

特厚松散破碎地层“三级”跟管钻进工艺技术探索应用

胡新 唐聪亮 周光

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司 宁夏 银川 750011

摘要:跟管钻进技术是一种钻孔作业与护管钻进施工的横向成孔新工艺、新技术,能够解决孔壁垮塌、钻具卡埋等事故风险。近年来该技术在矿井钻探中得到广泛应用,尤其在浅孔钻遇松散不良地层钻探施工中取得了较好成果,但针对特厚松散破碎地层的跟管钻进研究较少。本论文从设备、钻孔结构、钻进参数及跟管层级等角度分析研究,探索和研究了特厚松散破碎地层“三级”跟管钻进工艺技术,解决在松散破碎复杂地层中成孔工艺技术难题,大大提高了特厚松散破碎地层各类功能钻孔的成孔率,提高了特厚松散破碎地层钻孔效率,创造了较大经济效益。

关键词:跟管钻进;特厚松散破碎地层;“三级”跟管

我国煤矿安全形势依然严峻,主要表现为伤亡事故总量居高不下,重、特重大事故尚未得到有效控制。要降低伤亡总量,控制特重大事故,必须加强煤矿安全的源头管理、过程控制、应急救援和事故查处等4个重要环节。矿井钻探施工作为矿井安全过程控制的重要手段及措施,不仅要有完善、精干、布局合理的队伍,还要有应对各类复杂地层钻进的工艺技术,以保障有效及快速成孔。但在特厚松散破碎地层工程实施中,钻遇特厚松散复杂地层极易出现卡钻、断管、孔内坍塌等一系列孔内事故,且无法完全穿过破碎层进入基岩,造成钻孔成孔困难、无法成孔或钻孔失效,严重影响工程的质量和施工进度。近年来相关科研单位、企业针对矿井井上下钻探中钻遇松散不良地层,尤其是开孔段破碎防护已经开展了相关的工作,并针对短距离破碎防护也取得了一些阶段性成果,但针对特厚松散破碎层位孔段的钻进受设备、工艺、技术等影响,仍然存在钻孔施工难度较大,成孔率低等问题。因此,本论文采用偏心跟管钻头,探索和研究了特厚松散破碎地层“三级”跟管钻进工艺技术,解决在松散破碎复杂地层中成孔工艺技术难题,大大提高了特厚松散破碎地层各类功能钻孔的成孔率,提高了特厚松散破碎地层钻孔效率,创造了较大经济效益。

1 研究内容和预期目标

1.1 项目研究内容

本论文研究了地面特厚松散破碎复杂地层“三级”跟管钻进技术,便于地面抢险救援以及灌浆灭火钻孔施工,解决渣台、矸石山、裂隙地层之上钻进效率低、施工难度大、成孔率低等造成的最佳抢险时间错失、经济损失及工期损耗等问题。通过开展地面特厚松散复杂地层“三级”跟管钻进工艺技术研究,重点优化钻孔井身结构设计,摸索钻具配置参数,提高跟管钻进深度,完

成地面钻孔在特厚松散复杂地层中的钻进工作。

1.2 预期目标

(1)通过优化特厚松散破碎复杂地层钻孔井身结构设计,摸索钻具配置参数,提高钻探成孔率、施工效率及跟管钻进深度,完成地面钻孔在特厚松散复杂地层中的钻进工作。(2)完成地面特厚松散复杂地层“三级”跟管钻进工艺技术研究,跟管钻进深度不小于100m。

2 关键技术和技术方案

2.1 关键技术

研究地面特厚松散复杂地层“三级”跟管钻进工艺技术,充分利用国内外现有的地面跟管钻进技术、工艺及钻具等,以地质学、水文地质学、岩石力学、钻探工程学等多学科理论为基础,采用现场调研、实施方案编制、现场试验的方式,以工程设计为依据,开展地面特厚松散破碎地层“三级”跟管钻进工程示范研究工作。具体如下:

(1)开展市场调研,确定钻具类型。结合目前现有主要钻探设备,通过市场调研,从钻具选型、工艺选取等方面做好钻具外径、内径、抗扭强度及配套钻头等相关规格参数的选取及确定,优化匹配供风供水压力、流量与排渣钻进之间的关系,钻具类型确定后开展采购工作。(2)优化井身结构,满足施工需求。根据钻遇地层情况,制定完善钻孔工程设计,考虑施工中钻具级配、设备性能、地层情况等因素,优化钻孔井身结构,探索研究“三级”跟管钻井技术在特厚松散破碎地层钻进中的应用。(3)现场实施应用,积累施工经验。通过实施,验证钻进参数的适宜性,解决实施过程中遇到的技术难题。

2.2 技术方案

本论文依托宁夏煤业汝箕沟无烟分公司白芨沟煤矿

北翼采区地面物探异常区验证钻孔施工项目开展特厚松散破碎地层“三级”跟管钻进工艺技术研究。

2.2.1 试验区域地层情况

该区范围内地貌属中高山，地形切割强烈各时代岩石地层出露良好。出露地层自上而下有第四系冲积洪积层、侏罗系中统直罗组、延安组以及三叠系上统延长群。本次施工主要涉及第四系及直罗组地层，如下：

- (1) 直罗组(J2z)：以浅灰色、灰白、灰绿、黄绿色长石英砂岩为主，夹薄层细砂岩，长石砂岩与灰绿色、黄绿色泥岩、页岩、粉砂岩等呈互层，底部夹有灰白色中、粗砂岩、细砾岩巨砾砂岩透镜体，分选差。
- (2) 第四系以砂、砂砾、角砾为主，多为冲积、洪积、坡积物。次为砂质风积土、位于沟谷和山脚边坡地带厚0~7m。

本次选定试验区域为矿山多年堆积的矿渣台至上，矿渣松散破碎，孔隙裂隙发育，透水性好，富水性差，主要为块、碎石、岩屑等堆积物，多呈松散结构，厚度变化大，大孤石普遍，堆积厚度0-200米。

2.2.2 “三级”跟管钻进工艺技术选择

通过对该现场地形条件进行实地踏勘，对照原始地形图和矿区平面图进行综合分析，将实施钻孔位置选择在渣台厚度100米以上位置，经过对地质资料的综合分析和钻具结构的极配研究，充分考虑孔内安全、钻具和钢管抗拉强度、设备性能等因素，创新性的选择潜孔锤“三级”跟管四开钻进工艺技术，采取“逐级缩小孔径，随时跟管护壁，逐步增大孔深”的工艺方法，达到特厚松散破碎地层成孔的目的。

(1) 潜孔锤“三级”跟管钻进优势。潜孔锤跟管钻进是指在破碎松散地层或卵砾石地层等不稳定地层中采用空气潜孔锤钻进成孔，同时套管随钻头跟入孔内。根管的套管具有稳定孔壁和保护孔口的作用，而且钻进、排渣和护壁同时进行，可以很好地解决复杂地层钻进中护壁难的问题，是钻孔工作得以顺利进行。^[1]

(2) “三级”跟管钻进层级确定。本次研究确定采用Φ219mm、Φ168mm、Φ127mm偏心跟管钻头实现“三级”跟管技术在特厚松散破碎地层的钻进应用。

一开采用Φ219mm跟管钻头钻至30-40m，跟管下入Φ219mm×8mm套管30-40m；

二开采用Φ168mm跟管钻头钻至70-80m，跟管下入Φ168mm×8mm套管70-80m；

三开采用Φ127mm跟管钻头钻至100-110m，跟管下入Φ127mm×8mm套管100-110m，进入基岩1m；

四开采用Φ95mm潜孔锤钻头钻至终孔。(如图1)

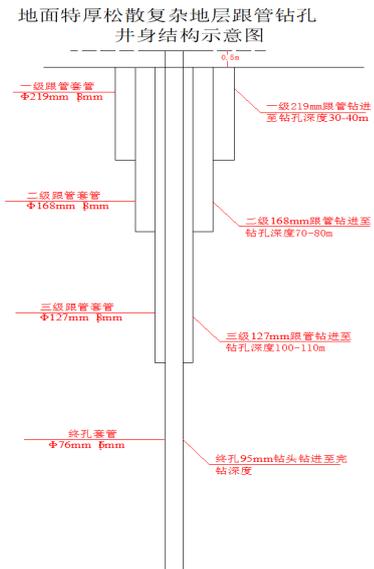


图1 地面特厚松散破碎复杂地层跟管钻孔井身结构示意图

3 试验设备及钻进参数选择

3.1 地面钻探设备和钻具

本次选用设备包括HD-100RW (804) 钻机、寿力1150HH空压机，钻具包括Φ219mm、Φ168mm、Φ127mm偏心跟管钻头，Φ152mm、Φ95mm潜孔锤钻头(图2)，TH3.5、TH5、TH6冲击器，89mm钻杆、无缝钢管。采用偏心钻头要求其灵活张开和收拢，张开时钻头偏心外缘大于套管靴内径，连接销及锁紧机构牢固的特性^[3]，实现“三级”甚至“多级”跟管技术应用，有效的解决特厚松散破碎地层钻探施工的难题。



图2 现场设备、钻具示意图

3.2 “三级”跟管钻进参数

(1) 钻压：空气潜孔锤钻进的基本工作过程，是在静压力(钻压)、冲击力和回转力3种力作用下碎岩的。其钻压的主要作用是为保证钻头齿能与岩石紧密接触，

克服冲击器及钻具的反弹力,以便有效地传递来自冲击器的冲击功^[2]。根据地层硬度、钻头类型和规格尺寸来合理选择。使钻头与孔底岩石紧密接触,压力不能过大,并禁止钻头在孔底空转(无冲击作用),根据试验及长期松散破碎地层施工经验,本次钻压选择10—18KN。

(2) 风压:不同结构的潜孔锤在相同的风压时,其钻进速度不同,而对同一潜孔锤来说,随着风压的增大,其钻进速度增大,而每米进尺所耗风量相对减少。当孔内有水时为保证潜孔锤在孔内正常工作,其送风压力不低于孔内最大水柱高度时的启动风压与潜孔锤工作风压之和。风压确定为0.7~2.5MPa,当空压机选定时风压恒定。

(3) 风量:主要考虑钻孔直径、钻杆外径和排渣通道上的上返风速等。排渣通道上的上返速度不应低于16m/s,一般潜孔锤钻进所需风量要比其潜孔锤额定风量大约20%左右。

$$Q = 47.1k_1k_2(D_2 - d_2)v$$

式中:Q—送风量 m^3/min ;

k_1 —孔深修正系数 $k_1 = 1 \sim 1.1$;

k_2 —孔内涌水系数 $k_2 = 1 \sim 1.5$;

D—钻孔直径, m;

d—钻杆外径, m;

V—排渣通道上返风速, m/s;

$k_1 = 1.1$; $k_2 = 1.3$; $D = 0.152m$ (0.219m); $d = 0.089m$;

$V = 16m/s$

经计算所需风量为 $Q = 16.36 m^3/min$,1台寿力1150HH/1350XH空压机满足需要。

(4) 转速:主要考虑钻头直径、岩性、冲击频率。在钻进中根据具体情况适当调整,以钻机转动平稳为好。转速确定为18~30r/min为宜。

4 现场实施

4.1 试验场地选择。根据研究目的,将地面松散破碎复杂地层跟管钻孔试验场地选择在汝箕沟无烟分公司无烟煤白茆沟煤矿北翼采区地面矸石山,该区域周边多为矸石堆积,通过对现场条件进行实地踏勘,对照原始地层图纸和矿区平面图进行综合分析,钻孔位置区域渣台厚度预计达105米,符合项目试验工作目标。

4.2 试验钻孔现场实施。钻孔实钻井身结构:一开采用 $\Phi 219mm$ 跟管钻进至30m,跟管下入 $\Phi 219mm \times 8mm$ 套管30m;二开采用 $\Phi 168mm$ 跟管钻头钻至72m,跟管下入 $\Phi 168mm \times 8mm$ 套管72m;三开采用 $\Phi 127mm$ 钻头跟管钻头钻至102m,跟管下入 $\Phi 127mm \times 8mm$ 套管102m,进入基岩1m;四开采用 $\Phi 95mm$ 钻头钻至289m终孔,跟管钻进深度达到预期目标。

为提高跟管效率,施工前对跟管下入的各类无缝钢管进行打坡口作业,增加钢管连接强度和垂直度;跟管靴采用高温淬火工艺,增强跟管靴抗砸强度;跟管靴与无缝钢管焊接密实牢固,保障跟管过程中跟管靴不脱落。



图3 “三级”跟管施工现场

5 研究成果

(1) 针对地面渣台、矸石山、裂隙地层之上等特厚松散破碎复杂地层施工难度大、孔内卡钻、套管脱落、不易成孔等问题,优化钻孔结构,合理选择钻具及钻进参数,研究地面特厚松散复杂地层“三级”跟管钻进工艺技术,提高“三级”跟管钻进深度。通过现场实施,采用“三级”跟管工艺技术,突破性的实现跟管最大深度达到102m,完成松散破碎复杂地层跟管钻进工艺技术研究目标任务,适用大部分松散破碎复杂地层的施工,特厚松散渣台及复杂松散地层压覆煤层探查夯实了技术根基,也为煤矿灾害治理、地面钻孔抢险救灾探索出了一种新方法。

(2) 通过对钻孔结构的调整,采用“三级”甚至多级跟管钻进工艺,有效减小各级跟管套管对跟管钻头的压力,同时减小松散渣石对跟管套管的摩擦力,较少钻头脱落、套管断裂等风险,实现安全高效钻进作业。(3) 通过地面试验钻孔的试验,圆满完成了特厚松散破碎复杂地层“三级”跟管钻进工艺技术项目的目标任务,掌握了地面特厚松散破碎复杂地层“三级”跟管钻进工艺技术,有效提高钻孔成孔率和施工效率,减少因地层因素造成的卡钻和埋钻风险,拓宽钻探业务范围,解决煤矿在渣台、矸石山、塌陷破碎等场地施工钻孔进行灭火、灌浆、救援等难题,对煤矿矸石山治理、火区治理、矿井灾害治理提供了有效解决手段,积累了技术经验,具有较大的经济效益。

参考文献

- [1] 郑治川.潜孔锤反循环跟管钻进技术的研究[D].吉林大学.2008.
- [2] 胡海峰,吕英华.潜孔锤跟管钻进技术在矿井注浆工程中的应用[J].煤矿安全.2018,49(S1): 40-44.
- [3] 楼日新.复杂地层潜孔锤跟管钻进技术研究[D].成都理工大学.2008.