

The application of integrated geophysical exploration in the survey of karst subgrade

Junqiao Liao, Wei Feng, Yang Chen

Abstract

With the continuous development of geophysical exploration technology, many geophysical techniques emerge as the times require with the development of society, but in practical operation, comprehensive geophysical exploration technology has been widely used, and has shown remarkable application results. This paper mainly introduces the comprehensive application of seismic mapping method and high density electrical method, and expounds the actual situation of Karst cave in combination with an example of subgrade investigation of Karst Cave in a certain area of China. Finally, some problems that should be paid attention to in the application of comprehensive geophysical exploration technology are put forward, in order to provide reliable reference for the vast number of practitioners.

Keywords

High density electrical method; seismic image; comprehensive geophysical exploration; cave survey; subgrade survey

综合物探在岩溶路基勘察中的应用

廖军桥, 冯伟, 陈洋

四川省煤田地质局一三五队, 四川 泸州 646000

[摘要] 物探技术不断发展, 许多物探技术随着社会发展而应运而生, 而在实际操作中, 综合物探技术得到了广泛应用, 并呈现出卓著的应用成效。本文主要介绍地震映像法和高密度电法的综合应用, 并结合我国某地区岩溶洞路基勘察实例, 对岩溶洞的实际情况进行阐述, 最后提出了几点应用综合物探技术所需要注意的问题, 望为广大从业者提供可靠借鉴。

[关键词] 高密度电法; 地震映像; 综合物探; 溶洞勘察; 路基勘察

[DOI]10.18686/gcjsfz.v1i3.506

某工程在初勘的过程中, 有 11 个钻孔呈现出溶洞发育现象, 溶洞为 0.6m-7.4m, 该场地属于高原构造侵蚀溶蚀切割地貌之丘陵地带, 场地以中、低高度山坡为主, 工程东南角分布有不均匀的中晚泥盆系 (D₂₊₃) 白云岩。为详细了解该区域地下溶洞发育情况以分布情况, 为路基建设奠定基础, 采用地震映像法和高密度电法综合勘察技术, 在下文中对该技术的应用进行详尽阐述。

一、综合物探技术工作原理

(一) 高密度电法

在工程勘查中, 岩溶分布问题较为突出, 在我国川东、桂、黔、滇、湘西等地较为广泛, 并且这些岩溶洞常常连成

一片, 随着工程建设的高速发展, 岩溶、滑坡等不良地质现象的危害也越发明显^[1]。高密度电法是基于常规电阻率法的一种新型技术, 就该技术的工作原理来说, 高密度电法和常规的电阻率法几乎相同, 主要是通过判断矿石、岩石的电性差异, 利用人工构建的稳定电流场分布规律, 解决有关水文、地质的相关勘察问题。值得一提的是, 高密度电法技术采用阵列式勘察方法, 能够将几十上百根电极安置在测线上, 然后利用“电极转换”等方式, 实现对数据的快速搜集, 并能够实现现场快速处理、快速分析。高密度电法是基于“静电场理论”的一种技术方法, 它是探测目标周围的电性差异, 来分析不同的水文地质问题的一种技术方法。

(二) 地震映像法

地震映像法是一种利用“地震波”进行勘察的一种技术方法,在地震波向下传播时,地震波遭到不同的阻抗界面,就会出现折射、反射等现象。而在最佳位置选择一个合理的偏移距离,以等偏移距离的方式,采用高精度地震仪,记录地震波折射、反射相关数据,然后对这些数据进行编辑、滤波、振幅恢复,就可得到详细的地下断面平面图像(地震映像法技术原理图可见图 1),该技术目前在地质勘测方面得到了广泛应用,并呈现出可靠、直观的应用成效,具有较为宽广的发展空间^[2]。

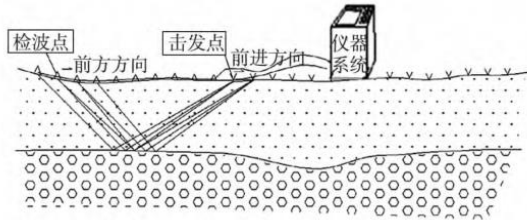


图 1.地震映像法原理

二、综合物探工作方法

本次勘察主要采用“施龙贝格法”,采用的电极数量为 95 根,数据采集剖面共计有 28 层,供电电压为 280V,针对变断面的测量,采用连续滚动扫描测量方法,并根据实际情况依次排开变断面,结合现场实际情况,选择了 10/15/20/40 四种不等偏移距离。线距离、点距离需根据设计工作任务量来确定,综合本次工作量,点距的选择为 1.0m,同时选用 512ms、频率 100Hz 的检波器,采样间隔控制为 0.15ms,带滤波 100-250Hz^[3]。

三、综合物探资料处理方法

高密度电法所获得的勘测数据,数据处理采用 GDF5.0 软件对其进行电法反演处理。数据在经过软件处理前,需要进行预处理,然后再利用 Res2dinv 软件,对数据中的地形、反演进行进一步优化、校正,最后再利用专业的综合物探绘图软件,将数据绘制成图实现资料处理。其中,二维反演是一种利用“圆滑”约束的计算机反演方法,其中利用了准扭断最优化以及非线性算法,在大量的勘察数据量下,仍旧呈现出较高的处理效率,根据反演结果,然后对勘测电阻率进行综合处理。地震影响法所获得的勘察数据,主要采用 csp5.0 进行处理,和高密度电法数据处理相同,所有数据在经过软件处理前,需进行预处理。

四、综合物探异常解释描述方法

(一) 高密度电法异常解释描述方法

在基岩面以下的区域,部分区域呈封闭且低阻的状态,所以构成了 U 或者 V 字形的低阻状态,根据区域视电阻率的实际特征,结合勘察实际情况,将岩溶异常电阻率的范围控制在 100-150 $\Omega \cdot m$ 内。

(二) 地震映像法

地震映像法在使用的过程中,因地震波的反射会出现反射杂乱等情况,尤其是在复杂的剖面上,地震波的反射尤其杂乱,而当在岩溶洞中,遭遇粘土或者含水量较大的土层时,地震波反射则体现出减弱或者无反射、折射等情况,而在遭遇孔洞或者裂隙等情况时,地震波的反射或呈现弧形状态。

五、综合物探成果资料解释以及验证

地震映像法剖面点位为 130-200m,埋深约 12-39m(需根据勘察现场实际情况,综合选择覆盖层上波速以及基岩面以下的平均波速),覆盖层上波速为 450m/s,基岩面以下

的波速为 750m/s,深度地震反射波反射状态比较弱,大部分都呈现出无反射的情况,对此就可大致推测出岩溶洞的实际发育状态(详细可见图 2)。

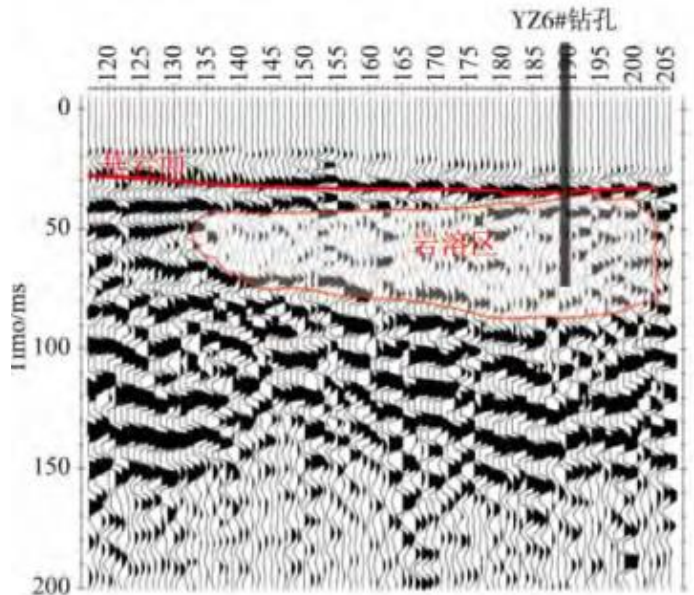


图 2.地震映像剖面图

高密度电法剖面点位选择为 2050m,埋深在 17m 左右,视电阻率呈现 U 形的低阻区,根据岩溶洞发育电阻率情况,可推测出岩溶洞的大致情况(详细可见图 3)。

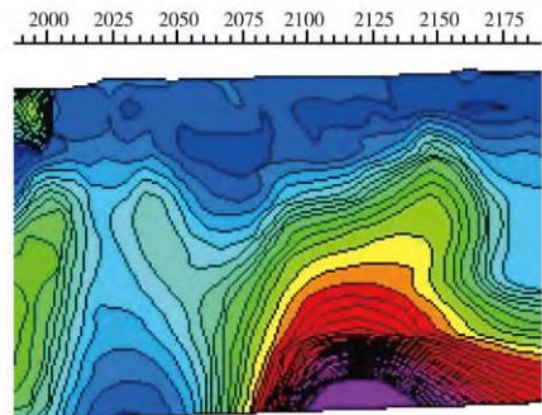


图 3.岩溶洞高密度电法视电阻率剖面图

六、物探布置基本原则

针对本次勘测所需解决的地质问题,结合岩溶洞位置岩土实际特征,基岩埋深,确定物探布置需遵循以下几点原则:①电极排列布置所需遵循的原则。为保证高密度电阻法在该处的实际勘测效果,为取得准确的、可靠的勘察数据,在勘测前需要对该方法的有效性进行试验,试验在已经钻孔的 0 号线进行,并尝试了四种电极排列方法,尝试了矩形 A-MN 等等电极排列装置,通过分析测量结果,不同的排列方法直接影响着最终测量结果,并几种排列方法都对岩溶洞发育情况有所反应,但矩形 A-MN 以及温纳装置所获得的数据更为直观、准确、清洗,同时矩形 A-MN 还能够实现精准动态化测量,可直接实现对长剖面的测量,因此具体的电极排列方法需要根据实际情况综合选取,在条件允许的情况下,可进行试验,然后选择数据最为直观、精准的方式方法。

②探查深度的确定。因电极间距和地震波的拉大,会导致实际勘察进行逐步降低,所以需综合实际情况,设置探查深度。本次勘察深度为勘察目标体深度的 1.2 倍,在部分区域设置为 1.7 倍,在保证精度的同时,保证勘察的全面性。③电极间距的确定。高密度的电阻率存在一定的体积效应,但是综合考虑岩溶洞的断面勘察情况,考虑到断面分析分辨率以及电极最小间距,可将电极的最小间距设置为勘察深度的 1/11-1/14,在实践的过程中,若是发现勘察所用的电极距离小于勘察深度的 1/14,最终勘察结果就有可能存在一定的不确定因素,其精准度、可靠性就得不到保证,因此电极间距的确定,必须要考虑到实际的勘察深度,要将能够分辨出最小目标物作为电极间距设置的主要参考数据。并且,因为电流只在表层经过,所以不能够直接反映地层深部的实际情况,针对这种情况,可通过“灌注盐水”的方式来改变电极的实际接地情况。若是不能够完全解决,则要充分利用地震映像法来进行辅助勘察。

结束语:

综上所述,综合物探方法在地质勘察中得到了广泛应用,尤其是针对岩溶洞以及其他复杂的地质情况,综合物探方法效果显著,笔者在文中仅对综合物探的应用进行了简要阐述,更为深入的问题还需要广大从业者进一步分析。

参考文献:

- [1]刘成,王俊.综合物探方法在路基岩溶勘探中的应用[J].工程技术研究,2017(11).
- [2]曹伟.浅谈综合物探方法在岩溶勘查中的应用[J].世界有色金属,2017(9):187-187.
- [3]龚选波,张继伟,周玉凤,etal.综合物探技术在深圳地铁 16 号线岩溶勘察中的应用[J].工程勘察,2018(7).

稿件信息:

收稿日期: 2019 年 5 月 22 日; 录用日期: 2019 年 6 月 8 日; 发布日期: 2019 年 6 月 20 日

文章引文: 廖军桥, 冯伟, 陈洋. 综合物探在岩溶路基勘察中的应用[J]. 工程技术与发展.2019,1(3).

<http://dx.doi.org/10.18686/gcjsfz.v1i3>.

知网检索的两种方式

1.打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD> 下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 例如: ISSN: 2661-3506/2661-3492, 即可查询

2.打开知网首页 <http://cnki.net/> 左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询 投稿请点击:

<http://cn.usp-pl.com/index.php/gcjsfz/login> 期刊邮箱: xueshu@usp-pl.com