

## 给水排水工程

人类最早应用修建的是排水设施而不是给水设施,迄今为止我们知道的最早的排水设施位于河南的龙山时代遗址,是都邑城址南门土路下面的三根陶排水管,管道层层相套,有一定的坡度,雨污水在城内收集后排入城外;而最早的供水管网发现于东周时期,在阳城,位于现在的河南登封市告城镇附近,阳城地势比较高,取水比较困难,东周时期的人们就从更远地方的水源地用陶管输送到城外的清水池,然后再通过陶管输送到城内供人们使用。

### 12.1 给水工程

给水工程分为建筑给水工程和城市给水工程两类。

#### 12.1.1 建筑给水工程

建筑给水是为建筑物内部和居住小区范围内的生活设施与生产设备提供符合水质标准以及水量、水压和水温要求的生活、生产和消防用水的总称。建筑给水系统包括建筑内部给水系统与居住小区给水系统两类,其供水规模较城市给水系统小得多,且一般直接由市政给水系统供水。

##### 1. 建筑给水系统的分类

建筑给水系统按用途可分为生活给水系统、生产给水系统和消防给水系统三类。

(1)生活给水系统。该系统主要供给人们饮用、盥洗、洗涤、沐浴、烹饪等的生活用水,其水质必须符合国家规定的饮用水水质标准。

(2)生产给水系统。该系统主要供给生产设备冷却、原料和产品的洗涤,以及各类产品制造过程中所需的生产用水。生产用水应根据工艺要求,提供所需的水质、水量和水压。

(3)消防给水系统。该系统主要供给各类消防设备灭火用水。消防用水对水质要求不高,但必须保证建筑防火规范所规定的水量和水压。

在实际的给水工程中,可以根据供水规模的大小和用水的具体要求,采用三网合一的统一给水系统,也可以采用分质给水的给水系统。

## 2. 建筑内部给水方式

建筑内部的给水是指将城市给水管网或自备水源给水管网的水引入室内,经配水管送至生活、生产和消防用水设备,并满足各用水点对水量、水压和水质的要求。

(1)低层、多层建筑物的内部给水方式。低层、多层建筑物的内部给水方式有直接给水方式、设水箱的给水方式、设水泵的给水方式、设水箱和水泵的给水方式、分压给水方式和分质给水方式等多种形式。建筑内部直接给(排)水系统如图 12-1 所示。

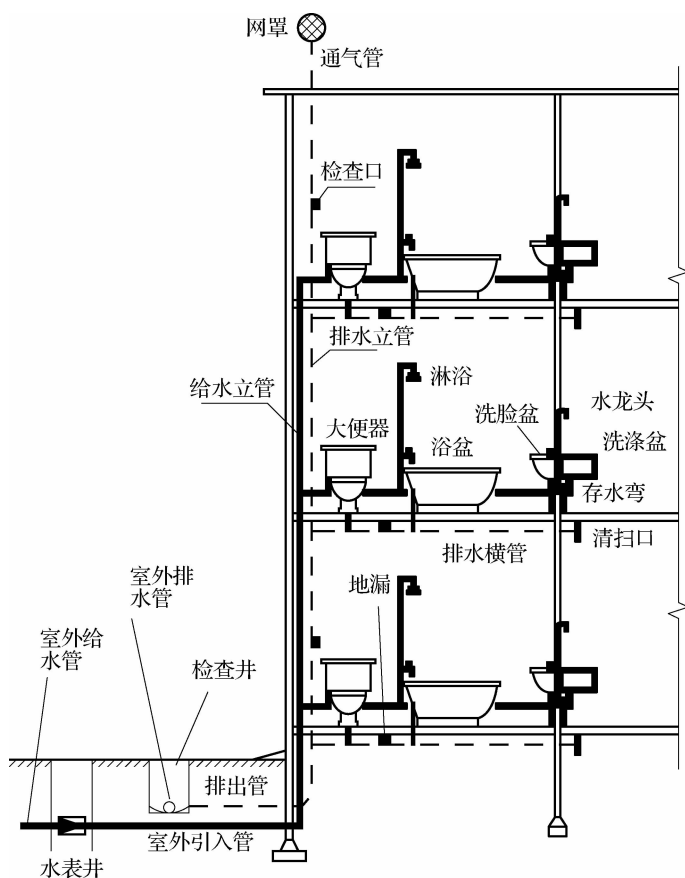


图 12-1 建筑内部直接给(排)水系统

(2)高层建筑的内部给水方式。高层建筑物层数多、高度大,容易出现以下状况:

- ①低层管道中静水压力过大,造成管道漏水。
- ②启闭龙头、阀门时出现水锤现象,引起噪声。
- ③损坏管道、附件。
- ④低层放水流量大,水流喷溅,浪费水量,而高层供水不足。

为避免上述弊病,高层建筑必须在垂直方向分成几个区,采用分区供水的系统,如图 12-2 所示。由于城市给水管网的供水压力往往不能满足高层建筑的供水要求,而需要另行加压,所以在高层建筑的底层或地下室要设置水泵房,用水泵将水送到建筑物上部的水箱。

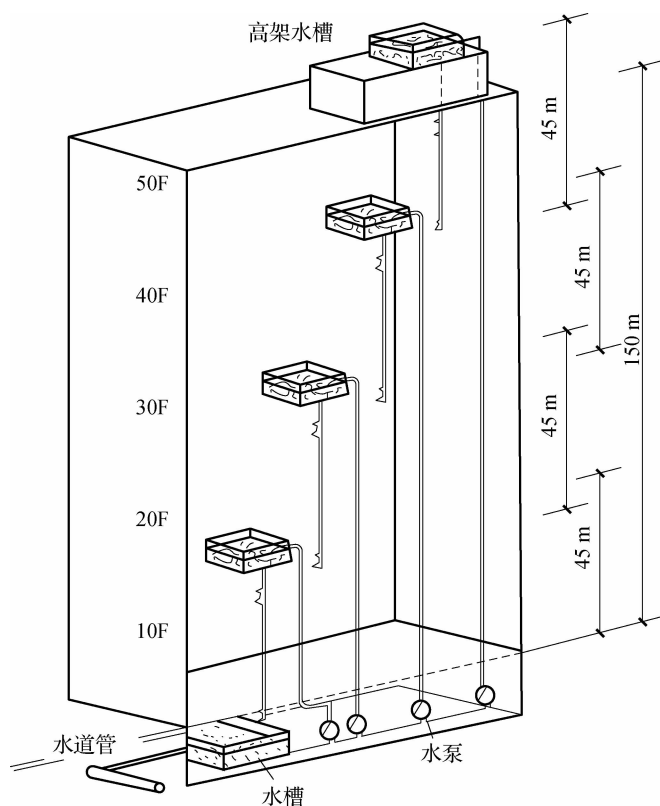


图 12-2 高层建筑给水

### 3. 建筑内部给水管道的布置和敷设方式

建筑内部给水管道的布置方式和敷设方式的选择,要考虑建筑物的特点(层数、高度和用水量)、用户对用水可靠性的要求、建筑物的装饰要求和造价的限制等因素,设计时必须进行技术和经济评价,以得出最合理的方案。

(1)室内给水管道的布置方式。根据供水可靠程度,室内给水管道的布置方式可分为枝状和环状两种形式。枝状管道单向供水,管道短、用材省、造价低,但供水可靠性差,如果中间某部分发生故障,则后面与其相连的管道都将受到影响。环状管道相互连通,管道线长,造价高,但可双向供水,供水可靠性大,若某处发生故障,则只影响局部用户,其他用户仍可正常供水。目前,一般建筑的内部给水管道的采用的是枝状布置。

(2)室内给水管道的敷设方式。室内给水管道的敷设方式分为明装和暗装两种形式。明装即管道外露安装,其优点是安装维修方便、造价低;缺点是影响美观,表面易结露和积灰。暗装即管道隐蔽安装,其优点是室内无外露管道,美观、整洁;缺点是施工复杂,维修困难,造价高。

#### 12.1.2 城市给水工程

城市给水工程是从水源取水、经净化处理和消毒后,输送至城市各用水区域的市政工程。

## 1. 城市给水系统的组成

城市给水系统主要是解决城市所需的生活、生产、市政和消防用水的水供给问题。一般由取水工程、输水工程、给水处理工程和配水工程四者组成。

(1)取水工程。取水工程包括管井、取水设备和取水构筑物,常建于有水源的地方。水源分地面水(江水、湖水、水库水、河水及海水)、地下水,以及用于重复使用和循环使用的再用水。先进国家的工业用水中60%~80%是再用水。地面水水量充沛,是城市用水的主要水源,但水质易受环境污染。地下水水质洁净,水温稳定,是良好的饮用水水源,但大量地取用地下水会带来诸如地面沉降、塌陷等严重问题。

(2)输水工程。输水工程包括输水管、渠、隧道、渡槽等。当水源较远时,取水后需通过输水管、渠,将水送往水处理工程进行处理。当水源较近时,取水后可直接进行水处理,则不需要输水工程。

(3)给水处理工程。给水处理工程包括反应池、沉淀池、过滤池、储水池及化验室等,其作用是对原水进行处理以达到用水水质的要求。给水处理厂(工程),俗称自来水厂或水厂。

(4)配水工程。配水工程包括加压设备、调节设备、配水管网等。加压设备有水泵、气压水箱等,其作用是提供适当的供水压力。调节设备有水池、水塔、水箱等,其作用是调节取、用水量,储备事故和消防用水。配水管网的作用是形成水流通道,将符合要求的水送至用户。

## 2. 城市给水系统的种类

城市的给水系统有多种类型。城市的历史、规模、地域、地形、人口、规划、水源,甚至市民的生活习惯等都会影响到城市给水系统的选用。一座城市可能选用一种给水系统,也可能老城区选用一种给水系统,而新城区则选用另一种给水系统;或居民区选用一种给水系统,而工业区选用的是另一种给水系统。

(1)统一给水系统。统一给水系统把生活、生产、消防、绿化和清洗用水统一按生活用水标准进行供给。这类给水系统适用于中、小城市,工业区或大型厂矿企业中,用水户较集中,地形较平坦,且对水质、水压要求也比较接近的情况。优点是造价低,缺点是运行费用高。

(2)分质给水系统。分质给水系统用不同水质的水,供给对水质要求不同的用户或区域。例如,把生活用水和生产用水用不同水质的水进行供给,这对节能、环保和充分利用水资源有实际意义。这一给水系统的优点是节省净水费用,缺点是需设置两套净水设施、两套管网,管理较复杂。

(3)分压给水系统。分压给水系统用不同水压的水,供给对水压需求不同的用户。当由于地势高差大或用水设备对水压要求差别大时,采用分压给水系统是合适的。其缺点是增加泵站的数目、造价高,优点是供水管网的安全性好、运行费用低。

(4)分区给水系统。分区给水系统将城市划分为几个供水区,每个区有单独的泵站和管网,各区之间采取适当的联系。采用分区给水系统可使各区水管承受的压力下降,漏水量减少。在给水范围很大、地形高差很大或输水距离很远时,需考虑采用分区给水系统。

(5)循环和循序给水系统。循环给水系统是指使用过的水经过处理后循环使用,只从水源补充少量循环时损耗的水,这是一种节约型的给水系统。循序给水系统是指在车间之间或工厂之间,根据水质重复利用的原理,水源水先在某车间或工厂使用,用过的水又到其他车间或工厂应用,或经冷却、沉淀等处理后再循序使用。但这种系统不能普遍应用,因为前

一道工序使用过的水质较难符合下一道工序对水质的使用要求。当工业区中某些车间或企业的生产过程对水的污染较小,所排放的废水水质尚好时,可适当净化循环使用,或循序供其他车间或工厂生产使用。循序给水系统也是一种节水型的给水系统。

(6)区域给水系统。统一从河道的上游取水,经净化后,用输、配管道送给沿该河道的诸多城市使用。这是一种区域性供水系统。这种系统因水源免受城市排水污染,水源的水质是稳定的,但开发投资很大。

(7)中水系统。中水系统包括中水的原水系统(主要是生产、生活的污水、废水)、中水处理系统和中水给水系统。“中水”一词最早起源于日本,日本人把自来水称为“上水”,把污水称为“下水”,把再生水或回用水称为“中水”,因为这类水的水质介于上水和下水之间。中水作为非饮用水使用,主要用于绿地和农田灌溉、路面喷洒、洗车、冲洗厕所、冷却用水等。中水系统充分利用了水资源,减少了污水直接排放对环境造成的污染。对于淡水资源缺乏、供水不足的城市,中水系统是缓解水资源不足、防治水污染、保护环境的重要途径。

### 3. 城市给水系统的设计

城市给水系统的设计应保证供水量满足需求,保证水质符合国家标准,保证供水压力符合要求,保证供水的连续性。应根据城市规划的用水量选择管径和管材,根据城市建设的区域规划选择管网的布网方式和管网的结构形式。

管网的布网方式有两种,即枝形管网和网形管网,如图 12-3 所示。显然枝形管网的供水可靠性远低于网形管网,但枝形管网的造价比网形管网的造价低。为了保证供水的可靠性和便于灵活调度,大、中城市现在的给水管网一般都布置成网形,但在小城市也可布置成枝形。

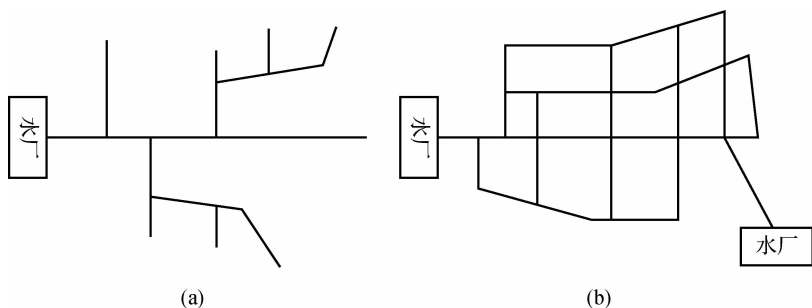


图 12-3 城市给水管网布置

(a)枝形 (b)网形

## 12.2 排水工程

### 12.2.1 建筑排水工程

建筑排水工程是指对建筑物内部和居住小区范围内的生活设施、生产设备排出的生活污水、工业废水以及雨(雪)水的收集、输送、处理、回用及排放等工程的总称,可分为建筑内部排水系统和居住小区排水系统两类。它的特点是规模较小,且大多数情况下无污水处

理设施而直接接入市政排水系统。

### 1. 建筑内部排水系统

(1)建筑内部排水系统的分类。建筑内部排水系统根据其接纳污水、废水的性质,可分为三类,即生活排水系统、工业废水排水系统和建筑屋面雨(雪)水排水系统。

①生活排水系统:用以排除居住建筑、公共建筑及工厂生活间的污废水。可分为排除冲洗便器的生活污水的排水系统和排除盥洗、洗涤等生活废水的排水系统。生活污水要排入化粪池,生活废水经过处理后可作为杂用水。目前,我国一般情况下,生活排水系统常用一个排水管道。

②工业废水排水系统:用来排除工业生产过程中产生的生产废水和生产污水。生产废水污染程度较轻,如循环冷却水等。生产污水的污染程度较重,一般需要经过处理后才能排放。

③建筑屋面雨(雪)水排水系统:用来排除屋面的雨水和积雪融化水。

(2)建筑内部排水体制。所谓排水体制,简单地讲就是排水方案。生活、生产(包括消防)产生的污水、废水及雨(雪)水的污染程度不同,对水体的危害也不同,对它们的处置应采用不同方式,因而构成了不同的排水体制,即合流制和分流制两种排水体制。

若将污水、废水及雨水分别设置管道排出室外,则称为建筑分流制排水;若将其中两类以上的污水、废水合流排出,则称建筑合流制排水。建筑排水系统究竟选择何种排水体制,应综合考虑污水的污染性质、污染程度以及室外排水体制是否有利于水质处理和综合利用等因素。我国目前建筑分流制排污设计中一般是将生活污水单独排入化粪池,而将生活废水直接排入市政排水管网。

(3)建筑内部排水系统的组成。建筑物内部排水系统一般由卫生器具或生产设备的受水器、排水管道系统、疏通设备和通气管道四部分组成(见图 12-1)。对生活污水,由于污染较重,还需要在建筑物附近建造污水局部处理构筑物,将生活污水首先排入该构筑物里,经处理后再排入市政排水管网或水体。对于地下室、半地下室等地下建筑物的污、废水,还需要设置污、废水的抽升设备(污水泵),用抽升设备将其提升后排至室外。

(4)建筑内部排水管道的布置与敷设。排水管道是排水系统最重要的组成部分,它的设计和布置(位置、数量、管径、材质及连接)要给予充分的考虑,应使其满足以下四个基本要求:

- ①能够迅速通畅地将污废水排到室外。
- ②排水管道系统气压稳定,有毒有害气体不能进入室内,保持室内环境卫生。
- ③管线布置合理,简短顺直,工程造价低。
- ④便于安装、维修和疏通。

建筑内部排水管道的敷设方式有明敷设(明装)和暗敷设(暗装)两种。建筑内部排水管道除埋地管外,宜于明装。明装不仅造价低,而且也便于安装、维修和疏通。当建筑或工艺有要求时,也可以采用暗装的方式,将排水管道敷设在墙槽、管井或吊顶内。例如,宾馆内的排水管,为了美观的要求而设置在吊顶内和管道井内。对于工业建筑,当工业废水无有害气体和大量蒸汽时,也可采用排水沟排除。

(5)建筑屋面排水。屋面排水系统是收集、排除建筑屋面上的雨水和积雪融化水的排水

系统,屋面排水可分为无组织排水(自由落水)和有组织排水两种方式。农村的坡屋顶房屋采用的是无组织排水方式,平屋顶房屋及城市建筑均采用有组织排水方式。按雨水排水管(简称为雨水管)敷设方式的不同,屋面排水系统分为外排水系统和内排水系统两种类型。雨(雪)水比较干净,可以直接排向水体、地面或蓄水池。

①外排水系统。外排水系统的雨水管敷设在室外,构造简单,施工方便,造价低,应优先采用。由于雨水管在室外,因此室内无雨水管产生漏水等隐患。外排水系统根据屋面的构造不同,又分为檐沟外排水和天沟外排水。

• 檐沟外排水:指将屋面雨(雪)水引入屋面檐口处的檐沟内,在檐沟内设雨水收集口,将雨(雪)水引入雨水斗和雨水管,从而排向地面的雨水沟或雨水管的外排水系统。普通住宅建筑和办公建筑多采用这种外排水系统。

• 天沟外排水:指在多跨工业厂房的檐口处设置边天沟,在两跨之间的低凹处设置内天沟,让屋面雨(雪)水流向天沟,再用设在山墙外的雨水斗和雨水管将雨(雪)水排到地面的雨水沟或雨水管的外排水系统。

②内排水系统。对于跨度大又很长的多跨厂房建筑、大屋面建筑、寒冷地区的建筑以及对建筑立面要求高的高层建筑等,应考虑采用屋面内排水系统。这种排水系统先将屋面雨(雪)水引向天沟(檐沟),再通过雨水斗流向室内的雨水管,然后再排到地下管沟,最后汇集到室外的排水管网里。内排水系统消耗管材较多,造价及维护费用高,地下管道与设备基础和工艺管道等易发生矛盾,构造复杂,当雨水斗排水不畅时易造成渗漏,因此,设计时应给予充分考虑。

## 2. 居住小区排水系统

居住小区排水系统是解决居住小区内各类建筑排放的生产、生活污水和屋面及地面雨(雪)水的收集、排除、处理和处置等问题的排水系统。它是建筑排水系统和城市排水系统的过渡。

(1)居住小区排水系统的体制。居住小区排水系统的体制有分流制与合流制两类。从减少水体污染和保护环境的角度出发,新建小区一般应采用雨(雪)水和污水的分流制。当然,究竟采用哪种排水体制,还需考虑建筑内部排水体制、城市排水体制和环境保护等方面的要求。

居住小区设置中水系统时,为简化中水处理工艺,节省投资和运行费用,还应将生活污水与生活废水分流,生活污水进入化粪池,生活废水进入中水处理站。屋面和地面的雨(雪)水可直接排向水体,或渗入地下,或收集后重复使用。目前我国小区内地面硬化率过高,雨(雪)水往往是直接流入下水道排向河道或湖泊等水体。事实上,雨(雪)水也是一种资源(对于我国西北部干旱少雨地区,这一点显得更有现实意义),也应该收集、利用或补充地下水,路面应推广使用透水混凝土,减少硬化面积(或改变硬化材料,如采用透水砖、混凝土花格砖等),增加绿化面积。

(2)排水管网的布置与敷设。居住小区的排水系统由排水管道和排水沟渠组成,它们的数量和走向与小区规划、道路规划和建筑物的位置有关,同时还与地形以及采用的排水体制和排水量有关。设计时,要综合考虑这些因素,同时要使管路短、埋地管理深小、尽量减少与其他管路的交叉、尽量利用自重自流排出而不设抽升设备(泵站)。排水管道的管径及数量,

要进行水力计算。

建筑内部排水系统排出的污废水要排向居住小区的排水系统,而居住小区排水系统排出的污废水又要排向城市排水系统,因此,城市排水系统是市政工程的重要组成部分。

### 12.2.2 城市排水工程

城市排水工程是接纳和输送由建筑物排出的污、废水以及雨(雪)水,将其经污水处理设备处理后排入天然水体的市政工程。

#### 1. 城市排水体制

(1)合流制排水体制。合流制排水体制,又分为简单合流制和截留式合流制两类。

①简单合流制。它的主要作用是把生活、工业污废水和雨(雪)水在同一排水管道里汇集和排除。其优点是街道下只有一条排水管道,因而管网建设简单、经济,能起到简单的排水作用。这种排水方法往往是把污废水、雨(雪)水就近排放,直接排入河道、湖泊等水体,因对水体的污染严重,不是环境友好型的排水工程,只在小城市和乡镇里采用,但不是发展方向。

②截流式合流制。它的主要作用是设置截流管渠,把各小区域里排出的污废水截流、汇集到截流管渠里,合流后输送到污水处理厂进行处理。这种排水体制,在小区域的排水干管与截流管相交处设置雨水溢流井,不降雨水时,污水流入污水处理厂进行处理;降雨时,管中流量增大,当管内流量超过一定限度时,超出的流量将通过溢流井溢入河道、湖泊等水体。

(2)分流制排水体制。分流制排水体制是指污水、废水与雨水分别排除的排水体制,又可分为完全分流制和不完全分流制两类。

①完全分流制。它的主要作用是将生活污水与工业污废水合流用一个管渠排除,而雨水用另一个管渠排除,或者将污水、废水和雨水分别用三个管渠来排除。显然,完全分流制的造价要高于截留式合流制,但可以显著地减少对水体的污染,是城市排水体制的发展方向。

②不完全分流制。它的主要作用是将小流量雨水截流到污水排除系统,而大流量雨水与污废水分别排除。对于有些城市因地面污染较重,冲洗街道、广场后的水和初雨产生的径流的水质很差,接近于污水,若直接排放,则会对水体产生污染,因此应将这部分水截流到污水管渠中,这样可以将污水对水体的污染程度降到最低。显然,这是一种不完全的分流制。

#### 2. 城市排水系统

城市排水系统由排水管渠、污水处理厂和最终处理设施组成。

(1)排水管渠。排水管渠布满整个排水区域,主体是管道和渠道,管段之间由检查井、窨井和倒虹管连接。有时,对低管段和高管段之间还要设置泵站连接,此外还有出水口。排水管道应依地势情况以长度最短顺坡设置。

(2)污水处理厂。污水处理厂包括沉淀池、沉沙池、曝气池、生物滤池、澄清池等设施,以及泵站、化验室、污泥脱水机房等建筑。其任务是处理城市排出的污水,使其达到国家规定的排放标准。污水处理的一般目标是去除悬浮物和改善耗氧性,有时还进行消毒和进一步的处理。

污水处理厂的复杂程度随处理要求和水量而异。厂址一般应设于污水能靠自重流入厂



内的地势较低处,并位于城镇水体下游,与居民区有一定隔离带,且在主导风向的下方,不能被洪水浸淹。

(3)最终处理设施。最终处理设施是要解决对污水处理厂处理过的水的处置问题,它视不同的排水对象设有水泵或其他提水机械,将经过污水处理厂处理过、满足规定排放要求的水排入水体或供其他用水户使用。

### 3. 排水系统的设计

近年来,由于水资源不足和水源水质的恶化日益加剧,因此加强对水的重复和循环利用是一项迫切和有现实意义的事情,中水利用便是解决这一问题的有效措施。因此,在进行排水系统的设计时,除考虑排水体制的选择、污水处理厂的位置和数量的确定外,还要考虑中水应用系统的建立。

目前,我国城市排水系统的设计有许多不足,其突出表现为排除降雨洪水的能力不足。近几年来,我国有许多大中城市由于排水系统设计和建设的缺陷,往往一场暴雨过后,街道一片汪洋(见图 12-4),积水最深处超过 1 m,造成车辆被淹、交通瘫痪、室内进水,财产受损。例如,2011 年夏季,北京、郑州、武汉、长沙和南京等大城市,多次暴雨过后,城市局部地区一片汪洋,甚至出现了人被街道雨洪吸入下水道而死亡的惨剧。



图 12-4 城市内涝

建筑内部排水系统、居住小区排水系统和城市排水系统,各部分要设计合理、布局得当、相互衔接、协同工作,才能组成完整的市政排水工程。

## 思考与练习

- (1)城市给水系统是由哪些部分组成的? 又是如何分类的?
- (2)“中水”的含义是什么? 试举出你周围使用中水的例子。
- (3)建筑给水系统分为哪几类?
- (4)建筑内部的给水有哪几种方式?
- (5)试述建筑内部排水系统的分类和组成。
- (6)观察你的学校、住宅小区,试分析它们的给水、排水系统。
- (7)谈谈你对城市排水系统建设的看法。