

城市管道施工

技术问答

陈振木 张润峰 李 广 编著
张崇馥 吴继东 杨俊秋 校审

(下册)

中国建筑工业出版社

城市管道施工技术问答

(下册)

陈振木 张润峰 李 广 编著
张崇馥 吴继东 杨俊秋 校审

中国建筑工业出版社

目 录

(上册)

第1章 城市管道工程施工的基础知识	1
1.1 城市管道工程施工的相关常识	1
1.2 工程识图	24
1.3 管道工程施工测量	50
1.4 安全、文明施工要求	88
1.5 城市地下管线施工监测与探测	120
1.6 施工管理	129
1.7 管道施工质量检验项目及竣工验收规定	148
第2章 城市排水管道工程施工	158
2.1 概述	158
2.2 管道材料、配件、机具	172
2.3 降排水施工	222
2.4 土方工程	271
2.5 开槽(明挖法)施工	319
2.6 顶管法施工	560
2.7 盾构法施工	620
2.8 浅埋暗挖法施工	653
2.9 盖挖法施工	748
2.10 导向钻进铺管施工	759
2.11 污水处理厂及排水构筑物施工	769

(下册)

第3章 城市给水管道施工	861
3.1 城市给水管网及附属构筑物概述	861
3.2 管材及管件	894
3.3 阀门井、管井施工	941
3.4 下管及给水铸铁管道安装	961
3.5 给水钢管管道安装	1006
3.6 预应力钢筋混凝土给水管道安装	1075
3.7 化学建材管道安装	1104
3.8 给水管道水压试验与消毒冲洗	1174
3.9 给水管道过河、沉井施工	1191

3.10	给水管道安装工程质量检验及验收项目	1206
第4章	城市供热管道工程施工	1214
4.1	城市供热管网	1214
4.2	管材、配件	1221
4.3	城市供热管道敷设	1246
4.4	城市热力工程检验	1334
4.5	城市热力工程竣工验收前准备工作及档案馆资料目录	1378
4.6	城市供热管网热力站及小室施工	1390
第5章	燃气管道施工	1403
5.1	燃气特性及对管材要求	1403
5.2	管材及配件	1409
5.3	燃气管道工程施工与设备安装	1419
5.4	燃气管道工程质量控制及验收	1455
5.5	某燃气工程概算实例	1477
第6章	城市通信管道施工	1484
6.1	通信管道管材	1484
6.2	通信管道铺设	1492
6.3	通信管道工程检验、验收	1501
第7章	电力管道施工	1509
7.1	电缆管埋管及电力沟施工	1509
7.2	电力隧道质量检验与验收	1566
7.3	电缆隧道工程实例	1576
第8章	综合管沟施工	1588
8.1	综合管沟布置规划	1588
8.2	综合管沟施工要求及工程实例	1605
	参考文献	1684

城市给水管道施工

3.1 城市给水管网及附属构筑物概述

3-1-1 何谓给水工程?

答: 给水也称上水供水。最早的给水工程多指城市的公共给水工程, 近代发展到工业、农业以及其他领域的给水工程和从江、河、湖向城市调水工程。现代的给水工程是控制水媒传染病的基本设施, 也是发展工业、农业科研等的基础设施之一。

3-1-2 给水系统分类的四种形式是什么内容?

答: 水在人们生活和生产活动中占有重要地位, 它会直接影响工业产值和国民经济的可持续发展。因此, 给水工程是城市的重要基础设施。

给水系统是保证城镇、工矿企业等用水的各项构筑物和输配水管网组成的系统。根据系统的性质, 可分类如下:

1) 按水源种类, 分为地表水(江河、湖泊、蓄水库、海等)和地下水(浅层地下水, 深层地下水等)给水系统。

2) 按给水方式, 分为自流系统(重力给水)、水泵给水系统和混合给水系统。

有些水厂设置的地势较高, 水厂的清水池水位较服务的区域地势高出很多, 一般在 30m 以上, 此时可采用自流的给水方式, 即清水池出水管直接与管网连通。另外一种就是采用水泵加压给水方式, 通过加压达到提高服务水量和水压。还有些地势存在高低区域, 可适当考虑上述两种给水方式。无论采用哪一种都必须首先满足用户的水压、水量要求, 其次考虑运行的经济效益。

3) 按使用目的, 可分为生活饮用、生产、消防、中水及近年来发展的直接饮用系统。

生活用水包括居住建筑、公共建筑, 生活福利设施的生活饮用、洗涤、炊事、清洁卫生等用水, 以及工业企业中工人的生活洗浴和食堂用水等。它的水质关系到人们的身体健康, 在感官方面、化学方面和细菌学方面有严格的要求。各国根据本国的情况制定各自的水质标准。现我国实行的生活饮用水标准“GB 5749—2006”中针对水厂出厂水及管网水的水质有详细规定。

工业生产用水对水量、水质、水压的要求与生产种类有关。工业性质不同, 生产种类不同, 对水质、水量、水压的要求也不同。

消防用水是在发生火警时用于扑灭火灾的用水, 可分为室外消防用水与室内消防用水。室外消防用水通过室外给水管网的消火栓上供给, 每个室外消火栓应能供给 10~15 L/s 的水量, 且消防时管网的服务水头一般不小于 0.10MPa (10m 水柱), 以满足水从消火栓流入加压泵车的水头需求。

中水系统最早出现在国外水资源较为短缺的国家, 但近年来在国内部分发达城市也有使用, 中水主要指用于居民厨房洗涤等相对“清洁”的排放水经过收集系统, 并经简单处理, 又重新被利用到居民用于冲洗厕所。由于中水系统与原有系统是两套管网, 因此管网的建设需要耗费大量

资金，目前中水系统在国内应用较少。

直接饮用系统是“管道优质直接饮用水”的简称。它是用分质供水的方式，在居住小区（酒店、写字楼）内设净水站，运用纳滤、反渗透或超滤型等现代高科技生化与物化技术，对自来水进行深度净化处理，去除水中有机物、细菌、病毒等有害物质，保留对人体有益的微量元素和矿物质；同时采用优质管材设立独立循环式管网，将净化后的优质水送入用户家中（或客房、办公室），供人们直接饮用。

4) 按给水的整体性可为分统一给水系统和分区给水系统

(1) 统一给水系统是指整个给水区域，利用共同的取水构筑物、净水厂、输配水设备（水质、水压相同），统一供应生产、生活及消防等各项用水。

(2) 给水区地势高差较大或功能区分比较明显，且用水量较大时，可以采用相互独立的给水系统，这种系统称为分区给水系统。根据用户对水质及水压的不同要求，分区给水又分为分压给水系统和分质给水系统。具体如下：

①当给水区域（给水管网）的地势高差较大时，若采用同一个给水系统，则势必因地势较低的区域水压过高，而造成不必要的水头浪费，同时给使用和维修带来困难，管网的使用寿命也将降低，运行及维护费用较高。对此我们可采用分压的给水方式，将管网分成高低两个供水区，或高、中、低等若干个区域分别进行加压的给水方式，这样减小了管网的工作压力，降低了管网的运行费用。一般地势高差达 30m 左右，可考虑分压给水。

②对一般的工业用水（除电子、仪表等行业外），其水质要求比城市生活饮用水质低，此时可以采用分质供水。若条件适宜，可不用同一水源。例如，取地表水经过简单处理后供工业用水，地下水经过标准处理后供生活饮用水。

3-1-3 给水系统的组成有哪五项工程设施？

答：给水系统由相互联系的一系列构筑物和输配水管网组成。它的任务是从水源取水，根据用户对水质的具体要求进行处理，然后将水输送到给水管网，并向用户配水。其工艺流程如图 3-1-3 所示。

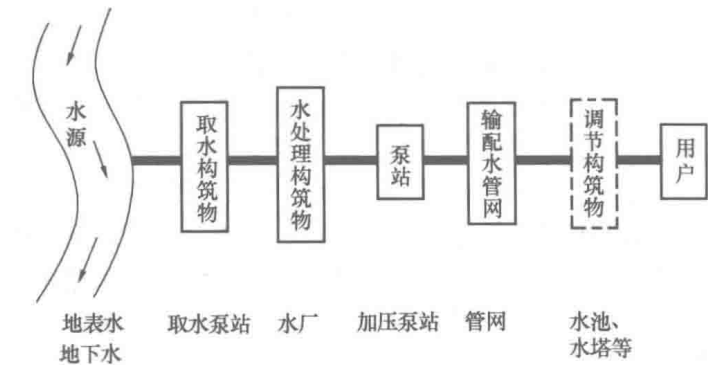


图 3-1-3 工艺流程

为了完成上述任务，给水系统常由下列工程设施组成：

1) 取水构筑物：用以从选定的水源（包括地表水和地下水）取水，并输送原水至水厂。

2) 水处理构筑物：用以将从取水构筑物的来水加以处理，以符合用户对水质的要求。这些构筑物常集中布置在水厂范围内。

3) 泵站：用以将所需水量提升到要求的高度，可分为抽取原水的一级

泵站、输送清水的二级泵站和设于管网中的增压泵站等。

4) 输水管渠和管网：输水管渠是将原水送到水厂或将水厂的水送到管网的管渠，其主要特点是沿线基本无流量分出。管网则是将处理后的水送到各个给水区的全部管道（主要指直径较大的干管）。

5) 调节构筑物：它包括各种类型的贮水构筑物，例如高位水池、水塔、清水池等，用以贮存调节不均匀的用水量。

泵站、输水管、管网和调节构筑物等总称为输配水系统。从给水系统整体来说，它是投资最

大的子系统。

3-1-4 给水系统由哪几部分工程项目组成？

答：给水工程一般由给水水源的取水构筑物、输水管道、给水处理厂和配水管网 4 个部分组成，分别承担取集和输送原水，改善原水水质和输送合格用水供到用户的作用。在一般地形条件下，这个系统中还包括必要的贮水和抽升设施，如图 3-1-4 所示。

3-1-5 给水系统有哪些类型？

答：根据水源、地形和节水节能要求，给水工程可分为如下几个系统。

1) 重力供水系统：水从取水构筑物到用水点，或者从给水处理厂到用户点，都是靠重力输送，不必抽升，这是最省能源而又安全的系统。

2) 多水源供水系统：由几个地面水源、几个地下水源或者地面水源和地下水源结合起来供水，适用于大城市供水。

3) 分质供水系统：根据用水对象对水质的不同要求，可以分成完全处理、部分处理甚至不需要处理几个系统供水，它适用于分别向居民和工业供水或者几种工业用水水质相差较大的供水系统。

4) 分压供水系统：根据用水区要求压力的不同，分为高压区和低压区供水，地形高程相差很大的地区可以采用这种系统。

5) 循环给水系统：将用水点使用过的水，经过适当处理或添补新水后重复供给用水点，这是一种节约水资源的供水系统，如循环冷却水系统。

6) 循序给水系统：将水质要求高的用水单位用过的水，供给水质要求较低的单位，这也是一种有效的节约水资源的工业用水系统。

7) 中水给水系统：将水处理厂深度处理的水供给某些工业、农业和城市清洗、绿化等用水。

3-1-6 地表水取水构筑物有哪些类型？

答：给水工程中从江河、湖泊、水库及海洋等地表水源中的取水构筑物，分为固定式和移动式两大类。

1) 固定式取水构筑物位置固定不变，安全可靠，应用较为广泛。由于水源的水位变化幅度、岸边的地形地质和冰冻、航运等因素，可有多种布置方式。常见的有 4 种。

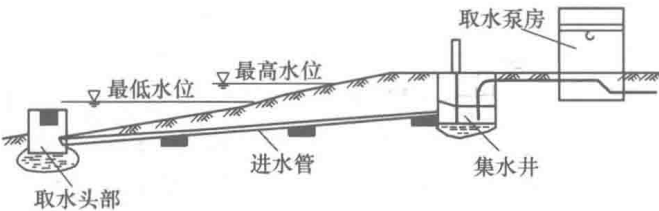


图 3-1-6 (1) 江心进水头式取水构筑物

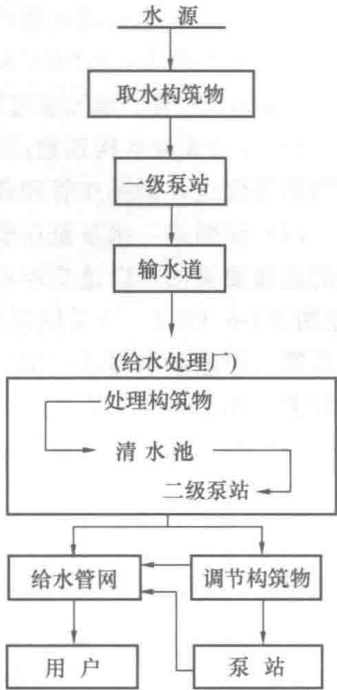


图 3-1-4 给水工程的组成

(1) 江心进水头式：由取水头部、进水管、集水井和取水泵房组成。常用于岸坡平缓、深水线离岸较远、高低水位相差不大、含砂量不高的江河和湖泊 [见图 3-1-6 (1)]。原水通过设在水源最低水位之下的进水头部，经过进水管流至集水井，然后由泵房加压送至水厂。集水井可与泵房分建或合建。当取水量小时，可以不建集水井而由水泵直接吸水。取水头部外壁进水口上装有格栅，集水井内装有滤网以防止原水中的大块漂流杂物进入水泵，阻塞管道或损坏叶轮。

(2) 江心桥墩式：也称塔式。常用于水库，建于尚未蓄水时。构筑物高耸于水体中，取水、泵水设施齐全，用输水管送水上岸。可以在不同深度取水，以得到水质较好的原水。

(3) 岸边式：集水井与泵房分建或合建于岸边，原水直接由进水口进入。一般适用于岸坡较

陡，深水线靠近岸边的江河。对含砂量大或冰凌严重或两者均出现的河流，取水量又较大时，可采用斗槽式取水构筑物，它是一种特殊的岸边式取水构筑物，其前以围堤筑成一个斗槽，粗砂将在斗槽内沉淀，冰凌则在槽内上浮。中国西北地区有多处斗槽式取水构筑物。

(4) 底栏栅式：以山区溪流作为水源时，为避免急流中的砂砾，用低坝抬高水位，坝内有引水渠道，渠顶盖栏栅。水流溢过坝顶时从栏栅进入渠道，流至沉砂池沉除泥沙后，再用水泵输出。

2) 移动式取水构筑物适用于水位变化大的河流。构筑物可随水位升降，具有投资较省、施工简单等优点，但操作管理较固定式麻烦，取水安全性也较差，主要有两种。

(1) 浮船式：水泵设在驳船上，直接从河中取水，由斜管输送至岸。水泵的出水管和输水斜管的连接要灵活，以适应浮船的升降和摇摆。当采用阶梯式连接时须随水位涨落改换接头位置（见图 3-1-6 (2)）。当采用摇臂式连接时，加长联络管为摇臂，不换接头，浮船也可以随水位自由升降。浮船取水要求河岸有适当的坡度（ $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ ）。浮船式取水构筑物在中国西南和中南地区较多。20 世纪 80 年代，单船供水能力已超过每日 10 万 m^3 。

(2) 缆车式：由坡道、输水斜管和牵引设备等 4 个主要部分组成（见图 3-1-6 (3)）。取水泵设在泵车上。当河流水位涨落时，泵车可由牵引设备沿坡道上下移动，以适应水位，同时改换接头。缆车式取水适宜于水位涨落速度不大（如不超过 2m/h ）、无冰凌和漂浮物较少的河流。

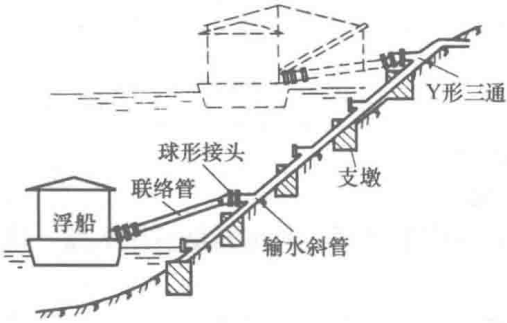


图 3-1-6 (2) 浮船式取水构筑物

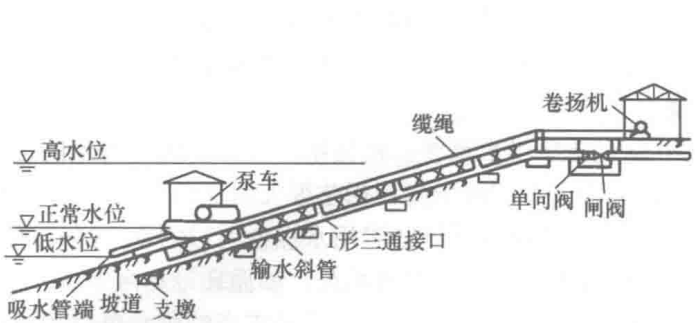


图 3-1-6 (3) 缆车式取水构筑物

3-1-7 地下水取水构筑物有哪些类型？

答：从地下含水层收集表层渗透水、潜水、承压水和泉水等地下水的构筑物。有管井、大口井、辐射井、渗渠、泉室等类型。

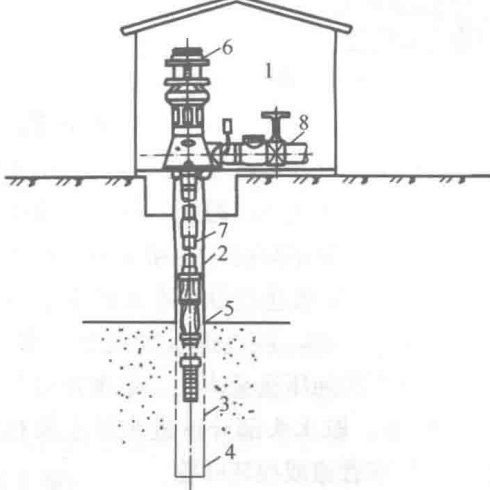


图 3-1-7 (1) 管井

1—井室；2—井管；3—过滤器；4—沉砂管；5—离心泵；6、7—电动机；7、8—压水管

1) 管井。管井是目前应用最广的形式，适用于埋藏较深、厚度较大的含水层。一般用钢管作井壁，在含水层部位设滤水管进水，防止砂砾进入井内。管井口径通常在 500mm 以下，深几十米至百余米，甚至几百米。单井出水量一般为每日数百至数千立方米。管井的提水设备一般为深井泵或潜水泵，如图 3-1-7 (1) 所示。

2) 大口井。也称宽井，适用于埋深较浅的含水层。井的口径通常为 $3\sim 10\text{m}$ ，井身用钢筋混凝土、砖、石等材料砌筑。取水泵房可以和井身合建也可分建。也有几个大口井用虹吸管连通后合建一个泵房的。大口井由井壁进水或井底共同进水，井壁上的进水孔和井底均应填铺一定级配的砂砾滤层，以防取水时进砂。单井出水量一般较管井为大。中国东北地区及铁路供水应用较多，如图 3-1-7 (2) 所示。

3) 辐射井。适用于厚度较薄、埋深较大、砂粒较粗而不含漂卵石的含水层。从集水井壁上沿径向设置辐射井管借以取集地下水的构筑物,如图 3-1-7 (3) 所示。辐射管口径一般为 100~250mm,长度为 10~30m。单井出水量大于管井。

4) 渗渠:适用于埋深较浅、补给和透水条件较好的含水层。利用水平集水渠以取集浅层地下水或河床、水库底的渗透水的取水构筑物。由水平集水渠、集水井和泵站组成,如图 3-1-7 (4) 所示。集水渠由集水管和反滤层组成。集水管可以为穿孔的钢筋混凝土管或浆砌块石暗渠。

集水管口径一般为 0.5~1.0m,长度为数十米至数百米。

5) 泉室:取集泉水的构筑物。对于由下而上涌出地面的自流泉,可用底部进水的泉室,其构造类似大口井。

对于从倾斜的山坡或河谷流出的潜水泉,可用侧面进水的泉室。泉室可用砖、石、钢筋混凝土结构,应设置溢水管、通气管和放空管,并应防止雨水的污染。

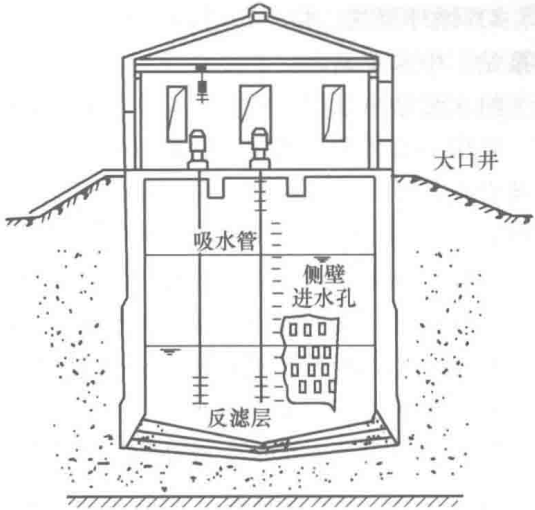


图 3-1-7 (2) 大口井

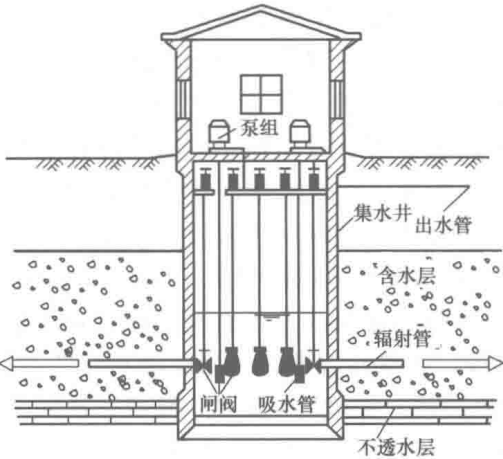


图 3-1-7 (3) 辐射井构造示意图



图 3-1-7 (4) 渗渠示意图

(a) 平面布置图; (b) 剖面图

3-1-8 给水系统中如何设置给水泵站?

答:给水泵站是给水工程系统中的扬水设施。主要有以下 4 种泵站。

1) 一级泵站。将原水从水源地输送(一般为低扬程)到给水处理厂,当原水无需处理时直接送入给水管网、蓄水池或水塔。一级泵站可和取水构筑物合建或分建。泵站的输水能力等于给水处理厂供水能力加水厂用水量,一般全日均匀供水。

2) 二级泵站。将处理厂清水池中的水输送(一般为高扬程)到给水管网,以供应用户需要。二级泵站的供水能力必须满足最高时的用水要求,同时也要适应用水量降低时的情况。为使水泵在高效条件下运行,一般设多台水泵,由泵间的不同组合,以及设置水塔或水池,来适应供水量的变化。有的采用调速水泵机组,以适应供水量和水压的变化。

3) 增压泵站。提高给水管网中水压不足地带的泵站。在扩建或新建管网时都有可能采用。特别是在地形狭长或高差较大的城市或对个别水压不足的建筑物,设置增压泵站较为经济合理。

4) 循环泵站。将生产过程排出的废水经处理后,再送回生产中使用的泵站,如冷却水的循环泵站、中水泵站。

给水泵站由泵房、动力及配电设备和辅助间 3 部分组成,其附属构筑物有进水池和阀门井等。泵房是安装水泵机组、管道、阀门、启动设备和吊车等的场所。水泵一般采用离心泵,有卧式及立式两种,按叶轮数目分为单级及多级离心泵,多级泵用于高压供水系统。动力设备通常采用电动机,有时用内燃机。配电设备包括高、低压配电和控制机组运行的电气设备及各种监测仪表等。给水泵站视当地条件和需要可建成地面式、半地下式或地下式,有的还可建露天泵站。给水泵站的运行分人工操纵、半自动及全自动控制等方式,以半自动泵站较多。

3-1-9 给水处理厂有哪些水处理流程?

答:给水处理厂是将原水进行处理以达到用户水质要求的水厂。供应城市用水的给水处理厂,有时称为“自来水厂”或简称“水厂”。在工业企业内部的,常称为“给电站”。

给水处理厂由泵房、化学剂投加设备、水处理构筑物、储存成品水的清水池及化验室等建筑

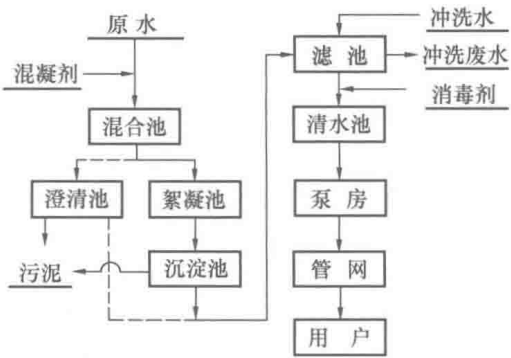


图 3-1-9 城市水厂典型处理流程

物所组成。水处理构筑物是改善水质的主要设施。采用的处理过程和构造形式是由原水和供水水质以及当地工程状况和经济条件决定的。以去除悬浮杂质为主的水厂,一般采用混凝、沉淀、过滤和消毒的处理工艺。原水进入水厂后投加混凝剂并迅速混合,接着缓慢搅动水流,使混凝剂产生的反应物和悬浮杂质结成容易沉降的絮状颗粒,在沉淀池中和水流分离。水流再经过滤,即清澈可用。混凝、沉淀和过滤虽能消除一部分微生物,但远不能达到生活饮用水的细菌标准。在城市水厂和供生活用水的给电站,水流进入清水池时,还须投加消毒剂,进行

消毒。沉淀和过滤中分离出来的污泥要妥善处理和处置以免污染环境,如图 3-1-9 所示。

当原水浊度较低时(如湖水),水厂流程可以从简,原水投加混凝剂后可直接过滤,省去絮凝和沉淀。如原水浊度较高或含沙较多时,则需增加预处理,去除易沉颗粒。当原水水质特殊,不能使成品水质量达到要求时,还需针对水质选用其他处理过程,如曝气、除铁、除锰、预氯化(除色、臭)、气浮(除藻)、软化、活性炭吸附(去除有机物)以及咸水淡化和水质稳定处理。

为了保证生产安全,控制运行和调度,水厂和给电站采用自动化装置和计算机控制。包括水质、水量、水压(出厂管和配水管网)、清水池水位以及电源电压等运行参数的遥信、遥测、记录和报警;药剂投加量、阀门启闭和水泵机组调节的自动控制和遥控。

给水处理厂的位置,应以整个给水系统综合考虑。一般选在工程地质条件较好,周围卫生条件符合防护规定和靠近电源的地方。当水源和供水区距离较远而用水量变化较大时,一般选在用水区域附近。

3-1-10 管道在给水系统中有何作用?

答:城市管网是连接各给水系统各构筑物及用户的唯一通道,在给水系统中占有重要地位,是整个给水系统中工程量最大,投资最多的部分,其投资额约占总系统投资的 60%~70%。一座现代化的城市里,输配水系统管道纵横交错长达数千公里,口径也日愈增大。其次管道的口径及布局是否合理对整个管网系统今后的运行及保障用户水质、水压有着深远的影响。因此,如何保持管网输水畅通,输送水质稳定,应根据城市的总体发展规划、用户的用水量分布特征、地形地势等基础数据,按经济、合理、科学的方案输送配水,确保用户对水量、水压、水质的要求,是管网设计、施工、维护、管理的重要任务。

一般城市发展到哪里，给水管网就延伸（覆盖）到哪里。管网的设计、规划是否合理关系到给水管网的安全、可靠、经济、运行，并且直接关系到广大人民群众的生活及生产的水量、水压及水质。另一方面，由于管道一般敷设在地下，给管道的使用及维护都带来一定的难度，进行管网建设时，应尽量做到规划、设计、施工既经济又合理，运行既安全又可靠。

3-1-11 何谓给水管网？

答：我们把水厂送水泵房到用户水表前部分的给水管道称为给水管网。给水管网的任务是把净水厂的净化水输配到各用水的区域，然后通过用户的引入管将水引入建筑物的给水管中，供生活设备或生产设备及消防设备等用水。也有将位于管道市政道路上的部分称为市政管网，小区或自然村的管网称为小区管网，用户表后的部分，一般称之为室内给水管网。

3-1-12 管网有哪二种基本形式？

答：管网的布置形式多种多样，但是总的来说有两种基本形式：树状网和环状网。如图 3-1-12 所示。

树状网中，如图 3-1-12 所示，主管上分出支管，支管上分出用户管，管径逐渐变小，整个管网犹如树枝状。对于管网中用户，单方向来水，给水可靠性较差，任何一段管损坏或停水时，该管段以后的所有管线都会断水。此外，由于树状管网的水流为单向流动，当末端因用水量较小，水流就会缓慢，甚至停滞不动，水质容易变坏。

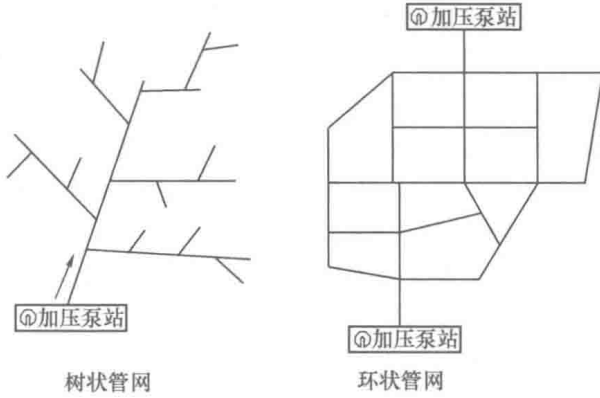


图 3-1-12 管网布置形式

环状网中，如上图所示，管道与管道之间相互连接，整个管网形成许多个环，对于管网中用户，双向来水，任一管段损坏时，可用阀门隔开，进行检修，水可以从其他方向的管线供应用户，缩小停水区域，从而增加给水可靠性。此外，环状管网，可大大减轻因水锤造成的危害，而在树状管网中，水锤对管网的冲击基本没有缓冲能力，易出现此类事故，但是由于管网连成环状，这使建设投资明显比树状管网高。

树状管网一般适用于小城镇和小型工矿企业，此外在城镇发展初期可采用树状管网，以后逐步连成环状。实际上，现有城镇给水管网多是树状网和环状网结合起来。在城镇中心地区，布置成环状网，在郊区则以树状网形式向四周延伸。给水可靠性要求较高的工矿企业必须采用环状网。设计施工中，尽量将环状网和树状网灵活地结合起来，可达到既安全又经济的效果。

3-1-13 城市管网的布置原则是什么？

答：给水管网的布置既要求安全可靠供水，又要注重经济效益；一方面考虑一次性投资，也要兼顾其运行能耗。作为城市的基础设施，管网系统的建设、规划要与城市的其他设施一并考虑，目前各大中城市都进行总体规划，并颁布了各自供水条例，以确保城市给水管道的安全、可靠运行。

3-1-14 何谓输水管？

答：水厂的送水泵房至城市管网之间的主干管我们称之为管网的输水管道。由于工业及人民生活用水的需要，供水是不允许间断的，输水管应当敷设两条以上。同时两条输水管一般平行敷设，并保持一定的距离，在适当位置设置连通管道，保障其中任何一条进行检修时，其余管道保证 70% 的输水量。

3-1-15 何谓配水管？

答：配水管是指输水管道送出的水，把它分配到各用水区域、各用户去的管道。配水管可分

为配水干管和配水支管。配水干管是指在主要给水区域的较大口径的水管，配水支管是指口径相对较小的管道，一般是各用户、建筑物的进水管。对于大中城市一般指等于或大于 $DN300$ 的配水管，这些管道多数是形成环状。

3-1-16 管道的敷设原则和要点是什么？

答：在城市里，给水管道一般是沿街道、道路敷设的，但在这些道路下面埋设的还有其他管线，例如：雨水管、污水管、煤气管、电缆沟、路灯线、通讯线等等，地面以上还有树木、广告牌、路灯等都需要占一定的位置，因此需要综合平衡和统一规划，对室内给水、消防管道也如此，具体要遵循国家（《城市工程管线综合规划规范》）及地方的相关规范。总的来说主要是以下几点：

1) 平面及立体布置

平面布置主要考虑给水管线在平面上距离其他管线及构筑物的尺寸，以保证管道的安装及维修的空间并保护周边的设施。例如由于漏水导致土层下陷而使其他管线、建筑物沉陷等情况。立体位置主要是指给水管道在立面与其他管线的间距。

2) 埋设深度

管道的埋设深度与管材、地面荷载、地质情况、土壤环境、温度（北方考虑冻土层）、其他管线埋深等都有关系，由于埋设深度还涉及到管道的施工费用，因此要综合考虑。一般而言，管道埋设在 0.7m 以下，北方地区还应考虑冻土层厚度，埋深在冻土层以下。

3) 管线的优先原则

- (1) 压力管（自来水）避让重力管（雨、污水管），压力管上方覆土不够时，可从下方绕行。
- (2) 小管径避让大管径。
- (3) 支管避让干管。
- (4) 软管（电力线、通信线）避让压力管（自来水）。
- (5) 管道相互交叉时，其相互之间的垂直净距离不小于 0.15m 。个别管线如电力管沟与其他管线最小垂直距离为 0.5m 。

4) 特殊地理条件的处理

由于城市建设的复杂性，给水管线往往还需要穿越河流、铁路、不良土壤、立交桥等特殊地理环境，对每种情况管道都有相应的处理及保护措施，规范都有总体要求。

3-1-17 管网的附属设施有哪些？

答：管网的运行及维护管理需要设置一些附属设施，常见的有阀门、排气阀、排泥阀、止回阀、消火栓及各种管件。

1) 阀门

阀门是为了控制水的流向，调节水的流量。在管道出现故障时，关闭阀门实施管道的断流，便于进行检修。一般在支管驳接外、路口、管道长度达到一定距离等设置，设置数量不宜过多，但要考虑到实际的关阀方案。一般而言 $DN400$ 以上可设置蝶阀， $DN400$ 以下可设置闸阀。

2) 排气阀

水中通常溶有一定数量的气体，溶解程度随稳定和水压而变化，气体释放时由于其密度小于水，往往聚集在管内的顶部，从而压缩了过水断面，增加了水头损失，同时由于其具有流动性，往往由于水流方向的改变导致气体的迅速压缩形成局部压力过大，对管道的运行带来危害，甚至还可能形成水锤。排气阀主要起到排除管内气体作用，一般设置于一段管最高处，设置的口径一般取主管的 $1/8$ 。

3) 排泥阀

严格上讲，并不存在单独排泥阀，应该是排泥系统。其主要作用是：(1) 在管网进行维修抢

修或停水碰口时,及时将管道内的存水或因阀门关闭不严的漏水及时排出,便于施工作业,提高维修、抢修的工作效率。(2)定期对管网排放,使得管网中的砂、石、管垢等杂物顺利排出,维护管网的水质。主要由控制阀门、湿井、雨水井及连接管道组成。排泥阀的口径一般为主管的 $1/4\sim 1/3$ 。

4) 止回阀

止回阀又称逆止阀或单向阀,是利用阀前阀后介质的压力差而自动启闭的阀门。其作用是控制介质的流向,只允许介质朝一个方向流动,反向流动时阀门自动关闭。主要安装在水泵出水管、用户水表后,阀体上标注介质的流向,不得装反。

5) 消防栓

消防栓可分为室内和室外两种。室外消防栓的布局,按照其作用半径设置,通常消防栓的半径间距按120m考虑,一般安装在人行道的边缘,距离道牙0.5m以上,以便消防车接水。室外消防栓还可分为地上及地下两种,可结合具体情况分别选用。室内消防栓的设置按照建筑设计防火规范来执行。

6) 管件

管件是指管路连接部分的成型零件,如接头、弯头、三通、法兰、异径管等。系统输配水管网由各种管道和连接件按设计要求组合安装而成,是给水系统的重要组成部分。管道和连接件在系统中用量大、规格多,所用的管道和连接件规格是否适合,质量好坏等,直接关系到工程费用的大小以及工程质量和使用寿命。一般可分为钢制管件、铸铁管件和非金属管件。从材质上、连接方式上、承受内压上及规格品种上与管材基本相同。

3-1-18 管道设计的依据是什么?

答:城市给水的根本目的是保证用户具有充沛的水量、充足的水压、优良的水质,管道设计的基本依据是水量、水压、水质。

管道设计时要首先计算该条管道输送的水量,需要对各类用水的数量按用水量标准进行计算,然后加以综合,作为设计的依据。

3-1-19 用水标准有哪四类?

答:按照用水性质不同,其用水的标准也不同,概括起来分为生活用水、生产用水、消防用水、直接饮用水四类。

1) 生活用水量

生活用水量在各地区,甚至在同一地区的不同地点,其变化范围也较大,生活用水量的大小与人的生活水平、习惯、卫生设备条件、气候情况等因素有关。由于我国幅员辽阔,生活习俗差异大,具体每类标准的选择国家及地方有相应的标准,设计时应参照标准执行,执行的标准是地方优于国家。

2) 生产用水量

生产用水量一般是用水户根据企业的性质提出要求,计算的方法有:

(1) 按照单位产品的具体需水量,如生产1吨化工材料需要多少水,从而计算出该厂总的生产需水量,其数值的选取主要根据工厂的生产工艺。

(2) 按照各台设备用水量计算,累计计算出整个工厂的总生产需水量,但要考虑设备同时利用的系数及水的回收。

两种计算比较,前者计算较为简便,一般可进行宏观的统计分析,后者计算要求原始设备的资料齐全,但数值较为精确。

3) 消防用水量

消防用水是指发生火情时,用以扑灭火头所需要的水量,主要分为室内和室外两部分。

4) 室外消防用水量

3-1-20 怎样合理布置给水管网?

答: 给水管网是由水厂向用户输水和配水的管道系统, 由管道、配件和附属设施组成。

1) 给水管系。常用的给水管材料有钢管铸铁管和预应力混凝土管以及自应力混凝土管和硬聚乙烯塑料管等。金属管要注意防腐蚀, 铸铁管常用水泥浆涂衬内壁。

管网中同时起输水和配水作用的管道称干管。从干管分出向用户供水的管道管径为 100 或 150mm, 起配水作用, 称支管。从干管或支管接通用户的称用户支管, 管上常设水表以记录用户用水量。消火栓一般接在支管上。

给水管网中适当部位设有闸阀。当管段发生故障或检修时, 可关闭适当闸阀使它从管网中隔出来, 以缩小停水范围。闸阀应按需要设置, 但闸阀愈少, 事故或检修时停水地区愈大。当管线有起伏或管道架空过河时, 在管道的隆起点需设排气阀, 以免水流挟带的气体或检修时留在管道中的气体积聚, 影响水流。在管道的低凹处常设排水阀, 用以放空水管。

2) 附属设施。小型给水管网或大型给水管网的边缘地区, 用水总量虽少, 但流量变化较大, 设置调节构筑物可降低管网造价和运行费用。再者, 大型管网的水头损失很大, 致使管网起端和末端的压力相差悬殊, 如在管网中适当地点设置增压泵站, 可以减小泵站前管网的压力, 降低输水能耗和费用, 并改善管网运行条件。此外, 在地面高程相差甚大的丘陵地区或山区, 为均衡管网的水压, 常按地形高低分区供水。低压管网和高区管网可以串联, 在前者末端设置增压泵站以供应后者; 也可以并联, 同时从供水点向低区和高区管网供水。

3) 管网布置。给水管网的干管呈枝状或环状布置, 见图 3-1-20。如果把枝状管网的末端用水管接通, 就转变为环状管网。环状管网的供水条件好, 但造价较高。小城镇和小型工业企业一般采用枝状管网。大中型城市、大工业区和供水要求高的工业企业内部, 多采用环状管网布置。设计时必须进行技术和经济评价, 得出最合理的方案。

近代大型给水系统常有多水源, 这有利于保证水量、水压, 并且供水既经济又可靠。随着社会的发展, 用水量在不断增加, 而优质水源却由于污染而减少, 于是出现了分质供水的管网, 即用不同的管网供应不同水质的水。

管网布置实质上是整个给水系统规划的一部分, 合理与否涉及整个工程的效益。目前可以建立数学模型, 充分运用数学分析方法和计算机技术来求得最优方案。

4) 管网计算。在管网的线路布置完成后, 要求通过计算确定各管段的管径、泵站扬程和扬水量以及水塔或水池的高程和容量等。管网计算中首先是用水量的分析和管道流水量的分配, 然后是管径的确定和水压的计算。计算不仅是一个水力学问题, 而且也是一个经济学问题。管径小些, 造价低了, 但水头损失大了。要求的水压高了, 泵站的电耗和运行费用也就高了。这里就有一个最优方案问题。

环状管网的水压计算比枝状管网复杂, 需要采用平差方法。按照水力学原理, 每个管环的水头损失代数和应等于零; 如果不等于零, 就要调整分配给水管段的水量, 一再复算, 直至符合要求。因不准管环水头损失的代数和出现差额, 故称管网平差。

3-1-21 给水、检验项目, 检验方法及各项水质参数是什么?

答: 1) 给水水质检验项目

物理指标有：水温、浊度、臭和味、色度、悬浮物、电导率、氧化还原电位等
化学指标有：无机指标包括；pH、碱度、硬度、溶解性总固体、总含盐量。
有机指标：耗氧量 OC 或 COD_{Mn}、COD、TOC

微生物指标：细菌总数、总大肠菌群、粪大肠菌群、大肠杆菌是非致病菌，用作指示菌。

2) 给水水质检验方法：《生活饮用水标准检验法 pH 值》GB/T 5750—2006、《总硬度》、《铁》、《挥发酚类》、《硫酸盐》、《氯化物》、《溶解性总固体》、《铬》。

给水水质标准见表 3-1-21。

生活饮用水水质标准 表 3-1-21

项 目		标 准
感官性状和 一般化学指标	色	色度不超过 15 度，并不得呈现其他异色
	浑浊度	不超过 3 度，特殊情况不超过 5 度
	臭和味	不得有异臭、异味
	肉眼可见物	不得含有
	pH	6.5~8.5
	总硬度（以碳酸钙计）	450mg/L
	铁	0.3mg/L
	锰	0.1mg/L
	铜	1.0mg/L
	锌	1.0mg/L
	挥发酚类（以苯酚计）	0.002mg/L
	阴离子合成洗涤剂	0.3mg/L
	硫酸盐	250mg/L
	氯化物	250mg/L
	溶解性总固体	1000mg/L
毒理学指标	氟化物	1.0mg/L
	氰化物	0.05mg/L
	砷	0.05mg/L
	硒	0.01mg/L
	汞	0.001mg/L
	镉	0.01mg/L
	铬（六价）	0.05mg/L
	铅	0.05mg/L
	银	0.05mg/L
	硝酸盐（以氮计）	20mg/L
	氯仿	60ug/L
	四氯化碳	3ug/L
	苯并（a）芘	0.01ug/L
	滴滴涕	1ug/L
	六六六	5ug/L
细菌学 指标	菌总数	100 个/mL
	总大肠菌群	3 个/L
	游离余氯	在与水接触 30min 后应不低于 0.3mg/L。 集中式给水出厂水符合上 述要求外，管网末梢水不应低于 0.05mg/L
放射性指标	总 α 放射性	0.1Bq/L
	总 β 放射性	1Bq/L

3-1-22 给水工程简言之，可用“取、净、输、配”四字概括的内涵是什么？

答：取即取水，把水从水体（河、湖、地下）中取出，以备处理。取水需要取水口、取水

井、取水泵站等。

净。即水质净化,把取来的水经过各种必要的处理工艺进行处理,以达到生产、生活等活动对水质的要求。这里需要反应、沉淀、过滤、消毒,甚至除铁、锰、藻等特殊处理的构筑物。

输、配。即输送和分配水,把各种不同用途所需要的水通过管、渠、泵站送至配水管网并由管网配水至用水目的地。

3-1-23 给水系统各组成部分之间的流量、压力关系是怎样的?

答: 1) 流量关系

(1) 流量的确定

$$Q=Q_{\text{生活}}+Q_{\text{生产}}+Q_{\text{消防}}$$

(2) 泵站与流量的关系。一级泵站是 24h 以均匀供水的; 二级泵站流量基本与用水曲线吻合。

(3) 由于二级泵站流量与用水曲线完全吻合, 当供水量大于用水量时水塔则水, 反之亦然, 两者相等时水塔维持原有水量不变。

(4) 清水池与流量的关系, 清水池的容积等于全天一、二级泵站即时流量之差相同符号值的累积水量。

2) 水压关系, 理解下面四个公式的含义

(1) 无水塔管网的水压关系

$$H_p=(Z_c-Z_p)+H_c+h_n+h_c+H_s+h_s$$

(2) 网前水塔管网的水压关系

$$H_p=(Z_t-Z_p)+(H_t+h_o)+h_c+H_s+h_s$$

(3) 网后水塔管网的水压关系

$$H'_p=(Z_t+H_t+h_o)+h'_c+h'_n+H_s+h_s-Z_p$$

(4) 消防时的管网水压关系

$$H''_p=(Z_c-Z_p)+H_f+h'_n+h'_c+H_s+h'_s$$

3-1-24 供水量设计有哪几个重要参数?

答: 1) 最高日用水量 Q_R (m^3/d)

$Q_R=\text{居民生活用水量}+\text{工业企业生产生活用水量}+\text{公共建筑用水量}+\text{消防用水量}+\text{环卫绿化用水量}+\text{未预见水量}$

2) 最高日平均时用水量 Q_T (m^3/d) $Q_T=Q_R/24$

3) 最高日最高时用水量 Q_s (m^3/d)

$$Q_s=K_s \frac{Q_p}{24}$$

4) 时变化系数 $K_s=Q_s/Q_T$

3-1-25 水源选择的要点有哪些?

答: 1) 在水源选择时我们将其分为地下水 and 地表水两大类。地下水取水构筑物简单、无须澄清处理、成本低、卫生条件好、便于防护; 地表水水量丰沛, 取水容易, 矿化度低, 是世界各国和我国大部分城市的主要供水水源。

2) 水源选择时应考虑的主要因素, 首先是水质好, 水量丰沛, 便于防护; 第二是符合城乡总体规划, 远、中、近期结合; 第三是当地可供选择的资源情况。

3) 水源的保护, 在国家颁布的《生活饮用水卫生标准》中已有明确规定。一般说, 不得在防护区内从事与取水无关的生产、生活活动。要尽量远离“三废源”、粪便、剧毒农药等污染源。

3-1-26 取水设施有哪些?

答: 1) 常用的管井、大口井、渗渠、引水泉池等地下水取水构筑物。

2) 深井泵和潜水泵。

3) 岸边式取水构筑物, 即直接从岸边进水口取水的构筑物, 它由集水井和泵站两部分组成。

4) 河床式取水构筑物, 即从河心进水口取水的构筑物, 当河岸平坦, 枯水期主流离岸较远, 岸边水深不足或水质不好, 而河心有足够水深或水质较好时, 宜采用这种形式取水。

5) 活动式取水构筑物, 在水位变幅较大的河段上取水, 为了节省投资, 减少水下工程量, 或者供水要求急, 可采用活动式取水构筑物。活动式主要有缆车式和浮船式两种。

3-1-27 水质净化概论有哪些要点?

答: 1) 水质净化的目的就是要用人工的方法来去除水中的杂质和有害物质, 达到生活饮用水水质标准。所以就要了解水中杂质和有害物质的特点。

2) 水中杂质按形态可分为悬浮物质、胶体物质和溶解物质三大类; 按性质分为有机物、无机物和微生物三大类。

3) 常用的水质净化(给水处理)方法有: 混凝(混合、反应、絮凝)、沉淀、过滤、消毒和特殊处理方法如软化、除锰除铁、除盐活性炭吸附等。

3-1-28 混凝的作用有哪些?

答: 1) 在原水中投入某一种絮凝剂, 经混合与反应(即混凝)过程之后, 使水中的杂质形成易于沉降的大颗粒絮凝体, 这一过程即称作混凝。这一过程形成的絮凝体可通过沉淀池来进行重力分离, 混凝是净化水质的十分重要的环节。

2) 混凝剂和助凝剂是实现混凝的物质条件。常用的混凝剂有铝盐和铁盐两大类, 助凝剂有氯和高分子助凝剂。混凝剂选择主要应考虑: 对水质不产生不良影响; 混凝效果好; 货源充足, 价格便宜。

3) 影响混凝效果的因素, 原水水质、水温和水力条件是影响混凝效果最主要的因素。原水的浊度、碱度、pH 值、杂质是决定混凝效果和选择混凝剂及其投加量的依据; 水温低时不利用混凝, 需加大混凝剂投量并加高分子助凝剂; 水流的紊动有利于混合, 在絮凝体的形成时又要求放慢流速。

4) 投药、混合和反应, 在了解影响混凝效果的因素之后, 问题便好解决。首先, 通过混、助凝剂的选择来适应原水水质的要求。第二是通过确定最佳的投药方式、投加量和水力条件等来达到良好的混凝效果。温度不便改善也没必要改变, 暂且不考虑。一般来说, 湿式投药有利混合, 通过改善流态或机械搅拌来缩短反应时间。然后使水流处于层流状态既不使形成的颗粒破坏也不致沉在混凝池中。

3-1-29 沉淀作用是什么?

答: 沉淀就是使原水或经过混凝作用的水中固体颗粒依靠重力的作用, 从水中分离出来的过程。完成沉淀过程的构筑物称为沉淀池。按水中固体颗粒的性质, 沉淀可分为以下三种: 自然沉淀、混凝沉淀和化学沉淀。这里只对混凝沉淀加以阐述。

混凝沉淀即在沉淀过程, 水中颗粒由于碰撞凝聚作用而改变其大小、形状和密度。在工程中, 于原水进入沉淀池之前投加混凝剂, 进行混凝处理, 使原水中的细小悬浮物质和胶体颗粒凝聚成较粗重的絮凝体, 这些絮凝体进入沉淀池后可获得良好的沉淀效果。

3-1-30 平流沉淀池有何特点?

答: 平流沉淀池一般是矩形水池, 它构造简单, 造价低, 处理效果稳定, 操作管理方便。但占地多, 排泥困难。

图 3-1-30 是平流沉淀池的平面图, 下是纵断面图。设处理水流量为 Q , 则水平流速为 $U=Q/$