

新丰江水库消落带植被恢复措施研究

陈三雄, 廖建文, 彭志祥, 常 进

(中水珠江规划勘测设计有限公司, 广东 广州 510610)

[关键词] 水库消落带; 植被恢复; 岸坡侵蚀; 淹水胁迫和干旱胁迫; 治理措施; 新丰江水库

[摘要] 水库消落带治理是一个世界性难题。为给新丰江水库消落带治理提供技术依据, 在深入分析新丰江水库消落带水位运行、岸坡侵蚀、土壤养分、植被等情况的基础上, 提出了淹水胁迫和干旱胁迫、岸坡侵蚀、养分缺乏是新丰江水库消落带植被恢复的3个限制因子, 并针对不同的限制因子, 提出了相应的解决思路和措施设计。

[中图分类号] S157.2 [文献标识码] A [文章编号] 1000-0941(2017)08-0051-03

消落带是指水库由于季节性水位消涨、周期性蓄水 and 用水调度等引起的水位反复周期性变化而在库周形成的干湿交替区域。消落带是影响水库生态环境安全的关键区域, 对库区的水土流失、非点源污染都有着至关重要的阻滞和净化作用, 是水库水质安全的重要保障^[1]。以前, 消落带的生态环境问题在我国没有得到充分重视。三峡大坝建成并投入运用后, 水库水文调度引起库区水位在坝前高程 145~175 m 之间变化, 库区两岸形成了大面积水陆交替的消落区, 引发了一系列生态问题, 引起了社会各界的普遍关注, 许多学者也对此展开了研究^[2-4]。但综合国内外的研究现状来看, 消落带治理尚没有成熟的技术和经验, 仍是一个待开拓的领域, 也是一个世界性难题^[5]。

新丰江水库是珠江三角洲东部地区和香港的重要饮用水水源地, 其水质的好坏不仅关系着广东的民生和发展大局, 也关系到香港地区的繁荣稳定, 被称为“生命水、经济水和政治水”。近些年来, 新丰江水库水质的保护被提高到了前所未有的高度。2013年12月, 广东省人民政府批复《新丰江水库生态环境保护总体方案》, 规划实施新丰江库区消落带生态保护及恢复工程, 并先行启动了第一阶段试点工作。为此, 在深入调研、吸收国内外有关消落带治理现有成果的基础上, 笔者对新丰江水库消落带植被恢复的限制因子进行了剖析, 对新丰江水库消落带治理试点工程的总体思路和技术方案进行了研究, 以期为新丰江水库消落带治理提供技术依据。

1 项目区概况

新丰江水库位于广东省河源市东源县境内, 地处

北纬 23°40'~24°08'、东经 114°20'~114°45' 之间, 总库容 138.96 亿 m³, 为多年调节水库。水库正常蓄水位 116 m, 死水位 93 m, 设计洪水位 121.6 m, 校核洪水位 123.6 m。库区总面积 1 600 km², 其中水域面积 370 km², 里面分布有 360 多个岛屿。

新丰江库区属亚热带季风气候, 年平均气温 21.2 °C, 无霜期 345~350 d, ≥10 °C 年积温 7 138 °C, 年均日照时数 2 057 h。库区雨量充沛, 年均降水量 1 915 mm, 4—9 月降水量约占全年降水量的 80% 以上。年均蒸发量 1 679 mm, 年均湿度 77%~80%。

试点工程位于龙凤岛和龙凤岛以东的无名岛, 治理范围为 110 m 高程以上的消落带, 重点为 110~113 m 高程之间的区域。龙凤岛呈蝴蝶形, 最大高程为 170 m; 无名岛平面呈倾斜“山”字形, 岛屿最大高程为 165 m, 坡度变化较大。龙凤岛消落带岸坡中, 缓坡型岸坡(坡度≤20°) 占总面积的 45.5%, 斜坡型岸坡(坡度 20°~30°) 占总面积的 33.5%, 陡坡型岸坡(坡度>30°) 占总面积的 21.0%; 无名岛消落带岸坡中, 缓坡型岸坡占总面积的 40.7%, 斜坡型岸坡占总面积的 41.0%, 陡坡型岸坡占总面积的 18.3%。工程区及邻近部位出露的岩性主要为花岗岩类, 消落带岸坡底质绝大部分为中风化—强风化花岗岩母质发育的红土风化层, 主要为土质岸坡, 局部为砂质、岩质岸坡。岛上优势树种主要为木荷、枫香、湿地松、马尾松和杉木, 林下植被主要有芒草、芒箕、岗松、桃金娘等。

2 植被恢复限制因子分析

2.1 淹水胁迫和干旱胁迫

对新丰江水库 1996—2015 年的水位资料进行了

统计分析。从年际变化看,水位超过 110 m 的年份有 11 年,其中时间最长的 2013 年为 229 d,时间最短的 2010 年为 104 d;水位超过 113 m 的年份有 7 年,其中时间最长的 1997 年为 163 d,时间最短的 1998 年为 23 d。可见,消落带 110~113 m 高程区域易长期被水淹没。而长期水淹对土壤通气状况等理化性质和植物细胞膜系统及其功能有显著的影响,直接影响植物的生长^[6]。

从年内变化看,水库水位呈规律性涨落变化,一般在 2~4 月达到最低值,随后开始逐渐上升,8~10 月达到最高值,随后水位又逐渐下降。春季是植物生长最需要水分的季节,尤其是幼苗,而库区水位在春季时反而降至最低,容易造成消落带上部季节性干旱。夏季是植物的生长旺季,而此时消落带水位迅速升高,最易造成淹水胁迫。周而复始的水位交替变化,造成春季苗期干旱—夏秋生长期水淹—秋冬休眠期水淹的恶性循环^[6]。因此,淹水胁迫和干旱胁迫是消落带植被恢复最重要的限制因子。

2.2 岸坡侵蚀

新丰江库区消落带岸坡侵蚀主要为波浪侵蚀。消落带坡面裸露,被水长期浸泡,底质疏松,二三级风即可产生较大的波浪侵蚀^[7]。而花岗岩发育的风化壳岸坡土层深厚,土壤淹水后迅速软化,在波浪长期侵蚀作用下,容易产生塌岸,形成大小不一的崩塌岸坡,且极易在水力作用下不断扩大。长期、反复、频繁的岸坡侵蚀,造成土壤大量流失,严重影响植物定居。因此,岸坡侵蚀是消落带植被恢复的关键限制因子。

2.3 土壤养分

水库消落带反复的淹水—落干—淹水过程,对土壤的物理性质和化学特性会产生一定的影响,导致土壤养分下降和流失。对新丰江库区龙凤岛、无名岛消落带 110 m 高程土壤取样分析,结果显示,有机质、全氮、全磷、全钾含量分别为 2.69、0.13、0.38、12.6 g/kg,分别为周边林地土壤的 16.8%、24.7%、79.1%、90.1%,土壤瘠薄,影响植物生长。因此,养分缺乏也是消落带植被恢复的限制因子。

3 消落带治理总体思路和工程总布置

3.1 总体思路

总体思路是针对 3 个限制因子,提出解决方案。库区消落带因其反自然的水位涨落规律引起淹水胁迫和干旱胁迫,使得大多数植物不适合生存,因此消落带植被建设首要的、基础性的工作应是筛选消落带适生植物。同时,年复一年的岸坡侵蚀,土壤不断流失,使消落带植物失去了定居的基本条件,因此要通过坡改

梯降低消落带岸坡坡度,采用环保新材料对梯坎进行防护,控制岸坡侵蚀,保持水土,促进植物定居。另外,通过根瘤菌、有机肥的应用,增加土壤养分,改善土壤结构,促进植物生长。

3.2 工程总布置

从现场调查和地形测量情况看,龙凤岛、无名岛植被特征线位于 113 m 水位线附近,113 m 高程以上的区域植被覆盖较好,110~113 m 高程之间的区域基本无植被,完全裸露。本次试点工程以节省工程投资和效益最大化为原则,尽量维持原有地形特征,结合环境保护、生态景观需求来进行整体设计。

工程总体布置原则是:110~113 m 高程区域无植被地段采取坡改梯、梯坎防护措施后恢复植被;113 m 以上高程区域有植被地段以抚育为主,原则上不扰动,局部植被稀疏区域间植景观树种。在植被恢复方向上,旅游线路可视范围内考虑景观美化效果,其余地段以防治水土流失为主。

4 措施设计

4.1 岸坡整治

根据消落带地形特征,按照缓坡型、斜坡型、陡坡型分别进行防护措施设计,主要措施有坡改梯和梯坎防护。参照水平梯田断面设计相关要素,确定本工程断面,田坎高度为 0.7 m,田面高程由下往上依次为 110.5、111.2、111.9、112.6 m;部分断面根据地形可适当调整,保持 4 个平台高程不变,大弯就势,小弯取直,尽量做到土石方挖填平衡。梯坎防护体现试点工程的要求,布置生态袋、生态格宾、生态袋+生态板桩、生态格宾+生态板桩、生态板桩+斜坡、生态板桩+多级平台等 6 种防护方案,对梯田田坎进行防护,控制岸坡侵蚀。

4.2 植被恢复

4.2.1 物种选择

消落带适生植物筛选是消落带治理的一大难点,也是消落带生态保护及恢复工程成败的关键^[8-12]。根据库区消落带生境条件和已有参考文献,主要选用的乔灌木有水翁、白千层、落羽杉、中山杉、水柳、红千层、蒲桃、水石榕等,草本植物有铺地黍、虻蜞菊、香根草、狗牙根、再力花、花叶芦竹、美人蕉、纸莎草等。

4.2.2 物种配置

主要根据岸坡整治后形成的不同高程田面平台的淹水时间确定植物种类。另外,为达到试点目标,要尽可能增加植物种类。平台 110.5 m:多年平均淹水时间为 107.9 d,年淹水时间极大值为 229 d,一年之中淹水时间最长,要求植被具有较强的耐淹性,水位下降后能

迅速返青生长,植物配置以草本为主,主要种植铺地黍,辅以其他类型的乔、草点缀。平台 111.2 m:多年平均淹没时间为 77.4 d,年淹没时间极大值为 226 d,一年之中淹没时间较平台 110.5 m 有所减少,可适当增加其他类型乔、草数量,但仍以铺地黍为主。平台 111.9 m:多年平均淹没时间为 51.2 d,年淹没时间极大值为 223 d,植物配置采用乔灌草结合方式,可适当增加草本植物类型,并加入再力花、花叶芦竹、美人蕉、纸莎草等挺水植物进行点缀美化。平台 112.6 m:多年平均淹没时间为 36.4 d,年淹没时间极大值为 181 d,植物配置以乔灌草结合为主,可增加再力花、花叶芦竹、美人蕉、纸莎草等挺水植物。113 m 高程以上区域:以抚育为主,原则上不扰动,局部间种景观树种,主要树种为凤凰木、红花羊蹄甲或大叶紫薇。

5 结 语

通过对新丰江水库消落带水位运行、岸坡侵蚀、土壤养分、植物等情况的综合分析,指出了新丰江水库消落带植被恢复的 3 个限制因子,即:淹水胁迫和干旱胁迫、岸坡侵蚀、养分缺乏,并针对不同的限制因子,采取了相应的措施设计。目前,已先行开展了部分措施的试验,取得了初步成效。但由于消落带治理是一个世界性难题,我们提出的治理措施是否能全面解决消落带治理中存在的技术问题,达到恢复消落带生态系统正常功能的建设目标,还需在工程实施过程中进一步验证、监测、优化和研究。

[参考文献]

[1] 汤显强,吴敏,金峰.三峡库区消落带植被恢复重建模式探

(上接第 22 页)时间发现水污染问题,并及时处置到位,防止危害扩大。

3.5 建立健全石油开发生态补偿机制

根据开发建设项目“谁开发谁保护,谁污染谁治理,谁受益谁补偿”的原则,逐步建立资源开发生态环境保护补偿机制,对石油开发企业征收相应的生态补偿费,并将该资金用于污染治理和生态环境恢复,使石油开发项目真正富国富民。

3.6 持续加大石油开发环境监管力度

县能源、国土、环保、林业、水利、水保等相关职能部门,要强化监管机构和队伍建设,建立专项基金,加大石油开发环境监管力度,引进高端科技设备、技术和

讨[J].长江科学院院报,2012,29(3):13-16.

- [2] 姚洁,曾波,杜浑,等.三峡水库长期水淹条件下耐淹植物甜根子草的资源分配特征[J].生态学报,2015,35(22):7347-7354.
- [3] 张艳婷,张建军,吴晓洪,等.长江三峡库区消落带中山杉耐淹试验[J].中国水土保持科学,2015,13(2):56-62.
- [4] 江明喜,蔡庆华.长江三峡地区干流河岸植物群落的初步研究[J].水生生物学报,2000,24(5):458-463.
- [5] 程瑞梅,王晓荣,肖文发,等.消落带研究进展[J].林业科学,2010,46(4):111-119.
- [6] 付浚妍.丹江口库区消落带适生植物耐淹耐旱研究[D].武汉:华中农业大学,2013:5-6.
- [7] 陈天富,林建平.冯炎基.新丰江水库消涨带岸坡侵蚀研究[J].热带地理,2002,22(2):166-170.
- [8] 付奇峰,方华,林建平.华南地区水库消涨带生态重建的植物筛选[J].生态环境,2008,17(6):2325-2329.
- [9] 付奇峰,林素彬,黎晨,等.两栖植物在消涨带岸坡生态修复中的应用研究[J].中国农村水利水电,2006(2):64-66.
- [10] 吴长文,王永喜,付奇峰,等.深圳城郊水库消涨带植被重建技术[J].中国水土保持科学,2009,7(5):43-47.
- [11] 林素彬,付奇峰,陈天富,等.深圳市松子坑水库消涨带生态护坡研究[J].人民珠江,2007(3):20-21.
- [12] 付奇峰,林素彬,黎晨,等.水库消涨带铺地黍植被护坡技术研究[J].中国水土保持,2006(7):17-20.

[作者简介] 陈三雄(1976—),男,湖北黄冈市人,高级工程师,博士,主要从事矿区生态恢复、南方水土流失治理技术研究。

[收稿日期] 2016-10-15

(责任编辑 徐素霞)

人才,加快推进环境监管能力建设,应用环境监测网络、污染源自动监控等信息化新技术,对排查出的环境安全隐患逐一整治,提高应对突发环境事件的处置能力;要强化部门间协作配合,实行多部门联动执法检查,切实加强石油开发环境监督管理,对石油开发全过程进行跟踪监督,发现问题及时处理,提高石油开发环境保护工作的整体水平。

[作者简介] 杜小龙(1965—),男,甘肃泾川县人,工程师,主要从事水土流失治理和水土保持监督管理工作。

[收稿日期] 2017-03-20

(责任编辑 孙占锋)