

煤田钻探小口径人造金刚石孕镶钻头

煤田钻探人造金刚石钻头西安研究组

煤田钻探硬岩工作量约占总工作量25%左右，原袭用钢粒钻进，效率低，质量差，金属消耗量大，严重影响煤田勘探速度。为落实伟大领袖毛主席“开发矿业”的指示，在煤炭部领导下，于1970年起成立了煤田钻探人造金刚石钻头西安研究组，有煤田地质勘探队（一三一队、一六九队、一四二队、一一三队、河北一队、一〇三队、江苏煤田地勘公司、一二九队、北京矿务局勘探队）、院校（武汉地院）和研究所（煤炭部地质勘探研究所）参加。我们遵照《鞍钢宪法》的精神，经过五年的反复实践，不断提高，研制出打中硬中研磨性岩石用的热压孕镶聚晶保径钻头。这种钻头的钻头进尺在中研磨性砂岩中达32米，安山岩中18.68米（硬质合金钻头0.66米，钢粒钻头1.52米），时效也比硬质合金或钢粒钻头提高0.67~2.6倍。表明可以在中硬中研磨性岩层中在生产上扩大使用这种钻头。

一、钻头用人造金刚石

（一）烧结温度对金刚石物性的影响

为了确定热压烧结条件下温度对金刚石强度的影响，我们采用图1所示的焙烧装置，研究不同粒度和不同强度的人造金钢石在氢气保护下的晶形与强度变化。

测定结果表明，当温度在700℃以下时，金刚石的色泽、晶形基本无变化；温度升至900℃时，晶体外形有少部分呈蜂窝状；到1050℃蜂窝状加剧，甚至出现半空壳态或空壳态。不同的粒

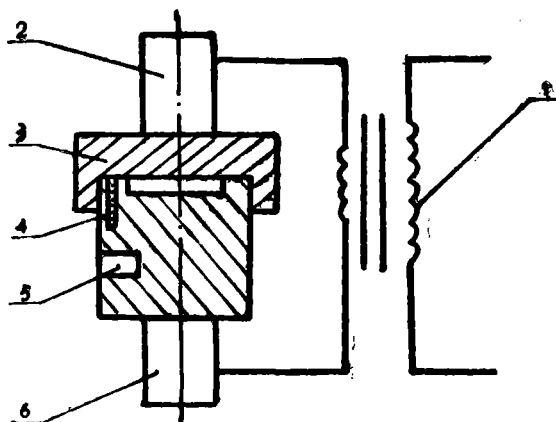


图1 金刚石焙烧装置

- 1—大电流变压器 2—上电极 3—石墨密封盖
4—金刚石焙烧腔 5—测温孔 6—下电极

度具有不同的热稳定性。高温焙烧后，60目和80目的人造金刚石晶形和透明度仍保持原态，46目的晶形出现缺陷，颜色变黑；36目的透明度大为降低，呈现蜂窝或空壳状。人造金刚石的强度与焙烧温度的关系如图2、

3所示。显然，随着温度的增加，强度普遍有规律地下降，900℃以上强度下降急剧，超过1000℃下降幅度更大。并且粒度与原始强度不同，其热稳定性也迥异，原始强度愈高、粒度愈小，热稳定性愈佳。因此，应尽量采用高强度人造金刚石制造钻头，钻头的烧结温度以降到1000—900℃最理想。

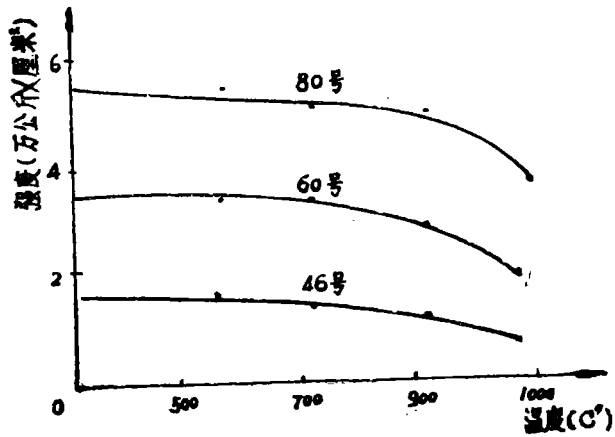
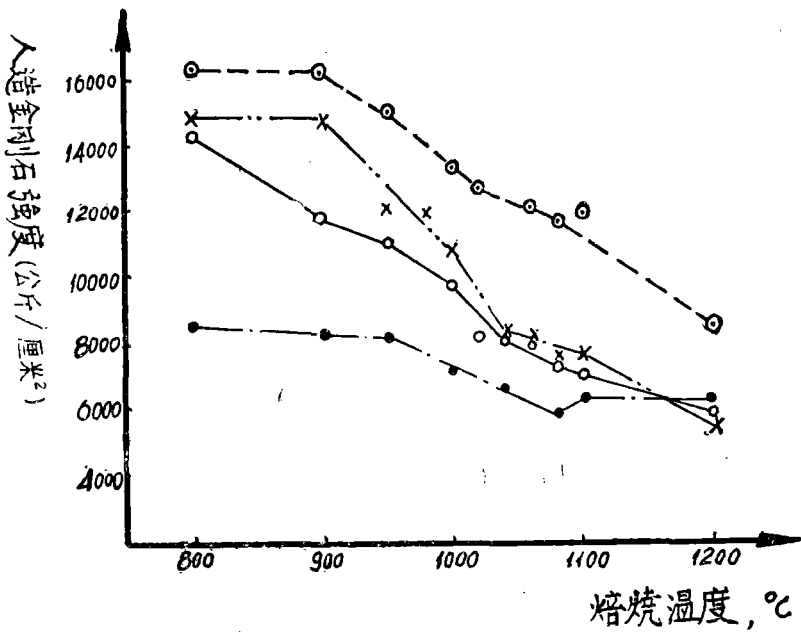


图2 焙烧温度与不同粒度人造金刚石强度关系



人造金刚石80目, 烧前强度 19150 $\frac{\text{公斤}}{\text{厘米}^2}$ ○ — ○ — ○
 人造金刚石80目, 烧前强度 15093 $\frac{\text{公斤}}{\text{厘米}^2}$ x — ··· x
 人造金刚石80目, 烧前强度 14430 " — ○ — ○ — ○
 人造金刚石80目, 烧前强度 8590 v — — — v

图3 焙烧温度与相同粒度人造金刚石强度关系

（二）钻头用人造金刚石

根据所钻岩石性能，按金刚石晶形、强度和粒度，把制造钻头用的JR2类高强度磨料级金刚石分为优质钻头料、高强度钻头料和普通钻头料三级。

优质钻头料，其强度不低于2万公斤/厘米²，晶形完整，黑色杂质较少。用于钻进坚硬和研磨性强的岩石，如中（粗）粒砂岩、石英岩之类。

高强度钻头料，其强度不低于1.5万公斤/厘米²，完整晶形率20%以上。用于钻进研磨性中等的硬岩，如中（细）粒砂岩和砂质灰岩。

普通钻头料，其强度不低于1.2万公斤/厘米²，完整晶形率低的人造金刚石。用于钻进一般非研磨性硬岩。

按粒度，常使用的60目金刚石强度不低于1.2万公斤/厘米²；80目的强度不低于1.5万公斤/厘米²；100目的强度不低于1.8万公斤/厘米²。

岩石坚硬研磨性强，宜采用优质钻头料和高强度钻头料80~100目金刚石；岩石中硬研磨性较小，宜采用60~80目高强度钻头料或普通钻头料。在钻进煤田中硬中研磨性砂岩时，曾采用60~80目混合粒度，取得了很好的效果。

二、人造金刚石钻头结构及技术特征

（一）钻头结构

由于人造磨料级金刚石粒度小，我们设计试制的孕镶金刚石钻头的总体结构如图4所示。

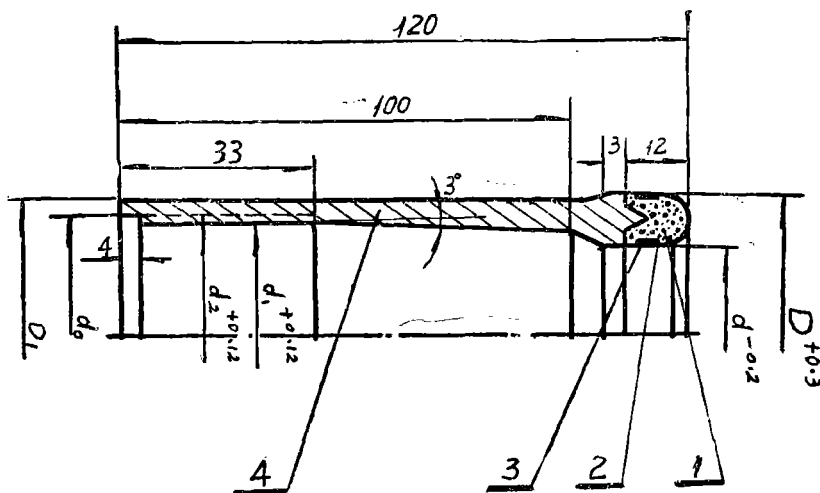


图4 钻头结构示意图

1—人造金刚石单晶 2—胎体混合料 3—保径聚晶烧结体 4—钢体

钻头的主要部分是胎体。按其功能分为含金刚石的工作层及不含金刚石的连接层。工作层的唇面及与非工作层间的界面呈弧形。保径聚晶放在工作层上部的连接层中，位于钻头内外缘。

胎体工作层是磨削岩石、取得进尺的重要部分，其磨削性能由胎体硬度、强度、耐磨性并与所含金刚石质量、浓度、粒度及分布状况有关。工作层高度由岩石研磨性强弱来确定，在相同金刚石条件下，研磨性强的如石英砂岩，应取较高的工作层，而以聚晶保径程度为限。若用单晶保径，其工作层应小。

连接层由不含金刚石的纯胎体混合物料烧结而成，用以连接钢体和工作层，并牢固包镶保径聚晶烧结体。连接层应有足够的强度和耐磨性以及良好的钎焊性能，并易于加工水槽。

钻头钢体是钻具与胎体的连接部件，应有足够的热强度，线胀系数小，易于用铜基合金钎焊。常用45号碳素钢。

（二）钻头技术性能

钻头外径（毫米）	46.5； 57.5
钻头内径（毫米）	29.0； 41.0
钻头胎体全高（毫米）	12
工作层高（毫米）	4； 6
非工作层高（毫米）	8； 6
金刚石级别及粒度（目）	JR2， 60—80
金刚石浓度（%）	75—100
胎体硬度（HRC）	35—40； 40—45
水口数量（个）	4—6
保径聚晶尺寸及数量	φ1.8毫米， 16—20粒

三、人造金刚石钻头热压法制造工艺

（一）热压法制造钻头工艺原理及装置

热压烧结是粉末冶金的一种特殊工艺。采用该工艺制造钻头的原理如图5，将一定量的胎体混合物料和金刚石2，装于预制成型的石墨模具3内，以此模具为电阻元件，通以大电流加温，当温度达到混合物料中粘结相金属的绝对熔点75~95%时，用上下石墨压头1、4给以一定压力，保温一定时间后，模中胎体粉料烧结成具有一定硬度、强度、耐磨性和预定形状

的烧结体，并与钢体牢固焊接。

热压烧结装置如图 6 所示。该装置为一电阻热压机，1 为油压筒，其上固定有滑动平台 8，上置绝缘石棉板 9、下石墨砧 3、电极冷却水套 4、保温绝缘套 5。在上固定板 10 上固定有相应的上石墨砧及电极冷却水套 6。上下电极水套与大电流变压器 7 相连，往套内通水冷却电极。工作时，石墨模具放置在保温绝热套内，通过上下石墨砧及电极与变压器形成回路。用可控硅线路调整变压器输出功率，以达到烧结温度和保温之目的。

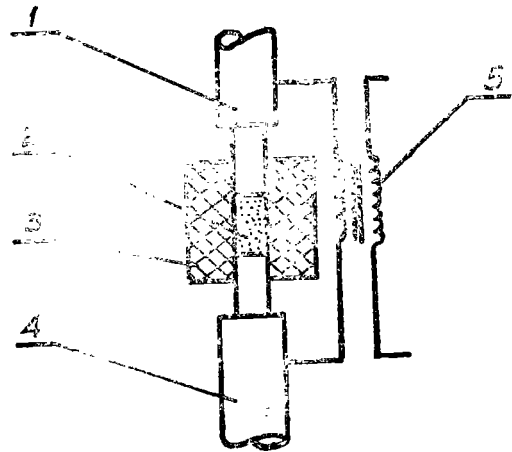


图 5 热压加热原理

- 1—上压头 2—胎体粉料 3—石墨模
- 4—下压头 5—电源变压器

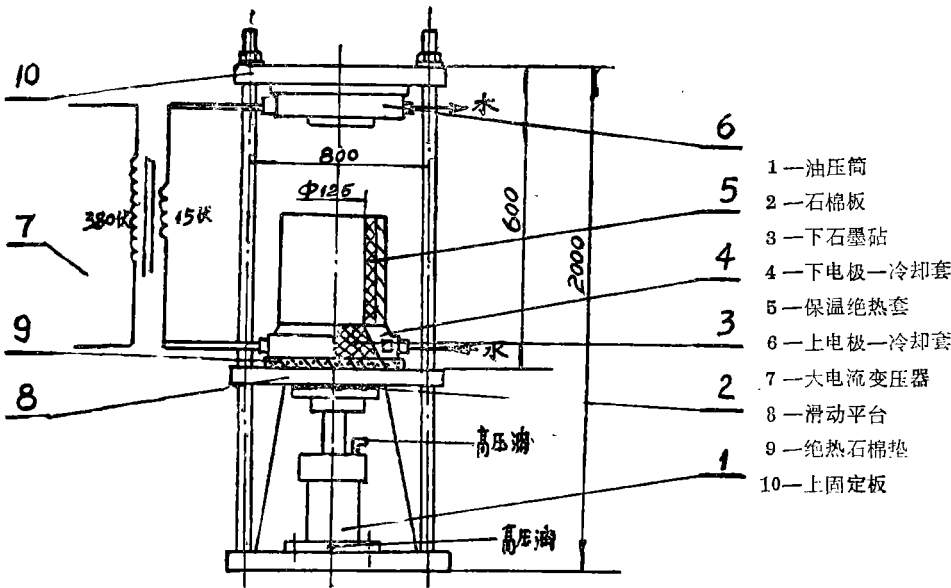


图 6 热压烧结装置示意图

采用铂—铑铂热电偶测温，测试位置应为胎体所在的石墨模内腔或外壁。由于外壁的热散失，实测模壁温度总较模腔温度低，随着烧结温度的到达和保温时间的延续，这一差值一般为 80—85℃ 左右。

实践证明，这种热压装置结构简单，无需特定的保护气体，胎体致密程度较高，焊接强度好，升温时间亦短，便于普及推广和小规模生产。

（二）石墨模具结构

热压模具及钢体的组装如图7，模具由芯模2、套模3、底模5所组成。热压使用的石墨材料应具有相当高的强度和致密性，有良好的导电性，在高温下稳定，不沾污胎体，易于加工。目前采用人造致密石墨和高强度高纯石墨制造底模和套模，人造电极石墨制芯模。

底模是钻头胎体的成形烧结腔，其内孔外径比钻头名义尺寸放大0.15—0.20毫米（为收缩量）。

套模为装料腔，其内孔内径应较实

际钢体大0.6—0.8毫米。芯模用作钢体导向和定钻头内径，因此其直径取钻头的名义内径，与钢体取滑动配合。芯模在底模中的定心尤为重要，底模内的心孔与底模外圆之不同心度不大于0.10毫米。

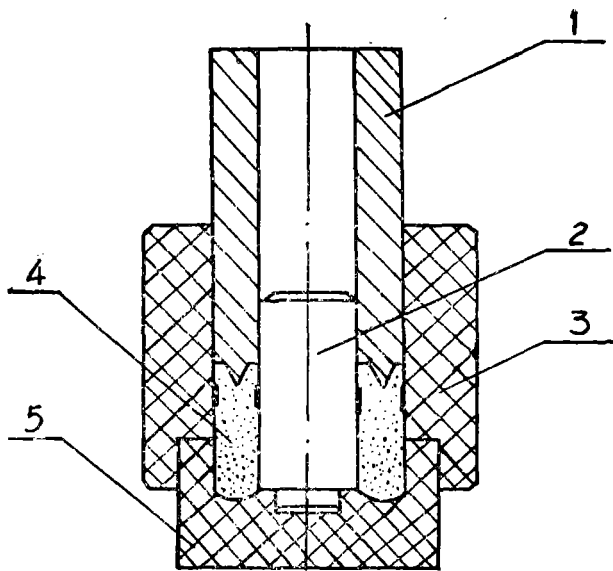


图7 模具及钢体组装图

1—钢体 2—芯模 3—套模 4—胎体 5—底模

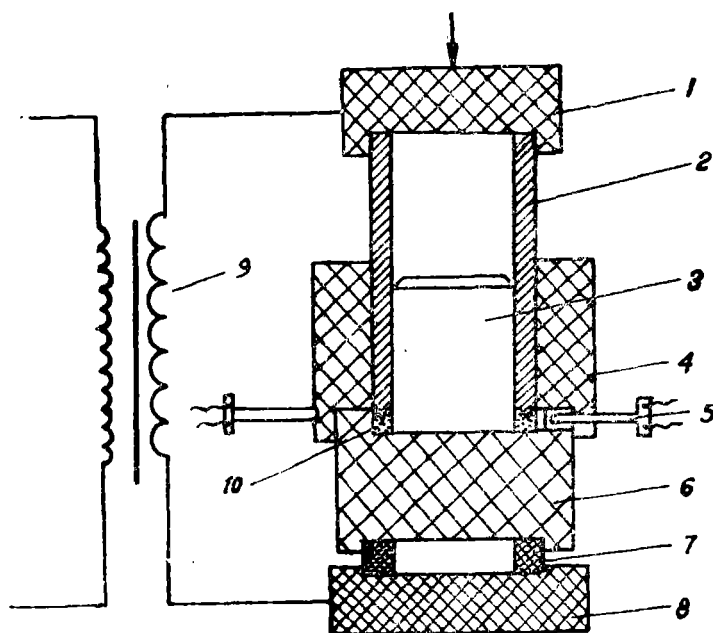


图8 石墨模具与测温装置组装示意图

1—顶盖 2—钢体 3—芯模 4—套模 5—热电偶
6—底模 7—加热圈 8—底垫 9—变压器 10—胎体料

（三）模具温度特性

在确定的热压机下，测定所设计的石墨模具在烧结过程中温升与时间、温升与电功率关系及底模内腔与模壁的温度差值，对正确选择烧结制度是十分重要的。

测试采用图8所示的模具组装，热压压力195公斤/厘米²，达到烧结温度后保温15分钟。测温采用铂—铑铂热电偶，内腔温度所测位置在底模胎体范围内的孔

中，外壁温度所测位置应在套模胎体范围之模壁上。

热压烧结中模具升温特性曲线如图9。显然，在升温过程中，内腔和外壁的温度均迅速升高，初期快而后期慢，且内外温度增长率几乎相同，输入功率愈大，其温度增长率越大，达到烧结保温的时间愈短。内腔的温度始终高于外壁的温度，随着保温阶段的到达和延长，这种差值逐渐趋于80—85℃左右。这就造成测定壁温以控制内腔温度的条件。

图10为模具内外温度差值与升温过程的关系。升温不久，模内腔温度约300℃时，模外壁温度仅只150℃左右。随着内腔温度的增长，这种差值出现一个最大值200—250℃左右。当内腔温度达到预定烧结温度而保温时，内外温度逐渐平衡，这种差值缩小到120℃左右。至保温结束，这一差值趋于80—85℃。因此，保温时间不宜过短，一般控制在15分钟为宜。

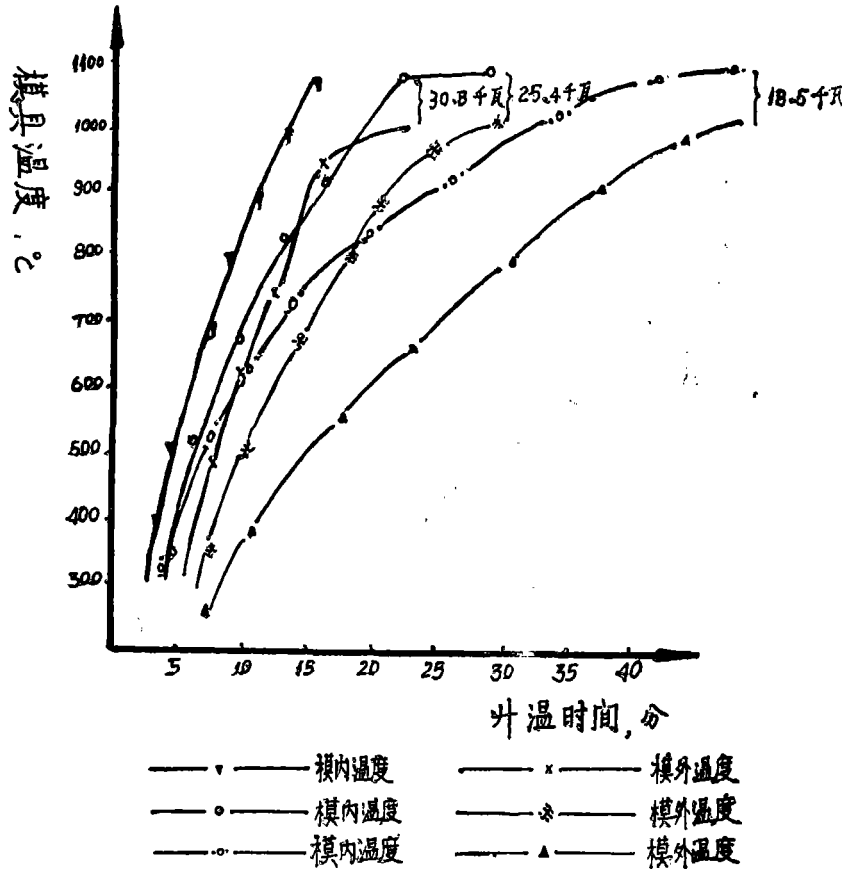


图9 石墨模具升温特性曲线

图11说明变压器输出功率大小与升温时间成线性关系，当输出功率30千伏安时，达到980—1080℃约为15分钟，此时的功率因数为0.86，内外温度差趋于最小，金刚石强度损失亦小，故多以此点烧结钻头。若线路适当改进，有效电功率提高，实际功率大可降低。

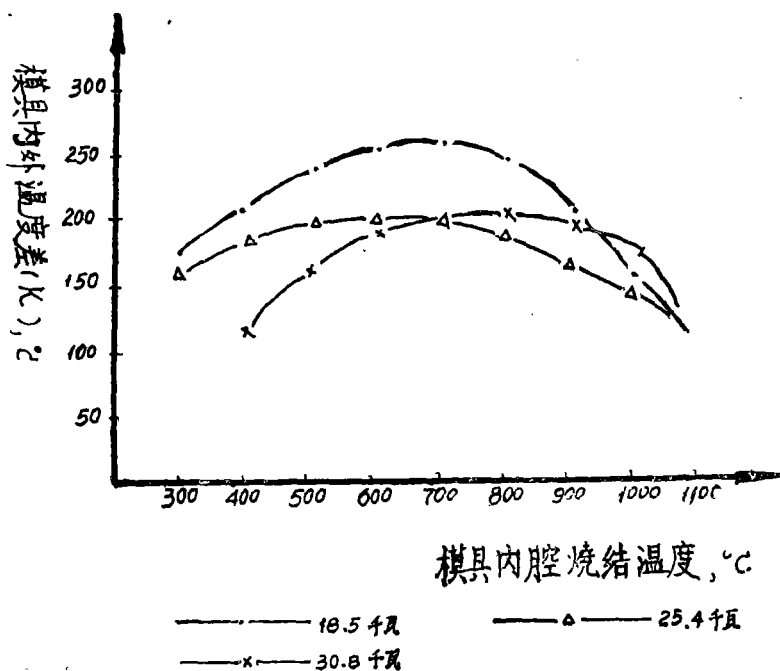


图10 石墨模内腔与模壁温差曲线

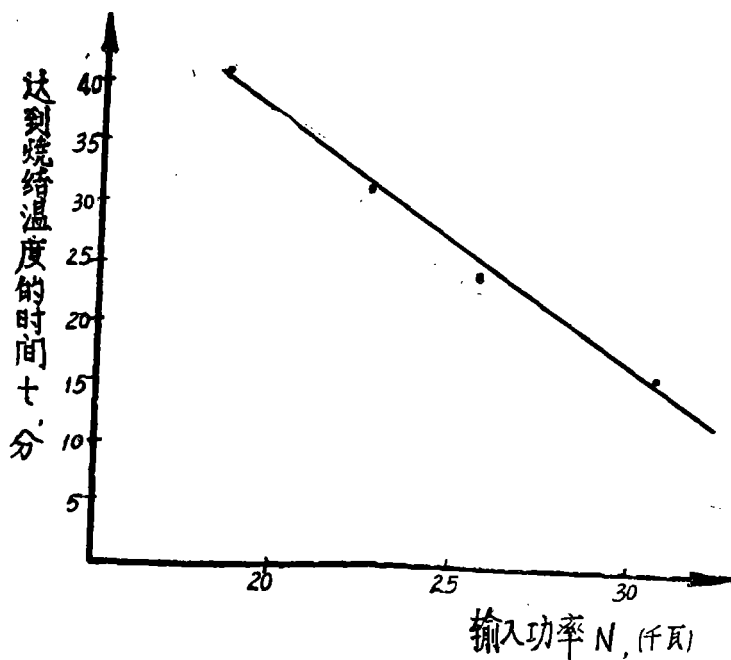
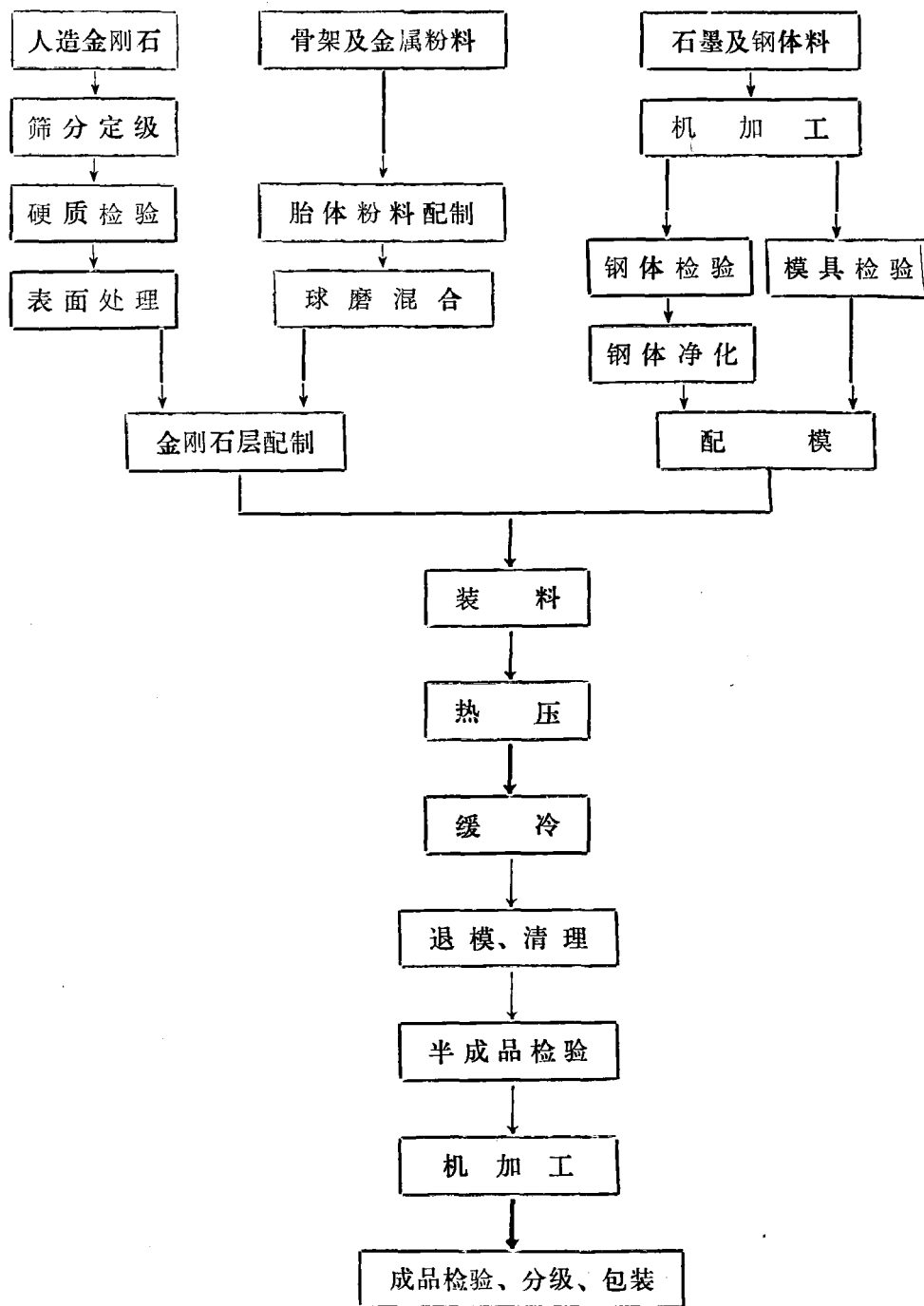


图11 电功率与升温时间关系

(四) 热压工艺流程

热压法制造钻头的工艺流程如下:



（五）胎体材料及烧结制度

1. 胎体材料

钻头胎体材料采用在高温下物理化学性能比较稳定的高硬度、高耐磨性的难熔金属碳化物，如碳化钨和钨钴合金粉类，以及对碳化钨有较好润湿性能的铜基合金。为改善胎体的物理机械性能及工艺特性，可在其中加入少量的锰、镍、钴、锌类金属。各种粉料的技术指标如表1、2。

常用骨架粉末技术条件

表1

成 份 名 称	总 碳 (%)	游 离 碳 (%)	氯化残渣 (%)	含氧量 (%)	含铁量 (%)	松装比重 (克/厘米 ³)
碳化钨 (WC)	6.0— 6.10	<0.10	<0.18	<0.5	<0.3	2.5
钨 钴 六 (YG6)	>5.4	<0.10	<0.18	<0.5	<0.3	4.0—5.0

常用粘结金属及其技术条件

表2

技 术 条 件 名 称	钴	镍	锰	锌	663—青铜
纯度 (%)	>99	>99	>99	>99	工业纯
比重 (克/厘米 ³)	8.70	8.80	7.30	7.12	8.8
粒度 (目)	300	300	300	300	200—300

根据室内及野外试验，钻头胎体粉料各组元的配比宜采用表3所示的55、60号配方。

钻头粉料各组元配比

表3

比 例 配 方 号	成 份 %	碳化钨	钴	镍	锰	锌	663—青铜
55		55	2	5	7	1	30
60		60	2	5	7	1	25

采用干式球磨混料，混料制度为：球：料=2:1，球磨时间24—36小时。所得混合料应为深灰色，均匀无分选迹象。

实践证明，用上述配比的粉料制造金刚石钻头，钻进相适应的中硬中研磨性砂岩和安山岩，金刚石出露良好，胎体金相组织均匀、细致，保持了较好的磨削能力。

2. 胎体物性测定

胎体烧结制度的合理确定是一件重要工作。为此，在热压机上进行了试条测试。采用φ

110毫米石墨模，试条尺寸5×7×40毫米，烧结配方为55和60号，烧结温度范围为内腔980—1100℃，热压压力195公斤/厘米²，保温时间15分钟，每20℃一测点，用铂—铑铂热电偶测试，每测点6块试条，测其密度、硬度和支点跨距20毫米的抗弯强度。

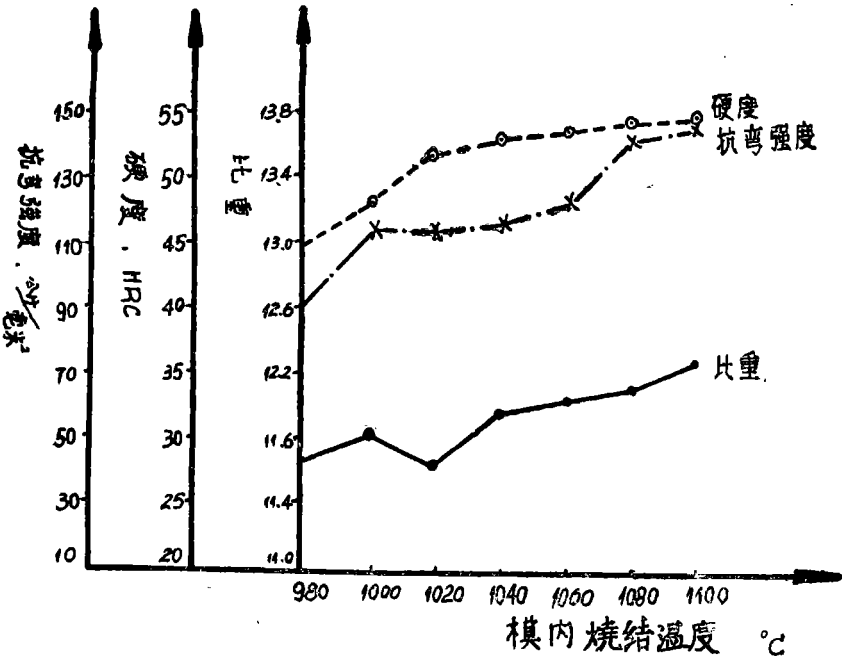


图12 55号配方料烧结温度对胎体物性影响

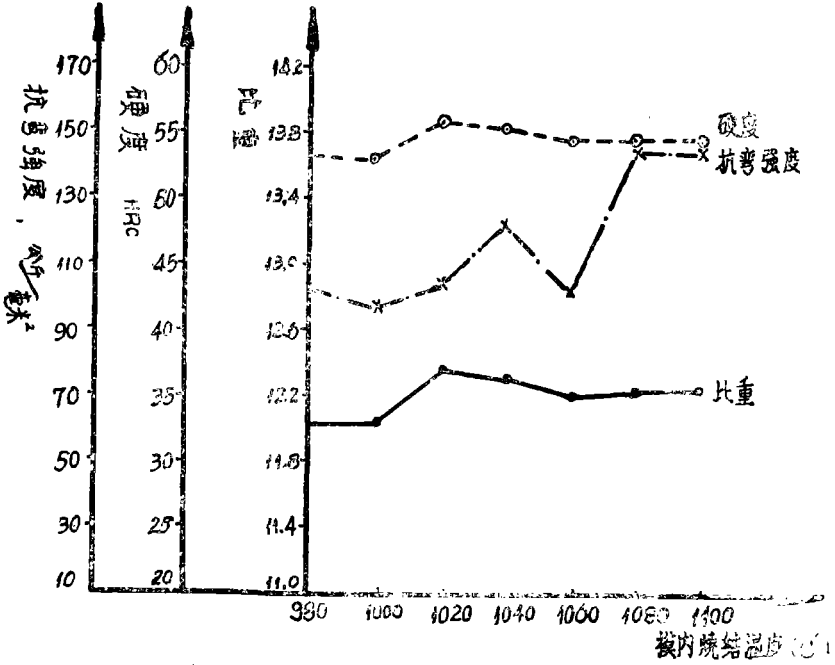


图13 60号配方料烧结温度对胎体物性影响

虽然影响试条物性测试的因素甚多，有些因素暂时还难于控制，但从图12、13看来，似乎有一定的趋势可寻。总的我们认为：

(1) 55配方，随烧结温度的提高，胎体的比重、硬度及抗弯强度都相应增加。初步认为，这是合金化程度随温度增高而提高的结果。但因金刚石热稳定性限制，胎体烧结温度不宜过高，而以模腔980℃或模壁1060℃为宜。此时胎体比重11.84克/厘米³、胎体硬度HRC52、抗弯强度120公斤/毫米²。为了提高钻头的实际工作能力必需在两个方面努力：一是降低烧结温度而胎体物性仍好，这就必须研究新的更好的胎体配方，采用低熔点强度高的粘金属或合金；另一途径则是提高金刚石的热稳定性，使接近或高于现有烧结温度。从钻头制造工艺出发应尽量致力于前者。

(2) 60配方，随烧结温度的增加，物性变化亦有55配方的趋势。应该说明，其中980℃测点，由于压力偏高，致使物性指标偏大。1060℃测点的抗弯强度异常。但总的认为，60方的烧结温度以模内腔1020℃、膜壁温度1100℃为宜。此时胎体比重12.38克/厘米³、胎体硬度HRC55、抗弯强度100公斤/毫米²。

应该指出，试条测试的物性指标一般均比实际钻头烧结值高，这主要是由于胎体含金刚石时其压制密度受到影响，所测胎体水口部位的硬度偏低。一般所烧钻头55号配方硬度HRC为40左右，60号配方HRC45左右，强度完全满足生产需要。

3. 钻头热压烧结制度

通过室内及生产试验确定，55和60配方的热压烧结制度如表4所示：

热 压 烧 结 制 度				表 4
配 方 \ 制 度	模壁烧结温度 (°C)	保温时间 (分)	保 压 压 力 (公斤/厘米 ²)	出炉温度 (°C)
55#	1060	15	195	700
60#	1100	15	195	700

四、钻头生产试验

从1972年以来，在河南、京西、本溪等地进行了人造金刚石钻头生产性试验。其目的是检查人造金刚石钻头的结构、制造工艺、适岩性能以及在煤系中硬、中研磨性岩石——砂岩、安山岩、石灰岩的钻进效果。

(一) 试验方法

根据不同地区的试验条件, 采用了两种试验方法。

1. 分井段对比试验: 在河南地区, 岩性为火成岩体, 层厚较大, 在试验井段内人造金刚石钻头与邻近钢粒钻孔相同层位进行对比, 以确定在火成岩中的钻进效果。

2. 全孔性试验: 在京西、本溪等地区, 采用一个钻孔内, 软岩用针状合金钻头, 硬岩用金刚石钻头, 其结果与邻近合金、钢粒混合钻进, 按可比层位及岩性进行对比。以确定中硬、中研磨性砂岩互层及安山岩的钻进效果。

(二) 试验情况及结果

1. 岩性特征

(1) 辽宁本溪大峪煤田, 石炭二迭纪煤系厚度约150~250米。煤系上部多为流纹质斑岩、安山岩和安山质砾岩所覆盖, 厚约200~700米。流纹质斑岩为斑状结构, 斑晶见钾长石及大量石英, 基质多由细小长圆状具定向排列的石英组成。硬度大, 研磨性强, 裂隙发育, 漏水。可钻性为Ⅷ级。

(2) 京西煤田, 系中生代侏罗纪煤田。试验孔除17米为第四纪冲积层外, 基岩为上窑坡及下窑坡含煤地层, 岩性以不同粒度(0.25~0.1毫米)的砂岩为主, 成分为石英、长石及少量云母所组成。石英含量在50%左右, 多为硅质, 少量为泥质或粘土质胶结, 呈致密块状构造。属于煤系中常见的较硬的中研磨性岩石。终孔层位为辉绿岩。上部裂隙发育, 岩层陡立, 钻进条件复杂。

(3) 河南某矿区, 主要为石英岩(Ⅷ—Ⅹ级)和长英质角岩(Ⅷ—Ⅹ级), 层厚几十米到几百米, 节理发育, 破碎, 常有漏水现象。其次为花岗岩(Ⅷ—Ⅹ级)、辉长岩(Ⅷ—Ⅹ

试 验 技 术 条 件

表 5

地 点	钻 头 特 性					设 备 条 件			钻 具 组 合 (毫 米)
	人 造 金 刚 石				胎 体 硬 度 (HRC)	钻 机 类 型	水 泵 类 型	动 力 类 型	
	粒 度 (目)	强 度 (公斤/厘米 ²)	用 量 (克 拉)	聚 晶 (粒)					
京 西 本 溪	60 100	1500 1700	15 20	30	35 45	托拉姆2X 20全液压	WX 200/40	柴 油 机 80马力	Φ43 钻 杆 + Φ55岩心管 + Φ58扩孔器 + Φ57.5 钻 头
河 南 某 矿	60 80	1500 1700	15	30	31 43	XU—600	BW 250/50	电 动 机 28 瓩	Φ43 钻 杆 + Φ55岩芯管 + Φ56 钻 头

级)和砂嘎岩(Ⅶ-Ⅷ级),一般较完整,研磨性较强。

2. 技术条件与技术规范

各地试验技术条件见表5,试验技术规范参见表6。

试 验 技 术 规 范

表 6

地 点	岩 石 性 质	技 术 规 范				冲 洗 液
		压 力 (公 斤)	转 速 (转/分)		水 量 (升/分)	
			常 用	最 高		
本溪	流 纹 斑 岩 安 山 岩	250—600	400—600	1100	50—80	清水内加太古油及 废 机 油
京 西	砂 岩 互 层	400—600	400—500	700	45—60	清 水 或 清 水 加 太 古 油
河南某矿	辉 长 岩 石 英 岩 长 英 角 岩	400—600	385—680	1030	50	清 水 内 加 皂 化 溶 解 油

3. 试验结果

各地人造金刚石钻头生产试验效果

表 7

试 验 地	岩 性	保 径 形 式	钻 头 个 数	钻 进 时 间 (时:分)	钻 头 进 尺 (米)			时 效 (米/时)	
					总 计	平 均	最 高	平 均	最 高
本 溪	流纹岩 安山岩	聚 晶	3	74:40	82.97	27.66	52.71	1.24	1.35
		磨 料	5	90:50	66.48	13.33	17.76	0.81	0.99
		总 计	8	165:30	149.45	18.68	52.71	0.90	1.35
京 西	砂岩互层	聚 晶	6	111:13	192.08	32.00	113.87	1.72	3.26
		磨 料	7	74:25	88.81	12.70	41.17	1.19	1.70
		总 计	13	185:38	280.69	21.60	113.87	1.51	3.26
河南某矿	长英岩	聚 晶	3		87.10	29.03	45.70	1.74	
		"	3		51.42	17.14		1.47	
		总 计	6		138.52	23.09	46.70	1.61	

从表7可以看出,用聚晶保径的钻头无论在钻头寿命还是时效方面都比磨料级单晶保径的好得多。前者的平均时效与后者对比,在安山岩中提高0.53倍,在砂岩中提高0.44倍,而钻头寿命,前者比后者分别提高1.08、1.52倍。这是由于聚晶保径钻头在钻进过程中能充分发挥胎体金刚石层的作用,保径效果好。用磨料级单晶保径钻头,在胎体金刚石层未全部磨损前,钻头内外径早已磨损,影响钻头钻进效果。

从表 7 还可看出, 用聚晶保径的钻头寿命平均28—32米, 单晶保径的也达13—17米, 而钻头最高寿命, 在安山岩中达52.71米、中细粒砂岩中达113.87米, 在辉长岩和长英角岩中为46.7米。这表明, 所选择的孕镶钻头的技术特性和制造工艺较合适, 采用的钻进工艺及胎体特性适合于所钻岩石, 使用的操作规程较为合理。

五、结 语

1. 采用上述胎体成分、配比和烧结工艺试制的小口径人造金刚石钻头的钻进性能比钢粒和硬合金钻头优越。表 8 表明, 在Ⅷ级中研磨性砂岩中钻进时效比钢粒提高0.67倍; 在Ⅷ级安山岩中钻进, 其时效比钢粒提高1.14倍, 比硬质合金钻头提高1.56倍; 在Ⅶ—Ⅷ级强研磨性辉长岩及部分长英角岩中, 其时效比钢粒提高1.23倍。至于钻头寿命更显优越。这说明, 在当前生产条件下, 这种小口径人造金刚石孕镶钻头在中硬中研磨性岩石(砂岩、安山岩、辉长岩类)钻进, 其适应性良好, 也就是说, 在中硬中研磨性岩石中逐步采用小口径金刚石钻进方法代替钢粒钻进已成现实。

技 术 指 标 比 较 表

表 8

试验地	孔 号	钻头类型	钻头数	钻程数	钻进时间 (时:分)	总 进 尺 (米)	平均时效 (米/时)	时效比较 (%)	钻头寿命 (米)
本 溪	试 2	人造孕镶	8	58	165:30	149.45	0.90	214	18.68
		天然表镶	2	24	71:10	41.27	0.58	135	20.60
		硬质合金	3	3	8:05	2.00	0.25	58	0.66
	峪 228	钢 粒	10	34	120:50	51.69	0.43	100	5.13
京 西	门补 1	人造孕镶	13	139	185:38	280.89	1.51	167	21.60
		钢 粒	45	313	488:20	449.28	0.92	100	10
	门 79	钢 粒	45	313	488:20	449.28	0.92	100	10
河 南 某 矿		人造孕镶	6	60	86:03	138.52	1.61	223	23.09
		钢 粒					0.71	100	

2. 从钻头技术特性看, 金刚石孕镶钻头胎体唇面形状平面的比弧形的效果更好。这是由于该形状与孔底破碎岩石自由面一致。试验证明, 金刚石层的厚度与浓度应根据所钻岩石特性及金刚石质量合理选定。在中硬中研磨性岩石中钻进, 金刚石层厚一般为3—6毫米, 浓度75—100%, 金刚石粒度, 在现有金刚石强度1.5万公斤/厘米²以上的条件下, 宜采用60—100目。高强度钻头料的混合粒度也获得了很好的效果。聚晶保径比磨料级保径

效果好。水口数量4—6个。钻头胎体硬度控制在HRC35—45之内。

3.试验证明，金刚石钻进时效与转速呈线性关系。但是，钻具的回转稳定性是个重要的因素，如果转数高，而钻具强烈振动，必将造成钻头的早期磨损。根据现有技术条件和岩石特性，转数400—500转/分（圆周线速度1.2—1.5米/秒）为宜。随着钻头、钻具质量提高及其组合系列化、冲洗条件的改善，钻头转速可提高到800—1000转/分（圆周线速度2.4—3米/秒）。孕镶钻头是以磨削为主，适于小钻压，但是，压力过小，时效太低；压力过大，钻头寿命短。根据直径56毫米钻头试验证明，最佳压力为400—600公斤。冲洗液性质的改善对钻具防震、减小钻进阻力、降低动力消耗、提高转速、减少管材消耗和提高钻头寿命也起重要作用。在试验中采用乳化液或在清水中加太古油效果良好。泵量以45—60升/分较为适宜。并且水泵的稳定工作状态极为重要，过大或过小都会导致冲毁钻头胎体或引起烧钻。

4.现有人造金刚石孕镶钻头，在强研磨性或组织极不均匀，破碎地层中尚不适应；人造金刚石质量、钻头结构、技术性能，以及系列和品种诸方面都需进一步研究，以适应煤田钻探广泛的需要。同时，对现有配比，除着重于试验效果外，应从理论上加强分析研究，特别是胎体显微结构和物性的测试工作。由于小口径人造金刚石钻进的推广，现有钻探设备的改造和更新，绳索取心工具，小口径电测仪等都是迫切需要解决的问题。