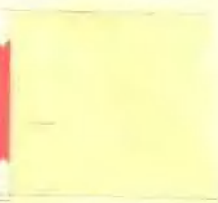


取芯钻头现状与发展

江汉石油管理局钻头厂

一九八八年九月



076897

贈

国内外石油科技
水平调查



取 芯 钻 头 现 状 与 发 展

张 坤 华

5971/05



贈

江汉石油管理局钻头厂

一九八八年九月

取芯钻头是钻井取芯的必不可少的重要工具。人们要直观的认识地层，获取第一性的地质资料，借助取芯钻头钻取地下岩芯。随着石油勘探技术的不断发展，特别是应用金刚石钻头取芯，取芯钻头的种类不断增加，结构型式、材质、工艺不断创新，适用范围不断扩大，使用指标不断提高。

了解当今国、内外取芯钻头的发展动向，加速我国取芯钻头技术的发展，在短期内赶超世界先进水平，加快我国油田勘探开发的速度将有重要的意义。

前 言

一、取芯钻头的分类

1、常规取芯钻头

① 硬质合金镶齿取芯钻头

② 牙轮取芯钻头

2、金刚石取芯钻头

① 天然金刚石取芯钻头

② 热稳定聚晶金刚石取芯钻头

③ 复合片取芯钻头

④ 人造单晶金刚石取芯钻头

二、八十年代进入了金刚石取芯钻头新时代

1、金刚石取芯钻头的优越性

2、金刚石取芯钻头的结构特点

3、金刚石取芯钻头的制造工艺

4、金刚石取芯钻头的适用范围

5、金刚石取芯钻头的使用情况

三、国内外生产取芯钻头的厂家及其主要产品介绍

四、结论与建议

取芯钻头是钻井取芯的必不可少的重要工具。人们要直观的认识地层，获取第一性的地质资料，借助取芯钻头钻取地下岩芯。随着石油勘探技术的不断发展，特别是应用金刚石钻头取芯，取芯钻头的种类不断增加，结构型式、材质、工艺不断创新，适用范围不断扩大，使用指标不断提高。

了解当今国、内外取芯钻头的发展动向，加速我国取芯钻头技术的发展，在短期内赶超世界先进水平，加快我国油田勘探开发的速度将有重要的意义。

一、取芯钻头的分类：

目前取芯钻头一般分为两大类：

1、常规取芯钻头

(1)、硬质合金镶齿取芯钻头，这是我国80年代前主要使用的取芯钻头。它是用硬质合金作切削齿，破碎地层切削岩芯。合金齿主要采用镶焊的方式固定在钻头体上。钻头的结构形状有：刮刀式取芯钻头（如六翼、三阶梯刮刀取芯钻头）。这种钻头结构较简单，制造方便，适用于硬地层取芯。合金齿的形状有：圆柱状、长方柱状、八角柱状，还有针状。针状合金取芯钻头七十年代在国内研制曾取得较好的效果，但没有推广使用。

(2)、牙轮取芯钻头

①、钢齿牙轮取芯钻头，有四牙轮、六牙轮的结构。在铣齿牙轮的表面上加焊硬材料，提高钻头的耐磨性。如美国R E E D公司的C R 2 4 1型取芯钻头（见图24），这种钻头一般适用于软至中硬地层取芯。

②、镶齿牙轮取芯钻头，也有四牙轮、六牙轮的结构。牙轮的镶齿工艺与镶齿三牙轮钻头大体相同。根据适用地层软硬不同，采用齿形不同，如刮刀齿适用于硬至极硬地层，以压碎和冲击的方式破碎高研磨性的地层。

美国休斯公司1908年已生产出滚轮式取芯钻头，这种钻头

装有可转动的截锥形的滚轮，轮上开有齿锯形牙齿以破碎环形面积的地层。牙轮和轴是用淬火钢制造的（见图2）

上海第一石油机械厂生产的 $8\frac{1}{2} \times Q6$ 型六牙轮取芯钻头（见图25），在辽河油田古潜山震旦系硬地层取芯，每只平均进尺2.5米，平均机械钻速1.1米/小时，比硬质合金齿取芯钻头进尺提高6.5倍，钻速提高3.3倍，上石厂还生产 $XQ4$ 型四牙轮取芯钻头，如图26所示。

2、金刚石取芯钻头

用天然金刚石及聚晶金刚石钻头取芯，国外在七十年代已普遍使用。80年代初又发展并推广使用了复合片取芯钻头及热稳定聚晶金刚石取芯钻头，使取芯钻头技术跨进了一个新的时代。

金刚石取芯钻头一般可分为四大类：

(1)、天然金刚石取芯钻头

是用优质天然金刚石作为切削刃的取芯钻头。金刚石颗粒直接烧结在抗冲蚀，抗磨性好的碳化钨胎体冠部上。金刚石尺寸从1克拉到1/20克拉，这类钻头适用于中硬至坚硬的地层取芯。当前，它是高研磨性硬地层取芯最有效的工具。

天然金刚石最早是应用在取芯钻头上，用它来对付其它类型取芯钻头对付不了的硬地层。早在1860年，美国已用小颗粒的天然金刚石镶装在金属的钻头体上，用于硬地层取芯（见图3）。

(2)、热稳定聚晶金刚石取芯钻头

国外称“巴拉赛特”取芯钻头，也称TSP取芯钻头或BDC取芯钻头。这是近年开发的金刚石取芯钻头新产品。它采用具有自锐作用的人造热稳定聚晶金刚石作为切削刃，直接烧结于碳化钨钻头胎体冠上。这种聚晶金刚石可耐1200℃的高温，热稳定性好，比天然金刚石的抗破碎性高，其近用的地层范围较广。在中软至硬地层取芯都可获得很好的效果。

(3)、聚晶金刚石复合片即PDC取芯钻头

复合片是由薄层人造金刚石和碳化钨的基片组成，它是在高温高压下钎焊成牢固的整体切削元件。金刚石层是由许多微小晶粒组成，晶粒以下不规则方向组成，使之强度大，抗磨性高。

(4)、人造单晶金刚石取芯钻头

这种钻头是用人造单晶金刚石作为切削刃，人造单晶金刚石的耐磨性及抗冲击性很好，适用于坚硬而破碎的地层取芯，在前一时期，国内有不少部门进行研制，采用孕镶金刚石的制造工艺。

二、八十年代进入了金刚石取芯钻头新时代

随着金刚石钻头技术的发展，八十年代取芯钻头进入了以金刚石钻头为主的新时期。

1、金刚石取芯钻头的优越性

①、金刚石取芯钻头与常规普通硬质合金取芯钻头相比，具有

很大的优越性，国内各油田的取芯实践证明了这一点。

四 四川局80年以前取芯收获率低于80%，平均单筒进尺不到4·5米，1981年逐步用天然金刚石取芯钻头取代硬质合金钻头（到时配备新型取芯工具），1984年，收获率提高到94%，单筒进尺平均为9·68米，提高了1·2倍。

华北油田使用金刚石取芯钻头，在沙河街地层取芯，比硬质合金钻头的收获率提高了8%，机械钻速提高了2·4~2·7倍，单筒进尺提高了1·7~2·5倍，每米取芯成本降低了20%以上。

大庆油田使用引进聚晶金刚石取芯钻头，机械钻速提高了2·7倍，单筒进尺提高了1·8倍，每米取芯成本降低了60%。

辽河油田使用金刚石取芯钻头，收获率提高54%，机械钻速提高了5倍，每米取芯成本下降了1·8倍。

江汉油田87年使用FQ3型PDC取芯钻头（见图5），在16口井上使用钻头18只，比普通取芯钻头的机械钻速提高了4倍。

大港油田的RQ3型聚晶金刚石取芯钻头（见图4），已在几个油田推广使用，平均进尺比硬质合金齿取芯钻头提高7·1倍，钻速提高1·96倍，每米成本降低30~80%。

②、PDC及聚晶金刚石取芯钻头具有以下特点

A、切削齿有自锐作用，机械钻速高；

B、对地层适应性强，使用范围广；

C、适用于低钻压、高转速，有利于保证井身质量，减少对岩芯的冲刷，取芯收获率高；

D、钻头使用寿命长，进尺多，适用于中、长筒取芯。

E、每米取芯成本低，经济效益好。

2、金刚石取芯钻头的结构特点

(1)、钻头的冠部轮廓

钻头的冠部形状影响钻头的稳定性及清洗作用，不同冠部形状的钻头，适用于不同硬度的地层，其形状有以下几种：

①、外阶梯形（见图1~1），适用于软地层取芯；

如CD512型（见图15）

②、抛物线形（见图1~2），适用于软至中软地层取芯；

如RC473型（见图14）、C18型（见图6）

③、双锥形（见图1~3），适用于中软至中硬地层取芯；

如SC226型（见图16）、CT63型（见图10）

④、半圆形（见图1~4），适用于硬至极硬地层取芯

如SC249型（见图17）、C23型（图9）

CVHR型（见图22）

(2)、钻头的水力布置

①、水孔及流道的数量、大小、形状、喷嘴角度等因素均影响钻头的清洗效果。

流道的形状主要有：辐射式、分流式及螺旋式

辐射式流道适用于较软地层、金刚石颗粒较大，布齿较稀，这种流道可以获得快速清洗钻头面部的效果。

分流式流道适用于较硬的地层，布齿较密。分流式流道可以改变液流方向，迫使液流横跨布齿台，从而加强了清洗效果。

螺旋式流道也适宜于中至硬地层。

②、排屑槽设计的数量，一般是随着钻头直径的增大而增多，排屑槽的形状主要有楔形、扇形及半圆形。排屑槽的宽度及深度应综合考虑充分清洗钻头的排屑效果及保径面的有效保径面积。

(3)、切削结构

切削齿是破碎地层的工具，是构成钻头最重要也是成本最高的零件。影响钻头破碎效率有以下因素：

①、切削齿的形状和类型

A、PDC片主要有圆形、楔形及半圆形等也可交错排列组合使用。

B、聚晶金刚石(TSP)片主要形状有圆片形、立方体形(三角形、八面体等)及圆柱形，是多晶体人造金刚石，圆柱体耐磨，多用于台肩及保径部位。

C、天然金刚石用于切削齿的多用黑色金刚石及经处理的西非金刚石，这种金刚石耐磨性及抗冲击性好，而价格较低廉的刚果金刚石则用于钻头的内、外保径。

②、切削齿的大小

对于PDC取芯钻头，国外多用标准直径 $\frac{1}{8}$ 英寸的片，也有0.3、0.7、1，甚至2英寸大直径的复合片。

对天然金刚石取芯钻头一般软地层采用大颗粒（1~3粒/克拉）金刚石，中软至中硬地层用中颗粒（4~7粒/克拉），硬地层则用小颗粒的金刚石（8~15粒/克拉）。

③、布齿方式

一般有辐射式、螺旋式，PDC钻头还有直刮刀式的布齿。

另外布齿的密度，齿的出露高度及露齿形状，都与地层硬度及岩性密切相关。

3、金刚石取芯钻头的制造工艺

PDC取芯钻头的钻头体有钢体及胎体两种。胎体的制造工艺较复杂，成本要高些，但胎体是一只钻头用一套模具，可灵活改变设计，随意加工出复杂的外形，同时规径部位可以用天然金刚石保径，胎体比钢体更耐冲蚀。

(1)、钢体PDC取芯钻头

①、用经处理的优质合金钢作钻头体材料，先加工出钻头冠部

形状（并车出丝扣与上接头连接）。

②、在钻头面上，用专用工艺装备钻铤齿孔，水孔，并加工出水道及排屑槽。

③、切削齿可采用冷压过盈配合，焊接或电镀等方法固定在钻头体上。

④、对钻头钢体表面作“硬化”处理。

⑤、加工上接头，组装焊接，磨钻头规径。

(2)、胎体PDC取芯钻头

①、先加工一套与钻头形状一致的石墨（或其它耐高温材料）凹模，在模具内腔铣齿穴及齿槽。

②、用石墨、型砂、粘土等材料予制成切削齿，排屑槽，水道、喷嘴等的替代件，按设计要求组装于模具内。

③、钻头体的心部予制了环状的钢心。

④、模具组装好后，装入WC、W₂C、Ni等金属粉末及钢合金浸渍剂，然后置于炉中高温烧结。

⑤、卸去模具，清除替代物，将PDC片用低熔点合金钎焊于钻头体上。

⑥、加工上接头，总装焊接，磨保径面即可完工。

(3)、天然金刚石及聚晶金刚石取芯钻头均是胎体式钻头，因面与胎体PDC取芯钻头的制造工艺大体相同。都是一只钻头用一套模具加工。

所不同的是,金刚石(或聚晶齿)是预先放在模具内,置于炉中直接烧结在钻头体上。

目前国外生产金刚石钻头的主要厂家及国内的引进厂,大体上是采用这一套先进的制造工艺,同时,还使用先进的设备及优质的材料,因而保证了钻头的高标准、高质量,从而获得高的使用指标。

4、金刚石取芯钻头的适用范围

传统的天然金刚石钻头,由于其耐磨性高,适用于硬地层取芯。而PDC切削齿的刃面刃尖两个方向均有自锐作用,它在较低的钻压下,即可切入岩石,然后在扭矩作用下向前移动剪切岩石。这样就可实现高效率的破碎软至中的地层,获得高钻速。热稳定聚晶金刚石,它是在高温高压下烧结而成,可耐1200℃高温。它是人造多晶体,不会产生内部晶体断裂面,而可使用大颗粒的聚晶切削齿,克服了PDC齿不耐高温的局限性,而适用于中软至中硬地层取芯钻进。

这三个系列的金刚石取芯钻头完全可适应从较至极硬地层的取芯,不但可提高机械钻速及收获率,而且扩大了使用范围,见表1所示。

5、金刚石取芯钻头的使用情况

(1)、天然金刚石取芯钻头,由于原材料的原因,国内过去生产较少,从国外进口一些钻头曾在国内一些油田的深部地层取芯,取

得了较好效果，使用指标列于表2。

(2)、聚晶金刚石取芯钻头近年发展迅速，国内有关部门及厂家都在积极研究开发新产品，如大港油田机修厂，已成功的研制了RQ3型聚晶金刚石取芯钻头，已先后在八个油田使用效果很好。

华北二勘太行修造厂，82年即开始研制。目前已小批量的生产，如B2152Z-1型钻头在华北、中原等地使用效果也很好（见表2）。

地矿部钻井研究所也研制成功SJ JQ861型三角聚晶金刚石取芯钻头，适用于中硬至硬地层。

据国外资料介绍，在美国威林斯顿盆地具有研磨性的灰岩用热稳定聚晶金刚石取芯钻头取芯，机械钻速为1.83米/时，比用其它钻头取芯每米成本可节约105美元。

美国克里斯坦森公司生产的SC-279型热稳定聚晶金刚石取芯钻头，85年7月在LOST SOLDIER油田取芯，一只钻头取芯27筒，总进尺为157.7米，机械钻速为0.86米/时。

(3)、复合片取芯钻头

随着复合片全面钻进钻头的迅速发展，复合片取芯钻头近年在国外已广泛应用。如美国克里斯坦森公司生产的复合片取芯钻头（见图12、13、14），使用压力密闭取芯工具，在软至中硬

地层取芯，曾获得36米/时高的机械钻速。

近年国内各厂家也相继研制。如江汉钻头厂、胜利油田钻井院、武汉地质大学等都已取得初步的成果，有的已小批量生产使用，使用指标见表2。

(4)、人造单晶金刚石取芯钻头国内在70年代已开始研制。大港总机厂、地矿部无锡钻探工具厂以及胜利、长庆、新疆等油田都作了大量工作。这种钻头在硬地层取芯可取得较好的效果，具体指标见表2。

三、国内外生产取芯钻头的厂家及其主要产品介绍

1、国外取芯钻头主要制造厂家及其产品型号列于表3，并参看图6~图24。

2、国外生产取芯钻头的主要厂家及厂址，列于表4。

3、国内生产取芯钻头的主要厂家及厂址，列于表5。

四、结论与建议：

过去，我国生产取芯钻头多是油田的机修厂，为解决本地生产需要而进行小批量的，作坊式的非正规化生产。钻头的规格型号，连接螺纹及与之配套使用的取芯工具等也不统一，处于无标准生产的状态，这是不利于取芯技术的发展。

80年代以前，我国主要使用常规取芯钻头。新型的复合片及热稳定聚晶金刚石取芯钻头近年发展较快，但多处于研制及小批量

生产的阶段，还没有全面推广应用。

据近几年的统计，石油部的取芯进尺占总钻井进尺的0.5%左右，到1990年，全国将要取芯10万米左右。要加快勘探开发油田的速度，在加快发展全面钻进钻头的同时，也必须加快发展取芯钻头，笔者认为，当前应解决以下几个问题：

(1)、加强科研攻关，提高取芯钻头的机械钻速和单筒进尺。目前全国取芯平均机械钻速为0.5米/时左右，平均单筒进尺低于5米。应在3—5年内把平均机械钻速提高到1米/时，平均单筒进尺高于8米。

(2)、尽快完善全金刚石取芯钻头品种、规格、型号配套，充分满足全国油田各种取芯的需要。

(3)、大力发展推广使用全金刚石取芯钻头，特别是复合片及热稳定聚晶全金刚石钻头的研制，批量生产与应用。采用新工艺，推广新技术，而关键是提高切削齿（复合片及聚晶齿）的质量，使国产片在短期内赶上世界先进水平。

(4)、加快改变目前各部门小作坊生产形式，要整顿工艺，加强标准化与协调工作，切实贯彻最近新颁布的全金刚石取芯钻头部标准。

(5)、目前成都厂与美国克里斯坦森公司合资经营全金刚石钻头公司，江汉厂引进休斯全金刚石钻头设计制造技术。应加快吸收消化国外的先进经验，以大批量的新型优质全金刚石取芯钻头供应全国。而