

清华大学土木工程系组编

土木工程新技术丛书

主 编 崔京浩

# 给水排水工程

吴俊奇 付婉霞 曹秀芹 编著



中国水利水电出版社  
[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

清华大学土木工程系组编

土木工程新技术丛书

主 编 崔京浩

# 给水排水工程

吴俊奇 付婉霞 曹秀芹 编著



中国水利水电出版社

[www.waterpub.com.cn](http://www.waterpub.com.cn)

## 内 容 提 要

本书是由清华大学土木工程系组编的“土木工程新技术丛书”中的一本,根据我国最新颁布的相关规范、我国建筑事业的发展和国内外先进技术的使用情况,全面、翔实地介绍了给水排水工程的主要内容和近些年来的高新技术与新进展。

全书共 26 章,分上、中、下三篇,上篇为给水工程,分为 9 章,内容包括概论、给水管网及相关设备设施和给水水质处理等。中篇为建筑给水排水工程,分为 10 章,内容包括与建筑相关的各种给排水系统。下篇为排水工程,分为 7 章,内容包括概论、各种管渠系统和相关设备设施,以及城市污水处理等。全书内容丰富,系统性强。

本书可作为高等学校给水排水工程专业的教材或教学参考书,也可作为相关专业的工程技术人员、科研人员等的自学参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

给水排水工程/吴俊奇,付婉霞,曹秀芹编著. —北京:中国水利水电出版社,2004

(土木工程新技术丛书/崔京浩主编)

ISBN 7-5084-1943-X

I. 给... II. ①吴...②付...③曹... III. ①给水工程:市政工程②排水工程:市政工程 IV. TU991

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 017511 号

书 名	土木工程新技术丛书 给水排水工程
作 者	吴俊奇 付婉霞 曹秀芹 编著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 26.25 印张 628 千字 1 插页
版 次	2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月第 1 次印刷
印 数	0001—4100 册
定 价	46.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

清华大学土木工程系组编

## 土木工程新技术丛书

### 编 委 会

名誉主编 龙驭球

主 编 崔京浩

副 主 编 石永久

编 委 (按姓氏拼音字母排序)

包世华 陈志鹏 崔京浩 方东平 龚晓海

李德英 李永德 廉惠珍 龙志飞 卢 谦

卢祥之 卢有杰 陆化普 路新瀛 石永久

佟一哲 王元清 吴俊奇 杨 静 阳 森

叶列平 叶书明 张铜生 张新天

# 总 序

土木工程——一个古老而又年轻的学科。

国务院学位委员会在学科简介中为土木工程所下的定义是：“土木工程(Civil Engineering)是建造各类工程设施的科学技术的统称。它既指工程建设的对象，即建造在地上、地下、水中的各种工程设施，也指所应用的材料、设备和所进行的勘测、设计、施工、保养、维修等专业技术。”

英语中“Civil”一词的意义是民间的和民用的。“Civil Engineering”一词最初是对应于军事工程(Military Engineering)而诞生的，它是指除了服务于战争设施以外的一切为了生活和生产所需要的民用工程设施的总称，后来这个界定就不那么明确了。按照学科划分，防护工程、发射塔架等设施也都属于土木工程的范畴。

相对于机械工程等传统学科而言，土木工程诞生得更早，其发展及演变历史更为古老。同时，它又是一个生命力极强的学科，它强大的生命力源于人类生活乃至生存对它的依赖，甚至可以毫不夸张地说，只要有人类存在，土木工程就有着强大的社会需求和广阔的发展空间。

随着技术的进步和时代的发展，土木工程不断注入新鲜血液，显示出勃勃生机。其中，工程材料的变革和力学理论的发展起着最为重要的推动作用。现代土木工程早已不是传统意义上的砖、瓦、灰、砂、石，而是由新理论、新材料、新技术、新方法武装起来的，为众多领域和行业不可缺少的大型综合性学科，一个古老而又年轻的学科。

《土木工程新技术丛书》由清华大学土木工程系组织编写，成立了编委会，由崔京浩教授任主编，聘请中国工程院院士龙驭球先生为名誉主编。

丛书的组织编写原则遵循一个“新”字。一方面，“新”体现在组织选编的书目上(见封底的书目)：当然首选那些与国家建设息息相关、内容新颖、时代感强的书。改革开放以来，特别是新世纪到来之际，国家建设部门对运行管理、安全保障、质量监控、交通分析等方面的需求日益迫切，在书目选择上我们有意识地侧重了这一方面，力求引进一些国外的理论和实践，为我国建设服务；另一方面，“新”体现在各分册的内容上，即使是一些分册书名比较传统，其内容的编写也都努力反映了新理论、新规范、新技术、新方法，读者可以从各分册内容摘要和章节目录编排上看出这种特色。

这套丛书的读者对象是比较宽泛的，除土木工程技术人员以外，对建设部门管理人员也是一套很有指导意义的参考读物。特别需要指出的是，这套书的作者几乎全是高等学校的教师，职业决定了他们写书在逻辑性、条理性和可读性诸方面有其独特的优势。在组织编写时我们又强调了深入浅出、说理透彻、理论与实践并重的原则，以便大专院校作为教材选用。

**《土木工程新技术丛书》编委会**

# 前 言

本书是根据《中国土木工程新技术丛书》编委会的要求编写的。

随着国民经济的飞速增长和国家建设事业的蓬勃发展，以及对国内外先进技术和设备的引进、吸收和消化，我国的给水排水工程取得了长足的进步，同时面临着新形势和新要求。作为一本高等院校给水排水工程专业学生的教学参考书，本书加入了新规范的内容，兼顾了设计、施工等各方面的要求，包括给水管道工程、排水管道工程、给水泵站、排水泵站和建筑给水排水工程等，并介绍了近几年来出现的新技术、新设备和新材料等有关内容。

本书第一章~第七章及第九章由付婉霞编写；第八章由冯萃敏编写；第十章~第十八章第二节、第十九章由吴俊奇编写；第十八章第一节由刘京伟编写；第二十章~第二十六章由曹秀芹编写。全书由吴俊奇统稿。

由于编者水平有限，恳请读者对书中的缺点错误给予批评指正。

在本书编写过程中，编者参阅了他人编著的书籍和资料（详见参考文献），在此一并表示感谢。

编 者

2004年1月于北京

# 目 录

总序

前言

## 上篇 给 水 工 程

<b>第一章 给水工程概论</b> .....	1
第一节 给水工程的任务及给水系统的组成 .....	1
第二节 给水系统的分类和城镇给水系统的形式 .....	2
第三节 工业给水系统 .....	3
<b>第二章 给水管网的布置</b> .....	5
第一节 管网的布置原则 .....	5
第二节 配水管网的布置形式 .....	5
第三节 输水管和配水管网定线 .....	5
<b>第三章 设计用水量</b> .....	8
第一节 用水定额 .....	8
第二节 用水量计算 .....	12
<b>第四章 给水系统各部分的流量及水压关系</b> .....	14
第一节 给水系统各部分的流量关系 .....	14
第二节 清水池和水塔的容积计算 .....	15
第三节 给水系统的水压关系 .....	17
<b>第五章 给水管网的水力计算</b> .....	21
第一节 沿线流量和节点流量 .....	21
第二节 管段计算流量 .....	23
第三节 管径计算 .....	25
第四节 管段水头损失的计算 .....	26
第五节 树状管网的水力计算 .....	29
第六节 环状管网的水力计算 .....	30
第七节 输水管计算 .....	40
第八节 管网技术经济计算 .....	43
<b>第六章 给水管道材料、管网附件和附属构筑物</b> .....	56
第一节 给水管道材料和配件 .....	56
第二节 给水管网附件 .....	58

第三节	给水管网附属构筑物及管道敷设	62
<b>第七章</b>	<b>管网的技术管理</b>	71
第一节	管网技术资料	71
第二节	管网检漏	71
第三节	管网水压和流量的测定	72
第四节	管道防腐	73
第五节	管道清垢和管壁涂层	74
第六节	管网水质维护	76
第七节	管网调度管理	77
<b>第八章</b>	<b>给水泵站</b>	79
第一节	给水泵站分类	79
第二节	水泵的选择	82
第三节	水泵安装高度的确定	89
第四节	水泵机组的布置与基础	90
第五节	泵站的动力设备	92
第六节	吸水管路与压水管路	95
第七节	泵站中的辅助设施	102
第八节	给水泵站的土建要求	115
<b>第九章</b>	<b>给水水质处理</b>	122
第一节	原水中的杂质	122
第二节	水质标准	123
第三节	给水处理的基本方法	128
第四节	给水处理的常用工艺流程	129

## 中篇 建筑给水排水工程

<b>第十章</b>	<b>建筑内部给水系统</b>	131
第一节	给水系统分类和组成	131
第二节	常见给水方式及特点	132
第三节	给水管道的布置与敷设	139
第四节	水质防护措施及方法	141
第五节	水表	144
第六节	节水型配水龙头及卫生器具	153
<b>第十一章</b>	<b>增压、贮水设备</b>	156
第一节	水泵	156
第二节	贮水设备	174
第三节	常用增压设备和水量调节装置	178

<b>第十二章 给水系统水力计算</b> .....	183
第一节 给水管道设计秒流量 .....	183
第二节 给水管道水力计算方法 .....	189
<b>第十三章 建筑消防系统</b> .....	190
第一节 消火栓灭火系统 .....	190
第二节 自动喷水灭火系统 .....	199
第三节 其他灭火方法 .....	207
<b>第十四章 热水供应系统</b> .....	223
第一节 热水系统的分类、组成和供水方式 .....	223
第二节 水加热设备 .....	228
第三节 热水用管材、附件及安装 .....	241
第四节 热水防垢方法 .....	247
<b>第十五章 饮水供应</b> .....	249
第一节 饮水供应系统及制备方法 .....	249
第二节 管道直饮水系统 .....	249
<b>第十六章 建筑内部排水系统</b> .....	255
第一节 排水系统分类与组成 .....	255
第二节 排水管道内水气流动特点 .....	258
第三节 提高排水立管通水能力的方法和措施 .....	266
第四节 排水管道的布置与敷设 .....	269
第五节 压力流排水系统介绍 .....	272
第六节 污水局部处理及抽升设备 .....	274
<b>第十七章 建筑雨水排除</b> .....	279
第一节 常见雨水排除方式 .....	279
第二节 虹吸式雨水排水系统 .....	281
<b>第十八章 居住小区给排水工程</b> .....	284
第一节 居住小区给排水工程 .....	284
第二节 建筑中水工程 .....	288
<b>第十九章 其他形式给排水系统</b> .....	293
第一节 游泳池 .....	293
第二节 水疗给排水技术 .....	298
第三节 汽车冲洗设备 .....	304

## 下篇 排 水 工 程

<b>第二十章 排水工程概论</b> .....	308
第一节 概述 .....	308

第二节	排水系统的体制及其选择 .....	310
第三节	排水系统的主要组成部分 .....	313
第四节	排水系统的布置形式 .....	315
第五节	排水系统的设计原则和任务 .....	317
<b>第二十一章</b>	<b>污水管道系统的设计</b> .....	<b>319</b>
第一节	管道工程方案和施工图设计 .....	319
第二节	污水设计流量的确定 .....	322
第三节	污水管道的设计计算 .....	325
<b>第二十二章</b>	<b>雨水管渠系统及防洪工程的设计</b> .....	<b>340</b>
第一节	雨水管渠系统及其布置原则 .....	340
第二节	雨水管渠设计流量的确定 .....	342
第三节	雨水利用 .....	358
<b>第二十三章</b>	<b>合流管渠系统的设计</b> .....	<b>369</b>
第一节	合流制管渠系统的适用条件及布置特点 .....	369
第二节	合流制排水管渠的水力计算 .....	370
第三节	城市旧合流制排水管渠系统的改造 .....	371
<b>第二十四章</b>	<b>排水管渠及附属构筑物</b> .....	<b>373</b>
第一节	排水管渠的材料、接口及基础 .....	373
第二节	排水管渠附属构筑物 .....	379
<b>第二十五章</b>	<b>排水泵站</b> .....	<b>387</b>
第一节	常用排水泵站的类型及泵的特点 .....	387
第二节	排水泵的选择及其附属设施 .....	387
<b>第二十六章</b>	<b>城市污水处理</b> .....	<b>396</b>
第一节	污水污染指标与水质标准 .....	396
第二节	城市污水处理与利用 .....	398
参考文献	.....	407

# 上篇 给 水 工 程

## 第一章 给 水 工 程 概 论

### 第一节 给水工程的任务及给水系统的组成

给水工程的任务是从水源取水，按照用户对水质的要求进行处理，再将净化后的水输送到用水区，并向用户配水，供应各类建筑所需的生活、生产和消防等用水。

给水系统一般由取水、净水和输配水工程设施构成。

#### 一、取水工程设施

取水工程设施包括取水构筑物 and 一级泵站，其作用是从选定的水源（包括地表水和地下水）抽取原水，加压后送入水处理构筑物。

#### 二、净水工程设施

净水工程设施包括水处理构筑物和清水池。水处理构筑物的作用是根据原水水质和用户对水质的要求，将原水适当加以处理，以满足用户对水质的要求。水处理的方法有沉淀、过滤、消毒等。清水池的作用是贮存和调节一、二级泵站抽水量之间的差额水量。水处理构筑物和清水池常集中布置在自来水厂内。

#### 三、输配水工程设施

输配水工程设施包括二级泵站、输水管、配水管网、水塔和高地水池等。二级泵站将管网所需水量提升到要求的高度，以便进行输送。输水管包括将原水送至水厂的原水输水管和将净化后的水送到配水管网的清水输水管，其特点是沿线无出流。配水管网则是将清水输水管送来的水送到各个用水区的全部管道。水塔和高地水池等调节构筑物设在输配水

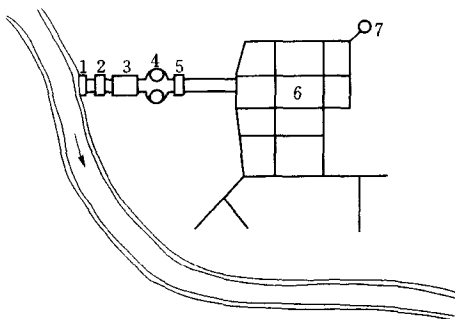


图 1-1 地表水源的给水系统示意图

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—管网；7—调节构筑物

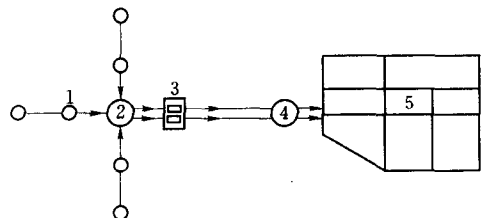


图 1-2 地下水源的给水系统示意图

1—管井群；2—集水井；3—泵站；  
4—水塔；5—管网

管网中，用以贮存和调节二级泵站送水量与用户用水量之间的差值。管网中的调节构筑物并非一定要设置。二级泵站一般设在自来水厂内。

图 1-1 和图 1-2 分别为以地表水和地下水为水源的城镇给水系统示意图。

图 1-2 中，取水工程设施为管井群、集水池。由于未受污染的地下水水质良好，一般可省去水处理构筑物而只进行消毒。

## 第二节 给水系统的分类和城镇给水系统的形式

### 一、给水系统的分类

给水系统可按下列方式分类：

- (1) 按使用目的不同，可分为生活给水、生产给水和消防给水系统。
- (2) 按服务对象不同，可分为城镇给水和工业给水系统。
- (3) 按水源种类不同，可分为地下水和地表水给水系统。
- (4) 按供水方式不同，可分为重力供水（自流供水）、压力供水（水泵供水）和混合供水系统。

### 二、城镇给水系统的形式

城镇给水系统因城镇地形、城镇大小、水源状况、用户对水质的要求以及发展规划等因素，可采用不同的给水系统形式，常用形式如下。

#### 1. 统一给水系统

即用同一给水系统供应生活、生产和消防等各种用水，水质应符合国家生活饮用水卫生标准，绝大多数城镇采用这种系统。图 1-1（环状网与树状网相结合）、图 1-2（环状网）所示即统一给水系统。

#### 2. 分质给水系统

在城镇给水中，工业用水所占比例较大，各种工业用水对水质的要求往往不同，此时可采用分质给水系统，图 1-3 所示为一简单的分质给水系统，图中生活用水采用水质较好的地下水，工业用水采用地表水。分质给水系统也可采用同一水源，经过不同的水处理过程后，送入不同的给水管网。对水质要求较高的工业用水，可在城市生活给水的基础上，再自行采取一些处理措施。

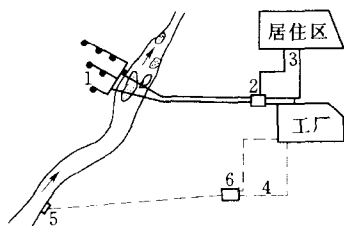


图 1-3 分质给水系统

- 1—管井；2—泵站；3—生活用水管网；  
4—生产用水管网；5—取水构筑物；  
6—工业用水处理构筑物

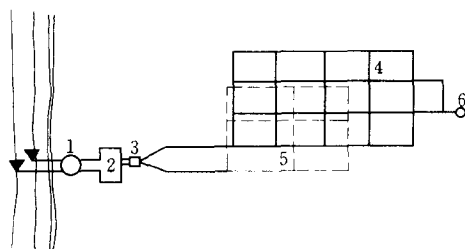


图 1-4 分压给水系统

- 1—取水构筑物；2—水处理构筑物；3—泵站；  
4—高压管网；5—低压管网；6—水塔

### 3. 分压给水系统

当城市地形高差较大或用户对水压要求有很大差异时,可采用分压给水系统,由同一泵站内的不同水泵分别供水到低压管网和高压管网,如图 1-4 所示。

### 4. 分区给水系统

当城市面积比较大,分期进行建设时,可根据城市规划状况,将给水管网分成若干个区,分批建成通水,各分区之间应有管道连通。

无论采用何种给水系统,在有条件的地方应尽量采用多水源供水,以确保供水安全。

## 第三节 工业给水系统

前面讨论的给水系统的组成和城镇给水系统的形式同样适用于工业企业。当工业用水与生活用水水质相近时,工业用水可由城镇管网供给。但工业用水又有其特殊性,如有些工业企业用水量大,但对水质要求较低;有些企业用水量小,但对水质的要求高于生活用水;有些企业则不在城镇供水管网的供水范围内。这些企业均需自行解决供水问题。常用的工业给水系统有如下几种。

### 一、直流给水系统

直流给水系统是指工业企业从就近水源(包括城镇管网、河流和地下水源)取水,根据所需水质情况,直接或经适当处理后供工业生产用,水经使用后,全部排除,不再利用。这种系统虽然管理较简单,但对水的浪费严重,一般不宜采用,尤其是水资源短缺的地区。

### 二、循序给水系统

循序给水系统是根据各车间对水质要求的不同,将水按一定顺序重复利用。图 1-5 为循序给水系统,水由取水构筑物 1 和一级泵站 2 送入净水构筑物 3,水经净化后由二级泵站 4 送入水质要求高的车间 5,使用后的水送入水质要求低的车间 6,再次被利用,之后废水经处理构筑物 7 处理后排入水体。

为节约用水,在条件合适的工业企业之间也可采用循序给水系统。

### 三、循环给水系统

在发电、冶金、化工等行业中,要用大量的冷却用水,一般地,冷却用水约占工业总

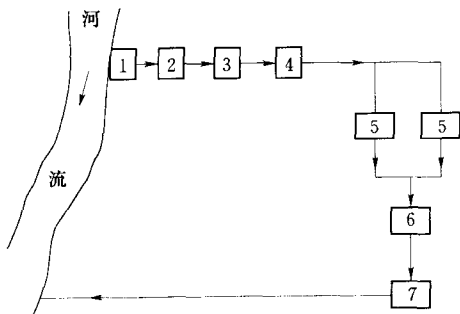


图 1-5 循序给水系统

1—取水构筑物; 2—一级泵站; 3—水处理构筑物;  
4—二级泵站; 5—车间; 6—车间; 7—废水处理构筑物

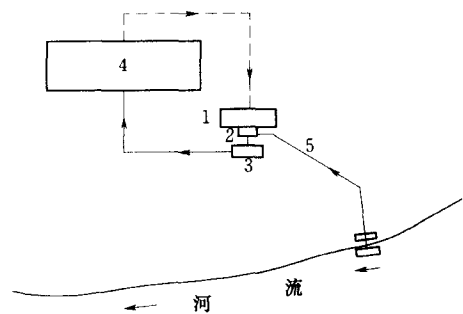


图 1-6 循环给水系统

1—冷却塔; 2—吸水井; 3—泵站;  
4—车间; 5—新鲜补充水

用水量的 70% 左右。冷却水在使用过程中，一般很少受到污染，只是温度有所上升，可在被冷却塔等设施降温后，再次作为冷却水重复使用，并应适当补充一定量的新鲜水。这种系统称为循环给水系统，如图 1-6 所示。

循环和循序给水系统可以使水得到最大限度的利用，不但节省了大量用水，而且减轻了排水管道的负担和污水对环境的污染。因此工业用水重复利用率是考核工业企业节约用水的一项重要指标。

在城镇供水中，工业用水往往占总用水量的 50% 以上，因此搞好这些大用水户的节约用水工作是非常必要的，而其前提是要对企业的来水和用水情况有深入的了解，即应搞好水量平衡工作，掌握各处用水量和渗漏点。

## 第二章 给水管网的布置

### 第一节 管网的布置原则

给水管网（包括输水管和配水管网）是给水工程的重要组成部分，担负着城镇的输水和配水任务，其工程投资比例也最高，在有些城镇中，约为城镇自来水厂投资的3倍。因此给水管网布置的合理与否关系到供水是否安全、工程投资和管网运行费用是否经济。给水管网在进行规划和布置时应遵循下列基本原则：

- (1) 根据城市规划布置管网，给水系统可分期建设，并留有充分的发展余地。
- (2) 布置在整个供水区内，并满足用户对水量和水压的要求。
- (3) 管网供水应安全可靠，当局部管线发生故障时，应尽量减小断水范围。
- (4) 管线布置力求简短，并尽量减少特殊工程，以降低管网工程投资和日常供水费用。

### 第二节 配水管网的布置形式

配水管网有两种基本布置形式：树状网和环状网。

#### 一、树状网

如图 2-1 所示，这种管网从水厂泵站到用户的管线呈树枝状布置，干线向供水区延伸，管径沿供水方向减小。这种管网的供水可靠性差，而且管线末端水流缓慢甚至停滞，水质容易变坏，但管网造价较低，一般用于小城镇和小型工矿企业。

#### 二、环状网

图 1-2 为环状网。在环状网中，管线间连接成环状，每条管至少可从 3 个方向来水，断水的可能性大大减小，供水安全性好。环状网还可减轻水锤作用带来的危害。但环状网的造价明显高于树状网。在不允许断水的地区必须采用环状网。一般地，在大城市建设初期，当资金不足时可采用树状网，以后逐步连成环状网。

目前，城镇给水管网多采用图 1-1 所示的环状网与树状网相结合的管网布置形式。

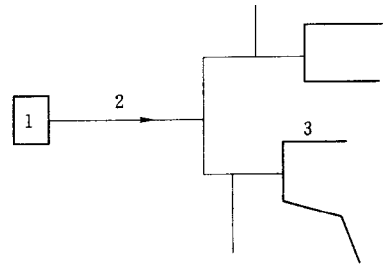


图 2-1 树状网  
1—水厂；2—输水管；3—管网

### 第三节 输水管和配水管网定线

管网定线是指在地形平面图上确定管线的走向和位置。管网定线受城镇（或工业企业）的平面布置，供水区的地形，河流、山谷、铁路等障碍物的位置，大用水户的分布情况，其他水源及水池、水塔等调节构筑物的位置等因素的影响，应综合考虑各种影响因素，

进行管网定线。

### 一、输水管定线

输水管包括从水源到水厂的原水输水管和从水厂到配水管网的清水输水管。输水管中途一般不配水。根据地形和地质条件，原水输送可以采用重力输水管（渠），也可以采用压力输水管；当长距离输水时，由于地形情况复杂，有可能采用重力输水管和压力输水管相结合的输水方式。清水输送一般采用压力输水管，以免在输送过程中水质受到污染。输水管定线的主要原则如下：

(1) 必须与城市规划相结合，尽量沿现有道路或规划道路敷设，以便于进行施工和管道维修。

(2) 管线尽量简短，以减小工程量，减少工程投资。

(3) 少占农田并应尽量减少建筑物的拆迁量。

(4) 管线应尽量避免穿越铁路、河流、沼泽、滑坡、洪水淹没地区、腐蚀性土壤地区等；若无法避免时，必须采取有效措施，以保证管道能够安全输水。

(5) 在不允许断水的地区，输水管不宜少于两条。

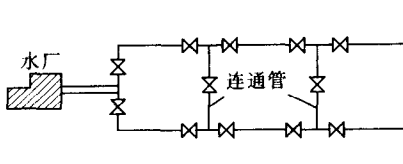


图 2-2 输水管上设连通管和阀门

当输水量小、输水管长或多水源供水时，可以采用一条输水管，同时在水区附近设调节水池。此外，还可在双线输水管间设置连通管，并装设阀门（见图 2-2），以避免输水管局部损坏时，输水量减小得过多。一般地，当输水管的某段发生故障时，城镇输水管仍应提供 70% 以上的设计流量。连通管间距参见表 2-1。

(6) 输水管应设置坡度，最小坡度应大于  $1:5D$ ， $D$  为管径，以 mm 计。当管线坡度小于  $1‰$  时，应每隔 1km 左右，在管线高处装设排气阀，在低处装设泄水阀，以使输水通畅并便于检修。

表 2-1 连通管间距

输水管长度 (km)	<3	3~10	10~20
连通管间距 (km)	1.0~1.5	2.0~2.5	3.0~4.0

(7) 管线埋深应考虑地面荷载情况和当地冰冻线，防止管道被压坏或冻坏。

输水管定线时，有时上述原则难以兼顾，此时应进行技术经济比较，以确定最佳的输水管定线方案。

### 二、配水管网定线

配水管网包括干管、连接管、分配管和接户管，如图 2-3 所示。

#### 1. 干管

干管是敷设在各供水区的主要管线，其任务是向各分配管供水。干管定线应考虑以下几个问题：

(1) 干管的平面布置和竖向标高，应符合城镇或工业企业的管道综合设计要求。干管应沿规划道路敷设，尽量避免在重要的交通干道和高级路面下敷设。

(2) 干管应向水塔、水池、大用水户的方向延伸。在供水区内，应沿水流方向，以最短的距离敷设一条或数条并行的干管，并应从用水量大的街区通过。干管间的距离视供水区的大小和供水情况而定，一般为 500~800m。并行的干管数越少，投资越节省，但供水