

文章编号:1006-852X(2006)04-0029-03

# 一种新型针状合金—金刚石复合钻头胎体配方的试验研究\*

江新洪<sup>1</sup> 段隆臣<sup>1</sup> 刘晓阳<sup>1,2</sup> 王中华<sup>3</sup>

(1. 中国地质大学,武汉,430074;2. 核工业二四三大队,内蒙古赤峰市,024006;3. 南昌航空工业学院,南昌,330046)

**摘要** 本文首先介绍一种用于卵砾石地层钻进的新型针状硬质合金钻头的设计原理,而后简要说明其胎体配方组成机理。在分析胎体性能要求的基础上,选择了六组配方,对其进行抗弯强度、抗剪强度、硬度性能、冲击韧性、SEM照片等试验,优选了四号配方,试制了钻头。生产试验结果表明,这种新型复合型钻头钻进卵砾石地层的平均时效1.89m/h、平均每回次进尺为2.3m,平均钻头寿命19.81m,具有实用和推广价值。

**关键词** 胎体配方;卵砾石地层;试验研究

**中图分类号** TQ164 **文献标识码** A

## Experimental research on the matrix composition of a new-type alloy-diamond bit

Jiang Xinhong<sup>1</sup> Duan Longchen<sup>1</sup> Liu Xiaoyang<sup>1,2</sup> Wang Zhonghua<sup>3</sup>

(1. Engineering Faculty, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

(2. Nuclear Industry 243 Team, Chifeng 024006, Inner Mongolia, China)

(3. Civil Engineering Department, Nanchang Institute of Aeronautical Technology, Nanchang 330046, China)

**Abstract** The paper firstly introduces the designing principle of a new-type alloy-diamond bit for the gravel stratum, secondly explains briefly the mechanism of matrix composition for the new-type bit. Six groups of matrix compositions were tested for bending strength, shearing strength, hardness, impact toughness as well as the SEM pictures. The group No. 4 was finally selected to make the bits for field application test. The result of the field test indicated that, the new-type bit had average hour-efficiency of 1.89m/h, 2.3m of average drilling depth and 19.81m of average life-span in drilling the gravel stratum and has practical value to popularize.

**Keywords** matrix composition; gravel stratum; experimental research

### 1 前言

卵砾石地层钻进一直是钻探界的难题之一,属于复杂地层钻进的范围,在地浸砂岩铀矿砂岩钻探、工程勘察钻进、基础工程施工中都广泛遇到此类地层。在该地层中,卵砾石石英含量高,坚硬,研磨性强,形状各异,有时与小厚度的松散砂岩和泥岩互层,粒径大小不均,20~200mm,漂石的直径500mm~1000mm。以前都是用金刚石钻头(孕镶和表镶)、复合片(PDC)钻头、硬质合金钻头、复合柱齿钻头等容易造成钻头消耗快、钻进效率不高且有时易掉块等诸多问题。针对生

产中急需解决的几处难题,设计一种新型卵砾石钻进用钻头即孕镶针状合金—金刚石复合式钻头。本文就这种钻头的胎体性能进行试验研究,找到适合这种钻头的胎体配方。

### 2 孕镶针状合金—金刚石复合式钻头的设计思想

复合式钻头用在胎体中有序排列针状合金的方法提高钻头胎体的耐磨性。在含有一定浓度金刚石的胎体粉料中有序地排列针状合金,通过热压法烧制。孕镶金刚石—针状合金复合式钻头综合了普通孕镶金

\* 核工业地质局科研课题(编号:DK2003);铁道第一勘察设计院兰州分院生产课题。

刚石钻头与自磨式针状硬质合金钻头的特点,胎体具有较高的耐磨性、抗冲击韧性。针状合金在钻进中保持胎体与岩石的接触面不变,正常磨损,始终维持克取岩石的能力。

### 3 胎体配方设计的机理

钻头的胎体性能主要取决于胎体配方。胎体配方是指选择与确定胎体材料的成分及其含量。胎体成分中分为两类:一类为骨架成分,它在胎体中起到硬质点的作用;另一类是粘结成分,它的作用是使骨架成分与金刚石和针状合金粘结起来。

根据胎体中骨架成分和粘结成分的要求,并结合多年的实践的基础上,优选了下面表 1 六种配方。

表 1 胎体主要成份变化表

主要成份 配方	WC(%)	Fe(%)	Cu 及 Cu 合金(%)
1	0	47	42
2	2	47	40
3	6	47	36
4	15	45	25
5	25	20	35
6	35	14	35

### 4 胎体试验设计

由于其它研究的相关结果,试样采用加各种配方胎体试块在专用模具进行烧结。金刚石选用粒度为 50/60 和 70/80,型号为 MBD<sub>8</sub> ~ MBD<sub>12</sub> 系列,其变化幅度在 30% - 50%。针状合金选用株洲硬质合金厂生产的 YG6、YG8 硬质合金;粉未经球磨机混料 6hr 以上。进行的试验项目有抗弯、抗剪强度,硬度。

#### (1) 抗弯强度

对胎体试块进行抗弯强度测试,采用三点弯曲法在 WE-30 型液压式万能材料试验机上进行,读数误差为 0.1kN。

试件尺寸:8 × 8 × 40mm,支点间距 24mm,缓慢加载。结果计算公式:

$$\sigma_u = \frac{3pl}{2bh^2}$$

式中: $\sigma_u$ ——抗弯强度,MPa;(不应小于 1000MPa)

$p$ ——试验断裂时的载荷,N;

$l$ ——支点间距,mm;

$b$ ——试样宽度,mm;

$h$ ——试样高度,mm。

#### (2) 抗剪强度

对试块进行抗剪强度测试,采用特制的夹具,材料为 40Cr 钢。试验在广州试验仪器制造厂生产的 WE-30 型液压式万能材料试验机上进行。试验时加压速率约为 10N/s。试样尺寸为 40mm × 8mm × 8mm,工作面积为 64mm<sup>2</sup>。

#### (3) 硬度

在 HR-150A 型洛氏硬度计上对胎体试样进行硬度测试,采用 HRC 度量。每种胎体测三块试样,每块试样分别在平行于压制方向和垂直于压制方向的两个面上各测试 5 个点,然后取这 10 个测试点的平均值做为被测试样的硬度。每个试验号试样的硬度为三块被测试样硬度的平均值。

另外还对试块在专用试验装置冲击韧性的检验和进行了断口形貌(SEM 照相)的检验以验证。

### 5 试验结果分析

按上面方案测得的抗弯、抗剪和硬度数据如表 2。它们有直方图见图 1、图 2。

表 2 各种不同配方抗弯数据表

配方	1	2	3	4	5	6
抗弯平均值(MPa)	303.4	292.5	318.2	352.5	297.2	294.8
抗剪平均值(MPa)	380.6	315.1	335.4	322.9	357.2	321.4
硬度值	41.9	50.6	46.2	50.1	40.9	40.5

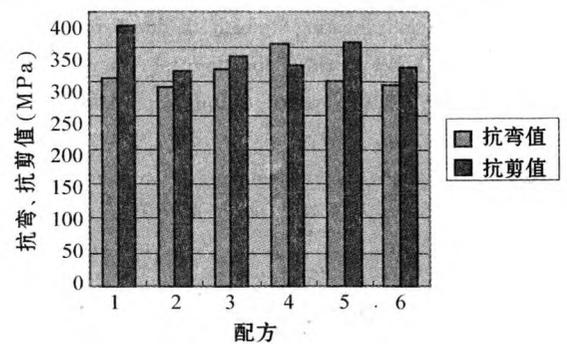


图 1 不同配方的抗弯、抗剪直方图

从上面的抗剪、抗弯和硬度的直方图中,可以看出四号配方综合性能比较好。

另外我们利用一种自制的特种装置测得六组配方的试样 > 200J,证明都具有良好的冲击韧性。再选用了一号和四号配方的 SEM 照片如图 3。从照片上可以看出,四号配方结合得更好。

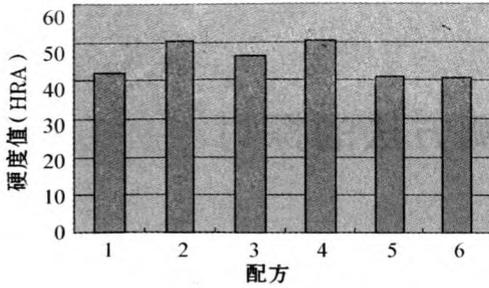


图2 不同配方的硬度直方图

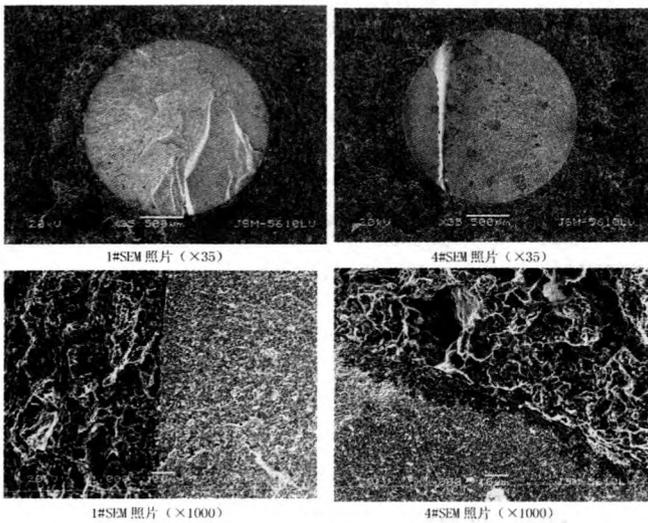


图3 一号、四号配方的不同放大倍数下的SEM照片

## 6 生产试验情况

用以上的四号配方制作了8个孕镶针状合金—金刚石复合胎体钻头在鄂尔多斯盆地东胜地区铀矿床的5个钻孔中的卵砾石地层进行了钻进试验,该地区90%以上的钻孔在不同孔段有卵砾石地层,最大厚度达160米,平均厚度40米。卵砾石地层结构松散,有少量泥质或砂质充填物,同时卵砾石与厚度较小的砂岩、泥岩互层,换层频繁。卵砾石地层粒径不均,10mm~200mm,漂石直径500mm~1000mm。卵砾石主要岩性以石英岩和花岗岩为主,硬度大、可钻性级别高。试验数据见表3。图4为其取出的部分岩心,图5为钻头的实际磨损情况。

试验结果:8个孕镶针状合金—金刚石复合胎体钻头在卵砾石层共钻进158.48m,平均钻头寿命19.81m,最高29.35m。平均小时效率1.89m/h,平均回次进尺2.30m。与普通合金钻头相比(见表4),平均钻头寿命是合金钻头的近20倍,平均小时效率是合金钻头的1.9倍,平均回进尺是合金钻头的2.3倍,而

每米钻头成本仅为合金钻进的25%。

表3 孕镶针状合金——金刚石复合式钻头试验情况

钻头编号	钻孔号	回次数	进尺 (m)	纯钻时 (h:min)	小时效率 (m/h)	平均回次进尺 (m)
1#	ZK644-582	11	25.00	16:10	1.55	2.27
2#	ZK644-584	4	11.78	3:25	3.45	2.95
3#	ZK644-584	13	29.35	17:05	1.72	2.26
4#	ZK644-584	13	14.90	12:20	1.21	1.15
5#	ZKA191-51	6	16.10	9:00	1.79	2.68
6#	ZKA191-51	6	19.25	7:20	2.63	3.21
7#	ZKA191-79	7	19.80	8:30	2.33	2.83
8#	ZK199-839	9	22.30	10:00	2.23	2.48
合计		69	158.48	83:50	1.89	2.30



图4 热压针状合金——金刚石复合式钻头取出的部分岩心

表4 孕镶针状合金——金刚石复合式钻头与普通合金钻头钻进效果对比

钻头类型	平均寿命 (m/个)	平均小时效率 (m/h)	平均回次进尺 (m/回次)	每米钻头成本 (元/m)	钻头价格 (元)
复合式	19.81	1.89	2.30	25.24	500
硬质合金	<1	<1	<1.00	>100	100

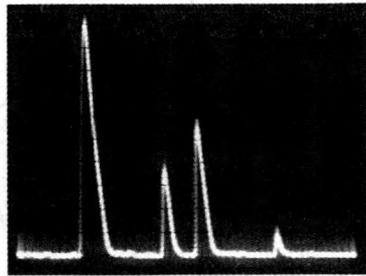


图5 热压孕镶针状合金——金刚石复合胎体钻头的磨损情况

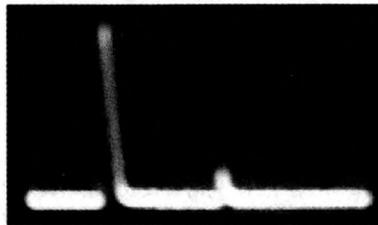
(下转第34页)

脉冲移动位置:8.82mm

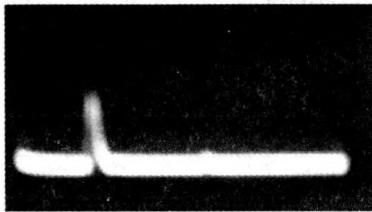
不同样品的超声波的波形图见图 1、2。



a. 无缺陷波形图



b. 分层缺陷波形图



c. 裂纹缺陷波形图

图 1  $\Phi 19 \times 8$  mm PDC 超声波波形图

#### 4 结束语

从实验结果我们可以看出,对于 PDC 的在线无损检测完全可能应用 CTS-23B 无损探伤仪类型的便携式探伤仪实现,但需要进行大量的样品采集和实验工

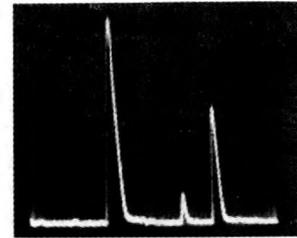
(上接第 31 页)

#### 7 结论

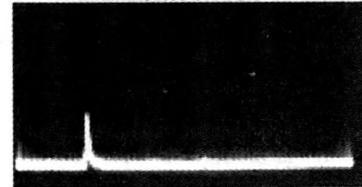
(1)经实验证明,优选的四号配方具有良好的综合性能,能适应实际野外卵砾石地层钻进的需要,并且提高效率和降低成本;

(2)建议有条件的话采用正交试验法设计多水平多指标的配方以更好地优选配方。

参考文献



a. 无缺陷波形图



b. 分层缺陷波形图

图 2  $\Phi 19 \times 10$  mm PDC 超声波波形图

作。只有采集了各种类型缺陷的 PDC 样品,制备出标准超声波波形图,才能更好的进行 PDC 的 NDT 在线检测,这也是我们以后要深入进行探索 and 研究的。

#### 参考文献

- 1 李国安,宋全胜.聚晶金刚石复合片(PDC)钻头的失效分析[J].华中科技大学报(自然科学版),2002,(1):62-64
- 2 江汉石油管理局钻头厂.江汉钻头使用手册[M].北京:石油工业出版社,1992
- 3 周思柱等.PDC 钻头有限元网络划分机前处理[J].江汉石油学院学报.1998,(6):
- 4 刘芳,范文捷.聚晶金刚石复合片(PDC)应力表征方法的探讨[J].金刚石与磨料磨具工程,2006,(3):
- 5 刘寿康.金刚石复合体性能测试方法研究[J].矿冶工程,1999,(8):19-22.
- 6 赵秋艳.无损检测技术的发展及应用[J].航天返回与遥感,1997,(12):
- 7 赵大刚.PDC 的超声检测.金刚石与磨料磨具工程[J],2004(4):68-71

#### 作者简介

刘芳,女,1960年生。中原工学院高级工程师,副教授,主要从事无机非金属材料的研究。E-mail:liufang@zzti.edu.cn

收稿日期:2006-2-25

(编辑:王琴)

1 段隆臣、杨凯华、汤凤林.镀膜金刚石工具中以 Fe 代 Co 的胎体配方的试验研究[J].地质与勘探.1998 年 9 月

2 汪国香、杨凯华、段隆臣.孕镶金刚石刀头的新型胎体配方试验研究[J].金刚石与磨料磨具工程.1998 年 1 月.

#### 作者简介

江新洪(1977年-),男,江西都昌人,博士研究生,主要从事金刚石制品方面和勘察相关技术的研究。

E-mail: jxhcug@163.com.

收稿日期:2006-03-18

(编辑:张慧)