

环境工程设备

HUANJINGGONGCHENGSHIBEI

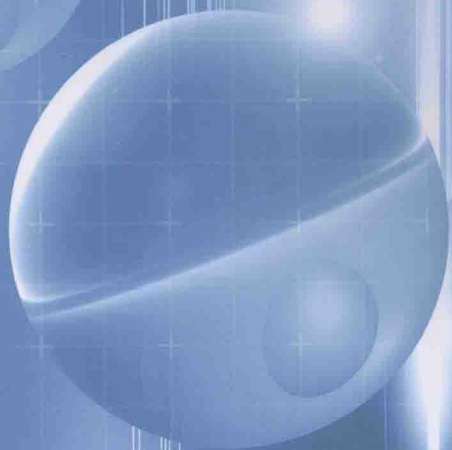
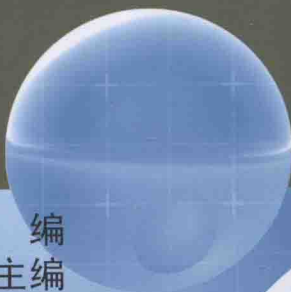
高等学校“十二五”规划教材



市政与环境工程系列丛书



张 洪 李永峰 李巧燕 主 编
郭 意 副主编
张 颖 主 审



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

环境工程设备

主 编 张 洪 李永峰 李巧燕
副主编 郭 意
主 审 张 颖

哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

全书分为5篇,共13章。第一篇为环境污染控制通用及配套设备,涉及生物反应器设计基础、检测及控制设备、钢制容器与塔设备的设计和污染控制配套设备技术。第二篇为水污染处理设备,涉及不溶态、生化处理和污泥处理设备。第三篇为大气污染处理设备,涉及气态净化系统、尘粒和气态污染物净化设备。第四篇为固体废物处理与资源化设备,涉及压实、破碎、焚烧和热解等设备。第五篇为环境设备设计与应用经济分析指标,涉及技术、投资和管理分析等知识。

由于市政工程及环境设备研发涉及力学、生物学等多个学科,知识面较广,所以本书本着实用、简明扼要的宗旨,重点阐述了环境设备设计的基本知识、方法以及设备介绍。

本书可供环境工程和市政工程等专业的本科生教学用书,也可作为研究生和博士生的研究参考资料,同时还可供从事环境事业的科技、生产和管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程设备/张洪,李永峰,李巧燕主编. —哈尔滨:
哈尔滨工业大学出版社,2016.3
ISBN 978-7-5603-5647-1

I. ①环… II. ①张…②李…③李… III. ①环境工程-
工程设备 IV. ①X5

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第238454号

策划编辑 贾学斌
责任编辑 张 瑞
出版发行 哈尔滨工业大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街10号 邮编 150006
传 真 0451-86414749
网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>
印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂
开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 24.5 字数 610千字
版 次 2016年3月第1版 2016年3月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5603-5647-1
定 价 48.00元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

《环境工程设备》编写人员名单与分工

主 编 张 洪 李永峰 李巧燕

副 主 编 郭 意

主 审 张 颖

编写人员 张 洪:第1章~第3章;

刘 希、李永峰:第4章;

郭 意、李永峰:第5章、第7章;

熊 峰、李永峰:第6章;

梁乾伟、李永峰:第8章;

李巧燕、李永峰:第9章~第10章;

郭 意、施 悦、赵 桃:第11章~第13章;

文字整理和图表制作由陈迎春、袁芳、路遥完成。

前 言

环境是人类社会赖以生存和发展的重要基础。当前,随着人类经济、社会的快速发展,人类对环境问题也越来越重视。因此,大量的关于环境设备的研究工作正在如火如荼地进行着,这些环境设备的研发将缓解当前日益严重的环境问题,对发展循环经济具有十分重要的作用。但这些环境设备的研发涉及跨学科、跨领域等知识,很多研发人员对此内容了解不够深入。因此,编制和汇总环境设备中涉及的相关领域的知识刻不容缓。

环境工程设备是以能够处理相应的污染物为目的,利用跨学科、跨领域等知识和方法对环境设备的原理进行研究。而环境设备的设计主要是利用工程技术的概念,以力学为基础,利用各种设计手段和技术方法将环境设备原理中涉及的相关知识转化为能够在现实生活中实际使用的技术设备,从而使得目标污染物或者设计的目的达到相应的要求,从而确保环境工程项目的质量能够达标,同时也为环境工程的运行和维护提供安全保障,环境设备的研发工作是控制环境工程的质量和成本的重要环节。

全书内容主要包含:第一篇环境污染控制通用及配套设备(第1~4章),第二篇水污染处理设备(第5~7章),第三篇大气污染处理设备(第8~9章),第四篇固体废物处理与资源化设备(第10~11章),第五篇环保设备设计与应用经济分析指标(第12~13章)。本书内容上力求准确全面、系统完整、方便实用。全书图文并茂,内容翔实,既强调环境设备原理的理论基础,又注重环境设备的设计基础和典型环境设备设计分析和装置图,具有较强的实用性和可操作性。

本书是按照社会各界对环境设备原理和设计所需的专业人才的要求进行编写的,注重理论知识与实践的结合,巧妙地将力学、生物学等知识融合到环境设备原理和设计中,重点介绍了环境设备研发的原理基础和理论及环境设备包含的几大类型,如水污染处理设备、大气污染处理设备和固废处理设备,然后介绍了环境设备中涉及的一些经济基础理论,对于控制环境设备的研发具有重要的意义。针对高等教育的特点和培养目标,注重理论和实践相结合,突出环境设备原理的研究和设计的专业素质和技能的培养。

诚望各位读者在使用本书过程中提出宝贵的意见,同时使用本教材的学校可免费获取电子课件,可与李永峰教授(dr_lyf@163.com)联系。本书的出版得到了黑龙江省自然科学基金(No. E201354)、黑龙江省高等教育教学改革项目(JG2014010625)、国家“863”项目(No. 2006AA05Z109)和上海市科委重点技术攻关项目(No. 071605122)的技术成果和资金的支持,特此感谢!

本书由东北林业大学、黑龙江省环境科学研究院、上海工程技术大学、哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、东北农业大学和中国科学院三峡环境研究所的专家们共同编写。由于编写时间和水平有限,书中不妥之处在所难免,真诚希望有关专家和读者批评指正。也希望此书的出版能够起到“抛砖引玉”的作用,更好地促进我国环境设备建设事业更好、更快的发展。

谨以此书献给李兆孟先生(1929年7月11日至1982年5月2日。)

编 者

2015年11月

目 录

绪 言	1
0.1 环保产业的概念	1
0.2 国际环保产业的发展	1
0.3 我国环保产业的现状	3
0.4 环保设备的分类	3
0.5 环保设备的特点	5
0.6 我国环保设备的发展	6

第一篇 环境污染控制通用及配套设备

第1章 生物反应器设计基础	11
1.1 生物反应器化学计量基础学	11
1.2 生物反应器的生物学基础	12
1.3 生物反应器的质量传递	17
1.4 生物反应器的热量传递	20
1.5 生物反应器的剪切力问题	21
思考与练习	23
第2章 环境工程中的检测及控制设备	24
2.1 生化过程主要检测的参变量	24
2.2 生化过程常用检测方法和仪器	25
2.3 生物传感器的研究开发和应用	31
2.4 生化过程控制概论	36
2.5 生物反应器的比拟放大设计	37
思考与练习	38
第3章 钢制容器与塔设备的设计	39
3.1 钢制容器与塔设备概述	39
3.2 内压容器的设计	44
3.3 外压容器的设计	46
3.4 容器零部件结构设计	48
3.5 钢制常压容器的设计	56

3.6 塔设备的结构强度设计	60
思考与练习	63

第4章 环境污染控制配套设备技术 64

4.1 泵的选用及相应基础	64
4.2 水处理系统管道设计	72
4.3 常用风机选型及应用	78
思考与练习	85

第二篇 水污染处理设备

第5章 不溶态污染物去除设备设计原理与应用 86

5.1 格栅	86
5.2 混凝设备	88
5.3 排砂设备	94
5.4 气浮设备	98
5.5 滤池的形式与选择	106
5.6 沉淀池	115
思考与练习	118

第6章 水污染生物技术原理及设备 119

6.1 生物膜法污水处理原理	119
6.2 污水厌氧处理设备	125
6.3 膜分离设备	129
思考与练习	136

第7章 污泥处理设备 137

7.1 污泥机械脱水设备	137
7.2 国内外典型污泥机械脱水设备	142
7.3 污泥热干化与焚烧设备	145
7.4 污泥输送设备	153
7.5 污泥浓缩设备	161
7.6 污泥消化稳定设备	171
思考与练习	181

第三篇 大气污染处理设备

第8章 尘粒污染物控制原理与设备 182

8.1 机械式除尘器	182
------------------	-----

8.2 湿式除尘器	196
8.3 电除尘器	204
8.4 过滤式除尘器	213
思考与练习	223

第9章 气体污染物净化设计与设备

9.1 集气罩的设计	224
9.2 气态污染物净化原理与设备	234
9.3 吸附法净化原理与设备	251
9.4 冷凝法净化原理与设备	264
9.5 催化法净化原理与设备	271
9.6 燃烧法净化原理与设备	278
9.7 气态污染物其他技术	286
思考与练习	302

第四篇 固体废物处理与资源化设备

第10章 固体废物处理的资源化分析

10.1 固体废物处理与资源化概述	303
10.2 固体废物处理设备选用基本要求	305
思考与练习	306

第11章 固体废物处理设备选型

11.1 固体废物的压实设备	307
11.2 固体废物的破碎设备	309
11.3 固体废物的分选设备	315
11.4 固体废物的脱水设备	328
11.5 固体废物的焚烧设备	332
11.6 固体废物的热分解设备	339
11.7 固体废物的堆肥化设备	341
思考与练习	344

第五篇 环保设备设计与应用经济分析指标

第12章 垃圾收集运输及粉煤灰等综合利用设备

12.1 垃圾收集运输设备	345
12.2 粉煤灰综合利用设备	353
思考与练习	367

第 13 章 环保设备经济指标及分析 368

13.1 收益类指标 368

13.2 耗费类指标 368

13.3 综合类指标 369

13.4 影响环保设备设计的因素及成本 370

13.5 环保设备投资分析 374

13.6 环保设备运行管理分析 377

思考与练习 379

参考文献 380

绪 言

0.1 环保产业的概念

随着科学技术的发展、生产力的提高以及人口的不断增加,人类社会对环境造成的压力不断增大,环境保护问题越来越引起世界各国的普遍关注。搞好环境保护的基础是严格的组织管理和先进的技术装备,后者要靠强大的环保产业来提供。

而我国对环保产业的定义是以发达国家的标准为基础,再结合我国具体的国情进行定义的,通常是指以防止环境污染、改善生态环境、保护自然资源为目的所进行的诸如技术开发、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规模的总称。我国目前环保产业的发展主要集中在3个方面,分别为环保设备制造业的发展、环境工程和软件服务业的发展以及自然生态保护业的发展。

0.2 国际环保产业的发展

环保产业在全球的兴起开始于20世纪20年代左右,这个时期与人类的环保意识的形成是一致的,到20世纪90年代已经成为范围广泛、门类众多的巨大产业体系。全世界环保产业的产值早在1996年便已超过4000亿美元,许多国家每年的增长率都超过了本国经济的平均增长率。环保产业还被包括美国在内的不少国家列为本国最为活跃的十大产业之一,有人甚至称其为“朝阳产业”。环保产业较发达的国家和地区主要包括美国、欧洲和日本。

美国研究与环境保护和开发相应的环保产品比较早,经过多年的研究和努力,目前已经在各主要环保领域居于领先的地位。特别是在大气排放量、脱硫和除尘方面具有优势地位,且脱硝、脱臭等工艺技术和设备都比较成熟;在减少CO₂等温室气体排放、消除CO₂危害方面,美国是已建和在建项目最多的国家。20世纪90年代起,美国年产城市垃圾约2亿t,居世界首位,但美国城市生活垃圾处理率达100%,开发了许多先进的垃圾处理工艺和设备。

德国是欧洲发展环保产业的代表性国家,除此之外还有法国和瑞士等。德国的环保产品种类多、性能优良、运行可靠,产品的标准化、系列化、成套化工作非常出色,善于把电子、生物等领域的新概念、新技术融入环保产业之中,进一步提高环保产品的性能和水平。德国的静电除尘器是世界上技术最先进的,且生产厂商也最多。在烟气的脱硫和脱硝方面增加了添加剂以此来提高脱硫的效果,并取得了较好的效果,具有很高的经济价值。在有害有毒气体防治方面,主要采用液体吸收或吸附法对含铅、含汞废气进行处理,其气体膜分离技术的理论和应用研究水平很高。德国早在1990年即开始在汽车上安装尾气净化器,到20世纪90年代中期尾气净化器已基本普及。德国全国的固体废弃物处理率超过70%,其城市垃圾处理特别是焚烧处理有着良好的业绩。德国的环保产品出口比例较高,可达总产值的

30%。

日本非常重视环保产业的发展,政府大力倡导发展一些环保企业,以此减少企业和社会运行的成本,因此配套建设环保项目的积极性较高。日本的环保技术大部分是先从国外引进技术和专利(例如1997年引进先进环保技术70项,1998年引进环保技术76项),再通过自己的研究加以改进提高,逐步形成自己的特点。日本在垃圾处理设备方面的贡献尤为突出,还提出了能量利用系统的概念,即通过液化、气化、固化等处理方法把垃圾转变成耐储存、可运输的垃圾衍生燃料,对于小型城市只需设置小型的垃圾加工站而不需兴建垃圾填埋场或垃圾焚烧厂。

由于目前我国在水处理设备方面的研究比较多,并且国家大力支持水处理方面的设备和技术的研究,因此在此处简要介绍一些国际上的水处理技术和设备的发展现状以便读者更好地理解环保产业的发展情况,更好地结合我国的国情发展特点进行综合的分析和研究。西方发达国家进行城市污水处理已经有上百年历史,美国现有污水处理设施16 024座(总处理能力1.2亿 m^3/d),德国、法国、英国各有污水处理设施7 000多座,污水处理率普遍达到80%以上,大规模的工程建设时期已经过去。由于污水排放标准的提高和开拓国际市场的需要,对新工艺和高品质设备的需求依然较大,水处理产业仍处于上升发展阶段。这些国家在水处理设备开发和工程化、市场化方面具有下列特点:

(1) 制造企业较专业。

国外的环保设备制造企业对设备的精度和工艺要求特别高,每个企业都有自己的特色产品,且处于世界领先地位。美国的US Filter公司的曝气转碟和排泥机、德国Passavant Geiger GmbH的曝气转刷、Flottweg GmbH公司的污泥离心脱水机、Seepex公司的单螺杆泵、Huber公司的固液分离设备、丹麦的鼓风机、奥地利Andritz Group公司的板框式压滤机等,这些产品要持续研发完善几十年,不断赋予传统产品以新的技术生命,使之成为世界范围内工程建设的首选产品,因而占据较大的市场份额。

(2) 产研结合较紧密。

国际上的环保产业公司在工艺研究时非常注重相应设备的开发,将研究的技术转化为实际的集成化设备。产生一种新的工艺就一定会伴随产生一种新的专利和相应的设备,并逐渐地将其推向市场。公司会投入大量的资金来保证这种科研技术的研究,以便将其转化为技术而盈利。例如,Carroussel氧化沟必用立轴式表面曝气机、Orbal氧化沟专用曝气转碟、SBR及其变型工艺总伴随着滗水器等。外国公司在宣传其先进工艺背后的商业目的往往是推销成套设备,工艺和设备的捆绑可大大提高设备的市场竞争力,设备的利润又部分投入于新工艺的研究,如此形成良性循环。

(3) 政府对环保产业的支持力度大。

国外的一些国家,特别是一些发达国家,政府会为从事环保产业的企业提供大量的优惠贷款或帮助企业推销技术和设备。这些技术和设备很多都涌向了发展中国家,用于这些国家的环境污染治理项目的建设。国际上有许多大型跨国公司都涉足环保产业,如美国GE公司、BABCOCK公司,日本三菱重工、日立公司,德国鲁奇公司、克鲁伯公司,奥地利安德里茨集团,瑞士苏尔寿(Sulzer Pump)等著名大公司都是环保设备制造业的巨头。

0.3 我国环保产业的现状

我国的环保产业发展是伴随政府主导的环境保护而发展起来的,但我国的环保事业发展比较晚,只有 40 多年的历史。1973 年全国第一次环境保护工作会议开创了中国的环境保护事业,环保产业也应运而生。我国国民经济的快速增长,环境污染的日趋严重,使得环境保护事业越来越受到社会广泛的重视,国家对环保治理的投入不断加大,环保产业也得到了迅速发展。我国的环境保护机制主要是以预防为主、防治结合、污染者付费、强化环境管理的环境保护政策,颁布了数部基本环境法,加上其他配套法规、地方性环境法规,总数达 900 余件——尤其是部分条款还纳入了我国《刑法》的范围。在这种背景下,企业纷纷加入环境保护行业,从事环保产业的研究和开发,使得我国的环保事业得到了快速的发展,甚至在一些比较小的地方也出现了相应的环保企业群体,并且企业的环保意识更强。目前,我国从事环保产业的企业大约有 4 万家,而从业人员有 300 多万,总产值达到了 10 000 亿元。正是由于这种发展,使得我国目前的环保产业以及环保设备开发方面的技术人才非常紧缺。

目前国内几千家环保制造企业多数规模小,技术实力薄弱,生产能力低,发展缓慢,远远不能适应环境污染治理工程设备大型化、成套化、自动化的要求。少数跨入环保设备制造业的大型企业介入时间短,尚未形成主要产品和一定的市场占有率。例如,目前环保企业以乡镇企业为主,中小型国有企业为数不多,大型国有企业几乎没有。

环保产业的发展必须依靠国家政策的支持,因为环保产业是一种公益性的行为,它造福于全社会和子孙后代,如果没有国家政策、法规和标准的要求,环保产业难以发展起来。同时,我国目前的经济发展结构导致了企业生产的废料、废气和废水量非常巨大,不但不环保,而且还会浪费材料和增加生产成本。因此,我国需要更加重视环保产业的发展,逐渐研究新的工艺、新的技术和新的设备,对环境污染治理的资金投入也要适当增加。

我国在“十一五”期间对国家的污染物排放量实行了排放总量控制计划管理,计划到 2010 年,我国的污染物排放总量基数相对于 2005 年的基数减少 10% 左右,即 COD 由 1 414 万 t 减少到 1 273 万 t,硫化物由 2 549 万 t 减少到 2 294 万 t。除此之外,国家还非常重视各类水域的保护和规划,并且提高了氮磷等容易引起水体富营养化元素的排放标准。此外,国家鼓励各地根据各自的环境状况,增加本地区必须严格控制的污染物,纳入本地区污染物排放总量控制计划。

0.4 环保设备的分类

从历史的角度分析证实,要想发展一种新的事业、一个新的行业,除了需要相应的规章制度以外,还需要有先进的工艺和先进的设备。如果设备精良将会给企业带来极大的成本节约。但由于我国的环保产业发展较晚,各方面还不够健全,环保设备的发展较慢,还处于较低的水平,没有达到国外精湛的技术,基本上处于环保设备设计制造阶段。

环保设备的分类可以按照不同的功能、构成和性质进行分类,如下所示:

1. 按照环保设备的功能分类

环保设备是指以控制环境污染为主要目的的设备,也称环境保护设备或环境工程设备。环保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,可以按照类别、亚类别、组别和型别四个层次分类表示如下:

①水污染治理设备。物理法处理设备、化学法处理设备、物理化学法处理设备、生物化学法处理设备和组合式处理设备。

②空气污染治理设备。输送与存储设备和分选设备。

③固体废弃物处理设备。破碎压实设备、焚烧热解设备、无害化处理设备、资源再利用设备和吸声装置。

④噪声与振动控制设备。隔振和减振设备。

⑤其他。放射性与电磁波污染防护设备。

事实上,以上的四个层次的分类中,每一类中还含有许多具体的型号和规定,有的是国家标准,有的是地方标准,有的是行业标准。其设计主要是根据环保设备的需求而定,如果是精度要求比较高且适合全国推广的,一般都采用国家标准。当然,随着人们对环境保护需求的不断提高和环保设备发展技术水平的不断进步,新的环保设备将会不断出现,环保设备的类型也必将会越来越丰富。

2. 按照环保设备的构成分类

按环保设备的构成进行分类,可分为单体设备、成套设备和生产线设备。

①单体设备。单体设备是环保设备的主体,如各种除尘器、单体水处理设备等。单体设备可以是机械类设备,也可以是压力容器类设备,甚至可以是单体构筑物;可以是金属材料加工件,也可以是混凝土或其他材料(如玻璃钢等)建造的构筑物。

②成套设备。成套设备是指以单体设备为主,同时包含各种附属设备(如风机、电机等)组成的整体。每一种成套设备中都包含有若干种(台)单体设备,这些单体设备的属性可能各不相同。

③生产线设备。生产线设备也称之为流水线生产设备,主要是由多台单体设备组合而成的一个综合的整体,以便其能够发挥出一系列的功能。

3. 按照设备的性质分类

按照设备的性质进行分类,可分为机械类、压力容器类、仪表类和构筑物设备等。

①机械类设备。机械类设备是指主要由运动机械构件构成的设备,可以分为通用机械设备和专用机械设备。目前在环保设备中种类最广、型号最多、应用最普遍。也就是说我国的环保设备主要是由专门供环保项目使用的设备和一些与其他行业通用的设备所组成的。其中通用机械设备也简称为标准设备,其制造的标准大多采用的是国家标准,以使得其能够在各个行业使用,一般情况下都有比较通用的规格尺寸和制造过程,可以在市场上很方便地购置,如水泵、空压机、减速机、阀门、板框式压滤机、离心机等。专用机械设备是指主要在环境保护行业中使用的机械类设备,如刮泥机、水平轴转碟曝气机、滚压式污泥脱水机等,这类设备在市场上不易购买,一般都需要找寻专门的制造商,且价格较高。

②压力容器类设备。压力容器类设备一般是指设有运动构件的静止设备,设备的外部

壳体多采用金属材料制作,呈立式或卧式的圆筒状或箱体状,并与化工单元过程操作中的容器、塔器类设备具有较大的关联性。按照其承压情况可分为中低压容器和高压容器。

③仪表类设备。仪表类设备主要用于检测和检验,这一类设备一般用于实验室进行各种类型的电化学分析、色谱分析以及用于室外的各类采样器、自动化检测仪器以及在线检测系统等。据统计,每个城市污水处理厂大约需要使用 38 种在线控制仪器仪表,如在线超声波明渠流量计、超声波管道流量计、电磁流量计、在线溶解氧(DO)测定仪、在线 COD 测定仪、在线 pH 测定仪等。

④构筑物设备。构筑物设备主要是指环保项目中涉及的建筑物,一般使用钢筋混凝土制成,有的也采用玻璃钢、钢板、不锈钢板、工程塑料或其他材料建造。这一类设备不同于前三类设备,主要是其制作没有相应的标准,其大小尺寸和厚度等一般都是根据项目的需要和工艺的设计来进行确定的。构筑物设备主要用来储存物料或充当常压反应容器的壳体,有时也为其上附带的机械类设备提供支撑和固定作用,常被冠以槽、罐、箱、池、器等名称,如各种溶药罐、搅拌槽、原水箱、沉砂池、沉淀池、隔油池、气浮池、曝气池、贮泥池等。

0.5 环保设备的特点

(1) 产品体系庞大。

我们都知道环保产业是个非常大的领域,它涉及废水、废气、废渣、噪声以及辐射等,因此也会配备相应的环保设备,从而使得环保设备形成了一个不同品种和类型的庞大体系,拥有几千个品种、几万种规格,多数产品彼此之间结构差异大,专用性强,标准化难度大,难于批量生产。

(2) 设备与工艺之间的配套性较强。

由于环境受到的污染源不同,使得不同状态下排放物的成分、浓度以及排放量和处理难度都不相同,这就使得环境工程需要针对这种污染源设计专门的工艺,并且配以专门的工艺设备,以便使得其能够达到最佳的处理效果。

(3) 设备工作条件变化大。

由于设备的配备是根据处理的污染源而配备的,但是由于污染源会出现较大的变化,这就使得环保设备在污染源的工作条件下会出现较大的变化。在环境工程中,大多数的设备都是在露天或者潮湿的环境中进行高负荷的运行,这就使得环保设备必须具有耐高温、耐腐蚀、抗磨损、高强度等技术性能。某些大型成套设备如大型垃圾焚烧炉、大型除尘设备、大型除硫脱氮装置等,系统庞大、结构复杂,对系统的综合技术水平要求较高。

(4) 部分设备需具有兼用性。

部分环保设备与其他行业的机械设备结构相似,存在着相互兼用性,即环保设备可以应用于其他行业,其他行业的有关机械设备也可以应用于环境污染治理,故也有人称其为兼用设备,如石油、化工、矿山、轻工等行业的蒸发器、塔器、搅拌机、分离机、萃取机、破碎机、筛分机、分选机等,都可以与环保设备中的同类设备兼用。

0.6 我国环保设备的发展

1. 我国环保设备的发展历程

截止到 2014 年,我国已经形成了比较齐全的环保设备设计和制造标准和工艺,能够生产环保产业涉及的 6 大产业支柱产品,部分电除尘器、带式除尘器等在国际上占领先地位。

我国环保设备制造业保持着持续的增长,目前我国的环保设备制造企业的改造主要是以资本为核心的环保企业的改制、兼并、联合、重组等,促进中小企业向“专、精、特、新”方向发展。2006 年上半年,环保制造业累计完成工业生产总产值 3 597.72 亿元,同比增长 31.01%。可以预见,在工程建设推动和国家政策引导的双重作用下,先进实用的工艺技术和高品质的国产设备必将有着巨大的市场需求。经过 40 多年的发展,我国的环保产业以及环保设备的发展可以大致分为 5 个阶段:

① 1980 ~ 1989 年的快速起步阶段。这个阶段我国的各大类市政工程设计研究所都致力于研究城市污水处理厂的开发和专用设备的研究。我国的第一座大型城市污水处理厂是天津纪庄子污水处理厂,其建成于 1984 年,特点是其相应的设备全部使用的是国产化设备,它的建成标志着我国可以自主地研发和生产环保工业化的设备,我国具有工业化生产的技术,我国的城市污水处理逐步进入规模化和工业化的生产道路。随后杭州四堡污水处理厂、广州大坦沙污水处理厂、无锡芦村污水处理厂相继建成,而且大部分采用了国产设备,唐山清源、扬州天雨、江苏一环、天津市政工程机械厂等环保设备制造企业都在这个时期发展起来。

② 1990 ~ 1996 年进入环保设备发展低谷时期。虽然这个时期我国开工建设了大量的污水处理厂,但是这些污水处理厂中的 90% 都是采用国际贷款的形式,而国际上提供的这些贷款只能够用于购买国际上的先进设备,且不会提供我们先进的技术。这样的贷款一方面为我国的环保设备发展注入了新的活力,使得我们能够接触到国际先进设备,但是这些设备的价格比较昂贵,是我国环保设备价格的 3 ~ 4 倍,极大地提高了我国建造环保项目的成本,使得环保项目很多出现烂尾工程,很多企业负担不起高额的贷款和昂贵的设备。另一方面,这些引进的设备对我国的环保设备发展造成了极大的抑制作用,不管是政府还是企业都盲目地认为国外设备具有各种优越的性能。

③ 1997 ~ 2005 年的复苏发展阶段。针对国内环保设备制造行业所面临的严峻形势,建设部于 1997 年提出了“加快城市污水集中处理行业发展及设备国产化”的专项报告,得到国务院主要领导的高度重视,专门对设备国产化问题做了重要批示。1998 年以来,国家计委设立了包括污水处理设备在内的环保设备国产化专项,给予一定力度的国债支持;国家经贸委提供数百万元资金,用于 12 种关键设备的科研开发;科技部利用科技攻关滚动资金,继续支持污水处理设备的研究。与此同时,江苏、上海、天津、北京等城市积极支持大型企业进行环保设备开发,并相继建立以污水处理设备为主导产品的环保产业基地;国内各市政工程设计研究院也积极与国际知名公司合作,开发生产具有世界先进水平的污水处理关键设备;一批以股份制方式组建的工程公司开始进入设备承包市场。为了更好地推广使用国产设备,1999 年,国家经贸委、建设部和原国家机械局三家联合,以廊坊市污水处理厂作为全国第一个城市污水处理设备国产化示范工程,通过这样的示范工程国家还相继出台了一系列

的政策,用于支持环保产业的发展,例如:为城市水处理集中设施建设提供贴息贷款或者减少部分设备的关税等。通过这些措施的刺激,我国引导和形成了一批具有相当实力的大型企业加入到了环保事业中,这些公司的雄厚资金为环保设备的研发和工业生产奠定了基础,使得我国的环保设备研发逐渐地转向精湛的技术研发,我国的污水处理设备制造业向规模化和成套设备逐渐过渡。

我国的城市污水处理率已经能够达到 70% 左右,但是从最新污水处理排放标准的角度来看,《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)较《污水综合排放标准》(GB 8978—96)的系统性、完整性、可操作性均有较大程度的提高,该标准分四级,在实际工作中主要执行一级 A 类标准,提出了总氮的要求,对氨氮和磷的要求做了调整,明确地提出了卫生学的指标。但是在 2002 年之前设计和建造的污水处理厂基本没有脱氮除磷设备,而且这些污水处理厂大多已经建成运行,二期工程也已经完工。

④ 2006 ~ 2010 年的盲目发展阶段。截止到 2014 年时,我国的污水处理厂已经达到了 3 000 座左右,其中城市污水处理厂达到 1 000 座,县镇乡污水处理厂达到 2 000 座,完成的固定资产已经达到上千亿元,但我国的这些污水处理厂有的在进行超负荷运行,有的还没有达到设计负荷的 30%,很多污水处理厂的配套设施不齐全,运行经费不足,大多靠政府税务部门的直接拨款,且收费机制不够健全,很多处于亏本运行状态。由于此期间发展起来的污水处理厂大多采用的是投资运行机制,即让投资者进行收费管理,然后政府再接手,这就使得很多污水处理厂的监管和运行不当。近几年来,全国水污染事故频发,尤其是 2007 年无锡太湖水污染事故,更是造成了全国性的影响。

⑤ 2010 年至今的蓬勃发展阶段。根据国家“十二五”全国城镇污水处理及再生利用设施建设规划,到 2010 年底全国设市城市污水处理率将达到 77.5%,其中重点城市达到 80% 以上,地级市平均达到 60%,县级市达到 50%。设施建设超额完成“十一五”专项规划的要求。“十二五”期间,我国计划新增污水处理规模 4 569 万 m^3/d ,升级改造污水处理规模 2 611 万 m^3/d ,新建污水处理处置规模 518 万吨/年。国家通过一系列的科技攻关和重点支持项目来提高我国的环保工艺技术和环保设备的研发等,在国内外研究成果和实践经验的基础上,通过新工艺的研发应用、运行的优化调控、设施设备的改造和先进控制手段的采用,使示范工程在保证出水水质稳定达标的前提下实现能耗大幅度降低,形成系统的污水处理节能降耗技术,为全国污水处理厂的节能降耗及运营优化提供技术支撑。水专项项目就是专门为这方面的发展而设定的研究项目,该项目的实施为环保事业的蓬勃发展奠定了基础,使得我国不断地涌向出了一大批的水专家和水设备制造专业人士。水专项目标定位于为水环境改善、水体污染物减排和饮用水安全保障提供强有力的科技支撑,将水专项实施任务与国家重点污染治理工程和流域水污染治理规划有机衔接,与地方治污工作密切结合。该专项的实施必将对我国具有自主知识产权水污染治理设备的发展起到巨大的推动作用。2008 年 4 月,国家环保总局被国务院升级为国家环境保护部。

2. 我国环保设备产业存在的问题

我国的环保事业发展较晚,这种发展与国民的意识和国内的工业水平息息相关。近几年,随着我国“科教兴国”等策略的实施,使得我国的工业化水平和相关的技术水平得到了较大程度的提高,使得环保事业的人才储备和技术都得到了较大程度的提高。但其与国外相比,仍然存在一些差距,主要表现在以下几个方面: