

市政工程雨污分流管道施工技术要点分析

张严

231005*****452X

摘要: 随着我国城市化进程的加速和生态文明建设的深入推进,传统合流制排水系统的弊端日益凸显,城市内涝与水环境污染问题交织。雨污分流改造作为提升城市排水防涝能力、改善水环境质量的关键性基础设施工程,其施工技术的科学性与精细化水平直接关系到工程成效与长期效益。本文立足于市政工程实践,系统分析了雨污分流管道施工的全过程技术要点。首先,阐述了雨污分流的内涵及其紧迫性。进而,从施工前的详细勘查与规划设计优化、施工材料的科学遴选与质量控制入手,为工程奠定坚实基础。正文核心部分深度剖析了沟槽开挖与支护、管道基础处理与铺设、管道接口连接与密封检查、功能性井室砌筑、闭水试验以及沟槽回填与路面恢复等关键工序的技术控制标准、常见问题及解决方案。最后,结合信息化施工管理与施工环境保护要求,对当前技术应用中的难点与发展趋势进行了展望,以期同类工程的优质、高效、安全实施提供系统的技术参考与实践指引。

关键词: 雨污分流; 市政管道; 施工技术; 管道铺设; 质量控制; 城市排水

DOI: 10.69979/3060-8767.26.04.069

引言

城市排水系统是现代化城市的“血脉”与“静脉”,其健康状况直接关系到城市的防洪安全、公共健康与生态可持续性。长期以来,我国众多旧城区及部分新建区域沿用雨污合流的排水体制,雨水与生活污水共享同一管道网络。在干旱季节,该系统尚可维持运行;然而,一旦遭遇强降雨,混合水量远超污水处理厂的处理能力,导致大量未经处理的混合污水通过溢流口直接排入自然水体,造成严重的面源污染,此即“合流制溢流污染”。同时,合流制管道往往断面设计不足,在极端天气下极易引发城市内涝,“城市看海”现象频发。

为从根本上破解这一困局,推进雨污分流改造,构建“雨水入河、污水进厂”的独立、高效排水体系,已成为我国城市基础设施补短板、提品质的核心任务之一。雨污分流工程并非简单的管道新建,而是一项涉及面广、技术复杂、协调难度大的系统性工程。它通常需要在人口稠密、地下管线错综复杂、交通压力巨大的建成区实施,面临着地质条件不明、原有管道错接漏接严重、施工空间受限、对居民生活干扰大等诸多挑战。因此,其施工过程不仅要求严格的工程管理,更依赖于一系列精细化、针对性的施工技术。

施工技术的合理选择与精准实施,是保障管道安装精度、结构安全、排水效能和工程耐久性的决定性因素。从沟槽开挖的边坡稳定,到管道接口的滴水不漏;从回

填土质的密实度控制,到与现状管网的精准衔接,每一个环节都潜藏着质量风险。一旦某个技术环节失控,轻则导致管道沉降、渗漏,重则引发路面塌陷、施工安全事故,甚至使整个分流系统失效,造成巨大的经济损失与社会负面影响。鉴于此,本文旨在结合工程实践,对市政雨污分流管道施工中的关键技术要点进行系统性梳理与深入分析,聚焦于过程控制与质量保障,以期提升我国雨污分流工程的施工技术水平贡献一份力量。

1 施工前期的精细化准备: 勘查、设计与材料

详尽的地下勘查与管线综合调查: 这是施工方案的“眼睛”。除获取标准的地质勘察报告外,必须采用物探(如管线雷达)与人工探挖相结合的方式,对施工区域地下现状管线(给水、燃气、电力、通信、原有合流管等)的平面位置、埋深、管径、材质进行100%确认,绘制详实的“地下管线综合图”。任何疏漏都可能导致施工中挖断管线,引发停水、停气、通讯中断甚至爆炸等严重事故。同时,需查明地下水位、流沙层、软土层、岩石层分布,为支护与降水方案提供依据。

设计的现场复核与动态优化: 施工方需对设计图纸进行现场100%复核,检查设计管线位置是否与现有构筑物、管线冲突,管底标高与上下游现状管道是否能顺利衔接。在老旧城区,常会发现设计管线位下方存在未知的障碍物(如旧基础、防空洞等),或居民楼出户管标高与设计污水管标高不匹配。此时,必须及时与设计、

业主单位沟通,进行动态设计优化,调整管线平面位置或纵坡,或增设提升泵站,切忌机械按图施工。

施工材料的科学遴选与控制:管道主体材料(常用HDPE双壁波纹管、钢筋混凝土承插管、球墨铸铁管等)必须具备出厂合格证、检测报告,并按规范进行进场复验(如环刚度、抗渗性、外观检查)。特别需注意:雨水管与污水管应有明确标识,防止混用。HDPE管材的存放应避免暴晒,防止变形老化。橡胶圈等密封材料应为耐腐蚀、抗老化的合格产品。检查井砌筑所用的砖、砂浆、混凝土预制构件等均需符合设计要求^[1]。

2 沟槽开挖与支护技术要点

开挖是第一步,也是风险集中点。

开挖断面与边坡控制:根据土质、深度和周边荷载确定开挖方案。在条件允许处采用放坡开挖,坡度须符合规范(如硬质土1:0.5,软土1:1.5)。坡面应平整,必要时采用薄膜覆盖防雨冲刷。在狭窄路段或临近建筑物处,必须采用支护措施,如钢板桩、拉森桩、工字钢加木板支护等。支护结构必须经过计算,打入深度足够,支撑安装及时、牢固。

降排水措施:当沟槽底位于地下水位以下时,必须有效降水。一般采用明沟加集水井降水,或轻型井点、管井降水。施工期间应持续降水,确保槽底始终在干作业状态,防止基底土体泡水软化、承载力下降。排水应引至沉淀池处理后排放,避免泥浆直接入河。

基底处理与验槽:机械开挖至设计标高以上20-30cm时,应转为人工清底,严禁超挖扰动原状土。如遇局部超挖或软弱地基,须按设计要求进行换填(如级配砂石)或加固处理(如水泥土搅拌)。基底必须平整、坚实。开挖完成后,由建设、勘察、设计、施工、监理五方共同验槽,确认地质条件与设计相符、基底处理合格后方可进行下一工序。

3 管道基础处理、铺设与连接技术要点

这是保证管道结构稳定的核心。

基础施工:常用的砂石基础或混凝土基础必须符合设计厚度与宽度。砂石基础应采用级配良好的中粗砂或天然级配砂石,分层洒水夯实,密实度不低于90%。混凝土基础浇筑前应校核模板标高,浇筑后及时养护。基础顶面应形成设计要求的弧形或平面,以均匀支承管体。

管道下管与铺设:下管前再次检查管材有无裂缝、

破损。采用柔性吊带或专用吊具平稳下管,严禁金属绳索直接接触管壁吊运,防止损伤。管道应从下游向上游方向铺设,承口朝向水流来的方向(上游)。铺设时,需用边线和中线严格控制管道的中心位置与标高,每节管道的管底坡度必须与设计坡度一致,严禁无坡或倒坡^[2]。

接口连接与密封:这是防渗漏的关键。对于承插式橡胶圈接口(广泛用于HDPE管、钢筋混凝土管),必须做到:①将承口内壁和插口外壁、橡胶圈清理干净;②橡胶圈正确安装在承口的凹槽内,不得扭曲、翻转;③在插口端和橡胶圈上均匀涂抹专用的润滑剂(非油类);④使用配套的拉紧器或挖掘机顶推,将插口平直、匀速地插入承口至标记线,确保橡胶圈均匀就位,避免“跳圈”。连接后,可用探针检查橡胶圈位置是否正确。对于HDPE管的热熔或电熔连接,必须严格控制加热温度、时间和压力,冷却期间不得移动管道。

4 功能性井室砌筑与管道衔接技术要点

检查井是管网的“关节”,也是易渗漏的薄弱点。

井室砌筑与抹面:无论是砖砌井还是混凝土模块井,砂浆都必须饱满,砌体上下错缝。流槽应砌筑顺直、圆滑,与管道内底平接,确保水流顺畅,减少淤积。井室内壁必须采用防水水泥砂浆分层抹面,压实抹光,特别是管口与井壁衔接处,应做成“喇叭口”状,加强防水处理。井室爬梯应安装牢固,位置准确。

截流井、沉泥井等特殊井施工:雨污分流中常涉及截流井(在分流初期,用于截流初期污染较重的雨水或处理合流管接入)、沉泥井(设在雨水管起端,沉淀泥沙)等。必须严格按照图纸施工,确保内部堰板高度、闸槽位置、沉泥坑深度等关键尺寸精准,保证其设计功能的实现^[3]。

支管接入与现状管道改造:这是分流成败的“最后一米”。必须将每个雨水篦子、每栋建筑的出户污水管准确接入相应的新系统。需要仔细凿开原有管道或检查井,做好新旧管道之间的防水连接。对于错接、混接的旧管,必须坚决予以切断、封堵或改造。

5 严密性试验(闭水试验)技术要点

闭水试验是检验管道施工质量是否合格的“试金石”,必须在回填前进行。

试验条件与准备:管道安装完成,检查井砌筑完毕

且强度达标,管底三角区回填密实以稳定管道。将试验段两端封堵(一般采用气囊或砖砌封堵),在井内注水。注水高度应为试验段上游管道内顶以上2米(一般以井口高度为准)。

观测与计算:注水浸泡不少于24小时后开始观测。记录试验水头高度,测定30分钟内的渗水量。实测渗水量必须小于或等于规范规定的允许渗水量(公式为 $Q=0.0046Di$,其中 Di 为管道内径)。试验过程中,应仔细检查管道接口、井壁有无渗漏水痕迹。如有渗漏,必须标记位置,将水排干后进行处理(如重新接口、修补抹面),然后重新试验,直至合格^[4]。

6 沟槽回填与路面恢复技术要点

回填质量直接影响路面质量与管道安全。

分层对称回填:闭水试验合格后应立即回填。回填材料宜采用开挖出的良质土或中粗砂、石粉等,不得含有有机物、冻土及大块砖石。应从管道两侧同时、对称、分层进行,每层虚铺厚度不超过20-30cm(根据压实机具而定),使用打夯机或压路机分层夯实。

关键区域控制:管顶以上50cm范围内,必须人工轻夯,防止机械直接作用于管道导致破损。管顶50cm以上至路床部分,压实度应逐层提高,达到道路路基相应层位的压实度要求(通常 $\geq 90\%-95\%$)。

路面恢复:回填至设计路床标高后,按原道路结构层恢复路面。基层应碾压密实,面层沥青混凝土铺设应注意与旧路面的平顺衔接,确保行车舒适与安全。恢复后的路面需进行必要的养护。

7 信息化施工管理与环境保护

现代雨污分流施工需融入智慧化管理手段。采用管道潜望镜(QV)、管道机器人(CCTV)对已铺设管道内部进行视频检测,可直观发现接口错位、破损、渗漏等缺陷。使用BIM技术进行管线碰撞检查和施工模拟,能有效预防冲突。施工过程中,必须严格落实环保措施:设置围挡、喷洒降尘、控制施工噪音、处理泥浆水、及时清运渣土,最大程度减少对市民生活和城市环境的影响^[5]。

建立施工扬尘在线监测系统,实时监控PM2.5、PM10等颗粒物浓度,一旦超标立即启动降尘措施。对

于施工产生的泥浆水,需经三级沉淀池沉淀处理,达到排放标准后方可排入市政雨水管网,严禁未经处理的泥水直接污染周边水体。施工废料和建筑垃圾应分类存放、及时清运至指定消纳场,避免随意丢弃造成土壤和环境二次污染。同时,合理安排施工时间,避开居民休息时段进行高噪音作业,必要时对施工机械采取降噪措施,降低对周边居民正常生活的干扰。在施工区域周边设置临时排水沟和截水沟,防止雨水冲刷导致水土流失,保护城市生态环境。此外,通过建立施工人员环境意识培训制度,提高全员环保意识,确保各项环保措施落实到位,实现工程建设与环境保护的协调统一。

8 结语

市政雨污分流管道施工是一项隐蔽性强、技术细节繁多的系统工程,其质量直接关系到城市排水安全与水环境改善的百年大计。本文所分析的从前期勘察到后期回填的七大环节技术要点,构成了一个紧密关联的质量控制闭环。任何一环的疏失都可能导致“木桶效应”,影响整体工程效能。

未来,雨污分流施工技术将朝着更加精细化、智能化、绿色化的方向发展。非开挖修复与更新技术(如紫外光固化、螺旋缠绕)将在老旧管网改造中发挥更大作用,减少“开膛破肚”。高性能、长寿命的新型管材(如玻璃钢夹砂管、PP缠绕管)将得到更广泛应用。基于物联网的施工全过程监控与基于大数据的地下管网智慧运维平台,将实现从建设到管理的全生命周期数字化。

参考文献

- [1] 杨成加. 市政工程雨污分流管道施工技术要点分析[J]. 散装水泥, 2025, (04): 49-51+54.
- [2] 张杰, 郭长全, 邵晓. 二步槽在雨污管道同槽施工中的应用研究[J]. 建筑技术开发, 2025, 52(06): 68-70.
- [3] 喻心伟. 市政工程雨污分流管道施工技术关键点研究[J]. 价值工程, 2024, 43(34): 115-118.
- [4] 陈炳凯. 城市排水管网工程的施工管理措施[J]. 中国住宅设施, 2024, (11): 172-174.
- [5] 周海军. 市政工程雨污分流管道施工技术分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (32): 205-207.