



“十三五”国家重点出版物
出版规划项目

废物资源综合利用技术丛书

DIANZI FEIWU ZIYUAN ZONGHE LIYONG JISHU

电子废物资源 综合利用技术

周全法 程洁红 龚林林 等编著



化学工业出版社



“十三五”国家重点出版物
出版规划项目

❖ 废物资源综合利用技术丛书

DIANZI FEIWU ZIYUAN ZONGHE LIYONG JISHU

电子废物资源 综合利用技术

周全法 程洁红 龚林林 等编著



化学工业出版社

· 北京 ·

全书分三篇共8章,第一篇是电子废物资源化利用基础,主要介绍了电子废物的资源性和污染性、常见家电的结构和拆解、电子废物分析方法;第二篇是电子废物资源化利用技术,主要介绍了电子废物中材料分离技术、典型电子废物处理工艺、电子废物中贵金属的循环利用;第三篇是电子废物环境管理和污染减控技术,主要介绍了电子废物的环境管理、电子废物处理位置中的“三废”减控技术。

本书具有较强的知识性和技术应用性,可供从事电子废物处理处置等领域的工程技术人员、科研人员和管理人员参考,也可供高等学校资源循环科学与工程、环境科学与工程及相关专业的师生参阅。

图书在版编目(CIP)数据

电子废物资源综合利用技术/周全法等编著. —北京:化学工业出版社,2017.11

(废物资源综合利用技术丛书)

ISBN 978-7-122-30432-2

I. ①电… II. ①周… III. ①电子产品-废物综合利用 IV. ①X760.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第195721号

责任编辑:刘兴春 刘 婧

文字编辑:汲永臻

责任校对:宋 玮

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 装:三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张26 $\frac{3}{4}$ 字数647千字 2018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:98.00元

版权所有 违者必究

《废物资源综合利用技术丛书》 编委会

主任：岑可法

副主任：刘明华 陈冠益 汪 苹

编委成员（以汉语拼音排序）：

程洁红	冯旭东	高华林	龚林林	郭利杰	黄建辉
蒋自力	金宜英	梁文俊	廖永红	刘 佳	刘以凡
潘 荔	宋 云	王 纯	王志轩	肖 春	杨 帆
杨小聪	张长森	张殿印	张 辉	赵由才	周连碧
周全法	祝怡斌				

《电子废物资源综合利用技术》 编著人员

编著者：周全法 程洁红 龚林林 朱炳龙 王 琪 黄继忠
陆静蓉 周雅雯 梁志强 陈 科 张锁荣 陈 娴
蔡 璐 赵世晓

以废旧电视机、冰箱、空调机、洗衣机和电脑为主的废弃电器电子产品，手机、微波炉、油烟机等小型家电，交换机、发射和接收基站等大型公共电子产品以及电器电子产品拆余物构成的第一类电子废物，以家电和电子元器件生产过程中产生的残次品、边角料和相关报废材料等构成的第二类电子废物，已经成为 20 世纪增长速度最快的城市固体废弃物。2014 年，全球电器电子产品废弃总量约为 4180 万吨，其中我国的产生量约为 603.3 万吨。我国已经成为世界最大的电器电子产品生产国和消费国，同时也是世界最大的电子废物处理处置国。电子废物中含有大量的有色金属、黑色金属、高分子材料和无机非金属材料，被称为“城市矿山”、“城市矿产”和“放错了地方的宝贵资源”。

如何在无害化前提下实现电子废物的高效资源化，已经成为科技界、政府管理部门、电子废物产生者、处理处置企业和公众极为关注的问题。在操作层面涉及三个方面：一是电子废物的回收管理体系建设问题，即如何报废、由谁收集、交给谁拆解分类；二是电子废物资源化利用和无害化处置的工艺技术和设备问题，即采用哪些技术、工艺和装备才能够实现在无害化前提下的资源化；三是行业准入、许可、审核和相关人才的培养培训问题，即各级环保部门如何许可和审核电子废物再生利用项目、相关企业应该具备怎样的条件、产业专门人才如何培养和培训。

在电子废物的回收管理体系建设方面，国家先后从产业布局和规划、企业准入和许可、法律法规建设等方面做了大量富有成效的工作，其中以国务院《废弃电器电子产品回收处理管理条例》，财政部、环保部和发改委等 6 大部委《废弃电器电子产品处理基金征收使用管理办法》，以及将电子废物再生利用纳入节能环保战略性新兴产业的意义最为重大。在电子废物资源化利用和无害化处置的工艺技术和设备问题上，科技部等相关部委在国家科技支撑计划、863 计划等国家科技计划项目的设立上给予电子废物处理处置以大力支持，设立了一批国家级项目和课题，重点研究电子废物处理处置的工艺和技术、专用装备的设计制造，有些项目已经取得重大进展。在行业准入、许可、审核和相关人才的培养培训问题上，环保部做了大量工作，目前正在进行有关废印刷电路板等危险废物经营单位的许可和审核指南编制工作。教育部为了配合战略性新兴产业的发展，特设了“资源循环科学与工程”等相关本科专业。应该说，目前我国已经初步具备了电子废物资源循环利用的产业基础、科技基础和人才基础，已经具备了解决电子废物的资源性和污染性的矛盾的基础条件。

本书以作者多年来承担的国家科技支撑计划等重大项目的研究成果以及产业化经验为依托，对电子废物的资源性和污染性、常见家电的结构和拆解、材料成分分析、有价值材料分离和深加工、电子废物的环境管理和二次污染减控技术等归纳总结，希望对我国电子废物再生利用行业的发展和企业的科技进步有所帮助。素材主要来源于国内外相关科研成果和生

产实际应用成果，注重学术性与技术性、工程性和行业性的有机结合。

本书共分三篇共 8 章。第一篇是电子废物资源化利用基础，分为 3 章，分别是电子废物的资源性和污染性、常见家电的结构和拆解、电子废物分析方法；分别由朱炳龙、王琪、龚林林、黄继忠、陆静蓉和周全法等完成。第二篇是电子废物资源化利用技术，分为 3 章，分别是电子废物中材料分离技术、典型电子废物处理工艺、电子废物中贵金属的循环利用；分别由程洁红、张锁荣、陈娴、龚林林、蔡璐、梁志强、陈科、赵世晓和周全法等完成。第三篇是电子废物环境管理和污染减控技术，分为 2 章，主要介绍电子废物的环境管理、电子废物处理处置中的“三废”减控技术；分别由程洁红、陈娴、龚林林、周雅雯和周全法等完成。全书最后由周全法、程洁红和龚林林统稿、定稿。

在本书编著过程中，环境保护部固体废物管理中心、中国再生资源产业技术创新战略联盟、中国有色金属工业协会再生金属分会、江苏省固体有害废物登记和管理中心、江苏理工学院、江南大学等有关部门对相关课题的研究和本书的出版给予了大力支持和帮助。国家科技支撑计划项目（2014BAC03B06）、联合国开发计划署“通过环境无害化管理减少电子电器产品的生命周期内持久性有机污染物和持久性有毒化学品的排放全额示范项目”（20141201CN）给予本书出版以大力支持，项目的部分研究成果已经融入本书。在此，谨向各位关心支持本书出版和电子废物再生利用事业发展的各位同仁表示衷心感谢！

限于编著者编著时间和水平，书中不足和疏漏之处在所难免，敬请读者提出修改建议。

编著者

2017 年 6 月于常州

第一篇 电子废物资源化利用基础

1 电子废物的资源性和污染性

1.1 我国电子废物来源和流向	002
1.2 我国电子废物的处理处置	003
1.2.1 处理处置途径	003
1.2.2 法律法规体系	004
1.2.3 电子废物 EPR 制度	005
1.2.4 试点及定点拆解	008
1.3 电子废物的资源性	009
1.4 电子废物的污染性	012

2 常见家电的结构和拆解

2.1 常见家电的基本结构	015
2.1.1 电视机	015
2.1.2 冰箱	017
2.1.3 洗衣机	023
2.1.4 空调器	029
2.1.5 电脑	031
2.2 废旧家电的拆解分类原则	034
2.2.1 拆解目标	034
2.2.2 拆解原则	035
2.2.3 拆解经济性	035
2.3 废电脑及其附属设备的拆解	036
2.3.1 主机的拆解	036
2.3.2 显示器拆解	040
2.3.3 打印机拆解	041
2.3.4 其他外设的拆解	046
2.3.5 拆解材料的分类	047
2.4 洗衣机拆解	047
2.4.1 拆解工具	048
2.4.2 拆解流程	048
2.4.3 拆解材料的分类	049
2.5 电冰箱拆解	050

2.5.1	拆解工具	050
2.5.2	拆解流程	052
2.5.3	拆解材料的分类	053
2.6	电视机拆解	054
2.6.1	拆解工具	054
2.6.2	拆解流程	054
2.6.3	拆解材料的分类	055
2.7	微波炉拆解	056
2.7.1	拆解工具	056
2.7.2	拆解流程	056
2.7.3	拆解材料的分类	058

3 电子废物分析方法

3.1	常见金属的分析	059
3.1.1	样品的预处理	059
3.1.2	金的分析	062
3.1.3	银的分析	066
3.1.4	铂的分析	068
3.1.5	钯的分析	070
3.1.6	铜的分析	071
3.1.7	锡的分析	076
3.1.8	铅的分析	081
3.1.9	铬的分析	084
3.1.10	镉的分析	087
3.1.11	汞的分析(硫氰酸钾容量法)	088
3.1.12	钛的分析	090
3.1.13	镍的分析	091
3.2	常见高分子材料的分析方法	093
3.2.1	黏度法测定聚合物黏均分子量	093
3.2.2	端基分析法测定聚合物的分子量	094
3.2.3	树脂黏度的测定	095
3.2.4	聚合物溶解度参数的测定	096
3.2.5	根据溶解性能鉴别聚合物	099
3.3	电子废物分析的质量控制	100
3.3.1	电子废物分析实验室	100
3.3.2	电子废物分析的质量控制环节	102
	参考文献	105

第二篇 电子废物资源化利用技术

4 电子废物中材料分离技术

4.1 电子废物机械法分离技术	108
4.1.1 破碎技术	108
4.1.2 分选技术	117
4.1.3 机械法回收应用实例	128
4.2 电子废物火法冶金分离技术	130
4.2.1 焚烧法	131
4.2.2 热解法	146
4.3 电子废物湿法冶金分离技术	150
4.3.1 湿法冶金的主要步骤	150
4.3.2 浸取法	151
4.3.3 电解沉积法	155
4.3.4 有机溶剂萃取法	155
4.3.5 离子交换法	156
4.3.6 微生物浸出法	156
4.4 电子废物生物分离技术	156
4.4.1 微生物浸取回收电子废物贵金属	157
4.4.2 电子废物生物浸取贵金属所用微生物	157
4.4.3 微生物浸出电子废物的影响因素	158
4.5 电子废物材料分离集成技术	160

5 典型电子废物资源化工艺

5.1 废电路板资源化工艺	163
5.1.1 国内物理法工艺	163
5.1.2 国外物理法工艺	168
5.1.3 化学处理工艺	172
5.1.4 废电路板资源化技术应用实例	176
5.2 废塑料资源化工艺	178
5.2.1 废家电塑料的成分	179
5.2.2 废旧家电塑料的处理技术	181
5.2.3 集成处理技术	187
5.3 其他高分子材料资源化工艺	202
5.3.1 废不饱和聚酯玻璃纤维增强塑料 (SMC) 的回收利用	202
5.3.2 废聚氨酯 (PU) 的回收利用	202
5.3.3 废橡胶的回收利用工艺	202

5.3.4	复合材料回收利用	204
5.4	废压缩机资源化工艺	205
5.5	废氟里昂资源化工艺	206
5.5.1	氟里昂对臭氧层破坏的机理	206
5.5.2	CFCs 的发展现状	206
5.5.3	CFCs 的回收处置	207
5.6	废电源线资源化工艺	210
5.6.1	废电源线的整体处理技术	210
5.6.2	废电源线中铜的循环利用	211
5.6.3	废电源线中聚氯乙烯的处理技术	217
5.7	废显像管资源化工艺	217
5.7.1	处理方法	218
5.7.2	国内处理工艺	220
5.7.3	国外处理工艺	220
5.8	废冰箱箱体资源化工艺	220
5.9	废金属外壳资源化工艺	221
5.10	含铅玻璃资源化工艺	221
5.10.1	电脑显示器中的含铅玻璃	221
5.10.2	电视机中的含铅玻璃	223
5.10.3	含铅玻璃的资源化	224

6 电子废物中贵金属的循环利用

6.1	贵金属在电子电器中的存在形态	227
6.1.1	贵金属合金电阻材料	227
6.1.2	贵金属触点材料	230
6.1.3	贵金属浆料	233
6.1.4	贵金属掺杂玻璃	240
6.1.5	敏感陶瓷	241
6.1.6	陶瓷器件和组件	244
6.1.7	贵金属纳米材料	246
6.2	电子废物中贵金属的再生利用	248
6.2.1	白银的回收	248
6.2.2	黄金的回收	257
6.2.3	铂族金属的回收	270
6.2.4	铂族金属的精炼	280
6.2.5	单个铂族金属的精炼	292
6.2.6	铂族金属及其合金的熔铸	300
6.3	典型金银电子化学品的生产	301
6.3.1	含银电子化学品	301

6.3.2 含金电子化学品	310
参考文献	312

第三篇 电子废物环境管理和污染减控技术

7 电子废物的环境管理

7.1 电子废物管理依据	314
7.1.1 产品生命周期理论	314
7.1.2 循环经济理论	316
7.2 生产者责任延伸制度	319
7.2.1 主要内容	319
7.2.2 相关实践	320
7.3 电子废物管理体系制定原则	322
7.3.1 全过程管理原则	322
7.3.2 减量化、资源化和无害化原则	324
7.3.3 谁受益谁负责原则	325
7.4 我国电子废物管理体系	326
7.4.1 控制系统	328
7.4.2 制度系统	337
7.4.3 扶持系统	344
7.4.4 企业准入条件	350
7.4.5 收集和处置区域试点	351
7.4.6 处理处置技术开发	356
7.5 国外废旧家电管理体系	357
7.5.1 国外废旧家电管理概况	357
7.5.2 废旧家电管理体系分析比较	365
7.6 电子废物管理体系发展趋势	369
7.6.1 规范化	369
7.6.2 规模化	369
7.6.3 中国化	369

8 电子废物处理处置中的污染减控技术

8.1 电子废物再生利用过程废气治理	372
8.1.1 废气污染物种类	372
8.1.2 废气治理方法	373
8.1.3 焚烧过程废气治理实例	378
8.1.4 铸锭过程废气治理实例	379
8.2 电子废物再生利用废水治理	381

8.2.1 酸碱废水治理	381
8.2.2 重金属废水的治理	383
8.2.3 氰化废水的治理	395
8.2.4 有机废水的治理	399
8.3 电子废物再生利用固体废弃物治理	400
8.3.1 固化技术	400
8.3.2 卫生填埋技术	406
8.3.3 焚烧处置	406
参考文献	407

索引

第一篇

电子废物资源化利用

基础



电子废物，是指废弃电器电子产品以及被国家环境保护部等政府部门纳入电子废物管理的废弃物。通常将电子废物粗分为两类：第一类是以废旧电视机、冰箱、空调机、洗衣机和电脑（简称为“四机一脑”）为主的废弃电器电子产品，手机、微波炉、油烟机等小型家电，交换机、发射和接收基站等大型公共电子产品，电器电子产品拆解所得的主要部件四部分；第二类是指家电和电子元器件等生产过程中产生的残次品、边角料和相关报废材料。相对于第一类电子废物而言，第二类电子废物仍然是目前环保监管的薄弱环节。

电子废物资源化利用的前提是其中含有可以资源化利用的材料，这是我国拥有众多电子废物再生利用企业和从业者的经济驱动力。与资源性相伴的是再生利用过程中的污染性，即由于对电子废物进行物理、化学、生物等方法处理或不当存储所引起的二次污染。在电子废物再生利用过程中，真正做到“全组分利用”和“零排放”是不可能的。全组分利用仅仅是指对电子废物的所有组分进行了充分利用，没有产生新的废物或严重的二次污染。无害化处置也仅指再生利用过程中所产生的二次污染处于现行环保排放标准容许的范围之内。

因此，在从事电子废物资源化利用之前，有必要了解电子废物的资源性和污染性、电子废物的环境管理要求、废旧家电的结构和拆解方法、电子废物中有价值材料的分析方法等基础知识，以便更有针对性地制订再生利用工艺和生产线设计方案以及二次污染的减控措施。



电子废物的资源性和污染性

随着我国电子信息产业的飞速发展和人民生活水平的提升，以家用电器为代表的电子信息产品更新换代速度越来越快，我国已经成为世界上最大的家用电器的生产国和消费国。大量生产和消费的背后必然是大量废弃。2014年，全球电器电子产品废弃总量约为4180万吨，其中在我国产生约为603.3万吨，人均产生4.4kg。以废家电为主的电子废物已经成为21世纪增长最快的城市固体废物^[1,2]。电子废物中含有大量的有色金属、黑色金属、高分子材料和无机非金属材料，因而被称为“城市矿山”“城市矿产”和“放错了地方的宝贵资源”。

鉴于废弃电器电子产品等电子废物的资源性和污染性，国家发展和改革委员会于2004年出台了《废旧家电及电子产品回收处理管理条例》(征求意见稿)，经过近五年的意见征集和实践，国务院于2009年2月出台了第551号国务院令，颁布了上述条例并从2011年1月1日起正式实施。财政部、环保部、发改委等6大部委于2012年5月联合出台了《废弃电器电子产品处理基金征收使用管理办法》(下称“处理基金办法”)，开始实施废弃电器电子产品的国家定点拆解政策。同时，国家科学技术部高度重视电子废物处理处置工艺、技术、装备和示范生产线建设的研究，自2008年起先后下达了“废线路板全组分高值化清洁利用关键技术与示范”等多个国家科技支撑计划项目和863计划项目。上述办法及政策的出台，为电子废物处理处置产业提供了千载难逢的发展机遇和强大的科技进步动力。

1.1 我国电子废物来源和流向

我国电子废物主要来源于3个方面^[3]。

1) 国内废弃电器电子产品及其拆解物 包括居民日常生活中所产生的废旧家电及其配件、企事业单位和政府部门的以电脑及其外设为主的电子废物、电器电子产品生产过程中所产生的整机及零配件废品。

2) 非法流入我国的废弃电器电子产品及其拆解物 俗称“电子垃圾”或“洋垃圾”的电

子废物大多流入到浙江、福建和广东等沿海地区，并逐步扩散到山东、河北和广西等地。虽然我国禁止进口废旧家电等电子废物，但由于电子废物具有“原料价格低、拆解成本低、拆解产物价格高”的“两低一高”的特点，仍有很多企业通过非法渠道进口大量电子废物。仅在广东贵屿和汕头两地，每年约有3万~4万人从事废弃电器电子产品及其拆解物的处理工作，每年处理量高达100万吨。相关资料显示，全球每年产生的电子垃圾中，约70%被转移到中国大陆进行处理，我国已经成为名副其实的世界最大的电子垃圾处理场。

3) 电子信息产品生产过程中产生的边角料、废旧元器件、报废原辅材料 主要产生于电子元器件和电子化学品生产企业，包括废线路板(覆铜板、电路板)边角料、压电陶瓷废料、玻璃类废料、塑料类废料、无机非金属废料、电子元器件生产过程的液体废料和其他固体废料等。这一部分电子废物的产生源相对复杂，目前尚无法精确统计其产生量和流向。

我国废弃电器电子产品的流向主要有4个方面：a. 废弃电器电子产品所有者暂时储存；b. 回收处理厂再生利用；c. 整机或零部件进入二手市场再使用；d. 丢弃至垃圾箱随后进行填埋处理。

我国电器电子产品在报废或淘汰后，大多数被消费者暂时储存在家里或办公室。原因是废弃电器电子产品在中国往往被看作是有价值的商品，个人消费者一般不会随意丢弃，而是待价而沽。而用财政经费购买的电器电子产品，一般是作为固定资产管理，报废手续和流程长，尚未达到规定的报废年限而实际已经不能使用的电器电子产品只能暂时储存于单位仓库中。

另外，我国废弃电器电子产品回收体系不完善也是造成废弃电器电子产品及其拆解物积存的原因之一。目前大约90%的废弃电器电子产品及其拆解物被走街串巷的个体收购者回收，由于缺乏专门管理，在经济利益驱动下，大部分回收的废弃电器电子产品被卖给了非国家定点的废旧家电拆解处理企业，只有少量被倒卖到定点拆解企业进行拆解、分类、分选，回收或再使用其中的有用材料或零部件。国家定点拆解处理企业由于不能得到充足的原料，难以产生规模效益和示范效应。此外，尚有部分废旧家电被收购者维修、升级或翻新后进入二手市场。随着家电产品升级换代的加快和家电产品价格的降低，作为二手家电销售的数量将越来越少。

进入填埋场处置的废旧家电及其拆解物主要为拆解企业和个体拆解者无法再利用的相关材料，如玻璃类和树脂类废弃物。

1.2 我国电子废物的处理处置

1.2.1 处理处置途径

我国电子废物主要通过再生利用和再使用方式进行处理。

1.2.1.1 再使用

通过再使用方式，可以延长废旧家电及其拆解物的使用寿命。“再使用”是我国废旧家电及其拆解物循环利用的主要形式之一。虽然再使用过程对环境的污染较小，但由于再使用的电子产品可以使用的寿命短，很快会在农村等难以进行收集和处理的地区变成废物，从而造成更大的危害。同时以旧充新、以次充好的现象也充斥着二手电子产品市场，存在严重的安

全隐患。目前,我国第一部关于规范二手家电的国家标准《二手(旧)电子电器品质技术要求》国家标准已经进入审定阶段,这对规范我国电子产品二手市场将起到积极作用。

1.2.1.2 再生利用

受电子废物有价资源的利益驱动,电子废物回收处理企业快速崛起,已经成为一个新兴产业。根据处理处置的电子废物来源不同,我国电子废物回收处理企业可以分为以国外电子废物为主要原料的回收处理企业和以国内废旧家电为主要原料的回收处理企业。

1) 以国外电子废物为主要原料的回收处理企业 截至2015年,全国共有600多家以进口废电机、废电线电缆、废五金电器(海关进口目录:第七类废弃物)为主的拆解回收企业,主要分布在东部沿海地区,并形成了天津、浙江和广东三个地域性的回收处理中心。由于普遍采用手工辅以机械拆解处理工艺,有毒重金属(如Pb、Cr、Cd等)和持续性有机污染物(如PBDEs、PCDD/Fs、PAHs、PCBs等)对当地大气、水体、土壤、沉积物等环境介质以及人体健康具有较大的潜在危害。

2) 以国内废旧家电为主要原料的回收处理企业 绝大多数企业均领取了相关种类的危险废物经营许可证,按照《危险废物经营许可证管理办法》的要求从事废旧家电及其拆解物的收集、储存、处置,一般做过环境评价,相对规范。江苏省领取许可证的废旧家电及其拆解物回收处理企业有74家,以废线路板为主要处置对象,主要集中在经济发达地区。另外,家庭作坊式的回收处理仍是我国目前比较普遍的处理模式。这类企业规模小、技术水平低、环保投入少,通常采用手工或简单工具进行拆解,并使用破坏性处理工艺(如传统的酸浸和露天焚烧等),仅回收废旧家电及其拆解物中的有价金属,二次污染严重,因此相对于正规企业,其回收处理成本低。这也直接导致了污染严重的非正规小企业占领了主要市场,而技术先进、环保水平高的国家定点企业处于“吃不饱”甚至是亏损的尴尬局面。目前,保护正规废旧家电及其拆解物回收企业的有关法规和政策在中国还处于起步阶段。江苏省已经开展废旧家电及其拆解物处置利用企业准入条件研究,并出台了废线路板、含重金属污泥和蚀刻废液处置利用企业的准入条件,这对保障废旧家电及其拆解物资源化综合利用行业的健康和可持续发展具有重要意义。

1.2.2 法律法规体系

针对我国电子废物回收监管体系薄弱、相应法规不健全的问题,通过制定相关法律法规和政策,电子废物循环利用及其产业发展将逐步纳入法制化管理的轨道。表1-1概括了我国目前电子废物的相关法律法规。根据最新的国家危险废物名录,电子废物已被列为危险废物,因此我国所有适用于危险废物的法律法规也适用于电子废物。

表 1-1 中国电子废物管理相关法律法规

法律法规	相关内容	时间
限制进口类可用作原料的废物目录(第一批)	限制废五金电器、电机、电线、电缆的进口	施行2002年1月1日
禁止进口货物目录(第二批、第五批)	禁止废旧机电产品的进口	施行2002年1月1日(第二批);2002年8月15日(第五批)
废电池污染防治技术政策	废电池处理处置全过程污染防治技术	施行2003年10月9日

法律法规	相关内容	时间
废弃机电产品集中拆解利用处置区环境保护技术规范(试行)	废弃机电产品集中拆解利用处置区的规划、建设及运行的污染防治和环境保护管理	施行 2005 年 9 月 1 日
废弃家用电器与电子产品污染防治技术政策	家用电器与电子产品的环境设计、废弃产品处理处置全过程的环境污染防治	施行 2006 年 4 月 27 日
电子信息产品污染控制管理办法	电子信息产品的设计、生产、销售和进口限制使用有毒有害物质或元素	施行 2007 年 3 月 1 日
再生资源回收管理办法	从事再生资源回收经营活动的企业和个体工商户的经营规则及相应的监督管理	施行 2007 年 5 月 1 日
电子废物污染环境防治管理办法	电子废物拆解、利用、处置的环境管理及相关方责任的确定	施行 2008 年 2 月 1 日
家用和类似用途电器的安全使用年限和再生利用通则	家用和类似用途电器安全使用年限、再生利用的要求以及标识	施行 2008 年 5 月 1 日
中华人民共和国循环经济促进法	废物的减量化、再利用和资源化	施行 2009 年 1 月 1 日
废弃电器电子产品回收处理管理条例	废弃电器电子产品回收处理相关方责任确定(生产者责任制);处理企业的资格认定	施行 2011 年 1 月 1 日
废家用电器处理与利用污染控制技术规范	废家用电器(电视机、电冰箱、空调、洗衣机)处理处置全过程污染控制技术要求	征求意见稿
废电器电子产品处理污染控制技术规范	电子废物处理处置全过程污染控制技术要求	征求意见稿

我国电子废物的管理从最初的无法可依,到现在众多法规的“一拥而上”,既体现了国家对电子废物回收的重视,也暴露了管理体制的不健全。例如,政出多门,难以协调;相关方责任不明确;无具体回收目标;无专项资金、资格认定等配套措施,多为原则性、指导性规定,可操作性较差。

1.2.3 电子废物 EPR 制度

目前,生产者责任延伸制(EPR)已成为发达国家管理电子废物的流行模式,被广泛应用于相关国家的电子废物法^[4]。作为立法原则,其主旨是通过将产品生产者的责任延伸到产品的整个生命周期,特别是产品消费后的回收处理和最终处置阶段。这一制度将激励生产者进行环境友好设计,从而实现废弃物的最终处置与源头控制的完美融合。

欧盟大部分成员国就电子产品颁布了一系列区域性法令。2003 年欧盟又颁布了两部整体性法令:《关于在电子电器设备中限制使用某些有害物质指令》(简称 RoHS 指令)和《关于废弃电子电器设备指令》(简称 WEEE 指令),共同构建了欧盟的 EPR 体系。WEEE 指令要求所有成员国建立允许消费者和销售商将电子废物免费送回的系统,由生产商或进口商承担其废弃后的收集、处理、回收和环保处置等相关费用^[5]。比如彩电或冰箱,每台将被加收 2%~3%左右的电子垃圾回收费。要求达到 50%~80%的再使用(reuse)和再生利用(recycling)率及 70%~80%的回收利用(recovery)率,每人每年 4kg 的回收目标。虽然在欧盟执行的是由生产者承担的 EPR 责任模式,但大部分成员国采用政府、生产商和消费者共同参与的联合机制。处理费用也转移到产品成本中,由消费者承担,其征收模式为预付费