

地铁施工中地下车站防水施工技术浅析

王春雨

哈尔滨地铁集团有限公司 黑龙江哈尔滨 150000

【摘要】地铁工程建设阶段，地下车站由于处在复杂的地下水环境中，且混凝土结构存在裂缝、变形缝、施工缝等缺陷，容易出现漏水问题，仅影响地铁运营安全，降低乘客的舒适度。为减少漏水影响，结合地下车站防水工程特征，本文归纳排水设计不当、建筑材料质量不佳、现场施工控制不严漏水的主要原因。针对这些问题，采用结构自防水施工技术、结构外防水施工技术、施工缝防水处理以及变形缝防水处理等多种防水施工技术，提升地下车站的防水性能，确保地铁工程的整体质量。

【关键词】地铁施工；地下车站；防水施工技术；结构自防水；施工缝防水

引言

地铁施工中地下车站所处环境复杂性较高，尤其是防水施工难度大、要求高。同时，面临不良地质条件、地下水持续影响，所以采取科学合理的施工方式尤为关键。随着近年来地铁工程建设数量逐步增多，防水施工技术水平不断提高，很多先进的技术和材料应用到实践中，如高分子防水材料、注浆防水技术等。基于此，本文以前人研究作为基础，深入探讨地铁施工中地下车站防水施工技术建设完善防水施工技术体系，确保地铁车站工程建设质量合格，满足运营需求，对现代地铁工程领域建设和发展产生积极作用。

1 地下车站防水工程特征

1.1 高耐久性要求

地铁防水工程在项目开展的阶段中，所采用的防水材料一定要具备较强的耐久性，从而确保防水层能够在地下车站长期运行过程中始终处于稳定的状态。由于地下车站的主体受力部件通常使用年限均需要超过100年，所以，在柔性防水材料的耐久度选择需要与这一年限匹配。

1.2 防水设防等级高

地下车站作为地铁运营的结构组成部分，地下车站的防水等级要求非常高，尤其是在车站人行通道以及机电设备比较集中的区域，必须要根据一级防水的标准进行施工，确保这些区域不会受到地下水的侵蚀。而针对其他区域的隧道以及相关的附属结构工程，则按照二级的防水标准要求进行。

1.3 使用环境复杂

地下车站防水层在使用过程中会长时间承受列车载荷，同时还会受到地下水位、酸碱度、冻融环境以及微生物等各种因素的影响。这些复杂的因素都会对防水层的质量和

耐久性产生影响，因此地下车站防水工程需要充分考虑这些环境因素，并采取相应的防护措施。

2 漏水原因

2.1 排水设计原因

由于地铁车站项目所在区域地下水位较高，地下通道和地铁车站连接位置的防水性要求高，需落实各项防控措施才能确保地下车站具备较高安全性。但从初期整体设计方面展开分析，地下通道与地铁站连接位置并未设置专用排水通道，长期受到地下水压力持续作用，进入到车站主体结构内而引发安全事故。由于该设计方案本身存在缺陷，导致地铁车站建设运营过程中极易发生渗水问题，尤其是在地下水位升高、降雨量增大的情况下渗水流量持续增加，极大威胁地铁车站的安全性，也会给乘客生命安全造成侵害。此外，地铁车站出入口位置连接部分的缝隙较大、密封性不足，也容易导致渗水问题的发生，使整个防水系统的功能性难以实现^[1]。

2.2 建筑材料原因

地铁车站项目建设施工中混凝土为主要施工材料，其性能和质量对于地铁车站运营安全性有直接影响，关系到防水性能。但是在混凝土生产过程中，砂、石作为主要原材料，其内部本身存在着孔洞和缺陷。如果选择的原材料存在缺陷问题，混凝土生产制作后其内部存在细小的孔洞以及缝隙，这就是渗水问题发生的原因。同时，混凝土材料生产配比的过程中，因为水灰比较大、粉砂使用量过多、骨料含泥量超标、使用收缩率较高的水性混凝土，造成混凝土结构内部孔洞以及缝隙问题加剧。此外，混凝土生产制作过程中搅拌站并未按照规范要求和技术标准生产制作，造成混凝土性能无法达到标准，防水性也难以满足地

火车站的运营需求。

2.3 现场施工原因

地铁工程地下车站施工阶段，由于现场某些因素影响导致渗漏水现象的出现。如果在施工阶段混凝土浇筑时间、性能、配比方案并未达到技术标准，极易造成混凝土材料粘结强度无法达到合格的标准，也会造成地铁车站发生裂缝。而在地铁车站建设过程中，车站顶板以及侧墙的连接位置是渗漏水发生率最高的部位，其主要形成原因包含如下几点：①没有采取有效的施工缝处理措施，混凝土结构粘结性能下降，抗压强度不足而引发裂缝。②现场施工阶段顶板与侧板连接位置拼接密实度不足，发生漏浆问题，且粗骨料之间存在过大孔隙而引发漏水现象。③混凝土浇筑结束后未按照技术标准振捣处理，或者存在漏振现象，混凝土结构密实度不足而引发漏水问题。混凝土浇筑施工阶段止水带和后浇带位置被堵，导致渗漏水现象的发生。同时，施工缝止水带施工阶段并未按照技术标准进行，且没有落实各项保护性措施造成止水带性能缺失。此外，钢边橡胶止水带连接精度不合格，造成止水带安装固定的过程中发生偏移、接头渗漏水等情况。车站以及隧道连接位置防护效果较差，并未按照技术标准搭接施工造成渗漏水现象。

车站主体结构的裂缝也会造成渗漏水现象的出现，主要原因如下：①混凝土材料配比方案设置不当、搅拌均匀性差，混凝土内部孔隙过大、密实度不合格而引发裂缝。②混凝土浇筑施工时因为某些意外性因素造成施工中断而引发渗漏水问题。③混凝土施工阶段存在过振、漏振等情况而引发渗漏水。

3 地铁车站防水施工技术分析

3.1 自防水施工技术

地铁车站施工阶段选用自防水施工技术比较普遍，其防水施工效果关系到整个地铁车站运营的安全性、稳定性。本地铁车站施工阶段为防止混凝土结构出现裂缝问题，混凝土材料生产制作阶段加入膨胀防水剂，防止混凝土收缩量过大而造成结构渗漏水，也能够提高混凝土结构抗裂性。同时，混凝土材料生产制作阶段加入一定量的磨细矿渣粉以及粉煤灰，矿渣粉加入比例30%，粉煤灰加入比例20%。根据混凝土主体结构施工需求落实现场清理措施，禁止存在任何杂物而影响施工效果。混凝土模板施工阶段对其平整度、密封性展开检测，尤其是接缝位置采取密封措施，预防发生漏浆问题造成强度下降。模板施工阶段采用螺栓对拉连接，需对连接效果展开检测，避免因操作不当而影响结构防水性。混凝土浇筑施工采用分层分段施工方式，单层结构厚度控制在30cm以内，且浇筑结束后及时振

捣使其密实度合格^[2]。

3.2 结构外防水施工技术

地铁车站工程施工时，明挖施工措施应用阶段采取如下防水方案：底板施工结束后表面铺设厚度1.5mm的PVC卷材，并安装土工布作为缓冲层，再在表面覆盖厚度50mm的C15细石混凝土作为保护层；侧墙铺设厚度1.5mm的PVC卷材，并铺设土工布防缓冲层；顶板铺设厚度2.5mm的非焦油聚氨酯防水涂料，表面铺设厚度70mm的C15细石混凝土保护层；转角位置在上述基础下，增加自粘改性沥青防水卷材作为附加防水层。

3.2.1 基层施工处理

地铁车站主体结构混凝土浇筑施工后，对表面采取压光处理措施确保基层结构表面具备平整性、坚固性。同时，对基层结构表面展开检测，如果存在突出的情况使用设备切割处理，在切割位置涂抹聚氨酯密封胶并进行刮平、压实处理。如果基层结构表面存在凹陷情况，则在凹陷位置使用清水冲洗干净，并且填充聚氨酯密封材料使其密封性、强度合格，压实度符合技术标准。对于基层结构表面存在宽度0.3m以上的裂缝，则在该裂缝表面涂刷厚度在1mm左右的聚氨酯，涂抹层数为2层，最后再进行表面防水层的涂刷施工。侧墙位置施工结束后检测钢筋外露情况，将裸露在外的钢筋全部切割并涂抹水泥砂浆，达到平整、顺直的效果。此外，现场设置排水盲沟确保基层表面积水能够及时排出。

3.2.2 防水层施工技术

(1)底板PVC防水卷材铺设施工是提高结构防水性的关键，也是延长使用寿命的重要举措。该项目施工阶段针对该位置铺设防水卷材采用“空铺法”，空铺法应用过程中先在基层结构表面铺设防水卷材，一般该阶段不需要使用垫片辅助。基层结构表面防水卷材铺设结束后，对铺设效果展开检测，使其达到平顺度，禁止存在扭曲、皱折、歪斜等情况对防水卷材性能造成不利影响。同时，防水卷材铺设后检测其与基层结构紧密贴合性，使其贴合位置没有任何空隙而存在渗流通道。开料前做好现场测量放样工作，精准测量各项技术参数，并且尽量减少卷材接头数量位置。如果卷材铺设过程中不得不设置接头，则需采取交错设置方式，并且采用“丁”字形接头连接的方式，预防因为应力造成开裂而导致渗漏水问题。焊接作业开始前需对焊接工艺检测分析，并明确焊接技术标准，确保焊接结束后连接强度达标。同时，焊接时对现场采取清理措施，确保其达到干燥、无漏点、无油污、无附着物，使其焊接强度满足技术标准。焊接工作阶段选用自动爬行式双缝焊接

机完成卷材焊接作业，并保证接缝位置防水卷材搭接宽度超过100mm。焊接时各位置符合严密、均匀性的标准，禁止存在烧穿或连接强度不合格的情况。除此之外，两幅防水卷材搭接位置交错300mm左右，从而提高防水卷材结构的整体性以及可靠性^[3]。

(2)侧墙PVC防水卷材铺设施工环节选择“外防内贴法”，该方法铺设防水卷材阶段将其设置在围护结构墙上，并和垫层混凝土延伸的防水卷材紧密贴合使防水卷材的整体性、防水性达到技术标准。侧墙PVC防水卷材铺设开始前需准备射钉枪，使得垫片和围护墙体结构紧密连接。同时，为确保防水卷材的整体铺设效果符合技术标准，在每块防水卷材铺设时设置两排垫片，且每平方米上设置4个垫片作为支撑，使得防水卷材强度和密封性满足技术标准。

上述准备工作结束后，开展侧墙PVC防水卷材悬挂预铺作业。该阶段需将防水卷材放置在施工现场，并且将整卷卷材紧靠在围护墙体上，使相邻卷材贴合达到紧密性。卷材铺设后具备平整性、顺直性，预防施工过程中存在扭曲、褶皱、歪斜等问题影响防水卷材的使用效果。防水卷材焊接施工是提高防水性的关键，选择自动爬行式双缝焊接机从底部向上逐步完成焊接作业，提高焊接的效率和质量。焊接过程中由工作人员辅助进行，采取人工传递的方式确保防水卷材供应充足，各位置防水卷材连接具备紧密性以提高防水效果。此外，侧墙防水卷材铺设结束后，对其密封性、牢固性、防水性展开检测确保防水性能达标。

3.3 特殊部位防水施工技术

3.3.1 施工缝防水处理

根据地铁车站设计方案和施工工艺，明挖施工缝选用“镀锌钢板止水带+防水附加层+注浆管”方式。如果现场施工环节由于空间受到限制，止水带的施工缝安装无法达到施工需求，则在现场施工中采用“背贴式止水带+双道缓膨胀遇水膨胀胶+预埋注浆管”防水施工。同时，按照本项目设计方案，在钢板橡胶止水设计时其宽200mm、厚3mm，钢板厚0.8mm，并且确保防水层紧密连接。而在注浆施工阶段选用PVC软管作为注浆管，并且使用强度较高的自流式水泥浆填充作业。水平施工缝以及环向施工缝施工阶段加强现场检验检测，并且将浮浆、杂物全面清理干净再涂抹防水涂料。涂料涂刷结束后，表面铺设厚度30cm的水泥砂浆达到保护效果。

3.3.2 变形缝防水处理

根据地铁车站施工需求，变形缝施工阶段加强防水处理，采取精细化处理措施以提高防水效果。如果变形缝宽度达到30mm，现场施工阶段使用中置式橡胶止水带以保证防水

性达标。根据变形缝防水施工技术标准，止水带检测合格后将其稳定连接在主筋或特制的箱型挡板上，并确保止水带空心圆与变形缝中心精准重合，从而确保止水带运行中各项功能达标。而在端头模板制作结束后进入到现场开展安装，并选用合适方式支撑固定以提高其连接效果，预防浇筑阶段发生漏浆问题而引发渗漏现象。同时，侧墙与底板变形缝布置执行设计标准，选用背贴式止水带以提高结构连接性、防水性。根据侧墙与顶板的连接位置布置变形缝设置不锈钢接水槽，使其能够疏通水流，为后续的清污以及维护提供基础，也能确保变形缝性能合格，延长使用寿命。

4 地铁车站防水施工成效分析

按照地铁车站设计方案和结构组成特点，出入口通道、机电设备位置为一级防水标准，投入运营后并未出现渗漏水现象，表面无任何湿渍；车站风道、风井按照二级防水标准施工，并未发生渗漏水现象，但有位置存在少量湿渍，面积并未超过2/1000，且任何100m²范围内湿渍数量在3处以下，单个湿渍面积未超过0.2m²。经过对上述检测结果分析，地铁车站施工时防水性能合格，延长使用寿命，保证运营达到安全性标准。同时，地铁车站投入运营的阶段对防水性严密监测，实时掌握地铁车站防水施工效果，并且根据实际情况采取维护措施消除渗漏问题，确保地铁车站运营的安全性、稳定性、可靠性。

5 结语

地铁施工中地下车站作为其重要组成部分，防水施工关系到地铁车站运营安全性以及乘客生命安全。本文从地铁车站施工情况分析，遵循设计方案和技术标准落实防水施工措施，加强先进防水施工材料和技术的应用提高地铁车站防水施工水平。在今后地铁车站防水施工技术不断发展的背景下，不断研发先进的施工技术和材料，明确地下车站防水施工技术标准以提高防水效果，为现代地铁工程领域建设发展提供有力支持。

参考文献：

- [1]许奎.地铁施工中地下车站防水施工技术研究[J].中华建设,2020,(11):122-123.
- [2]谢祥东.地铁施工中地下车站防水施工技术[J].科技创新与应用,2021,11(30):129-132.
- [3]孙宗丹.轨道交通地下车站特殊节点防水技术及施工工艺研究[J].广西城镇建设,2021,(09):95-96+99.

作者简介：

王春雨(1987.5—)女,汉,河北保定市,大学本科,高级工程师,研究方向:道路桥梁与隧道工程高级工程师。