

金刚石—立方氮化硼—硬质合金复合柱齿的研究

马保松, 张祖培

(长春科技大学勘察工程系, 长春 130026)

[摘要] 采用添加 Ni - P 活化烧结 WC - Co 硬质合金的特殊工艺, 用热压法成功地烧结出了新型的金刚石 - 立方氮化硼 - 硬质合金复合柱齿。研究分析了热压烧结工艺(烧结温度、烧结压力和保温保压时间)对新型金刚石 - 立方氮化硼 - 硬质合金复合柱齿性能的影响。

[关键词] 热压 金刚石 硬质合金 凿岩柱齿

[中图分类号] TF125 [文献标识码] A [文章编号] 0495 - 5331(2000)02 - 0071 - 03

1 前言

硬质合金柱齿钻头不耐磨, 特别是在坚硬磨蚀性强的矿岩中钻进, 钻头周边齿磨损严重, 是当前钻头寿命短、钻进效率低的主要原因。为此国内外科研与生产制造者采用多种途径来提高硬质合金的耐磨性及钻头寿命, 其中最有效的是美国梅加金刚石公司采用高温高压技术于 1987 年研制成功的金刚石强化柱齿, 在中小钎头、石油牙轮钻头的应用中取得了较好的效果。另外国内一些单位也正致力于该项研究^[1, 2]。

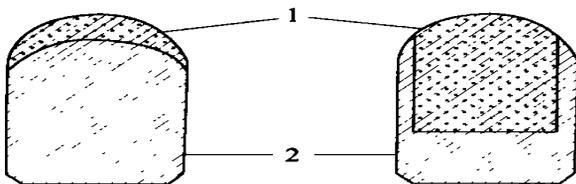


图 1 金刚石 - CBN - 硬质合金复合柱齿结构图

1—超硬部分; 2—基体部分

本文采用添加 Ni - P 活化烧结 WC - Co 硬质合金的特殊工艺, 用热压法在温度比硬质合金烧结温度低 300 左右的条件下, 成功地烧结出了新型的金刚石强化柱齿(如图 1 所示), 文中重点研究分析了热压烧结工艺对新型金刚石—立方氮化硼—硬质合金复合柱齿性能的影响。

2 实验原理及方法

2.1 实验原理

WC - Co 类硬质合金的烧结温度一般为 1350 ~ 1480 , 远远超过了金刚石的临界石墨化温度(700) , 如果在此温度下对金刚石复合材料进行烧

结, 金刚石将会受到基体中金属元素的化学侵蚀和其本身机械热应力的共同作用, 使金刚石受到严重损伤, 甚至失去工作能力。为了解决这一矛盾, 在复合柱齿的配方中加入了少量的 Ni、P 元素, 使 WC - Co 的烧结温度下降到了 1050 ~ 1100 , 实现了低温活化烧结, 其活化机理主要是由于 Ni - P 合金的共晶温度为 880 , 远比 Co 元素的熔点(1495) 低。为此, 在 WC - Co 硬质合金中加入 Ni、P 元素以后, 在相对较低的温度下便可出现液相, 液相提前出现使得固相颗粒的溶解与析出以及骨架的形成也提前发生, 烧结过程更为充分, 有效地提高了复合柱齿的致密化速度, 改善了复合柱齿的性能, 更重要的是, 整个烧结过程在较低的温度下便可顺利完成。加入 Ni、P 前后的试样性能对比见表 1。

表 1 加入 Ni、P 前后的试样性能对比

性能	加入 Ni、P 前		加入 Ni、P 后	
	基体	超硬部分	基体	超硬部分
硬度, HRA	64.8	/	84.6	/
Σ _{bb} , MPa	693.28	302.47	1684.35	1206.76

2.2 实验方法

金刚石—硬质合金复合柱齿的制造工艺流程如图 2 所示, 其中热压烧结工艺比较重要, 其步骤为: 首先将组装好的模具置于压力机的工作台上, 并施加一定的初压(约 20 MPa); 然后送电升温, 加热功率在 30 kW 时, 约需 5 min 可升到烧结温度, 此时立即施以全压, 并在该压力下保温一定时间; 在温度降为 700 , 卸除压力, 将试样移至保温箱中冷却到室温。对试样的 3 个主要的性能指标(基体的硬度、抗弯强度和超硬层的耐磨性)进行了测试。

实验所用的主要设备及技术参数为: KPS 中频感应电源(加热功率 100 kW) LY-10 型单臂压力机

[收稿日期] 1999 - 12 - 08; [修定日期] 2000 - 01 - 07; [责任编辑] 王 梅。

(30 t)和 CIT 红外测温仪。本文采用的原材料为:金刚石 40 目~60 目, WC 粉 - 400 目, Co 粉 - 300 目, Ni 粉 - 300 目, P 粉经研磨后加入。

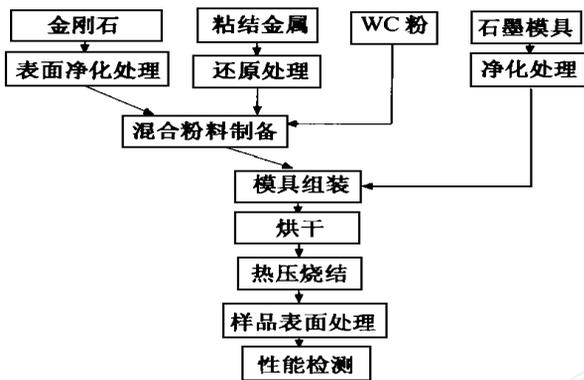


图2 金刚石-硬质合金复合柱齿制造工艺流程图

3 实验结果及分析

3.1 烧结温度对金刚石-立方氮化硼-硬质合金复合柱齿性能的影响

从图3中可以看出,在烧结温度低于1000 时,混合粉末的体积收缩很小,金刚石-立方氮化硼-硬质合金复合柱齿的实际密度与理论密度相差较大,其硬度、强度和磨耗比都很低,从外观形态和颜色观察,可以看出复合柱齿具有明显欠烧的特征;当烧结温度在1050 ~ 1100 时,复合柱齿的硬度、强度和耐磨性都比较高;温度再继续升高,复合柱齿的硬度虽略有升高,但此时抗弯强度和磨耗比均开始下降。

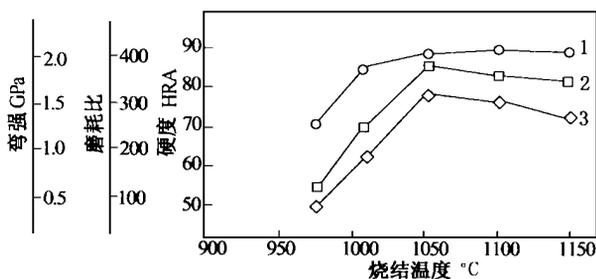


图3 复合柱齿性能随烧结温度的变化曲线

1—基体硬度;2—抗弯强度;3—磨耗比

3.2 烧结压力对复合柱齿性能的影响

烧结压力和复合柱齿硬度、强度和磨耗比的关系如图4所示。

从图中可以看出,烧结压力小于40 MPa 时,复合柱齿的硬度、强度随压力的升高均有明显提高,磨耗比虽也有提高,但提高幅度不大;当烧结压力大于40 MPa 时,对复合柱齿性能的影响较小,趋于平稳。

3.3 保温保压时间对复合柱齿性能的影响

本文在保持烧结温度1060 和烧结压力40 MPa 不变的情况下,对保温时间分别在1 min、2 min、3 min、4 min、5 min 的复合柱齿性能进行了研究,保温时间与复合柱齿的硬度、强度和磨耗比的关系如图5所示。

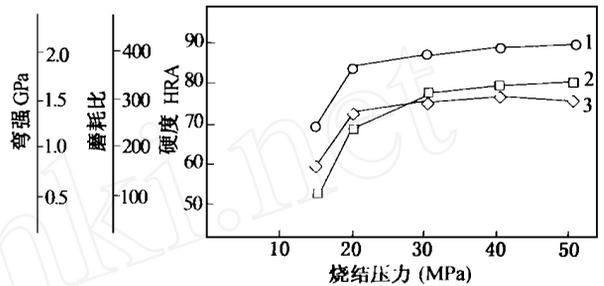


图4 复合柱齿性能随烧结压力变化曲线

1—基体硬度;2—抗弯强度;3—磨耗比

从图示的实验结果可以看出,在合理的烧结温度和烧结压力下,保温时间也有一个最优值。当保温时间过短时,复合柱齿内部没有足够的时间进行合金化反应,处于欠烧状态,复合柱齿的机械性能指标都偏低;当保温时间过长时,复合柱齿的硬度虽稍有提高,但抗弯强度和磨耗比却较低。

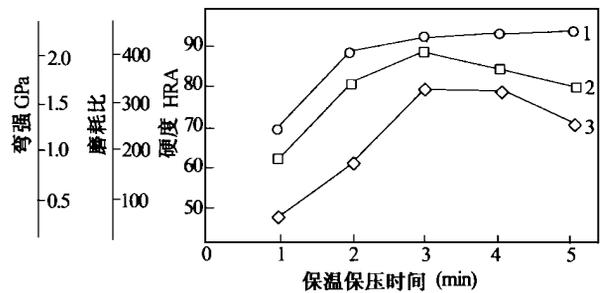


图5 复合柱齿性能随保温保压时间变化曲线

1—基体硬度;2—抗弯强度;3—磨耗比

4 生产性试验

利用该新型复合柱齿加工了两只直径为150 mm 的潜孔锤钻头,在某石灰石矿采石场进行了野外生产性试验,采用的钻孔设备为 YQ - 150A 型潜孔凿岩机,配用通化风动工具厂生产 QCW150 型风动冲击器(额定冲击功为254 J,冲击频率为16 Hz);总进尺为19 m,平均钻进时效为21 cm/min,比采用传统的硬质合金钻头钻进(时效约为15 cm/min)提高40%。但是,由于钻进工作量较少,没有得出有关钻头寿命的结论。

5 结论

(1) 本文的室内和野外初步试验结果证明,采用热压法制造金刚石-立方氮化硼-硬质合金复合柱齿的方法是可行的,复合柱齿的性能类似于常规硬质合金柱齿,超硬部分的耐磨性远高于硬质合金,完全可以满足实际生产需要,并提高钻进效率、延长钻头寿命。

(2) 考虑到金刚石的强度在高于 1060 时开始

明显下降,复合柱齿的合理烧结温度应在 1050 ~ 1060 范围内选择。

(3) 在不超过石墨模具的极限抗压强度的情况下,应尽量采用较大的烧结压力(> 40 MPa)。

(4) 复合柱齿的合理烧结保温时间应为 3 min ~ 5 min。

[参考文献]

[1] 方啸虎. 合成金刚石的研究与应用[M]. 北京:地质出版社, 1996.

RESEARCH ON HOT - PRESSING METHOD TO SINTER DIAMOND AND TUNGSTEN CARBIDE COMPOSITE BUTTON

MA Bao - song ,ZHANG Zu - pei

Abstract : This paper presents a new type diamond and tungsten carbide composite button made by hot - pressing method in which the sintering temperature is decreased greatly because of the addition of nickel and phosphorus powders. The influences of sintering parameters on the properties of composite button are also analyzed in this paper.

Key words : hot - pressing ,diamond ,tungsten carbide ,button



第一作者简介:

马保松(1968年-),男。1992年毕业于长春科技大学勘察工程专业,1995年在长春科技大学获硕士学位,1998年在长春科技大学获博士学位。现在中国地质大学(武汉)博士后科研流动站从事研究工作。

通讯地址:吉林省长春市西民主大街6号 长春科技大学勘察工程系 邮政编码:130026

(上接第68页)

3) 对于钻测量孔用的小钻头,前期钻头是采用高低4齿钻头,使用效果不好。经分析认为,用锥形钻头钻出锥形孔底之后,换用4齿钻头钻小孔时,刚开始只有两齿接触孔底,而且每个齿与岩石形成点接触。因此很容易使钻头齿应力集中,切削齿耗损快。改为圆弧5齿或6齿,增加了钻头切削齿与锥形孔底的接触面积,实现平稳快速钻进。钻头使用

寿命也相应增长。

4) 对于造球面孔底的半球钻头,其结构尺寸作了较大改进(图3),缩小了与钻头冠部相联的钢体直径,同时缩短了冠部的侧面切削刃长度,这样有利于造出理想的球面孔底。

5) 锥形钻头、磨平钻头都采用螺旋形切削刃有利于平稳造孔,延长钻头使用寿命。

DEVELOPMENT OF DIAMOND BITS USED IN DRILLING MEASUREMENT OF FORMATION STRESS

LI Liang - gang ,SHI Xiao - liang

Abstract : In the paper espections of the diamond bits which aer used in drilling measure of formation stress are analyzed and the design thought of new bits are shown. The character of rock at trial area the test results of new bits are discussed.

Key words : bit measurement of formation stress , diamond bit , development



第一作者简介:

李粮纲(1961年-),男。现任中国地质大学工程学院勘察与基础工程系主任,副教授,主要从事钻探与基础工程教学与科研工作。

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