

滑坡地质灾害勘查中物探技术的应用

刘 颖

河北省地矿局第二地质大队 河北 唐山 063000

摘 要：我国一些地方滑坡地质灾害频发，发生过程迅速剧烈，极易造成巨大的损失。为实现滑坡地质灾害的有效防治，需精准确定滑坡体各项地质参数，由此综合物探方法凭借着全面、快速、信息丰富等优势得到了广泛运用，为全面认识滑坡特征、变形破坏发展过程等提供了可靠依据，文章主要围绕物探技术的应用展开详细分析。

关键词：滑坡地质；灾害勘查；物探技术；应用

一 滑坡地质灾害特征与形成原因

1 引发滑坡灾害的因素

容易引发滑坡的因素有很多，具体表现在以下几个方面：首先，在夏季多雨天气的时候，在连续降雨和地下水的作用下，土层和岩层的防御能力会直接下降，容易造成滑坡、泥石流、山体垮塌等地质灾害。其次，地震还容易形成山体滑坡、泥石流等地质灾害，地震造成的破坏性更大，所以滑坡造成的地质灾害的严重性也更高，损失也更大。因此，在地震易发区的工程建设和资源开发过程中，要综合考虑当地的实际情况，多角度调查滑坡地质灾害的成因，做好防治工作。除自然因素外，人为因素也是造成各种地质灾害的主要原因之一。近年来，随着国内建筑业的快速发展，施工期间对岩石等建材的需求飙升，许多地区的非法开采问题严重，进而大面积的山地切割和破坏^[1]。为了为建设工程提供原料，往往需要从山上切割岩石，大面积的切割会导致山体形成裂隙面，从而增加滑坡的可能性。跨山修建的公路和铁路也会在一定程度上影响山体的稳定性，增加安全风险。据相关调查报告显示，近年来山体滑坡等地质灾害有一半以上是受人为因素影响的。在山区断裂面位置修建相应的公路、铁路、民用建筑等设施，或受强降雨、地震等因素的综合影响，也容易发生滑坡等地质灾害。由此可见，人类建筑、采矿等活动是滑坡地质灾害形成的主要原因，这就需要我们更加重视这一点。一般来说，导致滑坡地质灾害发生的因素很多。为了避免滑坡地质灾害的发生，需要加强物探技术的应用，防止不合理开采等问题的发生。

2 滑坡地质灾害的危害分析

滑坡的发生往往是由多种因素引起的。滑坡地质灾害一旦发生，将给当地的生产生活带来严重危害。首先，如果滑动边坡靠近农田和房屋，由于滑动土层和岩体的惯性，会破坏周围的农田、房屋等设施。同时，附近地区的人、牲畜、道路和水利工程也将遭到破坏。其次，在中国南方的一些省市，城市和村庄经常建在山的一边^[2]。山体滑坡发生时，会对山坡植被、树木和电力设施造成严重破坏。如果滑坡地质灾害发生在雨季，还可能引起山洪、泥石流等地质灾害。此

外，边坡地质灾害的发生也可能威胁到当地的矿山生产。如果滑坡破坏较轻，需要矿区停止生产和修复，如果滑坡问题较严重，可能导致矿山塌方，直接威胁到职工的生命安全。

3 滑坡地质灾害勘查中物探技术方法

所谓物探，即按照目标介质勘探中的波速度、电导性、磁性、重力密度及放射性差异等为原理的勘探方法。综合物探法的应用实现了对目标体的准确判断和分析，应用单一的物探方法解读目标体，容易出现物理性不统一、解读不全面等弊端。通过综合物探方法，利用目标体的物理性质差异，对目标体属性进行判断分析，可有效避免多解性问题。

二 物探技术在滑坡地质灾害勘察中的应用

1 GPR 法

GPR 即地质雷达，其原理如下：从地面发射，将电磁波发送到地面以下一定深度，接收到反射波后，根据反射波的走时、振幅和波形属性，通过图像分析和处理，确定目标的位置和周围环境，同时可直接获取表面介电性能、结构、高分辨率信息。探地雷达勘探所使用的电磁波主要在 106Hz ~ 109Hz 波段。它通过地面发射机以宽带短脉冲的形式发送到地面。当它遇到一定的目标物或地质层时，就会出现反射现象^[4]。之后，为了明确滑坡地质灾害的具体情况，需要分析接收到的雷达信号的属性和特征，并组织专家和技术人员对图像进行解译，以达到准确的探测目标。与其他物理勘查方法相较，GPR 方法的优势体现在高分辨率、高效率、抗干扰能力强，同时操作便捷，所以应用日益普及。

2 瑞雷波法

瑞雷波法在实际应用中充分利用了瑞雷波的运动学和动力学特性。在滑坡地质灾害勘探中，瑞雷波法具有三个相同的重要特点，包括以下几点：第一，在层状介质传播过程中，瑞雷波具有频散特性；第二，如果瑞雷波长度不同，则其穿透深度也有一定区别；第三，不同介质的物理力学性质不同，因此瑞雷波在不同介质中的传播速度也有一定区别，在利用瑞雷波进行滑坡地质灾害勘查时，要求合理选择勘查参数。在本调查区域，可以采用垂直接收方式采集现场数据。首先，在调查区域进行了多次现场试验。在调查过程中，使

用 63.5kg 标准贯入锤,接收器为 4Hz 检波器。共收集了 12 个通道^[5]。本测量区瑞利速度测量结果如图 1 所示,根据实测平面频散曲线的变化规律划分地层得到的剖面图。依据地层速度参数,可将各个瑞雷波点面波速度相近的部分划为同一层,由此可见,在瑞雷波勘探技术的应用中,可根据波速变化情况对地层进行划分。

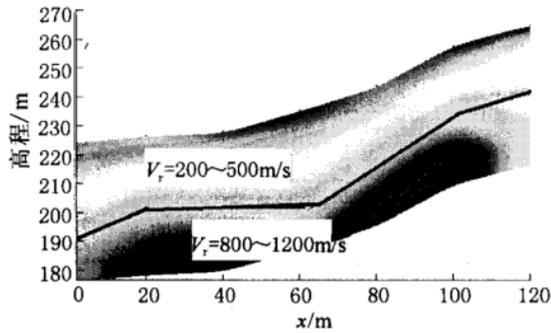


图 1 瑞雷波速成果

由图 1 分析可知,调查区滑坡地质为第四系砾质土,面波波速在 200ms ~ 500ms 之间,依次增大。滑床表面波速在 800ms ~ 1200ms 之间,表面波速仍在逐渐增大。采用钻孔勘探技术对瑞雷波勘探结果进行了分析和验证,与实际情况较为吻合。

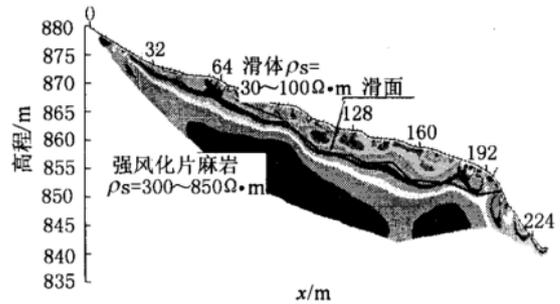
3 高密度电法

传统的电阻率法存在观测方式有限、测点分布密度低等局限性,不能准确判断地电截面的结构和分布特征。为了提高电阻率法的应用价值,高密度电阻率法在滑坡地质灾害勘探中经常使用。在实际应用中,电极器件有 α 阵列 (AMNB)、 β 阵列 (ABMN)、 γ 阵列 (AMB \bar{N})、偶极子和三极子器件等。电极通过多芯电缆与程控多路电极转换器连接,按定点距离一次敷设 1~60 个电极^[3]。多芯电缆与多极电路转换器连接,可在主机控制下实现电极布置、极距和测点的扫描测量。测量时需按照程序进行操作,实现点击排列方式、极距、测点的快速转换,可完成大面积的数据采集任务。同时,联合系列电法二、三维正演、反演处理软件,对采集到的地质数据进行分析与处理。因为高密度电阻率法具有信息量大及可进行非线性反演的优势,多被应用于滑坡面、断层、破碎带、含水层等勘查工程。

在滑坡地质灾害的勘探中,在高密度电法的应用中,需要以传统的电阻率法为基础,先向地下输送电流,使地下环境能形成稳定的电场,可以在表面上测试不同点之间的电位差,并根据测试结果计算出电阻率值。与传统的电阻率法相比,在高密度电法的应用中,利用自动传递装置对每个点进行测量,可以获得完善的地质调查数据^[2]。在探区

应用高密度电法时,电法装置布置在 模式,使用 60 个铜电极。电极间距为 4m。共扫描 16 层档案,每层档案长度为 236m。利用高密度电法对该滑坡的地质灾害进行调查,可以与瑞雷波法的调查结果进行比较。

采用高密度电法进行地形校正,电法结果如图 2 所示。探区滑动层为强风化片麻岩,电阻率在 300 ~ 850 $\Omega \cdot m$ 之间。该滑坡主要由碎石组成。由于不同土壤含水量、岩石含量和粘土含量的不同,滑坡不同部位的电阻率也不同。



在滑坡地质灾害勘查中,通过两种物探技术的联合应用,综合考虑勘查区钻探资料,认为该滑坡边坡最大厚度约为 30m,另外,主滑带形成了滑坡后墙的延伸和一致性。目前,该滑坡的地质条件相对稳定,但如果在该滑坡区域进行工程项目建设或开挖卸石,将会造成严重的滑坡地质灾害。因此,可以根据调查结果制定滑坡地质灾害防治技术方案^[4]。

结束语

滑坡地质灾害严重威胁着人们的安全,因此,地质勘探工作十分重要。为了提高测量结果的精度,勘探人员应结合各种物探技术的优点,充分利用各种物探技术。在勘探过程中也要总结经验,充分发挥物探技术的作用,从而有效地减少滑坡地质灾害。

参考文献

- [1] 罗霄. 综合物探技术在河南方城地质灾害应急勘查中的应用 [J]. 能源与环保, 2020, 42 (8) : 118-121, 126.
- [2] 林大江, 赵永超. 基于物探技术的滑坡地质灾害勘查研究 [J]. 中国金属通报, 2020 (4) : 203-204.
- [3] 李生乾. 物探技术在滑坡地质灾害勘查中的应用 [J]. 世界有色金属, 2018 (23) : 256, 258.
- [4] 彭杰. 综合物探法在地质灾害勘查中的应用研究 [J]. 区域治理, 2019 (006) : 170.
- [5] 万远辉, 邓颖东. 综合物探法在地质灾害勘查的应用 [J]. 商品与质量, 2019 (016) : 95.

作者简介:刘颖,1987年9月17日,女,汉族,河北唐山,河北省地矿局第二地质大队,工程师,本科,主要研究方向:地球物理勘查