



硬质磨粒对孕镶金刚石钻头胎体 磨损性能的影响

王佳亮¹, 张绍和²

(1. 湖南科技大学 海洋矿产资源探采装备与安全技术国家地方联合工程实验室, 湘潭 411201;

2. 中南大学 有色金属成矿预测与地质环境监测教育部重点实验室, 长沙 410083)

摘 要: 基于孕镶金刚石钻头在坚硬复杂地层钻进效率低的现象, 将 SiC、棕刚玉和合金钢丸作为胎体耐磨性弱化颗粒添加至胎体中, 采用室内钻进及 SEM 扫描电镜分析等手段研究硬质磨粒材质对胎体力学性能和摩擦磨损行为的影响。结果表明: 在胎体中添加适当材质的硬质磨粒, 可提高钻头的钻进时效, 能够避免钻进打滑现象; SiC 磨粒对胎体的耐磨性、抗弯强度等力学性能影响较明显, 宜作为胎体耐磨性弱化颗粒, 其浓度宜控制在 20%~40% 之间, 粒径在 425~500 μm 之间; 硬质磨粒在胎体中一方面利用其易脆性破碎的物理力学特性改善胎体微观磨损形貌, 为金刚石正常出刃创造前提条件; 另一方面破碎脱落的游离态磨粒利用其硬脆特性能够直接对单颗粒金刚石产生修锐效应。

关键词: 胎体耐磨性弱化; 孕镶金刚石钻头; 碎岩机理; 硬质磨粒; 耐磨匹配性

文章编号: 1004-0609(2017)-09-1872-07

中图分类号: TG115

文献标志码: A

通过钻探技术直接从地下深部获取岩矿心, 是评价地质矿产的直接方法, 而要有效获取岩矿心则要求钻头必须具有优良的使用性能^[1-2]。随着地质钻探向地热资源等非常规能源领域的扩展, 遇坚硬复杂岩层的情况非常普遍^[3]。由于该岩层抗压强度高、岩石致密、岩粉对胎体研磨作用弱, 导致金刚石钻头在该地层钻进时, 新颗粒金刚石不易出刃, 钻进效率下降等现象^[4-5]。近年来国内外科研人员针对这一现象开展了以下研究, 并取得了一定的效果。庞丰等^[6]在钻头胎体中添加造孔剂以提高金刚石的自锐性能, 结果表明该方法有利于提高钻头唇面比压, 提高碎岩效率。TAN 等^[7]设计了一种针对打滑地层的复合孕镶体金刚石钻头。其将切削齿含金刚石的部分单独烧结成正方体或圆柱型, 再装配于石墨模具中, 该方案能有效减小钻头的唇面比压, 增加碎岩效率。高科等^[8]应用仿生学原理, 使孕镶金刚石钻头底唇面始终具有非光滑表面形态, 增大钻头底唇面的摩擦力, 可增加底唇面的比压以利于钻头的自锐。向胎体材料中加入磷铁粉代替部分纯铁粉, 可降低烧结温度, 增加胎体硬脆性^[9]。北京探矿工艺研究所的研究人员试验表明硬脆磨粒的添加能够改善钻头在坚硬致密地层的钻进性能, 在中

等风化坚硬地层亦具有适应性^[10]。

本文作者前期的研究表明, 将适当浓度的硬质磨粒添加至钻头胎体中, 能够改善胎体的微观磨损形貌, 提升单颗粒金刚石切削能力, 从而改善钻头在坚硬复杂地层的钻进性能^[11-12]。

本文作者在以上研究基础之上采用热压烧结法, 制备 WC 基胎体试样及微钻头。通过改变硬质磨粒的材质, 研究硬质磨粒及其材质对胎体摩擦磨损行为的影响, 以为后续金刚石钻头的设计参数优化和现场试验提供理论依据。

1 实验

根据以往的实验经验, 采用低硬度的 WC 基胎体配方, 向胎体材料中分别加入不同材质的硬质磨粒制备胎体试块, 硬质磨粒的浓度范围在 15%~45%。胎体试块的热压烧结工艺参数为: 烧结温度 970 $^{\circ}\text{C}$ 、压力 3.5 MPa(压机表头读数), 保温时间 4 min。采用 HR-150A 洛氏硬度计测试胎体试块的硬度, 每个试样测试 3 个点, 取其平均值作为该试样的硬度值。利用

MM-200 型磨料磨损试验机进行胎体耐磨性测试, 试验载荷 100 N, 转速 200 r/min, 时间 10 min。应用 WE-30 型万能材料力学试验机测试胎体的抗弯强度, 采用三点弯曲法, 加压速度为 100 kN/s。

根据试验结果, 制备胎体中含有硬质磨粒的微钻头进行室内试验, 钻机转速 750 r/min, 钻进压力 750 N, 钻头尺寸为 $d\ 36\ \text{mm}\times 24\ \text{mm}$ 。所钻对象为 36 目电熔锆刚玉砖, 尺寸为 $160\ \text{mm}\times 40\ \text{mm}\times 80\ \text{mm}$, 其抗压强度为 320MPa, 能够较好地模拟坚硬致密岩层特性。采用 SIRION200 场发射扫描电镜对胎体的磨损形貌进行观察。

2 硬质磨粒材质结构分析

分别选用棕刚玉、黑碳化硅以及合金钢丸作为胎体耐磨损性弱化颗粒的优选对象。棕刚玉属于三方晶系结构, 具有三重对称轴可划分出六方晶胞的菱面体晶胞, 在晶体外形或宏观物性中能呈现出具有唯一高次三重轴。其晶格参数具有 $a=b=c$, $\alpha=\beta=\gamma<120^\circ\neq 90^\circ$ 的特征。其硬度高(莫氏硬度 9 级)、韧性较大、颗粒锋利, 广泛用于磨削抗拉强度较高的材料, 对钻头胎体具有较强的研磨能力。选用的棕刚玉颗粒粒径为 $425\ \mu\text{m}$, 颗粒形状以扁平状居多, 含部分不规则形状。黑碳化硅属于六方晶系结构, 在唯一具有高次轴的 c 轴主轴方向存在六重轴。副轴与主轴垂直, 二个副轴基向量的大小相等, 副轴间的夹角为 120° , 即其晶胞参数具有 $a=b\neq c$ 、 $\alpha=\beta=90^\circ$ 、 $\gamma=120^\circ$ 的关系。SiC 磨料的硬度高于刚玉类磨料的, 达到莫氏硬度 9.2 级, 脆性较大, 韧性低于棕刚玉颗粒, 导热性及自锐性优于普通的工业磨料^[13]。选用的 SiC 颗粒粒度为 $425\ \mu\text{m}$, 颗粒形状以等体积状为主。合金钢丸气孔率低、组织均匀致密、耐磨性好, 广泛用于精密件、不锈钢件和铝铸件的喷砂抛光^[14]。其硬度较高, 洛氏硬度为 55, 韧性较强。选用的合金钢丸粒度为 $550\ \mu\text{m}$, 形状均为圆球状。3 种材料的物理力学性能指标如表 1 所列。

表 1 硬质磨粒成分

Table 1 Composition of hard abrasive particles

Type	Mass fraction/%								Grain size/ μm
	Al_2O_3	SiC	Mn	Fe_2O_3	C	CaO	SiO_2	Si	
Brown fused alumina	>95	—	—	<0.15	—	<0.4	<1.5	—	425
SiC	—	>98.5	—	<0.6	—	<0.2	—	—	425
Alloy shot	—	—	0.35–1.2	—	0.7–1.2	—	—	0.4–1.2	550

3 结果与讨论

3.1 胎体力学性能测试

首先测得空白低浓度 WC 基胎块硬度为 HRC12.5。图 1 所示为硬质磨粒浓度对胎体硬度的影响图。从图 1 中可知, 随胎体中硬质磨粒浓度的增加, 试验胎块的硬度呈下降趋势。在不同浓度添加量的条件下, 加入碳化硅颗粒的胎块硬度下降幅度均大于加入棕刚玉颗粒及合金钢丸颗粒的试块。当添加的浓度相同时, 添加合金钢丸的胎体试块硬度最大, 添加棕刚玉颗粒的胎块硬度次之, 添加碳化硅颗粒的胎体试块硬度最小。

因此, 钻头胎体中硬质磨粒含量应控制在适当的范围之内, 否则胎体硬度下降过多, 会导致钻头无法满足钻进需求, 降低钻头使用寿命。图 2 所示为胎体中含不同浓度的棕刚玉颗粒试块在不同烧结温度下的硬度图。由图 2 可知, 升高烧结温度虽然可在一定程度上提高胎体硬度, 但提升范围非常有限, 仅可作为一种辅助手段。

图 3 所示为硬质磨粒浓度与磨损量关系图。从图 3 中可知, 随硬质磨粒浓度的增加, 胎块的磨损量呈增大的趋势。其中在相同浓度条件下, 含碳化硅颗粒的胎体磨损量均大于含棕刚玉以及含合金钢丸的试块。硬质磨粒浓度为 15% 时, 其对胎体耐磨损性影响较小; 当浓度高于 25% 时, 胎体的耐磨损性下降显著。图 4 所示为硬质磨粒浓度对胎体抗弯强度的影响。由图 4 可知, 胎体的抗弯强度与硬质磨粒浓度呈反比例关系, 硬质磨粒浓度越高, 则胎体的抗弯强度越低。含合金钢丸颗粒的试块抗弯强度高于含碳化硅及棕刚玉试块的。当试块中合金钢丸浓度不超过 35% 时, 其抗弯强度与颗粒浓度之间呈线性关系; 当浓度超过 35% 时, 抗弯强度下降的趋势有所减弱。含碳化硅颗粒及棕刚玉颗粒的试块其抗弯强度与浓度的关系具有相似的变化趋势, 均随硬质磨粒浓度的增大, 抗弯强

度先急剧下降,再缓慢降低,硬质磨粒浓度与抗弯强度之间呈非线性关系,且含棕刚玉颗粒的试块抗弯强

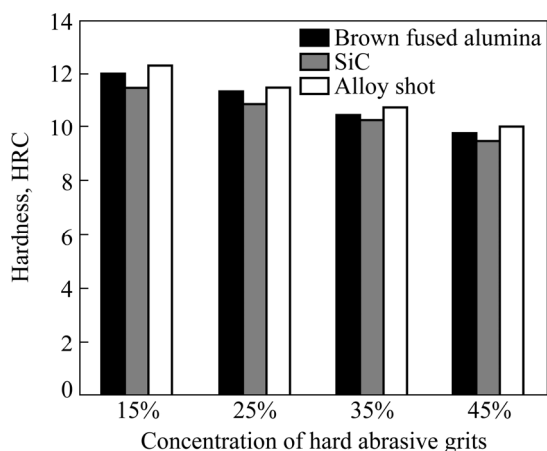


图1 硬质磨粒浓度对硬度的影响

Fig. 1 Influence of concentration of hard abrasive grits on hardness

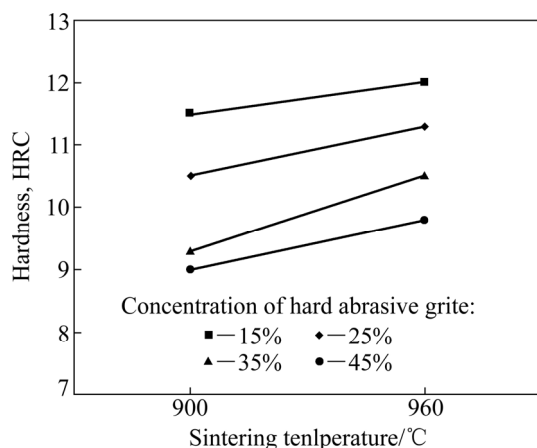


图2 烧结温度对硬度的影响

Fig. 2 Influence of sintering temperature on hardness

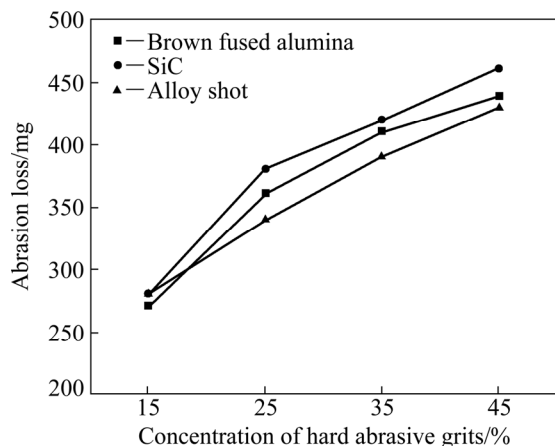


图3 硬质磨粒浓度对耐磨性的影响

Fig. 3 Influence of concentration of hard abrasive grits on abrasive resistance

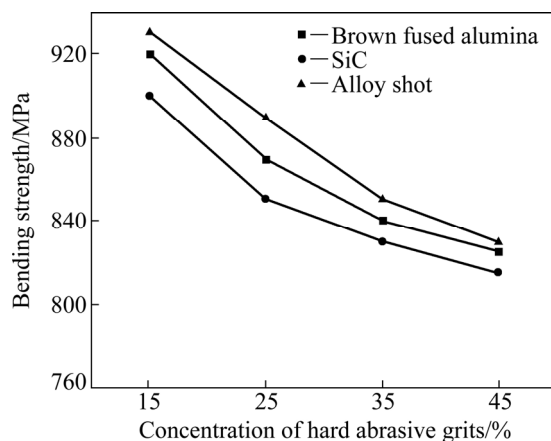


图4 硬质磨粒浓度对抗弯强度的影响

Fig. 4 Influence of concentration of hard abrasive grits on rupture strength

度略高于含碳化硅颗粒试块的。

通过以上胎体力学性能测试可知:随硬质磨粒含量增加,试块各项力学性能指标均有所下降。碳化硅颗粒的加入对试块力学性能的影响大于棕刚玉及合金钢丸颗粒的;当硬质磨粒的含量不超过15%时,其对试块力学性能影响较小。当硬质磨粒含量超过45%时,试块的力学性能下降严重。相比于棕刚玉颗粒和合金钢丸颗粒, SiC 颗粒对胎体的耐磨性、抗弯强度等力学性能影响较明显,在制作试验钻头时宜优先选用 SiC 颗粒作为胎体耐磨损性弱化颗粒,其浓度宜控制在20%~40%。

3.2 硬质磨粒对钻头钻进性能的影响

试制了含 SiC 颗粒的金刚石微钻头进行室内钻进实验,钻头参数如表1所列。实验在由 QH-205 工程钻机改装的室内试验台上进行。所有试验钻头均采用 WC 基胎体,硬度为 HRC15,金刚石粒度为 270~325 μm 和 250~270 μm ,金刚石品级为 SMD40 型。1号作为对比钻头胎体内不添加胎体弱化颗粒,2号钻头胎体用添加了 SiC 颗粒。实验结果如图5所示。1号钻头为常规金刚石钻头,其钻进效率明显低于添加 SiC 颗粒的2号钻头,其在750 N的轴向力下仅加工了2个孔便出现了钻速降低的现象,加大轴向力至800 N后钻头与试样接触瞬间出现了甩动,无法快速定位的情况,在钻进完4个孔后,钻头出现打滑不进尺的现象,故停止试验。2号钻头的单孔钻进时间及钻进孔数均高于1号钻头的,稳定钻进10个孔后(孔深80 mm),平均单孔钻进时间为175 s 未明显出现钻头打滑现象。对2号钻头继续钻进进行寿命测试,其钻进总长度可达2240 mm(22个孔)。

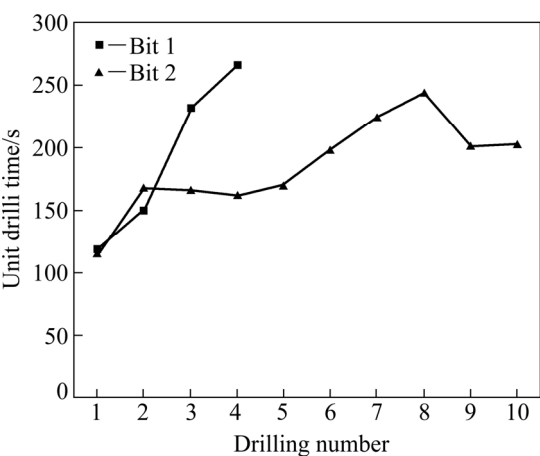


图 5 钻进效率图

Fig. 5 Diagram of drilling efficiency: 1—Bit 1; 2—Bit 2

表 1 试验钻头参数

Table 1 Parameter of experimental bit						
Sample No.	Hardness, HRC	Volume fraction of diamond/%	Diamond size/ μm	Volume fraction hard abrasive grit/%	Hard abrasive grits size/ μm	Hard abrasive grits material
1	15	75	250–325	—	—	—
2	15	67	250–325	38%	420	SiC

3.3 分析与讨论

图 6 所示为钻头的胎体磨损形貌, 其中图 6(a)为 1 号钻头胎体形貌图, 图 6(b)为图 6(a)圆形框区域金刚石放大照片。由图 6(a)可以看出, 金刚石磨粒沿切削方向, 其两侧出现了较浅的沟槽。在金刚石磨粒后侧出现了结合剂隆起的现象, 即金刚石磨粒尾部出现了不同程度的蝌蚪状支撑。在钻进过程中金刚石磨粒尾部产生蝌蚪状支撑主要有以下原因: 脱落的金刚石及硬质颗粒岩屑具有一定的棱角, 在冲洗液的作用下以一定角度及速度对胎体进行冲蚀。冲洗液遇到金刚石磨粒后向其两侧分流继续冲蚀胎体从而在磨粒两侧形成较浅的凹坑。由于金刚石磨粒有效保护了其后的结合剂免受冲蚀, 故在金刚石磨粒后部形成了蝌蚪状支撑^[15–16]。由图 6(a)同样可以发现, 胎体表面较为平

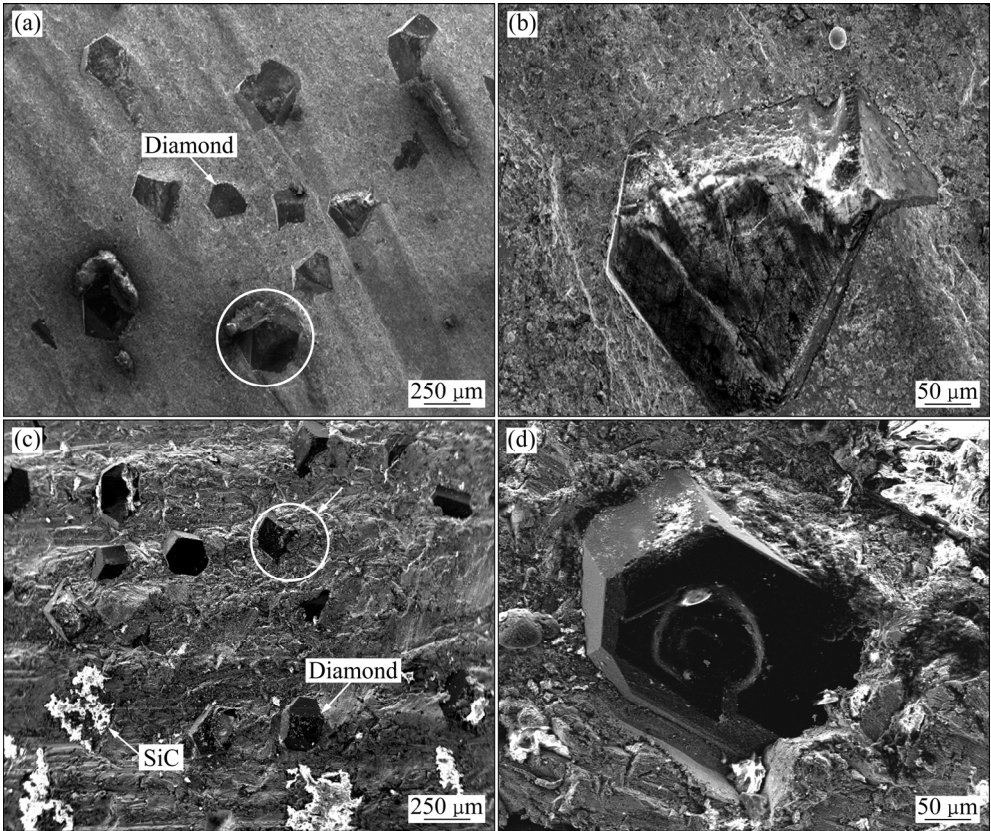


图 6 钻头胎体的磨损形貌图

Fig. 6 Wear morphologies of bit matrix

整且金刚石磨粒出刃高度较低。不少金刚石磨粒出现了磨钝的情况,但其仍然无法有效脱落,如图6(b)所示。金刚石新陈代谢速度较低且无法有效自锐是1号钻头出现打滑的主要原因。

图6(c)为2号钻头胎体形貌图,图6(d)为图6(c)圆形框区域金刚石放大照片。由图6(c)可以看出,胎体表面较为粗糙,金刚石磨粒后方出现明显的蝌蚪状支撑,磨粒前端及两侧沟槽的深度较深,金刚石磨粒周围形成了明显的流沙现象。明显的流沙现象一方面有利于促进金刚石的出刃高度;另一方面较大颗粒的岩屑及脱落的金刚石落入凹坑内能够产生较强的研磨效应加速胎体的磨损,促进胎体中金刚石的新陈代谢速度^[17-18]。SiC颗粒在胎体中形状不规则且有破裂、剥落的现象。金刚石磨粒的出刃高度相对较高,如图6(d)所示。但是,金刚石表面由于本身质量原因出现了破损坑,因此,在后续试验中可适当提高金刚石的品级以提高单颗粒金刚石的使用效率。由于SiC颗粒本身的脆性特性及不规则形状的特点,适当浓度SiC颗粒的加入,一方面利用其易微破碎的特性改善胎体的微观磨损形貌;另一方面脱落破碎的游离态磨粒,利用其硬质特性能够直接对单颗粒金刚石修锐,改善单颗粒金刚石的切削性能。

从图6(c)中可以发现,硬质磨粒在钻进的过程中出刃高度较低且以片状解离和脆性断裂为主,受硬质磨粒材质本身性质的影响,发生大体积脱落的现象不明显。因此,若硬质磨粒的浓度较低则钻速提升效果不明显。因为单纯依靠硬质磨粒脆性断裂及层状解理脱落的残屑研磨胎体及硬质磨粒自身在胎体中的造坑能力是有限的,随着硬质磨粒浓度的增加,硬质磨粒在胎体中与金刚石颗粒发生了一定程度的相互接触。根据传统的设计理论,硬质磨粒与金刚石颗粒发生相互接触和堆叠是一种不利于钻头性能提升的因素,应尽可能地避免该现象的发生。然而通过试验观察,认为硬质磨粒与金刚石颗粒发生适当比例的相互接触对钻头钻进效率的提升是有益的。这是因为硬质磨粒与金刚石发生相互接触通常分为两种形式,如图7所示。若硬质磨粒与金刚石颗粒发生互粘且硬质磨粒位于金刚石颗粒的前方,如图7(a)及图8(a)所示,则由于硬质磨粒易脆性断裂和层状剥落的特性,在钻进过程中能够有效地提高与其相互接触的单颗粒金刚石的出刃高度,促使金刚石自锐。若硬质磨粒与金刚石颗粒发生相互接触,且位于金刚石颗粒的后方,如图7(b)及8(b)所示。则由于硬质磨粒本身的性质,金刚石的背部支撑不牢,且在工作过程中易受到硬质磨粒脱落时的拖拽作用,单颗粒金刚石提前脱落的几率增大,脱落在

孔底的游离态金刚石和硬质磨粒残屑有效改善了岩粉的研磨能力,为金刚石的正常出刃创造前提条件。从

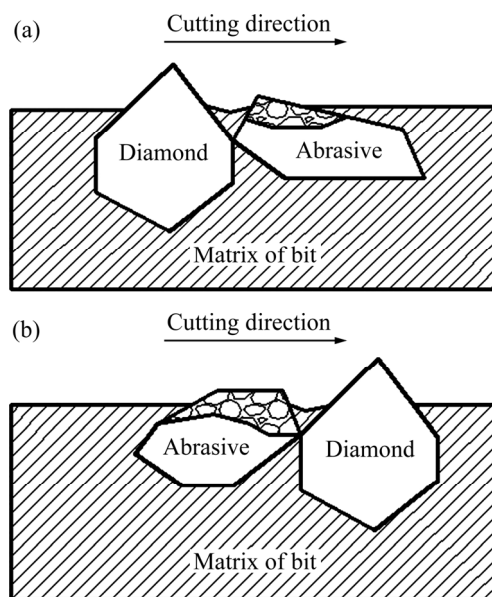


图7 硬质磨粒与金刚石分布模型图

Fig. 7 Distribution model of diamond and matrix weakened particle: (a) Abrasive grits at front of diamond; (b) Abrasive grits at behind of diamond

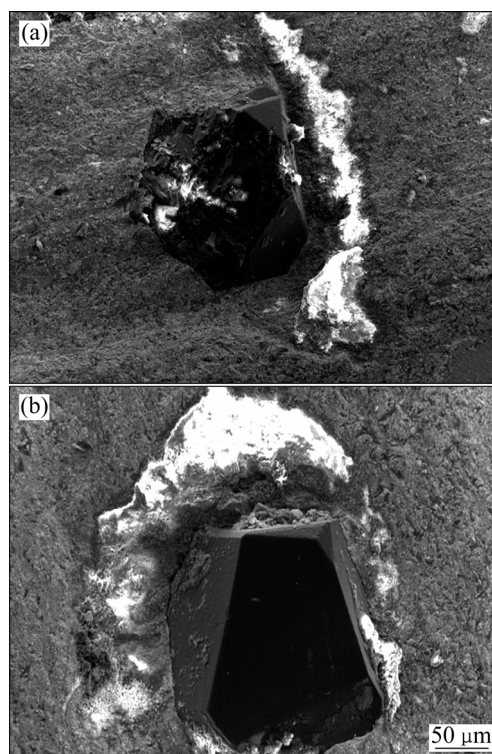


图8 硬质磨粒与金刚石互粘图

Fig. 8 Mutual sticky between diamond and matrix weakened particle: (a) Abrasive grits at front of diamond; (b) Abrasive grits at behind of diamond

而提升钻头钻进效率。因此,初步推断含硬质磨粒钻头其钻进效率的提升可以归因为硬脆性磨粒一方面利用其易脆性破碎的物理力学特性改善胎体微观磨损形貌,为金刚石正常出刃创造前提条件;另一方面破碎脱落的游离态磨粒利用其硬脆特性能够直接对单颗粒金刚石产生修锐效应。但是,硬质磨粒浓度过高则对钻头的使用性能起到了副作用,硬质磨粒与金刚石颗粒相互接触的几率过高则易导致由于单颗粒金刚石利用率低而造成钻头的使命寿命下降。

4 结论

1) 在胎体中添加适当材质的硬质磨粒,可提高钻头在坚硬复杂地层的钻进时效,有效避免钻进打滑现象。

2) 相比于棕刚玉颗粒和合金钢丸颗粒, SiC 颗粒对胎体的耐磨性、抗弯强度等力学性能影响较明显,宜作为胎体耐磨损性弱化颗粒,其浓度宜控制在20%~40%,粒径在425~500 μm 之间。

3) 含硬脆性磨粒的钻头其钻进效率的提升可归因为硬质磨粒改善胎体微观磨损形貌和提升单颗粒金刚石切削性能两方面。

REFERENCES

- [1] 赵国君. 地质岩心深部钻探发展浅析[J]. 中国国土资源经济, 2013, 26(11): 57-59.
ZHAO Guo-jun. A brief analysis of geological core deep drilling development[J]. Natural Resource Economics of China, 2013, 26(11): 57-59.
- [2] 沈立娜, 阮海龙, 李 春, 吴海霞, 贾美玲, 欧阳志勇. 坚硬致密“打滑”新型自锐金刚石钻头的研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(11): 57-59.
SHEN Li-na, RUAN Hai-long, LI Chun, WU Hai-xia, JIA Mei-ling, OU-Yang Zhi-yong. Study on a new type self-sharpening diamond bit for drilling in hard-compact-slipping formation[J]. Exploration Engineering, 2014, 41(11): 57-59.
- [3] 张 伟. 高温岩体热能开发及钻进技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(10): 219-224.
ZHANG Wei. Extraction of high temperature rock mass heat energy and related drilling technologies[J]. Exploration Engineering, 2016, 43(10): 219-224.
- [4] 王佳亮, 张绍和. 针对坚硬致密弱研磨性岩层的金刚石钻头研究进展[J]. 金刚石与磨具磨料工程, 2015, 36(2): 78-83.
WANG Jia-liang, ZHANG Shao-he. Progress and development on impregnated diamond bit for ultrahard compact and weak-abrasion rock formation[J]. Diamond and Abrasive Engineering, 2015, 36(2): 78-83.
- [5] 张 丽, 杨凯华. 金刚石钻头钻进坚硬致密弱研磨性岩层的研究现状与进展[J]. 金刚石与磨具磨料工程, 2003, 24(2): 30-32.
ZHANG Li, YANG Kai-hua. Progress of the diamond bit for ultrahard compact and weak-abrasion rock formation[J]. Diamond and Abrasive Engineering, 2003, 24(2): 30-32.
- [6] 庞 丰, 段隆臣, 童 牧, 梅 冬, 刘 强. 钻进打滑地层时造孔剂对镶金刚石钻头性能的影响[J]. 粉末冶金材料科学与工程, 2014, 19(5): 790-798.
PANG Feng, DUAN Long-chen, TONG Mu, MEI Dong, LIU Qiang. Effect of pore-forming agent on drilling performance of impregnated diamond bits for slipping formation[J]. Materials Science and Engineering of Powder Metallurgy, 2014, 19(5): 790-798.
- [7] TAN Song-cheng, FANG Xiao-hong. A new composite impregnated diamond bit for extra-hard, compact, and nonabrasive rock formation[J]. International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, 2014, 43(3): 186-192.
- [8] 高 科, 孙友宏. 仿生孕镶金刚石钻头非光滑度优化设计及试验[J]. 吉林大学学报, 2009, 39(3): 721-725.
GAO Ke, SUN You-hong. Optimization design and test of nonsmooth ratio of bionics impregnated diamond bit[J]. Journal of Jinlin University, 2009, 39(3): 721-725.
- [9] 韩 娟, 姚炯斌, 刘一波, 葛启录. 磷铁含量对高铁基胎体性能的影响[J]. 金刚石与磨具磨料工程, 2010, 18(3): 12-17.
HAN Juan, YAO Jiong-bin, LIU Yi-bo, GE Qi-lu. Effect of addition of ferrophosphorus on the performances of high iron-based bond[J]. Diamond & Abrasives Engineering, 2010, 18(3): 12-17.
- [10] 沈立娜, 路 稷, 尹建民, 阮海龙, 吴海霞, 李 春. 坚硬地层 NBS 高效孕镶金刚石钻头的研究与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2017, 44(1): 84-87.
SHEN Li-na, LU Yi, YIN Jian-min, YUAN Hai-long, WU Hai-xia, LI Chun. Study and application of high efficiency NBS impregnated bit for hard formation[J]. Exploration Engineering, 2017, 44(1): 84-87.
- [11] WANG Jia-liang, ZHANG Shao-he. A new diamond bit for extra-hard, compact and nonabrasive rock formation[J]. Journal of Central South University, 2015, 22(4): 1456-1462.
- [12] 王佳亮, 张绍和. 胎体耐磨损性弱化孕镶金刚石钻头的试验及碎岩机理分析[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2015, 46(4): 1436-1442.
WANG Jia-liang, ZHANG Shao-he. Experiment and rock fragmentation mechanism of impregnated diamond bit with weakening matrix[J]. Journal of Central South University (Science and Technology), 2015, 46(4): 1436-1442.
- [13] ZAHRA O, ALI G, SAEED R B. Synthesis and characterization of SiC ultrafine particles by means of sol-gel and

- carbothermal reduction methods[J]. *Ceramics International*, 2015, 41(1): 5779–5784.
- [14] 陈华辉, 邢建东. 耐磨材料应用手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006: 39–44.
- CHEN Hua-hui, XING Jian-dong. Application manual of wear-resistant material[M]. Beijing: China Machine Press, 2006: 39–44.
- [15] 郭庆清, 王佳亮, 张绍和. 胎体弱化颗粒材质对WC基孕镶金刚钻头胎体磨损性能的影响[J]. *中国有色金属学报*, 2015, 25(9): 2131–2136.
- GUO Qing-qing, WANG Jia-liang, ZHANG Shao-he. Effects of matrix weaken particle material on matrix wear resistance of diamond bit based on WC[J]. *The Chinese Journal of Nonferrous Metals*, 2015, 25(9): 2131–2136.
- [16] GAO Chao, YUAN Jun-tang. Efficient drilling of holes in Al_2O_3 : Armor ceramic using impregnated diamond bits[J]. *Journal of Materials Processing Technology*, 2011, 211(11): 1719–1728.
- [17] 董洪峰. 新型金属基金刚石复合材料工磨具的试制和性能研究[D]. 兰州: 兰州理工大学, 2013.
- DONG Hong-feng. The preparation and property research on new P/M metal based diamond composite sawing and grinding[D]. Lanzhou: Lanzhou University of Technology, 2013.
- [18] 杨展. 新型金刚石钻头研究[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2012: 35–40.
- YANG Zhan. Study on new diamond bit[M]. Wuhan: China university of Geosciences Press, 2012: 35–40.

Effects of hard abrasive particles on matrix wear resistance of diamond impregnated bit

WANG Jia-liang¹, ZHANG Shao-he²

(1. National Local Joint Engineering Laboratory of Marine Mineral Resources Exploration Equipment and Safety Technology, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China;

2. Key Laboratory of Metallogenic Prediction of Nonferrous Metals and Geological Environment Monitoring, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: Based on drilling efficiency decrease when diamond bit drilling extra-hard and strong-abrasive rocks, brown corundum, SiC and cemented carbide shot particle were taken as matrix weaken elements and put into matrix. The matrix weaken particle materials influences on matrix structure, friction and wear characteristics were studied by interior drilling test and SEM. The result show that matrix weaken particle can enhance drilling efficiency and avoiding drilling slipping. SiC particle can remarkable influence wear-resisting and bending strength of matrix, the suitable concentration is 20%–40%, grain size is 425–500 μm . The main effect of hard abrasive particles in matrix is improve the micro wear morphology for diamond exposure by brittle characteristics and sharpening diamond by hard characteristics.

Key words: weakening matrix; impregnated diamond bit; rock fragmentation mechanism; particle for weakening matrix; wear resistance

Foundation item: Project(41702390) supported by the National Natural Science Foundation of China; Project(17C0634) supported by the Research Foundation Bureau of Hunan Province, China; Project(E51680) supported by Hunan University of Science and Technology, China

Received date: 2016-07-21; **Accepted date:** 2016-12-26

Corresponding author: WANG Jia-liang; Tel: +86-13507313232; E-mail: 40850979@qq.com

(编辑 王超)