

39-102

工程物探技术发展及其市场开拓浅析

王继伦

(冶金部地球物理勘查院·保定·071051)

p642
F407.15



作者学术简历 男, 1930 年生, 冶金部地球物理勘查院原院长, 教授级高工, 国家现代地质勘查工程技术研究中心专家委员。主要学术成果: “位场坐标网模拟转换法的理论基础”, “二维最佳线性数字滤波器的设计原理”, “变频激电法中电磁感应耦合效应的基本特征和近似改正方法”及“综合航空物探方法的研究与应用”等。

摘要 随着我国国民经济持续的高速发展, 提出了大量工程物探问题。应用目前已有的物理探矿方法与仪器去解决上述问题, 通常是有效的, 但应看到随着工程物探市场的竞争加剧与潜在市场的开拓, 促进工程物探引进高新技术发展其自身的方法技术和专用仪器是当务之急, 物理探矿工作者应抓住这一机遇, 尽快占据和开拓日益开扩的工程物探市场。

关键词 工程物探 技术发展 潜在市场开拓

工程基础, 地球物理

我国改革开放以来, 随着国民经济的持续高速发展, 各种工程建设项目不断涌现, 提出了大量的工程地质调查与工程检测问题, 而历来已建成的工程建设项目的质量监测、检测与维护问题也日益增多, 被不断地提到议事日程上来。

为适应上述社会发展不断增长的需要, 工程物探技术迅速发展。据初步统计, 在国外近 20 年来工程物探的投资已远远超过了固体矿产物探的投资。显然, 这也是国内工程物探发展的趋势。

通过上述简要的分析可知, 对于当前过剩的物理探矿科技人员而言, 认清这个形势, 主动从物理探矿的低谷转向物理探查的一个重要分支——工程物探的广阔市场, 将是大有可为的。

工程物探的应用领域和市场当前主要有: 铁路、高等级公路及机场的兴建; 不同条件下水库等水利工程及水电站的建设; 各类矿山建设、生产和巷道掘进中的特殊探查需

要: 各类路基、桩基质量的检测; 港口码头选址及施工前的水、陆探查; 地下埋设物分布的调查; 地下油、气及供水、排水管道的测漏与测腐蚀; 地下大型工程项目(地下油库、核废料储存等)的选址等等。

在上述工程项目中有下列各类工程探测问题需要用工程物探方法去解决: 工程建设区域内断裂构造、地下岩溶的勘查; 铁路、公路、隧道及输水涵洞的选址调查; 巷道掘进中防患的超前探测; 地基、路基、高等级公路路面及砗体的质量检测; 基岩深度调查与区域稳定性评价; 岩土力学参数原位测定及岩土分层; 堤坝、水库、水电站等水利工程基础地质调查; 探查堤坝坝体中原生和后生空洞及裂缝、塌陷、渗水及坝体隐患地段; 过江隧道及桥梁基底调查; 边坡、滑坡、泥石流调查及稳定性评价; 地震影响小区划分; 核废料仓、地下油库的防渗及稳定性评价; 桩基、墩基原位检测及灌浆效果检测; 煤田生产建设中的自然区、火成岩体、陷落柱、断层及煤成气即

基探

瓦斯积聚区的探测;油田开采中注水水体的静态和动态监测;矿井水害源及其通道的调查;城区、矿区地下断裂带和塌陷、沉降等调查;港湾、湖泊水底地形及沉积厚度的调查;考古探测及古迹保护等。

在上面列举的应用领域中需要工程物探解决的各种问题,绝大多数可以应用包括抗干扰高分辨浅层地震法在内的物理探矿已有的各种方法的原理与相应技术,结合工程的实际条件与要求来解决,因为工程物探与物理探矿所探测的目标虽然不同,但它们所利用的都是物性的差异和测量各种物理场的方法技术以及对测量结果的反演解释方法。这一共性能为我们固体矿产物探摆脱困境走向日益兴旺的工程物探市场提供一条很好的技术通道。

工程物探也有其自身的特点,主要是:通常工作量较小,工作时间短促紧迫,因此工作上要求快节奏、高效率乃至现场提交成果;场地干扰大,这在许多工程现场是不可避免的,所以,抗干扰的方法技术或技术措施常是十分必要的;对探测结果的精度要求高,工程物探主要是浅层或超浅层探测,这是有利的一面,但探测结果的精确度和可靠性要求很高,否则就满足不了工程的实际需要,这是困难的一面。后者也是工程物探技术发展中的关键课题,例如高速公路路面质量检测,对硬路面厚度分层误差要求小于 5mm,高层建筑下要求找出大于 1m 的所有溶洞,土质堤坝上要求测出很小的獾窝、鼠洞等隐患,地下管线探测要求位置误差小于 10~15cm 等等。因此必须进行高精度、高密度乃至连续的测量,对测量结果给予精确的反演。

我国工程物探技术于 50 年代开始兴起,分属于各建设和工程部门,但近年来全国物探队伍随着计划经济的解体,所形成的大量闲余人员被推向工程物探市场。有关人士对目前全国从事工程物探的专业技术人员的总数估计为 2 万人左右。他们应用原有的或部

分引进的设备技术,迅速地投入工程物探市场,在不断开拓市场的同时,也形成了明显的竞争态势。这是我国目前工程物探技术发展与市场开拓的第一个层次。

为扩大工程物探技术应用范围以满足社会经济发展中工程建设市场的多方面的需要,它正在迅速发展其自身的专业技术与仪器设备,开发具有其自身特点的高新技术体系。

近年来国外工程物探研究与发展的新技术、新仪器很多,其中具有代表性的有:

(1)探地雷达 它是探测浅部土壤和岩石地质特性的一种新技术。最常用的是反射剖面模式。应用这个模式可测定大地中雷达信号的速度与衰减情况,从而测定具有导电性差异的特征体的边界及圈定导电异常体。它的优势在于:①对地面和地下条件无任何破坏作用;②可以在城市内各种噪音环境下工作,环境干扰影响较小;③通过改变中心频率可以改变其探测深度和分辨率,以适应不同的探测要求。

探地雷达的应用范围包括:浅层工程地质填图,岩土中洞穴、断裂、裂隙带、溶蚀带、陷落漏斗及小构造探测;隧道周围、掌子面前方隐患的实时调查;地下管道(金属的或非金属的)、电缆及埋设物,古遗址探测;基岩风化带及地下污染带划分等。

冶金物探系统已引进一批同一型号的探地雷达,现在的任务是尽快掌握仪器与方法的原理,现场操作技术和数据处理、图像的解译方法。按照该型仪器的中心频率的可靠探测深度与分辨率,积极承担与解决相应的工程探测任务,创造经济效益。

(2)瑞利波法 它是一种利用瑞利波的频散特性进行工程地质勘探的物探方法。它利用设置在地表的激振器,通过改变激振频率,由两个设在地面的检波器测量不同深度的瑞利波传播速度,从而判别地下不同岩层的弹性特征。与其它物探方法相比,其优点

是:①分辨率高,这是因为瑞利波的传播速度低,波长短,同时可以人为地控制频率从高到低变化,从而实现由浅入深的勘测,可分辨出数公分到数十公分的岩层;②受场地环境影响小,可在十余平方米的场地上施工,也可在各种材料的地面上工作,且受环境振动的影响小,特别适合于城市的工程勘察。

瑞利波法的应用范围包括:第四纪地层划分,地基勘查及软土地基加固效果评价,检测坚硬盖层,如机场跑道、水泥路面等的质量,探测地下空洞和掩埋物,确定桩基入地深度及计算砂土地基液化势等。

国内现已研制出 PL-1 型瑞利波勘察系统。

(3)工程地球物理测深法 它是一种适合于近地表疏松层岩性勘查的新方法,属随钻测井法,即在钻进过程中及完钻后,先后观测 3 种与穿过的岩层固有岩性有关的参数:①钻头压力,是探管向下钻进时所承受的压力,它与岩层的抗断强度成正比;②自然伽玛放射线强度,用于确定地层的粘土含量;③伽玛-伽玛体积密度,用于估算岩层的密度值。另外,还可观测岩层的渗透系数及总压力,总压力为探管向下钻进时,穿透地层所需的力和探管管壁摩擦力之和。综合解释这些参数,能够准确地分辨与周围地层有一定岩性差异的厚度大于 20cm 的岩层。该方法的最大探测深度可达 30m。

与其它地面物探方法,尤其是地面电法同时使用,其应用的有效性会大大地提高。该方法的应用范围包括:水污染范围及程度评估,废料处理场地调查,工程选线(如公路、铁路及地下管道等),地基土壤调查,堤坝及其基土调查以及滑坡和潜在地质灾害预测等。

(4)声幅射监测技术 它主要应用于岩爆的预测。在巷道掘进过程中,由于岩体内部结构改变产生的力脉冲引起的弹性波辐射称为声幅射。岩石中主要的声幅射源是裂隙的形成、扩大和分岔等。对岩爆引起的破坏过程

的分析表明,破坏过程可分为两个阶段——稳定阶段和非稳定阶段。长期预测是指裂隙逐渐积累的稳定阶段到开始形成破坏源的非稳定阶段的过渡时期的预报,一旦这样的过渡阶段完成以后就要进行短期预报了。在岩爆发生前后弹性波能量有明显变化,稳定阶段脉冲能量较低,脉冲之间的时间间隔基本不变,而且时间间隔的差异和脉冲能量的变化都不大。一旦产生破坏源,则情况发生剧变,脉冲能量增大一个数量级以上,时间间隔减小。正是基于这些参数的变化,故通过声幅射监测可达到预报岩爆的目的。在前苏联北乌拉尔铝土矿矿床上利用岩压自动监测系统得以在 20~30 天之前预报了岩爆发生地点,并且在岩爆发生前 6~8 小时记录到破坏源的加速发育,从而成功地做出了短期预报。

(5)便携式 TM-3 型磁测系统 这是专门用于工程物探中由高精度及高密度组成的高分辨率磁测工作中的新的磁测系统。用它每天可自动定位测量 0.25m×1m 网度,分辨率为 1nT 的磁测数据 10 万个。数据自动记录,经微机处理后以黑白或彩色的图形或图像输出。

TM-3 型磁测系统的出现,使高分辨率磁测在平稳磁场背景条件下,可以解决众多常规磁测无法解决的工程地质问题,从而扩大了工程物探的应用范围和应用效果。

(6)McOHM-21 这是高度自动化的高密度电法勘探系统。各电极内装置的 CPU 执行电极的转换功能,该系统可对多达 750 个电极进行转换。

从测量过程中的电极转换,数据的采集,解释成果的输出都可以自动进行,而且还可以在 CRT 上对电流波形和电压波形进行监视,以保证所收集的数据是高质量的。因此该系统不仅适用于工程物探,而且还适合于电阻率法的“层析成像”技术的需要。

显然,从上面列举的几个实例中也可看出,高新技术的应用正在成为工程物探在激

烈的市场竞争中占领市场和开发潜在市场的一个决定性的关键。

高新技术在工程物探中的广泛应用,必将形成工程物探技术发展与市场开发的第二层次。它将是按照效果好、速度快、低成本和高分辨率的目标,以直接针对各类工程问题的工程物探新方法、新仪器的研究和应用为特点。它是即将到来的 21 世纪工程物探发展的新阶段。

可以预见,工程物探在 21 世纪,其技术的发展与市场的开拓无论在速度上还是在应用效果上绝不会比金属矿物探逊色,从而使得它在我国经济建设中的作用与提高其社会经济效益上将变得越来越重要。

最后,希望有志于工程物探事业的跨世纪人才,要抓紧这一发展机遇,在工程物探高新技术开发和潜在市场开拓上做出突出贡献!

DEVELOPMENT OF ENGINEERING GEOPHYSICAL TECHNOLOGY AND ITS MARKET ANALYSIS

Wang Jilun

Abstract A lot of various tasks for engineering reconnoitering have been put forward for the sustained and reasonably rapid development of our country's economy. Many of them can be fulfilled with known prospecting geophysical methods and equipments, but the demand for developing the existing and potential market is promoting utilization of high or new technology in engineering geophysics. Prospecting geophysicists who want to enter the developing engineering reconnoitering market must seize the opportunity and try hard to catch up with the rapid development of engineering geophysical technology.

Key words engineering geophysics, technology development, developing potential market