

因素：（1）防水性能：首要考虑的是材料的防水效果，包括其抗渗性、耐水压能力及长期稳定性，确保在复杂多变的地下环境中有效阻隔水分渗透。（2）耐久性：地铁工程使用周期长，要求防水材料必须具备良好的耐久性，能够抵抗地下水的侵蚀、化学物质的腐蚀以及温度变化引起的老化。（3）环保性：随着环保意识的增强，选用环保型防水材料已成为行业共识。这些材料在生产、施工及后期处理过程中，应尽量减少对环境的影响。（4）施工便捷性：易于施工、接缝处理简单、与基层粘结牢固的防水材料，能显著提高施工效率，降低施工难度。（5）经济性：在保证防水效果的前提下，合理控制材料成本，选择性价比高的防水材料。

2.2 施工工艺的确定与实施

地铁防水施工工艺的确定，应遵循“预防为主、多道布防、防排结合”的原则，通过科学合理的施工方法和技术手段，构建多层次的防水体系^[2]。（1）基层处理：防水施工前，需对基层进行彻底清理，确保无浮土、油污、松散物等，以提高防水层与基层的粘结强度。同时，对基层的裂缝、孔洞等缺陷进行修补，减少渗漏隐患。（2）防水层施工：根据设计要求，采用合适的防水材料进行施工。如采用高分子防水卷材时，需注意卷材的搭接宽度、焊接质量等；（3）细部构造处理：地铁工程中，施工缝、变形缝、穿墙管等部位是防水薄弱环节，需采取特殊措施进行加强处理。如设置止水钢板、橡胶止水带等，以提高这些部位的防水效果。（4）排水系统构建：防水并非单纯的“堵”，还需结合排水措施，形成“防排结合”的防水体系。（5）后期维护与监测：地铁投入运营后，应定期对防水系统进行维护与检查，及时发现并处理潜在的渗漏问题。同时利用现代监测技术，对防水效果进行实时监测，确保地铁结构的安全稳定。

3 地铁防水施工关键技术

3.1 混凝土结构自防水技术

混凝土结构自防水是地铁防水体系的基础，其核心在于通过优化混凝土材料的性能，使其本身具备较高的抗渗性和耐久性，从而减少外部防水层的依赖。具体实现方式包括：（1）优化混凝土配合比：通过精确计算水泥、水、骨料及外加剂的比例，确保混凝土具有良好的工作性能和硬化后的物理力学性能。降低水灰比，增加混凝土的密实度，是提高抗渗性的关键。（2）掺入外加剂：如抗裂防水剂、膨胀剂等，这些外加剂能在混凝土内部形成致密的晶体结构或膨胀压力，填补混凝土中的微小孔隙和裂缝，提高混凝土的抗渗性和耐久性。（3）

采用高性能混凝土：如高性能耐久性混凝土（HPDC）、自密实混凝土（SCC）等，这些混凝土具有更高的强度、更好的耐久性和更低的渗透性，能显著提升结构的自防水能力。

3.2 施工缝与变形缝防水技术

施工缝和变形缝是地铁工程中常见的薄弱环节，也是水分容易渗透的部位^[3]。为了确保这些区域的防水效果，需采用专门的防水技术措施：（1）止水带与止水钢板：在施工缝和变形缝处设置止水带或止水钢板，利用其良好的弹性和密封性，有效阻止水分通过这些缝隙渗透。止水带的选择需考虑其材质、尺寸、形状等因素，以确保与混凝土结构的紧密贴合。（2）嵌缝密封材料：在止水带或止水钢板安装完成后，还需使用嵌缝密封材料（如聚氨酯密封胶、遇水膨胀橡胶等）对缝隙进行填充和密封，进一步增强防水效果。（3）加强层设置：在某些关键部位，如穿越不同地层或地质条件复杂的区域，可增设防水加强层，如设置防水卷材或防水涂料层，以提高整体的防水性能（如图2所示）。

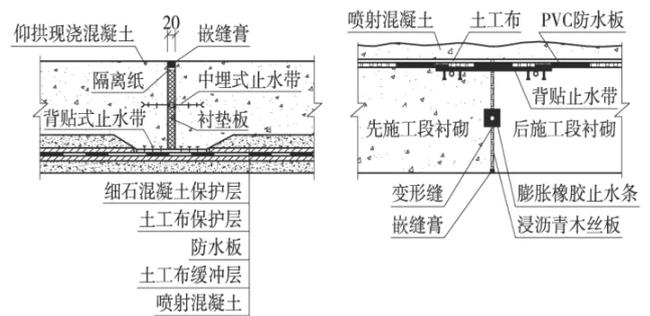


图2 施工缝与变形缝防水技术

3.3 特殊部位防水技术

（1）顶板防水：顶板作为地铁结构的上部覆盖层，需承受较大的荷载和环境变化。可采用多道防水设防原则，即在顶板混凝土中掺入防水剂、设置防水层（如防水卷材、防水涂料层）的同时，还可在顶板上部设置排水层或种植绿化层，以减轻雨水对顶板的直接冲击和渗透压力。（2）侧墙防水：侧墙是地铁结构的重要组成部分，其防水效果直接影响地铁内部的干燥度和舒适度。可采用防水混凝土作为侧墙的主要结构材料，并在其外侧设置防水层（如防水卷材层）。同时需注意侧墙与底板、顶板之间的连接部位的处理，确保防水层的连续性和完整性。（3）细部构造处理：针对侧墙上的预留孔洞、穿墙管道等细部构造，需进行严格的防水处理。如采用遇水膨胀橡胶条或密封胶对孔洞进行封堵；在穿墙管道周围设置止水环或采用防水套管等措施，以防止水分通过这些细部构造渗透。

4 地铁防水施工中存在的问题与对策

4.1 问题分析

(1) 施工缝渗水问题，其核心在于细节处理不当，如止水带或止水钢板未能牢固安装且位置精准，加之混凝土振捣不充分，导致接缝处成为水分渗透的薄弱环节。解决此问题需严格把控材料质量，优化施工工艺，确保止水设施安装精准无误，并加强混凝土振捣，提高接缝处密实度。(2) 而混凝土开裂，则是一个复杂的多因素作用结果。从设计源头出发，需合理调配混凝土配合比，确保强度与抗裂性兼顾；并且严格筛选原材料，杜绝质量不达标材料入场。防止干缩变形。裂缝一旦出现，不仅影响结构安全，更会显著降低防水效果，因此预防与及时修复同等重要。

4.2 对策措施

4.2.1 针对施工缝渗水问题：(1) 是采用高质量的微晶水泥砂浆精细找平接缝，显著提升其平整与密实度，为防水打下坚实基础。(2) 严格确保止水带与止水钢板精准定位、稳固安装，通过预加固与检查机制，防止浇筑时的任何移位或损伤^[4]。(3) 强化混凝土浇筑中的振捣环节，采用高效振捣技术，确保混凝土与止水设施间紧密无缝，彻底消除气泡与空洞，构建坚不可摧的防水屏障。

4.2.2 针对混凝土开裂：(1) 优化混凝土配合比设计，根据工程实际情况和气候条件调整水泥用量、水灰比等参数，提高混凝土的抗裂性能。(2) 选用优质原材料，严格控制砂石料的含泥量和级配，确保混凝土质量稳定可靠。(3) 加强混凝土的养护管理，采用覆盖保

湿、洒水养护等方法，减少混凝土因干缩变形而产生的裂缝。(4) 引入温度控制技术，在混凝土浇筑和养护过程中合理控制温度，避免温度应力引起的裂缝。

4.2.3 加强施工管理：(1) 提高施工人员的技能水平和质量意识，通过培训和教育增强其对防水施工重要性的认识。(2) 建立健全的质量管理体系，明确各级管理人员和施工人员的职责和权限，确保防水施工过程中的每一个环节都得到有效控制。(3) 加强施工过程中的监督检查和验收工作，及时发现并纠正存在的问题，确保防水施工质量的稳定可靠。

结语

地铁防水施工技术是保障地铁工程安全、稳定及长期使用的关键。通过深入研究防水施工的重要性、概述、关键技术以及存在的问题与对策，可以为地铁防水施工提供有力的理论支持和实践指导。未来，随着科技的不断进步和新型防水材料的不断涌现，地铁防水施工技术将不断得到创新和完善，为城市地铁建设贡献更大的力量。

参考文献

- [1]张勇.地铁车站主体结构渗漏水原因分析及防治技术[J].智能城市,2021,7(6):134-135.
- [2]杨磊,孙斌.石家庄地铁防水施工质量问题分析与对策[J].工程质量,2020,38(6):44-49.
- [3]张永琛.探析地铁车站主体结构施工渗漏水的控制技术[J].科学技术创新,2020(24):154-155.
- [4]常亚军.地铁施工中地下车站防水施工技术浅析[J].建筑工程技术与设计,2021(20):157-158.