

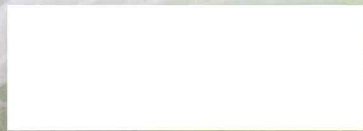
高等教育“十二五”规划教材

# 环保设备基础

*Huanbao Shebei Jichu*

刘转年 范荣桂 主编

中国矿业大学出版社



高等教育“十二五”规划教材

# 环保设备基础

主 编 刘转年 范荣桂



中国矿业大学出版社

## 内 容 提 要

环保设备基础是环境污染治理工程中的核心之一,是环境污染治理工程重要的物质技术基础和运行保障。本书内容主要选择在环境污染治理工程实践中使用范围广、技术含量高、使用频率高的设备作为教材内容。全书共分12章,内容主要包括绪论、通用设备(如水泵、风机和阀门);水污染治理设备如混凝与气浮设备、膜分离设备、曝气设备、生物膜法设备、厌氧设备、污泥处理设备;大气污染治理设备如(除尘设备);固体废弃物处理与资源化利用设备。

本书可作为高校环境工程和环境科学专业的本科教材,也可作为高职高专环境相关专业的教材,还可作为环境设备技术人员的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

环保设备基础 / 刘转年,范荣桂主编. — 徐州:中国矿业大学出版社,2013.1

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1803 - 2

I. ①环… II. ①刘… ②范… III. ①环境工程—设备  
IV. ①X505

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 020662 号

书 名 环保设备基础  
主 编 刘转年 范荣桂  
责任编辑 周 红  
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司  
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)  
营销热线 (0516)83885307 83884995  
出版服务 (0516)83885767 83884920  
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com  
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司  
开 本 787×1092 1/16 印张 17.25 字数 430 千字  
版次印次 2013年1月第1版 2013年1月第1次印刷  
定 价 26.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

# 前 言

多年来,环境污染严重影响和制约我国经济和社会的可持续发展。保护环境、治理环境污染是一项长期且艰巨的任务。环保设备是环境污染治理工程中的核心之一,是环境污染治理工程重要的物质技术基础和运行保障。作为环保产业的重要组成部分,近年来环保设备产业得到快速的发展,一些新技术、新产品不断应用于工程实践中。

2012年9月教育部发布的《普通高等学校本科专业目录(2012)》环境科学与工程类下设“环保设备工程”特色专业(082505T),表明环保设备在环境污染治理工程中的重要作用和在专业中的重要地位,环保设备课程也成为本科环境科学与工程类专业及其他相关专业一门重要的专业课程。

环保设备是近年派生出的新的专业方向,近几年国内陆续出版了一些关于环保设备方面的教材和著作,由于专家学者对环保设备的概念和内涵的理解不统一,环保设备包括水污染治理设备、大气污染治理设备、噪声污染治理设备、固废处理与资源化利用设备、环境监测设备等多个方面,涉及的范围广、内容多,所以不可能将所有内容涵盖其中,使得这些教材和著作的内容和侧重点都不尽相同,也不适合学分制短课时培养计划的需要。基于此,作者在总结多年环保设备教学和科研经验的基础上组织编写本书。在编写过程中力求做到以下几点:① 优选和精简内容,适应学分制短课时培养计划的教学要求,计划课时为32学时;② 突出重点和难点,选择在环境污染治理工程中使用范围广、技术含量高、使用频率高的设备作为教材内容;③ 内容删旧增新,内容上增加了一些目前工程实践中出现的技术先进的环境污染治理设备,删减了落后淘汰设备。

本书为高等教育(矿业)“十二五”规划教材,由西安科技大学刘转年教授与辽宁工程技术大学范荣桂教授合作编写。全书内容共分12章。刘转年教授编写第1、5、6、11、12章,范荣桂教授编写第2、3、4、7、8、9、10章。全书由刘转年教授组织和最终统稿。

在编写过程中参考了大量同行专家学者的相关文献,同时也参考和引用了大量环保设备相关企业的网络资料和图片,以增加内容的直观性,在此对他们付出的辛勤劳动表示衷心感谢。西安科技大学教务处、辽宁工程技术大学教务处等在本书的立项、编写和出版过程中给予帮助,在此一并表示感谢。

在编写过程中力求准确无误,但由于编者水平有限,加之时间仓促,不妥和错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

作者  
2012.11

## 目 录

第 1 章 绪论 .....	1
1.1 环保设备的概念 .....	1
1.2 环保设备的分类 .....	1
1.3 环保产品标准 .....	4
1.4 环保设备产业的现状与发展趋势 .....	6
1.5 当前国家鼓励发展的环保产业设备(产品).....	10
第 2 章 水泵 .....	16
2.1 水泵的基本概念.....	16
2.2 水泵的结构原理.....	18
第 3 章 风机 .....	43
3.1 基本概念.....	43
3.2 通风机.....	43
3.3 鼓风机.....	49
3.4 风机的选择.....	56
第 4 章 阀门 .....	58
4.1 阀门的基本概念和分类.....	58
4.2 典型阀门的结构和作用原理.....	60
第 5 章 混凝与气浮设备 .....	68
5.1 混凝设备.....	68
5.2 气浮设备.....	76
第 6 章 膜分离设备 .....	88
6.1 膜分离的概念.....	88
6.2 电渗析器.....	89
6.3 压力驱动膜分离设备.....	95
6.4 膜生物反应器 .....	103
6.5 膜分离法工程技术要求 .....	107
6.6 膜分离工艺 .....	110

<b>第 7 章 曝气设备</b>	112
7.1 曝气基本原理	112
7.2 鼓风曝气系统	113
<b>第 8 章 生物膜法设备</b>	133
8.1 生物膜法基本概念	133
8.2 高负荷生物滤池	134
8.3 塔式生物滤池	141
8.4 曝气生物滤池	146
8.5 生物转盘	156
8.6 生物接触氧化池	161
8.7 好氧生物流化床	170
<b>第 9 章 厌氧生物处理设备</b>	175
9.1 厌氧工艺概述	175
9.2 上(升)流式厌氧污泥床反应器(UASB)	176
9.3 厌氧生物滤池	186
9.4 厌氧流化床(AFR)和厌氧膨胀床(AEB)	192
9.5 其他厌氧处理装置	196
<b>第 10 章 污泥处理设备</b>	207
10.1 污泥的来源及其特性	207
10.2 污泥浓缩方法及设备	208
10.3 污泥脱水及干化设备	213
<b>第 11 章 除尘设备</b>	225
11.1 除尘设备及其分类	225
11.2 袋式除尘器	225
11.3 电除尘器	234
11.4 电袋复合除尘器	242
<b>第 12 章 固废处理与资源化设备</b>	246
12.1 破碎设备	246
12.2 分选设备	254
12.3 焚烧设备	261

# 第 1 章 绪 论

## 1.1 环保设备的概念

我国对环保产业的界定是指在国民经济结构中以防治环境污染、改善生态环境、保护自然资源为目的所进行的技术开发、产品生产、商品流通、资源利用、信息服务、工程承包等经济活动并达到一定程度的总称,是防治环境污染和保护生态环境的技术保障和物质基础。

我国环保产业由七大领域组成:环保产品生产、环保产品营销、环境工程设计施工、环境保护咨询服务、环保技术研究开发、资源综合利用与再生利用、生态恢复与生态农业。其中环保产品生产、环保技术研究开发和资源综合利用三部分是环保产业的主体部分。当前的环保产业主要是指环保设备制造业、环境工程建设和环境保护服务业及自然生态保护三大部分。

关于环保设备目前尚无统一确定的定义,相关文献对于环保设备的定义有以下三种:

① 环保设备是指以控制环境污染为主要目的的设备,也称环境工程设备、环境保护设备。

② 环保机械与设备:用于防治环境污染、改善环境质量而由工业生产部门或建筑安装部门制造和建造出来的机械产品、构筑物及其系统。

③ 《环境保护设备分类与命名》(HJ/T 11—1996)中规定:环境保护设备是以控制环境污染为主要目的的设备,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。环保设备是环境保护设备的简称。

## 1.2 环保设备的分类

按照不同的分类标准,环保设备有不同的分类方法。

### 1.2.1 按功能分类

环保设备按照功能分为资源循环利用设备、节能设备、环境流体输送机械与设备、混合与分离等基本单元设备、污染治理专用设备、环境监测及分析设备、清洁生产工艺设备以及附属设备、管件等。

### 1.2.2 按照设备的构成分类

按照设备的构成,环保设备可分为单体设备、成套设备和生产线三类。

单体设备:独立设置且具有一种或多种功能的设备,是环保设备的主体。如各种除尘器、单体水处理设备等。

成套设备:以单体设备为主,同时包括各种附属设备(风机、电机等)组成的整体。

生产线:指由一台或多台单体设备以及各种附属设备及其管线所构成的整体,如固废处

理生产线等。

### 1.2.3 国家标准中的分类(表 1-1)

《环境保护设备分类与命名》(HJ/T 11—1996)规定,环保设备按照类别、亚类别、组别和型别四个层次进行分类。

(1) 类别:按所控制的污染对象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治设备五种类别。

(2) 亚类别:按照环保设备的原理和用途分类。如水污染治理设备分为:物理法、化学法、物理化学法、生物法处理设备及组合式水处理设备。

(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分为沉淀装置、澄清装置、上浮分离装置、离心分离装置、磁分离装置、筛滤装置、过滤装置、压滤和吸滤装置、蒸发装置等。

表 1-1 环保设备的分类

类别	亚类别	组 别	型 别
水污染治理设备	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
		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
		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
		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
		离心分离装置	水力旋流分离器、鼓型离心分离机、卧螺式离心分离机
		磁分离装置	永磁分离器、电磁分离装置
		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
		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
		微孔过滤装置	微孔管(板)过滤器
		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、真空吸率污泥脱水机
	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、闪蒸蒸发器	
	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
		絮凝装置	机械反应絮凝装置、水力反应絮凝装置、管道混合器
	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
		汽提和吹脱装置	汽提塔、吹脱塔
		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
		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
	生物法处理设备	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
		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、序批式活性污泥处理装置(SBR)、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)
供氧曝气装置		机械表面曝气装置、鼓风曝气器、射流曝气器、曝气转刷	
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	
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)	
	组合式水处理设备		



第 1 章 绪 论

续表 1-1

类别	亚类别	组 别	型 别	
空气污染治理设备	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	
		旋风除尘装置	单筒旋风除尘器、多筒旋风除尘器	
		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	
		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	
		袋式除尘器	机械振动式除尘器、电振动式除尘器、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	
		静电除尘器	板式静电除尘器、管式静电除尘器、湿式静电除尘器	
		组合式除尘器		
	除雾设备	惯性力除雾装置	折板式除雾器、旋流板式除雾器	
		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	
	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	
		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、鼓泡式吸收器、水膜吸收器	
		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	
		生物法净化装置		
		冷凝净化装置	直接冷却净化器、间接冷却净化器	
		辐照净化装置	气体电子辐照净化器	
		汽车机内净化装置	汽车曲轴箱强制通风装置	
		汽车尾气净化装置	汽车尾气催化净化器	
	颗粒物-气态污染物治理设备			
	固体废物处理处置设备	输送与存储设备	运送装置	
			储存装置	
		分拣设备	机械分选装置	
			电磁分选装置	
		破碎压缩设备	破碎装置	
			压缩装置	
		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
无害化设备		堆肥设备		
		填埋设备		
		固化设备	水泥固化装置、塑料固化装置、熔融固化装置	
		消毒设备		
资源再生利用设备	废物转化回收装置			
	废物回收装置			
噪声与振动控制设备	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	
		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	
		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	
	振动控制设备	隔振装置	隔振垫、隔振器、隔振连接件	
		减振装置	阻尼减振装置、减振台架	

续表 1-1

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		

(4) 型别:按环保设备的结构特征和工作方式划分。如气浮分离装置还可分为溶气气浮装置、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。

表 1-1 为《环境保护设备分类与命名》中环保设备的分类。由表 1-1 可以看出,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治设备则只分到亚类别一级,组别和型别均未分类。

各类别环保设备的发展程度和技术水平与当时经济技术和环境保护对其需求相适应。在水、气、声、渣、放射性和电磁波污染治理中,水污染治理起步最早、治理技术发展最快、社会需求最多,因此环保设备的品种最多。空气污染治理设备次之。放射性与电磁波防护技术是相对较新的领域,起步较晚,治理设备也相对较少。

### 1.3 环保产品标准

环境保护产品,是指以保护环境、控制环境污染为首要功能的产品,包括污染防治设备、环境监测仪器仪表、药剂与材料等。我国已发布和实施多项环保产品标准,见表 1-2。

表 1-2 环保产品标准

序号	标准编号	标准名称	发布日期
1	HJ 2529—2012	环境保护产品技术要求 电袋复合除尘器	2012-07-31
2	HJ 2528—2012	环境保护产品技术要求 中空纤维膜生物反应器组器	2012-07-31
3	HJ 2523—2012	环境保护产品技术要求 通风消声器	2012-07-31
4	HJ 2522—2012	环境保护产品技术要求 紫外线消毒装置	2012-07-31
5	HJ 2521—2012	环境保护产品技术要求 制订技术导则	2012-07-31
6	HJ 451—2008	环境保护产品技术要求 柴油车排气后处理装置	2008-12-10
7	HJ/T 392—2007	环境保护产品技术要求 摩托车排气催化转化器	2007-12-03
8	HJ/T 391—2007	环境保护产品技术要求 可曲挠橡胶接头	2007-12-03
9	HJ/T 390—2007	环境保护产品技术要求 汽油车燃油蒸发污染物控制系统(装置)	2007-12-03
10	HJ/T 389—2007	环境保护产品技术要求 工业有机废气催化净化装置	2007-12-03
11	HJ/T 388—2007	环境保护产品技术要求 湿法漆雾过滤净化装置	2007-12-03
12	HJ/T 387—2007	环境保护产品技术要求 工业废气吸收净化装置	2007-12-03
13	HJ/T 386—2007	环境保护产品技术要求 工业废气吸附净化装置	2007-12-03
14	HJ/T 385—2007	环境保护产品技术要求 低噪声型冷却塔	2007-12-03

续表 1-2

序号	标准编号	标 准 名 称	发布日期
15	HJ/T 384—2007	环境保护产品技术要求 一般用途低噪声轴流通风机	2007-12-03
16	HJ/T 383—2007	环境保护产品技术要求 汽车发动机排气消声器	2007-12-03
17	HJ/T 382—2007	环境保护产品技术要求 高压气体排放小孔消声器	2007-12-03
18	HJ/T 381—2007	环境保护产品技术要求 阻尼弹簧隔振器	2007-12-03
19	HJ/T 380—2007	环境保护产品技术要求 橡胶隔振器	2007-12-03
20	HJ/T 379—2007	环境保护产品技术要求 隔声门	2007-12-03
21	HJ/T 378—2007	污染治理设施运行记录仪技术要求及检测方法	2007-12-03
22	HJ/T 377—2007	环境保护产品技术要求 化学需氧量(COD <sub>Cr</sub> )水质在线自动监测仪	2007-12-03
23	HJ/T 369—2007	环境保护产品技术要求 水处理用加药装置	2007-11-22
24	HJ/T 368—2007	环境保护产品技术要求 标定总悬浮颗粒物采样器用的孔口流量计	2007-11-22
25	HJ/T 367—2007	环境保护产品技术要求 电磁管道流量计	2007-11-22
26	HJ/T 366—2007	环境保护产品技术要求 超声波管道流量计	2007-11-22
27	HJ/T 15—2007	环境保护产品技术要求 超声波明渠污水流量计	2007-11-22
28	HJ/T 288—2006	环境保护产品技术要求 湿式烟气脱硫除尘装置	2006-07-28
29	HJ/T 287—2006	环境保护产品技术要求 中小型燃油、燃气锅炉	2006-07-28
30	HJ/T 286—2006	环境保护产品技术要求 工业锅炉多管旋风除尘器	2006-07-28
31	HJ/T 285—2006	环境保护产品技术要求 工业粉尘湿式除尘装置	2006-07-28
32	HJ/T 284—2006	环境保护产品技术要求 袋式除尘器用电磁脉冲阀	2006-07-28
33	HJ/T 283—2006	环境保护产品技术要求 厢式压滤机和板框压滤机	2006-07-28
34	HJ/T 282—2006	环境保护产品技术要求 浅池气浮装置	2006-07-28
35	HJ/T 281—2006	环境保护产品技术要求 散流式曝气器	2006-07-28
36	HJ/T 280—2006	环境保护产品技术要求 转盘曝气装置	2006-07-28
37	HJ/T 279—2006	环境保护产品技术要求 推流式潜水搅拌机	2006-07-28
38	HJ/T 278—2006	环境保护产品技术要求 单级高速曝气离心鼓风机	2006-07-28
39	HJ/T 277—2006	环境保护产品技术要求 旋转式潜水器	2006-07-28
40	HJ/T 272—2006	环境保护产品技术要求 化学法二氧化氯消毒剂发生器	2006-07-28
41	HJ/T 271—2006	环境保护产品技术要求 超滤装置	2006-07-28
42	HJ/T 270—2006	环境保护产品技术要求 反渗透水处理装置	2006-07-28
43	HJ/T 269—2006	环境保护产品技术要求 自动清洗网式过滤器	2006-07-28
44	HJ/T 268—2006	环境保护产品技术要求 中和装置	2006-07-28
45	HJ/T 267—2006	环境保护产品技术要求 电凝聚处理设备	2006-07-28
46	HJ/T 266—2006	环境保护产品技术要求 吸泥机	2006-07-28
47	HJ/T 265—2006	环境保护产品技术要求 刮泥机	2006-07-28
48	HJ/T 264—2006	环境保护产品技术要求 臭氧发生器	2006-04-13

续表 1-2

序号	标准编号	标准名称	发布日期
49	HJ/T 263—2006	环境保护产品技术要求 射流曝气器	2006-04-13
50	HJ/T 262—2006	环境保护产品技术要求 格栅除污机	2006-04-13
51	HJ/T 261—2006	环境保护产品技术要求 压力溶气气浮装置	2006-04-13
52	HJ/T 249—2006	环境保护产品技术要求 水力旋流分离器	2006-04-13
53	HJ/T 248—2006	环境保护产品技术要求 多层滤料过滤器	2006-04-13
54	HJ/T 247—2006	环境保护产品技术要求 竖轴式机械表面曝气装置	2006-04-13
55	HJ/T 246—2006	环境保护产品技术要求 悬浮填料	2006-04-13
56	HJ/T 245—2006	环境保护产品技术要求 悬挂式填料	2006-04-13
57	HJ/T 244—2006	环境保护产品技术要求 斜管(板)隔油装置	2006-04-13
58	HJ/T 243—2006	环境保护产品技术要求 油水分离装置	2006-04-13
59	HJ/T 242—2006	环境保护产品技术要求 污泥脱水用带式压榨过滤机	2006-04-13

## 1.4 环保设备产业的现状与发展趋势

### 1.4.1 环保设备产业的现状

我国经济发展已经进入工业化中后期,传统高能耗、高污染的生产模式已经不能适应可持续发展的要求,节能减排是我国经济发展的必然选择,也是环保行业发展的原始驱动力。从国外经验来看,政府对环保的重视和大规模投入一般发生在工业化后期。这个阶段经济发展进入平稳阶段,提升居民生活质量和改善环境成为社会关注的焦点。

随着国民经济的快速增长、人们环保意识的增强和环境保护工作力度的加大,中国环保产业取得了较大的发展。在国家和各级政府不断加大重视并持续增加投入,以及伴随着工业发展产生的大量市场需求等多方面因素的作用,近年来中国环保产业始终保持较快增长。“十一五”期间中国环保产业产值规模增长率在 15%~20%之间,2010 年环保产值规模已超过 1 万亿元。

中国环境基础设施建设突飞猛进。2006~2010 年,全国累计建成运行 5 亿千瓦燃煤电厂脱硫设施,全国火电脱硫机组比例从 2005 年的 12%提高到 80%;新增污水处理能力超过 5000 万 t/d,全国城市污水处理率由 2005 年的 52%提高到 75%以上。到 2011 年,我国环保产业从业单位共有 3 万多家,从业人员近 300 万人。我国正积极培育和发展环保产业,大力推进环保产业全面升级。

2012 年 6 月,国家发展和改革委员会公布了《“十二五”节能环保产业发展规划》,规划提出到 2015 年我国节能环保产业总产值达到 4.5 万亿元,增加值占国内生产总值的比重为 2%左右的总体目标,明确了政策机制驱动、技术创新引领、重点工程带动、市场秩序规范、服务模式创新的基本原则,并提出了价格、财税、土地等七个方面的政策措施。

中国环保产业经过 30 多年的发展,取得了长足的进步。随着国家环境保护力度的不断加大和环保政策的日趋完善,我国环保产业已经从初期的以“三废治理”为主,发展为包

括环保产品、环境基础设施建设、环境服务、环境友好产品、资源循环利用等领域的门类比较齐全的产业体系。预计“十二五”末期,我国环保产业的产值将达到2万亿元以上。

中国环保产业还处于快速发展阶段,总体规模相对还很小,其边界和内涵仍在不断延伸和丰富。随着中国社会经济的发展和产业结构的调整,中国环保产业对国民经济的直接贡献将由小变大,逐渐成为改善经济运行质量、促进经济增长、提高经济技术档次的产业。产业内涵扩展的方向将主要集中在洁净技术、洁净产品、环境服务等方面,中国环保产业的概念也将演变为“环境产业”或“绿色产业”。

“十二五”期间,我国环保产业投资预计将达2万亿~3万亿元,2020年环保有望成为国民经济的支柱产业。在经济结构转型和提倡绿色GDP的时代,环保行业已经不仅仅局限于“三废”处理,“新节能环保”逐渐形成一个更为宽泛的新兴产业。污水处理、固废处理、脱硫脱硝除尘、节能减排及智能电网这5大投资主题,蕴含着众多投资机会。

环保设备作为环保产业的一个重要组成部分和设备基础,其发展程度极大地影响着我国环保产业的发展。环保设备就是为了达到环保的目的而生产的各种专业设备,包括废水处理设备、废弃物管理和循环利用设备、大气污染控制设备、消除噪声设备、监测仪器和设备、科研和实验室设备、用于自然保护以及提高城市环境质量的设备等。2011年环保设备行业产品国内消费市场结构见图1-1。

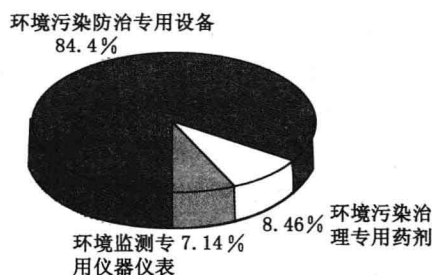


图 1-1 2011 年环保设备行业产品国内消费市场结构

(资料来源:前瞻产业研究院《中国环保设备行业市场研究与投资预测分析报告(2012)》)

经过多年的发展,我国环保设备行业的产品性能和质量显著改善,国产环保设备已趋于成熟,并形成比较完整的产品体系。环保设备产业作为一个朝阳产业,正成长为一个具有一定规模、在机械设备制造业中占有较大比重、服务领域较为宽广、投入产出较高、对国民经济发展有较大影响的工业支柱之一,为治理环境污染、改善生态环境、推动资源永续利用做出了应有的贡献。

根据国家统计局数据,截至2011年末,我国规模以上环保设备企业956家,行业产销规模不断扩大,经营状况较好,2011全年实现工业总产值1510.5亿元,同比增长30.74%,实现销售收入1508.68亿元,同比增长30.62%,实现利润总额108.77亿元,同比增长25.04%。

经过多年的发展,中国环保设备行业的产品性能和质量显著改善,国产环保设备已趋于成熟,并形成比较完整的产品体系,可生产大气污染防治设备、水污染防治设备、固体废物处理设备、噪声与振动控制设备等4类主要专用设备,多达5000多种细分产品和上万种规格。

2011年,国务院批准发布《环境保护“十二五”规划》并提出,“十二五”期间,我国的环保

投资需求约为 3.4 万亿元,较“十一五”期间的投资额增长 121%,主要涉及 8 个方面的重点工程,包括主要污染物的减排工程、改善民生环境保护工程、农村环保惠民工程、重点生态功能区和自然保护区建设及生物多样性保护工程、重点领域环境风险的防控工程、核与辐射安全环保工程、城市生活污水建设和城乡饮用水水源地保障工程以及包括 PM<sub>2.5</sub> 监测、治理在内的提升环保监管能力建设工程。随着我国持续加大对环保产业的投资力度,未来 5 年我国环保产业的复合增长率有望达到 15%~20%,并在 2020 年前后成为国民经济的支柱产业,而环保设备行业作为基础行业,当前的产值仅为未来的金山一角。

#### 1.4.2 环保设备产业存在的问题

目前,我国的环境科学研究已从起步时的单纯“三废”治理,发展到更广阔的领域,初步形成了由各分支学科组成的科学体系,但与国外发达国家相比,我国的环保设备行业由于发展起点低、技术落后,导致了产品科技含量低、同质化严重、缺乏核心竞争力等问题。对比世界上环保产业发达的欧美国家的发展水平,目前我国环保设备行业在技术研发、市场推广与应用等方面,至少落后 20 年。主要概括如下:

一是产业规模较小,集中度偏低。现有环保设备产业规模较小,且产业结构不合理,集聚发展不够。缺乏一批拥有自主知识产权和核心竞争力、市场份额大、具有系统集成和工程承包能力的大企业集团,目前产值 20 亿元以上的环保设备专营企业仅有 2 家;众多中小企业专业化特色发展不突出,企业分布比较分散,生产社会化协作尚未形成规模。

二是技术创新能力不强,关键成套设备依赖进口。技术创新机制尚不健全,产学研用有机结合的技术创新体系建设进展迟缓。部分科研机构对科技成果的产业化应用重视不够,多数企业的研发力量相对薄弱、技术开发投入不足。技术含量及附加值低的单项、常规装备相对过剩,部分市场急需、高效节能的成套设备和核心、关键部件的自主化率不高,目前主要依赖进口。

三是标准体系不完善,缺乏产品质量认证。虽然已初步构建了环保产品(装备)标准体系框架,但标准数量较少,分布不均衡,标准对行业发展的规范和引领作用发挥不够。环保设备运行效果评价指标体系尚未建立,缺乏质量监督和认证机制,产品质量低下问题较为突出,运行效果难以保证。

四是引导产业健康发展的政策环境不健全。引导和支持产业发展的优惠政策尚未完全落实;市场准入政策不完善,环保设备招标不规范、重复引进和无序竞争的情况依然存在;环保监管、执法力度不够,企业减排治污的内生动力不足,抑制了环保设备的市场需求。

#### 1.4.3 环保设备产业发展趋势

我国环保设备行业经过多年的发展,但截至目前,行业内达到规模化生产的企业仍然较少,技术依赖性较强,企业技术研发力量薄弱,至今未能形成真正能与国外先进企业进行竞争的优秀企业。

在环保技术研发方面,我国环保产业领域的水质污染防治技术、大气污染防治技术、固废处理处置技术、物理污染防治技术、污染修复技术、环境监测技术等方面,均存在着严重的发展滞后现象,这也直接导致了相关环保设备制造业发展水平的滞后。

在水质污染防治技术方面,我国总体水平与发达国家存在较大差距,仅处于初步应用阶段,主要工艺配套设备的技术和质量水平普遍较差,而持久性污染物控制技术方面还是



空白。

在大气污染防治技术方面,国内行业在细微粉尘控制技术、脱硫新工艺开发、脱硝技术开发应用、VOC控制、柴油车污染物控制高温滤料产生等技术设备领域,还处于应用前期,在重金属污染控制方面仍然保持空白。

在固废处理处置技术方面,城市垃圾焚烧技术、填埋气发电技术、高温厌氧产沼发电技术、渗沥液处理技术等方面目前仍处在产业化示范应用阶段的初期,而危险废物处理技术与发达国家的差距更加明显,危险废物焚烧渣及飞灰熔融技术设备、危险废物污染事故应急处理技术设备基本上还是空白。

在物理污染防治技术方面,我国拥有自主知识产权的科研成果很少,与发达国家的差距有加大的趋势,主要表现在噪声与振动源分析预测技术、噪声与振动设备计算机辅助设计技术、噪声与振动设备计算机辅助制造技术、高速运输系统噪声与振动控制设备研究、新材料研究开发等方面。而在某些特殊产品如有源消声器、大型振动控制技术产品的研发方面,我国同样发展滞后,并有部分物理污染控制技术还处于完全空白状态。

在污染修复技术方面,我国对污染土壤的植物修复研究起步较晚,但近几年来进展较快,砷、铜、锌等重金属和 POPs 污染土壤的植物修复技术取得了一定的研究成果,但离大规模工程应用还有一定的距离。

在环境监测技术方面,目前,国内所应用的烟尘烟气连续自动监测系统产业内采用的分析仪基本依靠进口,废水连续自动监测系统质量仅能基本满足需求,且50%以上的连续监测仪器不能长期稳定运行。

环保设备行业属于技术密集型行业,行业内新技术、新工艺、新产品层出不穷,各种技术和产品基本覆盖了环境污染治理和生态环境保护的各个领域。我国环保设备行业技术研发滞后,根本原因在于专业人才的匮乏。

发展环保设备是实现我国环境保护目标的必然要求。随着资源环境对经济发展的约束日趋强化,“十二五”期间,国家对环境保护提出了新的要求,除二氧化硫和化学需氧量两个指标外,还将氨氮和氮氧化物排放总量增加为新的约束性指标,环境污染治理的任务更加艰巨。加快发展环保设备产业,生产出更多治理效果好、能源消耗少、运行成本低的环保设备,有助于完成国家环境污染治理任务和建设资源节约型、环境友好型社会的目标,有利于推动经济发展方式的转变。

发展环保设备是加快培育发展节能环保产业的重要内容。节能环保产业是国家鼓励发展的战略性新兴产业之一。环保设备是环保技术的重要载体,是环境保护的重要物质基础,是环保产业的核心内容。加快发展环保设备对促进节能环保产业发展,推动产业升级具有重要意义。发展环保设备是提高产业竞争力的重要举措。在全球能源资源和环境压力日益突出的背景下,节能环保已成为当今世界产业发展潮流。金融危机爆发后,欧美等许多国家都实施“绿色新政”,把发展节能环保产业作为应对当前困难、构建未来核心竞争力的战略性选择。同时,发达国家还利用其技术优势抢占国际市场。适应国际产业竞争需要,大力发展环保设备,是打破发达国家技术贸易垄断,提升我国环保产业竞争力的重要基础。

## 1.5 当前国家鼓励发展的环保产业设备(产品)

表 1-3 为当前国家鼓励发展的环保产业设备(产品)目录。

表 1-3 当前国家鼓励发展的环保产业设备(产品)目录(2010 年版)(部分)

序号	产品名称型号	主要性能指标	主要应用领域
—	水污染治理设备		
1	膜生物反应器	单元组器处理水量:325~1 000 t/d;平板膜运行寿命时间:≥8 年,中空纤维膜运行寿命时间:≥5 年;吨水能耗指标:≤0.5 kWh/t;处理出水水质达到和超过《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918)一级 A 标准;再生水达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920)	市政污水深度处理或再生水生产、高浓度有机废水处理
2	上流式多级厌氧反应器	污水停留时间:3~10 h;容积负荷:15~35 kgCOD/(m <sup>3</sup> ·d);进水水质 BOD <sub>5</sub> /COD:≥0.3;BOD <sub>5</sub> 、COD 去除率:≥80%;反应水温:30~40 ℃	高浓度有机废水处理
3	超旋磁氧曝气污水处理装置	出水指标达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918)的一级 B 标准;运行电耗:0.18 kW·h/吨水;动力效率:4.75 kgO <sub>2</sub> /(kW·h);运行温度:40~30 ℃	住宅小区、旅游景点、部队营房等污水处理站
4	碳系载体生物滤池	处理能力:1~10 000 m <sup>3</sup> /d;载体比表面积:100 m <sup>2</sup> /g;总孔体积:0.28 mL/g;松散密度:335 g/L;石墨态密度:2 250 g/L;动力效率:4.8 kg/(kW·h);曝气量设计:0.1 m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> ·min);处理吨水产污泥量:0.000 16 m <sup>3</sup> ;进水:COD:≤500 mg/L, BOD <sub>5</sub> :≤300 mg/L, TN:≤60 mg/L, TP:≤6 mg/L, SS:≤400 mg/L;出水:COD:≤50 mg/L, BOD <sub>5</sub> :≤10 mg/L, TN:≤15 mg/L, TP:≤0.5 mg/L, SS:≤10 mg/L	生活污水处理、湖泊水体修复,河流水质净化,可生化工业废水处理
5	活性污泥生物膜复合一体化处理设备	处理能力:50~200 t/d;进水:COD:≤500 mg/L, BOD <sub>5</sub> :≤300 mg/L, TN:≤60 mg/L, TP:≤4 mg/L, SS:≤200 mg/L;出水:COD:≤50 mg/L, BOD <sub>5</sub> :≤20 mg/L, TN:≤15 mg/L, TP:≤1 mg/L, SS:≤8 mg/L, 浊度:≤1 NTU;吨水电耗:0.24 kW·h/m <sup>3</sup>	城市生活小区、宾馆、医院、学校、旅游景点、海岛以及乡镇污水处理。也适用于零下 30 ℃寒冷地区
6	六维三相生物反应器	容积负荷:2.0~5.5 kgBOD <sub>5</sub> /(m <sup>3</sup> ·d);出水水质:COD <sub>Cr</sub> :≤15 mg/L;BOD <sub>5</sub> :≤10 mg/L;SS:≤12 mg/L;NH <sub>3</sub> -N 去除率:≥98%	小区、小城镇生活污水处理及回用,尤其是对氮、磷有特殊要求的生活污水处理
7	含盐高浓度有机废水处理设备	耐盐度:30 000 mg/L;耐盐度变化:5 000 mg/L;COD 去除率:≥96%;BOD 去除率:≥96%;SS 去除率:≥96%	高含盐类有机废水处理
8	曝气生物滤池专用滤料	采用天然火山灰制成;视密度:0.8~0.9 g/cm <sup>3</sup> ;抗压强度:>1.7 MPa;孔隙率:>48%;磨损率:<3%;粒径:3~5;4~6 mm	用于曝气生物滤池



续表 1-3

序号	产品名称型号	主要性能指标	主要应用领域
9	中空纤维超(微)滤膜组件	纤维内外径:1.0/1.6 mm;膜孔径:0.001~0.3 μm;纯水通量:60~1 500 L/(m <sup>2</sup> ·h·0.1 MPa);进水浊度:≤50 NTU;进水压力:≤0.3 MPa;产品水浊度:<0.1 NTU;滤芯使用寿命:≥3年	海水淡化和苦咸水预处理、工业废水处理、中水回用、工业纯水制备
10	聚酰胺复合反渗透膜	工业通用膜元件:脱盐率≥99.0%,回收率15%;海水淡化膜元件:脱盐率≥99.7%,回收率8%,膜使用寿命≥3年;抗污染膜元件:脱盐率≥99.5%,回收率15%;抗氧化膜元件:脱盐率≥99.2%,回收率15%;家用型膜元件:脱盐率≥97.5%,回收率15%,膜使用寿命≥1年	废水处理与回用,海水淡化,工业与饮用纯水制备
11	陶瓷滤膜组件	以氧化铝、氧化钛、氧化锆等经高温烧结而成的具有多孔结构的精密陶瓷过滤材料;抗折强度:≥4 000 N;孔隙率:≥30%;分离精度达纳米级过滤;耐强酸强碱(pH范围为0~12)和有机溶剂;耐温:350℃;使用寿命:≥5年	工业废水处理与回用,工业纯水制备
12	纳滤膜元件	单支膜元件有效膜面积:7.5 m <sup>2</sup> ;产水量:1.5 t/h水;回收率:15%;膜片采用聚酰胺材质:NF-40;对氯化钠的脱除率35%~45%;NF-70;对氯化钠的脱除率65%~75%;NF-90;对氯化钠的脱除率85%~95%	工业废水脱色与除盐处理,微污染水处理,垃圾渗滤液处理
13	电驱动膜分离器	电流效率:≥80%;单级脱盐率:≥12%;单级进出口压降:≤40 kPa;单级单段(100对膜,400×1 600)膜通量:5 t/h;使用寿命(苦咸水):≥2年	化工、冶金、食品、生物、医药工业污水处理等
14	净水器	产品结构安全性达到0~1.05 MPa压力15万次疲劳测试,耐压测试可达2.55 MPa,耐压15分钟设备使用寿命≥10年;出水水质达到《生活饮用水水质卫生规范》、《饮用净水水质标准》(CJ 94)、《欧盟饮用水标准》和《美国国家标准》;水质色度:≤5度;浊度:≤0.50 NTU;细菌总数=0 CFU/mL;铅:≤0.01 mg/L;汞:≤0.001 mg/L;镉:≤0.005 mg/L;铬(六价):≤0.05 mg/L;砷:≤0.01 mg/L;三氯甲烷:≤5.0 μg/L;四氯化碳:≤0.5 μg/L	家庭生活用水、饮用水的处理,学校、政府机关及企事业单位安全饮水处理
15	移动式组合净水设备	设备过滤速度:10~12 m <sup>3</sup> /h;工作压力:0.3~0.6 MPa;适用水质:源水符合《地表水环境质量标准》(GB 3838)及《地下水质量标准》(GB/T 14848);出水指标:浑浊度:≤3 NTU;色度:≤15度;pH:6.5~8.5;铁:≤0.3 mg/L;锰:≤0.1 mg/L;细菌总数:≤100 CFU/mL;总大肠菌群:水中不得检出	地震灾区、湖泊、水库等浑浊水处理,特别适用于灾区
16	陶瓷真空精密过滤器	真空度:0.09~0.098 MPa;滤液含固量:≤50 ppm;陶瓷过滤材料孔隙:2 μm;过滤板开孔率:92%;功率消耗:真空过滤机的1/4;使用寿命:≥3年;耐压值:≥15 bar	化工、冶金污水处理,金属尾矿脱水
17	纤维滤池	过滤速度:20~30 m/h;截污容量,5~10 kg/m <sup>3</sup> ;自用水耗:周期制水量的1%;悬浮物去除率:接近100%;出水浊度:<1 FTU	工业用水和生活用水及其废水处理
18	含油污水真空分离净化机	含油污水真空分离净化后水质达到:含油量:≤1 mg/L;COD <sub>Cr</sub> :≤50 mg/L;SS:≤20 mg/L;机械杂质粒径:≤20 μm	钢铁、电力、造纸、石油石化工业污水处理