

团 体 标 准

T/××× ××××—2025

山区电网地质灾害应急处置技术要求

Technical requirements for emergency response of geological disasters in mountain
power grid

2024-××-××发布

××××-××-××实施

中国能源研究会 发布

目次

前 言.....	III
引 言.....	IV
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则.....	2
4.1 基本规定.....	2
4.2 工作内容.....	2
5 灾害分类与等级划分.....	3
5.1 地质灾害类型.....	3
5.2 等级划分.....	3
6 应急监测.....	3
6.1 一般要求.....	3
6.2 监测内容.....	4
6.3 监测方法和设备.....	4
6.4 预警分级.....	4
6.5 预警响应.....	4
7 应急处置.....	4
7.1 一般要求.....	4
7.2 现场评估.....	4
7.3 评估技术.....	5
7.4 应急方案.....	5
7.5 现场处置.....	6
8 现场处置措施.....	6
8.1 一般要求.....	6
8.2 工程措施.....	6
8.3 非工程措施.....	10
9 恢复重建.....	10
9.1 应急处置评估.....	10
9.2 恢复与重建.....	11
附录 A（规范性） 地质灾害等级分级表.....	12
A.1 滑坡规模等级.....	12
A.2 崩塌规模等级.....	12
A.3 泥石流规模等级.....	12
A.4 地裂缝规模等级.....	12
A.5 地面塌陷规模等级.....	12
A.6 地质灾害险情等级.....	12
附录 B（规范性） 地质灾害发育程度.....	13
B.1 滑坡发育程度分级.....	13
B.2 崩塌发育程度分级.....	13
B.3 泥石流发育程度分级.....	13
B.4 岩溶塌陷发育程度分级.....	14
B.5 采空塌陷发育程度分级.....	14
B.6 地面沉降发育程度分级.....	14
附录 C（规范性） 地质灾害监测方法和设备.....	15
附录 D（规范性） 地质灾害调查内容.....	16
D.1 滑坡调查.....	16
D.2 崩塌调查.....	16

D.4 泥石流调查.....	16
D.4 地面塌陷调查.....	17
附录 E（规范性）应急预案范本.....	18
参 考 文 献	21

前 言

本文件按照 GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由贵州电网有限责任公司电力科学研究院提出并归口。

本文件起草单位：贵州电网有限责任公司电力科学研究院、武汉大学、中国地质环境监测院、中国电建集团贵州电力设计研究院有限公司、中国地质大学（武汉）、南方电网数字电网科技（广东）有限公司、超高压输电公司贵阳局、南方电网科学研究院有限责任公司。

本文件主要起草人：刘卓娅、文屹、谈竹奎、王冕、赵圆圆、颜康、付鑫怡、胡天嵩、许超钤、彭文杰、胡明贤、张琦、何林、张鸣之、冯振、张明、赵健、甘小迎、樊灵孟、鄂盛龙、陈远、卢星宇、刘佳岐、易永亮。

引 言

在全球气候变化和生态环境恶化的背景下，我国作为世界上电网最发达、受地质灾害威胁最严重的国家，山区地域复杂，地质条件多变，山区电网设施面临着受到地震、滑坡、泥石流、山体崩塌等自然灾害的威胁。因此，构建山区电网地质灾害应急处置体系是实现提高电网部门管理效率，降低应急处置的风险的必然途径。

构建山区电网地质灾害应急处置体系是一项复杂而系统性的工程。目前，应急领域已有的标准规范主要根据不同等级地质灾害制定的应急处置措施，未结合电力输变电工程设施，尚未形成针对山区电网地质灾害应急处置制定的专业性、规范性的标准，导致在发生灾害时，容易出现电力工程设施抢救不及时，造成严重的经济损失。

山区电网地质灾害应急处置技术要求

1 范围

本文件规定了山区电网设施在遭受滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷和地面沉降等地质灾害的应急监测、应急处置、处置措施和恢复重建。

本文件适用于山区电网设施在遭受地质灾害的应急处置。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 50007-2011 建筑地基基础设计规范
- GB 50010-2002 混凝土结构设计规范
- GB 50025-2018 湿陷性黄土地区建筑规范
- GB 50286-2013 堤防工程设计规范
- GB 50330-2013 建筑物边坡工程技术规范
- GB/T 38509-2020 滑坡防治设计规范
- GB/T 40112-2021 地质灾害危险性评估规范
- DL/T 1499-2016 电力应急术语
- DZ/T 0220-2006 泥石流灾害防治工程勘查规范

3 术语和定义

DL/T 1499-2016 电力应急术语界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地质灾害 geological hazard

各种地质作用形成的灾害性地质现象，常见的地质灾害包括滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷（含采空塌陷和岩溶塌陷）、地面沉降、地裂缝。

[来源：DL/T 5630-2021 输变电工程防灾减灾设计规程 2.0.1]

3.2

地质灾害隐患 potential geo-hazards

潜在的地质灾害点或区段。通常指通过地面地质、地形和影响因素调查，初步推测可能发生地质灾害的地点或区段。

3.3

先期处置 early disposal

电网地质灾害事件发生后，现场人员或事发单位采取的即时避险、伤员救治、电网调度、设备抢修等应急响应措施。

3.4

应急管理 emergency management

是为预防、控制及消除地质灾害突发事件，减少其对人员伤害、财产、工期损失和环境破坏程度而进行的计划、组织、协调和控制的活动，包括预防、准备、响应和恢复四个阶段。

3.5

应急预案 emergency plan

为有效预防和控制可能发生的灾害，最大程度减轻事故及其造成的损害而预先制定的行动方案。

3.6

应急响应 emergency response

针对发生的事故，有关组织或人员采取的行动。

3.7

响应分级 response classification

根据电网地质灾害事件的等级和应急处置能力所确定的应急响应级别。

3.8

应急处置评估调查 emergency disposal assessment and investigation

为发现问题、完善措施、提升能力，对突发事件应急处置过程进行评估和调查的活动。

3.9

恢复重建计划 recovery and reconstruction plan

为重建损毁电力设备（设施），恢复正常供电而制定的全面计划和安排。

4 总则

4.1 基本规定

4.1.1 山区电网地质灾害应急处置应以电网设施为主要保护对象，遵循“预防为主，防治结合”的原则，采取有效的地质灾害治理工程措施。

4.1.2 山区电网地质灾害应急方案应遵循技术可靠、易于施工、迅速起效、确保安全的原则。

4.1.3 山区电网地质灾害应急处置方案宜与永久性治理措施相结合。

4.2 工作内容

4.2.1 应急监测阶段：在监测站点安装地质灾害传感器（倾斜计、裂缝仪、雨量计）设备，构建地质灾害预警系统，通过数据分析和建模预测潜在风险；

4.2.2 应急处置阶段：宜利用安装的传感器和监测系统，实时获取地质灾害的数据；通过智能监控系统实时监测地质环境的变化，迅速分析灾害数据并发出预警等级信号，进而采取合适的应急预案，减少决策时间，快速评估损害情况，迅速展开抢修和恢复工作，提高救援效率；

4.2.3 恢复重建阶段：应全面评估地质灾害对电网设施的损害情况，制定修复计划，并实施修复工作，此外对监测数据进行分析，总结经验教训，改进应急预案和技术措施。

5 灾害分类与等级划分

5.1 地质灾害类型

地质灾害类型主要包括：滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷（岩溶塌陷、采空塌陷）、地面沉降等。

5.2 等级划分

依据地质灾害的规模等级（附录 I）、发育程度（附录 II），将其由高到低划分为四个级别，如表 1 所示：

表 1 灾害等级级别

发育程度	规模等级			
	特大型地质灾害	大型地质灾害	中型地质灾害	小型地质灾害
强发育	红色	红色	橙色	黄色
中等发育	红色	橙色	黄色	蓝色
弱发育	橙色	黄色	蓝色	蓝色

5.2.1 红色（Ⅰ级）

出现持续暴雨或特大暴雨，河水水位猛涨，整体护坡变化明显迅速，形成大面积裂缝，地裂缝发展迅速，在数小时或数周内发生大规模地质灾害的概率很大。

5.2.2 橙色（Ⅱ级）

出现持续暴雨，大部分护坡裂缝有明显发展迹象，或测值变化趋势急剧增大，继续坍塌的趋势不能确定，在几天内或数周内发生大规模地质灾害的概率大。

5.2.3 黄色（Ⅲ级）

出现持续暴雨或持续降雨，护坡外观检查发现有较明显裂缝或不均匀沉降，测值变化趋势呈持续增大时，在数月内或一年内发生大规模地质灾害的概率较大。

5.2.4 蓝色（Ⅳ级）

出现暴雨、特大暴雨，部分护坡出现滑移现象，局部裂缝有发展迹象，或地面裂痕增大，经初步分析认为有可能产生严重后果时，一年内发生地质灾害的可能性不大。

6 应急监测

6.1 一般要求

6.1.1 电网地质灾害监测应包括已治理工程监测和未治理工程监测，监测周期应根据工程特点确定。

6.1.2 已治理工程监测内容应包括地质灾害体变形监测、支护结构应力监测和相关因素监测。

6.1.3 未治理工程监测内容应包括地质灾害体变形监测、电网设施应力监测和相关因素监测。

6.1.4 监测工作应根据监测内容，采用人工监测、自动监测或人工巡察的方式进行。

6.2 监测内容

6.2.1 监测内容包括地质灾害体监测、气象监测、电网设施监测，各监测内容应符合《山区电网地质灾害监测预警技术要求》4.2.2 的要求。

6.3 监测方法和设备

6.3.1 简易监测方法

借助简单的测量工具、仪器装置和量测方法，监测灾害体裂缝位移变化的方法。具体方法和设备见附录 D。

6.3.2 群测群防法

借助简易、快捷、实用、易于掌握的位移、地声、雨量等群测群防预警装置和简单的声、光、电警报信号发生装置，来提高预警的准确性和临灾的快速反应能力。

6.4 预警分级

根据将预警划分为不同级别。级别划分应符合本文件第 5 章的要求。

6.5 预警响应

预警响应符合下列要求：

- a) 蓝色预警，蓝级预警发布后，应对周边自然地理和人为活动的变化进行详细调查，了解灾害的规模、可能诱发的成因及对电网设施的影响范围，研判灾害的发展趋势。
- b) 黄色预警，黄色预警发布后，应对灾害体进行专项评估，根据评估结论开展防治工程设计。
- c) 橙色预警，橙色预警发布后，应启动应急设计，开展专家会商，撤离受威胁人员，开展电力设施治理方案设计。
- d) 红色预警。红色预警发布后，应采取封闭道路方式，严禁人员、车辆等进入地质灾害威胁区域，转移潜在受灾人员，开展电力设施治理。

7 应急处置

7.1 一般要求

7.1.1 应按照“统一指挥、分工负责、专业处置”的要求和预案分工，相互配合、密切协作。

7.1.2 以现场人员监测为主，无人机监测为辅，对地质灾害类型、位置及其变化情况进行调查，确定的应急响应等级。

7.1.3 制定科学合理的应急方案。

7.2 现场评估

7.2.1 评估内容

7.2.1.1 评估宜以地面调查为主，结合资料收集分析、无人机航空摄影测量等技术方法。

7.2.1.2 滑坡、崩塌等常见地质灾害的详细调查内容和要素参见附录 D。

7.3 评估技术

7.3.3.1 针对人员或设备介入较困难、需要快速应急、调查精度要求较高的重点调查区，可借助无人机航空摄影测量开展灾害调查识别工作。

7.3.3.2 针对已识别的较复杂、规模较大的地质灾害，可借助无人机进行专项摄影测量。

7.3.3.3 利用无人机航空摄影测量方法获取地质灾害的特征信息，宜包括数字高程模型（DEM）、数字正射影像（DOM）和数字表面模型（DSM）等。

7.3.3.4 无人机航空摄影测量方法包括正射摄影、倾斜摄影和激光雷达测量（LDAR），应根据灾害体调查目标、任务需求、灾害体分布和形态特征选取适宜的测量方法。

7.3.3.5 无人机作业应符合国家和当地政府的相关许可。

7.4 应急方案

7.4.1 方案编制

7.4.1.1 应急方案选择应考虑采用综合治理措施，优先采取排水，并选择支挡、锚固、减载、压脚、注浆加固等其中一种或多种措施进行治理可行性论证；选用注浆加固法时，应与支挡或锚固等抗滑措施组合使用。

7.4.1.2 应急方案应依据灾害体的稳定状态选用安全可靠的技术措施，对处于缓慢变形阶段的滑坡，采取的治理措施应利于施工安全，宜采用机械在滑体上进行深坑、深井等作业；对处于加速变形阶段的滑坡，应优先采取能保证作业安全的应急治理措施，待滑坡变形趋缓后再进行综合治理。

7.4.1.3 应急方案应考虑被保护对象对灾害体变形的敏感程度，对变形敏感时，应采用能控制灾害体变形的主动加固措施。

7.4.1.4 应急方案应减少对环境的破坏，宜采取岩土工程措施与植被防护措施相结合的方案。

7.4.1.5 应急方案应重视土地的保护和利用，宜采取滑坡防治与土地保护利用相结合的方案。

7.4.1.6 应急方案应考虑施工的便利性，宜优先采用就地取材的工程措施。

7.4.1.7 应急治理工程方案应优先选择地表排水防渗、上部削方减载及前缘回填压脚、钻孔排水、锚索（杆）工程、小口径组合抗滑桩或钻孔抗滑支挡等快速治理措施。

7.4.1.8 应急方案宜采用新技术、新方法，以提高滑坡防治的技术水平。在可行性论证时，应提供新技术、新方法的鉴定或验收报告，或者提供成功应用的工程案例材料。

7.4.2 方案比选

7.4.2.1 在应急方案可行性方案论证阶段，应首先进行搬迁避让、监测预警或改线绕避等非工程方案与工程方案的比选。

7.2.2.2 应急方案可行性方案论证阶段，应进行两个或两个以上工程方案的比选；

7.2.2.3 进行比选的设计方案应有可比性，避免工程类型及治理思路相似；

7.2.2.4 方案比选应从技术、经济两方面进行综合确定，其中，技术方面包括技术适用性、可靠性、环境影响及施工便利性、工期等，经济方面包括工程造价、预期效益等；

7.2.2.5 在工程造价相差不大时，应优先选择技术先进、机械化程度高、对环境保护有利的设计方案。

7.5 现场处置

电网地质灾害发生后，应针对其性质、特点、危害程度和损失程度，立即组织相关部门，调动应急救援队伍和社会力量，按照表 2 采取应急处置措施。

表 2 电网地质灾害应急处置措施

灾害类型	滑坡	崩塌	泥石流	岩溶塌陷	采空塌陷	地面沉降	不稳定斜坡
措施	改线、清除、卸载、挡墙、抗滑桩	改线、清除、护坡、挡墙、锚固	改线、管道深埋、改为涵洞、改河（沟）道引流	固体物充填、充填注浆、改线	固体物充填、充填注浆、改线	充填注浆、换应变基础	切坡、护坡、挡墙、锚固
注：按顺序，第一为首选措施，以后为单项或组合措施。							

8 现场处置措施

8.1 一般要求

8.1.1 现场处置措施应包括工程措施和非工程措施，条件允许时宜进行方案比较。

8.1.2 工程措施处置对象应包括电网输变配设施、滑坡、崩塌体与泥石流、影响区内重要设施等。

8.1.3 非工程措施应包括灾区人员转移避险、通信保障系统以及设备、物资供应、运输保障措施和会商决策机制等。

8.2 工程措施

8.2.1 滑坡处置措施

8.2.1.1 位于不稳定边坡的塔位，应采取削坡、支挡、排水等综合治理措施。

- 削坡，降低边坡坡率，增加边坡的稳定性。一般适用于塔位周边规模较小的陡坎。
- 设置挡土墙、锚杆、抗滑桩等支挡结构。一般适用于塔位周边规模较大的不稳定边坡。
- 采取挡排水措施，疏导地表水及地下水。属于辅助措施，对于汇水面积较大，边坡易受地表水入渗冲蚀的塔位，宜设置挡排水设施。

8.2.1.2 滑坡推力小于 150kN/m 的浅层滑坡治理宜采用重力式抗滑挡墙，重力式抗滑挡墙设计应符合 GB 50007 的规定：

- 应垂直主滑方向布置在滑坡剪出口或潜在剪出口附近；
- 宜与排水、减载、护坡等措施相结合；
- 挡墙高度不宜大于 8 m；
- 抗震设防烈度为 8 度及以上时，应采用混凝土结构。

8.2.1.3 抗滑桩设计应按 GB50010 进行设计，符合下列规定：

- 抗滑桩宜垂直滑坡主滑方向，并结合电网设施走向布置。
- 抗滑桩材质宜采用钢筋混凝土，截面形状可设计成矩形或圆形，结构形式可设计成悬臂式或锚拉式。
- 截面形状采用矩形时，间中心距宜为 5m~8m，截面短边长度不宜小于 1.25m；采用圆形抗滑桩，截面直径不应小于 0.6m，且桩间中心距宜为桩直径的 3~5 倍。
- 悬臂式抗滑桩嵌固长度应大于总桩长的 1/3。

- e) 可在土质滑体的桩间设置挡板或浆砌石挡墙，宜按间土的水平土压力进行设计。
- f) 当桩顶位移不满足要求或桩身弯矩过大时，宜采用锚拉桩，嵌固长度不应小于桩长的 1/5。
- g) 抗滑桩后无构筑物时桩顶位移宜控制在 10cm 以内，有构筑物时宜控制在 5cm 以内。
- h) 埋入式抗滑桩应进行越顶验算，嵌固端位于土层时还应进行深层滑动验算。

8.2.1.4 锚固应符合下列规定：

- a) 滑坡推力较小的浅表层滑坡的治理和结构加固宜采用锚杆结构，滑坡推力较大、滑面（带）较深的滑坡治理和结构加固宜采用锚索结构。
- b) 当滑坡体为堆积层或土质滑坡，且采用预应力锚索时应与钢筋混凝土梁、格构或抗滑桩共同组成抗滑支撑体系，且其锚固段宜置于岩层内。

8.2.1.5 截排水工程应按 GB/T 38509 的规定执行，具体要求如下：

- a) 地表截排水沟断面形状宜采用梯形或矩形断面排水沟。
- b) 滑坡外围截水排水沟应依据滑坡后缘地形设置在滑坡体后缘 5m 以外的稳定坡面上。
- c) 截排水沟纵坡超过 10%时，应设置消能措施。当高差小于 5m 时，宜设置单级消能，高差大于 5m 时，宜设置多级消能。4 截排水沟每隔 8m~10m 应设置沉降缝，缝内应填塞沥青类防水材料。当地基存在不均匀沉降时，应在接缝处设置看瓦式构造。
- d) 截排水沟进出口宜采用喇叭口或八字形导流翼墙。导流翼墙长度可取设计水深的 3~4 倍。当排水沟断面变化时，应采用渐变段衔接，渐变长度宜取水面宽度之差的 5~20 倍，6、截排水沟弯曲段应考虑水位弯道雍高的影响，安全超高不宜小于 0.3m，排水沟弯曲段的弯曲半径不得小于最小容许半径及沟底宽度的 5 倍。
- e) 截排水沟宜采用毛石混凝土或素混凝土修建，混凝土强度等级不宜低于 C20。

8.2.2 崩塌处置措施

8.2.2.1 对于影响杆塔安全的崩塌，应采取清除崩塌体、支撑加固、设置拦挡结构等综合治理措施。

8.2.2.2 崩塌体清除应符合下列规定：

- a) 针对坡体上散落或脱离母岩的危石，应采用清理危岩措施。
- b) 当崩塌区危岩块体未脱离母体，危岩块体平均直径不小于 1.0m 时，宜设置锚杆（索）锚固危岩体。
- c) 电网设施上方崩塌区危岩块体未脱离母体，危岩块体直径小于 1.0m，且需防护范围大于 100m 时，宜采用主动防护网或锚杆挂网喷混凝土，固定锚杆入岩深度不应小于 1.5m。
- d) 当电网设施通过地区一侧坡度大于 60°，或岩体反倾的倾倒式危岩体，崖脚或崖面存在不稳定凹腔时，应采用支撑墙、立柱、挑梁支顶措施。

8.2.2.3 锚杆（索）锚固设计应符合下列规定：

- a) 锚杆（索）应进行锚固力、锚固长度及锚杆结构设计计算，并应符合 GB 50330 中的规定。
- b) 锚固砂浆强度等级不应低于 M30。
- c) 危岩体锚固深度应伸入主控裂隙面不小于 5.0m。
- d) 当危岩体整体性较好时外锚头应采用点锚，整体性较差时宜采用竖梁或格梁加强整体性，竖梁或格梁设计应符合 GB/T 38509 中第 12 章的规定

8.2.2.4 拦石墙的设计应符合下列规定：

- a) 拦石墙应布设在电网设施与崩塌体之间地带，且与电网设施中线的间距不宜小于 15m。
- b) 拦石墙后宜设置缓冲层，当场地条件具备时，宜在墙后开挖落石槽。缓冲层设计应符合本规范第 8.2.1 节的要求，
- c) 拦石墙材料宜采用浆砌石、毛石混凝土、混凝土。
- d) 拦石墙应同时满足地基承载力、抗滑移、抗倾覆及结构强度要求，结构设计应符合 GB 50007 的规定。
- e) 作用在拦石墙上的荷载应包括作用到缓冲土层上落石冲击力的水平分力，冲击力的分布宽度应根据扩散角确定。

8.2.3 泥石流处置措施

8.2.3.1 对于影响杆塔安全的泥石流，应采取排导、拦挡工程、固床与护岸等综合治理措施。

8.2.3.2 排导工程设计应符合下列规定：

- a) 电网设施工程所经沟谷较窄或电网设施工程对沟谷两侧环境影响较大的泥石流治理宜采用排导槽。
- b) 电网设施工程经过宽浅沟谷或电网设施工程对沟谷一侧环境影响较大的泥石流治理，宜采用导流堤护岸或单边防护堤。
- c) 单边防护堤宜按挡墙式护岸设计，并应符合《堤防工程设计规范》GB 50286 相关规定执行。

8.2.3.2 拦挡工程宜采用防冲墙、防冲墩、重力式拦挡坝。防冲墙设计应符合下列规定：

- a) 防冲墙应布置在电网设施中线的下游不小于 20m，且不宜少于 3 道，相邻防冲墙间距根据河沟道形态和坡降确定，一般不宜小于 80m。
- b) 防冲墙埋深应依据泥石流沟谷最大冲刷深度和电网设施设计埋深确定，防冲墙墙顶不宜超出原地表。
- c) 防冲墙按照重力式挡墙设计，应符合 GB 50007 的要求。

8.2.4.4 当电网设施紧临滑坡或泥石流沟岸坡不稳定段时，宜采用拦砂坝固床稳坡工程反压滑坡剪出口或保护坡脚，其设计应符合第 8.2.2 节的规定。

8.2.4 岩溶塌陷处置措施

8.2.4.1 岩溶塌陷治理应根据溶洞稳定性分析和电网设施稳定性分析结果选用治水、填垫、灌注、跨越等工程措施。

8.2.4.2 岩溶坑洞类岩溶地基处理及直径小于 10m、埋深小于 5m、裸露的岩溶土洞宜采用填垫法；已发生塌陷或经处理处于欠稳定的岩溶塌陷区宜采用灌注法；地下水或地表水丰富的岩溶地区宜采用治水工程，并宜与填垫法、灌注法联合使用；当基础下存在溶洞、溶槽、漏斗时，可采用梁板跨越等综合治理措施。

8.2.4.3 岩溶塌陷发育地段应对地表水和地下水采取截流、排泄疏导及堵水等治水措施。排泄设计应符合下列要求：

- a) 排泄设施纵坡宜顺势，沟底应平整，排水应畅通排泄设施宜采用混凝土浇筑或浆砌片石砌筑。
- b) 排泄设施的出水口宜引至天然河沟。
- c) 设置排水沟或排水管的地基应满足承载力要求。

8.2.4.3 填垫法治理岩溶塌陷时应符合下列规定：

- a) 当基岩出露并见溶洞口时，应封闭洞口，溶洞底部宜采用块石、片石，中部采用碎石，上层采用土或混凝土填塞；
- b) 不易积水且无基岩出露的塌陷坑，可采用黏土回填夯实，回填体宜高出地面 0.3m~0.5m；
- c) 已充填的溶洞宜采用换填法，应清除洞中充填物，并可采用块石、片石、砂、混凝土等材料进行换填；
- d) 浅埋的岩溶土洞宜采用挖填法，应挖除洞内塌陷土体，溶洞底部宜采用块石、片石、砂夯填，表层采用黏性土覆盖并夯实。

8.2.4.4 已发生塌陷或处于欠稳定的岩溶塌陷区宜采用灌注法，并应符合下列要求：

- a) 可通过钻孔或岩溶洞口进行注浆。灌注材料可采用水泥、碎料（砂、矿渣等）和速凝剂（水玻璃、氧化钙）等；
- b) 灌注方式可采用低压间歇定量式或循环式灌注；
- c) 灌注量应根据溶洞体积和孔隙率确定；
- d) 灌注工程设计应符合本规范第 8.2.6.1 节的要求。

8.2.5.5 线路路径选择宜避让采动影响区，无法避让时宜选择变形已稳定的采空区，不宜选择采深采厚比小于 30 的区域。采动影响区内的线路设计应符合现行行业标准《采动影响区架空输电线路设计规范》DLIT 5539 的规定。

8.2.5.6 对于地面沉降严重区域内线路，应采用合理的基础型式避免地面变形对基础和铁塔造成破坏，应预留杆塔的高度并适当抬高基础。

8.2.5.7 湿陷性黄土区域内的塔位，应根据地基湿陷性等级及杆塔重要性等级，采取灰土换填、地面截排水、基础结构加固、采用桩基础等治理措施。地基处理、杆塔及基础设计应符合现行国家标准《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025 的相关规定。

8.2.5 采空区塌陷处置措施

8.2.5.1 已垮塌、具有滑落迹象或经稳定性评价处于欠稳定或不稳定，对电网设施造成影响或具有潜在影响的采空区治理宜采用注浆法，并应符合下列要求：

- a) 注浆施工前应选择代表性地段，按设计注浆孔总数的 3%~5% 的孔进行现场注浆试验；
- b) 当治理区临近生产矿井巷道时，应在井下修建止浆墙。
- c) 当治理区临近废弃矿井巷道时，应设计止浆帷幕。

8.2.5.2 具备人工作业和材料运输条件的采空区治理宜采用砌筑支撑法，砌筑材料宜以浆砌片石为主。

8.2.5.3 上覆顶板完整性差，岩体强度低，规模较小、易开挖且埋深小于 6m 的采空区宜采用开挖回填法，并应符合下列规定：

- a) 回填材料应选用级配较好的砾类土、砂类土等粗粒土填料最大粒径应小于 150mm。
- b) 泥炭、淤泥、冻土、强膨胀土、有机质土及易溶盐超过允许含量的土，不应直接用于填筑。
- c) 回填材料应分层铺筑，均匀压实。回填石料应分别采用不同的填筑层厚和压实控制标准，回填石料的压实质量标准宜用孔隙率作为控制指标，并结合压实功率、碾压速度、压实遍数、铺筑层厚等施工参数，压实系数不应小于 0.90。

8.2.5.5 上覆顶板完整性差、岩体强度低、埋深小于 10m 的采空区，已爆破回填或主变形已完成的采空

区，以及采空区边缘地带裂缝区治理宜采用强夯法。

8.2.6 地面沉降处置措施

地面沉降一般是由于地下水超采，或欠固结土体在自重应力下的自然沉降导致的大区域地面整体下沉，由于变电工程占地面积小，属于点状工程，地面沉降对变电工程影响很小，主要影响是地面高程损失而导致抗洪涝能力降低。应符合下列规定：

- a) 采取挡排水措施，疏导地表水及地下水。属于辅助措施，一般和其他处理措施配合采用
- b) 采取格构、绿化、挂网喷浆等坡面处理。属于辅助措施，一般和其他处理措施配合采用。

8.2.7 配网应急处置措施

配网应急处置措施要求如下：

- a) 定期清理潜在地质灾害的区域，减少威胁；
- b) 设置备用电源，电网设施受灾害后减少停电时间；
- c) 制定电网恢复计划，明确在地质灾害发生后的紧急修复步骤，缩短电力中断时间。

8.3 非工程措施

8.3.1 非工程措施包括应急避险、灾害影响区交通管制。应急避险应确定应急避险范围，制定应急避险预案和应急避险的保障措施。

8.3.2 非工程措施应与工程措施相结合。无法实施工程措施时，可单独实施非工程措施。

9 恢复重建

9.1 应急处置评估

9.1.1 一般规定

山区电网地质灾害应急管理综合评估主要分为应急处置能力(常态)的评估和突发性事件(非常态)的评估两大类。

- a) 应急处置综合评估应坚持客观性、公正性、科学性和发展性的原则。
- b) 应急处置综合评估工作由电网、运行管理单位完成自评后，应委托第三方专业机构进行系统评价。

9.1.2 评估阶段和内容

- a) 应急处置能力的评估应包括预防与应急准备、应急监测、应急处置与响应、事后恢复与重建等。
- b) 预防与应急准备应评估法规制度、应急组织指挥体系、应急预案体系、应急培训与演练、应急队伍、应急物资及装备等；监测与预警应评估监测预警能力、事件监测、预警管理等；应急处置与响应评估先期处置、应急指挥、现场救援、信息报送、舆情应对等；事后恢复与重建应评估后期处置、应急处置评估、恢复重建等。
- c) 突发性事件的评估应包括事前预警，事件的起因、经过、性质、影响、责任，事后恢复重建和经验教训等内容。

9.1.3 评估方法

应急处置能力评估应根据不同的评估内容制定相应的评估指标体系，以指标打分为主开展的评估工作，查找应急管理常态工作中的问题和薄弱环节。

突发性事件评估主要通过收集整理文献资料、现场获取资料、相关人士访谈座谈等方式调查、获取、还原、整理、总结突发事件应急处置的全过程，寻找并发现问题、明确责任、提出整改措施。

9.1.4 评估报告

应急处置能力评估报告应包括应急管理工作的基本情况、评估流程、评估方法、应急管理能力评估的指标体系打分结果、综合的评价结论、突出问题和有争议内容的说明、改进措施和工作建议等。

9.2 恢复与重建

电网受灾事件的威胁和危害得到控制或者消除后，管理单位应组织灾害损失评估，督促各单位编制生产、生活恢复计划，迅速采取各种有效的措施，组织恢复与重建，同时采取或者实施必要措施，防止次生、衍生地质灾害的发生。

恢复重建应全面开展地质灾害风险评估，避开已发生地质灾害位置及地质灾害隐患点，科学确定重建选址。

附录 A
(规范性)
地质灾害等级分级表

A.1 滑坡规模等级

表 A.1 滑坡规模等级

规模等级	巨型	特大型	大型	中型	小型
体积 V (10 ⁴ m ³)	≥10000	1000~10000	100~1000	10~100	<10

A.2 崩塌规模等级

表 A.2 崩塌规模等级

规模等级	巨型	特大型	大型	中型	小型
体积 V (10 ⁴ m ³)	≥1000	100~1000	10~100	1~10	<1

A.3 泥石流规模等级

按照 DZ/T 0220-2006。

表 A.3 泥石流规模等级

规模等级	巨型	特大型	大型	中型	小型
一次堆积总量 (10 ⁴ m ³)	-	≥100	10~100	1~10	<1

A.4 地裂缝规模等级

表 A.4 地裂缝规模等级

规模等级	巨型	特大型	大型	中型	小型
长度 L (m)	≥10000	5000~1000	1000~5000	500~1000	<500

A.5 地面塌陷规模等级

表 A.5 地面塌陷规模等级

规模等级	巨型	特大型	大型	中型	小型
面积 (km ²)	≥10	1~10	0.1~1	0.01~0.1	<0.01

A.6 地质灾害险情等级

表 A.6 地质灾害险情等级

规模等级	特大型	大型	中型	小型
直接威胁人数 (人)	≥1000	500~1000	100~500	<100
潜在经济损失 (万元)	≥10000	5000~10000	500~5000	<500

附录 B
(规范性)
地质灾害发育程度

本文件地质灾害发育程度按照 GB/T 40112-2021《地质灾害危险性评估规范》所规定的执行。

B.1 滑坡发育程度分级

表 B.1 滑坡发育程度分级表

发育程度	发育特征	稳定系数 F
强发育	a) 滑坡前缘临空，坡度较陡且常处于地表径流的冲刷之下，有发展趋势并有季节性泉水出露，岩土潮湿、饱水； b) 滑体平均坡度 $>40^\circ$ ，坡面上有多条新发展的滑坡裂缝，其上建筑物、植被有新的变形迹象； c) 后缘壁上可见擦痕或有明显位移迹象，后缘有裂缝发育	不稳定 $F, \leq 1.00$
中等发育	a) 滑坡前缘临空，有间断季节性地表径流流经，岩土体较湿，斜坡坡度为 $30^\circ \sim 45^\circ$ ； b) 滑体平均坡度为 $25^\circ \sim 40^\circ$ ，坡面上局部有小的裂缝，其上建筑物、植被无新 b) 的变形迹象； c) 后缘壁上有不明显变形迹象；后缘有断续的小裂缝发育	欠稳定 $1.00 < F \leq F$
弱发育	a) 滑坡前缘斜坡较缓，临空高差小，无地表径流流经和继续变形的迹象，土体干燥； b) 滑体平均坡度 $<25^\circ$ ，坡面上无裂缝发展，其上建筑物、植被未有新的变形迹象； c) 后缘壁上无擦痕和明显位移迹象，原有裂缝已被充填	稳定 $F, > F$

注：F 为滑坡稳定安全系数，根据滑坡防治工程等级及其对工程的影响综合确定。可参考当地经验值。

B.2 崩塌发育程度分级

表 B.2 崩塌发育程度分级表

发育程度	发育特征
强发育	崩塌处于欠稳定~不稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布多，大多已发生；崩塌体上方发育多条平行沟谷的张性裂隙，主控裂隙面上宽下窄，且下部向外倾，裂隙内近期有碎石土流出或掉块，底部岩（土）体有压碎或压裂状；崩塌体上方平行沟谷的新生裂隙明显
中等发育	崩塌处于欠稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布较少，有个别发生；危岩体主控破裂面直立呈上宽下窄，上部充填杂土生长灌木杂草，裂面内近期有碎石土流出或掉块现象；崩塌上方有新生的细小裂隙分布
弱发育	崩塌处于稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布但均无发生；危岩体破裂面直立，上部充填杂土，灌木年久茂盛，多年来裂面内无掉块现象；崩塌上方无新裂隙分布

B.3 泥石流发育程度分级

表 B.3 泥石流发育程度分级表

发育程度	发育特征
强发育	评估区位于泥石流冲淤范围内的沟中和沟口，中上游主沟和主要支沟纵坡大，松散物源丰富，有堵塞成堰塞湖（水库）或水流不通畅，区域降雨强度大
中等发育	评估区局部位于泥石流冲淤范围内的沟上方两侧或距沟口较远的堆积区中下部，中上游主沟和主要支沟纵坡较大，松散物源较丰富，水流基本通畅，区域降雨强度中等
弱发育	评估区位于泥石流冲淤范围外历史最高泥位以上的沟上方两侧高处和距沟口较远的堆积区边部，中上游主沟和支沟纵坡小，松散物源少，水流通畅，区域降雨强度小

B.4 岩溶塌陷发育程度分级

表 B.4 岩溶塌陷发育程度分级表

发育程度	发育特征
强发育	a) 以纯厚层灰岩为主, 地下存在溶洞、土洞或有地下暗河通过; 地面多处下陷、开裂, 塌陷严重; b) 地表建设工程变形开裂明显; c) 上覆松散层厚度<30m; d) 地下水位变幅大, 水位在基岩面上下波动 e)
中等发育	a) 以次纯灰岩为主, 地下存在溶洞裂隙、土洞等; b) 地面塌陷、开裂明显; c) 地表建设工程变形有开裂现象; d) 上覆松散层厚度 30m~80m; e) 地下水位变幅不大, 水位在基岩面以下
弱发育	a) 灰岩质地不纯, 地下存在溶蚀裂隙, 土洞等不发育; b) 地面塌陷、开裂不明显; c) 地表建设工程无变形、开裂现象; d) 上覆松散层厚度>80m; e) 地下水位变幅小, 水位在基岩面以上

B.5 采空塌陷发育程度分级

表 B.5 采空塌陷发育程度分级表

发育程度	发育特征
强发育	地表存在塌陷和裂缝; 地表建设工程变形开裂明显
中等发育	地表存在变形及地裂缝; 地表建设工程有开裂现象
弱发育	地表无变形及地裂缝; 地表建设工程无开裂现象

B.6 地面沉降发育程度分级

表 B.6 地面沉降发育程度分级表

发育程度	发育特征	
	近 5 年平均沉降速率 mm/a	累计沉降量 mm
强发育	≥30	≥800
中等发育	10~30	300~800
弱发育	≤10	≤300

附录 C
(规范性)

地质灾害监测方法和设备

表 C.1 地质灾害监测方法和设备

监测内容		监测方法	常用监测设备	监测方法适用性
人工巡察	地表位移监测	宏观观测	GPS 手持机、相机、摄像机等	对宏观现象进行检查、巡查、影像记录等
		测缝法	钢尺、混凝土桩木桩、钢筋、钢钉	适用于滑坡、崩塌、岩溶塌陷及采空区塌陷各个变形阶段的裂缝监测
变形监测	地表位移监测	大地测量法(交会法、视准线法、小角法、测距法、几何水准和精密三角高程测量法等)	高精度测角、测距光学仪器和光电测量仪器,包括全站仪、水准仪、测距仪等 +	适用于滑坡、崩塌、岩溶塌陷及采空区塌陷各个变形阶段的三维绝对位移监测,为人工监测宜用于需布置便捷快速抢险期、建设期及对精度要求高的建(构)筑物和支护结构变形监测
		全球导航卫星系统(GNSS)测量法	GNSS 接收机	适用于滑坡、崩塌、岩溶塌陷及采空区塌陷各个变形阶段的绝对位移监测,为自动监测宜用于运营期监测
	相对位移监测	地面倾斜法	经纬仪、激光测斜仪、地面倾斜仪、垂线等	主要适用于倾角和角变化的滑坡(特别是非顺层岩质滑坡)崩塌的变形监测
		测缝法	裂缝计等	适用于滑坡、崩塌、岩溶塌陷及采空区塌陷各个变形阶段的裂缝监测,为自动监测宜用于运营安全监测
	深部位移监测	深部横向位移监测	钻孔倾斜仪	适用于滑坡、崩塌、岩溶塌陷及采空区塌陷各个变形阶段;若同时测量孔口三维坐标,可换算出深部绝对位移量
	支护结构变形监测	大地测量法、地面倾斜法等	全站仪、水准仪、测距仪、GNSS 接收机、地面倾斜仪等	适用于支护结构三维绝对位移或倾斜监测
	建(构)筑物变形	大地测量法、地面倾斜法、测缝法等	全站仪、水准仪、测距仪、地面倾斜仪、裂缝仪等	适用于建(构)筑物三维绝对位移、倾斜或相对位移监测
	支护结构应力监测	锚杆(索)应力	应力监测法	锚索(杆)测力计等
抗滑桩应力		深部横向推力监测法	钢弦式传感器、分布式光纤压力传感器、频率仪	适用于抗滑桩不同深度处的桩体应力监测,为防治工程防治提供滑坡推力数据
应变监测		应力应变法	电阻式、振弦式和光纤光栅式应变计	适用于监测电网设施受滑坡、崩塌、岩溶塌陷及采空区塌陷变形挤压应变或受泥石流冲刷挤压变形量
相关因素监测	地下水	地下水动态监测法	水位仪、孔隙水压力计、钻孔渗压计、测流仪、水温计、流量计等	地下水监测不具普遍性。当滑坡、崩塌形成和变形破坏与地下水具有相关性,且在雨季或地表水位抬升时滑坡、崩塌内具有地下水活动时,应予以监测
	地表水	地表水动态监测法	水位标尺、水位仪、流速仪、流量计等	主要在地表水、地下水有水力联系,且对滑坡、崩塌、泥石流、塌陷的形成、变形有相关关系时进行
	雨量	气象监测	雨量计、温度计等气象监测常规仪器	降雨是滑坡、崩塌、泥石流、塌陷形成和变形的主要环境因素,故在一般情况下均应进行以降雨为主的气象监测(或收集资料),进行地下水监测的滑坡、崩塌则必须进行气象监测(或收集资料)

附录 D
(规范性)
地质灾害调查内容

D.1 滑坡调查

滑坡工程地质条件调查：

- 滑坡形态，调查滑坡及邻近坡面的形态、坡度、滑坡周界等特征，预估滑坡规模；
- 物质组成与结构，调查滑体、滑体外围及滑床的岩性组成、岩土结构特征等；
- 地质构造，调查测量滑坡及邻近斜坡岩层产状、结构面及软弱夹层发育特征，划分坡体结构类型；
- 水文地质，调查滑坡及邻近斜坡区沟谷、地表水分布情况、地下水露头出露情况，初步查明地下水赋存类型及补排关系等；
- 变形特征及发展趋势，调查测量地面开裂、鼓胀、塌滑、房屋建筑变形、树木歪斜等现象；访问调查滑坡变形发展的历史；分析滑坡滑动方式、力学机制、稳定性现状及发展趋势等；
- 控制及诱发因素，调查分析引发滑坡的原因，包括地质构造等内在因素及降雨、工程活动等诱发因素；
- 综合滑坡变形现状及地质与诱发因素条件，分析判断滑坡易发性；
- 已有防治措施情况，包括工程措施与监测措施，工程措施的类型、防治效果等。

D.2 崩塌调查

崩塌工程地质条件调查包括：

- 危岩体地质环境条件，调查危岩体及其周边地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质等特征；
- 危岩体形态及规模，调查测绘危岩体边界形态，确定危岩体规模；
- 变形特征及发展趋势，调查测量危岩体开裂、错动、局部崩塌或掉块等现象，访问调查崩塌变形破坏的发展历史；
- 崩塌模式，调查危岩体发育的控制性结构面特征，分析确定危岩崩塌的破坏模式；控制及诱发因素，调查分析形成危岩体的原因，包括地质构造等内在因素以及降雨、工程活动等诱发因素；
- 综合危岩体现状及地质与诱发因素条件，分析判断崩塌易发性；崩塌堆积体调查可参考 D.1 执行；
- 已有防治措施情况，包括工程措施与监测措施，工程措施的类型、防治效果等。

D.4 泥石流调查

泥石流工程地质条件调查包括：

- 泥石流地质环境条件，调查泥石流形成区、流通区及堆积区地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、工程经济活动等；
- 历史泥石流特征，调查观察泥石流堆积物、泥位痕迹、危害情况，初步确定泥石流类型、规模、发生频率等；
- 物源组成，预估泥石流物源静储量和动储量；

- 泥石流诱发因素，调查泥石流沟可能的水动力类型，包括暴雨型及水库溃决型等；
- 综合泥石流发育条件现状、活动历史及诱发因素，分析判断泥石流易发性；
- 已有防治措施情况，包括工程措施与监测措施，工程措施的类型、防治效果等。

D.4 地面塌陷调查

地面塌陷工程地质条件调查包括：

- 地面塌陷地质环境条件，调查地面塌陷及其邻近场地地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、工程经济活动等特征；
- 地面塌陷现状及发展历史，调查观察地面塌陷形态、大小、深度，相邻塌陷之间的空间展布规律，调查访问塌陷发展历史过程等，判断发展趋势；
- 划分地面塌陷成因类型，调查地面塌陷引发因素；
- 综合地面塌陷发育条件现状、活动历史及诱发因素，分析判断其易发性；
- 已有防治措施情况，包括工程措施与监测措施，工程措施的类型、防治效果等。

附录 E
(规范性)
应急预案范本

山区电网地质灾害应急预案

1 编制目的

为了协调、有序和高效地开展电网地质灾害应急处置工作，防止或最大限度减少电网地质灾害造成的损失，保障人民生命、财产安全和社会稳定，结合本单位实际，特制定本预案。

2 编制依据

依据《中华人民共和国气象法》、《中华人民共和国突发事件应对法》、《中华人民共和国安全生产法》和《气象灾害防御条例》等法律法规。

3 适用范围

本预案适用于发生电网地质灾害的管理和应急处置工作。

4 机构与职责

成立应急指挥部，其工作职责如下：

——负责指挥、协调单位其他部门做好电网地质灾害的应急处置工作；负责向当地人民政府应急管理机构、气象主管机构、安全管理机构及上级管理单位报告电网地质灾害应急处置工作情况；

——负责电网地质灾害应急预案的编制和演练；

——负责电网地质灾害突发事件应急信息的发布；

——负责应急救援工作；

——负责协助做好电网地质灾害的调查和鉴定工作；

——负责防雷设施日常的检测、维护和保养等工作；

——负责组织开展电网地质灾害防护知识科普教育工作；负责组织开展电网地质灾害的善后工作。

5 应急处置

5.1 信息报告

电网地质灾害发生后，灾害单位应在 1h 内向当地人民政府应急管理机构、气象主管机构、安全管理机构报告，并对获得新的灾情信息进行补充报告

5.2 应急响应

5.2.1 响应启动

当电网地质灾害发生时，当事人或发现人应立即报本单位电网地质灾害应急救援指挥部，紧急情况

下要报警(110),发生伤亡、火灾、爆炸时,应当保护现场并迅速组织抢救人员和财产

5.2.2 现场指挥和协调

现场指挥协调的主要内容包括:组织协调对受灾人员的搜救;指挥协调相关应急力量实施紧急处置行动;指挥协调有关部门对伤员进行医疗救助和医疗移送;指挥协调对获救人员及事发地人员的疏散、转移;指挥协调建立现场警戒区和实施封闭现场通道或限制出入的管制等。

5.2.3 现场紧急处置

参加现场应急救援的队伍和人员在灾害现场应急救援指挥部统一协调下开展应急救援和处置工作,应优先将人员撤离、疏散到安全区域,及时救助受伤人员。同时,对现场可能发生的危险情况,根据现场情况迅速探明危险品状态,并立即采取保护、防护措施,必要时请求专业救援队伍进行处理。

5.2.4 现场恢复

在恢复现场的过程中往往仍存在潜在的危险,应该根据现场的破坏情况,检查检测现场的安全情况和分析恢复现场的过程中可能发生的危险,制定相关的安全措施和现场恢复程序,防止恢复现场的过程中再次发生事故。

5.2.5 信息发布

灾害发生后,经应急指挥部负责接受新闻媒体采访、接待受灾害影响的相关方和安排公众的咨询,负责灾害信息的统一发布,单位各部门及员工未经授权不得对外发布灾害信息或发表对灾害的评论

5.3 应急结束

在充分评估危险和应急情况的基础上,由应急总指挥宣布应急结束

6 后期处置

6.1 调查鉴定

应急指挥部积极配合当地人民政府应急管理机构、气象主管机构、安全管理机构等部门对电网地质灾害造成的损失及灾害起因、性质、影响等问题进行调查、鉴定和评估。

6.2 善后处置

电网地质灾害应急响应结束后,按照有关法律法规要求,做好灾后救助、卫生防疫和灾后重建等工作。

6.3 应急总结

应急响应工作结束后,应急指挥部应及时对灾害处置工作进行全面总结,分析应急经验教训,查找问题,提出解决问题的措施和建议,不断提高应急工作水平。

7 预案管理

本预案由应急指挥部负责管理和组织实施，视情况变化及时进行修订完善本预案自印发之日起实施。

参 考 文 献

SY/T 7040-2021 油气输送管道地质灾害防治工程设计规范
