

潜孔锤技术在三道庄钼矿采空区探测中的应用

张金柱¹, 张金良¹, 朱宏伟¹, 王振福²

(1. 洛阳栾川钼业集团股份有限公司矿山公司, 河南 栾川 471542; 2. 陕西省地矿局, 陕西 西安 710054)

摘要:结合高压潜孔锤钻进技术在洛阳栾川钼业集团三道庄钼矿区采空区探测中的应用,介绍了高压潜孔锤技术钻进塌陷区、穿越采空区施工技术。应用高压潜孔锤钻进技术在洛钼集团三道庄钼矿进行采空区探测,摸索出了相应的钻进工艺方法,大幅度提高了成孔率,对同类型矿山采空区勘探具有参考意义。

关键词:潜孔锤钻进;采空区探测;跟管钻进

中图分类号:P634.5⁺6 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)07-0066-03

Application of Down-hole Hammer Technology for Survey in Worked-out Area of Molybdenum Mine/ZHANG Jin-zhu¹, ZHANG Jin-liang¹, ZHU Hong-wei¹, WANG Zhen-fu² (1. Mining Company of Luoyang Luanchuan Molybdenum Co., Ltd., Luanchuan Henan 471542, China; 2. Shaanxi Bureau of Geology and Mineral Resources, Xi'an Shaanxi 710054, China)

Abstract: According to the application of high-air pressure down-hole hammer drilling technology in worked-out area of molybdenum mine, the paper introduced the subsidence area drilling with high-air pressure down-hole hammer and crossing subsidence area construction technology. By the survey in worked-out area of molybdenum mine with high-air pressure down-hole hammer drilling technology, relative drilling technological methods were found out and success rate of borehole was largely increased.

Key words: down-hole hammer drilling; survey in worked-out area; drilling with casing

0 序言

洛阳栾川钼业集团三道庄钼矿,蕴藏 B + C + D 级储量 58713 万 t,2005 年底以前,该矿床开采主要以地下硐采方式为主。为了合理利用资源,2006 年全面改换为露天方式开采,形成了 30000 t/d 的露天生产规模。但是,由于早期多家企业的地下无序开采,露天开采境界形成了近 2000 万 m³ 的地下采空区,2005 年以后,地表多次塌陷,塌陷面积达 38 万 m²,最大塌陷深度 70 ~ 80 m。采空区的存在,严重影响到矿区露天开采生产和安全,因此必须对采空区进行探测与治理。本文就高压潜孔锤钻进技术在该钼矿采空区探测中的应用进行探讨。

1 三道庄钼矿采空区的特点及采空区探测工作的难度

1.1 三道庄钼矿采空区的特点

采空区位于富矿体内,无序开采及矿柱被采破坏现象严重。使得采空区形态不规则、深度不定、边界不清、大小及高低不一致;采空区复合交错、面积大、间隔层较薄,甚至几层相互采透贯通,有大量盲采空区存在。

1.2 采空区探测工作的难度

塌陷区地层破碎,裂隙变大。钻进过程中,特别是上部地层,常发生卡钻、钻具折断、提钻后钻孔坍塌事故;采空区底板表面不平整,穿越采空区时易导致钻具偏斜、产生钻具折断事故和岩粉排出困难,使得采空区探测穿孔难度大,穿孔质量低,普通钻探技术无法钻探到塌陷区下部采空区等。

2 三道庄钼矿地质概况及采空区的探测方法

2.1 矿区地质概况

2.1.1 地质构造

三道庄钼矿区是东秦岭钼金属矿带内的一个重要矿床,位于华北地台南缘东秦岭钼矿带内的豫西断隆,三川—栾川褶皱带中。该陷褶带北部为熊耳山隆褶带,南部为伏牛山隆褶带,矿床与燕山期酸性或中酸性小侵入体密切相关,构成我国重要的燕山期斑岩—矽卡岩钼矿床之一。矿区构造线方向以北西西为主,裂隙和褶皱都比较发育,矿区内断裂构造密集发育,具多期活动特点。

2.1.2 地层情况

矿区内出露的地层主要为栾川群南泥湖组和三

收稿日期:2011-01-31; 修回日期:2011-04-18

作者简介:张金柱(1968-),男(汉族),河南栾川人,洛阳栾川钼业集团股份有限公司矿山公司助理工程师,采矿专业,主要从事于矿山空区探测及采空区的管理工作,河南省栾川县县城。

川组,钼矿体主要分布在南泥湖组中下段地层及三川组。围岩主要为栾川群三川组大理岩和南泥湖级二云母片岩、石英岩等。前者受接触交代作用形成透辉石矽卡岩和石榴石矽卡岩,是三道庄钼矿主要含矿层位;后者受热接触变质作用形成黑云母长英角岩、透辉石长英角岩等,是南泥湖钼矿的主要赋存层位。

2.2 三道庄钼矿采空区探测方法

三道庄钼矿地下采空区的探测方法包括物探方法、钻孔探测法及三维激光探测法相结合的手段。即先采用物探方法,对开采境界内地下采空区进行大面积探测,初步确定采空区的位置和埋藏深度,然后根据物探方法探测的采空区结果,采用钻孔探测,准确掌握采空区顶板厚度以及采空区高度,最后采用三维激光探测法对采空区逐一进行精确扫描探测,准确掌握采空区面积、高度、形态。三种探测方法相互补充,可准确探测地下采空区的基本情况,指

导采空区处理和采矿安全生产。

针对该采空区地质情况,采用高风压潜孔锤钻进技术进行钻孔探测。

3 高风压潜孔锤采空区钻进工艺

3.1 设备与机具组合

3.1.1 空压机

选用 Atlas SHR 型高风压空气压缩机,额定风压 2.4 MPa,额定风量 26 m³/min。

3.1.2 钻机

选用 GSD - II 型动力头式钻机,钻孔直径 90 ~ 1200 mm,钻进深度 150 ~ 50 m。

3.1.3 钻具组合

开孔及破碎地层钻进采用 PGZ115 - 44 - 146/8 型偏心跟管钻具,其钻具组合为:Ø155 mm 偏心钻头 + Ø126 mm 导向器 + GM44 型潜孔锤 + Ø73 mm 外平钻杆 + Ø146 mm 管靴及套管(参见图 1)。

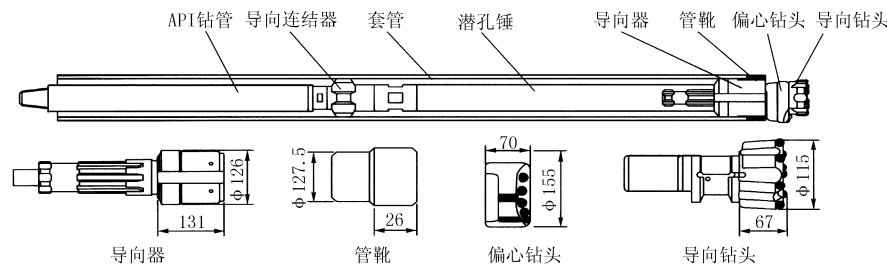


图 1 PGZ115 - 44 - 146/8 型偏心跟管钻具组成示意图

正常钻进采用 GM44 型潜孔锤钻进,钻具组合为:Ø115 mm 钻头 + GM44 型潜孔锤 + Ø73 mm 外平钻杆。GM44 型潜孔锤主要性能参数见表 1。

表 1 GM44 型潜孔锤性能参数表

有效长度/mm	API 螺纹规格	外径/mm	扳手槽/mm	总质量/kg	工作压力/MPa	耗气量/(L·s ⁻¹)		
						1.0 MPa	1.8 MPa	2.4 MPa
957	2 3/8 in	99	74	39	0.6 ~ 2.5	105	185	250

3.2 准备工作及开孔钻进技术

3.2.1 准备工作

安装钻机时保证钻机动头对正孔位且导向杆垂直,支座调平、钻机安装稳固,以保证开孔和钻进过程钻孔垂直度。空压机与钻机连接风管必须采用 2 寸钢编橡胶管,连接长度不低于 40 m,保证空压机和孔口、采样分离器间有一定的距离,以利于空压机工作环境干净。

3.2.2 开孔钻进

开孔准备工作做好后,按要求扶正偏心跟管钻具,开动潜孔锤并且不回转钻具,将开孔钻具打入地

面 20 ~ 30 cm 并使其定位后再开动回转继续钻进,套管下入完整基岩后换 Ø115 mm 钻头钻至终孔。空压机工作压力选用 1.8 MPa,根据地层松散破碎程度调节风量,以控制潜孔锤的冲击频率及冲击功,越松散选用风量越小,反之越密实选用风量越大。

3.3 塌陷区钻进工艺

(1) 偏心跟管钻进时要严格控制风量选择,力争达到潜孔锤的正常工作和排渣干净的完美结合。钻进规程参数为:塌落物松散时风量采用全风量的 1/3,约 100 ~ 120 L/s;塌落物密实时选用全风量的 2/3,约 180 ~ 210 L/s;风压选用 1.6 MPa 左右;钻压为钻具自重,不再附加施加压力。

(2) 钻遇夹杂的特破碎地层时,采用高转速、低钻压的钻进参数,同时要不断上下窜动钻具,直至钻孔通畅后方能停钻接长钻杆。

(3) 钻遇大的块石偏居钻孔时,采用轻钻压、高转速的钻进参数,防止别断钻头。若遇钻具卡死情况发生时,绝对禁止强行开动钻机正转,应尽快用千斤顶把钻具顶离孔底或反转上拉钻具,脱离卡死位

置后再采用轻钻压、高转速的钻进参数重复窜动通过偏心石块。

(4) 钻穿塌陷区后,改用 $\text{Ø}115\text{ mm}$ 普通潜孔锤钻头继续钻进,直到设计孔深。

3.4 采空区钻进工艺

(1) 直接钻穿法。包括通过改变与控制钻进工艺参数、下套管导向、灌注水泥等工艺措施,直接钻穿采空区,钻进示意图如图 2 所示。当钻进到采空区底板时,采用轻压、慢转、微给进的工艺参数,在底板处使钻头轻轻接触底板,钻具保持垂直状态,以保证在底板垂直开孔,避免钻具偏斜和折断。

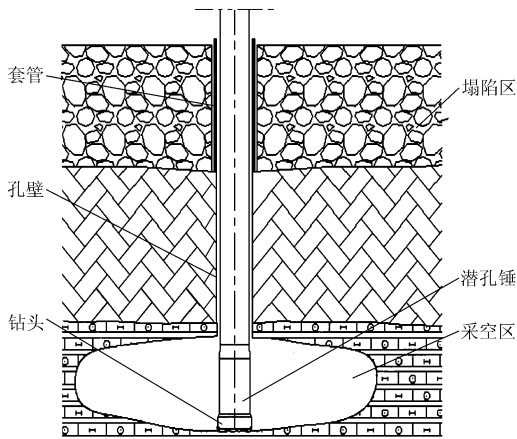


图 2 直接钻穿采空区示意图

(2) 套管导向钻穿法。当钻透采空区顶板后,把套管从空口一直下放到采空区底板,使套管稳当地坐落在底板上,对继续钻进起导向作用。下完套管后,用普通潜孔锤工艺继续钻进,直到钻进到设计深度为止。下套管导向钻穿法如图 3 所示。

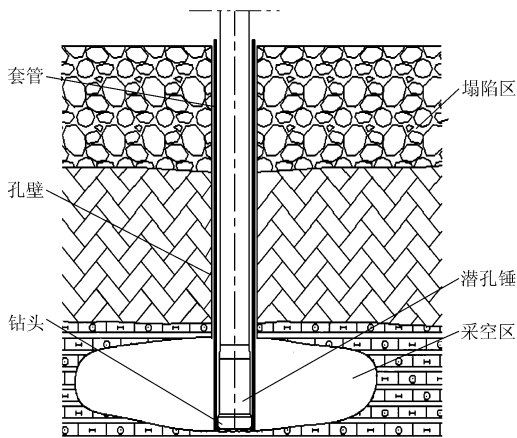


图 3 套管导向钻穿采空区示意图

(3) 钻进规程参数。风化基岩及完整基岩钻进时风量采用全风量,约 $280 \sim 300\text{ L/s}$,若出现潜孔锤空打(不工作)情况时,应减小风量至均匀冲击为

准;风压选用 1.8 MPa 左右;钻压选为钻具自重。

(4) 当要穿透二层采空区继续钻进时,必须在下层底板比较完整且倾角较小时,才能实施。钻进时必须控制在控制钻速的情况下采用低转速、低风量的参数,钻进 80 cm 左右后方可正常钻进,钻效控制在 1 m/h 左右为宜。

(5) 二层采空区底板倾角探测方法为:上下重复提动钻具接触孔底,若每次接触孔底探测深度相差不大,则说明底板钻进部位地层倾角较小。

(6) 实际施工过程中,当套管的长度 $> 30\text{ m}$ 时,要穿过破碎、坚硬的复杂地层把套管下入到采空区底板极其困难,成功率相当低,所以最好不采用下套管导向钻进方法。施工中多采用直接钻透方法。

4 应用效果及存在的问题

4.1 应用效果

(1) 钻进时效:在塌陷区跟管钻进的平均时效为 $2 \sim 3\text{ m}$,在一般地层钻进平均时效 3.40 m 。台月效率 840 m ,是该矿区立轴钻机回转钻进工艺效率的 2 倍多。

(2) 钻孔成功率:使用高风压潜孔锤完成钻孔 51 个,有效进尺 3024 m 。在塌陷复杂地层,跟管钻进的最大深度达到了 27 m ,采空区钻孔深度超过 100 m 。钻孔成功率 $> 90\%$ 。

(3) 实践表明,钻进塌陷区时必须使用跟管钻进技术,穿越采空区钻进时采用直接钻穿法优于套管导向钻穿法。

(4) 通过加强对上部不稳定地层的保护、及时打捞断裂的偏心钻头及对管靴结构改进等措施,可大大提高跟管钻进技术在塌陷区复杂地层的钻进深度。

4.2 存在的问题

(1) 本次应用潜孔锤钻进效率偏低,其原因有:①地层破碎,活动的坚硬岩块多,地层裂隙多、漏失严重,冲击破碎下来的岩屑无法返出地表,容易造成卡钻、埋钻事故,提钻后出现塌孔;②在钻进过程中要经常反复上下提拉钻具,所花费的时间远超过纯钻进时间;③跟管钻进时,遇到破碎坚硬塌陷地层,由于阻力大,经常憋钻,导致偏心钻头上部与导向器连接的螺纹根部断裂,处理断裂的偏心钻头费时多、难度大。

(2) 穿越采空区施工难度大。采空区钻进时,经常出现因钻具偏斜使孔内钻具折断的事故。跟管

(下转第 72 页)

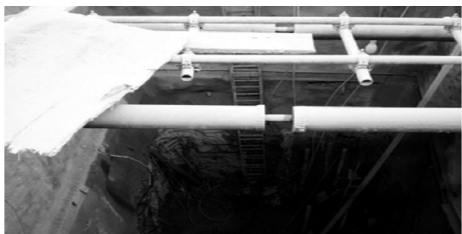


图5 丝杆加力撑杆内支撑

(2)可以采用常规工程勘察的小型回转钻机钻进方法快速施工钢管微桩,是钢管微桩+锚杆联合支护体系能够在狭小场地基坑支护中应用的突出特点。

(3)对贵州普遍存在的“红粘土+碳酸盐二元结构”地层中开挖的基坑,钢管微桩+锚杆联合支护体系有更好的适用性。但对于地下水位高或土质松散软弱的基坑要谨慎使用。

(4)钢管微桩+锚杆联合支护体系的施工设计要以基坑勘察、测试得出的物理力学参数和准确判断的边坡变形破坏模式为基础,依据相关规范进行设计计算和验算。

(上接第65页)

看,最大位移在60~80 mm,与计算的40~50 mm有较大的差异。

4 结语

(1)在软土地区采用桩加多道土层锚杆的支护形式,安全可靠,施工可行,变形可控。

(2)通过对土锚杆抗拔力分析,在软土中土层锚杆的抗拔力可以保证,能满足计算的要求。

(3)通过对位移监测数据分析,最大侧向位移位置及变形曲线图和计算分析基本吻合。

(4)土层锚杆设计需充分考虑软土的蠕变特性,理论计算的位移值与实测位移值有较大的差距,

(上接第68页)

钻进过程中,常出现管靴、偏心钻头断裂,导致跟管无法继续等事故。

5 结语

通过在三道庄钼矿塌陷区、采空区等复杂地层中应用高风压潜孔锤钻进技术,摸索出了高风压潜孔锤钻进技术在该矿区的钻进工艺和钻进技术参数。通过对潜孔锤管靴结构改进,大大减少了断裂现象,提高了跟管钻进技术在该矿区的跟管深度。

(5)钢管微桩+锚杆联合支护体系只能作为临时性支护,无论是支护体系本身的施工,还是基坑开挖施工,或是起永久性支护作用的坑壁剪力墙的施工都要求连贯快速,尽量缩短工期,使这种临时性支护体系尽快完成其历史使命。

参考文献:

- [1] 包永平,赵普彤,曹凤学,等.微型桩复合土钉墙联合支护技术在基坑支护工程中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(3):12-15.
- [2] 王国庆.深基坑多工艺联合支护的设计与施工[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2001,(3):11-13.
- [3] 郑元林,刘忠义,胡发虎.联合支护在云南社科大厦基坑支护工程中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(5):41-43.
- [4] 刘玉元.锚带网+锚索+钢筋梯子梁联合支护技术在复合顶煤巷中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2002,(4):60-61.
- [5] 李光明,屠水云,郑绍奇.昆明东方广场A座基坑联合支护实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2003,(5):22-23.
- [6] GB 50330-2002,建筑边坡工程技术规范[S].
- [7] DB 22/46-2004,贵州建筑岩土工程技术规范[S].

因而该支护形式对变形要求较高的区域不宜采用。

(5)适当加预加应力可以减少基坑变形,但考虑到软土的蠕变性,其效果有待检验。

参考文献:

- [1] 张晔,郑俊杰,辛凯,等.土钉支护技术在软土基坑中的应用[J].岩石力学与工程学报,2002,(6).
- [2] 吴文,徐松林,周劲松,等.深基坑桩锚支护结构受力和变形特性研究[J].岩石力学与工程学报,2001,(5).
- [3] 李欢秋,张福明,赵玉祥,等.淤泥质土中锚杆锚固力现场试验及其应用[J].岩石力学与工程学报,2000,[S1].
- [4] 刘建航,侯学渊.基坑工程手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [5] 龚晓南,高有潮.深基坑工程设计施工手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1998.

若通过进一步的应用技术研究,设法提高高风压潜孔锤钻进技术在该矿区的钻进效率;通过提高潜孔锤钻具的刚度和强度,可继续加大潜孔锤跟管钻进深度。高风压潜孔锤钻进技术必将在该钼矿采空区探测中得到更广泛地应用。

参考文献:

- [1] 汪彦枢.潜孔锤跟管钻进方法的开发及应用[J].探矿工程,2003,(S1):201-203.
- [2] 王春毅,王永红,程秀升.露天矿境界内地下采空区探测实践[J].采矿技术,2008,8(6):61-62.