



建筑中水设计技术

张 统 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

总装部队军事训练“十五”统编教材

科研试验系列

建筑中水设计技术

张 统 主编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑中水设计技术 / 张统主编. —北京: 国防工业出版社, 2007. 10

总装部队军事训练“十五”统编教材. 科研试验系列
ISBN 978-7-118-05275-6

I. 建... II. 张... III. 建筑工程—生活污水—污水处理—设计—教材 IV. X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 109712 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 880 × 1230 1/32 印张 12 $\frac{1}{8}$ 字数 350 千字

2007 年 10 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 32.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

第三届总装备部军事训练教材 编辑工作委员会

主任委员 张建启

副主任委员 曹保榆 夏长法 侯贺华 郭文敏

委员 (按姓氏笔画排序)

于俊民 王宜标 王泽民 尤广志

冯 章 朱双华 朱忠刚 刘树军

刘瑞成 安敏建 李方洲 李治三

肖力田 迟宝山 张忠华 张海东

陈永光 胡利民 侯 鹰 姜世忠

聂 皞 倪红星 徐 航 郭 勇

黄伟强 彭华良 裴承新 潘贤伦

秘 书 长 聂 皞

办公室主任 田 禾

办公室副主任 石根柱 郝 刚

办公室成员 李国华 李立法 郑晓娜

第三届总装备部军事训练教材 试验工程系统编委会

主任委员 张 平

副主任委员 于建平

委 员 (按姓氏笔画排序)

于 希 吕明儒 张松林 张宗国

陈正兴 周荣祥 侯军祥

秘 书 石根柱

本书编写组

主 编 张 统

副 主 编 李 颖 梅 凯 王 坤

主 审 吴芝丽 张志仁 刘思富

参加编写 曹健舞 郭爱军 孙文全 肖学峰

王守中 方小军 高丽丽 景 辉

李志颖 孙高升

序

军事训练教材是部队开展军事训练和培养高素质科研试验与管理人才的重要基础。“十五”期间是我军加速武器装备现代化建设的关键时期,随着科学技术不断发展,新武器、新装备大量投入部队使用,急需编写相应的配套教材,来满足部队军事训练和人才培养的需求。为此,总装司令部印发了《总装部队军事训练教材建设“十五”计划》,并组织部分专家、学者编著了这套总装部队军事训练“十五”统编教材。

编著这套总装部队军事训练“十五”统编教材是国防科研试验事业继往开来的大事,也是体现国防科研试验技术水平的一个重要标志。它以新时期军事战略方针为统揽,以军委和总装首长关于加强军事训练工作的一系列重要指示为指导,以《军事训练与考核大纲》、《继续教育科目指南》为依据,坚持科学性、前瞻性和实用性相结合,不断满足军事训练和人才培养对教材的需求,为圆满完成武器装备科研试验和管理保障任务提供了有力的技术支持。

“十五”统编教材共计 69 部,内容涉及科研试验、陆军装备科研订购、通用装备保障和试验后勤等 4 个系列的 28 个系统。这套教材既总结升华了武器装备科研试验和管理保障经验,又反映了国内外最新动态和发展方向,是对国防科研试验工程技术系列教材建设的进一步延续和扩展,是一批高质量的精品教材。其使用对象主要是部队具有大专以上学历的科技人员和管理干部,也可供院校有关专业师生使用或参考。

期望这套教材能够有益于部队高素质人才的培养,有益于武器装备科研试验和管理保障任务的完成,有益于国防科技事业的进步。

总装备部军事训练教材

编辑工作委员会

二〇〇五年十二月

前 言

改革开放 20 多年来,中国的经济持续快速发展,同时中国的人口数量不断增加,工业、农业和生活用水量等大量增加,水资源的紧缺成为影响中国经济社会可持续发展的重要因素之一。因此,污水资源化对缓解我国的水资源供需矛盾,建设节约型社会具有重要意义。

本书是总装备部“十五”工程系列培训教材之一,由总装备部工程设计研究总院负责编写,环保中心具体完成。本书的主要内容包括:中国水资源和水体污染的基本情况、国内外中水处理技术的发展、建筑中水的用途、标准,原水的收集、处理,中水的输送、设计的基础资料、常用处理工艺、工程设计计算和技术经济评价等。

我国新的建筑中水标准和一些典型工艺的标准图已经发布,如何进行工程设计是衔接二者之间的桥梁,因此,本书的重点是中水处理的工艺选择和工程设计与计算。编写本书的目的主要是指导中水处理工程设计,为便于读者的理解和掌握,以代表性的中水处理工程实例进行解释和说明。

本书由总装备部工程设计研究总院环保中心张统研究员统一策划统稿,王坤工程师组织协调及合成,王守中、方小军等参与修改完善,高丽丽参与了经济分析部分的编写,李志颖、孙高升参与了第 5 章工程实例部分的编写,张志仁高工,刘思富高工和北京工业大学的吴芝丽教授负责主审。南京工业大学的梅凯教授、孙文全、肖学峰参与第 2 章和第 3 章第 2 节的编写;北京建筑工程学院的李颖副教授和郭爱军参与了第 1 章和第 3 章第 1、3、4 节的编写;总参工程兵设计研究院的曹健舞工程师参与了第 4 章的编写。

由于编者水平有限,而且中水处理技术发展很快,应以发展的观点学习使用本书,不妥之处以国家的标准规范为准。同时,在书中引用的内容如因疏忽造成误解,以原文为准。请读者多提宝贵意见!

编 者

2007 年 3 月

目 录

第1章 概论	1
1.1 水资源和水体污染	1
1.1.1 我国水资源概述	1
1.1.2 水体污染	5
1.1.3 城市水资源	11
1.2 建筑中水处理的目的是意义	17
1.2.1 建筑中水的含义	17
1.2.2 建筑中水处理的目的是	20
1.2.3 建筑中水处理的目的是	22
1.3 国内外建筑中水处理技术的发展	23
1.3.1 国外建筑中水处理技术的发展	23
1.3.2 国内建筑中水处理技术的发展	32
1.3.3 影响中水处理技术推广应用的主要问题 及对策	36
1.4 建筑中水处理的适用范围	37
1.4.1 建筑物中水	37
1.4.2 建筑小区中水处理	43
1.4.3 建筑中水原水的种类	50
1.4.4 建筑中水原水水量	57
1.4.5 建筑中水原水的选择原则	61
1.5 建筑中水系统	62
1.5.1 建筑中水系统的类型	62
1.5.2 建筑中水系统的组成	64
1.5.3 建筑中水的水量平衡设计	68

1.6 建筑中水的用途和水质指标	74
1.6.1 建筑中水的用途	74
1.6.2 建筑中水的指标体系	77
1.6.3 建筑中水的安全保障	86
1.6.4 建筑中水水质测定	93
第2章 建筑中水处理技术	127
2.1 以优质杂排水为原水的中水处理工艺	127
2.1.1 物理化学处理	128
2.1.2 预处理单元	128
2.1.3 物化处理工艺	138
2.1.4 生物处理技术	181
2.1.5 土地处理工艺及设计	217
2.1.6 深度处理工艺	231
2.2 建筑中水处理工艺的选择	264
2.2.1 选择的原则	264
2.2.2 各种工艺的比较	265
第3章 建筑中水处理工程设计	278
3.1 设计原则	278
3.2 建筑中水设计的前期工作	279
3.2.1 基础资料	279
3.2.2 建筑中水处理规模的确定	282
3.2.3 中水处理站的选址和用地规划	283
3.2.4 总平面图	285
3.3 初步设计	286
3.3.1 初步设计的深度	286
3.3.2 初步设计的基本内容	287
3.3.3 初步设计的质量要求	293
3.4 施工图设计	293
3.4.1 施工图设计内容及深度	293
3.4.2 中水处理系统设计	294
第4章 建筑中水的经济性分析	306

4.1	建筑中水的投资分析	306
4.1.1	编制工程投资概(预)算	306
4.1.2	按统计资料进行投资计算与分析	307
4.2	建筑中水的成本分析	312
4.2.1	已建中水运行成本分析	312
4.2.2	中水运行成本统计	314
4.2.3	中水成本的计算	314
4.3	建筑中水的经济规模	316
4.3.1	中水成本和规模的关系	316
4.3.2	中水经济规模	316
4.4	建筑中水的定价	316
4.4.1	国内外中水价格现状简介	316
4.4.2	中水价格的理论研究与分析	317
4.4.3	促进我国中水回用的价格措施	319
第5章	建筑中水工程实例	321
5.1	总装某军事学院营区污水处理回用及景观规划设计	321
5.1.1	项目概况	321
5.1.2	指导思想及总体规划	321
5.1.3	设计内容及实现目标	322
5.1.4	主要设计指标	322
5.1.5	工艺设计及特点	323
5.1.6	中水回用及资源化	325
5.1.7	工程总投资估算	328
5.1.8	综合效益分析	330
5.1.9	结论和建议	330
5.2	总参某指挥学院营区污水处理回用工程设计及应用	331
5.2.1	工程概况	331
5.2.2	设计依据	332
5.2.3	设计原则	332
5.2.4	工程设计规模和水质	332
5.2.5	工艺流程设计及特点	333

5.2.6	主要构筑物及设备工艺计算	336
5.2.7	工程投资估算	339
5.2.8	运行费用分析	343
5.3	空军某研究院中水处理工程	345
5.3.1	项目概况	345
5.3.2	设计依据	345
5.3.3	设计规模、水质及处理要求	346
5.3.4	污水处理工艺	346
5.4	空军某培训中心污水处理及中水回用工程	348
5.4.1	概况	348
5.4.2	工程设计原则	348
5.4.3	设计水量及水质	349
5.4.4	工艺流程设计	350
5.4.5	工程投资估算	353
5.4.6	平面及工艺布置	355
5.4.7	技术经济核算	355
5.4.8	结论	357
5.5	南京军区某团埋地式 SBR 工艺设计与应用	357
5.5.1	项目简介	357
5.5.2	工艺流程设计	357
5.5.3	主要处理单元说明	358
5.5.4	工艺特点	359
5.5.5	技术经济分析	359
5.5.6	项目实施效果	360
5.6	北戴河某培训中心污水处理及中水回用工程	361
5.6.1	概况	361
5.6.2	污水处理工艺流程	361
5.6.3	污水站的调试	367
5.6.4	污水站运行管理	368
参考文献		369

第 1 章 概 论

1.1 水资源和水体污染

水是生命之源,没有水就没有生命;水是不可替代的资源,而且随着社会的进步和发展,人们对水的依赖程度越来越高。水资源是有限的,人类生产生活对水资源的需求日益增加,同时由于人类对水资源的不合理开发利用和水污染,更加剧了水资源的短缺,成为影响人类生产生活正常发展的主要制约因素之一。

联合国开发署在公布的《2002 年中国人类发展报告:绿色发展,必选之路》中指出:“中国目前有将近 7 亿人得不到安全的饮用水,日益增加的对水的需求正使水资源承受巨大的压力,环境污染已经严重到可能阻碍甚至逆转国家在经济建设中取得的骄人成就的地步,但如果现在采取行动,做出绿色的选择,即采取积极的措施推行可持续发展的战略,对空气、土地、水和生物多样性的破坏是可以制止的,甚至是可以转变的。通过正确的选择和行动,中国有可能不经过许多西方国家曾经过的痛苦阶段,直接跳跃至环境保护与经济协调发展的协调。这不仅将有利于中国人民,也将对世界带来好处”。

1.1.1 我国水资源概述

1.1.1.1 水资源及特点

广义的水资源,指地球上水的综合。水以固态、液态和气态的形式存在于地球表面和地球岩石圈、大气圈、生物圈之中。地球水的总储量约 13900 亿 m^3 ,其中,海洋水占 96.5%,淡水储量仅为 350 亿 m^3 ,占总储量的 2.53%。淡水储量中绝大部分为冰盖、冰川和深层地下水,与人类关

系密切的河川存储水量仅约 212 万 m^3 , 为淡水储量的 0.006%, 比例相当小。

水具有三态转化的独特性质, 在太阳能驱使和日地运行规律的支配下, 地球上的水无时不处于变化运动之中, 存在着复杂的、大体上以年为周期的水循环。水循环中最活跃的要素为: 大气降水、蒸(散)发、入渗和河川径流等, 它们的年动态水量比静态储量大多得多。例如: 全球年降水量约为大气水储量的 46 倍, 即大气水的更新恢复周期约为 8 日; 全球年河川径流量约为河川存储水量的 23 倍, 即河川存储水量的更新恢复周期约为 16 日。水循环中相对不活跃的要素为: 海洋水、冰盖和深层地下水等, 年动态水量只占其巨大静态储量的极小部分, 其更新恢复周期长达 1400 年以上, 也就是说, 这部分水一经动用或污染, 即难以恢复。因此, 从人类可利用的水资源看, 水资源应该是指可恢复和更新的动态淡水量, 这就引出狭义的水资源涵义。

狭义的水资源是指人类可以利用的、逐年可以得到恢复和更新的淡水量, 水资源可通过水循环得到恢复和更新, 是再生性资源, 大气降水是它的补给来源。水资源是人类生存和发展不可替代的自然资源, 是环境的基本要素。

水资源是在水循环背景上、随时空变化的动态自然资源, 与其他自然资源不同, 它有以下特点。

1. 可恢复性与有限性

地球上存在着复杂的、周期性的水循环, 当年水资源的耗用或流逝, 又可为来年的大气降水所补给, 形成了资源消耗和补给间的循环性, 使得水资源不同于矿产资源, 具有可恢复性, 是一种再生性自然资源。就特定区域一定时段(年)而言, 年降水量有或大或小的变化, 但总是个有限值, 这就决定了区域年水资源量的有限性。水资源的超量开发消耗, 或动用区域地表、地下水的静态储量, 必然造成超量部分难于恢复, 甚至不可恢复, 从而破坏自然生态环境的平衡。

2. 时空变化的不均匀性

水资源时间变化的不均匀性, 表现为水资源量年际、年内变化幅度很大。水资源空间变化的不均匀性, 表现为水资源量和地表蒸(散)发量的

区域性变化而形成的分布不均匀。水资源时空变化的不均匀性,使得水资源利用要采取各种工程的和非工程的措施,或跨地区调水,或调节水量的时程分配,或抬高天然水位,或制订调度方案以满足人类生活、生产的需求。

3. 水资源开发利用的两面性和多功能特点

水资源随时间变化不均匀,汛期水量过度集中造成洪涝灾害,枯期水量枯竭造成旱灾。因此,水资源的开发利用不仅在于增加供水量,满足需水要求,而且还有个治理洪涝、旱灾问题,即兴水利和除水害两个方面。

水可用于灌溉、发电、供水、航运、养殖、旅游、美化环境等各个方面,水的广泛用途决定了水资源开发利用的多功能特点。按照水资源的功能,有时可将水资源分别称为:灌溉资源、水能(力)资源、水运资源、水产养殖资源、旅游资源等。

1.1.1.2 我国水资源的特点

中国是个水资源短缺的国家,目前水资源虽居世界第四位,但由于人口众多,耕地面积小,人均水量为 2200m^3 ,为世界人均水量的 $1/4$,每亩地平均水量 21260m^3 ,为世界亩均水量的 $1/2$,都低于世界平均水平,属于贫水国家。到 21 世纪中叶,我国的人均水量还将下降到 1700m^3 左右,水资源短缺问题将更加突出。同时,我国幅员辽阔,各地气候差异较大,水资源的地区分布差异也很大。

相对而言,我国的水资源表现出以下特点。

1. 水资源总量不少,但人均、亩均占有水平很低

我国河川径流量(地表水资源量)居世界第六位,列在马来西亚、前苏联、加拿大、美国、印尼之后。平均年径流深 284mm ,低于全球平均年径流深 314mm 。人均占有河川径流量仅为世界人均占有量的 $1/4$;耕地亩均占有河川径流量仅为世界亩均占有量的 $3/4$ 。

2. 水资源地区分布很不均匀

水资源与土地资源的配置不相适应。我国水资源南多北少,相差悬殊。南方长江、珠江、浙闽台诸河、西南诸河等四个流域片,平均年径流深均超过 500mm 。其中浙闽台诸河超过 1000mm ,淮河流域平均年径流深

225mm,黄河、海河、辽河、黑龙江四个流域片平均年径流深仅有 100mm,内陆诸河平均年径流深更小,仅 32mm。从水资源总量产水模数看,南方四个流域片平均为 $65.4 \text{ 万 m}^3/(\text{a} \cdot \text{km}^2)$,北方六个流域片平均为 $8.8 \text{ 万 m}^3/(\text{a} \cdot \text{km}^2)$,南北方相差 7.4 倍。全国以浙闽台诸河流域片平均年产水模数 $108.1 \text{ 万 m}^3/(\text{a} \cdot \text{km}^2)$ 为最大,内陆河流域片平均年产水模数 $3.6 \text{ 万 m}^3/(\text{a} \cdot \text{km}^2)$ 为最小,前者为后者的 30 倍。

我国水资源的地区分布与人口、土地资源的配置很不适应。南方四个流域片,耕地占全国的 36%,人口占全国的 54.4%,拥有的水资源量却占到全国的 81%,特别是西南诸河流域片,耕地只占全国的 1.8%,人口只有全国的 1.5%,而流域片水资源量占全国的 20.8%,人均占有水资源量为全国平均占有量的 15 倍。辽河、海河、黄河、淮河四个流域,耕地为全国的 45.2%,人口为全国的 38.4%,而水资源量仅占全国的 9.6%。

3. 水资源年际、年内变化大,水旱灾害频繁

我国南方地区最大年降水量与最小降水量的比值达 2 倍~4 倍,北方地区达 3 倍~6 倍;最大年径流量与最小年径流量的比值,南方为 2 倍~4 倍,北方为 3 倍~8 倍。南方汛期水量可占年水量的 60%~70%,北方汛期水量可占年水量的 80% 以上。大部分水资源量集中,汛期以洪水的形式出现,资源利用困难,且易造成洪涝灾害。南方伏秋干旱,北方冬春干旱,降水量少,河道流量枯竭(北方有的河流断流),造成旱灾,如遇持续的干旱年,地下水位大幅度下降,有的地区不仅农作物失收、工业限产,而且人畜饮水都成问题,旱灾更为严重。

总的来说,我国的水资源严重短缺。由于人口的增加,经济的发展,我国工农业生产和城市生活的现状对水资源的需求逐年大幅度增长。1949 年—1993 年,我国的总用水量以每 10 年增加 $1000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的规模递增。据预测,2010 年,全国总供水量为 $(6200 \sim 6500) \times 10^8 \text{ m}^3$,相应的总需水量将达 $7300 \times 10^8 \text{ m}^3$,供需缺口近 $1000 \times 10^8 \text{ m}^3$;2030 年全国总需水量将达 $10000 \times 10^8 \text{ m}^3$,缺水 $(4000 \sim 4500) \times 10^8 \text{ m}^3$;2050 年全国将缺水 $(6000 \sim 7000) \times 10^8 \text{ m}^3$ 。进入 21 世纪,我国水资源供需矛盾在进一步加剧。