

高陡岩质边坡地质灾害勘查设计策略

朱焕

江苏省地质环境勘查院，江苏 南京 210000

摘要： 高陡边坡相对较高，大多由岩石组成，岩石之间缝隙较大，可能受到自然或人为因素影响出现地质灾害。因此需要由勘测人员对地质灾害展开勘查设计，对边坡安全隐患全面分析，制定防范措施。下文简要论述高陡岩质边坡内涵，并对其危害进行分析，并对勘查设计要点和具体方式详细说明，以供参考。

关键词： 高陡岩质边坡；地质灾害；勘查设计

Geological Hazard Investigation and Design Strategy for High Steep Rocky Slope

Zhu Huan

Jiangsu Geological and Environmental Exploration Institute, Jiangsu, Nanjing 210000

Abstract： High and steep slopes are relatively high and mostly composed of rock. The gap between rocks is large, and geological disasters may occur under the influence of natural or human factors. Therefore, it is necessary for surveyors to carry out investigation and design of geologic hazards, comprehensively analyze the slope safety hazards, and formulate preventive measures. The following briefly discusses the connotation of high steep rocky slopes, and analyzes its hazards, and explains the key points of investigation and design and specific ways for reference.

Key words： high steep rocky slopes; geologic hazards; investigation design

引言：

在治理地质灾害过程，高陡岩质边坡较为常见，且边坡的施工难度大，相关人员要将边坡稳定性考虑其中，选择治理方案，保证施工安全。随着工程开发项目数量逐渐增多，地质灾害时常出现，影响工程建设。针对灾害问题进行治理，勘查设计方法的选择是保证施工安全的重要前提，因此，研究勘查设计方式具有现实意义。

一、高陡岩质边坡

所谓高陡岩质边坡主要指的是边坡的地形等岩层倾斜角度相对较大，边坡、构造应力场存在节理适应，裂隙倾角 $> 45^\circ$ 。因为岩石硬度不同，所以在不同硬度岩石交界区域、裂隙位置风化问题容易产生，产生凹坑，甚至还会被溶蚀。所以，此类边坡经常出现岩体崩塌、倾落等灾害，局部区域边坡失稳，一旦边坡出现严重变形，就会造成滑坡灾害，影响项目建设安全^[1]。

二、高陡岩质边坡原因与危害分析

（一）人为因素

随着工程建设工作量不断增加，无论是建筑修建还是道路拓宽，都会对边坡产生扰动，对于高陡岩质边坡来讲，岩石松动会导致边坡塌陷，出现落石，引发安全风险。如果工程建设以前，未

针对此类边坡展开地质勘查，并对其进行加固，就会诱发地质安全风险。对此，相关部门要高度重视地质勘查这项工作，为地质灾害防治工作开展提供支持。

（二）岩石风化

因为高陡岩质边坡外表无泥土或植被遮挡，长期在空气中暴露，经过风吹日晒岩体出现风化问题。岩石接缝处最先风化，导致岩石疏松破碎，导致风化程度的加剧，矿物质成分也会发生变化，风化速度、风化路径等具有不确定性特点，可能诱发地质灾害。因此，为了保证高陡岩质边坡结构安全，需要针对岩石风化防治工作开展深入思考。

（三）岩性问题

高陡岩质边坡组成结构、岩石形态、数量、大小等不一致，在受力过程方向不同，可能相互作用出现裂缝。一旦边坡岩石脱落，未及时采取处置措施，就会影响周围的环境安全，造成建筑受损，威胁人们安全。高陡岩质边坡大多是在自然环境当中形成，

因此其形状具有不规则特点,管理难度大,勘测难度大。在地质灾害勘查阶段需要对边坡下方临空面存在与否进行检查,如果结构凹陷,代表坡脚岩体小于坡顶,在自然重力、外部荷载等因素影响下,出现边坡塌陷灾害,岩石散落到路面以后,造成交通拥堵或者安全事故^[2]。

三、高陡岩质边坡勘查设计勘查设计要点

在高陡岩质边坡勘查设计工作开展过程当中,要注意如下要点:第一,落实勘测前各项准备工作,准备钻探设备,探测仪器、测距装置、录像装置,并做好设备的试运行检验,编制勘查计划,分配勘查人员,落实技术交底,为勘测工作顺利进行提供支持。第二,合理布置勘测点,通常选择与边坡平行或者垂直方向布置勘测点,根据边坡造型、高度等特点,合理布置勘测点,勘测点间距15~20米之间。勘查人员根据点位展开测绘,绘制边坡平面图,将数据信息填写其中,发挥勘测点价值,为地质灾害控制模型建立和措施应用提供依据。第三,选择勘查方法,在勘查点确认以后,需要对边坡结构特点进行分析,选择勘查方式,通常而言,物探和钻探方法较为常用,物探过程要利用专业探测仪,对岩石形状和性质进行判断,可应用于基础勘查环节。钻探技术主要是利用钻孔方式对特定位置岩石结构性能进行测试,应用该技术可能会受地下水位影响,要求勘查人员结合实际情况判断技术应用可行性。若选择此技术,需要妥善保存样本,防止样本受污染,通过原位测试判断岩石风化程度、密实度以及承载力。第四,稳定性分析,勘查工作结束以后,获得边坡参数信息,对存在安全风险的岩石层选择三个以上剖面,分析自然环境地质灾害发生率,如果存在边坡失稳的风险,要根据周围建筑特点和自然环境特点,选择加固措施。第五,评估灾害风险,危石、滑坡与崩塌属于高陡岩质边坡常见风险,应根据危险程度综合评估,对管理工作进行排序,确定危险岩石位置,选择针对性治理措施。通常一般滑坡堵塞交通,可通过工程方式治理。山体崩塌的危害严重,应该提前预防。岩石变形会产生危岩,安全事故发生概率较大,应先勘查现场,锁定危岩位置,及时治理消除风险^[3]。

四、高陡岩质边坡勘查设计方法

(一) 工程概况

某工程项目为高速公路建设项目,经过地质调查结果显示,项目建设区域有灰岩路段,长度大约80千米,公路两侧有长度6千米的高边坡,边坡高度在60米以上,高边坡路段相对较长。由于公路所处重要区域,建设质量关系经济发展。为保证后续行车安全,需要在工程建设之前,对高边坡路段展开勘查设计,分析边坡地质灾害发生的可能性,选择针对性解决措施。高陡岩质边坡拥有险峻的地势,边坡荷载差异相对较大,部分边坡和平行结构之间存在荷载裂缝,在此情况下,岩石在环境当中受到风吹日晒,边坡处风化问题明显,严重区域还会产生凹槽,经过环境侵

蚀以后,岩体结构平衡状态被打破,极易造成崩塌问题,地质灾害发生率相对较高。在边坡病害治理方面,可选用削坡和减载方式,先放缓坡,之后利用加固方式处理,保证施工安全。

(二) 明确勘查内容

地质勘查的最终目的是寻找结构不稳定点,勘查内容确定十分重要,具体而言,勘察内容包括如下几个方面:第一,勘查地形结构、地貌特点,经过勘查对边坡类型、成因进行分析,了解边坡的厚度,判断其分化程度与形态特点;第二,岩体力学特性,包含结构组合形态、结构面的形态、充水情况、力学特征、延伸长度等;第三,勘查区域水文特征,如水位、腐蚀情况、水量、分布等特点;第四,勘查区域地质特征,包括项目所在区域地下设施、支护结构、围护结构等。为保证获得全面的勘查结果,勘查人员要落实勘查设计,仔细确认自然边坡或人工边坡变化,为了获知特殊地质信息,还可利用钻探方式确认,判断边坡岩层结构是否有夹层或断层问题,并对夹层与面层之间空间关系深入研究,判断是否会对边坡稳定性造成影响。在此期间,稳定性分析可选择定量或者定性等方式,选择可靠的分析方式,把握边坡真实情况,以便获得准确结果^[4]。

(三) 设计治理原则

对于高陡岩质边坡的勘查设计,要以经济和质量效益的保证为前提,选择设计方案,保证勘查设计结果能够满足安全施工需求,为边坡治理工作开展提供依据。具体原则如下:第一,全面清理松动岩体,对于稳定性不足或者松动岩体展开全面清理,预防工程施工环节岩体脱落造成人员受伤,延误工期;第二,及时排水,提前设计排水方案,完善排水流程,在边坡风险治理过程当中,先确认影响结构稳定性的水源头,优先排除,预防水压对结构稳定性产生影响,以免发生坍塌事故。在排水操作实施阶段,可利用排水沟,也可选择泄水口进行排水。第三,勘察环境分析,勘查设计必然离不开地质环境分析,注意对于分析结果准确度进行控制,预防分析结果不准确,影响设计方案和治理措施的科学应用。

(四) 勘查操作流程

在地质勘查阶段,勘查人员可沿着道路轮廓线完成勘测点布置,本工程共计设置勘测点85处,相邻钻孔的间距15m,保证准确获知高陡岩质边坡地层下方软弱岩体是否存在,分析地质沉降情况能否满足施工过程安全需求。结合钻孔类型设定不同深度,还将岩层密度考虑其中,确认埋设深度。如果是控制性钻孔,则钻孔深度应控制在10~15m之间,如果为常规钻孔,其深度应介于18~20m之间,控制性钻孔数量要达到钻孔总数量1/3以上。为分析地层特点,在钻探取样阶段,勘探点选择灵活,注意误差控制,定位误差<0.1m,高度误差<0.05m,钻探方式可根据实际情况灵活选择,对岩土类别展开分析,判断岩石分布特点。在取样过程,选择不扰动取样措施室内分析。本项目选择原位测试,以标准法贯入,根据土层承载力,判断土质液化情况。

通过动力探触方式判断岩石层密度、承载力以及变形情况。在勘测过程,设计测量放孔85个,钻探孔85个,控制钻孔30个,常规钻孔50个,原位测试取样20个,扰动取样15个,选择

两组样品对于土质腐蚀性、类别，场地水以及土腐蚀性等展开分析，对岩土液化情况和承载力进行分析，利用贯入实验30次。在勘查阶段，为保证勘查工作安全与质量，需要制定风险管理制度，借助信息化手段评估地址在，对潜在风险及时预警，通过实时监测方式，将地质灾害发生可能性判断出来，为风险评估、治理方案等确认提供支持。

（五）地质灾害评估

对地质勘查结果深度分析，可知灾害发育强度高、规模大、不稳定，导致治理工作相对困难。因此，在项目施工阶段，需要合理避让地质灾害的高发区，选择专项措施整治。灾害强度、规模和稳定性等在中等水平的时候，治理难度中等。灾害强度低、规模小、较为稳定，则治理容易。

本项目勘查结果显示，有三处勘查点灾害容易出现，滑坡体积在2000~3000m³之间，其中一处滑坡灾害为小型灾害，一旦灾害发生，对于人行道可产生损害，还会导致挡土墙结构破裂，若形成张拉裂缝，则交通即被阻断。此次灾害属于中度灾害，在治理过程成本相对较高。另外两处灾害处于边坡结构顶部，一旦灾害发生，大量植被面被破坏，将排水沟堵塞，地质灾害发生率低，对于坡脚构筑物造成影响。评估结果显示边坡顶有坍塌风险，坍塌体积100m³左右，如果灾害发生，对人员安全影响不大，但是可能导致绿化面被破坏，属于危害程度低的地质灾害。边坡侧面有危石，虽然部分危石块度大，但是由于坡度小，因此坠落风险低。剩余勘测区危石分布范围广，坠落之后散落在排水沟上，不会产生严重地质灾害^[5]。

（六）灾害治理措施

1. 应用预应力锚索加固

要提高边坡强度，可选择预应力锚索结构对边坡灾害进行治理。此类结构由锚索、锚杆等组成，在结构加固期间，在岩体内打入锚固钢筋，转移边坡存在的集中应力，将应力释放，使其分布在其他岩层当中，保持岩层稳定。技术应用阶段，使用锚头和锚固段对边坡进行加固，组成支护结构，提高边坡稳定性。施工

过程，增强结构应力，还可利用支架支护，配合注浆工艺，让锚索结构的稳定性更强。锚头组成结构涵盖锚具、垫板以及保护帽，有效提高锚索结构稳定性。在稳定岩层中设置锚索固定段，对土层拉力进行传递，保证高边坡结构稳定性。

2. 应用锚固技术加固

对于高陡岩边坡，锚索加固措施，选择拉应力锚固结构时，应力会分散在锚杆和锚索当中，经过以上结构向其他位置传递，控制边坡整体应力。技术应用期间，搭配锚固孔、混凝土护坡相关技术，借助喷射混凝土期间对边坡的冲击力达到加固目的。此类技术应用优势为成本低，且效果好，结构整体强度大。

3. 混凝土抗滑桩加固

利用混凝土材料制作抗滑桩加固高陡岩边坡也是重点加固技术之一。该项技术施工流程相对便利，我合理设计将抗滑桩打在滑坡易发生位置即可达到加固基岩的目的。在技术应用阶段，要保证桩底埋设长度合理，为桩体长度一半左右，才能有效控制滑坡风险，预防风险增加。施工阶段，在抗滑桩内注入砂浆，保证桩体和岩体之间充分结合。在加固以后还要加大保护力度，提高抗滑桩的应用效果。巧用抗滑桩技术，对于轻微或者中等滑坡灾害拥有较好治理效果。实践表明，挡土墙的应用可以控制边坡滑坡，纠正其变形量。因此，还可对墙体边坡进行加固，计算出加固高度，按照规范要求处理即可。将自然因素和环境因素考虑其中，为保护墙体，应在上方设置排气口，以阻挡进水压力，防止挡土墙变形。

结束语：

综上分析，高陡岩质边坡存在产生的地质灾害严重，影响边坡稳定性的因素相对较多，为了确定边坡危险程度，要求勘测人员通过勘查技术手段，按照规范流程，从工程实际出发，精准评估地质灾害问题，对于不同问题选择不同治理措施，有效预防地质灾害，保证工程建设安全。

参考文献：

[1] 王兴亮. 高陡岩质边坡地质灾害的勘查设计方法 [J]. 四川建材, 2023, 49(3):36-38.
[2] 王智. 地灾治理中岩质高边坡的稳定性研究 [J]. 科技创新导报, 2022, 19(23):123-126.
[3] 吴君平, 叶小兵, 王士友, 杨黎萌. 高陡岩质边坡地质灾害勘查研究 [J]. 有色金属文摘, 2018, 033(005):163-164.
[4] 唐定洪. 高陡岩质边坡地质灾害勘查设计探讨 [J]. 名城绘, 2020, 000(005):11-12.
[5] 肖祖未. 高陡岩质边坡地质灾害勘查新技术新方法 [J]. 生态环境与保护, 2020, 3(8):31-32.