



普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高等学校给水排水工程专业指导委员会规划推荐教材

# 给水排水管网系统

(第二版)

严煦世 刘遂庆 主编  
龙腾锐 主审

中国建筑工业出版社

CHINA ARCHITECTURE & BUILDING PRESS

责任编辑：王美玲 刘爱灵

封面设计：王 萱



经销单位：各地新华书店、建筑书店

网络销售：本社网址 <http://www.cabp.com.cn>

网上书店 <http://www.china-building.com.cn>

博库书城 <http://www.bookuu.com>

图书销售分类：高校教材(V)

ISBN 978-7-112-10070-5



9 787112 100705 >

(16873) 定价：34.00 元

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高等学校给水排水工程专业指导委员会规划推荐教材

# 给水排水管网系统

(第二版)

严煦世 刘遂庆 主编  
龙腾锐 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

给水排水管网系统/严煦世, 刘遂庆主编. —2 版.  
北京: 中国建筑工业出版社, 2008  
普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高等学校  
给水排水工程专业指导委员会规划推荐教材  
ISBN 978-7-112-10070-5

I. 给… II. ①严…②刘… III. ①给水管道-  
管网-高等学校-教材②排水管道-管网-高等学校-教材  
IV. TU991.33 TU992.23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 061595 号

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
高等学校给水排水工程专业指导委员会规划推荐教材

给水排水管网系统

(第二版)

严煦世 刘遂庆 主编

龙腾锐 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

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京云浩印刷有限责任公司印刷

\*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 21¼ 字数: 530 千字

2008 年 8 月第二版 2008 年 8 月第十一次印刷

印数: 29501—32500 册 定价: 34.00 元

ISBN 978-7-112-10070-5

(16873)

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)



本书第一版是普通高等教育“十五”国家级规划教材，再版后又被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书在上一版的基础上，进一步加强给水管网和排水管网的统一关系，修改了较多章节内容，体现了给水排水管网理论和工程技术的现代化发展，增加了排水管网优化设计的基础理论和方法，并在附录增加了比较实用的计算机程序，提高管网系统教学和学生工程实践的计算机水平，使之更适应教学改革的要求。本书适合给水排水工程、环境工程及相关专业的学生使用，也可作为工程技术人员的参考书。

责任编辑：王美玲 刘爱灵

责任设计：董建平

责任校对：王 爽 陈晶晶

主 编

2008年6月第1版

## 第二版前言

《给水排水管网系统》教材出版以来，在全国高校给水排水工程专业得到了广泛的应用。2007年8月在同济大学召开了全国高校给水排水管网系统课程教学研讨会，交流教学经验，并对教材的修订再版提出了宝贵的意见，也成为本次修订工作的重要基础。编写组在此表达诚挚的感谢。

本次修订的主要目的是进一步加强给水管网和排水管网的统一关系，改进教材内容的表达方式，体现给水排水管网理论和工程技术的现代化发展，修改了较多的章节内容，增加了排水管网优化设计的基础理论和方法，并以附录形式编入了比较实用的计算机程序，以期提高管网系统教学和工程实践的计算机水平。

本次再版由严煦世教授、刘遂庆教授主编，其中，第1、2章由严煦世和刘遂庆合写，第3、4章由刘遂庆、方永忠、信昆仑合写，第5、6、7章由刘遂庆和方永忠合写，第8章由刘遂庆和信昆仑合写，第9、10章由刘遂庆和李树平合写，第11、12章由刘遂庆和严煦世合写。全书由刘遂庆教授统稿和定稿，由龙腾锐教授主审。

恳请使用本教材的高校师生和专业工作者提出新的改进意见。

编者

2008年3月于同济大学

## 第一版前言

水是人类生活、工农业生产和社会经济发展的重要资源，科学用水和排水是人类社会发展史上最重要的社会活动和生产活动内容之一。特别是在近代历史中，随着人类居住和生产的城市化进程，给水排水工程已经发展成为城市建设和工业生产的重要基础设施，成为人类生命健康安全和工农业科技与生产发展的基础保障，同时，也发展成为高等专业教育和人才培养的重要专业领域。

给水排水工程分为给水工程和排水工程两个组成部分。给水工程的任务是向城镇居民、工矿企业、机关、学校、公共服务部门及各类保障城市发展和安全的用水个人和单位供应充足的水量和安全的水质，包括居民家庭生活和卫生用水、工矿企业生产和生活用水、冷却用水、机关和学校生活用水、城市道路喷洒用水、绿化浇灌用水、消防以及水体环境景观用水等等。给水工程必须满足各类用户或单位部门对水量、水质和水压的需求。水在经过使用以后，受到了不同程度和不同物质的污染，必须及时进行收集，输送到污水处理厂进行处理，符合规定的废水排放水质标准，才能排放到指定的接纳水体或排放地点，达到控制和防止污染的目的，形成良好的水体环境保护和自然循环，保持水资源和水环境的优良状态，使资源、环境与人类社会协调发展。排水工程的任务是完成废水收集、输送、处理和排放。给水排水工程是城镇和工矿企业建设的重要组成部分，建设投资巨大。据国内外统计资料表明，城市人均综合需水量（包括生活、工业企业、城市公共用水）为  $0.5 \sim 0.6 \text{ m}^3 / (\text{cap} \cdot \text{d})$  左右，在我国当前价格水平条件下，给水排水工程建设的单位水量综合投资费用（包括取水、给水和废水处理、给水排水管网系统等直接建设投资费用）约为  $6000 \text{ 元}/\text{m}^3$  左右，其中，给水工程和排水工程约各占 50% 左右。因此，城镇给水排水工程建设人均投资额为  $3000 \sim 4000$  元左右。同时，给水排水工程设施的运行、维护和管理费用也很高，建设和运行给水排水系统需要相当昂贵的代价。

给水排水工程专业技术人员必须掌握全面的理论基础和专业理论知识，掌握和运用本专业工程设计与管理的系统工程理论和技能，用现代科学手段做好工程设计和运行管理，发展本专业的理论基础研究和新技术应用，既保证给水排水系统的安全与可靠运行，保证用户的用水需求，又能最大限度地降低建设和运行成本。这是本专业人才培养的主要任务。

给水排水工程专业课程内容包括水资源规划与保护、取水工程、水处理工程

和管网系统工程,使学生学习全面的专业知识和技能,成为给水排水工程领域的专业科学技术人才。

本教材针对给水排水管网系统,讲授给水的输送和分配以及废水的收集和输送管道系统网络的理论、工程设计与管网的管理、维护和运行调度的基础理论和工程技术。

给水排水管网系统的建设投资占给水排水工程建设总投资的70%左右,受到给水排水工程建设、管理和运营部门的高度重视。管网系统的科学研究和高新技术开发与应用,是长期以来备受关注和重视的领域,特别是给水排水管网系统的最优化设计理论和方法得到了很好的发展。给水排水管网系统是贯穿给水排水工程整体工艺流程和连接所有工程环节和对象的通道和纽带,在系统的功能顺序上,给水管网在前段,排水管网在后段,而在工程的地理关系上,两者却始终平行建设的。在建设过程中,必须作为一个整体系统工程考虑。全国高校给水排水工程学科专业指导委员会决定将给水管网和排水管网系统作为一个统一的专业教材内容体系,成为一门专业课程,将有利于加强给水排水管网系统的整体性和科学性。

按照全国高校给水排水工程学科专业指导委员会的指导精神,本教材注重内容的系统性,使学生学习和掌握给水排水管网的基础理论和应用能力,包括管网的规划与布置、用水量和排水量的计算与预测、管网的水力计算和最优化设计理论与方法,以及给水排水管网的运行管理和维护,力求采用国内外最新的管网理论和科技成果,并根据编者的教学经验和研究成果,对给水管网设计的水力计算和最优化理论与计算方法等内容做了较大的变动和改进。在本书的内容编排上,则根据给水管网与排水管网的统一性和差异性,力求使读者学习和掌握它们具有统一性的基础知识,又根据其差异性分别阐述给水管网和排水管网的特别要求和计算方法。本书力求结合工程实际,介绍和讲述给水排水管网系统中的最新理论和应用成果,使读者认识和掌握本领域中的最新技术及发展方向。

本书是国内第一次在给水排水专业本科专业教材中将给水管网和排水管网合编成一本书的,这是一个新的教材体系,需要用新的教学方法和手段。为了使给水排水管网系统成为一个整体,本书在内容安排上,采用了有分有合的方法,将水力学、管网模型理论、管道材料与附件、管网维护与管理等内容进行了统一;而对于管网设计与水力计算、管网优化设计等内容,由于给水管网和排水管网的 design 规范和工程差异,则分别设章节论述。

本书共12章,分为基本教学内容和选讲教学内容。基本教学内容按照本课程教学大纲的基本要求编写,为教学中的必教内容。本书第8章(给水管网优化调度与水质控制)为选讲内容,是为了使学生了解给水排水管网系统的新技术需



求和研究发展方向,各学校可根据各自的具体情况和教学要求选择讲授,也可供学生自学和研究生学习参考。

本书由严煦世教授、刘遂庆教授和方永忠教授合作编写,严煦世教授和刘遂庆教授主编。其中,第1、2章由刘遂庆和严煦世合写,第3、4章由严煦世和方永忠合写,第5、6、7、8章由方永忠和刘遂庆合写,第9、10章由刘遂庆和方永忠合写,第11、12章由严煦世和方永忠合写。在编写过程中,王荣合教授和吴一繁副教授参加了前期准备和讨论工作。全书由龙腾锐教授主审。

本书参考了大量书目和文献,其中的主要参考书目附于书后。本书从主要参考书目中录用了很多十分经典的素材和文字材料,本书编者对这些著作的作者表示诚挚的感谢。

由于给水排水管网系统涉及的内容和知识领域广泛,加之编者水平所限,谬误在所难免,恳请本书的使用者和广大读者批评指正。

本书可供给水排水工程技术人员和研究生参考。

编者

2002年3月于同济大学

# 目 录

<b>第 1 章 给水排水管网系统概论</b> .....	1
1.1 给水排水系统的功能与组成 .....	1
1.2 城市用水量和用水量变化 .....	4
1.2.1 城市用水量分类和用水量定额 .....	4
1.2.2 用水量表达和用水量变化系数 .....	4
1.3 给水排水系统工作原理 .....	7
1.3.1 给水排水系统的流量关系 .....	8
1.3.2 给水排水系统的水质关系 .....	9
1.3.3 给水排水系统的水压关系 .....	10
1.4 给水排水管网系统的功能与组成 .....	11
1.4.1 给水排水管网系统的功能 .....	11
1.4.2 给水管网系统的构成 .....	11
1.4.3 排水管网系统的构成 .....	14
1.5 给水排水管网系统类型与体制 .....	17
1.5.1 给水管网系统类型 .....	17
1.5.2 排水管网系统的体制 .....	19
思考题 .....	22
<b>第 2 章 给水排水管网工程规划</b> .....	23
2.1 给水排水工程规划原则和工作程序 .....	23
2.1.1 给水排水工程规划原则 .....	23
2.1.2 给水排水工程规划工作程序 .....	25
2.2 城市用水量预测计算 .....	26
2.3 给水管网系统规划布置 .....	29
2.3.1 给水管网布置原则与形式 .....	29
2.3.2 输水管渠定线 .....	30
2.3.3 给水管网定线 .....	31
2.4 排水管网系统规划布置 .....	33
2.4.1 排水管网布置原则与形式 .....	33
2.4.2 污水管网布置 .....	37
2.4.3 雨水管渠布置 .....	40
2.4.4 废水综合治理和区域排水系统 .....	41

2.5	给水排水工程技术经济分析方法	43
2.5.1	静态年计算费用法	44
2.5.2	动态年计算费用法	44
	思考题	45
<b>第3章</b>	<b>给水排水管网水力学基础</b>	<b>47</b>
3.1	给水排水管网水流特征	47
3.1.1	管网中的流态分析	47
3.1.2	恒定流与非恒定流	48
3.1.3	均匀流与非均匀流	48
3.1.4	压力流与重力流	48
3.1.5	水流的水头与水头损失	49
3.2	管渠水头损失计算	49
3.2.1	沿程水头损失计算	49
3.2.2	沿程水头损失计算公式的比较与选用	53
3.2.3	局部水头损失计算	54
3.2.4	水头损失公式的指数形式	54
3.3	非满流管渠水力计算	55
3.3.1	非满流管道水力计算公式	56
3.3.2	非满流管道水力计算方法	59
3.4	管道的水力等效简化	61
3.4.1	串联或并联管道的简化	61
3.4.2	沿线均匀出流的简化	62
3.4.3	局部水头损失计算的简化	63
3.5	水泵与泵站水力特性	64
3.5.1	水泵水力特性公式及其参数计算	64
3.5.2	并联水泵水力特性公式	66
	思考题	68
	习题	68
<b>第4章</b>	<b>给水排水管网模型</b>	<b>70</b>
4.1	给水排水管网模型方法	70
4.1.1	给水排水管网的简化	70
4.1.2	给水排水管网模型元素	71
4.1.3	管网模型的标识	73
4.2	管网模型的拓扑特性	75
4.2.1	管网图的基本概念	75
4.2.2	环状管网与树状管网	77
4.2.3	关联矩阵和回路矩阵	79

4.3 管网水力学基本方程组 .....	80
4.3.1 节点流量方程组 .....	81
4.3.2 管段压降方程组 .....	83
4.3.3 环能量方程组 .....	84
思考题 .....	85
习题 .....	85
<b>第5章 给水管网水力分析和计算 .....</b>	<b>86</b>
5.1 给水管网水力特性分析 .....	86
5.1.1 管段水力特性 .....	86
5.1.2 管网恒定流方程组求解条件 .....	87
5.1.3 管网恒定流方程组求解方法 .....	87
5.2 树状管网水力分析 .....	88
5.3 管网环方程组水力分析和计算 .....	91
5.3.1 给水管网环校正流量方程组 .....	91
5.3.2 环能量方程组求解 .....	96
5.4 管网节点方程组水力分析和计算 .....	102
5.4.1 给水管网节点压力方程组 .....	102
5.4.2 节点校正压力方程组求解 .....	107
思考题 .....	111
习题 .....	112
<b>第6章 给水管网工程设计 .....</b>	<b>113</b>
6.1 设计用水量计算 .....	113
6.1.1 最高日设计用水量 .....	113
6.1.2 设计用水量变化及其调节计算 .....	118
6.2 设计流量分配与管径设计 .....	123
6.2.1 节点设计流量分配计算 .....	123
6.2.2 管段设计流量分配计算 .....	127
6.2.3 管段直径设计 .....	128
6.3 泵站扬程与水塔高度设计 .....	131
6.3.1 设计工况水力分析 .....	132
6.3.2 泵站扬程设计 .....	136
6.3.3 水塔高度设计 .....	136
6.4 管网设计校核 .....	137
6.5 给水管网分区设计 .....	139
6.5.1 分区给水系统 .....	139
6.5.2 分区给水的能量分析 .....	140
思考题 .....	145

习题	146
<b>第7章 给水管网优化设计</b>	148
7.1 给水管网造价计算	148
7.2 给水管网优化设计数学模型	151
7.2.1 给水管网优化设计目标函数	151
7.2.2 泵站年运行电费和能量变化系数	151
7.2.3 给水管网优化设计数学模型的约束条件	154
7.2.4 给水管网优化设计数学模型	155
7.2.5 数学模型的求解法则	155
7.3 环状管网管段流量近似优化分配计算	159
7.3.1 管段流量优化分配数学模型	159
7.3.2 管段设计流量分配近似优化计算	160
7.4 输水管优化设计	162
7.4.1 压力输水管	162
7.4.2 重力输水管	164
7.5 已定设计流量下的环状管网优化设计与计算	166
7.5.1 泵站加压环状管网优化设计	166
7.5.2 起点水压已知的重力供水环状管网优化设计	176
7.6 管网近似优化计算	179
7.6.1 管段设计流量的近似优化分配	180
7.6.2 管段虚流量的近似分配	180
7.6.3 输水管经济流速	182
7.6.4 管径标准化	183
思考题	184
习题	185
<b>第8章 给水管网运行调度与水质管理</b>	187
8.1 给水管网运行调度目标与系统组成	187
8.1.1 给水管网运行调度技术要求	188
8.1.2 给水管网调度系统的组成	189
8.1.3 给水管网调度 SCADA 系统	190
8.2 管网用水量预测	192
8.2.1 日用水量预测	192
8.2.2 调度时段用水量预测	194
8.3 给水管网优化调度数学方法	196
8.4 给水管网水质控制	198
8.4.1 给水管网水质变化影响因素	198
8.4.2 给水管网水质数学模型	200



8.4.3 给水管网水质数学模型校正 .....	203
8.5 给水管网水力停留时间和水质安全评价 .....	203
8.5.1 给水管网“水龄”计算 .....	204
8.5.2 给水管网水质安全性评价 .....	205
思考题 .....	206
<b>第9章 污水管网设计与计算</b> .....	<b>207</b>
9.1 污水设计流量计算 .....	207
9.1.1 设计污水量定额 .....	207
9.1.2 污水量的变化 .....	208
9.1.3 污水设计流量计算 .....	210
9.2 管段设计流量计算 .....	214
9.2.1 污水管网的节点与管段 .....	214
9.2.2 节点设计流量计算 .....	215
9.2.3 管段设计流量计算 .....	216
9.3 污水管道设计参数 .....	219
9.3.1 设计充满度 .....	219
9.3.2 设计流速 .....	220
9.3.3 最小管径 .....	220
9.3.4 最小设计坡度 .....	221
9.3.5 污水管道埋设深度 .....	222
9.3.6 污水管道的衔接 .....	223
9.4 污水管网水力计算 .....	224
9.4.1 不计算管段的确定 .....	224
9.4.2 较大坡度地区管段设计 .....	225
9.4.3 平坦或反坡地区管段设计 .....	226
9.4.4 管段衔接设计 .....	228
9.5 管道平面图和纵剖面图绘制 .....	230
9.6 管道污水处理 .....	231
思考题 .....	233
习题 .....	233
<b>第10章 雨水管渠设计和优化计算</b> .....	<b>235</b>
10.1 雨量分析与雨量公式 .....	235
10.1.1 雨量分析 .....	235
10.1.2 暴雨强度公式 .....	239
10.1.3 汇水面积 .....	240
10.2 雨水管渠设计流量计算 .....	240
10.2.1 地面径流与径流系数 .....	240

10.2.2	断面集水时间与折减系数 .....	242
10.2.3	雨水管渠设计流量计算 .....	244
10.3	雨水管渠设计与计算 .....	245
10.3.1	雨水管渠平面布置特点 .....	245
10.3.2	雨水管渠系统设计步骤 .....	246
10.3.3	雨水管渠设计参数 .....	247
10.3.4	雨水管渠断面设计 .....	248
10.3.5	设计计算例题 .....	249
10.4	雨水径流调节 .....	253
10.5	截流式合流制排水管网设计与计算 .....	254
10.5.1	截流式合流制排水管网的适用条件和布置特点 .....	254
10.5.2	合流制排水管网设计水量 .....	255
10.5.3	合流制排水管网的水力计算要点 .....	257
10.5.4	旧合流制排水管网改造 .....	258
10.6	排洪沟设计与计算 .....	260
10.6.1	防洪设计标准 .....	260
10.6.2	洪水设计流量计算 .....	261
10.6.3	排洪沟设计要点 .....	262
10.7	排水管网优化设计 .....	264
10.7.1	排水管道造价指标 .....	265
10.7.2	排水管道造价公式 .....	266
10.7.3	排水管网优化设计数学模型 .....	267
10.7.4	管段优化坡度计算方法 .....	268
	思考题 .....	274
	习题 .....	275
<b>第 11 章</b>	<b>给水排水管道材料和附件 .....</b>	<b>277</b>
11.1	给水排水管道材料 .....	277
11.1.1	给水管道材料 .....	277
11.1.2	排水管道材料 .....	281
11.2	给水管网附件 .....	284
11.3	给水管网附属构筑物 .....	287
	思考题 .....	291
<b>第 12 章</b>	<b>给水排水管网管理与维护 .....</b>	<b>292</b>
12.1	给水排水管网档案管理 .....	292
12.1.1	管网技术资料管理 .....	292
12.1.2	给水排水地理信息系统 .....	293
12.2	给水管网监测与检漏 .....	295

12.2.1	管网水压和流量测定 .....	295
12.2.2	管网检漏 .....	297
12.3	管道防腐和修复 .....	299
12.3.1	管道防腐蚀 .....	299
12.3.2	管道清垢和涂料 .....	300
12.4	排水管道养护 .....	303
12.4.1	排水管渠疏通 .....	303
12.4.2	排水管渠修复 .....	306
12.4.3	排水管道渗漏检测 .....	307
	思考题 .....	307
<b>附录</b> .....		308
附录 1 给水排水管网计算程序 .....		308
附录 2 用水量计算数据 .....		323
<b>主要参考文献</b> .....		326

# 第1章 给水排水管网系统概论

## 1.1 给水排水系统的功能与组成

给水排水系统是为人们的生活、生产和消防提供用水和排除废水的设施总称。它是人类文明进步和城市化聚集居住的产物，是现代化城市最重要的基础设施之一，是城市社会和经济现代化水平的重要标志。给水排水系统的功能是向各种不同类别的用户供应满足需求的水质和水量，同时承担用户排出的废水的收集、输送和处理，达到消除废水中污染物对于人体健康的危害和保护环境的目的。给水排水系统可分为给水和排水两个组成部分，亦分别被称为给水系统和排水系统。

给水的用途通常分为生活用水、工业生产用水和市政消防用水三大类。生活用水是人们在各类生活活动中直接使用的水，主要包括居民生活用水、公共设施用水和工业企业生活用水。居民生活用水是指居民家庭生活中饮用、烹饪、洗浴、洗涤等用水，是保障居民日常生活、身体健康、清洁卫生和生活舒适的重要条件。公共设施用水是指机关、学校、医院、宾馆、车站、公共浴场等公共建筑和场所的用水供应，其特点是用水量大，用水地点集中，该类用水的水质要求与居民生活用水相同。工业企业生活用水是工业企业区域内从事生产和管理工作的人员在工作时间内的饮用、烹饪、洗浴、洗涤等生活用水，该类用水的水质与居民生活用水相同，用水量则根据工业企业的生产工艺、生产条件、工作人员数量、工作时间安排等因素而变化。工业生产用水是指工业生产过程中为满足生产工艺和产品质量要求的用水，又可以分为产品用水（水成为产品或产品的一部分）、工艺用水（水作为溶剂、载体等）和辅助用水（冷却、清洗等）等，工业企业门类多，系统庞大复杂，对水量、水质、水压的要求差异很大。市政和消防用水是指城镇或工业企业区域内的道路清洗、绿化浇灌、公共清洁卫生和消防的用水。

为了满足城市和工业企业的各类用水需求，城市供水系统需要具备充足的水资源、取水设施、水质处理设施和输水及配水管道网络系统。

上述各种用水在被用户使用以后，水质受到了不同程度的污染，成为废水。这些废水携带着不同来源和不同种类的污染物质，会对人体健康、生活环境和自然生态环境带来严重危害，需要及时地收集和处理，然后才可排放到自然水体或者循环重复利用。为此而建设的废水收集、处理和排放工程设施，称为排水工程