



一、钻头的组成

人造金刚石钻头(图1),是由人造金刚石、胎体和钻头体(钢体)三部分组成。金刚石分布于钻头冠部之底面和内外侧面,而相应形成底出刃和内、外出刃,钻进时破碎井底岩石。

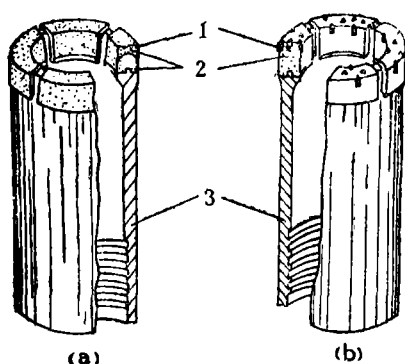


图1 人造金刚石钻头

(a) 单晶孕镶双管钻头; (b) 聚晶表镶双管钻头; 1. 人造金刚石; 2. 胎体; 3. 钻头体(钢体)

所谓胎体,是指包镶金刚石和与钻头体紧密相连的那一部分,它通常是用粉末冶金法制成的金属基体。在它上面开有内、外水槽和水口。

钻头体一般采用45号钢制成,它一端与胎体相粘合,另一端以丝扣与扩孔器相连接,钢体内腔可安放岩心卡取器。

二、钻头的种类和规格

人造金刚石钻头按其用途的不同,可分

钻头 和 扩孔器

为取心钻头、不取心钻头(全面钻头)和其它专用钻头(如套管钻头、变径钻头、扩孔钻头等)。取心钻头又分单管和双管钻头。

按照金刚石颗粒大小及其镶嵌形式的不同,可分为表镶钻头和孕镶钻头两种基本类型。

表镶钻头: 金刚石只有一层,它一颗颗分布在胎体的表层并露出一定锋刃,锋刃磨损后,往往就失去其工作能力。

孕镶钻头: 用的金刚石颗粒较小,金刚石均匀地分布在工作层的胎体中(图2)。钻进时,随胎体的磨损,金刚石就会不断地露和更新。

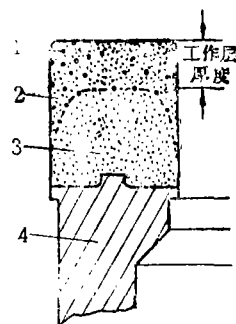


图2 孕镶钻头剖视图

1. 人造金刚石; 2. 工作层胎体; 3. 非工作层胎体; 4. 钻头钢体;

目前,我国地质岩心钻探中所用的人造金刚石钻头,主要是单晶(孕镶)和聚晶(表镶或表孕镶)钻头。

人造金刚石钻头的尺寸规格系列,尚无统一标准。冶金系统暂订系列列于下表。矿山坑道钻探常用的钻头口径为 $\phi 28$ 和 $\phi 36$ 毫

术,地表钻探常用口径为 $\phi 46$ 和 $\phi 56$ 毫米的。

钻头标称	$\phi 28$	$\phi 36$	$\phi 43$	$\phi 56$	$\phi 66$	$\phi 76$
外径(毫米)	28.5	36.5	46.5	56.5	66.5	76.5
内径(毫米)	16.5	21.5	29.5	39.5	49.5	59.5

三、钻头的合理结构

(一) 胎体性能

金刚石钻头的质量,在很大程度上取决于钻头胎体的成分及其性能。胎体的功用主要是将金刚石颗粒牢牢包镶住,并能与钢体粘合牢固,钻进时不致使金刚石轻易掉粒或掉胎环。因此要求胎体有很好的包镶能力和足够的强度,一般其抗弯强度不少于100公斤/毫米²,又要有相当的硬度、耐磨性和导热性等。

孕镶钻头对胎体性能的要求,比表镶钻头更为严格一些。孕镶钻头胎体金属的耐磨性和硬度,必须与所钻岩石性质相适应。在钻进过程中,金刚石破碎并底岩石,同时,岩石和岩粉也会磨损金刚石和胎体,随着胎体的不断磨损而使金刚石不断出露更新。因此,一方面胎体的磨损不能比金刚石磨损过慢而不能使金刚石陆续出刃,另一方面,胎体的磨损也不能比金刚石磨损过快,而使金刚石过早脱落。当前,常用“硬度”来表示胎体的这一性能。人造金刚石钻头的胎体硬度,一般在洛氏硬度(H_{RC})20~55之间,以适应各种不同的岩层。例如,对中硬完整的岩石,所用钻头的胎体硬度,通常为Rc40左右;对坚硬、研磨性大、破碎的岩石,胎体硬度以Rc50左右效果较好。

(二) 金刚石的分布、浓度和含量

聚晶钻头,金刚石的分布应保证其所划过的轨迹能复盖孔底断面,有效地破碎孔底岩石为原则,同时内外出刃要一致,颗粒分布应同心、对称,其排列方式可以采取放射

线、螺旋线等多种方式。安放金刚石的颗粒数应视金刚石大小、钻头口径和岩石性质而定。例如用 $\phi 2 \times 5$ 毫米的颗粒制造 $\phi 46$ 毫米的钻头,以镶嵌24~32颗为宜。

孕镶钻头,金刚石均匀地分布在工作层的胎体中,其层厚一般为3毫米左右。为了保持钻头口径(简称“保径”),内外侧金刚石分布要适当加强。所谓金刚石浓度,是指金刚石在工作层胎体中分布密度(或单位体积内含金刚石的重量),但一般以体积比来表示,并采用100%浓度制。这种表示法,是以一立方厘米体积中含3.52克(17.6克拉)的浓度为100%。由于金刚石的比重为3.52,100%的浓度实际上等于在体积中已全部为金刚石。若工作层胎体中每立方厘米含0.88克(4.4克拉)金刚石,便称为25%的浓度,这意味着金刚石的体积占工作层胎体体积的四分之一。过去经测定认为,大于25%的浓度,包镶金刚石的胎体金属的连结强度便将削弱,所以浓度一般不大于25%,常用的有25%、20%、15%和12.5%等浓度。另外,还有一种400%浓度制,它常用于制造砂轮,它所称的100%,实际是100%浓度制的25%。

对于特硬岩层,应选用低浓度钻头,对研磨性大的及破碎岩层,应选用高浓度钻头。

“金刚石的含量”,是指一个钻头所用的金刚石的数目,而不同于“浓度”的概念。 $\phi 46$ 和 $\phi 56$ 毫米的钻头,其金刚石含量一般为10~20克拉。

(三) 水道数目及形状

水道包括水槽及水口,其作用是保证冲洗液循环、及时排除岩粉和冷却钻头。钻头在一定压力下,在井底高速回转,若冲洗液不足或中断,就会产生高温,使钻头迅速发热,轻则烧损金刚石,重则把钻头完全熔化,即所谓烧钻。故金刚石钻进,保证钻头水道畅通和结构合理,是极其重要的。

水道数目及形状,取决于钻头直径、岩石性质、金刚石粒度、出刃程度和冲洗液种类。

$\phi 46 \sim \phi 56$ 毫米的人造金刚石钻头,一般采用4~6个均匀分布的直水口及水槽,在钻进中,随钻头不断磨损,应及时修整加深水口,以保证合理的冲洗液量。通常是,钻进软的、粘结性强的或岩粉颗粒大的岩层,应增加水道数目及其断面尺寸,对硬的或破碎的岩层,水道则不宜过大和过深。

为了减少水力损失,水道方向可斜开或螺旋开,与钻头的旋转方向相反。为避免水流和岩粉对水口的冲蚀,可在冲遇面加硬质合金片或人造金刚石聚晶保护。

(四) 唇部形状

人造金刚石钻头唇部形状,常用的有平底形、弧形和阶梯形(图3)。孕镶钻头多采

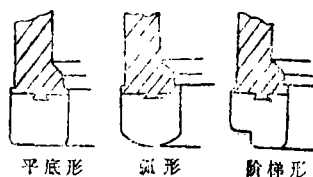


图3 钻头唇部形状

用平底形或微弧形,弧形的常用于大颗粒单晶表镶钻头。聚晶钻头(特别是手镶的)采用平底形则便于制造。阶梯形适用于绳索取心钻头或单管厚壁钻头。此外,还有锥形、锯齿形等等,以适应在不同的岩层中钻进。

四、钻头的制造

人造金刚石钻头的制造方法,分为手镶法、电镀法和粉末冶金法。

(一) 手镶法

是一种古老而简单的方法。此法使用的

金刚石颗粒要大,用手工直接把它钎镶在钻头体上(先钻眼后钎镶)。当前的人造金刚石聚晶,由于耐热性较差,所以采用手镶法有一定好处,但此法不易保证金刚石包镶牢固和钻头尺寸的精确。

(二) 电镀法

即以电镀方法将金刚石固结到钻头体上,这属于低温制造钻头的方法。整个过程都不超过 150°C ,因而有利于保持金刚石固有的性质而不被高温损伤。这是发展中的一种新工艺。

(三) 粉末冶金法

将金刚石包镶在用粉末冶金法烧结成的合金胎体中,这也是目前被广泛采用的方法。这里又分为热压和浸渍两种。

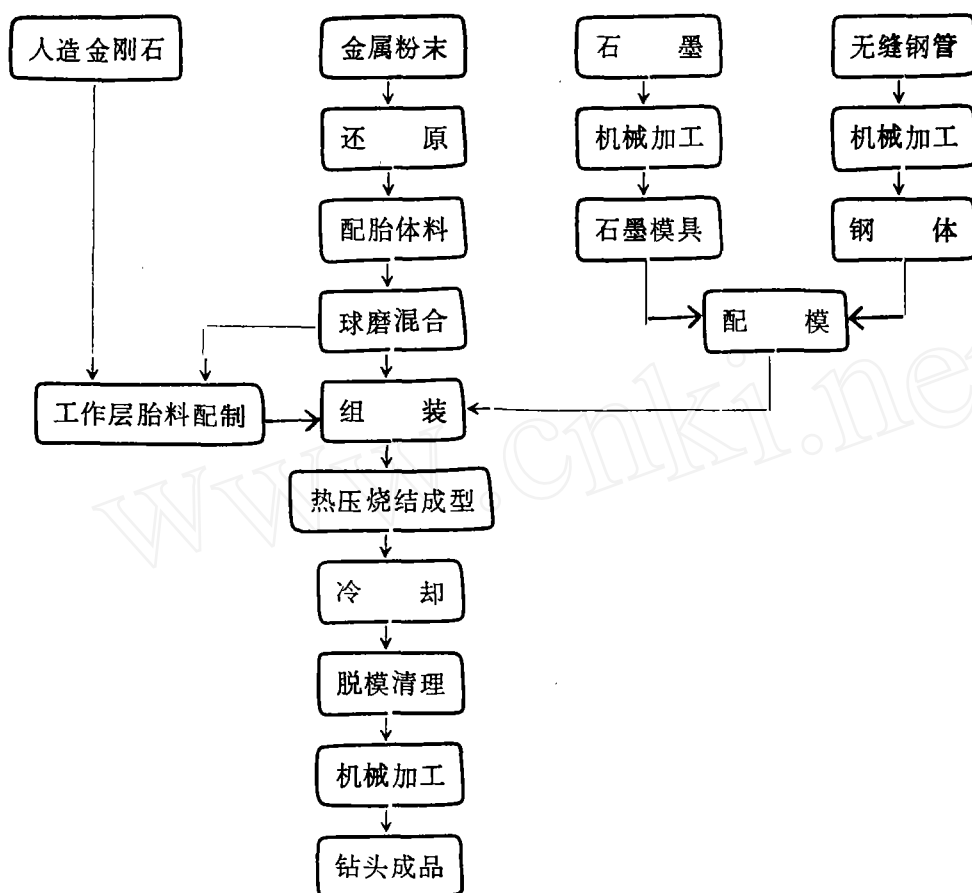
1. 热压法

用的是石墨模具,特点是使钻头的成型和烧结同时完成。其工艺流程见流程表。

制造中,首先应根据岩石特性,选用合适的人造金刚石和胎体材料。胎体成份有许多种,但它主要由二部分组成:一是作为骨架的高熔点材料,一般采用碳化钨或钨钴合金粉,这些材料能形成胎体的硬质点,使之具有高的硬度和耐磨性;二是低熔点金属材料(称为粘结金属),其作用是在烧结过程中形成液态,充填于骨架之间,将金刚石、骨架和钢体粘结在一起。粘结金属一般为铜基合金,以铜为基,加入适量的钴、镍、锰等。当改变骨架成分和粘结金属的百分比时,可获得不同硬度的胎体。

为了使钻头的尺寸符合要求,石墨模具尺寸必须精确。要有较高的表面光洁度和足够的强度。要根据钻头规格给定的胎体高度和金刚石层厚度以及金刚石强度进行计算、称量和配料。孕镶钻头工作层的金刚石必须与合金粉混合均匀。在组装时,先在石墨模具中换放金刚石层,然后再放合金粉料,最后放上钢体。组装完毕即可进行热压。

热压法按其加热方式又分为感应加热和



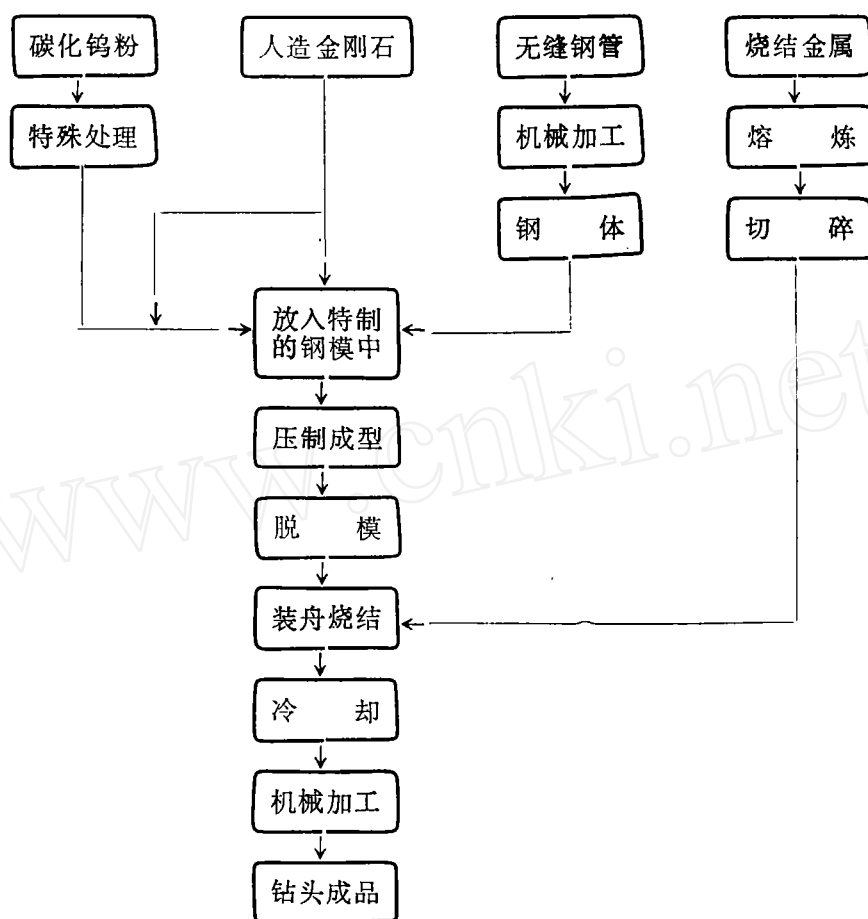
热压法流程表

电阻直接加热两种：（1）感应加热。加热设备常用中频机组，或可控硅中频电源。将组装好的石墨模子置于感应圈中，当中频电流输给感应线圈，线圈中便产生强大的交变磁场，使石墨模随之产生相应的感应电流而迅速升温，胎体粉末也随之加热到塑态温度，同时施加一定压力，压力通过钻头钢体传递到胎体粉末，使其收缩到致密状态，然后保温一定时间，即可卸压出炉，置于石灰或石棉粉中缓冷。（2）电阻直接加热。是将组装好的石墨模具，置于上下两个电极之间作为电阻，然后通入电流使其加热升温。加热设备为一台调压器和一台低压、大电流的变压器。加压可由机动或手动千斤顶进行。这种方法的特点是，设备简单，容易上马，但生产效率不如感应加热法高。

2. 浸渍法

此法的工艺特点是，钻头的压制成型与烧结分开，胎体中的粘结金属是在烧制过程中逐渐渗入的。它压制成型用的是钢质模具，烧结时用的是石墨舟。其工艺流程见流程表。

先将金刚石和一定量经过特殊处理的碳化钨粉，放入特制的钢模中，然后再放上钻头钢体，在常温下用压力机将上述三者压制成型，退模后钻头便已成型。但胎体只是个骨架，没有连结强度，需将它与粘结金属一起放入石墨舟内，置于加热炉中，在氢气保护或真空条件下烧结，使粘结金属熔化并渗入到骨架中的孔隙去，与碳化钨形成合金化，把金刚石包镶住，同时与钢体也焊接牢固。这种方法由于使用钢质模具，钻头尺寸规矩，模具使用寿命长，可连续烧结，便于大批生产。但加热时间较长，烧结时需要气



浸渍法流程表

体保护或真空条件。

此外,还有一种使用石墨模具,成型和烧结同时进行的浸渍法,主要用于制做形状复杂的钻头。

五、扩孔器

人造金刚石扩孔器的结构与钻头相类似

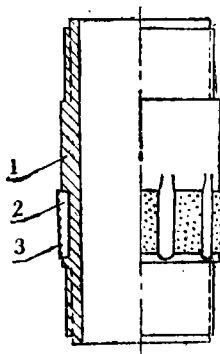


图4 扩孔器结构示意图

1. 钢体; 2. 胎环;
3. 人造金刚石

(图4)。它是由人造金刚石、胎环、及扩孔器钢体所组成。但它工作部分只在胎环的外圆上,在胎环中,开有水槽。扩孔器是配合钻头使用的,它上接岩心管,下接钻头。扩孔器的作用是修整孔壁,保持均匀的孔径,以防止钻头因磨损而导致钻孔直径随之缩小,以至新钻头下不到井底。同时,扩孔器又具有稳定钻具,减少钻头在钻进时摆动的作用。人造金刚石扩孔器的外径一般比钻头外径要大0.3~0.5毫米。由于扩孔器仅仅轻微磨修孔壁,所以磨损较慢,每个扩孔器一般可以配用好几个钻头。

扩孔器由于其胎环居于整个钢体之中部,因而制造上的难度要比钻头制造大的多,需要有专门的模具和工艺才能完成。