

全国勘察设计注册公用设备工程师
给水排水专业执业资格考试教材

第2册

排水工程

water

全国勘察设计注册工程师公用设备
专业管理委员会秘书处 组织编写

中国建筑工业出版社

全国勘察设计注册公用设备工程师
给水排水专业执业资格考试教材第2册

排 水 工 程

全国勘察设计注册工程师公用设备专业管理委员会秘书处 组织编写

龙腾锐

何 强

主编

吕炳南

主审

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

排水工程/全国勘察设计注册工程师公用设备专业管理委员会秘书处组织编写;龙腾锐,何强主编. —北京:中国建筑工业出版社,2011. 3

(全国勘察设计注册公用设备工程师给水排水专业执业资格考试教材第2册)

ISBN 978-7-112-12910-2

I. ①排… II. ①全… ②龙… ③何… III. ①给排水系统—设计—工程技术人员—资格考核—教材 IV. ①TU991

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第023742号

本书根据注册公用设备工程师给水排水专业考试大纲的要求编写。全书共19章,分别为总论、排水系统、污水管渠系统设计,雨水管渠系统设计,排洪沟的设计,合流制管渠系统设计,排水管渠材料、接口、基础和排水管渠系统附属构筑物,排水管渠系统的管理和养护,排水泵站及其设计,城镇污水处理概论,污水的物理处理方法,城镇污水的活性污泥法处理,城镇污水的生物膜法处理,污水的厌氧生物处理,污水的深度处理与回用,污水的自然生物处理,污水厂污泥的处理,城镇污水处理厂的设计,工业废水处理。

本书可供参加全国勘察设计注册公用设备工程师给水排水专业执业资格考试的考生使用,也可供给排水工程专业高等学校师生参考。

责任编辑:于莉 田启铭

责任设计:陈旭

责任校对:陈晶晶 王雪竹

全国勘察设计注册公用设备工程师
给水排水专业执业资格考试教材第2册

排水工程

全国勘察设计注册工程师公用设备专业管理委员会秘书处 组织编写

龙腾锐 何强 主编

吕炳南 主审

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京华艺制版公司制版

北京市书林印刷有限公司印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:36½ 字数:887千字

2011年4月第一版 2011年4月第一次印刷

定价:99.00元

ISBN 978-7-112-12910-2

(20176)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题,可寄本社退换

(邮政编码 100037)

序

自 2004 年《全国勘察设计注册公用设备工程师给水排水专业考试复习教材》(简称“复习教材”)出版以来,在给水排水专业执业资格考试中发挥了很好的作用,在此特向参加该“复习教材”编写的全体专家表示衷心感谢。

为适应给水排水专业的技术发展和满足不同岗位的给水排水专业技术人员参加执业资格考试复习需要,全国勘察设计注册工程师公用设备专业管理委员会秘书处重新组织编写了《全国勘察设计注册公用设备工程师给水排水专业执业资格考试教材》(简称“考试教材”)。该“考试教材”为系列教材,共分四册:

- 第 1 册 给水工程
- 第 2 册 排水工程
- 第 3 册 建筑给水排水工程
- 第 4 册 常用资料

本“考试教材”根据原人事部、建设部 2001 年发布的《勘察设计注册工程师总体框架及实施规划》(人发【2001】5 号)、2003 年发布的《注册公用设备工程师执业资格制度暂行规定》(人发【2003】24 号)等文件的部署和安排,以《给水排水专业考试大纲》为依据;以“复习教材”、高等学校推荐教材及有关设计手册和文献资料的内容为基础;以理论联系实际,正确运用规范、标准处理工程问题为重点进行编写。在编写过程中,注册公用设备工程师(给水排水)执业资格考试专家组原组长王兆才教授级高级工程师多次组织国内有关专家、教授对编写提纲和初稿进行了认真讨论与评审,力求能较系统、完整、准确地阐述专业知识,使其成为给水排水专业执业资格考试的适用教材。

希望本系列教材在使用过程中能得到给水排水专业技术人员的指导,使其不断改善和提高,对注册给水排水工程师执业资格考试有所帮助。

全国勘察设计注册工程师
公用设备专业管理委员会秘书处

2011 年 1 月

前 言

根据全国勘察设计注册工程师公用设备专业管理委员会秘书处的安排，编写了《全国勘察设计注册公用设备工程师给水排水专业执业资格考试教材》的第2册《排水工程》，供给水排水专业技术人员参加执业资格考试复习使用。

第2册《排水工程》考试教材共分19章，内容包括管（渠）工程：污水管网、雨水管渠、合流管网、污水泵站；污水处理工程：物理处理、生物处理、污水再生回用处理、污水厂污泥处理与处置；工业废水处理工程：水质水量调节、化学处理、吸附、反渗透等。

本册的特点是：第一，突出实用性。本书是为已具有给水排水专业基本理论知识，又具有一定实际工程经验的技术人员进行注册工程师专业考试的备考教材。在基本理论的论述方面，注重系统性，以帮助应考者较全面地掌握专业知识；在工程实践知识方面，注重简洁明确，并配有计算例题与工程案例，以帮助应考者提高运用专业知识和国家有关现行规范、标准处理工程实际问题的能力。第二，注重前瞻性。本册除论述排水工程系统的传统技术外，对于目前已经出现且将要大量涉及的新技术，在编写篇幅上进行了必要的强化。第三，兼顾先进性。我国要从水工业大国成为水工业强国，我国的给水排水注册工程师应了解国外的先进技术。因此，对从国外引进并在国内已有工程实例的先进技术，也进行了适当的介绍。

本册由龙腾锐、何强主编，吕炳南主审。

参加编写人员的分工为：第1章、第10~12章、第15章、第19章由龙腾锐、何强、柴宏祥编写；第2~9章由张智编写；第13章、第14章、第16~18章由周健编写。

本册编写吸收了《全国勘察设计注册公用设备工程师给水排水专业考试复习教材》第二版、全国高等学校推荐教材《排水工程》上、下册第四版的部分内容，同时参阅了其他参考资料，包括书末已列出的和未列出的。编写过程中还得到了中国兵器工业第五设计研究院刘巍荣教授级高级工程师，中机国际工程设计研究院刘健灵教授级高级工程师，天津大学季民教授、全国勘察设计注册公用设备工程师（给水排水）执业资格考试专家组王兆才教授级高级工程师的审阅和指导。编者对上述所有参考资料的作者及专家表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，错漏和不当之处在所难免，恳请广大读者指正。

目 录

1 总论	1
1.1 排水工程在国民经济中的地位与作用	1
1.2 排水工程的基本目的与主要内容	2
1.3 排水工程的发展趋势与面临的任务	2
2 排水系统	5
2.1 概述	5
2.2 排水制度与选择	7
2.3 排水系统的组成	11
2.3.1 城镇生活污水排水系统的组成	11
2.3.2 城镇雨水排水系统的组成	12
2.3.3 工业废水排水系统的主要组成	13
2.3.4 城镇污水再生利用系统的主要组成	14
2.4 城镇排水系统的总体布置形式	15
2.4.1 工业废水排水系统与城镇排水系统的关系	15
2.4.2 城镇排水系统的总体布置形式	15
2.5 区域排水系统	17
2.6 排水系统的规划设计	19
3 污水管渠系统设计	21
3.1 设计资料调研与方案确定	21
3.1.1 设计资料的调查	21
3.1.2 设计方案的确定	22
3.2 设计流量的确定	23
3.2.1 综合生活污水设计流量的确定	23
3.2.2 工业废水设计流量的确定	25
3.2.3 城镇污水设计总流量的计算	27
3.3 污水管渠系统的水力计算	29
3.3.1 污水在管渠中的流动特点	29
3.3.2 水力计算的基本公式	30
3.3.3 污水管道水力计算参数	31
3.3.4 污水管道的埋设深度和覆土厚度	33
3.3.5 污水管道水力计算方法	35
3.4 污水管渠的设计	36
3.4.1 污水管渠的定线与平面布置	36

3.4.2	污水管渠系统控制点和污水泵站设置地点的确定	38
3.4.3	设计管段与设计流量的确定	39
3.4.4	污水管道在街道上的位置	40
3.4.5	污水管渠的衔接	41
4	雨水管渠系统设计	48
4.1	雨量分析及暴雨强度公式	48
4.1.1	雨量分析要素	48
4.1.2	暴雨强度公式	52
4.2	雨水管渠设计流量的确定	53
4.2.1	雨水管渠设计流量计算公式	53
4.2.2	雨水管段设计流量计算	56
4.2.3	径流系数的确定	58
4.2.4	设计重现期的确定	60
4.2.5	集水时间的确定	61
4.2.6	特殊汇水面积上雨水设计流量的确定	64
4.2.7	雨水管渠设计流量的其他计算方法	66
4.3	雨水管渠系统的设计与计算	66
4.3.1	雨水管渠系统的平面布置特点	67
4.3.2	雨水管渠系统设计计算的技术规定	69
4.3.3	雨水管渠系统的设计步骤	71
4.4	雨水管渠系统上径流量的调节	78
4.5	立体交叉道路雨水排除	80
5	排洪沟的设计	82
5.1	设计防洪标准	82
5.2	排洪沟洪峰流量的确定与水力计算方法	83
5.3	排洪沟的设计要点	84
5.4	排洪沟的设计计算	87
6	合流制管渠系统设计	91
6.1	合流制管渠系统的使用条件及布置特点	91
6.2	合流制管渠系统的设计流量	92
6.3	合流制管渠系统水力计算要点及示例	93
6.4	城市旧合流制管渠系统的改造	98
7	排水管渠材料、接口、基础和排水管渠系统附属构筑物	101
7.1	排水管渠的断面形式	101
7.2	常用排水管渠材料、接口和基础	102
7.2.1	常用排水管渠材料	102
7.2.2	排水管渠接口及基础	108
7.3	排水管渠系统上的附属构筑物	112
7.3.1	雨水口、沉泥井、连接暗井	113

7.3.2	检查井、跌水井、水封井、换气井、截流井	114
7.3.3	倒虹管	118
7.3.4	冲洗井、防潮门	120
7.3.5	出水设施	121
8	排水管渠系统的管理和养护	123
8.1	排水管渠系统管理和养护的基本任务	123
8.2	排水管渠系统的疏通	123
8.3	排水管渠系统的检修	126
8.4	排水管渠系统养护中的安全注意事项	126
9	排水泵站及其设计	128
9.1	概述	128
9.1.1	排水泵站组成与分类	128
9.1.2	排水泵站的形式及特点	129
9.2	排水泵站工艺设计要求	133
9.3	污水泵站的工艺设计	136
9.3.1	泵的选择	136
9.3.2	集水池容积计算	137
9.3.3	机组与管道的布置特点	138
9.3.4	泵站内标高的确定	139
9.3.5	污水泵站中的辅助设备	139
9.3.6	排水泵站的构造特点	142
9.4	雨水泵站的工艺设计	142
9.5	合流泵站的工艺设计	150
10	城镇污水处理概论	153
10.1	城镇污水的组成、水质特征及污染物指标	153
10.1.1	污水的物理性质及指标	153
10.1.2	污水的化学性质及指标	153
10.1.3	污水的生物性质及指标	157
10.2	水体污染分类及其危害	157
10.2.1	水体的物理性污染及危害	158
10.2.2	水体的无机物污染及危害	159
10.2.3	水体的有机物污染及危害	161
10.2.4	水体的病原微生物污染及危害	162
10.3	水污染的相关标准与规范	163
10.3.1	水环境质量标准	163
10.3.2	污水排放标准	163
10.3.3	城市污水再生利用水质标准	164
10.4	城市污水处理的基本方法与系统组成	164

11 城镇污水的物理处理方法	166
11.1 格栅	166
11.1.1 格栅分类	166
11.1.2 格栅的设计计算	167
11.2 沉砂池	169
11.2.1 平流式沉砂池	170
11.2.2 曝气沉砂池	170
11.2.3 钟式沉砂池	173
11.3 沉淀池	173
11.3.1 沉淀基本理论及沉淀池分类	173
11.3.2 城镇污水处理沉淀池的设计原则及参数	176
11.3.3 平流沉淀池	177
11.3.4 普通辐流式沉淀池	177
11.3.5 竖流式沉淀池	180
11.3.6 斜板(管)沉淀池	181
12 城镇污水的活性污泥法处理	184
12.1 活性污泥法基本原理及反应动力学基础	184
12.1.1 活性污泥形态及微生物	184
12.1.2 活性污泥净化污水的反应过程	186
12.1.3 活性污泥法基本流程	188
12.1.4 活性污泥法的主要影响因素及其控制指标	189
12.1.5 活性污泥反应动力学基础	197
12.2 曝气理论基础与曝气系统	200
12.2.1 氧转移理论	200
12.2.2 氧转移影响因素	203
12.2.3 氧转移速率与供气量的关系	204
12.2.4 曝气系统与空气扩散装置	206
12.3 活性污泥法的主反应器——曝气生物反应池	208
12.3.1 推流式曝气生物反应池	208
12.3.2 完全混合式曝气生物反应池	208
12.4 活性污泥法的主要运行方式	210
12.4.1 推流式活性污泥法处理系统	211
12.4.2 完全混合式活性污泥法处理系统	214
12.4.3 间歇式活性污泥法处理系统	214
12.4.4 氧化沟处理系统	218
12.4.5 AB 法污水处理工艺	222
12.4.6 膜生物反应器系统	223
12.5 活性污泥法系统的工艺设计	227
12.5.1 概述	227

12.5.2	曝气生物反应池(区)容积计算	228
12.5.3	曝气系统的设计计算	230
12.5.4	污泥回流系统的设计	233
12.5.5	二次沉淀池的设计	235
12.5.6	活性污泥法处理后出水的水质	237
12.6	活性污泥处理法系统的维护管理	242
12.6.1	活性污泥的培养与驯化	242
12.6.2	活性污泥法处理系统运行效果的控制	243
12.6.3	活性污泥法处理系统中常见异常情况处理措施	244
13	城镇污水的生物膜法处理	247
13.1	概述	247
13.1.1	生物膜的构造	247
13.1.2	生物膜中的生物相	247
13.1.3	生物膜净化污水的过程	248
13.1.4	生物膜法的特征	249
13.2	生物滤池	250
13.2.1	生物滤池的分类	250
13.2.2	普通生物滤池	250
13.2.3	高负荷生物滤池	257
13.2.4	塔式生物滤池	264
13.2.5	曝气生物滤池	267
13.3	生物转盘	272
13.3.1	生物转盘特点与工艺流程	272
13.3.2	生物转盘的设计计算	277
13.4	生物接触氧化法	281
13.4.1	生物接触氧化法的特点及工艺流程	281
13.4.2	生物接触氧化池的构造与形式	283
13.4.3	生物接触氧化池的设计计算	286
13.5	生物流化床	288
13.5.1	生物流化床的构造特征	288
13.5.2	生物流化床的工艺类型	289
13.5.3	生物流化床的设计计算	292
14	污水的厌氧生物处理	294
14.1	污水厌氧生物处理基本原理及反应动力学	294
14.2	污水厌氧生物处理微生物	298
14.3	污水厌氧生物处理的影响因素及控制指标	299
14.4	厌氧反应器的构造与设计	303
14.4.1	厌氧接触法(悬浮型)生物反应器	303
14.4.2	厌氧生物滤池	307

14.4.3	厌氧膨胀床与厌氧流化床	309
14.4.4	升流式厌氧污泥床 UASB	314
14.5	两级厌氧消化	321
14.6	两相厌氧消化	323
15	污水的深度处理与回用	326
15.1	污水生物脱氮除磷技术	327
15.1.1	污水生物脱氮原理	327
15.1.2	污水生物脱氮工艺	330
15.1.3	污水生物除磷原理	339
15.1.4	污水生物除磷工艺	340
15.1.5	同步脱氮除磷	344
15.2	污水的消毒处理	349
15.2.1	概述	349
15.2.2	投氯消毒	349
15.2.3	臭氧消毒	351
15.2.4	紫外线消毒	353
15.3	污水的回用处理	355
15.3.1	悬浮物的去除	355
15.3.2	溶解性物质的去除	357
15.3.3	城镇污水的资源化与再生利用	361
16	污水的自然生物处理	369
16.1	稳定塘	369
16.1.1	稳定塘的污水净化机理	369
16.1.2	稳定塘的分类及其各自的特点	372
16.1.3	稳定塘的设计计算	380
16.2	污水土地处理系统	385
16.2.1	污水土地处理的净化机理	387
16.2.2	污水土地处理系统工艺设计	387
17	污水厂污泥的处理	409
17.1	污水厂污泥分类及其特性	409
17.1.1	污泥的分类	409
17.1.2	污泥的特性	410
17.2	污泥量的计算	415
17.3	污泥运输	416
17.3.1	运输方式分类	416
17.3.2	污泥输送设备	417
17.3.3	污泥管道输送设计	418
17.4	污泥浓缩	421
17.4.1	重力浓缩	422

17.4.2	气浮浓缩	426
17.4.3	机械浓缩	428
17.5	污泥稳定	430
17.5.1	污泥的厌氧消化	430
17.5.2	污泥的好氧消化	440
17.5.3	污泥的好氧发酵	444
17.6	污泥机械脱水	446
17.6.1	污泥机械脱水前的预处理	447
17.6.2	污泥过滤脱水	448
17.6.3	污泥离心脱水	456
17.6.4	污泥脱水二次污染控制	457
17.7	污泥干化与焚烧	458
17.7.1	自然干化	458
17.7.2	加热干化	460
17.7.3	污泥焚烧	464
17.8	污泥的最终处置	468
17.8.1	污泥的土地利用	468
17.8.2	污泥填埋	472
18	城镇污水处理厂的设计	474
18.1	设计水质、水量及处理程度的确定	474
18.1.1	设计水质	474
18.1.2	设计水量	476
18.1.3	污水处理程度的确定	478
18.2	设计原则及设计步骤	479
18.2.1	设计原则	479
18.2.2	设计步骤	479
18.3	厂址选择和工艺流程的确定	481
18.3.1	厂址选择	481
18.3.2	污水处理工艺流程的确定	482
18.4	污水处理厂的平面与高程布置	484
18.4.1	污水处理厂的平面布置	484
18.4.2	污水处理厂的高程布置	485
18.4.3	污水处理厂设计应考虑的其他因素	486
18.5	城镇污水处理厂运行过程的水质监测与自动控制	487
18.6	城镇污水处理厂实例	489
19	工业废水处理	492
19.1	概述	492
19.1.1	工业废水分类	492
19.1.2	工业废水排放标准	492

051	19.1.3 工业废水处理方法的选择	493
854	19.2 工业废水的物理处理	494
051	19.2.1 调节池	494
054	19.2.2 除油池	498
054	19.2.3 离心分离	502
444	19.2.4 过滤	506
044	19.3 工业废水的化学处理	511
744	19.3.1 中和	511
844	19.3.2 化学沉淀	518
051	19.3.3 氧化还原	522
754	19.3.4 电解	529
854	19.4 工业废水的物理化学处理	532
854	19.4.1 混凝	532
034	19.4.2 气浮	532
544	19.4.3 吸附	541
804	19.4.4 渗析	550
804	19.4.5 反渗透	554
554	19.5 工业废水的生物处理	557
454	19.5.1 工业废水的可生化性指标	557
454	19.5.2 工业废水的好氧生物处理	559
554	19.5.3 工业废水的厌氧生物处理	562
054	19.5.4 工业废水的厌氧/好氧联合处理	567
	附录	568
	参考资料	571
054		
054		
184		
184		
584		
484		
484		
524		
084		
584		
084		
584		
584		
584		
584		
584		

1 总 论

1.1 排水工程在国民经济中的地位与作用

在城镇,从住宅、工厂和各种公共建筑中不断地排出各种各样的污水和废弃物,需要及时妥善地排除、处理或利用。如不加控制,任意直接排入水体(江、河、湖、海、地下水)或土壤,使水体或土壤受到污染,将破坏原有的自然环境,引起环境问题,甚至造成公害。因为污水中总是或多或少地含有某些有毒或有机物质,毒物过多将毒死水中或土壤中原有的生物,破坏原有的生态系统,甚至使水体成为“死水”,使土壤成为“不毛之地”。而生态系统一旦遭到破坏,就会影响自然界生物与生物、生物与环境之间的物质循环和能量转化,给自然界带来长期的、严重的危害。例如,1850年英国泰晤士河因河水水质污染造成水生生物绝迹后,曾采用了多种措施加以治理,但一直到1969年才使河水开始恢复清洁状态,重新出现了鱼群,期间竟历经119年之久!污水中的有机物在水中或土壤中,由于微生物的作用而进行好氧分解,消耗其中的氧气。如果有有机物过多,氧的消耗速度将超过其补充速度,使水体或土壤中氧的含量逐渐降低,直至达到无氧状态。这不仅同样危害水体或土壤中原有生物的生长,而且此时有机物将在无氧状态下进行厌氧分解,从而产生一些有毒和恶臭的气体,毒化周围环境。为保护环境、避免发生上述情况,现代城市需要建设一整套的工程设施来收集、输送、处理和处置污水,此工程设施称之为排水工程。因此,排水工程在我国社会主义现代化建设中有着十分重要的作用。

首先,从环境保护方面讲,排水工程具有保护和改善环境、消除污水危害的作用。而消除污染、保护环境,是进行经济建设必不可少的条件,是保障人民健康和造福子孙后代的大事。随着现代工业的迅速发展和城市人口的集中,污水量日益增加,成分也日趋复杂。目前,我国有些地方环境污染已十分严重,如“三河”(淮河、海河、辽河)、“三湖”(太湖、巢湖、滇池),同时,一些地区的地表水污染也有加剧的趋势,全国75%的湖泊出现了不同程度的富营养化。因此,必须随时注意经济发展过程中造成的环境污染,注意研究和解决好污水的治理问题,以确保环境不受污染。“节能减排”是排水工作者的重要任务。

第二,从卫生上讲,排水工程的兴建对保障人民的健康具有深远的意义。联合国环境规划署(UNEP)2007年发布的《全球环境展望四》综合报告指出,从全球范围而言,污染的水源是人类致病、致死的最大单一原因。世界卫生组织(WHO)的一项调查显示,全世界80%的疾病是由于饮用被污染的水造成的。全世界儿童死亡的50%是由于饮用水被污染造成的。通常,污水污染对人类健康的危害有两种方式:一种是污染后,水中含有致病微生物而引起传染病的蔓延。例如霍乱病,在历史上曾夺去千百万人的生命,而现在虽已基本绝迹,但如果排水工程设施不完善,水质受到污染,就会有传染的危险,1970年,原苏联伏尔加河口重镇阿斯特拉罕爆发的霍乱病,其主要原因就是伏尔加河水质受到

污染。另一种是被污染的水中含有毒物质，从而引起人们急性或慢性中毒，甚至引起癌症或其他各种“公害病”。引起慢性中毒的毒物对人类的危害更大，因为它们常常通过食物链而逐渐在人体内富集，开始只是在人体内形成潜在的危害，不易发现，一旦爆发，不仅危及当代人，而且影响子孙后代。兴建完善的排水工程，将污水进行妥善处理，对于预防和控制各种传染病、癌症或“公害病”有重要作用。

第三，从经济上讲，排水工程意义重大。首先，水是非常宝贵的自然资源，它在国民经济各部门中都是不可缺少的。虽然地球表面的 70% 以上被水所覆盖，但是其中便于取用的淡水量仅为地球总水量的 0.2% 左右。许多河川的水都不同程度地被其上下游城市重复使用着。如果水体受到污染，势必降低淡水资源的使用价值。目前，一些国家和地区已经出现由水源污染不能使用而引起的“水荒”，即所谓的“水质性缺水”，被迫不惜付出高昂代价进行海水淡化，以取得足够数量的淡水。现代排水工程正是保护水体，防治公共水体水质污染，以充分发挥其经济效益的基本手段之一。同时，城市污水资源化，可重复利用于城市或工业，这是节约用水和解决淡水资源短缺的重要途径。污水的妥善处置、雨雪水的及时排除与适当利用，是保证工农业生产正常运行的必要条件之一。废水能否妥善处置，对工业生产新工艺的发展有重要影响，例如原子能工业，只有在含放射性物质的废水治理技术达到一定的生产水平之后，才能大规模地投入生产，充分发挥它的经济效益。此外，污水的资源化利用本身也有很大的经济价值，例如有控制地利用污水灌溉农田，会提高产量，节约水肥，促进农业生产；工业废水中有价值原料的回收，不仅消除了污染，而且为国家创造了财富，降低了产品成本；将含有机物的污泥发酵，不仅能更好地利用污泥做农肥，而且可回收生物能源，等等。

总之，在实现现代化的过程中，排水工程作为国民经济的一个组成部分，对保护环境、促进工农业生产和保障人民的健康，具有巨大的现实意义和深远的影响。作为从事排水工作的工程技术人员，应当充分发挥排水工程在社会主义建设中的积极作用，使经济建设、城乡建设与环境建设同步规划、同步实施、同步发展，以实现经济效益、社会效益和环境效益的统一。

1.2 排水工程的基本目的与主要内容

排水工程的基本目的是保护环境免受污染，以促进工农业生产发展和保障人民身体健康与正常生活。

排水工程的主要内容包括：① 收集各类污（废）水，并及时地将其输送到适当的地点；② 妥善处理收集来的污（废）水至达标排放或再生利用。

1.3 排水工程的发展趋势与面临的任务

改革开放以来，我国排水事业有了长足的发展，至 2009 年底，我国城市污水处理率已达到 73%，已是世界水工业大国，但要成为水工业创新型强国，还有很长的路要走，特别是与发达国家相比，仍有较大差距。据统计，发达国家平均 5000 ~ 10000 人就拥有一座城市污水处理厂，美国有 22000 座城市污水处理厂。因此，我国排水工作者面临的任务

仍然是十分艰巨的。

(1) 应积极开展现有城市污水处理厂“提级达标”的研究

20 世纪 90 年代及 21 世纪初,我国修建的大批城市污水处理厂都只能满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》GB 18918—2002 中的一级 B 标准的要求,由于我国目前水体污染较严重,不少水体都要求污水处理厂处理后达到一级 A 标。仔细分析 A、B 两个标准的差别,可以看出,“提级达标”的难度主要在于如何保证总氮和总磷的达标。应该说,使总磷达标难度还不是太大,因为活性污泥法处理城市污水如果运行良好,可以使总磷达到 1.0mg/L 左右,如果在二沉池出水中投加少量去磷絮凝剂,使磷从 1.0mg/L 再降至 0.5mg/L 应该不难做到。但总氮要达到 15mg/L,难度比较大,因为脱氮时,碳氮比宜在 4 以上(低于 4 也可脱氮,但反硝化速率很慢),即 COD 宜在 60mg/L 以上,但此时水中 COD 不仅只有 50mg/L,而且均为生物难降解的 COD。为了脱氮需要,国外普遍采用向水中投加甲醇以增加碳源的做法,不仅增加了污水处理的药剂费用,也增加了出水中 COD 的含量。因此,现有城市污水处理厂在不增加外投碳源条件下,采用何种工艺使总氮达标,是一个摆在排水工作者面前很值得研究的现实问题。

(2) 应重视和加强城市污水厂污泥处理与处置的研究

人们对事物的认识总是有个过程的,为了保护水环境,人们首先想到的是修建排水管网和建设污水处理厂,至于污水处理厂产生的二次污染物污泥,设计上往往是“经脱水后外运或送垃圾卫生填埋场填埋”。实践证明,由于活性污泥脱水后仍有 80% 左右的含水率,常造成垃圾填埋场运行上的困难,有些垃圾填埋场甚至拒收污水处理厂的脱水污泥。因此我国规定,进垃圾填埋场的污泥含水率应在 60% 以下,污泥质量应在垃圾质量的 8% 以下。目前,国内每处理 $1 \times 10^4 \text{ m}^3$ 城市污水产生约 $5 \sim 8 \text{ m}^3$ (以含水率 80% 计) 的污泥,大量的这种污泥如不加妥善处置,将成为严重的“二次污染源”。因此,高效、经济的污水厂污泥处理和处置技术将是未来值得研究的重大课题。

(3) 应重视和加快小城镇排水系统的建设

随着国家新农村建设和城乡一体化措施的实施,我国小城镇的建设发展速度很快,全国建制镇已由 1954 年的 5400 个发展到 2008 年的 19234 个,增加了约 4 倍。小城镇人口已占全国城镇人口的 45%,但小城镇的污水处理率目前仅为 1.8%,远低于城市的污水处理率。同时,绝大多数小城镇排水管渠不成系统,有的利用街道和小河道排水,既影响环境卫生,又对河流流域形成点源性质的面源污染。因此,可以预计,我国小城镇排水系统将会以超常规的建设速度发展,包括排水管渠系统和城镇污水处理厂,其投资量和工程量将是十分可观的。应当指出,小城镇排水系统的建设不能完全套用大城市现有的排水系统的建设经验,需要尽快探索符合我国国情、高效、节能、省地、技术先进、经济适用的小城镇排水系统建设技术和管理模式。

(4) 应大力开展污水资源化研究

城市污水经妥善处理后可作低质用水,如用作工业冷却水和杂用水(如厕所冲洗水、洗车水、洒水、消防用水、空调用水等)。城市污水资源化,在解决水污染的同时,也解决某些缺水地区水资源不足的问题,所以应针对性地对城市污水资源化进行试验研究,并解决在应用中存在的问题,这是开辟第二水源的重要途径。

(5) 应大力加强水质监测新技术、操作管理自动化和水处理设备标准化的研究工作

国外在环境检测中已开始采用中子活化、激光、声雷达等新技术进行自动检测。目前,我国在污水处理水质检测自动化管理和水处理设备标准化方面,特别是在某些水处理专用机械、设备、仪器、仪表等方面,还没有标准化和系统化,因而与国外相比差距尚大,还需要做大量工作。

(6) 应着手进行区域排水系统的研究工作

20 世纪 70 年代以来,某些国家为保护和改善环境,已从局部治理发展为区域治理,从单项治理发展为综合整治,即对区域规划、资源利用、能源改造和有害物质净化处理等多种因素进行综合考虑,以求得整体上的最优整治方案。区域排水系统是对区域河流水质进行综合整治的重要组成部分,它运用系统工程的理论和方法,从整个流域的范围出发,将区域规划、水资源的有效利用和污水治理等诸因素进行综合的系统分析,建立各种模拟试验和数学模型,以寻求水污染控制的设计和管理的最优化方案。我国自 20 世纪 90 年代以来,已着手进行区域供水系统的研究和实践,如江苏的苏(州)、常(州)、(无)锡地区和宁(南京)、润(镇江)、杨(州)地区,已出现了区域供水,大大提高了安全供水的保障程度。但在区域排水系统方面,国内目前尚未见报道,这是未来排水系统建设中应当予以重视的研究和工作任务。