地铁车站主体结构防水施工质量控制要点

李傲奇

中铁隧道股份有限公司 河南 郑州 450000

【摘　要】：地铁车站大多处在地下深处，地下水侵蚀、土体沉降等都会给结构造成渗漏病害，严重危及到车站结构的耐久性以及运营的安全性。主体结构防水属于地铁工程施工的主要隐蔽工程，施工质量控制难度大、标准要求高。本文结合城市地铁施工实践，从结构自防水、附加防水层施工、细部构造防水和全过程质量管控等几个方面对主体结构防水施工质量控制要点进行梳理，通过实际工程案例数据总结施工关键技术以及病害防治措施，可以为类似地铁车站防水施工质量控制提供借鉴。

【关键词】：地铁车站；主体结构；防水施工；质量控制；细部构造

DOI:10.12417/2811-0536.26.10.042

1 引言

地铁车站防水工程坚持以防为主、刚柔结合、多道设防、综合治理的施工原则，主体结构防水分为结构自防水和附加防水层防水两个体系。与普通建筑防水工程相比，地铁车站防水施工工序繁杂、隐蔽性高、受环境影响大，任何一个工序质量控制不到位都会导致整个防水体系失效。因此严格控制各个施工环节的质量要点，加强细部节点的管控，是保证地铁车站主体结构防水效果的重要措施。

2 工程概况

本文以某城市轨道交通 3 号线地下车站工程为研究对象，该车站为明挖地下二层框架结构，车站总长 218 米，标准段宽 19.6 米，基坑开挖深度 17.2 米。场地地层主要为粉质黏土、砂卵石层，地下水位埋深为 6.5～9.2 米，地下水丰富且渗透性大，车站主体防水等级为一级，要求结构表面无渗漏、无湿渍，防水体系采用钢筋混凝土自防水结合外包卷材防水层的复合防水形式，对施工缝、后浇带、穿墙管等关键部位做专项防水构造。

3 主体结构防水施工核心质量控制要点

3.1 结构自防水施工质量控制

结构自防水是地铁车站主体防水的第一道防线，依靠防水钢筋混凝土自身密实性抵抗地下水渗透，是整体防水体系的基础，结构自防水施工质量直接影响主体结构的抗渗耐久性能。

原材料质量控制为自防水施工打下基础。施工所用的低水化热普通硅酸盐水泥，严格控制水泥安定性、强度等指标。粗骨料为连续级配碎石，最大粒径不大于 31.5 毫米，含泥量小于百分之一，无针片状颗粒。细骨料采用洁净中砂，含泥量不大于 3%。同时掺入优质粉煤灰和高效缓凝抗渗外加剂，改善混凝土配合比，减小水泥水化热，减少混凝土收缩裂缝。混凝土进场时要实行抽检制度，不合格的材料不能使用到施工中。

混凝土拌合、运输过程要准确控制。严格按照试验室提供的配合比计量投料，保证拌合均匀，根据天气环境实时调整拌合用水量，保证混凝土坍落度稳定。运输用密闭罐车，全程低速搅拌，防止混凝土离析、初凝，浇筑现场及时进行浇筑，不得超时使用。

浇筑、振捣工艺是密实度控制的重要环节。采用分层分段连续浇筑方式，分层浇筑厚度控制在 500 毫米以内，防止出现施工冷缝。振捣采用插入式振捣器，快插慢拔，均匀振捣到混凝土表面泛浆、无气泡溢出，杜绝漏振、过振现象，防止出现蜂窝、麻面、空洞等质量缺陷。对墙体、梁柱节点等复杂部位加强振捣控制，保证结构整体密实。

养护控制影响混凝土抗渗性能的成型。混凝土浇筑完毕后及时覆盖保湿材料，初凝后洒水养护，养护时间不少于 14 天。高温天气加大洒水频次来防止表面干裂，低温天气做好保温防护，防止混凝土受冻产生裂缝，逐步提高混凝土的强度和抗渗等级。

3.2 附加防水层施工质量控制

附加防水层为主体结构第二道防水防线，主要弥补结构自防水的细微缺陷，阻断地下水渗透通道，工程采用高聚物改性沥青防水卷材，厚度 7 毫米，适配一级防水设计标准。

基层处理属于防水层施工的前期关键工序。彻底清除结构表面的浮浆、杂物、油污，打磨平整凸起处，修补蜂窝、孔洞、裂缝等缺陷，保证基层坚实平整、干净干燥。基层阴阳角打磨成圆弧过渡形态，防止锐角划破卷材，给防水层的铺设提供合格的施工基面。

卷材铺设严格按照标准化工艺进行。施工前进行样板

引路，确定铺设标准和工艺参数。采用热熔法施工，加热温度控制在 180℃左右，均匀烘烤卷材底面及基层，保证卷材熔融均匀、粘贴牢固。卷材铺设先细部后大面、先低后高，阴阳角、管根等处提前做附加防水层，附加层宽度不小于 500 毫米。卷材搭接宽度长边不小于 100 毫米，短边不小于 150 毫米，搭接缝顺水流方向设置，严禁逆坡搭接。

3.3 细部构造防水质量控制

施工缝防水用钢边橡胶止水带做防水处理，安装时止水带中心线应与施工缝中心线重合，用定位钢筋固定牢固，不得扭曲、折叠、偏移。止水带接头用热熔焊接，对接密实无间隙，施工缝浇筑前清理界面浮渣、积水，涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料，保证新旧混凝土结合紧密。

后浇带按设计间距设置，留置时间不小于 42 天。后浇带浇筑前将接缝界面的松散混凝土清除干净，用高一标号微膨胀防水混凝土浇筑，分层振捣密实，延长养护时间，减小混凝土收缩应力，防止接缝裂缝渗漏。

穿墙管道施工前准确确定预埋位置，管道周围用密封膏嵌缝封堵，外侧做防水附加层，管道与结构间空隙用微膨胀混凝土填充密实，防止出现缝隙渗水。在变形缝处用埋式止水带和外贴防水层配合使用，预留变形余量，适应结构沉降变形，用密封材料封堵缝隙，形成多重防水防护。

3.4 工程施工质量数据对比分析

以本地铁车站工程为依托，统计优化防水施工管控措施前后施工质量数据，对比渗漏缺陷发生率、工序验收合格率等主要指标，具体数据见下表。根据各个阶段的质量控制要点进行有针对性的落实，大大降低了防水施工的缺陷率，提高了防水工程施工质量。

表 1 工程施工质量数据对比

施工管控阶段	常规管控阶段	优化管控阶段
自防水混凝土密实度合格率(%)	92.3	98.7
防水层铺设验收合格率(%)	90.5	97.9
细部构造防水合格率(%)	88.6	96.8
整体渗漏缺陷发生率(%)	3.2	0.4

由数据可知，落实精细化质量控制要点之后，各个工序施工合格率明显提高，结构渗漏缺陷发生率大幅度降低，完全符合一级防水设计标准以及运营使用要求，充分证明了本文所提出的管控措施是有效的、可行的。

4 施工质量保障措施

（1）建立健全技术控制体系：施工前组织全员进行专项技术交底，明确各工序施工标准、工艺要点及质量要求，实行样板引路制度，用样板标准控制大面积施工。建立关键工序旁站制度，对防水混凝土浇筑、防水层铺设、细部节点施工等关键工序进行全过程的监督，做好施工影像和数据的记录工作，实现全过程可追溯的管控。

（2）加强人员和设备管理：选择有地铁防水施工经验的作业人员，上岗前进行专项培训和考核，考核合格后方可作业。定期对施工机械设备进行保养、检测，保证设备正常运转、检测结果准确，保证施工工艺落实、质量检测合格。

（3）加强质量检测验收：建立三检制验收制度，各工序完成之后执行自检、互检、交接检，验收合格后方可进入下一道工序。对进场的原材料进行复检、施工过程随机抽检、成品专项检测，主要检测混凝土抗渗等级、卷材防水性能、节点密封质量等主要指标，及时发现和整改质量问题。

5 结论

地铁车站主体结构防水施工属于系统性、精细化的隐蔽工程，施工质量好坏直接影响到地铁工程结构安全及长久运行情况。施工过程中要始终坚持多道设防、综合治理的原则，重点控制结构自防水、附加防水层、细部构造这三个主要环节，细化各个工序的施工工艺标准，落实全过程的质量管控措施。经由改良原材料控制、明晰施工工艺、加强细部防护、完备验收体系，可以明显削减结构渗漏危险，改善地铁车站主体结构防水施工品质，保证地下工程结构耐久性及运营安全，给城市轨道交通工程高质量施工赋予技术支撑。

参考文献：

[1] 闫实,全阳,罗光财,等.浅谈地铁车站主体结构防水施工技术[J].四川建材,2023,49(11):118-119+122.

[2] 苏博文.地铁车站主体结构防水施工技术研究[J].科技创新与应用,2022,12(20):156-159.