

路基边坡锚索、锚杆防护施工技术

昝光强

四川乐汉高速公路有限责任公司 四川 成都 610000

摘要: 本文聚焦路基边坡锚索、锚杆防护技术, 阐述其核心特性, 包括结构设计与受力原理。介绍施工前期技术准备, 涵盖边坡勘察、材料检验、设备调试。详述核心施工工艺, 如钻孔、安装、注浆要点。强调施工技术管控要点, 涉及质量、安全及问题处理。该技术通过锚固力约束边坡变形, 提升稳定性, 需严格把控各环节, 保障施工质量与安全, 为道路工程提供可靠边坡防护。

关键词: 路基边坡; 锚索、锚杆防护; 施工技术

引言: 在道路工程建设中, 路基边坡的稳定性至关重要, 其直接关系到道路的安全运营与使用寿命。路基边坡锚索、锚杆防护技术作为一种主动式边坡加固防护手段, 凭借其独特的结构设计与受力原理, 在提升边坡稳定性、消除坍塌隐患方面发挥着关键作用。该技术涉及前期技术准备、核心施工工艺与操作技术以及施工技术管控等多个环节, 每个环节都紧密相连且相互影响。从边坡勘察与施工参数设计, 到钻孔、安装、注浆等施工工艺, 再到质量、安全及问题处理等管控要点, 都需要严谨对待、科学实施。深入探究该技术, 对于保障道路工程质量和安全具有重要意义。

1 路基边坡锚索、锚杆防护技术的核心特性

路基边坡锚索、锚杆防护技术属于主动式边坡加固防护技术范畴, 在保障路基边坡稳定方面发挥着关键作用。其核心作用在于借助锚索、锚杆所具备的锚固力, 对边坡的变形进行有效约束, 进而显著提升边坡的整体稳定性, 从根源上消除边坡坍塌的潜在隐患, 为道路的安全运营提供坚实保障。(1) 该技术的核心特性集中体现在结构设计与受力原理这两个关键层面。从结构设计来看, 锚索是由多根高强度钢绞线、锚具、套管等部件精心组合而成。这种复杂而精巧的结构设计, 赋予了锚索诸多优势。其锚固深度较大, 能够深入到边坡深层的稳定岩体中, 同时具备极强的抗拉承载力, 可有效承受边坡上部传递下来的下滑力, 并将该力可靠地传递至深层稳定岩体, 从而增强边坡的稳定性。(2) 锚杆则多采用单根高强度钢筋或钢绞线, 结构相对简洁。它通过端部锚固的方式与边坡岩土紧密结合, 主要适用于中小型边坡的浅层加固。在中小型边坡的防护中, 锚杆能够充分发挥其作用, 有效阻止浅层岩土的滑动和变形。(3) 在受力原理方面, 锚索和锚杆均通过植入边坡内部来构建完整的受力体系。这种施工方式无需对边坡原有结构

进行大规模破坏, 最大程度地保留了边坡的自然状态。而且, 该技术施工灵活性高, 可根据不同的边坡地质条件、坡度以及防护要求等因素, 灵活调整锚索和锚杆的布置方式、长度、间距等参数, 以实现最佳的防护效果。正因如此, 锚索、锚杆防护技术成为路基边坡防护的核心技术手段, 在各类道路工程中得到了广泛应用^[1]。

2 路基边坡锚索、锚杆防护施工的前期技术准备

2.1 边坡勘察与施工参数设计

施工前期开展全面且精准的边坡勘察工作至关重要, 其核心目的在于为锚索、锚杆施工提供精确可靠的技术参数。(1) 在勘察过程中, 要运用专业的地质勘探设备和检测方法, 详细查明边坡岩土的类型、密度, 精确测定其抗压及抗剪强度等力学指标。同时, 仔细排查岩土内部是否存在软弱夹层、裂隙等不良地质现象, 因为这些隐患会严重影响锚固效果。此外, 还需准确判断边坡失稳的风险类型。(2) 完成勘察后, 要结合边坡的坡度、高度等几何特征, 以及对其进行的受力分析结果, 科学合理地确定锚索、锚杆的各项关键参数。具体包括钢绞线或钢筋的直径、长度, 锚固深度, 布设间距, 以及钻孔的角度和孔径等。确保这些参数设计紧密贴合边坡的实际工况, 为后续施工提供坚实的技术支撑, 切实保障锚固效果达到预期要求^[2]。

2.2 施工材料的技术要求与检验

材料质量是确保路基边坡锚索、锚杆防护技术有效实施的关键基础, 必须对各类材料的技术指标进行严格把控。(1) 对于锚索的核心材料, 钢绞线要达到设计规定的抗拉强度和屈服强度标准, 以保证其在承受巨大拉力时不会发生断裂。锚具的硬度与承载力需与钢绞线相适配, 确保能有效固定钢绞线。套管则要具备良好的防腐和隔离性能, 防止钢绞线受到外界环境的侵蚀。(2) 锚杆材料应选用高强度钢筋或钢绞线, 其表面必须无锈

蚀、裂纹等缺陷，锚固剂要具备出色的粘结力和凝固强度，以保障锚杆与周围岩土体紧密结合。（3）辅助材料方面，水泥、砂石要符合注浆强度要求，外加剂应能提升水泥浆的流动性和粘结力。材料进场前，要对其技术性能进行全面检验，不合格材料坚决禁止使用。进场后，需分类存放，并做好防潮、防锈处理，防止材料性能因存放不当而衰减。

2.3 施工设备的调试与技术适配

施工设备的技术性能是保障路基边坡锚索、锚杆防护施工质量的关键因素，必须依据施工工艺要求精准配备专用设备，并完成全面的调试工作。（1）钻孔设备要充分考虑到边坡岩土类型的差异进行适配，例如对于坚硬岩石和软弱土层，需配备不同规格的钻头。通过合理选择钻头，能够有效控制钻孔的精度、角度和深度，确保钻孔符合设计要求，为后续锚索、锚杆的安装提供良好的基础。（2）注浆设备要具备稳定控制注浆压力和速度的能力，以保证注浆过程均匀、密实，使锚固剂充分填充钻孔，增强锚固效果。（3）张拉设备需能够精准控制张拉力度，严格满足锚索、锚杆的张拉技术标准，保证其发挥应有的锚固作用。（4）切割设备要保证钢绞线、钢筋的切割精度，避免因切割偏差影响安装质量。所有设备进场后，都要进行全面检查、调试和保养，确保设备运行稳定，各项技术参数完全符合施工要求。

3 路基边坡锚索、锚杆防护核心施工工艺与操作技术

3.1 钻孔施工技术要点

钻孔作为锚固施工的核心工序，其技术要点在于对孔位、角度、深度以及孔壁质量进行精准把控。（1）施工前，要严格依据设计参数在边坡上进行精确放线定位，清晰标记出钻孔的具体位置、角度和深度。运用水平仪、测角仪等专业仪器对钻孔角度进行细致校准，保证角度偏差严格控制在技术要求允许的范围内。（2）针对不同的岩土类型，需选择与之适配的钻孔方式。对于坚硬岩体，采用冲击钻孔的方式，能有效破碎岩石，完成钻孔作业；而对于松散土体，则选用螺旋钻孔，可避免土体过度扰动。这样能有效防止钻孔过程中出现偏斜、塌孔等不良情况。（3）在钻孔过程中，要实时控制钻孔速度，避免过快或过慢影响钻孔质量，并及时清理孔内产生的岩粉和泥土。钻孔完成后，采用高压气流或清水对孔壁进行彻底冲洗，确保孔壁平整、洁净，无任何杂物残留。若出现塌孔、缩孔现象，应立即停止钻孔，向孔内回填水泥砂浆或碎石，待其凝固后重新钻孔，以此保障钻孔质量满足锚固要求^[1]。

3.2 锚索、锚杆安装施工技术

在锚索安装作业开展前，需对钢绞线进行全面且细致的除锈、拉直处理，以消除钢绞线表面的锈蚀和弯曲变形，保证其力学性能。之后，严格按照设计要求精心组装锚索，准确安装套管和隔离架。套管的合理安装能够有效隔离锚固段与自由段，防止不同部位的相互影响；隔离架则可确保钢绞线在锚索内受力均匀，避免局部应力集中。（1）锚杆安装前，同样要对钢筋或钢绞线进行除锈处理，保证其表面洁净。依据设计长度精准切割，保证切割后的长度与锚固深度精确匹配，为后续的锚固效果提供保障。（2）安装过程中，可采用人工或机械方式缓慢下放锚索、锚杆，确保其始终居中放置在钻孔内，与孔壁保持均匀的间距。若与孔壁接触，会导致受力不均，影响锚固质量。安装到位后，使用临时固定装置将其稳固固定，防止在注浆过程中因浆液的冲击而发生移位。安装完成后，仔细检查锚索、锚杆的位置和垂直度，对不符合要求的立即进行调整，确保安装质量达到设计标准。

3.3 注浆施工核心技术

注浆是锚固工程中的核心技术环节，其核心原理是利用压力注浆手段，使水泥浆与孔壁岩土、锚索或锚杆形成紧密结合，从而构建一个稳固的受力体系，确保边坡的长期稳定性。（1）在注浆作业前，需根据岩土的物理力学性质及锚固设计要求，精确配制水泥浆。通过科学调整水灰比，并适量掺入高效外加剂，可显著改善水泥浆的流动性，使其能顺畅地在钻孔内流动并充分填充；同时，外加剂的加入还能增强水泥浆与周围介质的粘结力，确保两者形成牢固的整体；此外，合理配制还能提高水泥浆的凝固强度，为锚固结构提供坚实的支撑。（2）注浆过程中，采用压力注浆工艺，严格控制注浆压力在设计允许范围内，并以稳定的速度进行注浆，确保水泥浆能够均匀、充分地填充钻孔内的所有空隙，避免出现空洞、缝隙等质量隐患。注浆时，需实时监测注浆情况，一旦发现漏浆，应立即调整注浆压力，并对漏点进行迅速、有效的封堵。注浆完成后，需对注浆孔进行妥善封堵，防止水泥浆流失。待水泥浆强度达到设计要求的70%以上时，方可进行后续的张拉作业，以确保锚固结构的稳定性和安全性。

4 路基边坡锚索、锚杆防护施工技术管控要点

4.1 施工质量技术控制

质量控制需全面贯穿于路基边坡锚索、锚杆防护施工的整个过程，着重关注技术参数与工序质量两大方面。（1）在参数控制上，必须严格依照设计参数执行，尤其要对钻孔角度、深度，锚索与锚杆的规格、长度，

以及注浆压力、水灰比等核心技术指标进行重点管控。任何一个参数出现偏差,都可能对最终的锚固效果产生不利影响。(2)工序控制方面,每完成一道工序都要及时开展技术检验。钻孔完成后,要检验孔位是否准确、角度是否符合要求、深度是否达标以及孔壁质量是否良好;锚索与锚杆安装后,需检验安装位置是否正确、垂直度是否满足规范;注浆完成后,要检验注浆的饱满程度。只有检验合格,才能进入下一道工序。在后期养护阶段,要对锚索和锚杆进行保湿养护,保证水泥浆充分凝固并达到设计强度,同时定期检查锚固状态,及时处理潜在的质量隐患^[4]。

4.2 施工安全技术管控

鉴于边坡施工的独特性质,必须全面强化安全技术管控,有效防范各类施工风险。(1)在进行高空作业时,作业人员务必严格佩戴齐全安全防护用品,如安全帽、安全带等。同时,要科学搭设安全可靠的脚手架,保证作业平台具备足够的稳定性,为作业人员提供安全的作业环境。(2)钻孔和注浆作业过程中,要严格规范设备操作流程,加强对设备的日常维护和检查,防止因设备故障而引发安全事故。(3)施工期间,要运用专业观测仪对边坡动态进行实时监测,密切留意边坡是否出现裂缝、下滑等异常情况。一旦发现安全隐患,应立即停止施工,并迅速采取有效的临时加固措施。(4)现场要合理划分安全作业区域,设置明显的警示标志,严禁任何违规作业行为,确保施工安全与技术施工能够同步、有序推进。

4.3 施工技术问题处理

施工中常见技术问题需针对性处理,以保障施工技术效果。(1)钻孔塌孔多由岩土松散、钻孔速度过快引发。一旦出现,应立即停止钻孔,向孔内回填水泥砂浆或碎石,待其凝固后重新钻孔,并根据岩土特性调整钻孔速度,避免再次塌孔。(2)注浆不饱满常因注浆压力

不足、材料流动性差造成。处理方法是重新注浆,同时调整注浆压力与水泥浆配比,还可采用二次注浆技术,确保注浆饱满,提升锚固质量。(3)锚索/锚杆张拉不合格,可能是张拉力度不足、锚具安装不规范导致。需重新张拉,校准张拉设备,调整锚具位置,保证张拉达到设计要求。(4)边坡出现裂缝,要及时清理裂缝周围杂物,运用压力注浆技术注入水泥砂浆封堵,防止裂缝进一步扩大,影响边坡整体稳定性^[5]。

结束语

路基边坡锚索、锚杆防护技术是一项系统且复杂的工程,从前期的精心筹备,到施工过程中的精准操作,再到后期的严格管控,每个步骤都容不得半点马虎。通过全面把控技术参数、严格遵循工序要求、强化安全保障措施以及及时处理技术问题,能够有效提升边坡的稳定性,为道路的安全运营奠定坚实基础。在未来的道路工程建设中,我们应不断总结经验,持续优化该技术,提高施工效率与质量,以更好地应对各种复杂的边坡地质条件,推动道路工程行业朝着更加安全、稳定、高效的方向发展。

参考文献

- [1]杨建飞.路基高边坡防护施工技术研究[J].交通世界,2024(4):89-91.
- [2]鲜超,王朝齐.路基高边坡锚杆组合支护防滑移施工技术[J].价值工程,2024,43(12):114-117.
- [3]李栋.路基边坡装配式锚杆框架梁防护技术研究[J].山西建筑,2024,50(1):124-127+142.
- [4]杜永新.公路建设中的框架锚索边坡防护施工技术[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(11):195-198.
- [5]朱梅路.道路路基边坡防护及加固施工技术[J].中国高新科技,2024(10):109-111.