

我国水文、工程、环境地质物探的 现状、任务与发展趋势

王 振 东

我国水文、工程、环境地质（简称水工环）物探工作约始于50年代初，但当时队伍的规模甚小，涉及工程项目不多，发挥作用有限；60~70年代，水、工物探渐渐普及，除地矿、铁道、水电部门外，工交各部门、农业、商业乃至文化系统都直接或间接应用物探方法进行水、工地质调查和指导考古发掘工作。至80年代，随着我国改革开放政策贯彻实施和经济建设的发展，水、工、环物探工作得到了蓬勃发展，并取得了瞩目的成绩。

一、现状

（一）水文物探：水文物探是物探的重要分支，担负着找水和治水两大任务。现在使用电法寻找第四系含水层和岩溶裂隙水，一般都能取得较好效果。在包括碳酸岩、新老火山岩、深浅变质岩、碎屑沉积岩等各种岩性分布区，寻找各种裂隙形成的容水、导水构造方面也取得不少成功经验，如南京地质学校与江苏盱眙水利局以激发极化衰变场法所测得的异常为主，在玄武岩裂隙含水区确定井位，先后在岗地缺水成井10口，涌水量大都在600吨/天以上，最大达1320吨/天；郑州地质学校研究并采用天然电场选频法在河南省10多市县普查找水，定井位71眼，仅1眼失误，其它70眼单井涌水量30吨/时，核工业部门应用电法测量、伽玛测量、径迹测量等技术开展找水打井工作，两年为民打井2000眼，被群众誉为“海龙王”；地矿部水文方法技术研究所研究提出应用综合电法的多参数勘查山区基岩裂隙水的工作模式，在很多找水难度大的地区，勘查成井296眼，

成井率达92%；国家建材局用浅地震和四极测探在花岗岩地区、江西地矿局用双频激电在灰岩地区寻找地下水，也都取得显著成效。

在矿区治水方面，地矿部物化探研究所采用无线电波透视和高精度井温测量资料和煤炭部门湖北物测队用电测深资料，分别在不同矿区推断出奥陶系、石炭系岩溶裂隙发育带，为矿区治水提供了科学依据，取得了巨大的经济效益。

此外，物探在找寻热水或矿泉水、进行水文地质调查与水文地质分区、测水文地质参数、查找库区渗漏等方面也做了不少工作。如中国地质勘查技术院在西藏地热区取得的大地电磁测深成果中，指出羊八井、羊易乡、嘎日格、那曲、马曲和仁布工区的深部普遍存在低阻层，与中国地质科学院用微震等综合地震勘查方法推断的热源深度相近，对在这些地区进一步寻找高温热田有重要意义。地热测井可确定热水层位、查找冷水渗漏井段，为开发利用热水提供重要资料。

（二）工程物探：工程物探近10年来有较大发展，表现在使用方法多样、探测精度提高、适应能力增强、应用范围扩大等四个方面。

70年代初期只有地面和井中电阻率法，目前，已有高分辨率浅层反射地震法、综合电磁法、声波法、激发极化法、甚低频法、声频大地电场法、静电 α 卡法、地面和井中测温、放射性能谱测量、微重力测量、常时微动测量、微震测量、地质雷达测量、面波

勘探等多种方法。80年代新引进的和国产的工程物探仪器多为数字化增强型仪器,具有数据存储和处理功能,仪器的测量精度和成果资料的定量化、直观化程度明显提高。性能的提高,同时为增强适应能力和扩大应用范围创造了条件。例如具有信号增强功能的仪器可以在城市闹市区观测,小型轻便化仪器可以在狭小场地工作,以致近年来工程物探出现“上高山、下江海、入隧道、进城市”的趋势。

在工程前期工作中,为查明宏观地质构造格局和工程地质条件,物探作为综合勘探的一个环节发挥重要作用。在施工中,物探为解决一些工程地质难题发挥独特作用。如岩溶和地下洞穴、基岩裂隙水、松散土层覆盖地段的基岩地质构造(特别是活动断层)的探测,地温测量分析和江河海底的地质地理条件调查等,物探的作用都是难以替代的。当前在工程监理方面,物探也开始发挥作用,如基桩质量无损检测、隧道衬砌检测、路基地基压实检测等。某些大型特大型工程,如充一石选线、军都山等长大隧道的工程勘测、京津唐高速公路桥梁灌注桩质量检测、论证长江江底输油管线、朔一石线津沱河一号特大桥梁等重大工程勘察,由于应用了物探技术而明显提高了勘察质量,缩短了勘测周期,提高了经济效益。

根据现代工业发展的需要,各种建筑物对地基土的要求越来越严格,工程设计时,不仅要考虑与工程有关的地基土的静力特征,同时也要考虑地基土的动力特征,特别是1976年唐山地震后,与工程有关的土动力性质越来越受到广大工程设计部门的重视,进一步推动了我国应用工程物探对地基土动力参数进行原位测试技术的发展。

(三) 环境物探:环境物探是为解决环境地质问题而发展起来的新的物探技术分支。地矿部在国土整治重点片、大江河流域、主要交通干线和国民经济开发区所进行

的旨在评价地质环境的物探工作,是环境物探工作的重要组成部分,一些大面积的灾害地质调查和沿海海岸带综合地质调查中的物探工作,以及用于地质灾害预测治理的物探工作等,显然也属于环境物探工作的范畴。大量实例表明,物探方法在灾害地质的区域调查评价、预测预报和勘测整治阶段均可发挥作用^①。

随着社会进步和生活水平提高,人类对诸如地下水污染、土壤污染、地面水源污染、大气污染、放射性污染等问题日益重视。对此类污染问题,物探可以调查其分布范围,并评价其污染程度,从而为治理工作提供基础资料;在治理工作完成后,还可以采用同样的物探方法评价治理工作质量。另外,对工业交通和民用建筑设施的风化腐蚀问题,物探也能直接或间接发挥作用。

二、任务

(一) 根据国土整治规划纲要的要求,对全国19个重点片,首先是重点经济区、大江大河流域和重点城市,开展编测结合的区域物探工作,为国土整治提供区域基础资料 and 为宏观决策提出建议。

(二) 积极为能源、交通、城市和工矿勘察水源地,提供基础资料和水文工程地质参数。开发西北小流域,为贫困缺水地区和基岩山区找水以及为建设地下蓄水工作勘察服务。

(三) 以滇藏、闽粤和京津为重点,面向全国地热资源区的勘察与开发,为各省市地区地热资源远景预测和区划提供依据。大力勘查中低温热水,为地方经济和发展旅游服务,争取高温地热勘查有新的突破。

(四) 在西部交通干线、重要水道两侧、城市工矿人口密集地区,开展滑坡、崩塌和地面塌陷的调查与监测,为减轻地质灾害提供服务。

① 参见《中国地质》1990年12期“发挥物探方法在地质灾害防治工作中的作用”。

(五) 以国家重大项目为重点, 以计委“工程勘探技术政策”为指导, 为工程选址前期论证、地质构造稳定性评价、工程勘察和工程后监测等各阶段提供服务。

(六) 积极扩大服务领域, 努力提高社会效益和经济效益。大力开拓物探在地质和非地质方面的应用。

为此, 未来10年水工环物探需重点发展以下技术: ①各种电法、电磁法勘探技术; ②浅层地震勘探技术; ③微震测量与数据处理技术; ④微动测量与数据处理技术; ⑤面波勘探与数据处理技术; ⑥河湖和近海水域浅层地震与浅层剖面测量技术; ⑦地面与井下地质雷达测量和数据处理技术; ⑧弹性波、无线电波、电阻率层析技术; ⑨微重力测量与解释技术; ⑩高精度磁测与解释技术; ⑪核物探技术; ⑫以电、核、声、热为主体的数字测井技术; ⑬其它新方法新技术。

上述技术或技术组合应当为解决下列问题而努力: ①不同地质条件下(平原区、岩溶发育区、火山岩区)寻找地下水; ②勘察软弱地基, 特别是含有软弱夹层的地基; ③探测地下管线和洞穴; ④崩塌滑坡的调查与监测; ⑤文物调查、考古发掘和文物保护; ⑥寻找地下人防工程、战时弹药库和深埋未发炸弹; ⑦风化带工程地质条件评价; ⑧核电站选址与勘察; ⑨路基路面质量的快速检测; ⑩探测水坝、桥墩、混凝土构件、地下工程施工隐患; ⑪探测人工建筑物及其基础质量; ⑫测定与工程建筑设计有关的岩体土体物理力学参数; ⑬研究工程岩体及隧道洞室围岩的变形及趋势; ⑭地震小区划的物探最优化工作程序; ⑮评价场地基稳定性的物探最优化工作程序; ⑯有毒液体废料储存地和核废料处理场地选址; ⑰调查土壤盐碱化; ⑱评价岩石土壤中氡气危害性; ⑲圈定地下固体废料、探测地下污染源和污染范围; ⑳监测人类活动对地下水、地表水、土

壤的污染, 对地下设施、地面及海洋建筑的腐蚀以及采煤对地面设施的影响。

三、发展趋势的探讨

(一) “轻重并举”, 使“重型”物探技术与“轻型”精细物探技术同时得到发展

过去重型物探技术, 如大功率电法和探测深度4 000~5 000米的石油地震以及磁大地电流多用于深部地球物理调查、固体矿产和油气资源的勘查。现在一些深埋(1 000多米)长大(几公里至十多公里)隧道建设工程已不断提上日程, 如秦岭隧道工程。今后, 大功率电法等重型物探技术必然也要进入水工环地质工作领域, 在应用中得到发展。而如无损验桩、探测地下管线就要采用一些轻巧的物探仪器和精细的物探技术来探测微弱信息, 通过对所测波形、参数的十分细微的分析研究, 判断建筑构件的质量缺陷, 超浅层精细结构和物性参数。这类“轻型”精细物探技术近年来有较大发展, 今后有进一步发展的趋势。

(二) “软硬结合”, 使硬件的进步与软件的发展齐头并进, 彼此相得益彰

硬件方面, 不断提高仪器的测量精度与测量效率, 减轻仪器重量, 降低能耗, 向轻便化、数字化、多参数、多功能、高精度、高性能方向发展。与此同时, 软件的发展则与硬件相辅相成并弥补硬件的某些不足。在降低成本方面, 如瞬态激震面波勘探, 使老方法焕发青春的有折射地震的时间场法和哈莱斯法自动解释成图软件等。在被动源面波勘探技术中, 软件更起着很大的作用。

近年来, 由于数理统计、相关分析、模式识别, 数值计算中的最小二乘法、有限差分法、有限元法、积分方程法、三维数值解法、正演模拟、反演解释、各种拟合、各种滤波、各种变换的引进, 给软件发展注入勃勃生机, 也给整个物探带来活力。

(三) 老方法新技术同时发展, “古为今用”和“洋为中用”

我国最早的几种地质学教科书

王 仰 之

近代地质学在中国的兴起,不过100多年的历史。我国早期论及地质知识的书,除由外国原著翻译(如《地学浅释》系英国人雷侠儿——即莱伊尔Charles Lyell原著译本)和外国人所写的(如麦美德L. Miner的《地质学》,见《中国地质》1991年第4期33页)以外,中国人自己写作的地质学教科书,在早期到底有哪几种?近读1989年出版的《翁文灏选集》,该书第358~359页,有一份许家仪先生整理的《翁文灏在我国名列第一的贡献》,其中第二项说翁文灏是中国第一本《地质学讲义》的编写者。具体事实是:1914年,翁文灏专为当时的北京交通传习所铁路工程专修科中等班编写了《地质学讲义》。这本讲义是用法文写的,用石印印刷成书,计45页。虽然这本书并不是用中文写的,但它的作者,却是地地道道的中国人。

其实,据笔者所知,在翁文灏的《地质学讲义》印出前10年,即1904年,商务印书馆就出版过一本叫《地质学》的教科书,不过它也还是根据日本人的著作翻译的,翻译人为包光龢、张建辰。在此5年之后,即1909年,由我国现代地理学萌芽时期的代表人物张相文著、上海文明书局印行的《最新地质

学教科书》,才是由中国人写的、用中文印刷出版的第一本地质学教科书。

张相文的《最新地质学教科书》,写作过程中也参考了日本横山又次郎写的《地质学》以及其它有关书籍,但它并不是翻译。全书凡四册,评者认为“文笔调畅,取材丰富”,是“考求地理及研究矿学者之善本”。^①

在《最新地质学教科书》出版的前一年(1908年),张相文已出版了《新撰地文学》一书,也由上海文明书局出版。地文学和地质学的关系非常密切。该书按星界、陆界、气界、水界和生物界讲述,相当于现在所谓宇宙、岩石圈、大气圈、水圈和生物圈的体系讲述。

张相文的《最新地质学教科书》和《新撰地文学》,举的例子“悉以中国之事实为本”,和同时期的一些翻译著作,显然大不相同。这两本书“……尤亲切详瞻,诚教育国民之善本,言地质地文者多宗之”。^②它在当时的影响之大,可见一斑。

① 见《地学杂志》第1年第3号“图书介绍”1910年。

② 见陈学熙:《中国地理学家派》,刊《地学杂志》1911年第14期。

“古为今用”,一是在着意研究开发新方法新技术的同时,不要忽视老方法的应用;二是要注意老资料的二次开发,如编图和综合研究等,为新的任务、新的需要服务。

“洋为中用”,就是要不断吸收当代科学技术的最新成就,跟踪国外物探科技前沿,移植和引进国外新方法新技术,如人工源和天然源面波勘探技术、高密度电阻率法、聚焦电阻率法、核磁共振测量以及压电

磁法等。

(四)运用彩色图象处理技术进行多参数综合分析,使物探推断解释进一步形象化、量化、科学化。此项技术源于遥感图象处理,现已开始引入地面物探,特别适于多参数综合分析,由已知推未知,对于找水、找矿乃至工程地质评价、工程病害预测预报都将有良好的发展前景。

(地矿部勘查技术司)