

《地质灾害危险性评估规范》的适用性探讨

王彤标, 陈金宏, 王刘文

(贵州省煤矿设计研究院有限公司, 贵阳 550025)

摘要: 为使现行《地质灾害危险性评估规范》更加适用于山区地质灾害危险性评估工作, 分析探讨了规范中涉及的地质灾害危险性分级因素、危害程度分级、预测评估方法、危险性分区范围、防治措施建议等相关问题, 进而指出应根据现状地质灾害的稳定程度、危害程度判断其危险性, 根据险情判断其危害程度, 并提出了危险性分级参数的修改建议值, 提出了基于预先危险性分析(PHA)的预测评估方法, 明确了危险性分区范围与治理责任的相关性, 指出应综合考虑受灾体的重要性及地质灾害发生的可能性等因素, 分类提出保护、搬迁、治理、监测等防治措施建议。

关键词: 地质灾害; 危险性评估; 预先危险性分析; 适用性; 系列防治措施

中图分类号: P694; P56 **文献标识码:** A

DISCUSSION ON THE APPLICABILITY OF SPECIFICATIONS FOR RISK ASSESSMENT OF GEOLOGICAL HAZARD

WANG Tong-biao, CHEN Jin-hong, WANG Liu-wen

(Guizhou Coal Mine Design & Research Institute Co., Ltd., Guiyang 550025, China)

Abstract: In order to make the current "Specifications for risk assessment of geological hazard" more applicable to mountain geological hazard risk assessment, analyzes and discusses the factors of geological hazard classification, hazard degree classification, prediction and evaluation method, risk zoning scope, prevention and control measures and other related problems involved in the specifications, further, it is pointed out that the hazard should be judged according to the stability and hazard degree of the present geological hazards, and the hazard degree should be judged according to the dangerous situation, and suggested values of risk classification parameters are proposed, the prediction and evaluation method based on pre-hazard analysis (PHA) is put forward, and the relativity between the scope of hazard zoning and the responsibility of management is defined, it is pointed out that the importance of disaster-stricken body and the possibility of geological disaster should be considered comprehensively, and some suggestions on prevention and control measures such as protection, relocation, management and monitoring should be put forward.

Key words: geological hazards; risk assessment; pre-hazard analysis; applicability; series of prevention and control measures

我国是世界上地质灾害最多和灾害损失最严重的国家^[1],随着我国经济建设的高速发展,引发地质灾害或遭受其危害的问题越来越突出,成为我国经济建设与社会发展的重要制约因素^[2]。为有效预防和治理地质灾害、保护人民生命财产安全,原国土资源部于1999年3月发布了《地质灾害管理办法》,国务院于2003年11月颁布了《地质灾害防治条例》。之后,原国土资源部于2004年3月发布《地质灾害危险性评估技术要求(试行)》,2015年9月发布地质矿产行业标准《地质灾害危险性评估规范》,国家于2021年5月发布国家标准《地质灾害危险性评估规范》(GB/T40112-2021)(以下简称“现行规范”),全国多个省份也推出了省级地方标准^[3],技术标准逐步完善,技术理论也相对成熟。这些技术标准的发布及实施,体现了国家“人民至上”“生命至上”的发展理念,体现了国家对地质灾害防治工作的重视^[4],规范了地质灾害易发区内工程建设与规划的地质灾害危险性评估工作,保证了防灾减灾工作的有序进行。目前,地质灾害危险性评估成为我国防灾减灾的重要举措,并成为国家强制执行的工程建设工作程序之一。

西南山区包括贵州的地质环境条件复杂、生态环境脆弱、属地质灾害易发区^[5-8],加之岩溶发育^[9]、降水量大^[10-11]、矿山开采较强烈^[12-15],引发的地质灾害问题更加突出^[16-17],甚至可能引发地质灾害链^[18-21],故非常需要根据相关技术标准开展地质灾害危险性评估工作,以便明确地质灾害防治工作的主体责任。但在根据现行规范开展评估工作的实际过程中,发现了一些需要改进、应该明确或值得探讨之处,例如进行危险性分区时泛泛而谈、不考虑受灾对象^[22],划定危险性分区范围时针对全部评估区进行、责任主体不明确^[23],未经分析而提出的防治措施建议无法落实^[24],等等。

为使现行规范更加具有适用性、指导性、可操作性,特别是为了体现危险性分区在地质灾害防治责任界定中的重要性、增加地质灾害防治措施建议的逻辑性,结合工作中发现的实际问题,根据现有相对成熟的理论,对该规范的适用性、合理性进行了分析探讨,并提出了解决建议。

1 问题与探讨

1.1 关于危险性分级因素的探讨

1.1.1 现行规范规定

规范中“术语和定义”部分的第3.7条特别备注“地质灾害的危险性根据发育程度、危害程度和诱发

因素3个指标确定”,“评估指标分级”部分的第4.7.1条、第4.7.5条又再次重复提到,且在“表17地质灾害危险性分级表”中列出了上述3个指标。

1.1.2 探讨

一是其中“发育程度”的概念值得商榷。如果针对某一范围内地质灾害的分布数量或发育密度,用“发育程度”来描述是较准确的;但针对某一具体的地质灾害,用“发育程度”不易理解。且从规范表4、表6等的描述来看,“发育程度”的实质就是地质灾害的稳定状态。

二是诱发因素与危害程度、危险性关联程度不大。地质灾害的危害程度、危险性不会因诱发因素不同而产生相关的或较显著的差异,故将诱发因素列入没有意义,且表17并不能反映出诱发因素与发育程度、危害程度之间的关系。

三是表17所列危险性分级只适用于现状评估而不适用于预测评估。虽然表17在“4基本规定”一章内出现,但只有现状评估中有引用,“8工程建设中、建成后引发地质灾害危险性预测评估”按表18~表25、“9建设工程遭受地质灾害危险性预测评估”按表26~表36进行,与表17无关,故将表17列在“基本规定”一章易引起误读。

1.1.3 建议

一是用“稳定程度”代替“发育程度”,且取消第3.7条、第4.7.1条、第4.7.5条、表17中的“诱发因素”指标,只根据现状地质灾害的稳定程度、危害程度判断其危险性。

二是将表17调整到“7地质灾害危险性现状评估”一章,说明其只适用于现状评估。

1.2 关于危害程度分级的探讨

1.2.1 现行规范规定

规范中“评估指标分级”部分的第4.7.3条提到“地质灾害危害程度根据灾情和险情分为危害大、危害中等和危害小三级”,并附了“表15地质灾害危害程度分级表”。

1.2.2 探讨

一是用灾情判断地质灾害的危害程度不一定合适。地质灾害一旦发生并造成人员伤亡或经济损失,其原有的状态即成为过去式,且某些地质灾害发生后,可能恢复为稳定状态甚至变成超稳定状态。在地质灾害导致灾情发生后,可能不会再具有危险性。所以,根据地质灾害已造成灾情的数据作为判断其现状或者未来危害程度的依据均有失准确。

二是险情等级的划定。在根据险情判定危害程度时,受威胁人数10~100人时只判断为危险性中

等,与“人民至上”、“生命至上”的理念有所冲突^[25]。

1.2.3 建议

只根据险情作为地质灾害危害程度的判断标准,且调整相关参数。建议的分级表见表 1。

1.3 关于预测评估方法的探讨

1.3.1 现行规范规定

规范中规定“8 工程建设中、建成后引发地质灾

害危险性预测评估”按表 18~表 25 进行、“9 建设工程遭受地质灾害危险性预测评估”按表 26 ~ 表 36 进行,在可能性后对应了强、中等、弱发育 3 种发育程度,但 3 种发育程度均对应一种危害程度。以滑坡为例,规范原表见表 2。

另外,规范中第 4.2.1 条提到采用层次分析方法,预测评估部分没有提到具体预测评估方法。

表 1 地质灾害危害程度分级表

危害后果	危害程度	等级	危害程度系数 P
造成人员严重受伤、死亡的可能性大,可能造成直接经济损失 ≥ 500 万元	严重的、灾难的,危害程度大	大	$4 \leq P < 10$
有造成人员受伤、死亡的可能,可能造成直接经济损失 100~500 万元	轻度的,危害程度中等	中等	$2 < P < 4$
基本不会造成人员伤害,可能造成直接经济损失 ≤ 100 万元	轻微的,危害程度小	小	$P \leq 2$

表 2 工程建设中、建成后引发地质灾害危险性预测评估分级表

工程建设与滑坡的位置关系	工程建设中、建成后引发滑坡的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于滑坡的影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
邻近滑坡影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
位于滑坡影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小

1.3.2 探讨

一是层次分析法的适用性。层次分析法适宜用作分析地质灾害的主要诱发因素并判断各诱发因素的权重度^[26],而在分析地质灾害发生的可能性、危害程度、危险性时是不适用的。近年在地质灾害危险性评估中应用较多的主成分分析法^[27]等方法也存在类似问题,更适用于较宏观的区域分区。

二是预测评估方法的合理性。若按表 18 ~ 表 25 及表 26 ~ 表 36 进行预测评估,存在下列问题:

首先,可能性对应 3 种发育程度后,每种发育程度后也应对应 3 种危害程度,形成 1-3-9 的组合。而现有表中的危害程度与可能性统一,却与地质灾害发育程度、受威胁对象规模无关,明显欠妥。

其次,将“工程建设与地质灾害的关系”列入表中,但既不清楚所指“地质灾害”是现状地质灾害还是预测的地质灾害,也无法判断第一列、第二列所指的“地质灾害”范畴是否一致,且“工程建设与地质灾害的关系”与“工程建设中、建成后引发地质灾害的可能性”级别一致,均是欠妥的。因为如果表中所指是现状地质灾害,工程建设位于其范围内,工程建设中、建成后引发地质灾害的可能性不一定大,因为不清楚现状地质灾害的稳定程度;如果工程建设位于现状地质灾害影响范围外,工程建设中、建成后引发

新的地质灾害的可能性也不一定小。如果表中所指是预测的地质灾害,那么工程建设“位于预测的地质灾害范围外”就更不合逻辑了。

1.3.3 建议

鉴于预测评估是地质灾害危险性评估的核心,建议对评估方法做出规定且采用简便易行、逻辑合理的评估方法。目前,安全评价中常用的定性、定量方法较多,其中的预先危险性分析(PHA)^[28]有应用于地质灾害危险性评估的先例,该方法根据发生地质灾害(风险或危险有害因素)的可能性、危害程度(风险可能造成的损失)确定危险性等级,其深度、精度能够满足评估阶段的需求,而且合乎预测评估的分析逻辑。故建议的预测评估方法为:

首先,根据下表 3 确定地质灾害发生的可能性及可能性系数 K 。

表 3 地质灾害发生的可能性分级表

分级说明	等级	发生的可能性系数 K
评估区内近期频繁发生类似灾害,未来很有可能发生	大	$0.10 < K < 0.35$
评估区内近期偶见发生类似灾害,未来有可能发生	中等	$0.05 < K \leq 0.10$
评估区内近期未见发生类似灾害,未来基本不会发生	小	$K \leq 0.05$

其次,根据前表 1 确定地质灾害的危害程度及危害程度系数 P 。

最后,用危险性指数 $R(R=P \times K)$ 及下表 4 确定地质灾害的危险性等级。

表 4 地质灾害危险性等级表

危险性程度	危险性指数 R	危险性等级
不希望有的(危险级或灾难级)	$R > 0.4$	大
可有控制的接受(基本安全级)	$0.4 \geq R > 0.2$	中等
可接受的(安全级)	$R \leq 0.2$	小

1.4 关于综合评估中危险性分区范围的探讨

1.4.1 现行规范规定

规范中综合评估部分第 10.1.2 条提到“进行评估区地质灾害危险性等级分区(段)”,第 10.2.2 条提到“综合判定评估区地质灾害危险性的等级区(段)”。按字面理解,应对整个评估区均进行分区。

1.4.2 探讨

对建设项目地质灾害危险性预测评估的技术逻辑分析如下:

用 A 代表评估区内的现状地质灾害体, B 代表建设项目, C 代表评估区内的潜在受灾体(静态存在、不活动),“ \rightarrow ”代表影响关系,箭头指向受影响对象,则有:

A \rightarrow A: 现状地质灾害对自身的影响,不用评估;

A \rightarrow B: 现状地质灾害对建设项目的影、建设项目遭受现状地质灾害的影响,应评估;

A \rightarrow C: 现状地质灾害直接影响受灾体,与建设项目无关,不评估;

B \rightarrow A: 建设项目加剧现状地质灾害,应评估;

B \rightarrow B: 建设项目引发新的地质灾害影响自身,应评估;

B \rightarrow C: 建设项目引发新的地质灾害影响受灾体、受灾体遭受建设项目所引发的地质灾害的影响,应评估;

C \rightarrow A、C \rightarrow B、C \rightarrow C: 因受灾体属静态存在,不存在所列关系,故不评估;

A+B \rightarrow A: 建设项目加剧现状地质灾害后对现状地质灾害的影响,应评估;

A+B \rightarrow B: 建设项目加剧现状地质灾害后对建设项目的影、应评估;

A+B \rightarrow C: 建设项目加剧现状地质灾害后影响受灾体,应评估;

A+C 即现状地质灾害与受灾体的联合影响、B+C 即建设项目与受灾体的联合影响,均不用评估。

从上面分析可见,预测评估的核心内容一是预

测建设项目可能引发、加剧哪些地质灾害,二是预测建设项目可能遭受哪些地质灾害的影响,三是预测周围受灾体遭受建设项目所引发、加剧的哪些地质灾害的影响。其中,引发偏重直接影响、加剧偏重间接影响,均围绕建设项目这一主体进行,这也与规范附录 D 编制提纲中预测评估的内容一致。由此不难看出,需要预测评估并进行危险性分区的最大范围应该是建设项目直接、间接影响范围的合集(图 1)。

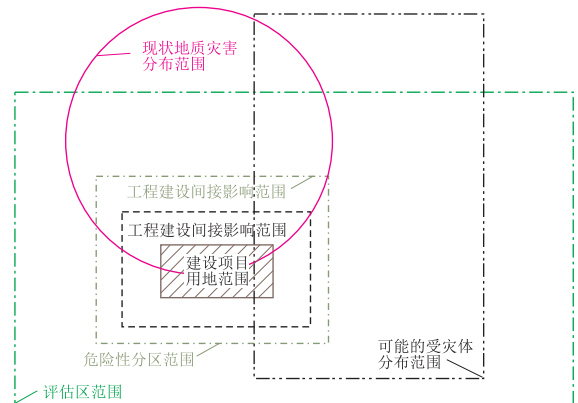


图 1 地质灾害危险性分区示意图

评估区范围是在开展评估工作初期界定的,评估区内还可能在与建设项目无关的现状地质灾害,也可能存在现状地质灾害直接影响受灾体但与建设项目无关的情况。即便考虑现状评估、预测评估的结果并形成综合评估的结论,危险性分区也应紧紧围绕建设项目这一主体进行,不一定针对整个评估区范围进行分区。否则,可能造成地质灾害防治责任的不明或转移。

1.4.3 建议

地质灾害危险性评估报告将成为项目业主防治地质灾害、政府管理部门监督防治工作的重要依据,故其一定要界定清楚地质灾害的治理责任。所以,建设项目地质灾害危险性分区的范围应为建设项目引发、加剧的地质灾害及遭受这类地质灾害影响的范围,与评估范围可以不一致,即危险性分区的范围不一定针对全部评估区范围。

1.5 关于防治措施建议的探讨

1.5.1 现行规范规定

规范中表 C.1 列出了防治措施建议,但各类建议均偏重于具体治理方法。

1.5.2 探讨

制定防治措施建议时,应对受灾体的重要性、规模、搬迁的可能性以及地质灾害发生的可能性、治理难度等先决条件进行综合考虑。例如:治理费用大

于搬迁费用时,直接搬迁受灾体即可;预测地质灾害发生的可能性中等及以下且规模不大时,也许采取监测措施即可;预测地质灾害无法治理、受灾体无法搬迁时,只能采取其他保护措施。不是所有的地质灾害都需要治理或只能采取治理的方法。

1.5.3 建议

选择保护受灾体的方式时,应首先分析受灾体

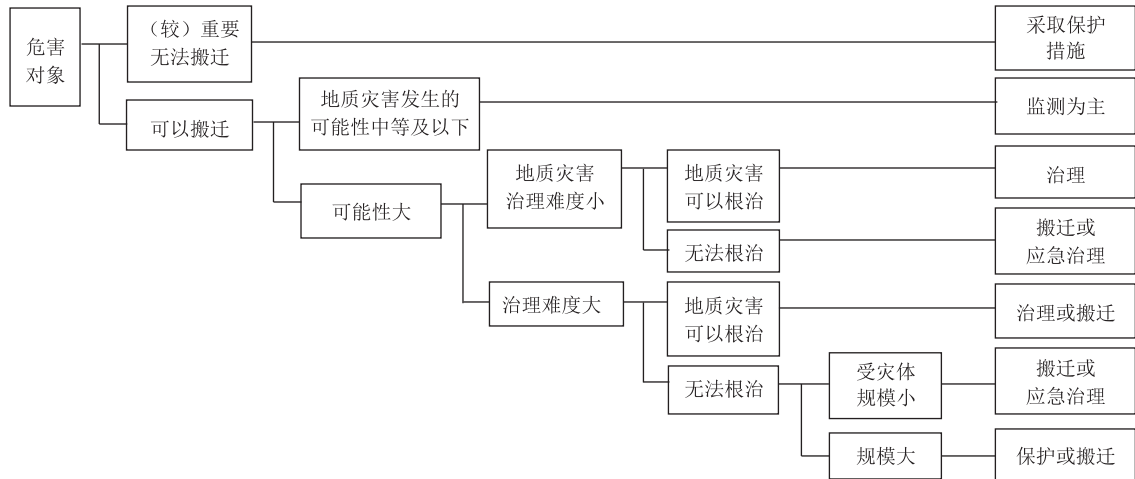


图2 地质灾害防治措施建议图

2 示例

2.1 示例项目评估区地质环境条件简述

某公路建设项目开展地质灾害危险性评估时,确定评估区划分原则为划至工程建设可能影响的范围、对工程建设可能造成影响的范围,即以分水岭或河流为界,最终划定的评估区范围见图3。

评估区以构造剥蚀溶蚀低中山地貌为主,地形起伏较大,自然地形标高+1 700~+1 400 m,相对高差约300 m,呈北高南低、北陡南缓的逆向坡。

评估区内南部分布一条流向由东向西的河流,最大洪峰流量 $216 \text{ m}^3/\text{s}$,水位+1 400 m左右,是本区的最低侵蚀基准面。大气降水补给地下水后均排泄入该河流。

评估区内分布地层由老至新为三叠系中统关岭组(T_2g ,上部白云岩,中部灰岩,下部夹瘤状灰岩、泥灰岩等)、杨柳井组(T_2y ,白云岩夹泥质白云岩)及第四系残坡积(Q^{dl+el})土层。

评估区内中部分布一处断层F1。地层产状 $350^\circ\sim 355^\circ\angle 22^\circ\sim 25^\circ$ 。

评估区内北侧山体局部陡峭处发育一处小型崩塌BT1,东部土层较厚处发育一处小型浅层土体滑坡HP1。

的重要性、搬迁的可能性,其次应考虑地质灾害发生的可能性、治理难度、治理费用、根治的可能性及受灾体的规模等,再结合地质灾害危险性评估阶段的工作进度,提出地质灾害防治方向性的建议,例如保护、搬迁、治理、监测等(图2)。如果确定需要治理,才谈得上提出规范中列举的建议。

2.2 示例项目地质灾害危险性评估结果

2.2.1 现状评估

按照现行规范,应评估现状地质灾害的发育程度、危害程度、诱发因素。实际工作中,按照前文1.1.3的建议,评估了现状地质灾害的稳定程度均为欠稳定;按照前文1.2.3的建议,将现状地质灾害的危害程度定为“大”;按照前文1.1.3的建议,评估现状地质灾害的危险性时未考虑诱发因素。

2.2.2 预测评估

按照现行规范,应确定工程建设与现状地质灾害的位置关系,分析工程建设中、建成后引发、加剧地质灾害的可能性。

首先,对现状地质灾害进行了预测评估。BT1现状掉落块体最远滚动平面距离215 m,预测计算BT1的可能影响平距258 m,可能危害下方民房但不会影响拟建公路;HP1距离公路较远,预测其对下方民房有影响但不会影响公路。另按照前文1.3.3的建议,评估了现状地质灾害的危险性等级为“大”。

其次,对工程建设中、建成后引发、加剧地质灾害的可能性进行了预测评估。预测公路建设过程中可能引发挖、填方边坡滑塌,特别是1-1'剖面的西侧、2-2'剖面的北侧(图3)土层较厚,可能因挖方引发浅层土体滑坡。但工程建设不会对现状地质灾害

- 施研究[J]. 地质灾害与环境保护, 2022, 33(2): 27-31.
- [16] 郑光, 许强, 刘秀伟, 等. 2019 年 7 月 23 日贵州水城县鸡场镇滑坡-碎屑流特征与成因机理研究[J]. 工程地质学报, 2020, 28(3): 541-556.
- [17] 廖军, 吴彩燕, 王立娟, 等. 基于时序 InSAR 的滑坡早期识别——以贵州省水城县为例[J]. 自然灾害学报, 2022, 31(3): 251-260.
- [18] 龙建辉, 秦朝亮. 采煤沉陷区断链减灾模式分析与应用[J]. 自然灾害学报, 2015, 24(6): 180-186.
- [19] 荣广智, 张继权, 李天涛, 等. 极端降水诱发地质灾害链风险评估研究[J]. 灾害学, 2022, 37(4): 201-210.
- [20] 铁永波, 张宪政, 龚凌枫, 等. 西南山区典型地质灾害链成灾模式研究[J]. 地质力学学报, 2022, 28(6): 1071-1080.
- [21] 王彤标, 宋绍飞, 王刘文, 等. 山区煤矿可研阶段地质灾害危险性评估的重要性[J]. 地质灾害与环境保护, 2023, 34(3): 70-77.
- [22] 王振海, 周之勋, 刘涛. 某企业火工区搬迁建设项目地质灾害危险性评估与防治建议[J]. 江苏科技信息, 2022, 39(26): 46-49.
- [23] 何辉, 易菲霆, 敬静, 等. 改建铁路湖南怀化枢纽地质灾害危险性评估[J]. 冶金管理, 2022, 35(13): 79-81.
- [24] 梁川. 安徽省黄山市黟县某建设工程项目地质灾害危险性评估报告[J]. 西部资源, 2022, 19(03): 19-21.
- [25] 刘传正, 沈伟志, 黄帅. 中国地质灾害预防应对战略思考[J]. 灾害学, 2022, 37(3): 1-4.
- [26] 杨峰, 薛桂澄, 柳长柱, 等. 基于层次分析法的地质灾害危险性评估[J]. 资源环境与工程, 2021, 35(1): 72-75.
- [27] 洪增林, 李永红, 张玲玉, 等. 一种基于主成分分析法的区域性地质灾害危险性评估方法[J]. 灾害学, 2020, 35(1): 118-124.
- [28] 陈舒馨, 郭耸, 陈学兵, 等. 基于层次分析法和预先危险性分析法的建筑施工风险评价[J]. 安全与环境工程, 2018, 25(5): 127-132.

作者简介: 王彤标(1967—), 男, 河北昌黎人, 研究员, 长期从事岩土工程勘察、地质灾害防治工作。E-mail: 410318521@qq.com

通讯作者: 王刘文(1991—), 男, 江西抚州人, 高级工程师, 从事岩土工程勘察、地质灾害防治工作。E-mail: 460276392@qq.com