



高等教育“十一五”规划教材
高职高专环保类专业教材系列

环境工程给排水技术

王怀宇 主 编

 科学出版社
www.sciencep.com

高等教育“十一五”规划教材

高职高专环保类专业教材系列

环境工程给排水技术

王怀宇 主编

张 辉 李宏罡 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书系统介绍了环境工程给排水技术, 主要包括: 给水系统组成、输水和配水管道工程设计与计算、环境工程取水工程设计与计算、给水处理技术、水的冷却和循环冷却水质处理技术、排水管道布置与计算、排水管网附件和构筑物、工业废水的特种处理和污水处理厂的规划与设计等。

本书可作为高职高专环保类及相关专业的教材, 也可以作为环保科技人员、管理干部、环保职工培训教材和参考书。

图书在版编目(CIP)数据

环境工程给排水技术/王怀宇主编. —北京: 科学出版社, 2010
(高等教育“十一五”规划教材·高职高专环保类专业教材系列)
ISBN 978-7-03-027794-7

I. ①环… II. ①王… III. ①环境工程-给水工程-高等学校: 技术学校-教材②环境工程-排水工程-高等学校: 技术学校-教材 IV. ①TU991
②X5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 099859 号

责任编辑: 张 斌/责任校对: 耿 耘
责任印制: 吕春珉/封面设计: 东方人华平面设计部

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京鑫丰华彩印有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 7 月第 一 版	开本: 787×1092 1/16
2010 年 7 月第一次印刷	印张: 19 1/2
印数: 1—3000	字数: 462 000

定价: 31.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换 (鑫丰华))

销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135235 (VZ04)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

高职高专环保类专业教材系列 专家委员会

顾 问 邓泽民

主 任 胥树凡

副主任 李倦生 耿世刚

委 员 (按姓氏笔画为序)

关荐伊 张宝军 相会强 郭 正 高红武 薛巧英

高职高专环保类专业教材系列 编写委员会

主 任 孙 蕾

副主任 姚运先 谷群广

委 员 (按姓氏笔画为序)

马占青	王先华	王怀宇	王 虎	王春梅	冯雨峰
司文会	刘妙丽	刘颖辉	安红莹	朱庚申	何红娟
沈力匀	沈 华	吴国旭	吴 烨	张宝安	张惠燕
李 庄	李克国	杨广华	杨保华	邹序安	邹润莉
陈建华	陈剑虹	陈战军	陈喜红	周凤霞	林筱华
金 文	胡娜妮	凌昌都	袁秋生	袁德奎	郭淑华
税永红	熊素玉	黎良财	黎春秀		

秘 书 张 斌 唐小艳

序

环境保护是我国的一项基本国策，而环境保护教育又是环保工作的重要基础。因此必须加强环境学科相关知识在实践中的应用，提高我国环保类专业学生的环境科研、监管能力，注重学生实践操作能力的培养，努力提高环保专业课程体系的整体性、系统性、实用性。

环境管理作为人类自身行为管理的一种活动，是在 20 世纪 60 年代末开始随着全球环境问题的日益严重而逐步形成、发展的，它揭示了人类社会活动与人类生存环境的对立统一关系。在人类社会，环境—社会—经济组成了一个复杂的系统，作为这个系统核心的人类为了生存发展，需要不断地开发利用各种自然资源和环境资源，而无序无节制的开发利用，导致地球资源急剧消耗，环境失调，从而影响人类的生存和发展。为遏制这种趋势及其蔓延，人类开始研究并采取措施推动资源的合理开发利用，推进环境保护及其自我修复能力的提高，努力实现人类的可持续发展。环境—社会—经济系统能否实现良性循环，关键在于人类约束以及影响这一系统的方法和手段是否有效，这种方法和手段就是环境管理。

环境管理随着人类环保实践活动的推进而不断演变。相当长的时期内，人们直接感受到的环境问题主要是局部地区的环境污染。人类沿袭工业文明的思维定式，把环境问题作为一个单纯的技术问题，其环境管理实质上只是污染治理，主要的管理原则是“污染者治理”和末端治理模式。随着末端治理走到环境污染治理的尽头，加之生态破坏、资源枯竭其他环境问题的进一步凸现，人们开始从经济学的角度去探寻环境问题的根源与对策，通过“环境经济一体化”使“环境成本内部化”，将环境管理原则变为“污染者负担，利用者补偿”，从而推进了源头削减、预防为主和全过程控制的管理模式的形成。人们在科学发展、保护环境的长期追求与探索中，逐步认识到环境问题是人类社会在传统自然观和发展观支配下导致的必然结果，其管理和技术手段都是“治标不治本”的，只有在改变传统的发展观基础上产生的财富观、消费观、价值观和道德观，才能从根本上解决环境问题。因而环境管理不是单纯的技术问题，也不是单纯的经济问题和社会问题，而是人与自然和谐、经济发展与环境保护相协调的全方位综合管理。

加强课题研究，通过课程设计和构建，着力解决高等职业教育环保类专

业人才培养和社会需求,以就业为导向,坚持改革创新,努力提高学生的职业能力,使学生将课堂与工作现场直接对接,进一步理解目前的学习如何为将来的职业服务,从而提高学生学习的积极性、针对性,提高教学质量,这是我国环保职业教育必须坚持的方向。

非常高兴的是,2009年4月,由长沙环境保护职业技术学院牵头,集合全国与环境保护相关的本科及职业院校、企业、科研机构等近百家单位共同组建的环境保护职业教育集团正式成立,这是我国目前环保职教领域阵容最大的产学研联合体。该集团的成立,在打造环保职业教育品牌和提升环保职业教育综合实力上,将产生深远影响。

本套教材的作者都是长期从事环保高职教育的一线教师,具有丰富的教学经验,在相关领域又有比较丰富的环保实践经验,在承担相关环保科研与技术服务中,将潜心研究的科研成果与最新技术、方法、政策、标准等体现于职业教育的教材之中,使本套教材具有鲜明的职业性、实践性,对环保职业教育具有较好的指导与示范作用。

衷心希望这套教材的出版发行,能为我国环保教育事业的发展发挥积极的推动作用。

祝光耀

2010年3月10日

前 言

为了遏制水环境的严重污染，国家加大了对环境污染治理的力度，加强了对企业污水排放的管理，兴建了很多城市污水处理厂，使得社会对污水处理人才产生了大量需求。

本书是高等院校环境监测与治理技术专业的一门主干专业课程，是从事环境保护工作必须掌握的基本技术之一，根据教育部高等学校高职高专环保与气象专业教学指导委员会制定的环境保护类专业的教学基本要求编写而成，融系统性、科学性、完整性、实用性于一体。

本书主要讲述了给水工程的取水设施、输配水管道与处理方法、排水工程的排水管道管网的计算、附属设施结构与污水的处理方法等。在讲解必备基础知识的基础上，注重对操作技能的传授与训练，注重培养学生的分析问题和解决问题的综合能力。

本书作为高等教育（高职高专环保类）“十一五”规划教材，是国家社会科学基金“十一五”规划（教育学科）一般课题“以就业为导向的职业教育教学理论与实践研究”（批准号：BJA060049）的子课题“以就业为导向的高等职业教育环保类专业教学整体解决方案研究”（编号 BJA060049-ZKT028）的研究成果之一。本书适应我国高等职业教育的特点，体现规范、必需的原则，具有先进性和较好的教学适用性，突出高等职业教育特色，理论与技能培训相结合，突出实用性，注重对学生整体设计能力的培养，并辅以大量习题。

本书由邢台职业技术学院王怀宇任主编，邢台职业技术学院张辉、黑龙江生物科技职业学院李宏罡任副主编。编写分工如下：王怀宇编写第一章、第七章，张辉编写第二章，李宏罡编写第五章、第八章、第九章，周广阔（杨凌职业技术学院）编写第三章、第四章，陈勇（河南工程学院）编写第六章。王怀宇负责全书的统稿工作。

由于作者水平所限，书中难免存在错误和不妥之处，欢迎读者批评指正。

目 录

第一章 给水工程概论	1
第一节 给水系统概论	2
第二节 设计用水量	4
第三节 给水系统的工作情况	5
第二章 输水和配水管道工程	8
第一节 管网和输水管布设	9
第二节 管段流量、管径和水头损失	13
第三节 管网的计算	26
第四节 给水管网附件和构筑物	46
第五节 给水管网的技术管理	61
第三章 环境工程取水工程	70
第一节 取水工程概论	70
第二节 地下取水构筑物	75
第三节 地表取水构筑物	90
第四章 给水处理	120
第一节 给水工程概论	120
第二节 混凝处理	125
第三节 沉淀和澄清	129
第四节 过滤	139
第五节 消毒	148
第六节 水的软化	153
第五章 水的冷却和循环冷却水质处理	158
第一节 水的冷却基本知识	158
第二节 循环冷却水水质处理	163
第三节 循环水防水结垢的处理	170
第四节 循环冷却水的综合利用	174
第六章 排水管道工程	179
第一节 排水系统概论	179
第二节 污水管道系统设计	188
第三节 雨水管道的设计计算	210
第四节 合流制管渠系统设计	227
第七章 排水管网附件和构筑物	235
第一节 排水管渠的材料、接口及基础	236

第二节 排水管渠系统上的构筑物	246
第三节 排水管渠系统的管理和养护	257
第八章 工业废水的特种处理	263
第一节 物理处理法	263
第二节 化学及物理化学处理法	265
第九章 污水处理厂的规划与设计	284
第一节 水污染的综合防治	284
第二节 污水处理厂的设计基础资料与设计文件	287
第三节 厂址选择	288
第四节 处理的工艺流程选择	289
第五节 处理厂平面及高程布置	290
第六节 污水处理厂的配水、计量与水质监测	292
第七节 验收、运行管理、水质监测与自动控制	294
主要参考文献	299

第一章 给水工程概论



岗位目标

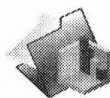
- (1) 了解给水系统的组成和用户给水的要求。
- (2) 熟悉泵用水标准和用水量的变化,能够对用水量进行计算。
- (3) 熟悉泵站的节能运行方法。
- (4) 掌握给水系统流量、水压工作情况。



必备知识

- (1) 城镇或居住区最高日生活用水量 (m^3/d) $Q_1 = q \times N$ 。
- (2) 当管网同时供应工业企业用水时,该城镇最高日设计用水量 (m^3/d) 为
$$Q_d = (1.1 \sim 1.2)(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$$
- (3) 取水构筑物最高日的平均时流量 (m^3/h) 为

$$Q_1 = \frac{\alpha Q_d}{T}$$



选修知识

- (1) 城市用水包括生活用水、生产用水和消防用水。
- (2) 给水系统的组成包括取水构筑物、水厂、泵站、输水管管网和调节构筑物。
- (3) 影响给水系统布置因素:城市规划、水源和地形条件。



课前思考题

- (1) 城市供水系统的结构图应该是什么样的?
- (2) 城市用水量应怎样计算?
- (3) 城市供水量应满足哪些要求?
- (4) 城市给水压力应如何计算?

第一节 给水系统概论

给水工程在人类生产生活中占有重要地位，在现代社会必不可少。给水系统是保证城市和工农业用水的各项构筑物的组合体，按使用目的可分为生产、生活、消防给水系统；按服务对象可分为城市、城镇、工业给水系统；按水重复利用可分为直流、循环、循序系统；按水源种类分为地表和地下水源给水系统；按供水方式分为重力、压力和混合供水系统。

一、用户对给水的要求

（一）生活用水

生活用水指工业、企业、学校、机关、餐厅、浴室和家庭饮用、洗涤、烹调、卫生等用水及工业企业内职工生活和淋浴用水。其用量与气温、习惯、房屋卫生设备条件、水压、水费有关。我国居民生活用水量按《室外给水设计规范（GB50013—2006）》规定选取，生活饮用水水质按《生活饮用水卫生标准（GB5749—2006）》执行。为确保用户供水力，自地面算起最小水压为：一层楼 10m，二层楼 12m。之后，每升高一层压力增加 4m。

（二）生产用水

生产用水指工业企业生产过程中使用的水，如冷却用水、锅炉给水、产品洗涤、纺织染整用水等，其水质、水量、水压应根据生产需要而定。例如，火力发电、钢铁工业、造纸等行业用水量很大，而制衣业用水极少。生产用水水质与工艺、产品种类有关：酿造、食品加工应达到食品工业用水标准，半导体元件制造应用超纯水，冷却用水要求则较低等，由此可见生产用水的复杂性。生产用水水压与工艺有关，高炉要求近百米压头，而冲洗水则可小到数米水压。

（三）消防用水

消防用水是火警下使用的，往往源自给水管网上的消火栓，对水质无特殊要求，其水量与城市规模、建筑性质、耐火等级有关，消防时要求管网水压大于 10m。

二、给水系统的组成和布置

1. 给水系统的组成

给水系统通常由下列部分组成：

- （1）取水构筑物：自水源取水并输往水处理厂。
- （2）水厂：内设水处理构筑物，使原水达用户水质要求。
- （3）泵站：用于将所需水量提升到预定高度，分为一级泵站、二级泵站和加压

泵站。

(4) 输水管和管网：将原水输到水厂、清水送到给水区和用水地点和管道。

(5) 调节构筑物：如水塔、高位水池、清水池等，可起到调节水量或水压作用。

给水系统示意图如图 1.1 所示。

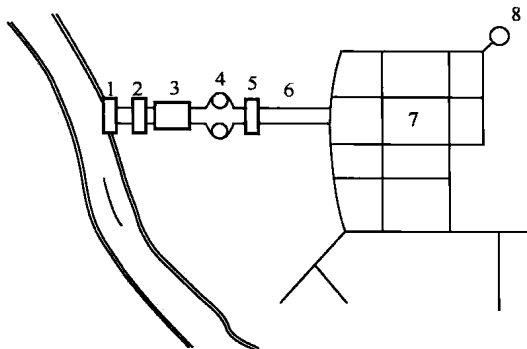


图 1.1 给水系统示意

1. 取水构筑物；2. 一级泵站；3. 水处理构筑物；4. 清水池；5. 二级泵站；
6. 输水管；7. 管网；8. 水塔

图 1.1 为地表水为水源的给水系统。取水构筑物 1 自江河中取水，经泵站 2 加压送水厂 3 去处理，达标水进入清水池 4 贮存，水泵站 5 将水经输水管 6 送往管网 7 分配给用户。水塔 8 用于调节水量和保持管网水压。

2. 给水系统的布置

对于地下水源的给水系统，常就近取水，若水质好，往往只进行消毒便可输给用户。

对于城镇中，工业用水大时，可以与生活供水系统合或分建，视经济状况和费用而决定。有时，因对水压要求差异大而建高低压供水系统。如何合理选取给水系统，应由技术经济比较确定。影响给水系统的布置因素有：

(1) 城市规划影响：人口数、供水标准、水质、水压、工厂用户都来自城市规划。还要注意与其他行业的协调、配合，如灌溉、航运等均要以规划为准而确定给水系统形式和布局。

(2) 水源的影响：水源种类、水源远近、水质条件等影响其取水形式和处理工艺。例如，西安有“八水绕长安”，又有地下水，还有黑河引水 70km，故其成为多水源供水之典型城市。

(3) 地形条件影响：平坦地形小城镇宜建统一给水系统，地形高低起伏大宜建高低压分区供水系统。

三、工业给水系统

通常城镇给水系统的组成和布置原则适用工业企业。但当工业企业对水质要求不高或城镇难满足其对供水要求时，也可根据其要求，自建工业给水系统。在工业生产用水

中冷却水量大,其利用可分为直流、循环、循序三种给水系统。

(1) 直流系统指取水经处理达标使用后直接排入水体的系统。

(2) 循环系统指用过的水经适当处理后再回用系统,其使用中损耗的水需加以补充。

(3) 循序系统指工厂或车间顺序利用水系统。

第二节 设计用水量

一、用水标准

1. 生活用水量标准

生活水量是指城镇每人每日生活用水量,在工业企业指每一职工每班生活和淋浴用水量。居住区生活用水量标准依据《室外给水设计规范(GBJ14—1987)》,结合现状和考虑近期和远期发展而确定,不包括洒扫、绿化、公共建筑用水量。

(1) 洒扫道路用水为 $1\sim 1.5\text{L}/(\text{d}\cdot\text{m}^2)$,大面积绿化用水为 $1.5\sim 2.0\text{L}/(\text{d}\cdot\text{m}^2)$ 。

(2) 公共建筑内生活用水量按《室内给水排水和热水供应设计规范(TJ15—1986)》规定选取。

(3) 工业企业职工生活水量和淋浴用水量可按《工业企业设计卫生标准(GB21—2010)》选取,一般车间每人每班 25L,高温车间每人每班 35L。淋浴用水时间为班后 1h。

2. 生产用水量标准

生产用水量可按单位产品计算用水量,如纺织印染工业每 100m 布用水量为 2.5m^3 等。也可按单位台设备来计算用水量,例如每辆货车冲洗用水 5.0m^3 等。

3. 消防用水量标准

消防用水可按同时发生火灾次数和一次灭火用水量来确定。

二、用水量变化

生活用水并非时时均匀,而是随习惯、气候而变化。一年之内,用水冬少夏多;一日之内,晨起和晚餐前后用水多而深夜少。冷却用水冬少夏多,生产用水却变化不大。用水量标准只是一个平均值,而设计用的设计流量却指在规划的年限内最高日用水量中最高一小时的用水量。通常,将用水最多一日的用水量称为最高日用水量,与日平均水量的比值称日变化系数,其值约为 $1.1\sim 2.0$ 之间。最高日内最高一小时用水量与平均时用水量的比值称时变化系数,其值和居民数、房屋设备类型、职工上班状况有关,一般为 $1.3\sim 2.5$ 之间,大城市时变化系数值小,城郊、农村时变化系数可达 $3\sim 4$ 。

三、用水量计算

城镇或居住区最高日生活用水量为 $Q_1(\text{m}^3/\text{d})$ 。

$$Q_1 = q \times N \quad (1.1)$$

式中: q ——最高日生活用水标准 [$\text{m}^3/(\text{d} \cdot \text{人})$], 见我国《室外给水设计规范》;

N ——设计或规划年限内的人口数。

最高日生活用水量标准与房屋卫生设备有关, 因此, 同一城内各区若卫生设备不同, 则其最高日生活用水量标准也不同, 应将各区别别计算而相加, 得到该城最高日用水量:

$$Q_1 = \sum q_i \times N_i \quad (1.2)$$

式中: q_i 和 N_i 分别表示各区的最高日生活用水量标准和计划人口数。

当管网同时供应工业企业用水时, 应包括职工生活与淋浴用水量之和 Q_2 , 以及生产用水量 Q_3 。对城市公共建筑、洒扫绿化用水量 Q_4 也须计入最高日用水量之中。考虑到管网漏失和未预见水量约占上述水量之和的 10%~20%, 故该城镇最高日设计用水量为

$$Q_d = (1.1 \sim 1.2)(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4)$$

从最高日设计用水量 Q_d 可得最高时设计用量, 并将单位化为 L/s , 则得:

$$Q_h = \frac{1000 \times K_h Q_d}{24 \times 3600} = \frac{K_h Q_d}{86.4} \quad (1.3)$$

式中: K_h ——时变化系数;

Q_d ——最高日设计用水量 (m^3/d)。

第三节 给水系统的工作情况

一、给水系统的流量关系

为解决给水系统各组成部分间的流量关系, 应根据各部分具体情况而确定其流量。对于一级泵站, 其在每天工作 T 小时下, 则泵站送水应考虑增加水厂自身消耗的水量 (用系数 α 表示)。 α 与净水方法、构筑物类型、原水水质等有关, 一般选 1.05~1.10 之间, 故取水构筑物、一级泵站、水厂均按最高日的平均时流量计算, 即:

$$Q_1 = \frac{\alpha Q_d}{T} \quad (1.4)$$

在取用地下水时, 因无须处理, 一级泵站可直接将水送入管网或地面水池, 故此时一级泵站计算流量 $Q_1 = Q_d/T$ 而无需 α 修正。

二级泵站是自清水池抽水经输水和管网送给用户水, 其计算流量与管网中有否高位水池或水塔有关, 因为它们在最大用水时将向管网供给贮存的水量。另外, 为使供水和需水量相吻合, 往往用二级泵站水泵的开动台数进行调节。

二、给水系统与水压关系

1. 一级泵站扬程

一级泵站扬程以满足达到处理构筑物最高水位为准。泵站扬程为吸水管、压水管水

头损失与泵吸水井最低水位与处理构筑物最高水位的高程差三者之和。

2. 供管网前无水塔的管网用水之二级泵站

扬程除要满足自清水池最低水位到管网控制点高差要求外,尚需克服输水管和管网两项水头损失及泵吸水管水头损失,再留下自由水头。

3. 供管网前有水塔的管网之二级泵站

扬程要满足自清水池最低水位到水塔最高水位高差,尚需满足克服吸水管和输水管的水头损失。而水塔的水柜标高能满足在最高用水量时控制点有足够自由水头的条件。

4. 消防时的管网水压

消防时管网压力有高压和低压两种。高压网消防时除能保证消防流量外,还能保证所需的水压,即自消火栓接上水龙带便可进行灭火。低压网则只能保证消防时所需水量,压力由消防车自行加压。

消防情况发生时会对管网压力有较大影响,故在设计时均按最高日最高时水量计算,并核算此时消防中管网水压和最大转输时管网中水压,在管网事故时只通过 70% 设计流量时核算水压,以确保届时水的供应。



小结

本章主要讲述了给水系统的组成、给水系统的布置、用户对水质的要求、不同行业的用水标准、城镇用水量的变化情况、供水系统供水量的计算及给水系统与流量和压力的关系等问题,重点内容为如何计算供水量。



复习题

1. 名词解释

给水系统 生活用水 消防用水 生产用水 直流系统 循环系统 循序系统

2. 填空题

- (1) 给水工程按供水方式分为重力供水系统、_____供水系统和_____供水系统。
- (2) 消防时管网压力有高压和_____两种。
- (3) 给水系统的组成包括:取水构筑物、_____,_____,输水管和管网和调节构筑物。
- (4) 影响给水系统布置因素有:城市规划、_____和_____。

3. 选择题

- (1) 给水工程按使用目的可分为生产、生活、() 给水系统。
A. 生产; B. 生活; C. 消防; D. 管道。

(2) 泵站送水应考虑增加水厂自身消耗的水量采用变化系数 α 表示, α 一般选 () 之间。

A. 1.05~1.10; B. 1.10~1.15; C. 1.15~1.20; D. 1.05~1.15。

(3) 最高日用水量与日平均水量的比值称日变化系数, 其值约为 () 之间。

A. 0.8~1.3; B. 1.1~2.0; C. 1.5~2.2; D. 1.8~2.5。

第二章 输水和配水管道工程



岗位目标

- (1) 了解管网和输水管的定线布设。
- (2) 了解给水管网各种附件和附属构筑物的结构特点。
- (3) 熟悉给水管网运行方面的技术管理及维护方法。
- (4) 掌握管段流量、管径和水头损失等各相关参数的计算方法。
- (5) 掌握给水系统中树状管网和环状管网的计算方法及步骤。



必备知识

- (1) 长度比流量: $q_s = \frac{Q - \sum Q_i}{\sum L}$; 面积比流量: $q_A = \frac{Q - \sum Q_i}{\sum A}$ 。
- (2) 管网任一节点的节点流量: $q_i = 0.5q_s \sum L_i$ 或 $q_i = 0.5q_A \sum A_i$ 。
- (3) 连续性方程: $q_i + \sum q_{ij} = 0$; 能量方程: $\sum h_{ij} = 0$ 。



选修知识

- (1) 管网图形、管网布置形式及管网和输水管的定线方法。
- (2) 管径的确定及水头损失的经验计算方法。
- (3) 管网校核的定义、内容及管网计算结果的整理。
- (4) 给水管网相关附件和各类附属构筑物。
- (5) 给水管网的技术资料及管网管理维护。



课前思考题

- (1) 一个复杂的给水管网在计算时如何进行简化?
- (2) 枝状管网与环状管网在结构和供水方面有何区别?
- (3) 管网在其设计计算过程中主要通过几步完成?
- (4) 给水管网中常用的附件及附属构筑物有哪些?