

文章编号:1007-2993(2015)05-0217-06

# 第七届全国岩土工程实录交流会特邀报告—— 岩土工程勘察综述

周宏磊 侯东利 李根义 马秉务

(北京市勘察设计研究院有限公司,北京 100038)

**【摘要】** 概括总结近年来国内岩土工程勘察的技术发展,重点评述实录集收录的房屋建筑、市政、交通、矿山、水利项目以及不良地质作用、特殊性岩土的工程勘察技术特点。岩土工程勘察与工程设计咨询的联系愈发紧密,数值计算普遍应用于勘察阶段的地基基础方案、可行性基坑支护与地下水控制方案的比选分析,对工程建设与周边环境相互影响分析已成为勘察报告的重要内容。简要分析环境岩土工程面临的发展机遇与挑战,探讨了开展海外项目时的勘察技术标准问题。

**【关键词】** 岩土工程勘察;工程设计咨询;环境岩土工程;技术标准

**【中图分类号】** TU 19

**【文献标识码】** A

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2015.05.001

## General Report on Geotechnical Investigation Technology

Zhou Honglei Hou Dongli Li Genyi Ma Bingwu

(BGI Engineering Consultants Ltd., Beijing 100038, China)

**【Abstract】** The development of geotechnical investigation technology in recent years are summarized in this paper. Investigation technical characteristics for the recorded projects which including building, municipal, transportation, mining, water conservancy engineering are summarized, and especially emphases are laid on the projects under adverse geological conditions and the problematic soils. Nowadays, geotechnical investigation has much closer relationship with the engineering design and consulting, numerical analysis is widely used in the comparison and feasibility study of the foundation scheme, deep excavation and ground water control scheme at the investigation stage. The impact analysis for engineering construction and surrounding environment has been an important part of investigation report. The challenge and development opportunity of geo-environmental engineering is briefly analyzed, and investigation technical codes problem of the overseas project is also discussed.

**【Key words】** geotechnical investigation; design and consultant; geo-environment; technical code

### 0 引言

自上一届全国岩土工程实录交流会以来,伴随国民经济快速发展,土木工程建设量蓬勃高涨。大中城市的超高层建筑、大型公建群、高层建筑组团如雨后春笋般拔地而起,市政基础设施中的轨道交通、特大桥、过江隧道、地下道路、大直径共同沟或输水管线等地上、地下纵横发展,水利、电力、铁路(尤其是高速铁路)等各行业的建设步伐继续加快并走出国门,矿山和环境场地的治理修复及不良地质作用防治的力度空前,工程建设全过程质量和安全保障的检测监测纳入到了工程建设的重要环节<sup>[1-2]</sup>。

土木工程建设必然带动岩土工程产业迅猛增长,并进而推动专业技术发展与进步。在工程勘察领域,广泛的服务范围与领域,不仅促进勘察技术手段的丰富完善,而且勘探、物探、测试、试验、监测成果也有有机整合于分析评价中,三维地质、数值计算、数字成图、地理信息技术等得到普及应用,勘察与数

字测绘、规划、设计、建造、灾害防治及风险管理的结合愈加紧密,勘察质量管理制度的体系化、标准规范化已基本成型。同样还伴随着一系列新挑战和新问题,如复杂工程项目、特殊地质条件、高风险环境因素并存条件下,对勘察技术及成果评价可靠性的深度要求,深部地下空间、离岸工程、近海桥隧、超高填方、超深切坡等对勘察成果准确性的精度需求等。可以说,这些对勘察行业技术的挑战性甚至高过了所带来的业务发展机遇。即便是较为常规的建设工程,业已发生的工程安全事故,同样值得从业者深思。如上海地铁4号线越江隧道事故、杭州地铁一号线塌方事故、上海莲花河畔景苑倒楼事故、重庆武隆山体垮塌事故、贵阳“5.20”楼房垮塌事故均造成了重大的人员伤亡和财产损失。事故原因值得反思总结,对岩土工程从业者的警示同样深刻,工程勘察是保证工程质量和安全生产的重要基础,在迎接市场机遇之时,应时刻秉持对职业的敬畏尊重和冷静

思考。

经实录编委会的专家评审,实录集岩土工程勘察专题共收录论文 55 篇,其中工业与民用建筑 32 项,市政、电力、水利、尾矿库及不良地质作用 23 项。实录工程中的 8 项获得过全国优秀工程勘察奖。实录论文从勘察项目实施全过程以及后期验证,对每个项目勘察技术特点、创新性、经验认识进行了总结和分析,总体上代表着自上一届实录集编撰以来我国工程勘察行业的技术水平,既有勘察技术进步发展的成就,也有值得总结的经验和认识。

## 1 部分实录项目的技术特点

### 1.1 工业与民用建筑类

本专题共收录论文 32 篇,其中建(构)筑物工程 25 项(超高层建筑 7 项),工业生产项目 5 项,垃圾填埋场 1 项,事故案例 1 项。

建(构)筑物中超高层、高层建筑 15 项,以天津“津塔”、成都龙湖世纪城、北京国贸广场为代表的高层建筑,大多具有建筑结构体系复杂、建筑荷载不均匀、对地基变形敏感、基础埋置深且项目周边环境复杂等特点。如天津“津塔”项目地上 76 层,建筑高度 336.9 m,最大埋深 27 m,场地紧邻海河;福州江岸豪庭项目地上 30 层,南侧即为闽江;浙江光彩国际商务大厦地上 36 层,建筑高度 146.35 m,埋深 11 m,邻近钱塘江。建(构)筑物中大跨度公建项目 4 项,以北京五棵松文化体育中心、国家体育馆、郑州国际会展中心为代表的建设工程,具有体量宏大、结构体系复杂、局部集中荷载很高等特点。如北京五棵松文化体育中心最大竖向轴力达到 18000 kN,郑州国际会展中心柱底轴力 14300 kN,国家体育馆最大线荷载达到 70 t/m 等。工业生产项目以电站、电厂为主,鉴于其选址的特点,涉及了众多的特殊性岩土及不良地质作用,如珊瑚礁、红黏土、湿陷性黄土、滨海软土、吹填土、岩溶、采空区、煤窑塌陷等。

勘察方法丰富完善、采用综合勘测手段、岩土技术参数全面、对地基基础方案以及深基坑支护与降水进行针对性的深入分析评价是本次收录工业与民用建筑勘察实录的共性特点。众多项目均采用了现场地质调查与测绘、钻探、工程物探、原位测试、室内试验等相结合的综合勘察手段,部分项目中引入了背包式简易勘探设备,合理解决了设备进场困难的问题。在原位测试应用方面,除常规的测试方法外,很多项目采用了一些特定的测试手段,如对珊瑚礁灰岩进行了平板载荷试验,对黏性土和软土采用静力触探、十字板剪切和旁压试验,在岩溶区采用了地

质雷达、电法及面波等综合物探方法,对卵石层和基岩进行了现场直剪试验,采用了电阻率法查明卵石地层中地下水分布等。针对地基基础方案,除基于规范经验法对承载力的评估,还采用统计计算、理论修正、数值模拟等对复杂地基基础沉降、差异沉降验算分析,增强了方案评价的深度和建议的合理性。实录论文中,深基坑与周边环境安全是勘察分析评价的重要内容,在勘察成果中对可行性设计方案、施工风险控制、安全风险监控和检测监测做出专门论述和建议,展示着岩土工程勘察与设计、施工、检验监测的服务结合与技术融合。实录论文给出了工程实施效果,并结合实测检验数据对勘察方案、结论和相关建议的针对性及合理性进行总结,对成效和经验的凝练与剖析,无疑对同类工程的勘察工作具有很强的指导意义,也体现出实录论文在经验总结、技术分享方面以及对提升行业技术水平方面的宝贵价值。

### 1.2 市政、交通、矿山、水利、不良地质作用与特殊岩土

本专题共收录论文 23 篇,其中地铁 3 项,桥梁 2 项,电力 1 项,水利 2 项,矿山(尾矿库、矿山环境修复)3 项,水文地质 3 项,不良地质作用和地质灾害 8 项,遗址保护 1 项。

#### 1)城市轨道交通

伴随快速的城市化进程,城市规模迅速扩大,人口、交通、能源、环境压力骤增,为此在过去的十年,从特大城市到发达地区的三线城市,从东部到西部,城市轨道交通作为缓解上述城市发展困局、带动地区经济发展的最主要城市基础设施,得以迅猛发展。轨道交通穿越城市中心区时,为发挥最大效益,往往在繁华路段(口)设置车站,周边环境复杂,紧邻既有建构筑物,或下穿重要的建构筑物、道路桥隧和市政管线、既有轨道线路或铁路等。勘察技术工作不再停留在场地稳定、地基基础等问题,还需要对工程周边环境进行深入地调查和分析,对地下工程施工工法、围岩开挖稳定、特殊性岩土和不良地质作用、盾构掘进与岩土层相互适应性、建设与运营安全、周边环境风险与设施保护做出合理的评价,提出不同工法的施工和地下工程设计的岩土技术参数。城市轨道交通大多属于深埋地下工程,近年发生的地铁工程施工安全事故,多与对地下水认识不足、防控措施不力有关。鉴于地下水对深埋、暗挖工程的安全影响甚大,往往需要开展专项水文地质勘察,查明地下水分布情况、动态变化规律、水文地质参数,评估对工程安全的影响。

以实录集收录的北京地铁十号线一期工程东三环段为例,该线路长约 10.9 km,全部为地下线,线路穿越北京 CBD 地区,地上高楼林立、桥梁密集、交通极为繁忙,地下还有错综复杂的管道、桥桩、防空洞等,设计施工难度极大。本工程勘察实施过程中,针对沿线桥桩密集、地下管线复杂、建构物变形要求严格的复杂周边环境,引入“风险勘察”概念,查明沿线影响地铁施工的风险点,划分风险等级,为风险源专项设计及制定施工保护措施提供了各项参数和依据。

乌鲁木齐轨道交通 1 号线局部穿过历史煤矿采空区,为此开展地质调查、物探、钻探、原位测试和室内试验的专项勘察,不仅查明分析采空区的形成历史和现况分布特征及规模,而且结合地铁设计施工条件,开展采空区稳定性评价,计算分析历史采空区影响区域的围岩稳定性,提出比对优选的地基处理方案,得到工程实施的验证。

### 2) 桥梁工程

本届实录集共录用桥梁工程 3 篇。桥梁工程的岩土工程主要是桥墩、桥台的地基与基础。桥梁墩台一般多采用桩基础。岩土工程勘察主要目的是通过各种手段查明地层分布规律,提出桩端持力层的建议。同时要考虑冲刷、水流对岸坡稳定性的影响,并对成桩、沉桩过程中可能存在的问题进行分析,提出相关建议。

崇明至启东长江公路通道工程全长 30.9 km,包括大桥、中小桥、箱涵、道路、服务区等项目,其中主桥跨径和联长、钢梁单樑长度与起吊均为国内之最。勘察工作采用钻探、静探、标贯、波速试验、十字板试验及室内试验等多种方法,并结合不同规范对预制桩和钻孔灌注桩的承载力参数进行了对比分析。

### 3) 矿山工程

实录集中的矿山工程主要是尾矿库工程勘察,通过对库区特别是尾矿坝坝址及坝基进行稳定性评价,为尾矿坝的设计施工提供建议。近年,随着对土地环境的重视,对废弃矿山工程进行环境修复和工程治理的项目越来越多。通过治理,消除或降低治理区地质灾害的危害,修复治理区受损的生态环境、土地资源,减小和控制区内固体废物的环境污染,减少水土流失。矿山勘察涉及的工作内容更为多样、分析评价的要求较高。本次实录共收录尾矿库工程 2 篇、矿山环境修复 1 篇。

乾源矿业尾矿库工程,原设计坝高 56 m,实际坝高已达 61 m,超出设计坝高 5 m。为保证尾矿库后期安全运行及扩容设计需要,需要对其稳定性进

行分析评价。岩土工程勘察工作,在查明库区工程、水文地质条件基础上,通过渗流数值模拟和抗滑稳定性数值计算,分析了尾矿坝稳定性,对尾矿库可能产生滑动破坏的浅层滑动面进行了加固治理,保证了尾矿库安全运行和坝体加高。

辽宁海州露天矿是我国第一个闭坑的大型露天煤矿,闭坑后遗留下面积约 6.0 km<sup>2</sup>、深达 350 m 的巨大矿坑。矿坑存在着滑坡、地裂缝、地表沉陷、地面塌陷、煤自燃等多种地质灾害。长期疏干地下水,造成地下水污染、植被坏死、区域生态环境恶化。勘察工作采用工程地质测绘和地质灾害调查、工程测量、钻探、井探、工程物探、红外影像测试、现场岩体原位剪切试验和室内大三轴试验、软弱层直剪试验、断层泥物理力学及水理性质试验等综合技术方法。在此基础上,采用极限平衡法对边坡稳定性进行计算分析。边坡治理方案根据不同治理段的工程地质条件,体现了地质灾害防治、环境恢复、地质遗迹保护、闭坑露天矿山综合利用相结合的理念。采用锚杆加格构梁、挡土墙、压坡脚、钢轨抗滑桩、大直径抗滑桩、注浆加固、排水工程及生物防护等治理方案,综合治理成效显著。

### 4) 水文地质及水利工程

北京奥林匹克森林公园规划湖泊水面面积 80~100 hm<sup>2</sup>,蓄水量 150 万 m<sup>3</sup>;规划湿地面积 30~60 hm<sup>2</sup>。根据规划要求,应在满足湖底防渗要求的同时,尽量减少驳岸和水底的硬质衬砌,以构建多样性的湿地生态环境,发挥区域环境生态调节效应。勘察工作除钻探之外,布设多组水位监测孔和长期观测孔,进行了变水头渗水试验、提水试验、群孔抽水试验及大型渗坑试验。查明了湖底渗漏影响范围内主要土层的渗透性,在此次基础上分析了不同地层条件和工程辅助措施组合条件下的地下水渗漏形式和水平衡模型,并提出环境及资源友好型的工程建议措施。

北京地铁 6 号线郝家府站—玉带河大街站区间 2<sup>#</sup> 联络通道采用冻结法施工,地下水的流速流向数据对冻结法的设计、施工至关重要。采用了传统等水位线法和 AquaVISION 地下水流速流向测定仪测试法进行测试分析。仪器测试法的优点是能够在同一观测孔不同深度测试地下水实际流速流向,能够弥补传统水力梯度法计算地下水流速时关于地层渗透系数取值对地下水流速计算结果的影响。

青草沙水库是国内外沿海最大的蓄淡平原式水库,有效库容约 4.35 亿 m<sup>3</sup>,水库大堤全长约

48.786 km。勘察工作针对库区和大堤分别布设勘察工作,除标贯、静探外,针对新近淤积的黏性土进行了十字板剪切试验,并通过注水试验测定各层地基土的渗透性。针对主要为砂土和粉细砂的堤基土层,进行了专门大坝渗流特性研究,为围堤渗流及渗透稳定性分析、防渗技术的进一步研究提供了关键的技术依据。

#### 5)不良地质作用和特殊性岩土

本次收录的关于不良地质作用和特殊性岩土的工程实录8篇,内容涉及滑坡(库岸)、崩塌、岩溶及冻土。

##### ① 滑坡、崩塌

三峡库区忠县黎家山滑坡为一大型老滑坡,滑坡体纵向长约1050 m,横向宽250~300 m。在水库初期蓄水至135 m后,老滑坡处于初始复活变形阶段。勘查工作采取了搜集资料、工程地质调查与测绘、地球物理勘探以及钻探、井探、槽探等多种勘查方法,查明了滑坡的工程、水文地质条件和变形特征。通过室内试验、现场直接剪切试验和参数反演,确定了滑带土的抗剪强度参数,并针对8种不同工况进行了滑坡稳定性计算。根据稳定性计算结果,综合滑坡灾害发育特征,建议采取分级抗滑桩支挡、地表排水和前缘防护的综合防治方案。后期长期的监测资料表明,滑坡经受住了库区水位多次蓄、排的考验,稳定性良好。

四川德阳什邡市木瓜坪崩塌群距离“5.12”地震震中仅35 km,区内建筑在震时几乎全部毁坏。崩塌堆积体堵塞河道形成堰塞湖,危险区面积约2万m<sup>2</sup>。勘查工作主要调查危岩及崩塌堆积体稳定性、危险区范围和危险性,同时查明崩塌灾害影响范围内的地质环境特征和崩塌堆积可能引起的其他地质灾害。勘查方法主要通过工程测量、地质测绘、物探,确定崩塌危岩及堆积体的分布范围,确定危岩、斜坡的形态特征,通过槽探查明拟防治工程部位的岩土体特征,通过水工环地质专项调查确定崩塌群及崩塌堆积可能引起的次生灾害,以及其孕灾和致灾影响范围内的环境地质条件。

##### ② 岩溶

湖南省辰溪县孝坪镇某工厂占地面积582万m<sup>2</sup>,位于岩溶发育地段,上世纪七十年代以来厂区发生多次岩溶塌陷。通过收集资料、野外调查、工程测量、工程钻探、工程物探、原位测试、抽水试验、水位观测等手段对厂区进行综合评价。物探采用高密度电阻率法、探地雷达和浅层地震反射波法,探明地

面下30 m深度范围灰岩和覆盖层内的溶洞、土洞、破碎带等不良地质体的位置和规模。对岩溶塌陷的机理进行分析,并对其危险性进行评价,科学划分了地质灾害危险性分区。

##### ③ 特殊土

沙特某燃油电站项目的场地地基岩土为珊瑚砂、珊瑚礁灰岩,在无成熟技术标准可循的情况,参照国际通用技术准则,采用大量的原位测试和室内试验,分析研究红海珊瑚礁灰岩的工程力学特性以及岩土工程性状,提出不同形式浅基础方案建议和差异沉降控制要求。

在青藏直联联网线路岩土工程勘测与冻土研究工作中,结合国家重大工程中的冻土研究,开展专项的现场选线和可研勘测,在冻土研究成果基础上,确定施工图勘测的关键岩土工程技术问题,在施工服务中开展冻土基础回冻稳定性监测,取得冻土地基基础丰富现场实测数据,为高寒高海拔冻土地区勘测贡献了宝贵资料。

本次实录收入的项目实例,涉及不同行业、不同类别、不同地质环境条件,内容十分丰富。除上述项目外,篇幅所限,未予提及的项目也各具技术特色,值得认真研读学习。基于实录集的论文内容,本文拟从勘察评价与咨询、环境岩土勘察以及涉外(海外)项目勘察规范的使用等几个方面进行简要的补充讨论。

## 2 岩土工程勘察与工程设计咨询的成果整合与服务融合

### 2.1 普遍采用数值计算方法,提高分析评价的深度和广度

近年来,围绕各类项目的地基基础分析、方案的比选评价与优化设计,勘察成果中除了采用规范方法、理论加经验修正方法外,还大量采用了数值计算方法,模拟复杂的施工条件和项目施工使用工况,提高了勘察分析评价深度,为地基基础的决策提供了更加全面可靠的依据。

实录集收录北京中关村科技大厦岩土工程勘察项目,在勘察成果基础上,针对基础底面以下分布的软弱下卧土层分布特征,围绕筏板基础设计中的高低层沉降差控制要求,开展考虑施工分级加载全过程的地基土与基础、上部结构协同作用的差异沉降分析咨询,提出调整基础荷载分布与基底标高、优化基础反梁尺寸、确定施工后浇带提前浇筑的主楼加载比例、采取核心筒体局部超挖换填等工程优化措施,通过精细化的分析咨询,成功实施地基基础方

案,实现基础结构方案的设计优化。

## 2.2 深基坑开挖、支护及地下水控制已成为岩土工程勘察报告的重要内容

勘察报告除了提供工程地质、水文地质条件和岩土物理力学参数,还将岩土条件与深基坑开挖、支护和地下水控制充分结合,对基坑开挖支护、地下水控制的风险、可行性方案、关键的岩土技术参数进行分析,提出方案性的建议和技术要求,充分体现岩土工程在工程建设过程中重要作用。

如实录集中的福州太平洋广场勘察报告中,根据场地工程地质、水文地质条件及周边环境条件,重点推荐采用排桩加内支撑及桩间止水帷幕的支护、地下水控制措施,实际实施效果较好。津塔项目勘察工作中,针对津塔的实际工程条件,采用有限元分析软件对基坑开挖降水引起的周围环境,特别是周边地面变形情况进行了模拟施工工序的仿真计算分析,为地下水控制方案的编制提供了基础分析依据。

## 2.3 勘察成果更加关注工程建设与周边环境之间的相互影响

各类项目的建设往往不是孤立地运行,均与工程周边环境产生相互作用和影响,特别是城市环境下的工程建设项目,分析评价新建工程与周边环境之间相互影响问题已经成为勘察报告中的一项重要内容,尤以建成或者新建轨道交通工程与相邻周边环境相互影响更为突出。

实录集收录的华能大厦基坑工程与相邻地铁的影响评估项目地处北京闹市区,基坑施工时锚杆末端距离地铁隧道最近距离约 30 m,基坑深度稍深于既有地铁隧道。为了准确评价该基坑施工对既有运营地铁隧道的影响,确保不会对地铁造成危害性影响,同时确保基坑施工安全,开展专项研究咨询工作。评价报告依据勘察资料,采用两种数值模拟分析软件,计算出基坑开挖后隧道结构变形值,对比第三方监测资料,均小于既有地铁隧道安全标准中最小隧道结构裂损等级所规定的变形值,得出基坑开挖对于既有隧道结构的变形影响是微弱的结论。

## 3 环境岩土工程的机遇和挑战

随着我国工业化、城市化的快速发展,大量的工业污染场地、非正规垃圾填埋场地对土壤和地下水造成严重污染,并引发各种环境地质问题,人类赖以生存的环境受到严重威胁。国内对环境岩土问题研究也开始更多关注污染土壤与地下水的性质、理论与控制等方面。我国幅员辽阔,土壤、水文地质情况差异较大,污染分布广、范围大、程度高,污染类型多

样、复合型污染,我国土壤地下水修复面临的问题也复杂而艰深,不可能轻易地解决。

我国土壤、地下水修复行业仍处于产业成长的起步阶段,人员、技术和装备仍处在初期发展阶段,修复技术的研发或应用还处在试验阶段。利用岩土工程的手段来解决土壤、地下水污染问题是最为经济、最符合国情的途径之一,也是环境岩土工程工作者优势所在。因此,环境岩土工程工作者正面临着前所未有的机遇和挑战。

土壤中污染物会因地表径流、雨水或浅层地下水发生水平扩散和垂向迁移,污染场地中的土壤污染常伴随地下水污染。地下水以其流向和连通的复杂性和隐蔽性,增大了其治理和修复的难度。进行土壤与地下水修复时,通过勘探测试等技术手段查明污染物种类、浓度、污染范围、途径,以及污染物在土壤和地下水介质中的运移特性等,即进行准确的污染物“画像”,是环境岩土工程研究与实践的一项基础性和关键性内容。

依据欧美国家的环境场地治理经验,我国污染场地修复、治理应逐渐向基于风险控制为目的、结合岩土体自然衰减特点的低成本的原位绿色修复技术方向发展。因此利用先进的岩土工程技术手段,解决污染场地土壤与地下水治理修复过程中遇到的各种岩土环境问题,丰富环境治理技术,也是环境岩土工程研究和实践的重大领域。

近年来,国内的岩土工程勘察设计企业也开始致力于环境岩土工程的研究与实践,在城市搬迁工业污染场地、固废填埋场、地下水环境、废弃矿山地质环境修复等领域,开展场地调查、勘察与风险评估,承接污染场地修复治理设计、施工的技术研发与工程实践,带动了环境岩土工程的行业技术进步。以国外知名的乳业公司投资我国北方大型天然牧场项目选址勘察为例,该项目勘察目的是从环境场地角度评价拟选地块建设牧场的适宜性,围绕场地使用功能,项目勘察内容为浅层土壤与地下水环境勘察评价和供水可行性评价,项目实施过程中涉及了环境与供水水文地质调查、土壤与地下水采样、水源井施工等多步骤,分析评价依据为国际与国内的土壤、地下水质量标准,勘察成果需要满足国外环境管理先进国家对同类场地环境选址及环境风险评估的技术要求。

## 4 涉外(海外)项目的勘察技术标准

随着“一带一路”建设的稳步推进,将有越来越多的我国建筑企业和工程技术人员走出国门,开始

接触国外建设项目。“一带(丝绸之路经济带)”涉及的主要国家和地区包括我国中西部地区、中亚、西亚、俄罗斯和欧洲;“一路(21世纪海上丝绸之路)”涉及的主要国家和地区包括我国东南沿海地区、南海、东南亚、南亚、印度洋、东非、红海、地中海及欧洲。除我国外,其他这些国家和地区普遍采用的规范体系包括欧洲、前苏联、法国和美国。

我国已经建立起完善的工程技术标准体系,其中也包括勘察技术标准体系。因为方方面面的原因,特别是从最早学习引入前苏联的工程技术标准,到改革开放以来学习欧美岩土工程技术体系,造成了我国的“混合性”工程技术标准体系特点,也带来与欧美技术标准对接时的种种不适应和差异化,在走向国门、开拓海外市场、与遵循欧美技术标准的国际咨询公司或者国家地区开展业务合作时,这种差别、差异带来的矛盾和岩土工程技术人员的不适应显而易见。

技术标准编制的原则体现了不同的社会、文化下的思维方式,也反映了计划经济与市场经济的不同要求。欧美的思维方式是演绎法,而在我国的思维方式侧重归纳法,这两种不同的思维方式反映在技术标准上是两种不同的技术路线,产生两种不同类型的规范体系。欧洲技术标准是原导性的,技术标准规定工程师该做什么,不该做什么;至于怎么做,用什么公式,取什么参数,应该是工程师根据实际情况、个体和团队的经验能力,因地制宜去选择。在各种手册中,有许多可供选择的方法或经验,但都没有进入技术标准。但我国的技术标准基本是起“拐棍”作用的,并不强调基本原理,不仅规定了该做些什么和该不该做什么,而且还规定了必须怎样做,连使用什么公式,取什么样的参数都规定得非常具体,可操作性虽强,但工程师个体以及企业的经验与水平、能力与实力均无法得到充分地施展<sup>[3]</sup>。

除了上述基本理念上的差异外,欧美标准更为重视现场原位测试、原型试验及取样质量,我国规范对此都有规定,但引导性和强制性不够。比如,欧洲规范非常重视旁压试验(PMT),并且对取土的质量、探头的标准有很高要求,而对数量却基本没有限定,由岩土工程师根据情况自行决定<sup>[4]</sup>。

长期在国内从事岩土工作的技术人员,受工程思维习惯的影响,可能对涉外(海外)项目所在国的规范标准不太适应,尤其是对欧美标准。在“一带一路”的大背景下,应当及时转变传统的思维定势。应通过规范学习和工程实践,对项目所在国家的岩土

规范体系充分掌握,以土力学、地基基础工程等的基本原理为基础,结合当地工程经验和常规做法,来确定岩土技术参数,开展岩土工程分析咨询和设计施工,以确保工程安全并兼顾经济合理。

## 5 结 语

1)我国岩土工程勘察已经累积了数十年工程实践经验,特别是改革开放以来更是取得了较大的技术进步,勘察行业的总体技术水平和能力有了显著提高,已经完全有能力高质量地完成各类大型复杂工程的勘察工作,包括超高层建筑、复杂地基处理、深大基坑、大型边坡、大型水利水电、地下工程、高挖填方、围海造陆、离岸工程、近海桥隧、核电站等。

2)实录集收录的项目虽然还不足以全面展现我国勘察技术创新性、先进性,但从收录的项目工程中,我们还是看到代表当前和今后的勘察技术方向一些特点,如复杂地质条件下超深钻孔钻进测试,破碎地层的取样技术,包括综合物探技术在内的综合勘测技术手段得到普及型应用推广,三维地质模型、数值计算手段在勘察与咨询工作得到广泛应用,勘察分析评价更有深度、更加全面,岩土勘察与岩土及结构设计、施工、监测的技术结合更为紧密、技术服务更为融合,岩土工程师在其中的作用日趋重要。

3)看到成绩和进步的同时,还应密切关注勘察行业面临的可能是不利于行业技术进步的问题。如我国岩土工程勘察行业准入门槛较低、市场环境总体上不利于勘察技术进步与创新,大中型的勘察设计企业在质量管理、技术进步方面,投入资源更多,质量水平有保障,但数量更多的中小型勘察企业在勘察质量把控、勘察能力建设方面的投入严重不足,质量安全意识淡薄,这种两极分化的态势不利于行业地位的整体提升,更不利于产业的技术进步,因此需要从业者共同关注和解决。

## 参 考 文 献

- [1] 第六届全国岩土工程实录交流会岩土工程实录集[C]. 北京:兵器工业出版社,2004.
- [2] 第七届全国岩土工程实录交流会岩土工程实录集[C]. 北京:中国建筑工业出版社,2015.
- [3] 高大钊. 土力学与岩土工程师[M]. 北京:人民教育出版社,2003.
- [4] 韩 信. 中欧(法)岩土工程标准规范体系差异研究[J]. 铁道工程学报,2011(11):117-121.