

建筑设备

主编：李 通



北京理工大学出版社



高等院校“十三五”课程改革优秀成果规划教材

建 筑 设 备

主 编 李 通

副主编 王冬丽 李 科

内 容 提 要

本书共分为3篇,第1篇给水排水工程,主要内容包括室外给水工程、建筑给水、建筑消防、建筑热水、建筑排水、室外排水工程;第2篇暖通工程,主要内容包括建筑采暖、建筑通风、建筑空调;第3篇电气工程,主要内容包括建筑电气、建筑防雷、智能建筑工程。

本书适合高等院校土木工程、工程造价管理、建筑装饰技术、物业管理、建筑设计、建筑设备、市政工程技术等专业使用,也可供相关专业及建筑设备安装维护管理、工程技术领域相关技术人员参考使用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

建筑设备 / 李通主编. — 北京: 北京理工大学出版社, 2018.9(2018.10重印)

ISBN 978-7-5682-6356-6

I. ①建… II. ①李… III. ①建筑设备—高等学校—教材 IV. ①TU8

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第216132号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 787毫米×1092毫米 1/16

印 张 / 16.5

字 数 / 440千字

版 次 / 2018年9月第1版 2018年10月第2次印刷

定 价 / 45.00元

责任编辑 / 李志敏

文案编辑 / 李志敏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

建筑设备工程能为人们提供舒适的生活与工作环境。随着科学技术的进步、国民经济的继续发展、物质文化生活水平的提高，人们对建筑设备的功能和质量的要求也越来越高。另外，我国高层建筑迅速发展，不断出现新技术、新设备、新材料，各设备之间更和谐，对智能建筑的要求也不断提高，绿色建筑不断出现等，都要求建筑设备工程要与时俱进，结合国家最新标准规范，不断满足人们的更高要求。

本书各章内容范围广，如建筑给水包括中水及建筑美观与美景的喷泉与瀑布等；建筑热水包括水源热泵、空气源热泵、凉开水制备过程等；建筑排水包括同层排水等；室外排水工程包括排洪沟简单易懂的实例等；建筑采暖可以采用传热好、耗材少、承压高、造型美的散热器等；建筑供配电包括绿色照明、LED照明及水电改造、双控开关知识等；智能建筑通过原理图及真实图片快速简洁地说明原理等。

本书编写过程中的思路是尽量力求依据工艺流程，如给水排水工程的学习从源头→水源开始学起，使学习思路更加清晰连续，能找到知识的源泉和脉络。基于BIM和云技术的建筑设备实践教学，更能激起学习兴趣。根据教学大纲，本书按60学时进行编写，为适应教学要求的变化，可对有关内容进行压缩或扩展。

本书由东北石油大学李通担任主编，由东北石油大学王冬丽、李科担任副主编。具体编写分工为：第1章、第2章、第3章、第4章、第9章、第12章由李通编写；第5章、第7章、第10章由王冬丽编写；第6章、第8章、第11章由李科编写。

本书在编写过程中得到全国相关院校、设计单位及专家的支持，引用了有关教材、论著、标准规范、图片等，在此表示感谢。

因编者水平有限，书中不满意之处在所难免，敬请广大读者指正。

编者

2018年6月

第1篇 给水排水工程	
第1章 室外给水工程	2
1.1 水源工程	2
1.1.1 用水标准	2
1.1.2 设计水量	3
1.2 取水工程	4
1.2.1 地下水取水构筑物	4
1.2.2 地表水取水构筑物	7
1.3 净水工程	8
1.4 输配水工程	9
1.4.1 输水管(渠)	9
1.4.2 配水管网	10
1.4.3 流体计算	11
1.4.4 管道材料	13
1.4.5 配件	17
1.5 管道布置和敷设	21
第2章 建筑给水	23
2.1 给水系统及方式	23
2.1.1 给水系统	23
2.1.2 给水方式	24
2.1.3 高层建筑给水	27
2.2 给水系统设备	29
2.2.1 水箱	29
2.2.2 水泵	30
2.2.3 气压罐	33
2.3 管道流量计算	34
2.4 中水	38
2.4.1 中水系统	38
2.4.2 中水池容积	39
2.5 喷泉与瀑布	40
2.5.1 喷泉	40
2.5.2 人工瀑布	41
2.6 水质和防水质污染	41
2.7 给水系统布置与敷设	42
第3章 建筑消防	45
3.1 消火栓系统	45
3.1.1 设置场所	45
3.1.2 消防水量	45
3.1.3 消防水压	46
3.1.4 消防水质	46
3.1.5 室内消火栓	47
3.2 自动喷水灭火系统	52
3.2.1 系统分类	52
3.2.2 系统组成	54
3.2.3 喷头流量	57
3.3 其他灭火系统	58
3.3.1 水雾灭火系统	58
3.3.2 细水雾灭火系统	58
3.3.3 气体灭火系统	58
3.3.4 泡沫灭火系统	58
3.3.5 固定消防炮灭火系统	59

3.3.6 灭火器	59
第4章 建筑热水	61
4.1 热水系统	61
4.1.1 分类	61
4.1.2 组成	61
4.1.3 给水方式	62
4.2 加热器	68
4.2.1 直接加热器	68
4.2.2 间接加热器	68
4.3 耗热量	69
4.4 加热设备要求	71
4.5 燃气供应	72
4.5.1 燃气分类	72
4.5.2 燃气供应方式	73
4.5.3 室内燃气管道	74
4.5.4 燃气表	75
4.5.5 燃气灶	75
4.5.6 燃气热水器	75
4.6 饮水系统	76
4.6.1 管道直饮水	76
4.6.2 开水供应	77
第5章 建筑排水	78
5.1 排水系统	78
5.1.1 分类	78
5.1.2 组成	78
5.2 高层建筑排水	85
5.2.1 苏维托排水系统	85
5.2.2 旋流排水系统	86
5.2.3 心形排水系统	87
5.2.4 UPVC螺旋排水系统	87
5.3 排水计算	88
5.3.1 流量计算	88
5.3.2 技术规定	89
5.4 建筑雨水	90
5.4.1 雨水外排水系统	90
5.4.2 雨水内排水系统	91
5.5 虹吸原理	93

5.5.1 虹吸利用	93
5.5.2 虹吸防止	94

第6章 室外排水工程	96
6.1 排水系统	96
6.1.1 分类	96
6.1.2 组成	97
6.1.3 布置	98
6.2 室外污水系统	99
6.3 室外雨水系统	102
6.4 合流水量	103
6.5 水力计算	104
6.6 排水构筑物	106
6.6.1 检查井	107
6.6.2 跌水井	107
6.6.3 水封井	108
6.6.4 雨水口	108
6.6.5 截流井	108
6.6.6 出水口	108
6.6.7 立体交叉道路排水	108
6.6.8 倒虹管	109
6.6.9 渠道	109
6.7 泵站	110
6.7.1 一般规定	110
6.7.2 设计流量和设计扬程	110
6.7.3 集水池	111

第2篇 暖通工程

第7章 建筑采暖	112
7.1 热源	112
7.1.1 锅炉	112
7.1.2 锅炉房	115
7.2 采暖系统	116
7.2.1 分类	116
7.2.2 自然循环	116
7.2.3 机械循环	118
7.2.4 高层建筑采暖	121
7.2.5 分户计量系统	123

7.3	蒸汽采暖系统	128
7.4	热风采暖	129
7.4.1	热风	129
7.4.2	空气幕	129
7.5	辐射采暖系统	129
7.5.1	分类	130
7.5.2	加热管	131
7.6	散热设备	132
7.6.1	散热器的发展	132
7.6.2	散热器的计算	133
7.6.3	散热器的布置	133
7.7	热负荷	133
7.7.1	耗热量	133
7.7.2	高层采暖的特点	134
第8章 建筑通风 135		
8.1	自然通风	135
8.2	机械通风	137
8.2.1	局部通风	137
8.2.2	全面通风	138
8.3	通风理论	139
8.3.1	空气质量平衡	139
8.3.2	空气热平衡	140
8.3.3	换气次数	140
8.3.4	通风防烟	140
8.4	通风设备	143
8.4.1	室外进、排风装置	143
8.4.2	风机	145
8.4.3	风道	146
8.4.4	阀门	146
8.4.5	室内送、排风装置	147
8.5	风道的布置、敷设、防腐与保湿	148
8.5.1	风道的布置	148
8.5.2	风管的敷设	149
8.5.3	风管防腐与保温	149
8.6	高层建筑防排烟	149
8.6.1	高层建筑火灾的特点	149
8.6.2	防排烟设施作用	150
8.6.3	防排烟方式	150

8.6.4	防排烟设备及部件	151
第9章 建筑空调 154		
9.1	湿空气	154
9.1.1	湿空气的组成	154
9.1.2	湿空气的物理性质	155
9.2	空调系统	156
9.2.1	分类	156
9.2.2	空调系统的组成	158
9.3	制冷系统	163
9.3.1	压缩式制冷	164
9.3.2	吸收式制冷	164
9.3.3	制冷剂	165
9.3.4	载冷剂	167
9.3.5	制冷系统四大件	167
9.3.6	辅助设备	169
9.4	制冷机组	170
9.4.1	冷水机组	170
9.4.2	空调机组	170
9.4.3	溴化锂吸收式制冷系统	171
9.4.4	分体式空调器	172
9.5	冷冻站	172
9.5.1	冷冻水系统	172
9.5.2	冷却水系统	173

第3篇 电气工程

第10章 建筑电气 175		
10.1	电力系统	175
10.1.1	发电厂	175
10.1.2	输变配电	178
10.1.3	负荷分级	179
10.1.4	配电系统	180
10.2	电气设备	183
10.2.1	变压器	183
10.2.2	柴油发电机	183
10.2.3	断路器	183
10.2.4	母线	185
10.2.5	配电箱	187

10.3 线缆布置	188	11.3.2 接地保护.....	214
10.3.1 室外线路.....	188	11.3.3 重复接地.....	214
10.3.2 室内电缆.....	189	11.4 等电位联结	216
10.3.3 线缆.....	190	11.4.1 总等电位联结MEB.....	217
10.4 建筑照明	190	11.4.2 辅助等电位联结FEB.....	218
10.4.1 照明的基本概念.....	190	11.4.3 局部等电位联结LEB.....	218
10.4.2 光源.....	191	11.5 浪涌保护器	218
10.4.3 光源特性.....	192	11.5.1 按工作原理分.....	219
10.4.4 灯具分类.....	192	11.5.2 按用途分.....	219
10.4.5 照明分类.....	193	11.6 基本器件	219
10.4.6 眩光.....	194	11.7 安全用电	220
10.5 灯具的布置	194	11.7.1 直接接触防护.....	221
10.6 照明标准	195	11.7.2 间接触电防护.....	221
10.7 室内外照明	195	11.7.3 安全用电.....	221
10.7.1 室外照明.....	195	11.8 安全施工	222
10.7.2 室内照明.....	196		
10.7.3 绿色照明.....	197	第12章 智能建筑工程	224
10.8 水电改造	199	12.1 给水排水控制系统	227
10.8.1 水路改造.....	199	12.1.1 水泵水箱给水控制系统.....	227
10.8.2 电路改造.....	200	12.1.2 水泵水箱水池给水控制系统.....	228
		12.1.3 调速水泵给水控制系统.....	232
第11章 建筑防雷	203	12.1.4 气压给水控制系统.....	234
11.1 雷电	203	12.1.5 生活排水控制系统.....	234
11.1.1 雷电击的基本形式.....	203	12.2 暖通工程控制系统	236
11.1.2 雷电的破坏.....	204	12.2.1 风机控制系统.....	237
11.1.3 过电压.....	204	12.2.2 空调机组控制系统.....	237
11.1.4 雷电活动规律.....	205	12.3 电气工程控制系统	238
11.2 防雷	205	12.3.1 电气控制系统原理.....	239
11.2.1 接闪器.....	205	12.3.2 公共照明控制系统.....	243
11.2.2 引下线.....	208	12.3.3 发电机组控制系统.....	244
11.2.3 接地装置.....	208	12.3.4 火灾自动报警控制系统.....	245
11.2.4 防雷验收.....	210	12.3.5 视频监控系统.....	248
11.2.5 架空线路防雷.....	210	12.3.6 安全防范系统.....	251
11.2.6 变配电所防雷.....	211		
11.2.7 建筑物防雷.....	211	参考文献	255
11.3 接地	213		
11.3.1 接地类型.....	213		

第 1 篇 给水排水工程



城市给水排水工程包括室外给水工程、建筑给水排水工程和室外排水工程。城市给水的地表水源是自然界的江河湖泊，如图 1-1 所示，城市给水排水工艺流程如图 1-2 所示。水源、净水、输配水管网属于室外给水工程的内容；建筑用水设备附近的给水排水属于建筑给水排水工程的内容；使用过的污水排到排水管网至污水处理厂处理达到国家排放标准后或回用于建筑，或灌溉农田，或排放，这些属于室外排水工程的内容。给水排水工程重点介绍建筑给水排水工程以及与其联系紧密的室外给水工程和室外排水工程。



图 1-1 地表水源工程

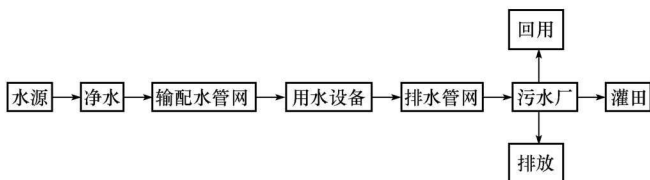


图 1-2 城市给水排水工艺流程

城市给水工程的任务是满足一定的水质、水压、水量的技术安全，经济合理的用水，被建筑使用者所用的水向前找一定能找到源头，向后找一定能找到最终的去处。按照给水排水的工艺流程，先来学习室外给水工程。

第 1 章

室外给水工程

给水工程设计应按远期规划、近远期结合、以近期为主的原则进行设计。近期设计年限宜采用 5~10 年，远期规划设计年限宜采用 10~20 年。给水工程中构筑物的合理设计使用年限宜为 50 年，管道及专用设备的合理设计使用年限宜按材质和产品更新周期经技术经济比较确定。



室外给水工程

1.1 水源工程

水源选择前，必须进行水资源的勘察。我国水资源状况是总量不少，地表水远多于地下水，但人均水资源量不到世界平均的 1/4，具有时空分布极不均匀的特点。水源可分为地下水和地表水，见表 1-1。用地下水作为供水水源时，应有确切的水文地质资料，取水量必须小于允许开采量，严禁盲目开采。地下水开采后，不得引起水位持续下降、水质恶化及地面沉降；用地表水作为城市供水水源时，其设计取水流量的年保证率应根据城市规模和工业大用户的重要性选定，宜用 90%~97%。

表 1-1 水源种类及一般特点

水源种类		水源一般特点
地下水	无压水、承压水、泉水	水量小；水质好
地表水	江河、湖泊、水库、海水	水量大；水质差

1.1.1 用水标准

生活用水的给水系统，其供水水质必须符合现行的《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)的要求；专用的工业用水给水系统，其水质标准应根据用户的要求确定。综合生活用水(包括居民生活用水和公共建筑用水)是居民日常生活用水以及公共建筑和设施用水的总称。居民综合生活用水定额应根据当地国民经济和社会发展、水资源充沛程度、用水习惯，在现有用水定额基础上，结合城市总体规划和给水专业规划，本着节约用水的原则，综合分析确定。当缺乏实际用水资料的情况下，可按表 1-2 选用。

最高日供水量与平均日供水量的比值称为日变化系数；最高日最高时供水量与该日平均时供水量的比值称为时变化系数。城市供水的时变化系数、日变化系数应根据城市性质和规模、国民经济和社会发展、供水系统布局，结合现状供水曲线和日用水变化分析确定。在缺乏实际用水资料的情况下，最高日城市综合用水的时变化系数宜采用 1.2~1.6；日变化系数宜采用 1.1~1.5。

表 1-2 综合生活用水定额

L/(人·d)

城市规模 用水情况 分区	特大城市		大城市		中、小城市	
	最高日	平均日	最高日	平均日	最高日	平均日
一	260~410	210~340	240~390	190~310	220~370	170~280
二	190~280	150~240	170~260	130~210	150~240	110~180
三	170~270	140~230	150~250	120~200	130~230	100~170

注：1. 特大城市是指市区和近郊区非农业人口 100 万及以上的城市；大城市是指市区和近郊区非农业人口 50 万及以上，不满 100 万的城市；中、小城市是指市区和近郊区非农业人口不满 50 万的城市。
2. 一区包括：湖北、湖南、江西、浙江、福建、广东、广西、海南、上海、江苏、安徽、重庆；二区包括：四川、贵州、云南、黑龙江、吉林、辽宁、北京、天津、河北、山西、河南、山东、宁夏、陕西、内蒙古河套以东和甘肃黄河以东的地区；三区包括：新疆、青海、西藏、内蒙古河套以西和甘肃黄河以西的地区。
3. 经济开发区和特区城市，根据用水实际情况，用水定额可酌情增加。
4. 当采用海水或污水再生水等作为冲厕用水时，用水定额相应减少。

1.1.2 设计水量

设计供水量由下列各项组成。

1. 综合生活用水 Q_1

综合生活用水是居民日常生活用水以及公共建筑和设施用水，供水系统要满足服务人数的综合生活用水量。

用水普及率，供水系统服务人数占城市居民总人数的百分比。

$$\text{综合生活用水量} = \text{综合生活用水定额} \times \text{供水系统服务人数}$$

2. 工业企业用水 Q_2

工业企业用水是指工业企业生产过程和职工生活所需用水。工业企业用水量应根据生产工艺要求确定。大工业用水户或经济开发区宜单独进行用水量计算；一般工业企业的用水量可根据国民经济发展规划，结合现有工业企业用水资料分析确定。

3. 浇洒道路用水 Q_3

浇洒道路用水是指对城镇道路进行保养、清洗、降温和消尘等所需用的水。浇洒道路和绿地用水量应根据路面、绿化、气候和土壤等条件确定。浇洒道路用水可按浇洒面积以 2.0~3.0 L/(m²·d) 计算。

4. 绿地用水 Q_4

绿地用水是指市政绿地等所需用水。浇洒绿地用水可按浇洒面积以 1.0~3.0 L/(m²·d) 计算。

5. 管网漏损水量 Q_5

管网漏损水量是指水在输配过程中漏失的水量。城镇配水管网的漏损水量一般可按 1~4 水量之和的 10%~12% 计算，当单位管长供水量小或供水压力高时可适当增加。

6. 未预见用水 Q_6

未预见用水是指在给水系统设计中，对难于预测的各项因素而准备的水量。未预见水量应根据水量预测中考虑难以预见因素的程度确定，一般可采用 1~5 水量之和的 8%~12%。

7. 消防用水 Q_7

消防用水量、水压及延续时间等应按现行国家标准《建筑设计防火规范》(GB 50016—2014)的规定执行。

水厂设计规模,应按 1~6 的最高日水量之和确定。

【例 1-1】某城市人口为 30 万,平均日综合生活用水定额为 200 L/cap·d,自来水用水普及率为 85%,工业用水量(含职工生活用水和淋浴用水)占生活用水的比例为 50%,浇洒道路面积为 200 hm²,绿地面积为 300 hm²,水厂自用水率为 5%,综合用水的日变化系数为 1.25,时变化系数为 1.30,如不计消防用水,则该城市最高日设计用水量至少应为多少 m³/d?

[解]

$$(1)Q_1 = 300\,000 \times 200 \div 1\,000 \times 1.25 \times 85\% = 63\,750(\text{m}^3/\text{d})$$

$$(2)Q_2 = 63\,750 \times 50\% = 31\,875(\text{m}^3/\text{d})$$

$$(3)Q_3 = 2.0 \times 2\,000\,000 \div 1\,000 = 4\,000(\text{m}^3/\text{d})$$

$$(4)Q_4 = 1.0 \times 3\,000\,000 \div 1\,000 = 3\,000(\text{m}^3/\text{d})$$

$$(5)Q_5 = (63\,750 + 31\,875 + 4\,000 + 3\,000) \times 10\% = 10\,262.5(\text{m}^3/\text{d})$$

$$(6)Q_6 = (63\,750 + 31\,875 + 4\,000 + 3\,000 + 10\,262.5) \times 8\% = 9\,031(\text{m}^3/\text{d})$$

$$(7)Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

$$= 63\,750 + 31\,875 + 4\,000 + 3\,000 + 10\,262.5 + 9\,031 = 121\,918.5(\text{m}^3/\text{d})$$

该城市最高日设计用水量至少应为 121 918.5 m³/d。

1.2 取水工程

为从水源取水而设置的各种构筑物的总称称为取水构筑物。

1.2.1 地下水取水构筑物

地下水取水构筑物形式的选择,应根据水文地质条件,通过技术经济比较确定。

1. 管井

管井是指井管从地面打到含水层,抽取地下水的井,如图 1-3 所示。管井适用于含水层厚度大于 4 m,底板埋藏深度大于 8 m 的水文地质条件。从补给水源充足、透水性良好且厚度在 40 m 以上的中砂、粗砂及砾石含水层中取水,经分段或分层抽水试验并通过技术、经济比较,可采用分段取水。管井井口应加设套管,并填入优质黏土或水泥浆等不透水材料封闭。其封闭厚度视当地水文地质条件确定,一般应自地面算起向下不小于 5 m。当井上直接有建筑物时,应自基础底起算。

采用管井取水时应设备用井,备用井的数量宜按 10%~20%的设计水量所需井数确定,但不得少于 1 口井。

【例 1-2】某城镇原有管井为 20 口,单井出水量为 2 000 m³/d,现发现新水源地单井出水量为 3 000 m³/d。当需供水量为 7 万 m³/d 时,新水源地至少应增设多少口管井?

[解]

$$(1)\text{新水源地供水量: } 70\,000 - 20 \times 2\,000 = 30\,000(\text{m}^3/\text{d})$$

$$(2)\text{新水源地需管井: } 30\,000 \div 3\,000 = 10(\text{口})$$

$$(3)\text{备用井: } 70\,000 \times 10\% \div 3\,000 = 2.33(\text{口}), \text{取 } 3 \text{ 口}$$

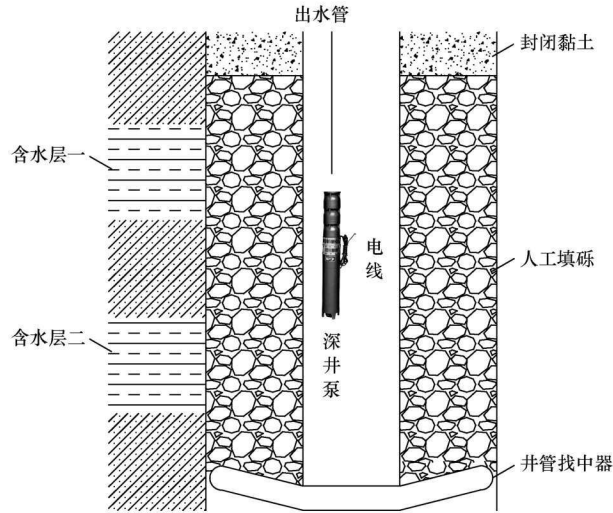


图 1-3 管井构造

(4)新水源地需管井： $10+3=13$ (口)

新水源地至少应增设管井 13 口。

2. 大口井

大口井是由人工开挖或沉井法施工，设置井筒，以截取浅层地下水的构筑物，如图 1-4 所示。

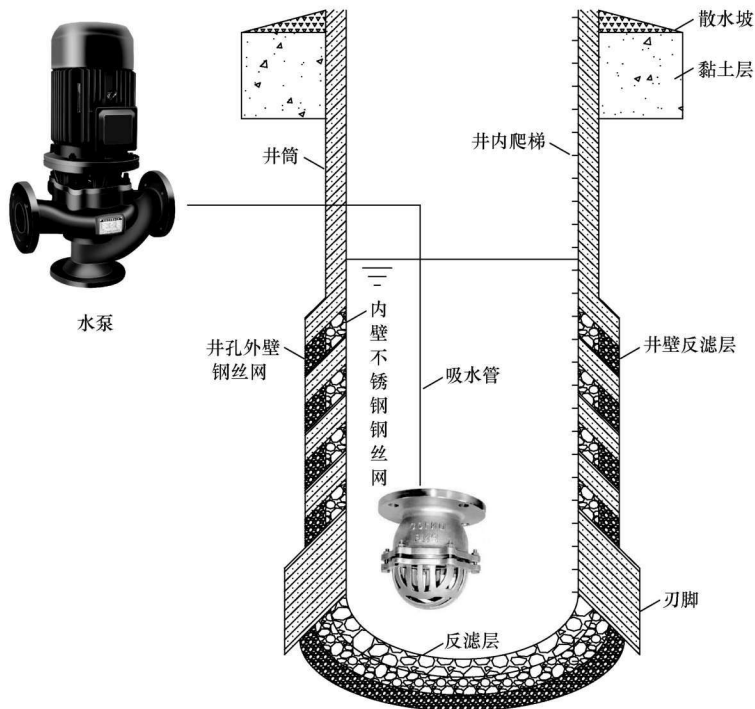


图 1-4 大口井

大口井适用于含水层厚度在 5 m 左右，底板埋藏深度小于 15 m 的水文地质条件。大口井的深度一般不宜大于 15 m。其直径应根据设计水量、抽水设备布置和便于施工等因素确定，但不

宜超过 10 m。大口井的进水方式(井底进水、井底井壁同时进水或井壁加辐射管等)应根据当地水文地质条件确定。大口井井底反滤层宜设计成凹弧形,反滤层可设 3~4 层,每层厚度宜为 200~300 mm。与含水层相邻一层的反滤层滤料粒径可按式计算:

$$d/d_i=6\sim 8 \quad (1-1)$$

式中 d ——反滤层滤料的粒径;

d_i ——含水层颗粒的计算粒径。

当含水层为细砂或粉砂时, $d_i=d_{40}$; 为中砂时, $d_i=d_{30}$; 为粗砂时, $d_i=d_{20}$; 为砾石或卵石时, $d_i=d_{10}\sim d_{15}$ (d_{40} 、 d_{30} 、 d_{20} 、 d_{15} 、 d_{10} 分别为含水层颗粒过筛质量累计百分比为 40%、30%、20%、15%、10%时的颗粒粒径)。两相邻反滤层的粒径比的比值宜为 2~4。

大口井井壁进水孔的反滤层可分两层填充。人孔应采用密封的盖板,盖板顶高出地面不得小于 0.5 m;井口周围应设不透水的散水坡,其宽度一般为 1.5 m;在渗透土壤中散水坡下面还应填厚度不小于 1.5 m 的黏土层,或采用其他等效的防渗措施。

【例 1-3】 某不完整式大口井,采用井壁和井底同时进水,含水层为砾石,其颗粒筛分结果见表 1-3。井壁进水孔内反滤层内外侧滤料粒径范围是多少?

表 1-3 粒径筛分结果

序号	粒径/mm	质量百分比/%
1	≤1.0	5
2	1.1~2.0	10
3	2.1~3.0	15
4	3.1~4.0	30
5	4.1~5.0	30
6	>5.0	10
	合计	100

【解】

滤料是砾石,计算粒径: $d_i=d_{10}\sim d_{15}$, 计算粒径: $d_i=1.1\sim 2.0$ mm;

根据公式 1-1, $d/d_i=6\sim 8$, 外侧粒径: $d_w=(6\sim 8)d_i=6.6\sim 16$ mm;

两相邻反滤层的粒径比宜为 2~4, 内侧粒径: $d_n=(2\sim 4)d_i=13.2\sim 64$ mm。

井壁进水孔内反滤层内侧滤料粒径范围为 6.6~16 mm, 外侧滤料粒径范围为 13.2~64 mm。

3. 渗渠

壁上开孔以集取浅层地下水的水平管渠,如图 1-5 所示。渗渠仅适用于含水层厚度小于 5 m,渠底埋藏深度小于 6 m 的水文地质条件。渗渠中管渠的断面尺寸,应满足水流速度为 0.5~0.8 m/s;充满度为 0.4~0.8;内径或短边长度不小于 600 mm;管底最小坡度大于或等于 0.2%。水流通过渗渠孔眼的流速,一般不应大于 0.01 m/s。最内层滤料的粒径应略大于进水孔孔径。位于河床及河漫滩的渗渠,其反滤层上部应根据河道冲刷情况设置防护措施。

渗渠的端部、转角和断面变换处应设置检查井。直线部分检查井的间距,应视渗渠的长度和断面尺寸而定,宜采用 50 m。检查井宜采用钢筋混凝土结构,宽度宜为 1~2 m,井底宜设 0.5~1.0 m 深的沉沙坑。地面式检查井应安装封闭式井盖,井顶应高出地面 0.5 m,并应有防冲设施。集水井宜采用钢筋混凝土结构,其容积可按不小于渗渠 30 min 的出水量计算,并按最大一台水泵 5 min 的抽水量校核。

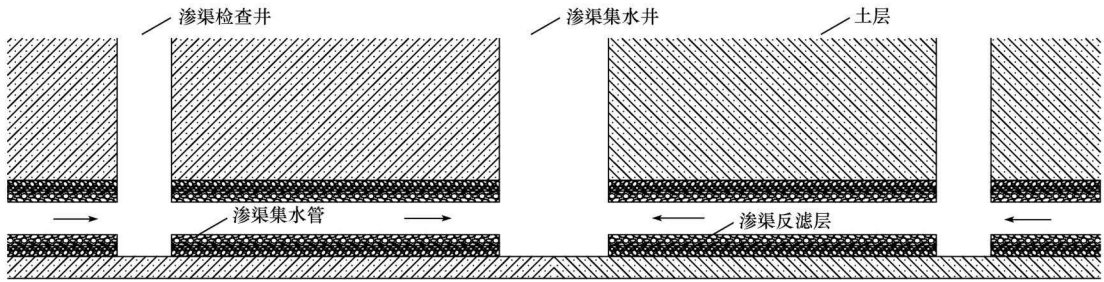


图 1-5 渗渠取水

4. 泉室

泉室是指集取泉水的构筑物。泉室适用于有泉水露头，流量稳定，且覆盖层厚度小于 5 m。

1.2.2 地表水取水构筑物

江河取水构筑物的防洪标准不应低于城市防洪标准，其设计洪水重现期不得低于 100 年。水库取水构筑物的防洪标准应与水库大坝等主要建筑物的防洪标准相同，并应采用设计和校核两级标准。设计枯水位的保证率，应采用 90%~99%。设计固定式取水构筑物时，应考虑发展的需要。

1. 固定式取水构筑物

(1) 岸边式取水构筑物。设在岸边取水的构筑物，一般由进水间、泵房两部分组成，如图 1-6 所示。其应用于岸边水深时。岸边式取水泵房进口地坪的设计标高，当泵房在渠道边时，为设计最高水位加 0.5 m；当泵房在江河边时，为设计最高水位加浪高再加 0.5 m，必要时还应增设防止浪爬高的措施；泵房在湖泊、水库或海边时，为设计最高水位加浪高再加 0.5 m，并应设防止浪爬高的措施。

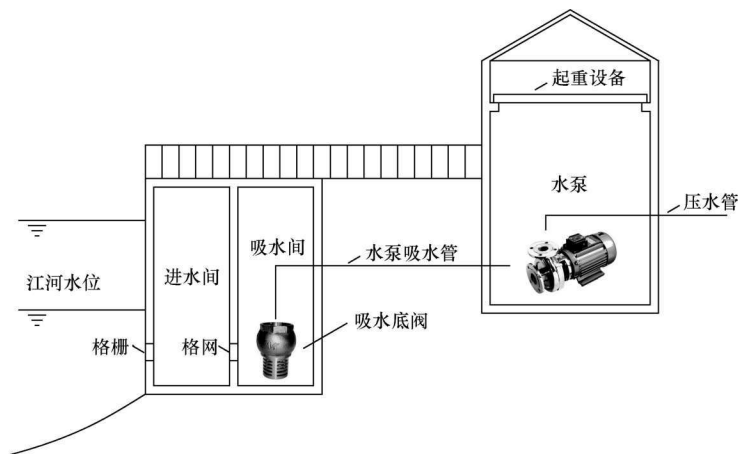


图 1-6 岸边式取水构筑物

(2) 河床式取水构筑物。河床式取水构筑物是利用进水管将取水头部伸入江河、湖泊中取水的构筑物。其一般由取水头部、进水管、进水间和泵房组成，多应用于岸边水浅时，如图 1-7 所示。进水自流管和虹吸管的设计流速，不宜小于 0.6 m/s。必要时，应有清除淤积物的措施。虹吸管宜采用钢管。位于江河上的取水构筑物最底层进水孔下缘距离河床的高度，应根据河流

的水文和泥沙特性以及河床的稳定程度等因素确定，侧面进水孔不得小于 0.5 m，当水深较浅、水质较清、河床稳定、取水量不大时，其高度可减至 0.3 m。顶面进水孔不得小于 1.0 m。

水库取水构筑物宜分层取水。位于湖泊或水库边的取水构筑物最底层进水孔下缘距离水体底部的高度，应根据水体底部泥沙沉积和变迁情况等因素确定，一般不宜小于 1.0 m，当水深较浅、水质较清，且取水量不大时，其高度可减至 0.5 m。



图 1-7 河床式取水构筑物

2. 活动式取水构筑物

当水源水位变幅大，水位涨落速度小于 2.0 m/h，且水流不急、要求施工周期短和建造固定式取水构筑物有困难时，可考虑采用缆车或浮船等活动式取水构筑物。

(1) 缆车式。缆车式取水构筑物的设计，其位置宜选择在岸坡倾角为 $10^{\circ} \sim 28^{\circ}$ 的地段；缆车轨道的坡面宜与原岸坡相接近；缆车轨道的水下部分应避免挖槽。当坡面有泥沙淤积时，应考虑冲淤设施；缆车上的出水管与输水斜管之间的连接管段，应根据具体情况，采用橡胶软管或曲臂式连接管等；缆车应设安全可靠的制动装置。

(2) 浮船式。浮船式取水构筑物的位置，应选择在河岸较陡和停泊条件良好的地段。浮船应有可靠的锚固设施，浮船上的出水管与输水管之间的连接管段，应根据具体情况，采用摇臂式或阶梯式等。

取水构筑物淹没进水孔上缘在设计最低水位下的深度，应根据河流的水文、冰情和漂浮物等因素通过水力计算确定，顶面进水时，不得小于 0.5 m；侧面进水时，不得小于 0.3 m；虹吸进水时，不宜小于 1.0 m，当水体封冻时，可减至 0.5 m。取水构筑物的取水头部宜分设两个或分成两格。进水间应分成数间，以利于清洗。



图 1-8 智能型泵站取水构筑物

智能型泵站取水构筑物，如图 1-8 所示。该组合成套装备的泵站采用模块化配套、智能型控制、气囊装置驱动；出水管架设于拥有万向特种活络接头组合的升降式钢结构栈桥；取水口置于水下 2 m 左右的最佳节点，能有效地排除沙滩、陡坡、河道偏离以及崇山峻岭等恶劣环境下江、河、湖泊、大型水库的大落差、高难度取水与远距离动态性输水的难题。

1.3 净水工程

净水厂常规处理工艺流程如图 1-9 所示。

1. 加药

自来水厂所去除的杂质主要是悬浮物和胶体颗粒。通过投加混凝剂可以使水中胶体颗粒及细小的悬浮颗粒相互聚结，常用无机混凝剂有 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 FeCl_3 等。

2. 混凝、沉淀

混合设备的设计应根据所采用的混凝剂品种,使药剂与水进行恰当的急剧、充分混合。混合方式的选择应考虑处理水量的变化,可采用机械混合或水力混合。投加混凝剂后,对水流进行剧烈搅拌,一般为 $10\sim 30\text{ s}$,最多不超过 2 min 。然后絮凝 $15\sim 30\text{ min}$ 。如果采用平流沉淀池,沉淀时间一般宜为 $1.5\sim 3.0\text{ h}$ 。

3. 过滤

在水处理中,滤料应具有足够的机械强度和抗蚀性能,可采用石英砂、无烟煤和重质矿石等,从而使浑水得以澄清。同时,水中的部分有机物、细菌、病毒等也会附着在悬浮颗粒上去除。过滤的基本原理,如图 1-10 所示。

4. 消毒

消毒剂和消毒方法的选择应依据原水水质、出水水质要求、消毒剂来源、消毒副产物形成的可能、净水处理工艺等,通过技术经济比较确定。可采用氯消毒、氯胺消毒、二氧化氯消毒、臭氧消毒及紫外线消毒,也可采用上述方法的组合。

5. 清水池

净水厂清水池的有效容积,应根据产水曲线、送水曲线、自用用水量及消防储备水量等确定,并满足消毒接触时间的要求。当管网无调节构筑物时,在缺乏资料的情况下,可按水厂最高日设计水量的 $10\%\sim 20\%$ 确定。清水池的个数或分格数不得少于两个,并能单独工作和分别泄空。

生活饮用水的清水池和调节水池周围 10 m 以内不得有化粪池、污水处理构筑物、渗水井、垃圾堆放场等污染源;周围 2 m 以内不得有污水管道和污染物。当无法达到上述要求时,应采取防止污染的措施。水塔应根据防雷要求设置防雷装置。

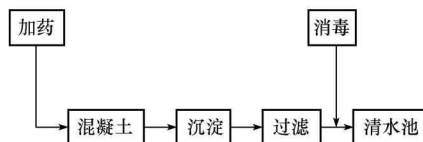


图 1-9 净水工艺流程

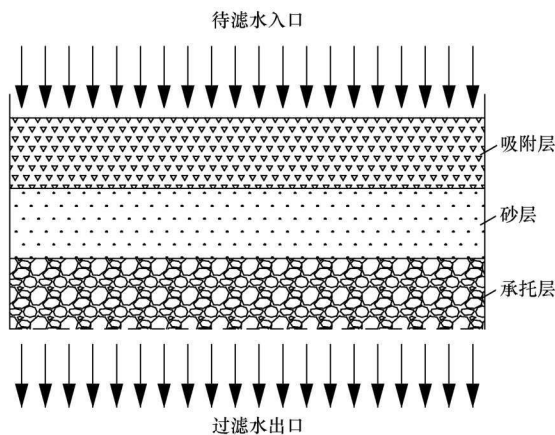


图 1-10 简易过滤装置

1.4 输配水工程

1.4.1 输水管(渠)

输水管(渠)是指从水源到水厂(原水输水)或当水厂距离供水区较远时从水厂到配水管网(净水输水)的管(渠)。输水管(渠)线路的选择,尽量缩短管线的长度,尽量避开不良地质构造(地质断层、滑坡等)处,尽量沿现有或规划道路敷设;减少拆迁,少占良田,少毁植被,保护环境;施工、维护方便,节省造价,运行安全可靠。

从水源至城镇净水厂的原水输水管(渠)的设计流量,应按最高日平均时供水量确定,并计入输水管(渠)的漏损水量和净水厂自用水量;从净水厂至管网的清水输水管道的的设计流量,应按最高日最高时用水条件下,由净水厂负担的供水量计算确定。

输水干管不宜少于两条,当有安全贮水池或其他安全供水措施时,也可修建一条。输水干管和连通管的管径及连通管根数,应按输水干管任何一段发生故障时仍能通过事故用水量计算