

非开挖技术在昆明呈贡昆洛路综合管沟施工中的应用

周海松, 李淑海

(上海广联建设发展有限公司, 上海 200438)

摘要:给合昆明市综合管沟穿越昆玉高速公路工程施工实例,介绍了非开挖技术在管沟拉索施工过程中的导向孔施工技术、钻孔回扩技术及管线回拖技术,为钢箱对拉隧道施工应用非开挖技术总结出一套切实可行的施工方法。

关键词:管沟隧道;非开挖;导向孔;钻孔回扩;钢箱对拉贯通施工工艺

中图分类号:P634.7 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2006)10-0032-03

近年来,随着非开挖水平定向钻进技术在我国市政管道工程中的推广应用,越来越显示出该工艺的优越性。与此同时,凭借非开挖定向钻进的工艺特点,该工艺的应用开始向其它工程领域拓展,本文就是介绍非开挖水平定向钻进施工工艺在昆明市呈贡昆洛路综合管沟工程中的成功应用。该工程施工的成功经验为我国隧道施工提供了一些新的思路。

1 工程概况

昆明市昆洛路综合管沟穿越昆玉高速公路工程位于呈贡县境内。综合管沟呈东西向穿越昆玉高速公路,管沟顶部埋深3.5 m,穿越长度70.2 m。本工程由中铁十七局总承包承建,设计单位为上海市政工程设计研究院。根据业主和设计院研究决定,本工程施工方法采用钢箱对拉贯通施工工艺替代传统的隧道顶进施工工艺。目前该种施工方法在国内尚属首例。

钢箱对拉贯通施工就是以穿越段两端工作井内的钢箱互为反力支座,通过埋设于拟穿越地层中的钢索进行对拉,将钢箱拉至地层中直至贯通的工艺。因此本工程中拉索孔的施工是关键所在,拉索铺设精度的好坏关系到本工程施工工艺的成败。根据设计和总包方商定,拉索孔的施工采用目前比较先进的非开挖水平定向钻进施工工艺。

2 工程地质条件

工程场区地貌属于剥蚀残丘地貌,主要地层为亚粘土,呈硬塑状态,局部松散。在工作坑两侧地层

中局部分布有具有层理的风化残积土,硬度较大且软硬不均。工程施工场地内的地质情况多变,地层分布有较大差别,从西向东分别为风化残积土和亚粘土,且两种地层从北向南呈坡状分布,地层中含有少量的山体岩块。风化残积土为本次工程施工的难点。

场地内施工深度范围内的地下水均是上层滞水,在勘察范围内没有发现地下水含水层。

3 拉索设计及施工要求

3.1 拉索施工设计参数

本标段的管沟截面为长方形,根据管沟的截面尺寸,拉索共设计为6根,拉索间水平间距为2.04 m,垂直间距为2.35 m。由于施工场区的地形是东高西低,拉索在铺设过程中自东向西按4.5%的坡度进行铺设。拉索中心与设计中心偏差 ≥ 5 cm。详见图1。

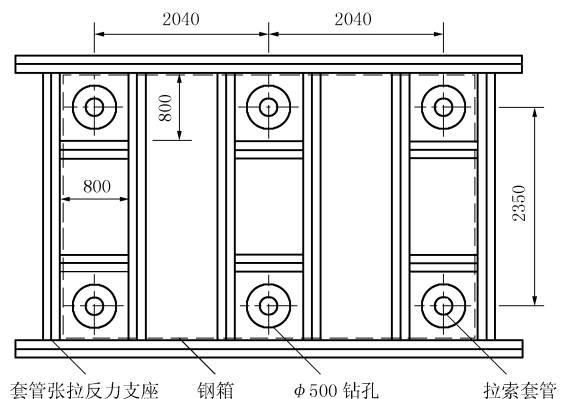


图1 拉索孔立面布置图

收稿日期:2006-04-24

作者简介:周海松(1978-),男(汉族),湖北麻城人,上海广联建设发展有限公司市政分公司非开挖工程部经理、工程师,岩土工程专业,从事非开挖水平定向钻进、大直径钻孔钻探和桩基工程的施工与管理工作,上海市中原路60弄4号,13061659072, zhou_xianbin2001@yahoo.com;李淑海(1972-),男(汉族),吉林长春人,上海广联建设发展有限公司市政分公司总经理、高级工程师,钻探工程专业,硕士,从事非开挖水平定向钻进、大直径钻孔钻探和桩基工程的施工与管理工作,13331832059, shuhai@133sh.com。

3.2 拉索孔施工要求

根据设计和后续工序施工要求,在导向孔施工过程中,导向孔中心与拉索设计中心偏差 ≥ 15 cm;根据钻孔间距,为了保证钻孔在施工过程中不相互影响,钻孔回扩的最大直径 ≥ 500 mm。钻孔完成后孔内沉淤的厚度必须小于孔径的 $1/3$ 。

4 施工工艺及技术要点

4.1 拉索孔施工工艺

拉索孔施工工艺不同于一般非开挖施工过程中的造孔工艺,根据拉索铺设要求和施工过程中不断总结,得出如下施工流程:测控点放样 \rightarrow 坑内轴线放样 \rightarrow 钻机就位 \rightarrow 先导孔施工 \rightarrow 导向孔施工 \rightarrow 钻孔回扩 \rightarrow 钻孔清淤 \rightarrow 套管回拖。

4.2 施工机具选择

根据本工程的地质条件和施工要求,为了保证拉索孔施工的精度,在施工中采用了美国威猛水平定向钻机(D33 \times 44),导向定位采用的是美国 DCI 公司生产的 ECLIPS 导向定位系统,扩孔采用的是挤扩式凹槽扩孔器。

4.3 施工技术要点

4.3.1 测控点布置

测控点就是在导向孔施工路径上,利用全站仪测出导向孔方向和各控制点深度。测控点根据钻机钻杆的长度进行布控,测控点间距一般不应大于 10 m,各测控点应分别量出地面的高程和地面的里程。

实地设置地面标记,以此作为导向孔施工时的参照。本工程全长为 70.2 m,分 3 条施工路径,每条施工路径上设置 18 个测控点,工作井两端边缘必须各设置一个。

4.3.2 坑内轴线放样

坑内轴线就是利用经纬仪将地面的拉索轴线放样至基坑的底部和工作平台上,并在地面及工作坑底部做好永久性标记。

4.3.3 索孔平面分格定位

索孔施工在同一立面上进行,故在施工前就应对施工拉索的孔位进行定位,并在孔位四周用 10 号工字钢焊制定位网格。钢质定位网格既可作为导向孔施工时出土或入土时的参照点,又可为后续套管张拉时提供反力支座,同时对孔位周边的土体起到一定的加固作用。根据最大回扩孔径设置网格内净尺寸为 800 mm \times 800 mm,网格的中心点与拉索中心点重合(见图 1)

4.3.4 钻机就位

钻机就位是导向孔施工前的一个重要环节。就位时掌握 3 点:(1)钻机的钻进中心线(大梁中心线)与拉索轴线重合;(2)钻头与拉索孔位重合;(3)钻杆入钻坡度与拉索铺设坡度一致。

4.3.5 先导孔成孔

先导孔是在导向孔施工前,根据钻进时导向钻头的长度,在拉索孔位上预先人工开凿的孔洞。先导孔施工时也要注意 3 点:(1)满足导向钻头完全进入的长度要求;(2)先导孔坡度与拉索坡度一致;(3)孔的直径略小于导向钻头的直径,比钻头直径小 10~30 mm。

先导孔的作用既可防止钻杆入土时出现“顶层进”和“顺层跑”的现象,同时又可稳定钻杆,防止钻进过程中钻杆因抖动而发生导向孔中心偏移。

4.3.6 导向孔施工

导向孔施工前应对导向钻头的探测系统进行校正,保证钻头的测量误差 < 5 cm。导向孔施工时依据控制点的控制深度,对钻杆在地层中钻进过程的坡度进行调节。调节的坡度值可按式计算:

$$\alpha = (H_2 - H_1) / L - \alpha_1$$

式中: α ——钻杆坡度的变换值; H_2 ——下一个控制点的控制深度; H_1 ——当前控制点的实测深度(当 H_1 大于 H_2 时 α_1 则为正值;反之为负值); L ——两测控点的间距; α_1 ——当前测控点的实测坡度。

由于本工程位于山间凹地,残积土层理和基岩岩性发育不均匀,导向孔成孔导向时须勤测勤纠,确保导向孔轨迹相对于拉索的铺设轨迹的偏差控制在 15 cm 以内。考虑回扩钻孔时,因回扩头重力产生下沉,导向孔的竖向偏差宜控制为正偏差。

4.3.7 钻孔回扩

本工程地层以风化残积土和粘性土为主,钻孔回扩主要有 3 个难点:(1)回扩钻进过程中会遇到未完全风化的孤石;(2)粘性土的含水量较低,钻进过程中粘土吸水膨胀,造成糊钻;(3)钻孔内泥浆及钻屑的清除。

针对地层特性,回扩钻孔时采用挤压式凹槽回扩头。这种回扩器在钻进时切削的土层较少,以挤为主,这样钻孔的孔壁会更稳定,同时钻屑较少,可缓解后续清孔的难度。此外,挤扩的回扩头对钻进过程中遇到的孤石有较好的切削效果。为了纠正导向孔施工过程中产生的偏差,钻孔的回扩过程分级进行,最大的回扩直径为 500 mm。

钻孔回扩采用清水作冲洗液,同时向冲洗液内掺入适量的高分子聚合物,以遏制切削钻屑在冲洗

液浸泡下产生膨胀。

由于钻孔内的钻屑和泥浆必须清出,在回扩钻孔过程中必须边扩边推,将钻孔内的泥浆和钻屑清出钻孔。待钻孔回扩工序完成后,将回扩头拆下,换上直径与钻孔等同的橡胶托盘反推清渣。当托盘单次清出的钻屑量小于 1 m^3 ,所含块状物的直径小于 5 cm ,且呈流体状时方可认为孔内沉渣基本被清出。

4.3.8 套管回拖

套管是本工程拉索的穿越通道,直径为 200 mm 。为防止拉索铺设后产生锈蚀,在回拖过程中套管内不能进入钻屑和泥浆。套管管材是HDPE管,由于后续对拉施工时,拉索套管是随钢箱拉进而被人工拆除的,其壁厚应尽量小,本工程采用 6 mm 壁厚。拉管时管头用钢套筒加玻璃胶密封。套管回

(上接第28页)

4.7 高压旋喷施工

高压旋喷作业由2台DEJ30型高喷台车进行施工,采用二管法旋摆结合施工工艺。两套跟管钻机的钻孔进度基本能够跟上旋喷进度。由于工期提前,后来增加了一套高喷机和3台岩心钻机(3台岩心钻机才能满足一套高喷机的钻孔要求)。

5 施工效果

正式开工日期为2005年12月18日,完工日期为2006年1月25日,其中跟管钻机共完成进尺 3860 m ,钻孔偏斜率 $<1\%$,钻孔孔位偏差 $<2\text{ cm}$,达

(上接第31页)

大,频率较高。由于顶进过程中顶力所受影响因素复杂多变,各种影响因素如轴线偏差、注浆工艺以及施工停顿等对顶力的影响很难量化,施工控制远不如短距离直线顶管那样容易,要较为准确地计算和预测顶力随顶程的变化规律仍然比较困难,现有的理论计算对长距离急曲线顶管顶力的估算甚至都没有参考意义。因此,要保证长距离大口径急曲线顶管的顺利顶进,就必须配置留有足够余地的顶进设备,使液压系统不在满负荷下工作,以便形成良性循环状态。要做好现场施工记录,根据出现的顶力异常情况影响因素分析和施工方案的调整。

拖时与一般水平定向钻铺管不同之处在于:(1)要求拉管过程中不能重新扩孔产生新的钻屑;(2)要求能喷出冲洗液,润滑套管管壁;(3)回拖时拉管的速度不宜太快,以免套管在回拖过程中变形而影响后续拉索穿越。

5 结语

拉索作为钢箱对拉贯通施工工艺重要的组成部分,其铺设的精度直接关系到整个工艺的成败。采用目前比较先进的非开挖水平定向钻进施工工艺铺设拉索,可从导向孔和钻孔两方面进行控制,能满足拉索铺设的精度要求。如果条件允许,该种施工方法应进一步完善,机具需进一步改良,必将在一些小型的隧道、桥涵施工中发挥更大的作用。

到了设计要求。

经高喷打孔注水检查,抗压强度满足设计要求($R_{28}=8\sim 10\text{ MPa}$)。2006年3月10日围堰开挖抽水结束,完全达到了预期效果,防渗效果很理想。

6 结语

潜孔锤跟管钻进技术在卵石层高压旋喷灌浆工艺当中的造孔施工,施工进度、质量都取得了非常好的效果。实践证明,跟管钻进技术在卵石层(含大量漂石)高喷施工或其他造孔施工具有较好的推广应用前景。

参考文献:

- [1] 余彬泉,陈传灿.顶管施工技术[M].北京:人民交通出版社,1998.
- [2] 夏明耀,曾进伦.地下工程设计施工手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1999.
- [3] 同济大学隧道及地下工程研究所.大口径三维急曲线顶管的环境保护与控制技术[R].2004.
- [4] 何莲,刘灿生,帅华国.顶管施工的顶力设计计算研究[J].给水排水,2001,(7).
- [5] 马保松,D. Stein,蒋国盛,等.顶管和微型隧道技术[M].北京:人民交通出版社,2004.
- [6] 汤华深,刘叔灼,莫海鸿.顶管侧摩阻力理论公式的探讨[J].岩土力学,2004,(增刊).
- [7] 赖冠宙,房营光.顶管顶力的理论计算与分析[J].广东土木与建筑,2003,(9).
- [8] 安关峰,殷坤龙,唐辉明.顶管顶力计算公式辨析[J].岩土力学,2002,(6).