

一种公路土坡挂渣快速复绿施工技术

黄文锋¹, 郑晶星¹, 李格雷¹, 陈健华¹, 刘壮²

(1. 南方电网调峰调频发电有限公司工程建设管理分公司, 广东 广州 510630; 2. 中国电建集团江西省水电工程局有限公司)

摘要: 抽水蓄能电站地处山区,公路边坡土方开挖采用机械设备,难以避免松土脱落下滑,形成坡面挂渣。该文在考虑雨季影响的条件下,采用一种按土渣整平、刨穴或刨沟、草种撒播为先后顺序的施工技术,利用牙根、百喜草和象草等对梅州抽水蓄能电站上下库连接公路土坡挂渣进行复绿。结果表明:刨穴、刨沟设置有效缓解复绿前雨水冲刷对坡面挂渣的影响;所选草种能快速获得较好的绿化覆盖率,保证了挂渣稳定。

关键词: 水土保持; 绿化覆盖率; 撒播草种; 刨穴; 刨沟

1 前言

抽水蓄能电站构筑物主要由上水库、下水库、水道和地下厂房组成,在用电低峰期,下水库一部分水量被抽取至上水库进行蓄能;在用电高峰期,上水库一部分水量被排放至下水库进行发电。抽水蓄能电站启动迅速,运行灵活,在调节能源合理使用、提高电力安全可靠性和优化电网网架布局等方面发挥着重要作用,目前在国内外得到广泛应用。

上下库连接公路是抽蓄电站场内施工和运行主干道,常按3级公路设置,路基宽度(包含排水沟)较窄,约9 m。当上、下水库之间的距离与高差之比较小,公路沿线陡坡多,采用机械设备开挖难以避免松土脱落下滑,在坡面上形成松散、厚度分布不均匀的挂渣,在雨季易被冲刷,表面形成一系列条状土沟,冲刷物向边坡下部流动,对生态环境造成不利影响。

根据广东沿海地区天气多年统计,降雨集中在每年3—9月,3—5月中旬以局部中大雨与梅雨为主,5—6月以汛期中雨和大暴雨为主,7—9月以台风较多,秋冬期间雨量少。近年来,工程建设生态要求越来越高。如何快速创造绿色环境,提升复绿整体质量水平,满足防洪度汛面貌要求,成为工程建设的关键。为取得快速复绿效果,确保土坡挂渣稳定,该文在考虑雨季影响的条件下,采用一种按土渣整平、刨穴或刨沟、草种撒播为先后顺序的施工技术,选取适当草种对广东梅州抽水蓄能电站上下库连接公路土坡挂渣开展复绿。

2 施工技术

2.1 土工处理

公路土坡开挖挂渣黏结力低,内摩擦力小、雨后含水率高,处于松散状态,需采取以下处理保证挂渣稳定、防止冲刷:① 降低雨水对挂渣的冲刷影响;② 降低挂渣含水率;③ 促进挂渣有效固结;④ 筋材加固。常用施工方法见表1。

综合表1所列优缺点,从经济适用角度考虑,研究采用如下方法:

(1) 采用土渣刨穴或刨沟方式,降低土渣在草被有效形成前雨水对挂渣的冲刷影响。

(2) 在穴、沟内撒播根系发达的草种,既可使根系快速发育进入原状土,起拉拔作用加固松散土渣,又可利用雨水冲刷后少量挂渣滑动对草种的覆盖进行保护,给根系创造吸水环境,降低挂渣含水率,促进土渣有效固结。

(3) 在上述两点基础上,随着根系和草被不断成长,根系筋材作用不断加强,草被分散雨水,从而逐渐保证挂渣稳定。

土渣防冲刷处理按穴状布置和沟状布置两种方式,见图1。

穴状布置如下:为防止土渣进一步流动滑落,先整平土渣,厚度按20~40 cm控制;在坡面上按平均距离50~100 cm范围内方形布置刨穴,刨穴最大深度为土渣覆盖深度,即穴内最深处接触原状土表面;穴水平宽

表 1 施工方法

方法	工艺	优点	缺点
整平后撒播	整平挂渣,再撒播草种	工艺简单、造价低	土渣有效固结完成前土渣表面易受雨水冲刷
整平压实后喷播	利用边坡压路机进行压实整平,再进行喷播	施工速度快,在雨水少的地区通过养护可得到较好效果	养护前期遇大暴雨易受冲刷
整平压实后喷播/ 挂网喷播	整平挂渣后喷播/挂网喷播	喷播机械作业,挂网起筋材作用,有效时间长	造价偏高,陡坡作业空压机至工作面管道长,有效距离易受影响
整平压实后网格 梁加固	挂渣整平压实后框架网格梁加固	加固效果显著	工期长,雨季不便施工

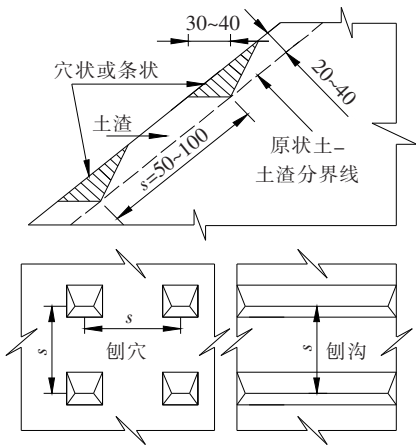


图 1 穴或沟布置(单位:cm)

度按 30~40 m 控制。

沟状布置如下:先将土渣整平,厚度同样按 20~40 cm 控制,在坡面上沿公路中心线方向按平均距离为 50~100 cm 进行刨沟;刨沟最大深度为土渣覆盖深度,即坑内最深处接触原状土表面;刨沟水平宽度按 30~40 cm 控制。

2.2 草种选择

对比中国一些草种在部分高速公路生态防护应用的基础上,该文统计了适宜广东地区抽蓄电站山地公路快速绿化、同时防止土质砂化的草种,列出其优缺点,详见表 2。

山地公路挂渣复绿需综合考虑当地天气状况、种

表 2 绿化草种

类型	植物特性	优点	缺点
狗牙根	低矮,喜光稍耐荫、耐旱,喜温暖湿润,具有一定耐寒能力,适于生长在排水较好、肥沃、较细的土壤	美观,根茎蔓延力很强,1 个月出草芽,2~3 个月内根系达 25~30 cm,撒播量小,约 12 g/m ²	抗寒稍差,寒冬易褪色
百喜草	低矮,对土壤要求不严,在肥力较低、较干旱的砂质土壤上生长能力强	较美观,根系发达,无需经常灌溉,一般两个月内进入土壤约 0.4 m 以上,成长后期根部 1 m 以上	种子量稍大,约 40 g/m ²
沿阶草	低矮,沿阶草长势强健,耐阴性强,植株低矮,根系发达	根系发达,无需催肥,耐寒耐阴耐贫瘠,撒播量小,每 15 cm 行距布置种子 3~5 颗	海拔 400 m 以上生长相对缓慢
蟛蜞菊	矮小茎匍匐,上部近直立,基部各节生不定根,长 15~50 cm,前期根部入土深度约 10 cm,较浅	网状蔓延,对土夹石渣体有良好保护作用,花期美观,3 cm×3 cm 的间距点播	前期生长力弱,后期生长力强,寒冬易枯萎,需常灌溉补肥,培育催芽
山毛豆	灌木类,根系发达,适应性强,耐酸、耐瘠、耐寒、喜阳,适合红壤种植,前期慢,后期形成灌木	后期根部十分发达,形成灌木高度,1~3 m	前 6 个月内生长偏慢,后期侵蚀狗牙根、百喜草和蟛蜞菊等草种,价格飙升快
爬山虎	喜阴湿环境,不畏强光,耐寒,耐旱,耐贫瘠,需培育催芽	间距 1 m×1 m 布置,后期生长旺盛	后期定期清理量大,更适合喷混凝土坡面

续表 2

类型	植物特性	优点	缺点
象草	根部地下茎,根茎茎身如小甘蔗,耐旱,耐贫瘠,高达 4 m	生长快,70 cm 左右间距种植,1 个月吐芽 30 cm 以上,根部可视作加固筋,横向种植,四处阔撒效果更佳,陡坡种植效果更佳	南方冬天叶枯萎较多

植时间、地质状况、海拔、边坡坡度 5 方面主要因素。

(1) 天气状况。旱季施工方便,需注意催肥和淋喷,可按尿素催芽、氮肥补养进行养护,补充水分可早晚各一次。当坡面复绿面积小,补充水分可采用移动洒水罐车;当坡面复绿面积大,可设置临时生态水管,每隔 10~30 m 范围内设置自动淋喷装置。雨季可省略补水养护,根据植物生长状态适当补充化学养分。

(2) 种植时间。一般地,南方地区春夏季降雨充沛,种植时间较为理想,秋季逐渐进入干早期,植被补水养护工作量大,催芽后进入冬季寒冷期间生命力较弱,对草被生长存在一定影响。

(3) 地质状况。当开挖的土渣为黏土和粉质黏土时,对植被生长较有利,化肥消耗量小;当为砂土,土质较差时,化肥消耗量大。

(4) 海拔。根据植被特性,部分草种生长状态受温度影响较大。在海拔 600 m 以上区域,不采用蜈蚣菊和沿阶草。当海拔 400 m 以上,对照表 2 的其他草类,应考虑在冬季来临之前,草被应形成,以增强冬季生命力。

(5) 边坡坡度。经调研,当边坡坡度在 40°范围内,表 2 所列各类草种均对边坡稳定起较好的作用。但当坡度大于 45°后,尤其对砂土边坡,象草根部分向种植可直接起土工筋材作用,效果更佳。

2.3 相互影响

结合表 2 的草种类型,对广东东区高速公路边坡混合草类种植进行了调查,结果发现,狗牙根和百喜草草种单独撒播或者混合 1:1 搭配,均能取得较佳的景观效果;蜈蚣菊单独种植花期效果更佳,但适宜海拔较低地方。山毛豆、爬山虎、蜈蚣菊和象草宜单独种植。3 级公路边坡较为常用的混合搭配是先按 1:1 比例撒播狗牙根和百喜草草种,再撒播山毛豆,这种组合主要体现为:3~9 个月狗牙根和百喜草成长较好,9 个月后山毛豆开始陆续吐芽,后期狗牙根和百喜草开始干枯,山毛豆根系发达,开枝散叶逐渐快速成长为灌木,侵蚀其他草种,覆盖整个坡面。爬山虎前期生长相

对缓慢,后期布满整个坡面,易侵蚀软弱草种。象草生命力强,成长快,对其他草种影响大。绿化施工中,爬山虎和象草生命力强,蜈蚣菊(趴地菊)生长能力相对弱,一般采用单独搭配。

3 工程实例

梅州抽水蓄能电站上下库连接公路位于广东五华县龙村镇黄狮村内,全长 7.2 km,工程处于汉江流域范围,海拔 400~800 m,气候温和多雨,平均温度 20.6℃,极端温度-1℃,多年平均降雨量为 1 400~1 700 mm,4—9 月占全年降雨量 70%以上,台风多发。

受地形地质条件和机械开挖技术影响,部分路基及挡墙开挖后,公路外侧土坡存在挂渣,挂渣为松散黏土夹砂土,少部分区域存在碎石,厚度 20~50 cm,雨季容易造成冲刷,表面形成一系列条状土沟,给水土保持和边坡安全造成不利影响。为防止雨季土坡被冲刷,保证挂渣复绿质量,满足防洪度汛要求,梅州蓄电站于 2017 年 4 月对其进行了复绿。

3.1 草种配置

结合工区极限气温、海拔、地形和地质、挂渣种类等情况,按土的分类列出了草种配置(表 3)。根据工后土壤渗透性特征,并考虑回收,I 类土渣选择了象草。基于狗牙根和百喜草良好的吸水性能,II 类土选择狗牙根百喜草混合;基于对碎石的美观覆盖,蜈蚣菊作补充。考虑海拔增高,土壤养分偏低,III 类土渣复绿选择象草。

3.2 土工处理

针对挂渣厚度分布不均,创穴和创沟施工前,对挂渣表面进行了平整,利用锹、锄、镐作业,工后厚度平均控制在 30 cm。创穴和创沟宽度 40 cm,最大深度为 30 cm,间距控制为 70 cm,起延缓水流冲刷作用。

3.3 草种撒播

在草种撒播过程中,理想状态下机械喷播质量较好。采用人工撒播时,播种量在机械喷播基础上增加 20%~30%。

表3 草种配置

海拔区间/m	土类	挂渣特征	比例	草种选择	配置
400~600	Ⅰ类	砂土夹粉土	砂土:粉土约7:3	象草	每50~100 cm布置1株
		粉土夹砂土	砂土:粉土约6:4	狗牙根百喜草混合	草种比例1:1
600~800	Ⅱ类	黏土夹碎石	黏土:碎石约8:2	蜚螞菊	每3 cm布置1株
	Ⅱ类	黏土夹碎石	黏土:碎石约7:3	象草	每50~100 cm布置1株
	Ⅲ类	重粉质黏土夹砾石土	重粉质黏土:砾石土约4:6	象草	每50~100 cm布置1株

4 结果

4.1 绿化覆盖率

经观测,无论刨穴或刨沟,穴、沟在雨季维持两个月内逐渐消失,恢复至土渣整平时状态,但在此过程中起到了延缓雨水冲刷破坏作用。1个月后各类草种已吐出幼苗,根部水分饱满,根系入土深度20 cm,土渣含水率相比复绿前有所降低,土坡表观淡绿稀疏相间;两个月后已开始成苗,土坡处于黄绿相间状态,各类草种根系入土深度达到约30 cm,土渣趋向稳定。3个月后坡面呈绿色状态,绿化覆盖率达到90%以上,各类草的根系已完全进入原状土,土渣处于稳定状态。在前期3个月内,遇两次暴雨,所种植的狗牙根和百喜草中存在12%局部区域受到一定的雨水冲刷,形成了少量土沟,雨后对其进行了恢复。相比而言,象草根部分具有筋材作用,未见造成影响。以上几种绿化覆盖率效果成本控制为15元/m²以内。

4.2 养护

在养护过程中,象草养分需求较少,化肥用量少,与其耐贫瘠、生命力强特性有关。其余草种补水养护需要晴天和阴天早晚各洒水1次,在长芽后每月补充1次复合有机肥,其中,狗牙根和百喜草混合搭配需求肥料稍多,100 m²配置20 kg。考虑开花需要,蜚螞菊在施加氮肥的基础上,补充少量磷肥,但补充量不大,100 m²按20 kg配置。所选草种在进入冬季后,出现-1℃极限气温,70%区域叶面枯黄,至第二年春天自然复绿。因后期象草生长较高较密,干旱季节加强了防火设置。

4.3 植被表土

后期发现,在极少区域存在植被表土清理后形成的土渣,在未采取任何措施的情况下,3个月后原生灌木植被已成长,刨挖后发现土渣稳定,说明植被表土具有较强的复绿作用。

5 结论

水电工程公路路基施工采用机械开挖,虽在工序上尽量避免挂渣,但在狭窄线路的陡坡上施工难以避免挂渣滑动脱落至边坡上,雨季施工对生态环境造成一定影响。通过对土渣整平,利用刨穴和刨沟再进行草种撒播的土工处理,得到以下结论:

(1) 刨穴、刨沟设置在草被有效形成前可有效防止雨水对坡面挂渣冲刷的影响。

(2) 所选择的狗牙根、百喜草、象草较为适合南方抽水蓄能电站公路施工土坡挂渣处理,可快速取得良好的挂渣稳定性和复绿效果,其中象草的筋材作用效果更佳,经济效果好。

(3) 植被表土是抽水蓄能电站的珍贵资源,是可重复利用的自然复绿资源,在公路开挖清表堆放过程中应进行分类,并可考虑应用至石质边坡挂渣复绿。石质边坡挂渣中下部处于盲沟状态,利用植被表土覆盖填实,使其自然生长复绿是一个新的研究方向。

参考文献:

[1] Zeng Ming, Feng Junjie, Xue Song et al. Development of China's Pumped Storage Plant and Related Policy Analysis[J]. Energy Policy, 2013, 61: 104-113.

[2] 严少发, 姬东东, 罗良乾. 东欧山岭地区高速公路施工便道的关键程序及技术——以黑山共和国南北高速公路工程为例[J]. 中外公路, 2018(1).

[3] 王太春, 王翠云, 瞿燕花, 等. 高速公路护坡草坪草种的气候分区和选配组合技术研究[J]. 中外公路, 2010(3).

[4] Chong-Jin Pang, Zheng-Xiang Li, Yi-Gang Xu, et al. Climatic and Tectonic Controls on Late Triassic to Middle Jurassic Sedimentation in Northeastern Guangdong Province, South China[J]. Tectonophysics, 2016, 677-678: 68-87.

[5] 邓纯, 张华江, 夏泽雄. 梅州地区强对流天气的气候特征分析[J]. 内江科技, 2012(6).

非洲法语国家道路环形平交口设计解析

王智, 韩立军

(中交第一公路勘察设计研究院有限公司, 陕西 西安 710075)

摘要: 非洲法语区国家在道路建设中主要采用欧洲(法国)道路设计规范及相应的规程, 在道路平面交叉口设计中有严格的要求, 该文主要对非洲法语国家环形平交口的平面、纵面及横断面设计进行解析, 以期对中国国内平交口设计具有一定的借鉴和指导作用。

关键词: 非洲法语国家道路; 环形平交口; 设计解析

1 环形平交口平面设计

1.1 环形平交口的特点

(1) 用环道组织渠化交通, 驶入平交口的车辆均无需停车, 减少平交口处延误时间。

(2) 环道上行驶的车流方向一致, 避免交叉冲突点, 减少交通事故。

(3) 中心岛绿化可美化环境。

(4) 增加了车辆(尤其是左转弯车辆)的绕行距离。

1.2 环形平交口的主要组成部分

环形平交口主要由被交路(被交路按等级分为主

要道路和支路)、环道、中心岛、导流岛、出口道及入口道等组成, 见图1。

1.3 各组成部分的参数

1.3.1 被交路

被交路为组成环形平交口的最基本要素。在平面设计中, 临近环道处被交路应保证一段直线。新建环形平交口, 直线长度最好满足 250 m(当主要道路为双向双车道时, 直线段为 350 m), 对于改建环形平交口, 直线长度最好满足 150 m(当主要道路为双向双车道时, 直线段为 250 m), 见图2。

在中国道路平交口设计中, 对临近环道处被交路没有强制要求必须保持一段直线, 也可以是曲线, 但曲线半径一般不小于 200 m。

[6] 王武生. 绿色公路建设理念在长益高速公路扩容工程中的应用[J]. 中外公路, 2019(1).

[7] 周勇. 绿色公路理念下的高速公路环境保护关键技术探究——以潮(州)一惠(州)高速公路 A3 合同段为例[J]. 中外公路, 2019(1).

[8] 刘德溥, 吕诗静, 王志泰. 基于场地特征的贵州山地公路景观设计研究——以凯雷公路景观设计为例[J]. 中外公路, 2019(1).

[9] 楼晓昱, 曾玲. 浅层坡积土边坡在降雨作用下的地表产流过程分析[J]. 中外公路, 2016(1).

[10] 陈华梁, 何忠明. 不同降雨状态对坡积土边坡含水率分布及稳定性影响分析[J]. 中外公路, 2016(2).

[11] 齐炳艳. 菊苣在低液限粉质粘土边坡生态防护中的应用[J]. 中外公路, 2016(4).

[12] 黄学文, 许泽宁, 杨阳. 桔杆草毯在高速公路边坡防护中的应用[J]. 中外公路, 2016(4).

[13] 王利军, 陈强, 王石光, 等. 邵光高速公路下边坡香根草防护技术应用研究[J]. 中外公路, 2016(6).

[14] 杨勇, 娄燕宏, 杨知建, 等. 低温胁迫对狗牙根激素和碳水化合物代谢的影响[J]. 草业学报, 2016(2).

[15] 李建兴, 何丙辉, 湛芸. 不同护坡草本植物的根系特征及对土壤渗透性的影响[J]. 生态学报, 2013(5).

[16] 陈洁, 雷学文, 黄俊达. 花岗岩残积土边坡草本植物根固效应试验[J]. 水土保持学报, 2018(1).

[17] 程晔, 方靓, 赵俊锋, 等. 高速公路边坡 CF 网防护抗冲刷室内模型试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2010(S1).

[18] 陈赞, 刘如意, 刘尚. 高速公路项目绿色施工组织设计的绿色度测算方法[J]. 中外公路, 2018(6).

[19] 肖绪文, 冯大阔. 施工现场主要建筑材料绿色性能评价与选用方法[J]. 施工技术, 2017(18).

[20] 程树斌, 关彤军, 张春会, 等. 海绵城市道路种植土一碎石绿化带的雨水入渗[J]. 中外公路, 2018(2).