

公路路基支挡及边坡防护技术应用

李洋

(安徽建工路港建设集团有限公司, 安徽 合肥 230061)

【摘要】路基是公路实施建设、投入使用的基础构造物,边坡是公路沿线的重要组成,二者均关系着公路的质量、稳定性和使用安全。在公路施工中,施工企业需加强对路基、边坡的支护作业,保证公路性能。本文分析了影响公路路基、边坡稳定性的常见因素,探讨了公路路基、边坡支挡防护作业中常用的技术,目的在于提高支护技术的应用效果,为广大同业的工作开展提供一些经验参考。

【关键词】公路;路基;边坡;支护技术

引言:

公路是交通网络的基础组成,是支撑区域经济发展、民生水平提升的关键。近些年我国的公路里程数不断增加,公路的稳定性、施工质量、使用安全成为影响交通网络作用发挥的重要因素。公路路基支挡和边坡防护与公路施工质量和使用安全有密切关系,应用防护技术提高路基、边坡稳定性可有效提升公路的使用寿命。本文主要围绕公路路基和边坡的支护技术进行分析和探讨。

一、公路路基边坡稳定的常见影响因素

对于公路而言,施工后留下的裸露路基、边坡容易受到风吹、降雨冲刷的影响而出现水土流失,影响路基、边坡的稳定性,出现边坡变形、滑动等事故,给公路带来安全威胁。公路周边的建筑施工作业给土体带来的振动、往来建筑车辆的擦碰,也可能对裸露的路基、边坡造成影响,导致路基、边坡失去稳定。了解影响公路路基、边坡稳定性的因素,针对性开展支挡和防护,是提升公路稳定性的重要举措。

(一) 自然因素

自然因素主要指路基、边坡本身的高度、坡度、宽度、土层物化性质、植被覆盖程度等因素。其中对公路路基、边坡影响最大的是坡度。受到重力的影响,路基、边坡的坡度越大,表面的土层出现滑动的可能性越大,植物在坡体表面正常生存、生长的可能性越小。失去植物的扎根和约束,风吹雨淋

会使得坡体表面的土层愈加松散,出现变形、滑动、崩塌的可能性不断上升。除了坡度外,如果公路路基、边坡自下而上的土层结构分布存在问题,基础承载力较弱,更容易出现路基、边坡崩塌的可能性。比如,某处边坡底部为泥质胶结,中层是薄层砂岩和泥岩,表层是黄土状的粉土,整个边坡的下层稳定性差,中层抗剪力弱,表层风化程度高,很容易出现断层和不连续结构面,稳定性很差。

(二) 环境因素

环境因素主要指风吹、降雨冲刷、地震等因素,容易使原本稳定性不够高的路基、边坡稳定性进一步下降。所以,在降雨强度强、降雨时间长的区域内,路基边坡需做好防冲刷、排水设计和防护,才能够降低降雨冲刷给路基、边坡带来的影响。风化与降雨冲刷不同,是一个漫长、不容易察觉但影响严重的过程。抵抗风化带来的影响,植被覆盖是一个好办法。植物根系紧紧抓住土体表面层土壤,可降低风吹过带走的土壤数量,保护路基和边坡。地震属于难以提前预测且破坏力较大的环境因素,除了在施工阶段提高防护质量等级,就只能在地震后及时做好清理、修复和加固。

(三) 施工因素

施工因素主要是指施工过程中人为对路基、边坡产生负面影响的因素。公路建设施工难以避免对沿线植被造成破坏,在施工期间缺少植被覆盖、保护会引起路基边坡的风化加速,影响路基、边坡的

稳定性。公路沿线民生建筑、其他基础设施建筑的施工产生的振动有可能影响到路基、边坡结构的稳定性，所以，施工人员进行边坡、路基施工前需做好加固工作。

二、公路路基支挡及边坡防护技术

在公路路基、边坡防护中，最有效的措施其实是放坡，即将坡度过大、坡高过高的边坡通过削坡的方式放缓坡度、降低高度，避免边坡出现滑动变形，且放坡过程中还可顺势将不稳定的岩体、土层去除，使公路的路基边坡达到自然状态下的坡度和坡高，提高边坡的整体稳定性。但实际上受到施工空间、土层的影响，公路的路基、边坡很多都难以真正实现放坡，需要用到其他支挡、防护技术来保证稳定性。

（一）生态防护类技术

生态防护类技术主要利用植被根系的稳固水土作用来实现对公路路基和边坡的防护，提高公路路基及边坡的稳定性。常见的生态防护类技术包括：

1. 人工种草技术。人工在公路路基、边坡表面种草是一种难度低、适用性广泛的技术，多见于坡度较小、高度较小且适宜草类植物生长的环境^[1]。人工种草过程中，需选用本土常见的草类植物进行播撒种植；需均匀播撒草种，可使用机械设备辅助提升草籽播撒的均匀程度；提前做好路基、边坡的排水设施，避免浮于土体表面的草籽轻易被地表径流冲走。保证种草的成活率，才能避免投入大量时间、人力、成本进行人工种草，却无法实现理想的路基、边坡防护效果。



图1 人工边坡种草

2. 平铺草皮。平铺草皮与人工种草属于同类型边坡防护技术，多见于草皮容易获得、坡高和坡度都较低、岩层坡面草籽不容易生长的情况。在岩层坡面上直接播撒草籽不容易保证草类植被的生长和根系驻扎，直接平铺草皮则能够克服这一难题，提高草皮的成活率，尽快通过草皮来实现对公路路基、边坡稳定性的提升。为了避免铺好的草皮被降雨形成的径流冲走，施工人员同样需提前做好排水体系，避免在边坡上形成地表径流。

3. 液压喷播。液压喷播是一种边坡表面快速种草技术，既能够有效提升草籽播撒的均匀度，又能够保证草籽在坡度稍大、容易形成地表径流的边坡上稳固扎根，使用效果高于人工种草、平铺草皮。喷播出的液体中包含草籽、黏着剂、肥料等，混合液体通过加压设备被喷洒在公路的路基、边坡表面，不仅可以快速完成草类植物的种植，还能够快速提升路基、边坡的稳定性。

（二）工程防护类技术

1. 混凝土喷射防护技术。混凝土喷射防护技术是一种在公路路基、边坡表面形成混凝土层的防护技术，可有效提升路基、边坡的稳定性。混凝土喷射防护包含两种类型，其一为素喷法，其二为锚喷法^[2]。素喷法是指直接在路基、边坡表面喷射强度较大的水泥砂浆，通过砂浆与路基、边坡表面涂层的结合来提升稳定性，实现对路基、边坡的支护。素喷法多用于出现风化现象的岩层坡体表面。锚喷法是指混凝土喷射与锚杆支护的结合防护技术，锚杆的锚头固定在坡面上约束坡体，避免坡体发生大幅度滑动，锚头部位设置有钢筋网，配合上混凝土喷射，可形成一层面积足以覆盖路基、边坡的完整板状区域，可有效阻挡坡体变形、滑动，提高路基、边坡的稳定性。混凝土喷射前，施工人员需做好路基、边坡的基层清理，将凹凸不平、破碎、松散部位进行清理，先用碎石将路基、边坡的空洞凹陷部位填平，避免混凝土喷射后形成内空现象。如果在清理过程中发现了较深的裂缝，可通过灌浆的方式进行填补，灌浆期间注浆管插入深度至少为10cm，随着灌浆量增加而缓慢拔出，保证裂缝内部灌浆的饱满程度。通常情况下，喷射混凝土采用C20，喷

射厚度为 10cm；锚杆采用长度为 1.5m 螺纹钢筋锚杆，以梅花形进行布置，锚杆之间的距离与锚杆长度一致；锚固孔深度应比实际深度多出 20cm，外露的锚杆长度在 8～10cm，便于灌浆；灌浆的水泥砂浆采用与喷射相同的材质；钢筋网的网眼尺寸需控制在 25cm×25cm。为了保证锚喷法的稳固程度，还需在钢筋网和混凝土板状区域之下做好排水设计，利用聚乙烯管布置排水通道，降低雨水冲刷对锚喷支护的影响。考虑到边坡的坡度、风蚀水蚀带来的影响，第一次混凝土喷射可能无法完全满足路基、边坡的支护需求，可根据实际效果进行第二次喷射，重点处理裂缝等不稳定因素，使整个喷射区域形成一个趋于完整的板块。



图 2 混凝土喷射

2. 预应力锚索加固技术。公路路基、边坡采用预应力锚索加固，主要是利用水泥砂浆与锚索、周边土体共同形成一个锚固体，在预应力的作用下形成一个相对稳定、相对完整的整体，从而提升公路路基、边坡的防护效果^[3]。预应力锚索加固后，可在边坡的坡面上形成正应力，一方面可直接产生抗滑阻力，另一方面可增大摩擦阻力，提高力学结构上的稳定性。预应力锚索加固所用钢绞线需符合极限抗拉强度 1860MPa、抗拉强度设计值 1320MPa 的高强度低松弛要求；若锚索选择长度 35m 的规格，则锚固段需有 29m。注浆的孔径需在 170mm，水泥砂浆水灰比 0.45~0.5，水泥砂浆的强度应高于 30MPa。在施工期间，施工人员需提前处理路基、边坡，保证平整度，保证基础区域没有杂物；预应力锚索的拉力控制在 550kN，锚索下倾角度控制在 30°，但长度不可大于 30m。下索时，施工人员需

用钢管辅助来将锚索顶进孔径，顺利完成深层加固。

3. 浆砌片石防护技术。部分地区的自然降雨量较大、降雨期时间较长，容易对公路路基、边坡形成水蚀或冲刷。在这样的环境中，生态防护技术难以快速扎根稳固水土，预应力锚索、喷锚网等防护方式也容易因长时间雨水冲刷而稳定性下降。浆砌片石技术配合上防排水设计，可有效提升公路路基、边坡的稳定性，并保证支挡防护的作用时间长度。浆砌片石防护施工需采用质地均匀、无裂缝且强度符合施工要求的石料，处理后的厚度需保持在 15cm 以上^[4]。片石的浆砌过程需分层分段进行，采用挂线挤浆的方式保证浆砌的质量和稳定性。浆砌时需按照先角石、后边石面石的顺序进行，石料的上下层竖缝需错开，且错开距离不得小于 8cm，以保证片石浆砌的整体稳定性。片石浆砌的灰缝宽度需控制在 1～4cm 之间，过宽过窄都不利于保证浆砌质量。如果发现灰缝宽度过宽，可在缝内填塞沥青木板缩小缝宽。进行片石勾缝时，需用 1:1.2 的比例制作水泥砂浆，在缝槽清理并湿润的情况下填入水泥砂浆平缝，须做到深浅一致。

结语：

综上所述，公路路基、边坡的支护技术应用效果关乎公路的使用安全，需要引起管理人员、施工人员的重视。在开展公路路基、边坡支护作业时，施工人员需结合路基、边坡的实际效果选择合适的支护技术，针对边坡、路基稳定性影响因素应用支护技术，切实保证公路的稳定性和使用安全，充分发挥公路在经济、民生方面的积极作用。

参考文献：

- [1] 赵川波. 高速公路路基边坡的滑塌防护施工技术应用研究[J]. 工程机械与维修, 2023, (02): 102-104.
- [2] 蔺青青. 边坡防护技术在公路路基设计中的应用研究[J]. 工程建设与设计, 2023, (03): 122-124.
- [3] 高国林. 路基高边坡防护施工技术研究[J]. 交通世界, 2020, (22): 72-73.
- [4] 薄健. BIM 技术在高铁路基边坡防护及支挡结构施工中的应用[J]. 山西建筑, 2019, 45(11): 108-109.