

云南小湾水电站边坡治理研究

周明涛, 许文年, 叶建军, 田东方

(三峡大学 土木水电学院, 湖北 宜昌 443002)

摘要: 通过分析云南小湾水电站 2[#] 公路边坡地质地貌及生态系统的现状, 总结了初期边坡治理的经验教训, 并以生态恢复工程学为基本方法, 结合植被混凝土护坡绿化技术, 提出了小湾水电站 2[#] 公路边坡护坡绿化治理方案。经工程实践证明, 该治理方案正确, 效果显著。

关键词: 边坡治理; 植被混凝土; 护坡绿化

文献标识码: A

文章编号: 1000—288X(2005)04—0091—03

中图分类号: U416.14; S157

Slope Treatment at Xiaowan Hydropower Station in Yunnan Province

ZHOU Ming-tao, XU Wen-nian, YE Jian-jun, TIAN Dong-fang

(College of Hydroelectric and Civil Engineering, China Three Gorges University, Yichang 443002, Hubei Province, China)

Abstract: The geological, topographical and ecological condition of the No. 2 highway slope at Xiaowan hydropower station in Yunnan Province are analyzed. Then the experiences and lessons of slope management at this location are summarized from an early stage in the development of the area. Drawing on theoretical knowledge of ecosystem restoration and engineering, and on information of slope protection and revegetation techniques, the plan on protection and revegetation for the No. 2 highway slope at Xiaowan hydropower station is turned out. Preliminary evidence is presented to indicate the suitability of the plan.

Keywords: slope treatment; vegetation-growing concrete; slope protection and revegetation

云南小湾水电站地处澜沧江流域, 属于低纬度高原季风气候区。冬春季干旱少雨, 夏季雨量集中, 多年平均降雨量 1 000 ~ 1 150 mm, 雨季 6—8 月 3 个月降雨量占全年 77.3%。多年平均气温大于 20^o, 最低月份均温 8^o ~ 10^o, 极端最低气温 - 1.1^o, 极端最高气温 35.9^o, 年积温大于 6 500^o。多年平均风速 3.0 m/s, 最大风速 22 m/s。多年平均相对湿度 63%。土壤大多为红壤, pH 值 5.0 ~ 5.8, 有机质和氮缺乏, 磷极易被固定, 利用率不高, 其黏粒含量高, 较易板结, 水溶硼, 有效锌和铜缺乏。

2[#] 公路(业主进营地公路) 边坡于 2001 年底开挖, 坡面高度不等, 坡度 60^o ~ 85^o, 兼有局部倒坡现象。工程边坡位于山体分水岭一侧, 其周边汇水面积较大, 地表水渗透作用较小, 对坡面产生侵蚀影响的主要是地表水及自然温差等作用。

1 边坡一期治理回顾

由于 2[#] 公路属于进业主营地的交通要道, 因此在边坡开挖的同时, 便对其进行了护坡治理, 具体措施分为 2 部分。

(1) 在边坡坡脚沿公路内边缘修建浆砌石挡墙, 进行边坡深层稳定, 防止边坡发生深层滑坡。浆砌石挡墙断面为不规则五边形, 上窄下宽, 迎路面为垂直面, 高 2.2 ~ 3.0 m 不等, 上底宽为 1.4 m。

(2) 开挖边坡部分为无黏性砂土表面, 为了防止因降雨引起的地表径流导致水土流失, 对其进行素喷混凝土处理; 部分为风化极其严重的花岗岩, 未经任何处理, 寸草不生。

经过大约 2 a 时间的充分验证, 坡脚浆砌石挡墙在防止边坡深层滑坡上起到了应有的作用, 而无黏性砂土坡面表层素喷混凝土大部分已开裂, 局部甚至崩塌脱落。

通过仔细探察研究, 发现主要有以下 3 点原因: 素喷混凝土在坡顶与原生植被层结合部处理不完善, 地表径流沿此接缝渗入夹层, 对无黏性砂土进行冲刷淘蚀, 使大部分脱离原坡面悬在空中, 稳定性大为降低; 素喷混凝土施工时, 未设计锚钉、铁丝网, 因而自身也存在抗裂性和抗塑性变形较差等方面的缺陷; 光照、雨淋及温差等因素带来的热胀冷缩和湿胀干缩现象给素喷混凝土的耐久性构成严重威胁。

收稿日期: 2004-07-30

资助项目: 国家自然科学基金资助项目(50179040, 50379057); 河北省水利科学研究计划

作者简介: 周明涛(1979—), 男(汉族), 湖北保康人, 副教授。主要研究方向为边坡防护与生态恢复。E-mail: zmt6339570@tom.com。

2 边坡二期治理(植被混凝土护坡绿化法治理)

2.1 选用背景

2[#]公路边坡毗邻业主营地大门,与业主办公大楼相对。鉴于上述浅层治理教训及以求达到恢复生态环境,创造景观效果的要求,业主经过全国范围内筛选,最后决定采用植被混凝土护坡绿化技术对此边坡进行二次治理。

植被混凝土护坡绿化技术系由三峡大学研究开发(八项专利作为技术支撑),1998年开始室内模型试验研究,2001年开始室外现场试验并取得成功。目前,在湖北、湖南、浙江、山东、四川等地已被广泛应用于岩质边坡治理和生态恢复工程中,社会效益和生态效益良好。2003年7月19日,水利部在宜昌对此项目作出了成果鉴定,与会专家一致认为:植被混凝土护坡绿化技术实现了工程建设中边坡防护和绿化两大功能的有机结合,填补了这一技术领域的空白,项目成果总体上达到了国际先进水平,其中边坡防护和绿化的有机结合属国际领先。

2.2 主要技术分析 with 处理

工程区位于祖国西南,运用植被混凝土护坡绿化技术对边坡进行治理尚属首次,在地质、气候等方面与之普遍推广运用的华南、华中地区存在较大差异,而受此影响最大的即为物种混播组合关系。因此,下文以生态学及生态恢复学为理论基础,依据生态位互补等原理在物种(应包括草种、花木种、灌木种和乔木种)混播组合的确定上,主要考虑了以下影响因素。

(1) 水分适应性。工程所在区降雨量极不均匀,通常干湿季分明,且边坡坡高面陡,保水性能差,自然降水很难积存。另外,无粘性砂土和强风化花岗岩质边坡自身含有活化养分低,植被很难从边坡无粘性土或岩层中吸收水分及养分供其生长。故在物种选择时优选根系发达,抗旱性、耐贫瘠强的品种。

(2) 土壤适应性。众多草种根系的良好生长,都要求具有良好的土壤肥力和适宜的土壤酸碱度及盐度。鉴于此工程施工中取用土壤呈强酸性(根据《草坪绿地实用技术指南》中的划分,5.0~5.8属于强酸性范畴,见表1),故在物种选择中应优选适宜在酸性条件下良好生长且耐盐性好的品种。

表1 pH值与酸碱度对照表(活性酸)

pH值	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5		
酸碱度	强酸	中酸	微酸	轻微酸	中性	轻微碱	微碱	中碱	强碱

(3) 光照适应性。光照影响植物种子的发芽,护坡草坪(植被混凝土护坡绿化技术主要承担边坡浅层防护和生态恢复功能,我们暂且称其建植成功的绿地为护坡草坪)的质地和色泽,同时还与护坡草坪的病虫害有密切关系。工程区属于光照时数多的季风气候区,故在物种选择中应优选喜光性品种。

(4) 空气湿度适应性。空气湿度往往也与护坡草坪病虫害有关系,特别是温度高、空气湿度大时易发生护坡草坪病害。例如,20℃左右,空气湿度大于85%时,护坡草坪便易产生根腐病。工程所在地6—8月温度较高,降雨量大,空气湿度相对较大,故在物种选择中充分考虑了空气湿度对其的影响。

(5) 温度适应性。物种对温度适应性主要表现在对高温、低温和最适温的适应性,适应性差时,导致草坪由绿变黄,严重时致使青苗枯死。不同物种对温度的适应性差别极大。工程区年温差小,日温差大,物种选择时也考虑了温度对其的影响。

(6) 风的适应性。澜沧江流域属于季风性气候区,风速较大,多风多尘,在花岗岩坡面可能发生风摇树倒,进而破坏植被层的现象,故在物种选择中弃除了乔木种,而只采用了灌木和草本植物种子。

(7) 其它影响因素。2[#]公路边坡地理位置特殊,属于业主生活区的一部分,故在物种选择中还充分考虑了景观一致性原则,采用了护坡花种。另外,混播组合确定还应考虑坡面渗水情况、地形状况等因素,但这些因素对其影响较小,在此不加讨论。

物种混播组合确定以后,还需要根据物种的竞争力确定混播组合中的各自比例,避免优胜劣汰的组合而失去混播的意义,以力求达到:最大限度增加护坡绿地的抗逆性和适应性,防止其退化;最大限度增加护坡绿地的景观效果,提高观赏价值;尽可能使护坡绿地在较短的时间内与周边生态环境达到协同一致。

综上所述,在云南小湾业主进营地公路的边坡治理中,物种混播品种组合以及混播比例组合详见表2所示。

3 治理结果与分析

植被混凝土护坡绿化施工完毕后,经洒水养护,7d后波斯菊首先破土发芽,生长速度较快。灌木由于种皮较厚,发芽较晚,出土后在水、光、热等方面受到其他物种抑制,生长速度较慢。2个月后,茂密的植被覆盖了整个坡面。3个月后,波斯菊开始绽放出红、黄、白3种不同颜色的小花,花草相间,五彩缤纷;坡柳、矮生胡枝子也大多发芽,并开始茁壮生长。

经过检测,植被层自身强度在 0.38 ~ 0.45 MPa 之间,兼之物种根茎的浅层加筋作用,边坡未发生暴雨冲刷和地表径流侵蚀现象,达到了工程初期预期的目标。

植被混凝土护坡绿化技术不仅解决了边坡的浅层防护问题,而且还开创了岩质边坡生态恢复的新纪元,在边坡治理工程中将逐步取代传统的灰浆(三合土)抹面、喷浆、素喷混凝土、浆砌片石等护坡方式。

表 2 云南小湾边坡治理物种混播品种及混播比例组合表

g/m²

品 种	主要生态习性	选用原则	工程区与 之映射因素	使用数量
多年生黑麦草	适宜温暖气候,在年降雨量 1000 ~ 1500,冬无严寒,夏无酷热地区生长良好,最适宜温度 20 ~ 25 ;叶片纤细,草丛低矮	A, E, F, G	年降雨量, 温度, 景观风	9
根茎羊茅	根茎发达,耐旱性能好,自我修复功能强	A, D	年降雨量	3
高羊茅	耐贫瘠干旱,有一定的耐盐能力,对土壤要求不严,土壤 pH 值 4.7 ~ 9.5 内均可生长;根系发达	A, B, D	年降雨量, 土壤	3
草 狗牙根	喜温暖气候,生命力特强,耐旱,喜光,耐盐性好,侵占力、恢复力强	A, B, C, E	年降雨量, 土壤, 光照	2
狼尾草	喜温暖气候,耐旱能力较强,对土壤酸碱,质地要求不严;根茎发达,具有长而强壮的匍匐茎	A, B, E	年降雨量, 土壤, 温度	2
维多利亚	野生性强,耐贫瘠,抗旱和耐盐性好,对土壤要求不严,有较强;质地柔细	A, B, G	年降雨量, 土壤, 景观	2
灌木 矮生胡枝子	喜光,耐干旱瘠薄,荫蔽性强,根系发达,具根瘤菌;枝条拱垂,潇洒,花紫色	A, B, C, G	年降雨量, 土壤, 光照, 景观	2
坡柳	适宜山坡栽植,有防沙固土之效,生长速度较快	B, F	土壤, 风	2
花 波斯菊	喜光,后期对水分要求不严,生长速度快	C, G	光照, 景观	3

注: A. 水分适应性; B. 土壤适应性; C. 光照适应性; D. 空气湿度适应性; E. 温度适应性; F. 风的适应性; G. 景观一致性; 总量:28g/m²。

[参 考 文 献]

[1] 昆明市草坪协会. 云南草坪[M]. 云南:云南科技出版社,2001,7.

[2] 李敏,等. 冷季型草草坪建植与管理指南[M]. 北京:中国林业出版社,2001,9.

[3] 孙吉雄,等. 草坪绿地实用技术指南[M]. 北京:金盾出版社,2002,12.

[4] 许文年,等. 岩石边坡护坡绿化技术研究[J]. 水利水电技术,2002,37(7):35—37.

[5] 许文年,等. 清江隔河岩电厂高陡混凝土边坡绿化技术研究[J]. 水利水电技术,2003,34(6):43—47.

[6] 江琳. 高等级公路生态环境保护问题与对策[J]. 公路,2000(8):67—71.

[7] 周德培,等. 植被护坡工程技术[M]. 北京:人民交通出版社,2003.

[8] 张俊云,等. 岩石边坡生态护坡研究简介[J]. 水土保持通报,2002,22(4):36—38.

[9] 刘询,等. 岩质边坡的生态恢复工程新技术研究[J]. 广东水利水电,2001(5):21—22.

[10] 杨京平,等. 生态恢复工程技术[M]. 北京:化学工业出版社,2002.

[11] 《土壤学》编写组. 土壤学[M]. 北京:中国林业出版社,1992.

[12] 许文年,等. 工程边坡绿化技术初探[J]. 三峡大学学报(自然科学版),2001,26(6):512—515.

[13] 周颖,等. 喷混植生技术在高速公路岩石边坡防护和绿化中的应用[J]. 土力学,2001,22(3):353—356.

[14] 汪智耀. 铁路路基边坡防护应推广液压喷播植草技术[J]. 铁路工程造价管理,1999(4):32.

[15] 李和平,等. 水力喷播技术引进及试验研究[J]. 水土保持通报,1999,19(2):27—30.

[16] 章恒江. 岩质坡面喷混快速绿化新技术[J]. 国外公路,2000,20(5):30—32.

[17] 肖飙,等. 喷播绿化技术在成绵高速公路的应用[J]. 草原与草坪,2001(4):39—40.

[18] 蒋永明,等. 园林绿化树种手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,2002.