

公路路基高边坡客土喷播防护施工技术

李雪朋¹ 孙新² 高金良³ 沈梦楠⁴

(1,2,3 中国水电基础局有限公司 天津武清 301700; 4 新疆兵团水利水电工程集团有限公司)

摘要: 路基高边坡防护是公路中常见的防护情况, 现如今高边坡防护不仅仅要保证质量, 还要追求美化环境, 达到绿色与生态保护共存的目的。以龙潭河公路建设为例, 主要讲述客土喷播防护的工程案例, 挂网客土喷播能显著提高边坡稳定性, 有利于边坡的水土保持、环境绿化。

关键词: 高边坡、客土喷播、边坡防护、施工方法

引言:

我国公路高速发展, 伴随而来的是路基边坡岩体裸露, 导致岩体冲刷严重, 美化效果却不好, 有的采用圪工防护技术施工, 虽能保证边坡稳定性, 但是破坏周围环境, 与周围环境不相协调; 而客土喷播技术采用挂网、锚杆、客土、喷播的方式能够在较短的时间内恢复岩体边坡生态系统, 生长出来的植被有效的起到了水土保持、边坡稳定的效果, 能够与山体周边绿色植物相协调, 美化环境。

1、工程概况

龙潭河公路位于六安市金安区横塘岗乡杨岩村境内, 现状对外交通主要采用乡村道路, 路面宽约 5m, 水泥混凝土路面。龙潭河公路建成后, 能够保证龙潭河水库库区对外交通, 同时结合水库旅

游规划, 本次工程新建 3 条道路, 改造 1 条现状道路, 按山区三级公路设计, 设计时速取 30km/h。路线全长 6.96km。

本工程是六安市金安区南部生态旅游区的重点景区“九十里山水画廊”旅游线路的重要纽带, 项目与龙潭河水库同时建设, 建成后 X008 将全线打通, 是区域内沟通乡镇及区域干线公路的重要通道, 对完善金安区农村公路网具有十分重要的意义, 同时对金安区发展旅游经济, 加快推进脱贫致富具有十分重要的意义。

本工程高边坡设计第一级边坡 1: 0.5, 第二级 1: 1, 第三级 1: 1.5, 边坡主要呈现石质, 弱、中风化岩石, 全部采用锚杆客土喷播防护, 客土喷播用铁丝网统一采用直径 2.0mm 机编镀锌铁丝网, 网孔不大于 10cm; 采用 C16 砂浆锚杆, 为长 1m 和 0.8m, 梅花形布置, 布置间距 2.0m × 2.0m, 见下表。

技术要求					
序号	边坡坡率	喷射厚度 (cm)	布置间距 (m)		锚杆长 (m)
			纵向	横向	
1	1: 0.5	11	2	2	1
2	1: 1	8	2	2	1
3	1: 1.5	8	2	2	0.8

2、施工准备

2.1 技术准备

施工主要管理人员和技术人员认真学习和熟悉设计图纸, 核查设计图纸, 充分了解设计意图和技术要求, 详尽调查现场情况, 并提前进行技术交底, 使施工的每个人均了解相应标准、规范要求, 明确各自责任, 明确各工序间衔接流程在施工之前仔细看图。

2.2 施工机械设备

合理选择性能良好, 能够满足施工要求的机械设备, 机械设备进场后需经调试运转正常后方可投入使用, 根据进度计划配置足够数量的机械设备。

2.3 原材准备

注浆使用的水泥、砂均符合规范要求, 采用的锚杆满足质量要求, 对机编铁丝网进行检测合格后方可投入使用, 用于本工程的原材都需经过检测, 满足设计及规范要求的才能投入使用。

3、高边坡客土喷播施工方法

3.1 锚杆钻孔

根据设计的锚杆直径、孔深选择合理的钻孔设备进行施工, 本工程钻孔风钻采用 YT-28 型孔为 38mm。首先坡面检查合格后, 测量人员对边坡的锚杆孔进行放样, 按照梅花形布置间距 2.0m × 2.0m 的要求测量放线测定孔位, 孔位误差控制在 ± 2cm 以内; 垂直于岩面进行钻孔, 倾斜度偏差不得超过 ± 2°, 钻孔深度不小于设计深度, 过程中钻孔速度根据使用钻机性能和锚固岩层严格控制, 防止钻孔扭曲和变径, 造成钻孔困难或其它意外事故; 如遇地层松散、破碎时, 则采用套管跟进钻孔技术; 如遇塌孔、缩孔现象, 立即停钻, 查明原因后, 重新钻进, 以使钻孔完整; 若遇锚孔中有承压水流出, 及时在周围适当部位设置排水孔处理; 钻进达到设计深度后, 不能立即停钻, 要求稳钻 1 ~ 2min, 防止孔底尖灭、达不到设计孔径。锚孔清理; 使用高压空气(风压 0.2 ~ 0.4Mpa)将孔内岩粉及积水全部清除出孔外, 以免降低水泥砂浆与孔壁岩土体的粘结强度; 锚孔成孔结束后, 经现场监理检验合格的后, 进行下道工序施工。

3.2 注浆

本工程采用先注浆后插锚杆的施工方法。注浆材料采用符合要求的普通硅酸盐水泥，配合比为 1: 1，水灰比为 0.40~0.45，采用 YE2-100L2-4 型注浆机，注浆时，当孔口出现溢浆且持续时间不低于 1min，方可停止注浆。

3.3 锚杆杆体制作及安装

本工程锚杆杆体采用 C16 螺纹钢，长度为 1.0m，外漏 10cm，锁边锚杆采用 C12 螺纹钢，长度 1.6m，弯曲 30cm。锚杆两端部，一端防腐采用刷漆、涂油等防腐措施处理，另一端头弯折紧扣铁丝网。安装前，要确保每根钢筋顺直，除锈、除油污。安装锚杆体前再次认真核对锚孔编号，确认无误后再用高压风吹孔，人工缓慢将锚杆体放入孔内，用钢尺量测外露出的锚杆长度，计算孔内锚杆长度（误差控制在 ± 50mm 范围内），确保锚固长度。制作完成的锚杆经监理工程师检验确认后，及时存放在通风、干燥之处，严禁日晒雨淋。

3.4 挂网

本项目挂网采用机编镀锌铁丝网直径 2mm 网孔尺寸 10cm，采购符合要求的原材。挂网施工时先上而下的顺序放卷钢丝网，相邻两卷镀锌铁丝网分别用铁丝绑扎连接，两网交接处要求有 20cm 的重叠。在边坡边角距离平台超过两米以上的部分使用锁边锚杆，非

最高级边坡铁丝网顶边利用种植槽固定，锁边锚杆施工应注意保护坡口外观现存树木等植被。

3.5 客土喷播

3.5.1 配置客土基材混合物

基材混合物由绿化基材、纤维、植壤土等按一定比例混合而成；绿化基材由有机质、土壤结构改良剂等材料制成，根据实际特点进行标准试验，选定配合比；植壤土选用工程原有的表土进行粉碎过 8mm 筛，含水量 ≤ 20%，风干过筛后的植壤土应采取防水措施；纤维就地取秸秆、树枝等粉碎成 10~15mm 长，含水应采取放水措施，含水量 ≤ 20%。基材混合物的配合比拟选用为绿化基材：纤维：植壤土=1：2：2（体积比），配合比可根据喷薄试验后进行调整。

3.5.2 客土喷播的厚度选择

客土喷播厚度根据石质边坡坡率选择，采用 8~11cm 左右的喷播厚度，在岩性破碎、硬坡适当进行调整喷播厚度。

3.5.3 植物种子的选择

根据施工作业面土壤或岩面性质、当地气候条件、施工季节，并结合各种植物伸长特性选择根系发达的草灌种籽。本项目喷植层含草灌种籽，灌木不少于 5 种，小乔木不少于 2 种，分两次喷射施工。

本项目选择草灌种籽种类							
种类	波斯菊	刺槐	多花木兰	狗尾草	紫花苜蓿	狗牙根	宽叶草
检测发芽率	89%	78%	77%	92%	85%	92%	92%

根据施工进度、喷播厚度等情况选用合理的喷播设备，本项目选用 ZKR-125 型客土喷播机，设备就位后，调节输送泵压力、出风量，施混含量均匀喷射至坡面，自上而下分两次喷薄，含种子层厚度为 2cm，第一次基层喷薄在客土稳定后（10~20min）在喷射种子层，在岩性破碎、硬坡段喷薄厚度可适当调整。

3.5.4 养护管理

喷薄施工完毕后，用无纺布覆盖好，加强管理，根据气温情况适时适度进行喷水、补种、清除杂草及病虫害的防治，当幼苗植物长到 5~6cm 或 2~3 片叶时便可揭去无纺布，以保证幼苗的正常生长。

4、客土喷播的特点

路基高边坡客土喷播技术，可以绿化山体、美化边坡，该技术机械化程度高、作业快，每小时可客土 200 m³，喷播 120~150m³；植物在较短时间内能够快速生长，生长出来后能够有效避免边坡风蚀及雨水冲刷的影响，确保路基边坡的稳定，也能有效改善公路的行车环境，缓解驾车疲劳。本项目通过与其他边坡防护对比成本节约显著，比圬工防护节约成本可达一倍，且客土喷播施工对环境无污染，能够保护周围环境，作业时使用较少的人员便可作业，同时具有较好的生态环境效益和社会效益。

5、结论

龙潭河公路在 2020 年 12 月顺利竣工，经过一年多的运营管理，路基高边坡客土喷播效果显著，山体边坡植被种类繁多、绿化优美，为安徽省六安市“九十里山水画廊”旅游业增光添彩，同时为当地脱贫起到了重要意义，该项目获得了六安市“皋城杯”奖项，得到了当地政府以及同行业的认可。客土喷播技术能够改善岩石边坡生

态环境，符合绿色、环保、无污染的理念，能够为水土保持、国土绿化、生态景观做出贡献。希望能够为以后类似的工程提供借鉴意义。

参考文献：

[1]张敏.山区高速公路边坡防护绿化中客土喷播技术的应用[J].交通世界,2019(36): 16-17+31.DOI: 10.16248/j.cnki.11-3723/u.2019.36.005.

[2]黄燕.挂网客土喷播技术在石质边坡防护中的应用[J].森林工程,2012,28(06): 62-64.DOI: 10.16270/j.cnki.slge.2012.06.007.

[3]郭春丽,李利明.客土喷播护坡技术施工工艺及质量控制[J].有色金属设计,2011,38(02): 44-47.

[4]肖建波.客土喷播技术介绍[J].北京水务,2009(04): 39-40+46.

[5]朱峪增.客土喷播施工工艺技术要点[J].草业科学,2003(11): 76-78.

[6]安小梅.客土喷播绿化技术在石质边坡防护中的应用[J].山西交通科技,2008(04): 33-34.

作者简介：李雪朋（1994.7.4-），男，汉族，主要从事公路工程、市政道路、水利水电工程施工。

孙新（1978.10.19-），男，汉族，主要从事公路工程、水利水电工程施工。

高金良（1995.6.21-），男，汉族，主要从事公路工程、房建项目施工。

沈梦楠（2001.11.06-），女，汉族，主要从事公路工程、水利水电工程施工。