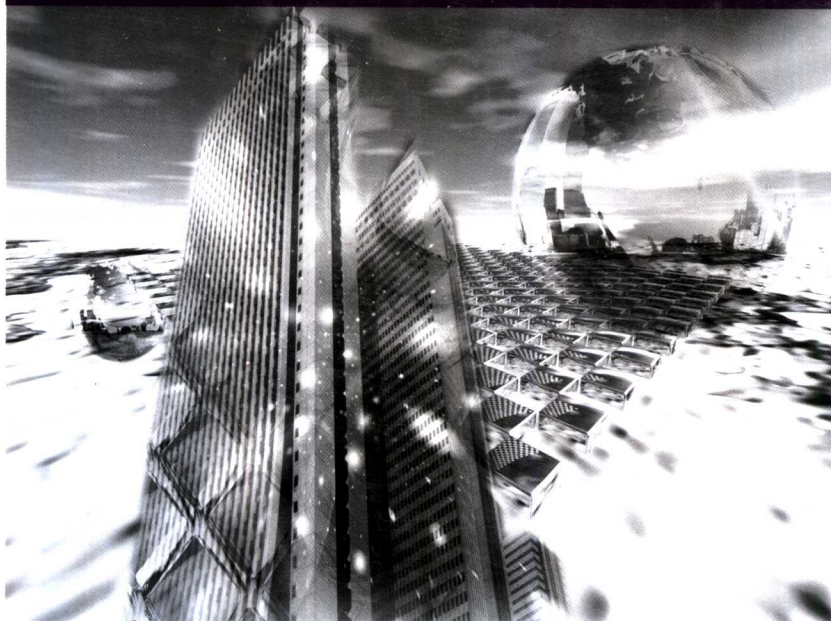


固体废物处理与资源化丛书

建筑垃圾处理与资源化

王罗春 赵由才 编著



Chemical Industry Press

 化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

固体废物处理与资源化

建筑垃圾处理与 资源化

王罗春 赵由才 编著

QA626/2



化学工业出版社

环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑垃圾处理与资源化/王罗春, 赵由才编著. —北京:
化学工业出版社, 2004.7
(固体废物处理与资源化丛书)
ISBN 7-5025-5845-4

I. 建… II. ①王…②赵… III. 建筑施工-垃圾处理
IV. X799.1

中国版本图书馆CIP数据核字 (2004) 第077318号

固体废物处理与资源化丛书
建筑垃圾处理与资源化

王罗春 赵由才 编著
责任编辑: 管德存 徐 娟
责任校对: 顾淑云 宋 玮
封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社 出版发行
环境科学与工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里3号 邮政编码 100029)
发行电话: (010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京红光印刷厂印刷
北京红光印刷厂装订
开本 787mm×1092mm 1/16 印张 13¼ 字数 318 千字
2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-5845-4/X·502
定 价: 34.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

编委会主任

赵由才

编委会成员

(按姓氏汉语拼音排列)

边炳鑫	柴晓利	陈彬
方建民	黄仁华	李广科
龙燕	牛冬杰	宋立杰
王罗春	吴军	张华

序

随着我国国民经济和社会的发展，固体废物产生量在迅速增加。在我国的城镇中，以生活垃圾为主的固体废物的收集、运输、处理与处置、分类与分选、资源化循环利用等，不仅是当地政府的重要日常工作，也是当今社会可持续发展的核心内容。

固体废物处理与资源化，首先强调的是资源化，即物质的循环使用。所谓固体废物的资源化，一方面是固体废物通过简单加工后的再利用，另一方面是通过功能的改变而得到再利用。通过简单维修或转换使用者，不能认为是固体废物的资源化过程。分类的固体废物资源化过程应该比混合的各种固体废物资源化过程更容易实现。因此，实行固体废物分类收集、运输、储存和加工，是资源化的最佳路径，应该持之以恒地加以实施。

固体废物的处理，一般是指不考虑再利用的无害化方法，如生活垃圾的填埋与焚烧、放射性废物的固化与稳定化、危险废物的去毒化与安全填埋等。有机可降解废物的堆肥既是一种固体废物的处理方法，也是一种资源化方法。

近二十年来，我国在固体废物处理与资源化方面发展较快，越来越多的高等院校和科研单位开始进行固体废物的研究工作，许多企业也积极介入固体废物的处理与资源化行业，从业人员数量迅速增加。同时，我国政府和企业对固体废物处理与资源化方面的投入逐年增加，研究开发了一系列新技术、新方法，在传统技术的改造和改良方面也有进展。另外，国外大量相关企业也在我国开展业务，在管理和技术方面积累了许多经验教训。因此，全面总结和介绍国内外固体废物处理与资源化技术，对于发展我国的环境保护事业，具有重要的意义。

本丛书反映了国内外固体废物处理与资源化领域的发展现状和趋势，内容覆盖了生活垃圾、危险废物、一般工业废物、建筑废物、放射性废物等的处理与资源化各个方面，适于从事固体废物研究、开发、教学、培训和管理等的人员阅读参考。

赵由才

2004年1月

前 言

目前我国对建筑垃圾还没有明确的定义,简而言之,建筑垃圾就是建设施工过程中产生的垃圾。按照来源分类,建筑垃圾可分为土地开挖垃圾、道路开挖垃圾、旧建筑物拆除垃圾、建筑工地垃圾和建材生产垃圾五类,主要由渣土、砂石块、废砂浆、砖瓦碎块、混凝土块、沥青块、废塑料、废金属料、废竹木等组成。与其他城市垃圾相比,建筑垃圾具有量大、无毒无害和可资源化率高的特点。我国建筑垃圾产量一般为城市垃圾总量的30%~40%,每年产生量达4000万~5000万吨。绝大多数建筑垃圾是可以作为再生资源重新利用的,如:废金属可重新回炉加工制成各种规格的钢材;废竹木、木屑等可用于制造各种人造板材;碎砖、混凝土块等废料经破碎后可代替砂直接在施工现场利用,用于砌筑砂浆、抹灰砂浆、浇筑混凝土等,也可用以制作砌块等建材产品等。在建筑垃圾综合利用方面,近年来国内外有很多突破性的成果,如孔内深层强夯桩技术就是一种综合利用碎砖瓦和混凝土块的途径。

事实上在国内,由于配套管理政策不完善,绝大部分建筑垃圾未经任何处理,便被施工单位运往郊外或乡村,采用露天堆放或填埋的方式进行处理,占用大量的土地,同时清运和堆放过程中的遗撒和粉尘、灰砂飞扬等问题又造成了严重的环境污染。随着我国对于保护耕地和环境的各项法律法规的颁布和实施,如何处理和处置建筑垃圾已经成为我国建筑施工企业和环境保护部门面临的一个重要课题。在这方面,日本、美国、德国等工业发达国家的先进经验值得我们借鉴。这些国家大多实行的是建筑垃圾源头削减策略,即在建筑垃圾形成之前,就通过科学管理和有效的控制措施将其减量化;对于产生的建筑垃圾则采用科学的方法使其资源化。

本书是以建筑垃圾分类、建筑垃圾破碎和分选、建筑垃圾资源化、建筑行业的清洁生产、建筑垃圾减量化和资源化的法律法规、典型建筑垃圾综合利用工程等为主线,从原理、工艺、管理、法律和法规上加以论述,全面完整地描述了国内外建筑垃圾资源化的新技术、新方法、新理论,适合于大中专院校师生、建筑施工企业的工程技术人员、有关管理人员等阅读和参考。

参加本书编写的主要有上海电力学院的王罗春(第一、三、四章)、周笑绿(第五章)和同济大学的赵由才(第二、六章)。此外,同济大学的郭广勇和陆小青也分别参与了第二章和第六章的编写工作。

本书所列出的所有机械设备和生产厂家,仅仅是出于全书的完整性和论述的需要,撰写人员和出版社不为这些机械设备和厂家提供任何保证和推荐,也不为这些机械设备所造成的损失和其他任何问题承担任何经济 and 法律责任。

书中难免存在不足之处,敬请读者提出建议和修改意见。

王罗春 赵由才

2004年4月

目 录

第一章 概论	1	第一节 建筑垃圾的减量化	47
第一节 建筑垃圾	1	一、建筑垃圾减量化存在的问题	47
一、建筑垃圾的定义	1	二、建筑垃圾减量化对策	48
二、建筑垃圾的特性	1	三、国外建筑垃圾管理	51
三、建筑垃圾对环境的影响	1	第二节 废木材、木屑的资源化	54
第二节 建筑垃圾管理的技术政策和		一、废木材作为木材重新利用	54
经济政策	2	二、废木料用于生产黏土-木料-水泥	
一、建筑垃圾管理的技术政策	2	复合材料	54
二、建筑垃圾管理的经济政策	3	三、经防腐剂处理木材的资源化	55
第三节 建筑垃圾的分类与组成	4	第三节 废旧建筑混凝土的资源化	56
一、建筑垃圾的分类	4	一、概述	56
二、建筑垃圾的组成	5	二、再生骨料的制造过程及其特性	57
三、建筑垃圾的产量分析	7	三、废旧建筑混凝土作粗骨料拌制再生	
四、建筑装潢垃圾的产量分析	8	混凝土	58
五、旧建筑物拆除垃圾的产量分析	8	四、废旧建筑混凝土作细骨料拌制再生	
第二章 建筑垃圾的破碎与分选	9	混凝土	64
第一节 建筑垃圾的破碎	9	五、废旧建筑混凝土作粗骨料应用于喷	
一、建筑垃圾破碎的基本方式和破碎机的		射混凝土	65
类型	9	六、再生骨料及再生混凝土的改性	65
二、建筑垃圾的破碎理论	10	七、废旧建筑混凝土在公路工程中的	
三、颚式破碎机	13	应用	72
四、圆锥破碎机	21	八、废旧建筑混凝土的其他资源化途径	72
五、锤式破碎机	22	第四节 废旧道路水泥混凝土的资源化	74
第二节 建筑垃圾的分选	23	一、概述	74
一、物料分选的一般理论	24	二、废旧道路水泥混凝土作骨料拌制	
二、筛分	26	路面混凝土	76
三、重力分选	30	三、废旧道路水泥混凝土作路面基层	
四、磁力分选	33	材料	84
五、其他分选方法	35	四、废旧道路水泥混凝土的其他资源化	
第三节 建筑垃圾机械分选系统的比选		途径	87
实例	37	第五节 废旧特种混凝土的资源化	87
一、建筑垃圾分选设备的集成原则	37	一、废旧高铝水泥混凝土的再生	87
二、破包机	38	二、废旧硫酸铝盐混凝土的再生	88
三、振动筛	39	第六节 剩余混凝土的资源化和剩余水的	
四、垃圾烘干装置	39	回用	88
五、滚筒筛	43	一、剩余混凝土与剩余水的概念	88
六、风力分选设备	44	二、剩余混凝土的分离和回收	88
第三章 建筑垃圾资源化	47	三、剩余混凝土和剩余水的资源化	92

第七节 废旧混凝土砂(渣)的资源化	96	第四节 填埋场总体设计	149
一、混凝土工厂淤渣(或废旧混凝土砂)+		一、设计规模	149
水淬矿渣+石膏生产再生水泥	96	二、项目构成	149
二、废弃混凝土作生产水泥的部分原料		三、建设用地与建筑	152
生产再生水泥	98	四、填埋工艺装备设计	152
第八节 废旧砖瓦的资源化	100	五、行政、生活管理区工程	153
一、碎砖块生产混凝土砌块	101	第五节 填埋场的工艺设计	153
二、废砖瓦替代骨料配制再生轻骨料		一、填埋场的类型	153
混凝土	102	二、填埋工艺的确定原则	154
三、破碎废砖块作粗骨料生产耐热		三、填埋场的主体工程 and 辅助设施	155
混凝土	103	第六节 填埋场的机械设备	161
四、废砖瓦其他资源化途径	104	一、推土机	161
第九节 废旧屋面材料的资源化	104	二、挖掘机	162
一、回收沥青废料作热拌沥青路面的		三、压实机	162
材料	104	四、铲运机	163
二、回收沥青废料作冷拌材料	105	五、起重机	163
第十节 旧沥青路面料的资源化	105	六、装载机	164
一、概述	105	七、运送机	164
二、沥青混凝土再生利用技术	107	第七节 建筑垃圾填埋场的运行与	
三、再生沥青混凝土的永久变形和低温		管理	165
特性及其评估模型	111	一、填埋作业管理	165
四、沥青混凝土再生利用实例	112	二、封场后的管理	166
第十一节 建筑垃圾作桩基填料加固软土		第五章 建筑垃圾的管理和相关法规的	
地基	116	制定	170
一、建筑垃圾作建筑渣土桩填料加固		第一节 我国建筑垃圾的管理现状及存在	
软土地基	116	问题	170
二、建筑垃圾作复合载体夯扩桩填料		一、我国建筑垃圾的管理现状	170
加固软土地基	128	二、我国有关建筑垃圾的法律法规	173
第十二节 建筑垃圾微粉的资源化	134	三、我国建筑垃圾管理中存在的问题	175
一、建筑垃圾微粉的概念	134	第二节 日本建筑垃圾的管理	176
二、建筑垃圾微粉的资源化	134	一、日本建筑废弃物管理概况	176
第四章 建筑垃圾的填埋处置	136	二、日本建筑废弃物管理的法律法规	176
第一节 建筑垃圾填埋场建设的必要性	136	三、日本建筑废弃物的再生利用	177
一、建筑垃圾的渗滤特性及其危害性	136	第三节 我国建筑垃圾管理建议	178
二、建筑垃圾填埋场对周边环境的影响	141	一、建筑垃圾源头分类管理	178
三、建筑垃圾填埋场建设的社会意义和		二、加强建筑垃圾回收利用和处置过程	
必要性	143	中的科学研究,建立健全的技术标	
第二节 美国有关建筑垃圾填埋场的		准和使用规范	179
规定	143	三、有计划地开展建筑垃圾资源化	
第三节 建筑垃圾填埋场的选址	144	工作	179
一、填埋场的选址	144	四、建立健全法律法规体系	179
二、环境影响评价	147	五、提高建筑垃圾排放收费标准	180
三、经济评估	148	六、加强建筑垃圾资源化的宣传和教育	
		工作	180

第六章 建筑垃圾中纤维质废物制

板材	181
第一节 刨花板的生产方法	181
一、刨花板分类和结构特点	181
二、刨花板生产工艺流程	181
三、刨花板的制造	182
四、刨花干燥	183
五、刨花分选	183
六、刨花拌胶	184
七、板坯铺装和预压	185
八、刨花板坯热压	186
九、刨花板加工	187
十、表面装饰	187
十一、刨花板用途	187
第二节 建筑垃圾中纤维质废物生产有机	
复合板材技术	188
一、有机复合板材制备工艺	188

二、工艺的技术特点	188
三、原料成分比例	188
四、黏合剂的种类与用量	188
五、工艺参数	190
六、设备	190
第三节 有机复合板材制作试验	190
一、试验装置	190
二、制板原料	190
三、板材制作步骤	190
四、板材性能测试结果	191
五、改善性能的其他措施	191
六、有机复合板材的市场竞争力分析	192
七、社会效益分析	192
附录 城市建筑垃圾和工程渣土管理	
规定（征求意见稿）	194
参考文献	197

第一章 概 论

第一节 建筑垃圾

一、建筑垃圾的定义

建设部颁布的《城市垃圾产生源分类及垃圾排放》(CJ/T 3033—1996)将城市垃圾按其产生源分为九大类,这些产生源包括居民垃圾产生场所、清扫垃圾产生场所、商业单位、行政事业单位、医疗卫生单位、交通运输垃圾产生场所、建筑装修场所、工业企业单位和其他垃圾产生场所。建筑垃圾即为在建筑装修场所产生的城市垃圾,实际工作中建筑垃圾通常与工程渣土归为一类。根据建设部2003年6月颁布的《城市建筑垃圾和工程渣土管理规定(修订稿)》,建筑垃圾、工程渣土,是指建设、施工单位或个人对各类建筑物、构筑物等进行建设、拆迁、修缮及居民装饰房屋过程中所产生的余泥、余渣、泥浆及其他废弃物。

二、建筑垃圾的特性

建筑垃圾与其他固体废物相似,具有鲜明的时间性、空间性和持久危害性。

(1) 时间性

任何建筑物都有一定的使用年限,随着时间的推移,所有建筑物最终都会变成建筑垃圾。另一方面,所谓“垃圾”仅仅相对于当时的科技水平和经济条件而言,随着时间的推移和科学技术的进步,除少量有毒有害成分外,所有的建筑垃圾都可能转化为有用资源。例如,废混凝土块可作为生产再生混凝土的骨料;废屋面沥青料可回收用于沥青道路的铺筑;废竹木可作为燃料回收能量。

(2) 空间性

从空间角度看,某一种建筑垃圾不能作为建筑材料直接利用,但可以作为生产其他建筑材料的原料而被利用。例如,废木料可用于生产黏土-木料-水泥复合材料的原料,生产出一种具有质量轻、导热系数小等优点的绝热黏土-木料-水泥混凝土材料。又如,沥青屋面废料可回收作为热拌沥青路面的材料。

(3) 持久危害性

建筑垃圾主要为渣土、碎石块、废砂浆、砖瓦碎块、混凝土块、沥青块、废塑料、废金属料、废竹木等的混合物,如不做任何处理直接运往建筑垃圾堆场堆放,堆放场的建筑垃圾一般需要经过数十年才可趋于稳定。在此期间,废砂浆和混凝土块中含有的大量水合硅酸钙和氢氧化钙使渗滤水呈强碱性,废石膏中含有的大量硫酸根离子在厌氧条件下会转化为硫化氢,废纸板和废木材在厌氧条件下可溶出木质素和单宁酸并分解生成挥发性有机酸,废金属材料可使渗滤水中含有大量的重金属离子,从而污染周边的地下水、地表水、土壤和空气,受污染的地域还可扩大至存放地之外的其他地方。而且,即使建筑垃圾已达到稳定化程度,堆放场不再有有害气体释放,渗滤水不再污染环境,大量的无机物仍然会停留在堆放处,占用大量土地,并继续导致持久的环境问题。

三、建筑垃圾对环境的影响

建筑垃圾具有数量大、组成成分种类多、性质复杂等特点,建筑垃圾污染环境的途径

多、污染形式复杂。建筑垃圾可直接或间接污染环境，一旦建筑垃圾造成环境污染或潜在的污染变为现实，消除这些污染往往需要比较复杂的技术和大量的资金投入，耗费较大的代价进行治理，并且很难使被污染破坏的环境完全复原。

建筑垃圾对环境的危害主要表现在以下几个方面：侵占土地，污染水体、大气和土壤，影响市容和环境卫生等。

1. 侵占土地

目前我国绝大部分建筑垃圾未经处理而直接运往郊外堆放。据估计，每堆积 10000t 建筑垃圾约需占用 0.067hm^2 的土地。我国许多城市的城市近郊处常常是建筑垃圾的堆放场所，建筑垃圾的堆放占用了大量的生产用地，从而进一步加剧了我国人多地少的矛盾。随着我国经济的发展、城市建设规模的扩大以及人们居住条件的提高，建筑垃圾的产生量会越来越大，如不及时有效的处理和利用，建筑垃圾侵占土地的问题会变得更加严重。

2. 污染水体

建筑垃圾在堆放场经雨水渗透浸淋后，由于废砂浆和混凝土块中含有的大量水合硅酸钙和氢氧化钙、废石膏中含有的大量硫酸根离子、废金属料中含有的大量重金属离子溶出，同时废纸板和废木材自身发生厌氧降解产生木质素和单宁酸并分解生成有机酸，堆放场建筑垃圾产生的渗滤水一般为强碱性并且含有大量的重金属离子、硫化氢以及一定量的有机物，如不加控制让其流入江河、湖泊或渗入地下，就会导致地表和地下水的污染。水体被污染后会直接影响和危害水生生物的生存和水资源的利用。

3. 污染大气

建筑垃圾废石膏中含有大量硫酸根离子，硫酸根离子在厌氧条件下会转化为具有臭鸡蛋味的硫化氢，废纸板和废木材在厌氧条件下可溶出木质素和单宁酸并分解生成挥发性有机酸，这些有害气体排放到空气中就会污染大气。

4. 污染土壤

建筑垃圾及其渗滤水所含的有害物质对土壤会产生污染，其对土壤的污染包括改变土壤的物理结构和化学性质，影响植物营养吸收和生长；影响土壤中微生物的活动，破坏土壤内部的生态平衡；有害物质在土壤中发生积累，致使土壤中有有害物质超标，妨碍植物生长，严重时甚至导致植物死亡；有害物质还会通过植物吸收，转移到果实体内，通过食物链影响人体健康和饲喂的动物；此外，建筑垃圾携带的病菌还会传播疾病，对环境形成生物污染等。

5. 影响市容和环境卫生

目前我国建筑垃圾的综合利用率很低，许多地区建筑垃圾未经任何处理，便被施工单位运往郊外或乡村，采用露天堆放或简易填埋的方式进行处理，而且建筑垃圾运输大多采用非封闭式运输车，不可避免地引起运输过程中的垃圾遗撒、粉尘和灰砂飞扬等问题，严重影响了城市的容貌和景观。

第二节 建筑垃圾管理的技术政策和经济政策

一、建筑垃圾管理的技术政策

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》确立了我国固体废物污染防治的“三化”原则，即固体废物污染防治的“减量化、资源化、无害化”原则，这也是我国建筑垃圾管理的基本技术政策。

1. 减量化

建筑垃圾的减量化是指减少建筑垃圾的产生量和排放量，是对建筑垃圾的数量、体积、种类、有害物质的全面管理，亦即开展清洁生产。它不仅要求减少建筑垃圾的数量和减小其体积，还包括尽可能地减少其种类、降低其有害成分的浓度、减轻或消除其危害特性等。减量化是防止建筑垃圾污染环境优先考虑的措施，即在“三化”中，首先考虑的是减量化。对我国而言，应当鼓励和支持开展清洁生产，开发和推广先进的施工技术和设备，充分合理利用原材料等，通过这些政策措施的实施，达到建筑垃圾减量化的目的。

2. 资源化

建筑垃圾的资源化是指采取管理和技术从建筑垃圾中回收有用的物质和能源。它包括以下三方面的内容。①物质回收，即从建筑垃圾中回收二次物质。例如，从建筑垃圾中回收废塑料、废金属料、废竹木、废纸板等。②物质转换，即利用建筑垃圾制取新形态的物质。例如，利用废混凝土块作生产再生混凝土的骨料，利用废屋面沥青料作沥青道路的铺筑材料等。③能量转换，即从建筑垃圾处理过程中回收能量，生产热能或电能。例如，通过建筑垃圾中的废塑料、废纸板和废竹木的焚烧处理回收热量或进一步发电，利用建筑垃圾中的废竹木作燃料生产热能。

3. 无害化

建筑垃圾的无害化是指通过各种技术方法对建筑垃圾进行处理处置，使建筑垃圾不损害人体健康，同时对周围环境不产生污染。建筑垃圾的无害化主要包括两方面的内容：①分选出建筑垃圾中的有毒有害成分，如建筑垃圾中的含汞荧光灯泡、含汞高亮度放电灯、含汞自动切换开关、含多氯联苯的照明镇流器、含铅铬电池、含铅防雨板、铅管、涂含铅油漆的木料（门框、窗沿）以及其他如油漆、杀虫剂、清洁剂等废弃的有毒化学产品，并对其按照危险废物的处理处置标准进行处理处置；②建造专用的建筑垃圾填埋场对分选出有毒有害成分后的建筑垃圾进行填埋处置。

二、建筑垃圾管理的经济政策

我国目前在用经济手段管理建筑垃圾方面的力度不大，这里介绍几项国外比较普遍采用的主要经济政策，其中部分已在我国开始实施。

1. “排污收费”政策

“排污收费”是根据固体废物的特点，征收总量排污费和超标排污费。固体废物产生者除了需承担正常的排污费外，如超标排放废物，还需额外负担超标排污费。目前我国尚未对不同建筑类型所产生建筑垃圾的产生和排放量进行统计和分析，缺乏建筑垃圾产出和排放标准。为了大量减少建筑垃圾的产生，建议有关部门首先对建筑垃圾做一次普查，以确定建筑垃圾的产出量，从而制定建筑垃圾产出标准。以此为基准，征收建筑垃圾的总量排污费和超标排污费。

2. “生产者责任制”政策

“生产者责任制”是指产品的生产者（或销售者）对其产品被消费后所产生的废弃物的管理负有责任。例如对包装废物，规定生产者首先必须对其商品所用包装的数量和质量进行限制，尽量减少包装材料的用量；其次，生产者必须对包装材料进行回收和再利用。建筑施工垃圾中废包装材料占25%~30%，由此可见，如果严格实行“生产者责任制”，建筑垃圾尤其是建筑施工垃圾的产量可以大大减少。

3. “税收、信贷优惠”政策

“税收、信贷优惠”政策就是通过税收的减免、信贷的优惠，鼓励和支持从事建筑垃圾管理和资源化的企业，促进环保产业长期稳定的发展。

建筑垃圾资源化是无利或微利的经济活动，政府要建立政策支持鼓励体系，一方面，对从事垃圾资源化的投资和产业活动免除一切税项，以增强垃圾资源化企业的自我生存能力；另一方面，政府对从事垃圾资源化投资经营活动的企业给予贷款贴息的优惠。

4. “建筑垃圾填埋收费”政策

“建筑垃圾填埋收费”是指对进入建筑垃圾最终处置的建筑垃圾进行再次收费，其目的在于鼓励建筑垃圾的回收利用，提高建筑垃圾的综合利用率，以减少建筑垃圾的最终处置量，同时也是为了解决填埋土地短缺的问题。目前我国的建筑垃圾处置收费普遍过低，如上海市建筑垃圾处置收费标准为每吨 1~2 元；北京市收费标准为每吨 1.5 元。如此低廉的排污收费标准，很难达到鼓励建筑垃圾回收利用、提高建筑垃圾综合利用率的目，因此提高建筑垃圾填埋处置收费标准是当务之急。

第三节 建筑垃圾的分类与组成

一、建筑垃圾的分类

根据《城市建筑垃圾和工程渣土管理规定（修订稿）》，建筑垃圾是指建设、施工单位或个人对各类建筑物、构筑物等进行建设、拆迁、修缮及居民装饰房屋过程中所产生的余泥、余渣、泥浆及其他废弃物。按照来源分类，建筑垃圾可分为土地开挖、道路开挖、旧建筑物拆除、建筑施工和建材生产垃圾五类，主要由渣土、碎石块、废砂浆、砖瓦碎块、混凝土块、沥青块、废塑料、废金属材料、废竹木等组成。

1. 土地开挖垃圾

分为表层土和深层土。前者可用于种植，后者主要用于回填、造景等。

2. 道路开挖垃圾

分为混凝土道路开挖和沥青道路开挖。包括废混凝土块、沥青混凝土块。

3. 旧建筑物拆除垃圾

主要分为砖和石头、混凝土、木材、塑料、石膏和灰浆、屋面废料、钢铁和非铁金属等几类，数量巨大。

4. 建筑施工垃圾

分为剩余混凝土、建筑碎料以及房屋装饰装修产生的废料。剩余混凝土是指工程中没有使用掉而多余出来的混凝土，也包括由于某种原因（如天气变化）而暂停施工而未及时使用的混凝土。建筑碎料包括凿除、抹灰等产生的旧混凝土、砂浆等矿物材料，以及木材、纸、金属和其他废料等类型。房屋装饰装修产生的废料主要有：废钢筋、废铁丝和各种废钢配件、金属管线废料，废竹木、木屑、刨花、各种装饰材料的包装箱、包装袋，散落的砂浆和混凝土、碎砖和碎混凝土块，搬运过程中散落的黄砂、石子和块石等。其中，主要成分为碎砖、混凝土、砂浆、桩头、包装材料等，约占建筑施工垃圾总量的 80%。

（1）碎砖（碎砌块）

砖（砌块）主要用于建筑物承重和围护墙体。产生碎砖（碎砌块）的主要原因是：①组砌不当、设计不符合建筑模数或选择砖（砌块）规格不当、砖（砌块）尺寸和形状不准等原因引起的砍砖；②运输破损；③设计选用过低强度等级的砖（砌块）或砖（砌块）本身质量

差；④承包商管理不当；⑤订货太多等。

(2) 砂浆

砂浆主要用于砌筑和抹灰。产生砂浆废料的主要原因是施工操作过程中不可避免的散落；拌合过多、运输散落等也是造成砂浆废料的原因。

(3) 混凝土

混凝土是重要的建筑材料，用于基础、构造柱、圈梁、柱、楼板和剪力墙等结构部位。施工中产生混凝土垃圾废料的主要原因是浇筑时的散落和溢出、运输时的散落以及商品混凝土订货过多或由于某种原因（如天气变化）而暂停施工而未及时使用。

(4) 桩头

对于预制桩，达到设计标高后，将尺寸过长的桩头部分截去；对于灌注桩，开挖后要将上部浮浆层截去。截下的桩头成为施工垃圾废料。

(5) 包装材料

散落在施工现场的各类建筑材料的包装材料也是垃圾废料的一部分。

5. 建材生产垃圾

主要是指为生产各种建筑材料所产生的废料、废渣，也包括建材成品在加工和搬运过程中所产生的碎块、碎片等。如在生产混凝土过程中难免产生的多余混凝土以及因质量问题不能使用的废弃混凝土，长期以来一直是困扰着商品混凝土厂家的棘手问题。经测算，平均每生产 100m³ 的混凝土，将产生 1~1.5m³ 的废弃混凝土。

显然，按建筑垃圾的来源分类并不能真正将它分开，所以也有根据建筑垃圾的主要材料类型或成分对其进行分类，据此可将每一种来源的建筑垃圾分成三类：可直接利用的材料，可作为材料再生或可以用于热回收的材料以及没有利用价值的废料。例如在旧建筑材料中，可直接利用的材料有窗、梁、尺寸较大的木料等，可作为材料再生的主要是矿物材料、未处理过的木材和金属，经过再生后其形态和功能都和原先有所不同。

也有其他一些分类方法，如先将建筑垃圾按成分分为金属类（钢铁、铜、铝等）和非金属类（混凝土、砖、竹木材、装饰装修材料等）、按能否燃烧分为可燃物和不可燃物，再将剔除金属类和可燃物后的建筑垃圾（混凝土、石块、砖等）按强度分类：标号大于 C10 的混凝土和块石，命名为Ⅰ类建筑垃圾；标号小于 C10 的废砖块和砂浆砌体，命名为Ⅱ类建筑垃圾；为了能更好地利用建筑垃圾，还进一步将Ⅰ类细分为Ⅰ_A类和Ⅰ_B类、将Ⅱ类细分为Ⅱ_A类和Ⅱ_B类。各类建筑垃圾的分类标准及用途见表 1-1。

表 1-1 各类建筑垃圾的分类标准及用途

大类	亚类	标号	标志性材料	用 途
Ⅰ	Ⅰ _A	≥C20	4 层以上建筑的梁、板、柱	C20 混凝土骨料
	Ⅰ _B	C10~C20	混凝土垫层	C10 混凝土骨料
Ⅱ	Ⅱ _A	C5~C10	砂浆或砖	C5 砂浆或再生砖骨料
	Ⅱ _B	<C5	低标号砖	回填土

二、建筑垃圾的组成

建筑垃圾中土地开挖垃圾、道路开挖垃圾和建材生产垃圾，一般成分比较单一，其再生利用或处置比较容易，这里只讨论建筑施工垃圾和旧建筑物拆除垃圾。

建筑施工垃圾和旧建筑物拆除垃圾大多为固体废弃物，一般是在建设过程中或旧建筑物

维修、拆除过程中产生的。建筑施工垃圾与旧建筑物拆除垃圾组成成分相差较大。表 1-2 为中国香港特别行政区的旧建筑物拆除垃圾和新建筑物建设施工垃圾组成比较。

表 1-2 中国香港特别行政区的旧建筑物拆除垃圾和新建筑物建设施工垃圾组成比较

单位：%

成 分	旧建筑物拆除垃圾	新建筑物建设施工垃圾	成 分	旧建筑物拆除垃圾	新建筑物建设施工垃圾
沥青	1.61	0.13	金属(含铁)	3.41	4.36
混凝土	54.21	18.42	塑料管	0.61	1.13
石块、碎石	11.78	23.87	竹、木料	7.46	10.95
泥土、灰尘	11.91	30.55	其他有机物	1.30	3.05
砖块	6.33	5.00	其他杂物	0.11	0.27
沙	1.44	1.70	合计	100	100
玻璃	0.20	0.56			

从表 1-2 可以看出，新建筑物建设施工垃圾与旧建筑物拆除垃圾主要组成成分为混凝土、石块和碎石、泥土和灰尘三大类，三大类组分在新建筑物建设施工垃圾与旧建筑物拆除垃圾中所占比例之和分别达到 77.9% 和 72.84%，其他组分的百分含量则不大。一般而言，旧建筑物拆除垃圾中废混凝土块成分较多，而新建筑物建设施工垃圾中石块和碎石、泥土和灰尘成分较多。旧建筑物拆除垃圾中混凝土所占百分比为 54.21%，而新建筑物建设施工垃圾中混凝土所占百分比为 18.42%，仅为前者的 34%；旧建筑物拆除垃圾中石块和碎石、泥土和灰尘所占百分比分别为 11.78% 和 11.91%，而新建筑物建设施工垃圾中石块和碎石、泥土和灰尘所占百分比分别达到 23.87% 和 30.55%，分别为前者的 2 倍和 2.5 倍。

不同结构类型建筑物所产生的建筑施工垃圾各种成分的含量有所不同，其基本组成一致，主要由土、渣土、散落的砂浆和混凝土、剔凿产生的砖石和混凝土碎块、打桩截下的钢筋混凝土桩头、废金属料、竹木材、装饰装修产生的废料、各种包装材料和其他废弃物等组成。

表 1-3 列出了不同结构形式的建筑工地中建筑施工垃圾的组成比例和单位建筑面积产生垃圾量。调查表明，建筑施工垃圾主要由碎砖、混凝土、砂浆、桩头、包装材料等组成，约占建筑施工垃圾总量的 80%。对不同结构形式的建筑工地，垃圾组成比例略有不同，而垃圾数量因施工管理情况不同各工地差异很大。砖混结构的建筑，施工时形成的建筑垃圾主要由落地灰、碎砖头、混凝土块（包括混凝土熟料散落物）、废钢筋、铁丝、木材及其他少量杂物等构成，而落地灰、碎砖头、混凝土块在废渣中占 90% 以上。

表 1-3 不同结构形式的建筑工地中建筑施工垃圾的组成比例和单位建筑面积产生垃圾量

垃 圾 组 成	所 占 比 例/%		
	砖混结构	框架结构	框架-剪力墙结构
碎砖(碎砌块)	30~50	15~30	10~20
砂浆	8~15	10~20	10~20
混凝土	8~15	15~30	15~35
桩头	—	8~15	8~20
包装材料	5~15	5~20	10~15
屋面材料	2~5	2~5	2~5
钢材	1~5	2~8	2~8
木材	1~5	1~5	1~5
其他	10~20	10~20	10~20
合计	100	100	100
单位建筑面积产生垃圾量/(kg/m ²)	50~200	45~150	40~150

旧建筑物拆除垃圾的组成与建筑物的种类有关：废弃的旧民居建筑中，砖块、瓦砾约占 80%，其余为木料、碎玻璃、石灰、黏土渣等；废弃的旧工业、楼宇建筑中，混凝土块约占 50%~60%，其余为金属、砖块、砌块、塑料制品等。

我国 20 世纪 60 年代前的建筑物用材主要是混凝土、金属及木材，从组成成分看，混凝土的比例最大，占 48.35%，陶瓷类、玻璃、石膏板、瓦、石、板等占 22.32%；木材中以胶合板为主，占 19.75%。60 年代后的建筑物，大多采用各类复合材料、塑料等代替木材，因此旧建筑物拆除垃圾中木材含量相对较少。

三、建筑垃圾的产量分析

由于土地开挖垃圾、道路开挖垃圾和建材生产垃圾一般可全部（再生）利用，建筑垃圾一般指旧建筑物拆除垃圾和建筑施工垃圾。据统计，在世界多数国家，旧建筑物拆除垃圾和建筑施工垃圾之和一般占固体废物总量的 20%~30%，其中建筑施工垃圾的量不及旧建筑物拆除垃圾的一半。目前，我国建筑垃圾的数量已占到城市垃圾总量的 30%~40%，其中建筑施工垃圾占城市垃圾总重量的 5%~10%，每年产生的建筑垃圾达 4000 万吨，绝大部分建筑垃圾未经处理而直接运往郊外堆放或简易填埋。

1. 按建筑面积计算

通常，对于砖混结构的住宅，按建筑面积计算，每进行 1000m² 建筑物的施工，平均生成的废渣量在 30m³ 左右，10000m² 建筑物的施工，平均生成的废渣量达 300m³。另据有关资料介绍，经对砖混结构、全现浇结构和框架结构等建筑的施工材料损耗的粗略统计，在 10000m² 建筑的施工过程中，建筑废渣的产量为 500~600t。

每立方米建筑约产生 1%~4% 的建筑垃圾，我国 1998 年 1~11 月商品房施工面积 4.096374×10⁸m²，其中新开工面积 1.338489×10⁸m²，1999 年 1~8 月，新开工面积与 1998 年同期相比增加 33.4%，住宅方面的投资占房地产投资的 61%，因此，全国建筑施工面积应在 7×10⁸m² 左右，新开工面积约为 2.2×10⁸m²。按一年建造 2.2×10⁸m²，约相当于 6.6×10⁸m³ 建筑计算，则一年产生 (0.066~0.26)×10⁸m³ 建筑工地垃圾，而建筑工地垃圾占垃圾总重量的 5%~10%。这两种方法估算的结果还是比较接近的。

2. 按施工材料购买量计算

在建筑工程的各项费用中，材料费所占的比例最大，约占工程总造价的 70%左右。在实际施工中，据测算，材料实际耗用量比理论计划用量多出 2%~5%，这表明，建筑材料的实际有效利用率仅达 95%~98%，余下的部分大多成了建筑废渣。

垃圾数量与建筑物建造中所购买材料总量密切相关，因此，用占所购买材料总量的比例反映垃圾量大小更准确。表 1-4 也列出了建筑施工垃圾各主要组成部分占其材料购买量的比例。调查表明，各类材料未转化到工程上而变为垃圾废料的数量为材料购买量的 5%~10%。其中，由于对混凝土的管理和控制一般较重视，且采用商品混凝土，由其产生的施工垃圾量占其购买量的比例为 1%~4%；而对桩头，由于对地质条件预先往往不易准确掌握，

表 1-4 建筑施工垃圾各主要组成部分占其材料购买量的比例 单位：%

垃圾组成	占其材料购买量的比例	垃圾组成	占其材料购买量的比例
碎砖(碎砌块)	3~12	屋面材料	3~8
砂浆	5~10	钢材	2~8
混凝土	1~4	木材	5~10
桩头	5~15		

由此产生的施工垃圾量占其购买量的比例较大，为 5%~15%。另外，各类施工垃圾废料占其材料购买量比例的数值同样较离散，反映了各工地由于施工情况和管理状况的不同，产生施工垃圾数量的差异很大。

3. 按人口计算

按城市人口中平均每人每年产生 100kg 建筑工地垃圾的较低估计值计算，则我国约 3 亿城市人口，年建筑工地垃圾约 3000 万吨，与上述按建筑面积估算所得数据很接近。

四、建筑装潢垃圾的产量分析

上海市 1997 年建筑垃圾的统计量为 1270 万吨，是根据建筑物建设单位向上海市渣土管理处申报的图纸进行统计的，主要包括开挖、拆房、桩孔泥浆等垃圾，而建筑装潢垃圾基本上尚未统计进去。根据上海地区每户居民住房装修收取 200~300 元建筑垃圾费，可以估计每户装修至少约产生两车建筑垃圾。以每车 2t 计算，又假定每年有十分之一的住户（共约 40 万户）装修房屋，则居民住房装修垃圾就有约 160 万吨，再加上其他单位的建筑装潢垃圾，上海市 1997 年的建筑垃圾总量约为 1500 万吨，建筑装潢垃圾量约为建筑施工垃圾总量的 10%，因此，建筑装潢垃圾的管理与处置同样不容忽视。

五、旧建筑物拆除垃圾的产量分析

单位建筑物拆除时所产生的建筑垃圾的产量也与建筑物的结构密切相关，通常拆除每平方米所产生的建筑垃圾达 0.5~1m³ 甚至更多。

日本在住宅区完工的报告书（1999 年）中，从 1 栋 7 层 49 户的框架结构建筑物住宅楼的预算书中，选出其重量区分的材料统计，该统计精确到连一块开关板的重量都计算在内的程度。以计算所用材料及建造时产生的副产物为前提，开挖土、模板之类则排除在外。设定拆除时，残留桩、水泥、石灰等按 5% 耗散，通过计算表明每平方米拆出 1.86t 的建筑垃圾。20 世纪 60 年代我国一家住宅建筑公司在拆除工程的统计中表明，每平方米住宅产生 1.35t 建筑垃圾。