

# 钻探与物探在岩溶勘察中的综合应用

操阳平

江西省煤田地质局普查综合大队

**摘要:** 岩溶是指在地表水和地下水作用下,以化学溶蚀为主、机械剥蚀为辅,对可溶性岩石所产生的一种地质作用及其产生的各种现象的总称。岩溶发育一般具备以下条件:岩石具有一定的可溶性,岩石的可溶性主要取决于其成分和结构;岩石具有透水性,岩石的透水性主要由岩体裂隙和孔隙度决定,其中,裂隙比孔隙更为重要,连通性好的裂隙,是地下水流渗入可溶性岩体内部的主要通道并促使岩溶发育;水具有一定的溶蚀能力,水蚀能力的大小主要由CO<sub>2</sub>的含量决定,CO<sub>2</sub>的含量越高,碳酸盐类可溶性岩石的溶解度也就越高;和地下水流动形式有关,岩溶地貌的位置、形态、延伸方向及规模大小主要取决于地下水的运动方式和强度。

**关键词:** 钻探与物探; 熔岩勘察; 综合应用

## 一、案例项目

以某场地为例,综合利用地质勘探和地震CT的勘探方法,对该场地的岩溶发育情况进行研究。工程项目场地位于三水盆地东北部,微地貌为绥江冲积平原一级阶地,地面标高相对较低,容易积水,地下水径流活动强烈。周围褶皱及断裂发育,被第四纪土层覆盖,下伏基岩节理裂隙发育,局部地段存在破碎带。因此场地受构造、水文地质条件影响,岩溶较为发育。

## 二、岩溶勘探方法及工作量

为了查明场地岩溶洞隙的分布、形态、规模和发育规律,查明岩溶填充物性状,查明场地是否存在塌陷等,并对地基处理提出建议,拟采用工程物探和地质钻探相结合的综合探测方法,物探主要采用弹性波CT。具体勘察方案如下:

工程钻探:为钻探孔及弹性波CT试验孔,方格网布置,钻孔间距22m左右,共布置钻孔36个;要求进入连续的(遇溶洞时,从溶洞底板重新起算)中等风化或微风化基岩10~15m;钻孔须PVC管护壁,防止塌孔,护壁的深度至中、微风化灰岩顶界面。

弹性波CT:弹性波CT主要用来圈定岩溶发育的范围,反映两个测试孔之间的地质情况。通过测定弹性波在两个钻孔之间的走势和对两孔之间的地层进行网格划分,建立模型,反演各个网格的弹性波速,通过波速的判断,确定岩溶的位置。该CT观测系统采用跨孔式,在场地设置一个发射钻孔的同时设置一个接收钻孔,发射钻孔设置一定数量激发点,接收钻孔设置相应的接收点,激发点和接收点的相互间距皆为1.0m,对应于每一个激发点产生的弹性波,在设置的所有接收点进行接收。

完成的主要工作量为钻探钻孔36个,总进尺1746m;弹性波CT共计完成57(弹性波CT孔的对数)×12检波点(信号道)×20炮(震源系统提升次数)×4次(信号采集系统提升次数)=54720检波点。炮。

## 三、跨孔弹性波CT法成果的地质解译方法

对于场地存在的溶洞、溶隙、溶槽等岩溶现象,岩土基岩面和微风化岩体,跨孔弹性波CT法成果地质解译的方法为:

对取得的弹性波CT法成像图进行分析整理,再和地质钻探成果资料进行比较,综合确定不同岩土层在该次勘探条件下,所处的波速范围值,最后对弹性波CT影像反演,进行地质解译。确定好各岩土层波速范围,然后根据波速值对岩土层进行分类。不同岩土层对应不同范围波速值,依此对CT法成像图进行地质解译。

## 四、岩溶勘测成果分析及结论

本次钻探36个钻孔中33个钻孔发育溶洞。溶洞在垂直方向上呈串珠状分布,钻孔中溶洞沿深度方向分布散点图见图1。图中横坐标为钻孔编号,纵坐标为溶洞底标高。

灰岩段总进尺656.8m,揭露溶洞累计129.7m,钻孔见溶率

91.7%,钻孔线岩溶率19.7%,场地岩溶发育程度为强烈发育。

根据现阶段勘测,钻孔揭露深度范围内85%的溶洞底标高在-30.0m以上,呈串珠状发育溶洞的灰岩段主要分布于标高-15.0~-30.0m范围,局部地段串珠状的溶洞分布于-30.0m标高以下地段,终孔标高分别为-45.26m、-38.15m。

根据本次钻探,场地基岩面变化较大,最浅处基岩顶面标高-13.5m,最深处基岩顶面标高为-27.45m,且仅代表勘测点处基岩面标高,存在石笋、石芽、溶蚀漏斗或凹槽等溶蚀现象。

依据跨孔弹性波CT解译成果,确定各岩土层分类,第四系覆盖土层和基岩的波速范围值相差很大,很容易确定下伏岩层基岩面;岩溶等不良地质作用发育区和周围的岩石之间波速范围值差异也比较大,波速影像反演后,很容易区分,一般在较大波速范围值的基岩中出现较小波速范围值的区域,可看做岩溶等不良地质作用发育区。

弹性波CT也反映出场地石笋、石芽、溶蚀漏斗或凹槽等溶蚀现象发育。

根据现阶段勘测成果,可得出以下结论:

(1) 溶洞规模一般较小,在水平向和垂直向均呈串珠状分布。局部发育规模较大的溶洞。溶洞垂直厚度最小0.1m,最大7.9m,平均1.1m;溶洞埋藏深度在17.80~54.30m之间,平均埋深28.70m,溶洞顶面高程在-15.5~-4.96m之间,属深部岩溶。

(2) 溶洞大部分呈现半充填~全充填状态,少量为无充填状态,大多数被软可塑状黏性土混少量中细砂,局部夹少量砾石、碎石,粒径1~15mm,说明洞隙水的水动力条件较弱;

(3) 溶洞顶板一般较薄且破碎,厚度很多小于1m。钻探过程中发现钻进到溶洞时一般都有不同程度的漏水现象发生,说明石灰岩岩体裂隙较发育或岩溶洞隙连通性较好。

(4) 根据此次勘测,钻孔揭露深度范围内85%的溶洞底标高在-30.0m以上,呈串珠状发育溶洞的灰岩段主要分布于标高-15.0~-30.0m,厚度一般10.0~15.0m。

(5) 场地基岩面相差非常大,岩溶不良地质作用发育强烈。

## 五、地基处理及基础选型建议

依据此次综合勘测,场地溶洞极发育,土洞发育较少,大部分地段溶洞对场地稳定性不利,对桩基础施工影响很大,需对溶洞采取一定的处理措施。

建议通过钻孔向洞隙内灌填片石或细石混凝土、沥青及硅液等方法进行处理。

场地由于上覆第四系厚度约20.0~30.0m,由于建(构)筑物荷载较大,拟采用桩基础,采用大直径嵌岩桩时,勘探孔深度应满足进入桩端以下完整岩体<3倍桩径,且<5m要求。根据钻孔溶洞分布散点图,各钻孔中所揭露的连续、完整5m岩顶面标高于标高-20~-30m处,所占比例为75%,弹性波CT也反映出场地地段存在溶洞、溶蚀凹槽。鉴于场地岩溶发育的不规律性,石笋、石芽、溶蚀漏斗或凹槽凹槽等溶蚀现象的存在,导致基岩面变化较大,建议以中等风化或微风化灰岩作为桩端持力层的主要建(构)筑物地段在施工前进行施工勘测,即进行超前钻,并在超前钻中进行管波探测,以保证桩端放置在完整、稳定的基岩上。

## 参考文献

- [1] 冯涛,蒋良文,曹化平,等. 高铁复杂岩溶“空天地”一体化综合勘察技术[J]. 铁道工程学报, 2018, 35(6):1-6.
- [2] 罗锋. 3s技术在高原型岩溶区铁路地质调查的中应用[J]. 铁道勘察, 2018, 44(1):59-62.