

某风电场长溜坡绿化治理技术应用

Application of Greening Technology for Long Slope in a Wind Farm

曹军兴 万蝉 李俊岭

Junxing Cao Chan Wan Junling Li

中国电建集团江西省水电工程局有限公司 中国·江西 南昌 330096

PowerChina Jiangxi Hydropower Engineering Bureau Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330096, China

摘要: 论文通过分析某风电场长溜坡绿化治理现状及绿化治理的特点,介绍了不同类型的长溜坡绿化技术的施工工艺、性能,经过现场实际应用,论证了该技术在长溜坡复绿、保持水土、经济和生态等诸多方面所具有的高效益和市场应用前景。

Abstract: By analyzing the current situation and characteristics of the greening treatment of the long slope in a wind farm, the paper introduces the construction technology and performance of different types of long slope greening technology. Through the field practical application, it demonstrates that the technology has high benefits and market application prospects in many aspects such as the greening of the long slope, water and soil conservation, economy and ecology.

关键词: 风电场; 长溜坡; 绿化治理

Keywords: wind farm; long slope; greening treatment

DOI: 10.12346/etr.v4i9.7082

1 引言

某风电场场内道路在路基修筑过程中,扰动原地貌,损坏地表植被,形成的挖填裸露面或边坡,易受到流水冲刷侵蚀,导致大量水土流失。其中部分强风化岩边坡和岩质边坡,部分边坡存在松散的碎石,在施工过程中,对自然地貌造成扰动,导致边坡滑塌。加上下边坡未及时做好临时挡护措施,造成开挖边坡的部分土石方沿坡面滚落,毁坏植被,并造成较严重的水土流失现象,溜坡长度约 340~400 m,形成长溜坡。虽然过程中对坡面采取了一些绿化措施,但成活率较低,绿化效果差。

2 长溜坡治理技术

长溜坡主要出现在陡坡路段和爆破路段,下边坡路基处有较大的石块裸露,下方溜渣严重。经现场查勘,将溜坡长度大于 100 m 的路段按长溜坡处理措施进行治理。

2.1 由于石方区爆破导致的长溜坡

以南区 K7+880 处路段为例,溜坡原因主要是该处为石

方区,路基采用爆破施工的方式造成地层扰动,导致自然边坡失稳,大量渣体滑塌,溜坡长度达 400 m,具体如图 1 所示。



图 1 由于石方区爆破导致的长溜坡

将该区域划分为两个分区进行边坡治理,具体如下:

①紧靠路基的石方区:该区域岩石裸露凸起,采用挂镀锌铁丝网喷播植草的处理方案,喷播基层材料采用厚基层,厚层基材喷播包括至少两层,即基层和植生层。基层材料以草炭土、腐叶土、有机物碎屑与有机堆肥按比例混合,有机

【作者简介】曹军兴(1974-),男,中国江西余人,本科,高级工程师,从事施工技术研究。

质材料比重大于60%；施工时可现场取无砾石自然土混配，沙砾含量应小于10%；植生层采用地表种植土、有机质、土壤改良剂、土壤调节剂、微生物肥料等材料按本方案推荐比例调配而成。钢丝网采用丝径2~3 mm、网孔5 cm×5 cm的热镀锌编织网。锚杆采用8~16 mm螺纹钢，长度15~45 cm，主锚杆规格较小锚杆大一号。

若石方区裸露的岩石凸起较明显，为防止后期滚落造成安全隐患，可设置主动防护网进行防护。防护网采用纵横交错的φ16横向支撑绳和φ12纵向支撑绳与4.5 m×4.5 m正方形模式（边沿局部根据需要有时为4.5 m×2.5 m）布置的锚杆相联结并进行预张拉，支撑绳构成的每个4.5 m×4.5 m（或4.5 m×2.5 m）网格内铺设一张30 cm×30 cm的φ8型钢绳网，每张钢绳网与四周支撑绳间用缝合绳缝合联结并拉紧，该预张拉工艺能使系统对坡面施以一定的法向预紧压力，从而提高表层岩土体的稳定性，尽可能地阻止崩塌落石的发生并将小部落石限制在一定的空间内运动同时，在钢绳网下铺设小网孔的5.0 cm×5.0 cm的小网格钢丝网，以阻止小尺寸岩块的崩落或限制局部岩土体的破坏。

②石方区以下区域，采用分级放坡分级治理的防护措施，根据《水土保持工程设计规范》，堆土坡比不大于1:1.65，坡面进行分级防护，每10 m高为一级，每级之间设置2 m宽马道，马道内侧设置40 cm×40 cm浆砌石排水沟。每级坡面再分4层，每层高2.5 m，每层底部设置竹排栅栏，竹竿高1.5 m，埋深0.55 m，直径不小于10 cm，间距1 m，竹竿之间绑扎镀锌铁丝网，每30 cm一层，共绑扎4层。栅栏以上高1 m范围内铺筑土工袋，1~2.25 m高范围内撒播草籽，进行坡面防护。

2.2 由于边坡失稳滑塌导致的长溜坡

以南区K9+800处路段为例，该处为山坳路段，本来就是雨水汇集的区域，加上道路施工对自然地貌造成扰动，导致边坡滑塌，溜坡长度约340 m，如图2所示。



图2 由于边坡失稳导致的长溜坡

为此，采用以下措施进行边坡防护：

①设置导流槽：该溜坡位于山坳处，雨水汇集，且溜渣覆盖宽度较窄，成上大下小的喇叭口形，在该区域上部设置钢筋混凝土圆管涵，在圆管涵出水口设置混凝土导流槽，导流槽依据该溜坡地形进行设置，利用已经冲刷出来的沟槽作为基槽，周围浇筑混凝土，防止对坡面进一步冲刷^[1]。

②攀缘绿化+栽植灌、藤本：在导流槽两侧每隔10 m挖40 cm×40 cm×100 cm种植槽，种植槽内呈“品字形”摆放规格为20 cm×40 cm×100 cm生态袋，袋内填充植生基质。若岩质边坡坡脚与路缘之间无足够空隙，应在坡脚处向下开挖40 cm深，30 cm宽的三角形种植槽，并在槽内填充植生基质，栽植攀爬植物。

③坡脚处设置混凝土挡墙，墙背采用透水性材料进行填筑，墙面坡比1:0.15，墙背坡比1:0.05，墙脚设置扩大基础。

2.3 上行道路与下行道路边坡交叉的长溜坡路段

以南区K7+650路段为例，该处主路为下行道路，支路连接33#机位，在主路上面，路基施工过程中，造成原地貌扰动，上行道路的下边坡滑塌至主路，主路下边坡由于也由于失稳滑塌，且该处为山坳路段，如图3所示。



图3 上行道路与下行道路边坡交叉的长溜坡路段

为此，采用以下措施进行边坡防护：

①混凝土方格骨架：在上行道路的下边坡，也即下行道路的上边坡设置混凝土方格骨架。方格骨架净间距3 m×3 m，骨架宽0.5 m，嵌入边坡内0.4 m，顶部路肩设计高程以下0.3 m范围及底部地面以上0.3 m范围设浆砌片石护面，底部地面以下设深0.5 m，宽0.5 m的浆砌片石基础。每3~4个拱设一道伸缩缝，缝宽0.02 m，缝内填塞沥青麻筋，深0.2 m。为便于养护，在适当位置设置宽0.6 m，厚0.5 m的M7.5水泥砂浆砌片石踏步，踏步也可作为导流槽进行坡面

排水使用。拱形骨架内种当地适宜灌木，间距 1.0 m，梅花型布置，每坑两棵。

②钢筋混凝土圆管涵：在下行道路山坳处设置钢筋混凝土圆管涵，排除路基边沟及上坡汇集的雨水。

③下边坡采用分级放坡的处理方案。

3 典型长溜坡治理

3.1 典型长溜坡绿化治理措施分区

图 4 为典型长溜坡治理现状影像图及治理措施分区。

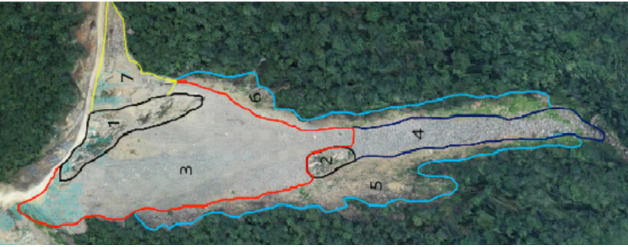


图 4 典型长溜坡治理现状影像图及治理措施分区

根据现场情况，结合相应的水保措施，将长溜坡分为 7 个治理区域，各区域水保绿化措施如下：

① 1 号、2 号区域根据现场情况，在适当的位置补植芭茅草（植苗）或博落回（播种）。

② 3 号区域采取分阶生态拦挡，坡面设置植生袋框格，框格内铺设秸秆植生毯，植生毯面层喷播。

③ 4 号区域采取全域撒播草籽，坡面分阶干砌石隔埂，穴状整地，放置营养钵苗。

④ 5 号、6 号区域采取生态修复，避免人为扰动。

⑤ 7 号区域采取分阶生态拦挡，坡面垒砌植生袋。

3.2 长溜坡治理栅栏、植生袋、穴状整地技术措施

3.2.1 植生袋施工工序

清理坡面→安装栅栏→植生袋准备→基质装袋→植生袋垒砌→种植→养护。

①清理坡面：施工前应修好坡顶道路截、排、挡水设施，清除坡面不稳定的块石、杂物等。

②安装栅栏：锚杆施工完成后（能完全受力），在锚杆上方沿垂直坡面方向打入竹（木）桩（ $\Phi 100\text{ mm}$ ， $L=1\text{ m}$ ），竹（木）桩间隔为 1 m，竹（木）桩钉入地下 0.5 m、露出地面 0.5 m；钉桩完成后在内侧用铁钉将竹（木）板固定在竹（木）桩上，填土形成平台，竹（木）板高度 0.4 m。

③植生袋准备：植生袋装土前的规格为 $60\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ ，装满土后的规格为 $60\text{ cm} \times 33\text{ cm} \times 15\text{ cm}$ ，可以根据现场边坡条件及时调整植生袋的规格^[2]。

④基质装袋：绿化基质可按 6 份黄土、3 份砂壤土、1 份营养土配制，并按 3 kg/m^3 的比例掺入复合肥，在边坡现场拌制和装袋。

⑤植生袋垒砌：从边坡底部开始，植生袋贴坡错缝垒砌，

层与层之间布设三维排水联结扣；每层植生袋铺设完成后，在上面放置木板，并由人在上面行走踩踏，确保三维排水联结扣与植生袋之间良好联结；植生袋垒砌结束时须做好顶部压顶。

⑥种植：植生袋垒砌完毕后表面采取点播灌草籽绿化，按品字型进行点播，水平间距 30 cm，竖向间距 15 cm（每层植生袋点播一排）。点播穴径 5 cm，深度不小于 2 cm，点播灌草种每平方米多花木兰 5 g，胡枝子 5 g，黑麦草 8 g，狗牙根 8 g，刺槐 7 g；分阶隔埂或生态拦挡采用同一品种乔、灌，搭配植草，每个台阶交替更换，7# 区域可 3 行交换一品种。

⑦养护：铺设前将作业面浇足浇透水，垒砌后再浇水保持袋中基质湿润，在施工完成后进行不少于 60 天的喷（洒）水养护，使播种坡面始终具有足够水分，促使草种发芽、生长。

3.2.2 穴状整地

开挖孔穴→营养钵种植→养护。

①开挖穴坑：穴坑大小分 2 种形式，种植乔木的穴坑为直径 400 mm；种植灌木的穴坑为直径 200 mm；穴坑位置根据现场坡面情况确定。

②整地要求：穴坑应挖深到原状土层，使营养钵底部与原状土层相接触，营养钵内基质配比与植生袋相同。

③营养钵种植：将配制好的基质装入营养钵中，根据钵体大小种植乔木苗或灌木苗；将整个营养钵置于穴坑中，钵体不出露穴坑。

④养护：种植好后注意浇水。

3.2.3 植生毯铺设

①清理坡面：施工前清除坡面不稳定的块石、杂物等，平整边坡，把低洼处填平高凸处削平，能使植生毯与边坡紧密接触，避免植生毯空鼓现象。

②铺设植生毯：将植生毯底端置入植生袋底部压实，顶端可开挖浅沟将植生毯埋入压实。将植生毯沿坡面自上而下展开，使植生毯与边坡充分接触，不可过紧或过松，中间用 U 型钉将植生毯固定，U 型钉适宜间距为 1 m。中间植生毯需搭接时，做到上压下法且超过 20 cm，使用双排 U 型钉固定搭接的植生毯，左右搭接间距为 10 cm。植生毯密度不小于 200 g/m^2 。

3.2.4 喷播植生

①植生毯铺设完毕后，采用喷播机将种子混合液均匀地喷射在边坡上。喷播草籽必须当天采用无纺布（ $16\sim 18\text{ g/m}^2$ ）覆盖以防止雨水冲刷。

②喷播草籽及配比：每平方米多花木兰 4 g，胡枝子 4 g，黑麦草 7 g，狗牙根 7 g，早熟禾 8 g。

③种子混合液：将草种、木纤维、复合肥、保水剂、粘合剂按 20 : 200 : 50 : 5 : 1 的比例溶于水中，经过机械充分搅拌，形成均匀的混合液。

4 工程验收与评价

本工程长溜坡共 13 处，施工历时 4 个月，到 2022 年 6 月底完工后 1 个月内植被完全覆盖坡面。经过 8 月份连续近一个月的雨水冲刷，除小部分表层剥落外，坡面植被未受影响，达到了预期的效果。经某省水利厅组织有关专家和单位验收^[3]，评为具有突出特点的优良工程。

5 结语

本项目实施的长溜坡绿化治理措施，可有效减少裸露地表受降水冲刷引起的水土流失，尽快恢复并提升风电场内生态环境。植物措施的实施改善了项目区域环境，提高林草覆盖率，重现风电场内绿树青山，突出美化、绿化效果，较好

地改善了区域内生态环境、人居环境和旅游环境。

上述长溜坡绿化治理技术实际上都是从如何栽种植物角度考虑的，这些方法的共同问题是施工和养护难度都很大，有必要开展相关的实践研究，对不同的植被种植和养护技术进行综合研究，形成一套切实可行的技术方法体系。

参考文献

- [1] 褚加计,李喆,甄娜,等.高陡岩质边坡生态治理技术及发展趋势[J].河南科技,2013(11):189-190.
- [2] 张振江,王锡信,戚登臣,等.神延铁路石质边坡生态治理技术[J].草业科学,2004(7):75-77.
- [3] 宋玲,余娜,许文年,等.植被混凝土护坡绿化技术在高陡边坡生态治理中的应用[J].中国水土保持,2009(5):15-16.