

植物特征与某滑坡坝形成时间和稳定性关系

刘惠军¹, 段志刚², 崔银祥¹, 聂德新¹

(1. 成都理工大学工程地质研究所, 四川 成都 610059; 2. 海军工程设计研究局勘测大队, 河北 高碑店 074000)

摘 要: 植物生长受其生长环境的影响, 一定的生长情况, 反映了其生活环境。在环境、生物、地质等学科, 通过对植物种属、生长形态等分析, 可以表明其生活环境的某些特征。在地质上, 马刀树的存在是滑坡存在一个典型证据, 生存时间较长的树, 是其生活地区的活化石, 对其进行分析, 可以论证地质体的稳定性, 在自然风景区和国家保护区, 这种方法是非常具有应用价值的。本文通过对某一保护区的滑坡坝顶部生长的树木分析, 确定其形成时间, 这同其它调查结果是一致的。计算分析表明滑坡坝在形成后处于稳定状态, 它同植物生长特征符合。表明这种分析方法是一种简易实用的方法, 对其它工程也有借鉴意义。

关键词: 植物生长特征; 滑坡坝; 稳定性

中图分类号: P642.22

文献标识码: A

在斜坡上生长的树木受斜坡变形的影响, 它的生长在外形上会呈现出弯曲、生长不对称等特征。对树木年轮的分析, 在有些地区可以用来判定历史上降雨、地震等发生的时间、频度和强度, 生长期长的树木, 它受生长地区应力场的影响, 在树的年轮中会出现扰动, 形态较不平直, 在我国西藏地区进行了应用研究^[1]。因此, 通过对植物, 特别是生长期长的树木, 且外形高大, 受地质环境变化影响大的树木分析, 可以判定这个地区地质环境的变化, 通过对斜坡上生长树木的分析, 可以判定斜坡的稳定性。在风景名胜区和保护区进行地质工作时, 这种方法对于保护环境, 节约成本, 具有重要的应用价值。

1 研究区概况

滑坡坝在中国是比较常见的一种地质现象, 特别是在青藏高原边缘, 西南地区和黄河上游地区容易发现。滑坡堵江坝形成后, 有的存在几分钟、几年或者上千年。由于滑坡坝形成后, 形成高水位和大的水量, 除了淹没上游库区外, 突然溃坝, 对下游两岸的人民群众生命财产会造成极大的损失。1933

年, 四川茂县大、小海子在未完全溃坝情况下, 造成几座县城被淹, 损失惨重, 至今留有隐患^[2]。

西北某滑坡坝位于拟建某水电站坝址上游右岸的木场沟内, 距沟口约 6 km, 由两岸滑坡堵塞沟谷形成堰塞湖, 拦蓄水量近 $300 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。由于它地处坝址上游支沟内, 距坝很近, 一旦溃坝, 将危及水电站的建设和安全运行, 对下游居民的生命财产也会产生巨大的危害。因此, 必须对这座滑坡坝进行较为全面的系统研究, 对其稳定性等做出明确、可靠的结论。但由于其所在地为国家级自然保护区, 按照国家相关法律不能采用地质钻探、物探等手段进行数据收集, 为分析其稳定性必须采用新的思路和方法。

2 研究区工程地质条件

滑坡坝中湖水展布方向呈 $NE80^\circ$ 左右, 水面长约 780 ~ 910 m, 平均宽 250 m, 平水期水面面积为 0.175 km^2 , 蓄水量约 $200 \times 10^4 \text{ m}^3$, 湖心最深处 20 m, 雨季(七八月间)水深可达 26 m, 面积扩大到 0.2 km^2 , 蓄水量则近 $300 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。天然溢洪道堰口高

收稿日期(Received date): 2002-08-06 改回日期(Accepted): 2003-10-05.

作者简介(Biography): 刘惠军(1972-), 男(汉族), 甘肃天水人, 成都理工大学在读博士研究生, 研究方向为岩土工程特性。[LIU Hui-jun (1972-), The institute of engineering geology, Chengdu university of technology, Chengdu.]

程 2 526 m, 宽 3~7 m, 高 4~8 m。湖水清澈、无臭、无味。保护区内森林覆盖率达 90%。

滑坡坝平面呈“T”字分布, 宽度较大, 堆积体顶面宽阔平缓, 顶宽 100~250 m, 底宽 380~450 m, 最大宽度 635 m (“T”字型分布), 长 720 m。坝体顶部从右岸到左岸呈一缓坡地形。其中左岸处坝体顶部高程 2 526 m, 右岸处坝体顶部高程 2 650 m, 分布面积 $32.9 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。最大厚度 135 m, 平均厚度 43 m。总体积约 $1400 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

坝体由左右岸滑坡物质组成, 表部为厚 0.2~0.6 m 的腐植质土, 下部由大小混杂的加里东期闪长岩块组成。块石粒径最大可达 8 m, 平均块径在 0.8 m 左右, 堆积物棱角明显, 无分选性, 无定向排列, 表部架空现象明显, 植被茂盛, 古树参天^[3]。滑坡坝(垂直河谷方向)堆积坡度, 从右岸到左岸, 上部为 5°左右, 局部平缓, 坝的中部为 20°, 最前端为 5~15°。在坝体左端处, 有一“凼池”呈椭圆形, 宽 10~25 m, 长 150 m 左右, 低于邻近坝顶 10~25 m, 当湖水中水位上升到一定高度时, 洪水流入凼池, 再沿堆积体向外渗流, 成为其天然溢洪道。天然溢洪道进水口高程 2 526 m。

3 滑坡坝的稳定性分析

在滑坡坝调查发现, 坝体上古松树参天直立, 植物根茎发育。块石平均粒径 0.7~0.8 m, 最大达 8 m。古树生长在块石中, 岩石块径大, 架空严重。对这个现象我们进行了详细的分析, 从植物生长的高度、规模和需要的营养物质方面, 它的根部深度应达到 10~30 m 左右, 在这个深度中, 也应有进入的营养物质, 保证它的吸收。活动的根是经常在生长。根伸进孔隙中新区域, 而在进行这样的工作的时候, 一面长出大量新根毛, 一面旧的根毛逐渐死亡。孔隙中水越少, 水被保持得越牢, 植物吸水越难, 生长越坏。一方面, 如果孔隙积水太多, 就没有充分的氧可供根用于呼吸过程, 一般陆上植物在这样的情况下将会死亡。因此, 从古树的生长茂盛来看, 由于生存斗争, 它的根部必须进入坝体较深部分, 坝体的岩石孔隙较大, 才能提供这一条件。另一方面, 天池的水在雨季维持高水位的时间不长, 否则会造成植物死亡。这也反映了坝体上部有较大的渗透性, 这对于降低洪水位和保持坝体稳定具有重要的作用。另外, 坝体表部腐植质调查, 平均厚达 0.2~0.8 m, 反

映较长的形成时间。古树直径平均在 1~3 m, 最大的古树周径在 5.6 m, 而且树木直立生长, 树杆笔直, 在切开的年轮中观看, 没有大的波动变化, 反映了在古树生长的时间内, 没有较大的环境变化, 从而说明了在植物生长的历史中, 坝体稳定。

在坝后陡壁上生长的树, 也是直立生长, 反映了坝后陡壁在形成后处在稳定的状态。在现场调查过程中, 也只发现面积有 5 m^2 左右完全裸露的坝体堆积物, 其它地方都有植被覆盖, 树木直立生长, 未发现马刀树和其它变形迹象。说明了滑坡坝坝后完全处在稳定状态。

地震、滑坡、泥石流等, 亦使受影响范围内树木生长与其它地区不一, 这在树木生长和年轮变化上有所反映, 从而为研究历史上这些灾害的源地、频率提供新的资料^[4]。在现场工作中, 由于年轮测量比较复杂, 可以通过判断树径等来确定时间。在林业科学中, 对树木生长的周径、树高与树龄之间的关系有深入的研究, 对在不同气候地区条件下的生长物种有详细的研究, 当地气候特点为大陆性山地气候, 春季干燥多风、夏季短暂温暖多雨, 秋季凉爽, 冬季漫长而寒冷。年平均气温为 $5.4 \text{ }^\circ\text{C}$, 极端最高气温为 $32.1 \text{ }^\circ\text{C}$, 极端最低气温为 $-24 \text{ }^\circ\text{C}$, 无霜期 216 d, 年降水量 622.7 mm, 且主要集中于 7~9 月份, 平均风速 2 m/s 。汇水面积: $1.284 \times 10^7 \text{ m}^2$; 年降雨量: 622.7 mm; 降雨日数: 110~140 d; 连续降雨日数: 15~20 d; 最大日降雨 40~50 mm; 年蒸发量 2 189.44 mm, 地表水入渗系数 0.2。这个气候特点和植物种属与长白山林区相似。林业科学工作者在长白山林区统计出了松树在树木年龄和树径之间有以下关系^[5]

$$D = 0.3621A - 1.4733$$

$$R = 0.98$$

式中 D 为树径 (cm), A 为年龄 (a), R 为相关系数。

由于其自然条件和天池类似, 可以使用此公式大致计算最大树龄。在坝体生长很多的古松树, 调查发现最大树径在 2.7 m, 代入公式计算 $A = 741 \text{ a}$ 。

对于滑坡坝的形成时间, 前人资料确定在 600 a 前。据我们现场调查管理局工作人员和当地居民, 在村民祖先由于刺杀贵族, 躲避到此之前, 滑坡坝已经存在, 且村中的清真寺已存在 600 a, 这个形成时间是准确的。因此, 根据计算数据和现场调查, 可以确定滑坡坝形成在 600 a 前。这就表明, 从植物生

长特征来分析, 滑坡坝在 600 a 以来, 经受了多次地震、洪水的考验, 一直处于稳定状态。

4 结 论

通过不平衡推力传递系数计算确定的最危险工况下滑坡坝的最小稳定性系数为 $F=1.29$, 计算结果表明了通过古树分析确定的坝体稳定性是行之有效的一种方法, 计算和定性分析相互说明了各自结果的合理性。但由于树木生长期长, 从这个角度来讲, 它的分析结果在某种程度上更有说服力。在地质历史时期中, 滑坡坝是稳定的。主要的认识有以下几点:

1. 树木直立生长, 且直径较大, 反映在其生长期过程中地质环境变化不大;
2. 植物生长历史表明, 在其生长的时间中, 滑坡坝保持了稳定;
3. 滑坡坝顶部古树的存, 说明了上部渗透能力强, 排泄洪水较快, 这对坝体稳定性有重要的意义。
4. 通过计算分析表明, 这种分析结果是合理的;

5. 通过树径计算的滑坡坝的形成时间与调查当地清真寺确定的形成时间接近, 可以确定滑坡坝的形成时间, 结果表明这个时间是准确的。

参考文献 (References):

- [1] Han Tongling. The calculated way of annual zone of tree—The way to determine the happen time of earthquake deformation zone in Tibet Daxun[J]. *The report of the geology science*, No 6 85~105. [韩同林. 西藏当雄一带地震变形带发生年代确定的方法—树木年轮计算法[J]. 中国地质科学院报, 第 6 号, 85~105.]
- [2] Chai Hejun, Liu Hanchao. Study on landslide damming of river in upper of Minjiang River [J]. *Journal of Mountain Science*, 2002, 20(5), 616~620. [柴贺军 刘汉超. 岷江上游多级多期崩滑堵江事件初步研究[J]. 山地学报, 2002, 20(5), 616~620.]
- [3] The Bureau of Forest Qihai Province. The Protected Area of Mengda in Qinghai[M]. Xining: The People Press of Qinghai, 1990. 2~3. [青海省林业局编著. 青海省孟达自然保护区[M]. 西宁: 青海人民出版社, 1990. 2~3.]
- [4] Wu Xiangding. The Dendrochronology of Tree and the climatic change [M]. Beijing: The forestry press of China, 1990. 348~349. [吴祥定. 树木年轮与气候变化[M]. 北京: 中国林业出版社, 1990. 348~349.]
- [5] The Heilongjiang institute of forest science. The colloquium of scientific and technical range[C]. Beijing: The forestry press of China, 1987. 59~62. [黑龙江林业科学研究所. 营林科技论文集[C]. 北京: 中国林业出版社, 1987. 59~62.]

Relation between the Character of the Plant Growth and the Formation Time and Stability of a Landslide Dam

LIU Hui-jun¹, DUAN Zhi-gang², CUI Ying-xiang¹, NIE De-xin¹

(1, *The institute of engineering geology, Chengdu university of technology, Chengdu, 610059, China;*

2 *The design and research institute of navy engineering, Gaobeidian, Hebei, 074000, China)*

Abstract: Plant's growth is effected by geological environment. The character of plant reflect the environment by analysis the kind of plant, morphological character in environs, biology, geology and so on. We know the conditions of live of plant, in geology, Sabre tree is a typical prove of slope existence. The long time tree is a living fossil, it has a high value by research the tree of existing long time in beauty spot and protected area. The paper studies the plant growing on top of the landslide, determine the form time of landslide dam. It is matching the result of by the other way the research. The calculated result reflect that the landslide dam is stability since it birth, it is matching the character of plant. This study method is very simple and utility, and other project can draw lessons from it.

key words: the character of plant's growth; landslide dam; stability