

主辅磨料双切削作用金刚石钻头研究

张绍和, 杨凯华

(中国地质大学工程学院, 武汉 430074)

[摘要]提出了主辅磨料双切削作用金刚石钻头的定义,介绍了该类钻头的使用范围和基本配方,并对配方的合理性进行了理论计算分析,列举了典型使用实例。

[关键词]主磨料 辅磨料 双切削作用 钻头

[中图分类号]P634.4 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2001)05-0088-03

1 问题的提出

如何保证金刚石钻头既有高的时效,又有长的寿命,一直是从事钻头研究的科技工作者企图要解决的问题之一,同时研究出该类优质产品也是使用商所期待的。为了实现上述目的,必须要求优化组合效率与寿命之间的矛盾,针对这一问题作者研究了一种主辅磨料双切削作用金刚石钻头。众所周知,目前研究与使用的金刚石钻头均为一种金刚石磨料起切削作用的,即在钻头中所使用的金刚石为一种颗粒度,或者是所使用的金刚石颗粒度非常接近,而主辅磨料双切削作用金刚石钻头则采用的金刚石颗粒度互不相同且粒径相差悬殊的两种或多种金刚石设计方法,事实说明该类型钻头既具有高的时效,又能实现长寿命目标。

2 基本概念

主磨料:在金刚石钻头中起主要切削破碎岩石作用的金刚石,一般颗粒度在 70/80 目以粗,金刚石品级和强度较高。

辅磨料:在金刚石钻头中起辅助切削破碎岩石作用的金刚石或立方氮化硼等,一般颗粒度在 80/100 目以细。

双切削作用:采用主辅磨料方式制造的金刚石钻头,起主要切削破碎岩石作用是主磨料金刚石,同时辅磨料也有一定的辅助切削破碎岩石作用,辅磨料主要负责对主磨料金刚石切削破碎下来的粗岩粉进行二次切削破碎,因而称该作用形式为双切削作用。

3 适用范围

研究分析认为,金刚石钻头的磨损是机械原因

引起的,它们导致钻头切削能力降低和丧失。通过对不同条件下使用过的大量金刚石钻头进行分析,归纳出钻头的 5 种基本磨损类型:(1)正常磨损:胎体沿高度和内外径均匀磨损;(2)工艺磨损:钻头胎体和金刚石被抛光;(3)研磨磨损:端面、胎体内外面出现沟槽;(4)机械磨损:扇形块断裂,胎体上出现纵、径向裂纹;(5)事故磨损:胎体和钻头体受挤压,钻头烧坏,有金属刻画胎体的痕迹。

对许多钻进使用后的钻头观察分析,发现平底型钻头经过一段时间使用后,钻头的内外径磨损很快,钻头胎体唇面中部工作层仍较高,而唇面两侧则较低,胎体唇面形成扇形块,且钻头胎体的端面及内、外表面出现被岩粉刻伤的沟槽。据此分析,可以认为该种钻头的磨损情况属于研磨磨损。研磨磨损是一种非正常磨损。而这种出现非正常磨损的钻头均是发生在研磨性能较强的地层或钻进环境中,如中粗颗粒花岗岩层、砂卵石层、混凝土层、较破碎地层等,研究的主辅磨料双切削作用金刚石钻头就比较适合于这类地层,即是说在普通钻头钻进中出现研磨磨损现象时,均可用主辅磨料双切削作用金刚石钻头来取代。主辅磨料双切削作用金刚石钻头中的辅磨料将钻进较强研磨地层时产生大量的中粗颗粒岩粉进行二次破碎,使它们变成更细的岩粉,可以通过钻井液及时、迅速地从钻头端部排出,避免了在普通钻头使用时所出现的由于大量中粗颗粒岩粉在钻头唇部重复磨损胎体,导致钻头胎体急剧磨损,失去对金刚石的包镶能力,使钻头出现短寿命或效率较低的现象。

4 基本配方

对于主辅磨料双切削作用金刚石钻头的设计可

[收稿日期]2000-07-08;[修订日期]2001-01-12;[责任编辑]王梅。

根据不同规格的金刚石钻头,不同的切削破碎对象和不同的使用条件,选择合适的主磨料金刚石和辅磨料金刚石或立方氮化硼等的浓度,设计适合上述情况的胎体配方(一般为中等硬度),采用与普通金刚石钻头相同的生产工艺与加工工艺。

在主辅磨料双切削作用金刚石钻头的设计中,主磨料的金刚石浓度较普通金刚石钻头的金刚石浓度低,一般设计为 10%~20%(100%制),辅磨料金刚石或立方氮化硼等的浓度与普通金刚石钻头的金刚石浓度相比也要低,一般为在 5%~15%(100%制)之间。主磨料的金刚石颗粒度一般在 30/35~70/80 目之间,辅磨料金刚石或立方氮化硼等的颗粒度一般为 80/100 目以细。主辅磨料的总浓度加在一起远远大于普通钻头的浓度,从而大大增强了钻头的耐磨能力。

由于主磨料金刚石的颗粒度较粗,切削破碎岩石主要由这部分金刚石来完成,同时由于金刚石的颗粒度较粗,作用于金刚石钻头上的力经过传递后,基本上都作用在这些粗颗粒的金刚石上。辅磨料金刚石或立方氮化硼等则有利于提高金刚石钻头的耐磨性能。主辅磨料双切削作用金刚石钻头的胎体相对于普通钻头来说,硬度要求要低,因为由于辅磨料金刚石或立方氮化硼等的存在,大大减少了岩粉对胎体的磨损。

5 计算分析

根据上面所述的主辅磨料双切削作用金刚石钻头的配方设计情况,下面通过计算来作一说明分析。

设定钻头规格为 $\phi 75/49$ mm,通过钻机作用于钻头上的压力为 20 kN。假设 A 钻头为普通钻头,其金刚石参数配方为:JR4 型 60/70 目金刚石,浓度为 25%(100%制);B 钻头为主辅磨料双切削作用钻头,其主磨料参数配方为:JR4 型 50/60 目金刚石,浓度为 15%(100%制),辅磨料参数配方为:JR2 型 80/100 目金刚石,浓度为 10%(100%制)。A、B 钻头的其它参数完全相同。设计两钻头工作层高度均为 4 mm。经查得 60/70 目的金刚石粒径为 231 μm ,50/60 目金刚石的石粒径为 275 μm ,80/100 目的金刚石粒径为 165 μm ,金刚石的密度为 3.52 g/cm。 $\phi 75/49$ 钻头的水口数为 8 个,水口尺寸为 13 \times 7 mm。

$\phi 75/49$ 钻头的环状唇面积为:

$$S = \frac{1}{4} (D^2 - d^2) = \frac{1}{4} 3.14159 \times (75^2 - 49^2)$$

$$= 25.30 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$\phi 75/49$ 钻头的水口面积为:

$$S_s = 8 \times 13 \times 7 = 7.28 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$\phi 75/49$ 钻头的唇面工作面积为:

$$S_g = S - S_s = 18.02 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$\phi 75/49$ 钻头的工作层体积为:

$$V_g = S_g \times H = 18.02 \times 0.4 = 7.21 \text{ (cm}^3\text{)}$$

A 钻头中金刚石所占体积为:

$$V_{aj} = C_a \times V_g = 25\% \times 7.21 = 1.80 \text{ (cm}^3\text{)}$$

B 钻头中主磨料金刚石所占体积为:

$$V_{bj} = C_b \times V_g = 15\% \times 7.21 = 1.08 \text{ (cm}^3\text{)}$$

60/70 目单颗金刚石的体积为:

$$V_{67} = \frac{1}{6} d = \frac{1}{6} \times 3.14159 \times 0.231 = 0.000006454 \text{ (cm}^3\text{)}$$

50/60 目单颗金刚石的体积为:

$$V_{56} = \frac{1}{6} d = \frac{1}{6} \times 3.14159 \times 0.275 = 0.000010889 \text{ (cm}^3\text{)}$$

A 钻头中金刚石的颗粒数为:

$$N_a = V_{aj} / V_{67} = 278897 \text{ (颗)}$$

B 钻头中主磨料金刚石的颗粒数为:

$$N_a = V_{bj} / V_{56} = 108000 \text{ (颗)}$$

A 钻头工作胎体可分层数为:

$$n_a = \sqrt[3]{N_a} = 65 \text{ (层)}$$

B 钻头工作胎体可分层数为:

$$N_b = \sqrt[3]{N_b} = 48 \text{ (层)}$$

A 钻头中金刚石的面积浓度为:

$$M_a = N_a / n_a = 4290 \text{ (颗/层)}$$

B 钻头中主磨料金刚石的面积浓度为:

$$M_b = N_b / n_b = 2250 \text{ (颗/层)}$$

A 钻头工作胎体唇面上单颗金刚石的平均压力为:

$$P_a = P / M_a = 4.66 \text{ (N/颗)}$$

B 钻头工作胎体唇面上单颗金刚石的平均压力为:

$$P_b = P / M_b = 8.89 \text{ (N/颗)}$$

通过上述计算可知:作用于 B 钻头胎体唇面单颗金刚石的平均压力比作用于 A 钻头胎体唇面单颗金刚石的平均压力大得多,从而有利于提高钻头效率。

B 钻头中辅磨料金刚石所占体积为:

$$V_{bfj} = C_b \times V_g = 10\% \times 7.21 = 0.721 \text{ (cm}^3\text{)}$$

80/100 目单颗金刚石的体积为:

$$V_{80} = \frac{1}{6} d = \frac{1}{6} \times 3.14159 \times 0.165 = 0.000002352 \text{ (cm}^3\text{)}$$

B 钻头中辅磨料金刚石的颗粒数为:

$$Na = V_{bf, j} / V_{80} = 306547 \text{ (颗)}$$

B 钻头中辅磨料金刚石的面积浓度为:

$$Mbf = Nb / nb = 6386 \text{ (颗/层)}$$

B 钻头中主辅磨料金刚石的总面积浓度为:

$$M = Mb + Mbf = 8636 \text{ (颗/层)}$$

A 钻头中金刚石的面积浓度为:

$$Ma = Na / na = 4290 \text{ (颗/层)}$$

通过上述计算可知: B 钻头中主辅磨料金刚石的总面积浓度为 A 钻头中金刚石的面积浓度的两倍。面积浓度越大,说明金刚石颗粒间的间距越小,从而有利于阻止粗颗粒岩粉磨损钻头胎体,增强了主辅磨料金刚石对岩石和岩粉的破碎作用,有利于提高钻头寿命。上述计算说明了主辅磨料双切削作用金刚石钻头有利于提高钻头寿命和效率。

6 使用举例

作者在核工业中南地勘局某地质队使用主辅磨料双切削作用金刚石钻头进行了钻探生产试验。规格为 $\phi 56/35$ 的绳索取芯钻头,工作层设计为 4 mm,为 6 个水口,设计了四种主辅磨料双切削作用金刚石钻头配方,主磨料为 50/60 目金刚石,浓度为 14%~18%(100 制),辅磨料为 80/100 目金刚石,浓度为 6%~10%(100 制)。现场所采用的钻进规程为:钻机转速 890 r/min ~ 1180 r/min,钻压为 1200 kgf;钻井液为硫酸盐乳化油;BW-200 泥浆泵的泵压基本维持在 2.0 MPa 左右。钻孔岩性:(1)红色砂砾岩,砾石呈棱角状。(2)中粒斑状黑云母花岗岩,颜色为白色至灰白色。本次试验的主辅磨料双切削作用钻头配方四种,共计 20 个钻头,各配方钻头的使用情况以及该队原使用的某 H 厂普通钻头的使用情况列于表 1。

从表 1 的比较可以看出,4 种主辅磨料双切削作用金刚石钻头与 H 厂的普通钻头比较,主辅磨料

双切削作用金刚石钻头的时效较 H 厂钻头的时效

表 1 主辅磨料双切削作用金刚石钻头的现场使用情况

配方号	钻进岩层性质	平均时效 m/h	最高时效 m/h	最低时效 m/h	平均寿命 (m)	与 H 钻头比平均时效提高率	与 H 钻头比平均寿命提高率
H 厂钻头	砂砾岩	3.08	4.34	2.52	20.8		
	花岗岩	3.11	4.05	2.89			
1# 钻头	砂砾岩	7.91	11.79	6.09	30.1	156.8%	176.5%
	花岗岩	8.60	11.86	7.02		44.70%	
2# 钻头	砂砾岩	7.21	8.69	5.71	30.2	134.1%	172.7%
	花岗岩	8.48	9.57	7.64		45.20%	
3# 钻头	砂砾岩	6.91	8.08	5.50	45.3	124.3%	78.10%
	花岗岩	5.54	6.15	5.01		117.8%	
4# 钻头	砂砾岩	6.30	7.80	5.25	57.5	104.5%	47.60%
	花岗岩	4.59	5.81	3.88		176.4%	

提高了 47.6%~176.5%,寿命延长了 44.7%~176.4%。同时对使用后的钻头观察发现,H 厂钻头唇面出现研磨磨损现象,而主辅磨料双切削作用金刚石钻头未出现明显的研磨磨损现象。

7 结论

根据钻头的使用情况,可以得出如下结论:

- 1) 课题首次提出并研究成功了主辅磨料双切削作用金刚石钻头;
- 2) 理论计算分析表明,研究设计的主辅磨料双切削作用金刚石钻头的配方是合理的;
- 3) 研究设计的主辅磨料双切削作用金刚石钻头的寿命和时效比普通钻头的寿命和时效有较大提高;
- 4) 研究设计的主辅磨料双切削作用金刚石钻头有利于节约钻探综合成本,提高经济效益;
- 5) 研究设计的主辅磨料双切削作用金刚石钻头在钻进研磨性较强的地层时,其磨损规律为正常磨损,不会产生普通钻头的研磨磨损等非正常磨损情况。

[参考文献]

- [1] 张绍和,王开志. 钻进砂卵石层钻头的研究[J]. 探矿技术,1997(1).
- [2] 张绍和. 孕镶金刚石钻头参数设计神经网络专家系统设计[C]. 中南工业大学博士学位论文,1999,8.

RESEARCH INTO THE DIAMOND BIT OF TWOFOLD GRINDING BY USING PRIMARY AND ASSIST ABRASIVE

ZHANG Shao - he , YANG Kai - hua

Abstract: This paper gives the definition about the diamond bit of twofold grinding by using primary and assist abrasive, introduces it's scope of use and basic formula, analyzes the rationalize through calculate in theory. A example is given.

Key words: primary abrasive, assist abrasive, twofold grinding, bit

[第一作者简介]



张绍和(1967年-),男,湖北鄂州市人,1990年毕业于中南工业大学探矿工程专业,1999年在中南工业大学获地质工程专业博士学位,现正在中国地质大学(武汉)工程学院进行博士后研究工作,主要从事金刚石及其工具的研究、教学和开发工作。

通讯地址:湖北省武汉市 中国地质大学工程学院 邮政编码:430074