

公路工程路基防护工程施工技术

申月婷 田 苗

陕西交通控股集团有限公司榆靖分公司 陕西 榆林 718100

摘 要：本文探讨了公路工程路基防护工程的作用与目的，详细分析了植物防护、砌体防护、网格防护、化学加固、排水设施以及锚固技术等施工技术要点。路基防护工程不仅能有效防止水土流失和地质灾害，还能保护路基稳定性，延长公路使用寿命。文章强调了施工前、施工过程中以及施工后的质量控制措施，确保施工质量符合设计要求，为公路工程的长期安全运营提供保障。通过系统阐述，本文为公路工程路基防护工程的施工提供了技术参考和理论依据。

关键词：公路工程；路基防护工程；施工技术

1 公路工程路基防护工程的作用与目的

1.1 防止水土流失

公路路基施工过程中，原地表植被与土壤结构遭到破坏，在雨水冲刷与风力侵蚀作用下易发生水土流失。路基防护工程通过植被恢复、坡面硬化等措施，形成覆盖层与排水系统，有效阻滞雨水径流，减少土壤侵蚀。例如，在黄土高原地区公路施工中，采用植物防护与浆砌片石护坡结合的方式，可使水土流失量减少80%以上。植被的根系能固持土壤，降低地表径流速度，而砌体防护则可直接阻隔雨水对边坡的冲刷，两者协同作用形成立体防护体系，维护路基周边生态环境。

1.2 防止滑坡、崩塌等地质灾害

山区公路路基常处于地质条件复杂的地段，边坡岩体风化、断层发育等因素易引发滑坡、崩塌等灾害。路基防护工程通过支挡结构、锚固技术等增强边坡稳定性。如抗滑桩可深入稳定岩层，承受滑坡推力；锚杆（索）能将松动岩体与深部稳定岩体连接，提高岩体整体性。在四川雅安某公路边坡治理中，采用预应力锚索（吨位800kN）与格构梁联合防护，使边坡安全系数从1.05提升至1.35，有效遏制了滑坡发展。这些技术措施通过改变边坡应力分布，增强岩体抗剪强度，降低地质灾害发生风险^[1]。

1.3 保护路基稳定性，延长公路使用寿命

路基的稳定性直接影响路面结构与行车安全，防护工程通过控制边坡变形、阻隔水损害等方式，维持路基整体性能。例如，排水设施可及时排除路基范围内的地下水与地表水，防止土体软化；土工格栅加筋防护能提高路基填料的抗变形能力。某高速公路统计数据显示，采用完善防护措施的路段，路基沉降量较未防护路段减少60%，路面使用寿命延长3-5年。通过系统的防护工程

施工，可减少路基不均匀沉降、边坡失稳等问题，保障公路长期安全运营，降低全生命周期养护成本。

2 公路工程路基防护工程施工技术要点

2.1 植物防护施工技术

植物防护施工技术是一种生态环保且经济有效的路基防护方法，主要通过植被的生长来稳固路基边坡，防止水土流失和边坡侵蚀。在植物选择方面，需充分考虑当地的气候、土壤条件以及边坡的具体情况。例如，在干旱地区，应选择耐旱性强的植物，如骆驼刺、沙棘等，它们能够在水分匮乏的环境中生存并发挥防护作用；在多雨地区，则要选择根系发达、固土能力强的植物，如狗牙根、高羊茅等，其发达的根系可以有效固定土壤，减少雨水冲刷。对于坡度较缓的边坡，可选用草本植物进行大面积覆盖，快速形成植被层；而对于坡度较陡的边坡，则需搭配灌木或乔木，利用其更强大的根系和枝干来增强边坡的稳定性；播种或种植前，要对边坡进行细致的整地工作。清除坡面的杂物、石块和松动的土层，使坡面平整、坚实。对于土质较差的边坡，还需进行土壤改良，添加有机肥料和保水剂，提高土壤的肥力和保水能力，为植物生长创造良好的条件。播种方法有多种，常见的有撒播、条播和穴播。撒播适用于大面积的边坡防护，将种子均匀地撒在坡面上，然后用耙子轻轻耙平，使种子与土壤充分接触；条播是在坡面上按照一定的行距开沟，将种子播在沟内，再覆土压实；穴播则是按照一定的株行距挖穴，每穴放入适量种子，覆土后浇水。种植草皮或树苗时，要注意种植深度和间距，确保植物能够正常生长；在植物生长过程中，养护管理至关重要。定期浇水是保证植物成活的关键，特别是在干旱季节，要根据植物的需水情况及时补充水分。施肥可以提供植物生长所需的养分，促进其快速生长和

发育。同时,要及时清除杂草,防止杂草与防护植物争夺养分和水分。另外,还需加强病虫害防治,定期检查植物的生长状况,一旦发现病虫害,要及时采取相应的防治措施,如喷洒农药、生物防治等^[2]。

2.2 砌体防护施工技术

砌体防护施工技术是利用砖、石、混凝土等材料砌筑成防护结构,对路基边坡进行加固和防护,适用于坡度较陡、坡高较大或易受水流冲刷的边坡。在施工前,要对边坡进行精确的测量和放样,确定砌体的位置和尺寸。同时,准备好所需的砌筑材料,如片石、块石、砂浆等。片石和块石应质地坚硬、无风化、无裂纹,其规格和强度应符合设计要求,砂浆的配合比要严格按照设计要求进行配制,确保其强度和粘结性。施工时,采用坐浆法,先在坡面上铺一层厚度为3-5cm的砂浆,然后将片石砌筑在砂浆上。片石之间要相互咬合,缝隙用砂浆填塞饱满,确保砌体的整体性和稳定性。砌筑过程中,要随时检查坡面的平整度和垂直度,及时进行调整。护坡顶部应设置压顶,底部设置脚墙,以增强护坡的抗滑能力。干砌片石护坡适用于水流冲刷较轻的边坡,先将坡面平整,然后自下而上逐层砌筑片石。片石要大面朝下,相互错缝搭接,片石之间的缝隙用小石块填塞紧密。干砌片石护坡的厚度要根据边坡的稳定性和防护要求确定,一般为30-50cm。混凝土预制块护坡具有施工速度快、质量容易控制等优点。预制块应在工厂或专门的预制场进行生产,其尺寸、强度等应符合设计要求。施工时,先将坡面修整平整,然后按照设计要求进行预制块的铺设。铺设时,从坡脚向上逐排进行,预制块之间要紧密拼接,缝隙均匀一致。接缝处用砂浆填塞密实,防止雨水渗入坡体。

2.3 网格防护施工技术

网格防护施工技术通过在边坡上设置网格结构,并在网格内填充种植土和种植植被,既起到了防护边坡的作用,又具有良好的生态景观效果。土工格栅防护是一种常见的网格防护形式,土工格栅具有强度高、耐腐蚀、抗老化等优点。施工时,先将坡面平整,清除杂物和松动的土块。然后按照设计要求铺设土工格栅,土工格栅应与坡面紧密贴合,用U形钉或木桩固定。在土工格栅上填筑土方时,要分层填筑、分层压实,每层填筑厚度不宜超过30cm,避免对土工格栅造成损坏。填筑完成后,在网格内种植适合当地生长的草本植物或灌木,进一步增强边坡的稳定性。混凝土网格防护是在坡面上浇筑混凝土网格,然后在网格内填充种植土并种植植被。施工时,先进行网格的定位和放样,然后支立模板,浇

筑混凝土。混凝土网格的尺寸和强度要根据边坡的稳定性和防护要求确定。网格浇筑完成后,在网格内填充肥沃的种植土,种植草本植物或灌木。这种防护形式不仅能够有效防止边坡水土流失,还能美化环境,与周围自然景观相融合。

2.4 化学加固施工技术

化学加固施工技术是利用化学浆液注入土体中,改善土体的物理力学性质,提高土体的强度和稳定性,适用于软弱土层、断层破碎带等地质条件较差的地段。

施工前,要进行详细的注浆孔布置设计,确定注浆孔的间距、深度和角度。注浆孔的钻孔要采用合适的钻机,确保钻孔的垂直度和深度符合要求。注浆材料一般采用水泥浆或水泥-水玻璃双液浆。水泥浆具有强度高、耐久性好等优点,适用于对强度要求较高的加固工程;水泥-水玻璃双液浆具有凝结时间短、早期强度高等特点,适用于需要快速固结的土体。注浆时,要按照一定的压力和流量将注浆材料注入土体中。注浆压力要根据土体的性质和加固要求确定,一般控制在0.5-3MPa之间。注浆过程中,要密切观察注浆压力和注浆量的变化,及时调整注浆参数。当注浆量达到设计要求或注浆压力突然升高时,应停止注浆。注浆完成后,要对加固效果进行检测,可采用钻孔取芯、压水试验等方法,确保加固质量符合要求。

2.5 排水设施施工技术

排水设施施工技术对于路基防护工程至关重要,良好的排水系统能够及时排除路基范围内的地表水和地下水,防止水分对路基的侵蚀和破坏。边沟是公路路基排水的重要设施之一,主要用于排除路面和坡面的地表水。施工时,先按照设计要求进行边沟的定位和放样,然后进行开挖。开挖过程中,要控制好边沟的坡度和深度,确保边沟排水顺畅。边沟的断面形式应根据地形、地质、水文等条件确定,常见的断面形式有梯形、矩形等。边沟开挖完成后,进行夯实和整平,然后铺设底板和砌筑边墙。砌筑材料可采用浆砌片石、混凝土预制块等,确保边沟的结构稳定;截水沟设置在路堑坡顶以外或山坡路堤上方,用于拦截山坡上方流向路基的地表水。截水沟的施工方法与边沟类似,但要注意截水沟的位置和坡度应合理,确保能够有效地拦截和排除地表水。截水沟与边沟之间应设置排水连接段,使水流能够顺利排出路基范围;排水盲沟是一种地下排水设施,主要用于排除路基内部的地下水。施工时,先按照设计要求进行盲沟的定位和开挖,盲沟的断面形状一般为矩形或梯形。在盲沟底部铺设一层反滤层,反滤层可采用砂砾石、

土工布等材料,防止土体颗粒进入排水管。然后在反滤层上安装排水管,排水管可采用塑料管、陶管等^[3]。排水管周围应填充透水性良好的材料,如砂砾石等。盲沟顶部应设置盖板,防止杂物进入盲沟,影响排水效果。

2.6 锚固技术施工技术

锚固技术施工技术通过在边坡中设置锚杆或锚索,将边坡岩土体与稳定的地层连接起来,提高边坡的抗滑能力和稳定性。锚杆施工主要包括钻孔、锚杆制作与安装、注浆等工序。钻孔前,要根据设计要求进行测量定位,确定锚杆的位置和角度。钻孔过程中,要控制好钻孔的深度、直径和垂直度,确保钻孔质量。锚杆制作要符合设计要求,锚杆的表面应进行防腐处理,延长其使用寿命。锚杆安装时,要将锚杆缓慢插入钻孔中,确保锚杆居中。注浆时,采用合适的注浆设备和注浆材料,按照规定的压力和流量进行注浆,使锚杆与周围土体紧密结合,形成整体受力结构。锚索施工与锚杆施工类似,但锚索的直径较大、长度较长,承载能力也更高。锚索施工的关键在于张拉锁定。张拉前,要先对锚索进行预张拉,以消除锚索的非弹性变形。张拉过程中,要按照设计要求的张拉顺序和张拉力进行分级张拉,并实时监测锚索的伸长量和应力变化。张拉完成后,要及时进行锁定,并做好锚头的防护处理,防止锚头受到腐蚀和损坏,确保锚索的长期稳定性。

3 公路工程路基防护工程施工质量控制

3.1 施工前质量控制

施工前质量控制是整个工程质量控制的基础,在项目启动之初,首先需要依据工程的设计图纸、施工规范以及相关的技术文件,对施工场地进行详细勘察,明确施工条件、地质状况以及潜在的风险点;其次,对施工所需的各种原材料进行严格的检验与筛选,确保材料质量符合设计要求。这包括对石料、砂浆、混凝土等基础材料的强度、稳定性、耐久性等性能的测试。同时,还需对施工设备进行校验与调试,确保设备性能良好,能够满足施工需求;另外,对施工队伍进行专业培训,使其熟悉施工图纸、掌握施工工艺,也是施工前质量控制不可忽视的一环。通过这一系列的前期准备,为后续的工程施工奠定坚实的基础。

3.2 施工过程中质量控制

在施工过程中,质量控制的核心在于确保施工工艺的规范执行和工程质量的实时监测。一方面,要严格按照施工图纸和操作规程进行施工,对关键工序和隐蔽工程进行重点监控,确保每一步操作都符合质量要求。例如,在砌筑防护结构时,需关注砌体的垂直度、平整度以及砂浆的饱满度;在植被防护中,需确保种子的均匀撒播和土壤的适度湿润^[4]。另一方面,建立有效的质量监测体系,通过现场观测、取样检测等手段,对施工过程中的各项质量指标进行实时监测,一旦发现质量问题,立即采取措施进行整改,还需加强施工现场的安全管理,确保施工人员的安全以及施工环境的整洁有序。

3.3 施工后质量控制

施工完成后的质量控制同样重要,首先,需要对整个工程进行全面的质量验收,检查工程是否符合设计要求和质量标准。这包括对路基的稳定性、防护结构的强度、排水系统的有效性等方面的评估。同时,还需收集工程在施工过程中的各项数据,进行统计分析,以评估工程的质量水平和潜在风险。其次,建立长期的养护管理机制,对路基防护工程进行定期的检查与维护,及时发现并处理潜在的质量问题,确保工程的长期稳定。另外,还需加强对工程质量的跟踪与反馈,不断总结经验教训,为今后的工程施工提供宝贵的参考。

结束语

综上所述,公路工程路基防护工程的施工技术在保障公路安全运营中起着至关重要的作用。通过合理选择和应用各类防护技术,结合严格的质量控制措施,可以显著提高路基的稳定性和耐久性。未来,随着技术的不断进步和创新,公路工程路基防护工程的施工将更加高效、环保和智能化。

参考文献

- [1]陈光文.公路路基边坡防护要求及方案分析[J].交通科技与管理,2023,4(15):135-137.
- [2]杨涛.公路路基标准化施工技术及其质量控制措施探讨[J].中国标准化,2022,(24):210-212.
- [3]李文.公路工程路基防护施工技术研究[J].产品可靠性报告,2024,(02):123-124.
- [4]杨斌.公路路基防护工程的施工技术要点[J].交通科技与管理,2023,4(17):90-92.