

隧道长管棚超前支护施工工艺及其 对钻机性能要求探讨

夏邦瑶¹, 代金旭², 罗家祥²

(1. 浙江省中宇建设集团有限公司, 浙江 衢州 324014; 2. 贵阳探矿机械厂, 贵州 贵阳 550003)

摘要:结合 65 m 长管棚超前支护的施工实例,介绍了海王星-508 型钻机在长管棚施工中采用的施工工艺,并探讨了长管棚施工对钻机的性能要求。

关键词:长管棚超前支护;隧道;软弱围岩;海王星-508 型钻机

中图分类号:U455.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)12-0052-03

Discussion on Construction Technology of Long Pipe-shed Pre-reinforcement for Tunnel and Feature Requirement of Drilling Machine/XIA Bang-yao¹, DAI Jin-xu², LUO Jia-xiang² (Zhejiang Zhongyu Construction Group Co. Ltd., Quzhou Zhejiang 324014, China; 2. Guiyang Exploration Machinery Factory, Guiyang Guizhou 550003, China)

Abstract: With the construction case of 65m long pipe-shed pre-reinforcement, the paper introduced the construction technology of long pipe-shed with Haiwangxing-508 drilling machine, and discussed the feature requirement of drilling machine in the construction.

Key words: long pipe-shed pre-reinforcement; tunnel; soft surrounding rock; Haiwangxin-508 drilling machine

公路隧道出入洞口开挖经常遇到非稳定软弱围岩,由于围岩自稳能力差,加之施工对围岩的破坏扰动,极易造成塌方事故,加大了施工难度。因此能否确保安全、可靠、顺利、及时地进出洞施工,是前期隧道施工的关键所在。通常采用的开挖辅助支护措施是长管棚超前支护。长管棚超前支护能有效地加固围岩,起到良好的支护效果。

根据山体或地层的地质年代与岩层的结构,非稳定性软弱围岩段可占整条隧道施工长度的 10%~20% 不等,一般施工长度 30~60 m,甚至更深,视地区和地层而变化。

由于机具限制,过去公路隧道管棚施工深度一般为每回次 15~30 m,往往要 2~5 个施工回次才能接近稳定岩层;为了预留下一回次的钻孔施工空间,管棚的外插角大,回次间管棚需要 2~5 m 搭接;洞内施工操作空间小,影响施工效率。所以一般管棚施工工期长,工序繁琐,费用高。

长管棚一次性洞外施工即通过软弱围岩达到稳定岩层,所以隧道施工工效高,又因为管棚外插角极小甚至为零,减低了混凝土回填或衬砌的数量,从而降低混凝土使用成本和超挖成本。

黄衢南高速公路阳排尖隧道左洞出口采用 $\text{Ø}108 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ 大管棚超前支护,管棚长度 65 m,其施工管棚的精度高、施工难度大,具有典型性。

1 工程概况

阳排尖隧道位于浙江省衢州市柯城区,是黄衢南高速公路的控制性工程,也是浙江省重点工程之一。

阳排尖隧道左洞长 2855 m,右洞长 2825 m,为分离式隧道,单洞双车道,隧道区内地形、地质复杂,构造影响强烈,左洞出口段地形呈阶梯状,植被发育,表层为残坡积层,岩性为硬塑状亚粘土及全风化花岗(斑)岩,呈土状,围岩自稳能力极差并存在偏压。为保证隧道出口施工安全和结构稳定,对左洞出口实行长管棚超前支护。

2 长管棚超前支护

2.1 长管棚主要技术参数

管棚长度:根据洞口软弱围岩的施工深度,管棚设计长度为 65 m。

管棚材料:采用规格为 $\text{Ø}108 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ 热轧

收稿日期:2007-05-30; 改回日期:2007-08-17

作者简介:夏邦瑶(1968-),男(汉族),浙江温州人,浙江省中宇建设集团有限公司技术负责、工程师,隧道专业,从事隧道施工及测量工作,浙江省衢州市黄衢南高速公路 A2 标项目经理部;代金旭(1966-),男(汉族),贵州贵阳人,贵阳探矿机械厂总工程师、工程师,勘探机械专业,从事机械制造工作,贵州省贵阳市;罗家祥(1969-),男(汉族),贵阳探矿机械厂工程师,勘探机械专业,从事机械制造工作。

无缝钢管。

钢管长度:钢管长度为6~12 m,不定尺。

管棚连接:钢管连接采用插管焊接,插接管采用规格 $\text{Ø}95\text{ mm}\times 6\text{ mm}$ 的热轧无缝钢管。

管棚间距:管棚钢管环向中心距为400 mm。

管棚数量:管棚总根数51根,总长度3315 m。

管棚仰角: 1° 。

2.2 主要施工设备

2.2.1 钻机

采用海王星-508型全液压履带式钻机,该钻机由柴油发动机驱动,可以自行,便于崎岖不平的工地施工;其全液压摆臂机构可以实现全方位钻孔定位;该机总功率为90 kW,有强大的钻进及处理孔内事故的能力,不但能实现钻具拧卸机械化,而且可无级调速;转速和扭矩都可大范围调整,提高了钻机对复杂地层的适应性,保证了长管棚的深孔钻进要求;3.4 m水平长行程确保钻孔平直度;先进的定位导向机构确保了管棚孔开孔精度及后续钻孔精度;大通孔动力头推管时采用边回转边推入,无论钻孔深度如何,都可保证管棚钢管推入设计深度。

2.2.2 泥浆泵

采用BW250型泥浆泵,该泵是地质系统成熟的经典产品,性能稳定、工作可靠,适合本工程施工工艺需要。

2.2.3 钻具

采用 $\text{Ø}89\text{ mm}$ 钻杆, $\text{Ø}130\text{ mm}$ 三翼刮刀钻头。由于地层复杂,在同一钻孔不同深度可能遇到松散夹石土、粘性土、大粒径漂石甚至中风化基岩,为应付如此复杂地层,特备有牙轮钻头以满足特殊钻进需要。

2.3 施工工艺

施工工艺流程为:施工准备→孔位放点→钻机就位→钻进成孔→退出钻杆→管棚钢管钻孔→插入插接钢管($\text{Ø}95\text{ mm}\times 6\text{ mm}$)→钢管焊接→推入钢管→钢管及孔口封堵→焊注浆管→注浆到规定压力→下一循环。

2.3.1 施工准备

平整场地,放置各种设备、材料,全部到位后,施工人员进行技术交底,领会施工设计意图。

2.3.2 孔位放点

根据设计平面图的坐标位置,在施工工作面上用仪器依次放点,并用钢钉作孔位标记和轴线后视点标记,使孔位、钻机、后视点成一线,保证钻孔沿设计方向延伸。

2.3.3 钻机就位

钻机对位正确与否是管棚钻孔的首要保证,由于海王星-508型钻机可以自行并可全方位调整孔位,就位十分方便,当钻机驶入大致位置就可以用摆臂机构将导轨对正孔位,为保证钻机对位精确可用水平尺和全站仪配合验证。开钻前,对钻机的位置、钻杆、滑架倾角及方位都要认真核对,由于各油缸设有液压锁,可以有效避免钻机在钻孔过程中前后、左右移动,影响开孔倾角和方位。

2.3.4 成孔工艺

根据所钻地层情况选择钻进工艺参数。开孔时夹持器装导向套以稳定钻杆,用三翼刮刀钻头,轻压慢钻,待钻进深度入地层1 m后方可正常钻进。给进压力根据所钻地层软硬程度而定,不宜过大或过小,过大的给进压力会造成孔斜;过小的给进压力易产生重复破碎影响钻进速度及钻头寿命。钻进压力控制在10~40 kN,遇到大的孤石时钻进应平稳但速度减缓,此时可将给进压力适当调高到30~40 kN,如遇到破碎地层,钻杆跳动剧烈,宜将给进压力降低至10~20 kN。转速为90 r/min。循环泵流量要控制适当,过大容易引发塌孔,过小则对排渣及钻头冷却都不利,实际钻进中调整在100~200 L/min。

2.3.5 管棚焊接

管棚采用 $\text{Ø}108\text{ mm}\times 6\text{ mm}$ 钢管,长度6~12 m。为便于推入,第一根钢管前端加工成锥形,人工推入,其尾端出露于钻机导向器200~300 mm,插入 $\text{Ø}95\text{ mm}\times 6\text{ mm}$ 、长200 mm插接钢管并与第一根钢管点焊固定;从钻机动力头通孔后端推入第二根钢管与插接钢管连接,用水平尺靠实第一、二根钢管,保证两根钢管处于同一直线后焊接,先焊钢管上半部分,再用钻机回转后焊接下半部分。

2.3.6 钢管推入

以往施工中所用钻机不具备管棚钢管回转推入能力,推管很难保证其推力与钻孔同心,致使钻孔深度达标而管棚推入深度不够。由于管棚孔较深,地层多变,而所处地层又不稳定,钻孔内经常局部塌落或残留岩块,管棚钢管推入孔内时所遇阻力大。海王星-508型钻机推管时采用专用夹具可实现边回转边推入,无论钻孔深度如何,都可保证管棚钢管推入到设计深度。

2.3.7 封孔

钢管推入到设计深度后按要求将多余钢管用气割切除,即可封口。采用强度为C15的水泥砂浆封堵钢管与钻孔间隙,用6 mm厚钢板将钢管端部焊

实,同时在钢板中间焊 $\varnothing 25$ mm 注浆钢管(长 300 mm)。

2.3.8 注浆工艺

根据隧道地质情况,管棚钢管全部使用钢花管,孔口设排气孔。注浆时,采用先低压、大流量注入,注浆过程压力逐渐升高,注浆流量逐渐减少。当压力升至终压时,保压 10 min 后停止注浆。

3 施工效果

通过对施工完成的管棚进行开挖检查,所施工的 51 根长管棚的竖向下垂量最大为 0.3%,水平位移量最大控制在 0.15% 以内,较好地满足了大管棚施工的精度要求。该隧道的大管棚设计与施工均取得良好的效果,受到黄衢南高速公路建设指挥部、监理和质检站的一致好评,并已经在衢州地区乃至浙江省推广这一钻机及其施工工法。

4 长管棚施工对钻机的性能要求的探讨

由于测量手段以及纠偏工艺限制,随钻纠偏技术在山区公路隧道施工中无法应用。必须采用工效高、精度高、相对又是低成本的施工方法才能满足长管棚施工需要,这就对钻孔机械提出了不同以往的性能要求。

4.1 钻机自重

钻机自重是保证钻机稳定的基本要求,而钻机稳定性是开孔精度的首要保证,所以管棚钻机应具备一定的自重。海王星-508 型钻机为全液压多功能履带底盘式钻机,其 9.5 t 的自重使其在开孔施工中保持整体稳定,最大程度地保证了开孔精度。

4.2 孔位调整机构

管棚钻孔往往是小间距弧形三维发散形布孔,钻机孔位调整机构应可以方便地实现钻孔三维对位,以保证管棚钻孔之间的精度。海王星-508 型钻机可以自行并可全方位调整孔位,就位十分方便,当钻机驶入大致位置就可以用摆臂机构将导轨对正孔位,为保证钻机对位精确可用水平尺和全站仪配合验证。开钻前,对钻机的位置、钻杆、滑架倾角及方位都要认真核对,由于各油缸设有液压锁,可以有效避免钻机在钻孔过程中前后、左右移动,影响开孔倾角和方位。管棚施工对钻机的对位能力要求极高,既要保持钻机的稳定性能又要准确高效定位,现有的钻机很难达到。海王星-508 型钻机孔位调整机构采用全液压多油缸三维定位系统,保证了可以迅速、方便地实现钻孔精确的三维对位,以保证管棚

钻孔之间的精度。

4.3 钻具

钻具应具有足够的刚性,钻具的刚性是深孔钻进钻孔漂移量的基本保证,钻具的刚性越高,钻孔的漂移量越小,反之亦然。管棚钻孔的直径大、深度深、精度高,但钻头进入地层 5~10 m 后的钻孔精度基本上是靠钻具保证的,常规的钻具达不到管棚钻孔要求,必须使用高强度、高刚性的钻具。过去岩心钻机所配套钻具单一,钻杆细,刚性差,而海王星-508 型钻机可与多种钻具配套,其基本配套钻杆为 $\varnothing 89 \sim 110$ mm,其刚性大大高于其它钻机所配钻具。

4.4 钻孔导向

钻机要具备一定长度的回转导向功能,回转导向功能可极大地提高开孔精度。海王星-508 型钻机具有高精度长导向系统,其导向滑架具有类似于机床导轨的精度,拖板带动动力头在其上前后滑动,钻进导向器与动力头回转中心高度同心,导向滑架具有 3.4 m 长导向距离,整个给进机构极大地保证了钻机定位后的开孔精度。

4.5 施工工艺

管棚施工地层十分复杂,单一的施工工艺很难满足同一工程的施工需要,所以钻机设计应能够满足多工艺施工的需要。海王星-508 型钻机为多功能钻机,可采用多种工艺方法进行钻孔施工。

4.6 管棚推入

以往施工中所用钻机不具备管棚回转推入能力,经常采用钻机动力头直推或挖掘机配合,推管很难保证其推力与钻孔同心,造成钢管弯曲和钻孔坍塌,致使钻孔深度达标而管棚推入深度不够,所以钻机应具备回转推管能力。由于管棚孔较深,地层多变,而所处地层又极不稳定,钻孔内经常局部塌落或残留岩块,管棚钢管推入孔内时所遇阻力大。海王星-508 型钻机推管时采用专用夹具可实现边回转动边推入,无论钻孔深度如何,都可保证管棚钢管推入到设计深度。

5 结语

阳排尖隧道采用海王星-508 型钻机进行 65 m 长管棚施工取得了良好的效果,为今后在不良地质条件下进行类似施工和长管棚施工对钻机性能的要求积累了经验。建议在今后的施工中进一步总结经验,研究出一套比较经济科学的机具,更好地推广海王星-508 型钻机的长管棚施工技术,使其在工程建设中充分发挥作用。