

73-75

(22)

京广线五里亭路基岩溶塌陷勘探和整治

黄光楚

广州铁路(集团)公司韶关工务段

U216415

摘 要 通过对京广线五里亭路基岩溶塌陷的物理勘探方法及压浆整治过程,阐述了“对称四极电测深法”及“地震勘探法”的特点和使用条件,以及采用“自下而上止浆塞分段压浆法”的施工过程。

关键词 岩溶塌陷 物探 电测深法 地震勘探法 压浆整治

铁基 路基

1 概况

京广线韶关站以北五里亭附近上行线 K2044+345 处在 1988 年 11 月 17 日塌陷—3 m×3 m×3 m 的坑;上行线 K2044+352.5 处和 K2044+344.5 处又分别于 1991 年及 1997 年 7 月 7 日发生道心塌陷,陷坑直径达 2 m,深 3 m 左右。均及时发现,进行回填抢修,避免了行车事故的发生。经物探和钻探判定,这些塌陷均为岩溶塌陷。

五里亭位于剥蚀丘陵地带,表层为第四系坡积、残积层粘土、砂粘土,棕红—褐黄色,软塑—硬塑,厚度一般为 8~20 m,局部超过 25 m,下伏上泥盆系帽子峰组的砂、页岩互层以及白云质灰岩。该处地下水有第四系地层中的孔隙水和下伏基岩中的岩溶水两种,二者有明显的水力联系。地下水主要依靠大气降雨补给,水量较为丰富。

2 物探情况

为了更明确该处地下岩溶情况,委托铁道部第二勘测设计院(以下简称铁二院)及铁道部第四勘测设计院(以下简称铁四院)分别进行综合物理勘探工作。在该处采用了对称四极电测深法和地震勘探两种物理勘探方法。

2.1 对称四极电测深法

对称四极电测深法是利用电流通过不同物质时所反映的电阻率不同而区别它们。例如砂粘土电阻率为 60~300 Ω·m,砂岩为 250~600 Ω·m,岩溶白云质灰岩为 30~100 Ω·m,完整白云质灰岩为 250~400 Ω·m,半充填岩溶洞穴为 30~80 Ω·m。对称四极电测深法使用装置如图 1。

A 和 B 是供电电极,电流由其中一个电极流入地下,经过地层再回到另一个电极。M 和 N 是测量

物理勘探

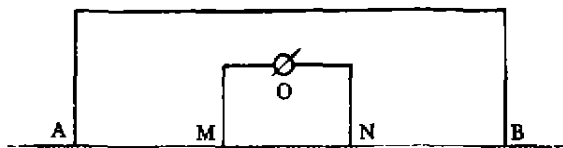


图 1 对称四极电测深法使用装置

电极,工作时测出 MN 之间的电位差,还要测出通过 AB 极的供电电流强度,算出装置系数,可求出视电阻率值。公式为

$$\rho_s = K \Delta U / I$$

式中: ρ_s ——A、B 同时供电时测出的电阻率;

K——装置系数;

ΔU ——AB 同时供电时产生的电位差;

I——供电线路里的电流强度。

野外工作时保持 AMNB 电极的次序和相对距离不变,整个装置一起移动,沿着某一条测线,在不同点上进行对测。地下电流随深度的分布取决于供电电极距的大小,随着供电电极距 AB 的扩大,地下深处电流密度也相应增大。也就是说,供电电极距小时,反映浅部岩层性质,供电电极距大时,反映深部岩层性质。

当地下为均匀介质时,对任意大小供电电极距,都将得到同一数值的视电阻率,此视电阻率就是介质的真电阻率。地下介质不均匀时,视电阻率值随电极距而变化,也随介质真电阻率大小而不同。对称四极电测深法是在某一点处,了解从浅到深岩层电阻率沿垂直方向上变化形势的一种方法。

在铁路路基上,布置合理测线,根据各测点的视电阻率不同,通过数据处理的有关技术,可得到较为可靠的物探解释资料,如基岩的埋藏深度、路

基下土洞、岩溶洞穴以及岩溶发育情况等。铁二院在 K2044+150~+650 范围内进行对称四极电测深法勘探时,测线沿铁路线布置,测网采用 $(3\sim 8\text{ m}) \times (7.5\sim 15\text{ m})$,全区共布置 5 条测线,各测线长 500 m,其编号从左到右为 I、II、IV、V、VI,如图 2。采用 DTJ-1 型激电仪进行工作,电极距为 $(AB/2)_{\max}=70\text{ m}$, $(MN/2)_{\min}=0.5\text{ m}$ 。

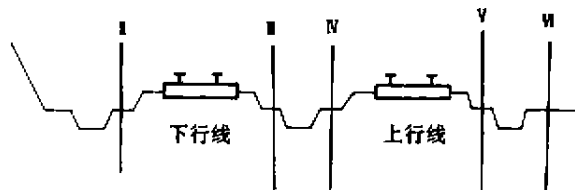


图 2 K2044+150~+650 电测深法测线布置

铁四院在 K2043+700~K2044+300 范围内进行了物探。共布置了 5 条测线,其中对称四极电测深法测线只有 1 条,其余 4 条为地震测线。

2.2 地震勘探法

地震勘探法是弹性波勘探的一种基本方法。弹性波传播决定于地层的弹性性质,性质不同,弹性波的频率不同。地震勘探法是由人工激发弹性波(如爆炸)。弹性波传到地下岩层中遇到弹性性质不同的分界面,在分界面上引起反射(或折射),利用地震仪在地面将反射(或折射)的弹性波接收并记录下来,从记录上可以获得波到达地面的旅行时间,再结合波的传播速度资料,就能计算出地下岩层分界面的埋藏深度,确定覆盖层厚度和基岩起伏形态,岩溶发育的平面位置和岩溶发育程度等。地震勘探野外工作是在预先设计的测网上进行的。分为测地、钻井、激发、接收等四个环节。

在五里亭附近进行勘探时,铁二院的地震勘探法是用锤击振源激发,偏移距 5 m,点距 0.2 m。铁四院则用爆炸,炮间距 10 m,点距 1 m。

单一物探方法的准确度是有限的。如对称四极电测深法,世界上最先进、最成熟地使用,其准确度也只能达到 80% 左右。因此,多种物探方法的综合使用及对物探的判析结果进行验证是非常必要的,钻探就是其中一种比较好的验证手段。

3 病害情况及分析

根据铁二院和铁四院的物探判析结果及验证情况,确定了五里亭地下岩溶情况:K2043+700~+985 为砂岩,K2044+525~+650 为砂、页岩互层,

K2043+985~K2044+525 为岩溶化白云质灰岩,灰岩呈浅灰色,节理发育,岩体破碎,溶蚀现象严重,多为溶槽、漏斗和溶洞,溶洞大小不等,局部呈串珠状分布,多被粘土、砂粘土充填,洞深一般在 10~20 m,大多溶洞灰岩顶板厚度小于 1 m。这为岩溶整治提供了依据。

路基塌陷成因主要是由于岩溶化白云质灰岩节理裂隙发育,且连通性较好,在地下水下降,地下水流动或下渗过程中对岩溶通道中的充填物和上覆松散盖层的掏蚀和搬运作用得以加强,土颗粒随水运移,造成该处的地表塌陷,并随时间的推移有逐步发展的趋势。

4 整治情况

到目前为止,该处共整治了二次。第一次于 1997 年 9 月 2 日由广东泰山岩土工程技术服务有限公司进行抢修整治,第二次于 1997 年 12 月 9 日至 1998 年 1 月 22 日由铁四院第二勘测设计处进行大修整治。

4.1 工程措施

采用自下而上止浆塞分段压浆法,选用大口径钻具开孔,钻至地表以下 2~3 m 后,下 $\phi 146\text{ mm}$ 套管做孔口管,将外壁封住,以免压浆时孔口管外壁冒浆。然后改换小口径钻具,视压浆孔钻进情况而变化孔径及变径次数,后下套管至基岩面,开始自下而上分段压浆,分段长度一般在 5 m 左右,先对基岩进行压浆,第一分段压浆完后,提升止浆塞及套管至第二分段,再进行压浆,如此反复。压浆采用的水泥标号为普硅 425 号,浆液由稀到浓,初始浓度为 1:1,当进浆量较大时,逐步提高浆液浓度,以确保质量。若压浆孔有大的溶洞和裂隙,压浆至一定程度,注浆压力还较小,则用投砂和水玻璃,同时调整浆液浓度。压浆采用每隔两孔跳孔注浆,压浆孔顺序由路基两侧至中间,确保浆液停留在有效范围内。

4.2 压浆效果

当每次压浆完毕终孔时,孔口的压力为 0.1~0.3 MPa,取下压力表时浆液一般都冲出 4~5 m 远;很多孔在压浆时其他地方严重冒浆,说明压浆扩散半径已超过了设计半径,达到浆液充填空隙,固结岩土体的作用,渗透扩散至土体中;许多孔中,发现被水泥凝固成块状和柱状的岩芯;从进浆量和终孔压力来看,中间一排(上、下行线间)压浆孔的进浆量明显减少,压力增大,说明空隙已逐步被充

75-76

铁路涵洞. 路基塌陷. 整治

(23)

广深铁路涵洞部位路基塌陷的分析与整治

李柱欢

(广深铁路股份有限公司)

U216.415

1 前言

广深准高速铁路自1994年投入运营之后,由于受施工条件的限制,如施工质量差,防水材料选择不当等因素的影响,涵洞的沉降缝出现了错节拉裂现象,导致多起路基塌陷的发生,直接危及行车安全。例如:1996年6月18日,广深线K70+490左侧距左线中心4.3m处发生路基塌陷,长1.2m、宽1.0m、深达6m;同年8月24日,广深线K44+970右侧同样发生路基下沉塌陷,长2.8m、宽1.67m、深达2.3m,连续5根枕木吊空;1998年6月9日,广深线K114+760处,道床塌陷深达1.7m,连续7根枕木吊空,同年6月21日,广州东站192号道岔出现了长1.6m、宽1.7m、深达1m的塌陷。对行车安全构成了极大的威胁,幸工务人员及时发现,避免了多起可能发生的重大事故。

2 病害成因

2.1 路基不均下沉

在修建或接长涵洞中,当基底放置在软硬不一的地层上,如不加恰当的处理。很容易引起不均匀下沉。在沟渠上修建涵洞基础,如不先将水流改道,填,验证孔中均有水泥柱;周围居民反映,在未压浆施工以前,房屋在列车运行时震动较大,压浆后震动消失。由上可见,压浆加固效果已达到。

4.3 工作量

第一次在上行线K2044+335~+357两侧进行压浆,钻孔16个,总延长米为282.5m,其中土层211.2m,基岩71.3m,耗用水泥43t,瓜子碴2m³。第二次在上下行线K2044+273~+496.5范围内(除去第一次压浆范围)进行压浆,钻孔99个,总延长米为1861.9m,其中土层1498.6m,基岩363.3m,耗用水泥1694t,砂342t,水玻璃10.9t。二次物探和二次压浆整治费用共为271.5万元。

5 结束语

势必形成潜流。特别是在山区沟槽陡,水流急。不易堵截或改移,不认真处理,水流很容易潜入基底,使持力层土壤长期受水浸泡、冲刷,降低其承载力,引起不均匀下沉或水平位移。由于施工涵洞的数量多,工点分散,设计与施工部门对水文、地质的钻探了解往往不够,选址多不慎重。因此,由于基础不良而引起不均匀下沉的现象较为普遍。高填土填砂涵洞,更容易引起不均匀下沉。

2.2 基础变形

这里指基础变形,是指新旧涵联接处的基础较为突出。一般来说,旧涵洞的基础经过百年的运营后已趋向永久性稳定,而广深线增建第二、第三线或站场扩建所引起的接长涵洞,必然导致涵洞基础下沉、变形,特别是浆砌片石的基础整体性差。如片石间灰浆不塞满,就难以抵抗变形的发生,它的微小变形,就会引起沉降缝拉裂及错节,导致大量填砂、填土下漏而引起路基塌陷。

2.3 沉降缝渗漏

涵洞设计中沉降缝应填塞防水材料,使之密不透水,但施工多不注意。防水材料选择不当(大多用未经防腐处理的木块填塞),经过一年半载,木块

(1)地震勘探法的特点是:在铁路线上所受干扰相对较小,侧沟间距小可以较准确地确定岩溶发育的平面位置和岩溶发育程度。在线路的路基及道碴上布置测线效果较好,但当地表有起伏,表层不均匀时易造成假象。另外在铁路上工作受激发能量的影响,其勘探深度不大,且对确定岩性分界面有一定的影响。

(2)对称四级电测深法勘探是一种勘探岩溶的好方法,但它受低阻物体及自然电位过大的影响很大,在电力机车牵引的线路上,对称四极电测深法工作较难开展。

(3)由于该处北端上下行线K2044+090~+273处路基地层为岩溶化灰岩,溶蚀较为严重,应进行全面压浆加固处理,彻底地消除隐患,确保行车安全。

收稿日期:1998-11-06