

# 高效长寿命孕镶金刚石阶梯钻头 在再里地区的应用研究

李生海<sup>1,2</sup>

(1. 中国石油大学(华东), 山东 东营 257061; 2. 核工业二七〇研究所, 江西 南昌 330200)

**摘要:**介绍了金刚石钻头在再里地区硬岩地层岩心钻探施工情况。针对该地区钻探施工中出现的金刚石钻头寿命短、钻进效率低等施工情况,从金刚石钻头的胎体性能(胎体配方)、唇面结构和烧结工艺方面进行设计与改进,野外试验表明,改进后的钻头达到了较高的钻进效率和长的使用寿命,取得了良好的钻探经济效益。

**关键词:**硬岩;金刚石阶梯钻头;高效率;长寿命

**中图分类号:**P634.4 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2013)S1-0121-03

**Application of High Efficient Long-life Impregnated Diamond Stepped Bit in Zaili/Li Sheng-hai<sup>1,2</sup>** (1. China University of Petroleum, Dongying Shandong 257061, China; 2. Research Institute No. 270, CNNC, Nanchang Jiangxi 330200, China)

**Abstract:** This paper describes the application of the diamond bit in hard rock in Zaili. Design and modification has been made of matrix, crown and sintering of the drilling bit in respect of short service life and low drilling efficiency. Field tests indicate that the improved bit provides high efficiency and long service life, leading to good economic benefits.

**Key words:** hard rock; diamond stepped bit; high efficiency; long life

再里地区位于江西省赣州市境内,是进行硬岩地质岩心钻探施工的主要施工区之一。在现有的钻探施工中,主要采用 S75 金刚石绳索取心钻探工艺,由于该地区岩石硬、研磨性强、岩石破碎等地层复杂,出现金刚石钻头寿命短、钻进效率低、钻孔质量差等施工难题,严重影响该地区的钻探施工工期。引进高效长寿命孕镶金刚石阶梯钻头,通过大量的试验工作,取得了较为理想的效果,缩短了施工工期,提高了钻探效率,降低了钻探施工成本。

## 1 区内地质特征

区内震旦-寒武系浅变质岩、泥盆系湖滨相碎屑岩广泛分布,石炭、二叠系浅海-滨海相碳酸盐碎屑岩以及侏罗系、白垩系陆相碎屑岩呈零星状出露。

钻遇地层主要为石英砂岩、花岗岩互层,其岩石的主要矿物成分为石英和长石,岩石硬度多为硬,局部为坚硬;石英砂岩段为强研磨性,花岗岩段为中研磨性;岩石可钻性为 6~9 级,局部达到 10 级。

## 2 使用设备及钻具组合

该施工区使用的主要钻探设备:HCX-13 型钻

塔、XY-44A 型钻机、BW-150 型泥浆泵,采用 S75 绳索取心钻具单动双管钻进。

## 3 现场普通钻头使用情况及原因分析

普通金刚石钻头在该地区的使用情况见表 1。

表 1 普通金刚石钻头使用情况一览表

钻头规格(孕镶)	钻头唇面	胎体硬度 HRC	金刚石粒度 /目	金刚石浓度 /%	工作层厚度 /mm	水口 /个	使用个数 /只	平均寿命 /m
S75/49	阶梯	25~30	40~60	100	8	10	8	68.9
S75/49	阶梯	20~25	40~60	100	8	8	8	47.5
S75/49	环齿	25~30	40~60	100	8	8	6	54.6
S75/49	环齿	20~25	40~60	100	8	10	4	44.8
S75/49	齿轮	25~30	40~60	100	6	8	5	35.5
S75/49	齿轮	20~25	40~60	100	6	8	4	26.7

普通金刚石钻头在该地区钻探生产情况中出现的主要问题分析。

(1) 内外保径差,出现早期磨损:①岩层研磨性强;②由于岩心破碎,钻进过程中岩心不能顺利进入内管,或发生岩心堵塞现象,造成岩心在钻头内径处消耗,从而导致钻头内保径超前磨损失效。

(2) 水口冲蚀严重:①冲洗液过大,岩石研磨性

收稿日期:2013-06-30

作者简介:李生海(1985-),男(汉族),山东高青人,中国石油大学(华东)研究生在读,核工业二七〇研究所探矿工程院副院长,石油工程专业,从事钻探技术与管理工作,江西省南昌县莲西路 508 号。

强,冲洗液中含砂量过多,水口在含砂冲洗液流的强烈冲刷下变形;③钻头胎体硬度小。

(3)胎体产生掉块:①钻遇严重破碎、裂缝岩层;②钻头受到撞击,或扫残留岩心,或孔内不干净有硬块等;③钻头胎体强度不够。

(4)胎体出现裂缝:①钻头胎体强度不够,偏脆;②金刚石分布不均,金刚石密集处往往胎体薄弱;③操作不小心,产生严重的挤夹,碰撞;④钻头结构不合理。

#### 4 高效长寿命孕镶金刚石阶梯钻头的设计

根据再里地区的地层情况,针对普通金刚石钻头使用中出现的問題,从钻头胎体性能、唇面结构和烧结工艺方面加以改进,旨在设计出高效率、长寿命的孕镶金刚石钻头。

##### 4.1 胎体性能设计

在胎体材料中加入铁合金粉末,代替铜基粉末。在钻头烧结过程中,铁与金刚石(碳)之间能生成一种铁碳化合物,形成一个中间层,能使金刚石十分牢固地被胎体把持,金刚石不易脱落。同时具有降低烧结温度,能有效保持人造金刚石的热稳定性,增加钻头胎体中金刚石的工作时间,保持很好的金刚石出刃而使胎体损耗较慢,可实际提高钻头钻进效率和延长钻头的寿命。

在保证金刚石质量的前提条件下,孕镶钻头在硬和坚硬的岩层中宜采用中细粒径和细粒径搭配原则。胎体中金刚石粒度大小不一,在钻进过程中造成众多出刃高度不等的金刚石,在切削岩石时形成众多的微切削沟槽,其深度参差不齐,形成若干自由面,从而提高钻头的破岩效率。如果钻头中金刚石都是较粗的颗粒,则金刚石刻取岩石的过程中,金刚石棱角由于摩擦受力被磨平,导致作用在金刚石上的比压下降,金刚石压入岩石的深度减少或者不能压入岩石,导致进尺变慢,钻头打滑,所以金刚石粒径不能太粗。采用中粗粒径和细粒径搭配的金剛石,具体胎体配方为:骨架成分(WC)质量百分数为35%,粘结成分(Fe、Ni、Co、Mn)质量百分数为65%,金刚石浓度100%,金刚石粒度60~100目混镶。

##### 4.2 唇面结构设计

在唇面形状上,采用阶梯式,梯齿形唇面的钻头,在钻进过程中,不但有压力(由半波长引起的微振动力也包括在内)和扭力的共同作用,而且具有沿钻头底唇斜面垂直的向心挤压力。向心挤压力由

向心力和钻进下滑力组成,这正是与平底钻头不同的独特之处。它给钻头钻进带来了有利的工作环境。其一,由于钻头唇面有倒V形槽,在压力和扭力的作用下,一方面钻头底唇斜面紧紧地楔入岩石内部,造成力量集中,另一方面又在向心挤压力的作用下,加速了钻头对岩石的破碎机能;其二,由于钻头唇面内高外低,相对地增强了钻具的导向性和稳定性。

##### 4.3 保径设计

在保径设计上,保径层采用方聚晶,排列上采用三角形排布。在强研磨性地层中,常规的保径方式由于圆柱状聚晶工作面小而很快磨损导致钻头失效。为此,保径层采用方聚晶,通过增加聚晶的工作体积来加强保径能力,能起到非常好的效果。为避免因聚晶过多参与碎岩过程而导致钻速降低,在聚晶的排列上采用三角形排布,靠近钢体端排布多,向工作层端递减。

##### 4.4 烧结工艺参数选择

钻头的烧结方式采用低温热压烧结工艺。由于金刚石在温度 $>800\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时就会开始发生石墨化转变而产生热损伤使强度下降,则烧结温度选择为 $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,确保金刚石的碎岩能力。具体烧结参数选择为:烧结压力 $18\text{ MPa}$ ,烧结温度 $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,升温速度 $250\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,保温时间 $1.5\text{ min}$ 。

#### 5 高效长寿命孕镶金刚石阶梯钻头现场试验

从钻头胎体性能、唇面结构和烧结工艺等方面进行设计与改进,设计出的高效长寿命孕镶金刚石阶梯钻头如图1所示,其参数见表2。



图1 高效长寿命孕镶金刚石阶梯钻头

表2 高效长寿命孕镶金刚石阶梯钻头参数

钻头规格 (孕镶)	胎体硬度 HRC	工作层 /mm	水口 /个	金刚石 浓度/%	金刚石粒度 /目
S75/49	20~25	10	8	100	60~80, 80~100
S75/49	25~30	10	8	100	60~80, 80~100

根据以往地层的地质资料,选用 HRC20~25、HRC25~30 两种硬度的高效长寿命孕镶金刚石阶梯钻头在 ZK19-7、ZK11-3、ZK3-4 钻孔中使用情况见表 3。所用的金刚石钻头都是因为内外径磨损过大或工作层大范围磨损掉齿而停止使用。一般来说,绳索取心钻进工艺要求从钻头下孔后到钻头

报废才提一次大钻,逐个回次地观察钻头的磨损情况会影响机台的生产实效。从最终提钻上来的钻头形状看,钻头内外径的磨损较为均匀,没有发生拉槽现象。将高效长寿命孕镶金刚石阶梯钻头在钻孔中的试验应用效果与以往普通金刚石钻头的使用效果进行统计对比,结果见表 4。

表 3 高效长寿命孕镶金刚石阶梯钻头使用情况

孔号	钻孔设计参数	岩石	岩性		孔段 /m	金刚石 粒度/目	钻头胎体 硬度 HRC	所用 个数	进尺 /m	平均进尺 /m
			研磨性	可钻性级别						
ZK19-7	倾角 85°、方位角 270°、孔深 500 m	黑云母花岗岩	中	7~10	11.05~95.9	80~100	20~25	1	84.85	84.85
		石英砂岩、长石石英砂岩	强	7~9	95.9~500	80~100	25~30	2	212.46	106.23
			60~80	25~30	3	191.64	63.88			
ZK11-3	倾角 83°、方位角 200°、孔深 550 m	黑云母花岗岩	中	7~10	8.5~128	80~100	20~25	2	119.50	59.75
		石英砂岩、长石石英砂岩	强	7~9	128~550	80~100	25~30	2	284.10	142.05
			60~80	25~30	2	137.90	68.95			
ZK3-4	倾角 80°、方位角 110°、孔深 750 m	黑云母花岗岩	中	7~10	13.25~653	80~100	20~25	3	244.20	81.40
		石英砂岩、长石石英砂岩	强	7~9	653~750	80~100	25~30	1	97	97

表 4 高效长寿命金刚石钻头与普通金刚石钻头使用效果对比

钻头规格(孕镶阶梯)	平均 时效 /m	平均 寿命 /m	最高 寿命 /m	平均提 钻间隔 /h	每米 成本 /元	台月 效率 /m
普通金刚石钻头	1.35	68.90	102.6	72	72.5	469
高效长寿命金刚石钻头	2.17	93.01	189.2	108	57.5	695

试验结果表明,金刚石粒度 60~80 目、浓度 100%、HRC20~25 的高效长寿命孕镶金刚石阶梯钻头在钻进黑云母花岗岩寿命较高;金刚石粒度 80~100 目、浓度 100%、HRC25~30 的钻头在钻进石英砂岩、长石石英砂岩寿命较高。高效长寿命孕镶金刚石阶梯钻头的平均钻进时效是普通金刚石钻头的 1.61 倍,达到 2.17 m/h;平均寿命是 93.01 m,单只钻头最高寿命可达到 189.6 m,其它各项指标有明显改善,取得了预期的试验效果。

## 6 结语

(1)从孕镶金刚石钻头的胎体性能、唇面结构和烧结工艺方面进行改进,设计出适用于再里地区的高效率长寿命的绳索取心钻头,在生产上降低了

钻探成本,达到了预期的使用效果。

(2)阶梯形唇面结构具有很好的碎岩效率,同时该唇面结构还具有很好的导向性,对于不稳定地层钻孔的防斜保直具有很好的作用,是一种值得在野外钻探项目中推广的唇面结构。

(3)在钻进黑云母花岗岩时,金刚石粒度 60~80 目、浓度 100%、HRC20~25 的高效长寿命孕镶金刚石阶梯钻头寿命较高;在钻进石英砂岩、长石石英砂岩,金刚石粒度 80~100 目、浓度 100%、HRC25~30 的钻头寿命较高。

## 参考文献:

- [1] 刘广志,等. 金刚石钻探手册[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [2] 罗爱云,段隆臣,王伟雄,等. 打滑地层新型孕镶金刚石钻头[J]. 地质科技情报,2007,26(1):109-112.
- [3] 杨文清,崔忠省. 黄陇煤田西部孕镶金刚石钻头的应用实践[J]. 西部探矿工程,2009,21(3):79-80.
- [4] 阮海龙,纪卫军,沈立娜,等. 针对复杂地层金刚石钻头的改进与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(1):67-69.
- [5] 贾美玲,欧阳志勇,马秀民,等. 深孔钻探金刚石钻头技术研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(12):71-73.