

# 城市排水管网的优化设计及应用

皋忠安 赵德霜 王艳丽 王珂

昆明市城市排水管理处

**摘要:**随着我国城市建设进程不断加快,城市污水排放总量逐年增多,这对于城市排水及污水能力提出了更高的要求。针对不同城市的实际发展特点,对排水管网进行优化设计和调整,不仅能切实有效地提高城市污水收集处理效能,加快推进雨污分流建设改造,保障排水设施正常运行,还能提高城市公共服务能力及居民生活质量。本文基于城市排水管网的设计现状,就具体的设计策略等展开探讨。

**关键词:**城市排水管网;优化设计;建设

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.22.095

当前,我国城市排水管网系统日益完善,再加上各个地区积极对老城区、老旧小区、城中村等进行改造,对原本的排水管网系统进行修复,全方位满足了居民生产生活需求,在优化环境的同时提高了生活水平,提高了城市形象。但是,就现实设计建设情况来看,受多方面因素的影响,部分城市排水管网还存在一些问题,在一定程度上降低了排水能力和功能单一。为了能促进城市污水、雨水顺利排放,积极探索推进城市排水智能化管理,必须要对排水管网合理规划设计,如此才能促进城市可持续发展,提高居民满意度。

## 一、城市排水管网的设计现状

就全国各个城市排水管网的规划应用现状来看,还存在着不同程度的问题。排水管网是城市建设中十分重要的工程组成部分,其不仅影响到人们的生产生活,还影响到城市规划、地下设施规划等等。在设计工作的过程中,由于考虑不周全,工作经验不足,目光比较短浅,没有对排水管网实现长远的规划,也没有提前留足修复整改的空间。随着时间的推移,原本的排水管网无法满足现代化城市的发展需求,再加上部分设施存在老化等现象,进而降低了排水管网的排水能力和使用寿命,必须要对其进行重新规划设计,在无形之中增加了时间、资金、人力的成本投入。除此之外,排水管网体制也存在或多或少的问题,原因是大部分城市在设计排水管网的时候,主要应用了两种模式,即合流制与分流制。前者主要是对收集到的雨水、污水集中处理排放,这会使得污水处理成本大大增加,所以适用范围不广,仅限于局部地区。后者的应用比较常见,但是这对于设计的水平要求较高,再加上使用年限的延长,分流水质可能会出现交叉感染的风险<sup>[1]</sup>。

## 二、城市排水管网的规划策略

### (一)明确城市排水管网规划理念

首先,在城市排水管网的规划过程中,应更新思想观念,提高重视程度,保障规划结果和城市发展方向相匹配,将城市建设目标作为该方案规划的主要依据,进而将各项条例逐步细化,确保规划方案的精准性、全面性、科学性。其次,应全面了解现有排水及污水处理设施的具体情况,思考如何才能合理高效地排放污水,如何才能保护周围生态环境。再次,提前调研周边地质、水系等情况,做好详细记录,在此基础上合理制定阶段性的工作方案,合理设置排水管网。最后,设置合理的雨水、污水量预测指标,依托信息技术构建预测模型,提高排水管网设计的合理性,使得其便于后期的投入使用。

### (二)排水管网平面与高程布置

在排水管网的平面布置环节中,需了解地质条件,综合分析不同区域的地形,了解城市水环境的实际状态,以及污水处理厂的分佈位置、规模、工艺、排放标准等,而后依据现实需求,实施平行、正交、分散等类型的布置方法。其次,还可以采取分散式与环绕式相结合的布置方式,沿着城区的四周,布置截流总干管,实现雨水、污水的高效收集、输送。如果地势朝着水体的方向有一定幅度的倾斜,那么也可以采用正交式与平行式相结合的布置方式,其中正交式能够缩短排水的路径,而平行式能够延长管道的使用寿命,对于污水的流动速度也有一定的控制。再次,在高程布置环节中,需深入解读并贯彻《城市排水工程规划规范》等规范文件,在现有的基础上设定管线垂直净距、管线埋深、管线流向坡度等设计参数,为了方便日后进行维修和拓展,还需要留出一定的空间,这样才能满足城市的发展<sup>[2]</sup>。最后,针对排水管线和其他管线交叉的情况,需要注意排水管线与燃气、给水等其他管线之间间距不能低于最小垂直净距。

### (三)做好前期准备工作

从实际情况出发,为了能有效地避免排水设施闲置浪费、污水外溢等情况,必须做好前期调研工作。全方位地了解各个城区的人口数量、人口密度、生活污水排放量、工业废水排放量、降雨量、排水管网及污水处理厂等资料。依据不同的城区实际情况,为后续的规划工作做好参考。与此同时,对于不同区域的排水管网运行

状态,要综合分析,尤其是了解不同管网的老化、腐蚀等程度,具体功能发挥情况等,预测其剩余使用年限。针对故障频频发生,或者是功能发挥不佳的管网,要重新拆除修建。部分管网可以进行合理维修,以此降低造价成本。

#### (四) 城市排水体制选择

常用的排水体制包含了雨污合流、雨污分流,前者是将雨水、生活用水、工业废水等融合在一起,集中排放到污水处理厂中,对其进行处理;后者则是将雨水排入周边河流水域中,污水排入污水处理厂处理,再生回用,余水达标排放。就现实情况来看,前者的设计难度比较小,且成本支出比较少,占地面积也比较少,但是后续的建设维修成本比较高,且容易出现城市水体污染等问题。后者的污水处理效率高,且雨水可以循环利用,但是建设的工期比较长,占比的面积也比较大<sup>[3]</sup>。因此,设计需结合实际要求灵活选择。

### 三、城市排水管网的设计依据

#### (一) 城市建设

对于城市建设而言,排水管网的设计十分重要,需要从整体的角度出发,结合城市发展方向和现实需求,合理规划并动态化地完善。由于城市人口数量不断增加,而原本的排水管网的功能有一定的局限性,不能满足人口增加的需求。所以,在具体的设计规划过程中,应综合考虑气候、人口、地下管线、地下设施建设等因素,并合理地规划排水管网的直径、管材等内容。比如,我国北方地区温度过低,如果在排水管网规划设计时管道埋设过浅,那么在寒冬到来之际,排水管网将出现结冰现象,加上过往车辆对其造成的压力,极易导致管道破裂,污水外泄。

#### (二) 管线勘测

在设计的过程中,要全方位地掌握城市管线的一手资料,保障其完整性、真实性。结合不同的数据资料,依托信息技术进行汇总分析,进而保障排水管网的合理设计与施工。若数据掌握不完全,信息收集片面,则可能会出现管网埋设障碍、埋设位置不科学等问题。

#### (三) 管线规划

城市排水管网的规划设计涉及给水、电力、燃气、电信等其他管线,分属不同管理部门,应加强与相关规划的衔接。因此,为了保障排水管网设计的合理性、可行性,以及后期投入使用的稳定性、安全性,必须与相关部门加强沟通交流,综合考虑多方因素,明确排水管网的设计方案,进而达到预期的建设目标。

### 四、城市排水管网的设计策略

#### (一) 布置管线平面优化设计

城市排水管网的覆盖面积比较大,且不同地形地貌

的情况下,设计也需要符合实际,受到内外部因素的影响,不同的排水管网功能都有一定程度的限制。因此,为了能够最大化地发挥排水管网的应用价值,设计就要做好平面优化设计工作。例如,在定线设计时,需要提前做好调研工作,充分利用地势起伏的条件,对于管支管直线布置进行优化设计,旨在缩短排水路径的长度,确保其能够排水通畅,还有助于减少管材的消耗量,在重力的作用下,污水能够及时快速就近地排入到对应的管网中。除此之外,在设计中应用变权值Dijkstra算法,依据不同管段的流量、管线路径长度、管道埋深等灵活调整对应的参数,参照相关公式计算出水流方向,为平面布局的进一步完善提供支撑<sup>[4]</sup>。设计需严格参照《城市工程管线综合规范》具体内容,如果道路红线宽度超过30米时,则可以在道路两侧区域的人行道下方布置排水管线,尽可能的不要在车行道下方布置管线,否则后期维修会影响交通<sup>[5]</sup>。

#### (二) 管线间距优化设计

就目前实施的《城市工程管线综合规划规范》方案中,针对排水管网中雨水、污水管的最小水平净距要求并没有明晰,只是稍微提及了一些因为管线间距设置不当造成了后续使用效果较差等问题。所以,在现实设计过程中,一方面要在方案中积极应用套管保护、管沟保护等方法,以此达到减小管线间距造成过多负面影响的目的;另一方面开展管线间距优化设计工作,例如可以构建雨污水管最小间距计算模型,将相关数据正确代入其中,如此就能得出计算结果。如计算雨污管道间距公式: $S=A \div 2+b+B+t+d_2$ 。其中,S是指雨污管道的间距,A是指雨水检查井的宽度,b是指井壁厚度,t是指污水管壁的厚度, $d_2$ 是指污水管壁的内径,B是指管道一侧工作面的宽度。同样,该公式也适用于雨污管线并列敷设、检查井分开设置、管道接头避开检查井的城市排水管网工程,如果未满足上述条件,则对计算方式加以调整。

#### (三) 管材优化设计

针对不同类型的排水管网,使用的管材也是不一样的,这就需要设计结合现实情况进行合理选择。常见的管材有塑料管道、金属管道、钢筋混凝土管道,具体而言,塑料管道以HDPE管道为主,常常被适用于使用年限不超过50a、采取无压重力流设计方法的工程中,在实际的建设时,要求管道埋深值超过冰冻线。金属管道又包含了钢管等为主,具备了耐压能力强的优点,常常被适用于污水处理厂进出管。钢筋混凝土管道的优点是寿命长,并且成本也比较低,常常被用于大管径排水管道,能发挥抵抗高流速冲刷的作用。基于此,需灵活选择,还可以合并使用,进而保障方案的有效性。

### （四）排水管网细部设计

由于城市排水管网的涉及内容较多，且整个建设过程比较系统，在不同的阶段都可能遇到不同的难题，如常见的排水构筑物回填施工破坏地面平整状态等。为此，在优化设计的过程中，应做好细部设计工作，针对操作中遇到的各类情况，深入分析，找到具体原因，并提出解决方案，进一步提高建设、维护和管理水平。针对路面雨水排入污水管的问题，要优化道路交叉口、低洼路面的雨水口布置、数量，加大、加快雨水收集，污水检查井井盖标高要高于路面、绿地等最低流水面；针对雨污未分流管道，可考虑末端智慧截污设备或设施。由于传统的管道、检查井设计并不会考虑监测需求，往往都是由测量人员临时选点，符合实际条件的情况并不多，需结合在线监测和预警系统建设，考虑在关键节点设置固定专用监测（检测）点，特别是重要的排水口、溢流口、截流井、泵站等。

## 五、城市排水管网的后期应用保障

### （一）构建智能排水综合管理信息系统

随着人工智能技术的飞速发展，城市排水管网配套设施也日渐完善。在关键点位布设监测点，以充分发挥信息化设备和技术的优势，动态化的采集、监测排水管网运行情况。为了保障排水系统高效运行，需建立市政排水管网地理信息（GIS）系统，实时录入和更新管网和运行数据，实施动态更新和监测，提升智慧化管理水平。同时，要求污水处理厂配备先进的设备设施，形成厂、网一体化的监控系统，进而发挥系统数据采集、统计分析、调度等功能。在基础系统上管理部门还可以构建管网、泵站、污水处理厂子平台等专门的信息化平台，其中，在管网平台将管理辖区内所有管网的测绘数据（材质、管径、坐标、高程、流向、建设年代等）、规划管网数据（规划管线）、运行数据（水质水量、疏挖情况、改造修复情况等）全部统计到位，并对关键节点的水质、水量、水位等进行监控，便于及时采取处理措施，为后期的规划、建设、设计、管理等提供参考依据。在泵站平台展示抽排水量、运行工况等。在污水处理厂平台监控污水处理厂的进、出水水质、水量，各项设备的运行情况，实时反馈进水泵房运行水位状态，并依据不同的液位水平做出联合调度，避免出现管网高水位外溢等负面事件。

### （二）加强日常排水系统的维护管理

在城市排水管网的日常维护工作中，管道疏挖养护占据了60%及以上。针对管道淤积的问题，常见的方法是“先淤积后清理”，这样并不能从根本上提高排水管网的应用水平。造成这一现状的原因是管道检查存在不同程度的盲点，检测方法和设备落后，再加上经费和

人力投入不足等原因，因此淤积情况不能第一时间发现并评估处理。随着时间的推移，管道淤积的程度不断加重，管道排水不畅，高水位运行，严重的导致污水外溢流、积水等情况，极大增加了疏挖的难度和费用。为此，日常管理维护中必须要做好事前防范工作，以管道清疏为先导，定期的巡查和检测，如此不仅能大大节省时间成本、经济成本，还避免了管理工作的滞后性、重复性。与此同时，先进检测技术的使用能进一步提高管理水平。

### （三）加强城市排水管网的评估

如何对新建成或现状的排水管网进行一个多角度的后期评估，并以此作为指导排水管网优化设计的方法，在排水设计领域中一直未被关注。因此，结合排水管网后续投入使用及现状运行情况，以排水管网原设计为参考，对排水管网能力、功能、结构、运行等开展评估，总结设计应用经验，分析存在不足，并将评估成果在后续的设计中加以应用，以提高设计质量和排水设施运行效能。应完善排水设计全周期的质量管控，建立排水管网周期性评估制度。

结语：城市排水管网规划设计工作，直接影响到其功能、后期维修的便捷性及使用年限。在设计规划过程中，相关人员需综合考虑、合理规划，运用多项知识和技能，不断优化设计方案，保障建设应用的有效性、稳定性。通过科学的规划设计，增强排水管网排放能力，有效延长排水管网的使用寿命，进一步提高建设运行管理能力和水平，推动城市持续发展。

### 参考文献

- [1] 赵聪. 市政排水工程管网设计与施工质量控制对策分析[J]. 工程建设与设计, 2022(10): 256-258.
- [2] 林兵. 市政排水管网规划及优化设计[J]. 工程技术研究, 2022, 7(01): 181-182.
- [3] 范江. 排水管网健康度动态维护系统建设研究[J]. 城市勘测, 2021(06): 153-156.
- [4] 姚斌. 市政排水工程管网设计与施工质量控制探讨[J]. 中国住宅设施, 2021(11): 93-94.
- [5] 王迪文. 市政排水工程管网优化设计与施工质量控制研究[J]. 工程技术研究, 2021, 6(19): 180-181.
- [6] 王振国. 市政排水管网设计存在的问题与措施研究[J]. 科技创新导报, 2022, 19(13): 3.

作者简介：皋忠安，男，1968年1月，云南弥渡，汉，本科，职称或职务：给排水高级工程师，研究方向：城镇排水管理（制定专项整治方案、目标任务督促指导落实、排水项目的技术审查）。