

福建省住房和城乡建设行业生产作业人员职业技能岗位培训教材
—— 城镇给水排水专业

污水处理工

谢小青 主编

福建省住房和城乡建设厅组织编写



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

污水处理工

谢小青 主编

福建省住房和城乡建设厅组织编写



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

污水处理工/谢小青主编. —厦门:厦门大学出版社

ISBN 978-7-5615-3632-2

I. ①污… II. ①谢… III. ①污水处理 IV. ①X703

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 150435 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

<http://www.xmupress.com>

xmup@public.xm.fj.cn

厦门市明亮彩印有限公司印刷

2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:34 插页:2

字数:821 千字 印数:1~4200 册

定价:80.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

福建省住房和城乡建设行业
生产作业人员职业技能岗位培训教材 —— 城镇给水排水专业
《污水处理工》编审委员会

主任委员：翁玉耀

副主任委员：王胜熙 兰邵华

委员：陶涛 李胜海 郝松乔 魏炎光 陈仁贵 林一敏 金朝晖
张景峰 陈向农

主 编：谢小青

副 主 编：林清秀 黄珍艺

编写人员：吴琪璞 戴兰华 谢小明 王瑜琪 陈勇 柯明勇 林伟峰
谢为民 林卫东 蔡万强 林静 杨承志 卢光辉 陈重安
黄政道 邱俊 郑琦琳 张荣海 彭育蓉 黄玉龙 陈海龙
林夏阳 何志平 戴毅鹏 王鲁闽 吴伟 张一可 陈雪明
蔡东鹏 赖智显

组织编写单位：福建省住房和城乡建设厅

主 编 单 位：厦门水务集团有限公司

福建省建设干部培训中心

福建省城市建设协会

前 言

为全面提高污水处理行业职工技术技能,培养在职员工和拟就业人员的技术业务能力和实践操作能力,积极推进污水处理行业可持续发展,福建省住房和城乡建设厅组织编写了《污水处理工》一书。本书作为福建省推行污水处理行业职业技能岗位培训与技术等级考核认定的主要参考资料,是根据《福建省城镇污水处理厂运行管理标准》(DBJ/T13-88-2010)中关于污水处理厂关键岗位持证上岗的规定,为满足从事城镇污水处理厂运行管理职业的初级技术工人、中级技术工人、高级技术工人和技师的培训教学需要编写的,也可以供从事污水处理行业工作的专业人员参考。

本书共分为概述、污水处理、机械设备、电器仪表与控制、水质检测与监测、污水处理运营管理六个部分。根据福建省污水行业实际情况,以国家规范及标准作为主要指导,参考高等院校教材及相关技术资料,结合编写人员多年生产经验,较为全面地论述了城镇污水处理过程中的基本理论、技术特点、运行管理经验等内容,将理论与实践相结合,具有一定的可操作性与实用性。

各章的主要编写及审核人员为:第一章编审:谢小青、柯明勇、王瑜琪、邱俊、彭育蓉、杨承志;第二章编审:谢小青、柯明勇、谢小明、王瑜琪、黄政道、张荣海;第三章编审:黄珍艺、谢为民、陈海龙、陈勇、卢光辉、陈重安、林夏阳;第四章编审:吴琪璞、林伟峰、林卫东、谢小明、何志平、陈海龙、陈勇、林夏阳、陈重安;第五章编审:戴兰华、林静、黄玉龙;第六章编审:林清秀、王瑜琪、蔡万强、林伟峰、吴琪璞、谢小明、郑琦琳。

本书在编写过程中得到了陶涛、李胜海、郝松乔、魏炎光、陈仁贵、林一敏、金朝晖、张景峰、陈向农等专家的指导和帮助,在此表示诚挚的感谢。

因编写人员水平和经验所限,书中不足甚至错误在所难免。希望广大读者不吝批评指正,使该书在使用过程中不断得到改进。

编者
2011年4月

目录

CONTENTS

前 言

第一章 概述	1
第一节 城镇污水的分类及排水系统	1
一、城镇污水的来源和分类	1
二、排水系统的体制及城镇污水系统	1
三、城镇污水量及其变化规律	29
四、污水排入城镇下水道水质标准	29
第二节 污水处理常识	31
一、污水的性质与主要污染物指标	31
二、城镇污水处理厂的尾水排放标准	35
三、污水处理的方法和等级	36
四、污泥处理处置方式	37
第三节 污水处理过程的噪声控制及除臭	38
一、噪声控制	38
二、除臭	40
第二章 污水处理	45
第一节 城镇污水处理	45
一、污水生物处理原理简介	45
二、各工序的作用和主要设备及工艺控制参数	72
三、污水处理工艺介绍	97
四、污水处理可能出现的主要异常现象及处理方法	133
第二节 污泥处理处置	137
一、污泥分类、产量及性质指标	137
二、污泥处理	139
三、污泥的一般处置	153
四、污泥处理处置、环境风险管理及应急处置	158

第三章 污水处理机械设备	162
第一节 常用机械知识	162
一、机械基础知识	162
二、识图	198
第二节 污水处理机械设备	201
一、闸门与阀门	201
二、泵	215
三、鼓风机与空气压缩机	245
四、格栅及格栅除污机	255
五、除砂机与砂水分离设备	262
六、刮泥机	266
七、吸泥机	268
八、曝气设备	270
九、滗水器	277
十、搅拌推流设备	279
十一、消毒设备	281
十二、污泥脱水设备	288
十三、脱水机房配套设备	303
第三节 设备的日常管理及润滑管理	306
一、设备维护操作人员的基本要求	306
二、设备的日常管理	306
三、设备的润滑管理	308
第四章 电气及电气仪表与控制	320
第一节 常用电工知识	320
一、电工基础知识	320
二、高低压电气设备	328
三、电动机及控制	331
四、高低压成套装置	339
五、变压器	343
六、污水处理厂(站)供配电系统	346
七、电容补偿	349
第二节 过程测量和常用仪表	352
一、过程测量的意义	352
二、检测仪器仪表组成	353
三、污水处理厂常用检测仪器仪表	353
四、污水处理过程的测量	370
五、仪器仪表的日常维护及管理	374
第三节 计量管理	375
一、计量管理的意义	375
二、污水处理厂的计量管理	375

第四节 自控系统在污水处理中的应用	377
一、自动控制综合技术概述	378
二、可编程序控制器	378
三、人机界面	387
四、工控机	389
五、变频器	391
六、软起动器	394
七、现场总线技术	396
八、自控系统在污水处理的应用	398
第五章 水质监测与检测	405
第一节 样品的采集与保存	405
一、水样的采集、保存	405
二、水样的运送和保存	407
第二节 水质检测基础知识	410
一、检测流程	410
二、检测项目及检测周期	410
三、水质检测常用仪器和设备	412
四、水质检测项目及检测方法、注意事项	415
五、化学试剂的分类及溶液的配制	423
六、危险化学品及剧毒药品的申购及管理程序	425
第三节 水质检测过程质量控制	426
一、水质检测过程质量控制要求	426
二、水质检测过程质量控制措施	427
第四节 突发性水质异常的监测	428
第六章 污水处理运营管理	429
第一节 工程验收及通水试运行	429
一、设备单机及联动试运转	429
二、工程交工验收	431
三、通水联动试运行	443
四、污水处理工程的竣工验收	445
第二节 生产运行管理	447
一、生产运行管理要求	447
二、生产运行管理制度	447
第三节 污水处理厂安全生产	450
一、污水处理厂安全生产管理体系	450
二、污水处理内常见事故与对策	452
三、污水管线、泵井及污水池等构筑物作业的中毒预防与措施	459
四、城市污水处理厂参观安全管理	465
第四节 原始记录表与统计报表	465
一、污水处理厂原始记录	465

污水处理工

二、污水处理厂统计报表	466
第五节 运营管理考核指标	467
一、污水处理厂的主要技术经济指标	467
二、污水处理厂成本核算体系	468
三、污水处理厂各处理单元能耗分析及节能管理对策	469
附录一 应急预案	471
附录二 生产运行管理报表	489
附录三 城镇污水主要污染物参考指标	529
附录四 引用规范及标准	531
主要参考文献	533

第一章

概 述

人类的生产和生活一刻也离不开水,人类生产和生活过程中使用过的水往往受到不同程度的污染,改变了原有的物理性质和化学性质,变成成为污水。在城镇中,工矿企业和居民产生的工业废水和生活污水进入城镇下水道,成为城镇污水的主要组成部分。城镇污水如不加以处理排入水体,超过了水体的自净能力,将引起水体的污染。本章主要介绍城镇污水的基本知识,包含城镇污水的分类、排水系统、污水性质及相关指标、污水处理过程的噪声控制及除臭等基本知识。

第一节 城镇污水的分类及排水系统

一、城镇污水的来源和分类

城镇污水是城镇中排放各种污水和废水的统称,它由综合生活污水、工业废水和入渗地下水三部分组成。在合流制排水系统中,还包括被截留的雨水。

1. 综合生活污水

生活污水是指居民生活活动中所产生的污水。主要是厕所、洗涤和洗澡产生的污水。综合生活污水是由居民生活污水和公共建筑(如机关、学校、公共场所等)污水组成。

2. 工业废水

工业废水是工业生产过程中产生的废水。其成分复杂、主要由产品种类、原材料、工艺过程所决定。

当工业废水所含物质的浓度不超过国家规定的排入城镇排水管道的允许值时,可直接排入城镇污水管道;当浓度超标时,必须经收集后在废水处理站进行预处理,达到标准后再排入城镇污水管道或接纳水体,也可再利用。

3. 入渗地下水

入渗地下水是通过管渠和附属构筑物破损处进入排水管渠的地下水。

二、排水系统的体制及城镇污水系统

排水系统是指收集、输送、处理、再生和处置污水和雨水的设施以一定方式组合成的总体。排水系统也宜包括污泥处理处置。不同排水方式所形成的排水系统,称为排水系统的体制(简称排水体制)。

(一)排水体制的分类与选择

1. 排水体制的分类

城镇排水体制一般可分为合流制、分流制和混流制三种基本类型。

(1)合流制排水系统:用同一管渠系统收集和输送城镇污水和雨水的排水系统。

最早出现的合流制排水系统,是将排除的混合污水不经处理直接就近排入水体,国内外很多老城市以往几乎都是采用这种合流制排水系统。但由于污水未经无害化处理就排放,使接纳水体遭受严重污染。现在常采用的是截流式合流制排水系统(图 1-1)。这种系统是在临河岸边建造一条截流主干管,同时在合流干管与截流主干管相交前或相交处设置溢流井,并在截流主干管下游设置污水处理厂。晴天和初降雨时所有雨、污水都排送至污水处理厂,经处理后排入水体。随着降雨量的增加,雨水径流也增加,当混合污水的流量超过截流主干管的输水能力后,就有部分混合污水经溢流井溢出,直接排入水体。截流式合流制排水系统较早期的合流制排水系统方式前进了一大步,但仍有部分混合污水未经处理直接排放,成为水体的污染源而使水体遭受污染,这是它的缺点。国内外在改造老城市的合流制排水系统时,通常采用这种方式。

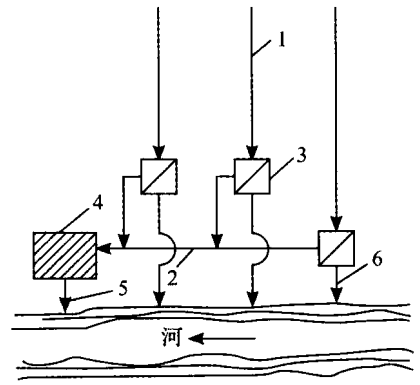


图 1-1 截流式合流制排水系统

1—合流干管;2—截流主干管;3—溢流井;4—污水处理厂;5—尾水排放口;6—溢流出水口

(2)分流制排水系统:用不同管渠系统分别收集和输送城镇污水和雨水的排水系统,称为分流制排水系统,见图 1-2。其中收集和排除生活污水、工业废水或城市污水的系统称为污水排水系统;收集和排除雨水的系统称为雨水排水系统。

(3)混流制排水系统:对城镇环境质量要求较高的区域,可采用混流制排水系统,见图 1-3。该系统是在分流制排水系统的基础上,将雨水系统中旱季时少量混入的污水及雨季时初期雨水通过截流,进入污水系统,一并收集输送。

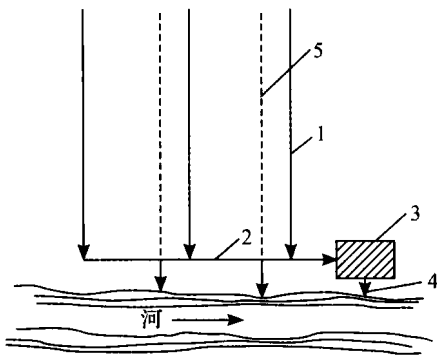


图 1-2 分流制排水系统

1—污水干管;2—污水主干管;3—污水处理厂;4—尾水排放口;5—雨水干管系统

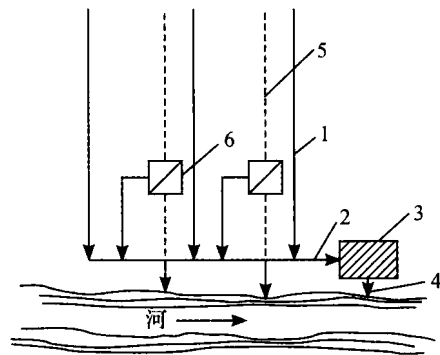


图 1-3 混流制排水系统

1—污水干管;2—污水主干管;3—污水处理厂;4—尾水排放口;5—雨水干管系统;6—溢流井

2. 排水体制的选择

新建城市、扩建新区、新开发区或旧城改造地区的排水系统应采用分流制。在有条件

的城市可采用混流制排水系统。合流制排水体制适用于条件特殊的城市,且应采用截流式合流制排水系统。

(二)排水规划编制的主要原则

1. 城镇排水与污水处理应当遵循统一规划,合理布局,配套建设,资源再生和建设、养护、运行、保护并重的原则。

2. 城镇排水规划应根据城乡规划、水污染防治规划和上一级城镇排水与污水处理等相关规划进行编制。

3. 城镇排水与污水处理规划的内容应当包括:规划期限内的排水与污水处理现状分析、排水量预测、初期雨水处理利用、排水(模式)体制、污水处理(原则)标准、尾水排放口论证、排水与污水处理设施布局及建设规模、污泥处理处置、污水深度处理与再生利用、排涝等。

4. 污水收集系统应根据城镇规划布局,结合竖向规划和道路布局、坡向以及城市污水接纳体和污水处理厂位置进行流域划分和系统布局。

5. 雨水系统应根据城镇规划布局、地形,结合竖向规划和城市雨水接纳体位置,按照就近分散、自流排放的原则进行流域划分和系统布局。应充分利用城市中的洼地、池塘和湖泊调节雨水径流,必要时可建人工调节池。城市排水自流排放困难地区的雨水,可采用雨水泵站或与城市排涝系统相结合的方式排放。

6. 截流式合流制排水系统应综合雨、污水系统布局的要求进行流域划分和系统布局,且应重视截流干管(渠)和溢流井位置的合理布局。

(三)城镇污水排水系统的组成

城镇污水排水系统是收集、输送、处理、再生和处置城镇污水的设施以一定方式组合成的总体。将工业废水排入城镇生活污水排水系统,就组成城镇污水排水系统。

城镇生活污水排水系统主要由以下几部分组成:

1. 室内污水管道系统

收集生活污水并将其排出到室外庭院、街坊或小区的污水管道中。

2. 室外污水管道系统

分布在房屋出户管外,埋在地下主要靠重力流输送。

(1)小区或住宅组团管道系统

敷设在小区或住宅组团内连接房屋出户管的管道系统。生活污水从小区或住宅组团管道系统再流入城镇管道系统(该管道系统也常包括化粪池)。

(2)街道污水管道系统

敷设在道路下,用以排除街道或小区污水管道流出的污水。由支管、干管和主干管等组成(图1-4)。支管承接街道、小区或组团污水管道的污水,通常管径不大;干管是汇集输送由支管流来的污水;主干管是汇集输送两条以上干管流来的污水,并将污水输送至泵站或污水处理厂。

(3)管道系统上的附属构筑物

有检查井、跌水井、倒虹管、排气阀、排泥阀等。

3. 污水泵站及压力管道

污水一般以重力流排除,但往往由于受到地形等条件的限制而发生困难,这时就需要设置泵站。压力输送从泵站出来的污水至高地自流管道或至污水处理厂的承压管段,称压力管道。

4. 污水处理厂

供处理和利用污水、污泥的一系列构筑物及附属构筑物的综合体称污水处理厂,在城市中

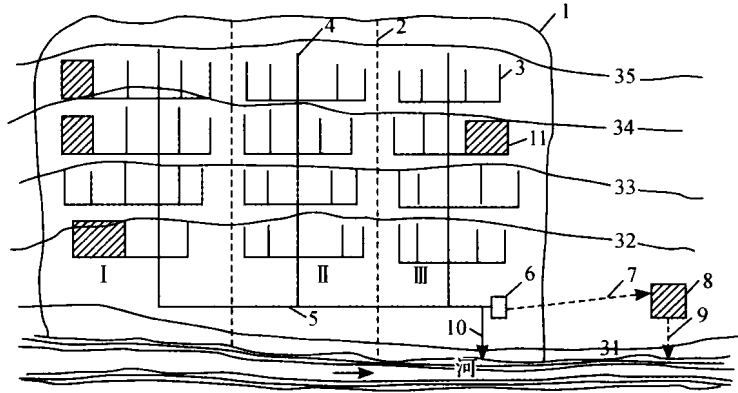


图 1-4 城镇污水排水系统总平面示意图

1—城市边界；2—排水流域分界线；3—支管；4—干管；5—主干管；6—泵站；7—压力管道；8—城市污水处理厂；9—尾水排放口；10—事故排放口；11—工厂；31~35—等高线

常称污水厂。污水处理厂一般设置在城市河流的下游地段，并与居民点或公共建筑保持一定的卫生防护距离。

5. 尾水排放口及事故排出口

污水排入水体的渠道和出口称尾水排放口，它是整个城市污水排水系统的终点设施。事故排出口是指在污水排水系统的中途，在某些易于发生故障的组成部分前面，例如在泵站的前面，所设置的辅助性出水管渠。一旦发生故障，污水就通过事故排出口直接排入水体。图 1-4 为城镇污水排水系统总平面示意图。

(四) 城镇排水系统的布置

1. 排水系统的布置形式

居住区或工矿企业的排水系统在平面上的布置，随着地形、竖向规划、污水处理厂的位置、土壤条件、河流情况，以及污水的种类和污染程度等因素而定。下面介绍的是以地形为主要考虑因素的几种布置形式。在实际情况下，单独采用一种布置形式较少，通常是根据当地条件，因地制宜地采用综合布置形式较多。

在地势向水体适当倾斜的地区，各排水流域的干管可以最短距离沿与水体垂直相交的方向布置，这种布置也称正交布置(图 1-5)。正交布置的干管长度短、管径小，因而经济，污水排出也迅速。但是，由于污水未经处理就直接排放，会使水体遭受严重污染，影响环境。因此，在现代城市中，这种布置形式仅用于排除雨水。若沿河岸再敷设主干管，并将各干管的污水截流送至污水处理厂，这种布置形式称截流式布置(图 1-6)，所以截流式是正交式发展的结果。截流式布置

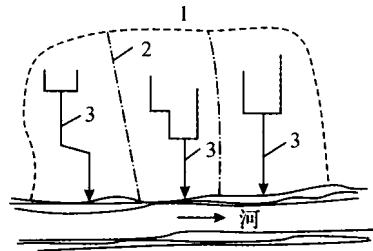


图 1-5 正交布置

1—城市边界；2—排水流域分界线；3—干管

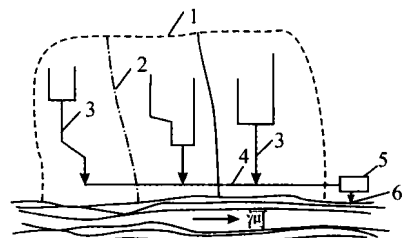


图 1-6 截流式布置

1—城市边界；2—排水流域分界线；3—干管；4—主干管；5—污水处理厂；6—尾水排放口

对减轻水体污染、改善和保护环境有重大作用。它适用于分流制污水排水系统,将生活污水及工业废水经处理后排入水体;也适用区域排水系统,区域主干管截流各城镇的污水送至区域污水处理厂进行处理。

在地势向河流方向有较大倾斜的地区,为了避免因干管坡度及管内流速过大,使管道受到严重冲刷,可使干管与等高线及河道基本上平行、主干管与等高线及河道成一定斜角敷设,这种布置也称平行式布置(图 1-7)。

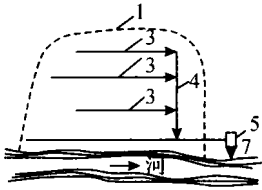


图 1-7 平行式布置

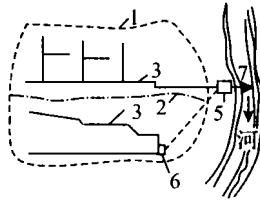


图 1-8 分区布置

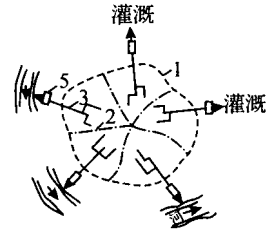


图 1-9 辐射状分散布置

1—城市边界;2—排水流域分界线;3—干管;4—主干管;5—污水处理厂;6—污水泵站;7—尾水排出口

在地势高低相差很大的地区,当污水不能靠重力流流至污水处理厂时,可采用分区布置形式(图 1-8)。这时,可分别在高地区和低地区敷设独立的管道系统。高地区的污水靠重力流直接流入污水处理厂,而低地区的污水用水泵抽送至高地区干管或污水处理厂。这种布置只能用于个别阶梯地形或起伏很大的地区,它的优点是能充分利用地形排水,节省电力。如果将高地区的污水排至低地区,然后再用水泵一起抽送至污水处理厂是不经济的。

在城市周围有河流,或城市中央部分地势高、地势向周围倾斜的地区,各排水流域的干管常采用辐射状分散布置(图 1-9),各排水流域具有独立的排水系统。这种布置具有干管长度短、管径小、管道埋深浅、便于污水灌溉等优点,但污水处理厂和泵站(如需要设置时)的数量将增多。在地形平坦的大城市,采用辐射状分散布置可能是比较有利的。

2. 排水系统的布置原则

划分排水区界是管道平面布置的起始工作,排水区界是排水系统敷设的界限。在排水区界内应根据地形和城市的竖向规划,划分排水流域。通常影响污水管平面布置的主要因素有:地形和水文地质条件;城市总体规划、竖向规划和分期建设规划;排水体制、道路和交通情况;地下管线和构筑物的分布等情况。

在具体规划布置时,要考虑以下的一些原则:

(1)尽可能在管道较短和埋深较小的情况下,让最大区域的污水自流排出。

(2)地形是影响管道定线的主要因素。定线时应充分利用地形,在整个排水区域较低的地方,如河岸低处敷设主干管及干管,便于支管的污水自流接入。

(3)污水管道尽量采用重力流形式,避免提升。

(4)管道定线尽量减少与河道、山谷、铁路、高速公路及各种地下构筑物交叉,并充分考虑地质条件的影响。污水管特别是主干管,应尽量布置在坚硬密实的土壤中。

(5)污水干管一般沿城市道路布置。

(6)管线布置应简捷顺直,不宜绕弯,注意节约大管道的长度。

(7)管道布置应考虑城市的近、远期规划及分期建设的安排,与规划年限相一致。

(8)便于清通维护。

(五)排水管渠(道)的材质、接口及基础

1. 排水管渠(道)的断面及材质

(1)管渠的断面形式

排水管渠的断面形式除必须满足静力学、水力学方面的要求外,还应经济和便于养护。在静力学方面,管道必须有较大的稳定性,在承受各种荷载时是稳定和坚固的。在水力学方面,管道断面应具有最大的排水能力,并在一定的流速下不产生沉淀物。在经济方面,管道单位长度造价应该是最低的。在养护方面,管道断面应便于冲洗和疏通。

最常用的管渠断面形式是圆形。半椭圆形、马蹄形、矩形、梯形和蛋形等也常见。如图 1-10 所示。

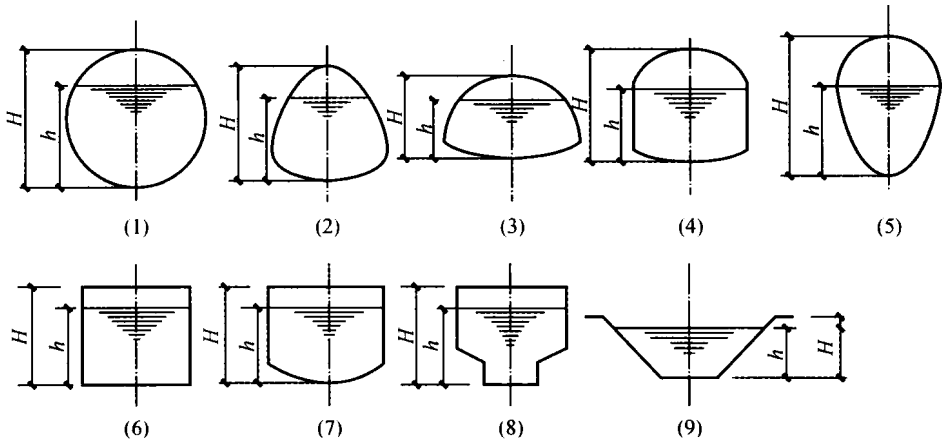


图 1-10 常用管渠断面

(1)圆形;(2)半椭圆形;(3)马蹄形;(4)拱顶矩形;(5)蛋形;(6)矩形;(7)带弧形流槽的矩形;(8)带低流槽的矩形;(9)梯形

圆形断面有较好的水力性能,在一定的坡度下,断面面积具有最大的水力半径,因此流速大,流量也大。此外,圆形管便于预制,使用材料经济,对外部压力的抵抗力较强,若挖土的形式与管道相称时,能获得较高的稳定性,在运输和施工养护方面也较方便,因此是最常用的一种断面形式。

半椭圆形断面,在土压力和活荷载较大时,可以更好地分配管壁压力,因而可减小管壁厚度。在污水流量无大变化及管渠直径大于 2 m 时,采用此种形式的断面较为合适。

马蹄形断面,其高度小于宽度。在地质条件较差或地形平坦,接纳水体水位限制时,需要尽量减少管道埋深以降低造价,可采用此种形式的断面。又由于马蹄形断面的下部较大,对于排除流量无大变化的大流量污水,较为适宜。但马蹄形管的稳定性需依靠还土的坚实度,要求还土坚实稳定度大,若还土松软,两侧底部的管壁易产生裂缝。

蛋形断面,由于底部较小,从理论上讲,在小流量时可以维持较大的流速,因而可减少淤积,适用于污水流量变化较大的情况。但实际养护经验证明,这种断面的冲洗和疏通工作比较困难,加上制作和施工较复杂,现已很少使用。

矩形断面可以就地浇制或砌筑,并按需要将深度增加,以增大排水量。某些工业企业的污水管道、路面狭窄地区的排水管道以及排洪沟道常采用这种断面形式。

不少地区在矩形断面的基础上,将渠道底部用细石混凝土或水泥砂浆做成弧形流槽,

以改善水力条件,也可在矩形渠道内做低流槽。这种组合的矩形断面是为合流制管道设计的,晴天时污水在小矩形槽内流动,以保持一定的充满度和流速,使之能够免除或减轻淤积程度。

梯形断面适用于明渠,它的边坡决定于土壤性质和铺砌材料。

(2)对排水管渠的要求

排水管渠必须具有足够的强度,以承受外部的荷载和内部的水压,外部荷载包括土壤的重量——静荷载,以及由于车辆运行所造成的动荷载。压力管及倒虹管一般要考虑内部水压。自流管渠发生淤塞或雨水管渠系统的检查井内充水时,也可能引起内部水压。此外,为了保证排水管渠在运输和施工中不致破裂,也必须使管渠具有足够的强度。

排水管渠应具有能抵抗污水中杂质的冲刷和磨损的作用,也应该具有抗腐蚀的性能,以免在污水、腐蚀性气体的侵蚀作用下很快损坏。

排水管渠必须不透水,以防止污水渗出或地下水渗入。因为污水从管渠渗出至土壤,将污染地下水或邻近水体;地下水渗入管渠,不但降低管渠的排水能力,破坏管渠及附近设施的基础,而且将增大污水泵站及处理构筑物的负荷。

排水管渠的内壁应整齐光滑,尽量减小水流阻力。

(3)常见的排水管渠

①混凝土管和钢筋混凝土管

混凝土管和钢筋混凝土管适用于排除雨水、污水,可在专门的工厂预制,也可在现场浇制。根据使用范围,钢筋混凝土管分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三级,详见《混凝土和钢筋混凝土排水管》(GB/T 11836-2009)。混凝土管的管径一般小于450 mm,长度多为1 m,适用于管径较小的无压管。当管径大于400 mm时,或者当管道埋深较大或敷设在土质条件不良地段,为抗外压,通常都采用钢筋混凝土管。

混凝土管和钢筋混凝土管便于就地取材,制造方便。而且可根据抗压的不同要求,制成无压管、低压管、预应力管等,所以在排水管道系统中得到普遍应用。混凝土管和钢筋混凝土管除用作一般自流排水管道外,钢筋混凝土管及预应力钢筋混凝土管亦可作为泵站的压力管及倒虹管。它们的主要缺点是抵抗酸、碱侵蚀及抗渗性能较差、管节短、接头多、施工复杂。在地震烈度大于8度的地区及饱和松砂、淤泥和淤泥土质、冲填土、杂填土的地区不宜敷设。另外大管径管的自重大,搬运不便。

②金属管

常用的金属管有球墨铸铁管及钢管。从材质特性上看,球墨铸铁管有强度高、延伸率大、抗腐蚀、抗老化等优点,其使用寿命可达30~50年。球墨铸铁管管道接口常采用柔性橡胶圈接口等形式,不仅便于施工安装,同时可以承受一定的非均匀沉降及变形,所以其运行安全性、可靠性较高。球墨铸铁管的管壁较薄,根据国外使用的经验,在腐蚀性土壤中埋设,容易腐蚀穿孔,因而管外壁必须喷锌后作沥青涂层才能达到其应有的使用年限。大口径球墨铸铁管在较大覆土条件下,必须通过结构计算,采取相应措施,才能确保球墨铸铁管管道的安全运行。

室外重力流排水管道一般很少采用金属管,只有当排水管道承受高内压、高外压或对渗漏要求特别高的地方,如排水泵站的进水管、穿越铁路、高速公路、河道的倒虹管或靠近给水管道和房屋基础时,才采用金属管。在地震烈度大于8度或地下水位高,流砂严重的地区也采用金属管。金属管质地坚固,抗压,抗震,抗渗性能好;内壁光滑,水流阻力小;管子每节长度长,

接头少。但价格昂贵,钢管抵抗酸碱腐蚀及地下水侵蚀的能力差。因此,在采用钢管时必须涂刷耐腐蚀的涂料并注意绝缘。

③浆砌砖、石或钢筋混凝土大型管渠

排水管道的预制管管径一般小于 2 m,实际上当管道设计断面大于 1.5 m 时,通常就在现场建造大型排水渠道。建造大型排水渠道常用的建筑材料有砖、石、陶土块、混凝土块、钢筋混凝土块和钢筋混凝土等。采用钢筋混凝土时,要在施工现场支模浇制,采用其他几种材料时,在施工现场主要是铺砌或安装。在多数情况下,建造大型排水渠道,常采用两种以上材料。

渠道的上部称作渠顶,下部称作渠底,常和基础做在一起,两壁称作渠身。图 1-11 为矩形大型排水渠道,由混凝土和砖两种材料建成。基础用 C15 混凝土浇筑,渠身用 M7.5 水泥砂浆砌 Mu10 砖,渠顶采用钢筋混凝土盖板,内壁用 1:3 水泥砂浆抹面 20 mm 厚。这种渠道的跨度可达 3 m,施工也较方便。

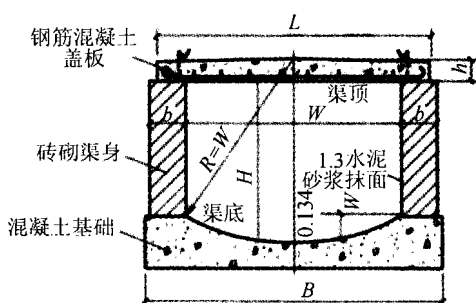


图 1-11 矩形大型渠道

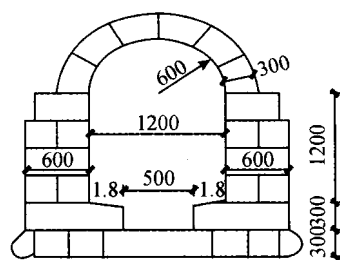


图 1-12 条石砌渠道

砖砌渠道在国内外排水工程中应用较早,目前在我国仍普遍使用。常用的断面形式有圆形、矩形、半椭圆形等。可用普通砖或特制的楔形砖砌筑。当砖的质地良好时,砖砌渠道能抵抗污水或地下水的腐蚀作用,很耐久,因此能用于排泄有腐蚀性的废水。

在石料丰富的地区,常采用条石、方石或毛石砌筑渠道。通常将渠顶砌成拱形,渠底和渠身扁光、勾缝,以使水力性能良好。图 1-12 为某地用条石砌筑的合流制排水渠道。

④预应力钢筒混凝土管(PCCP)

预应力钢筒混凝土管指在带钢筒的混凝土芯上缠绕环向预应力钢丝并制作水泥砂浆保护层而制成的管子。预应力钢筒混凝土管是国内近十多年发展起来的新型管道材料。该管道材料是一种具备高强度、高抗渗性和高密封性的复合型管材,集合了薄钢板、中厚钢板、异型钢、普通钢筋、高强预应力钢丝、高强混凝土、高强砂浆和橡胶密封圈等原辅材料制造而成。该管道材料综合了普通预应力混凝土管和钢管的优点,尤其适用于大口径、高工压和高覆土的工程环境。

有的预应力钢筒混凝土管采用内衬聚氯乙烯(PVC)作为保护面层,防止污水产生的硫化氢(H_2S)气体,经过氧化后成为硫酸(H_2SO_4)对混凝土管造成侵蚀,有效地阻隔和防止腐蚀液体渗透到混凝土管中的钢筋,避免因钢筋生锈膨胀导致混凝土管产生龟裂甚至崩塌的现象。接口密封可采用双橡胶圈,胶圈置于插口的凹槽内,受压后变形小,从而形成很好的密封性。由于管接口采用双橡胶圈密封,具有较好的柔性,其允许的相对转角为 $0.4^\circ \sim 1.0^\circ$,因此对地基的不均匀沉降适应能力较强。