察这个事物中所发生的变化。”面对城市矿山，单单喊出“芝麻开门”是不行的。需要以系统工程的方法，认真调查、分析、研究，科学、理性有条理地对待这座宝库，创新发展地提出处理利用原则和产业发展措施。

因此，本书以废钢铁、废机电产品、废弃电器电子产品、报废汽车、废橡胶、废塑料和其他资源如废纸、废玻璃等为主要城市矿产资源，首先分析各类城市矿产的类型、分布和市场情况，

理清上下游关系,了解相关政策和技术规范,运用科技方法,找出每一类再生资源处理与利用的规律,选择适当的工程手段和设备,做到无害化处理、高值化回收、循环化利用。

历史的经验告诉我们,当生产力发展到一定阶段时,就会同生产关系产生相应的矛盾。传统的产业结构往往平行而独立,如分成钢铁、有色、化工等单独领域。而城市矿产资源的来源渠道众多,物料组成复杂,理化性能各异,在处理和利用时,很难将其定位为某一特定产业或领域的经济活动,特别是该行业还要同时关注资源利用和生态保护两方面因素,沿袭传统线性模式,已经不能适应产业发展。单纯的产供销环节将被循环利用与清洁生产相结合的产业链所替代。本书论述了循环产业链的构建、主导思想,并通过几个典型产业链建设的工程实例,诠释了这种新型生产关系在开发城市矿产,开辟资源新路时所发挥的作用。

近年来,资源综合利用综合园区建设方兴未艾。城市矿产示范基地、循环经济示范园区、区域性大型再生资源市场(园区)、进口再生资源加工利用园区(“圈区管理”)等大型园区的建设与运行,对于我国资源综合利用产业的快速、规模和科学发展起到了关键作用,分析园区建设的政策法规、提出规划设计的流程、制定技术路线与工艺方案、总结建设和运行的工作要点以及经营管理模式,对于园区规范有序运作,确保园区健康、可持续发展将起到积极作用。另外,改革开放以来我国已经建立运行的各类园区,也面临循环经济改造的重要任务,分析已建园区的特点、资源情况、废弃物种类和园内各企业的资源需求,通过产业融合、补链、建立上下游供需关系等措施,也可以在城市矿产这一新兴领域大有作为。

“工欲善其事,必先利其器”,城市矿产资源化与产业链的建设离不开先进的设备和设施,本书介绍了当前国内外部分主流设备。为提高再生资源处理企业的加工处理水平,适当引进国际先进设备,合理使用国内优质设备设施,统筹规划,设计“总体解决方案”,在保证处理要求和环保规范的同时,达到效益最大化的目的,是简洁经济适用的建设道路。

本书由杨敬增主编,丁涛、韩业斌副主编,各编委成员分工合作,经过多次审稿、修改、完善,最终完成。本书共10章,其中杨敬增完成全书结构框架、前言、第9章主要内容和总审;丁涛完成第2章、第3章及第9章中“9.3.1铜金属为主导的有色金属循环产业链”部分;韩业斌完成第5章、第8章及第9章中“9.3.2汽车循环产业链”部分;池莉、窦晨、黄宝敏完成第1章及第4章;曾庆禄、肖雪影完成第6章、第7章、第9章中“9.3.4塑料循环产业链”部分、附录及全书统一汇总整理;廉啟合完成全书设备的介绍与阐述;熊岳完成第10章;陈利完成第1章、第4章撰写指导并负责全书的总体校对。

本书可为相关产业部门、决策部门和研究单位提供重要参考,从产业与工程角度,为从事城市矿产园区、基地和项目建设的单位和企业家提供较为全面的技术咨询,也可作为高等学校的专业辅助教材。

限于编写时间及作者水平,书中疏漏与不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2016年6月



CONTENTS 目录

第 1 章 城市矿产

1.1 世界性资源枯竭影响可持续发展	1	1.3.3 美国	16
1.2 开发城市矿产的意义与必要性	1	1.3.4 新加坡	19
1.2.1 开发城市矿产的意义	1	1.4 我国城市矿产资源化情况和存在的	
1.2.2 开发城市矿产的必要性	2	问题	21
1.3 世界城市矿产开发利用情况	3	1.4.1 我国城市矿产资源化情况	21
1.3.1 德国	3	1.4.2 存在的问题	24
1.3.2 日本	9	参考文献	25

第 2 章 废钢铁资源

2.1 政策与规范	27	2.3 废钢铁市场分析	33
2.1.1 废钢铁加工准入	27	2.3.1 废钢铁回收加工利用市场分析	33
2.1.2 进口废钢铁环保管理规定	27	2.3.2 废钢铁进口情况分析	35
2.2 废钢铁分类	28	2.4 处理与综合利用	36
2.2.1 我国废钢铁分类标准	28	2.4.1 加工处理工艺	36
2.2.2 日本废钢铁分类标准	30	2.4.2 加工处理设备	37
2.2.3 美国废钢铁分类标准	31	参考文献	41

第 3 章 废机电产品资源

3.1 政策与规范	42	3.2.3 废弃机电产品种类划分	48
3.1.1 圈区管理指导意见	42	3.3 市场分析	48
3.1.2 定点加工利用企业核定	43	3.3.1 废五金电器	48
3.1.3 进口废电线电缆环保控制标准	44	3.3.2 废电机	49
3.1.4 进口废电机环保控制标准	44	3.3.3 废电线电缆	49
3.1.5 进口废五金电器环保控制标准	45	3.4 处理与综合利用	51
3.1.6 废弃机电产品处理区环保规范	45	3.4.1 废弃机电产品的资源量情况	51
3.2 废弃机电产品分类	47	3.4.2 废弃机电产品处理工艺	51
3.2.1 限制进口类可用作原料的固体废物		3.4.3 加工处理设备	54
目录 (调整前)	47	参考文献	57
3.2.2 限制进口类可用作原料的固体废物			
目录 (调整后)	47		

第 4 章 废弃电器电子产品

4.1 “四机一脑”	58	4.1.2 分类	60
4.1.1 政策与规范	58	4.1.3 市场分析	61

4.1.4 处理与综合利用	62	4.3.3 市场分析	72
4.2 小家电	65	4.3.4 处理与综合利用	74
4.2.1 政策与规范	65	4.4 手机	77
4.2.2 分类	65	4.4.1 政策与规范	77
4.2.3 市场分析	65	4.4.2 分类	77
4.2.4 处理与综合利用	68	4.4.3 市场分析	77
4.3 文办用品	71	4.4.4 处理与综合利用	79
4.3.1 政策与规范	71	参考文献	80
4.3.2 分类	71		

第5章 报废汽车

5.1 政策与规范	81	5.4.1 精细化拆解	87
5.2 废机动车分类	83	5.4.2 零部件再利用与再制造	87
5.3 市场分析	83	5.4.3 材料的资源化	90
5.3.1 报废汽车回收拆解企业情况	84	5.5 拆解设备介绍	92
5.3.2 报废汽车回收市场规模	85	5.5.1 万能拆解机	92
5.3.3 报废汽车回收行业	85	5.5.2 剪切机	92
5.4 处理与综合利用	86	参考文献	93

第6章 废橡胶资源

6.1 政策与规范	94	6.3.1 我国废旧轮胎回收利用的基本情况	96
6.2 废橡胶分类	95	6.3.2 市场存在的问题及其原因分析	97
6.2.1 废轮胎	95	6.3.3 我国废旧轮胎循环利用产业发展的前景	97
6.2.2 胶带	95	6.4 处理与综合利用	98
6.2.3 胶管	95	6.4.1 胶粉的生产与应用	98
6.2.4 胶鞋	95	6.4.2 轮胎翻新	100
6.2.5 工业橡胶制品	96		
6.3 市场分析	96		

第7章 废塑料资源

7.1 政策与规范	102	7.3.5 废塑料回收行业发展环境分析	106
7.2 废塑料分类	104	7.3.6 我国废塑料进口贸易情况	107
7.3 市场分析	104	7.4 处理与综合利用	110
7.3.1 废塑料回收来源	104	7.4.1 分选	110
7.3.2 废塑料回收量	104	7.4.2 造粒	110
7.3.3 塑料再生企业规模	105	7.4.3 回收利用	110
7.3.4 废塑料行业发展中存在的问题	105		

第8章 其他资源

8.1 废纸	113	8.1.1 我国废纸回收利用的发展前景	113
--------------	-----	---------------------------	-----

8.1.2 废纸的综合利用途径	113	8.3.1 干电池	117
8.2 废玻璃	115	8.3.2 铅酸蓄电池	117
8.2.1 原料	115	8.3.3 锂离子电池	118
8.2.2 建筑材料	116	参考文献	119
8.3 废电池	117		

第9章 循环产业链建设

9.1 循环产业链的构建	120	9.3 典型循环产业链	122
9.1.1 循环经济产业链	120	9.3.1 铜金属为主导的有色金属循环 产业链	122
9.1.2 新型循环产业链的构建	120	9.3.2 汽车循环产业链	129
9.2 城市矿产循环产业链的特点	121	9.3.3 铅酸电池清洁生产闭环循环 产业链	134
9.2.1 把握资源源头,开辟新型产业	121	9.3.4 塑料循环产业链	139
9.2.2 节能降耗,低碳高效	121	参考文献	143
9.2.3 具有规模效益	122		
9.2.4 跨学科跨领域的技术特点	122		

第10章 资源化园区

10.1 资源化园区概述	144	10.2.4 区域性再生资源集散市场(园区) 资源化园区种类与特点	158
10.1.1 我国资源化园区发展概况	144	10.2.5 静脉产业园区	160
10.1.2 资源化园区发展中存在的主要问题	144	10.2.6 其他园区	161
10.1.3 资源化园区发展的对策和建议	145	10.3 园区建设	161
10.2 资源化园区分类介绍	146	10.3.1 新建园区	161
10.2.1 国家城市矿产示范基地	146	10.3.2 已有园区循环化改造	162
10.2.2 国家和省市循环经济示范园区	150		
10.2.3 进口再生资源加工利用园区 (圈区管理)	152		

附录1 相关法律、法规政策

1.1 法律	167	1.2.9 园区建设	172
1.2 法规政策列表	167	1.3 法规政策摘录	173
1.2.1 综合类	167	1.3.1 《废钢铁加工行业准入条件》(工业和信息 化部2012年第47号)(节选)	173
1.2.2 废钢铁	170	1.3.2 《进口废钢铁环境保护管理规定(试行)》 (环境保护部2009年第66号) (节选)	176
1.2.3 废机电产品	170	1.3.3 《废弃电器电子产品处理资格许可管理 办法》(环境保护部令第13号) (节选)	180
1.2.4 废电器电子产品	170		
1.2.5 报废汽车	171		
1.2.6 废橡胶	172		
1.2.7 废塑料	172		
1.2.8 废电池	172		

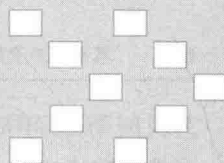
附录2 相关标准

2.1 标准列表	182	2.1.1 综合	182
----------------	-----	----------------	-----

2.1.2 废机电产品	183	2.2.1 《废弃电器电子产品处理污染控制技术	
2.1.3 废电器电子产品	184	规范》(HJ 527—2010) (节选)	184
2.1.4 报废汽车	184	2.2.2 《报废汽车回收拆解企业技术规范》	
2.1.5 废橡胶	184	(GB 22128—2008) (节选)	191
2.1.6 废塑料	184	2.2.3 《废弃机电产品集中拆解利用处置区	
2.1.7 废电池	184	环境保护技术规范 (试行) 》	
2.1.8 园区建设	184	(HJ/T 181—2005) (节选)	193
2.2 标准摘录	184		

第1章

城市矿产



1.1 世界性资源枯竭影响可持续发展

如果世界人口、工业化、污染、粮食生产和资源消耗方面以现在的趋势继续下去，这个行星上增长的极限有朝一日将在今后 100 年中发生。最可能的结果将是人口和工业生产力双方有相当突然的和不可控制的衰退。

—— [美] 丹尼斯·米都斯等：《增长的极限——罗马俱乐部关于人类困境的报告》

《增长的极限》无疑尖锐地指出了未来资源枯竭将会严重影响人类经济社会的可持续发展。表 1-1 为 2014 年世界部分资源产量和储量情况，如果维持 2014 年产量不变，被称为“工业血液”的石油仅仅能维持 50 年左右，铅矿和锌矿只能维持短短十几年，而储量相对较高的煤炭、铝土矿也只有 100 多年。我们不禁要思考未来能留给子孙多少资源去维持他们的生存。无疑，资源的日益消耗已经为我们敲响了警钟，即使未来我们有技术去寻找类似于核能、太阳能等新兴可再生能源，那么为了制造、获取这些能源我们也需要相当数量的不可再生资源，比如，铀、钍、稀土等。因此人类必须要为后代子孙的生存着想，走资源的可持续发展之路。

表 1-1 2014 年世界部分资源产量和储量情况

种类	单位	产量		储量	维持 2014 年产量不变 还能消耗的年数
		2013 年	2014 年	2014 年	
煤炭	亿吨	82.31	81.65	8915.31	109.19
石油	十亿桶	31.6	32.4	1700.1	52.47
天然气	十亿立方米	3408.8	3460.6	187100	54.07
铁矿	百万吨	3110	3220	190000	59.01
锰矿	千吨	16900	18000	570000	31.67
铜矿	千吨	18300	18700	700000	37.43
铅矿	千吨	5490	5460	87000	15.93
锌矿	千吨	13400	13300	230000	17.29
铝土矿和氧化铝	千吨	283000	234000	28000000	119.66

数据来源：《MINERAL COMMODITYSUMMARIES 2015》，美国地质调查局；《BP 世界能源统计年鉴 2015》，BP 公司。

1.2 开发城市矿产的意义与必要性

1.2.1 开发城市矿产的意义

经过数十年的改革和探索，我国经济、科技均取得了突飞猛进的发展，伴随而来的是工业化、城镇化过程中大量的资源消耗。目前中国是世界上第一大能源生产和消费国，表 1-2

为我国 2014 年部分资源产量情况，都保持着增长速度，尤其是精炼铜，其增速达到 15% 左右。

表 1-2 2014 年我国部分资源产量情况

序号	类别	单位	2014 年产量	同比增长
1	一次能源	亿吨标准煤	36.0	0.5%
2	铁矿石	亿吨	15.1	3.9%
3	粗钢	亿吨	8.2	1.2%
4	钢材	亿吨	11.3	4.0%
5	十种有色金属	万吨	4380.1	7.4%
5.1	精炼铜	万吨	764.4	15.0%
5.2	电解铝	万吨	2751.7	8.2%

数据来源：《2015 中国矿产资源报告》。

我国人口众多，尽管拥有丰富的自然资源，但人均资源占有量却相对贫乏：石油、天然气人均储量分别相当于世界平均水平的 6.1% 和 7.9%，铝土矿、铜矿、铁矿储量只是世界平均水平的 14.9%、22.7% 和 70.5%，煤炭人均占有量也仅为世界平均水平的 70.9%。资源的难以为继将严重制约我国经济发展。据悉，2014 年我国石油、天然气、铁矿石对外依存度分别达到 60%、32.2%、78.5%，铜矿、镍矿、铝土矿、天然橡胶等重要资源对外依存度均超过 50%，如此高的依存度等于将中国的经济发展命脉掌握在别人手中。

资源的日益消耗使得人们不得不将目光放在固体废弃物上，从其中寻找再生资源并使之成为经济可持续发展的必然之路。城市矿产体现了一种广义资源观，它是实现由“资源—产品—废弃物”开环经济模式到“资源—产品—再生资源—产品”闭环经济模式的重要载体或工具，将蕴藏在废弃物资中的零部件、原材料和能源进行回收再利用，变废为宝的过程。该过程不仅能够获取再生资源，缓解矿产资源单向开采造成的压力，而且能够减少因废弃物处理不当造成的环境污染，获得社会经济环境效益。目前发达国家“城市矿产”的发展速度非常惊人，其中回收利用废旧金属生产再生金属已经达到许多国家金属总产量的 45% 以上。在日本的再生金属产业中，再生铝的产量几乎占总产量的 99.6%，再生铅的产量也达到了总产量的 62%；在欧盟各国中，各种有色金属的平均回收率约为 34.8%，其中有大量常用金属的回收利用率达到了 40% 左右。总的来看，目前，全世界钢产量的 45%、铜产量的 62%、铝产量的 22%、铅产量的 40%、锌产量的 30%、纸制品的 35% 都来自“城市矿产”产业的资源回收利用。

从固体废弃物中寻找资源减少了对原生矿产的依赖，实现资源的无限循环利用，开发城市矿产对于全球的可持续发展有重要的意义，保证人类社会的长久延续。对于中国这样一个需要资源保证的发展中国家而言更应开发城市矿产，这关乎国家长远的经济发展战略和能源安全储备战略。

1.2.2 开发城市矿产的必要性

1.2.2.1 循环利用，缓解资源压力

目前，我国已经开采的 400 处主要矿区大都进入中晚期，25 种矿产到 2020 年将出现不同程度的短缺，而在这 25 种矿产中有 11 种为国民经济支柱性矿产，石油、铁矿砂、氧化铝

等重要矿产资源将长期短缺,对外依存度越来越高。另外,有专家估计,我国经济要达到发达国家的水平,需要相当于现在三个地球的资源的储量。可见,资源短缺已经成为制约我国经济发展的重大问题。

2013 年我国再生资源回收量相当于节约 1.7 亿吨标准煤,减少二氧化碳排放超过 4 亿吨。从 1994 年到 2013 年间,共利用废钢铁 10.8 亿吨,相当于少开采矿石 46 亿吨、节省原煤 10 亿吨、减少 17 亿吨碳排放。可见大规模、高起点、高水平地开发利用城市矿产,实现废弃资源的再生循环利用,将有效弥补我国原生资源不足,缓解资源瓶颈对经济发展的束缚,具有十分重要的战略意义。

1.2.2.2 培育产业,推动经济发展

开发城市矿产,市场空间巨大,蕴藏着无限商机。2010 年全球再生资源行业规模已经达到 22000 亿美元,其中发达国家占 70% 以上。2014 年我国十大品种再生资源回收总值 6446.9 亿元,同比增长 0.4%,产业规模与欧美等发达国家相比还有很大的差距。由此可见,国内再生资源行业是一个极具规模、极具潜力的庞大产业。发展城市矿产,打造成产值过千亿元的再生资源产业,形成战略性新兴产业,从根本上转变传统增长方式与物质代谢模式,将资源 and 环境作为内生要素纳入经济建设,可以大力发展循环经济,推动科学发展。

1.2.2.3 开拓创新,转变发展模式

2014 年我国 GDP 总量占全球的 13.43%,而 2014 年我国石油消费量占全球的 12.4%、煤炭占 46.9%、铜表观消费量占 40%、原铝占 51.14%、粗钢产量占全球 49.5%,由此可见我国的资源回用率较低,与发达国家相比仍然采用粗放型的生产方式。目前国家正处于调整转型的关键时期,降低单位 GDP 能耗成为重中之重,而城市矿产能够在更高起点,更宽领域,更大平台上实现由“资源—产品—废弃物”的线性发展模式,向“资源—产品—废弃物—再生资源”循环发展模式的改变,是对大量开采、大量生产、大量消费、大量废弃的传统的粗放型的发展模式的根本变革,也是推动经济转变发展的有益探索。

1.3 世界城市矿产开发利用情况

在经济全球化的今天,资源综合利用产业受到全世界各国的重视,特别是发达国家,在经济、行政和法律等方面不断促进完善该行业在本国的发展。从全球范围来看,中国、美国、欧盟、日本、俄罗斯、加拿大等是再生资源回收、消费的主要国家和地区。

1.3.1 德国

德国的循环经济是以垃圾处理和再利用为核心,坚持预防为主、产品责任制和合作原则的废弃物管理,目前其运行和管理水平处于世界前列。

1.3.1.1 法律法规体系

德国约有 8000 多部联邦及各州的环境及循环经济的法律,再加上欧盟的 400 多个法规,已经形成了一套较为完善的循环经济法律体系(表 1-3)。

表 1-3 德国循环经济法律体系

实施年份	内容
1972	《废弃物处置法》
1974	《控制大气排放法》
1976	《控制水污染排放法》
1978	“蓝色天使”计划
1983	《控制燃烧污染法》
1984	《废弃物管理法》
1986	成立德国联邦环境保护部和各州环保局
1991	《避免和回收包装品条例》《包装品条例》
1996	《循环经济与废弃物管理法》
1998	《包装法令》《生物废弃物条例》
1999	《垃圾法》《联邦水土保持与旧废弃物法令》
2000	《可再生资源促进法》
2001	《社区垃圾合乎环保放置及垃圾处理法令》《废弃电池条例》《废车限制条例》
2002	《生态税改革法》《森林繁殖材料法》《废弃木材处置条例》
2004	《可再生能源修订法》
2005	《电子电器法》
2005	《包装条例》第三修正案
2005	《电子电器法之费用条例》
2005	《垃圾堆放评估条例》
2005	《垃圾运送法修正案》《解散与清理垃圾回收支援基金会法》
2006	《包装条例》第四修正案
2006	《废车条例第一修正案》
2006	《欧盟垃圾处理条例》《欧洲议会、议院关于垃圾处理条例(2006)第 1013 号公报》
2007	《简化垃圾监控法》

《循环经济与废弃物管理法》是德国循环经济总纲领，它把资源闭路循环的思想推广到所有生产部门，其重点侧重于强调生产者的责任，是对产品的整个生命周期负责，规定对废物问题的优先顺序是避免产生循环使用最终处置。具体说，首先是减少污染物的产生量，在生产和消费过程中尽量减少各种废物的产生；其次是对不能避免产生又可利用的废弃物要加以回收利用，使之回到经济循环中去，只有那些不能利用的废弃物，才允许进行最终的无害化处置。在此基础上形成德国各行业的相关法律法规。

德国的环境政策素以严格、强硬闻名，面对欧盟其他成员国不断的“贸易保护”指控，德国依然坚定不移地实施强制性的回收利用目标、一次性饮料包装押金等制度。

1.3.1.2 管理体系

(1) 生产者责任制 生产者责任制是德国推进城市矿产开发利用的重要经济政策手段之一。应欧盟 WEEE 的要求，德国通过了 ElektroG（《电子电器设备销售管理、回收与无害化处理法案》），该法规提出对电子产品实施生产商延伸责任制，由生产商负责电子废弃物的回收处理，承担相应的费用，但是允许生产商将该费用转移给消费者。首先电器生产商组建了 EAR 基金会，EAR 作为管理协调机构，确定并发布电子垃圾处理成本的计算方法。生产商与处理商合作并建立委托代理关系，生产商委托专业处理商代其履行电子垃圾处理责任，其合作以合同形式体现。图 1-1 为德国基于 EPR 的电子垃圾回收处理运作系统。

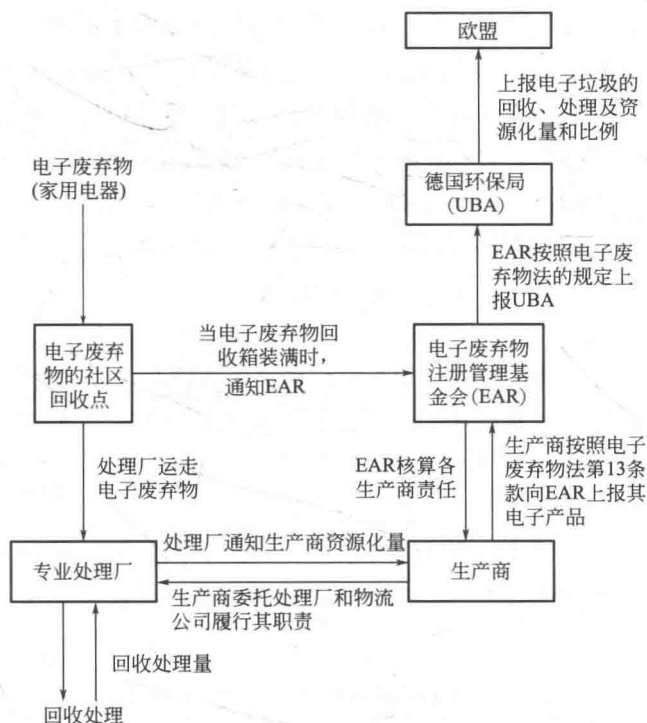


图 1-1 德国基于 EPR 的电子垃圾回收处理系统

(2) DSD DSD 是德国专门组织回收处理包装废弃物的非盈利社会中介组织，1990 年由 95 家产品生产厂家、包装物生产厂家、商业企业以及垃圾回收部门联合组成，DSD 的目标是废弃包装物再生利用。

DSD 接受企业的委托，由生产者支付一定的费用，例如，每千克玻璃的收费标准是 7.6 欧分，每千克塑料包装物的收费标准是 140.3 欧分。对贴有“绿点”标志的包装进行分类、清洗、回收，然后送至相关的资源再利用厂家循环使用，能直接回收利用的包装废弃物则送至制造商。如果某企业不使用“绿点”商标，那它就是没有参与此系统，必须自己回收再利用，完成规定的限额并拿出证明。图 1-2 为 DSD 废弃物回收系统运作流程。

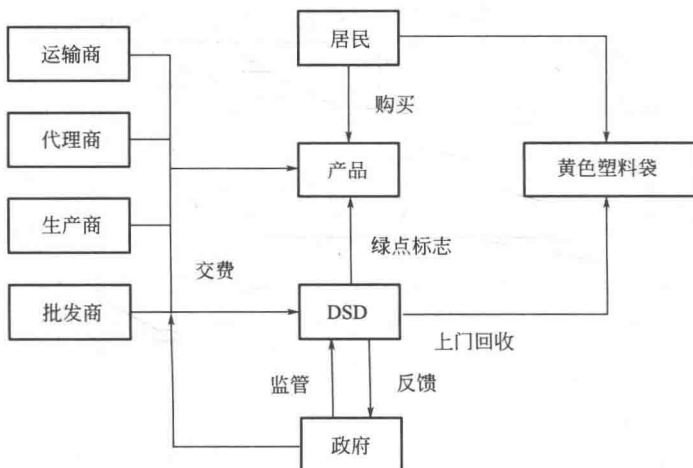


图 1-2 德国 DSD 废弃物回收系统运作流程

(3) 押金制度 为了提高包装品回收率，德国环境部制定了抵押金制度。德国包装法明确规定，如果一次性饮料包装的回收率低于 72%，则强制性的押金制度必须实行。德国开始强制实行这项制度以来，顾客在购买所有用塑料瓶和易拉罐包装的矿泉水、啤酒、可乐和汽水时，均要支付相应的押金，1.5 升以下需支付 0.25 欧元，顾客在退还空罐时领回押金。这一制度在欧盟存在很大的争议，甚至在 2004 年 12 月，欧盟法院裁决对一次性饮料包装征收押金的制度非法。当然这也无法否认押金制度有助于消费者改变使用一次性饮料包装的消费习惯，转向使用更有利于环保的可多次利用的包装品。

1.3.1.3 废弃物利用情况

2012 年德国废弃物总量为 380.58 百万吨，其中建筑废物、城市生活垃圾、矿渣、二次废物（经处理后无作为原料再利用和作为产品再制造的可能）、其他废物（主要是制造业和其他经济活动产生的垃圾）分别为 199.3 百万吨、49.76 百万吨、30.32 百万吨、54.22 百万吨、46.98 百万吨。

表 1-4 为 2012 年上述废弃物的利用情况，可以看出除矿渣以外，其余均主要以原材料再利用的形式回收，其中玻璃，纸张、纸板箱，废弃电器电子产品，园艺垃圾几乎 100% 回收，不需要填埋。

表 1-4 2012 年德国各类垃圾资源回收利用情况

项目	总量 /千吨	处理处置/千吨				回收利用/千吨			回收百分比/%
		处理总量	填埋	焚烧	处置	回收总量	热回收	原料回收	
城市垃圾	49759	8436	107	7341	988	41323	8863	32460	83
其中:玻璃	2392	1	1	0	—	2391	1	2390	100
纸张、纸板箱	8098	18	—	3	16	8080	37	8043	100
废弃电器电子产品	623	0	—	—	0	622	1	621	100
园艺垃圾	5305	6	0	1	5	5299	282	5017	100
采矿垃圾	30318	29992	29958	0	34	326	2	323	1
建筑垃圾	199303	20306	19082	157	1067	178998	1358	177639	90
二次垃圾	46978	7273	4539	1966	769	39705	14322	25382	85
其他垃圾	54218	14403	10077	2901	1425	39815	10257	29558	73

(1) 建筑废物 2012 年，产生量最大的建筑废物作为原料回收量为 177639 千吨，占到 89%，填埋率为 10%。德国建筑的回收利用，主要集中在几个方面：矿山回填、垃圾场修建、政府指定使用。但即使经过处理后的建筑垃圾，也多数用于道路基础层及其他土工项目，被用于制成再生混凝土骨料的比例很低。

(2) 城市生活垃圾 2012 年，德国生活垃圾的回收处理率达到 83%，其中作为原材料回收达到 65%，热能回收达到 18%，而填埋率仅为 0.2%。玻璃，纸张、纸板箱，废弃电器电子产品，园艺垃圾的回收率达到了 100%，几乎全部再次作为原材料使用。其高效的回收利用率主要得益于严格的生活垃圾分类回收制度。

图 1-3 为德国市政垃圾处理体系，各类垃圾经垃圾收集车运至分拣厂或处理厂进行回收处理，后续产物运至焚烧厂燃烧进行热能回收，最后不能燃烧的残渣才进行填埋，或者作为筑路材料。一般来说，可回收物质约占总量的 20%~50%，主要包括轻质包装材料、塑料、废纸、橡胶、纸板、织物、玻璃、铝、铁、其他金属、复合材料等，分类收集后，直接送入