前摇摇言

近 □□多年来，随着经济和社会的快速发展，我国固体废物产生量大幅度增加。目前，全国城市生活垃圾年产生量已近 □□□亿 赋 各类工业固体废物近怨亿 赋 全国每年畜禽粪便排泄量 □□多亿 赋 我国固体废物处理处置与利用的工作与发达国家相比仍有很大差距。由于固体废物的污染不像流动性很大的污水或大气对环境的影响那样易于察觉，长期以来固体废物的处理处置与资源化未能得到像污水或废气治理那样的高度重视或相同的执法力度。正是由于经济、技术和管理等多方面的原因，相当部分的固体废物未能合理处理处置或利用，在某些地方已成为重要的环境污染源，影响到社会经济的可持续发展。而且近年来，固体废物问题在农村地区也开始凸现。加强固体废物的合理处理处置与资源化是我国急需大力展开的工作。

近年来，国内陆续出版了一些有关固体废物处理处置方面的教材，为高等学校相关专业教学提供了很好的保障。但由于各高校行业特点不同，许多教材在内容上各有取舍或侧重。另外，固体废物处理处置与资源化技术发展也较快，因此，仍需要编写一本内容全面、原理阐述透彻、能反映当前固体废物处理处置与资源化发展趋势的教材，以满足各高等学校环境工程本科专业教学之需。

为此，□□□□年底在南京成立了由南京农业大学、同济大学、武汉大学、东南大学、上海交通大学、中国农业大学、北京工业大学、华南农业大学、山西农业大学、东北农业大学共 □□所高校长期从事固体废物处理处置研究的教师组成的教材编写组，并根据编写者的研究背景进行了分工。编者们根据教育部高等学校环境工程教学指导分委员会对固体废物处理教材内容的规范要求，历经三年时间于 □□□□年底全面完成了整个教材的编写。随后主编又进一步结合固体废物处理的最新进展和实际工程的需要，对各个章节进行了程度不等的删减、增补、订正，其中曾数易其稿，力求使该教材更为全面和系统，以适合具有不同行业特点的各高等学校使用。

全书共分 □□章，第一章和第二章主要介绍了有关固体废物及其处理处置的基本概念、管理体系及不同种类废物的基本性质与组成等。第三章至第六章介绍了固体废物收集运输、压实、破碎、分选、浓缩、脱水、热干以及固化等

需要全本请访问 www.ertongbook.com

预处理和处理方法。第七章至第十一章介绍了废物的焚烧、热解（含生物质能转化）、沼气发酵、高温堆肥（含农肥化）、工业废渣的利用等资源化技术。第十二章则重点介绍了废物卫生填埋、安全填埋和浅地层埋藏等最终处置技术。值得指出的是，本教材对实际应用较多的方法如固体废物焚烧、沼气发酵、高温堆肥、工业废物的利用、卫生填埋等部分做了详细的介绍。并增加了污泥生物沥浸处理与热干、秸秆气化与生物质制醇制氢、堆肥有机无机复合肥化、焚烧设备腐蚀与防治等方面的内容。本教材可作为各类高等学校环境工程本科专业教材，也可作为市政工程专业、环境科学专业等其他相关专业的教材。在教学过程中，可根据本学校的行业特点选其有关章节重点讲授。此外，本教材也可作为从事固体废物处理处置与资源化工作的工程技术人员、科研人员、管理人员的重要参考书籍。

编写分工：周立祥教授负责承担第一章、第五章、第十章的编写，并共同承担了第七章第一节、第八章的第四节的编写；卜玉山教授承担第二章；张颖教授承担第三章；王德汉教授承担第四章；占新华副教授承担第六章和共同参与了第一章和第五章的第一、二、三、四节，杨新萍老师参与了第五章第六节的编写；金保升教授承担了第七章；刘荣厚教授承担了第八章；王宇欣副教授承担了第九章；廖宗文教授和刘可星副教授承担了第十章的第五节；侯浩波教授承担了第十一章（第六节除外）；王京刚教授承担了第十一章的第六节；赵由才教授承担了第十二章的编写。

在教材编写过程中，得到许多高校同行专家的热情帮助和关心。本教材还参考引用了一些相关教材、专著和论文的内容。编者在此向他们一并表示谢意。

限于教材篇幅和编写者水平，书中难免有不妥之处，热忱盼望阅读本教材的同学、老师以及同行们提出宝贵意见。

编摇者

圆圆苘年 猿月

·圆·

目　　录

前言

第一章　概论 …… 1

第一节　固体废物的定义、分类与产生量预测 …… 1
一、固体废物的定义与性质 …… 1
二、固体废物的分类 …… 3
三、固体废物的产生量预测 …… 8
第二节　固体废物的污染与危害 …… 11
一、固体废物的污染途径 …… 11
二、固体废物的污染危害 …… 12
三、固体废物的污染控制 …… 13
第三节　固体废物的处理处置与利用方法 …… 14
一、固体废物的处理方法 …… 14
二、固体废物的处置与利用方法 …… 17
第四节　固体废物的管理体系 …… 18
一、固体废物管理的法规体系 …… 18
二、固体废物污染的控制政策 …… 20
三、循环经济与环境保护 …… 20
思考题 …… 22

第二章　固体废物的来源、组成及性质 …… 24

第一节　城市垃圾的产生、组成及性质 …… 24
一、城市垃圾的产生特点 …… 24
二、城市垃圾的物质组成及性质 …… 27
第二节　农业固体废物的来源、类型及性质 …… 31
一、种植业固体废物的来源、类型及性质 …… 31
二、养殖业固体废物的来源、类型及性质 …… 33
三、农副产品加工业固体废物的来源、类型及性质 …… 34
第三节　工业固体废物的来源、类型及性质 …… 35

一、工业固体废物的来源及特点 …… 35
二、工业固体废物的类型及性质 …… 37
第四节　危险废物的来源、类型及鉴别 …… 38
一、危险废物的类型及性质 …… 38
二、危险固体废物的鉴别 …… 38
思考题 …… 41

第三章　固体废物的收集运输与压实 …… 42

第一节　城市生活垃圾的搬运与贮存 …… 42
一、搬运操作 …… 42
二、贮存操作 …… 43
第二节　城市垃圾的收集与清除 …… 45
一、清运操作方法 …… 45
二、收集车辆（容器） …… 52
三、收集次数与作业时间 …… 53
四、收集路线 …… 53
第三节　城市垃圾的转运及中转站的设置 …… 58
一、转运的必要性 …… 58
二、中转站类型 …… 58
三、中转站设置要求与选址 …… 59
四、中转站工艺设计计算 …… 60
第四节　危险废物的收集与运输 …… 61
一、危险废物的收集容器 …… 61
二、危险废物的收集 …… 61
三、危险废物的运输 …… 63
第五节　固体废物的压实 …… 63
一、压实的概念 …… 63
二、压实程度的度量 …… 63
三、压实器 …… 64
思考题 …… 66

第四章　固体废物的破碎与分选 …… 68

第一节　固体废物的破碎 …… 68
一、破碎的基础理论 …… 68

二、破碎机 …… 72
三、低温破碎技术 …… 82
四、湿式破碎技术 …… 85
五、半湿式选择性破碎分选 …… 88
第二节　固体废物的分选 …… 89
一、筛分的基本概念 …… 90
二、重力分选 …… 94
三、磁力分选 …… 101
四、电力分选 …… 107
五、浮选 …… 109
六、其他分选方法 …… 112
第三节　固体废物破碎分选与回收系统实例 …… 113
一、城市生活垃圾分类收集与分选回收系统 …… 113
二、城市袋装生活垃圾破袋破碎分选技术及设备 …… 115
三、城市生活垃圾综合处理前分选系统设计 …… 118
思考题 …… 119

第五章　污泥的浓缩、脱水与干燥 …… 120

第一节　概述 …… 120
一、污泥处理的目的和方法 …… 120
二、污泥分类 …… 121
三、污泥的性能指标 …… 122
四、污泥的产生量及污泥的性质 …… 131
五、污泥的处置 …… 133
第二节　污泥的调理 …… 134
一、污泥调理的目的与方法 …… 134
二、淘洗 …… 135
三、化学调理 …… 136
四、加热加压调理 …… 137
五、冻融调理 …… 138
第三节　污泥的浓缩 …… 138
一、重力浓缩法 …… 138
二、气浮浓缩法 …… 144
三、离心浓缩法 …… 145

需要全本请访问 www.ertongbook.com

四、其他浓缩法…… 146
第四节　污泥的脱水 …… 146
一、过滤的基本理论与过滤介质 …… 146
二、自然干化脱水 …… 148
三、真空过滤脱水 …… 150
四、加压过滤脱水 …… 151
五、离心脱水 …… 156
第五节　污泥生物沥浸处理 …… 159
一、污泥处理处置中需要解决的问题 …… 159
二、污泥生物沥浸处理的原理…… 160
三、工艺流程与设备 …… 162
四、影响污泥生物沥浸的主要因素 …… 165
第六节　污泥的干燥 …… 166
一、污泥热干化的概念与特点…… 166
二、污泥热干化设备的类型 …… 167
三、污泥热干化处理工艺 …… 168
四、污泥热干化技术中需要注意的问题 …… 176
思考题 …… 178

第六章　固体废物的固化 …… 179

第一节　概述 …… 179
一、固化处理的概念 …… 179
二、固化处理效果的衡量指标…… 179
第二节　水泥固化…… 181
一、水泥固化的基本原理 …… 181
二、水泥固化的工艺过程和设备 …… 183
三、水泥固化法的特点 …… 187
第三节　塑性材料固化 …… 187
一、热固性材料固化法 …… 187
二、热塑性材料固化法 …… 188
第四节　其他固化…… 191
一、石灰固化法…… 191
二、熔融固化法…… 191
三、自胶结固化法 …… 193

思考题 …… 194

第七章　可燃固体废物的焚烧 …… 195

第一节　概述 …… 195
一、焚烧的目的与优点 …… 195
二、可焚烧处理的废物类型 …… 195
三、焚烧处理的方式 …… 196
四、焚烧处理的指标、标准和要求 …… 196
第二节　可燃固体废物的热值及其利用 …… 198
一、热值的定义 …… 198
二、废物热值利用方式 …… 200
第三节　固体物质的燃烧 …… 202
一、固体废物的焚烧产物 …… 202
二、焚烧过程 …… 203
三、影响焚烧的主要因素 …… 204
四、焚烧参数的计算 …… 206
第四节　固体废物的焚烧设备 …… 210
一、机械炉排焚烧炉 …… 210
二、流化床焚烧炉 …… 213
三、回转窑焚烧炉 …… 216
四、多段焚烧炉 …… 218
五、危险废物的焚烧炉 …… 219
第五节　高温腐蚀及污染物的防治 …… 220
一、高温腐蚀的形成机制 …… 220
二、焚烧炉高温腐蚀的防止 …… 228
三、污染物的产生与控制 …… 231
四、灰渣的处理和利用 …… 238
思考题 …… 239

第八章　固体废物的热解及制醇制氢 …… 240

第一节　热解机理及影响因素 …… 240
一、热解的概念 …… 240
二、热解反应过程与机理 …… 241
三、影响生物质热解过程及产物组成的因素 …… 243

四、生物质热解工艺类型 …… 244
第二节　农林废物的热解 …… 245
一、热解液化技术工艺流程 …… 245
二、热解液化装置 …… 246
三、热解产物及其应用 …… 250
第三节　其他废物的热解 …… 254
一、废旧橡胶与废塑料的热解 …… 254
二、城市垃圾的热解 …… 255
三、污泥的热解 …… 256
第四节　生物质气化与集中供气 …… 257
一、生物质气化的基本概念 …… 258
二、生物质气化的原理 …… 258
三、常见的生物质气化炉 …… 260
四、生物质气化集中供气工程 …… 261
第五节　固体废物制醇与制氢 …… 264
一、酒精发酵的基本原理 …… 264
二、酒精发酵的工艺流程 …… 266
三、固体废物制氢 …… 274
思考题 …… 276

第九章　沼气发酵 …… 277

第一节　概述 …… 277
一、有关沼气的基本知识 …… 277
二、基本原理与微生物学过程 …… 278
第二节　沼气发酵原料 …… 281
一、沼气发酵原料的种类 …… 281
二、产气量及产气速率 …… 283
第三节　沼气发酵的影响因素和发酵工艺 …… 285
一、沼气发酵的影响因素 …… 285
二、沼气发酵的工艺类型 …… 295
第四节　沼气池的设计与构建 …… 296
一、沼气池的种类 …… 296
二、沼气池的设计 …… 302
三、沼气池建池材料及构造要求 …… 308

第五节　沼气发酵产物的综合利用 …… 311
一、沼液沼渣的成分 …… 311
二、沼液沼渣在种植业中的应用 …… 312
三、沼液沼渣在养殖业中的作用 …… 314
四、两种典型的沼气综合利用模式 …… 316
思考题 …… 317

第十章　有机废物的高温堆肥 …… 318

第一节　概述 …… 318
一、堆肥的概念 …… 318
二、常见堆肥原料 …… 319
三、堆肥化的工艺类型 …… 320
第二节　好氧堆肥原理及微生物学过程 …… 321
一、堆肥的基本原理 …… 321
二、好氧堆肥的微生物学过程 …… 322
第三节　堆肥设备和工艺流程 …… 324
一、常见堆肥装置 …… 324
二、堆肥工艺流程 …… 330
三、典型有机固体废物的堆肥工艺简介 …… 331
四、畜禽粪便堆肥设施建设规模的设计 …… 336
第四节　堆肥的影响因素及堆肥的腐熟度 …… 339
一、影响堆肥的因素 …… 339
二、堆肥的腐熟度 …… 341
第五节　利用堆肥生产有机无机复混肥 …… 343
一、有机复肥的优点 …… 343
二、有机复肥生产中原料的配比 …… 344
三、有机复肥的生产工艺 …… 346
四、有机复肥的质量标准 …… 349
五、有机复肥的施用 …… 350
思考题 …… 350

第十一章　工业废物的利用 …… 351

第一节　粉煤灰 …… 351
一、粉煤灰的形成与排输 …… 351

二、粉煤灰的组成 …… 351
三、粉煤灰的物理性质和品质指标 …… 353
四、粉煤灰的活性 …… 354
五、粉煤灰的利用 …… 357
第二节 煤矸石 …… 361
一、概述 …… 361
二、煤矸石的组成与性质 …… 362
三、煤矸石的综合利用技术 …… 364
第三节 高炉矿渣 …… 365
一、高炉矿渣的组成与性质 …… 365
二、高炉矿渣的处理与利用 …… 367
第四节 钢渣 …… 369
一、钢渣的来源与组成 …… 369
二、钢渣的处理与利用 …… 370
第五节 铬渣 …… 372
一、铬渣的来源与组成 …… 372
二、铬渣的处理与利用 …… 373
第六节 赤泥 …… 375
一、赤泥的来源与性质 …… 375
二、赤泥的成分 …… 376
三、赤泥的处理与利用 …… 378
第七节 硫铁矿烧渣 …… 380
一、硫铁矿烧渣的来源及组成 …… 380
二、硫铁矿烧渣的处理与利用 …… 380
第八节 废石膏 …… 383
一、废石膏的来源及组成 …… 383
二、废石膏的处理与利用 …… 384
第九节 废催化剂 …… 387
一、废催化剂的来源及特点 …… 387
二、废催化剂的回收利用 …… 388
思考题 …… 391

第十二章 固体废物的最终处置 …… 392

第一节 卫生填埋概述 …… 392

一、卫生填埋的基本概念 …… 392
二、建设卫生填埋场的必要性与优点 …… 393
三、卫生填埋场的基本类型和构造 …… 394
第二节　卫生填埋场选址 …… 395
一、卫生填埋场选址的原则和要求 …… 395
二、填埋场选址的方法及程序 …… 398
第三节　卫生填埋场设计 …… 400
一、填埋场设计与规划 …… 400
二、衬垫系统 …… 402
三、渗沥液收集系统 …… 406
四、地表水导排系统 …… 412
五、填埋场气体导排系统 …… 414
第四节　卫生填埋场的填埋工艺与填埋操作 …… 421
一、填埋工艺流程 …… 421
二、填埋操作 …… 423
三、终场覆盖与封场 …… 424
第五节　固体废物的安全填埋 …… 427
一、概述 …… 427
二、选址 …… 428
三、总体布局 …… 431
四、填埋区构造及填埋方式 …… 432
五、防渗系统 …… 433
六、填埋场气体的导排 …… 434
七、封场 …… 434
八、环境监测 …… 435
九、现场运行管理 …… 436
第六节　浅地层埋藏处置 …… 438
一、概述 …… 438
二、场地设计 …… 439
三、沟槽式浅地层埋藏 …… 440
四、混凝土结构式浅地层埋藏 …… 440
思考题 …… 441

主要参考文献 …… 442

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一章　概　　论

由于人们在索取和利用自然资源从事生产和生活活动时，限于实际需要和技术条件，总要将其中的一部分作为废物丢弃；另外，各种产品都有其使用寿命，超过期限，就会成为废物。因此，在人们的生产和生活过程中必然会产生固体废物。固体废物问题是伴随人类文明的发展而产生的。人类最早遇到的固体废物是生活过程中产生的垃圾，随着生产力的迅速发展，人口向城市集中，消费水平不断提高，大量工业固体废物排入环境，与生活垃圾的产量相伴剧增，成为严重的环境问题。全球每年排放的固体废物量为 80 亿～100 亿 t，从全球来看，世界每年产生废钢铁超过 3×10^8 t，废塑料 3×10^7 t，工业废渣、粉煤灰及碎玻璃数亿吨，废旧生活用品、废旧纸张和包装物等数亿吨。1999 年，我国工业固体废物产生量为 7.8 亿 t，其中，县及县级以上工业固体废物产生量为 6.5 亿 t，占产生总量的 83.3%；乡镇工业的产生量为 1.3 亿 t。工业固体废物排放量为 3 881 万 t，其中，乡镇工业的排放量为 2 726 万 t，占排放总量的 70.2%；城市垃圾 1.4 亿 t。2001 年，我国工业固体废物年产量达到了 8.87 亿 t，城市垃圾超过了 1.5 亿 t。发达国家固体废物的年平均增长速度为 3%～5%，而我国固体废物的年增长速度为 8%～10%，远高于发达国家的增长水平。因此，大力发展固体废物的处理处置和资源化技术，已成为非常紧迫的任务。

第一节　固体废物的定义、分类与产生量预测

一、固体废物的定义与性质

（一）固体废物的定义

固体废物（solid waste）通常指人们在生产和生活活动过程中所产生的、一般不再具有原使用价值而被丢弃的固态或半固态（泥状）的物质。一般地，在工业生产活动过程中所产生的称为废渣；而在生活活动中产生的被定义为垃圾。

我国新修订的于2005年4月1日起实施的《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中规定了固体废物的法律含义，是指在生产、生活和其他活动中产生的丧失原有利用价值或者虽未丧失利用价值但被抛弃或者放弃的固态、半固态和置于容器中的气态的物品、物质以及法律、行政法规规定纳入固体废物管理的物品、物质。

（二）固体废物的性质

1. 固体废物具有鲜明的时空特点 固体废物的时间特点表现为它仅仅相对于目前的科学技术和经济条件而言，随着科学技术的飞速发展，矿物资源的日趋枯竭和生物资源滞后于人类需求等，以前的废物必将成为今后的资源。固体废物的空间特点体现在固体废物仅仅相对于某一过程或某一方面没有使用价值，而并非在所有过程或所有方面都没有使用价值。例如，某一工艺或工厂所产生的废物，往往是另一工艺或工厂的生产原料，如粉煤灰是电力工厂或行业所产生的固体废物，对于这些行业其不能再用来燃烧和提供热量，但却是建筑行业用于生产建筑材料（水泥、混凝土等）的原料。我国目前已经建立了许多废物回收利用工厂。因此，固体废物又被称为放错了地方的资源（a waste is a resource out of place）。

2. 固体废物的终态性 固体废物往往是许多污染成分的终极状态，具有终态性。有害气体或飘尘经过治理，最终富集成为废渣；污水中的有害溶质和悬浮物通过处理，最终被分离出来成为污泥和残渣；含重金属的可燃废物经焚烧处理后，其中的重金属浓集于灰烬中。而所有这些都成为固体废物。

3. 潜在的和长期的危害性 固体废物与水或大气不同，它往往不具流动性或流动性很差，因此只在其弃置处“局部”范围内积聚，不能像水或大气那样通过扩散稀释以及在扩散稀释过程中通过环境自净功能得以消除污染；多数情况下，固体废物也不像水或大气污染那样能立即产生可见的危害，在自然因素影响下，大量堆置的固体废物中的有害成分往往通过进入大气、水体和土壤，从而参与生态系统中的物质循环，进而污染食物链，危及人类和动物的健康。因而，固体废物具有潜在的、长期的危害性。

4. 成分复杂 来源、季节、经济状况、生产方式、生活习惯、消费习惯和处理程度等因素均会影响固体废物的成分和产量。即使同一堆固体废物，其不同位置的组分、含量、理化性质等也会有所差异。因此，通常所指的固体废物成分是一个统计学意义上的概念，是固体废物中的共性组分。表1-1列出了不同种类固体废物组分含量的大致情况。

表 1-1 不同种类固体废物成分分析（质量分数，%）

工业类型	食品	纸	木材	皮革	橡胶	塑料	金属	玻璃	织物	其他
食品类产品	15～20	50～60	5～10	0～2	0～2	0～5	5～10	4～10	0～2	5～15
纺织产品	0～2	40～50	0～2	0～2	0～2	3～10	0～2	0～2	20～40	0～5
服装	0～2	40～60	0～2	0～2	0～2	0～2	0～2	0～2	30～50	0～5
木材及木制品	0～2	10～20	10～20	60～80	0～2	0～2	0～2	0～2	0～2	5～10
木制家具	0～2	20～30	30～50	0～2	0～2	0～2	0～2	0～2	0～5	0～5
金属家具	0～2	20～40	10～20	0～2	0～2	0～2	20～40	0～2	0～5	0～10
纸类产品	0～2	40～60	10～15	0～2	0～2	0～2	5～10	0～2	0～2	10～20
印刷及出版	0～2	60～90	5～10	0～2	0～2	0～2	5～10	0～2	0～2	0～5
化学试剂及其产品	0～2	40～60	2～10	0～2	0～2	5～15	5～10	0～10	0～2	15～25
石油精炼及其工业产品	0～2	60～80	5～15	0～2	0～2	10～20	2～10	0～12	0～2	2～10
橡胶及各种塑料制品	0～2	40～60	2～10	0～2	5～20	10～20	0～2	0～2	0～2	0～5
皮革及皮革制品	0～2	5～10	5～10	40～60	0～2	0～2	10～20	0～2	0～2	0～5
石头、黏土及玻璃制品	0～2	20～40	2～10	0～2	0～2	0～2	5～10	10～20	0～2	30～50
金属工业	0～2	30～50	5～15	0～2	0～2	2～10	2～10	0～5	0～2	20～40
金属加工产品	0～2	30～50	5～15	0～2	0～2	0～2	15～30	0～2	0～2	5～15
机械(不包括电动)	0～2	30～50	5～15	0～2	0～2	1～5	15～30	0～2	0～2	0～5
电动机械	0～2	60～80	5～15	0～2	0～2	2～5	2～5	0～2	0～2	0～5
运输设备	0～2	40～60	5～15	0～2	0～2	2～5	0～2	0～2	0～2	15～30
专用控制设备	0～2	30～50	2～10	0～2	0～2	5～10	5～15	0～2	0～2	0～5
其他生产	0～2	40～60	10～20	0～2	0～2	5～15	2～10	0～2	0～2	0～15
城市生活垃圾	10～20	40～60	1～4	0～2	0～2	2～10	3～15	4～16	0～4	5～30

二、固体废物的分类

为了更好地管理固体废物，需要对其进行分类。依据固体废物组分的不同，可分为有机固体废物和无机固体废物；按其危害性，也可分为一般固体废物和危险固体废物（hazardous solid waste）；**按其形态，又可分为固态、半固**

态和液态废物；按其来源分为工业固体废物、城市固体废物、农业固体废物和危险固体废物等。《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》中则按来源将固体废物分为工业固体废物、城市生活垃圾和危险废物三类。

（一）工业固体废物（industrial soild wastes）

工业固体废物是指在工业、交通等生产活动中产生的固体废物。按其行业特性又可进一步分为以下几类：

1. 矿业废物 主要是各种金属、非金属矿山开采过程中从主矿上剥离下来的各种围岩和在选矿过程中提取精矿后剩下的尾渣。

2. 冶金废物 主要是在各种金属冶炼过程中所排出的残渣，常见的有：高炉渣、钢渣、铁合金渣、铜渣、锌渣、铅渣、镍渣、铬渣、镉渣、汞渣、赤泥等。

3. 能源灰渣 在能源物质开采、加工、利用过程中排出的煤矸石、粉煤灰、烟道灰等。

4. 化工行业废物 在化学工业生产过程所产生的残渣，如硫铁矿烧渣、烧碱盐泥、纯碱盐泥、蒸馏釜残渣、废催化剂等。

5. 石油工业废物 在炼油和油品精制过程中产生的废物，如碱渣、酸渣和炼油厂产生的污水在处理过程所产生的污泥等。

6. 农产品加工业废物 在农副产品加工过程中产生的下角料、渣滓和外壳等。

7. 其他废物 机械电子工业的金属碎屑、废旧导线、洗液等；纺织和印染工业产生的泥渣、边料；木材加工业产生的碎屑、边角下料和刨花；造纸印刷工业产生的废纸、染料等。

工业废物主要产生于采掘、冶金、煤炭、火力发电四大行业，其次是化工、石油等部门。

（二）城市生活垃圾（municipal solid wastes）

是指在日常生活中或者为日常生活提供服务的活动中产生的固体废物。例如，在居民生活、商业活动、市政建设与维护、机关办公等过程中产生的固体废物。依据其产生源，一般又可分为：

1. 居民生活产生的生活垃圾 主要包括炊厨废物、废纸、织物、家用什具、玻璃陶瓷碎片、废电器制品、废塑料制品、煤灰渣、废交通工具等。

随着经济的高速发展，城市化进程不断加快，生活垃圾的产生量急剧增加。目前，我国城市人均垃圾产量日平均达到 1.0～1.4 kg，并且还在以每年

8%～10%的增长率不断增加，而我国农村地区生活垃圾产生量较城市地区要低得多，一般在0.10～0.40 kg。表1-2和表1-3分别给出了城市生活垃圾的元素组成和热值。

表1-2 城市生活垃圾所含化学元素典型值

组 分	干基质量分数（%）					
	碳	氢	氧	氮	硫	灰分
食物						
脂肪	73.0	11.5	14.8	0.4	0.1	0.2
混合食品废物	48.0	6.4	37.6	2.6	0.4	5.0
水果废物	48.5	6.2	39.5	1.3	0.2	4.2
肉类废物	59.6	9.4	24.7	1.2	0.2	4.9
纸制品						
卡片纸板	43.0	5.0	44.8	0.3	0.2	5.0
杂志	32.9	5.0	38.6	0.1	0.1	23.3
白报纸	49.1	6.1	43.0	<0.1	0.2	23.3
混合废纸	43.4	5.8	44.3	0.3	0.2	6.0
浸蜡纸板箱	59.2	9.3	30.1	0.1	0.1	1.2
塑料						
混合废塑料	60.0	7.2	22.8	—	—	10.0
聚乙烯	85.2	14.2	—	<0.1	<0.1	0.4
聚苯乙烯	87.1	8.4	4.0	0.2	—	0.3
聚氨酯	63.3	6.3	17.6	6.0	<0.1	4.3
聚乙烯氯化物	45.2	5.6	1.6	0.1	0.1	2.0
木材、树枝等						
花园修剪垃圾	46.0	6.0	38.0	3.4	0.3	6.3
木材	50.1	6.4	42.3	0.1	0.1	0.1
坚硬木材	49.6	6.1	43.2	0.1	<0.1	0.9
混合木材	49.6	6.0	42.7	0.2	<0.1	1.5
混合木屑	49.5	5.8	45.5	0.1	<0.1	0.4
玻璃、金属等						
玻璃和矿石	0.5	0.1	0.4	<0.1	—	98.9
混合金属	4.5	0.6	4.3	<0.1	—	90.5

（续）

组　分	干基质量分数（%）					
	碳	氢	氧	氮	硫	灰分
皮革、橡胶、衣物等						
混合废皮革	60.0	8.0	11.6	10.0	0.4	10.0
混合废橡胶	69.7	8.7	—	—	1.6	20.0
混合废衣物	48.0	6.4	40.0	2.2	0.2	3.2
其他						
办公室清扫垃圾	24.3	3.0	4.0	0.5	0.2	68.0
油、涂料	66.9	9.6	5.2	2.0	—	16.9
用垃圾生产的燃料（RDF）	44.7	6.2	38.4	0.7	＜0.1	9.9

表 1-3　城市生活垃圾组成的典型组分与热值分析数据

组　成	组分质量分数（%）				热值（kJ/kg）		
	水分	挥发分	固定碳	不可燃分	湿基	干基	不含水分和灰分
食物							
脂肪	2.0	95.3	2.5	0.2	37 530	38 296	38 374
混合食品废物	70.0	21.3	3.6	5.0	4 175	13 917	16 700
水果废物	78.7	16.6	4.0	0.7	3 970	18 638	19 271
肉类废物	38.8	56.4	1.8	3.1	17 730	28 970	30 516
纸制品							
卡片纸板	5.2	77.5	12.3	5.0	16 380	17 278	18 240
杂志	4.1	66.4	7.0	22.5	12 220	12 742	16 648
白报纸	6.0	81.1	11.5	1.3	18 550	19 734	20 032
混合废纸	10.2	75.9	8.4	5.4	15 810	17 611	18 738
浸蜡纸板箱	3.4	90.9	4.5	1.2	26 345	27 272	27 615
塑料							
混合废塑料	0.2	95.8	2.0	2.0	32 000	32 064	32 720
聚乙烯	0.2	98.5	＜0.1	1.2	43 465	43 552	44 082
聚苯乙烯	0.2	98.7	0.7	0.5	38 190	38 266	38 216
聚氨酯	0.2	87.1	8.3	4.4	26 060	26 112	27 316
聚乙烯氯化物	0.2	86.9	10.8	2.1	22 690	22 735	23 224

需要全本请访问 www.ertongbook.com