

高速隧道防排水施工技术要点及质量控制措施

赵 辉

云南阳光道桥股份有限公司 云南 昆明 650200

摘 要：高速隧道防排水施工需遵循“防、排、堵、截相结合”原则，确保防水可靠、排水畅通。技术要点包括选用高性能防水材料、精细铺设防水板、严格控制施工缝与变形缝防水处理等。质量控制措施涵盖材料进场检测、施工过程控制、防水层及排水设施保护等。通过加强质量控制，确保隧道结构安全、耐久，有效预防和控制隧道内的水害问题，保障高速隧道的安全运营。

关键词：高速隧道；防排水施工技术要点；质量控制措施

引言：在高速公路建设中，隧道作为关键结构物，其防排水系统的重要性不言而喻。隧道防排水施工不仅关乎隧道自身的稳定性和耐久性，更直接影响到行车安全与道路整体运营效果。本文深入剖析高速隧道防排水的施工技术要点，包括防水层的科学铺设、排水系统的有效设置等，并着重讨论质量控制措施，旨在为隧道防排水工程提供理论指导与实践借鉴，确保隧道在复杂地质与水文条件下安全、高效地发挥作用。

1 高速隧道防排水施工现状分析

1.1 国内外防排水技术发展概况

近年来，随着交通基础设施建设的快速发展，高速隧道的数量与规模均显著增加，对防排水技术的需求也日益迫切。国外在高速隧道防排水技术方面积累了丰富的经验，主要通过提高设计水平和材料性能、改善施工工艺、研制新型防水材料等措施，实现了多道设防、综合治理。例如，采用高性能防水材料、机械化拼装施工、电脑监控等技术手段，有效提升了防排水效果。国内高速隧道防排水技术也取得了显著进步，遵循“防、排、堵、截相结合，刚柔相济，因地制宜，综合治理”的技术原则。在防水材料方面，从传统的沥青油毡、塑料板发展到现在的ECB单面自粘式防水卷材、预铺反粘防水卷材等新型材料；在施工工艺上，注重细部构造防水，如变形缝、施工缝的防水处理，以及衬砌结构自防水能力的提升。

1.2 我国高速隧道防排水施工存在的主要问题

尽管我国高速隧道防排水技术取得了长足进步，但仍存在一些问题。（1）防水材料长期受地下水环境和微生物侵蚀，容易弱化，导致防水体系失效。（2）部分工程技术人员对防水的重要性认识不足，防水设计方案研究不充分，忽视了防水体系的协同作用。（3）现场管理不严，防水细部节点处理不当，如止水带安装不牢、破

损，衬砌浇筑时振捣不密实等，给运营期间渗漏水留下了隐患。

1.3 现有防排水技术的适用性与局限性

现有防排水技术在高速隧道施工中具有广泛的适用性，能够根据不同地质条件、水文环境及工程需求，采取针对性的防排水措施。然而，这些技术也存在一定的局限性。例如，对于极端恶劣的地质条件，如岩溶发育、高地应力等，现有防水材料的耐久性和稳定性可能难以满足长期防水要求。此外，施工过程中的质量控制难度较大，一旦防水层出现破损或施工缝处理不当，极易导致渗漏水问题。因此，在高速隧道防排水施工中，需要不断研发新技术、新材料，提升防水效果与施工质量。同时，加强现场管理，确保各项防排水措施得到有效落实。

2 高速隧道防排水施工技术要点

2.1 防水层施工技术

防水层施工是高速隧道防排水工程的基础，其技术要点主要包括基面准备工作、土工布铺设和防水层涂刷施工。（1）基面准备工作。基面准备工作是防水层施工的前提，主要包括喷射混凝土表面处理和防水材料质量检查。喷射混凝土表面应平整、干燥、无油污和松散颗粒，确保防水材料能够紧密贴合。同时，应对防水材料进行严格的质量检查，确保其符合国家和行业标准，满足设计要求，并有出厂合格证明。防水材料的选用应优先考虑耐老化、耐细菌腐蚀、有足够强度及延伸率、易操作、易焊接且焊接时无毒气的特点。（2）土工布铺设。土工布铺设在防水层施工中起着承上启下的作用。土工布应环向铺设在初期支护混凝土表面，并用射钉枪将其钉牢。铺设过程中，应确保土工布紧密贴合基面，不得出现脱落、松动或空白现象。土工布的固定方式应合理，避免在后续施工中因固定不当而导致防水层

失效。同时,土工布的搭接宽度应符合设计要求,确保防水层的连续性和完整性^[1]。(3)防水层涂刷施工。防水层涂刷施工是防水层施工的关键环节。涂刷前,应对防水材料进行充分搅拌,确保其均匀性。涂刷时,应采用专用的涂刷工具,按照规定的涂刷方法和厚度进行涂刷。涂刷过程中,应注意控制涂刷速度,避免涂刷过厚或过薄导致防水层性能下降。涂刷完成后,应进行养护,确保防水层充分固化,达到设计要求的防水性能。

2.2 排水施工技术

排水施工技术是高速隧道防排水工程的重要组成部分,其技术要点主要包括排水盲管设置、侧沟与中央排水管施工以及开挖过程中涌水环节的防排水处理。(1)排水盲管设置。排水盲管设置是隧道排水系统的基础。环向排水盲管应沿隧道周边均匀布置,收集隧道壁面的渗水。纵向排水盲管则负责将环向排水盲管收集的水引导至侧沟或中央排水管。排水盲管的安装应牢固可靠,确保在隧道运营过程中不会出现脱落或堵塞现象^[2]。同时,排水盲管的材质应耐腐蚀、耐磨损,满足长期使用的要求。(2)侧沟与中央排水管施工。侧沟位于隧道两侧,主要收集隧道壁面和路面的渗水。中央排水管则负责将侧沟收集的水引导至隧道外。侧沟与中央排水管的施工应严格按照设计要求进行,确保其坡度、宽度和深度满足排水需求。同时,排水管的拼接应严密无漏,确保排水系统的通畅性。(3)开挖过程中涌水环节的防排水处理。在隧道开挖过程中,遇到涌水情况是难以避免的。针对不同涌水情况,应采取相应的防排水措施。对于水量较小的涌水点,可采用注浆堵水或设置临时排水设施进行处理。对于水量较大的涌水点,则需采用更为复杂的防排水系统,如设置集水坑、水泵和排水管道等,将水引导至隧道外。在涌水处理过程中,应注重安全施工,确保施工人员和设备的安全。

2.3 二次衬砌中的防排水处理

二次衬砌是隧道结构的重要组成部分,其防排水处理直接关系到隧道的整体防水性能。二次衬砌中的防排水处理技术要点主要包括背面排水管的安装、止水带与止水条的选择与安装以及防水混凝土的施工。(1)背面排水管的安装与要求。背面排水管安装在二次衬砌与初期支护之间,用于收集初期支护与二次衬砌之间的渗水。安装时,应确保背面排水管与初期支护紧密贴合,不得出现空隙或脱落现象。同时,背面排水管的间距和布置应符合设计要求,确保渗水能够及时排出,避免在二次衬砌内部积聚。(2)止水带与止水条的选择与安装。止水带与止水条是二次衬砌中防止水渗漏的关键部

件。在选择止水带与止水条时,应根据隧道的实际情况和设计要求,选用合适的材质和规格。常见的止水带材质有橡胶、塑料等,而止水条则多采用膨胀材料制成。安装时,应确保止水带与止水条与衬砌混凝土紧密贴合,不得出现错位或松动现象。同时,止水带与止水条的接头应牢固可靠,避免在后续施工中因接头不当而导致防水失效^[3]。(3)防水混凝土的施工要点。防水混凝土是二次衬砌的主要材料,其施工质量直接关系到隧道的防水性能。防水混凝土的施工要点主要包括配合比设计、浇筑与振捣要求等。在配合比设计时,应根据隧道的实际情况和设计要求,确定合适的混凝土强度等级、水灰比、砂率等参数,同时加入适量的防水剂以提高混凝土的抗渗性能。在浇筑过程中,应严格控制混凝土的浇筑速度和振捣频率,避免产生气泡和空洞。同时,应加强混凝土的养护工作,确保混凝土在硬化过程中不出现干裂或剥落现象。

3 高速隧道防排水质量控制措施

3.1 施工前的质量控制

(1)建立质量责任制。在隧道防排水工程施工前,必须明确各级工程质量责任人,建立完善的质量管理体系。这包括项目经理、技术负责人、质量检查员以及各施工班组负责人等。每个责任人应明确自己的职责范围,确保在施工过程中能够严格按照设计图纸和技术规范进行操作。同时,应设立质量监督小组,定期对施工质量进行检查和评估,确保各项质量措施得到有效执行。(2)实施质量交底与培训。为提高管理人员和施工人员对质量控制要点的认识,施工前应进行详细的质量交底与培训。质量交底应明确施工过程中的关键控制点、常见问题及预防措施等。培训内容应包括防排水系统的基本原理、施工工艺、质量标准以及常见问题处理等。通过培训,使施工人员能够熟练掌握操作技能,提高施工质量和效率。

3.2 防水隔离层施工质量的控制

(1)防水板铺设前的准备工作质量控制。在防水板铺设前,应对喷射混凝土表面进行彻底清理,确保无油污、杂物和松散颗粒。同时,应检查防水板的质量,确保其符合设计要求。铺设前还应进行预铺试验,检查防水板与基面的贴合度以及铺设顺序的合理性。(2)防水板悬挂和续接质量控制。防水板的悬挂方式应合理,避免在后续施工中因悬挂不当而导致防水板脱落或破损。悬挂时,应使用专用的固定件和连接件,确保防水板与基面紧密贴合。续接时,应采用热焊接或专用胶水进行连接,确保焊缝的牢固性和密封性。焊接过程中,应

严格控制焊接温度和速度,避免焊缝出现开裂或变形现象。(3)防水板施工顺序的控制。防水板的铺设和焊接应严格按照预定的施工顺序进行。在铺设过程中,应注意保护防水板不受损坏,避免在运输和安装过程中出现划痕或破损。焊接时,应先进行试焊,确保焊缝的质量符合设计要求。同时,应合理安排施工时间,避免在恶劣天气条件下进行施工,确保防水板能够充分发挥其防水作用。

3.3 排水设施施工质量的控制

(1)排水盲管安装质量的检查与验收。排水盲管的安装应严格按照设计图纸和技术规范进行。在安装过程中,应检查盲管的材质、规格和连接方式是否符合要求。同时,应确保盲管与基面紧密贴合,避免在后续施工中出现脱落或堵塞现象。安装完成后,应进行验收检查,确保盲管的排水性能满足设计要求。(2)侧沟与中央排水管施工质量的监控。侧沟与中央排水管的施工应严格控制其坡度、宽度和深度等参数。在施工过程中,应定期检查排水管的连接方式和密封性能,确保排水系统的通畅性。同时,应注意保护排水管不受损坏,避免在后续施工中出现破损或堵塞现象。施工完成后,应进行试水试验,检查排水系统的排水效果是否满足设计要求^[4]。

3.4 材料与设备的质量控制

(1)选用正规厂家产品。为确保防水材料、排水管道等的质量,应选用正规厂家的合格产品。在采购过程中,应要求厂家提供产品合格证明和质量保证书等相关文件。同时,应对厂家的生产能力和信誉进行评估,确保所选用的材料和设备能够满足设计要求和需求。(2)材料进场检测。建立完善材料进场检测检验制度,对进场的防水材料、排水管道等进行严格的质量检测。检测内容包括但不限于材料的外观质量、物理性能、化学成分以及尺寸规格等。对于检测不合格的材料和设备,应及时退货或更换,确保施工所用的材料和设备均符合设计要求和质量标准。

3.5 施工过程中的质量监控与反馈

(1)跟踪防排水作业情况。在施工过程中,应设立专门的质量监控小组,对施工过程进行全面跟踪和监

控。监控小组应定期对施工现场进行检查和评估,确保每一道工序都符合设计要求和质量标准。同时,还应记录施工过程中的关键数据和信息,如防水材料的铺设面积、焊接长度、排水管道的坡度等,以便后续分析和评估。(2)及时发现并记录质量问题。在监控过程中,一旦发现质量问题或潜在的质量隐患,应立即进行记录并通知相关人员。记录内容应包括问题的性质、位置、影响范围以及可能的解决方案等。对于严重的问题,应立即停止施工并采取相应的补救措施,以防止问题进一步扩大和恶化。同时,应将问题及时上报给项目经理和技术负责人,以便他们能够及时采取措施进行处理。(3)通知相关人员并采取应对措施。在发现问题后,应迅速通知相关人员并采取应对措施。这包括通知施工班组负责人立即停止有问题的施工工序并进行整改;通知质量检查员对整改后的工序进行检查和验收;以及通知项目经理和技术负责人对问题进行分析和总结,以便在后续施工中避免类似问题的再次发生。通过及时沟通和协作,确保问题得到及时解决并防止类似问题的重复出现。

结束语

综上所述,高速隧道防排水施工是一项系统工程,其技术要点和质量控制措施的落实直接关系到隧道的长期运营安全。通过采用先进的防水材料和科学的施工工艺,结合严格的质量控制流程,可以有效提升隧道的防排水性能,延长其使用寿命。未来,随着科技的不断进步和新材料的不断涌现,高速隧道防排水施工技术也将持续创新与发展,为高速公路建设提供更加坚实的保障,为社会经济发展作出更大的贡献。

参考文献

- [1]韩超宇.浅谈五指山隧道防排水施工技术与管理[J].砖瓦世界,2020,(04):36-37.
- [2]马凤梧.高速公路隧道防排水施工技术探微[J].城市建设理论研究(电子版),2020,(11):128-128.
- [3]雷文明.高速公路隧道防排水施工技术[J].绿色环保建材,2020,(06):61-62.
- [4]魏思源,刘志英.公路隧道防排水系统施工技术研究[J].公路工程,2020,(02):23-24.