

市政污水管道混凝土施工技术及优化措施

文 / 李瑞明 广州自来水专业建安有限公司

伍 鹏 广州自来水专业建安有限公司

摘要：污水管道在市政工程建设中的重要性毋庸置疑，其能直接影响工程整体效益。其中混凝土施工对管道质量起到关键性作用，为保障市政污水管道建设质量，提高市政工程综合效益。本文结合具体工程项目并通过分析相关文献，简要分析市政污水管道混凝土施工技术，并在此基础上提出相关优化措施，以期市政污水管道施工提供一定参考。

关键词：市政工程；污水管道；混凝土施工技术；优化措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.22.119

引言

伴随我国城市化进程的不断加快，市政基础设施建设规模持续扩大，污水管道作为其关键组成部分，建设质量直接关系到民生保障与生态环境安全。关于混凝土施工的技术水平、质量控制对污水管道的耐久性、稳定性等具有决定性影响。但从实际施工情况来看，往往会由于技术采用不当、管理措施不完善等导致频发质量问题，在一定程度上制约了工程综合效益^[1]。因此，本文结合工程项目梳理污水管道混凝土施工关键技术，探索有效的优化措施，对推动市政工程高质量发展具有重要的现实意义。

一、市政污水管道混凝土施工技术的应用策略

（一）工程概括

该工程为生活污水治理提升工程。建设内容包括新建 DN100 ~ DN500 污水管道约 51.02km，明渠暗化约 39.79km，新建 30 座厌氧池，示范点 2 处，新建及改建 2 座污水处理设施（200m³/d），新建提升泵站 4 座，人工湿地 1 座（60m³/d）等，共 39 座设施点及相关配套设施工程。工程概算建安费为 92472779.69 元，2024 年 8 月 3 日开工，于 2025 年 1 月 30 日完工，工期为 180 天。施工单位为广州自来水专业建安有限公司。

（二）应用要点

1. 管道浇筑技术

第一，材料选择与检验。所有进场管材成品都符合国家颁发的相关质量标准，且按批出具出厂合格证明，进场材料经过逐批验收合格后允许使用。有关混凝土的配比，由试验室实验人员按照设计规定的强度进行配合比设计，保障混凝土的质量符合要求；第二，垫层铺设。针对沙砾垫层而言，施工人员在正式浇筑前迅速摊铺沙粒垫层，且依据规定的沟槽宽满堂铺设、摊平和压实，旨在保障垫层的均匀性以及稳定性，管道垫层厚度确保在设计范围内；第三，模板支立。基础浇筑优先选用钢模板进行立模，并且在立模前检查模板平整度、拼缝严密性，确保符合设计

尺寸要求，保证模板稳定及其刚度，安装时需要牢固且位置准确，尺寸与形状都必须满足设计要求；第四，混凝土浇筑。施工人员在浇筑前，应该全面检查模板、钢筋以及预埋件，保障位置准确以及固定牢固。管道沟槽底部要确保没有杂物与积水。混凝土被振实后，再通过平板式振动器振平。整个浇筑之间注意对浇筑速度和浇筑高度的控制，防止出现气泡和离析现象。值得注意的是，基础浇筑完成后两小时内不可以浸水，且在养护环节维持混凝土表面的湿润度，避免混凝土开裂。

2. 裂缝控制技术

在工程实际施工期间，如果没有依据规范标准进行荷载设计，投入使用后容易出现混凝土裂缝，进而影响污水管道建设工程整体质量^[2]。第一，在控制温差环节，应该将内外温差控制在 15℃ 以内，并在搅拌混凝土时应该采取防晒、加冰等措施。运输过程中同样要借助相应措施对其进行持续性搅拌，并使用温度计进行温度测量；第二，为了控制混凝土的坍落度，施工人员应清楚混凝土的凝固时间，在初凝阶段利用减水剂和缓凝剂进行有效控制。并且采用分层浇筑的模式由外围向中央进行逐层浇筑，在基础固定架上通过厚度标志来控制分层距离。除此之外，混凝土在冷却期间内部温度会快速升高，受温度差较大的影响产生裂缝。由此可以在其内部布置冷却水管，保证内部温度和表面温度基本持平。具体注意以下几点：（1）根据砼的尺寸设置合理的冷却管预埋路径；（2）内部和表面的温度差控制在 25℃ 以内；（3）混凝土冷却会发生相对明显的整体形变，施工人员应通过钢筋骨架对其加以支撑，一方面防止冷却水管出现变形、脱落，另一方面避免发生堵水、漏水的情况。

3. 蜂窝控制技术

在市政污水管道混凝土施工中，受多方面因素影响，混凝土产生蜂窝或者麻面。其中最常见的一个原因是砼的内部气体含量偏高，或因为引气剂质量不符合有关规范，比如工程利用大量引气剂，加之其性质存在差异，

所以在混凝土中的呈现状态不同^[3]。倘若施工人员在实际施工环节选用不合理的引气剂，混凝土很有可能产生大量气泡。

为了控制混凝土蜂窝，可以采取以下控制技术：第一，小蜂窝控制。通过蜂窝麻面修补料，按比例将其搅拌均匀，再通过刮板均匀涂抹在蜂窝位置，注意刮抹保证力度均匀，以保障修补料紧密结合原混凝土表面。或者将水泥与砂按 1:2 混合，加入适量水搅拌均匀，再用抹子涂抹在蜂窝位置，施工人员需要一边涂抹一边压实，保证和原混凝土表面平整一致；第二，较大蜂窝控制。施工人员在初凝前用凿子将松散部分凿除，施工期间注意控制力度。凿除后通过高压水枪冲洗干净，保证没有杂质残留与松散颗粒。接下来，基于支模板浇筑细石混凝土了，其强度等级通常要高出原混凝土一个等级，振捣时间为 20 秒到 30 秒，或直接使用调配完成的高强无收缩灌浆料；第三，较深蜂窝控制。在蜂窝部位先钻孔，孔深比蜂窝深度深 100 毫米到 200 毫米即可。再将注浆管插入钻孔，并且注浆管的底部要用胶带封住。注浆建议选择水泥浆液，还要控制注浆的压力与速度，防止浆液溢出。整个注浆过程应密切观察填充情况，如果钻孔周围溢出浆液，则说明蜂窝部位已注满，此时要停止注浆。拔出注浆管后使用水泥砂浆封堵。

4. 管道安装技术

第一，排水管垫层、基础。检查管道基坑底面，对其底面高程复测，检测符合规范后进行垫层以及基础施工。然后，依据其结构尺寸数据测量垫层面标高，在基础上安装高程木桩，每间隔 5 米设置一桩。按照垫层面的标高挂线进行摊铺与平整，由施工人员负责夯实，通

过小型压路机将其碾压密实，施工人员还要做好验收记录。接着，验收合格后浇筑基础砼，先将砼运输到管道基坑边，借助流槽将其送至坑底，同样采用人工摊铺，待检平后用交替振捣密实，相应的密实标准如下：（1）混合料停止下沉，（2）没有气泡产生，（3）表面层平坦等。被送至施工现场后开展质量检验，坍落度被控制在 9 厘米到 12 厘米范围，混合料如果出现离析现象需要剔除离析部分。最后，在基础砼初凝之前将基础面抹平，并落实保湿养护方案。

第二，混凝土管道安装。在排水管道安装工程中，钢筋混凝土排水管道采用承插式。其安装工序：第一步，混凝土承插式管质量标准必须符合国标《GB/T-11836》。在正式下管前，首先将坑内杂物清除并强化基坑支护，坑内积水也要排除，然后在平基上弹放管道中线复核标高；第二步，安装之前由专人负责检查管道外观，重点检查是否出现蜂窝或裂缝；第三步，根据施工现场情况与管径大小，以人力下管结合吊车下管的形式进行。值得注意的是，工程施工人员对中线与标高严格控制，按“自下游向上游”的顺序下管，再利用中心线法控制中线及高程；第四步，安装承插式管，提前预制厚度符合通过“（承口外径 - 管外径）/2”公式计算得出的标准砼垫块，要求垫块强度等级不低于 C20，外观无蜂窝麻面）。与此同时，通过垫块将管身垫高确保承口与插口轴线同心，避免接口错位导致渗漏或受力开裂；第五步，市政污水管使用管顶平接；第六步，待污水管道稳定后对流水位高程复核，纵坡符合设计标准后方可允许下一道工序。在检查验收环节，施工人员按照表 1 中的方法检验安管允许偏差。

表 1：安管允许偏差及检验方法

序号	项目	允许偏差	检查频率		检验方法
			范围	点数	
1	错口 D 大于 1000 毫米	5 毫米	两井之间	3 个	尺量
	相邻管内底 D 不低于 1000 毫米	3 毫米		3 个	尺量
2	管内底高程 D 大于 1000 毫米	±15 毫米		2 个	水准仪
	管内底高程 D 不低于 1000 毫米	±10 毫米		2 个	水准仪
3	中线位移	15 毫米		2 个	挂中心线尺量

第三，接口、管带。污水接口都选择使用承插式接头。在“D=300 ~ 1200”承插式排水管乙型接头时，施工人员通过橡胶圈嵌缝，抹带则选择 1:2 水泥砂浆。值得注意的是，在接口前需清理周围凿毛并做好湿润，再涂抹缝位。然后，在接口位置使用橡胶圈封口，利用 1:2 水泥砂浆抹带压实。在整个安管期间注意承口下部座上的

砂浆接口完整。如果管径超过 800 毫米，使用 1:2 水泥砂浆在管内勾缝。在这一施工环节，需采用如下保证措施：（1）抹带既要保证压实，还要保证砂浆接合完好；（2）抹带之后及时进行淋水养护；（3）接口表面应该平整密实，切忌出现间断或裂缝等；（4）严格遵循标准与方法来查验（见表 2）。

表 2：允许偏差

序号	项目	允许偏差 (毫米)	检查频率		检验方法
			范围	点数	
1	厚度	0, +5	两井之间	2 个	尺量
2	宽度	0, +5		2 个	尺量

二、市政污水管道混凝土施工难点

(一) 混凝土材料性能要求高

实证污水管道长时间接触腐蚀性介质，如果混凝土抗渗性不足，有可能致使污水渗入地下而污染土壤、地下水^[4]。据此，施工方案选择低水胶比 (≤ 0.45)、添加高效减水剂和抗渗剂，且要通过实验室试验验证。污水安装应快速达到设计强度以支撑后续回填，如果拆模时间控制不到位可能导致开裂，由此可以优化配合比，并通过养护或者覆盖保湿膜加速砼的强度发展。

(二) 施工工艺复杂性较高

一是污水管道接口处理。比如，橡胶圈密封接口要控制管节对接精度，防止避免橡胶圈扭曲或被挤出。而刚性接口应在适合环境下快速完成施工，保证砂浆饱满度，否则易形成渗漏通道；二是基础处理。如果涉及软土地基应进行换填或桩基加固，避免因管道沉降不均而引发接口开裂。与此同时，通过精准的坡度控制避免污水淤积、流速过快冲刷管壁。

(三) 质量控制与检测难点

市政污水管道的隐蔽工程验收困难，其内部质量需通过无损检测验证，但设备成本投入高且操作相对复杂^[5]。除此之外，有效控制回填土压实度，要求施工人员分层夯实，而且压实度应该达到设计要求，否则很容易造成管道变形。为了满足长期性能监测要求，埋设相关传感器并按规范安装、校准，确保精准采集管道沉降位移及应力动态变化的信息，但是传感器容易受污水腐蚀，因此要利用相应的防腐封装技术。

三、市政污水管道混凝土施工技术的优化措施

(一) 混凝土配比科学设计

为提升市政污水管道的混凝土施工质量，既要高度重视混凝土的配比情况，还要依据规范标准做好严格把控。在具体施工期间，应综合考虑各类原材料的各项数据，据此选择满足施工建设要求的原料。原料配置可以加入一些活性颗粒，用于填充毛细孔。施工作业正式开始前对混凝土进行湿处理，施工人员调整水比例，防止其因发生收缩而出现裂缝。除此之外，正视温度制约问题，通过科学可行的温度控制措施，控制现场温度。一般情况下，污水管道施工在夏季进行，要规避全天的高温时段，避免温度因素影响整体施工质量。

(二) 混凝土养护合理开展

养护工作从某种角度来讲会影响混凝土质量，所以施工结束后需及时展开养护，降低发生混凝土裂缝的概率。

针对砼的前期养护而言，既要采用全面养护手段，还要及时找出施工技术问题并进行修补，尽可能避免返工。其中气泡孔洞的发生率偏高，产生原因在于模板密水性不符合相关规范。施工人员应通过修补避免孔洞增大，以免影响后续使用。与此同时，混凝土湿度要加大保护力度，让其水分被控制在标准范围内，旨在强化混凝土使用效果。

(三) 控制振捣施工与回填施工

关于混凝土振捣作业，如果塑性检测指标较高，则需进行人工振捣。施工人员工作必须明确振捣型号及力度等核心指标，由此保障振捣均匀性，避免二次振捣或者出现表层气泡而影响后续施工。而回填沟作为市政污水管道混凝土施工的最后环节。施工人员在回填时要确保沟内无积水，在这一过程中应严格控制填筑质量，并且对其严格验收防止填土中含有杂物。选用合适型号的机械设备夯实且检验充填密度，确保满足相关标准要求。另外，要求两边均进行回填，降低管线发生位移和变形的可能性。

结语

综上所述，市政污水管道混凝土施工是城市基础设施建设中的关键环节，其质量直接关系到排水系统的安全运行与长期耐久性。本文从施工技术的应用策略、难点分析及优化措施三个方面展开探讨，系统总结了管道浇筑、裂缝控制、蜂窝防治及安装技术等关键点，并针对混凝土材料性能要求高、工艺复杂及质量控制难等问题提出了科学配比、合理养护以及规范振捣与回填等一系列优化措施。通过科学施工与精细管理，能够有效提升污水管道混凝土结构的整体性、防渗性和耐久性，为城市地下工程的可持续发展提供有力保障。展望未来，还应进一步融合智能监测与绿色材料等先进技术，推动市政污水管道施工向更高效、环保、可靠的方向发展。

参考文献

- [1] 李尊龙. 市政路桥污水管道混凝土施工技术及其优化措施 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (10): 73-75.
- [2] 张彪林. 市政路桥污水管道混凝土施工技术及其优化措施 [J]. 工程技术研究, 2022, 7 (05): 91-93.
- [3] 周宗兴. 市政路桥污水管道混凝土施工技术的应用分析 [J]. 四川水泥, 2021, (10): 9-10.
- [4] 罗信福. 浅谈市政污水管道施工的质量控制要点 [J]. 江西建材, 2017, (08): 80+82.
- [5] 丛培岩, 蒋绍波. 市政污水管道工程施工过程分析 [J]. 科技与企业, 2012, (11): 203.