

高等教育“十二五”规划教材

建筑设备

Jianzhu Shebei

主 编 徐文忠

副主编 杨 冬 刘家友

中国矿业大学出版社



高等教育“十二五”规划教材

建 筑 设 备

主 编 徐文忠

副 主 编 杨 冬 刘家友

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书共分三编:第一编为给水排水工程,包括城市给水工程、城市排水工程、建筑给水工程、建筑消防系统、建筑内部热水及饮用水供应、建筑排水工程等内容;第二编为供暖、通风、空调、冷热源及燃气供应,包括供暖系统、建筑通风系统、空气调节、冷热源、燃气供应等内容;第三编为建筑电气工程,包括建筑供配电系统、电气照明、电气安全接地和防雷、电梯、智能建筑及设备等内容。

本书可供土木工程、建筑学及工程管理等专业的本科生使用,也可供土木工程相关专业的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑设备/徐文忠主编. —徐州:中国矿业大学
出版社,2011.10

ISBN 978 - 7 - 5646 - 1193 - 4

I. ①建… II. ①徐… III. ①房屋建筑设备 IV.
①TU8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 176681 号

书 名 建筑设备
主 编 徐文忠
责任编辑 杨 洋
责任校对 张海平
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 19.25 字数 474 千字
版次印次 2011 年 10 月第 1 版 2011 年 10 月第 1 次印刷
定 价 27.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

建筑设备是现代化建筑不可缺少的一个重要组成部分,其设置的完善程度,对于充分发挥建筑物的使用功能、提高人们的生活质量和工作效率及保障人民的生命财产和安全,都起着非常重要的作用。同时,由于现代化建筑涉及建筑、结构、建筑设备及工程管理等多个学科和专业的内容,在建筑工程的设计和施工过程中,这些专业内容是相互交叉、相互影响、协调工作的,这就要求从事建筑工程各相关专业的学生必须了解“建筑设备”这门学科的有关知识。

“建筑设备”是一门内容广泛的综合性学科,涉及“给水排水工程”、“建筑环境与设备工程”、“建筑电气”等多个专业的十多门专业课程的有关内容。本书在对这些内容进行系统归纳、概括整理的基础上,形成了一个结构严谨、内容全面的学科体系。

本书根据建筑类专业“建筑设备”的课程教学大纲,按 48 学时编写,各院校可根据各自的教学计划有所取舍,以满足教学需要。

本书共分三编:第一编为给水排水工程;第二编为供暖、通风、空调、冷热源及燃气供应;第三编为建筑电气工程。其中,给水排水工程部分包括六章内容,由河南理工大学徐文忠编写,冯永华审校;供暖、通风与空调工程部分包括四章内容,由山东建筑大学杨冬、邓贵华编写,刘学亭审校;燃气供应及建筑电气部分包括六章内容,由山东科技大学刘家友编写。

本书可作为建筑学、土木工程、工程管理等各建筑相关专业的教学用书。

感谢河南理工大学研究生程艳华和姜载强同学在本书搜集资料、文字录入等方面做的大量工作。书中引用了许多其他单位或个人的研究成果,在此一并表示感谢。

由于作者水平所限,书中不当或错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 7 月

目 录

第一编 给水排水工程

第一章 城市给水工程	3
第一节 城市给水工程的分类、系统组成及布置形式	3
第二节 取水工程	7
第三节 净水工程	11
第四节 输配水工程	15
复习思考题	19
第二章 城市排水工程	20
第一节 城市排水系统的分类、排水体制及系统组成	20
第二节 城市污水管道系统设计	24
第三节 城市污水处理	30
复习思考题	34
第三章 建筑给水工程	35
第一节 建筑给水系统的分类及组成	35
第二节 建筑的给水方式	36
第三节 建筑给水管道的布置与敷设	38
第四节 建筑给水增压设备	42
第五节 建筑给水管网的水力计算	47
复习思考题	55
第四章 建筑消防系统	56
第一节 消火栓给水系统	56
第二节 自动喷水灭火系统	63
第三节 其他灭火系统	69
复习思考题	70

第五章 建筑内部热水及饮用水供应	71
第一节 热水供应系统的分类及组成	71
第二节 热水系统的设计及管网的水力计算	75
第三节 饮用水供应	81
复习思考题	84
第六章 建筑排水工程	85
第一节 建筑排水系统的分类及组成	85
第二节 建筑排水管路系统的设计及水力计算	88
第三节 屋面雨水排除系统	97
第四节 污(废)水的局部处理	104
复习思考题	107
 第二编 供暖、通风、空调、冷热源及燃气供应	
第七章 供暖系统	111
第一节 供暖系统的型式	111
第二节 供暖系统的热负荷	122
第三节 供暖系统的散热设备	126
第四节 室外供热管网	132
复习思考题	142
第八章 建筑通风系统	143
第一节 建筑通风的任务及分类	143
第二节 自然通风	143
第三节 机械通风	152
第四节 地面建筑的防排烟	164
第五节 地下建筑通风和防排烟	168
复习思考题	175
第九章 空气调节	176
第一节 空调系统的组成与分类	176
第二节 空调负荷与送风量	180
第三节 空气处理设备	181
第四节 空调房间的气流组织	189
第五节 空调系统的消声与减振	194
复习思考题	196

第十章 冷热源	198
第一节 锅炉及锅炉房设备.....	198
第二节 制冷机房.....	203
第三节 热力站.....	208
复习思考题.....	212
第十一章 燃气供应	213
第一节 燃气的种类及性质.....	213
第二节 室内燃气供应.....	216
第三节 燃气供应的管材及附属设备.....	219
第四节 燃气计量表及燃气用具.....	222
复习思考题.....	223
第三编 建筑电气工程	
第十二章 建筑供配电系统	227
第一节 电力系统的基本概念及组成.....	227
第二节 负荷等级及供配电系统.....	228
第三节 建筑电气设备及电线、电缆	236
复习思考题.....	238
第十三章 电气照明	239
第一节 照明基本知识.....	239
第二节 照明电光源与灯具.....	241
第三节 照明线路的布置与敷设.....	245
复习思考题.....	247
第十四章 电气安全、接地和防雷	248
第一节 电气安全.....	248
第二节 等电位连接与接地保护.....	249
第三节 建筑防雷.....	252
复习思考题.....	255
第十五章 电梯	256
第一节 电梯的分类与构造.....	256
第二节 电梯的功能系统.....	258
第三节 电梯与建筑物.....	261
复习思考题.....	265

第十六章 智能建筑及设备	266
第一节 智能建筑.....	266
第二节 建筑设备自动化.....	267
第三节 办公自动化.....	270
第四节 通信自动化.....	271
第五节 智能建筑的综合布线系统.....	273
第六节 智能住宅小区与智能住宅.....	275
复习思考题.....	277
参考文献	278
附录	280
附录一 给水管道水力计算表.....	280
附录二 建筑物构件的燃烧性能和耐火极限.....	283
附录三 生产的火灾危险性分类.....	284
附录四 室内排水横管的水力计算.....	284
附录五 水力计算图表.....	288
附录六 供热通风部分有关表格.....	292

第一编

给水排水工程

第一章 城市给水工程

第一节 城市给水工程的分类、系统组成及布置形式

一、城市给水工程的分类

城市给水工程的供水对象主要包括:城市居住区、工业企业、铁路车站、船舶码头、公共建筑等。各种供水对象对城市供水的水量、水质和水压有不同的要求。根据供水对象的不同,城市用水概括起来可分成以下四种类型:

1. 生活饮用水

生活饮用水包括:居住区居民生活饮用水、企业职工生活饮用水、淋浴用水以及全市性公共建筑用水等。生活饮用水水质应无色,透明,无臭,无味,不含病菌、病毒和有害健康的物质,应符合现行的《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)。

生活饮用水管网的最小供水压力应根据多数建筑的层数确定,一般应符合现行《室外给水设计规范》(GB 50013—2006)的规定。

2. 生产用水

生产用水包括:① 冷却用水,例如高炉和炼钢炉、机器设备、润滑油和空气的冷却用水;② 生产蒸汽和用于冷凝的用水,例如锅炉和冷凝器的用水;③ 生产过程用水,例如纺织厂和造纸厂的洗涤、净化、印染等用水,冶金厂和机器制造厂的水压机和除尘器用水等;④ 食品工业用水,例如造酒及饮料生产用水;⑤ 交通运输用水,如铁路机车和船舶港口用水等。

由于生产工艺过程的多样性和复杂性,生产用水对供水水质和水量的要求也不一样。在确定生产用水的各项指标时,应深入了解用户的用水情况,熟悉用户的生产工艺过程,以确定其对水量、水质及水压的要求。

3. 市政用水

市政用水包括街道洒水、绿化浇水等。

4. 消防用水

消防用水只是在发生火灾时使用。一般是从街道上消火栓和室内消火栓取水,用以扑灭火灾。此外,在有些建筑物中采用特殊消防措施,如自动喷水设备等。

消防给水设备,可以与城市生活饮用水给水系统或生产用水供水系统合在一起考虑。只有在防火要求特别高的建筑物、仓库或工厂内才设立专用的消防给水系统。消防用水对水质无特殊要求。

二、城市给水系统的组成

城市给水系统通常可分为以下三个组成部分:

1. 取水工程

取水工程包括选择水源和取水地点,建造适宜的取水构筑物,其主要任务是保证城市获

得足够水量和质量良好的原水。

2. 净水工程

净水工程是指建造适宜的给水处理构筑物,对天然水质进行处理,满足国家生活饮用水水质标准或工业生产用水水质标准的要求。

3. 输配水工程

输配水工程是指将足够的水量输送和分配到用水地点,并保证足够的水压和良好的水质,由输水管道、配水管网、泵站、水塔及水池等输配及调贮构筑物等组成。

取用地面水的城市给水系统的一般组成如图 1-1 所示。

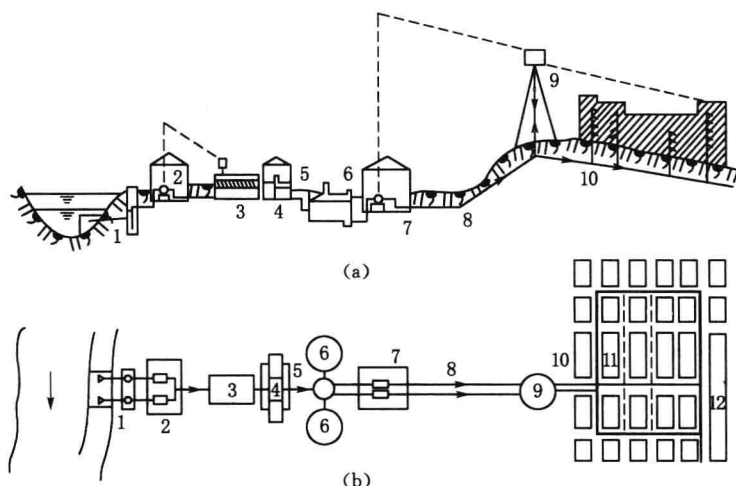


图 1-1 城市地面水源给水系统示意图

1——取水构筑物;2——一级泵站;3——沉淀设备;4——过滤设备;5——消毒设备;6——清水池;
7——二级泵站;8——输水管道;9——水塔或高地水池;10——配水管网

取水构筑物 1 从河中取水,对于城市生活饮用水,通常设于河流的上游。

一级泵站 2 由取水构筑物的进水井吸水,将水送到处理构筑物:沉淀(或澄清)设备 3、过滤设备 4 和消毒设备 5,然后水流入清水池 6。

二级泵站 7 从清水池吸水,经输水管道 8 将水送入配水管网 10。通常从取水至二级泵站的一整套构筑物组成一个水厂或净水站。

水塔或高地水池 9 常设于城市较高地区,借以调节用水量并保持管网中有一定压力。

三、城市给水系统的布置形式

根据城市的总体规划布局、水源性质、当地自然条件及用户对水质要求的不同,给水系统的布置形式也有所不同。下面介绍城市给水系统中常见的几种布置形式。

1. 统一给水系统

城市生活饮用水、工业用水、消防用水等都按照生活饮用水水质标准,用统一的给水管网供应各类不同用户的给水系统,称为统一给水系统。

通常情况下,对于新建中、小城市、工业区、大型厂矿企业等用户较为集中的区域,一般不需长距离转输水量,且各用户对水质、水压要求相差不大,地形起伏变化较小,以及城市中建筑层数差异不大时,宜采用统一给水系统。

图 1-2 为两个水源的统一给水系统布置示例。由于该城市工业用水量不大,且对水质、水压无特殊要求,因此采用统一给水系统。两个水源地分期建成,分别从两条河流取水。这种系统的优点:调度灵活、能够就近取水、动力消耗较少、管网压力较均匀、供水安全性较好。但管理人员和设备较多,水厂占地面积较大。

2. 分质给水系统

取水构筑物从水源取水,经不同的净化过程,用不同的管道分别将不同水质的水供给各个不同用户,这种给水系统称为分质给水系统。分质给水系统适用于城市或工业区中低质水所占比例较大的情况。它的主要优点:处理构筑物的容积较小、投资小,特别是可以节约大量经常性药剂费用和动力费用。但管道系统投资大,管理较复杂。

图 1-3 是某大工业区分质给水系统示例。各厂对水质、水压要求不同,Ⅳ厂要求供水含砂量不大于 50 mg/L,水压 40 m 左右;Ⅴ厂要求供水含砂量不大于 200 mg/L,水压不小于 10 m;而Ⅲ厂要求使用过滤水,水压 53 m。此外,对居住区Ⅶ供给生活饮用水。因此,采用分质给水系统。

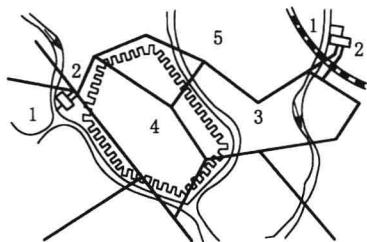


图 1-2 两个水源统一给水系统
布置示例

1——取水构筑物;2——水厂;
3——给水管网;4——旧城区;
5——新城区

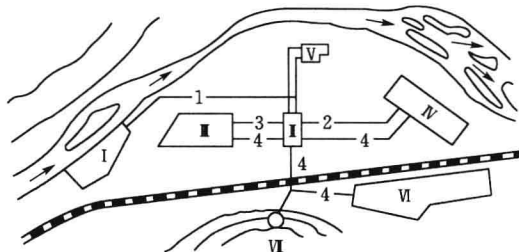


图 1-3 分质给水系统示例

I——取水构筑物;II——水厂;
III, IV, V——工厂;
VI——居住区;VII——高位水池;
1——一次沉淀水;2——二次沉淀水;
3——过滤水;4——生活饮用水

图 1-4 是两个水源分质给水系统示例。当地有地面水源和地下水源,因而采用地面水作为工业冷却用水;而以地下水作为生活饮用水。这种系统的优点:供水安全、净化简单、运营费用少、便于就近取水和分期建设,适用于工业用水量比例较大、水源较多、各用户对水质要求各不相同的大中型城市和工业区。

3. 分区给水系统

当城市用水量较大、城市面积辽阔或延伸较长、城市被自然地形分割成若干部分或功能分区比较明确的大中型城市,有时采用分区给水系统。分区给水是指将城市或工业区的整个给水系统,按其特点分成几个相对独立的给水系统,每一个系统中有自己的泵站、管网和水塔。有时系统和系统之间保持适当联系,以便保证供水安全和调度的灵活性。

分区给水的主要优点是能根据各区不同情况进行管网布置,可节约动力费用和管网投资,其缺点是管理比较分散。

图 1-5 为一狭长带形城市分区给水系统示例。水源采用 10 多公里外的地下水,水质优良,加氯消毒后能满足生活饮用水水质要求。原水输到北郊新城区、工业区和旧城区三配水

站,分别加压消毒供各区使用。这三个区的配水系统都是独立的,管网各具特点。北郊工业区各厂及居住区所需水压不同,分别以专管专泵、分压分质配水;新城区和旧城区均采用统一配水系统,唯旧城区有高地,需设加压泵站。

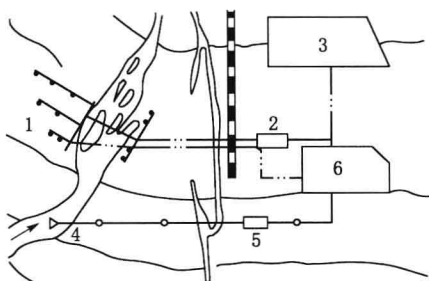


图 1-4 两个水源分质供水系统示例

- 1——渗渠取水;2——地下水水厂;
3——居住区;4——地面水取水;
5——工业冷却水;6——工厂

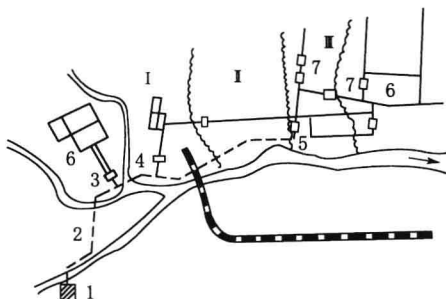


图 1-5 单个水源分区给水系统示例

- 1——地下水取水构筑物;2——低压输水管道;
3——北郊新城区配水站;4——北郊工业区配水站;
5——旧城区配水站;6——配水管网;7——加压站;
I——北郊新城区;II——北郊旧城区;III——旧城区

图 1-6 为两个水源分区给水系统示例。该市地势平坦,功能分区比较明显,郊区为独立的工业区,旧城区为居住及行政中心。郊区河滩地带均有蕴藏量丰富的地下水,能满足生产用水和生活用水的需要。

4. 分压给水系统

图 1-7 是某多个水源分压供水的给水系统,由两个或两个以上水源向不同高程地区供水。城市位于两江交汇处,地面高程相差 150 m 以上,且山岭起伏,地形复杂。两江水量充沛,能满足全区生产、生活用水需要。随着城市的发展,沿江布置了若干个取水口和净水站,处理后的水分级加压供给不同高程处的供水管网。该城大体上按 60 m 高差分级,每级起端设泵加压,末端高处设调节池,每级管网内的水头损失控制在 20 m 以内,管网始端压力在 85~105 m 之间。该城部分处理后的水直接送入低区配水管网,其余的水经二级泵站加

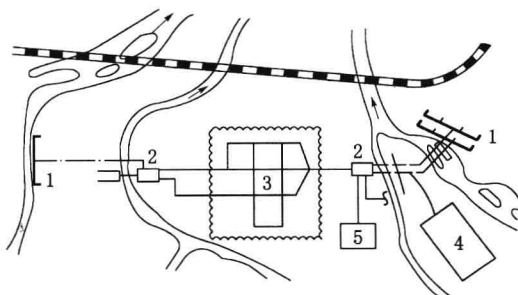


图 1-6 两个水源分区给水系统示例

- 1——地下水取水构筑物;
2——配水站(消毒、加压);3——旧城区;
4——工业区;5——高压给水区

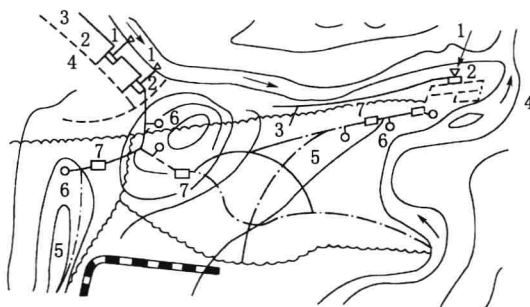


图 1-7 多个水源分压供水示例

- 1——取水;2——水厂;3——低压配水管网;
4——中压配水管网;5——高压配水管网;
6——水池;7——加压泵站

压送至中区配水管网,部分水再经加压站加压送至高区配水管网。

这种系统的主要优点是能减少动力费用、降低管网压力、减少高压管道和设备数量、供水较为安全且可分期建设,主要缺点是所需管理人员和设备比较多。

5. 重复使用给水系统

从某些工业企业排出的生产废水,由于仅受到极轻微的污染,可以不经处理或者经过简单处理,直接用做其他工业生产用水,甚至作为生活饮用水。这种给水系统称为重复使用给水系统。它是城市节约用水的有效途径之一。

6. 循环给水系统

工业废水不排入水体,而经冷却降温或其他处理后又循环用于生产,这种给水系统称为循环给水系统。在循环过程中所损失的水量,必须用新鲜水补给,其量约为循环水量的3%~8%。图1-8为电厂冷凝器循环冷却给水系统的示例。

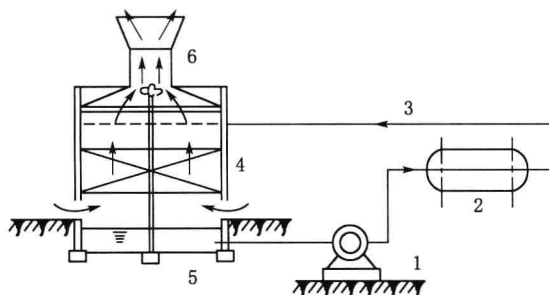


图 1-8 电厂冷凝器冷却水的循环给水系统示例

1——循环泵;2——电厂冷凝器;3——被加热水;4——冷却塔;
5——循环水池;6——风机和排风口

7. 区域给水系统

随着工业的日益发展,沿着一条河流建设的城市或工业企业越来越多,其间的距离越来越小。各城市或工业区分别设置取水口时,选择的水源很难说是处于城市的上游或下游,因此,为了保证下游城市或工业区的用水水质,有时将水源设在一系列城市或工业区的上游,统一取水,以供沿河流建设的各城市或工业区使用。这种给水系统称为区域给水系统。

第二节 取水工程

取水工程包括水源、取水构筑物以及泵站等,其功能是将原水从水源取出,并输送至水处理厂。

一、水源

城市给水水源主要是天然淡水,可分为地下水源和地面水源两大类。

1. 地下水源

地下水包括井水和泉水等。地下水一般埋藏于地层中,水质较为清洁,水温也低,一般经过简单处理就能满足水质要求。同时,地下水具有取用简便、不易受污染、安全经济的特点。因此,在条件允许的情况下,应优先考虑采用地下水作为城市给水水源。但地下水的可

用储量较小,并且过量开采会造成严重的后果。

大量开采地下水造成的直接后果是地下水水位不断下降,从而引起地面的持续沉降,对地面建筑物造成严重的破坏,对区域内社会生产、生活造成严重影响,不利于社会经济的持续和稳定发展。因此,必须加大地下水开采的控制力度,了解地下水过量开采的现状,树立水资源忧患意识,增强水资源的危机感和紧迫感,切实保护有限的地下水资源。

2. 地面水源

地面水源主要指地面上的淡水水源,主要包括江河、湖泊和水库等水体。地面水源水量丰富,但因流行于地表,一般水质较差,水温随季节变化大,需经较完善的净化处理后方能使用。我国大中城市多采用地面水源作为给水水源。

二、取水构筑物

取水构筑物是从水源取用原水的建筑设施。根据水源不同,分为地下水取水构筑物和地面水取水构筑物两类。

(一) 地下水取水构筑物

由于地下水的类型、埋藏深度以及蓄水层的情况等各不相同,因而开采方法和取集方式也都不相同。地下水取水构筑物可分为管井、大口井、渗渠及泉室等。

1. 管井

管井一般设在水源丰富地带的适宜部位,其施工方法如下:用凿井机在地层中打井孔(井径视取水量及水泵的管径而定),然后在井孔内下入井管,并在管上相当于蓄水层深度部位装设滤水管,周围填入碎石层(起稳定滤水管及渗滤水作用)。滤水管上部的井管周围用黏土封闭,以防污染;井管内装设深井泵;井管上端设井室,室内装有电机、水泵、电器控制设备、仪表以及水泵的送水管道和排水管道等。其结构如图 1-9 所示。

2. 大口井

大口井是专门用于集取浅层地下水的构筑物,井径可达 5~10 m,井深在 30 m 之内。大口井由井筒及井口组成。井筒用混凝土或砖石砌成;筒下设滤水孔和滤水层,以利于地下水渗入;井口需高出地面 0.5 m 以上,井内设水泵。其结构如图 1-10 所示。

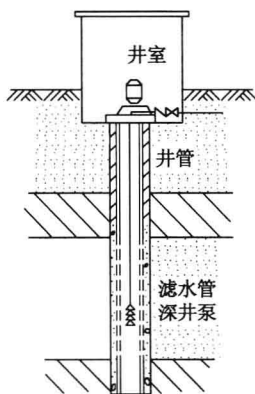


图 1-9 管井

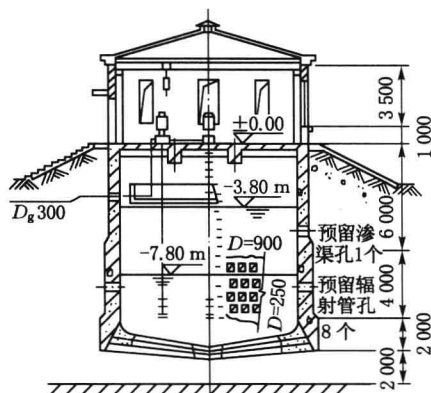


图 1-10 大口井(单位:mm)

3. 渗渠

渗渠也是集取地下水的取水构筑物,可铺设于河流、水库等地面水体下或岸边,以利于

集取地下渗流水。埋深一般为 3~5 m, 渗水管管径及长度视集取水量而定。渗渠所取得的地下水的水质虽较河水水质佳, 但通常需要经过简单的净化处理后才能使用, 其结构如图 1-11 所示。

(二) 地面水取水构筑物

地面水取水构筑物通常建于水源岸边, 其位置应根据取水水质、水量, 并结合当地的地质、地形、水深及其变化情况和施工条件等确定。地面水取水构筑物的型式多种多样, 按构造及使用形式, 可分为固定式和活动式两种。

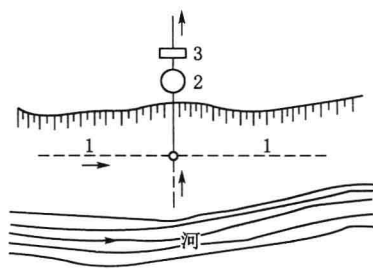


图 1-11 渗渠

1——渗水管; 2——集水井; 3——泵站

1. 固定式取水构筑物

此种构筑物是建在河岸边的永久性取水设施, 具有取水量大、取水可靠、维护管理简便、适应性强等优点, 但工程复杂、投资较大。

固定式取水构筑物又分为岸边式、河床式、斗槽式和潜水式几种类型。

① 岸边式取水构筑物是将取水构筑物建在岸边, 适用于河岸较陡, 主河道靠近岸边, 水位深、水质好、水位变化不大及地质条件较好的情况。考虑地形、地质和施工条件等因素, 可以将岸边式取水构筑物的取水间与泵站合建(称为合建式), 也可以分开建设(称为分建式)。图 1-12(a) 为岸边合建式取水构筑物示意图; 图 1-12(b) 为岸边分建式取水构筑物示意图。

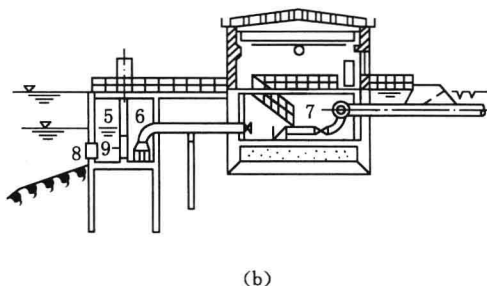
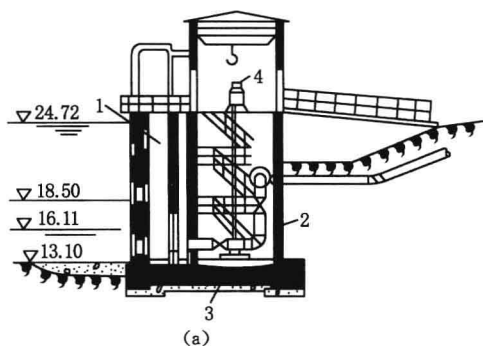


图 1-12 岸边式取水构筑物(单位: m)

(a) 合建式取水构筑物; (b) 分建式取水构筑物

1——进水管; 2——泵站; 3——立式泵; 4——立式电动机; 5——进水管; 6——吸水间;
7——泵站; 8——格栅; 9——格网

② 河床式取水构筑物是将其取水口建在河中, 用取水管将原水引到泵站的取水间, 适用于河岸平坦、主流离岸较远、岸边水浅、水质不佳及河床稳定等情况。图 1-13 为河床式取水构筑物示意图。

③ 斗槽式取水构筑物是在岸边式或河床式取水构筑物之前设置“斗槽”进水, 适宜在河流含沙量大、冰絮较严重、取水量较大的条件下采用, 如图 1-14 所示。

④ 潜水式取水构筑物是将潜水泵和防水电动机放在岸边水下的护坡上直接吸水, 适宜