

水电站地质灾害问题评估研究

杨琴¹ 王大卫²

1 京创智慧科技有限责任公司, 四川 成都 610052

2 雅砻江流域水电开发有限公司, 四川 成都 610052

[摘要]水电站工程建设对于保障民生, 促进社会和谐有着积极的意义, 国家和社会在不断加大投资建设力度的同时, 不断地对引发工程安全隐患的各种条件进行分析和研究。水电站工程建设不仅能够为种植业带来充足的水资源, 同时也能对洪涝灾害带来的风险进行处理和应对, 加大对水电站工程建设防御措施的制定, 从根源上避免工程建设地质灾害问题的发生。

[关键词]水电站; 地质灾害; 问题评估

DOI: 10.33142/ec.v5i12.7250

中图分类号: P694

文献标识码: A

Study on Evaluation of Geological Hazards in Hydropower Stations

YANG Qin¹, WANG Dawei²

1 Jingchuang Smart Technology Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610052, China

2 Yalong Hydropower Development Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610052, China

Abstract: The construction of hydropower stations is of positive significance for ensuring people's livelihood and promoting social harmony. While the state and society are constantly increasing investment and construction efforts, they are constantly analyzing and studying various conditions that cause potential safety hazards. The construction of hydropower stations can not only bring sufficient water resources to the planting industry, but also deal with and respond to the risks brought by flood disasters, increase the formulation of defense measures for hydropower station construction, and avoid the occurrence of geological disasters in engineering construction from the root.

Keywords: hydropower station; geological hazards; problem evaluation

1 地质灾害危险性现状评估

根据国土资源部发布《评估规范》, 地质灾害危险性现状评估的任务主要是基本查明评估区及周边已发生(或潜在)的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷(含岩溶塌陷和矿山采空塌陷)、地裂缝和地面沉降等地质灾害的形成条件、分布类型、活动规模、变形特征、诱发因素与形成机制等, 对其稳定性(发育程度)进行初步评价。查明评估区地质灾害对生命财产和工程设施造成的危害程度^[1]。

2 地质灾害危险性评估内容

2.1 滑坡危险性预测评估

库区发育有9处滑坡体, 水库运行对其稳定性不起影响作用, 由于水库运行库水位消落差较小, 预测未来其稳定性与现状一致, 仅金厂坝滑坡, 在地震工况下可能失稳。根据其特征按《评估规范》对水库区滑坡稳定性进行分级, 金厂坝滑坡, 稳定性分级为强发育, 其余滑坡体稳定性分级为弱发育, 金厂坝滑坡对水库运行危害程度大, 其余8处滑坡其危害程度小。根据水库区滑坡稳定性分级和危害程度分级, 按《评估规范》对滑坡危险性预测评估, 金厂坝滑坡地质灾害危险性预测评估危险性大, 其余8处地质灾害危险性预测评估危险性小。

2.2 不稳定斜坡危险性预测评估

不稳定斜坡有伍家坪子变形体、长河坝变形体、麻沙

沙一组变形体和虎山滩拉裂变形体4处不稳定斜坡。其中, 麻沙沙一组变形体和虎山滩拉裂变形体远高于正常蓄水位; 伍家坪子变形体、长河坝变形体与水库蓄水关系密切, 因其坡体为覆盖层, 可能局部解体产生塌滑, 但官地水电站水库运行库水位消落差仅2.0m, 对不稳定斜坡稳定性现状不会改变, 预测未来其稳定性与现状一致, 即伍家坪子变形体、长河坝变形体、麻沙沙一组变形体稳定性分级为中等发育, 虎山滩拉裂变形体稳定性分级为弱发育。伍家坪子变形体、长河坝变形体、虎三滩拉裂变形体地质灾害危害程度小, 麻沙沙一组变形体地质灾害危害程度中等, 根据《评估规范》库区伍家坪子变形体、长河坝变形体、虎山滩拉裂变形体地质灾害预测评估危险性小。麻沙沙一组变形体地质灾害预测评估危险性中等^[2]。

3 水电站地质问题的分析处理及工作程序

当出现水电站地质灾害时, 一般由专业地质人员先进行现场实地查看、了解情况, 分析原因, 再决定勘察和处理方法。(1) 查阅地质资料、现场查看, 了解实际情况。地质人员在承担施工期地质工作任务的时候, 首先需要详细了解工程区的地质情况、存在的不利地质因素等, 领会设计意图。在出现地质问题时通过查阅已有的地质资料、现场查看、询问施工人员等, 综合分析地质问题的原因。

(2) 进行必要的勘探、试验、测绘等工作, 分析所出现

地质问题的原因,必要时应补充工程地质勘察。通过地质资料、现场查看等仍无法明确问题原因的,就要进行简单的勘察手段,如测绘、坑槽探、试验等。如果发现问题较为复杂,需要补充工程地质勘察的,则需要和技术、行政部门沟通,因为补充工程地质勘察一般都涉及勘察费用问题,工作流程也相对复杂,需要其他专业或部门配合。(3)编写地质简报或工程地质说明,提出处理建议。查明地质问题后,应以文字报告等书面形式提供给设计、业主等,常用的形式为地质简报、勘察说明或勘察报告。需要注意的是,此类勘察及文字报告一般都应与设计多沟通,准确把握设计需求,文字报告应做到文字简练、结论正确、建议可行。(4)按确定的设计处理方案进行地质工作及服务。施工地质工作首先应熟悉、掌握工程区地质条件,其次要理解设计意图。施工方对地质专业往往不甚熟悉,因此作为专业地质人员,在遇到地质问题时应建议、指导施工方采取正确的施工方法,为工程的顺利实施服务。(5)施工期地质问题处理的一般程序。①发现或出现地质问题后首先进行现场查看、了解,包括询问施工人员等,掌握问题的实质性;②根据实际情况结合勘察资料,进行综合分析、研判,找出问题的症结所在;③仍不能查明问题原因时,及时和设计沟通,进行补充勘察,④如有必要可通过业主、监理单位通知施工方暂停施工,待查明问题后再决定施工方案。情况紧急时可先口头告知施工方停工或采取安全措施,再按正常程序报监理、业主等;⑤查明地质问题或地质条件后,编写地质简报、说明或勘察报告,提供给设计、业主等;⑥待处理方案或设计方案确定后,即可进行施工处理^[3]。

4 库区地质条件

官地水库属高山峡谷型水库,正常蓄水位 1330m,上游回水至大水沟,库长 58.0km,库容约 7.83 亿 m³,两岸支沟悬挂较高,沟底坡度较大,支沟回水长度一般小于 1.0km。库区地质条件主要为与库岸稳定有关的地质条件。水库两岸山势挺拔,地形陡峻,左岸坡度达 40°~60°;右岸稍缓,坡度 30°~50°,呈不对称的“V”型谷,枯水位江面宽 50~100m。库岸高程 1800m 以下大多基岩裸露,以上植被茂盛。两岸冲沟发育,沟内一般皆常年流水,沟口大多悬挂在 1300m 以上。两岸发育有 III~IV 级基座阶地, I~II 阶地局部有残留。根据库岸稳定性将水库区分为三个区段:(1)坝前-虎山滩:距大坝 0.0~3.0km,库段长 3.0km,为一向西凸出的河湾。左岸坡度 40°~50°;有岸一般 35°~40°。岸坡下部较缓。河谷由横向谷渐变为纵向谷,至坝前又变为横向谷,出露地层主要为二迭系(P2β)的玄武岩,无区域性断裂通过。该区段上游段发育虎山滩古滑坡,纵向谷段卸荷拉裂深度大,且坝前左岸有大片覆盖层分布。(2)虎山滩-老伙房:距大坝 3.0~33.0km,库段长 30.0km,为两道向西凸出的河湾,河谷类型复杂,纵、横、斜向谷并存,坡度一般 30°~45°,陡峻处可达 55°~60°。从元古界至中生界地层均有出露,主要岩性为玄武岩、灰岩、砂岩等,该区段岸坡处于稳定

或基本稳定状态。(3)老伙房-大水沟库尾:距大坝 33.0~58.0km,库段长 25 公里,以纵向谷为主(21 公里),局部段为横向谷。出露地层主要为古生界(P1、P2β、P2)、中生界(T1q、T2y、T2b)灰岩、砂岩及玄武岩等,多处分布大片覆盖层,该段构造变动较强烈,小高山断裂横切巴折一带库岸,近库尾有周家坪断裂斜切库岸。该区段库岸大多为稳定或基本稳定,局部不稳定,发育有规模较大的巴折水运段滑坡和周家坪滑坡群。

5 地质灾害调查统计分析

地质灾害调查,官地水电站库区地质灾害种类为滑坡、不稳定斜坡(表 4.3-1)。官地水电站库区有 9 处滑坡体,分别周家坪(梅子坪)滑坡、垫(店)子沟滑坡、许家沟滑坡、巴折水运段滑坡、官房沟滑坡、小水沟滑坡、金厂坝滑坡、麻沙沙一组滑坡和虎山滩滑坡。其中,7 处可研阶段已进行了研究,2012 年 2 月库区蓄水后发现了金厂坝滑坡体和麻沙沙一组变形开裂,本次调查与分析,金厂坝滑坡体仅在地震工况下,滑坡体处于不稳定状态,存在失稳的可能,最有可能失稳模式为分区分体式失稳,其它 8 处滑坡体处于稳定状态。官地水电站库区不稳定斜坡有伍家坪子变形体、长河坝变形体、麻沙沙一组变形体、虎山滩拉裂变形体共 4 处,其中,长河坝变形体为 2012 年蓄水期间出现的变形拉裂、伍家坪子变形体、麻沙沙一组变形体为 2018 年汛期出现开裂现象。

表 1 官地水电站库区地质灾害一览表

地质灾害种类	名称	岸别	距大坝沿河长(Km)	滑坡类型	方量(10 ⁴ m ³)
滑坡	周家坪(梅子坪)滑坡	右	50.0	覆盖层滑坡	100
	垫(店)子沟滑坡	左	42.0	基岩崩滑	35
	许家沟滑坡	左	39.6	覆盖层滑坡	100
	巴折水运段滑坡	右	37.0	覆盖层滑坡	330
	官房沟滑坡	左	30.0	覆盖层滑坡	>50
	小水沟滑坡	左	18.0	基岩崩滑	20
	金厂坝滑坡	右	17.0	覆盖层滑坡	2180
	麻沙沙一组滑坡	右	16.5	覆盖层滑坡	40
	虎山滩滑坡	右	2.5	基岩滑坡	220
不稳定斜坡	长河坝变形体	右	25.0	碎石土	300
	麻沙沙一组变形体	右	16.5	碎石土	30
	虎山滩拉裂变形体	右	2.5	松动岩体	10
	伍家坪子变形体	右	38.3	碎石土	3

6 地质灾害危险性评估标准

根据国土资源部颁布的《评估规范》,地质灾害诱发因素的分类见表 2。地质灾害发育程度分为强发育、中等发育和弱发育三级。地质灾害危害程度分为危害大、危害中等和危害小三级见表 3。地质灾害危险性依据地质灾害发育程度、危害程度分为危险性大、危险性中等、危险性小三级,分级标准见表 4^[4]。

表2 地质灾害诱发因素分类

分类	滑坡	崩塌	泥石流	岩溶塌陷	采空塌陷	地裂缝	地貌沉降
自然因素	地震、降水、融雪、融冰、地下水水位上升、河流侵蚀、新构造运动	地震、降水、融雪、融冰、温差变化、河流侵蚀、树木根劈	地震、降水、融雪、融冰、堰塞湖溢流、地震	地下水位变化、地震、降水	地下水位变化、地震	地震、新构造运动	新构造运动
人为因素	开挖扰动、爆破、采矿、加载、抽排水	开挖扰动、爆破、机械震动、抽排水、加载	水库溢流或跨坝、弃渣加载、植被破坏	抽排水、开挖扰动、机械震动、加载	采矿、抽排水、开挖扰动、震动、加载	抽排水	抽排水、油气开采

表3 地质灾害危害程度分级

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数(人)	直接经济损失(万元)	受威胁人数(人)	可能直接经济损失(万元)
大	≥10	≥500	≥100	≥500
中等	3~10	100~500	10~100	100~500
小	≤3	≤100	≤10	≤100

表4 地质灾害危险性分级

危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
大	危险性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性中等
小	危险性中等	危险性小	危险性小

7 库区地质灾害危险性预测评估

官地水电站水库已运行近10年之久,在此之前经历了可研阶段的详细论证和施工前之前的专项地灾报告评估;在蓄水初期,金厂坝滑坡出现了变形开裂现象;此次调查,在原有资料的基础上对可能产生的地质灾害进行了逐一调查,现状调查结果,官地水电站水库区地质灾害为滑坡、不稳定斜坡、岸坡覆盖层堆积体塌岸。由于官地水电站其水库库水位消落差较小,水库运行遭受新的地质灾害和诱发地质灾害可能性小,仅对现有的地质灾害做预测性评估。其评估方法仍然是按《评估规范》对其稳定性(发育程度)和危害程度分级,在此基础上进行评估。

8 地质灾害防治措施建议

官地水电站水库库区地质灾害有9处滑坡、4处不稳定斜坡。根据《评估规范》,金厂坝滑坡地质灾害危险性综合评估危险性大,其余8处滑坡地质灾害危险性综合评估危险性小。金厂坝滑坡曾做过两次专题报告,其结论是金厂坝滑坡体在天然状况下整体基本稳定;暴雨工况下稳

定性差,可能会出现小规模失稳,大规模下滑的可能性不大,坡体的变形将在较长的时间内继续存在,逐渐趋于稳定;仅在地震工况下,滑坡体处于不稳定状态,存在失稳的可能,最有可能失稳模式为分区分体式失稳。金厂坝滑坡发生的地质灾害不会造成完全堵江,但存在局部堵江侵占库容和河道的现象,地质灾害产生涌浪,对官地大坝及水工建筑物影响不大,对水库两岸处于涌浪影响高度以下的居民、建筑物以及库区水上交通安全将产生较大影响。为此,对金厂坝滑坡体变形阶段进行了划分,并提出了在不同变形阶段的滑坡预警建议值。金厂坝滑坡体上已进行了多项监测设施,目前,金厂坝滑坡体变形阶段为等速变形阶段,建议继续监测,对滑动阶段进行判别,当滑坡达到临滑阶段,应高度重视,并启动应急预案。建议对金厂坝滑坡进行定期巡视,如遇截水沟破坏等,进行恢复。周家坪(梅子坪)滑坡对官地电站水库运行而言其地质灾害危险性综合评估危险性小,但滑坡体上有近千人居住,梅子坪乡政府也位于此滑坡体上,建议对该滑坡体进行人工巡视,并告知当地政府,梅子坪台地为一滑坡,严格管理好生活用水的排放。麻沙沙一组变形体上已有多处开裂变形现象,地质灾害危险性综合评估危险性中等。建议与当地沟通,密切注意其发展情况。伍家坪子变形体、长河坝变形体、虎三滩拉裂变形体等其余地质灾害点,可采取定期和不定期巡视^[5]。

9 结语

综上所述,做好地质灾害防御工作是水利水电工程建设的重要组成部分,其不仅能够促进工程施工质量的有效提升,还能够从源头上降低建设过程的各种风险,使其充分发挥出本身所具有的优势和效果。

[参考文献]

- [1]孙红敏.水利水电工程地质灾害与防御措施[J].河南水利与南水北调,2021,50(7):97-100.
- [2]张进,张成强.水利水电工程施工中常见地质灾害预防措施与安全管理[J].2021年全国土木工程施工技术交流会论文集,2021(6):590-591.
- [3]刘红岩,张小趁,李俊峰,等.基于突发地质灾害应急防治的边(滑)坡分类方法[J].防灾减灾工程学报,2021,41(2):193-202.
- [4]朱自立.水电工程突发事件应急物资储备库优化建模研究[D].湖北:三峡大学,2020.
- [5]王峰.水利水电工程水文地质问题分析[J].科技风,2019(15):174.

作者简介:杨琴(1994.1-),女,四川省成都市,安徽理工大学,自然地理与资源环境,京创智慧科技有限责任公司,数据处理员,助理工程师。王大卫(1995.6-),男,四川省成都市,河海大学,水利工程,雅砻江流域水电开发有限公司,方式工程师,工程师。