

文章编号:1009-6825(2011)07-0153-02

高密度电法在隧道地质灾害超前预报中的应用

李洪嘉

摘要:通过介绍高密度电法的原理,结合具体工程实例,就高密度电法在隧道超前地质预报中应用的基本思路及勘察成果作了探析,总结得出高密度电法具有方法简单、易行,准确率高,其结果与开挖后揭露的地质情况吻合较好。

关键词:高密度电法,隧道,地质预报

中图分类号:U456.33

文献标识码:A

高密度电法是一种阵列勘探方法。它是通过不同的电极装置,研究水平及垂直方向地质体的电性差异,解决不同的地质问题。该方法具有效率高、探测深度大、电剖面成像精确等特点,是水、工、环地质勘察中最有效的方法之一,也广泛应用于地质灾害调查,如探测溶洞或地下采空区等工程。辽宁省本辽高速公路本溪段某隧道位于典型的石灰岩地区。隧道区段岩石节理裂隙较发育,含水性差,透水性好,易被溶蚀,形成溶洞。2010年夏季,该隧道左线上方出现塌陷坑2处,最大坑有3m见方,近3m深。为了查明溶洞的具体位置,防止、预防或减轻溶洞危害,为隧道施工提供科学依据,我们采用高密度电法对该隧道进行了探测。

及泥土、砾石,电阻率应与亚粘土接近,断面图上应显示出“分散不连续的,或呈蜂窝状、椭圆状分布的”低阻团形态。

2 工程实例

结合隧道开挖过程中揭露的围岩情况,认定造成此次地表塌陷的溶洞为大小形状不规则的、连珠状但不连通的、半空洞式或空洞式的,并沿着地层(35°∠30°,隧道中线与地层走向基本正交)顺层产状发育。在实际工作中,首先要验证方法的有效性,为了证实高密度电法在该地区的有效性,布设了一条垂直于左右隧道的测线,电极距3m,电极60根,取16层断面,反演结果见图2。

1 高密度电法设备及地质解释

本次勘探使用了目前国内最先进的高密度电法勘探仪分布式WGMD-9型超级高密度电法系统。该系统以WDA-1超级数字直流电法仪为测控主机,选配分布式高密度电阻率电缆、电极,实现分布式二维高密度电阻率测量。其工作流程图见图1。

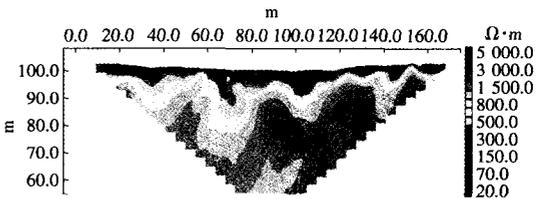


图2 垂直隧道走向布设的高密度电法反演断面图

左右线隧道高约9m,宽约10.5m(如图2左右两个“半圆形”实线),正好是个典型的两度半。由图2可以看出,隧道位置显示高阻特性,与实际情况吻合比较好。

我们在左线隧道发现塌陷坑的位置平行于隧道两侧布设了两条测线,测线间距约20m,参数设置均为:电极距3m,电极60根,取16层断面。

按照物探提供的信息,设计部门布设了若干个钻孔,揭露的地层显示,存在一充填式溶洞,上部分存在一部分空洞。溶洞呈椭圆形,长轴长约25m,短轴约13m,溶洞内的充填物主要是泥沙、砾石和水。溶洞的特点是:溶洞内部并没有完全贯通,而是存在一定数目的骨架,这也是该隧道目前运行良好的原因,如果溶洞继续溶蚀下去,骨架必然会被溶蚀掉,届时,隧道就有塌陷的危险。

3 地形改正

地形的起伏对测量结果会造成畸变,甚至错误。有人曾经做过试验,表明:山脊与山谷地形均会对数据造成很大的影响,形成假异常。国内外的高密度电法反演软件都可以做地形改正,但是效果都不是很明显。笔者认为:想彻底消除地形因素造成的影响应做到:1)改进计算方法;2)做立体三维测量,加大数据密度。现在公认的地形容忍角度为20°,超过20°时,数据慎用。同时,必须结合地质情况,综合物探结果给出推断,是增加物探解释精度的唯一出路。

本次物探的地形倾斜角度均小于15°,数据质量可靠,地形改正反演结果还是比较可信的。

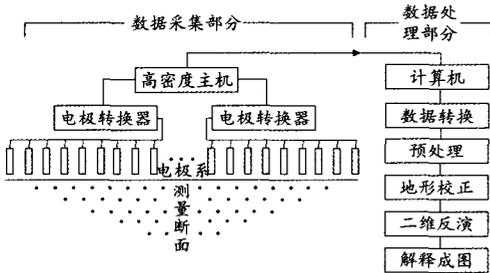


图1 高密度电法工作框图

通过对矿区内矿石标本和岩石标本的物性测定,结合以往的地球物理电性参数,得出各种岩性的电阻率参数,见表1。

表1 工区主要岩石电阻率

岩石名称	亚粘土	石灰岩	页岩
电阻率/ $\Omega \cdot m$	$n \times 10^0 \sim n \times 10^1$	$n \times 10^2 \sim n \times 10^3$	$n \times 10^2 \sim n \times 10^3$

石灰岩地区的溶洞,一般有三种:1)空洞,即不含水及充填物;2)半空洞,即有部分为空洞;3)全部充填物溶洞,一般充填物为沙、泥、碎石等,也有顺着溶蚀通道灌进来的地表杂物。该隧道塌陷是由于溶洞造成的,溶洞区可能为空洞或是半空洞。如果溶洞为空洞,理论上空气的电阻率是无穷大的。由于石灰岩与页岩电阻率相差不大,同属高阻岩性(相对高阻),并且这些岩性是大面积分布的,厚度大。若高密度电法断面图上的高阻区域是这些岩性引起的,那么高阻区域应是连续的、大面积分布的,而不会形成相对高阻“团块”或“孤岛”。相反,若高密度电法断面图中所反映的高阻影像大都是“分散不连续的,或呈蜂窝状、椭圆状分布”,形成高阻的原因为溶蚀区;如果溶蚀为半空洞,由于充填物为水

收稿日期:2010-11-21

作者简介:李洪嘉(1980-),男,吉林大学工程硕士研究生,助理工程师,辽宁省有色地质局勘察研究院,辽宁 沈阳 110013

文章编号:1009-6825(2011)07-0154-02

20 m T 异型组合梁桥加固设计与施工

申红军

摘要:介绍了某T异型组合梁桥采用体外应力体系进行加固的设计要点,通过对加固前后的各截面进行计算比较,证明加固方案可行,并着重阐述了施工技术,为采用类似技术进行桥梁加固的设计和施工提供了宝贵经验。

关键词:T异型组合梁,加固设计,施工工艺

中图分类号:U445.72

文献标识码:A

1 概述

1.1 工程概况

某大桥全长1 336.64 m;桥面净宽:2×净9.5 m;该桥上部为30 m,20 m 预应力混凝土简支I型组合梁,以及20 m 装配式钢筋混凝土简支T型异型梁;下部为柱式墩、肋板式台;桩基础;设计荷载等级:汽车—超20级,挂车—120;设计抗震烈度:7度。

大桥于1995年建成通车,因近年来超载车辆行驶,特别是实行计重收费后车辆超载现象更加严重,致使20 m 装配式钢筋混凝土简支T型异型梁主梁出现竖向裂缝和斜裂缝,裂缝从跨中处向两边均匀分布,间距为50 cm~100 cm,并且裂缝在梁体两侧位置吻合。

梁体腹板跨中处出现较多的竖向裂缝,裂缝宽度最宽处为0.5 mm,平均裂缝宽度0.2 mm,但裂缝基本已竖向贯通,严重处已裂至梁底和腹板顶部。并且部分梁体在1/4和3/4跨径附近处出现剪切斜裂缝。

1.2 加固设计要点

1)梁体裂缝处理。大于0.2 mm的裂缝采用灌注GS灌缝胶的方法处理,小于0.2 mm的裂缝采用封闭处理。

2)梁体加固。在梁体两侧增设两束体外预应力钢束,提高梁体承载能力。预应力钢束采用美国ASTMA416-98A标准的φ15.24无粘结钢绞线,抗拉标准强度 $R_k=1\ 860\ \text{MPa}$,张拉控制应力为1 209 MPa。锚固齿板采用钢箱结构。

2 验算荷载与模型参数的确定

2.1 验算荷载

就以上桥梁的病害和车辆超载情况,对该桥进行验算和加固计算,计算中,考虑到目前车辆超载的实际情况,分别按照汽车超—20级,挂车—120,1.3倍的公路一级、一辆150 t的车辆、2辆100 t的车辆进行验算。

2.2 模型参数

采用平面杆系有限元程序桥梁博士3.0计算,全桥共离散为40个单元,混凝土采用04规范C30,钢筋采用HRB335钢筋。横向分布按照刚性横梁法计算,汽车横向分布系数分别为:一辆车:0.542,两辆车:0.81,挂车:0.457。汽车冲击系数取0.2。

3 验算计算结果及分析

3.1 原桥计算结果

3.1.1 承载能力极限状态计算

1)抗弯承载力。原桥截面抗力计算,由程序计算得到原桥L/4截面和跨中截面抗力分别为:3 250 kN和3 670 kN。原桥在设计荷载(汽车超—20级,挂车120)作用下,跨中和L/4截面抗弯极限承载力均满足要求。在3种荷载作用下,1.3倍公路一级荷载组合最大,跨中截面荷载组合达到4 240 kN·m,达到截面承载力的1.16倍。需要采取加固措施。2)斜截面抗剪承载力。经计算原桥斜截面抗力均大于原设计荷载效应,说明原桥满足设计要

4 结语

高速公路隧道地质灾害的超前预报对于隧道的安全至关重要,高密度电法在解决该问题上有很多成功的实例。建议相关部门在做超前预报时首先要考虑上物探手段,然后根据物探提供的信息,再上山工程,往往会事半功倍。但是通过上述实例也可以发现这个问题,就是高密度电法解释推断出的结果,又往往比实际的地质体要大,说明物探高密度电法可以作为定性或半定量解释的依据,但不可以此作为定量计算的依据。

参考文献:

[1] 李金铭,罗延钟.电法勘探新进展[M].北京:地质出版社,1995.

[2] 程志平.电法勘探教程[M].北京:冶金工业出版社,2007.
 [3] 傅良魁.电法勘探教程[M].北京:地质出版社,1983.
 [4] 刘国兴.电法勘探原理与方法[M].北京:地质出版社,2003.
 [5] 邓居智,刘庆成.高密度电阻率法在岩溶探测上的应用[J].勘察科学技术,2003(18):73-75.
 [6] 水文工程地质物探教程[M].北京:地质出版社,1980.
 [7] Ward S H. Geotechnical and Environmental Geophysics,1990.
 [8] 冯乃琦,李颖,余珍友.高密度电法在安阳县西环路地质灾害调查中的应用[J].黄河水利职业技术学院学报,2007(3):44-45.

Application of high-density electrical method in advanced forecast for tunnel geology

LI Hong-jia

Abstract: By introducing the principle of high-density electrical method, combined with specific examples of projects, it discusses basic ideas of the application of high-density electrical method in tunnel advance geological prediction and investigation results. Results show that this method is simple and high accuracy, meanwhile the results is in good agreement with the geological condition revealed after excavation.

Key words: high-density electrical method, tunnel, geological prediction

收稿日期:2010-11-12

作者简介:申红军(1971-),男,工程师,山西晋城路桥建设有限公司,山西 晋城 048000