



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

水污染控制工程

第四版 上册

高廷耀 顾国维 周琪 主编

高等教育出版社

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

水污染控制工程

Shuiwuran Kongzhi Gongcheng

第四版

上 册

高廷耀 顾国维 周 琪 主编

高等教育出版社·北京

内容提要

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,其第三版是“十一五”国家级规划教材,第二版是面向21世纪课程教材。本书在第三版的基础上修订而成。全书框架基本保持了原书的结构,但根据近年来水污染控制工程在理论、技术等领域的进展和教学需求,对原书进行了必要的补充和完善。

本书是《水污染控制工程》的上册,共8章。其内容包括排水管渠系统、排水管渠水力计算、污水管道系统的设计、城镇雨水管渠的设计、排水泵站的设计、排水管渠施工、排水管渠系统的管理和养护及城镇排水工程的规划等。为方便教学和学习,每章后还配有思考题和习题。

本书可供高等院校环境工程专业、给水排水专业本科生作为教材,也可供广大科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

水污染控制工程.上册/高廷耀,顾国维,周琪主编.
--4版.--北京:高等教育出版社,2014.12
ISBN 978-7-04-041459-2

I. ①水… II. ①高…②顾…③周… III. ①水污染-污染控制-高等学校-教材 IV. ①X520.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第261972号

策划编辑 陈文 责任编辑 陈文 封面设计 于文燕 版式设计 余杨
插图绘制 杜晓丹 责任校对 刘春萍 责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印 刷 北京北苑印刷有限责任公司
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 17.5
字 数 310千字
购书热线 010-58581118
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版 次 1989年2月第1版
2014年12月第4版
印 次 2014年12月第1次印刷
定 价 27.60元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 41459-00

第四版前言

本书为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。《水污染控制工程》自出版以来在国内高等院校得到较广泛的应用,受到广大读者的好评,并多次获得相关教材奖。在《水污染控制工程》(第三版)出版的7年间,环境保护与可持续发展的理念已更加深入人心,水污染控制的理论和技术有很大的发展,工程实践也为教学积累了大量的经验与案例。为适应环境学科的发展和人才培养,本书在《水污染控制工程》(第三版)基础上作了较大的修改和补充,特别是增补了反映近年来水污染控制技术的发展现状。例如第一章增补了新型材质的管道、检查井和雨水口;第四章增补了立体交叉道路雨水的排除和雨水径流控制及资源化;第七章增补了排水管渠系统管理维护新技术;第十二章增加了生物脱氮的新的工艺技术;增加了第十九章工业废水处理;污水厌氧消化、污泥的处理处置等章节的内容也有较多的增补。全书仍分为上、下两篇。上篇为排水管渠系统部分,共八章;下篇为污水、污泥处理部分,共十二章。

《水污染控制工程》(第四版)由周增炎(第一、二、三、五、八章,第四章第一、二、三、五节),全洪福(第六章),朱保罗(第七章),周琪(绪论、第十四、十五、十八章),周琪、章非娟(第十一章),徐竟成(第九、十七、二十章、第四章第四节),徐竟成、章非娟(第十三章),杨殿海、章非娟(第十章),杨殿海、顾国维(第十二章),李国建、高廷耀(第十六章)、黄翔峰(第十九章)编写;由高廷耀、顾国维、周琪担任主编。

由于编者水平有限,在本书的编写过程中难免会出现漏误之处,热忱希望读者提出批评和意见。

编者

2014年5月

第三版前言

《水污染控制工程》自出版以来受到广大读者的好评,在国内高等院校获得较广泛的应用。第一版于1989年出版,1990年获第二届全国优秀教材一等奖;第二版于1999年出版,2002年获全国普通高等学校优秀教材二等奖,2003年获上海市优秀教材一等奖;第三版为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

《水污染控制工程》(第二版)自出版至今已有7年。7年来,循环经济、保护环境、可持续发展的理念已深入人心。人们对水污染控制方面的认识在不断深化,水污染控制的理论和技术也在不断发展。因此,根据学科发展现状和教学的要求,《水污染控制工程》(第三版)在第二版的基础上作了较大的修改和补充。

全书仍分为上、下两篇。上篇为排水管渠系统部分,共八章;下篇为污水处理部分,共十一章。

《水污染控制工程》(第三版)由周增炎(第一、二、三、五、八章、第四章第一、三、四、五节),全洪福、郑贤谷(第六章),朱保罗、郑贤谷(第七章),周琪(绪论、第十四、十五、十八章),周琪、章非娟(第十一章),徐竟成(第九、十七、十九章、第四章第二节),徐竟成、章非娟(第十三章),杨殿海、章非娟(第十章),杨殿海、顾国维(第十二章),高廷耀、李国建(第十六章)等同志改编;由高廷耀、顾国维、周琪担任主编。

由于编者水平有限,在本书的编写过程中难免会出现漏误之处,热忱希望读者提出批评和意见。

编者

2006年10月

第二版前言

本书的第一版是1989年印刷的。出版后,在国内高等院校获得较广泛的应用,并多次重印。

第一版教材出版至今已有10年。10年来,保护环境、可持续发展的理念已经深入人心。人们在水污染控制方面的认识也在深化,技术上有了新的进展,这些理应在教材中有所反映。同时,第一版教材中包括了给水工程方面的内容,对多数读者是不必要的;且由于有些内容过于繁复,不够精练;第一版教材中,还存在不少印刷上的错误,给读者带来很多不便。因此,我们决心对原教材作较大的修改和补充,以克服上述的缺点。

全书仍分为上、下两篇。上篇为污水沟道部分,共九章;下篇为污水处理部分,共十二章。

本书由周增炎(第二、三、四、七章)、杨海真(总论、第九章)、屈计宁(第一、二十章)、郑贤谷(第五、六章)、胡家骏(第八章)、章非娟(第十、十一、十二、十三章)、顾国维(第十四、十八、十九章)、高廷耀(第十四章第六节、第十五、十六、十七、二十一章)等同志改编;由高廷耀、顾国维担任主编。全书经胡家骏教授审改。

由于我们的水平限制,本教材还可能有错误,热忱希望读者提出批评和意见。

编者

1999年3月

第一版前言

“水污染控制工程”是高等工业学校环境工程专业的一门必修专业课,但目前缺乏合适的教材和参考书。本书在同济大学1977—1980年所编的“排水工程”教材的基础上重新改编而成,主要供高等工业学校环境工程专业“水污染控制工程”课程(多学时)教学使用,也可供给给排水工程专业“排水工程”课程教学使用,同时,可供有关工程技术人员阅读参考。目前,我国各所学校的环境工程专业的课程设置有培养侧重点有所不同。有的是偏于土建类,既要强调水的治理工程,也要重视管道系统的规划设计;有的是偏于化工类的,对管道系统的规划设计的要求较低,同时在教学计划中不再有给水工程方面的课程。因此,要使一份教材满足各方面的要求是相当困难的,在编写的内容上就要适当兼顾,以便各校按照具体情况选用。作为教材,本书着重于基本原理和基础理论的阐述,因为又是参考书,有些内容的介绍就较为详细,但在教学中不必详细讲述。

本书是同济大学环境工程系的教师集体编写的,由高廷耀教授任主编。全书分上、下两册。上册主要介绍管道系统部分,包括污水沟道系统,雨水沟道系统和给水管道系统的规划设计等。下册主要介绍水处理部分,包括水体的污染和自净,水的物理处理,化学处理,生物处理,物理化学处理,污泥处理和给水、污水处理厂的规划设计等。水污染控制问题应从整个工程系统的角度加以考虑,因此本书对管道系统的规划设计作了必要介绍。在水处理部分,将废水处理 and 给水处理结合在一起加以阐述是一种尝试。

书籍内容的叙述上,力求基本概念正确。能适当反映本学科最近的进展和新的水平,引入了近年来同济大学环境工程系的教师和研究生的部分科研成果。书中也列举了一些计算例题和思考题,供教学中参考。

上册部分由蔡不忒(总论)、周增炎(第一至第三章)、邓培德(第四至第六章)、许建华(第七章)等同志编写。下册部分由蔡不忒(第八、九、十、二十章)、赵俊瑛(第十一、十二章)、秦麟源(第十三章)、章非娟(第十五章)、顾国维(第十六章)、高廷耀(第十四、十七、十八、十九、二十二章和第十六章的第六、七节)、徐建华(第二十一章)等同志编写。由高廷耀担任主编。

由于我们的理论和实践水平的限制,加工时间仓促,本教材并不成熟,还可能有错误,我们热忱希望读者提出批评和意见。

编 者

1988年3月

目 录

绪 论	1
第一节 水循环与水污染	1
一、水循环	1
二、水污染	3
第二节 水体污染的危害	10
一、危害人体健康	11
二、降低农作物的产量和 质量	11
三、影响渔业生产的产量 和质量	11
四、制约工业的发展	12
五、加速生态环境的退化 和破坏	12
六、造成经济损失	12
第三节 水污染控制工程的主要 内容与任务	12
一、水污染控制工程的 主要目标	12
二、水污染防治的主要 内容和任务	13
三、我国的水环境保护 立法与标准	13
第一章 排水管渠系统	14
第一节 城镇排水系统的体制和 组成	14
一、排水系统的体制	14
二、排水系统的组成 部分	18

第二节	排水管渠及管渠系统上的	
	构筑物	23
	一、概述	23
	二、管道	24
	三、渠道	27
	四、检查井	28
	五、跌水井	32
	六、水封井	35
	七、溢流井	36
	八、跳越井	37
	九、冲洗井	37
	十、潮门井	38
	十一、橡胶鸭嘴阀	40
	十二、雨水口	40
	十三、倒虹管	43
	十四、管桥	47
	十五、出水口	47
	思考题和习题	48
第二章	排水管渠水力计算	50
第一节	污水管渠水力设计原则	50
第二节	管渠水力计算基本公式	51
第三节	水力学算图	52
第四节	管渠水力设计主要参数	55
	一、设计充满度	55
	二、设计流速	56
	三、最小管径	57
	四、最小设计坡度和不计算	
	管段的最小设计坡度	57
	五、管道的埋设深度和	
	覆土厚度	57
第五节	管段的衔接	59
	一、管段衔接的原则	59
	二、管段的衔接方法	59

第六节	管段水力计算	60
第七节	倒虹管水力计算	64
	思考题和习题	65
第三章	污水管道系统的设计	66
第一节	污水设计流量的确定	66
	一、生活污水设计流量的 确定	66
	二、工厂生产区的生活污水 设计流量的确定	69
第二节	污水管道系统的平面布置	70
	一、确定排水区界、划分排水 流域	70
	二、选择污水厂和出水口的 位置	70
	三、拟定污水管道系统的 路线	70
	四、确定需要抽升的排水区域 和设置泵站	72
第三节	管道在街道上的位置	74
第四节	污水管道的水力设计	76
	一、设计要求	76
	二、计算示例	76
第五节	管道施工图绘制	82
	思考题和习题	85
第四章	城镇雨水管渠的设计	87
第一节	雨水径流量的计算	87
	一、雨量参数	87
	二、推理公式	88
	三、雨水管道设计流量的 估算	88
	四、讨论	99
第二节	雨水管渠的设计	99

	一、雨水管渠设计的原则	99
	二、雨水管渠系统的平面 布置	99
	三、雨水管渠水力设计的 准则	101
	四、设计步骤	101
	五、雨水管道水力设计示例 ..	102
	六、雨水管道平面图的绘制 ..	105
	七、立体交叉道路排水	105
第三节	合流管道系统	108
	一、合流管道系统的适用 条件与布置特点	108
	二、合流污水水质与截流 倍数	109
	三、我国合流管道系统的 工作情况与改造问题	111
	四、截流式合流管道的水力 计算	112
	五、截流式合流管道水力设计 示例	115
第四节	雨水径流控制及资源化	117
	一、雨水径流面源污染	117
	二、城镇低影响开发	118
	三、雨水径流调蓄池	119
	四、雨水资源利用概述	121
第五节	城镇防洪	124
	一、概述	124
	二、设计防洪标准	126
	三、设计洪水量和潮位的 估算	127
	四、堤防工程	132
	五、防洪沟工程	136
	思考题和习题	139

第五章 排水泵站的设计	142
第一节 排水泵站的功用和设置	
地点	142
第二节 常用排水泵	143
一、几种常用排水泵	143
二、排水泵的工作特性	148
三、排水泵引水设备	149
第三节 污水泵站设计	151
一、污水泵的选择	151
二、进水池	151
三、吸水管及出水管	153
四、泵组间	154
五、变电室与配电盘	154
六、污水泵站的建筑要求	154
七、排水泵站的控制	154
八、事故排出口	155
九、污水泵站形式	155
第四节 雨水泵站设计	159
一、雨水泵的选择	160
二、进水池的设计	160
三、雨水泵站的形式	160
四、雨水泵站的混接污水 截流设施	165
第五节 排水泵站水力计算	165
思考题和习题	170
第六章 排水管渠施工	172
第一节 排水管渠施工方法的 分类	172
第二节 开槽敷设管道	173
一、测量放样	174
二、沟槽开挖与支护	175
三、沟槽排水	179

	四、管道基础制作	179
	五、管道敷设	180
	六、管道接口	183
	七、闭水试验	183
	八、沟槽回填	184
第三节	非开挖敷设管道	185
	一、顶管机头的工作原理	185
	二、顶管的工作坑和接收井	190
	三、管道推进和接口处理	191
第四节	井点降水	194
	一、真空泵的抽水系统	194
	二、水射泵抽水系统	194
	三、井点的布置形式及要求	196
	四、井点的施工	198
第五节	排水管渠工程的施工准备和 验收	198
	一、施工准备工作	198
	二、竣工验收工作	200
	思考题和习题	201
第七章	排水管渠系统的管理和养护	202
第一节	排水管渠系统的管理	202
第二节	排水管渠系统的维护	202
	一、排水管渠的维护	203
	二、排水管渠的检查	207
第三节	排水管渠系统的修理	210
	一、两种主要损坏原因	210
	二、开挖修理和管渠封堵	211
	三、非开挖修理	212
第四节	排水管渠系统维护的安全 作业	217
	思考题和习题	218

第八章 城镇排水工程的规划	220
第一节 城镇排水工程规划原则	220
一、城镇排水工程主要规划	
原则	220
二、城镇总体规划中不能	
忽视的重要规划项目	221
第二节 城镇排水工程规划的主要	
任务与内容	222
一、排水范围和排水体制	222
二、排水量和规模	223
三、排水系统	226
四、排水管渠	227
五、排水泵站	227
六、污水处理与利用	228
七、绘制排水工程规划图和	
工程概算	230
思考题和习题	230
附录	231
附录一 我国旧城传统排水措施	231
一、泰安、曲阜、潍坊、杭州 ...	231
二、苏州	233
三、紫禁城(故宫)、北京	234
附录二 管道水力学算图	237
附录三 居民生活用水定额和综合	
生活用水定额	255
附录四 排水管道和其他地下管线	
(包括建筑物和构筑物)的	
最小净距	256
主要参考文献	257

第一节 水循环与水污染

一、水循环

水是人类维系生命的基本物质,是工农业生产和城市发展不可缺少的重要资源。人类习惯于把水看成是取之不尽,用之不竭的最廉价的自然资源,但随着人口的膨胀和经济的发展,水资源短缺的现象正在很多地区相继出现,水污染更加剧了水资源的紧张,并对人类的生命健康形成威胁。切实防治水污染,保护水资源已成为当今人类的迫切任务。

地球上的总水量约有 $1.4 \times 10^9 \text{ km}^3$, 其中约有 97.3% 的水是海水,淡水不足总水量的 3%。淡水中还有约 3/4 以冰川、冰帽的形式存在南北极地,人类很难使用。与人类关系最密切,又较容易开发的淡水储量约 $4 \times 10^6 \text{ km}^3$, 仅占地球上总水量的 0.3%。地球上的水量分布如表绪-1 所示。

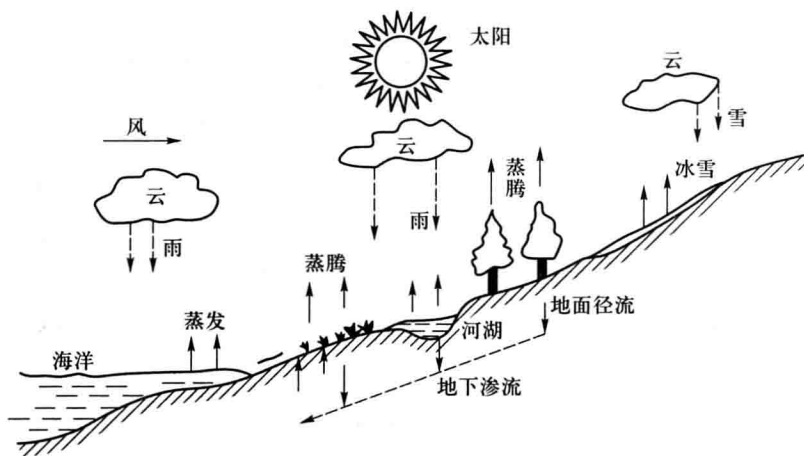
表绪-1 地球上的水量分布

水的类型	水量/ 10^4 km^3	比例/%
海洋水	132 000	97.3
淡水湖	12.5	0.009
盐湖和内海	10.4	0.008
河流	0.1	0.000 1
土壤水	6.7	0.005
地下水	835	0.6
冰帽和冰川	2 920	2.1
大气水	1.3	0.001
总计	135 786	100

以我国为例,我国的水资源总量并不缺乏,年降水量为 $6 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 左右,相当于全球陆地总降水量的5%,占世界第三位。我国地面年径流量为 $2.721 \times 10^{12} \text{ m}^3$,仅少于巴西、加拿大、美国和印度尼西亚等国家,但是,由于我国人口众多,按人均年径流量计,水资源占有量仅为每人每年 $2\,093 \text{ m}^3$,相当于世界人均占有量的1/4。此外,我国的水资源还存在着严重的时空分布不均衡性。如果用一条斜线将中国分为东南和西北两大区,占据国土面积53%的东南沿海地区,拥有了全国水资源总量的93%,而西北广大地区却只有7%的水资源量。在水资源缺乏的西北地区,十分有限的降雨又往往集中在夏季的三个月内,使水资源紧张的情况更为加剧。

地球上的水主要以连续状态存在。存在于地上者,称为地表水,包括海洋、江河、湖泊、水库、冰川等;存在于地下者称为地下水,包括潜水和承压水,地下水涌出地面者称为泉水。以不连续状态存在的水虽分布很广,但数量较少,主要为存在大气中的水,储于生物体内的水及结合于岩石土壤中的水。

自然界的水并不是静止不动的,而是处于不断的循环运动中,水循环包括自然循环和社会循环,自然循环是由自然力促成的水循环。例如,海洋、湖泊、河流表面及土壤中植物茎叶上的水,会由于阳光照射而蒸发或升腾成水汽,上升到空中凝结为云,随大气环流迁移到各处,并在适当的条件下以雨、雪、雹等形式降落到地面,一部分汇聚至江河湖泊成为地面径流,另一部分渗入地下成为地下水。地表水和地下水也是时有交流转换的,它们最终都会注入海洋,如此川流不息,循环往复,水的自然循环如图绪-1所示。



图绪-1 水的自然循环