

铁路隧道防水层的施工技术及其质量控制研究

邓红梅

中国水利水电第七工程局有限公司 四川 成都 611700

摘要: 文章深入探讨铁路隧道防水层的施工技术及其质量控制。施工技术方面,详细阐述防水板铺设、接缝焊接等关键步骤的技术要点与操作规范;质量控制措施则覆盖施工前准备、施工过程监控、施工后验收及后期维护等全周期管理。通过科学严谨的技术应用和全面细致的质量控制,旨在确保铁路隧道防水层达到设计标准,有效保障隧道结构安全及运营稳定。

关键词: 铁路隧道; 防水层; 质量控制

1 铁路隧道防水层施工技术概述

铁路隧道防水层施工技术是确保隧道结构安全稳定、防止地下水侵入的关键环节。防水层施工需在基层验收合格后进行,确保基面平整、无尖锐物,以减少对防水层的损害。施工前,需对初支表面进行处理,如切除外露的锚杆头、钢筋等硬物,并用砂浆抹平不平整处,为防水层铺设提供良好基础。防水层材料的选择至关重要,通常采用耐水性强、抗渗性能好的防水材料,如防水板、无纺布等。防水板铺设时,需采用无钉孔铺设工艺,通过热熔焊接等方式将防水板与无纺布牢固连接,确保接缝严密,防止渗水。在铺设过程中,需严格控制防水板的松紧度,避免过紧导致防水板在混凝土浇筑时被挤破,或过松产生褶皱影响防水效果,防水板接缝应与衬砌施工缝错开,以增强整体防水性能^[1]。排水系统的建设也是防水层施工的重要组成部分,通过设置环向、纵向盲管及泄水孔等排水设施,将隧道内部及周边的水分有效排出,保持隧道干燥稳定。

2 铁路隧道防水层材料选择与质量把控

2.1 防水材料性能要求

在铁路隧道防水层的设计与施工中,防水材料的选择直接关系到防水效果和使用寿命。耐水性是防水材料最基础也是最重要的性能之一,铁路隧道通常位于地下,长期处于潮湿环境中,甚至可能面临地下水压的直接作用,防水材料必须具备良好的耐水性,能够在长期浸泡下保持其物理和化学性能的稳定性,不发生溶胀、软化、降解等现象。抗渗性是衡量防水材料防水性能的直接指标。优质的防水材料应具有高抗渗性,即能够有效阻止水分子的渗透,形成一道坚不可摧的防水屏障。在隧道施工过程中,应确保防水材料的接缝处理严密,避免形成渗水通道。铁路隧道的使用寿命往往长达数十年甚至上百年,因此防水材料的耐久性也是不可忽视的性能要

求。防水材料应具备良好的耐老化、耐磨损、耐腐蚀等性能,能够在恶劣的环境条件下长期保持其防水性能,减少因材料老化而导致的维修更换频率。随着环保意识的增强,防水材料的环保性也受到了越来越多的关注。在选择防水材料时,应优先考虑那些无毒、无害、可回收或可降解的材料,以减少对环境的污染和破坏。

2.2 材料选择与采购

在明确了防水材料的性能要求后,接下来就是进行材料的选择与采购工作。这一环节同样至关重要,直接关系到防水层施工的质量和成本。首先,需要对市场上的防水材料进行全面深入的调研。了解各类防水材料的性能特点、价格区间、品牌信誉等信息,为材料选择提供科学依据,也可以参考其他类似工程的经验,了解哪些材料在实际应用中表现优异。在市场调研的基础上,对符合要求的防水材料进行性能对比。通过实验室测试、现场试验等方式,评估各种材料的耐水性、抗渗性、耐久性等关键性能指标,选择综合性能最优的材料作为候选对象。选择可靠的供应商是确保材料质量的重要环节。应选择那些具有生产资质、质量认证、良好信誉和售后服务体系的供应商进行合作。在签订采购合同前,应对供应商的生产能力、质量管理体系、交货期等方面进行严格审查,确保所采购的材料符合设计要求和质量标准。

2.3 材料质量把控

2.3.1 存储管理

防水材料在存储过程中容易受到环境因素的影响而发生质量变化,应建立科学的存储管理制度,对防水材料进行分类存放、标识清晰、防潮防晒等措施,确保材料在存储过程中不受损害^[2]。

2.3.2 施工前检查

在施工前,应对即将使用的防水材料进行全面检查。检查材料的外观质量是否完好、有无破损或污染;

检查材料的性能指标是否符合设计要求；检查材料的生产日期和保质期是否有效等。确保所使用的材料均为合格产品。

2.3.3 施工过程控制

在施工过程中，应加强对防水材料使用的监督和控制。严格按照施工工艺流程进行操作，确保防水材料铺设平整、接缝严密、无褶皱或空鼓等现象。还应定期对施工现场进行检查和评估，及时发现并纠正施工中的问题和不足。

2.3.4 成品保护

防水层施工完成后，应采取有效措施对成品进行保护。避免在后续施工过程中对防水层造成损坏或污染；同时还应加强对防水层的维护和保养工作，定期进行检查和维修，确保防水层长期保持其防水性能和使用寿命。

3 铁路隧道防水层施工工艺及控制

3.1 施工工艺流程

3.1.1 施工准备

施工准备是防水层施工的首要步骤，它包括对隧道基面的清理与检查、施工材料的准备与验收、施工机具的调试与检查等。基面必须平整、无尖锐物、无松散层，以确保防水层能够紧密贴合；施工材料需经过严格的质量把控，确保符合设计要求；施工机具需处于良好

工作状态，以保证施工效率和质量。

3.1.2 基面处理

基面处理是防水层施工的关键环节之一。它包括对基面的修补不平整处等。修补不平整处可以防止防水板在铺设过程中产生褶皱或空鼓；涂刷界面剂则可以增强防水板与基面之间的粘结力。

3.1.3 防水板铺设

防水板铺设是防水层施工的核心步骤。在铺设前，需根据隧道断面尺寸和形状裁剪合适的防水板，并在铺设过程中保持防水板的平整度和松紧度。铺设时，应采用专用机具进行固定，避免使用钉子等尖锐物穿透防水板。同时还需注意防水板的接缝处理，确保接缝严密、无渗漏。

3.1.4 焊接质量控制

为了确保防水板接缝的焊接质量，以下是一个简化的焊接质量检测试验数据表格示例，用于记录焊接过程中的关键参数和检测结果：

注意：焊接温度、速度和压力应根据防水板材质和施工规范进行调整；检测结果需详细描述焊缝的实际情况，包括是否存在裂纹、漏焊、未熔合等缺陷；对于检测中出现的问题，需及时采取补救措施并记录，确保整体防水层的质量。

焊接质量检测试验数据表

序号	焊接位置	焊接温度(°C)	焊接速度(mm/s)	焊接压力(N)	检测结果	备注
1	隧道顶部-A段	220	50	100	无裂纹,无焊漏	合格
2	隧道侧壁-B段	225	45	110	焊缝平整,无缺陷	合格
3	隧道底部-C段	220	55	95	轻微氧化皮,清理后合格	注意清理
4	隧道底部-C段	230	40	120	焊缝密实,无缺陷	合格,加强监控
5	接缝交叉点-E	225	45	105	外观良好,无异常	合格

3.1.5 成品保护

防水层施工完成后，需采取有效措施对成品进行保护。这包括在后续施工过程中避免对防水层造成损坏或污染；设置警示标志和围挡等防护措施；定期对防水层进行检查和维护等。

3.1.6 验收与交付

防水层施工需经过严格的验收程序才能交付使用。验收内容包括防水层的外观质量、接缝质量、充气试验等。只有在验收合格并满足设计要求后，才能认为防水层施工完成并交付使用。

3.2 防水板铺设技术

防水板铺设技术是防水层施工中的关键技术之一。在铺设防水板前，需对隧道基面进行彻底清理和检查，确保基面平整、干燥、无油污和杂物。还需根据隧道断

面尺寸和形状裁剪合适的防水板，并准备好铺设所需的专用机具和材料。防水板的铺设方法主要有机械铺设和人工铺设两种。机械铺设适用于大面积、长距离的隧道段，可以提高铺设效率和质量；人工铺设则适用于小面积、复杂断面的隧道段或特殊部位^[1]。在铺设过程中，需保持防水板的平整度和松紧度适中，避免产生褶皱或空鼓。防水板的接缝处理是防水层施工中的关键环节。接缝处理的质量直接影响到防水层的整体防水效果。

3.3 焊接质量控制

焊接速度和压力也需保持稳定以确保焊缝的均匀性和一致性。焊接过程的监控是及时发现并纠正焊接缺陷的重要手段。在焊接过程中，需安排专人进行实时监控并记录焊接参数和焊接质量情况。一旦发现焊接缺陷如裂纹、漏焊等应及时进行修补并重新进行焊接直至合

格为止。焊缝的检验与评估是确保焊接质量符合要求的最后一道关卡。在焊接完成后需对焊缝进行外观检查和渗漏试验以评估其防水性能。外观检查主要检查焊缝是否平整、无裂纹、无漏焊等缺陷；渗漏试验则通过向焊缝处注水并观察是否有渗漏现象来评估其防水性能是否合格。只有经过严格检验和评估，确认焊缝质量符合设计要求后，才能认为焊接工作完成并继续后续的施工流程。为了确保焊接质量的可追溯性，施工过程中应详细记录焊接质量控制的相关文档。这些文档应包括焊接参数的设定值、实际焊接过程中的监测数据、焊缝检验的结果记录以及任何发现的问题和采取的解决措施等。这些记录不仅是施工质量的证明，也是后续维护和检修的重要参考依据。焊接质量控制是一个持续改进的过程。在施工过程中，应不断总结经验教训，对焊接工艺和质量控制措施进行优化和完善，还应加强对施工人员的培训和技能提升，提高他们的专业素质和操作技能，确保焊接工作的高质量和高效率。

4 针对铁路隧道防水层施工的质量控制措施

4.1 施工前质量控制措施

对防水层的设计方案进行详尽的审查，确保其符合工程要求、技术规范和防水标准。重点审查防水材料的选型、防水层结构的合理性、施工工艺的可行性等方面，必要时邀请专家进行论证和优化。严格审核施工队伍的资质和能力，确保施工队伍具备相应的施工经验和技能水平。对施工人员的资格证书、操作证书等进行逐一核查，并进行必要的岗前培训和技术交底，确保每位施工人员都能熟练掌握防水层施工的技术要点和质量要求。防水层施工所用的材料，如防水板、密封胶、焊接机具等，必须严格进行进场检验。检查材料的生产厂家、批次号、质量合格证明等文件是否齐全有效；对材料的外观质量、尺寸规格、性能指标等进行抽检或全检，确保材料质量符合设计要求。

4.2 施工过程中的质量控制方法

在施工过程中，采用科学的质量控制方法，对防水

层施工的每一个环节进行严格监控，确保施工质量达到预期要求。首先对防水层施工的每一个环节进行过程控制，确保每个工序都按照设计要求和技术规范进行操作。通过现场巡查、旁站监督、质量检测等手段，及时发现并纠正施工中的偏差和错误。对防水层施工中的关键工序，如防水板铺设、接缝焊接等，进行重点控制^[4]。安排专人进行盯控和记录，确保关键工序的施工质量和工艺标准。

4.3 施工结束后的质量验收及维护

在防水层施工全部完成后，组织进行最终的质量验收。验收内容包括防水层的外观质量、接缝质量、整体防水性能等方面。验收时邀请相关部门和专家参与，确保验收结果的公正性和权威性。对验收中发现的问题和不足及时整改和处理，确保防水层的质量符合要求。防水层施工完成后，需定期进行后期维护工作。包括清理防水层表面的杂物和污垢、检查防水层的完好性和防水性能、修补或更换损坏的防水材料等。

结束语

铁路隧道防水层的施工技术与质量控制是确保隧道工程质量和安全的重要环节。通过不断优化施工技术、强化质量控制意识、完善管理体系，能够有效提升防水层的质量水平，为铁路隧道的长期安全运营奠定坚实基础。未来，随着科技的进步和工程实践的不断深入，有理由相信，铁路隧道防水层的施工技术与质量控制将迈向更高的台阶。

参考文献

- [1]常艳婷,田丰.有砟轨道桥面防水层施工技术的应用[J].四川建材,2019,48(09):128-129+132.
- [2]赵兴龙.铁路隧道工程防水施工技术及其质量控制研究[J].建筑技术开发,2019,46(24):36-37.
- [3]阳露.铁路隧道工程施工中防水施工技术及其质量控制[J].门窗,2019(21):196.
- [4]李响.铁路隧道工程施工中的防水施工技术及其质量控制研究[J].建筑技术开发,2019,46(17):45-46.