

微型隧道技术在市政管道施工中的应用研究

宋仕斌

四川公众监理咨询有限公司

DOI:10.18686/bd.v1i6.435

[摘要] 随着经济社会高速发展、城市规模的不断扩张和人民生活水平的日益提高,城市特殊地段采用开槽敷设市政管道的方法难以实现。推广采用微型隧道法新技术和科学、严谨的监理方案,努力确保项目的质量、安全、进度和投资控制目标顺利实现,对同类项目的实施提供了重要的参考和借鉴价值,促进监理企业在经济新常态下的转型升级和创新发展。

[关键词] 微型隧道技术;市政管道;应用研究;监理方案

引言

微型隧道技术是集合了遥测、遥控和人工智能的顶管施工技术,在穿越公路、铁路、建筑物、河流,以及在闹市区、古迹保护区、农田和环境保护区等不允许或不能开挖条件下进行供排水、电力、通信、广电、燃气管道等的铺设、更换和修复工程中得到广泛应用。作者以注册一级建造师(市政公用工程)资质担任专业监理工程师从事市政管道设施现场监理工作多年,以某市的高压燃气管道穿越城市快速路的成功案例,对自己履职过程中主导采用的微型隧道施工新技术及监理方案研究成果及实施效果进行分析,以期对同类项目实施具有一定借鉴和推广意义。

1 微型隧道技术

采用传统的开槽法铺设管道,埋深超过2.0m时,由于需要对地层进行支护或降、排水处理,机械设备的生产效率受到限制,需要更多的人力作业,施工成本附加费用大幅增加,主要包括:(1)人工开挖作业量所占比例较大;(2)需要对其他地下设施进行保护;(3)需要对开挖的地面进行临时或永久恢复;(4)工作空间受到限制;(5)需要考虑车辆和行人的通行;(6)环境保护和安全文明施工费;(7)其他临时设施费用。

微型隧道技术一般采用地表遥控确定方位和水平高度来进行非开挖管道施工,采用微型隧道掘进机对工作面进行挤密或者全断面破碎,从顶进工作坑开始,在顶进工作站或中继站的作用下,将要铺设的管道通过目标井顶出。工作面的掘进、泥沙的排运和掘进机的导向等全部采用远程控制,施工精度要求较高。我国在研究用于新管道铺设远程控制微型隧道掘进机的同时,还开发了用于诸如旧污水管道在线更换的微型隧道掘进机,使得旧管道的破碎、挖掘和更换铺设在同一施工过程中一次完成。微型隧道技术的推广应用能有效控制施工成本,有利于质量控制、环境保护和安全生产管理。

1.1 微型隧道技术在市政管道施工中的应用环境

大量的工程实践证明,市政管道施工中具备以下任意两个主导因素,则应考虑采用微型隧道技术:(1)管道埋深大于或等于4m;(2)在交通流量较大的快速道路下面施工;(3)

上部或临近区域有大量地下管线;(4)不稳定的地层条件;(5)在地下水位以下施工;(6)地层移动具有一定危害性;(7)在环境敏感区域施工;(8)在社会敏感区域施工;(9)在工业和商业密集区域和繁华地段。

1.2 微型隧道技术施工的岩土复勘与探测

随着城市规模快速扩张和人民生活水平的日益提高,城市地下各种管道设施复杂、数量多、用途重要,一旦异常中断可能会造成较大的经济损失和严重不利的社会影响。施工单位在采用微型隧道技术施工前,应按设计文件进行岩土复勘与探测,主要包括以下要点:(1)软弱地基与坚硬地基交界部位,判明差异沉降导致的管线损坏可能性;(2)查明施工地段的岩土分布状态、水文地质条件;(3)当埋管较深,需深挖辅助坑槽时,应对坑槽边坡及邻近建筑物的稳定性进行分析评价;(4)地下水对工程有影响时,选择适宜排水方法,对可能产生的流沙、潜蚀、管涌等问题落实防治措施;(5)强震区进行地震效应分析;(6)判明环境水和土对管材的腐蚀性,必要时采取措施;(7)查明地下埋设物的类型、埋深、位置,以免施工时损坏。

1.3 微型隧道技术施工主要工法

根据施工中成孔的方法和泥土的排出方法,微型隧道工法分为以下几种类型:

1.3.1 先导式微型隧道工法

先导式微型隧道工法也称为先导孔(钻进)施工法。在施工过程中,管线的铺设基本上是通过两个步骤来完成。第一步是先导孔钻进,可以采用土层挤密式钻进方法或排土式钻进方法;第二步是扩孔钻进,这一过程也可以采用土层挤密式钻进方法或排土式钻进方法来完成,施工中不需要进行导向。

1.3.2 螺旋排土式微型隧道工法

螺旋排土式微型隧道工法也称为顶推钻进法或顶推钻进顶管施工法。一般应用于软地层,施工管线通过单步或者双步施工法顶入地层。同时,通过切削刀盘来破碎工作面并通过螺旋输送装置将破碎下来的泥土连续地排至地表。

1.3.3 水力排土式微型隧道工法

水力排土式微型隧道工法也称为盾构式顶管施工法。

管道通过单步或者双步作业法进行顶进,同时通过切削刀盘对机械或液压平衡的工作面进行全断面破碎,并将破碎下来的泥土通过水力的方法,连续地从位于刀盘和导向头后面的破碎室或泥浆室中排至地表;切削刀盘和导向油缸的动力装置直接安装于掘进机中。

1.3.4 气力排土式微型隧道工法

气力排土式微型隧道工法是指管道可以进行单步或者双步施工法顶进;在管道顶进的同时,利用切削刀盘对机械和土压平衡的工作面进行全面破碎,并通过冲洗介质—空气—连续地将破碎下来的泥土排出。

1.3.5 其他机械排土式微型隧道工法

其他机械排土式微型隧道工法是指在顶进管道的同时,通过切削刀盘将工作面破碎;并采用上述机械方法之外的其他方法,将泥土连续或非连续地排至地表。

1.3.6 土层挤密式微型隧道工法

土层挤密式微型隧道工法的特点是:管道采用单步施工法;在顶进管道时,通过挤密头和导向头将土层挤密至周围的孔壁,不需要输土系统。

2 微型隧道技术应用案例分析

2.1 项目概况

某市绕城高速路天然气高压输储气管道工程,沿绕城高速外侧敷设,总管道长约95KM,管径为D1016×19.5,设计压力4.0MPa。本次单体穿越位于绕城高速公路外侧与某快速通道交叉处,穿越段长为130米。穿越段地质类别为三类地区,表层为耕(表)土与人工填土,厚度为0.4~2.4m,其下为粘土,埋深0.4~2.4m,再其下为泥岩层,埋深0.6~8.2m。管道区内地下水埋深为1.0~1.2m,属于上层滞水类型。其主要补给来源为大气降水、河水及区域地下水,通过地下径流、蒸发等方式排泄,遇砂、卵石层含水量大且具较强渗透性。本工程设计顶板埋深为5.5m,需要交叉穿越3处地下管线:DN325输油管道、燃气管道和200kV直埋电力电缆管,管径大、埋设较深、地下水丰富、地下管线复杂、施工难度大。

2.2 施工技术方案

为了确保施工质量及安全,专业监理工程师积极参与设计会审、严格审查施工方案,会同设计单位审定了采用微型隧道技术施工。先采用螺旋排土式微型隧道工法施工套管,再穿越燃气管道的施工方法,采用超前小导管支护及初期支护的施工措施,并获得论证专家认同。套管设计为内径2m直墙圆拱形人工微隧,采用超前小导管支护+钢架+钢筋网支护+喷射砼+现浇钢筋砼。初支喷射厚度为0.2m,复合衬砌采用现浇钢筋砼厚度0.2m,本隧道穿越设计管底埋深7.7m,底标高为497.5m,穿越地层为泥岩层,共穿越3处地下管线。在施工过程中,遵照“管超前、短开挖、严注浆、强支护、早封闭、勤测量”的施工原则,确保了工程质量和安全生产。

2.2.1 超前小导管超前支护

本工程首先对围岩前方使用超前小导管注浆,对前方的围岩进行改善。再沿轴线方向掘进,使其形成一个自然垮塌的斜面,架设预制好的半圆形12号工字钢架支护。同时喷射厚度为200mm的C20混凝土,使其形成一个半圆形的支撑,防止卵石垮塌下沉。然后再次向前掘进0.5米,继续安装工字钢架支护,同时安装上一榀钢架(剩余的半圆)并喷射底部混凝土。贯通后现浇混凝土。工序即为:监控测量→超前小导管注浆→开挖土方→立格栅钢架、挂网片、焊接连接筋→喷射混凝土→二衬施工→壁后注浆。

2.2.2 注浆

本工程使用的单液注浆:水泥浆水灰比为1.5:1、1:1、0.8:1三个等级,水泥浆由稀到浓逐级变换,即先注稀浆,然后逐级变浓至0.8:1为止。为注浆后尽快开挖,选用早强水泥,并掺加减水剂。注浆过程中注意观察异常现象,如压力突然升高,可能发生堵管,应停机检查。

2.2.3 初期支护措施

洞身开挖0.5~1m,即进行初期支护。架设钢拱架,采用12号工字钢,榀间距0.5m,拱架间采用20钢筋连接;铺设直径10钢筋网,间距0.1*0.1m;喷射C20砼。

网构钢架的施工质量控制要点:

(1)按照设计断面要求冷弯预制I12工字钢钢架,钢架分为上下两个半圆,中间用连接钢板进行连接。

(2)上部开挖完成后,立即安装网构钢架,焊纵向连接筋。安装前应将钢格栅下虚碴及其他杂物清理干净,每一榀拱架的底脚要支垫牢固。间距50cm。

(3)纵向连接筋为Φ20,内外环两层,接头采用单面搭接焊,焊缝长度不少于10d。

(4)钢筋网为Φ10,100×100mm,内外环两层环向满铺,接头搭接长度不少于一个网孔。

(5)钢架与岩面间的空隙必须用喷射混凝土填塞密实,以免钢架出现点支撑,受力不均。

喷射砼施工质量控制要点:

(1)喷射砼前应注意将施工缝用水或风冲净残留土,喷射口至喷射面距离以0.8~1.2m为宜,喷嘴应避开钢筋密集点,以免产生密积,对悬挂在钢筋上的混凝土结团应及时清除,保证喷射砼的密实。

(2)每次喷射砼厚度拱部50~60mm,回弹率边墙不应大于15%,拱部不应大于25%。每层喷完后及时清理表面结构,使其平整度良好,禁止使用回弹料。

(3)喷射作业完成后,必须将喷射机和输料管的积料清理干净。

(4)喷射砼的配合比和水灰比。配合比为:水泥:中砂:石子=1:(2.0~2.5):(2.5~2.0);水灰比以0.5:1:1为宜。

3 监理方案研究

根据微型隧道技术进行市政管道非开挖施工的风险因素、技术难点和管控重点,项目专业监理工程师应协助总监研究、制定详细、科学、高效的监理方案,并严格执行。

3.1 协助建设单位做好设计会审工作

项目总监和专业监理工程师应参加建设单位组织的设计会审,充分发挥技术优势和管理能力,重点复核拟采用微型隧道法进行非开挖施工项目的地勘报告的真实性和准确性,对涉及施工安全的重点部位和关键环节是否在设计文件中注明,对防范生产安全事故是否提出指导意见。对设计依据、施工图纸、概预算书等问题出具审核意见和解决方案。

3.2 严格审查施工组织设计或专项施工方案

项目总监和专业监理工程师应严格审核施工单位提交的施工组织设计或专项施工方案,审核开工报审材料,符合条件的,签发开工令。根据《建设工程安全生产条例》,微型隧道技术进行非开挖施工属于地下暗挖,属于危险性较大的分部分项工程,施工单位应编制专项施工方案,组织专家论证和审查并附有安全验算结果,经施工单位技术负责人批准,配备现场专职安全生产管理人员。施工质量和安全技术措施应符合工程建设强制性标准。

3.3 编制监理规划和监理实施细则

微型隧道技术进行市政管道施工涉及土石方开挖支护与降水、土方回填、管道顶进、混凝土、接地装置和预埋件等分项工程,项目总监应充分研究设计文件和现场条件,组织专业监理工程师编制监理规划。监理规划的编制应针对项目实际情况,明确项目监理机构的工作目标,确定具体的监理工作制度包括监理工作、内容、程序、方法和措施,并具有可操作性。

专业监理工程师针对深基坑、地下暗挖等专业性较强、危险性较大的分项工程,应结合工程特点、施工环境、施工工艺和专项实施方案编制监理实施细则,要求内容详细、具体和明确,经项目总监批准后,作为专业监理工程师旁站监理工作依据。

3.4 质量控制要点

采用微型隧道技术进行市政管道施工的质量要从“人、机、料、法、环”五个要素,对事前、事中、后期三个阶段进行全方位、全过程跟踪、监督、检查和控制。

3.4.1 事前控制

(1)审核施工单位开工报告,检查人员、材料和机械设备进场情况。(2)施工单位资质及现场管理人员、作业人员的资格核查。(3)审核施工单位关于管材、制品、试件取样及试验方案和成品保护方案。(4)施工前已征得规划、公路、交通、市政和环保等相关部门的同意并取得了相应手续。

3.4.2 事中控制

(1)施工工艺过程质量控制。(2)工序交接检查。(3)隐蔽工程旁站监理和检查、验收。(4)严格审核工程变更文件。(5)必要时由项目总监组织召开现场专题协调会,研究解决施工过程存在的质量问题。

3.4.3 事后控制

(1)严格分部分项工程质量检查和验收。(2)检查对已

施工市政管道的保护措施。(3)监督施工人员对涉及结构安全的试块、试件以及有关材料进行见证取样,送具有相应资质等级的质量检测单位进行检测,确保市政管道及检查井混凝土的强度等级满足设计要求。

3.5 安全生产监理要点

(1)监理规划和监理实施细则中编制有针对性的安全监理方案并严格执行。(2)审查施工组织设计中的安全技术措施或专项施工方案是否符合工程建设强制性标准。(3)检查项目经理、专职安全员和特种作业人员的资质资格条件。(4)检查施工单位对作业人员的安全技术交底、教育培训记录。(5)审核施工单位应急救援预案及演练情况。(6)在工作井及接收井四周设置封闭式安全护栏,设置明显的警示标志。(7)施工工地安排有昼夜巡视安全员,防止意外发生。(8)工作井开挖过程中,经常检测井内有无毒害气体和缺氧现象,确保安全后工人才下井作业。(9)坚持井下作业排水送风先行,施工中应不断向孔内输送足够的新鲜空气。(10)工作人员上下工作井使用设置于井内的钢爬梯,并佩戴安全帽。(11)工作井口设置围栏,井口外侧设置环形明沟截水。(12)工作井下施工照明采用矿灯照明,装有漏电保护装置。(13)施工时井口有监理人员旁站,井下的工作人员必须经常检查是否存在塌方、涌水和流砂现象以及空气和水的污染情况并及时报告专业监理工程师。

4 监理方案实施效果分析

公司组织市政工程领域的资深专家对项目总监制定的监理方案进行科学论证,采用微型隧道技术进行市政管道非开挖施工方案,路面沉降在规范允许范围,安全高效,成功穿越多条在役管线,不影响正常交通秩序,按照业主单位核准的工期和造价范围内,优质、安全的完成了施工和监理工作任务。

5 结束语

《国务院办公厅关于促进建筑业持续健康发展的意见》(国办发[2017]19号)和《住房城乡建设部关于开展全过程工程咨询试点工作的通知》(建市[2017]101号)两个文件的发布,对建设工程监理行业的深化改革指明了方向。专业监理工程师坚持“市场为导向、客户为中心”的服务理念,在设计会审、施工新技术方案的研究阶段就提前深度参与,充分发挥监理单位的技术优势、专业水平和综合能力,为业主单位提供超前的监理咨询一体化服务,不断总结和推广优秀的监理工作成果,持续提升核心竞争力,积极推动监理企业转型升级和创新发展。

参考文献:

- [1]唐志华.高压燃气管道穿越城市快速路的施工新技术及监理方案研究.建筑发展.2017.
- [2]中国建设监理协会.建设工程监理规范(GB/T5039-2013)应用指南.中国建筑工业出版社.2013.
- [3]宋仕斌.通信铁塔基础施工典型案例分析及监理方案研究.通信与信息技术.2017.