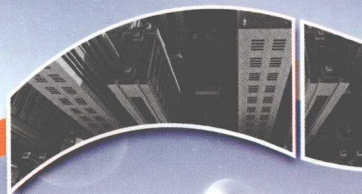




普通高等教育“十一五”国家级规划教材
给排水科学与工程本科系列教材



高层建筑 给水排水工程

GAOCENG JIANZHU
JISHUI PAISHUI GONGCHENG

主编 ■ 王春燕 张 勤
主审 ■ 曾雪华 杨文玲



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

普通高等教育“十五”国家级规划教材
给排水科学与工程本科系列教材

本书适用于给排水工程、给水工程、排水工程、建筑给水排水工程、建筑环境与能源动力工程等专业的本科教学，也可供从事给排水工程、建筑给水排水工程、建筑环境与能源动力工程等工作的工程技术人员参考。

高层建筑 给水排水工程

GAOCENG JIANZHU
JISHUI PAISHUI GONGCHENG

主编 ■ 王春燕 张 勤

主审 ■ 曾雪华 杨文玲

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书主要内容为高层建筑的给水系统、消防设施、热水供应、排水系统、中水系统、小区给排水系统的隔音与减振以及配套设施等方面的基本理论,对其设计原则和计算方法也进行了较全面系统的介绍,并附有1个工程设计计算举例和3个工程实例的简介。

本书可作为给排水科学与工程(给水排水工程)专业、建筑环境与设备工程专业教学用书,也可作为给水排水工程、建筑设备安装专业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

高层建筑给水排水工程/王春燕,张勤主编. —重庆:
重庆大学出版社,2009.8
(给排水科学与工程本科系列教材)
ISBN 978-7-5624-4876-1

I. 高… II. ①王…②张… III. ①高层建筑—给水工程—
高等学校—教材②高层建筑—排水工程—高等学校—教
材 IV. TU82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 090809 号

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
给排水科学与工程本科系列教材

高层建筑给水排水工程

主 编 王春燕 张 勤

主 审 曾雪华 杨文玲

责任编辑:陈红梅 版式设计:陈红梅

责任校对:贾 梅 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鹤盛

社址:重庆市沙坪坝正街174号重庆大学(A区)内

邮编:400030

电话:(023)65102378 65105781

传真:(023)65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆大学建大印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:25.5 字数:636千

2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷

印数:1—3 000

ISBN 978-7-5624-4876-1 定价:37.00元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

编审委员会

给排水科学与工程本科系列教材是在给排水科学与工程专业指导委员会已列出本专业教材的基础上,结合更名后专业教育的具体情况进行的补充修正以及完善,同时也是新一轮教改研究的重要组成部分,达到适合新专业目录下的教学改革的需要。为了保证系列教材的编写质量以及权威性,特设立给排水科学与工程本科系列教材编审委员会,人员组成如下:

主任委员	龙腾锐	教授、博士生导师	重庆大学
常务副主任委员	李长惠	社长	重庆大学出版社科技分社
副主任委员	范瑾初	教授、博士生导师	同济大学
	蒋展鹏	教授、博士生导师	清华大学
委	龙腾锐	教授、博士生导师	重庆大学
员	李长惠	社长	重庆大学出版社科技分社
	范瑾初	教授、博士生导师	同济大学
	蒋展鹏	教授、博士生导师	清华大学
	张智	教授、博士生导师	重庆大学
	黄廷林	教授、博士生导师	西安建筑科技大学
	陶涛	教授、博士生导师	华中科技大学
	张勤	教授、硕士生导师	重庆大学
	何强	教授、博士生导师	重庆大学
	郭劲松	教授、博士生导师	重庆大学
	周健	教授、博士生导师	重庆大学
秘	张勤(兼)	陈红梅 姜文超	
书			

重庆大学出版社
重庆大学城环学院水科学与工程系
二〇〇六年七月十六日

序

我国给水排水工程(给排水科学与工程)专业教育自开办至今,近60年来,从专业名称到学科内涵,从教学计划到新课程的开设,经历了多次深化教育改革的研究与讨论。

专业的设置,必须具备两个基本条件:一是人们的生活(包括物质生活和精神生活)或国民经济建设所必需的;二是它具有有别于其他专业的自身独特的学科理论基础。就给水排水工程专业而言,它的主要任务是供给人们生活或国民经济建设持续发展所需的符合质量(水质)标准的水。世界上没有哪一个人或哪一个生产工艺过程不需要水的。为了供给人们或国民经济所需的符合水质要求的水,给水排水工程的工作者必须具有有别于其他专业人员的基础理论和科学知识,包括工程力学,特别是流体力学;化学,特别是水化学、有机化学和生物化学;生物学,特别是水微生物学等。

本系列教材是为高等学校给水排水工程专业师生教与学出版的。它的主要特点是:

第一,具有鲜明的工程性。目前,国内兴办给水排水工程专业的学校各式各类,但给水排水工程专业的毕业生绝大多数都从业于给水排水工程的设计、施工和运营,即从事于给水排水工程领域的工作,其执业身份是注册公用设备工程师。本系列教材突出了学生毕业后所从事的这一工程技术特性。

第二,具有较强的实用性。尽管给水排水体现了水在人类社会的一个循环过程,即人们从自然界取水,经一系列工程措施后,将自然界的水处理到符合水质要求后供人们利用,然后将人们用过后污染了的水收集起来,再经一系列工程措施处理到自然界可以接受的水质后排入自然。这是一个循环过程,因此有学者不无道理地将它称之为水的社会循环。但是,这个统一的循环过程是分步完成,前半环是由给水系统工程完成,而后半环是由排水系统工程完成,这两者面对的对象和要达到的目标是有区别的。从教学的角度上讲,把这统一的循环过程按上半环、下半环及这两个半环的交接处(建筑物)分别进行讲授,可能比较符合人们的思维规律,因为从工程的角度上讲,这三者之间各有各的特点。这样做,既便于教师教学又便于学生学习。本系列教材按这一思路编写可能较适宜于教与学。

第三,具有较好的新颖性。本系列教材编者收集了近20年来专业技术上出现的新工艺、新设备、新材料以及近年来的新规范等,在编写中都相应有所体现。

希望本系列教材在编者、教师和学生的共同努力下,通过教学实践能逐步有所改善或提高,对给水排水工程的学科建设有所贡献。

龙腾锐
2008.9.10

前 言

本书是在重庆建筑大学杨文玲主编的《高层建筑给水排水工程》(重庆大学出版社, 1996)的基础上补充、完善而成的。杨文玲及所有编者对我国高层建筑给水排水工程的贡献值得称赞,在本书中也采用了该版本的许多资料与成果。

自 21 世纪以来,国家对《建筑给水排水设计规范》、《建筑设计防火规范》、《高层民用建筑设计防火规范》等一大批本行业的规范进行了修订、补充和完善。高层建筑给排水工程所涉及的内容越来越多,对其设计深度、标准化的要求也越来越规范,原教材已经不适应时代发展的要求。为此,我们尽量收集了国内近年来的研究成果和工程经验,纳入了新规范的一些观点、内容,结合多年给排水科学与工程专业的教学经验,在基本保持原书特色的基础上,对一些章节进行了调整和增减,力求反映本学科的最新成就。

全书按 70 学时左右撰写,对高层建筑给水系统、消防设施、热水供应、排水系统及其他常见的与给排水专业直接相关的配套设施、隔音减振等方面的基本理论、设计原则和计算方法进行了较为系统的阐述。

本书绪论、第 1 章由王春燕(重庆大学)编写,第 2 章由王春燕、刘静(山东建筑大学)、刘焱(东南大学)共同编写,第 3 章由张勤(重庆大学)编写,第 4 章由许萍(北京建筑工程学院)、刘晓冬(总参工程兵第四设计研究院)共同编写,第 5 章由许萍、廖日红(北京市水利科学研究所)和刘焱共同编写。附录 I 由刘智萍(重庆大学)编写,附录 II 由刘焱编写。全书由王春燕、张勤主编,曾雪华、杨文玲主审。

本书在编写过程中得到了重庆大学、重庆大学建筑设计研究院、北京建筑工程学院、东南大学、山东建筑大学、总参工程兵第四设计研究院、北京市水利科学研究所、同济大学等国内许多教学、设计、科研、生产单位同行的支持和帮助。同时,编者还参考了有关文献和资料,吸收了其中的技术成就和丰富的实践经验,在此谨致感谢。

由于编者水平及时间所限,书中缺点、错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者
2009 年 1 月

目 录

绪论	1
1 高层建筑给水系统	4
1.1 高层建筑给水系统概述	4
1.2 给水方式	7
1.3 水质污染原因及防水质污染措施	11
1.4 给水管网的布置和敷设	13
1.5 给水管网水力计算	17
1.6 贮水及增压、减压措施	31
1.7 饮水供应	57
思考题	64
2 高层建筑消防给水系统	66
2.1 概述	66
2.2 消防用水量	71
2.3 室外消防给水系统	74
2.4 室内消火栓给水系统	77
2.5 闭式自动喷水灭火系统	96
2.6 开式自动喷水灭火系统	131
2.7 其他消防灭火系统	144
思考题	172
3 高层建筑热水系统	174
3.1 高层建筑热水供应系统	174
3.2 热水用水定额、水温和水质	179
3.3 加热方式及加热设备	185
3.4 室内热水管道的管材与敷设	195
3.5 热水供应系统的附件与保温	197

3.6 热水供应系统的计算	208
思考题	238
4 高层建筑排水系统	239
4.1 高层建筑排水系统概述	239
4.2 排水系统中水、气流动的特点	241
4.3 减缓排水管内气压波动的措施	250
4.4 卫生间与排水管道的布置与安装	261
4.5 排水管道的计算	269
思考题	272
5 高层建筑给水排水工程配套设施	273
5.1 建筑中水系统	273
5.2 居住及公建小区给排水工程	296
5.3 其他配套设施	308
5.4 高层建筑给排水工程的隔音与减振	327
思考题	333
附录	334
附录 I 高层建筑给水排水工程设计计算举例	334
附录 II 高层建筑给水排水工程实例	373
附录 III 根据建筑物用途而定的给水系数 α 值	393
附录 IV 工业企业生活间、公共浴室等卫生器具同时给水百分数	393
附录 V 职工食堂、营业餐馆厨房设备同时给水百分数	394
附录 VI 实验室化验水嘴同时给水百分数	394
附录 VII 城镇杂用水水质标准	394
附录 VIII 景观环境用水的再生水水质标准	395
附录 IX 居住小区室外给水管道设计流量计算人数规模	396
参考文献	397

绪 论

“高层建筑给水排水工程”是高等工科院校给排水科学与工程(给水排水工程)专业的一门专业技术课程,也是一门比较年轻的学科。它是在“建筑给水排水工程”的基础上,着重介绍高层建筑给水、排水、消防及热水供应等方面的基本理论、设计原则和计算方法等知识。

高层建筑是指楼高、层数多的工业与民用建筑,目前世界各国尚无划分高层与低层建筑的统一标准。例如:美国规范规定大于等于7层或建筑高度大于等于22~25 m的建筑为高层建筑;日本规范规定大于等于11层或建筑高度大于等于31 m的建筑为高层建筑。1972年国际高层建筑会议提出9层以上建筑为高层建筑,40层以上建筑(高度在100 m以上)为超高层建筑。我国根据经济情况及消防能力,规定大于等于10层的居住建筑或建筑高度超过24 m的公共建筑为高层建筑。

100多年来,随着各国经济和科技的发展,高层建筑在世界各大中城市如雨后春笋般出现,一时成为城市现代化的标志,它一定程度上反映了一个国家或地区经济与科学技术的水平。高层建筑由于具有节省日益紧张的城市建设用地,促进商业贸易及旅游业发展等优点,并且有利于城市规划,给现代化城市增添壮丽的景观,因而它在经济建设中占有相当重要的地位。近年来,高层建筑的高度与日俱增,“世界第一高楼”的称号不断地让位于新的建筑。

高层建筑楼高、层数多、建筑面积大、功能复杂、使用人数多、火灾危险性大,因而对建筑、结构、建筑设备(包括给排水、采暖、通风、空调、燃气、供配电及通信等)比低层建筑有更高的要求。这就必须通过精心的设计、施工与有效的管理,各专业有机的密切配合,才能保证其运行安全和使用舒适、方便、卫生。

建筑设备是保证和完善建筑功能的重要因素,直接影响到建筑的品质和等级,是高层建筑不可缺少的重要组成部分。建筑设备投资在高层建筑总投资中所占的比例为30%~40%,比在普通低层建筑总投资中所占的比例大得多。譬如一栋高层宾馆,通常要求全天有冷热水和饮用水供应,有中央空调,并且附设了商场、餐饮、酒吧、舞厅、游泳池、桑拿浴室、健身房、邮电、银行等,为此设置了水泵房、锅炉房、厨房、洗衣房、冷冻机房、备用发电机房、变配电室、通讯机房、消防控制室、保安监控室等,实行

自动控制与微机管理,相当于一个小型的现代化城市。一座宾馆,其新颖优美的外形与豪华的装修固然可以吸引顾客,但各种建筑设备的优质服务所提供的安全、舒适的环境,才能长期留住旅客。由于建筑设备关系到高层建筑的经济效益和社会效益,因而越来越受到人们的重视。

高层建筑给排水工程是高层建筑设备工程中最基本、最重要的组成部分之一,它不仅包括低层建筑中常见的生活给排水、消火栓给水等方面的设施,还包括:能够实现自动报警、自行启动的自动喷水灭火、气体或水喷雾灭火等系统;能够营造良好环境氛围的水体景观;具备对外服务功能的游泳池、洗浴中心;成片的高层智能化小区的管网综合等。另一方面,即便是最普通的生活给排水和消火栓系统,由于楼层高度的变化及建筑功能的复杂化,也面临新的问题:须满足管道防振、降噪的要求;满足长、直、大流量排水管道的通气要求;对卫生器具的标准和管道材料质量的要求;对水泵和水加热器等设备的可靠性要求;气体灭火系统的合理组合与分配;各种管道敷设与建筑、结构及其他设备专业的相互配合、协调的要求等。因此,高层建筑给排水工程虽然在基础理论和相关学科方面与一般的建筑给排水工程基本相同,但在技术的深度与广度方面,在设计和施工的难度方面,管理与安全的实施方面,都远远超过了一般建筑的给排水工程。

近年来,在国内外高层建筑飞速发展,高层建筑给排水工程的理论研究、设计计算、新型设备材料的研制、施工工艺和维护管理等方面都取得了较大的进展,主要表现在以下方面:

- ①部分设计计算公式采用简便的经验方法。例如:给水排水设计秒流量的计算,国外采用概率统计公式,这种计算比较准确,使用方便。
- ②节水、节能,高效、低耗的新型设备不断出现。例如:变频调速水泵和叠压供水技术的较广泛应用,新型燃油(气)锅炉,太阳能水加热器,热泵水加热系统等。
- ③推广使用方便舒适、造型美观、节水、低噪、多功能卫生器具。例如:节水消音型大便器,具有沐浴和保健作用的漩涡浴盆,超声波漩涡浴盆,真空排水卫生器具等。
- ④给水附件多品种、多功能、美观、节水。例如:缓闭止回阀、减压阀、定流量阀、定流量水嘴、定水量水嘴、泡沫水嘴、自动调温水嘴、自动给水水嘴等。
- ⑤重视水质保障,增强防水质污染措施的相关要求。
- ⑥电子技术的发展加速了给水排水工程技术的更新。由于在给水管网、排水、热水及消防等系统中采用的自动控制,使系统性能可靠,效率提高,并且节水节能和方便管理。
- ⑦推广小区中水、雨水回用技术的应用,对节约用水、减少环境污染开辟了新的前景。

⑧对生活给水系统,更加注重节水、节能和使用的舒适。而对于平时一般不投入使用的消防系统,更强化系统的安全可靠性,如提高消火栓系统的分区压力值等。

⑨建筑工业化施工迅速发展。在工厂预制卫生间、厨房、浴室及厕所等,运至现场拼装,提高了安装质量,大大加快了施工进度。

⑩管材薄壁化、多样化趋势和连接方式的多样化。在满足压力要求的情况下,连接方式的多样化和方便化使管材的薄壁化变得可能,而薄型管壁更有利于减少材料,降低生产和运输成本。新型管材不断涌现,为保证管道系统的安全、美观创造了条件。

我国的高层建筑绝大部分始建于20世纪80—90年代,经过近30年的发展,高层建筑给排水工程在设计、施工与管理方面积累了一定的经验。但是,适合我国国情的给水、排水设计秒流计算公式还有待进一步完善,消防给水系统的改进,新能源的开发与利用,设备材料的更新,隔音与防振,计算软件的进一步开发等课题都有待于探索。因此,在学习国外先进技术的同时,我们应结合国情,认真总结经验,研究适合我国的设计计算方法,制订有关定额和标准,研制新材料、新设备,挖掘节水节能潜力,提高施工与管理水平,这是从事建筑给水排水工程技术人员的一项光荣而艰巨的任务。

1 高层建筑给水系统

1.1 高层建筑给水系统概述

1.1.1 高层建筑给水系统的分类

高层建筑多为民用建筑,具有层数多、高度大、功能复杂的特点。对于标准较高的旅游宾馆、饭店、医院、综合楼等,对给水的水质、水量和水压均有较高的要求。但就其用途而言,给水的基本系统仍与低层建筑一样,分为生活、生产和消防3种。根据建筑物的性质和用途,还可按水质的不同要求将上述3种基本系统进一步细分。

1) 生活给水系统

(1)生活冷水系统 这是高层建筑给水系统的主要组成部分,也是高层建筑中使用范围最广、用水量最大的系统。一般用于盥洗、淋浴、洗涤、烹调、饮用等,常作为其他几种给水系统的水源。水质应符合国家《生活饮用水卫生标准》要求,并应具有防止水质污染的措施。

(2)生活热水系统 在旅馆、公寓、医院等高层建筑中,生活热水系统通常是不可缺少的给水系统之一,主要用于盥洗、沐浴和洗涤餐具、衣物等。水质除应符合《生活饮用水卫生标准》的相关规定外,对水中碳酸盐硬度也有一定的要求。

(3)饮用水给水系统 在高层建筑中,由于建筑的性质和用户的饮水习惯不同,饮用水的供应方式也不相同,有集中或分散供应的开水系统和冷饮水系统。水质应符合《饮用净水水质标准》,通常需采用特殊工艺将自来水进行深度处理,供人们直接饮用。

(4)中水系统 各种排水经处理后,达到规定的水质标准,可在生活、市政、环境等范围内作为杂用的非饮用水称为中水。使用中水对节约用水、减少环境污染、保护水体具有重要意义。

2) 生产给水系统

(1)软化水系统 当城市给水中的碳酸盐硬度较高时,为防止热交换器或沸水器等结垢和节省洗衣房、厨房的洗涤剂用量,在某些标准较高的旅游宾馆和公寓中,常集中或分散设置软化水系统,以保证生活用水的硬度指标符合使用要求。

(2) 循环冷却水系统 对设有空调和冷藏设备的建筑,常需要大量冷却水以便将空调机和冷冻机中制冷系统产生的热量带走,循环冷却水系统是为完成这一任务而设立的一种专用给水系统。循环冷却水的补充水应符合一般冷却水水质要求,并尽量采用低温水。

(3) 游泳池及观赏水池给水系统 在旅游宾馆、对外公寓等建筑中,常设游泳池、游乐池、观赏水池等,这些水池用水量较大,一般自成系统,循环使用。池水水质须根据水池使用功能,合理确定卫生标准,确保安全、卫生。

3) 消防给水系统

消防给水系统可分为消火栓和自动喷水灭火系统。消防给水系统对水质无严格要求,但必须按照建筑设计防火的相关规范保证足够的水量和水压。

1.1.2 高层建筑给水系统的组成

高层建筑室内给水(冷水)系统由引入管、水表节点、升压和贮水设备、管网及给水附件4部分组成。其中引入管、水表节点的设计和安装要求与低层建筑物相同,升压和贮水设备通常是高层建筑必不可少的设施,给水管网及附件有自身的特点。

我国城市给水管网大都采用低压制,一般城镇管网压力为0.2~0.4 MPa,无法满足高层建筑上部楼层供水的水压要求,必须借助升压设备将水提升到适当的压力;另一方面,当室外给水管网不允许直接抽水或给水引入管不可能从室外环网的不同侧引入时,均应设贮水池以保证高层建筑的安全供水;此外,由于消防、安全供水、流量调节及水压保证的需要,不同功能的贮水池(箱)常常是高层建筑的重要设备。

与低层民用建筑相比,高层建筑给水管网及附件具有以下特点:

①系统管网必须进行竖向分区。高层建筑给水管网在竖直方向上被划分为若干供水区,各分区负责对高层建筑的某些楼层供水。

②管网一般布置呈环状。高层建筑的卫生器具和用水设备数量多,用水量大,如管网呈枝状布置,一旦断水,影响范围较大,从供水可靠性出发,高层建筑给水管网一般呈环状。

③竖直干管通常敷设在专用的管道竖井内,水平干管布置在专用管道层或技术(夹)层内。建筑物的防火分区、不均匀沉降等因素对管道的布置和敷设有一定的影响。

④给水附件的形式、类别、数量多,标准高。高层建筑给水系统管路长,用水点多,对供水可靠性及节水节能、消声减振、水质保护的要求较高,因此,给水控制附件的形式、类别、数量较一般低层建筑多。由于建筑标准高,因此对卫生器具的造型、质量、色泽及使用舒适性及配水附件的质量、外观和使用上也提出了较高的要求。

⑤施工安装及维护工作量较大,技术水平要求较高,需与建筑内其他工种密切配合。

1.1.3 给水系统的竖向分区

对给水系统进行合理的竖向分区,是高层建筑给水设计中必须认真解决的重要问题,也是高层建筑给水系统区别于低层建筑给水系统的主要特征。

给水系统的竖向分区是指建筑物内的给水管网和供水设备根据建筑物的用途、层数、

材料设备性能, 维修管理、节约供水能耗及室外管网压力等因素, 在竖直方向将高层建筑分为若干供水区, 各分区的给水系统负责对所服务区域供水。

当建筑物很高, 给水系统未进行竖向分区, 则底层卫生器具必将承受较大的压力, 带来一系列问题, 主要表现为:

- ①龙头开启时呈射流喷溅, 影响使用, 浪费水量。
- ②开关水嘴、阀门时易形成水锤, 产生噪声和振动, 引起管道松动漏水, 甚至损坏。
- ③水嘴、阀门等给水配件容易损坏, 缩短使用期限, 增加了维护工作量。
- ④建筑下部各层出流量大, 导致顶部楼层水压不足、出流量过小, 甚至出现负压抽吸, 造成回流污染。

⑤不利于节能。理论上讲, 分区供水比不分区供水要节能。

假定某一高层建筑总高为 h , 总用水量为 Q , 竖向分成 n 区, 各区高度相同 (h/n), 用水量相同 (Q/n), 水的密度为 r , 总的给水能耗为 E , 每个分区能耗分别为 E_1, E_2, \dots, E_n , 则总给水能耗:

$$\begin{aligned}
 E &= E_1 + E_2 + \dots + E_n \\
 &= \gamma \left(\frac{Q}{n} \right) \left(\frac{h}{n} \right) + \gamma \left(\frac{Q}{n} \right) \left(\frac{2h}{n} \right) + \dots + \gamma \left(\frac{Q}{n} \right) \left(\frac{nh}{n} \right) \\
 &= \gamma \left(\frac{Q}{n} \right) \left(\frac{h}{n} \right) (1 + 2 + \dots + n) \\
 &= \gamma \left(\frac{Q}{n} \right) \left(\frac{h}{n} \right) \frac{n(n+1)}{2} \\
 &= \frac{(n+1)B}{2n} \gamma Qh
 \end{aligned}$$

当 $n \rightarrow \infty$ 时, $E = \gamma Qh/2$ 。

上述能耗计算表明: 随着高层建筑分区数的增加, 给水总能耗逐渐下降, 最大下降值接近不分区能耗值的 50%。

综上所述, 高层建筑给水系统必须进行合理的竖向分区, 使水压保持在一定的范围。但若分区压力值过低, 势必增加分区数, 并增加相应的管道、设备投资和维护管理工作量。因此, 分区压力值应根据供水安全、材料设备性能、维护管理条件, 结合建筑功能、高度综合确定, 并充分利用市政水压以节省能耗。

高层建筑给水分区静压值究竟多少为宜, 目前国内外还没有统一规定。英联邦国家常以 15~20 层作为分区依据, 而国内高层建筑根据建设年代不同, 分区压力差异很大, 如: 上海旧有的几座高层建筑(国际饭店、和平饭店、上海大厦等)从上到下只有 1 个给水系统(即 1 个分区), 设置屋顶水箱, 最低卫生器具处的静水压力达 0.7~0.8 MPa; 建于 1989 年的重庆扬子江假日饭店共 23 层, 21 层以下均由屋顶水箱供水, 最低配水点所受静水压达 0.8 MPa 左右。实践证明, 上述建筑给水系统使用情况良好。而建于 1968 年的广州宾馆, 分区水压是依据当时市场供应的管材附件, 预先安装并进行渗漏试验确定的, 其分区最大水压不超过 0.27 MPa。

表 1.1 为美国、日本等国推荐的给水分区压力值。

表 1.1 各国高层建筑分区静水压力值

国别	办公楼/MPa	公寓、旅馆/MPa	国别	办公楼/MPa	公寓、旅馆/MPa
美国	≤0.55	≤0.55	前苏联	≤0.60	≤0.60
日本	0.40~0.50	0.30~0.35	澳大利亚/新西兰	≤0.50	≤0.50

我国现行《建筑给水排水设计规范》(GB50015,以下简称“《建水规》”)规定:分区供水不仅是为了防止损坏给水配件,同时可避免过高供水压力造成不必要的浪费,故卫生器具给水配件承受的最大工作压力不得大于 0.60 MPa;竖向各分区最低卫生器具配水点处的静水压不宜大于 0.45 MPa,特殊情况下不宜大于 0.55 MPa。对静水压大于 0.35 MPa 的入户管(或配水横管),宜设减压或调压措施。

在分区中要避免过大的水压,同时还应保证各分区给水系统中最不利配水点的流出要求,一般不宜小于 0.1 MPa。

此外,高层建筑竖向分区的最大水压并不是卫生器具正常使用的最佳水压,常用卫生器具正常使用的最佳水压宜为 0.2~0.35 MPa。为节省能源和投资,在进行给水分区时要考虑充分利用城镇管网水压,高层建筑的裙房以及附属建筑(如洗衣房、厨房、锅炉房等)由城镇管网直接供水对建筑节能有重要意义。

1.2 给水方式

1.2.1 高层建筑的给水方式

高层建筑给水方式主要是指采取何种水量调节措施及增压、减压形式,来满足各给水分区的用水要求。给水方式的选择关系到整个供水系统的可靠性、工程投资、运行费用、维护管理及使用效果,是高层建筑给水的核心。

高层建筑给水方式可分为高位水箱、气压罐和无水箱 3 种给水方式。

1) 高位水箱给水方式

其供水设备包括离心水泵和水箱,主要特点是在建筑物中适当位置设高位水箱,储存、调节建筑物的用水量和稳定水压,水箱内的水由设在底层或地下室的水泵输送。可分为并联、串联、减压水箱和减压阀 4 种给水方式。

(1) 高位水箱并联给水方式 各分区独立设高位水箱和水泵,水泵集中设置在建筑物底层或地下室,分别向各分区供水。

优点:各区给水系统独立,互不影响,供水安全可靠;水泵集中管理,维护方便;运行动力费用经济。

缺点:水泵台数多,高区水泵扬程较大,压水管线较长,设备费用增加;分区高位水箱

占建筑楼层若干面积,给建筑平面布置带来困难,减少了使用面积,影响经济效益。

(2)高位水箱串联给水方式 水泵分散设置在分各区的楼层中,下一分区的高位水箱兼作上一给水分区的水源。

优点:无高压水泵和高压管线;运行动力费用经济。

缺点:水泵分散设置,连同高位水箱占楼层面积较大;水泵设置在楼层,防振隔音要求高;水泵分散,管理维护不便;若下一分区发生事故,其上部数分区供水受影响,供水可靠性差。

(3)减压水箱给水方式 整栋建筑的用水量全部由设置在底层或地下层的水泵提升至屋顶水箱,然后再分送至各分区高位水箱,分区高位水箱只起减压作用。

优点:水泵数量最少,设置费用降低,管理维护简单;水泵房面积小,各分区减压水箱调节容积小。

缺点:水泵运行动力费用高;屋顶水箱容积大,在地震时存在鞭梢效应,对建筑物安全不利;供水可靠性较差。

(4)减压阀给水方式 其工作原理与减压水箱给水方式相同,不同处在于以减压阀代替了减压水箱。

与减压水箱给水方式相比,减压阀不占楼层房间面积,但低区减压阀减压比较大,一旦失灵,对阀后供水存在隐患。

如图 1.1 所示,就高位水箱的 4 种给水方式而言,由于设置了水箱,增加了水质受污染的可能,因此水箱设置数量越多,水质受到污染的可能性就越大;其次,水箱总要占用空间,并有相当重量,水箱容积越大,对建筑和结构的影响就越大;此外,水箱的进水噪声容易对周围房间环境造成影响。

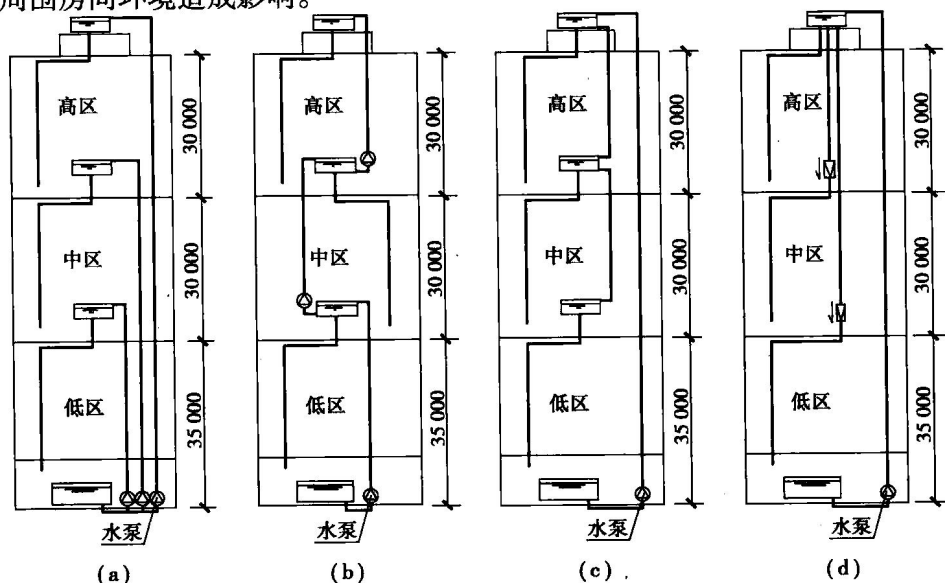


图 1.1 高层建筑高位水箱给水方式
(a) 并联; (b) 串联; (c) 减压水箱; (d) 减压阀

2) 气压给水设备给水方式

其供水设备包括离心水泵和气压水罐。其中气压水罐为一钢制密闭容器,使气压水罐在系统中既可储存和调节水量,供水时利用容器内空气的可压缩性,将罐内储存的水压送到一定的高度,可取消给水系统中的高位水箱。

图 1.2 为气压给水设备的并联和减压阀给水方式。

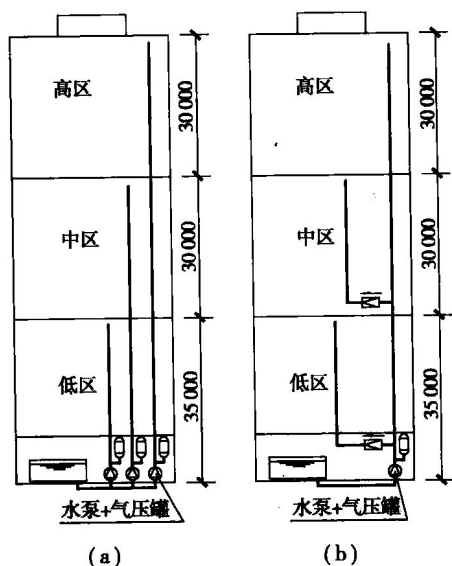


图 1.2 气压给水设备给水方式

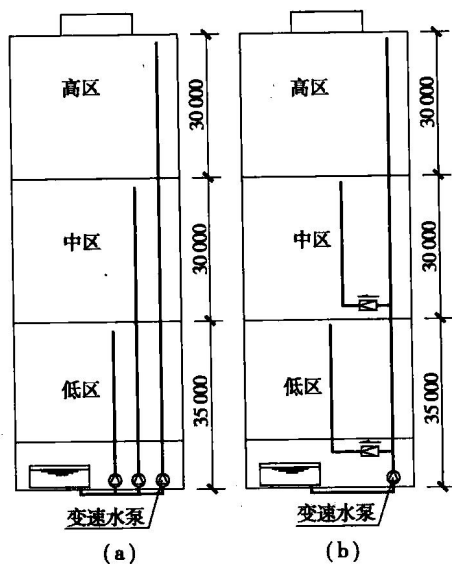


图 1.3 无水水箱给水方式

气压给水设备给水方式的主要优缺点见 1.5.2 节。它可配合其他供水方式,使用在高层建筑局部几层的生活及消防给水系统中,以解决局部供水压力。

3) 无水水箱给水方式

近年来,人们对水质的要求越来越高,国内外高层建筑采用无水水箱的调速水泵供水方式成为工程应用的主流。无水水箱给水方式的最大特点是:省去高位水箱,在保证系统压力恒定的情况下,根据用水量变化,利用变频设备来自动改变水泵的转速,且使水泵经常处于较高效率下工作。缺点是变频设备相对价格稍贵,维修复杂,一旦停电则断水。

图 1.3 为无水水箱并联给水方式和无水水箱减压阀给水方式。

1.2.2 各种给水方式的比较

为了直观地分析比较各给水方式水泵的耗能情况,假设如下:某一建筑采用同样的分区和不同的给水方式,如图 1.1 ~ 图 1.3 所示;各分区的供水负荷分别占建筑物供水总负荷的比例为:低区占 50%、中区占 25%、高区占 25%;各分区管道的水头损失设定为该区高度的 10%;各分区的水泵效率相同,则表 1.4 中水泵扬水功率计算方法如下:

1) 高位水箱给水方式

高位水箱并联给水: $(0.25Q \times 95 + 0.25Q \times 65 + 0.5Q \times 35) \times 1.1 = 63.25Q$