

郑东新区地下管道顶管施工中常遇到的几个问题

王 刚, 赵建粮, 赵目军

(河南省地质工程公司, 河南 郑州 450053)

摘 要 :介绍了在郑州市郑东新区顶管施工中常遇到的几个问题,包括降水施工、工作坑的支护、顶进时的坍塌、顶进时的偏差、顶进时引起的地面沉降等,分析了原因,提供了解决问题的思路。

关键词 :郑州市郑东新区;地下管线铺设;顶管施工

中图分类号 :TU990.3 文献标识码 :B 文章编号 :1672-7428(2004)12-0021-02

Frequent Encounter Problems in Underground Pipeline Thrusting/WANG Gang, ZHAO Jian-liang, ZHAO Mu-jun
(Henan Geo-tech. Engineering Company, Zhengzhou Henan 450053, China)

Abstract :Several problems frequent encountered during underground pipeline thrusting in new district of east Zhengzhou, including water level lowering, pit supporting, cave-in during thrusting, deviation, surface settlement and so on, were introduced. The causes of the problems were analyzed. The concept of the problem settlement was put forward.

Key words :new district of east Zhengzhou; underground pipeline layout; pile thrusting

郑州市郑东新区规划范围西起 107 国道,东至拟建的京珠高速公路,北起连霍高速公路,南至机场快速路,总面积约 150 km²,预计人口 150 万人,规模超过了目前郑州市区的面积(133 km²)。在郑东新区目前和将来的建设中,地下管道施工中有相当一部分要采用顶管施工。

顶管施工不需要开挖面层,并且能够穿越公路、铁道、河川、地面建筑物、地下构筑物以及各种地下管线等,最早始于 1896 年美国的北太平洋铁路铺设工程的施工中;在 20 世纪 50 年代,我国的上海、北京开始用顶管技术穿越铁路和堤坝;1987 年顶管施工引入计算机控制、激光指向、陀螺仪定向等先进技术,管道一次顶进长度达 1120 m。

1 区域工程地质与水文地质条件

郑东新区位于郑州市东部,地貌单元属黄河冲积平原,微地貌形态为南高北低的微起伏倾斜泛流平地,属黄河近期泛滥堆积而成,区内除因人工开挖鱼塘、河流而使地形相对变化外,其自然地面相对平坦开阔。

采用顶管施工的管道一般埋深在 4~12 m 范围内。根据资料,本区域地层在 20 m 深度范围内由第四系全新统和上更新统组成,全新统沉积厚度一般 18~20 m,其下为上更新统地层。全新统以河流沼泽相沉积为主,主要地层组合为:顶部 3 m 左右为黄

河冲积粉土,分布比较稳定;向下至 15 m 深度左右为一套河流沼泽相沉积软塑~可塑状的粉质粘土与粉土互层,受当时沉积环境的影响,该套地层空间分布不稳定,垂直和水平方向变化较大;15~20 m 深度为细砂、中砂夹粉土层,沉积厚度稳定。

顶管施工深度范围内地下水类型属潜水,水位埋深在 1.0~2.0 m,埋深较浅,地下水水位年变幅 1.0 m 左右。含水层岩性为全新统粉土和砂层,地下水的补给来源主要来自大气降水入渗和周围鱼塘的渗漏补给,地下水的排泄主要为蒸发排泄和人工开采。地下水化学类型为 HCO₃-Cl-Mg-Ca 型,对混凝土结构不具腐蚀性。

2 顶管施工中常遇到的问题及处理问题的对策

2.1 降水施工

由于本区域地下水水位埋深很浅,地层透水性好,顶管施工时必须采取有效的降水措施,以保证顶管工作坑顺利开挖和顶进施工正常进行。地下水对机械化顶管工艺影响相对较小,人工掘进式顶管则要求地下水水位必须降至管道底 1 m 以下,否则很容易引起顶进偏差,严重时坍塌冒顶,导致无法顶进。降水施工要根据顶管施工要求进行设计,可采用轻型井点降水和大口径管井降水方案,一般说来轻型井点降水方案在水位降深 >6 m 时效果较好,且经济适用,管井降水方案适用面很广,可通过改变

收稿日期 2004-06-09

作者简介:王刚(1971-)男(汉族),河南获嘉人,河南省地质工程公司工程师,水文地质与工程地质专业,从事水文地质与工程地质方面的施工技术和管理工作,河南省郑州市南阳路 56 号(0371)3762325、13608686743。

管井深度和抽水泵出水量来控制水位降深,但成本稍高。同时大面积大降深疏干地下水,容易引起局部小范围地面沉降。根据以往统计资料,本地区地层渗透系数为:粉土 5.5×10^{-4} cm/s;粉质粘土 1.3×10^{-6} cm/s;含泥质细砂 1.2×10^{-6} cm/s;细砂 1.3×10^{-3} cm/s;中砂 3.9×10^{-3} cm/s。

降水设计要根据场地地层条件和顶管施工时要求的水位降深进行计算,采取经济合理的降水方案,同时还要考虑降水方案应尽量减少对区域地质环境的影响。

2.2 工作坑的支护

工作坑开挖是顶管施工中必不可少的工作程序,一般要求平面尺寸 $4\text{ m} \times 5\text{ m}$,开挖深度大于施工管道管底埋深。由于本区浅部地层为全新统河流沼泽相沉积的稍密粉土、细中砂和软塑~可塑状的粉质粘土,土质稳定性差,容易变形,必须采取有效的支护措施。

当开挖深度 $\geq 5.0\text{ m}$ 时,可采用钢支撑加密板支护方案。施工工艺也就是在工作坑开挖后沿坑四周垂直放置挡土板,板长度 $2 \sim 3\text{ m}$,宽度 $30 \sim 40\text{ cm}$,厚度 $5 \sim 8\text{ cm}$,板与板之间不留间隙,每侧上、下各水平顶一根槽钢,再用横撑槽钢顶紧,必要时打斜向钢支撑,支护深度稍大时可采用分两级支护。

当工作坑开挖深度 $> 5.0\text{ m}$ 时,由于土质疏松、地下水埋深浅,坍塌严重,钢支撑加密板支护不能达到效果,有时甚至来不及打支撑就发生坍塌。钢筋混凝土沉井方案能够达到支护效果,但工程成本很高,施工时有时会出现沉井沉不下去的现象。根据在本地区的施工经验,建议用逆作法砖砌筒体支护方法,具体施工工艺是:工作坑根据尺寸大小开挖成圆形,一次挖深 $2.0 \sim 3.0\text{ m}$,以不坍塌为标准,立即用混凝土砂浆和砖沿圆周砌成筒体结构。然后向下开挖 1.0 m 深度,沿圆周分段开挖,开挖后立即用砖砌上,土方开挖与砌砖交替循环施工,段与段间接触部位砖缝相互咬合,形成一个完整的筒体结构,逐层向下施工,直至设计深度,过深部位增设钢筋混凝土圈梁,以提高整体稳定性。这种支护结构使外部土压力均匀分布,没有应力集中部位,安全可靠,工艺简单,适用面广,能达到良好的支护效果。同时又比传统的沉井方案造价低得多,能够节约成本,缩短工程工期,是本地区值得推广的一种支护方案。

2.3 顶进时坍塌问题

由于本区浅部地层土质疏松,地下水位埋深浅,采用人工掘进式大管径顶管时土层坍塌严重,甚至

会出现坍塌冒顶现象。根据本地区顶管施工中的经验,施工时应注意以下几个方面。

(1)采取合理的降水措施,保证地下水位在管底以下,防止挖掘时出现涌砂现象,进而造成能引起上部土体坍塌的空间。

(2)在比较疏松的粉土中顶进施工时绝对不允许超挖,在允许超挖的稳定土层中顶进时,管道下部 135° 范围内不得超挖,管顶以上超挖量不得大于 1.5 cm ,管前超挖应根据地层条件确定,尽量少挖、勤挖、多顶。

(3)顶进到设计位置后不能马上砌筑检查井时,要在管前端用水泥砂浆砌砖墙,防止上部土层坍塌。

(4)当施工管径 $> 1600\text{ mm}$ 时,工具管前面与土层的接触面面积较大,开挖过程中不易形成稳定的平衡弧型面,上部容易呈块状坍塌。为解决这个问题,顶进时要先顶后挖,必要时工具管前面圆形接触面可以分成格状几部分,以防止土体坍塌。

2.4 顶进时的偏差问题

本地区浅部地层均一性差,且在水平和垂直方向上变化较大,顶进时很容易出现偏差。另外,有时降水达不到设计要求,造成管道两侧土质含水量不一样,含水量大的一侧土质软,顶进时工具管也会出现水平方向偏移。本地区浅层土质多为易砂土液化的砂性土,管道顶进过程中,受周围施工振动影响,管下部土体砂土液化,承载力减小,管道向下倾斜。管道尤其是排污水管道对方位和水平坡降要求比较高,为保证工程质量和工程效果,根据以往在本地区施工经验,应采取以下措施。

(1)顶进过程中注意观察地层变化,做好原始记录,在地层极不均匀的地段,要勤测量、勤纠偏,尽量一次少顶,提高顶进频率,及时纠偏。

(2)降水施工必须达到设计要求后才能进行顶进作业,本地区浅层土以粉土为主,管井降水时降水井“水跃值”较大,必须保证顶管段地层疏干效果。

(3)在易液化的土层中顶进时,临近不能有振动压路机等振动设备同时作业,严格控制管道持力土层砂土液化,同时控制工具管水平轨迹,必要时在管下垫一排木板或片石,不能出现向下大的偏差,否则纠偏难度很大。

2.5 顶管施工时引起的地面沉降问题

顶管施工中引起地面沉降或坍塌的原因主要有两方面:

(下转第29页)

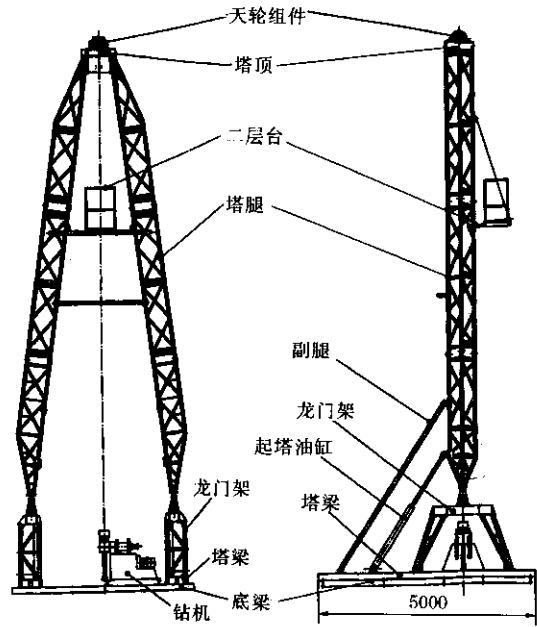
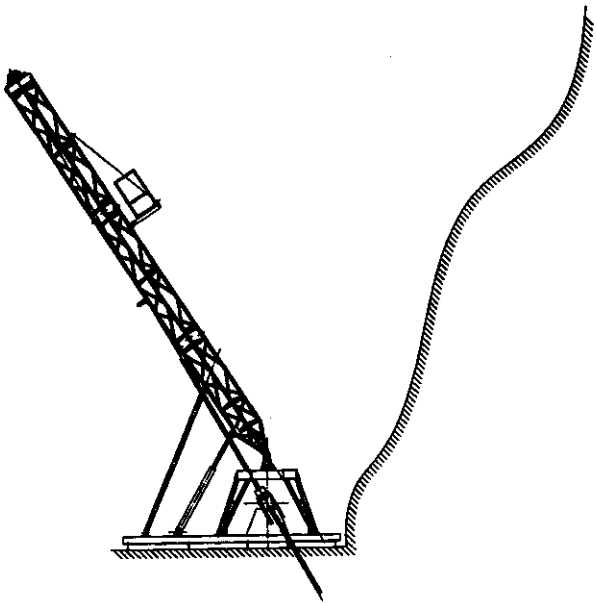


图 1 液压起塔定向施工 A 型钻塔结构示意图



和施工目的选择经济适宜的场地和斜度进行钻进。液压起塔定向施工 A 型钻塔油缸与可调副腿配合使用,使钻塔可以固定在 0 ~ 90°任何角度位置,在进行定向孔施工时,操作简便易行,工作效率高。

4 应用实例

北京中资环公司用我厂生产的液压起塔定向施工 A 型钻塔配套 4 台 XY - 44 钻机,承接了澳大利亚诚信公司在中国新疆注册的金川公司金矿勘探工程,在新疆博乐、伊犁等地施工,钻进 25° ~ 90°定向孔,深度 500 m,钻进效率满足了甲方设计要求,取

得了较好经济效益和社会效益。

5 结语

与液压起塔定向施工 A 型系列钻塔配套,使 XY 系列钻机的适用性、可靠性得到了进一步验证,使其良好性能得到了充分发挥,是 XY 钻机配套的良好设备。

液压起塔定向施工 A 型系列钻塔与 XY 系列钻机配套,节省了人力、物力,提高了施工效率,取得了良好的社会效益和经济效益,具有广阔的应用前景。

(上接第 22 页)

(1)降水施工引起的地面沉降。由于施工中疏干了土层中的地下水,使空隙水压力下降,土体中固体颗粒间有效应力增加,土层压密,原有的土层平衡状态被破坏,上方土体向下位移,进而形成地面沉降,一般来说这种沉降根据降水影响范围不同呈面状或带状分布。为避免这种问题发生,降水施工不能出现短时间内大降深疏干地下水的现象,降水施工任务结束后应及时回灌。

(2)由于顶进时超挖引起的地面沉降。顶进过程中管顶上部超挖,或是顶进时上部土体坍塌,形不成稳定平衡弧面,致使挖出的土方量远大于管道体积所占空间,顶管结束后坍塌范围扩展至地面,形成地面沉降或塌陷,这种沉降范围一般呈点状和线状

分布。为避免发生这种情况,顶进中严格杜绝管顶上部超挖,遇到坍塌严重的土层要先顶后挖,控制顶进单位长度出土量,实际出土量较大时,做好原始记录,顶管结束后对记录地段进行特殊处理。

3 结语

在郑东新区顶管施工中,降水施工、工作坑支护、顶进时土层坍塌、顶进中的纠偏、施工引起地面沉降等是几个常见的问题。在不同的地点、不同的施工环境下原因不尽相同,处理问题的方法也不同。遇到问题时要综合分析原因,选择最佳处理方案,在经济合理的大条件下,还要将对施工场地地质环境的影响降低到最低限度。