

固体废物资源化

环境安全评价技术研究

RESEARCH OF ENVIRONMENTAL
SAFETY EVALUATION
ON SOLID WASTE RESOURCE

主编 黄启飞 副主编 王琪 杨玉飞 岳波

中国环境科学出版社

国家环境管理决策支撑关键技术研究系列丛书

固体废物资 源 化 环境安全评价技术研究

主 编 黄启飞

副主编 王 琪 杨玉飞 岳 波

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

· 固体废物资源化环境安全评价技术研究/黄启飞主编.
—北京: 中国环境科学出版社, 2012.6
ISBN 978-7-5111-1031-2

I. ①固… II. ①黄… III. ①固体废物—废物处
理—环境管理—研究—中国 IV. ①X705

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 115578 号

责任编辑 丁 枚
文字编辑 赵楠婕
责任校对 扣志红
封面设计 金 喆

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: gjbl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)
印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京中科印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2012 年 6 月第 1 版
印 次 2012 年 6 月第 1 次印刷
开 本 787×1092 1/16
印 张 15
字 数 330 千字
定 价 45.00 元

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究】

编写委员会

主 编：黄启飞

副 主 编：王 琪 杨玉飞 岳 波

编写人员：李金惠 孙德智 汪群慧 海热提 席北斗

付婉霞 陆文静 彭晓春 陈 冰 宋 波

刘丽丽 王 震 杨 昱 李 璐 薛靖川

程桂石 龙 凤 纪丹凤 胡小英 黄文雄

序 言

改革开放以来，我国用短短 20 多年的时间走过了发达国家上百年的历程，社会经济发展取得举世公认的成就。但是，经济的发展也带来了环境的严重破坏，资源和环境问题已经成为经济社会可持续发展的“瓶颈”因素。我国工业固体废物产生量已经由 1981 年的 3.77 亿吨增加到 2010 年的 24.09 亿吨，增加了 6 倍；城市生活垃圾清运量由 1980 年的约 3 000 万吨增加到 2010 年 1.58 亿吨。固体废物对环境造成了巨大的压力，污染环境的问题日益突出。

固体废物资源化是采用适当的技术从固体废物中回收物质和能源，进行物质和能源的循环，再创经济价值的方法。与其他固体废物处置方法比较，资源化不但可以有效处置固体废物，防止其污染环境，而且可以最大限度地利用固体废物中的有用资源。固体废物资源化是发展循环经济的具体实践，我国的现实情况决定了资源化必然是我国固体废物管理的重要举措和发展方向。同时，我国正处于社会经济高速发展阶段，人均资源短缺问题尤其显著，工业固体废物的综合利用在缓解我国资源相对短缺方面已经发挥了重要作用。推动和促进我国固体废物的资源化，不仅是我国经济和社会日益发展的需求，也是防治污染、保护环境的重要途径。

到目前为止，我国还没有建立相对完善的固体废物资源化管理的决策支持技术体系，无论是在推进固体废物无害化还是促进循环经济的发展方面都缺乏科学的研究基础，其政策及其实施效果的评价均存在较大的盲目性。因此，本书旨在以全生命周期分析和环境风险评价技术理论研究为基础，从固体废物资源化产品的环境安全性评价研究入手，建立我国固体废物资源循环过程中环境风险控制和管理决策支持技术体系。

本书在系统分析了我国典型固体废物（电子废物、废塑料和餐厨废物）的产生特性的基础上，对典型固体废物资源化过程物质循环转化规律与污染特征进行了研究；通过对危险废物水泥窑共处置过程及处置产品的环境安全性评价研究，构建了固体废物资源化过程环境安全性评价和资源化产品的评价方法体

系；以所建立的评价方法体系，对电子废物、废塑料和餐厨废物的资源化技术及资源化产品的环境安全性进行了研究；在此基础上提出了固体废物资源化过程和资源化产品的环境保护技术规范、污染控制标准。

本书共分6章，第1章着重介绍了电子废物、废塑料、餐厨废物等典型固体废物的产生污染特性及其环境管理政策建议；第2章重点介绍了电子废物、废塑料、餐厨废物的资源化循环转化过程与代谢规律，循环转化过程与社会、经济、环境的动态响应；第3章详细介绍了危险废物典型资源化环境安全性评价技术研究成果；第4、5和6章分别介绍了电子废物、废塑料、餐厨废物等典型固体废物资源化技术的评价与筛选、资源化技术的LCA分析、资源化产品的环境安全性评价、资源化产品的环境风险控制措施等。本书的出版将有效促进和推动我国固体废物资源化环境管理与风险评价技术体系的建立，为我国固体废物资源化过程的环境管理提供强有力的科技支撑作用，促进我国固体废物资源化产业的健康、快速的发展。

本书由黄启飞、王琪、杨玉飞负责全书的总体设计、组织、审校和定稿工作。在本书的编写过程中，得到了环境保护部科技标准司领导和中国环境科学研究院领导的指导和大力支持，得到了清华大学、北京化工大学、北京林业大学、北京科技大学、环保部华南环境科学研究所、城市建设研究院、北京建筑工程学院等单位专家的鼎力相助，特此致谢。本书的编写是在“十一五”国家科技支撑计划重点项目“国家环境管理决策支撑关键技术研究”（2007BAC16B00）支持下完成的。

由于时间仓促，笔者水平及其他条件的限制，书中疏漏之处，恳请专家学者批评指正。

编 者

2012年6月

目 录

第 1 章 典型固体废物产生与污染特性	1
1.1 典型固体废物产生特性	1
1.1.1 电子废物产生特性	1
1.1.2 废塑料产生特性	5
1.1.3 餐厨废物产生特性	15
1.2 典型固体废物污染特性	22
1.2.1 电子废物污染特性	22
1.2.2 废塑料污染特性	24
1.2.3 餐厨废物污染特性	26
1.3 典型固体废物环境管理政策建议	27
1.3.1 电子废物环境管理政策建议	27
1.3.2 废塑料环境管理政策建议	28
1.3.3 餐厨废物环境管理政策建议	29
1.4 小结	30
第 2 章 典型固体废物资源化循环转化规律	32
2.1 固体废物资源化循环转化过程与代谢规律	32
2.1.1 电子废物资源化循环转化过程与代谢规律	32
2.1.2 废塑料资源化循环转化过程与代谢规律	40
2.1.3 餐厨废物资源化循环转化过程与代谢规律	40
2.2 固体废物循环转化过程与社会、经济、环境的动态响应	44
2.2.1 电子废物循环转化过程与社会、经济、环境的动态响应	44
2.2.2 废塑料循环转化过程与社会、经济、环境的动态响应	48
2.2.3 餐厨废物循环转化与经济、社会、环境的动态响应	55
2.3 小结	57

第3章 危险废物典型资源化环境安全性评价技术研究.....	58
3.1 危险废物水泥窑共处置技术 LCA 研究	59
3.1.1 范围确定和系统描述	59
3.1.2 清单分析	59
3.1.3 水泥窑共处置危险废物的 LCIA	69
3.1.4 生命周期评价结论	74
3.2 危险废物水泥窑共处置污染控制关键环节与控制措施.....	74
3.2.1 危险废物水泥窑共处置污染控制关键环节识别.....	74
3.2.2 危险废物水泥窑共处置污染控制关键措施.....	76
3.3 危险废物水泥窑共处置产品长期安全性评价	76
3.3.1 危险废物水泥窑共处置产品环境安全性评价方法.....	77
3.3.2 典型场景模拟	79
3.3.3 水泥产品中重金属的释放规律	91
3.3.4 水泥产品中重金属的释放模型	94
3.3.5 水泥窑共处置产品的安全性评价.....	99
3.4 固体废物资源化环境安全评价技术方法体系	101
3.4.1 固体废物资源化过程环境安全性评价方法程序.....	101
3.4.2 固体废物资源化产品长期安全性评价程序.....	104
3.5 小结	106
第4章 电子废物资源化技术规范 and 风险管理研究.....	108
4.1 电子废物资源化技术的评价与筛选	108
4.1.1 典型电子废物资源化技术评价指标体系.....	108
4.1.2 废 CRT 玻壳玻璃资源化技术的评价与筛选	111
4.1.3 废线路板资源化技术的评价与筛选.....	114
4.2 典型电子废物资源化技术 LCA 研究	117
废 CRT 玻壳玻璃资源化 LCA 研究	117
4.3 电子废物资源化产品环境风险评价及控制	128
4.3.1 资源化产品的选择	128
4.3.2 线路板资源化产品——复合材料的环境安全性评价.....	130
4.3.3 CRT 玻壳玻璃资源化产品——泡沫玻璃的环境评价与研究	131
4.4 电子废物资源化产品的风险控制措施	133
4.5 小结	134

第 5 章 废塑料资源化技术规范 and 风险管理研究	135
5.1 废塑料资源化技术的评价与筛选	135
5.1.1 AHP 法的指标体系及权重确定	135
5.1.2 三种废塑料资源化技术的评价与筛选	138
5.2 废塑料资源化技术的 LCA 研究	141
5.2.1 聚丙烯为主的废塑料资源化技术 LCA 分析	141
5.2.2 聚苯乙烯为主的废塑料资源化技术 LCA 研究	144
5.2.3 聚乙烯为主的废塑料资源化技术 LCA 研究	155
5.3 废塑料资源化产品的环境风险评价与控制	161
5.3.1 典型废塑料资源化产品选取	161
5.3.2 废塑料典型资源化产品人体健康风险评价	162
5.3.3 废塑料资源化产品生态风险评估	167
5.4 废塑料资源化产品的风险控制措施	174
5.5 小结	175
第 6 章 餐厨废物资源化技术规范 and 风险管理研究	177
6.1 餐厨废物资源化技术的评价与筛选	177
6.1.1 餐厨废物资源化技术概述	177
6.1.2 餐厨废物资源化技术比较	183
6.2 餐厨废物典型资源化技术的 LCA 研究	185
6.2.1 厌氧发酵处理技术 LCA 研究	185
6.2.2 堆肥处理技术 LCA 研究	189
6.2.3 饲料化技术	192
6.2.4 生化处理机	195
6.2.5 餐厨废物主要资源化技术环境排放比较	198
6.3 餐厨废物资源化产品环境安全性评价	199
6.3.1 典型餐厨废物资源化产品选择	199
6.3.2 典型餐厨废物资源化产品优先控制污染物	200
6.3.3 餐厨饲料(添加剂)生物毒性研究	203
6.3.4 堆肥产生的餐厨废物资源化产品人体健康风险评价	210
6.4 餐厨废物资源化产品环境风险控制措施	215
6.4.1 餐厨废物分级	215
6.4.2 餐厨废物饲料化产品的质量管理措施	215
6.5 小结	216
参考文献	217

第 1 章 典型固体废物产生与污染特性

1.1 典型固体废物产生特性

1.1.1 电子废物产生特性

1.1.1.1 我国电子废物产生现状

我国目前没有具体的电子废物产生量统计数据，但从我国电子电器产品的居民保有量（表 1-1），也可反映出我国电子废物产生量巨大且增长迅速的特点。根据我国主要电子电器产品的社会保有量数据推算，2006 年我国主要电子电器产品的报废量为：电视机约 460 万台，电冰箱约 210 万台，洗衣机约 250 万台，空调器约 140 万台，计算机约 200 万台，合计 1 260 万台。此外，每年还有大量的手机、复印机、传真机、打印机等电子产品报废淘汰。据估算^①，2006 年我国 10 类典型电子电器产品[计算机 CRT、笔记本电脑、手机、CRT 显示器、LCD 显示器、等离子显示器电视机（PDP TV）、洗衣机、电冰箱和空调]的废弃量就已经达到 170 万 t；到 2010 年，这 10 类典型电子电器产品的废弃量将达到 450 万 t（图 1-1）。可见，我国电子废物产生量大且增长迅速。

表 1-1 我国 2000—2008 年主要电子电器产品城镇居民平均百户保有量

年份 项目	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
洗衣机/台	90.5	92.22	92.9	94.41	95.9	95.51	96.77	96.77	94.65
电冰箱/台	80.1	81.87	94.19	95.7	96.88	97.4	91.75	95.03	93.63
彩色电视机/台	116.6	120.52	126.38	130.5	133.44	134.8	137.43	137.79	132.89
家用电脑/台	9.7	13.31	20.63	27.81	33.11	41.52	47.2	53.77	59.26
微波炉/台	17.6	22.27	30.91	36.96	41.7	47.61	50.61	53.39	54.57
空调器/台	30.8	35.79	51.1	61.79	69.81	80.67	87.79	95.08	100.28
移动电话/部	19.5	33.97	62.89	90.07	111.35	137	152.88	165.18	172.02

数据来源：中国统计年鉴。

① Li Jinhui, Tian Baoguo, Liu Tongzhou. Status quoe — waste management in main land China[J]. Journal Material Cycles and Waste Management, 2006, 8（1）：13-20.

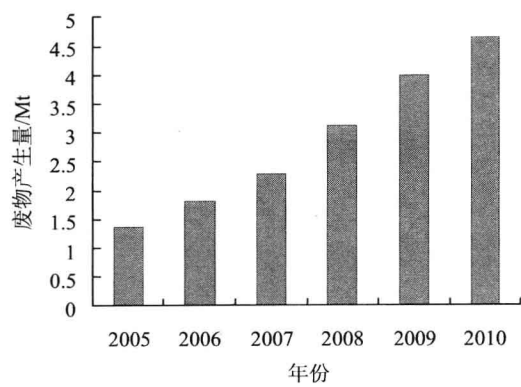


图 1-1 我国 10 类典型电子电器产品废物产生量估计

实际上我国电子废弃物数量远不止这些，还应包括生产过程中报废和从国外非法进入国内的大量电子废弃物。据报道美国产生的电子废弃物有 80%被输出到亚洲，其中的 90%被送到中国。

1.1.1.2 广州市电子废物产生特性

(1) 电子废物产生量

2000—2008 年,广州市电子电器的保有量由 46.5 万 t 增长到 88.1 万 t,增长了 89.59% (表 1-2)。可见,随着电子产品的更新换代,广州市电子废弃物的产生量将会持续增加。2000 年,冰箱和空调所占的比重最大,分别为 27.48%和 36.55%,其次是彩电和洗衣机,分别为 17.92%、11.50%,电脑所占的比重比较小,只有 6.52%,手机最小,仅有 0.03%。到了 2008 年,彩电、冰箱、洗衣机所占的比重有所下滑,空调和电脑所占的比重明显增长,虽然手机所占比重增长只有 0.09%,但是在数量上翻了近两番。可见,新兴电子废物的产生量所占比重将会越来越大。

表 1-2 广州市居民电子电器保有量 单位: t

年份	彩电	冰箱	洗衣机	手机	空调	电脑	合计
2000	83 251	127 682	53 457	160	169 833	30 319	464 703
2001	87 907	130 375	54 257	240	180 896	35 987	489 662
2002	89 474	132 713	55 121	361	184 344	39 086	501 098
2003	91 214	134 209	55 742	397	201 353	46 641	529 556
2004	93 182	137 866	57 444	452	224 675	51 958	565 578
2005	97 311	141 643	58 853	499	248 440	57 268	604 013
2006	126 705	184 097	76 265	666	372 807	76 886	837 426
2007	127 132	189 590	78 775	789	370 726	83 392	850 404
2008	130 437	195 892	79 053	806	377 365	97 329	880 882

(2) 电子废物产生源

广州市电子废物根据来源分为三类：

① 政府机关及事业单位，政府机关及事业单位的电脑使用年限一般为3~5年，更新换代较快。

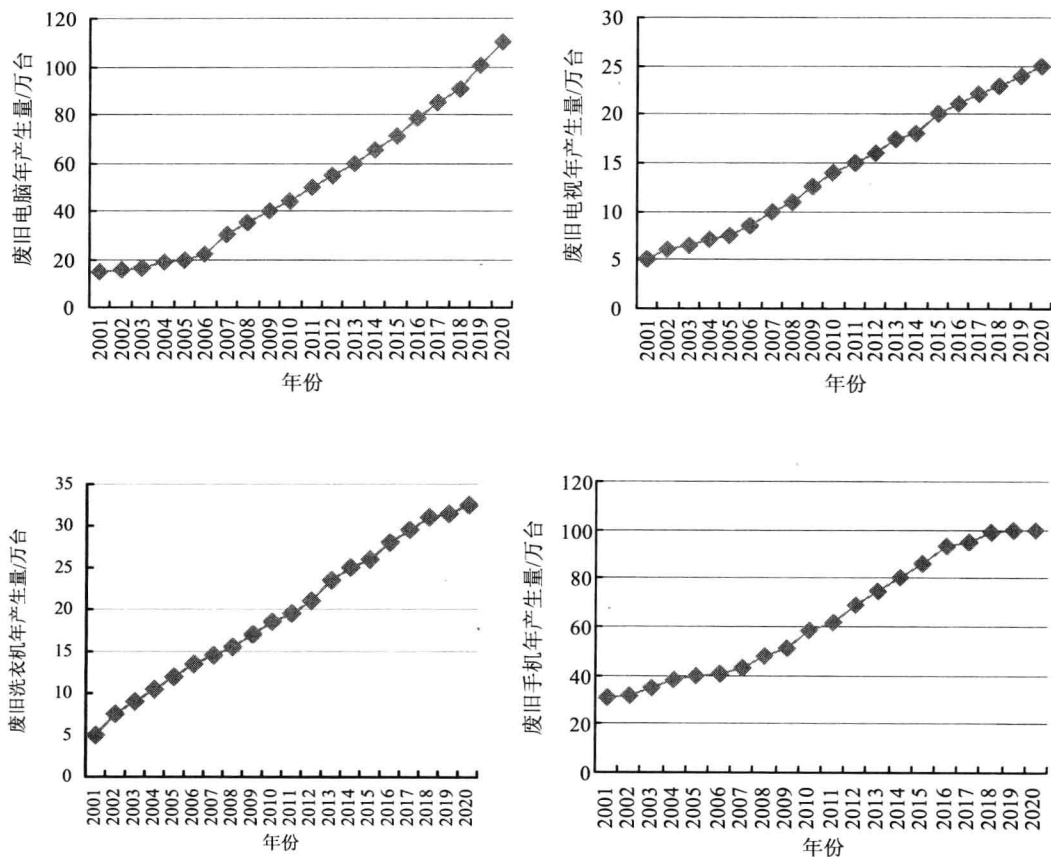
② 企业，包括企业使用的电脑及电子电器生产厂商产生的边角料。

③ 居民，居民是产生电子废物的主体，所产生的电子废物主要为电视机、空调、冰箱、洗衣机和电脑。居民产生电子废物量与居民消费水平、消费心理、人口结构及周围环境有很密切的关系。

1.1.1.3 电子废物产生量预测

电子废物产生总量预测是实现电子废物有效管理的基础和前提，根据电子电器产品的相关统计数据，利用系统动力学模型，在考虑影响产生量的经济、政策、人口和二次回用率等因素的基础上进行电子废物产生量的预测。

以广州市为例，在收集相关基础数据的基础上，通过系统动力学预测模型的专业软件Vensim PLE，对广州市电脑、电视机、空调、冰箱等主要电子电器产品的废弃量进行模拟、调试、修正，得到广州市主要电子废物产生量的模拟结果和发展趋势（图1-2）。



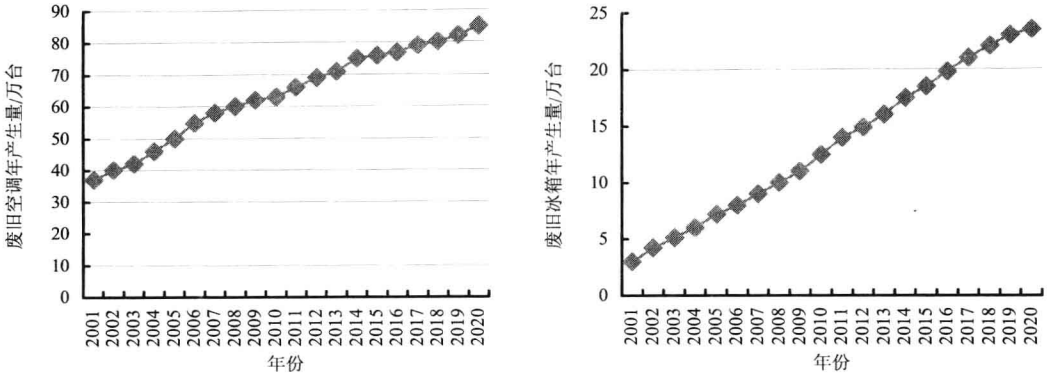


图 1-2 广州市电子电器产品废弃量预测

根据广州市六种电子电器产品废弃台数预测结果，且彩电、冰箱、洗衣机、手机、空调和电脑的质量分别以 25、59、25、0.1、35 和 27 kg 计，可以得到广州市六种电子电器产品废弃总量的预测结果（表 1-3）。

表 1-3 广州市典型废旧电子产生量 单位：t

年份	废旧电脑 产生量	废旧电视 产生量	废旧空调 产生量	废旧冰箱 产生量	废旧洗衣机 产生量	废旧手机 产生量	电子废物 产生总量
2001	3 881.9	1 297.7	11 096.3	1 801.2	1 275.1	318.2	19 670.3
2002	4 028.6	1 634.9	12 012.3	2 631.1	1 985.5	351.6	22 644.0
2003	4 293.7	1 967.4	12 721.3	3 231.5	2 312.5	389.7	24 916.1
2004	5 201.8	1 914.2	13 853.0	3 428.3	2 384.6	444.2	27 226.0
2005	5 548.1	2 032.9	15 138.1	4 396.0	2 740.1	490.4	30 345.5
2006	6 222.9	2 249.2	16 373.0	4 731.9	3 321.6	562.8	33 461.3
2007	8 444.9	2 756.9	17 530.6	4 771.7	3 600.9	599.6	37 704.6
2008	9 436.1	2 820.0	17 925.6	6 476.0	3 694.6	615.4	40 967.7
2009	10 614.9	3 109.4	18 782.6	6 613.4	4 147.6	660.6	43 928.4
2010	11 956.0	3 409.6	18 840.9	7 282.5	4 534.4	694.8	46 718.2
2011	13 306.3	3 720.7	19 942.5	7 967.4	4 931.0	726.5	50 594.4
2012	14 839.0	4 042.8	20 909.1	8 667.3	5 337.5	755.3	54 551.1
2013	16 525.6	4 376.3	22 004.9	9 382.9	5 753.7	781.3	58 824.8
2014	18 146.4	4 721.1	23 070.8	10 113.6	6 179.7	804.2	63 035.8
2015	19 865.4	5 077.6	23 986.0	10 859.9	6 615.5	823.9	67 228.2
2016	21 672.7	5 445.7	25 098.9	11 621.3	7 061.0	840.1	71 739.8
2017	23 542.0	5 825.7	26 076.6	12 398.4	7 516.3	852.8	76 211.7
2018	25 493.4	6 217.8	27 023.4	13 190.6	7 981.4	867.5	80 774.1
2019	27 511.0	6 371.7	28 173.4	13 998.4	8 456.2	881.3	85 391.9
2020	29 577.8	6 637.2	29 215.1	14 429.5	8 959.5	897.1	89 716.2

预测结果表明，广州市六种典型废旧电子的产生量保持稳定的增长趋势。其中，2001 年六种典型废旧电子产生量约为 1.97 万 t，2010 年达到 4.67 万 t，2020 年约为 8.97 万 t，年均增长率高达 17.8%。废旧电脑、电视、冰箱和洗衣机占广州市典型电子废物产生量的比例呈不断增大趋势，其中废旧电脑增长速度最快。2001 年废旧电脑产生量比例仅占总量的 19.73%，2010 年上升至 25.59%，2020 年上升至 32.97%，模拟时期内上升了 13.24%。废旧空调产生量所占的比例由于其他电子废物的快速增长而呈现逐步下降趋势，2001 年所占比例高达 56.41%，2010 年约为 40.33%，而 2020 年仅占 32.56%，模拟时期内所占比例下降了 23.85%。废旧手机虽然产生数量庞大，但由于单位产品重量较其他电子废物小，因此所占比例不大，其中 2001 年比例约为 1.62%，2020 年所占比例约为 1.00%，下降了 0.62%。

1.1.2 废塑料产生特性

1.1.2.1 我国废塑料产生现状

我国废弃塑料主要来源有塑料薄膜、塑料丝及编织品、泡沫塑料、塑料包装箱及容器、各种日用塑料制品和塑料袋等。据统计，2006 年塑料废弃量总共约为 1 384.4 万 t，占当年塑料制品产量的 49.4%（表 1-4），可见塑料的废弃率较高。其中，塑料薄膜的废弃量大，占总废弃量的 34.4%，废弃率高达 90.0%，有较大的回收空间，是加强回收管理的主要对象。

表 1-4 2006 年我国塑料产量和废弃量

项目	产量/万 t	废弃量/万 t	废弃率/%	占总废弃量比例/%
塑料薄膜	528.7	475.8	90.0	34.4
塑料型材、板材	308.4	61.7	20.0	04.5
塑料管、棒材	288.1	43.2	15.0	03.1
塑料丝、编织品	301.3	241.0	80.0	17.4
人造革	84.0	16.8	20.0	1.2
合成革	52.8	5.3	10.0	0.4
泡沫塑料	113.1	90.4	80.0	6.5
塑料包装箱及容器	148.7	96.7	65.0	7.0
日用塑料制品	301.9	150.9	50.0	10.9
其他塑料制品	675.0	202.5	30.0	14.6
合计	2 801.9	1 384.4	49.4	100

1.1.2.2 北京市废物塑料产生特性

为进一步研究废塑料的产生特性，以北京市为试点城市，通过实地调查，现场发放填写问卷 111 份，其中居民生活废塑料产生情况问卷 85 份（含对社区保洁员的调查问卷 17 份），公共营业场所废塑料产生情况问卷 17 份，非公共场所废塑料产生情况问卷 9 份。通过现场分拣，研究了北京市废塑料不同产生途径中废塑料形态组成特点。通过对废塑料回收分拣中心的调研，了解北京市废塑料的回收和分类状况，获取膜、杯盆盒等各形态废塑料的成分比例。

(1) 产生源特性

在居民生活、公共场所、非公共场所和街道清扫这四个废塑料产生途径中，居民生活产生的废塑料最多，为 60.5%（图 1-3）。说明人口、居民的消费习惯等因素是影响北京市废塑料产量的相当重要的因素；其次是街道清扫，为 18.5%；公共场所的废塑量较少；非公共场所产生废料最少，为 7.9%。

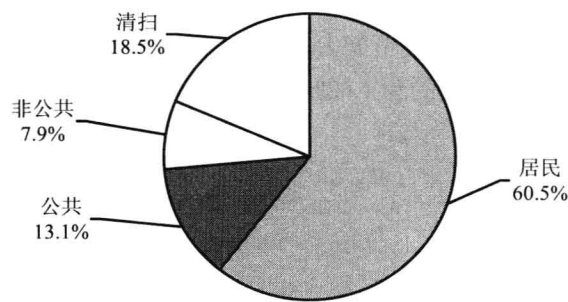


图 1-3 北京市废塑料各产生途径产量比例

废塑料的产生还具有区域性，城乡差异明显。2008 年北京市生活垃圾废塑料共产生约 23.9 万 t，其中海淀区、朝阳区和丰台区的产量较大（图 1-4），而门头沟、延庆和崇文区的废塑料产生量最小，分别占倒数一、二、三位。尽管各区县废塑料的产生量较大，但四个途径产生的废塑料都体现了一个相似的比例关系，即以居民生活垃圾中的废塑料所占比例最大。

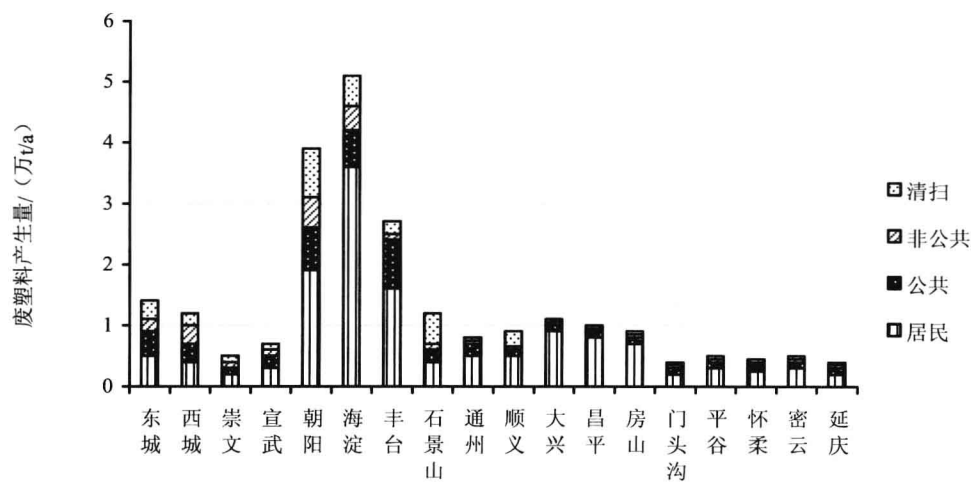


图 1-4 2008 年北京各区县各渠道废塑料产生量

(2) 形态特性

北京市废塑料以薄膜状为主，占将近一半，其次为块状，占 17.7%（图 1-5）。不同产生途径中各形态废塑料产量差异较大（表 1-5）。

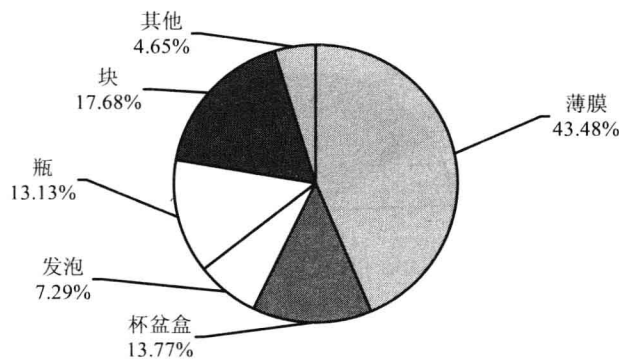


图 1-5 北京市废塑料各形态产量比例

表 1-5 2008 年北京市废塑料产生渠道和形态比例关系 单位：%

产废来源	薄膜	杯盆盒	发泡	瓶	块	其他
居民	32.7	20.7	9.6	7.1	24.6	5.3
公共	52.1	3.1	1.8	27.8	5.1	10.1
非公共	20.6	10.6	5	46.2	16.1	1.5
清扫	82.4	0	4.6	8.4	4.6	0

居民产生的废塑料中薄膜所占比例最高，为 32.7%，包括垃圾袋、食品袋、各种塑料包装，其次为块和杯盆盒。公共场所里的废塑料也以薄膜为主，比例高达 52.1%；其次为瓶，占 27.8%。在非公共场所里，瓶在废塑料中占主要部分，为 46.2%。而街道清扫废塑料中，主要为薄膜，占 82.4%。

(3) 成分特性

北京市产生的废塑料中，PE（聚乙烯）和 PP（聚丙烯）最多，分别占 38.8%和 34.9%，PET（聚对苯二甲酸类）占 14%，PS（聚苯乙烯）占 8.5%，PVC（聚氯乙烯）及其他成分所占比例很小（图 1-6）。废塑料的再利用中，废塑料的成分是主要考虑的因素，但在回收中，根据废塑料的成分进行回收显然有一定的难度，相反根据废塑料的形态来进行指导回收则更具可行性。因此，通过研究废塑料形态和成分间的比例关系对促进废塑料的回收和资源化有一定的指导意义。

表 1-6 2008 年北京市废塑料形态与成分比例关系 单位：%

形态	PET	PE	PVC	PP	PS	混合料	其他	合计	备注
薄膜	2	65	2.5	27.5	0	2.5	0.5	100	“混合料”是前面几种的混合，“其他”是这几种以外的其他成分
杯盆盒	2.5	22.5	2.5	65	5	0	2.5	100	
发泡	0	10	0	1.5	87.5	0	1	100	
瓶	97.25	2.15	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	100	
块	0	30	1	60	8	0	1	100	
其他	0	25	5	70	0	0	0	100	

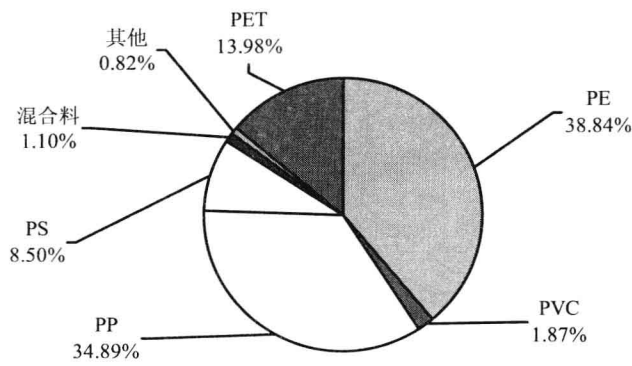


图 1-6 北京市废塑料各成分产量的比例

由表 1-6 可知，薄膜的成分以 PE 为主，占 65%，其次为 PP。杯盆盒的成分以 PP 为主，占 65%，其次为 PE。发泡的主要成分为 PS，占 87.5%。瓶的成分更单一，主要为 PET，占 97.25%。块状废塑料中 PP 和 PE 分别占 60%和 30%。其他形态中主要为 PP。

表 1-7 2008 年北京市废塑料产生途径与成分比例关系 单位：%

产废来源	PET	PE	PVC	PP	PS	混合料	其他	合计
居民	8.08	35.7	1.86	41.1	11.4	0.82	1.03	100
公共	28.2	39.4	1.99	26.5	2.17	1.33	0.43	100
非公共	45.6	22.5	1.11	23.4	6.24	0.56	0.63	100
清扫	9.82	55.6	2.12	25.5	4.4	2.07	0.51	100

由表 1-7 可以看出，居民产生的废塑料里，以 PP、PE 和 PS 为主，分别约占 41.1%、35.7%和 11.4%，主要是薄膜和杯盆盒。公共场所产生的废塑料中主要以 PE 为主，占 39.4%，其次为 PET 和 PP。非公共场所里产生的废塑料以 PET 为主，约占 46%，其次为 PP 和 PE。街道清扫的废塑料中，PE 过半，PP 占 25.5%。

上述调查研究表明，居民是产生废塑料的最主要途径，在形态上薄膜为主，成分上以 PE 和 PP 为主，考虑到居民产生的废塑料中 PS 也为主要成分，因此，本书中主要对 PP、PE 和 PS 的资源化及安全性评价进行研究。

1.1.2.3 北京市废塑料产生预测

(1) 北京市废塑料产生量预测方法建立

① 系统分析

根据废塑料产生途径的不同，将废塑料产生系统分别分为居民废塑料子系统、公共营业场所废塑料子系统、非公共场所废塑料子系统和道路清扫废塑料子系统。

通过历史统计资料的收集和现状调研，辅之以文献查阅的手段，对北京市废塑料的产生情况进行调查和分析，初步建立废塑料产生情况的基础数据库，同时为模型建立做好数据资料准备。

根据对系统的初步分析，确定系统框图如图 1-7 所示。