

电测深法在三峡库区滑坡勘察中的应用

高峰

(陕西省水工程勘察规划研究院, 陕西 西安 710003)

[摘要] 介绍了物探电测深法在滑坡勘察中的实际运用, 分析了电测深法在三峡库区滑坡勘察中的工作方法, 阐述了其在滑坡勘察的重要作用。

[关键词] 电测深; 地质灾害; 滑坡; 空间分布

[中图分类号] P631.3+22

[文献标识码] B

[文章编号] 1004-1184(2004)03-0206-02

1 前言

长江三峡库区自然地质条件十分复杂, 地质环境容量有限, 暴雨、洪水频繁, 是我国地质灾害的多发区和重灾区。三峡大坝的兴建和百万移民工程, 在一定程度上改变了原有地质环境的平衡状态, 加剧了地质灾害的发生。随着三峡工程建设的不断推进, 库区地质灾害对三峡工程和库区人民生命财产安全的影响日益增加, 及时有效地防治库区地质灾害已成为三峡工程建设的重要任务之一。

三峡库区地质灾害的类型主要是滑坡和崩塌。水库蓄水后, 在库水的作用下, 已有的崩滑体稳定性将不同程度下降, 同时也将产生大批老崩滑体的复活, 部分库区的稳定性也将受到严重的影响, 将产生新的崩滑体和塌岸, 有可能造成严重地质灾害。

编制滑坡地质灾害的防治规划, 是灾害防治的重要决策依据, 滑坡勘察准确度直接影响着防治规划的制定和实施。三峡库区地形十分复杂, 不确定因素多, 仅凭地面踏勘工作, 不能准确地知道滑坡的厚度和力学参数, 而仅靠单独的钻探和坑槽探等地质方法, 工作量较大, 且不能有效地覆盖滑坡体的范围, 故必须利用物探方法来配合地质勘探工作, 从而有效地察清滑坡体的厚度和面积, 并进行一些基础力学试验, 计算它的稳定性, 以便选择防治对象、确定防治方法, 及时提出治理方案, 避免盲目治理而造成重大损失和失误。

2 物探工作在滑坡勘察中的应用

近年实践证明, 物探是查明滑坡体岩性及判别滑坡体结构、滑带空间分布的有效而快捷的工作方法。其经济成本低、覆盖范围不受地形条件限制, 在勘察工作中已成为配合地质勘探工作的首选方法。在已查

明的滑坡体勘察中, 主要采用的物探工作方法是电测深, 效果十分明显, 快捷准确的面测优势为勘探工作的迅速完成奠定了基础。

现以万州江南新区茂和11组滑坡体勘察中物探工作方法及成果予以介绍。

2.1 基本概况

万州江南新区位于重庆市万州区长江南岸, 茂和11组滑坡体位于万州江南新区盘龙乡街道办, 地理坐标为东经 $108^{\circ}25'48''$, 北纬 $30^{\circ}47'01''$ 。滑坡体发育于长江南岸基岩山坡地表, 高程275~420m, 万州机场路从滑坡体前缘斜坡穿过。滑坡编号H₄₁。

滑坡体总体形态呈窄长的圈椅状发育, 左右两侧以自然沟道或凹地为界, 滑坡台阶表面高程385~420m, 长300m, 地表平缓。滑坡舌表面变形拉裂严重, 起伏较大, 覆盖于基岩斜坡表面, 坡面倾角 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 。滑体顺主滑方向长度400~590m, 宽度200~400m, 估计滑体总方量 $260\times 10^4\text{m}^3$ 。滑坡体后臂为单面基岩山坡, 地形陡峭。

滑坡水文地质条件: 在滑坡表面390m高程以上水塘多达6处, 农田渗水、生活废水沿纵横水沟排向滑坡前部, 滑坡舌表面比较集中的排水沟有一条, 位于主滑线右侧。此外, 滑坡舌两侧边缘自然冲沟内有季节性溪流。滑体表面为农田, 地表水一般被群众利用, 滑坡舌地表破碎大多为荒坡, 地表水基本无人管理, 坡面随处可见明流或渗水。工程地质条件: 出露地层为第四系(Q₄)松散堆积物和侏罗系中统沙溪庙组(J_{2s})。第四系主要分布于滑坡体中, 由崩积、滑坡堆积和坡、残积等不同成因的松散堆积物组成, 其中以滑坡堆积物为主, 厚度1.0~30.0m。侏罗系中统沙溪庙

[收稿日期] 2004-02-16

[作者简介] 高峰(1967—), 男, 陕西洛南人, 工程师, 主要从事水利水电工程勘察设计施工工作。

组(J2s)基本为紫红色泥岩、砂岩与上伏第四系呈角度不整合接触。岩体表面强风化带厚0.9~2.5m。本区地质构造简单,根据区域地质资料及初步调查,工程区位于新华夏系川东褶皱带北翼,岩层产状平缓,倾向SW,倾角10°~12°,区内无区域性活动断层,主要发育二组构造裂隙,其产状230°∠87°和345°∠87°。

2.2 施工方法及设备选择

根据现场情况及调查资料,施工方法主要采用对称四极电阻率测深法进行观测,主要目的是研究测线剖面纵横向上的土层厚度、基岩面起伏情况。实测时按照《地球物理勘探规范》严格执行。

根据区域地质资料,极距AB/2排列为:1.0,1.5,2.5,3.5,5,7,10,14,20,28,38,50,65,80,100。极距MN选择为AB/5。电源采用电池组供电,供电电流大于50mA。

电法施工仪器采用重庆奔腾数控技术研究所生产的GWJD—1型多功能数字直流激电仪,采集的参数为视电阻率(ρ_s)、一次场电位差(ΔV)、供电电流(I)。

测网布设为:在茂和11组滑坡体上布设三条测线,主剖面1—1'剖面,基本位于滑坡体轴线方向,2—2'剖面、3—3'剖面垂直轴线方向,物探剖面在地质剖面基础上两端外延30~50m。主剖面1—1'剖面测线长740m,完成16个电测深点。2—2'剖面测线长435m,完成9个电测深点。3—3'剖面测线长550m,完成12个电测深点。在完成测试后,对勘察区进行了质量检查。由统计结果看,茂和11组滑坡体的观测数据,质检均方相对误差 $M=\pm 1.10\%$,工作质量完全满足设计及规范要求。

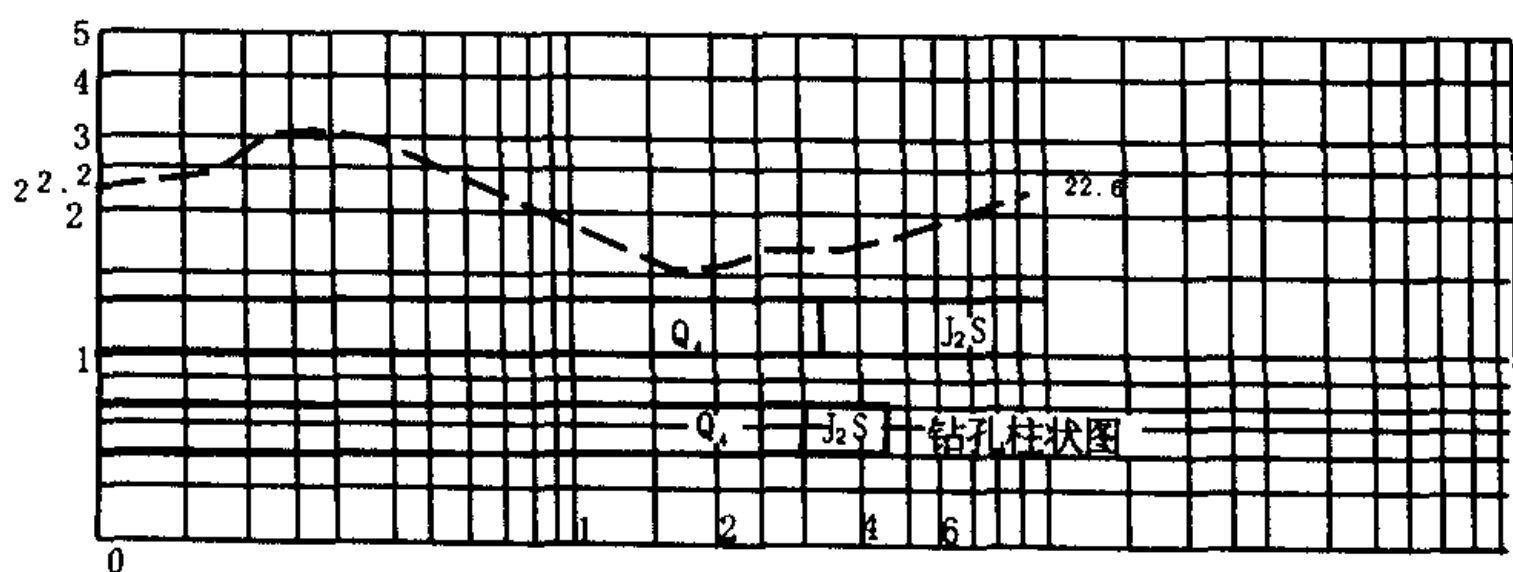


图1 4号物探点与地质1#钻孔成果比较图

2.3 成果分析

对称四极视电阻率测深法,是研究测点地下一定深度内地质体的纵向变化,若干测点组成的剖面,可反映观测剖面范围内地下一定深度内地质体的纵横向变化。将野外采集的电测深点数据,绘制成视电阻率曲线(见电测深曲线解释结果)及电测深视电阻率

断面图。经过对视电阻率曲线和视电阻率断面图及钻孔、野外踏勘等资料的综合分析,制成了相关的成果图。通过对剖面测量资料的分析可看出如下特点:

根据视电阻率的变化趋势,在宏观上由地表至深部,均大致可划分为两个电性层,上部浅层视电阻率值一般小于 $20\Omega\cdot m$,个别测点由于地下有大块石等的影响,视电阻率值有大于 $20\Omega\cdot m$ 现象,但大部分呈似层状分布的电性特点;深部的视电阻率多在 $25\sim 50\Omega\cdot m$ 之间,电阻率值相对较高,横向连续性好,浅部变化相对较小,具有层状的电性特征。由区域地质资料和钻探资料结合上述的电性变化特征分析认为,茂和11组滑坡其结构由上向下可划分为二层:

a. 上部浅层大部分阻值较低,变化较大,反映由第四系(Q_4)含水量较高的粉质粘土和松散的粉质粘土夹碎石、角砾、大块石组成,是组成滑坡体的主要物质。

b. 深部相对阻值较高,反映为侏罗系沙溪庙组(J2s)的泥岩、泥岩夹砂岩,组成滑坡体的滑床。

根据电测深资料定性的初步分析,采用量板法,参照地质资料和钻孔资料综合分析结果如下:1—1'剖面,1号点附近基岩出露;2号~4号点之间第四系土层由薄变厚,厚度为7~34m;4号~8号点之间第四系土层厚度较大,厚度为25~38m,基岩面基本呈水平状;8号~16号点之间,第四系土层由厚逐渐变薄,厚度为8~25m,基岩面随地形的起伏而起伏。2—2'剖面,第四系土层厚度较大,基岩面埋藏较深,由1号~1线7号点第四系土层逐渐增厚,厚度为10~38m。由1线7号~9号点第四系土层厚度较大,且变化不大,厚度为30~38m。3—3'剖面,第四系土层是两边薄中间厚,厚度变化为3~22m,基岩面起伏较大。

根据上述数据分析成果判断滑坡物质组成及结构特征为:a. 滑体:为第四系全新统堆积(Q_4^{del}),按结构特征可分为上、下两层,上层为耕作层及人工堆积含块碎石、植物根系、垃圾等杂物的粉质粘土;下层为含块碎石的粉质粘土,局部为粘土,块碎石含量不均匀。b. 滑带:呈可塑状粉质粘土与基岩接触带的破碎体(滑带)。c. 滑床:由侏罗系中统沙溪庙组(J2s)泥岩砂岩互层组成,岩体较完整,岩层产状 $30^\circ\sim 32^\circ\angle 6^\circ\sim 12^\circ$ 。

2.4 典型物探点成果与钻探成果比较

为了检验物探成果的准确性,将典型物探点位成果与钻探成果进行了比较,物探1—1'剖面与地质1—1'剖面布设一致,均沿滑坡体主滑方向。经对比可知,物探电性层推断与地质勘测剖面基本一致。在该剖面上的4号物探点与地质1#钻孔、7号 (下转第217页)

熟的、较完善的生产系统及相应的资料处理软件,仪器设备的生产由非专业厂家生产,产品质量无法保证,用于野外勘测,表现为性能不稳定、故障较多,逐步地发展到销声匿迹,把大地电磁设备的选购转向外国仪器公司。因此,山西在地下水勘测设备的引进中,选用加拿大凤凰地球公司的V-6A电磁系统。

有源大地电磁找水系统设备引进表

序号	名称	数量
01	V-6A 主机,8道CSAMT功能,带卫星同步自动扫描	1
02	可用于AMT/CSAMT的高灵敏度的磁探头,AMTC-30	2
03	探头电缆	1
04	发射机卫星同步驱动器MTU-CL	1
05	碲电缆	2
06	T-3电流输出单元,3KW,800V,10A	1
07	发电机,MG-3	1
08	MG-3的消耗件	1
09	CSAMT处理软件	1
10	CSAMT输出电缆	4000m
11	不极化电极,PE2/6C	2

凤凰公司的前身是一个庞大的地球物理机构,为适应市场形势,1975年重新组建为凤凰地球物理公司,专门从事大地电磁勘探系统及方法的研究,用于石油、天然气、金属、非金属矿产、地下水勘察。并在全世界承揽大地电磁勘探工程。它由世界著名的大地电磁专家、地质专家、计算机专家、电器专家及其他工程师组成,在世界大地电磁领域名声显赫。

凤凰公司生产的大地电磁仪分为人工场源(可控源)和天然场源两种类型。根据山西山区地下水埋藏、分布的地形、水位特点,课题组在研究和申报“948”国际引进项目时,选择了可控源多功能电磁勘探系统,

(上接第207页) 物探点与地质3[#]钻孔,在同一点上其曲线解释与地质揭露地层如图1和图2。

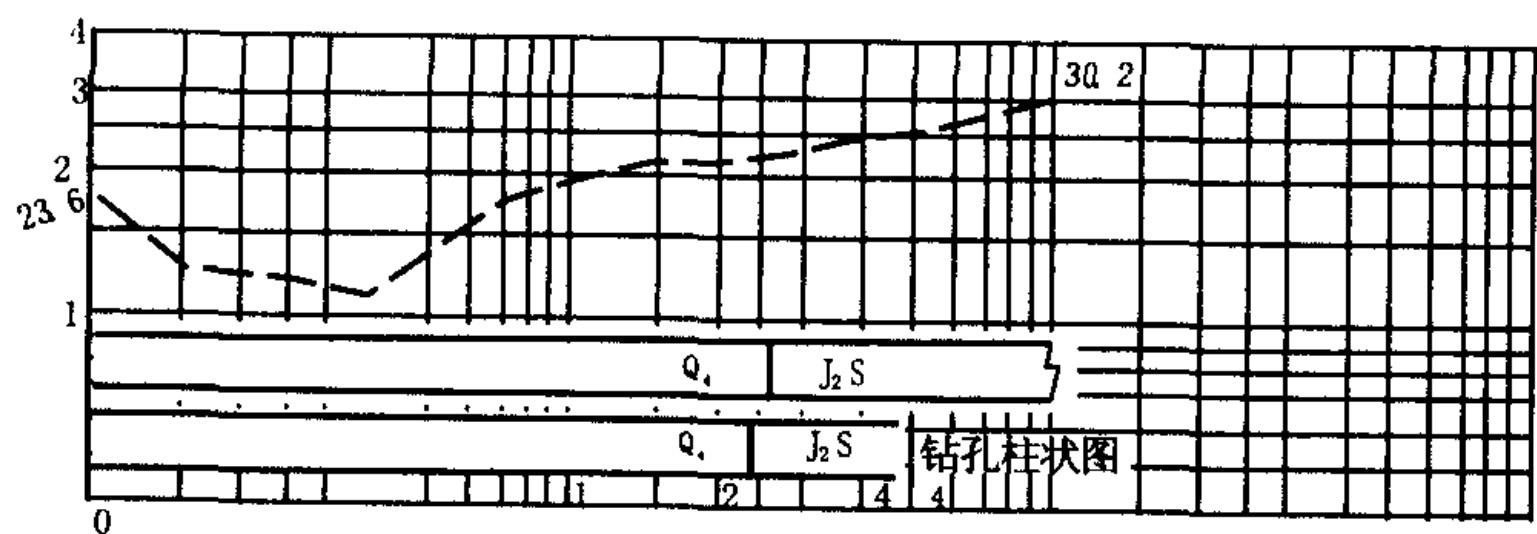


图2 7号物探点与地质3[#]钻孔成果比较图

由图可见,物探电性层推断与地质勘测剖面成果相差1.5~2m左右,吻合度较好,从而印证了物探工

整套设备由发射系统、接受系统、卫星同步钟等组成。

本项目所选用的有源大地电磁仪的勘测,它能够通过接收人工场源不同频率的电磁场信息,可求得不同深度的地层参数,应用卫星同步钟控制发射与接收机之间的联系,可显著地提高工作效率,并可高效完成面积性勘测。由于应用信号频率的改变可探测不同深度的地层参数,从而解决了目前采用的直流电法勘探中受地形影响、无法放线布极的困难。山西缺水地区多分布于山区,地形条件复杂,因此,应用V-6A电磁探测系统在山区布置地下水勘测工作,具有直流电法无法比拟的优越性。

4 结语

此项目的实施,为设备的引进、技术培训、消化吸收打下了良好的基础,保证了“948”项目的顺利进展,同时也促进了在山区地下水勘测方面的国际间的技术交流与合作。

此项目引进后,对加速解决山西600万缺水人口的生产、生活水源,推动山西的扶贫解困工程以及促进国民经济的发展,具有十分重要的现实意义和深远的历史意义,同时对我国同类地区特别是对地下水水位埋深大、地形条件差、水文地质条件复杂的山区地下水勘测具有广泛的推广应用价值。

参考文献

- [1]石昆法.可控源音频大地电磁法理论与应用.北京:科学出版社,1999.
- [2]山西省水文水资源勘测局.山西省水资源公报.2000.
- [3]姬广柱,周强,侯国强.综合多种物探方法在贫困山区找水的实践.地下水.2001.4.

作的准确性,说明了电测深有效地控制了滑坡体的厚度和滑床的起伏状况。

3 结论

电测深工作在滑坡勘察中,能够准确地推断出滑坡体范围内的地层岩性、第四系粉质粘土的厚度,并判断分析出滑坡体结构、滑带的空间分布、下伏基岩的埋深;研究滑坡体的富水性和基岩起伏形态及地下水埋深等;能迅速将勘探(钻孔、地面露头)的点成果利用物探延展成面成果;充分发挥快捷的面测优势并节省勘探成本。

综上所述,物探电测深法在滑坡勘察中的应用具有重要意义。