

张兴安, 李 鹏. 水库工程引发地质灾害初探——以三原西郊水库引发塌岸为例[J]. 灾害学, 2018, 33(3): 123–125.
[ZHANG Xingan and LI Peng. Preliminary Study on Environment Geological Hazard Due to Water Conservancy Project of Sanyuan Western Reservoir [J]. Journal of Catastrophology, 2018, 33(3): 123–125. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.03.023.]

水库工程引发地质灾害初探

——以三原西郊水库引发塌岸为例*

张兴安, 李 鹏

(陕西省水利电力勘测设计研究院, 陕西 西安 710000)

摘 要: 水库工程的建设运营, 显著地改变了区域内水文地质、环境地质条件, 也改变了沿线应力场强度与分布状态, 相伴产生了沿线的环境地质灾害问题。以三原西郊水库引发塌岸为例论述了不同水库诱发岸坡稳定地质灾害的类型、形成过程及影响因素, 并提出相关的治理措施建议。

关键词: 水库工程; 塌岸; 地质灾害; 影响因素

中图分类号: X43; P343.3 P694 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2018)03-0123-03

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2018.03.023

地质灾害是指不良地质作用引起人类生命财产和生态环境的损失, 是人类活动和自然因素二者共同作用的结果, 既是自然灾害的组成部分, 同时又具有人为诱发的特性^[1]。众所周知, 陕西省水资源时空分布不均衡, 近年来随着国家西部开发、一带一路等重要战略及政策的支持, 陕西省内一大批水库工程相继开工建设。

当前地质灾害的研究主要集中于国土资源部门, 主要针对工业与民用建筑场地、矿山及采空区治理, 交通道路沿线边坡稳定等类别^[2-4], 水库工程具有在运行过程中长期亲水, 灾害发生贯穿于规划、设计、勘察、建设运行等整个生命周期, 且由于水库工程通常规模较大, 一旦发生灾害后果极为严重等独特性质, 因此水库工程引发地质灾害具有其独特类型、独特特点, 而水库运行诱发的塌岸边坡失稳是水库工程独特的地质灾害种类^[5-7]。

1 工程概况

泾惠渠西郊水库位于三原县城以西约 2 km 清河干流上, 距冶峪河与清河汇流处一双河口 6.2 km。西郊水库原设计正常蓄水位 420 m, 总库容 3 405.5 万 m³, 后经扩容改造, 正常蓄水位提高至 422 m。根据原设计, 库区河道呈“U”型, 河谷宽度 100~500 m, 两岸自然边坡一般在 30°~50°, 双河口以下河谷岸坡陡立, 一般在 50°~80°。由于库岸地质结构、库水位运行变化、水库风浪的作用, 加之水文气象等诸多因素影响, 库区大部分范围存在塌岸现象。水库至今 10 年来, 正常蓄

水位由 420 m 提高至 422 m, 实际蓄水位由 416 m 提高到 420 m。由于蓄水位发生变化, 产生大量新的塌岸段, 塌岸最大宽度约 30 m, 一般 15.9 m~18 m。库区岸坡垮塌, 影响附近坟地、道路、耕地、厂房等的安全。随着西郊水库蓄水位进一步接近正常蓄水位, 库区塌岸情况将更加严重。

2 三原西郊水库引发塌岸类型划分

西郊水库现状边坡岩性主要以壤土、黄土状壤土为主, 塌落形式主要为下部淘蚀, 上部坐落坍塌, 现状边坡大致分为以下几种类型:

2.1 已防护边坡

已防护边坡主要分布于左岸全安滩村以下, 大致有两种方式, 其一为边坡砌护、削坡相结合, 主要分布于左岸桩号 0+000~0+500 m, 现状稳定, 防护效果较好; 其二为简单削坡, 如 1+000~3+300 m 段, 削坡段上部稳定, 下部库水位升降冲刷段已被淘蚀, 长期以往, 上部仍会塌落, 现状形态如图 1 所示。



图1 简单削坡段破坏形态

* 收稿日期: 2017-12-29

修回日期: 2018-02-06

基金项目: 国家自然科学基金青年基金项目(NSFC), 黄土塬边拉张裂缝扩展机制及对滑坡的影响效应研究(41302250)

第一作者简介: 张兴安(1971-), 男, 汉族, 陕西山阳人, 高级工程师, 主要从事水利水电工程地质勘察。

E-mail: 353206641@qq.com

2.2 淘蚀—塌落型边坡

淘蚀—塌落型边坡为库区主要存在的边坡类型之一,坡度近陡立存在,在距库边2 m范围内可见垂直裂隙及落水洞发育,卸荷带宽度一般3~6 m,最大宽度达十余米,卸载裂缝宽度一般0.1~0.3 m,可见深度一般2~3 m,下部淘蚀后上部以整块状垂直塌落,代表段如左岸4+700~5+600 m,右岸0+000~4+500 m及10+580~14+000 m段等,边坡及破坏形态如图2所示。



图2 淘蚀—塌落型边坡及破坏形态

2.3 库水改造型边坡

库水改造型边坡为库区主要存在的边坡类型之一,下部坡为库水位长期冲刷改造所致,坡度较缓,约20°~30°,上部坡为受下部改造地形影响形成的坡度40°~50°的斜坡,代表段如左岸5+600~9+870 m,右岸4+500~10+580 m,岸坡及破坏形态如图3所示。



图3 库水改造型边坡及破坏形态

2.4 组合形态

为以上三种形态边坡相互组合而成的边坡形态。

3 库岸稳定性影响因素分析

3.1 地形地质因素

塌岸破坏形态受库区两岸坡高,坡度,坡型,

植被发育等多种因素影响,库区岸坡岩性以壤土、粉质壤土、黄土状壤土为主,孔隙率高,局部可见垂直节理,浸水后胶结联接被破坏,崩解快,易发生强烈快速的坍塌。在河道狭窄段、顶冲段由于受水流冲刷作用较大,更容易形成淘蚀—塌落型边坡,而在逆冲段,河道较宽段,更多形成下缓上陡的改造型边坡。

3.2 正常高蓄水位变化

水库因使用需要,年均多次进行库水抽、蓄,水位变化频繁。蓄水后,水上岸坡变成了水下岸坡,改变了土体物理力学性质,降低了岩土体的抗剪强度,库水位反复变化,地下水位随之升降,在侵蚀、掏刷及地下水位骤降产生东水压力的共同作用下进一步降低了岸坡土体的稳定性。

根据收集西郊水库管理站2015年12月~2016年12月全年水位资料,库水位变化如图4所示。由图4可知,8~10月水位变幅较大,在406~416 m之间,其余月份水位变幅均在416~420 m左右变动,最大水位日变幅可达1 m左右,与现场调查416~420 m冲刷带普遍被掏刷、冲刷基本一致,表明水位频繁变化和水浪淘刷岸坡是引起塌岸的主要原因。

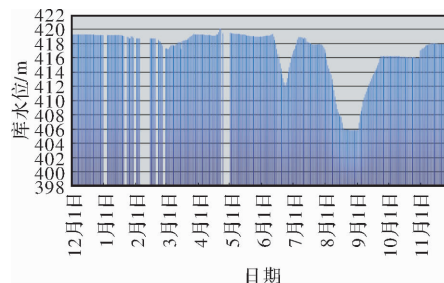


图4 西郊水库库水位全年(2015年12月~2016年12月)变化图

3.3 岸坡地下水活动影响

本次在调查过程中发现两岸坡经过多年的水库运行,地下水出露对岸坡也产生不同程度的影响,但是影响较小。

经综合分析认为:西郊水库库水位频繁变化和水浪对岸坡淘刷是导致库区岸坡垮塌的主要原因。因此,需要尽快对设计正常蓄水位以下的岸坡进行防护处理。

4 塌岸宽度预测^[8]

4.1 图解法

西郊水库库岸边坡主要为第四系边坡,水库岸坡主要由黄土状壤土和壤土等地层组成,坡角一般在40°~80°,局部陡峭近直立。

根据对黄土高原地区水库塌岸情况的调查类比,本工程塌岸预测参数取值如表1所示,水库塌岸宽度预测采用图解法。塌岸宽度预测见附图西郊水库塌岸预测剖面,塌岸主要发生在近坝段,双河口以下河谷两岸,经预测塌岸最大宽度约38 m,一般20~30 m。

表 1 塌岸预测参数取值

地层岩性	水下安息角 $\rho/(^{\circ})$	浅滩坡角 $\alpha/(^{\circ})$	水上稳定坡角 $\beta/(^{\circ})$
黄土状壤土	24	22	60
粉质壤土	27	24	55
砂壤土(粉细砂)	22	18	50

4.2 卡丘金预测法

西郊水库岸坡岩性为第四系松散堆积物,主要组成为黄土状壤土、粉质壤土、壤土,可采用卡丘金预测法进行塌岸预测。计算公式为:

$$S_i = N[A + h_p + h_b \csc \alpha + (H - h_b) \csc \beta - (B + h_p) \csc \gamma] \quad (1)$$

式中: S_i 为塌岸带最终宽度(m); N 为与土颗粒大小有关的系数,本次工程加权平均后取 0.7; A 为库水位变化幅度,本次取最大日变幅 1 m; h_p 为波浪冲刷深度,取 1.5 m; h_b 为浪爬高,取 0.8 m; H 为正常蓄水位以上岸坡高度,沿线为 4 ~ 8 m; α 为水下浅滩冲刷后稳定坡角,取 6° ; β 为岸坡水上稳定坡角,取 35° ; γ 为岸坡原始坡角,库岸沿线为 $40^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。

经计算,塌岸带最终宽度为 26.4 ~ 33.8 m,与图解法结论大致相当。

5 塌岸综合治理措施

根据前述分析,综合现状塌岸严重程度、影响对象重要程度、塌岸种类等多种因素,地质建议对不同段、不同种类塌岸处理如下。

5.1 管理措施

库水位频繁变化和水浪淘刷岸坡是引起塌岸的主要原因,据调查西郊水库蓄水位最大日变化量可达 1 m 以上,从水库运行管理角度,应加强动态监测,改善运行管理方式,尽量减少水位骤升骤降从而减少库水对岸坡的淘刷。此外,加强对周边灌溉等用水的管理,做好排水,减少对岸坡的冲刷及对岸坡岩土体的饱和作用。

5.2 工程措施

岸坡治理工程的主要措施有:抛石挤淤,格宾笼石,回填土工程等,根据不同破坏模式、破坏程度、对岸边影响对象的重要程度分别采用不同的措施。

由于水浪淘刷岸坡是引起塌岸的主要原因,因此对所有地段都应加强水位变化段(416 ~ 420 m)的防护工作;对急需处理段建议采用基础抛石挤淤,岸坡下部格宾笼石改造,水位变化段加强防护,上部回填土等综合手段改造;对于库尾及可暂缓处理段,可采用水位变化段加强防护,上部削坡的方式进行处理。

6 结论

(1) 三原西郊水库主要分为已防护边坡、淘蚀-塌落型边坡、库水改造型边坡三种类型,经图解法及卡丘金法预测,在不采取处理措施的情况下,塌岸宽度可达 20 ~ 38 m。

(2) 库岸岩性主要由粉质壤土、黄土状壤土、壤土组成,塌岸形成主要收到地形地质条件、正常蓄水位变化、岸坡地下水活动等多重因素影响,水位频繁变化和水浪淘刷岸坡是引起塌岸的主要原因。

(3) 对左岸桩号 5 + 500 m 以下,右岸桩号桩号 10 + 500 m 以下距村庄近,保护对象主要为道路、坟地、耕地,建议优先处理,其余段距村庄较远,现状地物以荒地菜地为主,可暂缓处理。对不同段应采用管理措施和工程措施相结合的方式进行岸坡综合治理。

参考文献:

- [1] 王自高,何伟. 水电水库工程地质灾害问题分类[J]. 地质灾害与环境保护, 2011, 22(4): 35-40.
- [2] 王雁林. 陕西省地质灾害实例分析及致灾模式探讨[J]. 灾害学, 2008, 23(3): 57-61.
- [3] 陕西省地质环境监测总站. 陕西省矿山地质调查与评估[R]. 西安: 陕西省地质环境监测总站, 2007.
- [4] 袁素凤. 模糊综合评价高速公路建设工程地质灾害危险性[J]. 灾害学, 2009, 24(2): 57-60.
- [5] 雷祥义. 关中黄土塬区人类水库工程活动诱发的地质灾害问题[J]. 陕西地质, 1997, 15(1): 66-71.
- [6] 姚环,邓涛,黄杨胜. 闽江水库工程引发的环境地质灾害问题初步研究[J]. 工程地质学报, 2011, 19(5): 749-755.
- [7] 刘义华,李发源. 水库工程地质灾害成因及预防措施探析[J]. 河南水利与南水北调, 2016(12): 96-97.
- [8] 陕西省水利电力勘测设计研究院. 西郊水库塌岸综合治理工程地质勘察报告[R]. 西安: 陕西省水利电力勘测设计研究院, 2016.

Preliminary Study on Environment Geological Hazard Due to Water Conservancy Project of Sanyuan Western Reservoir

ZHANG Xingan and LI Peng

(Shannxi Province Institute of Water Resources and Electric Power Investigation and Design, Xi'an 710001, China)

Abstract: The construction and operation of water conservancy projects significantly changed the hydrogeological and environmental geological conditions in the region, and also changed the intensity and distribution of stress fields along the line, which accompanied the environmental geological disasters along the line. In this paper, Sanyuan reservoir bank collapse is taken as an example to discuss the types, different slope stability of reservoir induced geological disaster formation process and influence factors, and measures of governance are put forward accordingly.

Key words: water conservancy project; bank collapse; geological hazard; influence factor; Shaanxi Sanyuan