

常规电法探测在小峰水库除险加固工程中的应用

邓茂武, 邓龙波

(广西水利电力勘测设计研究院, 广西 南宁 530023)

[摘要] 为了查明小峰水库大坝的渗漏情况, 采用自然电场法和充电法等常规电法对大坝渗漏区进行探测, 确定渗漏通道。经钻探结果证实, 采用常规电法探测查明大坝的渗漏情况是可行的。

[关键词] 水库渗漏; 常规; 电法勘探; 应用; 效果

[中图分类号] P631.3 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1003-1510(2004)03-0024-03

小峰水库是防城江支流——电六江上一座准大型水库, 总库容 1.085 亿 m^3 , 发电总装机容量 5 350 kW, 总灌溉面积 18 万亩。水库主坝为均质土坝, 坝基位于印支期黑云母花岗岩地层。水库在 1981 年蓄水运行以来, 受高水位的影响, 坝基一带的厚残坡积层, 全风化、强风化岩体的节理密集带等薄弱面均接受库水补给, 发生渗流, 长期渗流潜蚀导致发生渗漏, 引起主坝下游坝面出现大面积渗水。2002 年对主坝及其基础进行高压旋喷和帷幕灌浆, 但效果不太理想。为了查明渗漏原因与确切位置, 彻底解决渗漏问题, 采用自然电场法和充电等方法进行探测, 圈定渗漏异常位置。再经钻探查证, 查明了漏水原因和渗流通道, 为工程处理设计提供依据。

1 物探方法选择

小峰水库主坝由于其成份、粒度、密实度等的不均, 从而引起电阻率分布不均匀。一般是粒度越粗, 电阻率越大, 粒度越细, 电阻率越小; 密实度与电阻率的关系则呈负相关关系。由于上述两种关系互不协调和小峰水库勘察钻孔压水试验结果与我们曾采用过的高密度电阻率法作对比, 大坝岩土渗透系数与视电阻率分布之间并无明显规律性, 加上地下原导流洞及发电洞的电性影响, 使得采用电阻率法探查难以分辨土坝渗漏点的分布规律。而自然电场法及充电法这两种经典的常规电法, 则可以避开上述复杂情况, 二者结合使用常获得很好的效果。

1.1 自然电场法的物性条件

通常在自然条件下, 地下水在介质中渗流, 就产生“过滤电场”, 也称“渗透电场”, 主要是由于电动效应所产生的流动电位引起。其要素是地下水在介质中流动时产生带电离子的过滤作用, 形成渗漏部位进口处及背水流方向呈现负值异常, 出口处呈正值异常。过滤电场电位的大小主要受地下水的水头压力差、岩石中矿物颗粒或裂隙碎粒的表面积率, 以及渗漏通道埋深等因素影响。

1.2 充电法物性条件

通常, 对于相对集中的地下水流, 其相对于周围花岗岩或花岗岩强风化带岩石, 电阻率是很低的, 可以看作是线状理想导体, 当向理想导体上任一点充电, 在充电体内不会产生电位降, 充电电场的分布与充电位置无关, 只与导体的形状、位置有关。因此, 观测充电电场的分布, 即可推断地下水流的位置及分布。如对坝区集中水流充电时, 在水流正上方可观测到电位最大值, 即梯度过零值。

对于对自然电场测量反映不灵敏的导流洞内地下渗漏水, 使用充电法追踪其上游位置, 对坝区渗漏现状的分析有较大的参考意义。

1.3 电法工作技术要点

(1) 野外数据采集对物探效果有重大影响。宜采用精度较高的仪器。本次采用 WDJ-2 型多功能数字直流激电仪, 其工频及高、低频滤波均较理想, 读数速度快, 稳定性较好。仪器测量电极均采用

[收稿日期] 2004-06-28

[作者简介] 邓茂武(1963-), 男, 广西容县人, 广西水利电力勘测设计研究院工程师, 主要从事水利水电工程物探工作。

制作措施严格、极差稳定的不极化电极;

(2) 测线布置原则为沿等高线或平行坝轴线布设,自然电场法在水库高、低水位运行时分别测量,并尽量同测线测量以利对比;

(3) 自然电位总基点 N 极设置尽量远些,使电位读数较大,以提高分辨率。工作分基点严格设置,每次开工、收工都严格对基点,且须分时段作基点校正;

(4) 充电法采用尽量大的充电电流,且对表层

干扰严格排除。

实践证明,严格采取上述工作技术要点,对渗漏物探的成果质量至关重要。

2 实测资料分析

2.1 自然电场法

水库高水位运行时,大坝前后共布 16 条自电剖面,水库低水位运行时(较高水位低 12 m),同样以追索法布设 12 条剖面,点距均为 2 m(见图 1)。

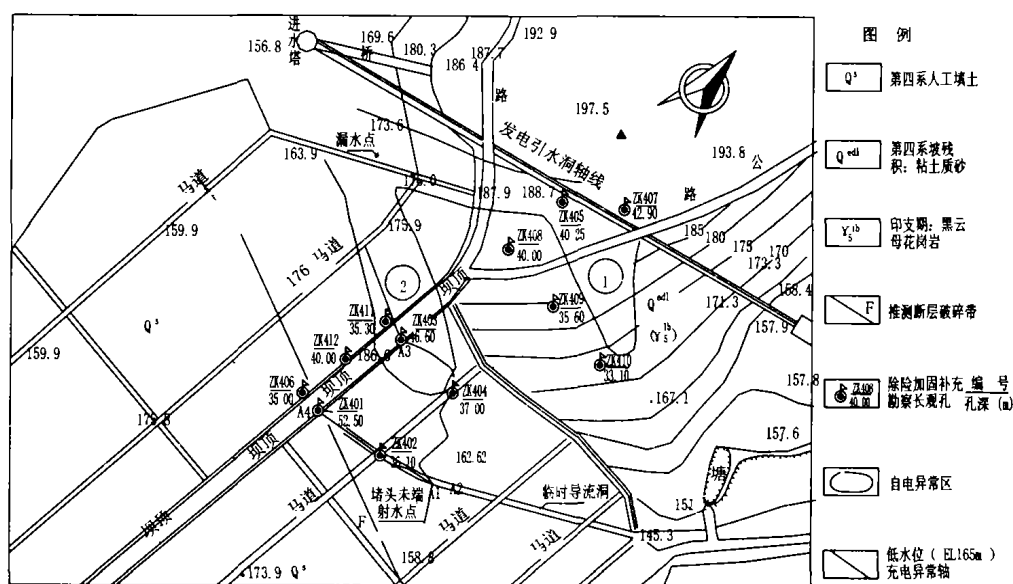


图 1 物探工作布置及成果平面示意图

通过对该测区的自电测量值数据进行统计,其均方差约为 -40 mv。一般以 3 倍均方差作为异常下限值,即 -120 mv,圈定测区的自电异常区,异常极值部位可认为是渗流速度的最大处(实际测量曲线如图 2 所示)。

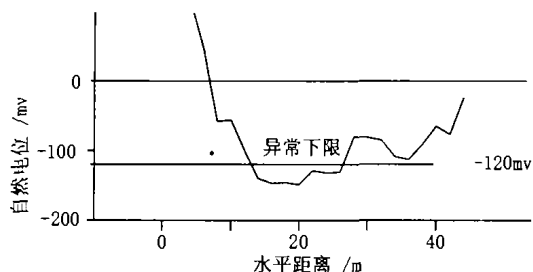


图 2 小峰水库 DZ3—0 剖面自电曲线

全测区共圈出自电异常区 2 个(见图 1),即:①左坝肩——左山头异常区;②导流洞——左坝肩异常区。高、低水位运行时测量出的异常形态、部位相近,只是低水位时自电异常范围相对变小,强度变弱,形态趋于简单。

2.2 充电法

分别由导流洞内主要的两处射水点 A1, A2 点充电进行测量,根据充电测线电位梯度(电位差)曲线过零点(即电位极大值点)位置确定充电异常轴位置,分别向上游追索到 ZK403, ZK401 孔,再在 ZK403 的 33.5 m 处 A3 点及 ZK401 孔的 33.8 m 处 A4 点(钻孔漏水部位)充电继续向上追索测量(见图 1),直到无异常止(实际测量曲线如图 3 所示)。

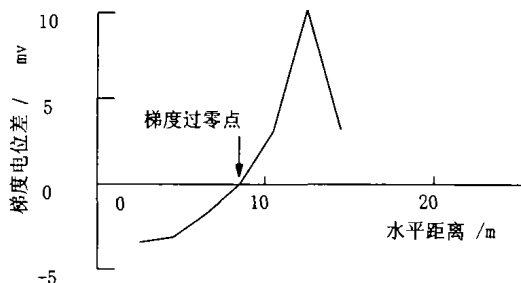


图 3 小峰水库 DCa1—9 剖面充电曲线

充电法资料有如下特点(见图 1):

(1) 对导流洞堵头向外 2 m 处右壁射水点 A1

充电,异常轴同时出现 2 支;一支沿导流洞底及右侧经由 K402 钻孔延至 K401 孔附近,另一支沿导流洞与左坝肩之间部位经 K404 钻孔附近延至 K403 孔,沿 300°构造线方向延伸到坝上游 176 马道 80 号测点。说明 A1 点的涌水是由两个方向汇集而来。其中导流洞与左坝肩之间有管状漏水流沿坝下越过帷幕墙;

(2) 对距 A1 点向外 10 m 处洞左涌水点 A2 充电时,异常形态同 A1 充电时形态,仅强度减弱,说明 A1, A2 射水点是连通的;

(3) 对 K403 孔 33.5 m 处 A3 充电,向上游测量,仍同 A1 充电一样于 176 马道 80 号测点出现异常;K401 孔 33.8 m 处 A4 充电向上游追索测量,已无明显异常。说明高喷和帷幕墙在原导流洞部位完全阻挡了库水的渗漏。

2.3 物探主要结论

(1) 库水由大坝西北角 174 m 高程原已知漏水点及其上游一带渗入,经原导流洞至左坝肩②异常区和左坝肩至左山头的①异常区渗流至导流洞排出;

(2) 原导流洞至左坝肩间异常区除孔隙渗流,尚叠加有处于强风化带以下、位置稍深的相对集中水流,该水流主要沿平行库区主干断层线方向的基岩裂隙带径流;

(3) 原导流洞右壁最大射水点的漏水来自:④导流洞坝轴帷幕墙至主射水点间的集水段;⑤流过导流洞至左坝肩②异常区的孔隙水加基岩裂隙水流。

3 钻探查证结果

对物探提出的渗漏通道及渗漏流向,钻探随后作了专门查证,对①②自电异常区共布置查证钻孔 12 个。据钻孔稳定水位所作出的低水位运行时等水位线分布趋势与自电异常范围走势非常协调,佐证了自电勘探的结论。位于帷幕墙的两侧 K411 与 K403 钻孔水位近一致,又证明渗漏通道确沿这两孔连线附近通过。原导流洞部位帷幕墙两侧钻孔水位差 10 m,证明库水没有从该部位越过帷幕墙。帷幕墙下游导流洞边的 K401 和 K402 孔水位同样低,也说明两处水流相通成为一集水区,并且该两孔施工时 A1 射水点(充电点)水混,说明连通。

钻探查证结果认为,根据自然电场法异常与充电法异常轴所推断的渗漏部位是可以确认的,物探效果是显著的。

4 结语

通过对小峰水库渗漏物探的研究与实践说明,土石坝水库渗漏的治理,必须首先查明渗漏的确切位置与分布,避免盲目施工。常规电法是水库渗漏物探的常用方法,选用自然电场法及充电法配合勘测,可以取得良好的效果。但宜使用精度较高的仪器,相对密的测网,施测各个环节均需严格按照规程要求使用设备、设施,提高信噪比,合理排除各种干扰异常,才能取得良好的效果。

(责任编辑:周 群)

Application of conventional electrical prospecting and survey in Xiaofeng reservoir reinforcement project

DENG Mao-wu, DENG Long-bo

(Guangxi Water and Power Design Institute, Nanning 530023, China)

Abstract: In order to investigate the seepage situation of the main dam of Xiaofeng reservoir, conventional electrical methods including natural electrical field method and “mise-à-la-masse” method are applied for the seepage area of main dam to find out the seepage route. The results of drill-hole exploration demonstrate that it is feasible to investigate the seepage of main dam by conventional electrical method.

Key words: Reservoir seepage; conventional; electrical method prospecting and survey; application effect