

# 公路工程路基防护工程施工技术研究

朱永超<sup>①</sup>

(盐城市交通工程咨询监理有限责任公司, 江苏 盐城 224000)

**摘要:** 为解决公路工程建设中的路基防护问题, 本文结合某公路工程实际情况, 对其一般路基边坡和高陡路基边坡的防护施工技术进行深入分析, 提出具体的防护措施与施工方法及要点, 以期为相关人员提供参考。

**关键词:** 公路工程; 路基防护

**中图分类号:** U416 **文献标识码:** A

在公路工程尤其是山区公路建设中, 因高填深挖等原因会使路基边坡稳定性较差, 容易引发坍塌、滑坡等问题, 危及公路行车安全, 而且还不利于环境保护与绿化。因此, 在工程建设中必须对路基防护引起足够的重视, 在工程措施基础上, 引入合理可行的绿化防护措施。

## 1 工程概况

某公路工程处于山岭重丘区中, 有很多高填深挖段, 挖方边坡和填方最高分别可达30m、20m。在公路建设过程中土石方填挖数量极大, 导致原地貌和植被都遭到严重破坏, 防护工程有很大难度。若防护与绿化不到位, 将产生水土流失, 对自然环境造成破坏, 使公路和周围自然环境及景观无法达到协调, 甚至还会引起交通事故。该公路是当地示范项目, 设计过程中充分体现出现阶段的新理念, 另外, 沿线范围内存在天然林场和自然保护区, 需对环境保护与绿化加以足够的重视, 并且还要为绿化景观的建立创造良好条件。基于此, 在路基防护过程中, 应优先考虑植被防护方案, 这也是当前公路防护的主要趋势。

## 2 防护技术

为预防并治理路基的病害, 使路基保持稳定, 根据公路所在地区的地质地形及自然气候, 同时结合路基填高及边坡坡率, 编制合理、有效的防护方案。该工程所用防护方案的技术措施以植被防护为主, 对不同类型的路基边坡, 需制定不同的详细方案。

### 2.1 一般边坡

对一般边坡, 其稳定性好, 填方边坡可通过三维植被网的设置来防护, 而挖方边坡则可通过骨架植草实现防护<sup>[1]</sup>。对三维植被网, 在稳定性良

好的土质边坡中较为适用, 本次主要在挖方边坡中使用, 但坡率不能超出1:1.25, 且坡高不能超出8m。利用活性植物与土工材料于边坡表面建立整体防护系统, 植物在边坡表面生长后可起到防止径流冲刷与侵蚀的作用, 提高土体自身抗剪强度, 减小土体自重与孔隙水压, 以此保证边坡的整体稳定性。这项技术将植物防护与土工网各自优点结合到一起, 可实现复合护坡。当边坡表面植被覆盖率不低于30%时, 可承受小雨产生的径流的冲刷, 而当覆盖率不低于80%时, 则可承受暴雨产生的径流的冲刷。此外, 如果植物生长茂盛, 则可抵抗速度达到6m/s及以上的径流冲刷。在此基础上设置土工网, 还能减少边坡表面土体水分散失, 提高入渗量。因土工网采用黑色聚乙烯材料, 所以还可吸热保温, 帮助植物种子发芽, 促进植物生长<sup>[2]</sup>。

对骨架植物防护, 一般在坡率缓于1:0.75的石质边坡中使用, 避免边坡表面直接遭到雨水冲刷与侵蚀, 防止边坡表面产生深度不一的冲沟, 为风化层土体提供可靠支撑。其常用形式包括以下几种: 拱形骨架防护、菱形或方格骨架防护及人字形骨架防护。该防护技术的原理为将整个边坡分成若干采用骨架进行可靠支撑的小块, 以此实现分而治之。由于该防护措施的形状规则, 所以外形美观, 在骨架中植物生长到一定程度后, 可达到良的好外观效果。骨架起到的作用为对边坡表面进行支撑与分割, 避免产生相互渐变与牵引。对骨架的宽度和间隔距离, 均需根据工程实际情况确定和调整, 一般采用0.5m宽骨架, 并按照2~3m的间隔距离进行布置。在骨架布置过程中, 嵌入边坡内部的深度需以到达坚实土层为准确定, 通常要达到0.5m以上, 如果骨架埋深不足, 将导致边坡表面中部出现明显的隆起变形,

① 朱永超(1989—), 男, 汉, 江苏盐城人, 工程师, 本科, 公路工程监理。

并不断向上或向下发展,使整个骨架被破坏。在该工程中,对路基纵坡超过1%且填高在6m以上,或纵坡小于1%,但填高在4m以上的边坡,均采用拱形骨架进行防护。此外对填高在9m以上的边坡,还布置第三排拱。该骨架系统的立柱和护脚均为矩形混凝土预制块,而拱券则为弧形混凝土预制块。在此基础上,于路基的纵向按12~15m的间隔距离设置宽度为2m的伸缩缝,并在缝内使用沥青麻筋进行填塞。另外,在基底土质明显变化的部位还要设好沉降缝,其设计要求与伸缩缝完全相同<sup>[3]</sup>。

## 2.2 高陡边坡

对高陡边坡,其稳定性一般较差,可采用以下两种方法进行防护:第一种为锚杆混凝土框架,适用于稳定性较差,且开挖深度较大的路堑边坡。通过该防护技术的应用可对边坡予以联合锚固。该防护技术是以锚杆挂网喷浆技术为基础通过改进产生的,不仅能充分发挥锚杆具有的加固作用,避免石质边坡由于开挖产生破坏,还能提高防护设施美观性,满足绿化方面的要求。该防护措施有很多组合形式,如和喷播植草组合、和挂三维土工网组合、和土工格室网组合、和混凝土空心块组合等<sup>[4]</sup>。在该工程中,对坡高在10~30m范围内的开挖深度较大的路堑边坡,决定在锚杆混凝土框架基础上组合使用喷播植草与土工格室网,其中,锚杆为非预应力类型,施工时注意其保护层厚度应达到20mm以上。锚杆的长度和间隔距离均需结合边坡地质条件确定,在此次施工中,孔中黏结长度需达到10cm,且孔外需外露30cm,使锚固角度保持在10°~35°范围内,将坡角作为锚杆和边坡表面之间的交角。骨架由C20混凝土通过喷射制成,同时在边坡表面采用二级螺纹钢进行锚固。在骨架成型后,于其框格中喷播草籽,格网采用锚杆和锚固筋进行固定。将格网设置并加固好后,其横、纵方向上的抗拉力需达到20kN/m以上。对边坡的边缘部位,需在挂网喷混凝土的基础上采用锚固筋进行加固<sup>[5]</sup>。

第二种为预应力锚索框架地梁,主要用于稳定性相对较差,且高度较大的石质边坡,使用锚杆无法对框架地梁进行固定时,需借助预应力锚索来固定,以此在加固框架的同时,对坡体进行加固,在框架施工完成后,于其内部进行植草防护。该防护方法有一定适用条件;其一为使用锚索进行加固处理的高陡石质边坡;其二为边坡坡度超过1:0.5,且高度不会受到制约。该方法的

具体施工方法如下:结合工程实际情况确定锚索长度及间隔距离;按照之前确定的参数进行锚索施工,并对其反力座进行混凝土浇筑;在反力座混凝土实际强度达到设计要求后,将其张拉至设计要求的预应力;钻设锚索孔,并对框架地梁进行混凝土浇筑;将锚索张拉完成后,在混凝土内埋设锚索的锚头;待框架成型后于其内部喷播草籽,具体的喷播厚度应比格子梁的高度小2cm,草籽需根据气候条件确定。在实际施工中应注意以下几方面要点:首先,对锚索反力座与框架地梁进行混凝土浇筑时,必须按照规范程序进行,以保证浇筑质量;其次,在条件允许的情况下可对框架地梁进行预制,但此时要保证和反力座与结点之间的连接达到牢固,并对底面与坡面进行密黏;最后,在喷播草籽的过程中,保证均匀性,使草籽在防护设施内的分布达到均匀,进而达到理想的防护和绿化效果<sup>[6]</sup>。

## 3 实例分析

某公路路基边坡为石质边坡,坡高较大,且稳定性相对较差,框架地梁难以采用锚杆固定,因此设计采用预应力锚索。边坡防护施工开始前应准确放出框架梁的横纵向位置与施工起始位置,然后以现场地形条件为依据,由人工将坡面整平,确保框架梁与其固定设施和坡面良好契合。

### 3.1 锚索施工

(1)结合锚索实际分布状况进行施工排架的搭设,排架为钢管脚手架,其间距、排距和步距均为1.2m,在临空侧设置剪刀撑。排架与边坡表面紧靠,同时采用连壁锚筋和坡面相连与固定。将排架搭设好后,通过满铺竹跳板为施工提供操作平台,并采用铁丝和排架固定,在平台周围需设置栏杆。

(2)按照设计图纸由专门的测量人员将孔位准确放出,并使用方向架确定锚索的具体方向,使锚索和水平面之间保持20°的夹角,同时对钻机位置进行调整。在钻孔过程中,钻机斜度和定位器斜度应完全一致,操作中经常性检查与校正钻孔方向。钻孔结束后利用压缩气体清孔。

(3)经检查确认所有附件均满足要求后,即可开始现场编制,对进浆管与回浆管进行定长下料,同时做好标记。对锚固段的钢绞线,需做好除锈,并按照1m的间隔距离设置扩张环与紧箍环,用于提高和砂浆体之间的结合力,同时在锚固段端头设置导向尖锥,确保下锚能顺利完成。

对自由段锚索，按照1.5m的间距绑扎铁丝，然后在端头处设置导向帽。将锚索制作完成并检验确认后合格，做好编号与挂牌。

(4) 锚孔成孔后，利用压缩空气清除孔中存在的岩屑与积水，经监理人员检验确认后合格，开始安装锚筋体。将在地面上组装完成的锚索抬到锚孔处，然后由人工将其缓慢放到孔底，在安装锚索的同时还需装入注浆管，管端和孔底之间要有15~30cm的距离。相邻两个支点之间的距离应控制在2m以内，且转弯半径应达到3m以上。正式穿索前应二次检查并核对锚索，在穿束过程中应安排专人进行协调指挥工作，穿索速度应保持均匀和缓慢。编锚验收完成后，采用人工将其推入锚孔中。

(5) 锚孔注浆材料为M40水泥砂浆，注浆压力按0.6~0.8MPa控制，注浆方法为孔底注浆，浆液到达锚固段后完成。注浆时注意注浆速度不能过快并保持均匀，同时对灌浆长度予以反复核对，若未达到要求应进行补浆。砂浆达到固化前，不可对锚索进行拉拔与移动。

### 3.2 框架梁施工

(1) 基础开挖施工前需对边坡进行修整，将凸出的部分削除，然后根据框架梁的横纵向尺寸与模板的厚度进行准确放样。

(2) 先对护坡顶部封顶进行施工，然后进行纵梁施工，同时在框架梁的节点部位为横梁留设钢筋。待纵梁成型后，开始横梁施工。安装框架钢筋前，将基础底部存在的浮渣清理干净，确保基础保持密实，然后在底部采用水泥砂浆铺设垫层。在边坡表面设置短钢筋锚钉，制备厚度与保护层相同的砂浆垫块。将钢筋制作成一个长骨架，使接头处错开，同一截面内接头数量不能超出钢筋总数50%。在钢筋绑扎过程中，需采用砂浆垫块将其垫起，和边坡表面之间保持一定距离。

(3) 模板支设前对钢筋骨架质量进行检查，同时做好相关记录，严格按照要求立模。将模板支设到位后，对其标高进行测量，并根据测量结果进行适当的校正，最后用靠尺将模板找平。所有模板的表面都应均匀涂刷一层脱模剂，对模板的拼装应达到平整和严密，且净空尺寸应准确无误，满足设计要求和美观性要求。模板的支撑体系采用脚手架钢杆，模板底部和基础之间的结合必须紧密，避免漏浆与胀模。

(4) 框架梁混凝土浇筑开始前应对其截面尺寸进行检查，并确定钢筋分布情况与数量。浇

筑用混凝土借助卷扬机提升，开工前需在边坡表面按照要求放置好卷扬机与滑道，将混凝土提升到指定位置后，由人工将其运输到浇筑位置。框架梁混凝土浇筑施工必须保持连续，并在浇筑的同时做好振捣，振捣方法为插入式振捣。如果在浇筑过程中发现混凝土滑动，则应使用盖板将其压住。

(5) 当外锚垫墩混凝土与锚孔中砂浆强度均达到设计强度的70%以上后即可开始锚索张拉。锚索张拉主要分为以下几个环节：预张拉、第一次二级张拉与第二次多级张拉。其中，预张拉的张拉力按照5%控制，通过预张拉使钢绞线从自然状态变为调直和紧绷状态。第一次张拉的张拉力按照70%控制，需分成两次完成，第一次张拉到预应力的30%，并稳定至少10min的时间；第二次张拉到预应力的70%；最后一次张拉一般在第一次张拉完成后3~5d开始，需分成三次完成。第三次张拉施工需在桥梁建设结束后进行，这样能补偿因震动产生的预应力损失。另外，张拉施工开始前还应做好张拉设备标定。

## 4 结束语

综上所述，路基防护在公路工程建设中占据很大比重，不仅影响公路使用安全，还决定公路的外观。目前，该公路工程路基防护施工已顺利完成，且经检查确认、质量合格，防护与绿化效果均良好，说明以上防护技术合理可行，值得类似公路工程借鉴。

### 参考文献

- [1] 余健雄.高边坡锚杆防护施工技术在公路路基工程中的应用[J].中华建设,2021(22):100-101.
- [2] 孙凤喜.公路工程路基防护工程施工技术分析[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2021(6):195-196.
- [3] 何建军.公路路基工程开挖施工技术要点及安全防护措施探微[J].绿色环保建材,2021(4):130-131.
- [4] 王桂芳.刍议公路工程路基施工中关键技术组织与实施[J].赤子(上中旬),2014(13):324.
- [5] 罗根传.膨胀土路堑边坡防护技术探讨:以钦州至崇左高速公路工程为例[J].广西城镇建设,2012(7):75-77.
- [6] 陶双成,陈济丁,王云,等.格宾技术在喀喇昆仑公路改扩建中的应用[J].筑路机械与施工机械化,2012,29(1):53-56.