

实任务。

从 1988 年起,我总公司陆续购置了 SIR—3 型探地雷达(美),WL200 型(日)、SJY—3 型(中)、HL2000 型(德)电子听漏仪,dK1000 型相关检漏仪(德)及 RD400 型探管仪(英),PLI30 型探管仪(日)等七种仪器。用于成都市给水管网的探管、检漏工作。同时组建了专门的检漏班子,经过数年的实践、消化,我们对这七种探测仪器的性能、操作要点、适用范围以及如何综合利用有了一定的认识,在实际运用这些仪器探管、检漏方面也取得了初步成果。

一、各种探测仪器的使用要点

SIR—3 型探地雷达由天线向下发射电磁波,在管道、地层含水量增多等介质电性(主要指导电率和介电常数)发生变化之处产生反射波,反射波再被天线接收、处理后,雷达图像可以显示在监视屏幕上或打印出来。通过对雷达图像的识别和解释就可以进行探管、检漏(1)。

探地雷达在工作前,必须对地下管线的大概情况进行了解,初步估计管线的埋深、分布情况、管径大小,以便合理选择雷达参数,天线运行速度等。探管时,使测线方向尽可能与被测管线走向垂直,被测管径愈小天线拖动速度愈慢,这样才能显示出较易识别的雷达图像。以 300MHZ 天线为例,天线移动速度如表 1 所示。

表 1

管径(mm)	100—300	300—500	500—800	1000 以上
天线移动速度	爬行	慢步	正常步行	跑步

探管检漏时,测线方向需与管线走向一致。直径在 200mm 以下的管线上检漏,可使天线沿管线上方地表面移动;管径大于 300mm 的检漏,则需沿管线两侧地表面移动,以便检测管线侧面漏水。在探测过程中,天线尽可能保持匀速运动,同时必须保证天线与地面的耦合距离一致。在管线埋深为

0.5m—2m 时,选用 300MHZ 天线,埋深为 0.5m 以内选用 500MHZ 天线。在连续探管时,必须首先测出管线的纵剖面图形,在不改变雷达探测仪使用参数的情况下,连续进行管两侧测试。这样以利图像的比较、判读。在钢筋较密集的混凝土路面或湿度很大的地方,对管线探测具有一定的难度。

RD400 型探管仪是采用感应法和直接法两种方法工作,有条件的地方最好采用直接法,也就是将发射机发出的可选择频率信号通过信号夹钳直接送到管线上的阀门、消防栓或管道明露点等处,接收机即可在相应的管线上方收到这一信号,并进行定位和连接追踪。在具有多种管径的分支线中,可根据接收信号的电平分配量大体区分管径。探测时,接收机的水平天线必须与管线走向垂直(此时可测得最大信号),探测深度时接收机读盘应放置水平,以保证探深精度。

PLI30 型探管仪是利用振动波沿管内介质水来传递声波进行探测。在消防栓接口处向管内水中附加一个和水共振频率相等的振动波,使其传至远处,管内水传递的声波再经管壁、土传至地面,用接收机捕捉到这个信号就可确定管线位置。操作时必须保证振荡器与管口水直接接触,不允许存在气垫层。

SJY—3 型电子听漏仪采用声波全域式(50HZ—2000HZ)探测,未设计滤波电路,操作简单,但抗干扰能力小,只能在夜深人静时工作,且其传感器灵敏度不高。WL200 型电子听漏仪设置了高频、低频、全频三档滤波,可有目的地排除一些噪声干扰,突出漏水噪声。操作时可根据操作人员的经验,从耳机和电屏显示对漏点噪声进行判断。

HL2000 型电子听漏仪功能最齐全,它设置了 8 级电路滤波,8 位噪声信号拾取记忆,能进行频率分析,找出漏水噪声的主频范围,还能进行综合信息强度分析,准确找出漏点,缺点是其电路内部噪声干扰较大,

操作人员容易疲劳。

以上三种型号的电子听漏仪都采用电子模拟放大原理制成,只是在功能设置上有所差异,使用者必须了解这些差异,才能有效地使用它们。

使用电子听漏仪检漏时,一定要知道管道确切位置及分布,偏离管线 0.5m 以上可能导致探测失败,探测人员必须具备一定的实践经验,以便正确区分弯头、三通、暗埋闸门引起的水击声与漏水声的差别,否则会出现错判。

dk1000 型相关检漏仪利用漏水声传到两个传感器的时间差来确定漏水点。dk1000 型相关检漏仪由电脑控制,菜单提示,采用人机对话系统,使检漏更快速、更准确。使用时必须注意以下几点:

(1)使用相关检漏仪,必须保证传感器与管道良好接触。

(2)为了准确确定漏点,dk1000 型相关仪设置了线性回归处理功能,但这常要求 3 个以上的数据,回归结果方才可靠。实际上很难在有效探测距离内找到数个可放置传感器之处,这就限制了 dk1000 的功能发挥。为了弥补这一不足,可采用互换两个传感器的位置,进行两次检测的方法,当前后两次探测的漏点误差在 1m 以内时,可认为探测结果较准。

(3)两传感器之间的管道长度必须精确测定,因为探测结果的精度是所测长度与真实长度差值的一半。

(4)dk1000 相关检漏仪的滤波选择非常重要,若能用其它方法测定出漏点的噪声频率范围,合理选用相关仪的滤波,则可加速检漏,更准确确定检漏结果。

二、管网中探管的适用性

不管采用哪种方式检漏,都必须预先知道管网的分布情况,这部份可由管线竣工图得知,但常常遇到的情况是管线分布不明,此时就必须使用探管仪,探管仪是检漏必不

可少的辅助工具。RD400,PL130 型探管仪及 SIR—3 型探地雷达等由于其工作原理不同,也就有不同的适用范围。

RD400 型探管仪抗干扰能力强,能快速准确地探测出金属给水管道。在多种管线地段亦可迅速地测定管道和埋深。此探管仪用直接法能探测钢管达 200m 以上,铸铁管 150m 左右,测深达 2.5m。PL130 型探管仪能较好地解决非金属给水管道探测方面的问题,但 PL130 不能测管道埋深,且探测距离有限(<150m)。若找不到消火栓等管道附件供给振荡器向管内水中传声,PL130 探管仪的作用就难发挥。

SIR—3 型探地雷达可连续测得地下剖面,无论对金属管道,还是对非金属管道都能得到直观的雷达图像。应用雷达探管,只需布置两组互为垂直的测线,就能迅速查明地下管线的分布情况。

要使雷达有较大的探测深度,就必须选用低频率天线,另一方面要获得较高的分辨率,又要选择高频率天线。因此必须处理好二者的关系,一般情况下,探测深度在 0.5m 以内可选用 500MHZ 线,0.5~2m 宜用 300MHZ 天线。

三、管网检漏的适用性

我总公司目前配备有电子听漏仪、相关式检漏仪、探地雷达等三类检漏仪器,近年来用于寻找暗漏,查出供水管道的早期漏水,并正在开展对重点供水管道作定期检查。在实际应用中,各类仪器各有其特点及适用范围。

电子听漏仪包括 SJY—3、WL200、HL2000 三种型号。其中 SJY—3 型采用全频式工作,受环境噪声影响极大,在工厂、高压电网等存在永久性噪声的地方基本无法工作,其它情况下也只能在夜间工作。WL200 型听漏仪较为理想,由于设置了高频、低频、全频监听方式,能有效地衰减外界噪声,提高漏水噪声电平接收率,在持续

噪声不大的情况下,有经验的操作人员也能判定管线漏水点。经 267 次检漏结果表明,应用 WL200 型听漏仪检漏的准确率与路面性能有很大的关系,当管道埋深在 2.0m 以内,水压为 0.25~0.3MPa,漏水口孔径为 30mm 左右,精度为 ± 0.5 m 时,混凝土路面检漏准确率可达 98%,沥青路面为 85%,紧密泥土路面只有 40%,而松散泥土及草地上则效果极差。HL2000 型听漏仪则因设计了 8 级滤波电路,适用性更强,可以储存 8 个位置的探测结果,通过比较这 8 个位置的噪声大小,可准确确定漏点,同时 HL2000 的频率分析功能,可为相关检漏仪提供漏水频率选择,故 HL2000 是一与相关检漏仪配合使用的最佳仪器。HL2000 型听漏仪的缺点是其传感器过于笨重,不便操作。同时,其内设发光管的噪声对探测效果影响较大。

电子听漏仪的局限性在于存在以下情况之一时,效果较差,有时甚至无法确定漏点:①水管埋深大于 2.5m;②水压小于 0.1MPa;③属于渗滴漏,漏水太小;④探测地面有积水流动,地面土质松散;⑤附近存在高压电缆;⑥漏水在地下形成暗流;⑦操作人员经验不足,对音频分辨能力较差。

相关式检漏仪是目前能准确确定漏点,具强抗干扰能力的一种仪器,尤其对穿越建筑物或河底的管道进行检漏的作用是其它检漏仪器不可替代的。

我总公司从德国引进的 dk1000 型相关检漏仪可进行管道传声和水传声式探测,但因购买时水传声传感器尚未出售,使得其功能受到一些限制。由于相关仪要求在有效检漏长度内被查管道至少有两个明露点(如消火栓、阀门、水表等)以供放置传感器,而在采用单通道发射,以管壁传声式检漏时,一般铸铁管超过 200m 效果就较差,水泥管有效探测距离则更短。因此,我总公司购置的相关仪只适用于对引接点较多的配水管

进行检漏,对引接点稀少的输配水管,则需采用挖土或打钢钎至管壁等辅助手段。

广州市自来水公司 1992 年购买了一套英国雷迪公司生产的 ELAN—增强型相关测漏仪,他们对 63 个漏点的检测统计,归纳了以下几点见解⁽²⁾:①ELAN 相关检漏仪探测精度为 96%左右,其中漏点误差为 ± 2.0 m 时占 85%,误差为 ± 2.0 — ± 3.0 m 时占 11%;②可准确检测到漏点 探测范围为:钢管 800m,铸铁管 750m,水泥管 500m;③检测精度与管理深无关,与外界噪声也基本无关;④当管中压力小于 0.15MPa 时,检测精度较差;⑤相关仪与其它检漏仪器配合使用可达到较好的效果。

从 1991 年开始,我总公司就利用引进的 SIR—3 型探地雷达进行检漏、探管,至今已探管近 25Km,发现暗漏 7 处,地层沉降处,查找不明管线 300m 以上,被埋给水井盖 4 处。⁽³⁾

传统的检漏方法是查找漏水发出的声源,干扰因素多,对管网资料了解程度也要求较高。探地雷达则利用电磁波发射法,通过查找地下水穴或含水率突增地段来间接检漏,对管道的材质、接口形式、水压高低等均无要求。探地雷达还可测出不产生漏水声的暗漏点,由此查明管道上较大的暗漏。

探地雷达的另一个特点是可用来巡管、预报爆管。爆管的原因很多,其中包括管道周围地层不均匀沉降,造成管道折、裂;以及年久失修的暗漏逐渐演变,造成管道最终破裂。而探地雷达正好可直观显示出管道及周围地层的不均匀沉降情况,以及暗漏造成的水穴地含水率的剧增。因此,利用探地雷达对一些重要道路下面的输配水管道定期进行“健康检查”,查出爆管前的征兆,避免造成重大损失是可行的。

同时,也应注意到探地雷达的以下局限性:①不适用于地下水位高于管道位置的地区;②不适用于海水渗透的地区;③不适用

于地下介质导电率大于 0.01S/m 的地区;
④不适用于钢筋密集的混凝土路面下的管道探测;
⑤只能探测漏水范围,不能确定漏水点;
⑥探地雷达图像具有多解性,只有经过训练的专门人员才能正确判读。近两年大连理工大学将雷达图像资料进行了后处理,可描述管道外形,使其较直观,从而改善了判读条件。

四、各种探测仪器的综合使用

当前,任何一种仪器都难以独立完成给水管网全部的探管和检漏工作,这就要求综合使用多种探测仪器来达到有效降低管网漏水的目的。

要综合使用好探测仪器,必须满足以下条件:首先,检漏人员必须全面熟悉和掌握各种探测仪器的原理、性能、和方法及适用范围;其次,检漏人员必须熟悉地下管网基本情况及管线周围地质情况。这样,检测人员才能做到心中有数,知道在什么情况下用什么仪器。能用一般仪器完成任务情况下,不动用贵重仪器,以降低探测成本。

综合使用探测仪器包括两个含义,一是指根据各种仪器的适用范围按需选用。我公司已开始对 400mm 以上,分布在慢车道下的输水配水管道用 SIR—3 型探地雷达定期进行巡检;对 300mm 以下,接引支管较多的配水管道定期用 dk1000 相关仪及电子听漏仪进行巡检以加强对管道漏损的控制。二是指在同一段管道上,同时使用两种以上的探测仪器检漏。譬如,1994 年 10 月,我们在都江堰市的一次检漏工作中,就使用了四种探测仪器。由于漏水性质为明漏,但因路面到处向外冒水,加之地下管线情况不明,无法确定漏点,才决定使用仪器检漏。我们首先在漏点两侧找到了两个距离最近的消火栓,用 RD400 探管仪确定管线位置及埋深后,首先用 WL200、SJY—3 型电子听漏仪检漏,因周围干扰太大,没有奏效。于是我们使用 dk1000 相关检漏仪,第

一次探测结果与互换传感器位置后的第二次探测结果相差达 2.0m 。为了再缩小漏点范围,晚上用听漏仪在相关仪确定的区域内反复探测,最后确定了漏点。

一般情况下,我们检测漏点按以下两个工作流程进行:

①当检测范围小,且管道两明露点距离近时,

查阅管线竣工图→用 RD400 探管仪核实管线位置→用 dk1000 相关仪进行探测→用 HL2000 听漏仪核实漏点声频范围→用调整滤波设置后的相关仪再测试→施工核实并作资料保存。

②当检测范围大且管线两明露点间距离远时,

查阅管线竣工图→用 RD400 探管仪核实管线位置→用 SIR—3 型探地雷达沿管线扫描→在怀疑漏水地段用 WL200 复查漏点→施工核实并作资料保存。

五、居民小区检漏

随着城市建设的发展,居民小区日益增多,小区内错综复杂的管线增加了检漏的难度及工作量。另一方面,小区内用水时间的集中,管道明露点较多,也为检漏提供了便利。

在进入各居民小区的总管主阀门侧安装旁通检漏总水表,尽量在同一时间内抄录尚未关闭的用户分表和旁通总水表的过水量,抄表时间差愈小愈好,两者之间计量的差额即为漏失水量,如差额按管线长度和时间核算,未超过允许值,则漏损正常,不必在该区进行检漏工作,否则须在该区进行检漏。检漏仪器可采用电子听漏仪,相关检漏仪等。

在小区安装旁通检漏总水表时,必须注意以下几点:①平时开通主阀门供水,在晚上关闭主阀门,由旁通检漏水表供水;②晚上检漏时,用户分水表能关闭的尽量关闭;③检漏总水表应有较好的灵敏度及相应过

流量;⑤主阀门应关闭严密,若小区内有多条进水管路,其进水管上的主阀门应同时关闭。

采用小区安装旁通水表法的优点是可按供水管网划分检漏范围,只是抄录水有(包括总表和用户分表)的读数即可判断该区漏水情况,减少了巡检漏点的工作量;缺点是初期管道改造时,需安装旁通水表及主阀门,投资较大。另外,若主阀门不严密,会影响探测效果。

在没有安装旁通水表的情况下,也可采用移动式的带传示仪的高精度的、有瞬时读数的流量计用于小区检漏。操作时,只需将流量计插入进水管,当在深夜记录到的最小瞬时读数超过允许值,就必须在小区内进行检漏。

六、结论

①各水公司在选购检漏设备时,应考虑经济投资的效果。在当年修漏费用+十年检漏费用 $\approx$ 年损失水量的损失费时,检漏设备的投入是合理的。

②七种探测仪器各有其优缺点及适用性,在实际操作中应视具体情况而定,扬长避短,选用最合适的仪器。

③探测人员必须充分熟悉各种仪器的性能及操作方法,充分了解管线分布情况及管道以前的修漏、换管情况。总之,对管网的熟悉是很重要的基本功。

④探地雷达具有探管、检漏两项功能,

但其局限性也明显,加上价格昂贵,只有具备条件一类水司才可考虑购置。二类以上水公司可以配备相关仪,各类水公司都应配备电子听漏仪,从而有效地控制漏损。

⑤管网探管,检漏是专业知识和实践经验高度结合的工作,因此检漏人员必须专业化且相对稳定,这样才有利于检漏技能的提高。

⑥每次检漏后都必须作好原始记录,内容应包括管材、管径、水压、漏洞类型、管道埋深及周围地质情况,仪器选用参数等。

⑦有条件的地区可采用小区检漏法,以减少工作量。

⑧仪器检漏应与目视判别管道周围地形、地貌相结合。如白天巡视管道沿线,发现面下陷、积水,青草生长茂盛等现象时,晚上揭开下水井盖,发现水流过大时,都应对可疑地段应用仪器检漏。

⑨检漏工作是一项艰苦、复杂、耐心、细致的工作,对检漏人员的素质要求很高,除了需具备丰富的经验和扎实的专业基础外,检漏人员还需具备认真踏实、吃苦耐劳的品质。若无认真的工作作风,再先进的仪器也难发挥作用。

⑩对专业检漏队伍可考虑实行独立核算或二级核算的考核方式,暗漏检出率与工资效益挂钩。

成都市自来水总公司

何维华 李小矩 何永恒

城市供水,输水管道材料 经济技术指标,比较

大口径输水管道的材质和经济 技术指标的比较

28-33

TV672.2

王勤华

随着城市用水的需求量的增加,城市供水水源的长距离跨流域的输水工程已经在

许多沿海城市建成,在我国内陆地区也开始兴建大型引水工程。为了减少渗漏,避免沿