

简论水电工程地质灾害危险性评估的方法及要点

王昆 何伟

中国水电工程顾问集团公司昆明勘察设计院

摘要:根据水电工程建设项目特点及其地质环境条件,结合本人主持、参与及参加技术评审的地质灾害危险性评估报告的经验,对水电工程建设项目地质灾害危险性评估的方法及工作要点做一些交流与讨论。文中对水电工程建设项目地质灾害的主要类型、应重点评估的灾种、预测评估需考虑的诱灾因素、危险性分区与分级、综合评估及适宜性评价、需重点详调的地质灾害、防治措施建议等内容等作了重点分析、总结,对水电工程地质灾害危险性评估工作具一定指导意义。

关键词:地质灾害;危险性评估;水电工程;方法;要点

1 前言

1999 年国土资源部颁布《地质灾害危险性评估技术要求(试行)》,规定对工程建设项目、规划项目均需按要求开展地质灾害危险性评估工作。在云南水电行业,大朝山水电站是第一个按技术要求开展地质灾害危险性评估工作的水电站。2003 年底,国务院颁布《地质灾害防治条件》(国务院令 394 号),使地质灾害危险性评估工作上升到了法律、法规的高度。

近十年来,地质灾害危险性评估工作已在各行业广泛开展,为工程建设项目的决策、征地报批及地质灾害的防治发挥了很大的作用。同时,也为水文地质、工程地质及环境地质勘察行业带来了广阔的市场前景。

由于水电工程的复杂性,致灾因素多种多样,承载对象的属性也有较大的差异。因此,在水电工程地质灾害危险性的评估工作中也存在许多不完善,甚至有争议的地方。本文试图从地质环境条件、水电工程的特殊性 & 灾评技术要求的内涵,对水电工程地灾评估的方法及要点做一些探讨,供同行交流、沟通。

2 水电工程的特点及地质灾害主要类型

2.1 水电工程的主要特点

(1) 建筑物类型复杂、多样

水电工程涉及的建筑物种类较多,除大坝、溢洪、冲砂、引水发电及导流、斜坡缆机等水电工程特有的建筑物外,还包括厂房、营地(同工业与民用建筑)及桥梁、土石料场、弃渣场等。同时,水电工程一般占地范围广,同一工程可能涉及多种地貌类型及多种地质单元,地质环境条件复杂。

(2) 水-岩(土)作用诱发的地质灾害

由于水电工程是利用水的势能、动能发电,建坝蓄水、引水、泄水过程中必定会改变场地的水文地质条件,由些可能引发滑坡、泥石流及渗透稳定等地质灾害。因此,对水电工程的地灾评估中,应重点考虑水的诱灾因素,除考虑水的作用导致岩土体强度降低诱发滑坡等灾害外,还应对库水作用造成的库岸再造、渗透变形、浸没等进行分析、评价。

(3) 边坡高度大

水电工程多修建于山区峡谷地区,许多工程所在河谷天然边坡较高,如金沙江中、上游地区,怒江峡谷地区,相对高差达 1000m 以上。加之水电工程的建设规模越来越大,小湾、糯扎渡等工程坝高达 280m 左右,其宗水电站设计坝高甚至达到了 350m 左右。由此,必然会形成较

高的人工开挖边坡,如小湾水电站坝肩的人工开挖边坡高达700余米。高陡岩质边坡一旦产生滑坡、崩塌等地质灾害,尤其是规模大或高速滑坡,其造成的损失将是巨大的。

(3) 大型地下洞室群及长引水隧洞

由于水电工程所在建设地点多属峡谷地区,建筑物的布置受到较大的约束,很多水电站均采用地下工程布置形式。由此形成了许多大跨度地下洞室群及长引水线路的隧洞,目前水电工程地下厂房的跨度多接近30m,部分已达35m,且地下厂房、尾调室的边墙高度达70m左右。大型地下洞室群的开挖,岩体的应力重分布相互叠加,引发地下洞室围岩失稳的地质灾害可能性也相应加大。部分中小型水电工程的引水隧洞,尽管隧洞断面尺寸不大,但长度也达10余km,穿越多种地貌、地质及水文地质单元,引发的地质灾害也有其特殊性。

2.2 水电工程地质灾害主要类型

(1) 常规地质灾害

水电工程建设中可能引发及遭受的常规地质灾害主要是滑坡、崩塌及泥石流,在喀斯特地区可能遭到岩溶地面塌陷、土洞等岩溶地质灾害。这此地质灾害频繁、易发,是水电工程地灾评估的重点。如漫湾水电站左岸边坡的滑坡、大盈江梯级电站遭到的泥石流危害等。当建设场地区位于盆地区、湖盆边缘区,可能存在地裂缝(非滑坡、边坡变形裂缝)、地面沉降的地质灾害,如昆明盆地东部小板桥一带因过量开采地下水,存在地面沉降的问题。

(2) 水电工程特殊地质灾害

由于水电工程的特殊性,工程的兴建,可能诱发特殊的地质灾害类型,如水库诱发地震、水库浸没、库岸再造、坝基渗透破坏等。对可能的溃坝风险、泄水冲刷导致的岸坡失稳,也应进行深入的分析、研究,并提出建议和意见。

(3) 其它地质灾害

隧洞开挖及运行期隧洞变形、破坏,有害气体、地热及地应力危害,涌水涌砂及突泥灾害(地下泥石流)等虽不属于地质灾害危险性评估的重点内容,但在评估区地质环境条件及场地工程地质条件中应予以重点阐述,并在预测评估中简要评价。

由于云南省地处新构造运动强烈区,活动断裂发育,多数地区地震烈度高、地震动参数大,地震诱发产生的次生地质灾害也较为突出,尤其是水电工程的地震次生地质灾害可能更为严重。因此,对兴建于地震烈度较高地区的水电工程,评估报告中应进行必要的评价。

3 评估工作的依据及执行标准

地质灾害危险性评估工作执行的标准可划分为法律、法规依据,技术规程、规范和技术要求,合同、委托书或任务书三类。

3.1 法律、法规依据

- (1)《地质灾害防治条例》(中华人民共和国国务院令 第394号)
- (2)《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》(试行)》(国土资发[2004]69号文)
- (3)《中华人民共和国土地管理法》
- (4)《地质灾害防治管理办法》(中华人民共和国国土资源部令 第4号)
- (5)《建设项目用地预审管理办法》(国土资源部 第7号令)
- (6)《关于加强地质灾害防治工作的意见》(国土资源部、建设部)
- (7)各省、市、自治区及地方国土资源主管部门制定的规定、技术要求

3.2 技术规程、规范和技术要求

- (1)《地质灾害危险性评估技术要求(试行)》(国土资源部)
- (2)《地质灾害危险性评估技术规范》(报批稿,国土资源部)

- (3)《县(市)地质灾害调查与区划基本要求》(国土资源部)
- (4)《县(市)地质灾害调查与区划基本要求实施细则》(中国地质环境监测院)
- (5)《工程地质调查规范 1:2.5万~1:5万》(GB/T-0097)
- (6)《区域水文地质工程地质环境地质勘察规范(1:5万)》(GB14158)
- (7)《岩土工程勘察规范》(GB50021)
- (8)《建筑抗震设计规范》(GB50011)
- (9)《中国地震动参数区划图》(GB18306)
- (10)《水利水电工程地质勘察规范》(GB50287)
- (11)《中小型水利水电工程地质勘察规范》(SL55)
- (12)《中小型水力发电工程地质勘察规范》(报批稿)
- (13)《防洪标准》(GB50201)
- (14)《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL252)
- (15)《电枢纽工程等级划分及设计安全标准》(DL5180)
- (16)《建筑边坡工程技术规范》(GB50330);
- (17)《滑坡防治工程地质勘察规范》(DZ/T0218)
- (18)《泥石流灾害防治工程地质勘察规范》(DZ/T0220)

3.3 合同、委托书或任务书

- (1)《地质灾害危险性评估工作委托书》
- (2)《地质灾害危险性评估工作合同书》
- (3)《地质灾害危险性评估工作合任务书》
- (4)拟建项目的政府批文,规划、预可或可研审查意见
- (5)其它

4 评估工作总体思路

4.1 工作流程

建设项目地质灾害危险性评估承担单位可按图1 地质灾害危险性评估作业流程图所示开展评估工作。总体上,评估工作应按国土资源部颁布的《地质灾害危险性评估技术要求(试行)》开展工作,也可参考《地质灾害危险性评估规范(报批稿)》的要求,按下述流程开展工作:

接受任务(或签订合同、接受委托书等)——工作策划(确定项目负责人、评估作业人员及工作仪器、设备的要求)——资料收集(包括评估区气象、水文资料,评估区所在地的社会经济情况,地形、地质资料的收集,项目各阶段的勘察设计文件、专题研究报告,执行的规程、规范及技术要求标准等)——编制评估工作纲要(确定评估等级、评估范围等)——评估项目及资质备案——外业工作——中间检查(抽查)——外业验收——内业工作——内部评审——送技术评审(国土资源部门认可的专家组)——报告及图纸的修改——评估报告备案——提交委托单位——资料归档。

4.2 工作方法

评估工作在分析已有地形地质、地质灾害研究成果、工勘或岩土工程勘察报告及工程项目情况下,以开展外业地质测绘、调查为主,采用穿越法与追索法的相结合的外业地质测绘,重点测绘与一般调查相结合,突出对评估区地质灾害点的调查、分析与研究。

评估报告的编制按下述思路:评估区水文气象情况——评估区社会经济情况及建设场地周边人居、生产情况——评估区地质环境条件——建设项目的水文工程地质条件及工程地质问题——现状评估——预测评估——综合评估——防治措施——场地适宜性——结论及建议。

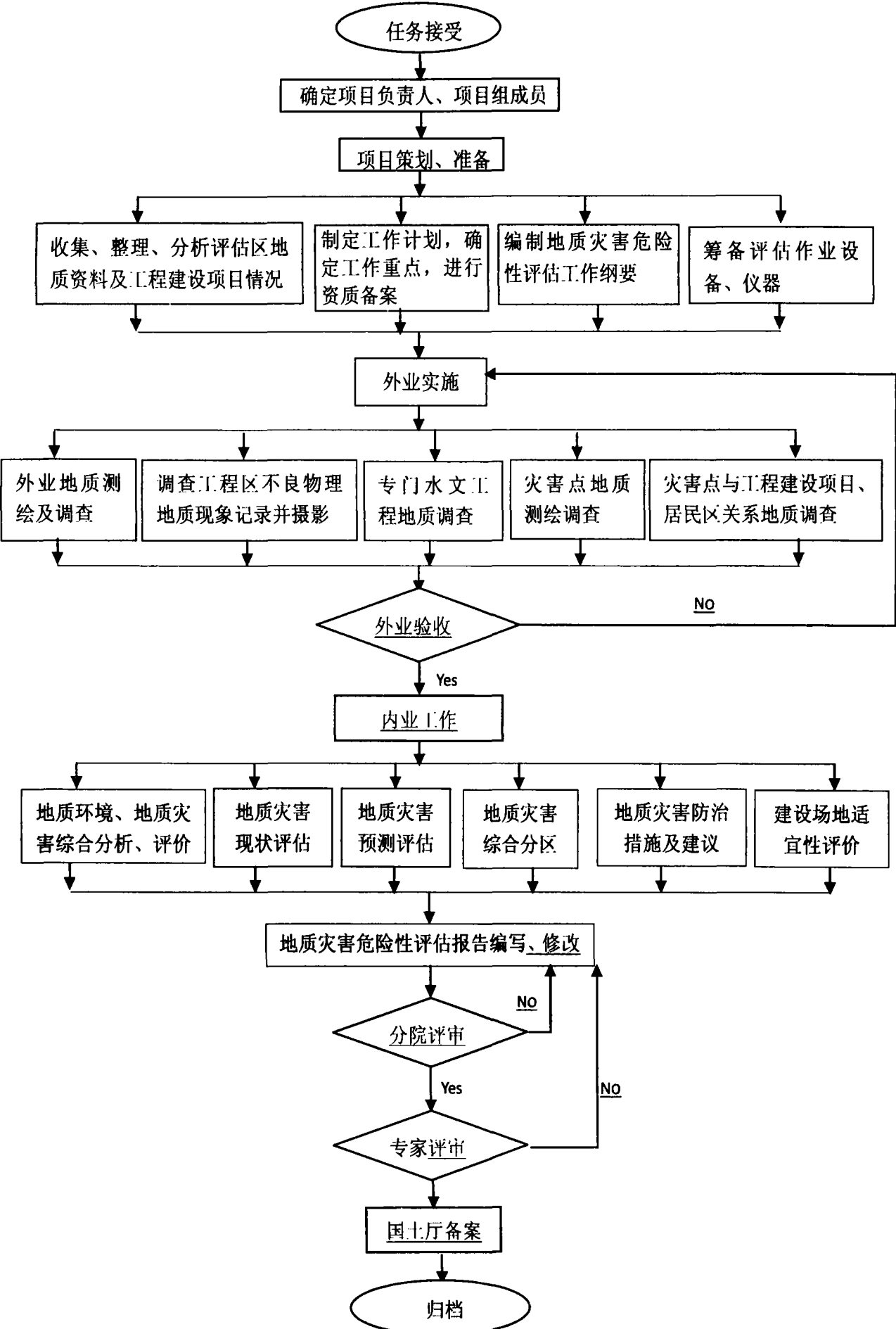


图 1 地质灾害危险性评估作业流程图

5 评估工作要点

5.1 评估范围及等级

评估范围应到建筑物可能影响到的范围内,一般应评估到场地后缘的第一斜坡带;对远程地质灾害可能影响或危及建筑物安全时,应扩大到地质灾害发育区;对泥石流灾害,应将评估或调查范围扩大到整个泥石流形成区、流通区及堆积区;对大坝下游村镇居民点、公路桥梁、农田分布情况、专项设施等的情况,也应进行调查;水库区范围应评估到库尾以上一定范围,两岸到第一斜坡带或分水岭或地质灾害源头。

按地质灾害危险性评估有关技术要求,水电工程建设场地地质条件一般均为复杂。因此,水电站不论规模大小,评估级别均应为一级或二级评估。

5.2 地质环境条件

加强对评估区区域构造稳定性及活动断裂的分析、论述;对岩、土体中的不利结构面、软弱夹层及特殊性土要进行重点评价;对岩体的风化、卸荷、冲沟及喀斯特等物理地质作用应予以重点调查、说明;在水文地质条件的阐述中,对地下水的脆弱性应进行分析、评价。

5.3 现状评估

在对现有地质灾害的调查、评价中,应注意对工程区周边建筑物遭受的地质灾害进行调查、分析,进行工程类比分析、预测;除崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降、地裂缝、地面塌陷、潜在不稳定边坡等常规地质灾害进行评估外,对现状的冲沟、岩溶危害及特殊类土危害等也应进行分析、评价。

5.4 预测评估

由于地质体的复杂性、天然性及不均匀性,加之水电工程的建筑物种类多、场地范围大,在进行预测评估时,需综合分析、研究地质条件与建筑物相互作用下可能诱发并遭受的各类地质灾害。除对滑坡、崩塌、泥石流等进行预测评估外,对重点段,如坝基(肩)边坡、隧洞的进出口边坡、土石料场开挖边坡等地段易诱发滑坡、崩塌的灾害;在隧洞的浅埋段可能引发并遭受冒顶等地质灾害;水库蓄水后可能导致水库诱发地震、库岸再造、水库渗漏与浸没等地质灾害;弃渣处置不当可能诱发泥石流、滑坡灾害;隧洞尤其是可溶岩地区长引水隧洞的开挖导致水文地质条件的改变,影响隧洞上部及周边居民生产、生活用水的干涸,留下较大的后患;开挖爆破振动,可能导致周边山体的失稳或居民点地基、斜坡开裂等。

水电工程建筑区内的营地、库房等多建筑斜坡地段,一般为山坡土石混合不均匀地基,产生场地整体变形、失稳的可能性较大,在评估工作中应加强分析、评价。如金安桥水电站业主营地、梨园水电站1#承包商营地的场地变形、开裂,都给我们留下了深刻的经验和教训。

5.5 综合分区评估

地质灾害危险性分区是进行综合评估的基础,必须依据现状评估、预测评估成果,结合承载对象的经济属性,进行分析、评价,确定危险性分区及等级。危险性等级划分为:

- (1) 危险性大:现状和预测评估结果等级中,有一项为危险性大;
- (2) 危险性中等:除危险性大和小以外的等级;
- (3) 危险性小:现状和预测评估结果等级中,两者均为危险性小。

5.6 地质灾害防治建议

对地质灾害的防治建议应有针对性,对评估区的滑坡、崩塌、泥石流及各种地质灾害点,均应提防治建议,若防治难度大、危险性大的地质灾害,应提出避让措施或调整设计方案或另选场址等;应建议工程建设中,加强对地质环境和生态环境的保护,达到水电开发及环境保护的双赢;建设方应建立地质灾害监测系统及预报预警系统,制定地质灾害应急及处置预案;工程设计方案应充分考虑工程建筑与环境的相互作用与影响,使设计方案尽可能达到人工自然与天然自然的和谐统一。

5.7 适宜性评价

水电工程建设场地的适宜性,应根据现状评估、预测评估及综合分区评估结论,结合防治的难易程度分析后,综合确定。适宜性评价标准为:

- (1) 地质灾害危险性小,基本不设计防治工程的,场地的适宜性为适宜;
- (2) 地质灾害危险性中等,防治工程简单的,场地的适宜性为基本适宜;
- (3) 地质灾害危险性大,防治工程复杂的,场地的适宜性为适宜性差。

5.8 资质及评估报告的备案

按有关法规及技术要求的规定,地质灾害危险性评估分为项目资质备案及评估报告备案。项目资质备案应在评估工作开展前,到项目所在地的国土资源局备案,若项目跨越两个及以上地区,应到其上一级国土资源主管部门备案。评估报告完成后,经评估单位内部评审或审核后,由相关部门(技术咨询、地灾研究会等部门)组织国土资源厅认可的专家组进行评审,报告通过后经修改送国土资源厅进行评估报告的备案,方能提交建设方(委托方)使用。

6 结论及建议

6.1 由于水电工程建设项目所处的地质环境条件均较为复杂,水电项目又有其自身的特点,地质灾害的危险性评估也存在诸多影响因素。因此,评估工作中应充分收集评估区已有的地质资料、勘察成果及工程建设规划布置情况、设计意图,并与业主、勘察设计单位多沟通、交流,才能使评估结论更加符合实际情况,对工程项目的决策、报批征地及地质灾害的防治提出可靠的依据,并具实用性和可操作性。

6.2 建设项目的地质灾害危险性评估仅是对地质灾害的类型、规模,发生的可能性、危害程度及危险性做一种宏观上的把握,不能代替工程地质勘察工作。因此,对潜在的风险较大的地质灾害,应建议业主加深勘察研究,采取科学合理、安全可靠、经济适用的对策。

6.3 水电工程的地质勘察工作中,应充参考、利用水电工程建设项目地质灾害危险性评估报告的一些结论和建议,发挥其指导地质灾害防治的作用。