

当今非开挖铺设管线技术的新进展

——记第四届国际非开挖技术研讨会

耿瑞伦

(中国地质调查局 发展研究中心,北京 100083)

摘 要 记叙了 2000 年 4 月 25~28 日由中国非开挖技术协会(CSTT)在上海举办的‘第四届国际非开挖技术研讨会’概况和会议反映的当今国内外非开挖技术发展新动态。

关键词 非开挖铺管技术 新动态 发展前景

中图分类号 TP634.7 **文献标识码** C **文章编号** 1000-3746(2000)04-0054-03

1 会议概况

在中国继首届(1996)、二届(1998)、三届(1999)在北京举行国际非开挖技术研讨会以来,2000 年 4 月下旬在上海市举行了盛况空前的‘第四届国际非开挖技术研讨会’。

与会代表 250 人左右,其中包括来自全国 20 多个省、市、地区的 220 余名以及英、美、德、日、澳、意、丹麦、韩国和泰国的代表 30 余人。国际非开挖技术协会(ISTT)主席 G. 费切尔专程到会并作了专题报告。英国、日本非开挖技术协会技术委员长和秘书长亦参加了本次研讨会。

国土资源部国际合作与科学技术司和建设部科学技术司均为研讨会发来贺词,赞扬中国非开挖技术协会(CSTT)举办本次研讨会,并表示重视和支持非开挖技术在我国的发展与应用。

研讨会共宣读论文和专题报告 20 篇 国外代表举行技术讲座 13 次 有 30 多家国内外厂商和施工单位以及科研部门展出了丰富多彩的最新技术产品,并进行了室外和现场操作表演,使与会者耳目一新。会议展示了当今世界非开挖技术的先进水平和应用领域与效果,亦展现出未来发展前景。

2 非开挖技术发展新动态

(1)研讨会充分反映出当今非开挖技术所涵盖的技术工艺方法及延伸和相关的技术与应用领域;包括管线安装用的螺旋钻、定向钻、导向钻、冲击矛、夯管、顶管、微形隧道、顶冲式钻机和辅助设备,管线更新 监控、定位与测量测绘系统,管材类型和泥浆

制备、辅助设备与材料等。不少场合应用了高新技术,如钻孔方向控制与管道内部测量和翻新等。

(2)气动冲击矛发展更加完善。如德国 Tracto-Technik 有 15 种规格($\varnothing 45\sim 180$ mm),并有效用于非水平孔和直孔作业 瑞士 TERRA 公司新推出的直径 >80 mm 的冲击矛头内可放置能示踪的发射装置(TU080 plus S 型),有效实现了冲击矛方向可控,很大程度扩展了应用领域。

(3)夯管锤向施工更大管径发展。美国 Vermeer 公司有 $\varnothing 580$ mm 夯管锤 德国 Tracto-Technik 公司有 $\varnothing 95\sim 670$ mm 共 12 种规格。最大的夯管锤冲击力为 200000 kN,夯管直径 2 m,管长 80 m。另外出现了用于砾石层等复杂地层的可以反向冲击扩孔的夯管锤,以及双锤作业夯入大直径钢管的方法。现今,夯管锤已发展用于垂直孔作业,如用作支柱(Shoring)和基础桩施工(Foundation Pile-driving)等。值得重视的一项新铺管技术是采用双层管(钢管+塑料管)夯入法,当抵达目的地后可将钢管回收。这就很大程度扩展了塑料管的应用,降低了工程造价。

(4)导向钻机发展了超小型设备。如德国 Tracto-Technik 公司推出的‘Ground Pit’导向钻(长 $\times$ 宽 $\times$ 高为 $1.13\text{ m}\times 0.475\text{ m}\times 0.4\text{ m}$)总质量 260 kg,动力 13 kW,铺 $\varnothing 110$ mm 管时一次长度为 50 m。在狭窄空间或很浅小工作坑中可以施工,并多用于小直径管线和电缆铺设工程 瑞士 TERRA 公司‘Mini Jet’超小型水平定向钻机可铺设 50 m 长、 $\varnothing 160\sim 200$ mm 的 PE 管,用 0.5 m 长、 $\varnothing 30$ 或 40

收稿日期 2000-05-15

作者简介 耿瑞伦(1928-),男(汉族),江苏江阴人,中国地质调查局教授级高级工程师,兼职教授,中国地质学会探矿工程专业委员会副主任委员,《探矿工程》杂志编委会名誉副主任委员,北京市海淀区学院路 31 号。

mm 钻杆,钻机长 1.05 m、宽 0.6 m,质量 250 kg; Ditch - Witch 公司亦推出回拖力为 22、36、39 kN 小型 JT 系列水平定向钻机。以上超小型钻机都是为了越来越多的小直径管和缆线铺设工程需要。

(5) 出现了超大型定向钻机,以满足日益增多的大直径、长距离如跨河和海底管道工程的需要。美国奥格公司推出 DD 系列共 7 种型号大型定向钻机 (Maxi Rig), 发动机功率从 328 kW 至 1118 kW, 其推拉力从 800 kN 至 6000 kN, 回转扭矩从 40500 N·m 至 135600 N·m。在德国, Tracto - Technik 公司推出的大型“Groundo - Drill”定向钻机铺设管径 600 mm 时长度可达 350 m 而最大的铺管直径现今可达 840 mm。在挪威外海曾成功铺设长度达 2600 m 的输油气管道, 工期为 100 天。据称美国一家公司与海军合作将实施一项超长距离——7620 m 的水平定向管道工程, 这就近似于石油天然气大位移井技术。

(6) 空气泡沫钻进和潜孔锤成功用于定向钻进。英国保路捷公司 (Powermole) 推出的干钻岩石定向钻进系统, 有配套的空气压缩机 (用英格索兰空压机)、泡沫泵和潜孔锤。并在钻头与潜孔锤之间探管短节内安装有探头, 随时发出示踪电波信号, 由于有专门减震套而使信号不受冲击震动影响。这样, 在硬岩和卵砾层等复杂地层中可以成功快速实现定向钻进。会间此项技术专门作了现场演示。

(7) 顶管机和微形隧道掘进技术应用日广。德国海瑞克公司推出当代能对付各种地层的高质量水平 AVN 系列顶管机, 其直径 363 ~ 1880 mm, 共 12 种规格; 日本 RASA 工业公司介绍其最大的顶管机顶管直径已达 2600 mm, 属泥水加压封闭式掘进机。一项出现不久的顶管技术是开发了可曲线顶管和原水管不断流铺新管技术, 很大程度方便和扩展了应用领域。另一项新技术是顶管作业用立井采用了搓管机下钢管的方法建筑。

(8) 新型铺管材料的应用发展甚快。包括管材内外防腐和接头密封等。德国 HOBAS 公司推出的用于非开挖铺设的离心浇注玻璃钢管 (Centrifugal cast fiberglass - reinforced polymer mortar pipes), 据称从 1961 年始用于各项管道工程已累计达 1 万 km, 具有耐腐 (内外有防腐层)、质轻、接头全密封、规格齐全 (壁厚 27 ~ 82 mm、直径 376 ~ 2500 mm)、亦可暴露于地表等优点。在波兰用此种管材曾一次顶管长度超过 300 m。

(9) 泥浆制备系统日臻完善。非开挖铺管都属

水平孔并大多在第四系非胶结地层和复杂人工填土层施工。导向钻进采用优质泥浆护壁至关重要。研讨会上多家公司推出了包括车装的各型泥浆搅拌站和现场贮存罐等以及固相清除设备。美国 Ditch - Witch 公司展示的 MM5 型车装泥浆搅拌站即为一例。

(10) 管线探测与导向系统为非开挖技术提供了有力保证。除了很多场合下要强调对施工现场土层条件进行钻探取样 (用回转、冲击、螺旋、振动法) 以确定合理的施工工艺及设备外, 亦采用地球物理方法进行必要的勘测, 并采用各式各样探测仪对地下已有管线及障碍物进行探测, 以躲开和防止损伤原有地下管线, 杜绝事故发生。导向钻进施工过程中随机示踪测量钻孔方向技术与仪器已能准确保证钻孔轨迹与穿管中靶精度。而且有效测深可达 10 m 乃至 20 m, 环境温度可达 104 °C, 顶管与微形隧道掘进已发展一系列监测与控制系统, 同样能保证铺管轨迹精度。本次会议展示的美国 Digitrak 公司和英国 Radiodetection 公司的跟踪仪, 英国保路捷 (Powermole) 公司探地雷达都具有先进代表性。

(11) 对已建成的或旧管道进行检测技术在欧洲已有 40 年历史, 近若干年有了长足进步。其目的是发现破损、泄漏和沉淀物淤塞等, 从而进行清理、修补、内衬或人工碎裂后重铺新管。德国 IBAK 公司, 美国 ARIES 公司、CUES 公司和英国 AMTEC 公司推出的一系列管路测量系统 (Pipeline Inspection Equipments) 包括用机器人和声纳系统, 在管内摄影与遥控电视摄像检查系统等, 现已成为一项先进实用的管路检查技术。可用于 $\varnothing 200$ mm 以上的管径。

(12) 会议上多家公司展示了近二三十年采用非开挖技术对旧废管修复方面的先进经验。如丹麦 PAA 公司的非开挖管道修复技术采用的爆 (碎) 管法、插管法和软衬法; 德国 Trolining 公司快捷管道内衬和喷射灌浆法以及北美化学注浆市场协会介绍的化学注浆成功指南 (Guide to Successful Chemical Grouting) 很具有先进性与代表性。

(13) 据会间有关信息, 全世界现有的定向钻机约为 8500 台, 美国占有绝大多数。全世界现有小口径顶管机 (微型隧道) 3500 台左右, 日本占有其中的大多数。日本 ISKI 已出售 2000 台左右。日本每年用非开挖施工的管道长度约 1200 km。世界非开挖铺管工程 20 世纪 90 年代铺管即达 25 万 m 左右, 年投资约 300 亿美元。较有名的制造商有 100 多家;

工程承包商 4000 家左右,有关材料商 400 家左右;从业人员 20~30 万人,今后还将持续发展。另外,世界各发达国家计有各类地下管线长达 2000 万 m,每年更新和维修约需投资 300~500 亿美元。以上都说明全球范围内未来非开挖技术市场无限宽广。

3 国际非开挖技术协会简介

国际非开挖协会(ISTT——International Society for Trenchless Technology)成立于 1986 年,总部设在英国伦敦。迄今已有 28 个国家和地区(含中国、台北和香港)入会。已经入会的公司会员有 1200 多家,个人会员 4000 多名。国际非开挖技术协会主办有国际性杂志——No Dig International(月刊)。协会每 1~2 年举行一次国际性技术交流会。英国、日本和北美等国家都积极发展本国的非开挖技术协会。以英国 UKSTT 为例,已有 100 家公司入会,个人会员为 300 人。ISTT 将伴随此项产业在全球包括发展中国家在内不断兴起与发展,其组织与活动将不断发展和壮大。

4 中国非开挖技术现状及前景

中国非开挖技术市场正在悄然兴起。虽然在 1958 年上海隧道公司机械厂就曾试制试验过网格式盾构设备,但是上规模与水平只是近 20 年。在上海隧道公司机械厂包括与外合作已能制造一系列夯管、顶管和隧道掘进设备,并进行了浦江隧道,上海一号、二号地铁隧道以及山西黄河万家寨隧道等约 50 项重大工程施工,领先在国内作出了杰出贡献。再如中国地质科学院勘探技术研究所非开挖技术研究开发中心近若干年来率先研制并推出 H 系列夯管锤(直径 110~420 mm,共 6 种规格)和 GBS 系列定向铺管钻机(回拖力 50~220 kN,扩孔直径 300~650 mm,共 5 种规格),在国内供应多家用户,完成了天津至北京机场输油管道越河工程大量铺管工

程。据初步统计,全国目前约有 20 余家从事非开挖技术设备的研制与生产单位。但目前不少用户所用设备特别是大型设备依然依赖进口。应该承认这是有待扭转的差距。

我国从事非开挖铺管施工的单位(公司)目前约有 40 家。像活跃在天津市的大力神非开挖工程公司即为一例,迄今已完成各项铺管工程近 30 项。目前全国拥有各型铺管机(含进口的)100 台左右,并且多数集中在上海、天津、北京等大城市。现在在国内已能施工穿越黄河、海河、黄浦江等大直径、长距离油气管道和镇海至杭州长距离输油管道(总长 158 km, $\Phi 355$ mm,有 95 处采用非开挖穿越技术)。但和世界发达国家相比,应该说尚处于发展初始阶段。随着我国城市、交通、电信、油气管道等基础设施的建设,包括西部大开发和西气东输等工程的启动,加上国家环保立法的完善,非开挖技术在我国的市场容量十分宽广,包括制造与施工,均有待有志者的努力与开拓。

中国非开挖技术协会(CSTT)于 1998 年正式成立,并为 ISTT 正式成员。现在 CSTT 有单位(企业)会员 70 个左右。通过今年在上海举行的国际会议,将有更多的企业(公司)乃至个人参加到协会中来。本次会议期间曾召开全体理事会,到会理事对协会秘书处近年来的工作甚表赞扬,认为 CSTT 对推动我国非开挖技术进步与发展起了显著作用,并希望各有关领导部门和全国非开挖技术工程界对协会工作予以支持和关怀,以期在未来包括在国内和国际交往中发挥更好的作用。

为了开好本次国际非开挖技术研讨会,特编印有内容详实的文集。同时发售的最新资料有颜纯文和 D. Stein 编著的《非开挖地下管线施工技术及其应用》,1999 年地震出版社出版;叶建良、蒋国盛、窦斌编著的《非开挖铺设地下管线施工技术与实践》,2000 年 3 月中国地质大学出版社出版;以及其它有关资料多种。都深受与会者的欢迎。