

# 城市管廊防水工程施工及其质量控制分析

冯金涛

中铁十二局集团第四工程有限公司

**摘要：**城市管廊处于城市地下空间，其本质为隧道工程，其施工建设涵盖了维持城市正常生活运转的各种管线工程，一旦出现渗水漏水问题，便会造成较大的经济损失，因此对防水要求极为严格。随着城市化进程的不断推进，城市管廊地下工程数量逐渐增加，在长期使用过程中变形缝、施工缝防水结构难免会出现老化以及破损问题，导致管廊结构出现渗漏问题，因此城市管廊防水工程已经成为城市基础设施建设的重要组成部分。基于此，本文紧紧围绕城市管廊防水工程主要施工技术以及质量管理方法进行分析，明确城市管廊市政工程建设重要意义，并从节点施工以及变形缝等角度提出有效的施工方法，针对质量管控，从人员、材料以及质量检验等角度提出有效的措施，望予以借鉴和参考。

**关键词：**城市管廊；质量控制；防水施工；施工缝

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.09.026

城市管廊作为城市重要基础设施，建设完成后会安装运营大量管线，如：强电缆、弱点线缆、给排水及燃气管线等，因此对防水级别要求极高。一旦发生渗水或漏水问题，难免会对管线的正常运行或检修造成不良影响。因此，施工单位不仅要合理采用先进的防水技术和防水材料，还要加强质量监督和管控，通过质量管理全面提升城市管廊防水效果，延长城市管廊使用年限，促进城市快速发展。

## 一、城市管廊建设意义

### （一）有利于延长市政管线使用年限

若地下管线直接与地下土壤接触，在长期应用中地下水以及土壤微生物等会对地下管线产生侵蚀，进而影响地下管线应用效果和使用年限。大量建设城市管廊能够对地下管线起到保护作用，并为各个建设单位地下管线的建设营造良好的施工、运营环境，有效解决传统施工模式中地下管线建设存在的问题和缺陷，对延长地下管线使用年限，维护城市正常运转具有明显效果<sup>[1]</sup>。

### （二）加强地下空间的利用效率

通过城市地下管线建设经验可以得知，传统管线埋设模式中施工环境复杂，浪费了大量的地下空间资源。通过建设城市管廊能够根据各建设单位实际工作需求对管线进行合理设计和埋设，不仅能够提升地下空间利用效率，也能保障管线埋设质量和安全性，为管线集中管理创建了便利条件，因此现代化城市建设中增加了对城市管廊建设和管理的关注度。

### （三）有利于保证城市的运营安全

传统施工模式中管线直接接触土壤，长期使用中在各种因素影响下极易出现故障和损坏问题，影响管线使用寿命，增加管线维修难度。通过建设城市管廊，能够

为各项管线提供专门的埋设位置，杜绝了外部不利环境对管线运行的干扰和影响。另外，城市管廊具有较强的抗灾能力，即使发生自然灾害等问题城市管廊也能够尽可能降低故障蔓延范围，保障城市管线正常运转<sup>[2]</sup>。

## 二、城市地下综合管廊的防水设计要点

### （一）确定防水等级

《城市综合管廊工程技术规范》中明确提出了市政工程城市管廊结构设计最大使用期限为100年，在防水设计方面应当充分结合地理地质、自然环境以及结构特点等进行综合考虑，满足安全性和稳定性施工要求。在防水等级方面，若城市管廊内部含有通信、燃气以及给排水管道等，则需要保障管廊内部结构不可存在渗水以及漏水问题，防水等级不得低于2级。

### （二）合理选择材料

防水材料质量的差异性决定着城市管廊的整体建设质量，因此施工单位应当紧紧围绕城市管廊施工结构以及施工环境等因素合理选择防水材料，避免出现渗水以及漏水问题。举例来说，高分子防水材料，具有明显防水效果，例如HDPE自黏胶膜防水卷材能够与混凝土材料进行紧密融合，大幅度提升城市管廊防水系统的使用年限。而图卷结合复合型防水材料是目前建筑领域中较为新颖的防水材料之一，操作简单便捷，具有明显的延展效果和防水性能，即使城市管廊地质存在不均匀沉降问题，也能够有效降低因沉降问题对城市管廊结构稳定性、安全性以及防水性的影响，因此被广泛应用于城市管廊建设当中<sup>[3]</sup>。

## 三、城市管廊防水工程施工方法分析

### （一）节点施工

施工单位在开展节点施工期间需要对以下内容进行多加关注：其一，严格把控变电所以及机房等重要节点施工防水等级，通常情况下不得小于一级，杜绝渗水渗漏问题；其二，确保混凝土材料具有较强防水性和抗渗性能；其三，规范防水材料铺设顺序和厚度，防水层厚度不得小于50mm；其四，回填作业中，施工单位可以根据实际情况通过增设保护层等方式降低防水层受外界因素的影响。

### （二）变形缝施工

城市管廊变形缝施工过程中应当遵循以下内容：

（1）正常作业情况下，相邻变形缝间距以及宽度均不可超过30米；（2）若城市管廊所在施工区域地质环境相对复杂需要采用多种地基处理方式，施工单位则应当在不同处理方式下的地基之间合理增设变形缝，对地基变形问题进行合理控制；（3）若城市管廊施工中需要穿越河道，则该部分可以省略施工缝；（4）施工单位应当根据城市管廊实际建设情况对变形缝施工方案进行

合理优化和调整,避免变形缝超出标准段;(5)城市管廊变形缝施工所用止水带材料应当尽量以橡胶材质为主,保证水带处于完全封闭状态。嵌缝板等所用填充材料应当保障其具有较强的密封性<sup>[4]</sup>。

### (三) 施工缝施工

城市管廊施工缝施工之前应当对其表面进行细致清理并涂抹防水涂料,若城市管廊结构处所设的施工缝与止水带安装条件并不相符,施工单位则需要根据实际情况利用垂直防水结构提升城市管廊施工缝防水施工质量。通常情况下,城市管廊施工缝施工需要着重关注以下内容:(1)底层搭接涂料宽度不得小于10cm;(2)按照施工顺序规范施工,先在施工缝基面均匀涂抹混凝土材料,随后喷涂防水材料,确保施工缝防水施工质量合设计要求;(3)为了提升防水效果,还可以在阴阳角处加设加强层,利用玻纤网格布进行覆盖,待完全干透后方可进行防水层的施工操作;(4)在利用硬泡聚氨酯建造立面保护层时需要保证其厚度不得小于20mm<sup>[5]</sup>。

### (四) 防水螺杆施工

防水螺杆也是城市管廊项目建设的重要组成部分,通常以三段式防水螺杆为主,在管廊结构拆模时,应当按照三段式防水螺杆节段拆除螺杆,并利用具有较强防渗性能的混凝土材料将拆卸口找平,找平前先将基面杂物处理干净,防止杂物影响找平效果,最后在管廊主体侧墙等部位均匀喷涂防水材料。

### (五) 防水卷材施工

#### (1) 预铺卷材

其一,预铺卷材施工要求。预铺卷材应当保障基层光滑平整、无杂物,确保平立面重合部位、转角及阴阳角等部位加工处理后的圆弧半径符合城市管廊施工要求,并细致对管根部等部位进行细致清理,避免存在腐蚀以及油污等情况影响防水卷材的铺设效果。

其二,施工步骤。根据以往城市管廊预铺卷材施工经验总结分析可以得知,其主要施工流程包含以下内容:首先,对基层施工环境进行细致清理;其次,铺设200mm宽衬垫层并铺设防水卷材;再次,利用设备对防水卷材进行加热固定;最后,对防水卷材施工质量进行验收<sup>[6]</sup>。

其三,注意事项。一是施工单位应当利用焊接方式对防水卷材各边进行铺贴处理,尽量避免出现十字型接缝,影响防水效果;二是防水卷材铺设作业中施工人员应当对拉紧力度进行合理控制,避免出现鼓包等不良现象;三是待防水卷材铺设作业基本完成后施工人员应当及时利用焊接方式进行加固,相邻卷材搭接宽度应当控制在25mm—80mm;四是已铺设完成的防水卷材若暴露时间超出标准时限或存在污染现象,则应当对其进行清洗并利用热风进行焊接固定;五是在质量验收过程中,施工人员应当利用钩针等设备对防水材料焊接缝情况进行详细检验,一旦发现异常或质量缺陷等情况应当及时进行返工处理,最大限度地保障防水卷材铺设质量。

#### (2) 自粘卷材

其一,施工条件。首先,施工单位应当保障基层施工牢固、平整,不得存在凹陷以及尖角等不良现象;其次,做好基层表面清理工作,不得存在砂浆遗留或油污现象;再次,对阴阳角进行处理,保障阴阳角圆弧半径符合设计方案标准要求;最后,在铺设自粘卷材时需要根据城市管廊施工现场实际情况确定是否采用加热方式对防水卷材进行加固<sup>[7]</sup>。

其二,施工流程。首先,对基层表面进行清理,确保无杂物以及有油污后及时铺设防水卷材;其次,对相邻搭接卷材进行封边处理,随后进行修补;再次,做好防水卷材施工质量验收;最后,进行保护层施工处理。

其三,注意事项。自粘卷材与其他防水卷材性质相比较为特殊,因此需要对以下内容进行多加注意:①当施工区域高度存在差异情况下,施工单位应当遵循“自下而上”的顺序进行合理铺设;反之,高度相同情况下则需要遵循“先远后近”的顺序进行铺贴;②做好基层杂物清理工作,并均匀涂抹处理剂;③弹出相应的控制线,并以此为基础进行自粘卷材的铺设,保障相邻卷材搭接宽度符合施工要求。

### (六) 防水材料施工

#### (1) 止水带

城市管廊施工变形缝所采用的止水带主要以中孔止水带为主,根据城市管廊施工现场实际情况需要做好以下内容:①做好止水带固定工作,确保相邻两条止水带间距不得小于40cm;②根据城市管廊具体设计要求合理选择安装方法,例如盆式安装方法等,保障止水带处于水平状态,加快混凝土浇筑期间气泡排出速度;③除对接处的其他部位,均应采取工厂接头;④施工人员应当对止水带两侧混凝土浇筑厚度进行严格控制,通常情况下厚度不得小于15cm,纵向中心线与接缝重合宽度误差不得大于1cm,垂直角度误差则不得大于15°。⑤混凝土浇筑期间,施工人员应当对止水带进行密切关注,避免止水带受施工因素影响出现不同程度扭曲现象;⑥施工单位应当保障定位精准合理,避免出现跑模问题;⑦对混凝土振捣时间和振捣频率进行严格控制,对于不符合止水带安装的施工区域中,施工人员可以根据实际情况合理采用注浆管联合止水条方式,提升施工缝防水效果<sup>[8]</sup>。

#### (2) 止水条

腻子型止水条主要适用于城市管廊特殊施工缝等施工区域中,施工单位应当利用专用胶水对止水条进行安装,若发现空鼓现象,则应当及时用水泥钉进行加固处理。常规情况下,施工人员应当合理采用对接方式将止水条进行连接,并做好密贴处理,尽可能降低翘边等质量通病问题的发生概率。

#### (3) 密封胶

正式嵌缝前,施工人员应当及时利用专业设备对施工缝内各种杂物和灰尘等进行细致清理,并在衬垫板上铺设厚度在0.3mm左右的PE材质的隔离膜。嵌缝施工

作业完成后,应当做好养护管理工作,保障密封胶完全凝固,并在其表面均匀涂抹专用处理剂,提升防水效果。

### (4) 注浆管

根据城市管廊施工要求合理选择水泥材料,对于已经出现渗水渗漏问题的施工区域施工人员应当合理采用环氧树脂等材料进行修补处理。确保预埋管均已通过注浆的方式进行封堵,水泥材料注浆应当遵循“由低到高”的施工顺序,待注浆作业结束后应当暂停2分钟左右对注浆压力进行逐步缩减,直至归零。

## 四、城市管廊防水施工质量控制措施

### (一) 做好施工前期准备工作

城市管廊工程主要处于城市地下空间,施工环境相对复杂,对工程稳定性和安全性要求极为严格,若想保障城市管廊工程施工质量,势必要做好充足的前期准备工作。首先,施工人员应当做好地下环境勘察,明确地下水位以及渗透性等内容,通过水文地质分析模型对地下水运行规律和水位等进行分析和勘察,并通过降水井等做好施工预处理,保障地面和地下施工区域的干燥性。其次,引导地下水流,为了减少地下水对城市管廊防水工程施工的影响,施工单位应当对地下水流向进行适当引导,做好排水工作,避免因地下水过多而造成塌方等问题,为施工单位带来较大的经济损失。最后,加强管线铺设,城市管廊工程中涉及多项管线工程,不同建设单位所应用的管线类型以及规格等各不相同,因此需要事先做好完善的规划和设计工作,提升防水质量<sup>[9]</sup>。

### (二) 建立健全控制体系

城市管廊工程施工量庞大,涵盖多项内容,其质量控制体系包含了报警系统、监控系统以及安全防范系统等各项内容,只有严格遵守设计方案需求构建完善的质量控制体系,才能为城市管廊防水工程施工营造良好、安全的施工环境。质量控制体系的建设和应用需要做好以下几方面工作:(1)加强防水工作重视程度,在配备基本的防水设备、防水墙等之外,还要设计研发防火监控系统以及报警系统,能够实现远程监控和管理,有效降低火灾隐患发生概率。(2)加强通风系统的应用,为城市管廊工程施工营造良好施工环境。

### (三) 定期组织人员培训

施工人员作为城市管廊工程主要施工主体,他们是否具备较强的专业技能以及安全意识等决定着城市管廊工程整体施工质量,因此需要做好施工人员培训工作。首先,引入岗位责任制,做好施工前期技术角度以及新技术培训工作,帮助施工人员尽早掌握施工技术难点,提升安全风险防范意识和应对能力;其次,将技能考核与绩效管理进行联合使用,激发施工人员的工作热情,打造高素质施工团队。最后,派遣工程师深入城市管廊施工现场对施工人员进行技术指导,并结合施工进度以及施工实际情况对施工工艺进行适当优化和调整<sup>[10]</sup>。

### (四) 加强附属结构预埋预留施工质量控制

施工单位在开展城市管廊防水工程施工前,应当对设计方案和设计图纸内容进行详细分析和研究,并精准预留施工孔洞,在混凝土浇筑前再次对预留孔洞位置进行详细检查,确保孔洞位置与设计图纸要求一致后方可进行混凝土浇筑作业。一旦发现异常情况及时予以纠正处理,避免对城市管廊工程施工质量产生影响。

### (五) 加强工程验收

工程验收是城市管廊工程施工的最后环节,也是保障城市管廊工程施工质量的重要保障。首先,检验单位应当对防水层的各项指标进行详细检验,例如完整性、施工厚度等;其次,针对防水性进行闭水试验,仔细观察防水层是否存在渗水漏水问题;最后对防水层表面进行检验,确保其平整性和光滑度等施工指标符合设计方案要求。

## 五、结语

综上所述,城市管廊工程的建设和应用对促进城市化发展进程,提升地下空间利用效率以及保障管线应用质量具有十分重要的意义。防水工程作为其重要组成部分,是否具有较强的防渗防水能力影响着整体工程结构的稳定性和安全性。因此,施工单位应当从施工缝、节点施工以及防水卷材等角度提出有效的施工措施,规范施工流程,提升城市管廊防水工程施工质量,高效完成城市管廊工程施工目标。

## 参考文献

- [1]王飞.城市管廊防水工程施工及其质量控制分析[J].工程技术研究,2023,8(7):118-120.
- [2]张国祺.城市地下综合管廊工程防水施工技术应用探讨[J].建材与装饰,2023,19(22):115-117.
- [3]许晓东.城市综合管廊工程防水施工质量控制[J].砖瓦世界,2022(10):61-63.
- [4]孙敏.简析城市综合管廊防水工程施工技术要点[J].建筑·建材·装饰,2021(12):103-104.
- [5]白强.浅谈城市地下综合管廊工程预铺反粘防水施工技术[J].建筑工程技术与设计,2021(27):147-148.
- [6]牛震,任宏安,曲连峰.城市地下综合管廊防水的设计与施工方法的思考[J].中国房地产业,2018(27):72.
- [7]杨忠,马华兵,禹海涛,等.长节段大吨位城市综合管廊止水带压紧效果现场试验研究[J].现代隧道技术,2022,59(6):154-161.
- [8]刘洋.松江南站大型居住社区综合管廊施工技术研究[J].建筑技术开发,2023,50(3):47-49.
- [9]黄华,黄海清,周波,等.明挖综合管廊防水施工技术探析[J].建材发展导向,2023,21(8):162-165.
- [10]陶承品,陈元康,施国龙.防水施工技术在市政综合管廊工程中的应用[J].工程建设与设计,2023(14):106-108.