

物探在检测地下管道渗漏中的应用

宁 力

(辽宁有色物探工程公司)

物探方法可有效地检测出地下管道的渗漏情况。常用的方法有：电阻率法、自然电流法、湿度与温度测定法。文中概述了用上述方法取得的效果。

关键词：水管渗漏检测；电阻率法；自然电流法；湿度与温度测定法

随着城乡供水事业的发展，使地下管道网纵横交错。但这些管道长年埋于地下，受土质和地下水的腐蚀，加之其他因素的影响，管道穿孔或折断的情况时有发生。由此而造成的水的损失量约占供水量的4~8%，个别地区高达20%。地下管道的渗漏部位往往难以确定，即使漏水受压力作用冒出地面，也因土质疏密程度差异的影响，冒水处并不能真正反映管道漏水的实际部位。

因此，准确而快速地测定地下管道渗漏位置（漏水点在地面上的投影），对节约水资源有很大的现实意义。

实际上，地下埋有很多各种类型的管道，使用物探方法寻找这些管道，并检查它们的破损情况，已经取得了良好的效果。本文着重介绍我们应用的地下管道渗漏的测定原理及其应用效果。

原理及方法

众所周知，物探方法的有效性是建立在被测目标物与其周围介质物性差异的基础上的。当地下管道漏水时，必将在漏点周围引起一系列的物性变化，如温度、湿度、导电性等。本文介绍的有以下几种方法。

1. 水声法

当地下管道漏水时，在水压作用下，冲击、摩擦管壁及壁外介质，产生一定程度的漏

水声响。这种漏水声响由3部分组成：

(1) 水冲出管壁，产生振动声，其频率在80~250Hz之间。

(2) 水冲出管壁后，冲击周围介质，如粘土、砂土或黄土等产生声响。其频率较宽，主要集中在250~600Hz频段。

(3) 水长时间冲击周围介质，在漏水处形成空洞，构成一个“共振腔”。该处声响的振幅较大，频率较低，主要集中在60~80Hz频段。

上述声响通过土壤传至地面。在地面用声电转换器可将漏水声转换成电信号，经放大后用耳机或仪表可指出漏水点位置。

2. 湿度法

地下管道漏水时，渗漏水向四周扩散，在地面产生一个湿度异常地段。用“土壤湿度仪”直接测定，或采集一定深度的土壤样品测定其水份含量，圈定出湿度异常地段，由此确定漏水点的位置。

3. 温度法

地下管道漏水，周围介质湿度增大，蒸发速度加快，显示一个强烈的吸热反应。该地段会出现一个相对低温异常带。测量一定深度土壤的温度值，可确定漏水点位置。我们使用PE-4高灵敏度便携式温度计，用铂膜作温度传感器，分辨率为0.1℃。

4. 地电法

(1) 自然电位测量 水溶液在孔隙或裂隙中运动, 就会产生自然电位; 在土壤中流动会引起过滤电位或流动电位。有水存在和有上升水流的地段可测到正电位; 高渗透带和有下降水流的地段可测到负电位。测得的电位差一般为毫伏级。

图 1 为沈阳某消防管道向上渗漏引起的自然电位正异常, 图 2 为沈阳某消防管道向下渗漏引起的自电负异常。现场采用一对不

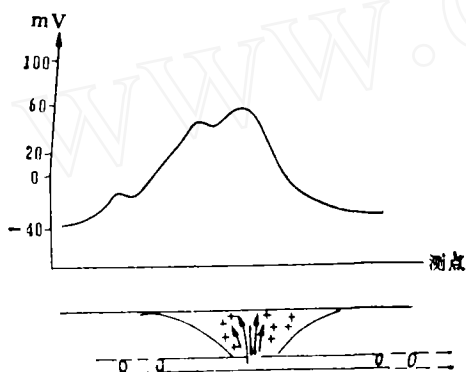


图 1 管道向上渗漏引起的自电正异常

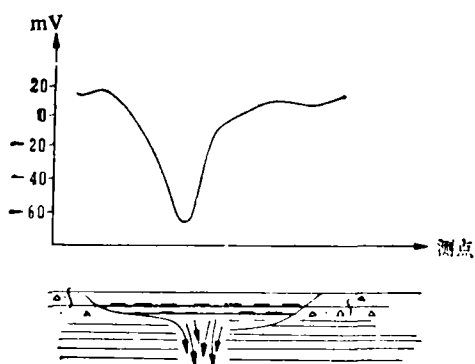


图 2 管道向下渗漏引起的自电负异常

极化电极进行电位法测量, 所用仪器为 TD-800C 数字万用表, 输入阻抗为 $20\text{M}\Omega$ 。

(2) 电阻率法测量 在渗漏点土壤水份增加, 电阻率值降低。在渗漏点附近用小四极电阻率装置圈定“低阻地段”, 可确定渗漏点的位置。实际工作中采用 $AB=4\text{m}$, $MN=1\text{m}$, 供电电流强度控制在 50mA 左右。

应用效果

1989年初, 沈阳某地进行地下管网测漏工作。总计测漏 9420m , 发现严重渗漏地段 7 处, 一般性渗漏点 12 处, 取得了满意的效果, 受到用户好评。

1. 测试情况

先用水漏检测仪在地面(管道上方)或阀门井上监听有无漏水声(为消除环境干扰, 可夜间检测), 并判断漏水地段。其次, 在漏水地段附近, 测定湿度、温度、自然电位和电阻率, 以更准确地确定漏水点位置。

图 3 a 是沈阳某地 54 号漏水点上测定的土壤电阻率和土壤相对湿度曲线。湿敏元件入土深度为 30cm 。为了解深度对测定结果的影响, 在 52.5 号点和 65 号点做了将湿敏元件插入土壤 30cm 和 50cm 两个深度的测试。结果表明, 两个深度的湿度异常值相差很小。

在 54 号点附近, 视电阻率有降低的趋势, 并伴有明显的湿度异常。相对湿度值高出背景值 $7\sim 8\%$, 与挖验结果吻合。

图 3 b 是在该渗漏点上用电位法测到的自电曲线。可见 54 号点附近有明显的自电正异常。图 3 c 是该渗漏点上测得的地温曲线。

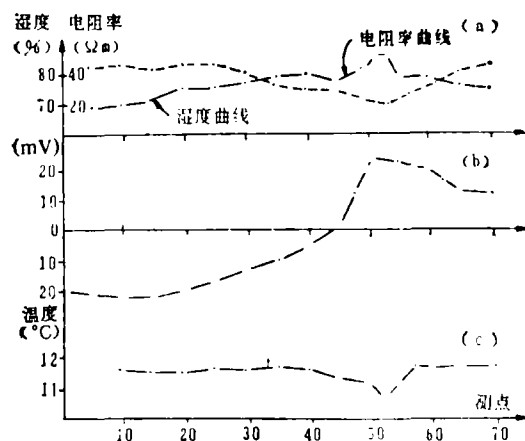


图 3 沈阳某地 54 号渗漏点的土壤电阻率、相对湿度 (a)、自然电位 (b) 和地温 (c) 的测量剖面图

测定时,外界的环境温度为17~19℃,热敏元件入土深度为1m。在54号点附近有明显的低温异常。

图4是在54号渗漏点上方测得的自然电位平面等值线图。自电异常的长轴方向近于东西,为地下输水管道的延长方向。54号渗漏点与自电异常的极大值相吻合。

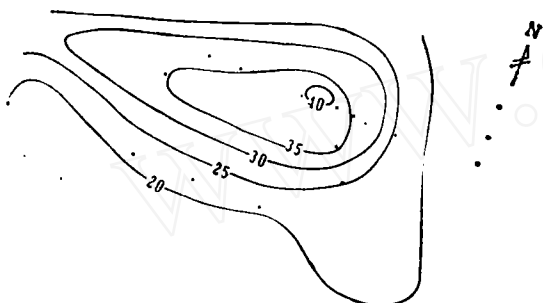


图4 沈阳某地54号渗漏点自电平面等值线图

图5是沈阳某地另一渗漏点(37号)的自电异常曲线。无论采用梯度法或电位法进行自电测量,在37号点附近均有梯度曲线的过0点和电位曲线的正极值出现。

由图1~5清楚可见,在54号、37号渗漏点上用地温、地温、地电测量均可获得明显的结果。

2. 验证结果

54号渗漏点挖到1.6m时,见到三股清

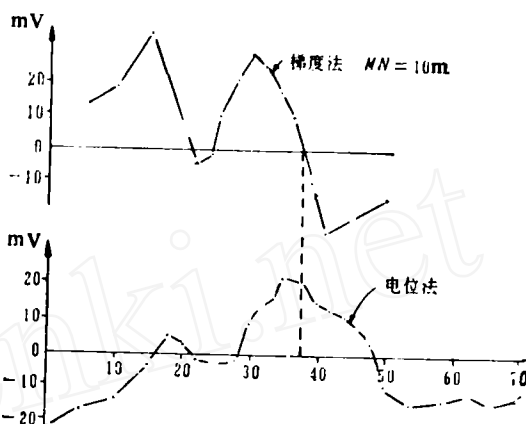


图5 沈阳某37号渗漏点自电异常曲线图

水泉涌般往上冒(管道中心埋深1.8m)。

37号渗漏点,挖到1.8m时,见两管接口处漏水,离接口20cm处有一沙眼往上涌水。

结 语

对沈阳某地下管道渗漏测定资料及验证表明,采用水声、地温、地电等方法测定地下管道、甚至水库渗漏是完全可行的。验证结果误差<1m。由于施工条件的不同,应尽可能以一或两种物探方法为主,其他方法作为辅助手段。在工业游散电流干扰较小的地区,采用自然电位法测漏效果尤其显著。

Detection of Water Leakage Pipe by Geophysical Method

Ning Li

Leakages of water pipes can be effectively detected by using geophysical methods, among which, resistivity, self-potential, moisture and thermometric measurements are generally employed. In this paper a practical case with positive result is shown.