

唐山地区岩溶勘察手段及应用

姚海珠

河北省地矿局第二地质大队 河北 063000

摘要:岩溶,是水对可溶性岩石(碳酸盐岩、石膏、岩盐)进行以化学溶蚀作用为主,流水的冲蚀、潜蚀和崩塌等机械作用为辅的地质作用。唐山地区覆盖型岩溶问题突出,其最大特点是岩溶发育强烈但不集中,岩溶洞体虽小但是数量较多^[1],其存在位置、形状、大小的不确定性,给上部工程建设带来了极大的安全隐患和财产损失。因此,根据以往地质资料,准确分析岩溶发育规律及特点,选择合适的岩溶勘察手段,对岩溶地区勘察具有重要意义。本文对唐山地区岩溶勘察的方法和手段进行了探讨,并对勘察手段的特点与应用进行了分析。

关键词:岩溶勘察手段;实际应用

一、岩溶勘察现状

岩溶根据碳酸盐出露条件和其对地基稳定性的影响分为裸露型、覆盖型、埋藏型三类。唐山地区覆盖型岩溶问题突出,其存在位置、形状、大小的不确定性,给工程勘察、设计带来极大困难。尽管很多专家和学者作了很多研究工作,但由于其形成机制千差万别,岩溶勘察方面仍然没有十分成熟经验,目前,采用物探手段辅以钻探方式进行岩溶勘察是广大学者较为认可的方式。

二、岩溶勘察技术手段

(一)物探

地球物理勘探简称物探,它是指通过研究和观测各种地球物理场的变化来探测地层岩性、地质构造等地质条件。由于组成地壳的不同岩层介质往往在密度、弹性、导电性、磁性、放射性以及导热性等方面存在差异,这些差异将引起相应的地球物理场的局部变化。通过量测这些物理场的分布和变化特征,结合已知地质资料进行分析研究,就可以达到推断地质性状的目的。主要的物探方法有重力勘探、磁法勘探、电法勘探、地震勘探等。物探方法兼有勘探与试验两种功能,和钻探相比,具有设备轻便、成本低、效率高、工作空间广等优点。但由于不能取样,不能直接观察,故多与钻探配合使用。

(二)钻探

进行岩溶勘察时,钻探是一种重要且较为成熟的方法,它通过取芯可以较为清晰、直观地反映地下岩溶发育情况,具有精度高、直观性强、适应面广的优点。而且施工对现场地形条件要求相对较低。缺点是岩溶发育通常较为复杂、不规则,钻孔取芯范围较小^[2],无法完整地揭露场区岩溶发育特征。相对物探方法,深孔钻探费用较高。

三、岩溶勘察应用案例分析

(一)工程条件

项目位于唐山南湖生态城环湖路东南侧、小南湖西北侧,项目实际用地面积为60.8亩,总投资3.8亿元。拟建酒

店框架结构,地上2~5层,项目容积率1.0,按照五星级标准设计,属重要建设项目。场地等级为一级,地基等级为二级,工程重要性等级为二级,工程勘察等级为甲级。

(二)地质条件

场区地处唐山矿矿井最终波及区,位于唐山矿、刘庄煤矿采空塌陷及其波及影响范围内,地表移动变形已进入衰退期,仍有少量的移动与变形;东南部区域位于急倾斜煤层露头上方,极易发生抽冒塌陷。场区地质灾害危险性大,建设场地适宜性差。

根据对该区地质条件分析,下伏基岩为K3, K6灰岩,属可溶岩类,岩溶水位低于第四系松散岩类孔隙水,具备发生岩溶地面塌陷的地质模式。

依据地下水的含水介质及埋藏条件,场区地下水为第四系松散岩类孔隙水。场区在勘察深度范围内见一层地下水,地下水埋深约为3.30~4.68米。近三年来最大水位变幅为1.0~2.0米。场区地下水及土对混凝土结构具微腐蚀性。水化学类型为 HCO_3^- $\text{Ca} \cdot \text{Mg}$ 型,矿化度小于0.5 g/L。

本区地下水的补给来源主要是大气降水和地表水,地下水流向由南东流向北西,地下水排泄以泄流和人工开采为主。地下水动态与其补给和排泄相关,雨季地下水位全面回升,到9~10月达到峰值,之后随冬灌来临水位开始下降,直到翌年6月达到谷值,然后雨季来临,地下水位全面加升,年变幅1~2 m。

(三)综合地质勘探方法的应用

本次岩溶勘察采用高密度电法和钻探验证两种方法。

1.物探的应用

使用高分辨率抗干扰的高密度电法测量勘探对项目进行地球物理勘查,寻找深度范围内煤层露头区情况。

物探依据为高密度电法的有效性取决于地下介质的电性差异。第四系松散覆盖层电阻率较低,完整或较完整灰岩电阻率一般较高,当灰岩溶蚀发育时,溶蚀空区往往为泥

质或水充填, 这些充填介质均具低阻特征。故一般情况下, 可根据所测的电性参数划分第四系与基岩界面, 了解煤层露头区情况。

本项目共完成高密度电法测线 2 条, 测线总长 1020 m。

从图 1、图 2 上可见, 第四系覆盖层电阻率较低, 为几十欧姆米 ($\cdot m$); 基岩 (灰岩) 电阻率较高, 可能因为基岩 (灰岩) 富水性较强及岩石风化等原因, 电阻率较实际偏低, 一般为一百多至几百欧姆米 ($\cdot m$)。基岩顶面往往被风化, 由于平均化效应, 高密度反演电阻率剖面上基岩界线附近电阻率呈渐变, 但梯度往往较大, 也即基岩面在反演电阻率剖面上不是一个截然界面, 而是呈现为一个电阻率较大变化的梯度带。一般情况下灰岩的强、中风化层很薄, 第四系与灰岩的界面常呈现为松散状的覆盖层至坚硬基岩突变状, 即实际的地层界面常是一个突变界面。

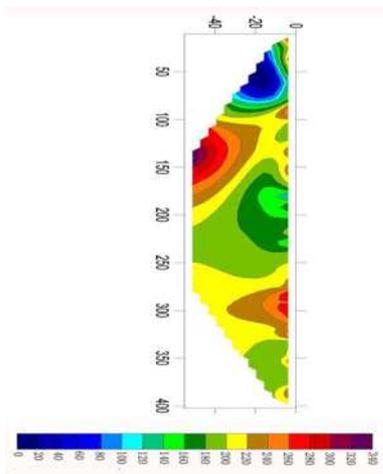


图 1 剖面 (a)

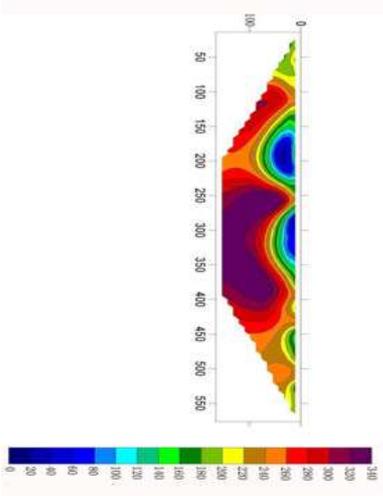


图 2 剖面 (b)

从图 1、图 2 剖面电阻率特征分析, 自西向东、自南向北地层电阻率均呈渐变状, 无明显突变区域。结合场地地质条件情况, 综合判定场区地层电阻率无明显异常变化, 从此,

推断检测区无明显土体扰动带和煤层露头区。

2. 钻探的应用

按照设计需求, 在场区布设了三个钻探孔进行验证, 由地表向下揭露以下七个工程地质层。

(1) 杂填土

黄褐色, 松散, 稍湿, 以粉土、碎石、灰渣为主, 地层厚度 0.70 ~ 1.00 米。

(2) 素填土

黄褐色, 稍湿, 松散, 以粉土为主, 含植物根系, 地层厚度 0.50 ~ 1.50 米。

(3) 粉土

褐黄色, 稍湿 - 湿, 中密 - 密实, 土质不均, 切面粗糙, 无光泽, 韧性及干强度低, 摇振反应中等, 砂性较强, 地层厚度 0.60 ~ 2.60 米。

(4) 粉砂

黄褐色, 湿 - 饱和, 稍密 - 中密, 分选不均, 级配良好, 以石英、长石为主, 地层厚度 0.90 ~ 4.80 米。

(5) 粉土

褐黄色, 稍湿 ~ 湿, 密实, 土质不均, 含砂性, 切面粗糙无光泽, 韧性及干强度低, 摇振反应中等, 局部含粉砂薄层; 地层厚度 1.00 ~ 3.50 米。

(6) 细砂

褐黄色, 饱和, 中密, 以石英、长石为主, 砂质较纯, 磨圆度中等; 地层厚度 1.00 ~ 2.60 米。

(7) 粉质黏土

黄褐色, 可塑 - 硬塑; 土质不均匀, 切面较光滑, 稍有光泽, 韧性中等, 干强度中等, 无摇振反应。地层厚度 > 2.00 米, 为本次勘察揭露的最底层。

钻探的验证结果具体如表 1 所示。

表 1 钻探验证结果

| 孔号 | 钻进情况 |
|-----|---|
| ZK1 | 钻进正常未见土洞, 岩芯较完整, 钻进过程中发现破碎、漏浆、掉钻等现象, 未出现异常情况。 |
| ZK2 | 钻进正常未见土洞, 岩芯较完整, 钻进过程中发现破碎、漏浆、掉钻等现象, 未出现异常情况。 |
| ZK3 | 钻进正常未见土洞, 岩芯较完整, 钻进过程中发现破碎、漏浆、掉钻等现象, 未出现异常情况。 |

本次勘察共布置施工钻孔 3 个, 查出本场地不存在异常反应, 未发现溶洞或土洞坍塌等不良地质因素分布, 钻探过程中无掉钻、漏水现象, 场地岩溶地质灾害危险性等级小。

四、结束语

岩溶地质结构复杂, 勘察难度大^[3], 在工程造价允许的情况下, 采用综合物探手段结合钻探验证的方法, 能够较

为精确地获取地下岩溶分布及发育规律。需要注意,岩溶地质充填性、破碎带饱水性及周边金属管线等对电阻率影响较大。因此在综合物探手段的实际应用中,务必结合钻探资料进行综合解析,才能保证勘察结果的可靠性及准确度。

参考文献:

[1] 于春磊. 覆盖性岩溶地基勘察与治理研究 [D]. 唐山: 华北理工大学. 2017.

[2] 蒋红荣, 卢纬. 岩溶地区勘察中的钻探技术及方法应

用. 四川建材. 1672-4011(2009)06-0161-02.

[3] 陈婷. 电磁波 CT 在岩溶勘察中的应用. 1004-2660(2020)03-0089-03.

通讯作者: 姚海珠, 1989年3月, 女, 汉族, 河北唐山人, 就职于河北省地矿局第二地质大队, 工程师, 本科。主要研究方向: 水文地质与工程地质。