



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

HUANJING GONGCHENG SHEBEI

# 环境工程设备

金兆丰 主编  
范瑾初 主审



化学工业出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 环境工 程 设 备

金兆丰 主编  
范瑾初 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

### 图书在版编目(CIP)数据

环境工程设备/金兆丰主编. —北京: 化学工业出版社,  
2007. 7

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-122-00678-3

I. 环… II. 金… III. 环境工程-设备-高等学校-教材  
IV. X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 091140 号

---

责任编辑: 邹 宁 管德存

装帧设计: 韩 飞

责任校对: 周梦华

---

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: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市延风装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 19½ 字数 604 千字 2007 年 7 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: 38.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

本书是根据教育部 2005 年制定的“普通高等教育‘十一五’国家级教材规划”申报指南的要求编写的。

随着我国环境保护事业和环保产业的发展,水和废水处理、大气污染控制、噪声控制和固体废弃物污染控制等治理工程日趋设备化、系列化和成套化。环境工程专业的工艺设计人员不但需要进行治理工艺的设计和单元处理设备的工艺设计,而且在工程设计中还经常需要与机械设计人员交流和沟通,有时甚至需要自己动手进行设备和机械设计,这样就对环境工程以及给水排水等专业以及其他相关专业的教学提出了加强机械设计能力的要求。随着教学改革的深入,学术界、产业界、工程界一致要求环境工程本科专业增设“环境工程设备”课程,本书就是为了满足这一要求而编写的教材。

为满足本科生毕业设计阶段的教学需要,编者自 1998 年开始,编写了文字和电子版“毕业设计讲座”讲义,用以指导学生的毕业设计。讲义在同济大学使用多年,学生反映良好。后因开设环境工程设备课程的需要,又在该讲义的基础上增减删改,编写成这本《环境工程设备》。

本书突出环境工程设备课程所涉及的共性问题,即设备材料的选择、容器设备的设计计算、管道阀门和支架的选择和设计、机械传动设计的基本方法等;对环境工程设备中个性问题的内容,如各类处理设备具体构造的介绍和尺寸计算,因为在水处理工程、大气污染控制工程及固体废弃物污染控制工程等专业课程中已经做了详细的阐述,本书不再重复,以免发生与专业课程教材内容重复雷同的弊病。

环境工程设备与化学工程设备有很多相同及相似之处,但也有很多不同。如化工设备往往要能适应高温、高压的生产条件,所接触的物料常常是易燃、易爆、具有强烈腐蚀性的;而环境工程设备大部分在常温、常压和低压条件下工作,所接触的物料一般腐蚀性不太强,易燃、易爆的场合也较少遇到。因此,本书依据环境工程设备的特点,略去中高压、超高压和外压容器设计的内容,增加一般化学工程设备教材中论述较少而环境工程设备中经常用到的常压容器、矩形容器、立式圆筒形储罐和有机高分子材料容器设计的内容。

另外,鉴于本书的读者对象是环境工程工艺设计人员而不是机械设计人员,所以介绍设计方法时不进行烦琐的公式推导,而是着重于如何应用这些公式解决实际的设计问题。为此,书中不但编入了不少设计例题,还专设一章“环境工程设备设计实例”,详细介绍了中低压容器、矩形容器、常压立式圆筒形储罐、搅拌机这样的典型设备的设计方法。作者希望通过这些例题和设计实例的学习,提高学生从事设备设计的实际能力,并有利于他们在工程设计过程中与机械设计人员交流沟通。

本书在绪论中简要介绍了有关标准化的基本知识以及最新颁布的国家和行业标准及规

范,目的也是希望学生了解标准及规范,养成在今后设计工作中遵循规范的好习惯。对于近年来出现的设备制造的新材料、新技术如高分子有机材料、复合管道、双折边螺旋咬合容器、无级减速器等,本书也做了简要介绍,以期使学生对最新科技动态有所了解。

学习本书需要掌握工程力学的知识,大部分环境工程和给水排水工程等专业都已开设了工程力学的课程,所以本书不再详述这方面的内容。对于少数没有开设工程力学的院校,在讲授本课程时,可以自行补充物体受力分析、直杆拉伸和压缩、直梁弯曲、剪切、圆轴扭转等工程力学方面的基本知识。

本书可作为高等学校环境工程、给水排水工程、环境科学及其他相关专业的本科生教材,也可供研究生和设计单位、生产单位的科技人员参考。

本教材适用课内教学学时为40~60学时,对于40学时的课程,可以酌情将以下章节内容安排为学生课外自学:0.3.6、1.2~1.5、2.10、3.5~3.6、4.2.4、4.4.4以及第5章。

本书由金兆丰主编,范瑾初主审,其中绪论、第1章、第2章由金兆丰编写,第3章由周惠跃、徐竞成编写,第4章、第5章由金兆丰、陈慧编写。

本书的编写过程中参阅了大量的化工设备设计和机械设计方面的教材、标准和文献资料,这些教材、标准和文献资料都在书后的参考资料中一一列出。在本书完稿之际,我们谨对这些参考资料的各位作者致以诚挚的谢意。

由于个人观点及局限所限,本书中疏漏与不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

**金兆丰**

于同济大学

2007年6月

# 目 录

|                               |           |
|-------------------------------|-----------|
| <b>0 绪论</b>                   | <b>1</b>  |
| 0.1 环境工程设备的定义和分类              | 1         |
| 0.1.1 定义                      | 1         |
| 0.1.2 分类                      | 1         |
| 0.2 机械类与容器类环保设备               | 4         |
| 0.2.1 机械类环境工程设备               | 4         |
| 0.2.2 容器类环境工程设备               | 5         |
| 0.3 标准化知识简介                   | 5         |
| 0.3.1 标准化简史                   | 5         |
| 0.3.2 标准化的主要作用                | 6         |
| 0.3.3 标准化和标准的定义               | 7         |
| 0.3.4 标准的分类                   | 7         |
| 0.3.5 标准的代号和编号                | 8         |
| 0.3.6 ISO 9000 和 ISO 14000 简介 | 9         |
| 0.4 环境工程设备的选用与设计原则            | 10        |
| 0.4.1 成套设备中的单体设备              | 10        |
| 0.4.2 通用设备的选用原则               | 11        |
| 0.4.3 专用设备的设计原则               | 11        |
| <b>1 环境工程设备材料</b>             | <b>13</b> |
| 1.1 材料的基本性能                   | 13        |
| 1.1.1 化学性能                    | 13        |
| 1.1.2 物理性能                    | 13        |
| 1.1.3 机械性能                    | 14        |
| 1.1.4 加工工艺性能                  | 16        |
| 1.2 碳钢与铸铁                     | 18        |
| 1.2.1 铁碳合金的组织结构               | 18        |
| 1.2.2 铁碳合金状态图                 | 20        |
| 1.2.3 钢的热处理                   | 21        |
| 1.2.4 碳钢                      | 22        |
| 1.2.5 铸铁                      | 24        |
| 1.3 合金钢                       | 25        |
| 1.3.1 合金钢的分类与编号               | 25        |
| 1.3.2 合金元素对钢的影响               | 26        |
| 1.3.3 可焊接的低合金高强度结构钢           | 26        |

|          |                         |           |
|----------|-------------------------|-----------|
| 1.3.4    | 专业用钢 .....              | 26        |
| 1.3.5    | 特殊性能钢 .....             | 27        |
| 1.4      | 有色金属及其合金 .....          | 29        |
| 1.4.1    | 铝及其合金 .....             | 30        |
| 1.4.2    | 铜及其合金 .....             | 31        |
| 1.4.3    | 钛及其合金 .....             | 32        |
| 1.4.4    | 镍及其合金 .....             | 34        |
| 1.5      | 非金属材料与复合材料 .....        | 34        |
| 1.5.1    | 无机非金属材料 .....           | 34        |
| 1.5.2    | 有机非金属材料 (有机高分子材料) ..... | 36        |
| 1.5.3    | 复合材料 .....              | 49        |
| 1.6      | 材料的腐蚀与防腐 .....          | 53        |
| 1.6.1    | 腐蚀与防护基本原理 .....         | 53        |
| 1.6.2    | 防止和减缓腐蚀的方法 .....        | 59        |
| 1.6.3    | 金属腐蚀的评定方法 .....         | 61        |
| 1.7      | 环境工程设备材料选择 .....        | 61        |
| 1.7.1    | 材料的物理、力学性能 .....        | 61        |
| 1.7.2    | 材料的耐腐蚀性 .....           | 62        |
| 1.7.3    | 材料的经济性 .....            | 62        |
| <b>2</b> | <b>容器设计与制造 .....</b>    | <b>64</b> |
| 2.1      | 容器设计概述 .....            | 64        |
| 2.1.1    | 常压容器与压力容器 .....         | 64        |
| 2.1.2    | 容器的分类 .....             | 66        |
| 2.1.3    | 容器设计的基本要求 .....         | 69        |
| 2.1.4    | 容器的零部件标准化 .....         | 70        |
| 2.1.5    | 容器材料的选择 .....           | 72        |
| 2.2      | 内压薄壁容器设计 .....          | 75        |
| 2.2.1    | 回转壳体的几何特性 .....         | 75        |
| 2.2.2    | 回转壳体薄膜应力分析 .....        | 76        |
| 2.2.3    | 典型回转壳体的应力分析 .....       | 79        |
| 2.2.4    | 内压薄壁容器强度计算 .....        | 84        |
| 2.2.5    | 设计参数的确定 .....           | 86        |
| 2.2.6    | 容器的压力试验 .....           | 89        |
| 2.3      | 内压容器封头设计 .....          | 90        |
| 2.3.1    | 凸形封头 .....              | 90        |
| 2.3.2    | 锥形封头 .....              | 94        |
| 2.3.3    | 平板形封头 .....             | 94        |
| 2.4      | 容器法兰连接 .....            | 96        |
| 2.4.1    | 法兰连接的种类和结构 .....        | 96        |
| 2.4.2    | 法兰标准与选用 .....           | 99        |
| 2.5      | 容器的支座 .....             | 103       |
| 2.5.1    | 卧式容器的支座 .....           | 103       |
| 2.5.2    | 立式容器的支座 .....           | 105       |

|        |                      |     |
|--------|----------------------|-----|
| 2.6    | 容器附件与开孔补强 .....      | 110 |
| 2.6.1  | 容器附件 .....           | 110 |
| 2.6.2  | 容器的开孔与补强 .....       | 115 |
| 2.7    | 金属容器焊接 .....         | 118 |
| 2.7.1  | 电弧焊 .....            | 118 |
| 2.7.2  | 焊接接头和坡口形式 .....      | 121 |
| 2.7.3  | 焊接缺陷和质量检验 .....      | 123 |
| 2.8    | 容器结构设计中的防腐蚀问题 .....  | 126 |
| 2.8.1  | 腐蚀裕量的确定 .....        | 126 |
| 2.8.2  | 合理的结构设计原则 .....      | 127 |
| 2.9    | 常压容器 .....           | 131 |
| 2.9.1  | 常压容器的设计参数 .....      | 132 |
| 2.9.2  | 圆筒形常压容器设计 .....      | 133 |
| 2.9.3  | 立式圆筒形储罐设计 .....      | 134 |
| 2.9.4  | 矩形容器设计 .....         | 140 |
| 2.10   | 容器新材料与新技术 .....      | 146 |
| 2.10.1 | 双折边螺旋咬合容器 .....      | 146 |
| 2.10.2 | 搪瓷复合钢板拼装容器 .....     | 149 |
| 2.10.3 | 玻璃钢容器 .....          | 151 |
| 2.10.4 | 工程塑料容器 .....         | 156 |
| 3      | 管道与阀门 .....          | 159 |
| 3.1    | 管道的分类 .....          | 159 |
| 3.2    | 金属管 .....            | 160 |
| 3.2.1  | 无缝钢管 .....           | 160 |
| 3.2.2  | 焊接钢管 .....           | 161 |
| 3.2.3  | 铸铁管 .....            | 162 |
| 3.3    | 塑料管分类 .....          | 163 |
| 3.3.1  | 按照管材分类 .....         | 163 |
| 3.3.2  | 按照塑料管道的结构特征分类 .....  | 166 |
| 3.4    | 硬聚氯乙烯 (UPVC) 管 ..... | 168 |
| 3.5    | 聚烯烃管道 .....          | 171 |
| 3.5.1  | 聚烯烃管道的发展概况 .....     | 171 |
| 3.5.2  | 聚乙烯管 (PE 管) .....    | 172 |
| 3.5.3  | 聚丙烯 (PP) 管道 .....    | 173 |
| 3.5.4  | 聚丁烯 (PB) 管道 .....    | 175 |
| 3.6    | 塑料复合管 .....          | 176 |
| 3.6.1  | 塑塑复合管 .....          | 176 |
| 3.6.2  | 钢塑复合管 .....          | 176 |
| 3.6.3  | 铝塑复合管 .....          | 178 |
| 3.7    | 管道的安装 .....          | 181 |
| 3.7.1  | 管道的连接 .....          | 181 |
| 3.7.2  | 管道连接方式的选择 .....      | 182 |
| 3.7.3  | 管道的法兰连接 .....        | 183 |

|          |                             |            |
|----------|-----------------------------|------------|
| 3.7.4    | 管道支吊架 .....                 | 184        |
| 3.7.5    | 管道避震 .....                  | 188        |
| 3.8      | 阀门 .....                    | 191        |
| 3.8.1    | 常用阀门的种类 .....               | 191        |
| 3.8.2    | 闸阀 .....                    | 192        |
| 3.8.3    | 截止阀 .....                   | 192        |
| 3.8.4    | 蝶阀 .....                    | 195        |
| 3.8.5    | 球阀 .....                    | 196        |
| 3.8.6    | 止回阀 .....                   | 196        |
| 3.8.7    | 阀门的技术经济指标比较 .....           | 197        |
| 3.8.8    | 阀门的安装 .....                 | 200        |
| <b>4</b> | <b>机械传动与减速器 .....</b>       | <b>202</b> |
| 4.1      | 概述 .....                    | 202        |
| 4.1.1    | 传动的功用与分类 .....              | 202        |
| 4.1.2    | 传动示意图 .....                 | 202        |
| 4.1.3    | 传动比和效率 .....                | 202        |
| 4.2      | 带传动和链传动 .....               | 204        |
| 4.2.1    | 带传动的工作原理和特点 .....           | 204        |
| 4.2.2    | 带传动的分类 .....                | 205        |
| 4.2.3    | V形带和V形带轮 .....              | 206        |
| 4.2.4    | 链传动 .....                   | 215        |
| 4.3      | 齿轮传动 .....                  | 224        |
| 4.3.1    | 齿轮传动的特点与类型 .....            | 224        |
| 4.3.2    | 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸 ..... | 225        |
| 4.3.3    | 一对渐开线齿轮的啮合传动 .....          | 227        |
| 4.3.4    | 齿轮的构造 .....                 | 228        |
| 4.3.5    | 齿轮的材料与失效 .....              | 228        |
| 4.3.6    | 蜗杆传动 .....                  | 231        |
| 4.3.7    | 几种传动形式的比较 .....             | 237        |
| 4.4      | 轮系与减速器 .....                | 238        |
| 4.4.1    | 轮系 .....                    | 238        |
| 4.4.2    | 普通减速器 .....                 | 242        |
| 4.4.3    | 行星减速器 .....                 | 246        |
| 4.4.4    | 无级变速器 .....                 | 249        |
| 4.5      | 传动装置实例——搅拌装置 .....          | 250        |
| 4.5.1    | 搅拌器的形式和选用 .....             | 250        |
| 4.5.2    | 搅拌附件 .....                  | 252        |
| 4.5.3    | 搅拌轴 .....                   | 253        |
| 4.5.4    | 传动装置 .....                  | 256        |
| <b>5</b> | <b>环境工程设备设计实例 .....</b>     | <b>263</b> |
| 5.1      | 中、低压容器设计实例 .....            | 263        |
| 5.1.1    | 工艺设计条件 .....                | 263        |

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| 5.1.2 设计步骤及图纸 .....                                   | 263        |
| 5.2 矩形容器设计实例 .....                                    | 267        |
| 5.2.1 工艺设计条件 .....                                    | 267        |
| 5.2.2 设计步骤及图纸 .....                                   | 267        |
| 5.3 常压立式圆筒形储罐设计实例 .....                               | 271        |
| 5.3.1 工艺设计条件 .....                                    | 271        |
| 5.3.2 设计步骤及图纸 .....                                   | 271        |
| 5.4 搅拌机设计计算实例 .....                                   | 275        |
| 5.4.1 工艺设计条件 .....                                    | 275        |
| 5.4.2 设计步骤 .....                                      | 276        |
| <b>附录</b> .....                                       | <b>278</b> |
| 附录 1 钢材许用应力 (摘自 GB 150—1998) .....                    | 278        |
| 附录 2 钢管许用应力 (摘自 GB 150—1998) .....                    | 279        |
| 附录 3 热轧工字钢规格及截面特性参数 (摘自 GB 706—88) .....              | 280        |
| 附录 4 热轧槽钢规格及截面特性参数 (摘自 GB 707—88) .....               | 281        |
| 附录 5 热轧等边角钢规格及截面特性参数 (摘自 GB 9787—88) .....            | 282        |
| 附录 6 热轧不等边角钢规格及截面特性参数 (摘自 GB 9788—88) .....           | 283        |
| 附录 7 输送流体用无缝钢管规格 (摘自 GB 8163—87) .....                | 284        |
| 附录 8 流体输送用不锈钢无缝钢管规格 (摘自 GB/T 14976—94) .....          | 285        |
| 附录 9 钢材弹性模量 .....                                     | 285        |
| 附录 10 钢制压力容器用甲型平焊法兰的结构型和系列尺寸<br>(摘自 JB 4701—92) ..... | 286        |
| 附录 11 突面、凹凸面、榫槽面管法兰的密封面尺寸 (摘自 HG 20592—97) .....      | 288        |
| 附录 12 板式平焊钢制管法兰参数 (摘自 HG 20592—97) .....              | 289        |
| 附录 13 突面管法兰垫片尺寸 (摘自 HG 20592—97) .....                | 291        |
| 附录 14 补强圈形式与尺寸 .....                                  | 292        |
| 附录 15 有关筒体和封头数据 .....                                 | 293        |
| <b>参考文献</b> .....                                     | <b>297</b> |

# 0 绪 论

## 0.1 环境工程设备的定义和分类

### 0.1.1 定义

人类社会的发展伴随着工具的发明、使用和发展。机器设备是工具的延伸和高级形式。人类最早使用的工具是用石头、泥土、树枝、兽皮等天然材料制成的。由于火的使用,发明了陶器、瓷器,后来又发明了青铜器、铁器。人类社会经过几千年的发展,特别是工业革命以来,科学技术得到了前所未有的飞速进步,新兴的工业门类不断涌现,各种各样的新型机器设备层出不穷,形成了一个庞大的机器设备大家族,为现代社会的进一步发展奠定了重要的物质基础。

按照机器设备的使用目的和功能,可以将其分为许多大类,如冶炼设备、纺织设备、酿造设备、印刷设备、轻工设备、造纸设备、建筑设备、农业设备、化工设备、炼油设备、运输设备等,环境保护设备是其中的一个大类。

环境工程设备是以控制环境污染为主要目的的设备,也称环境保护设备或环保设备。

1996年发布和实施的《中华人民共和国环境保护行业标准 环境保护设备分类与命名(HJ/T 11—1996)》中规定:“环境保护设备是水污染治理设备、空气污染治理设备、固体废弃物处理处置设备、噪声与振动控制设备、放射性与电磁波污染防护设备的总称。”

### 0.1.2 分类

HJ/T 11—1996《环境保护设备分类与命名》规定,环境保护设备可以按类别、亚类别、组别和型别四个层次进行分类(见表0-1~表0-5)。

①类别 按所控制的污染对象分类,环保设备可分为水污染治理设备、空气污染治理设备、固体废弃物处理处置设备、噪声与振动控制设备、放射性与电磁波污染防护设备5个类别。

②亚类别 按环境保护设备的原理和用途划分。如水污染治理设备可划分为物理法处理设备、化学法处理设备、物理化学法处理设备、生物法处理设备、组合式水处理设备等。

③组别 按环境保护设备的功能原理划分。如水污染治理设备中的物理法处理设备亚类,又可进一步划分为沉淀装置、澄清装置、上浮分离装置、气浮分离装置、离心分离装置、磁分离装置、筛滤装置、过滤装置、微孔过滤装置、压滤和吸滤装置、蒸发装置等。

④型别 按环境保护设备的结构特征和工作方式划分。如气浮分离装置还可划分为溶气气浮装置、真空气浮装置、分散空气气浮装置、电解气浮装置、泡沫分离器等型别。而在固体废弃物处理处置设备类别中,其焚烧设备亚类别中的焚烧炉,则可分为固定床式焚烧炉、流化床式焚烧炉、回转床式焚烧炉和移动床式焚烧炉等型别。

实际上,在以上4个层次分类的基础上,环境保护设备的每一种型别,还可分为许多具体的型号和规格,这些型号和规格,有的是由国家或行业管理部门统一规定的,有的则是由设计单位或生产企业自行确定的。如某设计单位设计的采用回流加压溶气流程、空压机供气方式、矩形气浮池、浮渣由刮渣机刮除的TFQ型(型号)加压溶气气浮装置,就包括TFQ-10、TFQ-20、TFQ-40、TFQ-50……等规格,分别表示废水处理能力为10m<sup>3</sup>/h、20m<sup>3</sup>/h、40m<sup>3</sup>/h、50m<sup>3</sup>/h……的系列装置。

由表0-1~表0-5可见,水污染治理设备、空气污染治理设备的品种多、分类细;固体废弃物处理处置设备和噪声与振动控制设备品种较少、分类也相对较粗;放射性与电磁波污染防护设备则只分到亚类别一级,组别和型别均未分类。这是因为《环境保护设备分类与命名》是1996年颁布

表 0-1 水污染治理设备的分类

| 亚类别     | 组别        | 型别                                                       | 亚类别       | 组别        | 型别                                                                                                                         |
|---------|-----------|----------------------------------------------------------|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 物理法处理设备 | 沉淀装置      | 沉砂装置;平流式沉淀装置;竖流式沉淀装置;斜管(板)沉淀装置;压力涡流沉淀装置                  | 物理化学法处理设备 | 萃取装置      | 脉冲筛板塔;离心萃取机;液膜萃取塔;混合澄清萃取器                                                                                                  |
|         | 澄清装置      | 机械循环澄清装置;水力循环澄清装置;脉冲澄清装置;悬浮澄清装置                          |           | 汽提和吹脱装置   | 汽提塔;吹脱塔                                                                                                                    |
|         | 上浮分离装置    | 粗粒化装置;油水分离装置;斜管(板)隔油装置;海洋隔油装置                            |           | 吸附装置      | 活性炭吸附装置;大孔树脂吸附装置;硅藻土吸附装置;分子筛吸附装置;沸石吸附装置                                                                                    |
|         | 气浮分离装置    | 溶气气浮装置;真空气浮装置;分散空气气浮装置;电解气浮装置;泡沫分离器                      |           | 离子交换装置    | 固定床离子交换装置;移动床离子交换装置;流动床离子交换装置                                                                                              |
|         | 离心分离装置    | 水力旋流分离器;鼓型离心分离器;卧螺式离心分离器                                 |           | 膜分离装置     | 超滤装置;电渗析装置;扩散渗析装置;反渗透装置;隔膜电解装置;微滤装置                                                                                        |
|         | 磁分离装置     | 永磁分离器;电磁分离装置                                             | 生物法处理设备   | 好氧处理装置    | 鼓风曝气活性污泥处理装置;机械表面曝气活性污泥处理装置;吸附生物氧化处理装置(AB法);超深层曝气装置;序批式(SBR)活性污泥处理装置;间歇循环延时曝气处理装置;生物接触氧化装置;生物转盘;生物滤塔;生物活性炭处理装置;活性生物滤塔(ABF) |
|         | 筛滤装置      | 平板式筛网;旋转式筛网;粗格栅;弧形细格栅;捞毛机                                |           | 供氧曝气装置    | 机械表面曝气装置;鼓风机曝气器;射流曝气器;曝气转刷                                                                                                 |
|         | 过滤装置      | 石英砂过滤器;多层滤料过滤器;泡沫塑料珠过滤器;陶粒过滤器                            |           | 厌氧处理装置    | 上流式污泥床厌氧反应器;厌氧流化床反应器;厌氧膨胀床反应器;管式厌氧反应器;两相式厌氧反应器;厌氧生物转盘;厌氧生物滤塔;污泥消化装置                                                        |
|         | 微孔过滤装置    | 微孔管(板)过滤器                                                |           | 厌氧-好氧处理装置 | 厌氧-好氧活性污泥处理装置;缺氧-好氧活性污泥处理装置(A/O);厌氧-缺氧-好氧活性污泥处理装置(A <sup>2</sup> /O)                                                       |
|         | 压滤和吸滤装置   | 真空转鼓污泥脱水机;滚筒挤压污泥脱水机;板框压滤污泥脱水机;折带压滤污泥脱水机;真空吸滤污泥脱水机        |           | 组合式水处理设备  |                                                                                                                            |
|         | 蒸发装置      | 自然循环蒸发器;强制循环蒸发器;扩容循环蒸发器;闪急蒸发器                            |           |           |                                                                                                                            |
| 化学法处理设备 | 酸碱中和装置    | 中和槽;膨胀式中和塔                                               |           |           |                                                                                                                            |
|         | 氧化还原和消毒装置 | 臭氧发生器;加氯机;次氯酸钠发生器;二氧化氯发生器;药剂氧化还原装置;电解氧化还原装置;光氧化装置;湿式氧化装置 |           |           |                                                                                                                            |
|         | 混凝装置      | 机械反应混凝装置;水力反应混凝装置;管道混合器                                  |           |           |                                                                                                                            |

施行的,各类别的环保设备的发展程度和技术水平与当时社会经济和环保事业对其的需求相适应。在水、气、声、渣、放射性与电磁污染的治理中,水污染治理起步最早,治理技术发展最快,因此环保设备的品种最多;空气污染治理次之,固体废弃物处理处置技术和噪声与振动控制技术更次之,放射性与电磁波污染防治技术是相对较新的领域,起步较晚,因此该领域的治理设备也相对较少。

表 0-2 空气污染治理设备的分类

| 亚类别  | 组别         | 型别                                                  | 亚类别          | 组别       | 型别                                         |
|------|------------|-----------------------------------------------------|--------------|----------|--------------------------------------------|
| 除尘设备 | 重力与惯性力除尘装置 | 重力沉降室；挡板式除尘器                                        | 气态污染物净化设备    | 吸附装置     | 固定床吸附器；移动床吸附器；流化床吸附器                       |
|      | 旋风除尘装置     | 单筒旋风除尘器；多筒旋风除尘器                                     |              | 吸收装置     | 文丘里式吸收器；喷淋式吸收器；喷雾干燥式吸收器；填料式吸收器；鼓泡吸收器；水膜吸收器 |
|      | 湿式除尘装置     | 喷淋式除尘器；冲激式除尘器；水膜除尘器；泡沫除尘器；斜栅式除尘器；文丘里除尘器             |              | 氧化还原净化装置 | 直接氧化净化器；催化氧化净化器；直接还原净化器；催化还原净化器            |
|      | 过滤层除尘装置    | 颗粒层除尘器；多孔材料过滤器；纸质过滤器；纤维填充过滤器                        |              | 生物法净化装置  |                                            |
|      | 袋式除尘装置     | 机械振动式除尘器；电振式除尘器；分室反吹式除尘器；喷嘴反吹式除尘器；振动反吹式除尘器；脉冲喷吹式除尘器 |              | 冷凝净化装置   | 直接冷却净化器；间接冷却净化器                            |
|      | 静电除尘装置     | 板式静电除尘器；管式静电除尘器；湿式静电除尘器                             |              | 辐照净化装置   | 气体电子辐照净化器                                  |
|      | 组合式除尘装置    |                                                     |              | 汽车机内净化装置 | 汽车曲轴箱强制通风装置                                |
| 除雾设备 | 惯性力除雾装置    | 折板式除雾器；旋流板式除雾器                                      | 颗粒物-气态污染治理设备 | 汽车尾气净化装置 | 汽车尾气催化净化器                                  |
|      | 湿式除雾装置     |                                                     |              |          |                                            |
|      | 过滤式除雾装置    | 网式除雾器；填料除雾器                                         |              |          |                                            |
|      | 静电除雾装置     | 管式静电除雾器；板式静电除雾器                                     |              |          |                                            |

表 0-3 固体废弃物处理处置设备的分类

| 亚类别     | 组别     | 型别                               | 亚类别     | 组别       | 型别                   |
|---------|--------|----------------------------------|---------|----------|----------------------|
| 输送与存储设备 | 运送装置   |                                  | 无害化处理设备 | 堆肥设备     |                      |
|         | 储存装置   |                                  |         | 填埋设备     |                      |
| 分拣设备    | 机械分选装置 |                                  |         | 固化装置     | 水泥固化装置；塑料固化装置；熔融固化装置 |
|         | 电磁分选装置 |                                  |         | 消毒装置     |                      |
| 破碎压缩设备  | 破碎装置   |                                  | 资源再利用设备 | 废物转化回收装置 |                      |
|         | 压缩装置   |                                  |         | 废物回收装置   |                      |
| 焚烧设备    | 焚烧炉    | 固定床式焚烧炉；流化床式焚烧炉；回转炉床式焚烧炉；移动床式焚烧炉 |         |          |                      |

表 0-4 噪声与振动控制设备的分类

| 亚类别    | 组别   | 型别                                   | 亚类别    | 组别   | 型别                                                         |
|--------|------|--------------------------------------|--------|------|------------------------------------------------------------|
| 噪声控制设备 | 吸声装置 | 穿孔板吸声装置；微孔板吸声装置；共振吸声装置；薄板吸声装置；薄膜吸声装置 | 噪声控制设备 | 消声装置 | 阻性消声器；抗性消声器；阻抗复合消声器；耗散式消声器；小孔消声器；多孔扩散消声器；百叶窗式消声装置；电子有源消声装置 |
|        | 隔声装置 | 隔声罩；隔声构件；隔声室；隔声帘幕；遮光隔声屏；透光隔声屏        |        | 隔振装置 | 隔振垫；隔振器；隔振连接件                                              |
|        |      |                                      | 振动控制设备 | 减振装置 | 阻尼减振装置；减振台架                                                |

表 0-5 放射性与电磁波污染防护设备的分类

| 类 别           | 亚 类 别     | 组 别 | 型 别 |
|---------------|-----------|-----|-----|
| 放射性与电磁波污染防护设备 | 放射性污染防护设备 |     |     |
|               | 电磁波污染防护设备 |     |     |

今后，随着社会经济的进一步发展，人们对环境保护需求的进一步提高，环境保护领域治理技术的进一步开拓，新的环境保护设备会不断出现，表 0-1～表 0-5 的内容会不断增加。所以说，环境保护设备是一个不断发展、不断开拓的新领域，它的分类系统也不是一成不变的，而是随着社会进步不断更新、不断丰富的。

以上环保设备大多是由若干种单体设备组成的，如加压溶气气浮装置一般由回流加压泵、溶气罐、空压机、溶气释放器、气浮池、刮渣机、回流水池等单体设备及管道、阀门、压力表、流量计等组成。这样的环保设备常被称为成套设备或装置，它们都具有特定的处理功能，如气浮分离装置具有固-液分离或液-液分离的水处理功能；静电除尘装置具有从锅炉烟道气等含尘气体中去除或捕集尘粒的功能。

单体设备按其工作性质可分为机械类设备和容器类设备；按其使用范围可分为通用设备（定型设备）和专用设备（非标设备）。

单体设备的选择和设计是环境保护工程设计中的重要环节，也是本书的主要内容。在废水、废气或固体废弃物的处理工程中，一般是由若干单体设备组成处理单元、再由若干处理单元组成处理流程的。在工程设计时，一般先按所定的处理目标（如国家规定的排放标准）确定所需的处理工艺流程，然后按照确定的处理工艺设计其中的各处理单元，再通过计算选择或设计每个处理单元中的各单体设备（或构筑物），最后经过平面和高程布置设计、管道布置设计、自控系统设计、动力系统设计、建筑土建工程设计等，将许多单体设备和处理单元组合成完整的、能够正常运行、满足处理目标要求的处理系统。

## 0.2 机械类与容器类环保设备

如前所述，成套的环境工程设备是由若干单体设备组成的，这些单体设备又可分为机械设备和容器设备两种类型。其中，机械类设备还可分为通用设备和专用设备；容器类设备则可分为常压容器、中低压容器、高压容器等，见图 0-1。

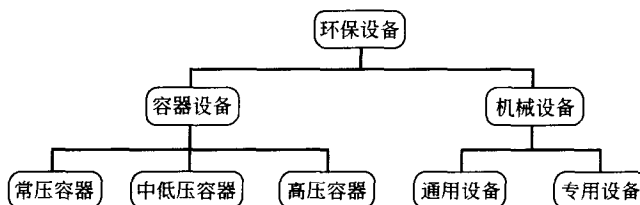


图 0-1 机械类与容器类环保设备

### 0.2.1 机械类环境工程设备

机械类环境工程设备一般是指主要由运动机械构件构成的设备，可分为通用设备和专用设备。

通用设备是指若干生产行业可以通用的机械类设备，也称为标准设备或定型设备，是按照国家标准或行业标准的规定成批成系列生产的，有产品目录或样本手册，有各种规格牌号，有不同的生产厂家，可以在市场上现成买到。如电动机、水泵、风机、空压机、减速机、阀门、板框压滤机、离心机等，这些设备都是在各行各业经常使用的。

专用设备是指主要在环境保护行业使用的机械类设备，也称为非标准设备（非标设备）或非定

型设备，也可以是成批成系列生产的，有产品目录或样本手册，有各种规格牌号，有不同的生产厂家，可以在市场上现成买到。如格栅、搅拌机、刮泥机、加药机、臭氧发生器、曝气器、各种消声器、各种除尘器等。这类专用设备目前主要用于环境保护行业，但它的标准化程度正在随着环境保护事业的发展而日益提高，有的已经颁布了行业标准或国家标准。另外一些专用设备没有固定的产品，需要根据处理工艺的要求，专门进行设计和制造，如减振台架、焚烧炉、生物转盘等。

### 0.2.2 容器类环境工程设备

容器类环境工程设备是环境保护工程中应用极其普遍的一大类设备。

容器类环境工程设备一般是指没有运动构件的静止设备，主要是指设备的外部壳体。按其承压情况可分为常压容器、中低压容器和高压容器，它们都属于内压力容器，其容器内部介质压力大于外界压力。另外还有一种外压力容器，其容器内介质压力小于外界压力，主要是指真空容器，因环境保护工程很少使用外压力容器，所以本书不予详述。

常压容器仅仅承受容器内介质的静压力，或介质工作压力 $\leq 0.1\text{MPa}$ ，一般不设上盖，主要用来储存物料或充作常压反应器的壳体。形状有方形、矩形以及平底、锥底、盆底的圆筒形等，常用材料有钢板、不锈钢板、玻璃钢、工程塑料等。常压容器在环保设备中应用最为普遍，常被冠以槽、罐、箱、器、池、塔等名称，如各种药剂储罐、各种处理设备的外壳以及各种水池、水箱、贮泥池、隔油池、气浮池等。

中低压容器需承受较高的介质工作压力。低压容器的工作压力为 $0.1\sim 1.6\text{MPa}$ ；中压容器的工作压力为 $1.6\sim 10.0\text{MPa}$ 。形状主要是带封头的圆筒形，也有球形的；常用材料有钢板、不锈钢板等。环保工程中低压容器的应用亦较普遍，如气浮装置中的溶气罐，除尘装置的外壳等。中压容器应用很少，仅有湿式氧化反应器、反渗透装置等少数实例，此类反应装置的工作压力超过 $10\text{MPa}$ 时，则属于高压容器（ $10\sim 100\text{MPa}$ ）范畴，本书对高压容器不予涉及。

容器类环境工程设备大多是非标设备，工程中要根据处理工艺的要求逐一进行设计和制造。但是，以组织现代化生产、节约原材料、降低生产成本、提高产品的质量、增强零部件的互换性、便于设计制作和维修工作、提高劳动生产率、消除国际贸易的障碍、便于市场流通为目的，国家对容器类设备的标准化也非常重视。有关部门对容器的零部件已制定了一系列的标准，如封头、法兰、支座、人孔、视镜、液面计等；某些容器也已经有了标准化系列，如反应釜、换热器、储罐等；市场上也有不少定型的新型容器产品可供选购，如工程塑料、玻璃钢制的各种药剂储罐、利浦罐（Lipp罐，一种采用薄壁不锈钢复合钢板和折边咬合自动制罐技术制成的容器）等。

## 0.3 标准化知识简介

如前所述，标准化是组织现代化生产的重要手段。环保设备制造业是一个新兴行业，随着我国环保事业的快速发展，技术的集成化和设备的成套化、国产化逐步受到重视，开发了许多适用于新处理工艺的新设备。

一种环境工程设备新产品的问世，要经过科研（或对引进国外先进设备的消化吸收）、试制和用户试用等阶段，通过新产品审查后才能正式投入批量生产。国家对新产品审查中有一项重要的考核指标，即标准化率。标准化率的含义是：标准化零部件数与设备零部件总数之比。尽管新产品是在新工艺、新技术和新材料的基础上试制的，但国家仍要求其绝大部分的零部件采用市场通用的标准产品，这样才能有利于新产品以较低的成本、较短的时间、较少的专用装备投入批量生产，这就要求每一位从事环境工程设备科研、试制、生产、使用的技术人员了解一定的标准化知识。

### 0.3.1 标准化简史

标准化是人类由自然人进入社会共同生活实践的必然产物，它随着生产的发展、科技的进步和生活质量的提高而发生、发展，受生产力发展的制约，同时又为生产力的进一步发展创造条件。

人类从原始的自然人开始,在与自然的生存搏斗中为了交流感情和传达信息的需要,逐步出现了原始的语言、符号、记号、象形文字和数字。从第一次人类社会的农业、畜牧业分工中,由于物资交换的需要,要求公平交换、等价交换的原则,产生了统一的度量衡单位和器具标准。当人类社会第二次产业大分工,即农业、手工业分化时,为了提高生产率,迫切要求工具和技术的规范化,如我国宋代《营造法式》对建筑材料和结构做出了规定;秦统一中国之后,用政令对度量衡、文字、货币、道路、兵器进行了大规模的标准化。

进入以机器生产、社会化大生产为标志的近代工业社会以后,为了提高生产率,在广阔的领域推行了工业标准化体系。如1789年美国在武器工业中采用互换性原理批量制备零部件,制定了相应的公差与配合标准;1834年英国制定了“螺纹型标准”,并于1904年以英国标准BS84颁布;1901年英国标准化学会正式成立;1906年国际电工委员会(IEC)成立;1911年美国泰勒发表了《科学管理原理》,应用标准化方法制定“标准时间”和“作业”规范,在生产过程中实现标准化管理,提高了生产率,创立了科学管理理论;1914年美国福特汽车公司运用标准化原理把生产过程的时空统一起来创造了连续生产流水线。此后,到1932年已有25个国家相继成立了国家标准化组织,1926年在国际上成立了国家标准化协会国际联合会(ISA),标准化活动由企业行为步入国家管理,进而成为全球的事业,活动范围从机电行业扩展到各行各业,标准化使生产的各个环节、各个分散的组织到各个工业部门扩散到全球经济的各个领域,由保障互换性的手段发展成为保障合理配置资源、降低贸易壁垒和提高生产力的重要手段。1946年国际标准化组织(ISO)正式成立,现在,世界上已有100多个国家成立了本国的国家标准化组织。

工业现代化进程中,生产和管理高度专业化、综合化,使现代产品或工程、服务具有明确的系统性和社会化,一项产品或工程、过程和服务,往往涉及几十个行业和几万个组织及许多门的科学技术(如美国的“阿波罗计划”等),从而使标准化活动更具有现代化特征。现代标准化更需要方法论、系统论、控制论、信息论和行为科学理论的指导,以标准化参数最优化为目的,以系统最优化为方法,运用数字方法和电子计算技术等手段,建立与全球经济一体化、技术现代化相适应的标准化体系。目前,要遵循世界贸易组织贸易技术壁垒协定的要求,加强诸如国家安全、防止欺诈行为、保护人身健康或安全、保护动植物生命和健康、保护环境等方面以及能源利用、信息技术、生物工程、包装运输、企业管理等方面的标准化,为全球经济可持续发展提供标准化支持。

我国1958年颁布第一号国家标准GB1《标准幅面与格式、首页、续页与封面的要求》,至1966年颁布国家标准1000多项。1978年成立国家标准总局,同年以中华人民共和国名义参加了国际标准化组织(ISO)。1979年国务院颁发了《中华人民共和国标准化管理条例》,1988年将国家标准局、国家计量局和国家经委的质量部门合并成立国家监督局。1998年改名为国家质量技术监督局,直属国务院领导,统一管理全国标准化、计量、质量工作。1989年颁布施行《中华人民共和国标准化法》,这标志着我国以经济建设为中心的标准工作进入法制管理的新阶段。

至1999年底,我国已有国家标准19278项,其中强制性国家标准2653项(占国家标准的13.8%),推荐性标准16625项,依法备案的行业标准30000项(其中强制性标准约占10%);近9000项地方标准和依法备案的企业标准约35万项。基本形成了以国家标准为主,行业标准、地方标准衔接配套的标准体系。标准的覆盖已从传统的工农业产品、工程建设向高新技术、信息产业、环境保护、职业卫生、安全与服务等领域扩展,同时在农业标准化、信息技术标准化、能源标准化以及企业标准化和消灭无标生产等工作方面都取得较好进展。为适应经济全球化的需要,把采用国际标准和国外先进标准作为我国重要的技术政策,国家标准中有43.6%不同程度地采用了国际标准和国外先进标准,重点行业的国际标准采用标准率已达60%,一些重要产品已按国际标准和国外先进标准组织生产。标准化工作已对提高我国产品质量、工程质量和服务质量,规范市场秩序,发展对外贸易,促进国民经济持续快速健康发展发挥了重要保证和技术支持的作用。

### 0.3.2 标准化的主要作用

标准化的主要作用表现在以下10个方面。

① 标准化为科学管理奠定了基础。科学管理就是依据生产技术的发展规律和客观经济规律对企业进行管理,而各种科学管理制度的形式都以标准化为基础。

② 促进经济全面发展,提高经济效益。标准化应用于科学研究,可以避免在研究上的重复劳动;应用于产品设计,可以缩短设计周期;应用于生产,可使生产在科学和有秩序的基础上进行;应用于管理,可促进统一、协调、高效率等。

③ 标准化是科研、生产、使用三者之间的桥梁。

④ 标准化是组织现代化生产的前提。随着科学技术的发展,生产的社会化程度越来越高,生产规模越来越大,技术要求越来越复杂,分工越来越细,生产协作越来越广泛,这就必须通过制定和使用标准来保证各生产部门在技术上保持高度的统一和协调,以使生产正常进行。

⑤ 促进对自然资源的合理利用,保持生态平衡,维护人类社会当前和长远的利益。

⑥ 合理发展产品品种,提高企业应变能力,以更好地满足社会需求。

⑦ 保证产品质量,维护消费者利益。

⑧ 在社会生产组成部分之间进行协调,确立共同遵循的准则,建立稳定的秩序。

⑨ 在消除贸易障碍、促进国际技术交流和贸易发展、提高产品在国际市场上的竞争能力方面具有重大作用。

⑩ 保障人民身体健康和生命安全。大量的环保标准、卫生标准和安全标准制定发布后,用法律形式强制执行,对保障人民的身体健康和生命财产安全具有重大作用。

### 0.3.3 标准化和标准的定义

#### (1) 标准

为在一定的范围内获得最佳秩序,对活动或其结果规定共同的和重复使用的规则、导则或特性的文件,称为标准。该文件经协商一致制定并经一个公认机构的批准。标准应以科学、技术和经验的综合成果为基础,以促进最佳社会效益为目的。

“最佳秩序”是指通过实施标准使标准化对象的有序化程度提高,发挥出最好的功能。“最佳效益”就是要发挥出标准的最佳系统效应,产生理想的效果。

#### (2) 标准化

为在一定的范围内获得最佳秩序,对实际的或潜在的问题制定共同的和重复使用的规则的活动的,称为标准化。它包括制定、发布及实施标准的过程。标准化的重要意义是改进产品、过程和服务的适用性,防止贸易壁垒,促进技术合作。

标准化的实质是:通过制定、发布和实施标准,达到统一。标准化的目的则是:“获得最佳秩序和社会效益。”

#### (3) 标准化的对象

在国民经济的各个领域,凡具有多次重复使用和需要制定标准的具体产品以及各种定额、规划、要求、方法、概念等,都可称为标准化对象。

标准化对象一般可分为两大类:一类是标准化的具体对象,即需要制定标准的具体事物;另一类是标准化总体对象,即各种具体对象的总和所构成的整体,通过它可以研究各种具体对象的共同属性、本质和普遍规律。

### 0.3.4 标准的分类

标准化工作是一项复杂的系统工程,为便于研究和应用,可从不同的角度和属性将标准进行分类,我国标准化法实施中提出以下分类方法。

#### (1) 根据适用范围分

我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四类。

① 国家标准 由国务院标准化行政主管部门制定的需要全国范围内统一的技术要求,称为国家标准。

② 行业标准 没有国家标准而又需在全国某个行业范围内统一的技术标准,由国务院有关行政主管部门制定并报国务院标准化行政主管部门备案的标准,称为行业标准。

③ 地方标准 没有国家标准和行业标准而又需在省、自治区、直辖市范围内统一的工业产品