



高等教育“十二五”规划教材
高职高专环保类专业教材系列

环保设备

谷群广 王怀宇 于锁清 主 编



科学出版社

高等教育“十二五”规划教材

高职高专环保类专业教材系列

环 保 设 备

谷群广 王怀宇 于锁清 主 编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以教育部高等学校高职高专环保与气象类专业教学指导委员会确定的教学大纲和教学基本要求为基础,考虑环保设备企业需求和环保专业学生的特点而编写,融系统性、科学性、完整性、实用性于一体。

本书突出环保设备设计、制造与适用条件的基本技术理论,避免与专业课重复,其内容力求从实际出发,内容包括设备常用材料的分类、性能,材料的腐蚀防护原理,材料的保温,以及环保设备力学基础、环保容器设计、环保设备的制造、管道与阀门和典型环保设备的选型与应用等内容。

本书可作为高职高专院校给水排水工程、环境监测与治理技术、环境监测与评价及其他相关专业的教材,也可供设计单位、生产单位的科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

环保设备 / 谷群广, 王怀宇, 于锁清主编. —北京: 科学出版社, 2011
(高等教育“十二五”规划教材·高职高专环保类专业教材系列)

ISBN 978-7-03-032239-5

I. ①环… II. ①谷… ②王… ③于… III. ①环境保护—设备—
高等职业教育—教材 IV. ①X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 176740 号

责任编辑: 张 斌 / 责任校对: 马英菊

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 东方人华平面设计部

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 9 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2011 年 9 月第一次印刷 印张: 19

印数: 1—3 000 字数: 450 000

定价: 32.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈骏杰〉)

销售部电话 010-62142126 编辑部电话 010-62135235 (VN04)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

高职高专环保类专业系列教材 专家委员会

顾问 邓泽民
主任 胥树凡
副主任 李倦生 耿世刚
委员 (按姓氏笔画为序)
关荐伊 张宝军 相会强 郭 正 高红武 薛巧英

高职高专环保类专业系列教材 编写委员会

主任 孙 蕾
副主任 姚运先 谷群广
委员 (按姓氏笔画为序)
马占青 王先华 王怀宇 王 虎 王春梅 冯雨峰
司文会 刘妙丽 刘颖辉 安红莹 朱庚申 何红娟
沈力匀 沈 华 吴国旭 吴 烨 张宝安 张惠燕
李 庄 李克国 杨广华 杨保华 邹序安 邹润莉
陈建华 陈剑虹 陈战军 陈喜红 周凤霞 林筱华
金 文 胡娜妮 凌昌都 袁秋生 袁德奎 郭淑华
税永红 熊素玉 黎良财 黎春秀
秘 书 张 斌 唐小艳

序

环境保护是我国的一项基本国策，而环境保护教育又是环保工作的重要基础。因此必须加强环境学科相关知识在实践中的应用，提高我国环保类专业学生的环境科研、监管能力，注重学生实践操作能力的培养，努力提高环保专业课程体系的整体性、系统性、实用性。

环境管理作为人类自身行为管理的一种活动，是在 20 世纪 60 年代末开始随着全球环境问题的日益严重而逐步形成、发展的，它揭示了人类社会活动与人类生存环境的对立统一关系。在人类社会，环境—社会—经济组成了一个复杂的系统，作为这个系统核心的人类为了生存发展，需要不断地开发利用各种自然资源和环境资源，而无序无节制的开发利用，导致地球资源急剧消耗，环境失调，从而影响人类的生存和发展。为遏制这种趋势及其蔓延，人类开始研究并采取措施推动资源的合理开发利用，推进环境保护及其自我修复能力的提高，努力实现人类的可持续发展。环境—社会—经济系统能否实现良性循环，关键在于人类约束以及影响这一系统的方法和手段是否有效，这种方法和手段就是环境管理。

环境管理随着人类环保实践活动的推进而不断演变。相当长的时期内，人们直接感受到的环境问题主要是局部地区的环境污染。人类沿袭工业文明的思维定式，把环境问题作为一个单纯的技术问题，其环境管理实质上只是污染治理，主要的管理原则是“污染者治理”和末端治理模式。随着末端治理走到环境污染治理的尽头，加之生态破坏、资源枯竭等其他环境问题的进一步凸现，人们开始从经济学的角度去探寻环境问题的根源与对策，通过“环境经济一体化”使“环境成本内部化”，将环境管理原则变为“污染者负担，利用者补偿”，从而推进了源头削减、预防为主和全过程控制的管理模式的形成。人们在科学发展、保护环境的长期追求与探索中，逐步认识到环境问题是人类社会的传统自然观和发展观支配下导致的必然结果，其管理和技术手段都是“治标不治本”的，只有在改变传统的发展观基础上产生的财富观、消费观、价值观和道德观，才能从根本上解决环境问题。因而环境管理不是单纯的技术问题，也不是单纯的经济问题和社会问题，而是人与自然和谐、经济发展与环境保护相协调的全方位综合管理。

加强课题研究，通过课程设计和构建，着力解决高等职业教育环保类专业人才培养和社会需求，以就业为导向，坚持改革创新，努力提高学生的职



业能力，使学生将课堂与工作现场直接对接，进一步理解目前的学习如何为将来的职业服务，从而提高学生学习的积极性、针对性，提高教学质量，这是我国环保职业教育必须坚持的方向。

非常高兴的是，2009年4月，由长沙环境保护职业技术学院牵头，集合全国与环境保护相关的本科及职业院校、企业、科研机构等近百家单位共同组建的环境保护职业教育集团正式成立，这是我国目前环保职教领域阵容最大的产学研联合体。该集团的成立，在打造环保职业教育品牌和提升环保职业教育综合实力上将产生深远影响。

本套教材的作者都是长期从事环保高职教育的一线教师，具有丰富的教学经验，在相关领域又有比较丰富的环保实践经验，在承担相关环保科研与技术服务中，将潜心研究的科研成果与最新技术、方法、政策、标准等体现于职业教育的教材之中，使本套教材具有鲜明的职业性、实践性，对环保职业教育具有较好的指导与示范作用。

衷心希望这套教材的出版发行，能为我国环保教育事业的发展发挥积极的推动作用。

祝光耀

2010年3月10日

前 言

“环保设备”是环境监测与治理技术专业、环保设备专业根据学科发展的需要而设置的一门专业课程。

本书是依据教育部高等学校高职高专环保与气象专业教学指导委员会制定的环境保护类专业教学基本要求编写，融系统性、科学性、完整性、实用性于一体，力求成为精品教材。

本书作为高职高专环保类专业的教材，是国家社会科学基金“十一五”规划（教育学科）一般课题（批准号：BJA060049）“以就业为导向的职业教育教学理论与实践研究”的子课题（编号：BJA060049-ZKT028）“以就业为导向的高等职业教育环保类专业教学整体解决方案研究”的研究成果之一。

本书涵盖环保设备的设计、制造与适用条件的基本技术理论，其内容力求从实际出发，内容包括设备常用材料的分类、性能，材料的腐蚀防护原理，材料的保温，以及环保设备力学基础、环保容器设计、环保设备的制造、管道与阀门和典型环保设备的选型与应用等内容。

本书由谷群广、王怀宇、于锁清主编，共分七章。谷群广（邢台职业技术学院）编写第五章；王怀宇（邢台职业技术学院）编写第一章、第二章、第四章，并负责全书的统稿工作；于锁清（邢台职业技术学院）编写第三章；朱海波（杨凌职业技术学院）编写第六章；刘国华（河南机电高等专科学校）编写第七章。沈阳市环保工程设计研究院吴程阁所长对本书进行了全面审阅，并提出了很多宝贵意见，在此深表谢意！

因编写人员水平所限，缺点和错误在所难免，恳请读者提出宝贵意见，以使本书在使用中不断更新和完善。

目 录

序

前言

第一章 环保设备基础	1
第二章 环境保护设备材料	9
第一节 金属材料	9
第二节 无机非金属材料	23
第三节 高分子及复合材料	29
第四节 材料设备的腐蚀、防护与保温	37
第三章 环保设备力学基础	74
第一节 基本概念	74
第二节 轴向拉伸和压缩	75
第三节 剪切与圆轴扭转	86
第四节 直梁的弯曲	95
第五节 压杆稳定	108
第四章 容器设计与制造	117
第一节 内压薄壁容器中的应力分析	117
第二节 内压圆筒边缘应力及其处理	120
第三节 内压薄壁圆筒与封头的强度设计	122
第四节 内压圆筒封头的设计	135
第五节 容器法兰与管法兰	149
第六节 容器支座	168
第七节 容器的开孔补强	177
第八节 容器附件	183
第九节 容器设计举例	185
第五章 环保设备的加工	195
第一节 焊接	195
第二节 焊条电弧焊	197
第三节 其他焊接方法	206
第四节 常用金属材料的焊接	214
第五节 焊接结构工艺性	219
第六节 常见的焊接缺陷及产生原因	224
第七节 热切割	226



第八节 压力加工	228
第六章 管道与阀门	233
第一节 管道	233
第二节 阀门	247
第七章 典型环保设备的选型与应用	264
第一节 拦污、输送类设备	264
第二节 曝气类设备	274
第三节 环保填料的选择	282
第四节 多管除尘器的应用	291
主要参考文献	294

第一章 环保设备基础

学习目标

- (1) 掌握环保设备定义。
 - (2) 了解环保设备的分类。
 - (3) 掌握环保设备制造需要了解的知识。
-

一、环保设备定义

环保设备是指用于控制环境污染、改善环境质量而由生产单位或建筑安装单位制造和建造出来的机械产品、构筑物及系统。也有人认为，环保设备是指治理环境污染的机械加工产品，如除尘器、单体水处理设备、噪声控制器等，这种认识是不全面的。环保设备还应包括输送含污染物流体物质的动力设备，如水泵、风机、输送机等；同时也应包括保证污染防治设施正常运行的监测控制仪器仪表，如检测仪器、压力表、流量监测装置等，如图 1.1 所示。

二、环保设备分类

随着工业的发展，环保设备的种类越来越多，除通用设备（通用机械）外，有很多是属于环保专用设备。根据设备功能、环保系统的组成和不同的专业方向，环保设备有几种不同的分类方法，但目前应用较多的还是按照设备功能而进行的分类方法。

（一）通用机械设备

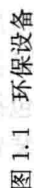
在环保工程中常用的通用机械设备有闸门与闸门启闭机、电动机、减速机、起重设备、阀门与阀门电动装置、泵与风机等。由于通用设备不是本书所要介绍的重点，所以在以后的章节中不再深入介绍。

（二）环保专用设备

环保专用设备根据其使用功能，大致上可分为拦污设备、搅拌设备、投药设备、排泥设备、曝气设备、固液分离设备、软化除盐设备、污泥处理设备、一体化处理设备、容器设备、气体处理设备。

三、环保设备的设计及制造

环境保护工作的顺利进行，能够保护好我们的环境，因此需要建设大量的环保设



施，而在建设中需要很多的专用环保设备。那么环保设备如何设计、加工呢？如图 1.2 所示为高效澄清池设备加工图。

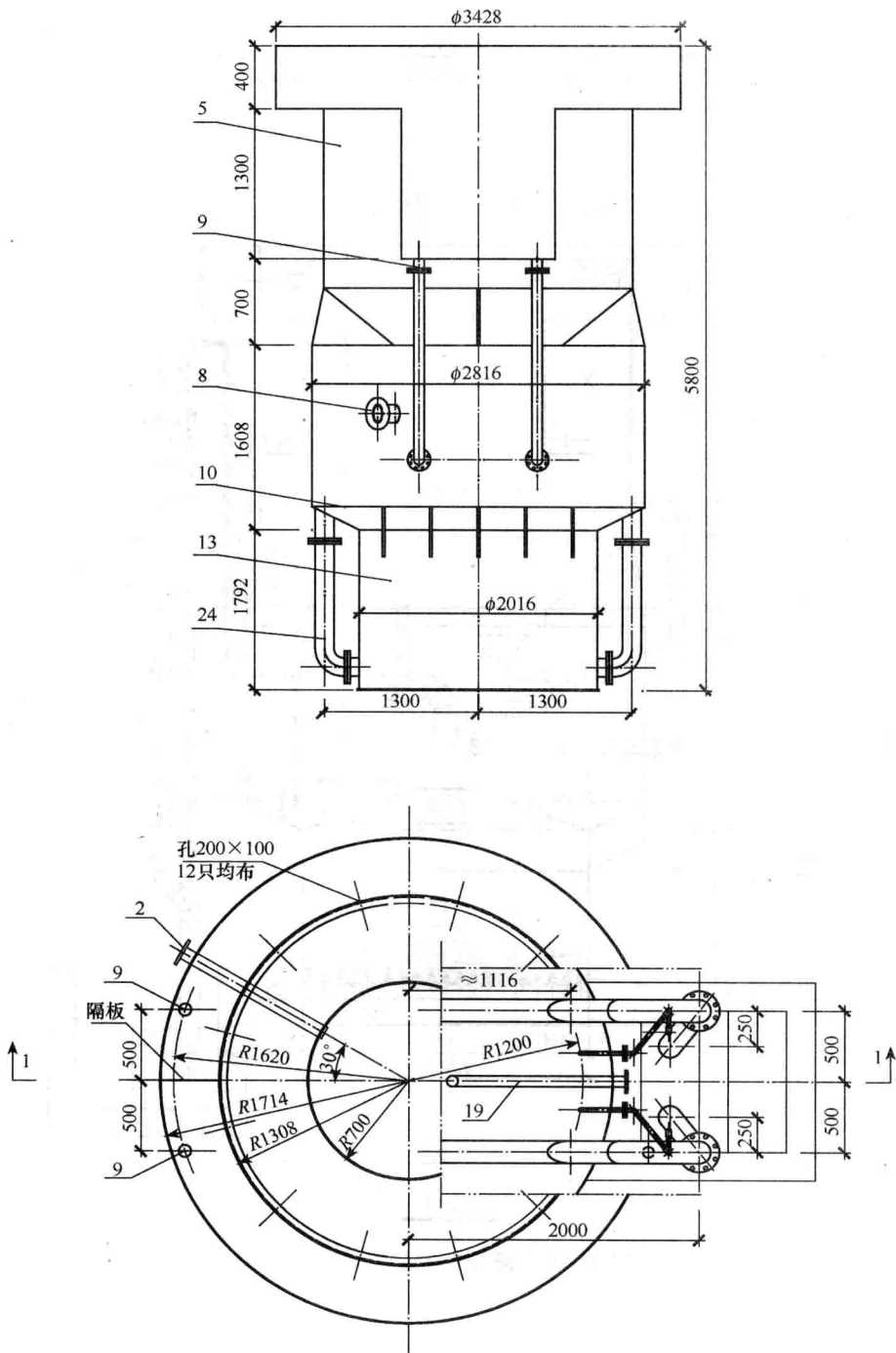


图 1.2 高效澄清池 (单位: mm)

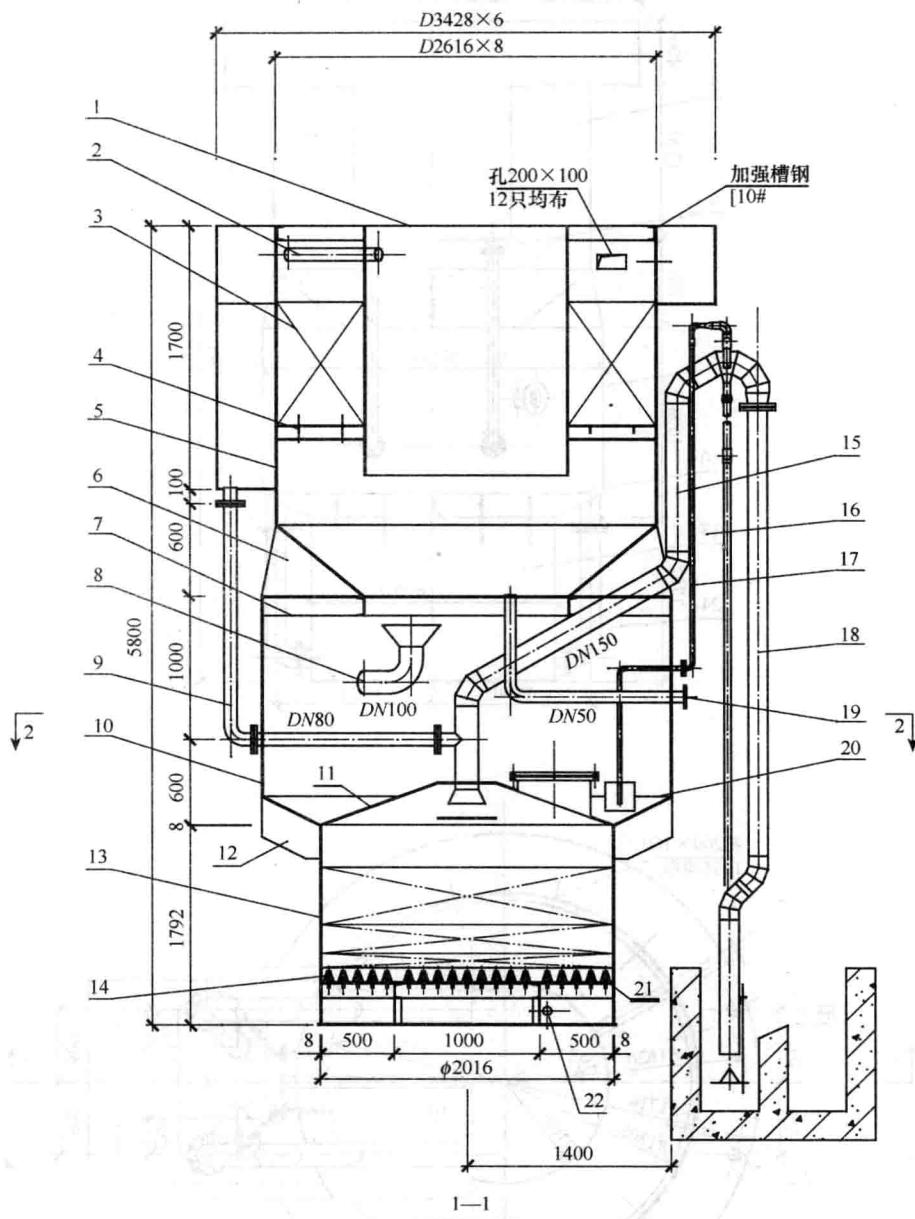
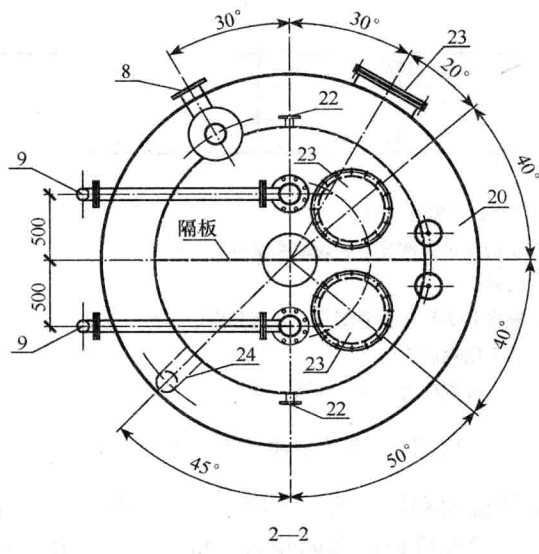


图 1.2 高效澄清池 (续) (单位: mm)



序号	设备名称	规格型号	数量	备注
1	设备本体	$\delta=8\text{mm}$	1 台	
2	进水管	DN80	1 根	
3	斜板填料	$\phi 50$, $L \times B=1000 \times 600$ $\alpha=60^\circ$	3.5m^3	
4	填料支架	10#槽钢/5#角钢	1 付	
5	反应沉淀池	$D2616 \times 8$ $H=2700$ $\delta=8$	1 只	
6	沉淀池支撑板	$\delta=20$	4 件	
7	滤池顶板加强槽钢	C12#槽钢	1 件	
8	滤池出水管	DN100	1 根	
9	滤池配水管	DN80	2 根	
10	清水箱	$D2816 \times 8$ $H=1600$ $\delta=8$	1 只	
11	锥形帽	$\phi 400/\phi 2000$ $H=300$ $\delta=8$	1 只	
12	清水池支撑板	$\delta=20$	24 件	
13	滤池	$D2016 \times 8$ $H=18000$ $\delta=8$	1 只	
14	排水帽	$Q=1.0\text{T}/\text{H}$	220 只	
15	虹吸上升管	DN150	2 根	
16	辅助虹吸管	DN50	2 根	
17	虹吸破坏管	DN20	2 根	
18	虹吸下降管	DN125	2 根	
19	排泥管	DN50	1 根	
20	虹吸破坏斗	$\phi 200 \times 200$	2 只	
21	多孔板	$\phi 2000$ $\delta=12\text{mm}$	1 块	
22	放空管	DN50	2 根	
23	人孔	DN500	3 只	
24	过水管	DN150	4 根	均布

图 1.2 高效澄清池 (续) (单位: mm)

滤料及承托层：(由下至上)

滤料	规格	层高	重量
无烟煤	0.8~1.6mm	400mm	1.2t
石英砂	0.5~0.8mm	300mm	1.7t

说明：

- (1) 本设备采用 Q235 钢制作，共制作 1 台。
- (2) 本设备按水处理设备制造技术条件及有关规范要求制作。
- (3) 设备制作后需做盛水试验。
- (4) 设备集水槽应使用隔板将其平均分为两部分，并且分别进入两只滤池。
- (5) 搅拌轴及搅拌叶片采用不锈钢制作。
- (6) 设备内采用环氧漆防腐，外刷红丹 2 道，面漆 2 道。

图 1.2 高效澄清池 (续) (单位：mm)

从高效澄清池的设计说明和加工图中可以看到，环保设备的加工依据是环保设备加工图，而加工图的绘制，需要进行设备的受力分析与计算，并且在加工过程中需要用到材料，因此制造环保设备应包括的内容如图 1.3 所示。

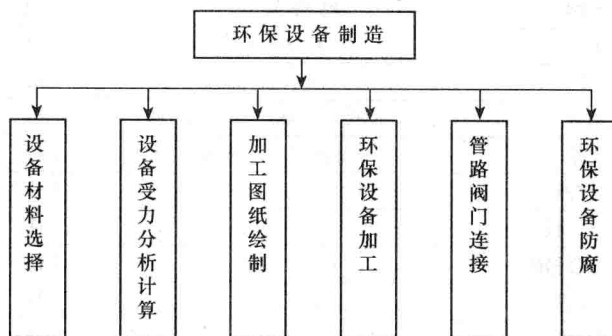


图 1.3 环保设备制造框图

本书主要涉及环保设备制造过程中常用的环保设备材料、环保设备力学知识、环保容器设计、环保设备的制造、管道与阀门和典型环保设备的安装等。

四、环保容器设计的基本要求

环保容器的设计一般首先是根据生产工艺要求，通过工艺计算和生产经验决定容器的总体尺寸，然后进行容器和容器零部件的结构和强度的设计。容器和容器零部件的设计应满足如下条件。

1. 强度

强度是容器抵抗外力破坏的能力。容器应有足够的强度，以保证安全生产。

2. 刚度

刚度是容器或构件抵抗外力使其发生变形的能力。容器或构件必须有足够的刚度，



以防止在使用、运输或安装过程中发生不允许的变形。

3. 稳定性

稳定性是指容器或构件在外力作用下维持原有形状的能力。承受压力的容器或构件，必须保证足够的稳定性，以防止被压瘪或出现褶皱。

4. 耐久性

环保设备的设计使用年限一般为 10 年以上，但在实际使用中往往超过这个年限，其耐久性大多取决于腐蚀情况，在某些特殊情况下还取决于设备的疲劳、蠕变或振动等。为了保证设备的耐久性，必须选择适当的材料，使其对所处理介质的腐蚀具有耐久性，或采用必要的防腐措施以及正确的使用方法。

5. 密封性

设备密封的可靠性是安全生产运行的重要保证之一，因为在环保设备的运行中所处理的物料有些是有腐蚀性或有毒的，所以设备内的物料如果泄露出来，会造成生产上的损失，还会使操作人员中毒或受伤害。因此，有些环保设备必须具有可靠的密封性，以保证安全和创造良好的劳动环境以及维持正常的系统运行。

6. 节省材料和便于制造

环保设备在结构上应保证尽可能降低材料消耗，尤其是贵重材料的消耗。同时，在考虑结构时应使其便于制造并保证质量，应尽量减少或避免复杂的加工工艺，在设计时应尽量采用标准设计和标准零部件。

7. 方便操作和便于运输

环保设备的结构还应当考虑到操作方便。同时还要考虑安装、维护以及检修方便。在设计设备的尺寸和形状时还应考虑运输的方便和可能性。

8. 技术经济指标合理

环保设备的主要技术经济指标包括单位生产能力、消耗系数、设备价格、管理费用和产品总成本等。

(1) 单位生产能力是指环保设备的单位体积、单位重量或单位面积在单位时间内所能完成的生产任务。因此单位生产能力越高越好。

(2) 消耗系数是指生产单位重量或单位产品所消耗的原料及能量，包括药剂、电等。消耗系数不仅与所采用的处理工艺路线有关，而且与设备的设计有很大的关系。一般来说消耗系数越低越好。

(3) 设备价格直接影响到污染处理设施投资的大小。因此选用适当价格的设备是一个很重要的问题。但有时设备虽然复杂，价格高一些，却有较高的单位生产能力，能保证较高的处理效果，并且操作控制现代化，因此在进行全面经济合理性的核算后，也可



采用这种较昂贵的设备。

(4) 管理费用包括劳动工资、维护和检修费用等。管理费用降低,产品成本也随之降低。但管理费用不是一个独立的因素,例如,采用高自动化的设备,虽然管理费用降低了,但投资则会增加。

(5) 产品总成本是生产中的一切经济效果的综合反映。一般要求产品的总成本越低越好,但如果一个环保设备是生产的中间产品,则为了使整个生产的最终产品的总成本为最低,此中间产品的成本就不一定选择最低的指标,而应由整个生产系统的经济效果来确定。

习 题

一、名词解释

环保设备 强度 刚度 耐久性 稳定性

二、简答题

环保设备设计的基本要求是什么?