

# 跟管钻进在高速公路隧道管棚支护工程中的应用

周新莉

(煤炭科学研究总院西安研究院,陕西 西安 710054)

**摘要:**通过隧道穿越已有公路进行大管棚支护施工的工程实例,说明采用偏心扩孔钻头跟管钻进的成孔工艺,是解决大管棚支护施工中钻进成孔难的有效方法。介绍了成孔工艺、配套设备及相关技术措施。

**关键词:**隧道;管棚支护;跟管钻进;成孔

**中图分类号:**U455 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)04-0078-02

近年来,在山区高速公路建设中,常常会遇到隧道穿越已有不同级别公路的施工。为了保证在建隧道安全、顺利地实施和已有公路正常通行,一般均对新建隧道进行超前支护。倘若新建公路隧道穿过既有公路时两者之间距离较小,路基不实,地层破碎,大管棚支护则是一种有效的支护方法。而大管棚成功支护的技术关键则是管棚钻孔的施工。采用偏心扩孔钻头跟管钻进,是一种行之有效的成孔方法。

## 1 工程概况

西安—安康高速公路苟家山隧道要斜穿一条宽约6 m的已有二级公路,其长度约20 m。为了保证新建公路的标高和工程在实施过程中已有公路能够正常通行,先在隧道开挖前,对已有公路路面回填1~1.5 m厚的碎石、土等弃渣,再在隧道拱顶施工一个循环33根管棚进行支护,最后进行隧道开挖。回填后的路面与新建公路隧道拱顶顶部之间最小距离约为0.6 m。隧道拱顶管棚支护的钢管直径108 mm,壁厚8 mm,长度39~40 m,间隔40 cm,倾角1°~2°,之间采用螺纹连接。

## 2 管棚支护施工难点

该管棚支护工程实施的难点是管棚的成孔,即管棚孔的倾角和方位角上下、左右偏差不但要满足施工要求,而且还要保证钻孔成孔后孔内干净,能够顺利地将 $\varnothing 108$  mm管棚钢管下到位。由于管棚成孔的前20余米是在松散、软硬不均的弃渣中钻进,所以采用隧道管棚支护常规的潜孔锤冲击回转钻进方法既难以控制钻孔倾角和方位角,更难以成孔和保证将管棚钢管下到位。因此,采用了潜孔锤跟管

冲击回转钻进技术成孔。但是,由于地层是松散的、软硬不均的弃渣,相互没有支撑作用,钻进中上方的石渣全部或部分压在跟管钻具上,使钻具的摩阻力增大,存在着潜孔锤无法将管棚套管有效带入地层中的问题,这又是一个必须解决的技术难题。

## 3 成孔工艺

该管棚施工所遇地层主要分为2类:一类是原有公路基础;另一类为新回填的碎石。前者经过多年的运行,且原为挖方地层,所以地层密实,管棚施工成孔性比较好;而后者含土量少,密实度差,具有坍塌掉块的特点,所以成孔性极差。根据这个特点,结合以往工程实例,对于第一类地层,采用风动潜孔锤接螺旋钻杆冲击回转钻进工艺成孔;对于第二类地层,则采用风动潜孔锤接偏心扩孔钻头跟管冲击回转钻进工艺成孔。为了解决钻进过程中地层摩擦阻力大、冲击器需要较大冲击功的特点,我们选用中风压的空气钻进工艺。

## 4 配套设备与钻具

由于管棚钻孔成孔均采用风动冲击回转钻进工艺,采用的设备与钻具有钻机、空压机、制注浆设备、潜孔锤、偏心扩孔钻头、螺旋钻杆、外平钻杆等。

### 4.1 钻机

管棚设置是近水平状态,所以选用了我院生产的MK-5型钻机。该钻机最初为煤矿井下坑道钻进设计,主要用于近水平孔施工。钻机采用电动机带动液压油泵产生压力,用液压油驱动动力头做回转和前后移动,完成钻孔作业。最大扭矩1850 N·m,给进起拔力50 kN,行程1200 mm,功率30 kW,

收稿日期:2008-01-10; 改回日期:2008-02-24

作者简介:周新莉(1957-),女(汉族),陕西石泉人,煤炭科学研究总院西安研究院高级工程师,探矿工程专业,从事钻探工艺及其工程应用的研究工作,陕西省西安市雁塔北路52号。

且采用分体式结构,便于拆卸和安装在工作平台上,可满足 $\varnothing 130$  mm、孔深40 m管棚孔的钻进需要。

#### 4.2 空压机

根据该工程成孔工艺选用中风压空气钻进的特点以及所选风动潜孔锤的型号、管棚孔的孔径和孔深等,选用美国寿力公司生产的柴油机驱动的750型空压机。该空压机风压可达1.2 MPa,风量 $21\text{ m}^3/\text{min}$ ,可以满足2台钻机同时钻进成孔的需要。

#### 4.3 钻具

选用C1R90型风动潜孔锤,配QT90D型钻头、 $\varnothing 120$  mm螺旋钻杆(心杆直径63.5 mm,螺距100 mm),在较完整地层中可施工 $\varnothing 130$  mm的钻孔;C1R90型潜孔锤配偏心扩孔钻头、 $\varnothing 108$  mm(单根长度3 m)的管棚套管和 $\varnothing 73$  mm的外平钻杆,在选用中风压空压机的情况下,潜孔锤的冲击功较大,则可在复杂地层中将管棚套管带进更深的钻孔之中。

#### 4.4 注浆设备

管棚施工所需浆液一般为水泥砂浆,其制备方法和普通泥浆制浆所用设备基本相同,而注浆则采用砂浆泵。本次施工选用UBJ-3型砂浆泵,其注浆压力最大可达2 MPa,注浆量为 $3\text{ m}^3/\text{h}$ ,可满足管棚钻孔注浆施工的需要。

### 5 钻进规程参数

钻进规程参数的选择主要取决于地层条件和所采用的钻进工艺。考虑空气上返风速为 $15\sim 18\text{ m/s}$ 时才可保证将孔底岩屑排出,一般情况下,采用风动潜孔锤接螺旋钻杆冲击回转钻进成孔,风量 $8\sim 10\text{ m}^3/\text{min}$ ,风压0.8 MPa左右,钻机钻压 $5\sim 6\text{ kN}$ 、转速 $50\sim 60\text{ r/min}$ ;采用风动潜孔锤接偏心扩孔钻头跟管冲击回转钻进成孔,风量 $8\sim 10\text{ m}^3/\text{min}$ ,风压0.8 MPa左右,钻压 $6\sim 8\text{ kN}$ 、转速 $40\sim 50\text{ r/min}$ 。

### 6 技术措施

(1)采用潜孔锤配螺旋钻杆钻进时,由于钻进地层时软时硬,钻杆的导向能力较差,加之受重力和回转力影响,钻孔有向下调和向右偏斜的可能,所以在开孔时,必须根据孔深和地层特点,适当上调和左偏开孔角度,以确保管棚既不侵入隧道净空而影响后期支护,也不距离隧道支护线太远而加大隧道的开挖和支护工程量。本次施工中,采用潜孔锤配螺旋钻杆钻进成孔时,开孔角度上仰 $3^\circ$ 、左偏 $1.5^\circ$ 。

(2)采用偏心扩孔钻头潜孔锤跟管钻进工艺时,尽管地层较上述地层更为复杂,但由于螺纹连接

管棚套管的导向性好,钻孔下调和向右偏斜的趋势减小,因此开孔角度上仰一般不宜超过 $1.5^\circ$ ,而左偏控制在 $1^\circ$ 以内。

(3)使用偏心扩孔钻头潜孔锤跟管钻进时,由于管棚施工所用无缝钢管的壁厚较大,偏心扩孔钻头不能顺利地跟管退出,当钻进穿过前20 m复杂地层进入后20 m强风化基岩时,尽管钻孔不会发生坍塌,但由于复杂地层岩石破碎,摩擦阻力大,却出现了管棚套管螺纹强度不足以将4 m长的管棚套管带入孔内的情况,采用的技术措施为:在靠近山体一侧的公路旁,人工开挖一条宽0.5 m、深1 m左右的工作槽,当潜孔锤接偏心扩孔钻头跟管钻进至工作槽时,卸去偏心扩孔钻头和管靴,换上QT90D型钻头( $\varnothing 130$  mm),管棚套管停留在工作槽处,潜孔锤接 $\varnothing 73$  mm的外平钻杆继续钻进到预定孔深,提钻使潜孔锤至工作槽位置,卸去QT90D型钻头后,继续提钻,将潜孔锤从管棚套管中心提出孔外,再用潜孔锤在管棚套管的外端锤击其到预定孔深。采用这种方法,较好地解决了前面地层破碎的成孔难题,也解决了管棚套管螺纹强度不足的缺陷。

(4)由于常规管棚套管的钢级较低,如果潜孔锤直接冲击在跟管钻进的管靴之上,则和管靴连接的管棚套管的螺纹在跟管钻进时就会折断。第一个跟管钻进钻孔在钻进十几米后就发生了这种情况。我们采取了在管靴和管棚套管之间接一根1 m长的优质钢管起缓冲作用,配合(3)中的技术措施,较好的解决了管棚套管和管靴的钢材级配问题。

(5)一般情况下,为了注浆的方便,管棚施工所用套管上面要规则地钻很多径向钻孔,以保证管棚套管、砂浆和地层的良好结合。而使用跟管钻进时,套管上则不能钻径向钻孔,否则既不利于排粉,也有可能将潜孔锤卡在套管内。对于这种情况,当管棚套管下到位后,其下端应距孔底 $0.2\sim 0.3\text{ m}$ 的距离,以便砂浆自孔底通过套管与孔壁之间间隙压向孔口,确保管棚套管、砂浆和地层的有效结合。

### 7 结语

偏心扩孔钻头潜孔锤跟管钻进技术应用于管棚施工,可以有效地解决管棚施工中复杂地层钻进效率低、成孔困难的难题,确保管棚支护技术在隧道工程施工中的成功应用。在以后的工程实践中,在管棚支护设计时,应考虑施工工艺,解决偏心扩孔钻头和管棚套管的匹配问题,并提高管棚套管的螺纹强度,增加管棚支护的单次长度。