

给水排水管道工程

王继明 刘桂森 王中孚

清华大学出版社

给水排水管道工程

王继明 刘桂森 王中孚

清华大学出版社

内 容 简 介

本书是把城市给水、城市排水、建筑给水排水管网和给水排水泵站四部分合并起来编写的教材。书中系统地介绍了管道工程计算的基本理论和设计计算方法，并附有一定数量的例题。

本书可作为环境工程和给水排水工程专业的教材，也可供从事给水排水管道工程的科学技术人员参考。

给 水 排 水 管 道 工 程

王继明 刘桂森 王中孚

责任编辑 郭学书

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

北京海淀昊海印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

☆

开本：787×1092 1/16 印张：27 字数：634 千字

1989 年 6 月第 1 版 1989 年 6 月第 1 次印刷

印数：00001-10000

ISBN 7-302-00400-5/TU·45

定价：5.35 元

目 录

结论	1
第一篇 城市给水管网	
第一章 给水工程系统	5
第一节 给水工程概论	5
第二节 工业给水系统	6
第二章 给水管网的布置	9
第一节 给水管网的供水任务	9
第二节 给水管网的规划布置	10
第三章 用水量	15
第一节 用水量标准	15
第二节 用水量变化	16
第三节 用水量的计算	19
第四章 给水系统各部分之间的工作情况	23
第一节 给水系统与流量关系	23
第二节 调节容量的计算	25
第三节 工业用水的水量平衡	27
第四节 给水管网的工作情况	29
第五章 给水管道材料及设备	35
第一节 给水管道材料	35
第二节 给水管道零件	41
第三节 控制设备	41
第四节 管道的构筑物	48
第六章 给水管网管段的流量及水头损失	55
第一节 沿线流量	55
第二节 节点流量	57
第三节 管段的流量计算	62
第四节 管径的计算	63
第五节 管段水头损失的计算	76
第七章 给水管网的水力计算	83
第一节 树枝式管网的水力计算	84
第二节 环式管网的水力计算	87
第三节 输水管的计算	111

第四节	应用计算机计算给水管网	113
第八章	管网的维护管理	126
第一节	概况	126
第二节	捡漏	126
第三节	清除管内积垢与管壁涂层	127
第四节	管网的检修	130
第五节	管道的防腐	130

第二篇 建筑给水排水工程

第九章	建筑给水工程	135
第一节	给水系统的分类及组成	135
第二节	给水系统需要的供水压力及供水方式	136
第三节	给水管系统的布置与敷设	139
第四节	给水管道材料与设备	140
第五节	升压设备	146
第六节	屋顶水箱	147
第七节	气压给水装置	149
第八节	给水管网的水力计算	152
第九节	消防给水系统	160
第十章	建筑排水工程	172
第一节	排水管道系统分类及排放规定	172
第二节	排水管道系统的组成部分	173
第三节	卫生间的布置	182
第四节	排水管道的计算	185
第五节	建筑内污水的抽升和处理	193
第六节	建筑雨水排水系统	198
第十一章	热水供水工程	209
第一节	热水供水的概况	209
第二节	水的加热与贮存	213
第三节	热水管系统的设置与专用器材	216
第四节	热水加热设备的计算	219
第五节	热水管网计算	225
第六节	饮水供应	235
第十二章	高层建筑给水排水工程	240
第一节	高层建筑的概况	240
第二节	高层建筑的给水系统	241
第三节	高层建筑的消防给水系统	245
第四节	高层建筑热水供应系统	246

第五节	高层建筑的排水系统	248
第六节	高层建筑给水排水管道的安装	248
第七节	给水排水系统的噪声和防治	249
第十三章	喷泉	252
第一节	喷泉的基本形式	252
第二节	喷头	253
第三节	喷泉的给水排水系统	255
第四节	喷泉射流的计算	258
第三篇 城市排水管网		
第十四章	排水管道系统	267
第一节	污水分类及其性质	267
第二节	排水系统的排水体制及选择	268
第三节	排水系统的组成和布置	271
第四节	排水管道材料及附属构筑物	276
第十五章	污水管网设计	288
第一节	污水管网的设计任务和资料调查	288
第二节	污水设计流量	289
第三节	污水管道系统的平面布置	292
第四节	污水管网的水力计算	295
第五节	水力计算图表	299
第六节	污水管的埋深和位置	300
第七节	污水管道的衔接	302
第八节	污水管道在街道上的位置	303
第九节	污水管的水力计算示例	303
第十节	污水管网的平面图和纵剖面图	309
第十一节	排水管渠系统的管理与养护	309
第十六章	雨水管(渠)道的设计	315
第一节	概述	315
第二节	雨量分析	316
第三节	雨水道设计流量的确定	326
第四节	雨水管(渠)系统的设计与计算	337
第五节	排洪沟的设计	343
第十七章	合流制排水管(渠)系统的设计	350
第一节	合流制排水管(渠)系统的使用条件和布置特点	350
第二节	合流制排水管(渠)的设计流量	351
第三节	溢流井的计算	354
第四节	合流制排水管(渠)的水力计算	355

第五节 城市旧合流制排水管渠的改造	359
-------------------	-----

第四篇 水 泵 站

第十八章 给水泵站	361
第一节 给水泵站分类	361
第二节 水泵的选择	361
第三节 水泵吸水高度的确定	365
第四节 泵站的动力设备	367
第五节 水泵站内机组的布置	368
第六节 吸水管与压水管的布置	370
第七节 水泵站的附属设备	373
第八节 给水泵站的建筑特点	378
第十九章 排水泵站	384
第一节 污水泵站	384
第二节 雨水泵站	387
附录	389
附录一 用水量标准	389
附录二 给水钢管沿程水头损失计算表	390
附录三 日本中水水质标准	393
附录四 低压蒸汽管道中的摩阻损失	396
附录五 排水管渠水力计算图	398
附录六 排水管线与其他管线的最大净距	410
附录七 暴雨强度公式的推导	411
附录八 我国部分城市暴雨强度公式	418
附录九 山区和周期性流水的河流粗糙系数 n 值	422

绪 论

给水排水工程的任务是安全卫生和经济合理地供应人们生活与生产活动用水及保安消防用水；并及时有组织有系统地排除使用后的污水、废水和大气降水，以改善环境条件；消除火灾危害，提高人们健康水平，促进生产发展。因此，给水排水工程是城市建设的重要组成部分。

一、给水排水工程的主要内容

给水排水工程是由取水工程，给水排水管道工程和水处理工程等部分组成，参看图 0-1。

图 0-1 中示出：河水由取水构筑物 1 和第一泵站 2 将水提升，通过输水管 3 送入净水厂中的净水构筑物 4，经过净化后，储存于清水池中；再由第二泵站 5 将水压送到输水管 6 及配水管网 7。为了使配水均匀，管网中还设有水塔等调节构筑物 8，水即可通过引入管配送到建筑内供生活或生产使用。水在建筑内使用后，水质受到污染而成为污水，然后由建筑排水

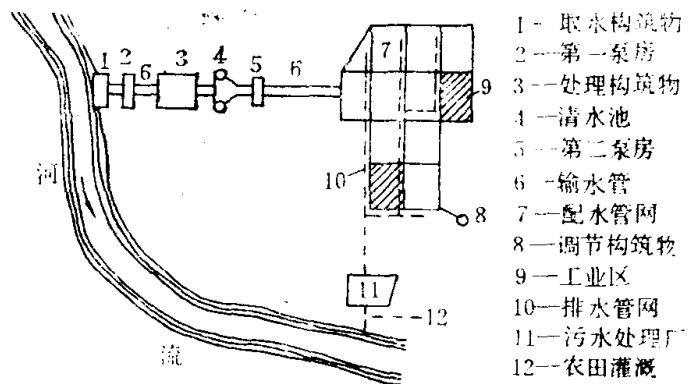


图 0-1 给水排水工程示意图

系统把污水排到城市排水管网去，有组织地排到污水处理厂 11 中进行污水的处理和回收利用。处理后的水可回用于工业及冲洗用水，排入农田灌溉或排入附近水体，完成给水排水工程任务。

上述给水排水系统中，取水构筑物及第一泵站包括水源在内组成取水工程；由水厂的净水构筑物和污水处理组成净水工程；由第二泵站、输配水管网、调节构筑物、排水管网及中途泵站组成输配水工程。二泵站、输配水管网、调节构筑物、排水管网、污水泵站以及建筑内的给水排水设备等组成给水排水管道工程。

二、给排水管道工程任务及组成部分

管道工程的任务是将符合水质要求的饮用水安全经济的输配到用户，经过使用后，将污水迅速而有组织地排到处理设备中，进行回收利用及排放。在水的输配过程中，既要防止清洁水在长途输配时受中途污染，也要防止输送的污水污染环境。保证饮用水的卫生，不使污水任意流放是预防肠道传染病、寄生虫病流行传播的重要措施。在历史上曾由于饮水不洁而发生霍乱伤寒等肠道传染病流行，夺去了千百万人的生命，这是惨痛

的教训，而在今天，这些传染病在有完善的给排水设施的城市可以说是绝迹了。另一方面，随着生产的发展，出现各种不同的工业，要求不同用水水质，也排出受有各种物质污染的污水，如含有机物、无机物、病菌、病毒及其他有毒物质等，这就要求给排水管道工程必须根据不同工业用水的要求输配合适的用水，并排除生产的污水，保护环境卫生，防止水源受到污染。总之给水排水工程在社会主义建设中起着保障人民健康，提高生活水平，发展生产，促进四个现代化建设的作用。

给水排水管道工程的内容，包括给水管网，建筑给排水或称室内给水排水，排水管网及水泵站等四个部分。给水管网的任务是把净水厂的净化水输配到用水区，如民用住宅区或工业区，然后以引入管将水引进建筑内的给水管中，供卫生设备或生产设备及消防设备等用水。水用过后受到污染，再由建筑中排水管把污水排到室外排水管网中，有组织的输送到污水处理厂。同时也要排除大气降落的雨水和雪水，以免影响生活和生产。另外在水的输配工作中，用水或调节水池的地位往往较高，或用水设备需要较大的水压，这就不能只靠重力输水了，必须利用水泵提升水压，用压力管道方能把水配送到用水处去；排水管道通常是重力输水，如果城镇的地面平坦而排水管线很长时，管道埋设深度将逐渐加大，在建设施工及技术经济都不合理时，也需要设置中途泵提升污水水位，减小埋设深度。这种安装水泵的建筑称为水泵站，水泵站是管道工程的“心脏”，没有水泵的正常运行，人们就得不到需用的用水和通畅的排除污水。总而言之，给水排水管道工程是论述水的提升、输配、储存、调剂和使用的技术科学，是给水排水工程中的重要组成部分。它对促进城乡建设，工农业发展，保障人民健康和生命财产不遭受火灾危害，以及保护环境等都是具有重大作用的。

给水排水管道工程是整个给水排水工程中，工程量最大，投资最多的部分，其数量约占给排水工程总投资的 60~80%。同时管道工程直接服务于人生，管道延伸到人们生活、生产的各个角落，与人民关系至为密切，一旦管道设备发生故障，将对生活、生产及保安防火产生极大的影响。因此在管道工程的规划、设计、施工和运行中，都必须详细进行方案比较，采用新技术新设备，务使工程适用、经济，满足生活与生产的需要。

三、我国给排水工程的发展

我国劳动人民，在很早以前，就在给水排水工程中做出卓越的成就。在凿井汲水的提升方面有辘轳、桔槔等以及至今还使用的龙骨车和筒车等。远在秦代就已建有排水系统，北京故宫中，建有明清两代砖砌的排水渠；在山区寺院还有用竹木管渠，石砌沟渠引水的构筑物等。

我国第一个给水工程于 1879 年在旅顺建成，敷设了 150 毫米铸铁管道 224 千米，其后相继在上海、北京、青岛、广州及南京等地建成自来水厂、污水厂和相应的给水排水管网。然而解放前 1879~1949 的 70 年间，也只建了大小水厂 75 个，污水厂 3 个及部分管网，而且极不完善。解放 30 多年来，随着国民经济的发展，人民生活水平的不断提高，给水排水工程事业迅速发展起来，很多城市工厂建设了给水排水系统，提高了给水排水的普及率，对保障人民健康，促进生产的发展，起了很大作用。在以经济建设为中心，实现四个现代化的路线指导下，这项关系到国计民生的给水排水管道工程，将

得到更加迅速的发展。

水是生活、生产必须的物质，而天然淡水供量是有限的，地球上各地水量分配是不均的。又由于自然现象，用水的情况以及人们生活和生产活动对水源的污染等，使各种水源不能使用。很多国家出现了程度不同的供水紧张情况。我国也是缺水国之一，每届旱季不少城市供水紧张，有的城市由于缺水，不得不采取定时的限量供水，极大的影响着人们的生活。为了改变供水紧张状况，需要开源与节流并重，可根据具体条件，筑坝蓄水，开泉凿井，长距离引水，海水淡化，水的循环重复利用，下水处理回用，防止水源污染，以及加强维护管理等工作，都可开辟水源和节省大量用水，不同程度地缓和供水的紧张情况。应总结经验，加强科学研究，吸取国外有益经验和先进技术，把我国的给排水工程进一步发展起来。我国是个大国，有十亿人口，底子薄基础差，尚有很多城乡没有给排水设施，对人民生活水平的改善和提高，对工农业生产的发展，都有极大的影响。现在经济发展很快，人民生活水平逐渐提高，尤其是农民也富裕起来，对城乡建设提出更高的要求，给排水工程也必须赶上去。相信在党和国家的正确方针指引下，更大规模的给水排水工程建设，必定会迅速的发展起来。

第一篇 城市给水管网

第一章 给水工程系统

第一节 给水工程概论

给水工程系统是供应生活用水,生产用水及消防用水的设施。它是由取水工程、净水工程和输配水工程所组成。做好这项工作,必须根据城镇规划、水源情况、当地的地形、用户对水量、水质和水压的要求等因素综合考虑。给水的形式有多种多样,既要满足近期城市建设需要,也要考虑今后的发展,做到全面规划,分期施工,安全可靠,经济合理。

给水工程系统大体可分为下列几种形式。

一、统一给水系统

此种系统是整个供水区域,利用共同的取水构筑物、净水厂和输配水设备(水质、水压相同),统一供应生活生产及消防等多项用水。图 0-1 就是统一给水系统。这种系统简单,管理方便,适用于中小城镇和工业的给水工程。

二、分区给水系统

供水区地形高差较大或功能分区比较明显,且用水量较大时,可以采用互相独立工作的给水系统,这种系统称为分区给水系统。图 1-1 是两个水源的分区给水系统,由于两区间相隔一条大河,如敷设过河管工程复杂,维护管理工作不便,因此分成两个给水系统较为简便易行。

1. 分压给水系统

城市的地形高差较大,或用户对水压有不同的要求;就可以用分压供水系统或局部加压供水。图 1-2 中由于地形高差较大,如果采用一个给水管道系统,则低地区供水压力将过高,过大的管网压力会消耗过多的动力,同时对使用和维护都不方便,为了使管网运行经济、适用,将管网分成高低两区供水,供水的安全性也增加了。一般地势高差达 30 米以上,就要考虑分压供水系统。

2. 分质给水系统

如果用户对水质有不同的要求,而且水量又很大,例如城市有大量的工业用水,其

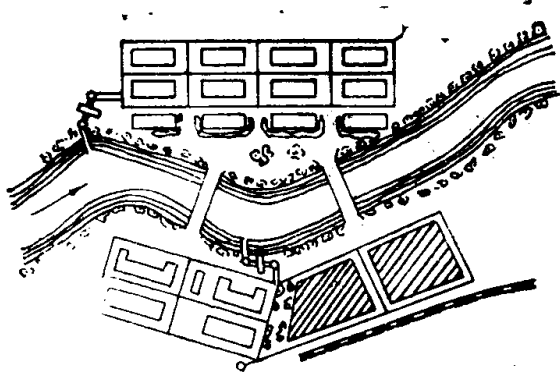


图 1-1 分区给水系统

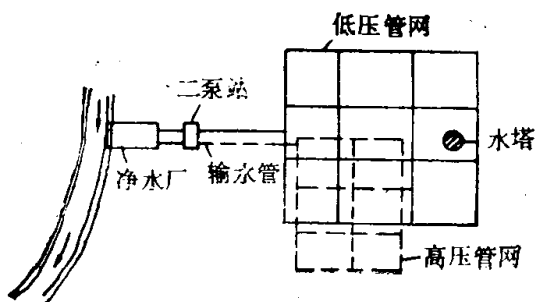


图 1-2 分压给水系统

水质要求比城市生活饮用水水质低，应考虑分质供水，以减小城市供水规模，节省净水费用。

水源可以用同一个，经过不同的净水过程和不同的输配管网，分别送到各自的用水户，满足用水需要。若当地条件适宜，可不用同一水源，比如地面水经简单处理后供工业用水，地下水经消毒供生活用水。图1-3 为一个分质供水系统，系统是共用一个水源，河水由取水构筑物经一泵站送到水厂，部分水经过沉淀后，由输水管将水送到工业区供生产用水；另一部分水经净化后达到生活饮用水水质标准，经输配水管网送到城市及工业区供生活用水。这样既降低了建设投资，又节省了日常的运行费用。

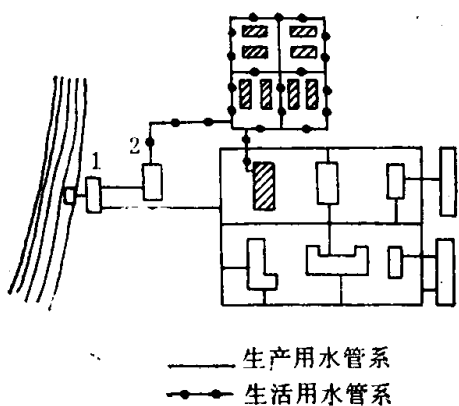


图 1-3 分质供水系统

第二节 工业给水系统

前面讨论的各种给水系统同样适用于工业企业，但工业用水有其对水量、水质、水压要求的特点。例如水量大而对水质要求较低；用水量小而对水质要求超过生活饮用水的水质；限于城市给水系统的规划，不能供应工业用水等等，皆需由工业企业自行解决供水问题。在工业用水中，冷却水水量较大，根据利用情况可以分为直流供水系统、循环供水系统和循序供水系统。另外还可将工业废水经处理后，回用为工业冷却等用水。

一、直流给水系统

直流给水系统是工业生产用水由水源直接供生产使用，或经简单处理供生产使用；水经使用一次后全部排除，不再利用。这种系统适用于附近有充足的水源可资利用的情况，运行管理简便可靠，较为经济。参看图 1-4。

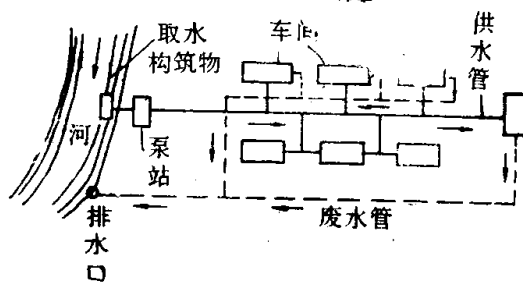


图 1-4 直流给水系统

二、循环给水系统

生产中冷却设备排出的废水量很大,大多仅是水温升高而水质未受污染,或受轻度污染。为了节省用水,常把这部分升温的废水,经过冷却设备降温或经过较简单处理后,再送往车间循环使用,这种供水系统称为循环供水系统。参看图 1-5。在循环过程中,由于蒸发、渗漏及排污等损耗一部分水量,因此需要不断地补充新水。这种循环系统比直流系统可节省大量用水,是工业给水中普遍采用的系统。

由图 1-5 中看到,车间 1 排出的热回水,只是温度升高而水质未受到污染,通过

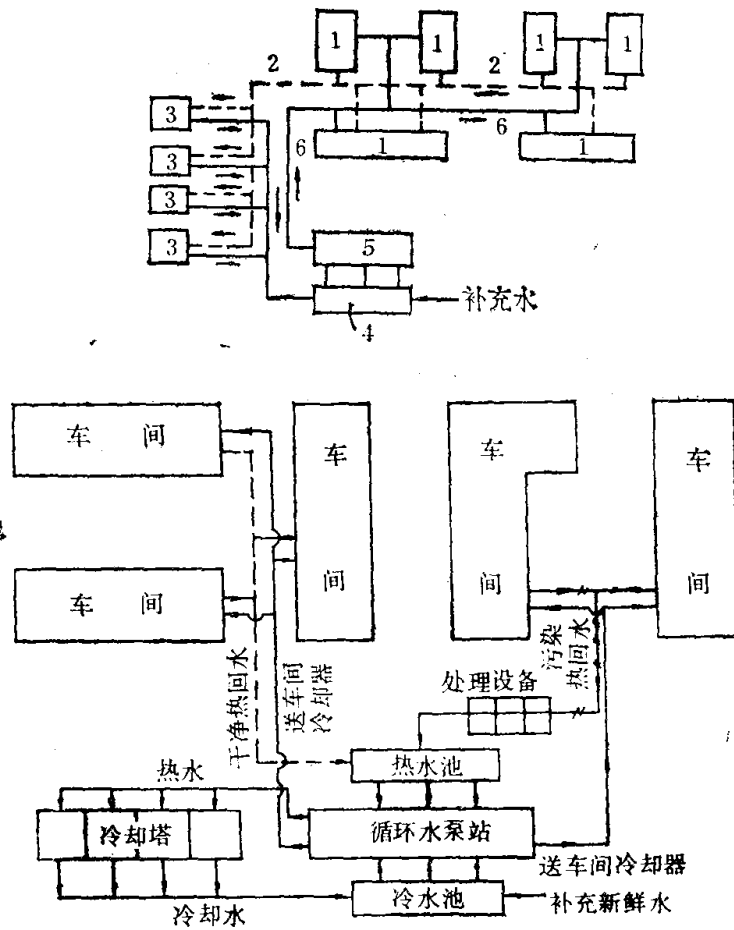


图 1-5 循环供水系统

热水管 2 送入冷却设备 3,水被冷却后流入冷水池 4,然后由循环水车站 5 将冷却水送入冷水管6,最后分送到车间 1 循环使用。如果水在循环使用中受到污染时,被污染水须先经适当处理之后,再送入冷却设备中冷却,以免损坏冷却设备。循环给水系统具有很多优点:

1. 只需补充少量新水,节省大量用水;
2. 减少取水和输水费用,节约供水投资;
3. 减少水源污染;
4. 贮存水量大,提高供水可靠性。

循环供水是一种较充分利用水源的好办法，广泛地应用于各方面，一些工业化国家的循环给水循环使用率在 80% 以上，我国有些工业循环使用率也逐渐提高。此外有的工业水污染严重，可以用密闭循环系统，这对节约用水，避免环境污染，除害利废是很有意义的。

三、循序给水系统

循序给水系统是根据车间对水温、水质的不同要求，按程序将水重复利用，使水得到最大限度的利用，使供水更为经济合理。图 1-6 为一循序给水系统，水由取水构筑物 1 及水泵站 2 把水送入净水构筑物 3 净化后，再由净水泵站 4 送入水温要求低、水质要求高的车间 5 中，使用之后的水再引入要求低些的车间 6 中，用后的出水还可再用于对水温容许更高、水质要求更低的车间 7，使用之后排放。这就充分利用水资源，节省大量用水，获得较好的环境和经济效益。

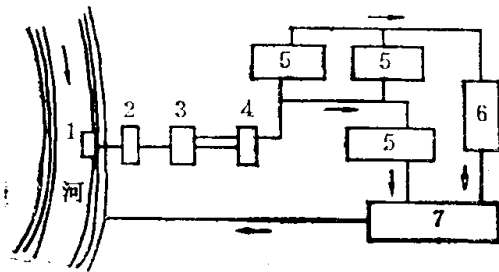


图 1-6 循序给水系统

四、废水处理回用系统

由于工业生产的发展，工业用水量增加很快，因此产生用水紧张情况。除去上述循环和循序供水系统外，还可采用生活或工业废水加以适当处理后，使水质达到冲洗用水的水质标准，可以用为冲洗厕所，喷洒道路，冲洗汽车、园林绿化、冷却用水等等。

此种系统既可充分利用废水资源达到节水目的，又可减少废水的排放量，避免环境污染，而且还有水源可靠，就地处理就地利用等优点。工业废水回用具有开源节流的双重意义，是有发展前途的，参看图 1-7。

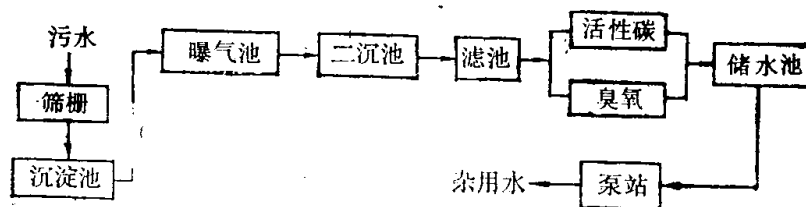


图 1-7 废水处理回用系统

第二章 给水管网的布置

第一节 给水管网的供水任务

给水管网的基本任务是安全可靠经济合理地供应城乡人民生活，工业生产，保安防火，交通运输，建筑工程，公共设施，军事部门等各项用水，保证满足用水户对水量、水质和水压的供水要求。根据供水的对象，基本上可分为三类即生活用水，生产用水和消防用水。

一、生活用水

生活用水包括居住建筑，公共建筑，生活福利设施等生活饮用，洗涤，炊事，清洁卫生等用水，以及工业企业中工人的生活洗沐和食堂用水等。

生活用水的水质关系到人们的身体健康，要求做到感官方面无色透明，无臭无味；在化学方面不含有害毒物；在细菌学方面不含致病菌，因而对大肠菌及细菌总数等均有限制。各国根据本国的情况订有各自的水质标准，这些问题将在给水处理工程中详细介绍。

生活用水量的大小与人的生活水平和习惯，卫生设备条件，水费，水压及气候情况等因素有关。我国幅员辽阔，各地情况不同，为了设计工作方便，国家按分区订有用水量标准，参看附录一。

给水管网的供水压力，要满足城市内大多数建筑的供水要求，压力过大，浪费动力，也增加漏水及维修费用，个别高层建筑需要较高的压力，应由建筑内部自行加压解决。

二、生产用水

工业生产用水，有供应作为生产原料的食品、酿造及化学制药等工业用水；有冷却生产机械设备的冶炼、化工及发电等冷却用水；有生产蒸汽的锅炉用水；有运送材料及废物用水；有改善生产及生活环境的空调用水以及洗涤产品和设备等用水。水是生产中不可缺少的物质，生产不能中途断水，否则会造成停产甚或造成损坏机械设备的重大事故。

不同种类的生产用水对水质的要求也不同，有的生产用水水质要求不高，如冷却用水；有的生产用水要求生活饮用水质，如食品工业用水；有的要求比生活饮用水还要纯洁一些的锅炉用水；还有的甚而要求高纯水，如电子工业用水。总之各种工业用水的水质要求各异，即使同类性质的生产用水，对水质的要求也有很大的差别，例如冷却水的水质有的生产要求高纯水，有的则可允许有一定的浊度。因此生产用水的水质必须根据生

产的工艺要求而定。

各种生产用水的水量视生产工艺而不同，而且随着科学技术的发展，工艺改革和水的循环利用等都会使生产用水量发生变化。某些工业用水量很大，如火电厂、钢铁厂、石油化工厂、化纤厂等用水量都是很大的。

生产用水的水压各种工艺亦大不相同，也应根据生产工艺要求而定。

三、消防用水

消防用水是扑灭火灾的用水，一般是从街道上或建筑内的消火栓取水。对水质没有特殊的要求。消防用水量国家制订标准，可以参考使用，如《工业企业和居住区建筑设计防火标准》。消防时管网上的最低压力不得小于 100 千帕。

第二节 给水管网的规划布置

一、给水管网的规划

给水管网是给水工程中的主要组成部分，按投资比例为最高，并负担着整个区域的供水任务，因此管网规划布置的合理与否对管网的运行安全、适用与经济至关重要，必须做好这项工作，给水管网的规划布置包括二泵站至用水点之间的所有输水管、配水管、及闸门消火栓等附属设备的布置，同时还需考虑调节设备如水塔或水池等。

在管网进行规划和布置管线时，应该符合下列基本原则：

1. 给水管线应布满整个供水区，满足用户的用水量、供水压力和水质的要求。
2. 管网应供水安全可靠，当局部管线发生故障时，仍能保证不间断供水。
3. 管网投资较大，运行费用高，布线力求简短；考虑地形和地质情况，并尽量减少特殊工程，如穿越铁路，河谷和地下构筑物等。这样既可提高供水可靠性，加快建设速度，又可降低造价和运行管理费用。
4. 应符合区域规划，考虑供水的分期建设，并留有充分发展的余地。

为了作好规划布置工作，要根据地区规划，地形地质和自然情况，人口增长，工农业等用水情况，并考虑将来发展与运行管理上的简便，应加强调查研究，进行详尽的技术经济比较，选取适宜方案，合理布置管线。

二、配水管网的布置形式

配水管网的形式基本上可分为两种：树枝式及环式管网。

1. 树枝管网

如图 2-1 所示，管网的干管和配水管的布置形似树枝，干线向供水区延伸，管线的管径随用水量的减少而逐渐缩小，这种管网的管线长度最短，构造简单，供水直接，投资最省。但当某处管线发生故障时，其下游管线将会断水，供水可靠性较差。树枝管线末端水流停滞，可能影响水质。一般在小城市中供水要求又不太严格时，可以采用树枝式管网。或者，在建设初期，可先用树枝管网形式，以后再按发展规划，逐步形成环