

热压烧结金刚石钻头工程勘探钻进时效的试验研究

刘全心¹, 方小红², 刘青³

(1. 鄂州职业大学国家金刚石工程技术实训基地, 湖北 鄂州 436000; 2. 中国地质大学(武汉)工程学院, 湖北 武汉 430074; 3. 武汉万邦激光金刚石工具有限公司, 湖北 武汉 430074)

摘要:采用热压烧结方法制备5种不同胎体硬度和唇面形状的金钢石钻头, 试验于工程勘探中, 与常用的电镀金钢石钻头比较, 分析其钻进时效情况。结果表明: 通过优化设计, 热压烧结钻头同样适用于工程勘探领域, 其钻进时效与现行电镀钻头的钻进时效相当, 甚至更高; 对于微风化灰岩地层, 热压烧结钻头的胎体硬度越低, 其钻进时效越高, 胎体硬度越高, 其钻进时效越低; 异形齿设计比平齿设计的热压烧结钻头的唇面更易出刃, 其钻进时效较高。

关键词:热压烧结; 金刚石钻头; 工程勘探; 钻进时效

中图分类号: P634.4⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2013)12-0054-04

Experimental Research on the Drilling Efficiency of Hot Pressing Sintering Diamond Drill Bits in Engineering Exploration/LIU Quan-xin¹, FANG Xiao-hong², LIU Qing³ (1. National Diamond Engineering and Technical Training Base in Ezhou Polytechnic, Ezhou Hubei 436000, China; 2. Faculty of Engineering, China University of Geosciences, Wuhan Hubei 430074, China; 3. Wuhan Wanbang Laser Diamond Tools Co., Ltd., Wuhan Hubei 430074, China)

Abstract: 5 kinds of diamond drilling bits were prepared with different matrix hardness and profiles by hot pressing sintering method, which were tested in engineering exploration and compared with the common electroplated diamond drilling bits to analyze the drilling efficiency. The result shows that by optimized design, the hot pressing sintering diamond bits are suitable for engineering exploration equally, their drilling efficiency are almost equal to or even higher than that of the electroplated diamond drilling bits. In weathered limestone formation drilling, the lower the matrix hardness of hot pressing sintering bit, the higher the drilling efficiency, and vice versa. The profile of bit by special teeth design is faster exposed than that by plain teeth design with higher drilling efficiency.

Key words: hot pressing sintering; diamond drill bit; engineering exploration; drilling efficiency

0 引言

国内工程勘探属浅孔钻进, 一般孔深在百米以内, 钻机功率小, 钻压较低, 采用单管提钻取心, 对钻头的要求以时效为主, 适当兼顾寿命。由于电镀金刚石钻头锋利度好, 钻进时效高, 且新钻头端面凹凸不平, 无须开刃就有较高时效, 因此工程勘探中通常使用电镀金刚石钻头^[1]。但电镀金刚石钻头的保径效果较差, 钻头寿命不高, 严重影响钻进施工进度和钻孔质量。本项目设计制造了不同胎体硬度和唇面形状的热压烧结金刚石钻头, 通过实际现场钻进试验, 与工地上电镀金刚石钻头进行比较, 分析热压钻头的钻进时效, 为高锋利度长寿命的热压烧结钻头在工程勘探领域中推广应用提供科学实践依据。

1 试验方案

本试验的主要目的是研究热压烧结钻头的胎体

硬度和唇面形状对钻进时效的影响, 以及其在工勘中对钻进岩层的适应性。采用的方法是比较分析法。

本次钻进试验地点选择武汉地铁6号线一期项目工地。该工地钻孔的设计孔深50 m, 其中上面20~30 m为一般覆盖层, 使用焊接复合片钻头钻进; 下面20多米主要为方解石晶洞基岩, 岩石特征为中风化至微风化灰岩, 使用湖南某厂生产的电镀金刚石钻头钻进, 钻头规格为 $\varnothing 110/90$ mm; 孔深至40 m后, 为提高钻进时效, 变径为 $\varnothing 90/72$ mm的电镀金刚石钻头钻进。

本试验共制造了5只 $\varnothing 110/90$ mm热压烧结金刚石钻头, 以便替换以上电镀金刚石钻头钻进, 其唇面形状分别为平齿、斜半齿、半圆弧、齿轮4种, 胎体硬度为HRC10~22, 钻头外形如图1, 具体参数见表1, 图2为工地所使用的电镀金刚石钻头。

收稿日期: 2013-09-12

作者简介: 刘全心(1969-), 男(汉族), 湖北鄂州人, 鄂州职业大学国家金刚石工程技术实训基地副教授, 材料加工工程专业, 硕士, 从事超硬材料及其工具教学与研究, 湖北省鄂州职业大学机械工程学院, lqx2005@sina.com。

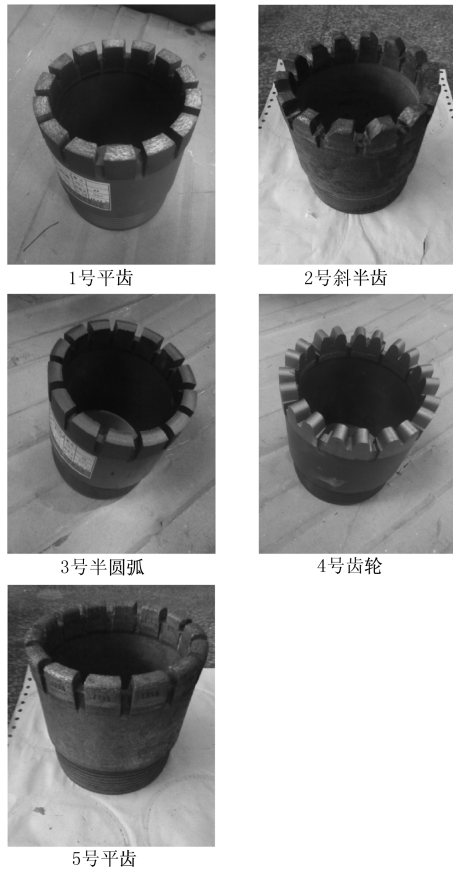


图1 不同唇面形状的热压烧结金刚石钻头实物图片

表1 试验钻头相关参数

编号	规格/mm	齿形	硬度 HRC	丝扣	附注
1	Ø110/90	平齿	22	A ₁	银绿色
2	Ø110/90	斜半齿	22	A ₁	银绿色
3	Ø110/90	半圆弧	10	A ₁	红色
4	Ø110/90	齿轮	10	A ₁	红色
5	Ø110/90	平齿	15~18	A ₁	蓝色



图2 6号电镀金刚石钻头

2 钻进试验数据记录

1号钻头钻进情况:孔深至23 m见基岩后使用1号钻头进行钻进试验。岩层为微风化灰岩,转速3挡(795 r/min),钻压3 MPa,共钻进2 h,进尺1 m。计算时效为0.5 m,因时效太低现场弃用,改用Ø91 mm 电镀金刚石钻头钻进,钻进80 min,进尺3 m,时

效为2.3 m,一个工作日进尺达17 m。

2号钻头钻进情况:孔深27.3 m见基岩使用2号钻头开钻。岩层为微风化灰岩,转速3挡(795 r/min),钻压3 MPa;共进尺9 m,纯钻进时间5.6 h。整个过程的钻进时效变化如图3所示,平均机械钻速为1.6 m/h。

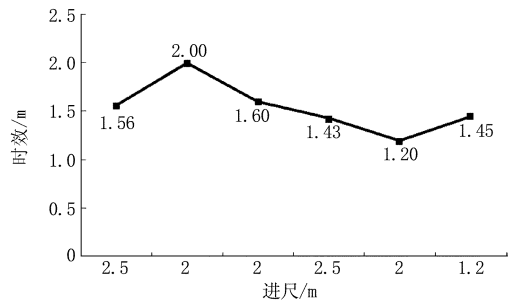


图3 2号钻头钻进时效情况

3号钻头钻进情况:该钻头在3个孔中分别使用慢速型钻机、快速型钻机钻进试验。采用慢速型钻机钻进,钻进转速为550 r/min、钻压为2.5 MPa时,平均机械钻速为1.6~1.7 m/h,而电镀金刚石钻头时效为1.2~1.5 m;采用快速型钻机钻进,钻进转速为795 r/min、钻压为3 MPa时,平均机械钻速为2.5 m/h,而电镀金刚石钻头时效为1.5~1.7 m。该钻头总体钻进时效较高,见图4所示。

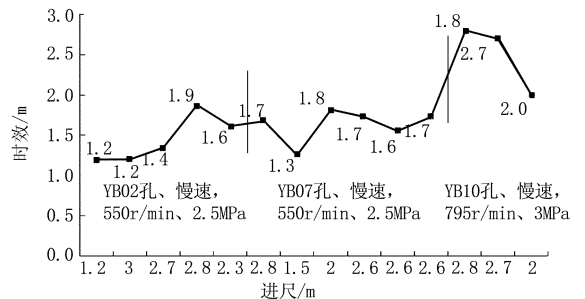


图4 3号钻头钻进时效情况

4号钻头钻进情况:钻进孔段27.0~49.7 m。岩层微风化~中风化灰岩,转速3挡(795 r/min),钻压3 MPa,钻进时效曲线如图5所示。

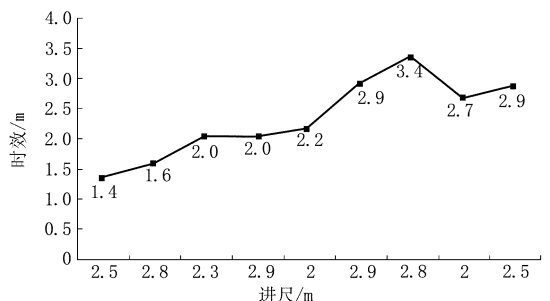


图5 4号钻头钻进时效情况

5号钻头钻进情况:钻机型号为慢速型,钻进孔段分别为30~40 m和22~31.4 m,岩层微风化灰岩,较破碎,转速3挡550 r/min,钻压2.5 MPa,其钻进时效变化如图6、图7。

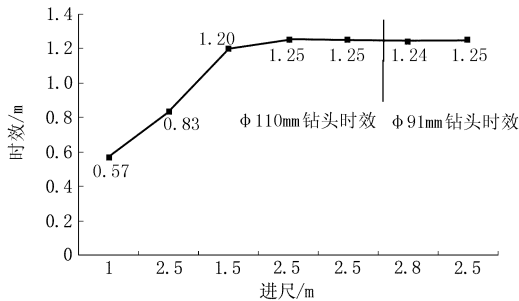


图6 5号钻头在30~40 m孔段中钻进情况

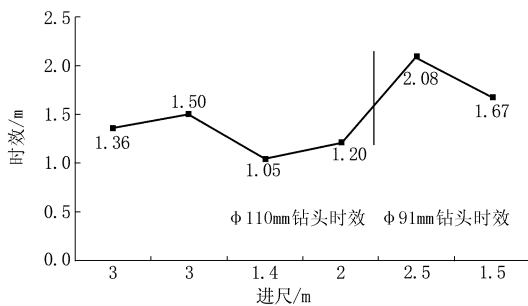


图7 5号钻头在22~31.4 m孔段中钻进情况

综合情况比较:由于5只钻头进行钻进试验的钻机型号分为XY-100型快速型和XY-100型慢速型,所对应的工艺参数分别为795 r/min、3 MPa和550 r/min、2.5 MPa,则分别针对2种工艺参数进行对比分析。表2中显示了5只钻头试验结果总汇,其中初始时效为第一回次机械钻速或是出刃前平均机械钻速,平均时效为出刃后平均机械钻速,预计寿命是以6 mm工作层来计算所得。

表2 试验结果总汇

编号	齿形	硬度 HRC	工艺参数	初始时效 /m	平均时效 /m	总进尺	磨损量/mm	预计寿命/m
1	平齿	22	快速型	0.5	0.5	1		
2	斜半齿	22	快速型	1.56	1.6	11.2	0.2	
3	半圆弧	10	慢速型 快速型	1.2	1.6~1.7 2.5	33.6	1.52	133
4	齿轮	10	快速型	1.5	2.5	22.7	1.16	118
5	平齿	15~18	慢速型	0.5~0.8	1.2~1.5	19.4	0.685	170

3 试验结果分析

3.1 钻进时效分析

1号钻头钻进地层为微风化灰岩,钻头胎体硬度达HRC22,太硬不容易出刃,因此钻速偏低。

2号钻头虽然胎体也是HRC22,但其设计为斜

半齿唇面,端面积为普通平齿的50%,单位面积上相对钻压大1倍,故在开始钻进时,易于出刃。从第一回次机械钻速为1.56 m/h来看,表明钻头下钻后很快就开刃并达到正常时效,相应出刃情况见图8;第四回次钻速开始下降,是由于钻孔开始漏水、卡钻等原因造成,与钻头质量无关。



图8 2号钻头钻进第一回次的出刃情况

3号钻头在出刃后钻进时效与Ø91 mm电镀金金刚石钻头差不多,一般来说小口径钻进时效要快些,因此可以推断3号钻头在出刃后的正常时效比该工地所用的电镀钻头时效高。这应归结于胎体材料比较软,但包镶强度好,在钻进过程中,由于唇面金刚石相对稀少,出刃相对容易。

4号钻头不适合软岩钻进,钻速偏低也与新钻头需开刃有关;从第三回次开始,钻速基本是在2 m/h以上,即钻头已经出刃,开始正常工作。4号钻头共进尺22.7 m,纯钻进时间10.5 h,平均机械钻速为2.2 m/h;若从开刃后计算,即从第三回次计算,则进尺17.4 m,纯钻进时间6.92 h,平均机械钻速为2.5 m/h。钻头总进尺22.7 m,钻头磨损量1.16 mm,若按照6 mm工作层计算,预计寿命为118 m。可能由于唇面为齿轮形,钻头端面实际工作面积小,因此新钻头磨损速度较快。

5号钻头共进尺10 m,新钻头未出刃时机械钻速为0.5~0.8 m/h,时效偏低,开刃后平均机械钻速为1.2~1.3 m/h,与变径后的Ø91 mm小口径钻进时效一致。该孔钻速整体偏低,其原因可能为岩层破碎,并且灰岩风化程度低。另外由于该钻头为平底唇面结构,难以出刃,新钻头不具优势。

3.2 胎体硬度对钻头时效的影响分析

比较以上5只钻头的钻进时效的变化,钻头初始时效和平均时效随胎体硬度的变化趋势如图9所示。1号钻头的胎体硬度HRC22,由于硬度高,平齿结构导致出刃困难,初始时效和平均时效均低,最终被弃用。2号钻头胎体硬度为HRC22,其在快速型钻机上时效1.6 m左右,和其他厂家电镀钻头时效持平,

这主要得益于其为斜半齿唇面结构。3、4号钻头的胎体硬度为HRC10,其初始时效达1.2~1.5 m,在快速型钻机上(795 r/min、3 MPa)钻进出刃后平均时效可达2.5 m,相对于其他厂家电镀钻头1.5~1.7 m的钻进时效要高30%。5号钻头的胎体硬度为HRC15,在慢速型钻机上时效1.3 m左右,和常用电镀钻头时效(1.2~1.5 m)持平,由于是平齿结构,新钻头未出刃时时效偏慢。

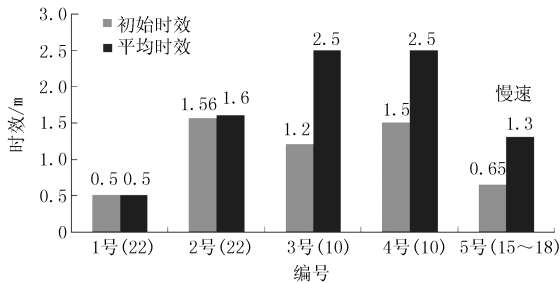


图9 胎体硬度对钻头时效的影响

综合以上结果,对于该类微风化灰岩地层钻进,钻头胎体硬度对钻进时效影响显著,钻头胎体硬度越大,其钻进时效越低,相反,钻头胎体硬度越小,其钻进时效越高。

3.3 唇面形状对钻头时效的影响分析

比较以上5种不同唇面形状的钻头的钻进时效,其初始时效和平均时效随钻头唇面形状变化趋势如图10所示。从图中可以看出,1、5号钻头均为平齿钻头,初始时效均低于1 m,是5种钻头中最低的,即使它们在出厂前都进行了室内砂轮开刃,但下孔后仍钻速极低,达到平均机械钻速需要时间比较长;2、3、4号钻头为异形钻头,初始时效均在1.2 m以上,初始时效和完全出刃后的平均时效相差不大。可见,相对于平齿钻头,异形唇面形状设计对钻头的初始时效有利。由于试验中钻头胎体硬度对后续的

钻进时效的影响更突出,故难以单纯考察唇面形状对钻头平均时效的影响。

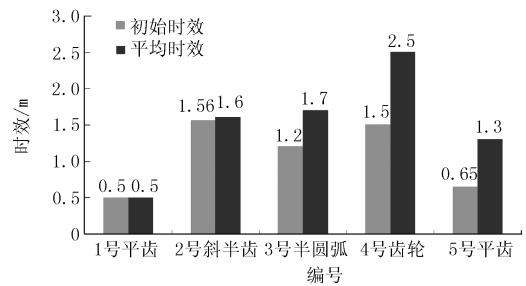


图10 唇面形状对钻头时效的影响

4 结论

(1)通过优化设计,热压烧结钻头适用于工程勘探领域,其钻进时效与现行使用电镀金刚石钻头的钻进时效相当,甚至更高。

(2)针对特定岩层,热压烧结钻头的胎体硬度越低,钻进时效越高;反之胎体硬度越高,钻进时效越低。

(3)异形齿设计比平齿设计的热压烧结钻头的唇面更易出刃,其钻进时效就较高。

参考文献:

- [1] 汤凤林, A. T. 加里宁, 段隆臣. 岩心钻探学[M]. 湖北武汉: 中国地质大学出版社, 2009. 229-230.
- [2] 刘全心, 刘青, 南建平, 等. 预压层叠式钻齿型孕镶金刚石钻头的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(S1): 94-96.
- [3] 陈云龙, 秦志坤, 王志刚, 等. 致密泥岩用新型巴拉斯钻头的设计与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(12): 63-65.
- [4] 李俊萍, 胡立. 热压钻头烧结过程温度场分布研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(7): 111-113, 116.
- [5] 吴金生, 陈礼仪, 张伟. 破碎松软地层取心钻头孔底流场数值模拟及应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(7): 107-110.

河南省环境二院荥阳二地热井供水井顺利通过专家验收

本刊讯 2013年11月28日上午,河南省地矿局环境二院实施的荥阳万山3号地热井、3号供水井竣工验收仪式在荥阳举行。

其中,3号地热井采用石油钻井工艺,在大钻压、大泵量等钻进参数情况下实现“优质、快速、高效”成井,而且在钻进过程中采用清水钻进,避免了常规泥浆正循环钻进对地层的封堵和污染,取得了良好的效果,出口水温高达48℃,出水量120 t/h。3号供水井采用空气潜孔锤+气举反循环钻进技术钻进,充分发挥空气钻进的优点,钻进速度快,钻孔质量好,钻进过程中有效防止泥浆对含水层的污染,纯钻进时间仅仅用了23天,井深480 m,出水量50 t/h,出口水温19℃。

领导和专家组成员冒着冬日的冷风,首先到两个项目的施工现场,对水温和水量等技术指标进行了实地查验,看着热气腾腾、喷涌而出的热矿泉,大家纷纷伸手触摸和品尝,喜悦的表情写上每个人的脸上。随后,专家组对两个项目的钻孔资料等进行了认真检查、审核和讨论,一致认为:各项参数都满足设计要求,其中3号地热井完全达到理疗热矿水标准,3号供水井作为饮用水,水质良好,这两个项目对于山区找水和找热均有较大的借鉴作用,一致同意通过验收,并将它们评为优质井。

(河南省地矿局环境二院 严珊珊 供稿)