

顶管法在罗雨泵站管道施工中的应用

1P
61-62

吴良冰 缪 翠

(深圳市水务局 深圳 518001)

TU892.23
U175

关键词 顶管法 顶力计算 施工工序

管道施工、排水工程、防洪治理

深圳市罗湖小区防洪治涝工程——罗雨泵站，位于罗雨干渠出口南侧，西临布吉河，北靠春风路高架桥，南临香港边界线，占地5600m²。工程包括进水井、过路连接管道、格栅井、泵站厂房等项目。实施该工程旨在解决近年来由于深圳河淤积造成汛期排涝受阻，高潮海水倒灌对罗湖区6.29km²地势低洼的繁华商业区造成涝灾，以保障国家财产和人民生命财产安全，有效促进深圳特区经济发展。罗雨泵站过路管道工程连接泵站进水井与格栅井，工程位于春风路高架桥布吉河左岸30m处，横穿深圳市东西向重要交通干道——春风路快速干道，管顶覆土一般为4.0~5.0m，过路段覆土近6.5m。考虑工程施工必须确保地表新建的春风路快速干道不受破坏，不宜进行地面开挖等特点，设计采用了顶管法进行该过路管道施工。工程于1995年6月14日开工，8月完工。经1996年汛期试运行，管道运行情况良好。

1 顶管及后座设计

1.1 管道设计

新建罗雨泵站按P=1重现期设计，设计排涝能力为48m³/s，过路管道每条管过流能力为12m³/s。设计单位综合考虑管道过流能力、管道内力计算、管身轴向稳定、制作运输、管内作业等因素，经多方案技术经济分析比较，确定采用4根DN3000mm的钢顶管，管壁厚度30mm，管节长度5~6m，管底标高-2.8m，管道之间净距2.8m。管道防腐涂料采用上海产REALTEK-WO18钢管涂料，该涂料耐酸、耐碱、耐磨损，且与管壁粘结良好。外壁采用环氧树脂类涂料，要求快干、强度增长快。内外壁均考虑涂刷五度。管壁要求压触变泥浆，减少摩擦阻力，防止流沙及减少管外壁涂料在顶进过程中的磨损。

1.2 顶力计算

目前，对顶力计算尚无精确公式，可采用如下管

涵顶力计算公式：

$$W = W_1 + W_2$$

$$W_1 = f[2(P_v + P_H)D_1L + P_s]$$

$$W_2 = AP_2$$

式中 W 为总顶力；W₁ 为管道与土壤之间摩擦阻力；W₂ 为管道切土阻力；P_v 为管顶以上垂直土压力，N/m²；P_H 为管侧水平土压力，N/m²；L 为顶入管总长，m；D₁ 为顶管外径；P_s 为顶入管总重力，N；f 为摩擦系数，本工程管壁压触变泥浆，取0.3；A 为切土面积，m²；P₂ 为土壤抗剪强度，取50N/m²。

根据地质资料，考虑公路施工时土层已分层压实等因素，用上述公式计算出1*管(管长65m)、2*管(管长66m)、3*管(管长67.5m)和4*管(管长70m)的最大顶力，分别为10346kN、10486kN、10780kN和10814kN，均按4*管顶力曲线进行控制。

1.3 后座设计

由于顶管工作坑由施工单位在格栅井基坑内形成，后座设计根据现场实际情况，考虑顶管顶力较大，承受推力反力的后座要求高的特点，利用格栅井井壁形成钢筋混凝土推力墙，利用墙后原有土体提供的被动土压力作为反推力，在开挖过程中打入密排钢板桩，再浇钢筋混凝土后座。后座重力约为设计顶力的1.5倍。

2 顶管施工

2.1 顶进设备选择

顶进设备包括集中控制台、油管路、油顶、顶件、管底二向导轨等。导轨梁采用200#混凝土预埋螺栓，安装P38轻型钢轨作导轨，轨道全长12m，设有防偏导向装置，防止管道顶进中发生偏差。油顶的机械顶进作用，是通过油管路连接电气集中控制台控制而实现的。油顶装置除需与顶进方法匹配外，顶力必须足够并预留纠偏能力。根据最大顶力10814kN选

第一作者简介：吴良冰，男，助理工程师，从事工程规划设计及工程监理工作。

择6台双作用卧式油压千斤顶(DF-200)。油泵工作压力 1960 N/cm^2 ,机械效率70%,每台油压千斤顶有效顶力1372 kN。根据管长顶力曲线和进尺情况,千斤顶台数可予以调整。千斤顶固定在刚度较好的钢架上,钢架底设横移轨道。完成1#管道一节顶进后,可随时移动,满足1#、3#、2#、4#管循环交叉施工要求。顶铁采用八榫钢件,下方设横移活动装置,同时配备钢垫板和顶件补差。土方挖运采用在工作井上搭设贝雷架,设吊篮上下交叉作业,与井底顶进作业互不影响,提高效率。

2.2 施工工艺流程

顶管施工的主要工序包括:下管、稳管测量、挖运土、顶进、校测、接管。下管在顶管工作坑及推力墙完工后进行。下管前应检查钢管有无破损、变形、伤痕。钢管质量要符合质量要求方可使用。管节吊运就位采用16t吊机配合。下管后用仪器进行校线、平水,检查管节高程和顶进方向,检查管节是否完全贴于导轨,精确就位。接管时,管道对口焊接施工前将焊接面清理干净,焊接时注意起弧和收弧,收弧时应将弧坑填满,每条焊缝应一次焊完。多间焊的层间接头错开,焊接完成将焊缝表面熔渣及时处理干净,以便进行下道工序。顶进挖土采用人工开挖,人力车推运至管外吊篮中,利用天车吊运到临时弃土场外运。开挖土弧与管壁吻合,四周一律不准超挖,以防止管顶公路沉陷。管道顶进时坚持“随挖随顶”原则,尽量少挖多顶。顶进前检查顶进设备是否正常,并作试顶检查。由于管线间距较小,顶进时先顶2#线和4#线,后顶1#线和3#线,循环顶进。顶进过程中随时作好各项记录,及时注意油泵压力表变化,发现压力骤升,立即停泵检查原因。每完成一次顶进后,均采用水平仪检查管节高程。管轴线采用三点移线法检测,若发生由于土层变化、周边土摩擦力不一致或顶推作用力不均匀造成管道偏移轴线,应分别按俯偏、仰偏、左偏及右偏四种情况,将超挖部分向前适当起坡。纠偏坡上设导向板并涂黄油,进行顶进过程中的调偏。

3 顶管施工技术措施

由于春风快速干道路基采用强夯法施工,实际土层密实、坚硬,含水量低,且含有废弃的钢筋混凝土块体等障碍物,与地质资料反映的土层相差较大。原定挤压式顶管工艺不能适应实际土层中的顶管施工,经设计、施工、监理三方研究决定割除部分挤压段钢结构和机头前端网格,将挤压式顶管工艺改为手掘式(人工挖土)顶推顶管工艺。实践证明,顶推法顶管工艺完全适应实际土层顶管施工,从而保证了顶管的质量和进度。通过严格控制超挖与注浆加固管外壁土层,可保证地表建筑物安全。

针对土层土质变异及顶管碰到障碍物引起顶管阻力增大(实际顶管推力超过18620 kN),顶管推力墙在超设计顶推反力作用下,发生向后不均匀位移而降低承载力的情况,决定在推力墙 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 范围内加密竖放 $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 枋木,枋木前置40 mm厚钢板、 $500\text{ mm} \times 400\text{ mm}$ 钢梁及20 mm受力筋板焊制而成的整体高强钢结构,由钢梁承受主顶油缸顶推反力,向后传递并均匀分布于 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ 推力墙范围。同时,在每条管线中增加一个中继间,接力顶推。顶推完成后拆除中继间,割除前后法兰及所有筋板,保留内套管,并将其与前后管节之间的缝隙用 $\varnothing 16$ 圆钢施焊密封,中继间内壁作防腐处理,管外土层采用水泥浆加水玻璃注浆加固。

对上层密实土层与下层松散砂土层之间的差异,以及设置中继间接力顶推,顶推主力与中继间前管轴线产生分力,造成顶管前端向下偏趋势,反冲采用撑、拉、压、顶、挤及设置斜偏坡等技术措施进行纠偏,效果良好。对部分管节在顶进中遇障碍物挤压发生椭圆变形情况,经采用撑、拉措施与适度超前开挖,管道变形均恢复至设计允许范围。

4 结 语

a. 罗雨泵站过春风路管道顶管工程,顶管管径3200 mm,创深圳顶钢管管径之最;长达70 m的管道顶进,创深圳顶钢管吨位之最;地质情况复杂,实际摩擦阻力18620 kN,较预计值高出7840 kN;施工场地窄小,管线间距仅2.8 m;此外还具有钢管防腐和焊接技术要求高,顶管轴线偏移值小($\pm 50\text{ mm}$),工期紧迫等特点。该工程的顺利实施,为本地区在市政、供水及公路建设中采用顶管这一先进的管道敷设方法,以达到缩短工期、节省工程量和安全施工的目的提供了可借鉴的经验。

b. 顶管施工中当顶推力较大时,可采用中继间接力顶进法分段顶进。顶进中可能产生的管轴线偏移、管身变形问题,可相应采取一系列有效的施工技术措施加以解决。

(收稿日期:1997-05-29 编辑:张志翠)

建设中的万家寨水利枢纽工程

由中国水利水电第四工程局投标承建的黄河万家寨水利枢纽工程(见封面照片)目前正在建设中。它位于黄河中游,坝址在山西省偏关县与内蒙古自治区准格尔旗交界处。电站由拦河大坝、泄水建筑物、电站厂房、开关站、引黄取水口等组成。电站建成后,最大坝高90 m,坝顶长436 m,库容量8.96亿 m^3 ,设计装机108万kW,年发电量27.5亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$,每年供水14亿 m^3 。

(李俊哲供稿)