

下水道施工工艺学

胡鹏飞

张享琪 合编

张易谦

测绘出版社

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 排水工程对环境保护的作用.....	(1)
第二节 排水工程对人民生活 and 工业生产 的作用.....	(2)
第二章 排水工程的体制和基本规定	(4)
第一节 污水的种类及特征.....	(4)
第二节 排水系统的体制.....	(5)
第三节 排水系统的主要组成部分.....	(7)
第四节 排水管道的一些基本规定.....	(10)
第五节 水力学常识.....	(14)
第三章 排水管道的附属构筑物	(20)
第一节 检查井.....	(20)
第二节 雨水口.....	(33)
第三节 倒虹管.....	(35)
第四节 管道出口.....	(37)
第五节 砌石.....	(40)
第四章 土的分类和基本性质	(46)
第一节 土的分类与工地鉴别方法.....	(46)
第二节 土的基本性质.....	(50)
第五章 施工组织及准备工作	(66)
第一节 图纸学习.....	(66)
第二节 实地调查.....	(70)

第三节	图纸会审.....	(71)
第四节	公用事业、园林和交通等部门 的配合.....	(72)
第五节	施工预算.....	(74)
第六节	施工组织设计.....	(75)
第七节	测放临时水准点.....	(77)
第八节	平面放样.....	(77)
第九节	施工交底.....	(78)
第十节	其它准备工作.....	(79)
第六章	施工排水.....	(84)
第一节	施工现场的排水.....	(84)
第二节	封堵管头.....	(85)
第三节	地下水的表面排除和降低地下 水位.....	(91)
第七章	水泥混凝土及钢筋混凝土的施工.....	(115)
第一节	水泥混凝土概述.....	(115)
第二节	钢筋施工.....	(118)
第三节	模板施工.....	(125)
第四节	混凝土施工.....	(129)
第八章	开槽埋管施工.....	(152)
第一节	施工程序.....	(152)
第二节	开挖路面.....	(153)
第三节	开槽挖土.....	(158)
第四节	沟槽支撑.....	(164)
第五节	高程控制.....	(172)
第六节	管道基础.....	(174)
第七节	管道铺设.....	(177)

第八节	管道接口·····	(179)
第九节	护管·····	(185)
第十节	检查井和进水口·····	(186)
第十一节	沟槽回填土·····	(190)
第十二节	路面修复·····	(192)
第十三节	冬、雨季施工·····	(193)
第九章	顶管施工·····	(197)
第一节	顶管施工的应用·····	(197)
第二节	顶管施工的种类·····	(198)
第三节	顶管施工程序·····	(199)
第四节	顶进阻力计算·····	(201)
第五节	顶进方式的选择·····	(204)
第六节	顶管工作坑和交汇坑的布置·····	(205)
第七节	顶管设备和安装·····	(207)
第八节	顶管导轨轨距和安装·····	(215)
第九节	管道顶进和纠偏·····	(217)
第十节	顶管接口处理·····	(223)
第十一节	砌井收坑·····	(226)
第十二节	顶管质量和安全要求·····	(227)
第十章	中长距离顶管·····	(230)
第一节	概述·····	(230)
第二节	中长距离顶管的技术关键·····	(231)
第三节	中长距离顶管对工作管和管材的 要求·····	(232)
第四节	触变泥浆的应用·····	(238)
第五节	中继间的应用·····	(243)
第六节	施工技术及质量要求·····	(247)

第十一章 泵站沉井施工.....(252)

第一节 泵站沉井及下部结构施工概述.....(252)

第二节 沉井施工准备工作.....(255)

第三节 沉井制作.....(262)

第四节 沉井下沉.....(263)

第五节 沉井下沉的质量控制.....(275)

第六节 沉井封底.....(285)

第一章 概 述

凡从事市政工程下水道施工的中级技术工人，除已获得本专业基本理论知识和操作技能外，有必要在理论上加以提高，通过学习达到本工种等级标准规定的应知应会技术水平，并能在劳动中运用所学的知识解决生产中的相应问题。

第一节 排水工程对环境保护的作用

人们在日常生活和工业生产中，随时排放出大量的污水、废水，以及天然降水（雨雪水）冲刷地面及建筑物所夹带污秽物等，如果不及时地收集、输送和加以处理，而任其流入江、河、湖、海等水体或土壤中，将使水体、土壤受到污染，破坏生态平衡。由于污水中含有机物质过多，在微生物的作用下进行好氧分解，使水体和土壤中的氧逐渐消耗而减少，直至呈无氧状态，而有机物质在无氧状态下，又发生厌氧分解，以致产生恶臭和有毒气体，又使周围空气严重污染。

上述污水中的有毒物质及腐蚀物进入水体和土壤后，非但毒化了周围的环境，使原有的生物无法生存而死亡，在污染严重的地方，甚至造成生物绝迹，破坏了原有的自然环境和生态系统，这种公害也给人类的健康和正常生活带来很大的威胁。为了保护自然环境，避免多种污染，我们必须设置一整套用于收集、输送、处理和排放这些污水的工程设施，

这种工程设施就是排水工程。

在人口集中的城镇中，排水工程在保护环境、改善环境、消除污水危害、保障人民健康等方面，更具有重大的意义，所以在现代城市建设中，同时发展现代化的排水工程设施是必不可少的。

第二节 排水工程对人民生活 和工业生产的作用

人类在生活中需要使用水，而排放出来的水会被大量的有机物和细菌、病毒等所污染。例如，盥洗、沐浴、洗涤、厨房、厕所等排放的水，就带有恶臭和致病性，这种污水如不及时排除和处理，任其滞留在住宅周围，就成为孳生蚊蝇的温床和产生恶臭的根源，势必严重影响人类生活的环境，污染周围的水源、土壤和自然环境。因此，生活污水必须及时收集，通过管道输送到污水处理厂，经过处理后才能排入水体或灌溉农田。

在各种工业生产中，也需要使用大量的水，生产愈发展，用水量就愈多，排出的废水量也愈大。例如，炼 1 吨钢，需用水 200 多吨；制造 1 吨纸，需用水 200~500 吨。而生产过程中，只有一小部分的水被消耗掉，大部分会成为废水、污水。这种废水、污水往往夹带着各种污染物质，如：汞、铬、铅、氰化物、农药甚至放射性元素等，这些工业污水是有毒、有害的，有的会严重危及人类的健康和安全，这类污水大都需要经过一定的处理后才能排放。然而污水中所含的物质，有的是宝贵的工业原料，可以通过处理回收而加以利用，这不仅消除了污染，也为国家积累了财富，

降低了产品的成本，对工业生产甚为有利。

还有大气的降水(雨水和冰雪融化水等)，由于径流量大，也需要及时排除，否则会造成积水、滞水，淹没居民区、工厂和道路等，对人民的生活、生产带来极大的不利，有时会造成人民生命财产严重损失。

从以上种种情况可以清楚地看到：排水工程设施是否达到完善的程度和具有现代化的水平，是关系到人民生活、健康和保护环境、保障工农业生产的重要条件。为此，排水工程设施的建设必须适应于人民生活水平的提高和工农业生产的发展速度，在我国社会主义建设和现代化的城市建设中发挥积极的作用。

第二章 排水工程的体制 和基本规定

随着城市建设的发展，市政基础设施必须相应地加以扩充和逐渐完善，使满足人民日益提高的生活水平和环境卫生的需求。现代城市最大的消耗是自来水，生活和生产无不以水为源，人民日常用水量的多寡，往往是衡量生活水平高低的一个标志，也是生产力大小的实际体现。用水量愈大，则污水量也愈多，加上对自然降雨、降雪的排除，原来那些简陋的排泄方法，已逐渐改用较先进的有利于人民健康的方法，根据污水量的种类、水质与水量、地形与气候等条件，从城市布局和功能出发，必须建立排水系统，以取得最大限度的社会效益、经济效益以及环境保护效益。

第一节 污水的种类及特征

一、生活污水

城市人民生活中的厨房水、洗涤水、以及大量的粪便水，一般通称生活污水，随着住房建设的迅速发展，以及家庭生活电气化水平的提高，城市用水量将显著增加，同时人均生活污水排放量也将大幅度增加。由于地区不同以及建筑物内部卫生设备情况不一，平均日排污水量一般在40~150升/人左右。城市居住人口密度愈大，地区排污水量也愈大。

二、工业废水

简单说是工厂中制造工业品过程中所产生的废水，发达的工业城市生产品种广多，按不同的产品、原料、生产工艺等，其废水性质、数量也有很大差异，造纸、制革、电镀以及化工、冶炼等工业废水往往含有大量酸碱及有毒、有害物质，而冷却水量虽大，却无毒、无害。工业废水量一般按单位产品的废水量计算或按工艺流程和设备排水量计算。

三、雨雪水

大气降水常见为雨、雪，间有冰雹，其水量多少随季节变化、地区差异有所不同，南方地区在夏季多暴雨，北方地区一般少雨但冰雪严重，其水质均较清洁而无害，但初期雨水因玷污空气中尘粒和地面、屋面等秽物杂质，仍属污水性质。雨水流量按系统内汇水面积，本地区的暴雨强度公式及选定的径流系数计算。

第二节 排水系统的体制

在城市或人口密集地区、工矿厂区等范围内通常都有大量的生活污水、工业废水和雨雪水，这些污水可以采用一道沟渠系统来排除，也可以采用两道或两道以上各自独立的沟渠系统来排除，这种不同的排除方式所形成的排水系统叫做排水体制，目前主要有合流制、分流制、不完全分流制及混合制几种。

一、合流制

凡雨水和生活污水、工业废水汇集于同一沟管排泄的制度称为合流制，即在晴天时沟管内仅流着污水，在雨天时同一沟管内还要容纳雨水。采用这种制度的条件是：

(一) 沟管容量一般为雨水沟管的流量，污水仅占雨水量的百分之几，其建筑费用较分流制小。

(二) 江河的流量甚大，其与污水量的比数大于 500 倍，污水泄入河流后，不致产生严重玷污及不良后果。

(三) 江河可以容纳稀释后的污水，如大雨时雨水与污水混合后可以排泄入江河，则在合流沟管出口前设置一道横截沟管截留未下雨时的生活污水及工业废水送往污水处理厂站。(这种污水又称为旱流污水)

(四) 城市环境保护水体卫生要求严格，雨水也须经过处理方可排泄入江河时，可采用合流制。

(五) 有些地区雨量小而雨季长，或雨量虽大，降雨集中，雨季很短，如采取独立的雨水系统，则效益期短，也宜采用合流制。

二、分流制

凡是雨水由一道沟管排泄，污水由另外一道沟管排泄，而此两道沟管是分列不相连接的称为分流制，采用这种制度的条件是：

(一) 城市地形坡度良好，附近又多河道，可供排泄雨水，而同时污水必须经过集中处理后方可排泄于江河时。

(二) 污水沟管必须埋设较深方能排泄地下建筑或水厕的污水，并在输送中途需加建提升泵站。雨水沟管可以埋设

较浅，容量相差很大时，采用分流制较为经济。

(三) 原有的合流沟管容量不足时，则可改建为污水沟管而另行埋设新的雨水沟管，形成分流制。

(四) 新建城市对环境保护要求严格，一般采用分流制，污水进行集中处理。

三、不完全分流制

在严格分流制的沟管中，雨水沟管仅作排泄雨水之用，其他废水一概泄入污水沟管中去。但有些地区的雨水沟管也排泄工业废水、厨房用水等，而污水沟管仅供排泄水厕粪便；有的地区规定住宅建筑的粪便水必须先进入化粪池再排泄至管道中去。这种排水制度称为不完全分流制。有些先建立污水排水系统，雨水沿天然地面坡度或街坊边沟流入附近河道，以后再增建雨水排水系统，在未埋设雨水沟管前，也称为不完全分流制。

四、混合制

在同一城市内，有时因地制宜，可分成若干地区，采用多种不同的排水体制则称为混合制。

第三节 排水系统的主要组成部分

排水系统一般都具有收集、输送、处理和排放的过程，并建筑相应的工程设施，但对每一个具体的排水系统来说，并不一定都完全具备上述四个环节，而是要根据污水性质，结合当地具体条件来确定其需要的组成部分。现将污水、工业废水、雨水各排水系统的主要组成部分分述如下。

一、污水排水系统的主要组成部分

污水排水系统通常是指以收集和排放生活污水为主，有时也包括一些工业废水在内的排水系统。它由下列五个主要部分组成：

- (一) 室内污水管道和设备；
- (二) 室外污水管道和附属构筑物；
- (三) 污水泵房及压力管道；
- (四) 污水处理和利用构筑物；
- (五) 排入水体的出水口。

室内污水管道和设备，其作用是收集生活污水，并将其排放到室外污水管道中去。现代住宅及公共建筑内部的各种卫生设备及厨房水斗等，既是人们用水的容器，也是收集生活污水的容器，污水经过存水弯头，通过支管、竖管至出流管进入室外污水管道。

室外污水管道和附属构筑物，其作用是汇集各类建筑物排放的污水，通过公共地带埋设的输送管道，沿途每相隔一段距离，设置检查井（又称窨井），用以接纳支管和检查、疏通管道，污水运行到终点时，通过泵房进入污水处理厂，净化后泄入水体。

污水泵房及压力管道，一般污水管道均依靠重力流来运送污水，但有时受地形条件的限制，管道埋设过深，会造成施工困难，因此管道到达一定深度时，需要设置提升泵房，内装一定容量的唧机，而唧机压送出来的污水，使出流管道承受强大的压力，该项管道设施，就称为压力管道。

污水处理和利用构筑物，是汇集地区污水的集中地，它有一系列的污水净化装置和构筑物，故称污水处理厂。一般

设在城市河道下游岸边，并远离给水供水水源，以防意外污染。

出水口是整个污水管道系统的终点设施，污水由此泄入水体，即江、河、湖、海之中，为了防止水流冲刷，无论采取岸边式或江心式，都需建筑稳固，永久可靠。

二、工业废水排水系统的主要组成部分

在工厂矿区有不同性质的工业废水排泄出来，并常伴随着有毒有害物质，不宜直接纳入排水管道或泄入水体，故需经过内部处理，也需设有净化装置，有的可回收利用，或纳入公用污水管道，若某些工业废水无污染情况时，则可直接排放至管道和水体中去。工业废水排水系统由下列主要部分组成：

- (一) 生产区或车间内部排水设备；
- (二) 工厂矿区管道系统；
- (三) 泵房及压力管道；
- (四) 废水净化装置；
- (五) 输出管道或出水口。

三、雨水排水系统的主要组成部分

雨雪水来自屋面及地面，收集和运行雨水直至排放的管道和附属设备统称为雨水排水系统。它由下列主要部分组成：

- (一) 房屋建筑排水设备，一般由天沟、竖管、进水口组成；
- (二) 室外排水管道系统，有支管连管、雨水进水口、检查井及雨水总管；

(三) 泵房及压力管道 (如地形条件良好, 可直接泄入水体);

(四) 出水口。

其系统构造与污水排水系统基本相同, 除了初期雨水有的截留至污水管道外, 一般可不设置污水处理厂。又如, 在雨季雨量集中而又大, 出水口外潮位高时, 必须建造泵房, 经过提升后压入水体。

合流制排水系统的组成与分流制相似, 同样有室内排水设施, 室外管道系统, 雨水及污水都进入合流管, 在合流管道靠近出口处, 设有溢流井及截留管, 把晴天的旱流污水输送到污水处理厂。雨天的混合污水能部分流到污水处理厂进行处理, 大部分污水直接泄入水体。

第四节 排水管道的一些基本规定

排水管道的铺设, 无论是雨水管道或污水管道, 从构成系统来讲, 都需经过周密的调查和详细的计算, 以合理的设计来取得最大的经济效益。

一、雨水管道系统需要确定的各因素

(一) 汇水面积。即系统内流入各道沟管的水量来源和范围。

(二) 暴雨频率。一般所谓雨量系指降雨 (雪) 总量, 它与管道设计关系不大, 而管道设计和在单位时间内的降雨量有密切关系, 它称为暴雨强度 (mm/min)。实际气象表明: 暴雨强度与降雨时间成反比, 大雨的降雨时间短, 小雨的降雨时间长。暴雨强度的大小以暴雨频率表示, 根据气象

历史资料，如以每年可以遇到一次的最大暴雨强度称为一年一次频率，平均每二年可以遇到一次的最大暴雨强度称为二年频率，平均每五年、十年……可遇到一次的最大暴雨强度称为五年、十年……频率，从设计期起向前推算，则年数愈多，暴雨频率的暴雨强度就愈大。

(三) 径流系数。降雨量并非全部流入雨水管道，一部分雨水渗入泥土成为地下水，一小部分雨水被树木草皮或其他建筑物截留，另有一小部分雨水则蒸发为水蒸气，故在地面上所流淌而进入雨水管道的降雨量只是总降雨量的一部分。在降雨量损耗的几个因素中，最大的损耗是地面的渗透，其余的可以不计在内，故径流系数也称为地面难透度，如地面透水量为全部的 30%，则地面难透度为 70%，径流系数即为 0.7。

(四) 集合时间。雨水进入管道的过程中产生最大流量的降雨时间，也就是雨水从泄水面积最远的一点流至进水口所需的时间称为集合时间。

二、污水管道系统需要确定的各因素

污水管道从总体来说是根据污水总量而设计的，其内容有：

- (一) 决定管道的设计年限（即使用年限）；
- (二) 测算在设计年限到达时的人口总数及人口密度；
- (三) 测算在设计年限到达时的平均每人每日用水量；
- (四) 测算已存在的工业废水量以及可预见的发展增加量；
- (五) 测算高峰污水量与平均流量的比数；
- (六) 估计地下水渗入量，并加入到高峰污水流量内。

三、管道设计的基本规定

(一) 管道的充满度。管道内的水深与管道内径的比值称为充满度。雨水管道及合流管道按满管流设计，污水管道按不满流计算，其最大充满度如表 2-1。

最大容许充满度 表 2-1

管 径 $D(\text{mm})$	最大容许充满度 h/D
150~300	0.6
350~450	0.7
500~900	0.75
≥ 1000	0.8

(二) 最小管径和最小设计坡度。一般在污水管道系统的上游部分设计流量很小，若根据流量计算，则管径会很小，按养护经验证明，管径过小，沟管极易堵塞，因此，《室外排水设计规范》对管道的最小管径和最小设计坡度作出了规定(见表 2-2)。

最小管径和最小设计坡度 表 2-2

管 别	位 置	最小管径 (mm)	最小设计坡度
污 水 管	在街坊和厂区内	150	0.007
	在街道下	200	0.004
雨水管和合流管	在街坊和厂区内	200	0.004
	在街道下	250	0.003
雨水口连接管		200	0.01
压力输泥管		150	