

柱状聚晶金刚石钻头

地质矿产部无锡钻探工具厂 张荣清

自从六十年代末我国研制成功人造金刚石聚晶以后,首先用作金刚石钻头和扩孔器的保径材料,不久又在油井钻头上用作切削具。随着我国人造金刚石合成技术的迅速发展,聚晶体的规格不断增加,抗磨损性能有了很大提高,用聚晶体作切削具制作地质钻探钻头的条件日趋成熟。本文拟概略介绍一下柱状聚晶钻头的设计与应用。

(一)柱状聚晶钻头的设计

1. 聚晶体的选择 国产聚晶体的规格有近10种(从 $\Phi 2 \times 4$ mm到 $\Phi 6 \times 6$ mm)。从抗磨损性能来看, $\Phi 2$ mm左右的小颗粒聚晶的磨耗比一般在1:30000以上,直径大于 $\Phi 4$ mm的粗颗粒聚晶的磨耗比一般在4:45000以上。从聚晶体的工艺条件及单件成本分析,小颗粒聚晶单次合成产量较高,一般为12~14颗,单件成本低;而粗颗粒聚晶由于结构尺寸大,单次合成产量低,一般为2~4颗,单件成本高。因此,用小颗粒聚晶制造钻头,造价比粗颗粒聚晶低。从钻岩特点分析,小颗粒聚晶有类似孕镶钻头的特点,可以保持恒速钻进,而且钻头有较长的寿命。从目前国内资源条件分析,小颗粒聚晶来源广,而且对磨耗比的要求可以比粗颗粒

的低些,适于制作岩心钻探钻头,常用的规格有 $\Phi 2 \times 4$ 、 $\Phi 2.5 \times 4$ mm。

2. 聚晶的镶嵌

1) 柱状聚晶在钻头上采用轴镶式镶嵌,即聚晶轴线与钻头中心线平行。聚晶的排列方式有:(1)螺旋刮刀式(图1a),即聚晶在扇形块上排列成一翼螺旋刮刀;(2)犁头式(图1b),即聚晶在扇形块上排列成犁头状;(3)棋盘式(图1c),聚晶在扇形块上均匀分布;(4)放射式(图1d),聚晶在扇形块上成放射状交错排列。

2) 聚晶的排列密度直接影响钻头的时效与寿命。密度高,则时效低,综合钻探成本高。笔者早期设计的聚晶钻头采用了类似粗粒天然金刚石表镶钻头的排列密度,钻头时效较低,在大理岩中钻进,仅为1.5m/h

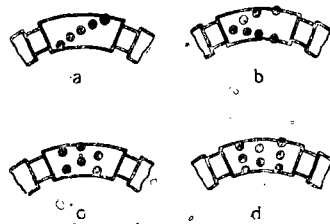


图1 聚晶排列方式

而且能使这些反射波具有尽量大的能量,最终确定最佳的炮检距范围还应考虑压制干扰波的因素。

本文在撰写过程中得到了江苏省煤田物测队的支持,谨表谢意。

参 考 文 献

- [1] 赵志超编译, 横波地震勘探法, 《石油物探译丛》, 1981, 1。
- [2] 戈革等编, 《地震波动力学基础》, 石油工业出版社, 1980, 6。

左右。经试验,聚晶排列密度为13~18% (聚晶体圆截面之和与胎体截面积之比值)时,钻头工作性能较好。由此排列密度,可以算出各种规格金刚石钻头的聚晶镶嵌量(表1)。

表1

钻头规格 (mm)		类型	水口 (个)	聚晶规格 (mm)	聚晶投入量 (颗)	
外径	内径				底刃	保径
56	39	普双	6	$\Phi 2 \times 4$	44~60	8~12
59	41.5	普双	6	$\Phi 2 \times 4$	48~66	8~12
66	49	普双	8	$\Phi 2 \times 4$	52~70	10~14
75	54.5	普双	10	$\Phi 2 \times 4$	58~90	12~16
59	36	绳索	6	$\Phi 2 \times 4$	60~82	10~14
75	49	绳索	10	$\Phi 2 \times 4$	78~108	14~18
91	62	绳索	12	$\Phi 2 \times 4$	108~150	16~20

3)出刃量的大小与时效有很大关系,出刃量大,时效就较高。但过高的出刃量,聚晶容易折断和掉粒。为了增加时效,可采用高出刃,出刃量为1.3~1.6mm。

3.支撑体的设计 在钻进过程中,聚晶除受轴向压力作用外,还要承受切向力和摩擦力的作用(图2)。为了防止聚晶折断,在聚晶体切削方向的背面设置坡形支撑体(图3),有利于提高聚晶体的承载能力。

4.唇面形状选择 唇面形状对钻头的稳定性有很大影响。由于聚晶的出刃比较大,钻头在钻进中,稳定性显得十分重要。唇面形状可分为圆弧形、单阶梯形、双阶梯形等。阶梯形唇面的优点是,能增加井底破碎岩石的自由面,缺点是钻进时井底形成阶

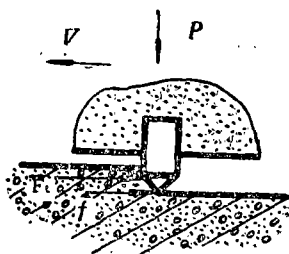


图2 聚晶受力状况

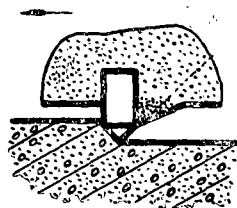


图3 支撑体示意图

梯形,钻头接触井底时边刃聚晶容易折断;圆弧形唇面的钻头钻出的井底呈弧形,能对新更换的钻头构成稳定的井底条件,从而防止边刃折断,延长钻头寿命。

5.水口设计 由于聚晶出刃较大,冲洗液在钻头唇面下有较大的漫流间隙,因此钻头的截面积不宜过大,可采用类似表镶钻头的水口结构——5×6mm的矩形水口。这样,聚晶由于在钻进中磨损很慢,唇面下漫流间隙变化很小,直到聚晶近于磨平,钻头停止使用时,水口的形状、结构基本没有多大变化。

6.保径材料选择 为了使聚晶钻头具有较长的使用寿命,一般仍用聚晶作保径材料。因为聚晶钻头主要用于软岩钻进,其内外径的磨损量很少,所以用作保径的聚晶量应比孕镶钻头少。各种规格钻头的用量可参见表1。

7.胎体材料及钻头制造工艺 柱状聚晶钻头可采用表镶式钻头的胎体材料,即以铸造碳化钨作骨架,以铜合金作粘结剂。钻头制造工艺选用无压浸渍法为宜。这种工艺的特点是成型时不加压,因此聚晶不易移位和偏斜,钻头质量比较稳定。

(二)柱状聚晶钻头的钻进试验

1.排列密度对钻头性能的影响 聚晶排列密度在一定程度上反映钻头切削点的数量。在钻压一定的情况下,密度大,单颗聚晶上的载荷就小,钻头的时效就低。通过排列密度不同的钻头在大理岩中的钻进时效对

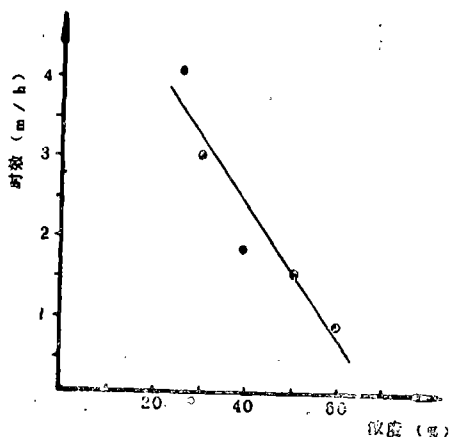


图4 不同排列密度钻头的时效对比

比(图4)可以看出,随着排列密度的升高,时效明径下降,当密度为15%时,钻头的时效最高。当然,密度也不是越低越好,密度过低钻头耐磨性太差,寿命就短。在试验中还发现,排列密度大的钻头,由于钻进时效低,钻进综合成本很高,因此,没有应用价值。

2. 岩石性质对钻头性能的影响 为了确定聚晶钻头的应用范围,进行了多种岩层的钻进试验。试验的钻头为 $\Phi 56\text{mm}$ 普通双管钻头,所镶聚晶的规格为 $\Phi 2 \times 4\text{mm}$,磨耗比大于1:35000,排列密度为15%。从试验结果可以看出(图5),聚晶钻头钻进灰岩、大理岩等软~中硬地层,寿命较长;钻进硅化大理岩,由于地层软硬变化,钻头寿命仅为前者的三分之一;钻进花岗岩时,钻头进尺不足1m;钻进坚硬的燧石,仅能进尺几厘米就不再进尺。

岩石性质对钻头的时效影响很大。聚晶钻头钻进压入硬度为 150kg/mm^2 的大理岩、灰岩时,平均效率达 $2.5 \sim 3.0\text{m/h}$,最高可达到 $5.0 \sim 7.0\text{m/h}$;钻进压入硬度为 $450 \sim 600\text{kg/mm}^2$ 的花岗岩时仅为 $0.1 \sim 0.2\text{m/h}$;而钻进坚硬的燧石时,聚晶尖部磨平后就不再进尺(图6)。钻进裂隙性地层时,由于岩石破碎聚晶容易折断,所以

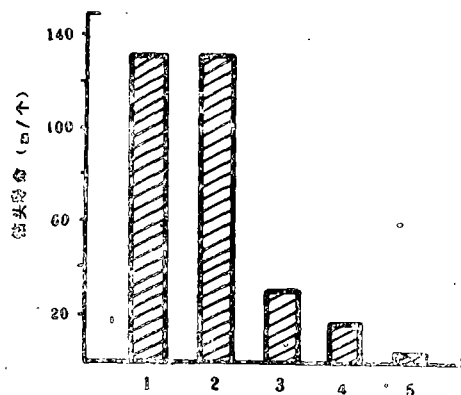


图5 岩层与钻头寿命的关系

1—灰岩; 2—大理岩; 3—硅化大理岩; 4—白云岩; 5—花岗岩

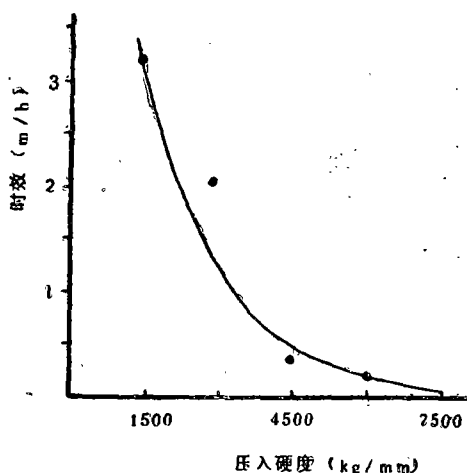


图6 岩石硬度对时效的影响

钻头寿命大幅度下降(表2)。

(三) 柱状聚晶钻头的应用范围

聚晶钻头只适合钻进软~中硬岩层,按岩石可钻性分级,主要适用于以下两类地层:

1. III~VI级、部分VII级的煤系地层 常见的岩层有各种页岩、粉砂岩、砂岩、泥岩和煤层。这些岩层除硬砂岩外,大多研磨性较弱,对聚晶金刚石的磨耗不大。

2. IV~VI级、部分VII级碳酸盐地层 如石灰岩、大理岩、白云岩等。这类岩层研磨性小,硬度不高,对聚晶金刚石的磨耗较小,钻头可取得较长的寿命和较高的时效。

表 2

序号	钻 头 参 数						钻头数 (个)	岩 石 状 况			使 用 效 果		
	规格	类型	聚晶规格 (mm)	聚晶数量 (颗)	胎体硬度 (HRC)	镶嵌 形式		岩石名称	级 别	完整性	进 尺 (m/h)	时 效 (m/h)	钻头费 (元/m)
1	Φ56	普双	Φ2×4	42	35~40	表镶	40	灰 岩	V~Ⅶ	完 整	125.5	2.2	1.76
2	Φ56	普双	Φ2×4	42	35~40	表镶	5	灰 岩	V~Ⅶ	破 碎	35.4	2.1	6.21

(四) 柱状聚晶钻头的钻进工艺

1. 钻进参数 合理的钻进参数是聚晶钻头取得良好技术经济指标的关键因素之一。聚晶钻头的聚晶排列密度比表镶金刚石的浓度低得多；另一方面，由于聚晶钻头出刃较大，钻压过大易使聚晶折断。因此，钻压不宜大，转速也不宜开得很高，推荐采用表3所列钻进参数。

2. 操作技术

(1) 新钻头在初次使用时，钻压要轻，随着聚晶的磨损，再逐渐增加钻压，尤其是钻头刚接触孔底时，压力要小，操作要稳，给进速度要慢，待进尺100~200mm后，

再增大至正常数值。

(2) 要适当控制时效，避免因时效过高，聚晶过早磨损。

(3) 孔底要干净，钻具下到孔底前或提钻之前，均需增大泵量。

(4) 转速要适当，转速过高钻具振动大，聚晶易折断和断裂。

(5) 要适当增大冲洗液量。因聚晶钻头出刃大，对软~中硬岩石吃入量大，因而时效高、岩粉多，所以冲洗液排量应大些。

(五) 应用效果

按以上设计原则设计的聚晶钻头，分别在安徽、山东、福建和湖北等地进行了试验，主要钻进地层是Ⅳ~Ⅵ（部分Ⅶ级）灰岩和大理岩，以及Ⅲ~Ⅵ级煤系地层。正常磨损的钻头平均寿命为100~140m/个，最高为219.8m/个；平均时效为2.3~3.5m/h，最高时效为5~7m/h（表4）。

(六) 小结

通过生产试验可以认为：

(1) 聚晶后侧设置支撑体，可以有效地防止聚晶折断，提高聚晶出刃量，从而有利于提高钻头寿命和钻进时效。

表 3

规 格 (mm)		钻 头 类 型	钻 进 参 数		
外径	内径		钻 压 (kg)	转 速 (r/min)	流 量 (l/min)
56	39	普通双管	400~750	500~800	30~50
59	41.5	普通双管	450~800	500~300	35~55
66	49	普通双管	500~850	450~750	45~65
75	54.5	普通双管	600~900	400~700	60~80
59	36	绳 索	500~900	500~800	35~55
75	49	绳 索	600~1000	450~750	60~80
94	62	绳 索	750~1200	400~700	70~100

表 4

序号	钻 头 参 数						钻头数 (个)	岩 石 状 况		使 用 效 果		
	规格	类型	聚晶规格 (mm)	聚晶数量 (颗)	胎体硬度 (HRC)	镶嵌 形式		岩石名称	级 别	进 尺 (m/个)	时 效 (m/h)	钻头费 (元/个)
1	Φ56	普双	Φ2×4	66	35~40	表镶	5	白云石大理岩	V~Ⅶ	115.89	3.15	1.97
2	Φ59	绳索	Φ2×4	66	35~40	表镶	1	玢 岩	V~Ⅶ	103.27	2.31	2.20
3	Φ56	普双	Φ2×4	48	35~40	表镶	40	灰 岩	V~Ⅶ	125.5	2.2	1.76
4	Φ59	绳索	Φ2×4	64	35~40	表镶	35	灰 岩	V~Ⅶ	130.3	2.25	1.74
5	Φ78	绳索	Φ2×4	90	35~40	表镶	10	粉砂岩(煤系地层)	Ⅲ~Ⅶ	105.3	2.62	2.82

嵌岩灌注桩施工技术

江西省195煤田地质勘探队

沈忠湘 陈介眉 董建新 闫桂兰

1987年我队赣中基础工程公司在萍乡市施工嵌岩灌注桩42根,孔径为 $\Phi 1200\text{mm}$ 的13根, $\Phi 1500\text{mm}$ 的29根,其中有15个扩底桩,底径为 $\Phi 2500\text{mm}$ (图1)。桩深平均6.20m,共计347.59m,钻入基岩在55.41m,合计混凝土注量为 502.65m^3 。灌注桩经开挖抽检发现,开挖的3、4号桩没有断桩、缩径等现象,钢筋保护层基本符合质量要求,仅在3号桩部表面,有局部钢筋外露现象。为此,甲方给予验收。

在施工过程中,我们摸索到一些经验,现将施工情况简介如下:

(一)工程概况

施工场地为旧建筑拆除地,该处在近百

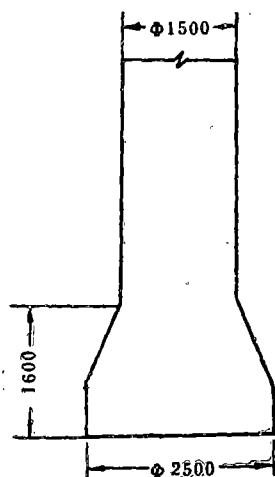


图1 扩底桩示意图

(2)用无压浸渍法制造聚晶钻头,工艺简单而又可靠,加上配备专门装置对石墨模具钻眼,聚晶排列和出刃精度比较高,因此钻头性能稳定。

年中曾多次兴建各种工厂,如铁厂、钢窗厂等。区内片石堆砌的老基础达2~5m,工业垃圾、煤矿矸石等堆积层的最大厚度近7m,其中有钢筋水泥基础、坑木、水管和废钢管等杂物。在填筑层以下是0.4~7m的亚粘土、卵石层,层内以亚粘土为主,夹较多卵石,粒径一般30~40mm,大者可达数百毫米。以下是砂岩层,厚度为0~3.60m。再向下是含硅质和菱铁质的硬度较大的粉砂岩,厚度大小不一,小的几米大的几十米。该层为设计的桩底持力层。要求灌注桩嵌入本层0.7m。

(二)主要施工设备

1. 钻探设备 改装的XB-1000A型钻机或GPS-15大口径反循环工程钻机,最大开孔直径 $\Phi 1500\text{mm}$ 。

2. 灌注设备及专用工具 包括TS-100L型10t的吊车一台, 0.25m^3 的自落式搅拌机一台, 4.5m^3 灌浆漏斗1个, 3.5m^3 运料斗1个, $\Phi 245\text{mm}$ 灌浆导管及灌浆台架,试件模与坍落度筒等。

3. 其他设备 13t散装水泥缸一个,电焊机及经纬仪等。

(三)钻探成孔

灌注桩的成孔程序如下:

1. 测量放线、确定孔位 一般依据工程基础轴线控制,采用极坐标交绘法确定孔

(3)在硅酸盐地层、煤系地层钻探中,推广应用柱状人造金刚石聚晶钻头,可望取得长寿命、高效率 and 低成本。