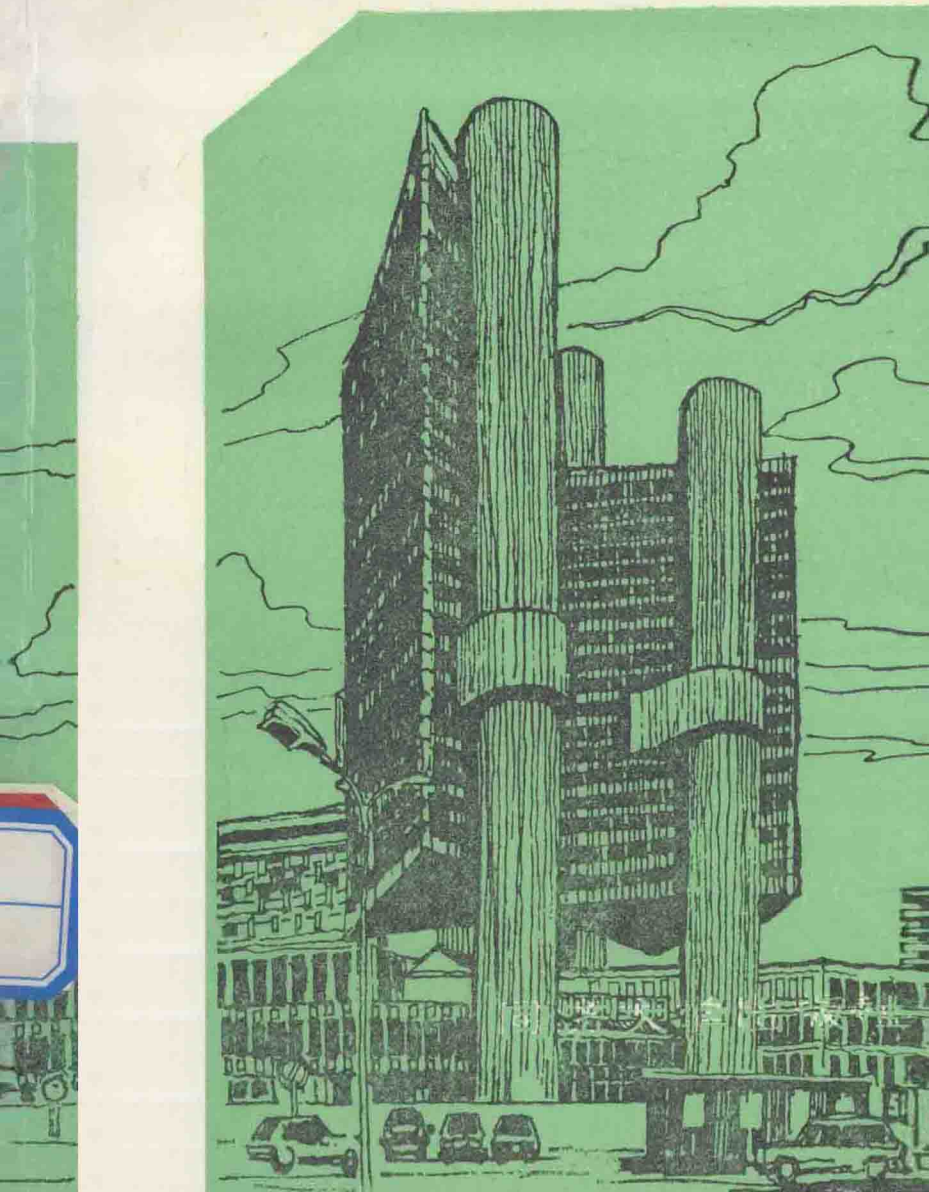


高层建筑设计丛书(2)

# 高层建筑给水排水工程

钱维生 编著





同层建筑  
给水排水工程

钱维生 编著

同济大学出版社

**责任编辑：冯时庆**

**封面设计：王肖生**

## **高层建筑给水排水工程**

**钱维生 编著**

**同济大学出版社出版**

**(上海四平路1239号)**

**新华书店上海发行所发行**

**青浦任屯印刷厂印刷**

**开本：850×1168 1/32 印张：8.875 字数：227千字**

**1989年8月第1版 1989年8月第1次印刷**

**印数：1—6000 定价：3.70元**

**ISBN 7-5608-0288-5/TU·51**

## 总 序

纵观我国建筑史，高层建筑是密切伴随着社会的进步，经济技术的发展而发展的，是城市建设的时代特征。

在古代，高层建筑主要是寺庙塔楼，其中，有一些不仅历史悠久，而且在建筑艺术造型和建筑构造方面有许多独特之处，因而驰名于世界。例如，建于公元 523 年的河南登封县的嵩岳寺塔（十层砖砌塔楼，高度 40 米）；建于公元 1055 年的河北正定县的料敌塔，是我国现存的最古最高的砖塔（十一层，高 82 米）；建于公元 1056 年的山西省应县木塔（高 67 米）；另外还有西安的大雁塔，南京的报恩寺等等，不胜枚举。

解放前，我国是半封建半殖民地的国家，经济技术落后，高层建筑为数极少，而且都依赖于外国投资。例如，上海的锦江饭店、沙逊大厦、百老汇大厦和国际饭店等。

解放后，由于我国国民经济的不断发展，自 50 年代开始高层建筑就陆续在各地兴建起来。如北京的前三门高层住宅群（高 14 层）；上海的漕溪北路及陆家宅高层住宅群（高 16 层和 13 层）；广州的白云宾馆（32 层）等等。进入 80 年代以后，随着我国改革、开放政策的实施，工农业、科学技术和人民生活水平的提高，高层建筑得到迅速的发展，到 1984 年为止我国八层以上的高层建筑已达千幢以上，而且不断地向高耸现代化发展，各种新结构、新设计层出不穷。目前我国已建成了总高 162 米筒中筒结构的深圳国际贸易中心大楼（53 层），高度超过百米以上的还有上海电讯大楼，深圳亚洲大酒店、广州的白云宾馆和花园酒家；北京国际饭店、中央彩电大楼等十余幢。其内部设备除设有感烟、感温报警及消火栓给水系统以外，还普遍安设了各种自动控制的固定灭火装置，有力地提高了建筑物的安全度，使我国的高层建筑达到和接近了世界第一流的水平。

随着高层建筑事业的发展，同济大学从事高层建筑科研和教

学的各学科的老师近年来为各届研究生和大学生增设了各类高层建筑专业课，相继编写了各种教材，为各单位的工程设计人员举行了多期培训班，也做了大量的科研、设计工作，为了适应各学科科研和教学发展的需要，将我校和某些设计单位较为成熟的教材、科研成果以及经验总结陆续出版，组成一套内容较为完善的“高层建筑设计丛书”，准备在1990年前出完，这套丛书包括有：高层建筑结构实用设计方法；高层建筑设计原理；高层建筑地基基础；高层建筑抗风抗震；高层钢结构；高层建筑空调；高层建筑结构力学；高层建筑给水排水；高层建筑电梯；高层建筑消防等。在编写过程中，我们特别着重新结构、新规范、新工艺和新材料的内容，以体现时代的特色。我们希望这套丛书能为教师、科研设计人员和工程技术人员所利用，使之成为我国高层建筑科研事业发展洪流中的一滴水珠。

由于我们参加编辑的人员经验不足和水平有限，在出版过程中可能错误难免，希望广大读者给予批评、指正。

# 前 言

近年来随着国家建设事业的发展，高层建筑给水排水工程在理论和实践上都积累了不少经验，有必要加以总结和提<sub>高</sub>，国外一些理论研究和实践经验也值得学习和了解，使从事建筑给水排水工程的技术人员能够有所借鉴，进一步开展科学研究，提高理论水平和设计质量，在高层建筑给水排水事业上为国家“四化”建设作出更大的贡献。

本书系统地叙述高层建筑给水工程、消防设备、排水工程和热水供应的基本理论、设计原则和计算方法，特别着重基本理论的阐明。

在高层建筑给水工程中，主要阐述给水系统，分区范围，供水方式和管径计算，并介绍了美国的概率理论法确定室内给水管径的设计负荷流量的方法。

在消防设备中，主要叙述消火栓消防设备，自动喷水灭火设备，卤代烷消防设备的设计和计算方法，并附有计算示例。

在高层建筑排水工程中，主要叙述污水在室内排水管道中流动的水力情况，水膜流公式的推导，排水立管通水能力的计算，排水通气管系的计算，介绍了我国、美国、日本决定室内排水管径的方法。

在高层建筑热水供应中，主要叙述热水系统，配管和分区方式，热水箱、加热设备和热水管道的计算。

本书可作为大专院校给水排水专业高年级学生和研究生教材或教学参考书，也可供从事室内给水排水工程教学和设计科技人员参考。

考虑到目前工程技术人员的使用习惯以及与有关计算资料相呼应，书后附有国际单位制与工程单位制换算表。

本书由同济大学同济设计研究院吴祯东同志审阅，在此表示衷心感谢，并向提供资料和协助工作的有关同志致以谢意。

由于编者水平有限，书中难免有错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

# 目 录

绪论	( 1 )
第一章 高层建筑给水工程	( 4 )
第一节 给水系统	( 4 )
第二节 给水系统竖向分区	( 5 )
第三节 供水方式	( 8 )
第四节 高层建筑给水系统供水方式的工 程实例	( 15 )
第五节 给水管径计算	( 20 )
第六节 水池、水泵和水箱	( 50 )
第二章 高层建筑消防给水	( 64 )
第一节 高层建筑消防特点	( 64 )
第二节 消火栓消防给水设备	( 65 )
第三节 自动喷水灭火设备	( 85 )
第四节 雨淋喷水灭火设备	( 111 )
第五节 水幕消防设备	( 114 )
第六节 卤代烷灭火设备	( 118 )
第三章 高层建筑排水工程	( 157 )
第一节 高层建筑排水系统	( 157 )
第二节 器具存水弯	( 158 )
第三节 排水管道内水流运动	( 161 )
第四节 排水立管水膜流的理论计算公式	( 165 )
第五节 排水立管在水膜流时的通水能力	( 172 )



第六节	污水管道及其通气方式	(174)
第七节	排水管管径的决定	(176)
第八节	通气管系统	(193)
第九节	特殊单立管排水系统	(207)
第十节	高层建筑排水系统示例	(213)

#### 第四章 高层建筑热水供应 (217)

第一节	热水供应方式	(217)
第二节	水的加热和加热设备	(218)
第三节	热水配管方式	(231)
第四节	热水系统竖向分区	(234)
第五节	热水供应系统的附件	(235)
第六节	热水系统的计算	(242)

(02) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(03) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(13) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(14) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(15) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(16) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(17) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(18) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(19) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(20) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(21) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(22) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(23) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(24) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

(25) ..... 热水供应系统设计 ..... 章二第

# 绪 论

## 一、高层建筑分界

高层建筑是指层数多、高度大的民用与工业建筑，多少层才算是高层建筑，目前各国划分的标准并不一致，如果仅以建筑层数来划分，则由于层高有 2.7m 至 5m 不等，就会出现层数相同的建筑其高度相差很大的情况，所以建筑高度和建筑层数都应作为划分高层建筑的指标。表 0-1 为一些国家高、低层民用建筑的划分情况。

高层建筑分界

表 0-1

国 名	高 层 建 筑 划 分 情 况
西 德	按最高一层地板（经常有人停留者）高出地面上22m
日 本	层数 $\geq 11$ 层或建筑高度 $\geq 31$ m
英 国	建筑高度 $\geq 30$ m
比 利 时	地面上建筑高度 $\geq 25$ m
苏 联	层数 $\geq 10$ 层的居住建筑 层数 $\geq 7$ 层的公共建筑
美 国	建筑高度 $\geq 22\sim 25$ m, 层数 $\geq 7$ 层

在1972年国际高层建筑会议上把高层建筑分成四大类：

第一类高层建筑：9~16层，

第二类高层建筑：17~25层，

第三类高层建筑：25~40层，

第四类超高层建筑：40层以上。

我国高、低层建筑的划分，是根据市政消防能力的规定，“高层民用建筑设计防火规范”中指出：10层及10层以上的住宅建筑

(包括底层设置商业服务网点的住宅)和建筑高度超过24m的公共建筑应属于高层建筑。其中建筑高度为建筑物室外地面到其檐口或女儿墙的高度。屋顶上的瞭望塔、水箱间、电梯机房、排烟机房和楼梯出口小间等不计入建筑高度和层数内,住宅建筑的地下室,半地下室的顶板面高出室外地面不超过1.5m者,不计入层数内。

## 二、高层建筑发展

从生活条件来说,居住高层建筑并不方便,但由于城市人口的增长,引起用地紧张,地价昂贵,迫使“借天入地”发展高层建筑,以满足人们对住宅和庞大办事机构的需要。随着世界各国旅游事业的发展,国际交往日益频繁,也促进了豪华的高层旅游宾馆的兴建。

随着科学技术的进步,在建筑技术、结构、材料等方面日益发展,为现代高层建筑提供了设计、施工的物质条件,高层建筑越造越高。从世界范围而言,在50年代以前的高层建筑,一般以10~30层居多,60年代为30~50层,70年代则发展到50~110层。目前世界上最高的楼房建筑是1974年建成的美国芝加哥西尔斯大厦,共110层,高445m,其次为1972年在美国纽约建成的两座并立的世界贸易中心大楼,共110层,高412m

我国的高层建筑,到60年代止,仅上海、广州有些高层建筑,为数不多。随着国民经济的迅速增长,城市建设的飞跃发展,尤其是随着旅游事业、对外贸易和国际交往日益繁荣,从80年代开始,在很多的大、中城市中,高层建筑的建造好似雨后春笋,拔地而起。在用地紧张的大城市中甚至出现了高层住宅群。目前全国各地建造的10~30层的高层建筑为数甚多,不胜枚举。30~50层的高层建筑为数也不少,如48层的深圳国际贸易中心大厦,43层的上海希尔顿酒店等。

## 三、高层建筑给水排水工程的特点

高层建筑的给水排水工程有着不同于低层建筑的特点，在我国高层建筑迅速发展的时候，研究高层建筑给排水工程的基础理论，掌握高层建筑给排水工程设计方法非常重要。一般说来，高层建筑给排水工程具有以下特点：

1. 高层建筑室内给排水设备多、标准高，使用给排水设备的人数亦多。若发生停水和排水管道阻塞等事故，则影响范围较大。因此无论在水源、水泵、系统设置、管道布置等方面都必须保证供水安全可靠和排水畅通。

2. 高层建筑由于层数多、高度大，室内给水和热水管道系统中的静水压力必然很大，为使管道及配件承受的压力小于其工作强度以及节约能量、减少维修，故对给水、热水以及消防管道系统须进行经济合理的竖向分区。

3. 高层建筑中人员众多，人流频繁，且有楼梯井、电梯井、管道井、通风管道、垃圾井道等，一旦发生火灾，火势猛、蔓延快、灭火难度大、人员疏散困难，会造成严重后果。因此高层建筑必需设置可靠的室内消防给水系统，而且消防给水的设计应“立足自救”。

4. 高层建筑由于楼层多，管线长，管道种类多，装饰标准高。因此管材要求：强度高，质量好，使用期长，管道连接保证不漏水。并必须考虑管道的防震、防沉降、防噪音、防水锤、防管道伸缩变位等技术措施。

5. 高层建筑由于给水、排水、消防、空调、电气等各种管道较多，一般需设置技术层，以便布置各种管线，并要处理好各种管线的综合交叉并满足便于日后维修的要求。

# 第一章 高层建筑给水工程

## 第一节 给水系统

高层建筑室内给水系统按其用途可分三种：

### 一、生活给水系统

供厨房烹调饮用、卫生间盥洗沐浴、冲洗厕所便器等生活上的用水，水质必须严格符合国家规定的饮用水标准。在淡水资源缺乏的地方，如香港，冲洗厕所便器采用海水；在日本，有些建筑，冲洗厕所便器和冲洗汽车采用盥洗沐浴废水经过水处理后的“再用水”，俗称“中水道”。前者在室内尚需设置独立的海水管道系统，后者在室内尚需设置独立的“中水道”系统。在高层建筑中容易产生水质回流污染，当建筑物内人们有喝生水的习惯时，冲洗厕所便器的给水管道也可和盥洗沐浴、厨房用水分开，各自采用自来水作水源的独立系统，以防回流污染水质。在河流水源受到严重污染，因而自来水水质较差的城市，根据要求，在旅游宾馆的卫生间、厨房间或高层住宅的厨房间设置独立的“可喝水”管道系统，其水质经过活性炭过滤和紫外线消毒处理后供应，以确保卫生。为了节约用水，也有把那些经使用后水质未受污染的水收集起来重复用于其他地方的复用水系统。

### 二、生产给水系统

高层工业大厦以轻工、仪表、电子工业居多，其生产用水按工艺要求组成共用或独立的给水系统，如电子工业的高纯水系统、锅炉的软化水系统、机器的冷却水系统及空调冷却水系统等等。

高层民用建筑，顾名思义没有生产用水，但如果把直接用于厨房、浴室、厕所的水称为生活给水，而把其他用水划归生产用水的话，则一座现代化的高层旅游宾馆的生产用水有：空调冷却水系统、厨房冷藏库冷却水系统、洗衣房软化水系统、锅炉房软化水系统、游泳池水处理系统、喷泉系统等。

高层旅游宾馆的洗衣房，每天洗衣数量甚大，硬水洗涤衣服有两害，(1) 洗涤剂用量消耗多；(2) 衣服洗不干净。因此洗衣房的用水必须进行软化。

### 三、消防给水系统

高层建筑必须要有可靠的消防设施，以迅速扑灭初期火灾，不使酿成大火。高层建筑消防给水系统有：消火栓消防给水系统、自动喷洒消防给水系统、水幕消防给水系统。在不能用水灭火的场所，例如配电、电算、电视、电讯、电话总机、自备发电机房等则采用气体（卤代烷或二氧化碳等）消防设施。

上述各种给水系统在同一栋高层建筑中不一定全部具有，应根据该建筑外部给排水条件和内部给排水要求而定。

## 第二节 给水系统竖向分区

当建筑物的高度很高时，如果给水只采用一个区供水，则下层的给水压力过大，会带来许多不利之处：

- (1) 龙头开启，水成射流喷溅，影响使用；
- (2) 必须采用耐高压管材、零件及配水器材；
- (3) 由于压力过高，龙头、阀门、浮球阀等器材磨损迅速，寿命缩短，漏水增加，检修频繁；
- (4) 下层龙头的流出水头过大，如不减压，其出流量比设计流量大得多，使管道内流速增加，以致产生流水噪音、振动噪音，并使顶层龙头产生负压抽吸现象，形成回流污染；
- (5) 由于压力过大，容易产生水锤及水锤噪音；

(6) 维修管理费用和水泵运转电费增高。

为消除或减少上述弊端，高层建筑的高度达到某种程度时，其给水系统需作竖向分区。

给水系统竖向分区的高度要恰当，如果分区的高度过小，势必增加给水设备、管道及相应的土建投资和维修管理工作，很不经济。反之，如果分区的高度过大，仍会带来前述水压过高的不良现象。竖向分区的高度一般以系统中最低卫生器具处最大静水压力值为依据，这个分区压力值究竟多少为恰当呢？当前国内外尚无一致的规定，应根据使用要求、管材质量、卫生器具零件承压性能、维修管理等条件，并综合建筑层数合理安排。表 1-1、1-3 和 1-4 为日本和我国若干栋高层建筑给水系统竖向分区范围的工程实例。

高层建筑给水系统竖向分区工程实例 表 1-1

地区	建筑名称 (性质)	层数	高度 (m)	竖向分区及其最大静水压力值(mH <sub>2</sub> O)					
				1区	2区	3区	4区	5区	6区
日本	阳光大楼 (办公楼)	60	240	分成六区，每区压力不大于50					
	新宿三井大楼 (办公楼)	55	209	27	52	51	51	51	28
	新宿住友大楼 (办公楼)	52	200	48	48	51	45	46	—
东京	京王广场旅馆	47	169	56*	50	43	45	32	—
	新大谷旅馆	40	132	55*	46	44	42	20	—
	和平旅馆	30	101	31	40	43	—	—	—

注：①层数和高度不包括塔楼。

②有\*者为非客房部。

从上表中的统计数值看，日本高层旅馆给水系统卫生器具处的最大静水压力大都在 40m H<sub>2</sub>O 左右，而高层办公楼给水系统卫生器具处的最大静水压力则在 50m H<sub>2</sub>O 左右。旅馆性质的建筑有厨房、餐厅和大量的客房卫生间，卫生器具多，用水量大而频繁，卫生器具处的最大静水压力值应采用低些，而办公楼性质

的建筑一般只设公共厕所和开水间，卫生器具少，用水量小而不频繁，卫生器具处最大静水压力值可采用高些。统计我国目前建造的一些高层旅馆中，给水系统的最大静水压力数值，大都在35~40mH<sub>2</sub>O左右。

结合我国目前水暖产品情况，高层建筑给水系统分区水压的范围可采用：

旅馆、医院、住宅建筑：30~40mH<sub>2</sub>O

办公楼建筑：35~45mH<sub>2</sub>O

高层建筑在给水系统竖向分区中，不但要避免过大的水压，而且还应保证供水点所需的最低水压，避免顶层龙头产生“负压回流”现象。

列出图 1-1 给水系统的水箱水面和顶层龙头的能量方程：

$$H = \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} + \sum h$$

$$\frac{p_1}{\gamma} = H - \left( \frac{v_1^2}{2g} + \sum h \right) \quad (1-1)$$

式中  $p_1$ ——截面 1-1 处管中产生的压力；

$v_1$ ——截面 1-1 处管中产生的流速；

$H$ ——水箱水面与截面 1-1 位置高差；

$\sum h$ ——水箱出水管至截面 1-1 管线的总水头损失；

$g$ ——重力加速度；

$\gamma$ ——水的容重。

当  $\frac{v_1^2}{2g} + \sum h > H$  时，截面 1-1

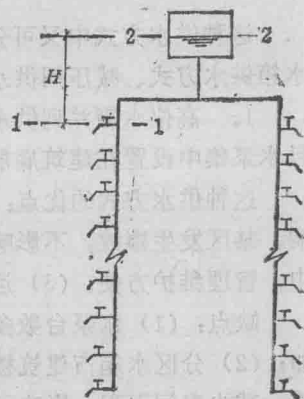


图 1-1 给水系统最低水压

处管中产生负压，开启龙头不但不出水，反而吸气。在高层建筑中，由于下层用水点多，水压过大，实际流量往往大于计算流



量。如果水箱高度 $H$ 不够、水平总管管径太小和下层不采取减压限流措施，就容易产生上述现象。各分区水箱的设置高度，应根据最不利配水点所需的水压及其管路的水头损失计算决定。一般分区水箱宜设置在该供水区以上二~三层，即给水系统最不利点的最小静水压具有 $7\sim 10\text{mH}_2\text{O}$ ，如供消防用水，另按消防要求计算。

高层旅馆等建筑，在用水量较大的部门，如洗衣房、厨房等公用设施，一般都设置在建筑物的最下面几层，宜充分利用室外市政给水管网压力直接供水，对节能和安全供水都是有利的。

### 第三节 供水方式

高层建筑分区确定以后，如何经济合理选择供水方式同样是个重要的问题。高层建筑供水方式有：高位水箱供水方式，气压水箱供水方式，无水箱供水方式。

#### 一、高位水箱供水方式

这种供水方式中又可分并列供水方式、串联供水方式、减压水箱供水方式、减压阀供水方式。分别见图 1-2、1-3、1-4、1-5。

1. 高位水箱并列供水方式是在各分区独立设水箱和水泵，且水泵集中设置在建筑底层或地下室，分别向各区供水。

这种供水方式的优点：(1) 各区是独立给水系统，互不影响，某区发生事故，不影响全局，供水安全可靠；(2) 水泵集中，管理维护方便；(3) 运行动力费用经济。

缺点：(1) 水泵台数多，水泵出水高压管线长，设备费用增加；(2) 分区水箱占建筑楼层若干面积，给建筑房间布置带来困难，减少房间面积，影响经济效益。

2. 高位水箱串联供水方式为水泵分散设置在各区的楼层中，低区的水箱兼作上一区的水池。

其优点：(1) 无高压水泵和高压管线；(2) 运行动力费用经