

关于人造金刚石烧结聚合体性能的测定问题

羊士毅 方啸虎

(桂林金刚石厂)

对人造金刚石烧结聚合体(以下称聚晶)机械性能的测定,由于某些原因,一直没引起人们的足够重视,而这些性能又直接影响着其使用效果。

当前,大部分聚晶用于制做地质钻头、切削工具和拉丝模等。在工作中,聚晶不仅会因磨损而损坏,而且还经受着挤压、剪切、拉伸、冲击等多种机械力的破坏。在聚晶体被急剧磨损的同时,还将产生大量摩擦热,使其温度升高。这种高温又进一步影响着聚晶的其他机械性能。分析金刚石聚晶钻头的工作状态可以看出,在其切入岩石时,要经受较大的轴向挤压作用;在回转时,由于前方受阻而产生弯、剪作用;而在与岩石发生相对摩擦移动时,又会受到磨损作用,并伴随产生摩擦热。另外,在运动中还经受着冲击振动作用。可见,钻头受力是多样的。所以,在研究烧结体抗磨性能的基础上,进一步研究其有关机械性能和热稳定性,是十分必要的。

试验与效果

1. 热稳定性能的测试 将两组试样分别在氧化气氛和保护气氛中,于不同的温度下焙烧30分钟,然后测定磨耗比。焙烧在马福炉中进行,磨耗比用JS 71-A型仪器测定。所测数据分别列于表1、表2。

氧化气氛中焙烧后的磨耗比 表1

样号	温度(°C)				
	室温	750	850	950	1100
A ₁	17.8	17.0	13.3	8.9	5.1
A ₂	21.4	20.1	11.6	7.8	6.6
A ₃	43.4	18	13.8	8	4.2
A ₄	72.7	30.5	17.6	7.5	

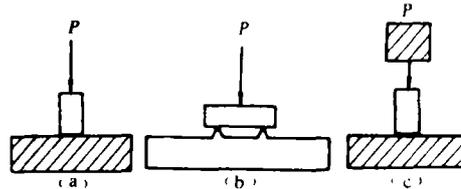
1.表中数字值×10³为所求磨耗比;
②每一样品为 粒聚晶。

保护气氛中焙烧后的磨耗比 表2

样号	温度(°C)					
	室温	750	850	950	1100	1200
A ₁	15.1	15.2	15.5	16.8	20	16.5
A ₂	21.2	21.5	21.9	23.5	26.5	17.8
A ₃	42.3	42.5	42.8	48.5	51.4	23.4
A ₄	72.5	72.5	72.8	73.7	75.9	50.1

*表注同表1。

2. 机械性能的测试 对未经高温焙烧和在保护气氛下经不同温度焙烧的聚晶,分别进行了磨耗比与抗压、抗弯、轴向冲击强度测试。测试方式如图。试样两端的平行度为0.8,试样尺寸为 $\varnothing 2.5 \times 8$ 毫米,抗弯强度测试的支点距离为5毫米。测试数据分别列入表3、表4。



机械性能测定方式示意图

a—抗压; b—抗弯; c—轴向冲击

未焙烧时的磨耗比与机械性能的关系 表3

样号	抗压强度 (公斤力/毫米 ²)	抗弯强度 (公斤力/毫米 ²)	轴向冲击强度 (公斤厘米/厘米 ²)
A ₁	85~100	38~50	29~58
A ₂	90~150	70~86	34~59
A ₃	95~170	73~89	35~55
A ₄	100~190	80~90	38~50

注:用此法测YG 8硬质合金的抗弯强度为117公斤/毫米²

保护气氛中焙烧后机械性能的变化 表4

样号	性能	温度(°C)			
		750	950	1100	1200
A ₁	抗压强度	88~105	91~121	95~129	75~103
	抗弯强度	42~57	44~60	48~62	30~53
	抗冲击强度	22~30	23~32	30~40	15~20
A ₂	抗压强度	93~156	136~160	155~210	80~150
	抗弯强度	72~87	74~90	78~98	64~68
	抗冲击强度	23~44	25~46	35~56	16~24
A ₃	抗压强度	104~150	110~170	120~200	89~140
	抗弯强度	75~78	78~82	89~90	70~73
	抗冲击强度	26~48	28~51	34~61	18~33
A ₄	抗压强度	110~148	116~170	125~210	85~130
	抗弯强度	82~93	83~96	89~100	75~78
	抗冲击强度	27~49	29~54	35~65	18~35

(1) 表注同表3注, (2) 抗压、抗弯强度单位为公斤力/毫米²; 抗冲击强度单位为公斤厘米/厘米²。

试验结果的规律性

1. 磨耗比与热稳定性的关系 由表1可见, 聚晶在氧化气氛中焙烧到750°C后, 磨耗比随温度的升高而持续下降, 而表2所反映的规律则是, 在保护气氛中焙烧后, 其磨耗比随温度升高而提高, 直到超过1100°C温度后, 磨耗比才开始下降。

2. 磨耗比与机械性能的关系 由表3可见, 未经焙烧的聚晶, 随磨耗比的提高, 其抗压强度和抗弯强度也变好, 而轴向抗冲击强度却变化不大, 甚至有下降的趋势。从表4看出, 在保护气氛下焙烧的聚晶的机械性能, 在低于1100°C的温度区间内同磨耗比(见表2)一样得到提高, 超过这一温度便开始下降。

分 析

人造金刚石聚晶是在超高压、高温条件下, 把许多细粒金刚石与含金属的粘结剂聚结在一起的集合体。在此过程中, 将产生粘结剂与金刚石间稳定的过渡相, 过渡相以共价键形式与金刚石表面的碳牢固联结, 以及许多金刚石晶粒间的自体结合等有益的变化。同时, 还有一部分金刚石保留有未被过渡相包嵌的剩余界面, 以及夹杂物(如触媒金属、污染物)、局部

石墨化部分, 少量孔隙、应力集中区等薄弱环节。

由于上述结构特点, 在不同条件下将以不同的机制对聚晶的性能产生如下影响。

过渡相不仅可以牢固地包嵌金刚石, 还具有较好的耐热性能, 能在高温下保护金刚石。

金刚石晶粒间的自身结合, 可降低晶界与晶粒的表面能, 使其内部的应力集中得到以缓解。

尽管聚晶内存在薄弱环节, 但在有保护气氛的条件下焙烧, 不仅能避免高温氧化作用对薄弱环节的破坏, 而且可使其中某些未起变化的粘结剂进一步向晶界扩散, 更好地包嵌金刚石, 并增加与金刚石表面的成键密度。

借助于上述扩散特点, 在聚晶中加入少量硼元素, 可使硼原子向金刚石表面和粘结剂扩散, 并形成连接金刚石的共价键和金属硼化物。后者具耐高温, 抗氧化的优点, 对改善聚晶的热稳定性有利。

上述变化, 对于提高聚晶的磨耗比和各种机械性能, 以及热稳定性, 均有促进作用。然而, 当在氧化气氛中焙烧聚晶时, 其中的薄弱环节将首先发生氧化破坏, 使聚晶的磨耗比和各种机械性能下降。

结 论

1. 聚晶的耐磨性能和机械性能取决于金刚石和粘结剂本身的性能, 以及烧结体内各晶粒间的结合方式、结合强度。因此, 正确选择金刚石的晶形、粒度和粘结剂的成分、比例, 是必要的。

2. 聚晶的磨耗比与其热稳定性有密切关系。磨耗比高, 热稳定性则好, 磨耗比下降的温度点也高。

3. 在保护气氛下焙烧聚晶, 在一定温度范围内其磨耗比和机械性能都有所提高。

4. 聚晶的磨耗比高, 其抗压、抗弯强度也好。

5. 目前广泛采用“多粒烧结”工艺生产聚晶, 而“多粒烧结”存在着非均质性的问题。本试验也证实了这一点。

迄今为止, 国内一直是采用磨耗比这一单项指标来评定聚晶的性能, 这是不完全的。建议把本文所述的各种机械性能指标也列入测试标准, 制定出具体指标, 并逐步完善测试方法。

主要参考文献

方啸虎: 探矿工程, 1979, 第4期