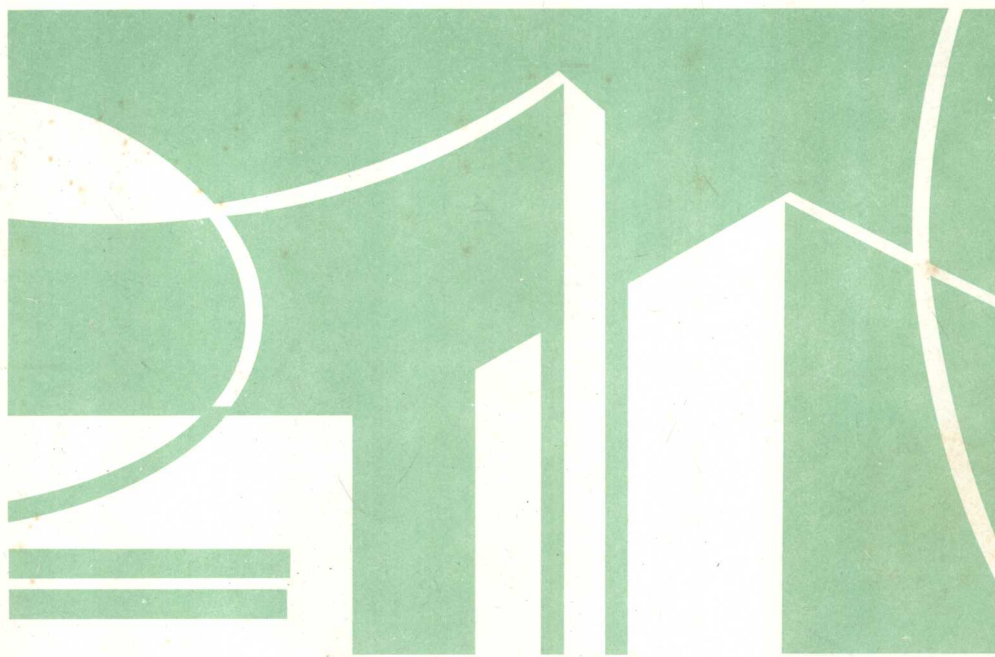


中等专业学校给水与排水专业系列教材

建筑给水排水工程

文绍佑 主编



中国建筑工业出版社



中等专业学校给水与排水专业系列教材

建筑给水排水工程

文绍佑 主编

中国建筑工业出版社

83444

中等专业学校给水与排水专业系列教材

本书是中等专业学校“水暖通风专业”和“给水排水专业”的《建筑给水排水工程》教学用书。内容主要有：室外给水排水系统、室内给水排水系统、室内消防给水系统、高层建筑室内给水排水和室内热水供应等。其中对室内与室外给水排水和热水供应系统的形式和组成、管材与设备、管路布置与敷设、设计与计算、以及室内污水的局部处理等作较全面的、系统的阐述，并有适量的例题、思考题和习题。

本书除可作为中等专业学校教学用书外，亦可供水暖通风和给水排水工程技术人员参考，还可作为成人中专、电视中专、职业高中有关专业教学参考用书。

中等专业学校给水与排水专业系列教材

建筑给水排水工程

文绍佑 主编

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

中国建筑工业出版社密云印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:15¼ 字数:371千字

1992年9月第一版 2000年12月第九次印刷

印数:68301—72800册 定价:18.70元

ISBN 7-112-01637-1

G·150(6672)

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)



前 言

本书系根据建设部原人才开发司1988年审定的给水排水专业《室内给水排水工程》教学大纲和水暖通专业《室内与厂区给水排水工程》教学大纲编写的，定名为《建筑给水排水工程》，作为两专业通用教材。在编写中，力求体现中等专业学校的要求和特点，贯彻理论结合实际和注重能力培养的原则。在内容上考虑了两专业的不同要求和建筑给水排水工程的新技术成果，同附编写了必要的例题、思考题和习题以满足教学需要。

本书由黑龙江省城市建设工程学校卜广林（十二章）、谷峡（二、四、十一、十三章）、郭泽林（六、八章）、文绍佑（一、三、五、七、九、十、十三章）等合编，文绍佑主编，广西城乡规划设计院高级工程师吴超超主审。

由于编者水平所限，书中可能存在不少问题，请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 室外给水系统	1
第一节 给水系统的组成及其类别	1
第二节 地下水取水构筑物——管井	3
第三节 室外给水管道的布置	7
第四节 给水系统的水压关系	8
第五节 水塔和贮水池	12
第六节 水泵房	14
第七节 管材、附件及管道附属构筑物	19
第八节 室外给水系统设计流量的确定	24
第九节 室外给水管道的水力计算	31
思考题与习题	34
第二章 室内给水系统	36
第一节 室内给水系统的分类和组成	36
第二节 室内给水系统所需水压	37
第三节 室内给水方式的选择	39
第四节 高层建筑室内给水系统	43
第五节 给水水质与防止水质污染的措施	46
第六节 室内给水管道的布置与敷设	47
思考题与习题	51
第三章 室内给水管材、附件及设备	53
第一节 室内给水管材	53
第二节 室内给水用附件	55
第三节 水表	57
第四节 水箱	60
第五节 气压给水装置	64
思考题与习题	69
第四章 室内给水管道的水力计算	70
第一节 设计流量的确定	70
第二节 室内给水管道的水力计算	73
思考题与习题	77
第五章 室内消防给水系统	78
第一节 设置室内消防给水的原则	78
第二节 室内消火栓灭火系统	78
第三节 室内消火栓灭火系统的设计与计算	84
第四节 室内消火栓灭火系统的设备	88

第五节 闭式自动喷水灭火系统	89
第六节 开式自动喷水灭火系统	92
思考题与习题	95
第六章 室内排水系统	96
第一节 室内排水系统的分类及组成	96
第二节 室内排水的体制及排放条件	97
第三节 室内排水管道的布置与敷设	98
第四节 室内塑料排水管道的布置与敷设	102
第五节 高层建筑室内排水系统	105
思考题与习题	108
第七章 室内排水管材、附件及卫生器具	109
第一节 室内排水用管材	109
第二节 室内排水用附件	110
第三节 卫生器具的分类与设置标准	112
第四节 冲洗设备	115
第五节 卫生器具与安装	117
思考题与习题	123
第八章 室内排水系统的水力计算	124
第一节 设计流量的确定	124
第二节 排水系统的水力计算	125
思考题与习题	132
第九章 屋面雨水排水系统	133
第一节 屋面雨水排水方式	133
第二节 屋面雨水内排水系统	134
思考题与习题	139
第十章 室内生活污水的局部处理	140
第一节 化粪池	140
第二节 医院污水消毒处理	141
第三节 其它污水的局部处理	146
思考题与习题	147
第十一章 室外排水系统	149
第一节 概述	149
第二节 室外排水管道的布置及敷设	150
第三节 室外排水常用管材及附属构筑物	151
第四节 室外污水管道水力计算	155
第五节 雨水管渠	163
思考题与习题	170
第十二章 室内热水供应	172
第一节 热水供应系统	172
第二节 热水的制备、贮存设备及主要附件	175
第三节 热水水质、水温及用水量标准	180

第四节 用水量与耗热量的计算.....	183
第五节 水加热器与锅炉的选择.....	185
第六节 热水管网的计算.....	193
第七节 开水供应.....	206
第八节 太阳能热水器.....	208
思考题与习题	211
第十三章 湿陷性黄土区和地震区给水排水管道	212
第一节 湿陷性黄土区给水排水管道.....	212
第二节 地震区给水排水管道.....	213
附 录	216
I 给水铸铁管水力计算表.....	216
II 钢管水力计算表.....	218
III 室内排水管道水力计算表.....	222
IV 合流制化粪池最大允许使用人数.....	224
V 排水管渠水力计算表.....	226
VI 热水量及冷水量占混合水量的百分数.....	231
VII 热水供暖系统管道水力计算表.....	232
VIII 蒸汽管道管径计算.....	234
IX 热水管道水力计算表.....	235
X 不保温热水管道的单位长度热损失.....	237
XI 常用非法定计量单位与法定计量单位换算关系表.....	238

第一章 室外给水系统

本书所讲的室外给水系统，是指企业、事业单位以城市自来水为水源的室外给水系统，或者由单位自设水源而形成的独立室外给水系统。本章主要介绍以地下水为水源的独立室外给水系统。

第一节 给水系统的组成及其类别

城镇和工业企业的给水按其用途主要分为：生活用水、生产用水和消防用水等三类。除上述三类用水以外，还有浇洒道路、绿化等其它用水。

一、给水系统的组成

给水系统通常由取水构筑物、水处理构筑物、输水管网、配水管网和贮存、调节、稳压及加压等构筑物组成。

1. 取水构筑物：自地面水源或地下水源取水的构筑物，其中包括取水泵站（又称一级泵站）。
2. 水处理构筑物：对从取水构筑物送来的原水进行净化处理，使其符合供水水质标准的构筑物。其中包括送水泵站（又称二级泵站）。
3. 输水管网：将取水构筑物取集的原水引送至水处理构筑物的原水输水管道及其附属构筑物；将净化处理后的清水引送至配水管网的清水输水管道及其附属构筑物。
4. 配水管网：将输水管网送来的清水再转输到各用户的管道及其附属构筑物。
5. 贮存、调节、稳压的构筑物：如清水池、水塔或高地水池。

图1-1表示以地面水为水源的给水系统的组成；图1-2表示以地下水为水源的给水系统的组成。

二、给水系统的类别

室外给水系统一般采用生活、生产、消防合一的统一给水系统，以生活饮用水水质标准供水。

如细分，由于供水对象对水质、水压的要求不一，室外给水系统可分为下面两类：

1. 分质给水系统：根据用户对水质要求不同的特点，采用不同系统供水。例如由生产给水系统供给生产用水，由生活给水系统供给生活饮用水，如图1-3所示。
2. 分压给水系统：由于用水对象对供水压力要求不同，将供水压力要求高的用水（如高层建筑、消防供水）单设给水系统，其它用水则另设给水系统，分压供水，如图1-4所示。

根据工业企业生产用水情况，生产给水系统又可分为直流给水系统、循环给水系统和复用给水系统等三类：

1. 直流给水系统：直流给水系统是指工业生产用水直接由水源取水，必要时经过简单

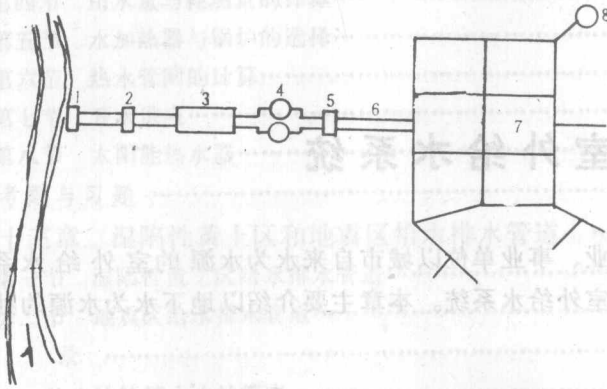


图 1-1 以地面水为水源的给水系统的组成

1—取水构筑物；2—取水泵站；3—水处理构筑物；4—清水池；5—送水泵站；6—输水管网；7—配水管网；8—水塔

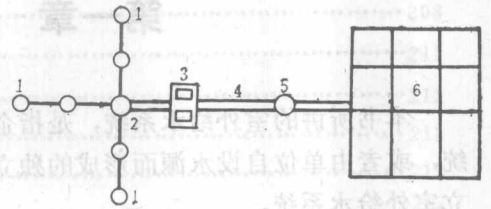


图 1-2 以地下水为水源的给水系统的组成

1—井群；2—集水池；3—泵站；4—输水管网；5—水塔；6—配水管网

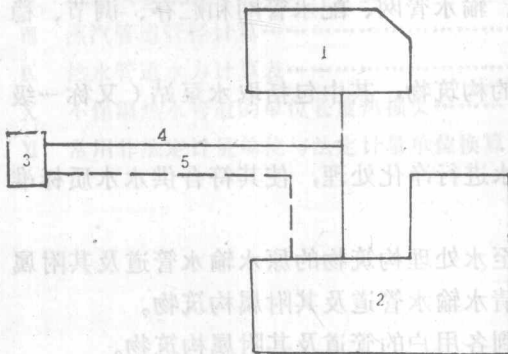


图 1-3 分质给水系统

1—住宅区；2—工厂区；3—水处理构筑物；4—生活给水管道；5—生产给水管道

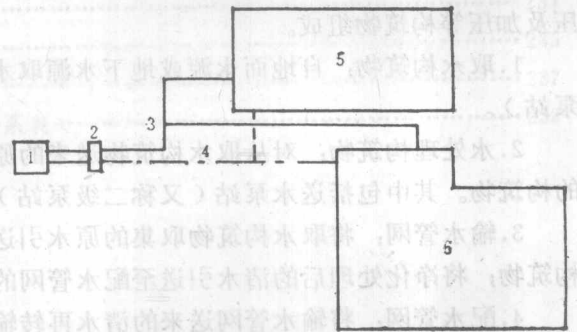


图 1-4 分压给水系统

1—水池；2—泵站；3—生活、生产给水系统；4—消防给水系统；5—生活区；6—生产区

的处理，用后的水直接排入排水沟渠或水体。

2. 循环给水系统：循环给水系统是指生产使用过的水，只被轻度污染或水温稍有升高，经过适当处理后，再送回原车间使用。循环过程中所消耗的水量由新鲜水加以补充。如图1-5所示，某电厂冷却水循环系统，冷水经车间4使用后，水温升高，用热水泵送至冷却塔1冷却，冷却后的水再由冷水泵加压后送回原车间4回用。

3. 复用给水系统：复用给水系统是据各车间对水质的要求不同，一水多用。如图1-6所示，先将新鲜水送至对水质要求高的甲车间使用，使用后的水不经处理或经简单处理后再送至乙车间使用，然后排放。

我国是一个水资源较贫乏的国家，对水资源的综合利用和水体保护具有十分重要的意义。因此，必须降低水量的消耗，减少污水的排放量，在工业企业生产用水中，尽量采用循环给水系统和复用给水系统，我国“污水综合排放标准（GB8978—88）”中明确规定

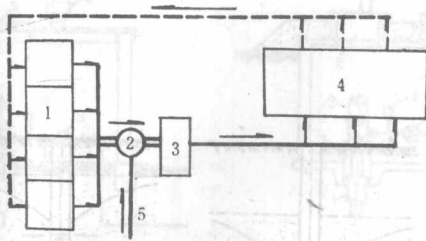


图 1-5 循环给水系统

1—冷却塔；2—吸水井；3—泵房；4—用水车间；5—补水管

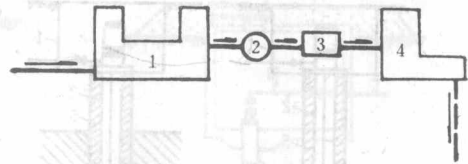


图 1-6 复用给水系统

1—甲车间；2—水池；3—泵房；4—乙车间

了部分行业的最高允许排水量和允许最低水循环利用率。如冶金系统选矿用水允许最低水循环利用率为90%；石油炼制工业（A级）每吨原油最高允许排水量为 $1.0 \sim 1.5 \text{m}^3$ 等。在《室外给水设计规范（GBJ13—86）》中指出，在水资源缺乏的地区一般不宜采用直流给水系统。总之，给水系统的选择，应从实际出发，综合考虑水资源的利用和保护，节约用水。

第二节 地下水取水构筑物——管井

给水水源分地面水源和地下水源两类。地面水源有江河、湖泊、水库等；地下水源包括潜水（无压地下水）、自流水（承压地下水）和泉水等。

地下水是重要的水资源，一般具有水质好，无需经过较复杂的净化处理即可使用的特点。可广泛地应用于城镇居民生活和工业用水。符合卫生要求的地下水，宜优先作为饮用水的水源。

管井是室外给水系统中广泛采用的地下水取水构筑物，通常用凿井机械开凿至含水层中，用井管保护井壁并与地面垂直，由深井泵或深井潜水泵进行取水，如图1-7所示。按照管井是否贯穿整个含水层又分为完整井和非完整井两类，如图1-8所示。

管井的直径为 $50 \sim 1000 \text{mm}$ ，井深可达 1000m 以上。常用管井直径为 $150 \sim 600 \text{mm}$ ，井深在 300m 以内。适用于在含水层厚度 5m 以上，底板埋藏深度大于 15m 的任何砂、卵、砾石含水层，构造裂隙、岩溶裂隙中取水。

采用管井取水时还应充分注意到含水层颗粒的组成和地下水水质的特点：在细砂、粉砂含水层中管井易堵塞或漏砂；在水质不稳定或含铁量较高的含水层中易产生化学沉积和铁质堵塞或腐蚀管井，影响管井正常工作和寿命。

管井由井室、井管、过滤器和沉砂管等组成，如图1-7所示

一、井室

井室是用以保护管井井口免受污染，安放设备和进行维护管理的场所。井室应符合卫生防护要求，井口应高出地面 $0.3 \sim 0.5 \text{m}$ ，以防污水流入井内。井口应加套管并填入油麻、优质粘土或水泥等不透水材料封闭，其封闭深度应根据水文地质条件确定，但一般不少于 3m ，当井上有建筑物时，应从基础算起。从含有细砂、粉砂的含水层中取水的管井，当直接向管网供水时，水泵出水管上应设有除砂和排砂的装置。自流井周围应铺压碎石，然后浇灌水泥砂浆。

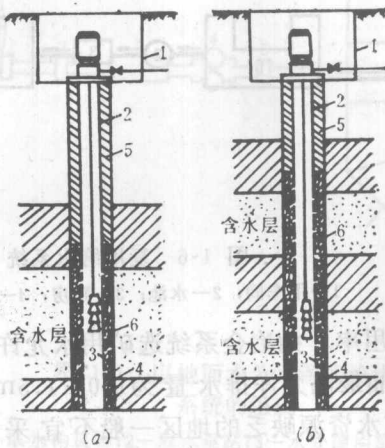


图 1-7 管井的构造

(a) 单过滤器管井; (b) 双过滤器管井

1—井室; 2—井壁管; 3—过滤器; 4—沉砂管;

5—粘土封闭物; 6—人工填砾

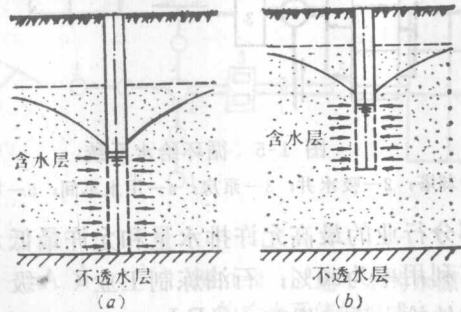


图 1-8 完整井和非完整井

(a) 完整井; (b) 非完整井

井室可做成地面式、地下式和半地下式三种。图1-9为自流井井室布置; 图1-10为深井泵井室布置; 图1-11为地下式深井潜水泵井室的布置。

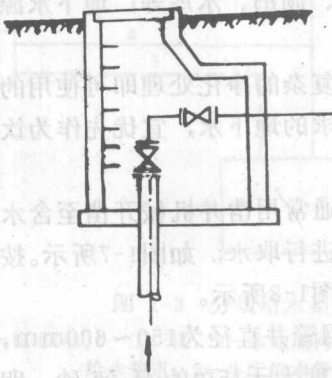


图 1-9 自流井井室布置

二、井壁管

设置井壁管的目的在于加固井壁, 隔离不良水质或水压较低的含水层。井壁管应具有一定的强度, 以承受地层和人工填充物的侧压力, 并保证不弯曲, 内壁面平滑、圆整, 以利于安装抽水设备和井的清洗与维修。井壁管有钢管、铸铁管、钢筋混凝土管、聚氯乙烯管、聚丙烯管等。一般采用钢管, 用套箍、丝扣或法兰连接。

井壁管直径应根据管井的出水量、水质、取水设备类型等因素计算确定, 但井壁管的内径应比深井泵或深井潜水泵等取水设备最大部分的外径大100mm。

三、过滤器

过滤器是管井的重要组成部分, 安装于含水层中, 用以集水和保持填砾与含水层的稳定。

过滤器的形式和构造对管井的出水量和使用年限有很大的影响, 要求过滤器应有足够的强度和抗蚀性, 具有良好的透水性, 能保持人工填砾和含水层的渗透性与稳定性。

过滤器有圆孔过滤器、条孔过滤器、包网过滤器、缠丝过滤器和填砾过滤器等。

1. 圆孔、条孔过滤器: 圆孔、条孔过滤器可用金属管材和非金属管材加工而成, 适用于裂隙岩、松散碎石、卵石和中砂、粗砂含水层, 实际中单独应用较少, 多用作缠丝过滤器、包网过滤器的支承骨架。圆孔过滤器孔眼布置如图1-12(a)所示, 条孔过滤器孔眼

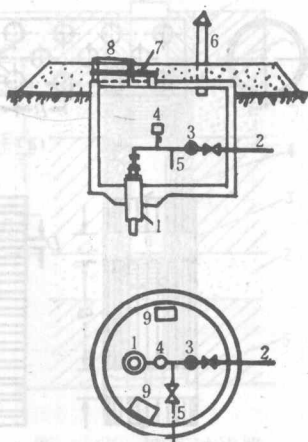
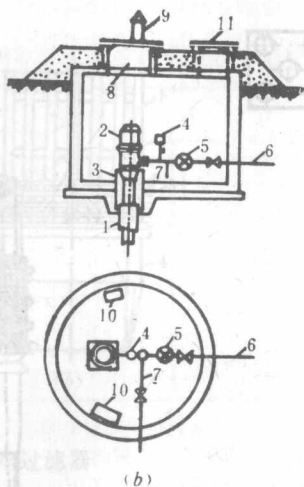
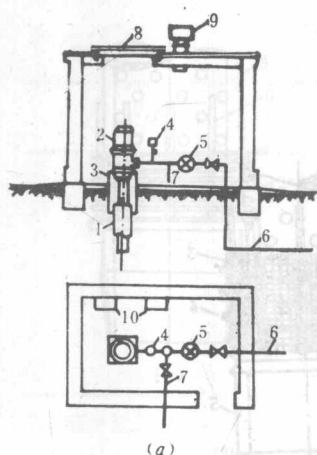


图 1-10 深井泵井室布置

(a) 地面式深井泵井室；(b) 地下式深井泵井室
 1—井管；2—电机；3—井泵基础；4—放气阀；
 5—水表；6—压水管；7—冲洗排水管；8—安
 装孔；9—风帽；10—控制设备；11—人孔

图 1-11 地下式深井潜水泵井室布置

1—井管；2—压水管；3—水表；4—排
 气阀；5—冲洗阀；6—风帽；7—安
 装孔；8—人孔；9—控制设备

布置如图1-12(b)所示。

当利用圆孔和条孔过滤器做其它过滤器支承骨架时，圆孔直径取10~25mm，条孔宽度一般为10~15mm。

为保证管材具有一定的机械强度，各种管材的最大孔隙率为：钢管30~50%，铸铁管23~25%，钢筋混凝土管15~20%，塑料管16%。

2. 包网过滤器：如图1-13所示，由穿孔管、支撑垫筋、滤网等组成，在滤网外缠金属丝以保护滤网。滤网有铜丝网、尼龙丝网和不锈钢丝网等。

包网过滤器用于中砂、细砂含水层。由于包网阻力大，易被砂粒堵塞和腐蚀，影响井的寿命，已逐渐为缠丝过滤器所取代。

3. 缠丝过滤器：缠丝过滤器如图1-14所示，适用于粗砂、中砂和砾石等含水层，由支承骨架（钢筋骨架、钢管骨架）和直径为6mm，间距为40~50mm的垫筋（钢筋骨架过滤器可不设垫筋）及缠丝组成。

缠丝一般采用1.5~3.0mm的镀锌铁丝，为减少砂粒堵塞的可能性，最好采用上宽为2.5~3.0mm，下宽为2.0~2.5mm，高2.0~2.5mm的梯形断面金属丝，其宽边向外。由于镀锌铁丝易腐蚀，影响井的寿命，当遇到腐蚀性较强的地下水时，宜采用梯形铜丝、不锈钢丝、尼龙丝、尼龙胶丝和玻璃纤维增强滤水丝等，以玻璃纤维增强滤水丝性能较好。

缠丝间距可根据含水层颗粒不能通过筛孔直径的重量百分比确定，如表1-1所示。

4. 填砾过滤器：填砾过滤器适用于细砂、中砂、粗砂和砾石含水层。这种过滤器是在缠丝过滤器周围再填充一定厚度的粗砂或砾石组成。只要按照含水层颗粒级配，正确选择缠丝间距和填砾粒径，一般都取得较好的效果，是松散含水层广泛采用的一种过滤器，如图1-15所示。

填砾规格一般按含水层颗粒质量的50~70%不能通过的筛孔直径的8~10倍确定，如

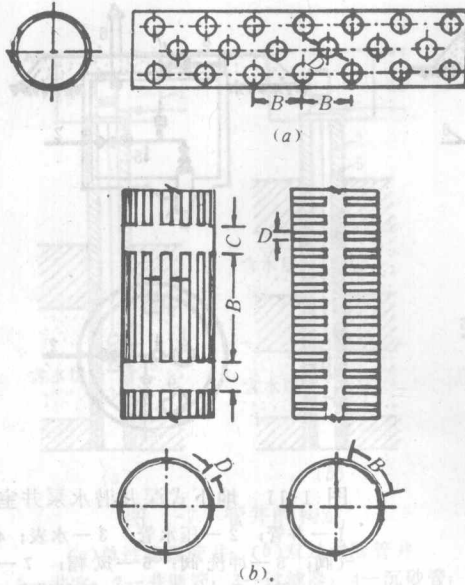


图 1-12 圆孔、条孔过滤器

(a) 圆孔的布置; (b) 条孔的布置

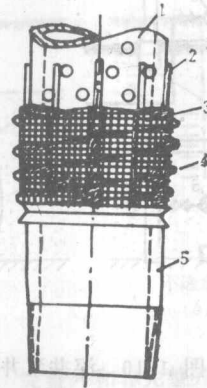


图 1-13 包网过滤器

1—钢管; 2—垫筋; 3—包网; 4—缠丝; 5—连接管

填砾规格和缠丝间距

表 1-1

序 号	含水层种类	筛 分 结 果		填入砾石粒径 (mm)	缠 丝 间 距 (mm)
		颗粒粒径(mm)	(%)		
1	卵 石	>3	90~100	24~30	5
2	砾 石	>2.25	85~90	18~22	5
3	砾 砂	>1	80~85	7.5~10	5
4	粗 砂	>0.75	70~80	5~7.5	5
		>0.5	70~80	5~6	4
		>0.4	60~70	3~4	2.5
5	中 砂	>0.3	60~70	2.5~3	2
		>0.25	60~70	2~2.5	1.5
		>0.2	50~60	1.5~2	1
6	细 砂	>0.15	50~60	1~1.5	0.75
		>0.1	50~60	0.75~1	0.5~0.75
7	粉 砂	>0.1	50~60	0.75~1	0.5~0.75

表1-1所示。填砾厚度一般为75~150mm, 在细粉砂含水层为100~150mm。在细粉砂含水层填砾高度一般高出过滤器顶10~20m, 以防填砾塌陷使填砾层降至过滤器以下, 导致管井涌砂。当同时从几个含水层取水而下部含水层为细粉砂时, 宜全部按细粉砂地层确定填砾粒径。

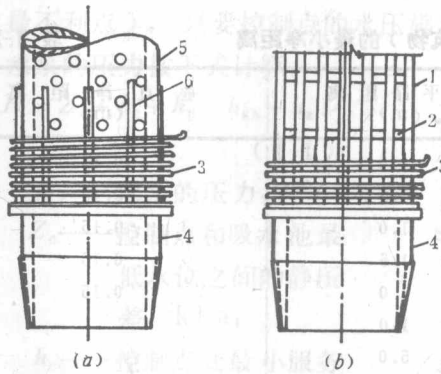


图 1-14 缠丝过滤器

(a) 钢骨架缠丝过滤器；(b) 钢筋骨架缠丝过滤器
1—钢筋；2—环形筋；3—缠丝；4—连接管；5—
钢管；6—垫筋

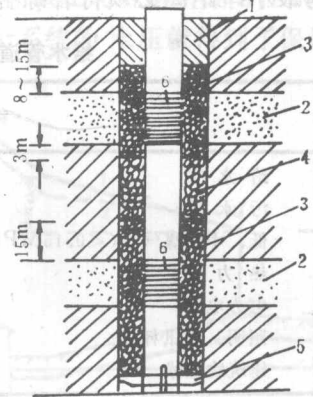


图 1-15 填砾过滤器

1—粘土封闭；2—含水层；3—规格填砾；4—
不规格填砾；5—找中器；6—缠丝过滤器

四、沉砂管

在管井的下部与过滤器相连接的一段管子称沉砂管，用以沉积进入井内的细小砂粒和自来水中析出的沉淀物，其长度取 2~10m 不等。

管井的建造一般按钻凿井眼、井管安装、井管外封闭、洗井及抽水试验等顺序进行，待水质和水量均达到设计要求时，即可安装设备并投入正式运行。

第三节 室外给水管道的布置

室外给水管道的布置应在技术经济合理和节约用水的条件下以必需的水压供应建筑物的需水量，当某管段发生故障时应仍能保证有特殊要求的建筑物不会断水。

管道长度要尽量的短，工程造价和管理费用要低。允许短时间停水的给水系统可布置成枝状管网，如图 1-16 所示。不允许断水的给水系统宜布置成环状管网，如图 1-17 所示。

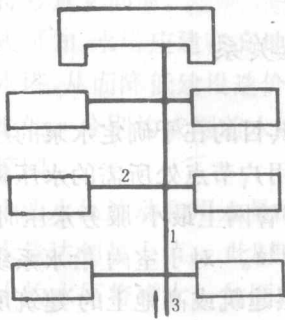


图 1-16 枝状给水管网

1—干管；2—支管；3—引入管

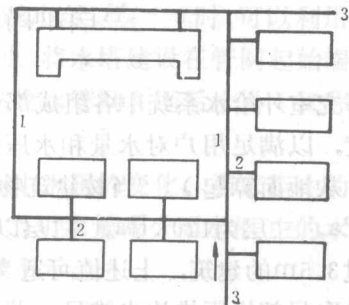


图 1-17 环状给水管网

1—干管；2—支管；3—引入管

给水干管宜布置在用水量大，供水保证率要求高的建筑物附近，沿道路布置在绿地或人行道下面与建筑物平行敷设，以便于施工、管理和维护。给水管道与其它管线（或建筑

物)的最小净距离必须符合综合规划的要求,如表1-2所示。

给水管道与其它管线(或建筑物)的最小净距离

表 1-2

序	名 称	水 平 净 距 离 (m)	垂 直 净 距 离 (m)
1	给水管	1.0	0.15
2	污水管	1.5	0.15
3	低、中压煤气管(<0.15 MPa)	1.0	0.15
4	热力管	1.5	0.15
5	电力电缆	1.0	0.15
6	照明、通讯杆柱	1.0	
7	建筑物红线	5.0	

注: 1.给水管与污水管或输送有毒液体管道交叉时,给水管在上面,必须在下时,给水管应采用钢管或钢套管,套管应伸出交叉管长度不小于3.0m,两端应用防水材料封闭。

2.给水管与供热管同沟布置时,给水管在下,供热管在上。

消防给水管道应布置成环状,进水管不少于两条,分别从两条城市给水管道引入,当其中一条发生故障时,另一条进水管仍能保证供给全部水量。消防用水与生产、生活用水统一的给水系统,当生活、生产用水达到最大用水量时,应仍能保证消防用水量(包括室内消防用水量)。

室外消防给水分高压给水系统、临时高压给水系统和低压给水系统。高压或临时高压给水系统的压力应能保证总用水量达到最大时,消防水枪在任何建筑物最高处的充实水柱仍不小于10m;低压给水系统的压力应能保证消防时最不利点(一般指管道距离最远,地形最高的配水点)消火栓的水压不小于100kPa(从地面算起)。消防管道的直径应不小于100mm,管内流速不宜大于2.5m/s。

室外给水管道一般埋于地下,其管顶覆土厚度为:在非冰冻地区由外部荷载、管道强度和交叉情况确定,一般不小于0.7m;在冰冻地区,当管径 $D < 300\text{mm}$ 时,管底埋深在冰冻线以下 $D + 200\text{mm}$, $D = 300 \sim 600\text{mm}$ 时为 $0.75D$,非金属管的管顶覆土厚度应大于1.0~1.2m,以免受到动荷载的作用而损坏管道。

第四节 给水系统的水压关系

研究室外给水系统中各组成部分之间的水压关系,其目的在于确定水泵的压力和水塔的高度,以满足用户对水量和水压的需要。给水系统各用户节点处所需的水压称最小服务水压(从地面算起)。当按建筑物层数确定生活饮用水管网上最小服务水压时,一层为100kPa,二层为120kPa,二层以上每增加一层加40kPa。对于室内给水系统较长,层高超过3.5m的建筑,上述值可适当增大。对于个别高层建筑或高地上的建筑所需水压宜另外采取局部增压措施来满足,若为此而提高整个管网的水压是不经济的。

一、无水塔管网的水压关系

管网内不设水塔而由泵房(站)直接向系统供水时,其水压线如图1-18所示。图中水压线均以吸水池最低水面为基准,由于水在输水管网和配水管网中流动时存在压力损失,输水距离越远则压力损失越大,地势越高的地点水压越低。所以,水泵的压力应能保证距

泵房最远和地势最高处的水压达到需要得最小服务水压，称该处为给水系统的控制点（即供水最不利点），只要控制点的水压满足设计要求，整个系统的水压就得到了保证。因此，水泵的压力按下式计算

$$H = Z_c + h_c + h_p + h_{sh} + h_z \quad (1-1)$$

式中 H ——水泵的压力, kPa,

Z_c ——控制点和吸水池最低水位之间的静压差, kPa;

h_c ——控制点处最小服务水压, kPa;

h_p ——配水管网压力损失, kPa;

h_{sh} ——输水管网压力损失, kPa;

h_z ——泵房内管路的压力损失, kPa。

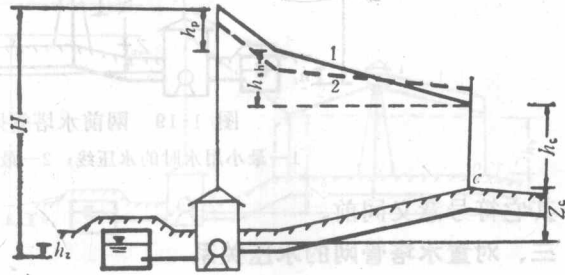


图 1-18 无水塔管网的水压线

1—最大用水时的水压线；2—最小用水时的水压线

二、网前水塔管网的水压关系

网前水塔管网的工作情况一般是：当系统供水量大于用水量时，多余的水流由水塔贮存起来；当系统供水量小于用水量时，不足的水由水塔供给。在分析网前水塔管网的水压关系时，设水泵先送水至水塔，再由水塔经管网供水至用户，管网的水压线如图1-19所示。为了确定水泵的压力，需先求出水塔的高度（水柜底距地面的距离）。水塔的高度应能满足最高用水时控制点的最小服务水压值。水塔的高度按下式计算

$$H_t \geq (h_c + h_p + Z_c - Z_t) / \rho g \quad (1-2)$$

式中 H_t ——水塔的高度, m;

Z_t ——水塔地面处与贮水池最低水位之间的静压差, kPa;

ρ ——水的密度, kg/m³;

g ——重力加速度, m/s²;

其它符号意义同前。

由上式可知，水塔应建在高出处。因 Z_t 越大而 H_t 就越小，当 $H_t = 0$ 时，可以利用高地水池来代替水塔，从而降低建设造价。因此，可根据地形特点，将水塔建设在管网起始端、中间和末端高出处，分别构成网前水塔给水管网、网中水塔给水管网和网后水塔（又称对置水塔）给水管网。

水塔中的水位波动和用水量的变化，都会引起管网中水压的变化。当水柜中的水位最低时，用水量达到最大值，此时管网中的水压最低。当用水量减少而水柜中的水位上升时，管网中的水压将增大，如图1-19中的1、2水压线所示。

水泵的压力应能保证供水至水塔

$$H = \rho g (H_t + H_0) + Z_t + h_{sh} + h_z \quad (1-3)$$

式中 H ——水泵的压力, kPa;

H_0 ——水柜中的有效水深, m;

h_z ——泵房内管路的压力损失, kPa;

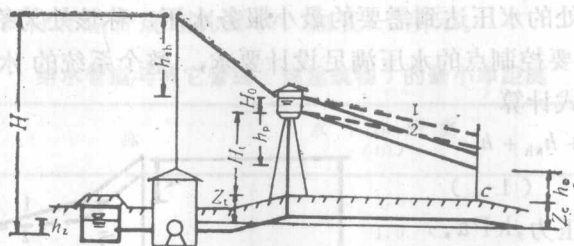


图 1-19 网前水塔管网的水压线

1—最小用水时的水压线；2—最大用水时的水压线

其它符号意义同前。

三、对置水塔管网的水压关系

当供水区距泵房较远而地势又较高时，宜将水塔设置在管网的末端而构成对置水塔给水管网，其水压线如图1-20所示。

设对置水塔的给水管网，在用水量最大时，由泵房和水塔同时向系统供水，两者有各自的供水区域。在供水区的分界线 c 点处的水压最低，该点即为管网的控制点，如图1-20中的 c 点所示。实际上 c 点把对置水塔管网分成了两部分：一部分从泵房到 c 点，该范围内可视为无水塔管网，水泵压力可按式(1-1)计算；另一部分从水塔到 c 点，此范围类似网前水塔管网，水塔高度可按式(1-2)确定。

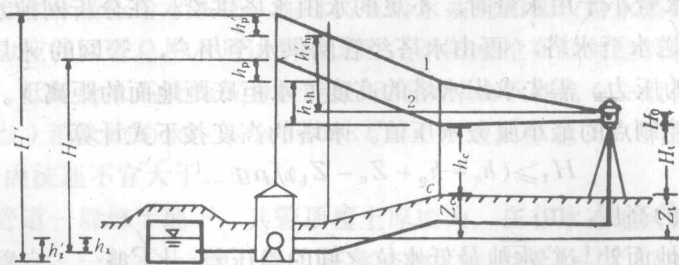


图 1-20 对置水塔管网水压线

1—最大转输时的水压线；2—最大用水时的水压线

当泵房供水量大于用水量时，多余的水量通过管网流入水塔，流入水塔的流量称为转输流量。一日中泵房供水量大于用水量的时间很多，一般取最大一小时的流量进行计算，以确保供水安全，称最大一小时的转输流量为最大转输流量。例如1~2点钟泵房供水量为日用量的2.8%，而用水量为1.59%，多余的水量为 $(2.8 - 1.59)\% = 1.21\%$ ，转输入水塔。

最大转输时的水泵压力按下式计算

$$H' = \rho g(H_t + H_0) + Z_t + h'_t + h'_{t_n} + h'_p \quad (1-4)$$

式中 H' ——最大转输时水泵的压力，kPa；

h'_t ——最大转输时泵房内管路的压力损失，kPa；

h'_{t_n} ——最大转输时输水管网的压力损失，kPa；

h'_p ——最大转输时配水管网的压力损失，kPa；

其它符号意义同前。

在最大转输时，虽然系统用水量最小，但因转输流量较大并且通过管网进入水塔，所