

堤坝, 电法探测, 堤坝隐患,

53 - 55

# 电法探测堤坝隐患的几个问题

陈绍求

(中南工业大学·长沙市)

TV871.4

A

讨论了堤坝隐患探测的地球物理前提, 电法探测堤坝隐患产生的  $\rho_s$ 、 $F_s$ 、 $\Phi$  等异常的分布规律, 用以确定隐患位置和地质原因。

关键词 堤坝隐患 地球物理前提 电法异常 分布规律

我国的许多江河、水库堤坝都是 50~60 年代修建的, 现已不同程度地老化, 有些存在严重隐患, 直接影响国民经济的发展和危及人民生命财产的安全。开展堤坝隐患的探测, 为电法勘探开拓了新的应用领域。我们采用双频激发极化法的振幅—相位测量, 开展了各类堤坝隐患的探测, 在取得大量电法资料的基础上, 对堤坝隐患探测的地球物理前提, 及其产生的视电阻率  $\rho_s$ 、视幅频率  $F_s$ 、双频相位  $\Phi_s$ 、 $\Phi_n$  等异常的分布特点进行了初步研究, 用以确定堤坝隐患的位置及其形成原因。

## 1 堤坝隐患探测的地球物理前提

### 1.1 堤坝介质的导电性能

绝大多数堤坝为填筑土层构成的均质坝体, 其电性较均匀。所以, 在正常情况下, 介质的导电性能差异也呈层状分布。当堤坝某处存在渗漏隐患, 其介质含水量增高, 导致介质的导电性能变好, 从而破坏了电性差异呈层状分布的规律。这就是采用视电阻率法探测堤坝隐患的地球物理前提。通常堤坝的纵断面为梯形, 若在坝顶观测, 则旁侧界面影响严重。但在坝顶以下沿堤坝外侧斜坡进行观测, 因不要求很大的探测深度, 故极距不大, 边界影响将很小, 越靠近坝底, 这种影响则可以忽略。由于沿坝体走向拉线观测, 坝体斜面平

坦, 地表介质电性均匀, 这方面的干扰可忽略。坝内、外斜坡上的平台, 因规模小, 且观测点仍在斜坡上, 这种影响亦可忽略。

### 1.2 堤坝介质的激发极化特性

堤坝填筑土多为粘土和砂石, 其中除少数含铁、锰质者外, 极化率均较小, 极化率的差异在正常情况下也是呈层状分布的。但是, 介质的颗粒度、湿度、孔隙度及粘土含量, 对极化率的大小均有影响。在其他条件不变的前提下, 坝体某一部位渗漏, 其含水量必然增大, 导电性变好, 电流和极化率也相应增大。湿度达到一定程度后, 极化率即饱和。而以粘土为主、颗粒较大的介质构成的坝体, 当其含水量中等时, 极化率明显增大。这有助于增强该法探测堤坝隐患的效果。

### 1.3 堤坝介质的时间常数特征

激电效应引起的相位移属纯异常, 它对被探测的极化体有较强的分辨能力, 而双频相位的相对大小又与地下介质的时间常数  $\tau$  值有直接关系。堤坝介质通常属于离子导电体。当它们呈细粒稀疏浸染状而又互不相连时,  $\tau < 1$ ; 而颗粒较大、相互连通较好的稠密浸染状、块状、网状介质,  $\tau$  值就较大。坝体中离子导电体连通得越紧密,  $\tau$  值就越大。双频相位的相对大小和介质  $\tau$  值关系为:  $\Phi_n > \Phi_s$  时,  $\tau$  值大;  $\Phi_n \approx \Phi_s$  时,  $\tau$  值中等;  $\Phi_n < \Phi_s$  时,  $\tau$  值小。根据双频相位所确定的  $\tau$  值, 就能了解

本文 1994 年 1 月收到, 林镇泰编辑。

堤坝隐患处介质的性质,进而查明隐患的原因。

## 2 堤坝隐患处的 $\rho_s$ 、 $F_s$ 、 $\Phi_G$ 、 $\Phi_D$ 异常分布规律

通常采用三极或对称四极频率域电测深探测堤坝隐患。不同类型隐患堤坝电测深  $\rho_s$ 、 $F_s$  和  $\Phi$  等值线断面图具有以下特点:

### 2.1 堤坝隐患处的 $\rho_s$ 等值线断面

渗漏隐患大多发生在坝体与山体的结合部,或者坝底的第四纪浮土未清除干净,以及坝底基岩的断层破碎带中。无渗漏隐患的堤坝,其  $\rho_s$  曲线断面图的等值线是互相平行的,这是堤坝分层填筑造成的。而在隐患部位,  $\rho_s$  值明显降低,并显示独立的低阻异常,或互相平行的等值线明显下凹。图 1 所示的河南汝州市安沟水库副坝内侧离坝底约 8m 的平台上  $\rho_s$  等值线图中,小极距范围内  $\rho_s$  等值线平行分布,但图右侧下部大极距处,等值线与左侧的不连续,构成一个低阻异常。从库区地质图上分析,这是  $F_1$  断层通过坝底所造成的;离大坝 90m 处的涌水泉眼即系该渗漏通道所致。

图 2 为湖南醴陵官庄水库大坝外侧离坝底 18m 的平台上观测到的  $\rho_s$ 、 $F_s$  等值线断面图。其中大部分  $\rho_s$  等值线互相平行,说明坝体为层状介质构成,但左侧  $\rho_s$  等值线直立,相对右侧为低阻异常区。说明大坝左侧靠近山体的部位从上向下渗漏,并直接反映出堤坝渗漏隐患的位置。

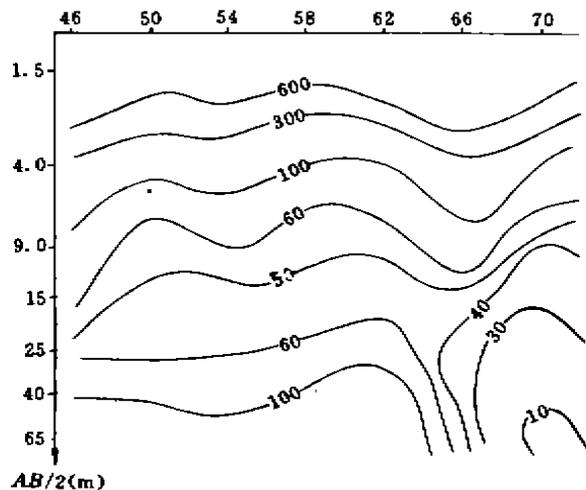


图 1 安沟水库副坝电测深  $\rho_s$  等值线断面图

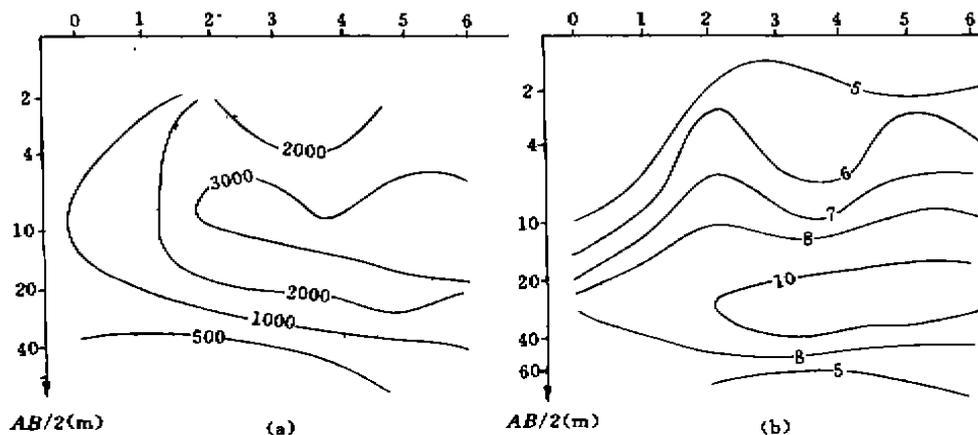


图 2 官庄水库大坝外侧第二平台  $\rho_s$  (a) 和  $F_s$  (b) 等值线断面图

### 2.2 堤坝隐患处的 $F_s$ 等值线断面

构成堤坝的粘土、砂石  $F_s$  值较小,其等值线在正常情况下是相互平行的。但在渗漏部位,由于介质的含水量增大,导电性能变好,  $F_s$  幅值也随之增大,其等值线和  $\rho_s$  一样发生

畸变。其变化程度取决于介质的性质及含水量。据此可以判断渗漏部位介质的颗粒度、湿度和粘土含量。湖南澧水黄沙湾堤段  $F_s$  等值线断面图见图 3。由于堤坝为泥质细砂土筑成,而渗漏隐患为通向澧水的古河道,故在含

水卵石层的隐患部位有  $F_s=1.5\%$  的异常,其余部位则为  $F_s=1\%$  的等值线。同时,  $\rho_s$  低阻异常区对应的  $F_s$  等值线呈下跌和聚焦形态,其余部位的  $F_s$  等值线则相对平行。这是因为

隐患部位常年渗漏,其中含赤铁矿和锰结核的微粒已流失,从而改变了该部位原来的  $F_s$  等值线的平行状态。

### 2.3 堤坝隐患处的 $\Phi$ 等值线断面图

对于一定的频率,介质的激电效应越强,其相位  $\Phi$  的绝对值就越大,反之亦然。介质无激电效应时,  $\Phi$  为零。所以,利用激电效应引起的相位移探测堤坝隐患,具有较强的分辨能力。图 3 中在  $F_s=1.5\%$  的等值线部位,分布有  $\Phi_D=-10\text{mrd}$ 、 $\Phi_G=-5\text{mrd}$  的等值线。由于该处的  $\Phi_D > \Phi_G$ ,说明介质的时间常数  $\tau$  值较大,即含水卵石层的激电效应强于其他部位。值得一提的是,断面图中隐患处所对应位置的上部,存在一个  $\Phi_D = \Phi_G = -10\text{mrd}$  的异常。它是电排站钢筋混凝土排水管

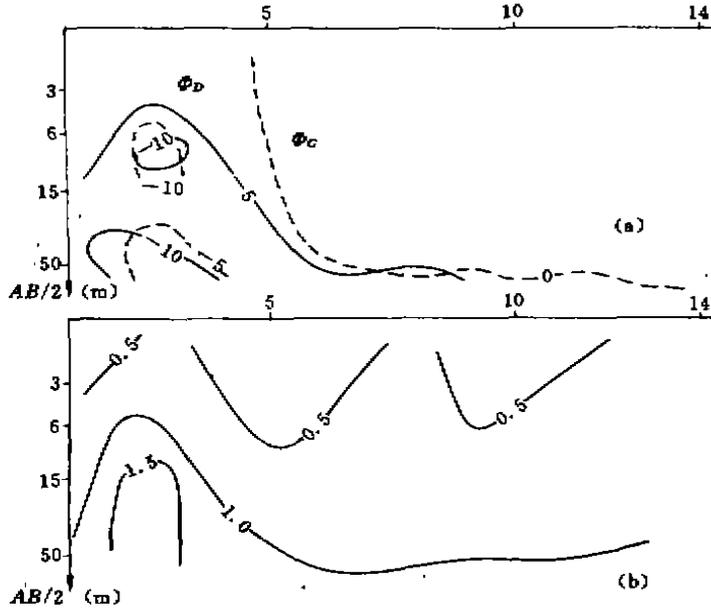


图 3 黄沙湾堤段电测深  $\Phi_D$ 、 $\Phi_G$ (a)和  $F_s$ (b)等值线断面图

的反映,其导电性能中等。这是图 3(b)  $F_s$  等值线未能反映的。图 4 的  $F_s$  和  $\Phi$  等值线形态相似,但  $\Phi_D$ 、 $\Phi_G$  等值线断面图更形象地反映出测点以下坝体介质浸润面的范围。越靠近大坝和右侧山体结合部,介质浸润面就越高。

由于山体为灰岩,坝体直接构筑其上,蓄水长期沿接触线向坝体浸蚀扩散。从  $\Phi_D < \Phi_G$  可知,坝体内的黄色粘土夹风化岩石碎屑的时间常数  $\tau$  值小,导电性能差。

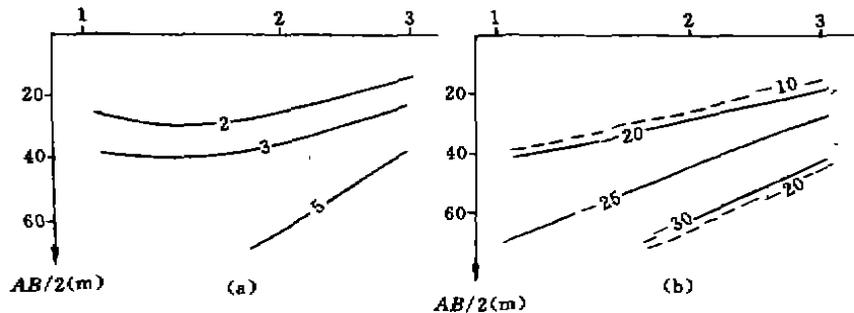


图 4 田家坪水库电测深  $F_s$ (a)和  $\Phi_D$ 、 $\Phi_G$ (b)等值线断面图

### Several Issues on Electrical Surveying of Hidden Dangers of Dams

Chen Shaoqiu

Geophysical prerequisite on surveying the hidden dangers of dams and the distributive patterns of  $\rho_s$ ,  $F_s$  and  $\Phi$  etc. anomalies produced by the electrical surveying of hidden dangers of dams are discussed, which can be used to determined geological reasons and the positions of the hidden dangers of dams.