

电子废弃物拆解

—— 物料流动分析与案例

袁冬海 严陈玲
张明顺 崔 骏 等编著



化学工业出版社

电子废弃物拆解

—— 物料流动分析与案例

袁冬海 严陈玲
张明顺 崔 骏 等编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书主要包括：电子废弃物概况、物料流动分析方法、产品在生产过程中的物料流动分析、电子废弃物资源化技术、电子废弃物拆解案例、我国电子废弃物的管理情况等内容。本书可供我国从事固体废物处理与处置的尤其是从事电子废物处理处置研究的科研人员、管理人员阅读，还可供高校相关专业师生作为参考书使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子废弃物拆解——物料流动分析与案例/袁冬海等
编著. —北京：化学工业出版社，2015.1
ISBN 978-7-122-22311-1

I. ①电… II. ①袁… III. ①电子工业-废物综合利用-研究-中国 IV. ①X760.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 262099 号

责任编辑：满悦芝
责任校对：吴 静

装帧设计：刘剑宁

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：三河市胜利装订厂
710mm×1000mm 1/16 印张 11 字数 199 千字 2015 年 3 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：48.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着科学技术的快速发展和人民生活水平的不断提高,电子产品已经应用于生活、科技、国防、国民经济的各个领域以及社会生活的各个方面,并且已经成为现代信息社会的重要标志。电子信息产业已经成为国民经济的基础性、支柱性和先导性产业。家用电器作为电子信息产业的物化形态,家用电器生产业已经成为电子信息产业的重要组成部分,并且正以惊人的速度增加。与此同时,大量生产和大量消费的背后隐藏着大量产品的更新换代和大量废弃物的产生。据统计,我国仅电视机、电脑、洗衣机、电冰箱和空调这几类大型的家用电器的年报废量就已经超过 1.5 亿台,各类电子废弃物每年产生量高达 820 万吨,而且以每年 3%~5% 的速度增长。电子废弃物与一般的固体废物不同,它含有大量的可再生资源,如重金属(金、铜等)与有机物(PVC 材料等),因此也被很多人称为“城市矿山”,但是电子废弃物还包括不能回收利用的有害物质,如果不加以控制,将会产生较大的环境污染。因此有效地改进电子产业的生产工艺、控制污染源以及治理排放污水、废弃物成为电子产业发展的关键。

我国不但是家用电器生产和消费的大国,也是废旧家电的产生大国。面对大量的电子废弃物,我们应该如何从生产过程中以及回收处理中实现减量化、无害化和资源化的处理效果,推进家电生产业和废旧家电回收处理的产业化,促进我国循环经济的发展,已成为经济社会中亟待解决的一个重要问题。

本书主要从以下几个方面介绍有关电子废弃物物料平衡方面的问题。

首先,从什么是电子废弃物,电子废弃物研究的背景及意义和电子废弃物的研究现状等几个大方面来介绍了电子废弃物的基本信息。此外还从电子废弃物的来源、流向、分类、特点、处理途径、处理方法、回收方式、管理及发展现状等方面进行阐述。使读者对电子废弃物有了更进一步的了解,同时也为后面的电子企业的物料流动平衡分析进行铺垫。

其次,主要是针对电子产品在生产过程中废弃物的产生及物料的流动平衡进行阐述分析,即电子废弃物的减量化方面的研究,主要介绍了电子产品在生产过

程中物料平衡的概况以及如何进行物料平衡的分析，还介绍了电子企业在生产过程中主要生产的零部件以及其主要的材料和工艺等方面，最后以几种大型常见的家用电器生产为例，对生产过程中的物料流动平衡进行具体案例分析。

最后主要就废旧电子产品的回收利用进行阐述，即电子废弃物资源化和无害化处理方面的研究，介绍了我国电子废弃物的拆解现状、目前国内外应用的主要拆解技术以及电子废弃物的拆解流程，最后以几种主要的常见的大型家用电器为例对目前主要的拆解技术进行具体案例分析说明。

本书由北京建筑大学袁冬海副教授、张明顺教授、崔骏研究生以及北京市环境卫生设计科学研究所编译严陈玲编著。感谢研究生闻丽、郑利朋、王家元和洪志强等人搜集资料及参与修编书稿，感谢“北京应对气候变化研究和人才培养基地”和“北京电子废物资源化国际科技合作基地”的资助，并且感谢欧盟项目“采用废物跟踪系统，提高电子废物资源利用和环境保护水平”的支持，此外化学工业出版社的工作人员也为本书的顺利出版付出了艰辛的劳动。

希望本书能对以后电子企业物料平衡分析研究提供一定的指导、参考。由于很多资料难以获得，且编写水平有限，文中的不足或者不尽人意的地方希望读者批评、建议和指正。

编著者

2015 年 1 月

目录 Contents

第 1 章 电子废弃物概况	1
1.1 电子废弃物的研究背景及现实意义	1
1.2 电子废弃物的来源	2
1.3 电子废弃物的流向	3
1.4 电子废弃物的分类	3
1.5 电子废弃物的特点	5
1.6 电子废弃物回收的必要性	9
1.7 电子废弃物的处理途径	10
第 2 章 物料流动分析方法	11
2.1 物料流动分析的定义	11
2.2 如何进行物料流动分析	12
2.3 物料流动分析结果的评估方法	15
第 3 章 产品在生产过程中的物料流动分析	22
3.1 电子企业在生产过程中主要零部件	22
3.1.1 印制电路板	22
3.1.2 液晶显示器	25
3.1.3 电子产品的封装	27
3.1.4 外部电源	28
3.1.5 其他	28
3.2 电子产品中主要的有毒有害物质	29
3.2.1 铅	29
3.2.2 铬	31
3.2.3 汞	33
3.2.4 镉	35
3.2.5 氟氯碳化合物	35
3.2.6 多溴联苯 (PBB) 和多溴二苯醚 (PBDE)	36
第 4 章 电子废弃物资源化技术	37

4.1 资源化技术分类	37
4.2 人工拆解	38
4.3 破碎	40
4.3.1 破碎方法	41
4.3.2 破碎设备	41
4.4 分选	50
4.4.1 分选方法	50
4.4.2 分选设备	54
4.5 火法冶金	61
4.5.1 火法冶金回收方法	61
4.5.2 火法冶金设备	65
4.6 湿法冶金	69
4.7 生物处理技术	72
第5章 电子废弃物拆解分析	75
5.1 我国电子废弃物回收处理行业的基本情况	75
5.1.1 行业特征	75
5.1.2 产业结构	75
5.1.3 盈利分析	76
5.1.4 政策支持	76
5.2 废弃电器电子产品物料组成和回收价值比较分析	76
5.3 废弃电器电子产品回收价值比较分析	78
5.4 废弃电器电子产品拆解概述	80
5.5 案例分析	82
5.5.1 H 环保产业发展有限公司（电冰箱拆解）	82
5.5.2 杭州 D 环保有限公司（电视拆解）	86
5.5.3 烟台 L 再生资源有限公司（电脑拆解）	91
5.5.4 广东 A 集团有限公司（空调拆解）	97
5.5.5 X 再生资源（上海）有限公司（洗衣机拆解）	101
第6章 我国电子废弃物的管理情况	105
6.1 我国废弃电器电子产品回收处理政策情况	105
6.2 我国废弃电器电子产品回收及综合利用情况	107
6.3 发达国家废弃电器电子产品回收处理及综合利用管理简况	109
6.3.1 欧盟	110

6.3.2	美国	111
6.3.3	日本	113
6.4	电子废弃物管理体系制定原则	114
6.4.1	全过程管理原则	114
6.4.2	减量化、资源化和无害化原则	114
6.4.3	谁受益谁负责原则	115
6.5	电子废弃物的回收方式	115
6.5.1	生产者责任延伸制	116
6.5.2	环境押金制	117
附 录		119
附录 1	废弃电器电子产品处理资格许可管理办法	119
附录 2	废弃电器电子产品回收处理管理条例	123
附录 3	废弃电器电子产品处理企业补贴审核指南	127
一、	依据和目的	127
二、	审核机构	127
三、	审核方式和要点	127
四、	废弃电器电子产品无害化处理数量核定原则	128
五、	废弃电器电子产品拆解处理数量核算的步骤	130
六、	关键拆解产物处理情况审查	130
七、	审核工作要求	131
八、	部分拆解产物的处理要求	131
附录 4	废弃电器电子产品处理企业建立数据信息管理系统及 报送信息指南	132
一、	依据和目的	132
二、	建立数据信息管理系统的基本要求	132
三、	数据信息管理系统的基本内容	132
四、	处理情况报告的基本要求和内容	143
附录 5	废弃电器电子产品处理企业资格审查和许可指南	146
一、	依据和目的	146
二、	适用范围	146
三、	许可条件	146
四、	处理资格许可程序	156
附录 6	废弃电器电子产品处理资格申请书及证明材料	158

一、基本材料.....	161
二、具备完善的废弃电器电子产品处理设施的证明材料.....	161
三、具有与所处理废弃电器电子产品相适应的分拣、包装及其他 设备的证明材料.....	162
四、具有健全的环境管理制度和措施的证明材料.....	163
五、人员规定的证明材料.....	163
附录 7 废弃电器电子产品处理——资格证书	164
参考文献	166

第 1 章 电子废弃物概况

随着高新技术的发展,各种各样的电子产品丰富了我们的日常生活,为我们带来了方便,同时与日俱增的电子产品也把如何处理电子废弃物的问题摆在了社会公众面前。目前,国家环境保护部门和国务院已经意识到了电子废弃物的危害并出台了相应的法律政策对其加以控制。

1.1 电子废弃物的研究背景及现实意义

电子产品作为需求量和消耗量都很巨大的一类日用产品,其设备材料很大一部分经过回收处理可以再利用。运用现代技术实现废弃电子产品回收再利用,可以极大地缓解我国自然资源不足的危机。电子废弃物中的许多材料可以资源利用最大化,如各种塑料可以直接回收利用;金属、贵金属和稀有金属的提纯回收以及树脂纤维材料的再生等。丹麦技术大学的研究结果显示,1t 随意收集的电子板卡中含有约 139kg 铜、0.5kg 黄金、19kg 锡,如果能够回收利用这些含有丰富矿产资源的废弃物,不仅可以回收大量的可再生资源,还可以产生很可观的经济效益,仅其中的 0.45kg 的黄金就价值 6000 美元。因此,电子废弃物的回收利用具有明显的社会效益和经济效益。运用现代先进的回收处理技术对废弃电子产品进行回收、处理、再利用,是我们应对全球资源危机实现资源高效利用的必然选择。

今天,由于电子技术的飞速发展,电子工业已成为我国乃至世界各国发展最迅速的产业。同时,电子产品又呈现出更新换代频繁的特点,电子产品的生命周期越来越短,电子企业只有不断提高自身研发生产能力,才能够在竞争激烈的市场中处于有利地位。生产物料管理处于采购与生产两个环节之间,起着非常重要的桥梁作用。生产物料管理的准确与否和效率高低对生产能否及时开展起着极为重要的支撑作用。其次,电子产品的更新换代的速度越来越快,随之而来的是大量电子废弃物的生产,各国都已关注其造成的污染,并正在制定相应的对策和解决办法。电子废弃物的污染控制已经成为工业污染控制和可持续发展的重要内容,也逐渐成为制约电子产业发展的因素之一。

电子废弃物大致可分为两个部分。第一部分是各种接近其“使用寿命”终点的电子产品的通称,包括各种生活常用的电器及生产所淘汰的、不再做原用的废弃物等。包括废旧家用电器、现代办公设备、通信设备等电子产品以及一些机关团体淘汰的精密电子仪器设备等,也包括电子产品商家积压的淘汰产品。第二部分主要是指在生产过程中产生的一些不能正常利用的尾料和残渣等。绝大部分电子产品废弃物都不能自行降解,更为严重的是它们都含有铅、汞、铬等重金属有害化学物,严重危害人类健康。因此它们不能与生活垃圾混合处理。各国政府也都将这些电子废弃物列为危险废物进行单独处理。

但是,电子废弃物中含有的重金属和塑料(一般按质量计,含金属40%,塑料20%,玻璃12%)大部分可再利用。所以,在应对电子废弃物的污染带来的挑战时,回收利用是各国首先考虑的处理方法。但回收重金属的过程中往往都存在污染物的排放。这些电子废弃物如果完全不加以处理或处置不当会造成严重的环境污染,给周围的环境带来很大威胁,如笔者从重庆市环保局宣教处了解到,电池中含有汞、铅、镉、镍、锂、锌、锰等多种对环境威胁很大的物质,若将废旧电池随意填埋或丢弃,渗出的汞等重金属就会渗透至周围的土壤和地下水,并进一步污染鱼类和农作物,威胁人类健康。一节普通1号电池能使 1m^3 的土壤失去利用价值。一粒小小的纽扣电池能污染600t水,相当于一个人一生的饮水量。因此现在,电子废弃物的无害化和资源化处理成为环境工程领域一项重要的内容。目前在世界范围内采用废旧电子处理产业链处理电子废弃物还不够成熟,对于电子废弃物的处理,大多数国家都还处于起步阶段。通过国际合作不仅可以使我们借鉴到国外先进的经验技术,同时有助于了解国外动态。同时,利用循环经济模式,可以增强我国电子废弃物循环利用,增加社会经济效益,节约资源,促进社会和谐发展。随着各国对环境保护及二次资源利用的重视,电子废弃物的资源化研究也正成为一个全球性的课题。

1.2 电子废弃物的来源

目前,我国电子废弃物主要来源于以下三个方面。

① 政府机关、企业和家庭的各类废旧电子产品。其回收和处置方式差异较大。政府机关和国有企业待报废的电子产品,在经过比较复杂的报废手续后,一般是卖给收购废品的商人或作为垃圾直接进入民用垃圾箱。

② 生产过程中产生的各类废弃物。随着我国逐步成为世界重要的电子产品(尤其是电子元器件)生产大国,其绝对数量越来越大,但尚未得到真正的无害化处置和有效利用,原因之一在于单个生产企业产生的废弃物数量并不太大,这

些废弃物中的材料价值已经在生产的合格电子产品中得到了体现，单个企业对这类废弃物的资源化积极性不高。

③ 国外“电子垃圾”对我国的输出。这些废弃物主要通过合法的进口（海关进口目录为第七类废弃物——废杂五金）和非法的走私进入我国，处置方式受经济利益驱动，资源浪费和环境污染严重。

1.3 电子废弃物的流向

我国境内的电子废弃物主要有 4 种流向：电子废弃物所有者暂时储存；回收处理厂再生利用；整机或零部件进入二手市场再使用；丢弃至垃圾处理处置厂。电子废弃物流向如图 1-1 所示。

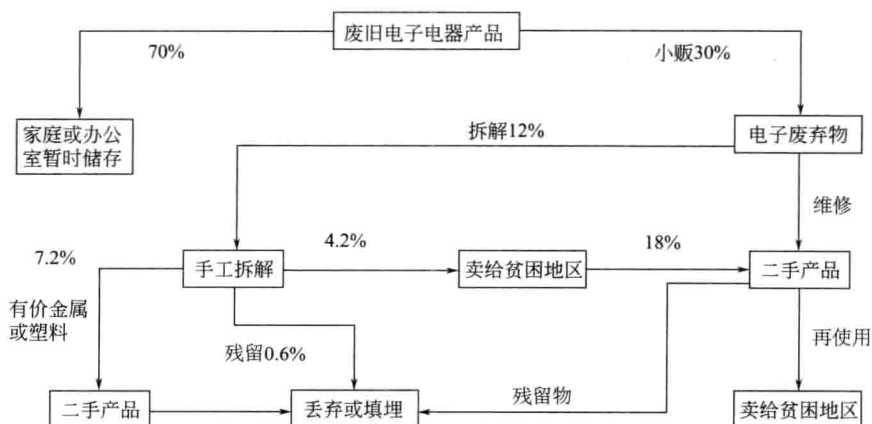


图 1-1 电子废弃物的流向

在电子产品达到使用寿命后，多数被消费者暂时储存在家里或办公室中。这与我国的传统消费观念有关，在中国，电子废弃物被看作是具有一定价值的商品，因此消费者不会随意丢弃，而是待价而沽。我国缺乏完善的回收体系也是造成电子废弃物积存的主要原因。目前大约 30% 的电子废弃物被走街串巷的个体收购者回收，电子废弃物经过维修、升级或翻新后仍能正常运转的会进入二手市场。其余则被送往回收处理厂进行拆解处理，对其中的零部件或原材料进行回收或再利用。被彻底丢弃的电子废弃物主要进行填埋处置。

1.4 电子废弃物的分类

电子废弃物种类繁多，对其进行合理有效的分类，是进行回收、处理以及处

置的第一步。

① 按回收利用情况分类,即按可利用(旧的电子产品,但可利用)、废弃不能利用和制造成品时产生的边角余料等进行分类。可利用的废旧电子产品,可以经过整修翻新处理后继续使用,或部分元器件可以反复使用,就没有必要随着废弃的电子产品按废弃物处理了,同时节约资源、能源和劳动力;废弃不能利用和制造成品时产生的边角余料等器件,可以根据不同的分类方法再进行合理的拆解处理。

② 按电子产品的种类进行分类,即按大、小型家用电器,信息技术和远程通信设备,电子、电器工具,电子玩具,休闲运动设备,各种医疗电子设备等进行分类。这样的好处是:同类产品构成、组装程序情况基本相同,那么在拆解处理时,也可按照组装的情况进行快速有序的拆分。

③ 按电子产品组成元器件进行分类,即按电路板、显示器、分立元件、数据线以及电源(电池)等进行分类。由于每种元器件所含金属等物质的情况都不尽相同,自然冶金或提炼的方法也各有差异,因此有必要把相似需要拆解、提炼的电子废弃物放在一起,这样节省设计方案,省时、省力、高效。

④ 按原材料成分分类,即按金属、陶瓷、塑料、橡胶、半导体、复合材料以及各种化学物质等进行分类。虽然电子产品的原材料组成非常复杂,但我们可以根据其构成成分,将其进行宏观归类,这样可以按照不同材料的回收方式进行拆解处理。

表 1-1 所示为欧盟对固体废物的分类。

表 1-1 欧盟对固体废物的分类

产品大类	具体产品种类
大型家用器具	大型制冷器具,冰箱,冷柜,其他大型食物冷藏、保存和储存器具;洗衣机,衣服甩干机;洗盘机,烹饪设备,电炉,电热盘,微波炉,其他大型烹饪和食物加工器具;电热器具,电暖炉,其他大型加热房间、床、供作家具的器具;电扇,空调装置,其他吹风、通风换气和空调设备
小型家用器具	真空吸尘器,地毯清扫器,其他清扫器具;缝纫、针织、编织和其他纺织加工器具;熨斗和其他熨平、轧平以及其他衣物护理器具;烤箱,煎锅,研磨机、咖啡机和开启或密封或包裹的设备;电动刀,理发、吹发、刷牙、剃须、按摩器具和其他身体护理器具;钟表、手表和其他测量、指示或记录时间的器具;比例尺
信息技术和远程通信设备	集中数据处理;大型机,小型机,打印机单元;个人计算;个人电脑(包括 CPU、鼠标、键盘和屏幕);膝上电脑(包括 CPU、鼠标、键盘和屏幕);笔记本电脑,记事本电脑;打印机,复印设备,电动和电子打字机;口袋式和台式计算机,其他通过电子方式进行信息收集、存储、处理、演示或通信的产品和设备;用户终端和系统;传真机,电报机,电话机,付费电话机,无绳电话机,移动电话,应答系统,其他通过电信传输声音、图像传输或其他信息的产品或设备

续表

产品大类	具体产品种类
用户设备	收音机,电视机,摄影机,录像机,高保真录音机,扩音器,音乐设备,其他通过电信以外的发送声音和图像技术录制或复制声音或图像的产品或设备
照明设备	荧光灯管(家用荧光灯除外),直线式荧光灯管,紧凑型荧光灯管;高强度放电管(包括压钠管和金属卤化管),低压钠管,其他照明或用于发射或者控制灯光的设备(白炽灯除外)
电器和电子工具(大型静态工业工具除外)	钻孔机,电锯,缝纫机;对木材、金属和其他材料进行旋转、辗磨、磨光、研磨、锯开、切割、修剪、钻孔、打洞、打孔、折叠、弯曲或者加工的设备;用于打钉或者拧紧或者除去铆钉、钉子、螺丝或者类似用途的工具;用于焊接或者类似用途的工具;通过其他方式对液体或者气体物质进行喷雾、涂敷、驱散或其他处理的设备;用于割草或者其他园林活动的工具
玩具、休闲和运动设备	电动火车或者赛车,手动图像游戏控制台,图像游戏,用于自行车、跳水、跑步或者划船等的计算机,带有电子或者电气组件的运动设备,硬币投掷机
医用设备 (所有被植入的和被感染的产品除外) 监测和控制器具	放射治疗设备,心脏病、透析、肺部通气机、放射医学设备,体内诊断试验设备,分析仪,冰柜,受精试验,其他诊断、预防、检测、处理、减轻疾病、伤痛或者残疾的器具 烟雾探测器,温度调整器,自动调温器,家用或者实验用的测量、称重或者校准设备,其他用于工业装置(如在控制板上)的监测和控制器械
自动售货机	热饮料自动售货机,冷热饮或者罐头自动售货机,固体产品自动售货机,自动取款机,自动售货所有产品的所有器具

1.5 电子废弃物的特点

电子废弃物作为固体废物中的一类,因其具有和其他固体废物不同的性质,所以受到社会 and 环境保护部门的普遍关注。

(1) 数量多 电子产业的高速发展及市场膨胀是电子废弃物高速增长的主要原因。电子产品在科学技术各个方面的作用日益重要,电子废弃物的数量也在逐年递增,但大量的电子废弃物都没有得到合理的回收利用。

美国环境保护署估计美国每年产生的电子废弃物可达 300 万吨,占城市垃圾的 1%;欧盟每年废弃电子设备更是高达 600 万~800 万吨,占城市垃圾的 4%,且每 5 年以 16%~28% 的速度增长,是城市垃圾增长速度的 3~5 倍,其中仅德国每年即可达 150 万吨,瑞典也达 11 万吨。未来 5~10 年的年增量更被业内人士估计为 25% 左右。当前,中国大陆仅废旧电脑的淘汰量已达 500 万台/年以

上。中国台湾产生的废旧电脑量大约为 30 万台/年。

(2) 危害大 电子废弃物种类繁多而且危害严重,如电脑、电视、洗衣机、电池等,有大量有毒有害物质(见表 1-2~表 1-4)。SVTC(Silicon Valley Toxics Coalition, 硅谷有毒物质联盟)的调研指出,一台个人电脑需要 700 多种化学原料,几十种金属和有机物,其中 50% 以上对人体有害。例如显示器含有铅、镉、水银、六价铬、聚氯乙烯塑料和溴化阻燃剂等有害物质;阴极射线管铅含量达 27%;铁机箱中含有镉;开关及位置传感器中含有汞;印刷电路板上含有铜和溴化阻燃剂;电线和包装物均含有聚氯乙烯;芯片和磁盘驱动器含有汞和铬等。

表 1-2 电子废弃物中的有害成分

污 染 物	来 源	污 染 物	来 源
氯氟碳化合物	冰箱	镍、镉	电池及某些计算器显示器
卤素阻燃剂	线路板、电缆、电子设备外壳	铅	阴极射线管、焊锡、电容器及显示屏
汞	显示器	铬	金属镀层
硒	光电设备		

表 1-3 几种典型电子设备的成分

单位: %

设备类型	黑色金属	有色金属	塑料	玻璃	线路板	其他
电脑	32	3	22	15	23	5
电话	<1	4	69		11	16
电视	10	4	10	41	7	8
洗碗机	51	4	15		<1	30

表 1-4 电脑电路板中所含的物质成分及比例

物质名称	塑料	铜	铁	溴化物	铅	锡	镍
比例/%	49.799	23.728	7.467	4.646	4.480	3.650	3.319
物质名称	铋	锌银	金	镉	钽	钼	钡
比例/%	1.825	0.747	0.083	0.083	0.066	0.032	0.026
物质名称	铈	汞	镧	铂			
比例/%	0.014	0.002	0.005	0.006			

《巴塞尔公约》将用后废弃的计算机、电子设备及其废弃物分类到危险废物一类中。电子废弃物中含有大量《巴塞尔公约》禁止越境转移的有毒有害物质。据国外的报告指出,每个显示器的显像管以及电路板内都含有大量的铅,这种物质会破坏人的神经、血液系统以及肾脏;显示器中的废弃阴极高速电子管含有钨和危险的发光物质;电脑线路板中还有含氯的阻燃剂,如果发生燃烧,将会产生二噁英等致癌、致畸物质;同时线路板中含有许多有害金属,如铅、铬、镉、镍

等金属,如果不对其进行特殊处理而随意丢弃或掩埋,将对土壤造成严重的污染,并且污染地下水,严重损害人类健康,甚至可能造成病变。电子废弃物中的电池和开关含有铬化物和汞,铬化物会透过皮肤,经细胞渗透,少量便会造成严重过敏,更可能引致哮喘、破坏 DNA;汞则会破坏脑部神经。据非盈利组织硅谷有毒物质联盟(SVTC)的估计,2004年美国3.15亿台废弃电脑中将含有约5亿千克铅、90万千克镉、18万千克汞和54万千克铬,如果不加处理或处理不当,它们对环境的破坏将是难以估量的。鉴于此,目前在许多国家,已将电子废物列入危险废物或特殊管理的一类。

电子废弃物不仅对环境污染危害大,其中含有的有毒有害物质对人类的身体健康危害也很大,如表1-5所示。

表 1-5 电子废弃物中的有毒有害物质对人体健康的影响

有毒物质	神经系统	消化系统及排泄系统	呼吸系统	皮肤	循环系统	并发症
铅	出现运动的感觉,障碍儿童智力的发育	影响肾脏功能				贫血,严重时导致死亡
汞	影响胎儿发育;损害中枢神经系统	影响肾脏功能				水俣病,严重时导致死亡
砷	损害中枢神经系统功能	损伤肝脏和肾脏功能		损伤	心脏及心血管异常	肺癌
有毒物质	神经系统	消化系统及排泄系统	呼吸系统	皮肤	循环系统	并发症
聚氯乙烯	急性病症为头昏、头痛和失去知觉	损伤肝脏	损伤肺功能		影响血液循环	严重时导致死亡
铜、锌、硒、镍		破坏胃肠功能	有危害作用			致癌,严重时导致死亡
镉		影响肝脏和肾脏	损伤肺功能		血压升高	肺气肿,骨痛病,致癌

(3) 潜在价值高 电子废弃物具有很高的回收利用价值,其开发成本远远低于目前开发所需能量的成本,被人们称为“城市矿山”,是有色金属行业的阳光产业。如废弃线路板中含有大量铜、铝、铅、锌等有色金属和微量金、银、铂等稀贵金属。据美国环境保护署测算,1t 随意搜集的电子板卡中,可以分离出139kg 铜、19kg 锡和0.5kg 黄金。目前世界上主要发达国家的再生资源回收总值已达到一年2500亿美元,并且以每年15%~20%的速度增长。电子废弃物从资源回收角度看,潜在价值很高。表1-6给出了几种典型电子设备的组成成分。

表 1-6 几种典型电子设备的组成成分

单位: %

设备类型	电脑	电话	电视	洗碗机
黑色金属	32	<1	10	51
有色金属	3	4	4	4
塑料	22	69	10	15
玻璃	15		41	
线路板	23	11	7	<1
其他	5	16	8	30

电脑中金属的含量为 35% 左右, 而洗碗机中的金属含量高达 55%。电子废弃物中的塑料含量也很高, 塑料熔化后可作为新产品的原材料或被用作燃料使用。1998 年美国从电子废弃物回收者手中回收的塑料在 6500t 以上, 比 1997 年增长了近 25%。当把塑料作为熔化过程中水泥炉中的燃料时, 1t 塑料能代替 1.3t 煤。而废弃印刷电路板中金属含量更是可观, 表 1-7 给出了 1t 线路板中所含的物质组分。

表 1-7 1t 线路板中所含的物质成分及含量

成分	含量/(g/t)	成分	含量/(g/t)	成分	含量/(g/t)
银	3300	铝	4.7	铜	26.8
金	80	铝(液态)	1.9	氟	0.094
钡	200	砷	0.01	钛	3.4
铍	1.1	硫	0.10	铁	5.3
镓	35	铋	0.17	锰	0.47
硒	41	溴	0.54	钼	0.003
锶	10	二氧化硅	15	镍	0.47
碲	1	碳	9.6	锌	1.5
铯	55	镉	0.015	锑	1.5
碘	200	氯	1.74	锡	1.0
汞	1	铬	0.05		

从表 1-7 可以看出, 废弃线路板中仅铜的含量就高达 20%, 另外还含有铝、铁等金属及微量的金、银、铂等稀贵金属。因此和普通城市垃圾相比, 电子废弃物具有更高的潜在价值。根据金属含量的不同, 每吨电子废弃物价值可高达几千美元, 目前最高可到达 9193.4 美元。若再考虑到电子废弃物中具有较高价值且仍可继续使用的部分元器件, 如内存条、微芯片等, 电子废弃物将具有更高的价