

# 大口径硬岩投料深孔施工工艺

李雪桥, 索 鹏, 索有堂

(山东正元建设工程有限责任公司, 山东 济南 250014)

**摘 要:**结合山东金岭铁矿深 204.50 m、直径 800 mm 投料孔工程的施工,介绍了在硬岩地层先施工前导孔再用组装钻头扩孔的大口径深孔施工工艺。

**关键词:**大口径;硬岩;深孔;投料孔;前导孔;组装钻头;导正扩孔

**中图分类号:**TD85 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)06-0069-02

矿山开采矿体后形成的采空区须尽快回填,否则随着时间的推移地面将逐渐出现下沉甚至塌陷,破坏地面构筑物和环境。在一些老矿区因回填不及时,这一问题日益显现出来,造成了不必要的损失,有的甚至影响到矿体的继续开采,因此采空区的回填工作已愈来愈引起人们的重视。

通过投料孔输送回填物到采空区,快速且成本低,愈来愈被广泛应用。投料孔口径越大,对回填物的大小及形状要求越低,在使用中不容易堵塞,使用寿命越长,回填成本越低。但口径加大到一定程度,钻孔施工则需要专门的设备和工艺,工程成本很高,因此在硬岩地层中,口径一般都小于 500 mm。

山东金岭铁矿岩层为石灰岩、闪长岩,岩石单轴抗压强度达到 40~80 MPa,我们用一般的设备加以改装,成功地施工了直径 800 mm、深 205.5 m 的投料孔,其中基岩进尺达 180.0 m,现将施工工艺介绍如下。

## 1 施工方案

按照设计口径钻过第四系见完整基岩,下入套管并固井。在基岩中先施工  $\varnothing 325$  mm 的前导孔,钻到设计深度后,在巷道内开挖平巷与前导孔对接,建立排渣排水系统;用前导孔为导正,采用组装滚刀钻头扩孔到设计口径 800 mm,钻渣随冲洗液流入巷道的排渣系统排出,这种方式排渣快速直接,避免了钻渣在孔底的重复破碎,大大提高了钻进效率和钻头的寿命。

## 2 施工设备及钻机的改造

采用 TSJ-6/660B 型水源钻机,  $\varnothing 127$  mm  $\times$  10

mm 石油钻井钻杆。在钻杆接头上加工切槽,配以垫叉、扭叉,实现了机械扭卸钻杆。钻塔采用 14.5 m 直斜两用地质钻塔。

钻机的转盘通径为 600 mm,为了下入大于转盘通径的钻头,将所选钻机安装于 GPS-15 型钻机的液压底盘上,以实现液压移机让开孔口。扩孔时钻机加装减速器,降低钻机转速,适应组装钻头扩孔的需要,最低挡转速由原来的 34 r/min 降低到 19 r/min。

## 3 前导孔施工工艺

### 3.1 前导孔钻进工艺

$\varnothing 325$  mm 前导孔施工采用常规的钢粒、硬质合金取心钻进工艺,在遇到掉块、坍塌地层时,为了保证投料孔的正常使用,采取高压注浆措施,这样也为下一步钻孔的施工提供了比较有利的条件。

### 3.2 前导孔弯曲的测控

前导孔的施工需采取措施控制钻孔的弯曲,以保证终孔达到设计的范围。本工程通过控制工艺参数,采用长粗钻具加钻铤组合钻具(如图 1),使钻孔的跑斜问题得到了有效的控制,因钻铤连接在钻具中下部,使粗径钻具的重心下移,有利于钻孔下垂。

本工程的测斜使用 XJL-42 型罗盘钻孔测斜仪,依据测棒下垂在钻孔的下井壁的原理,测量钻孔弯曲。采用 EXCEL 的 Vb 语言将钻孔空间位置的计算编程,把开孔坐标、测斜的结果(孔深、顶角、方位角)输入微机即可自动计算出钻孔空间位置坐标。前导孔终孔后开挖巷道与钻孔一次对接成功,计算出的终孔位置与实际位置只差 0.5 m,达到了较为理想的效果。

收稿日期:2008-01-10

作者简介:李雪桥(1966-),男(汉族),山东宁津人,山东正元建设工程有限责任公司项目总工程师、工程师,探矿工程专业,山东省济南市山师东路 14 号。

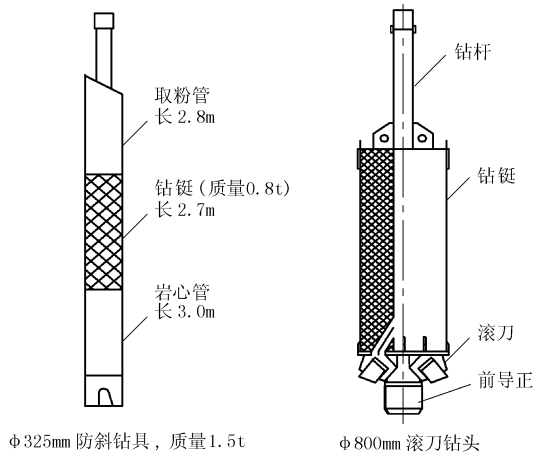


图1 组合钻具示意图

#### 4 扩孔施工工艺

用前导孔为导正,采用组装滚刀钻头进行扩孔,在钻机负荷能够承受的情况下,采用一次扩孔,否则采用两次扩孔,本工程采用的是一次由 $\text{Ø}325\text{ mm}$ 前导孔扩孔到设计的 $\text{Ø}800\text{ mm}$ 。

##### 4.1 滚刀组装钻头的加工

(1)滚刀组装钻头结构如图1所示。

(2)布置滚刀的原则是:内外圈的每把滚刀的工作面积尽量相差不大,且内外圈滚刀在一个工作锥面上,以便内外圈滚刀磨损一致和钻头在孔底工作平稳。

(3)每把滚刀都有水路正对着,确保每把滚刀都能得到冲洗液的冲刷。

(4)一定要保证钻头刀盘、钻铤体、中心钻杆、前导正体安装的同轴度。

(5)各部件焊接要牢靠,以防断脱。

##### 4.2 扩孔钻进的工艺参数

(1)钻压:每把滚刀的压力不低于 $8\text{ kN}$ ,对于灰岩,钻压为 $42\sim 48\text{ kN}$ ,对于闪长岩,钻压为 $46\sim 52\text{ kN}$ 。可以用钻铤结合钻杆加压,为了保证钻杆在钻进中处于良好状态和钻头在孔底工作稳定,加压的钻杆不超过钻杆自重的 $1/3$ 为宜。

(2)转速: $19\text{ r/min}$ 。

(3)扩孔冲洗液量: $300\sim 400\text{ L/min}$ 。施工实践证明在时效 $< 2.0\text{ m}$ 时,冲洗液量足够清除孔底钻粉和冷却钻头。

##### 4.3 扩孔钻进注意事项

(1)新钻头在下入前,在地表试水,检查钻具的水路是否畅通,每把滚刀是否得到了充分的冲刷。

(2)组装滚刀钻头较重,升降钻时一定要特别

注意,钻头升降要平稳,平时保持钻机升降系统制动工作良好,严禁跑钻,在下钻遇阻时,严禁强蹾猛下。

(4)钻进时注意进尺情况,根据进尺和井内钻具阻力、钻进时的声音正常与否等情况调整钻进参数,达到最佳效果。

(5)坍塌孔段要及时采取措施予以处理,以免扩孔时出现卡钻、埋钻事故。

(6)一般正常扩孔不超过 $48\text{ h}$ 提一次钻,检查钻头磨损情况,对磨损严重或损坏的钻头导正圈、保径合金、滚刀要及时予以检修或更换,新旧钻头要交替使用。

(7)在井内有异常响动或阻力增大或进尺突然变慢,要及时提出钻头检查分析原因,制定相应解决措施。

(8)建立钻头技术档案,准确记录钻头的使用情况,以便及时分析改进钻头的结构。

#### 4.4 扩孔钻进的经济技术指标

(1) $\text{Ø}800\text{ mm}$ 钻进效率及时间利用情况见表1。

表1  $\text{Ø}800\text{ mm}$ 钻进效率及时间利用情况

岩石	时效/m	纯钻率/%
灰岩	0.14	84.88
闪长岩	0.13	83.04
C30混凝土	1.16	

(2)钻头使用情况及分析。本工程投入 $\text{Ø}800\text{ mm}$ 钻头体2个,球齿滚刀13把,具体进尺使用情况见表2。

表2 钻头使用情况

钻头编号	外圈滚刀/m	内圈滚刀/m
1	62.86 32.2	95.06
2	85.94	85.94

注:(1)一号钻头更换外圈滚刀一次,(2)13把滚刀磨损正常,轴承正常,尚可用。

一般在桩基工程的基岩钻进中,滚刀钻头的寿命远远低于本工程,损坏的形式表现为滚刀轴承坏、滚刀磨损严重,原因是孔底岩屑排出不及时出现了重复破碎,孔底岩屑浓度很高,不利于滚刀轴承的工作。而本工程采用了巷道排渣系统,排渣效果好。由此可见组装钻头钻进时孔底岩屑的排出是一个很重要的工序,直接关系到钻进效率、成本等经济技术指标。

#### 5 组装滚刀钻头碎岩机理、工艺参数的分析

从巷道内取出的扩孔岩屑看,80%呈扁平粒状,

(下转第75页)

m。当钻孔中发现有串浆,应停止施工,并进行封孔。对未及时注浆的钻孔,如有串浆、冒浆现象而造成堵孔时,待水泥凝结再扫孔注浆,以确保每孔都能逐一注浆。

#### 4.6 注浆设备与材料

##### 4.6.1 注浆设备

早期采用 BW-150 型注浆机 1 台;中后期采用 SGB6-100 型注浆泵,配套搅拌机和制浆机 3 台套。双液注浆混合器为自制孔口花洒式施喷混合器。

##### 4.6.2 注浆材料

采用 R425 普通硅酸盐水泥,35 Be、 $M=2.4$  水玻璃。

#### 4.7 注浆运作顺序

根据设计的注浆孔分布的顺序,采用分层挤压,以保证注浆效果,按此将注浆孔分为 5 个序次:Ⅰ序次为 38 孔,Ⅱ序次为 101 孔,Ⅲ序次为 124 孔,Ⅳ序次为 105 孔,Ⅴ序次为 120 孔,

Ⅰ序次的注浆孔是采用低压力、大注浆量,其作用是封堵大的、连通性好的泄浆和串浆通道,形成一个相对封闭的注浆环境。所以在塌方体外围,并与其他序次保持 4 孔的间距。Ⅱ~Ⅴ序次为高压力、充填至挤压注浆,逐渐增加土体强度。

#### 4.8 注浆时的监控

为了保证注浆质量,在现场需要及时进行动态监控,对注浆压力、速度、水灰比、水玻璃掺入量、注浆量等数据作出调整。如发现注浆压力较低或上升

缓慢以及注浆量较标准要求大时,就应调整水泥浆液、水灰比和水玻璃掺入比例;而在注浆量小、压力却又上升时,应注意观察注浆管是否被堵,抑或注浆速度过快、浆液过浓等现象。

为了保证浆液在塌方体内扩散,当发现有明显的串浆泄浆时,或注浆量特别大时,才可注入 8%~10% 水玻璃,使压力上升达到目标压力为止,然后以较稀水泥浆液继续注浆。

## 5 地质灾害治理效果

对洞外滑坡和洞内塌方地质灾害的治理,效果显著。对洞外滑坡采用抗滑桩加锚杆进行支挡,在滑坡体外缘修建截水沟,减少地表水入渗以减轻水对滑坡体的软化和润滑作用,使滑坡体不再下滑,处于稳定状态。对洞内塌方采用地表钻孔注浆是成功的,它首先改善了塌方体的物理力学性质,从抽心检验结果,内摩擦角值为  $20^{\circ} \sim 27^{\circ}$ ,  $c$  值为 35~70 kPa。在隧道恢复施工后,工程进展顺利,在掌子面上可以见到水泥结石脉,并使导坑壁稳定,确保了施工安全,塌方体全部通过,未再作超前支护工程等。其次是有效地阻止了地下水的渗透,使施工在无水条件下进行,改善了施工条件,为隧道的全面贯通奠定了基础。

以上地质灾害治理措施,尤其是地表深孔注浆治理隧道塌方,为在不良地质条件下工程施工引发地质灾害的治理积累了成功经验。

(上接第 70 页)

直径在 2~3 mm,少部分 5 mm 以上,厚度 1~2 mm。从岩屑和钻进速度看,滚刀组装机头破碎岩石是疲劳体积破碎,对于某一点及其附近的岩石来说,在滚刀齿的不断撞击碾压下,逐渐达到疲劳强度极限,以至于成块的被剥落。因此钻进压力和转速是 2 个很重要的钻进工艺参数,尤其钻进压力,存在一个临界压力,钻进压力应高于临界压力,临界压力在钻进中的表现是很明显的。

## 6 结语

本工程按照设计施工到 205.5 m 终孔,从设备运转及钻进的情况来看,还足以继续向下施工一定的深度,因此对现有设备进行改造,充分利用新技术、新材料,先施工前导孔再扩孔,是大口径硬岩深

孔的一种切实可行的施工工艺。

投料孔等大口径工程钻孔对钻孔弯曲的要求较水井钻孔要高,因此如何采取科学有效、经济的措施方法控制钻孔的弯曲达到设计区域是一项有待探讨的工作。

### 参考文献:

- [1] 郑培根. 大口径钻头图谱[M]. 北京:地质出版社,1993.
- [2] 姚爱国. 岩土工程钻进原理[M]. 武汉:中国地质大学出版社,2000.
- [3] 刘瑞琪,张长舟. 水文地质钻探钻井工程实用技术手册[M]. 北京:煤炭工业出版社,1999.

致谢:中国地质科学院勘探技术研究所、兄弟施工单位、钻头制造厂家、钻探老专家在本工程施工中给予我们以大力支持和帮助,在此表示诚挚的谢意。