

SYNDAX人造金刚石聚晶

——赴澳大利亚钻探技术考察资料之一

谈 耀 麟

(中国有色金属工业总公司矿产地质研究院)

前 言

戴比尔斯金刚石研究试验室研制出了一种新的金刚石聚晶——SYNDAX。

SYNDAX是一个新系列热稳定金刚石产品的属称。该系列的每一种金刚石制品都是为一定的用途和工作环境而特制的。SYNDAX 3 是其中的第一种产品。它是一种致密、无孔隙而且完全共生的聚晶金刚石，在温度高达1200℃时仍具有热稳定性。在其独特的合成过程中采用了特殊的金属粘结材料。这种金属粘结材料在烧结之后保留在成品中作为一个组成部分，从而使这种产品具有更高的抗冲击能力。

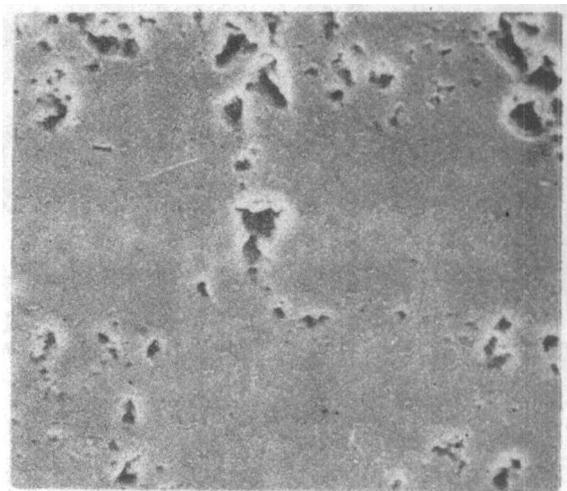
普通聚晶金刚石的缺点

显微金相研究表明，普通聚晶金刚石虽然是完全致密和共生状态的，但由于活泼金属基质的存在（照片1中的浅色充填物），当工作温度超过570℃时，随着加热时间的增加出现了严重的热稳定性递降现象。

为了改善普通聚晶金刚石的热稳定性，必须去除其中的金属粘结材料，从而研制出一种浸沥聚晶金刚石。所谓浸沥聚晶金刚石即把普通聚晶金刚石进行酸浸沥处理，以便把其中的金属粘结材料浸析出来。但实践证明，仍然不可避免地含有少量不可浸析的金属（见照片2中的浅色斑点）。这种残留金属和浸沥所引起的高度孔隙率导致高温条件下的早期氧化现象，从而大大加快了机械强度的递降。



照片1 普通聚晶金刚石的显微照片



照片2 浸沥聚晶金刚石的显微照片

为了克服浸沥聚晶金刚石存在的缺陷，戴比

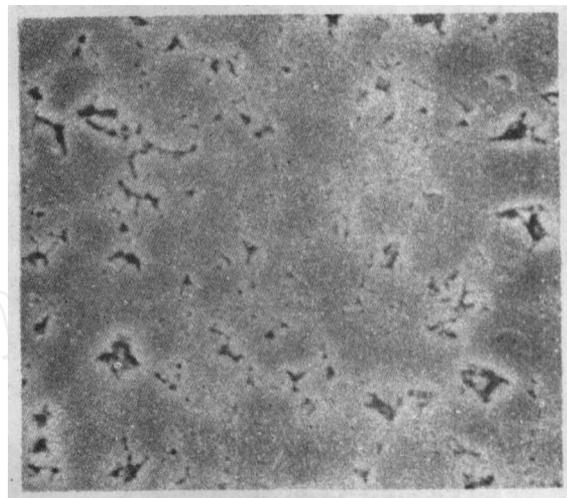
尔金刚石研究实验室采用一种特殊金属粘结材料，研制出一种新型聚晶金刚石即SYNDAX 3[®]型聚晶金刚石。



照片3 SYNDAX 3磨光表面的显微照片

SYNDAX 3型聚晶金刚石和普通聚晶金刚石一样是完全致密的金刚石共生体，但具有良好的内在热稳定性。从照片3的显微照片中可以看到金刚石颗粒及其粘结相。照片4则是经酸浸渍

掉粘结金属后而显示出金刚石颗粒之间极好的交互生长情况。



照片4 SYNDAX 3酸浸表面的显微照片

热稳定性递降的机理

采用X光衍射图谱一般都能很清楚地解释聚晶金刚石中金属粘结材料在高温条件下产生的不利影响。

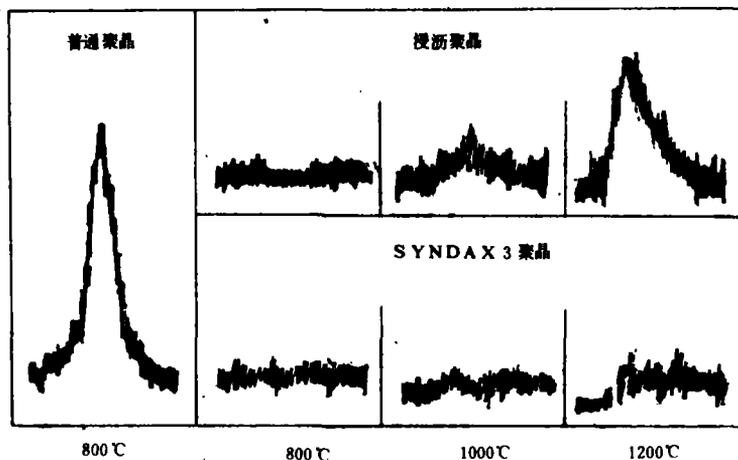


图1 聚晶金刚石的X光衍射图谱

从图1可看出三种不同类型的聚晶金刚石在空气中加热到不同的温度后发生石墨化的程度，实质上反映了强度的降低。

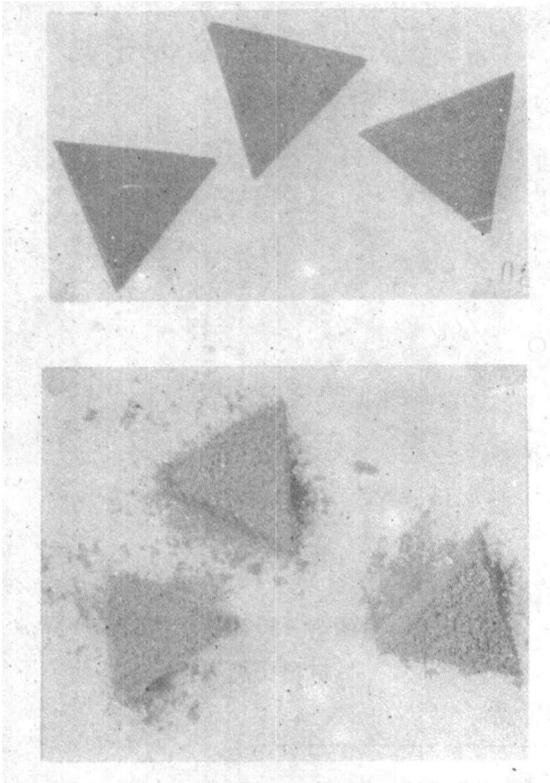
对普通聚晶金刚石来说，高温的影响是使金刚石发生石墨化，而其中粘结相的存在又起到了催化剂的作用，促使石墨化加速反应，因而使聚晶金刚石的性能受到严重影响。

对于浸渍聚晶金刚石来说，由于部分地去除

了其中活泼的金属粘结材料，从而大大减小了金刚石的石墨化程度。不过其骨架结构出现孔隙，使空气通过开放的微孔自由地渗透进去，由于空气中氧的作用，在高温条件下就会从聚晶体的内部引起石墨化。

照片5所示为SYNDAX 3型聚晶金刚石（上图）与浸渍的普通聚晶金刚石（下图）放在瓷舟皿内在空气中加热到1200 C并延续30分钟后

的情况。从中可明显地看到普通聚晶金刚石的严重石墨化现象。



照片5 两种聚晶金刚石的石墨化情况

在SYNDAX 3型聚晶金刚石中加入的特殊金属粘结材料能保持稳定状态，与金刚石颗粒不发生反应。这种聚晶金刚石是完全致密的，因此具有抗氧化能力，即使在高温条件下延长它在空气中暴露的时间也只发生极少的石墨化现象。所以无论在压制或使用过程中，SYNDAX 3型聚晶金刚石在承受高温时仍能保持极好的性能。

热稳定性对聚晶金刚石性能的影响可以用测量其磨损平面的面积来说明。用不同的聚晶金刚石作切削元件，经过不同温度的加热处理之后，对PAARL花岗岩进行车削试验，测量切削元件上磨损平面的扩展速度即可反映其热稳定性的优劣。

图2所示是不同的聚晶金刚石在不同温度下，在空气中加热30分钟后对PAARL花岗岩进行车削试验时，磨损平面扩展速度的变化情况。从这些曲线可以得出结论：在车削试验中或在压制过程中，或使用条件下，如果（在空气中暴露时）温度不超过750℃，普通聚晶金刚石的性能

是好的。但超过这一极限温度，它就严重损坏。

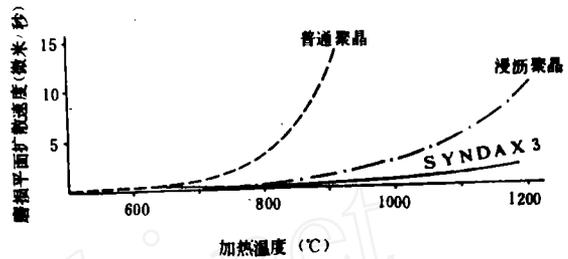


图2 磨损平面扩展速度曲线

SYNDAX 3型聚晶金刚石在750℃温度条件下呈现出与普通聚晶金刚石类似的性能，但在高于此温度时仍保持优异的抗磨性。浸渍聚晶金刚石的抗磨性介于普通聚晶和SYNDAX 3型聚晶之间。

应用情况

SYNDAX 3型聚晶金刚石制品对于温度骤变或机械冲击载荷都有极好的抵抗能力，因而很适合在极艰难的工作条件下使用，例如钻探、扩孔或砂轮修磨等。在这种工作条件下，如果使用其他聚晶金刚石制品，往往由于冲击负荷或热稳定性递降而受到损坏。

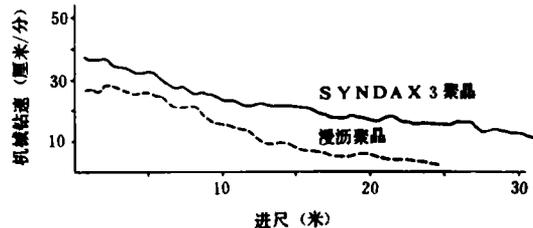


图3 机械钻速与进尺关系曲线

图3为SYNDAX 3型聚晶与浸渍聚晶金刚石钻进NORITE花岗岩时，机械钻速与进尺的关系曲线。这是根据五个BQWL规格钻头试验数据的平均值绘制的。每个钻头用30个三角块聚晶表镶在钻头上。NORITE花岗岩的单向抗压强度为228MPa。图3的曲线表明，SYNDAX 3型聚晶的钻岩性能优于浸渍聚晶金刚石。

SYNDAX 3型聚晶金刚石立方体或三角块已被推荐用于表镶的采矿钻头，可钻进各种岩石，从软岩、研磨性砂岩直到坚硬的花岗岩都能钻进。实践证明，SYNDAX 3型聚晶镶在钻头

上可以有较高的出刃,因而使钻头与孔底有较大的间隙,使钻屑能有效地排除,从而可获得较高的钻速。由于它具有内在的热稳定性,所以在制造钻头过程中可以采用一般的烧结胎体材料 and 高温浸渍粘结材料,对钻头切削具的性能没有任何不良的影响。

在修整氧化铝砂轮时,由于SYNDAX 3型聚晶具有优越的修磨能力,所以采用这种材料修整砂轮时可获多方面的好处。

聚晶的形状

用SYNDAX 3型聚晶金刚石立方体以表镶形式制成BQWL规格取心钻头,在试验室内钻进坚硬岩石的实验表明,其机械钻速比普通聚晶金刚石(三角块)镶制的钻头至少提高一倍,而且使用寿命也长。

在软岩钻进中,一般总是希望增加钻头唇面的宽度,增大钻头胎体上切削具的出刃。至于钻进非常坚硬的岩石,则需相应地减少切削具的数目及出刃高度。在这方面,SYNDAX聚晶金刚石立方体就能很理想地镶在钻头上,用来对付较坚硬的岩石,如花岗岩等。如果采用SYNDAX聚晶金刚石三角块镶制钻头,其后尾端最好加以支撑,免得过早被破坏;而采用立方体状的聚晶就无需支撑了。另外,用立方体状的聚晶镶制钻头,特别是用其直角作出刃时,可以更牢固地将其包镶在胎体内。虽然立方体状聚晶的初始出刃较小,但与同样镶焊排列方式的三角块聚晶相比,其出刃更能承受较大的钻压。这对于钻进硬岩来说是必要的。

图4表示在NORITE花岗岩中钻进时机械钻速与进尺的关系曲线。用的是BQWL规格的钻头,分别镶有SYNDAX聚晶立方体和三角块。

镶有三角块切削元件的钻头在最初钻进的若

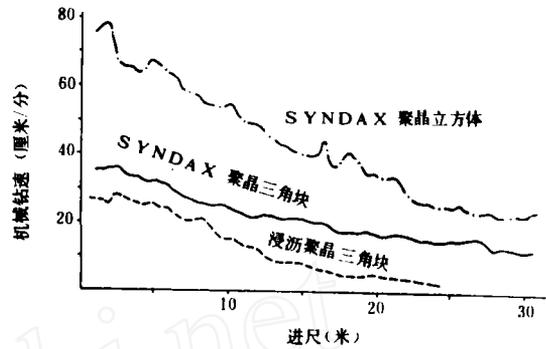


图4 不同形状聚晶机械钻速与进尺的关系曲线
于厘米中其锋利性很快就消失掉,但在不增加钻压的情况下,钻速比较稳定而且切削具的磨耗均匀。从另一方面来看,镶有立方体聚晶的钻头,其刃尖能够保持很好的连续出露,因此在施加同样钻压的情况下,可获得较高的钻进速度。

结 论

1.从材料上说,研制一种新型的金属粘结材料,本身具有良好的热稳定性,在高温下不易氧化,对金刚石的石墨化不起催化作用,这对于发展人造金刚石聚晶在钻探中的应用具有重要意义。

2.从形状上来看,立方体聚晶的钻进性能优于三角块聚晶。目前戴比尔斯公司工业金刚石部已成批生产L222型立方体与T42-60型三角块聚晶金刚石,前者每边长为2.5毫米;后者为等边三角形,每边长4毫米,厚2.5毫米。如何针对不同岩石的性质研制合理几何形状的聚晶是值得探索的问题。

参 考 材 料

- [1] SYNDAX 3 THERMALLY STABLE PCD
- [2] SYNDAX 3 THERMALLY STABLE PCD CUBES