

人造金刚石孕镶钻头胎体组织与性能

戴 中 兴

(湘潭大学)

人造金刚石烧结孕镶钻头的寿命及效率,主要取决于人造金刚石的性能及胎体的组织、性能。当然,钻进工艺和操作技术也有很大影响。

本文在优选钻头成分、烧结工艺的基础上,着重探讨胎体组织的基本特征及其影响因素,并扼要分析组织与性能的关系。

一、试验方法

用不同粒度的化学纯 W_2C 及WC粉末,以相应的比例混合,作胎体骨架材料。用适当粒度的化学纯Ni粉和Co粉作为粘结剂。以电解Cu、Ni、Mn、Sn为原料,经真空熔炼成Cu-Ni-Mn-Sn合金,作胎体浸渍合金。

烧结时以 N_2 、 H_2 保护,烧结工艺如图1所示。

胎体试样经碳化硼粗磨,高锰酸钾抛光,绒布精抛,去除试样表面氧化膜,再用金刚砂抛光膏精研。精研后的试样,用20%氢氧化钠水溶液和20%铁氰化钾水溶液的等体积混合液显示碳化钨相;用三氯化铁盐酸饱和溶液显示钴相;用10%氢氧化钠水溶液和10%

铁氰化钾水溶液的等体积混合液显示 η_1 相。

二、试验结果与分析

(一) 胎体基本组织

试样经 $300\times$ 、 $1500\times$ 光镜检查,胎体组织由巢状($WC+W_2C$)和网状浸渍合金组成。用500克负荷测定显微硬度,巢状组织硬度在1000Hm以上,网状组织硬度在400Hm左右。由此可见,巢状组织在胎体中显然起着硬质点的作用。图2为胎体组织的金相照片,其中照片a中的网状组织进行了浸蚀,照片b中的网状组织未浸蚀。

巢状组织主要由针条状的 W_2C 组成,大小约 $1\sim 2\mu$;此外,还有粒状WC。在巢状组织的局部, W_2C 的排列显示方向性。WC颗粒间为粘结剂所联系(图3)。

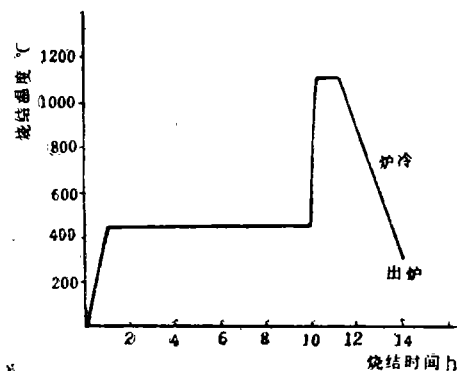


图1 烧结工艺

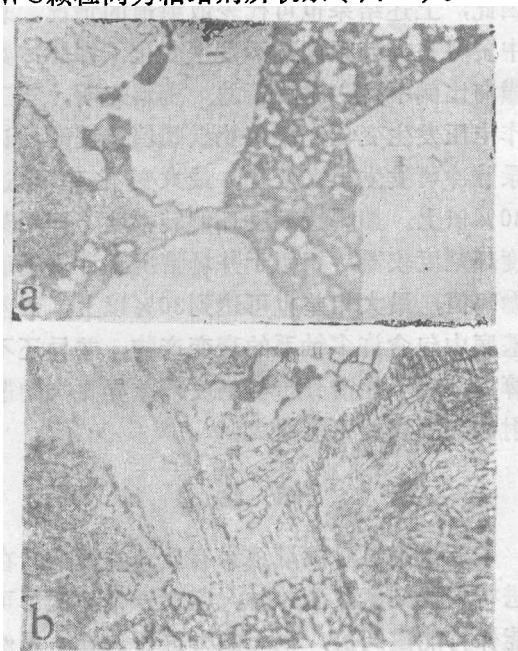


图2 胎体金相照片

试验中我们发现:

(1) 骨架粉末的粒度对巢状组织的大小及分布有明显的影响。当粉末粒度相差不大时, 巢状组织较小, 且分布均匀(图4)。这种胎体的巢状组织极易解体, 甚至单粒分布于浸渍合金中。这样必然导致胎体耐磨性的降低。为此, 应该控制巢状组织烧结过程的解体, 保证胎体中具有一定的硬质点。

若粉末粒度相差悬殊, 巢状组织大小就很不均匀, 且有同粒度成巢的倾向(图5)。

(2) 骨架粉末巢状化的倾向还与粘结剂有关, 以Co为粘结剂的相同粒度粉末, 其巢状化倾向比较大, 巢状组织明显, 未发现解体现象; 以Ni为粘结剂, 则有明显的巢状组织解体现象。

(3) 经高倍显微镜检查发现, 巢状组织边缘有小粒度粉末的聚集, 形成一条完整的巢状组织的白亮外圈(图6)。这一聚集, 显然是在烧结时, 被浸渍合金流卷入的小粒

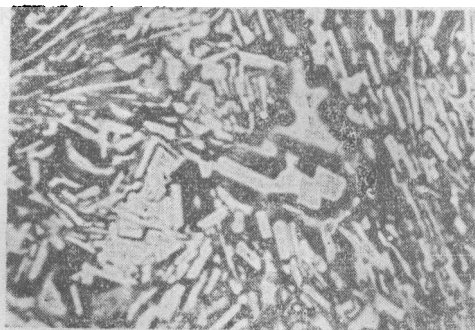


图3 胎体巢状组织 (1500×)

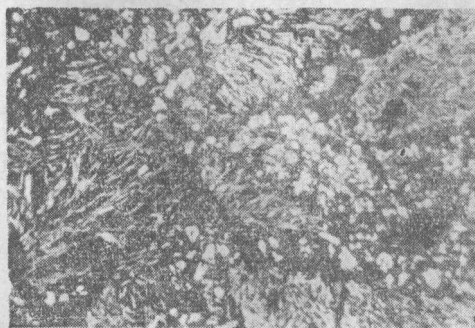


图4 小而均匀的巢状组织
(W₂C为100、120目; WC为300目)



图5 不均匀巢状组织
(W₂C为60、80目; WC为325目)

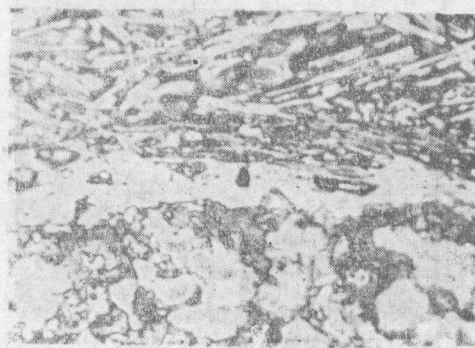


图6 巢状组织与浸渍合金界面金相 (1500×)

粉末, 受大粒粉末阻滞而逐渐形成的。试验发现, 烧结温度及时间对聚集程度有很大影响, 温度低, 时间短, 则白亮外圈狭窄; 反之则宽阔。而且试样表面较心部易于出现聚集。

(4) 网状组织的基体为浸渍合金(固溶体)。经电子探针检查, 网状组织上分布着约为5~7 μm的WC颗粒, 即图7上的白亮点。这不仅起了硬质点的作用, 而且也可提高浸渍合金的强度, 无疑可以提高胎体的耐磨性。

(5) 试验表明, 网状组织的形态不仅与浸渍合金的性质(主要指对骨架粉末的浸润性)有关, 而且在很大程度上取决于浸渍工艺(温度和时间)。

(6) 用透射电镜检查可以发现, 网状组织有山岭状特征(图8)。此外, 显示出松装烧结的粉末腔体, 其组织比较疏松, 浸渍不充分(图9)。

据分析, 组织疏松的原因, 除浸渍元素

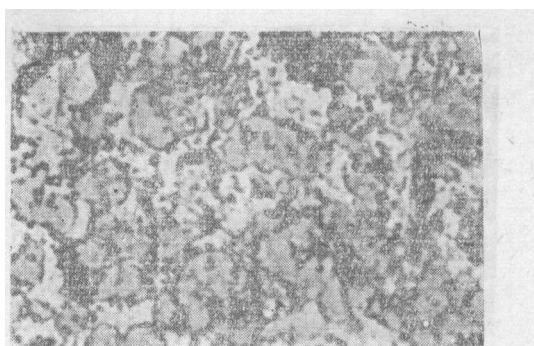


图7 浸渍合金网状组织 (1500×)

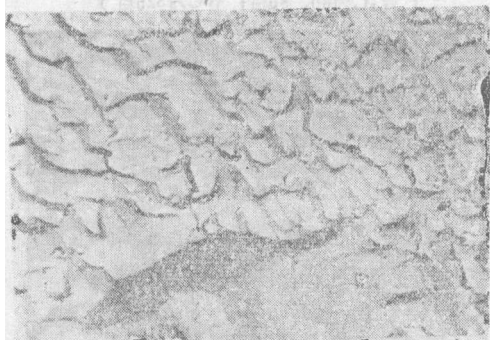


图8 二次碳复型电镜照片 (6000×)



图9 组织疏松、浸渍不充分 (6000×)

对骨架粉末的浸润性有待改进外, 浸渍温度和时间可能是很重要的影响因素。提高浸渍温度和延长浸渍时间, 诚然可以改善组织, 但势必降低人造金刚石的强度。据试验, 经高温烧结浸渍后, 黄色的单晶人造金刚石强度降低50%, 黑色单晶人造金刚石的强度降低37%, 因此, 提高烧结温度是不适宜的, 应寻找其他途径, 改善胎体组织。笔者认为, 调整现有浸渍合金的成分或寻找新的浸渍合金, 以降低烧结温度, 应是当前提高人造金

刚石孕镶钻头寿命和效率的主要研究方向。

(7) 当Cu-Ni-Mn-Sn合金中的Cu含量超过69%以后, 浸渍合金对巢状组织的镶嵌能力有所降低, 钻头在使用过程中, 会出现巢状组织脱落的现象, 如图10中的黑洞。

(二) 胎体的基本性能

(1) 常规性能: 采用不同粒度, 不同配比的骨架粉末和浸渍合金, 按上述工艺制备成常规试样, 测定结果如表1。

从试验可见, 试样1、3、5的各项常规性能较高, 其巢状组织比较粗大, 且分布均匀。试样2、4的各项性能指标较低, 巢状组织比较小, 分布不均匀。

现场试验表明, 胎体硬度为HRC38左右时, 胎体对金刚石的镶嵌能力较好, 钻头寿命较长。而硬度高于HRC38时, 胎体变脆, 钻头寿命低。

(2) 耐磨性: 为了考察胎体组织对耐磨性的影响, 我们调整了骨架粉末的配比和

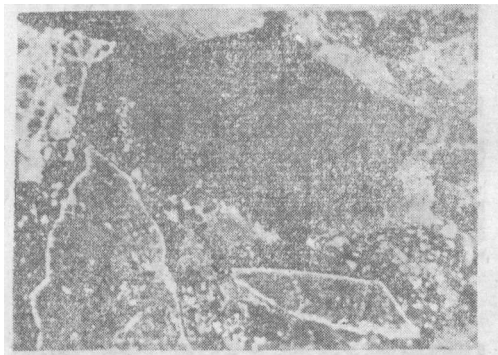


图10 巢状组织脱落

表 1

试样	抗压强度 (公斤/毫米 ²)	抗剪强度 (公斤/毫米 ²)	冲击值 (公斤-厘米/厘米 ²)	洛氏 硬度 HRC
1	110	30	0.26	40
2	105	32.7	0.24	33
3	125	32	0.25	42
4	100	40	0.24	38
5	134	36	0.26	44.5

(下转第80页)

工艺简便的方法,将会大大地推动复合体钻进迅速向前发展。此外,还应考虑如何针对不同地层的特点和要求,研制、试验更多与之相适应的复合体,以供钻进不同地层时选用。

(5) 我国复合体钻进发展较晚,进展不快。我们应加强这方面工作。特别是在煤田钻探中,更要充分发展复合体钻头适宜于中硬地层钻进的优越性,以进一步提高钻探效率,增加钻头进尺,降低钻进成本。

参 考 文 献

- [1] William C. Maurer, Advanced Drilling Techniques, USA, 1980, 541—589.
- [2] Stratapax Drill Blanks for Oil and Gas Well Drilling and for Mining Applications, GEC, USA, 1981, Case History 402—411.
- [3] Christensen Composite Catalog 1982—83 (Petroleum Diamond Products), 5—15.
- [4] В.Г.Кардыш и др. Применение Искусствен-

ных алмазов при бурении скважин за рубежом, Москва (Внемс), 1982, с. 13—37.

- [5] И. Ф. Вовчановский, Поропоразрушающий инструмент на основе слэутита для бурения глубоких скважин, Киев, «Наукова думка», 1979, с.5—52.
- [6] В. Н. Михин, М. М. Цехмистренко, Совершенное состояние и пути совершенствования конструкций коронок, армированных алмазами и сверхтвердыми Материалами, Москва (Внемс), 1981, с.16—31.
- [7] А. А. Бугаев,人造金刚石在地质勘探中的应用,地质出版社,1981,44—130页。
- [8] 汤凤林、李震、刘大权,金刚石复合材料钻头,石油钻探技术,1982,1,18—24页。
- [9] 汤凤林,一种新型超硬材料型斯拉乌季契,国外地质勘探技术,1982,6,9—14页。
- [10] 汤凤林、李震,人造金刚石复合片钻头,石油钻探技术,1982,4,24—30页。
- [11] 汤凤林,钻探工程中使用金刚石复合材料钻头的现状及其发展前景,地质科技情报,武汉地质学院,63—70页。



(上接第67页)

浸渍合金的成分,对不同胎体组织进行磨损试验,其结果如表2。试验证明,以100目 W_2C 加325目 WC 为骨架,以200目 Ni 粉为粘结剂,以 Cu (69%)、 Ni (14%)、 Mn (12%)、 Sn (5%) 为浸渍合金的松装烧结胎体,具有分布均匀的巢状组织,网状组织较细,耐磨性最佳。

三、结 论

(1) 以碳化钨为骨架, $Cu-Ni-Mn-Sn$ 为浸渍合金的人造金刚石孕镶烧结钻头,胎体组织为巢状碳化钨和网状浸渍合金组成。

(2) 巢状组织在胎体中起硬质点的耐磨作用,可以通过调整骨料配比及粘结剂以

表 2

试样	磨 损 量 (毫米/分钟)	动摩扭矩 (公斤—米) 对磨30分	动摩 系数	静摩扭矩 (公斤—米) 对磨25分	静磨 系数
1	0.002	90	0.28	212	0.66
2	0.0017	90	0.28	205	0.64
3	0.0017	78	0.20	180	0.56
4	0.0013	83	0.26	143	0.45

改变其形态和分布来获得最佳状态,保证胎体的性能。

(3) 网状组织在胎体中起镶嵌巢状组织,承受变形缓冲应力的作用,可以通过调整浸渍合金成分控制其形态,以保证对巢状组织有良好的镶嵌能力。

(4) 高温烧结(浸渍)会严重降低人造金刚石的强度,应调整浸渍合金成分,以降低烧结温度。

