

金矿复杂地层金刚石取心钻头选型试验研究

孙丙伦^{1,2}, 孙友宏¹, 徐良¹

(1. 吉林大学, 吉林 长春 130026; 2. 山东省地质矿产勘查开发局, 山东 济南 250013)

摘要:金矿复杂地层金刚石钻进存在岩石坚硬、地层打滑、漏失等问题,影响钻头寿命和钻进效率。在山东招远某金矿勘探中,通过对 3 个单位制造的金刚石钻头进行现场对比试验研究,证明 JBD-75S 仿生金刚石钻头在提高钻头寿命方面具有较大的优越性,适合该复杂地层钻进。

关键词:金矿钻探;复杂地层;金刚石钻头;仿生钻头;试验研究

中图分类号:P634.4⁺1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2008)08-0070-03

Research on Optimizing Experiment of Diamond Coring Bit for Drilling in Gold Mine of Complex Stratum/SUN Bing-lun^{1,2}, SUN You-hong¹, XU Liang¹ (1. Construction Engineering College of Jilin University, Changchun Jilin 130026, China; 2. Shandong Province Geology and Mine Exploration Bureau, Ji'nan Shandong 250013, China)

Abstract: Service life and drilling efficiency of diamond bit were affected by hard rock, slipping formation and fluid leakage in gold mine of complex stratum. It was proved that JBD-75S bionic diamond bit has more advantages for drilling in complex stratum than other types of bit by field optimizing experimental research in Zhaoyuan gold mine of Shandong Province.

Key words: drilling in gold mine; complex stratum; diamond bit; bionic bit; experimental research

随着我国经济和社会的快速发展,矿产资源可采储量下降的问题日益突出,大部分地区浅部矿产资源已濒临危机,为保证经济和社会的快速可持续发展,必须加大矿产资源勘查开发力度,在“攻深找盲”上下功夫,向深部、向地层复杂工作难度大的地区勘探,这就给钻探技术提出了更高的要求。复杂地层深孔钻探,选择长寿命优质钻头,对提高钻探效率、降低成本、提高综合经济效益非常重要。近年来,围绕提高钻头寿命和钻进效率,国内外开展了不少研究,主要有金刚石复合片(PDC)钻头、电镀金刚石钻头和加长胎体等方面,本文针对仿生金刚石钻头的独特原理,与其它金刚石钻头进行对比,在山东招远某金矿复杂地层深孔钻探中开展金刚石取心钻头选型试验研究。

1 矿区基本情况

山东招远为我国重要的金矿产地之一。东风矿床 171 号脉位于矿田东南部,受破头青断裂控制,成矿地质条件优越。2007 年,在东风矿床 171 号脉地质普查报告的基础上进行详查,对普查报告中已经确定的矿体进行加密工程控制和深部、外围远景控制,以提高矿床控制程度,探求高级别地质储量,提交详查地质报告,为矿床开发提供依据。此次详查

任务共设计钻孔 33 个,设计孔深 340~1150 m 不等,设计工作量达 26855 m,围绕 10 条勘探线钻进。

勘查区属中低山区,区内山岭起伏,相对高差 100~150 m。地层以花岗岩为主,部分闪长岩夹杂在地层中,岩石硬度和研磨性变化较大,岩石可钻性等级为 7~9 级,地层严重漏失,部分地层破碎严重,是典型的金矿复杂地层。

2 试验孔位选择

通过对整个勘探工区前期钻探情况进行分析得知,154 号勘探线附近的地层岩石硬度明显高于其它勘探线,普通金刚石钻头的寿命一般不超过 40 m,时效也很低,而且钻进中出现打滑现象,只能靠投石英砂才能帮助金刚石出刃。针对这种情况,选用了多个厂家的金刚石钻头进行试验对比,其中重点选用了吉林大学最新研制的 JBD-75S 仿生金刚石钻头进行试验,选择 ZK154-5 孔为试验点。该钻孔设计孔深为 780 m,终孔直径为 76.5 mm,地层柱状图如图 1 所示,图 2 为该孔岩心。

3 试验用设备和钻具

整个施工工区有 8 台钻机同时作业,钻机类型主要为 XY-4 型,另外还有 XY-6B 型和 XU1000

收稿日期:2008-04-28

作者简介:孙丙伦(1965-),男(汉族),山东昌邑人,吉林大学博士研究生在读,山东省地质矿产勘查开发局施工与安全管理处副处长、研究员,山东省深基础工程协会副秘书长,探矿工程专业,从事技术管理工作,山东省济南市历山路 74 号,sunbl@sddkj.com。

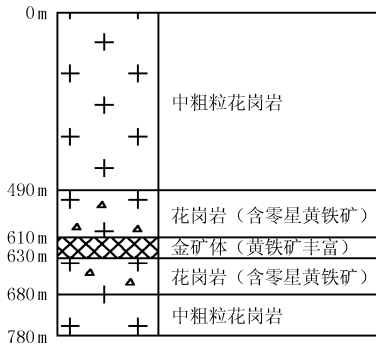


图1 ZK154-5 孔地层柱状图

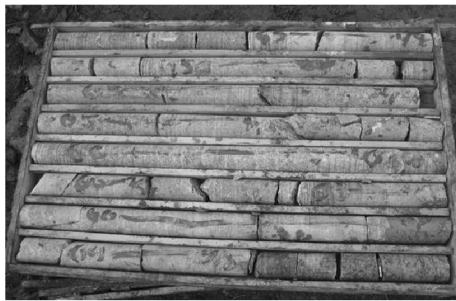


图2 ZK154-5 钻孔岩心

型。本次试验机台为 XY-4 型钻机。试验现场采用 BW-250 型泥浆泵及 HJ300 型泥浆搅拌机。采用 75 kW 交流同步发电机组为钻机等提供动力。绳索取心钻杆直径 71 mm, 单根长度 3 m; 岩心管直径 56 mm, 长度 3 m。

4 试验用金刚石钻头

4.1 钻头的结构及选型

试验共选用 $\phi 76.5$ mm 金刚石取心钻头 8 个, 分别为吉林大学、北京某单位、武汉某单位等 3 个单位制造的金刚石钻头, 钻头的结构尺寸如图 3 所示。其中吉林大学研制的钻头 4 个, 其底唇面为仿生非光滑结构, 如图 4 所示; 北京某单位钻头 3 个, 2 个为圆弧底唇面, 1 个为阶梯状底唇面; 武汉某单位钻头 1 个, 底唇面为阶梯状。

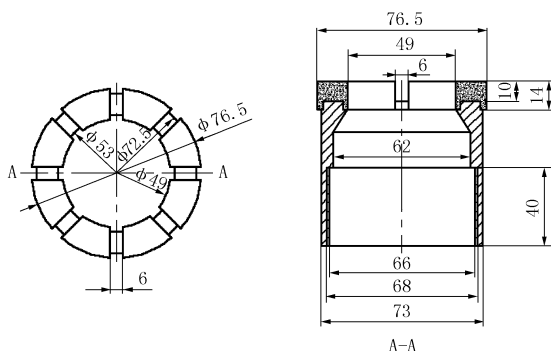


图3 钻头结构示意图

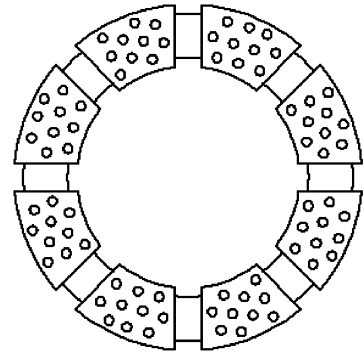


图4 非光滑底唇面排列示意图

4.2 仿生金刚石钻头

仿生金刚石钻头是模仿土壤动物体表特征而研制的一种新型钻头。它是根据土壤动物经亿万年进化形成的体表非光滑结构形态所具有的脱附、降阻和耐磨等特性^[1-3], 将其应用到孕镶金刚石钻头, 仿生形成非光滑表面, 使孕镶金刚石钻头具有阻力小、耐磨等特性, 以提高钻速和钻头寿命^[4]。试验所用仿生钻头的性能参数见表 1。

表1 仿生金刚石钻头性能参数表

编号	工作层高度/mm	内壁是否非光滑	金刚石浓度/%	金刚石粒度/目	胎体硬度/HRC	水口数量/个
仿生1号	7	否	100	46+60	38	8
仿生2号	7	是	100	46+60	38	8
仿生4号	10	否	100	46+60	38	8
仿生6号	10	否	85	46+60	38	8

4.3 普通金刚石钻头

北京、武汉某单位提供的普通金刚石钻头的性能参数如表 2 所示。

表2 普通金刚石钻头性能参数表

编号	金刚石浓度/%	金刚石粒度/目	胎体硬度/HRC	水口数量/个	底唇面形状
北京1	100	46/60	33	8	圆弧
北京2	100	46/60	40	10	阶梯
北京3	100	46/60	33	8	圆弧
武汉1	75	80/100+30/35	25	8	阶梯

4.4 试验钻进工艺参数

试验在同一孔内采取将仿生钻头与普通钻头交替轮换钻进的办法, 其钻进工艺参数如下:

钻压: 根据岩层条件控制在 9 ~ 13 kN;

转速: 在孔径、孔深、冲洗润滑条件、孔壁稳定性、岩层研磨性、钻杆坚固性以及设备等允许的条件下, 尽量取较高转速钻进, 一般为 500 ~ 800 r/min;

冲洗液量: 50 ~ 60 L/min;

泵压: 2.6 ~ 3.2 MPa。

坏部位如表4所示。

表4 各级围岩小净距隧道处理前后最优净距及易破坏部位

围岩级别	特殊处理前		特殊处理后	
	最优净距	容易破坏部位	最优净距	容易破坏部位
II	0.5D	两侧拱脚附近	0.3D	拱脚及靠近边墙处
III	0.8D	两侧拱脚附近	0.5D	两侧拱脚及中部边墙处
IV	1.0D	靠近隧道边墙处	0.6D	中柱中下部
V	1.3D	中柱中上部	0.7D	中柱中上部

5 结论及建议

小净距隧道是解决狭窄地带展线的有效结构型式,它具有独立双洞造价低、工期较快的优点,又具有连拱隧道占地少,接线方便的优点。从使用角度讲,隧道净距越小,线型布置越灵活。但从安全角度讲,跨度越大,净距越小,风险越大。因此,当采用小净距隧道时,应通过科学分析确定合理间距。

本文运用有限元法,计算出隧道围岩的应力和位移,并通过岩石破坏判据屈服函数求出最大值来拟合曲线,找出曲线最小曲率点,从而判断小净距隧道的合理净距。应用这种方法比较直观形象,且有数据说服力。

几点建议:

(上接第72页)

90%,表现出了仿生非光滑表面较普通表面更耐磨的特性。

(2) 仿生钻头与相邻孔段的普通钻头,其机械钻速变化不大,机械钻速主要与地层、钻头胎体硬度和金刚石参数有关,要提高钻头的钻进速度,应该根据地层情况选择适合的胎体硬度和金刚石参数,就仿生钻头来说,还需要选择合适的非光滑度。

(3) 相邻孔段钻头胎体的磨损,仿生钻头内径较普通钻头磨损小,但外径和高度磨损都较大,胎体底唇面磨损形态大部分都为内低外高的碟形状,可适当提高内胎体金刚石浓度。

(4) 比较适合该金矿复杂地层钻探的金刚石钻头应该是采用仿生非光滑的底唇面形状,根据地层的研磨性选择适合的胎体硬度和合理的金刚石参数,最好内外胎体采用不同的金刚石浓度或不同的

(1) 一方面数值模拟需要理论和试验的支持,另一方面数值模拟又可作为理论和试验的延伸。如果有条件,应进行其施工过程及最优安全净距的试验研究。

(2) 本文是按照平面弹性应变理论进行分析,只考虑自重荷载作用下小净距隧道最小安全净距的确定,实际还可以同时考虑小净距隧道在动力荷载,如地震荷载、邻近工程爆破等动力因素作用下,小净距隧道的最小安全净距的确定。

(3) 建立平面应变模型对隧道进行数值模拟只是对实际情况的一种近似,若想更好地贴近实际,最好进一步考虑围岩的流变特性。

参考文献:

- [1] JTGD 70-2004,公路隧道设计规范[S].
- [2] 齐伟.岩体力学[M].长春:吉林大学出版社,2001.
- [3] 仵磊.岩土工程数值法[M].长春:吉林大学出版社,1994.
- [4] 翟所业,贺宪国.巷道围岩塑性区的德鲁克-普拉格准则解[J].地下空间与工程学报,2005,(2).
- [5] 潘昌实.隧道力学数值方法[M].北京:中国铁道出版社,1995.

非光滑度。

参考文献:

- [1] 任露泉,王再宙,等.仿生非光滑表面滑动摩擦磨损试验研究[J].农业机械学报,2003,(2):86-89.
- [2] 任露泉,杨卓娟,韩志武.生物非光滑耐磨表面仿生应用研究展望[J].农业机械学报,2005,(7):144-147.
- [3] 张毅,孙友宏,任露泉.钻头泥包的土壤动物仿生学分析研究[J].探矿工程,2003,(2):41-43.
- [4] 孙友宏,徐良,等. JBD-75S 仿生非光滑绳索取心金刚石钻头的研制[J].探矿工程,2007,34(S1):291-294.
- [5] 常领,陈华忠. PDC 钻头在胜利油田深井钻井中的应用[J].石油钻探技术,2007,35(4):92-93.
- [6] 刘晓东,霍宇翔,李子章.电镀金刚石钻头镀前超声清洗机理及工艺研究[J].地质与勘探,2006,42(1):89-92.
- [7] 马保松,张祖培,孙友宏.钻井工程用超硬材料及钻头的发展[J].地质与勘探,1998,34(2):50-54.
- [8] 鄢泰宁,孙友宏,等.岩土钻掘工程学[M].武汉:中国地质大学出版社,2001.