

# 地铁车站暗挖隧道防水施工探讨

宋殿宏

中电建铁路建设投资集团重庆有限公司 重庆 400000

**摘要：**随着城市化进程的加快，地铁车站暗挖隧道施工成为城市建设的重点。然而，暗挖隧道防水施工因其复杂性和特殊性，一直是地铁建设中的难点和重点。本文深入探讨了地铁车站暗挖隧道防水施工的基础理论、材料与工艺、关键技术等方面，旨在提出更加科学、有效的防水施工方案。通过优化防水材料选择、提高施工工艺水平、加强防水层施工质量监控等措施，确保地铁车站暗挖隧道的防水性能和安全性，为城市居民提供更加便捷、高效的出行环境。

**关键词：**地铁车站；暗挖隧道；防水施工

**引言：**随着城市化进程的加速，地铁交通已成为现代城市的重要组成部分。地铁车站暗挖隧道作为地铁建设中的关键环节，其防水施工质量直接关系到隧道结构的稳定性和使用寿命。由于地铁车站暗挖隧道位于地下深处，受地质、水文等自然条件的影响较大，因此防水施工难度较大。本文将围绕地铁车站暗挖隧道防水施工展开探讨，分析防水施工的重要性、难点及关键技术，以期对相关工程提供参考和借鉴。

## 1 地铁车站暗挖隧道防水施工基础理论

### 1.1 地质与水文条件分析

(1) 不同地质、水文条件对防水施工的影响。地质与水文条件是影响地铁车站暗挖隧道防水施工的重要因素。在软土地质中，由于土壤颗粒松散、透水性强，地下水位较高，易导致隧道施工过程中出现涌水和渗漏问题，增加了防水施工的难度。而在硬质岩石地质中，岩石的裂隙和断层则可能成为地下水渗漏的通道，需要采取更加严密的防水措施。此外，地下水位的动态变化也会对防水施工产生影响，水位上升时，隧道内的水压增大，可能导致防水层的破裂和失效。(2) 地铁车站暗挖隧道所处的典型地质环境。地铁车站暗挖隧道通常位于城市地下，所处的地质环境复杂多样。典型的地铁车站暗挖隧道所处的地质环境包括软土、砂层、砾石层以及岩石层等。其中，软土和砂层地质条件下的隧道施工难度最大，需要采取更加精细和高效的防水施工技术。而岩石层地质条件下的隧道则相对稳定，但仍需关注岩石裂隙和断层的防水处理。

### 1.2 防水施工原理

(1) 全封闭防水施工技术的核心原理。全封闭防水施工技术的核心在于构建一个完整的防水屏障，将隧道内部与外部环境完全隔离。这一技术通常包括防水层、

注浆层和排水层等多个层次。防水层直接覆盖在隧道结构上，起到隔绝地下水的作用；注浆层则用于填充隧道周围的空隙，增强防水层的整体性；排水层则负责将少量渗透进隧道内的地下水及时排出，避免积水对隧道结构造成损害。(2) 防水材料与防水工艺的作用机制。防水材料的选择直接关系到防水层的质量和寿命。优质的防水材料应具有良好的防水性能、耐久性和适应性，能够抵抗地下水压力、温度变化和化学侵蚀。防水工艺则决定了防水材料能否充分发挥其性能。通过合理的施工方法和操作流程，可以确保防水材料紧密贴合隧道结构，形成有效的防水屏障。同时，防水工艺还包括对防水层进行质量检测和验收，以确保其满足设计要求和使用需求。

## 2 地铁车站暗挖隧道防水施工材料与工艺

### 2.1 防水材料的选择

(1) 塑料防水板、预铺式自粘防水卷材等材料的应用。塑料防水板，如EVA（乙烯-醋酸乙烯共聚物）、LDPE（低密度聚乙烯）、HDPE（高密度聚乙烯）及ECB（乙烯-醋酸乙烯-丁烯共聚物）等，因其良好的防水性能、柔韧性和耐腐蚀性，被广泛应用于地铁车站暗挖隧道的防水施工中。这些材料具有优异的抗渗性能和化学稳定性，能够有效隔绝地下水，保护隧道结构不受侵蚀。预铺式自粘防水卷材则以其施工简便、粘贴牢固的特点，成为防水层施工中的重要选择。(2) EVA、LDPE、HDPE及ECB等防水板（膜）的性能分析。EVA防水板具有优异的柔韧性、耐候性和焊接性，能够适应隧道结构的变形，且易于施工。LDPE防水板则以其低密度、高强度和良好的抗撕裂性能著称，适用于各种复杂地质条件下的防水施工。HDPE防水板则以其高密度、高强度和极佳的耐化学腐蚀性，成为对防水要求极高的

隧道工程的首选。ECB防水板则结合了EVA和LDPE的优点,具有更好的综合性能,能够满足更高标准的防水要求<sup>[1]</sup>。(3)防水材料的选择原则与标准。在选择防水材料时,应综合考虑隧道的地质条件、水文环境、施工难度和防水要求等因素。材料应具有良好的防水性能、耐久性和适应性,能够承受隧道结构的变形和地下水的压力。同时,材料还应符合相关的国家标准和行业标准,确保其质量和安全性。

## 2.2 防水施工工艺

(1)初期支护加背后注浆技术。初期支护是隧道开挖后的第一道防线,它能够为隧道提供临时支撑,防止围岩变形和坍塌。在初期支护完成后,通过背后注浆技术,将注浆材料注入到支护与围岩之间的空隙中,填充空隙,增强支护结构的整体性和稳定性,同时提高防水效果。(2)封闭防水板的设置方法。封闭防水板是防水层的重要组成部分,它能够隔绝地下水,保护隧道结构不受侵蚀。在设置防水板时,应确保其紧密贴合在初期支护上,无空鼓、无褶皱。同时,防水板的接缝处应采用热焊或冷粘等可靠的连接方式,确保接缝的密封性。

(3)二次衬砌及其防水处理。二次衬砌是隧道结构的最终支撑,它不仅能够提供足够的承载能力,还能够进一步提高隧道的防水性能。在二次衬砌施工前,应对初期支护进行清理和检查,确保其表面平整、无杂物。同时,在二次衬砌中应设置防水层,如铺设防水卷材或涂刷防水涂料等,以增强隧道的防水效果<sup>[2]</sup>。(4)施工缝、变形缝的防水处理措施。施工缝和变形缝是隧道结构中容易渗漏的部位。在施工缝处,应采用止水带或止水条等防水材料,将其嵌入到接缝中,以阻止地下水的渗漏。在变形缝处,则应设置可伸缩的防水装置,以适应隧道结构的变形,同时保持防水层的完整性。

## 2.3 防水层的施工质量监控

(1)防水层的施工厚度、密封性检测。防水层的施工厚度是保证其防水性能的重要指标。在施工过程中,应定期对防水层的厚度进行检测,确保其满足设计要求。常用的检测方法包括使用测厚仪进行非破坏性测量,以及取样进行破坏性测量。同时,防水层的密封性也是检验其防水效果的关键。在铺设完成后,应对防水层的接缝处进行密封性检测,如采用气压法或水压法,以确保接缝处无渗漏。(2)施工过程的监控与管理措施。为确保防水层的施工质量,应制定严格的监控和管理措施。首先,应加强对施工人员的培训和管理,提高其专业水平和质量意识。其次,应建立健全的质量管理体系,明确各级人员的职责和权限,确保施工过程的有

序进行。在施工过程中,应加强对原材料、施工设备和施工工艺的监控,确保其符合相关标准和要求。同时,还应定期对施工现场进行巡查和检查,及时发现并纠正施工中存在的问题。此外,还应建立完善的验收制度,对防水层进行严格的验收和评定。验收内容包括防水层的厚度、密封性、外观质量等方面。对于验收不合格的防水层,应及时进行整改和修复,确保其满足设计要求和用户需求。

## 3 地铁车站暗挖隧道防水施工的关键技术

### 3.1 初期支护防水质量控制

初期支护是地铁车站暗挖隧道防水施工的第一道防线,其质量直接关系到后续防水层的稳定性和耐久性。

(1)喷射混凝土的配合比与外加剂选择。喷射混凝土的配合比设计需根据隧道的地质条件、水文环境以及设计要求来确定。合理的配合比能够确保混凝土的强度和耐久性满足防水要求。在选择外加剂时,应优先考虑其改善混凝土工作性能、提高抗渗性能和耐久性的效果。例如,使用高性能减水剂可以降低混凝土的水灰比,提高混凝土的密实性和抗渗性;使用抗渗剂可以增强混凝土的抗渗性能,防止水分渗透。(2)湿喷工艺与喷射压力的控制。湿喷工艺相较于干喷工艺具有更高的施工效率和更好的质量控制。在湿喷过程中,应严格控制喷射压力,以确保混凝土能够均匀、密实地附着在初期支护上。喷射压力过低可能导致混凝土无法充分填充初期支护的空隙,形成空洞;而喷射压力过高则可能导致混凝土飞溅,影响施工质量和安全。因此,应根据混凝土的流动性、初期支护的粗糙度以及喷射距离等因素,合理调整喷射压力<sup>[3]</sup>。(3)空洞注浆增强抗渗性能。在初期支护完成后,应通过空洞注浆技术来填充其内部的空隙和裂缝,提高抗渗性能。注浆材料的选择应根据隧道的地质条件、注浆目的以及设计要求来确定。注浆过程中,应严格控制注浆压力、注浆量和注浆速度等参数,以确保注浆材料能够充分填充空隙和裂缝,形成连续的防水层。同时,还应应对注浆效果进行检查和验收,确保注浆质量满足设计要求。

### 3.2 混凝土结构自防水技术

混凝土结构自防水技术是通过优化混凝土的配合比、掺加外加剂以及控制施工工艺等方法,使混凝土本身具有防水性能的一种技术。(1)优化混凝土级配与掺加外加剂的方法。优化混凝土的级配可以减小混凝土的孔隙率,提高混凝土的密实性和抗渗性。同时,通过掺加外加剂,如抗渗剂、膨胀剂等,可以进一步增强混凝土的防水性能。抗渗剂能够降低混凝土的透水系数,提

高混凝土的抗渗等级；膨胀剂则能够产生微膨胀效应，填补混凝土内部的微小裂缝和空隙，提高混凝土的抗渗性和耐久性。（2）防水混凝土的骨料配比与入泵塌落度控制。防水混凝土的骨料配比应根据设计要求、原材料性能以及施工工艺等因素来确定。合理的骨料配比能够确保混凝土的强度和耐久性满足防水要求。同时，应严格控制防水混凝土的入泵塌落度，以确保混凝土在泵送过程中能够保持良好的流动性和工作性能。塌落度过高可能导致混凝土离析、分层，影响混凝土的密实性和抗渗性；而塌落度过低则可能导致混凝土输送困难，影响施工效率和质量。（3）钢筋与模板的合理选择与应用。钢筋的选择应根据设计要求、结构受力特点以及耐久性要求来确定。同时，应严格控制钢筋的间距和保护层厚度，以确保混凝土的密实性和抗渗性。模板的选择应优先考虑其刚度、稳定性和防水性能。在模板安装过程中，应确保模板拼接紧密、无缝隙，避免漏浆和渗水现象的发生。此外，还应加强对模板的维护和保养，确保其在使用过程中保持良好的工作状态<sup>[4]</sup>。

### 3.3 附加防水层的施工技术

附加防水层是在混凝土结构自防水的基础上，通过铺设柔性防水卷材或涂刷防水涂料等方法，形成一道额外的防水屏障。（1）柔性防水卷材或涂料的选用原则。柔性防水卷材或涂料的选用应根据隧道的地质条件、水文环境以及设计要求来确定。选用的材料应具有良好的耐水性、耐腐蚀性、耐老化性和柔韧性，以适应隧道结构的变形和地下水的压力。同时，材料还应具有可靠的粘结性能和密封性能，以确保与混凝土结构的紧密贴合和防水效果。在选择过程中，还应考虑材料的经济性和施工便利性，以降低成本和提高施工效率。（2）防水层的铺设与涂刷工艺。防水层的铺设与涂刷工艺是保证防水层质量的关键。在铺设柔性防水卷材时，应确保其

平整、无褶皱、无空鼓，并严格按照设计要求进行搭接和密封。铺设前，应对基层进行处理，确保其清洁、干燥、无油污和松散物。在涂刷防水涂料时，应控制涂刷厚度和涂刷遍数，确保涂层均匀、无漏刷和流淌现象。同时，还应注意涂刷时的环境温度和湿度，避免涂料因固化不良而影响防水效果。（3）防水层与结构的粘贴密实度控制。防水层与结构的粘贴密实度是保证防水层长期稳定的重要因素。在铺设和涂刷防水层后，应采用适当的方法和工具对其进行压实和密封，以消除空隙和气泡。对于柔性防水卷材，可采用热风枪或滚轮等工具进行压实；对于防水涂料，则可采用刮板或滚筒等工具进行涂刷和压实。同时，在混凝土浇筑前，还应对防水层进行保护和检查，确保其不受损坏和污染。

### 结束语

综上所述，地铁车站暗挖隧道的防水施工是一项复杂而关键的任务，它不仅要求施工人员具备丰富的经验和专业知识，还需要科学的防水设计理念、优质的防水材料以及精细的施工工艺。通过对防水施工全过程的严格管理和监控，可以有效提升地铁车站暗挖隧道的防水性能，保障隧道结构的稳定性和安全性。未来，随着防水技术的不断进步和创新，地铁车站暗挖隧道的防水施工将会更加高效、可靠，为城市地铁建设贡献力量。

### 参考文献

- [1]代勇.地铁车站暗挖隧道防水施工技术分析[J].城市建筑,2019,(09):93-94.
- [2]朱广泉.高铁暗挖隧道接缝防水密封性能数值模拟分析[J].中国建筑防水,2021,(03):41-46.
- [3]王克成.地铁隧道穿越断裂带防水堵漏技术研究[J].山西建筑,2021,(05):51-52.
- [4]兰广海.超浅埋暗挖法隧道地层加固及开挖施工技术[J].交通世界,2021,(12):145-146.