

接力切磨孕镶金刚石钻头的研究与试验

刘毅中

(核工业部华东地勘局)

新型钻头旨在改变金刚石等高浓度度的传统排列方法,采用高径切比的方案和分层进行切削与磨削相交替的接力结构,以使钻头的时效与寿命同步提高。实践证明,这种钻头适应地层广泛,机械钻速高而稳定,寿命长。



我们从1984年开始,以数理统计方法为基础,通过合理地改变钻头径向与轴向金刚石分布的试验,研制出一种接力切磨的孕镶金刚石钻头,效果明显。

作用:

1. 阻碍金刚石锋利、耐磨优势的发挥。实际情况表明,大多数钻头,由于金刚石排列过密,接触岩石表面的金刚石颗粒过多,当钻压受特定条件(如钻具结构强度)限制时,金刚石的比压难以达到最佳值,甚至造成冷却不良,影响机械钻速的提高。

2. 降低钻头运转的动平衡性能。常规的孕镶金刚石钻头切削单元多,为保持金刚石有足够的比压,就需加大钻压。而加大钻压又会使钻具弯曲和钻头运转失稳。这种失去动平衡的钻头,在运转中常发生对称方向的钻速差,造成钻孔弯曲;同时,也能促使金刚石切刃过早破碎,增加井底碎金刚石的残留量,加速钻头的磨损。

3. 引起钻头在径向与高度方向磨损失调。常规的孕镶钻头,用于保径的聚晶与针状合金皆为柱状体,与岩心柱的接触面积有限,保径力不强,因而钻头的径向磨损容易达到极限尺寸,形成“径向不足、高度有余”的失调状况,迫使钻头早期报废^①。试验中统计了309例钻头,报废钻头有236个,早期报废的占76.4%,其中属内外径严重磨损致残的有143个,占早衰钻头的60.6%。可见,加强孕镶金刚石钻头的保径研究,是改善钻头性能的重要环节。

显然,上述种种弊端是“双等”排列法自身难以解决的,为此,我们着手研究金刚石排列

研究的目的是与依据

众所周知,一般孕镶金刚石钻头中的金刚石,都是均匀地分布在各工作扇形块上,等高、等浓度地排列(简称“双等”排列)。其结构见图1。

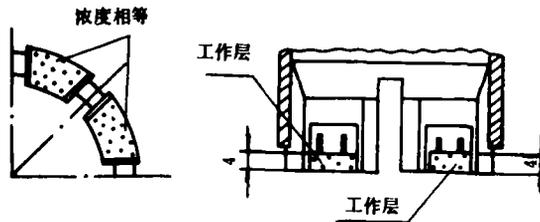


图1 “双等”排列结构图

“双等”排列是各国多年来沿用的排列方法。尽管近几年许多学者针对金刚石的排列方法做了不少研究工作,并有改变传统排列方式的趋势,但完全改变“双等”排列法的例子并不多见。如苏联研制的01M3、01M4型钻头,即属于多层结构的孕镶钻头,其中金刚石的分布量,从高度上和各个层位都比常规钻头成倍减少,层间呈阶梯接力结构,但仍未改变在提高钻速的同时,钻头磨损速率也增加的缺欠。另外,“双等”排列法,易使金刚石在同一水平面上过于密集,这不仅与其正常磨损不相适应,而且还有以下副

^①本处规定的早期报废标准是,孕镶金刚石层实耗高度不到设计高度的1/2而不能用者。

方法。

接力切磨碎岩的原理

数理统计发现，孕镶金刚石钻头的金刚石层单位进尺磨耗量有自下而上增大的规律。现将309个钻头的磨耗情况示于图2。

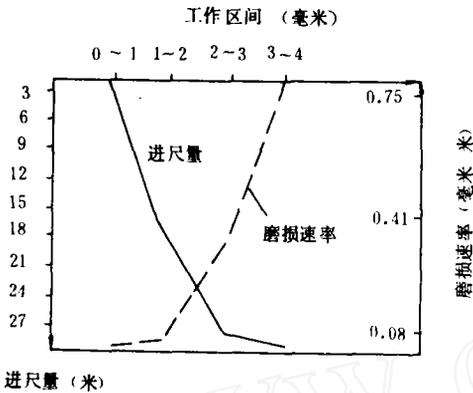


图2 钻头工作层毫米区间进尺量与磨损速率的关系

关于上述磨耗规律的原因，认识不尽一致。多数人认为，胎体硬度与金刚石浓度在烧结过程中发生分层现象。但是，观测低温电镀金刚石钻头也发现有上述磨耗规律，说明烧结分层的观点并不完善。

笔者等发现，钻头切磨能力的高低与径切比值的的大小成正比。而且，当径切比随高度消耗变小并达到某一临界值时，钻头开始暴耗，其切磨能力明显衰减甚至完全丧失。常规孕镶钻头区间进尺量与径切比^②的关系示于图3。

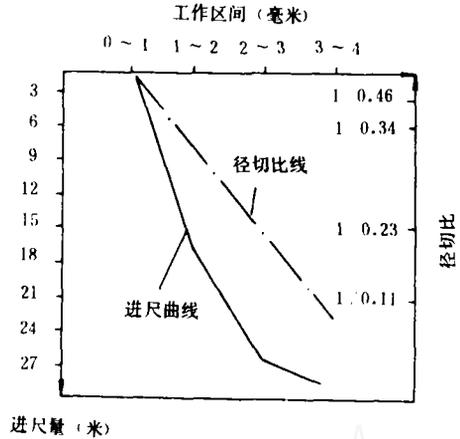


图3 常规钻头区间进尺量与径切比关系

设计方案的选择

首次设计方案为双层阶梯接力结构，当第一层耗尽之后，第二层接着破碎岩石，它可使钻头的切削单元成倍减少，从而增大金刚石的比压，以提高钻速。其结构见图4。按此方案加工的钻头，在硬碎脆岩层钻进效果列于表1。

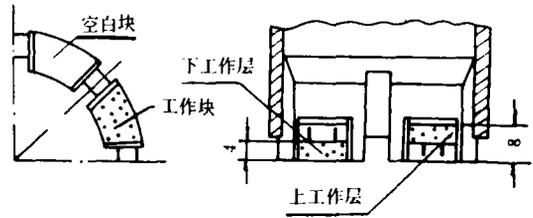


图4 双层阶梯接力结构

双层阶梯接力钻头与常规钻头的效果比较

表1

钻头类别	岩层特性	钻头数量 (个)	总进尺量 (米)	平均寿命 (米)	平均寿命比 (%)	最高寿命 (米)	平均时效 (米/时)	平均时效比 (%)	钻头费 (元/米)	钻头费比 (%)
常规	硬碎脆	18	375.2	20.8	100	47.1	1.83	100	6.72	100
阶梯接力	"	18	601.5	33.4	160	65.8	2.62	143	4.55	68

由表1看出，阶梯接力钻头的寿命与时效均有较大幅度的提高，每米钻头费用也相应降低。但所降比例的幅度与寿命及时效提高的幅度还不相称。这主要是由于钻头的金刚石周向分布仍不能保持较高的径切比，从而导致钻头寿命偏低造

成的。所以，要想提高双层接力切磨钻头的使用寿命，就必须采用有较高径切比的设计方案。

第二设计方案，是将原有的空白块进行补强，

②径切比——钻头径向与轴向所具有的刻岩面积的比例。

并按着工作层不同高度区间的磨损速率,合理地确定径切比参数。改进后的方案,在平面分布上,有工作扇块与保径扇块相间隔的排列方式;从高度结构上,又分为切磨层、过渡层、保径尾层的排列方式;在径向金刚石分布上也改变了常规的格局。这种方案,虽然都是用等浓度的金刚石胎体料去装填,但结果却形成了非等浓度的径向排列,从而可收到更好的效果。金刚石分布如图5所示。

接力切磨钻头的技术性能,与常规孕镶钻头相比,切削单元少,保径面积大,不需特制保径材料,并提高了钻头的径切比。各类钻头的径切比列于表2。

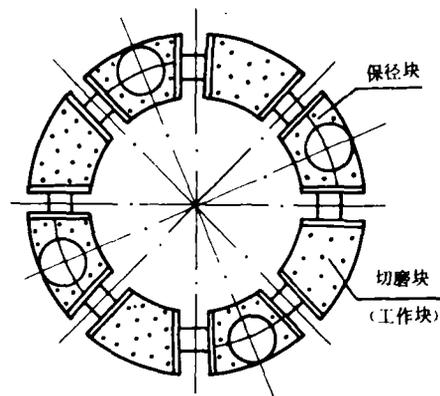


图5 接力切磨钻头金刚石分布图

孕镶钻头径切比对照表

表2

钻头类型	工作层高度 (毫米)	六 水 口			八 水 口		
		保径面积 (厘米 ²)	切磨面积 (厘米 ²)	径切比	保径面积 (厘米 ²)	切磨面积 (厘米 ²)	径切比
常规钻头	4	4.08	8.94/10.65	0.46/0.38	3.44	7.52/8.56	0.46/0.40
接力钻头	8	8.16	7.41/8.39	1.10/0.97	6.88	5.51/6.02	1.25/1.14

注:钻头口径为 $\phi 56$ 毫米;分子代表普通双管钻头,分母代表绳索取心钻头

本设计方案,为获得较高径切比,从以下两个方面进行了考虑:

1. 合理地减少切削单元,在不影响钻具稳定性的情况下,适当增加金刚石的比压;借以提高钻头的机械钻速,同时扩大金刚石的比压选择范围,提高钻头的广谱性。

2. 增加保径面积,使钻头工作层高度与内外径的磨损速率保持正常比例,防止钻头早衰,延长钻头寿命。

生产试验效果

一、试验条件

1. 岩层: 5~7级完整砂岩、变质砂岩; 6~7级破碎火山岩、石英闪长玢岩、构造角砾岩、凝灰质砂岩, 8~9级完整硬岩及破碎的花岗斑岩、碎斑熔岩、流纹英安岩。还在10~11级致密打滑的硅质岩、细粒花岗岩、石英脉等地层中,进行了可行性试验。

2. 设备:改进的XU-300-II型和JU-1000型金刚石钻机, 配用BW-200泥浆泵,多数用电动机驱动。

3. 钻进工艺与试验方法: $\phi 56$ 钻头, 配 $\phi 50$ 钻杆, YZ-84润滑冲洗液洗井(在破碎层使用低固相泥浆洗井)。与常规钻头的对比是在同孔、同岩层、同钻具、同工艺参数的条件下回次交叉进行的。

二、效果

共试验接力切磨钻头16个(已试完),总进尺2268.2米,平均寿命141.8米,最高寿命545.77米,最低寿命68米;平均时效3.54米;每米钻头费1.09元。与常规钻头相比,寿命提高82%;时效提高27%;每米钻头费用节省0.93元,即一个接力切磨钻头可节约成本132元(相当于本身价格的87%)。此外,由于时效提高,一个新钻头比一个常规钻头即可节约纯钻时11小时,从而降低了与成本有关的多项费用耗。仅由于钻时减少而节省

的材料费就大约为176元/个。也就是说，一个新
 钻头本身的成本与材料费就可获得308元的经济
 效益。试验效果对比见表3。

接力切磨钻头与常规孕镶钻头效果对比

表 3

钻头类别	岩石等级 与特性	钻头数 (个)	进尺量 (米)	平均寿命 (米)	平均寿命 比 (%)	最高寿命 (米)	平均时效 (米/时)	平均时效 比 (%)	钻头费 (元/米)	钻头费比 (%)
常规	5~7	2	614.2	307.1	100	454.2	3.55	100	0.81	100
接力	完整	2	804.3	402.2	130	545.8	4.75	134	0.38	47
常规	6~7	4	261.4	65.4	100	84.1	3.31	100	2.14	100
接力	破碎	4	614.6	153.7	235	203.2	5.24	158	1.00	47
常规	8~9	2	109.4	54.7	100	57.1	1.99	100	2.19	100
接力	完整	2	236.9	118.4	216	132.9	1.97	99	1.35	62
常规	8~9	8	263.9	33.0	100	65.7	1.85	100	4.62	100
接力	破碎	8	612.4	76.6	232	89.5	2.62	142	2.01	44

三、对新钻头的分析

1. 耐磨性好。

(1) 新钻头的内外径磨耗量都不超过0.5毫米，所有钻头的径向磨损均属正常磨损。而常规钻头径向保持正常磨损的比例仅为39%左右。

(2) 新钻头唇形自始至终变化不大，至少在高度消耗75%以前，可保持原始唇形钻进。而常规钻头的唇形很容易由平底变成半圆形，使径切比降低，磨损加快，钻速下降。

(3) 新钻头的工作层可消耗到75%，金刚石的有效利用系数可达0.83。而常规钻头只能达到0.6左右。按相同的浓度，新钻头金刚石镶入量只增加21%，而寿命却提高了82%。

2. 机械钻速高。

新钻头比常规钻头的时效平均提高27%，正好与切削单元减少的幅度相吻合。更为突出的是，在寿命大幅度提高的同时，时效也大幅度提高。这些特性表明，尽管钻头寿命与时效的提高有一定矛盾，但合理的设计在一定范围内解决了此矛盾，达到同步提高。用这种新钻头钻进“打滑”地层，也表现出较好的性能。如江西地矿局912大队，在冷水坑矿区钻进10~11级熔结凝灰岩时，时效达到1.6米，钻头寿命达到31米，比高低齿电镀钻头的时效高7%，寿命高87%；比正在试验的电火花钻头的效果为好。

3. 广谱性能好。

(1) 能适应岩石研磨性的变化。新钻头保径面积大，对岩层的研磨和岩粉冲蚀有较强的抵抗力。因此，毋须通过提高钻头胎体硬度来提高抗磨性能。相反，在弱研磨性的岩层中钻进，由于它的切削单元少，一般的胎体也可取得正常进尺速度。试验发现，新钻头的胎体硬度，只需设计中硬、硬、坚硬三个档次，就基本上能满足现场需要。

(2) 能适应软硬互层的变化。选用中硬的钻头胎体，辅以变化的钻进工艺参数，就可在软硬互层的地层中取得好效果。这一特点对绳索取心钻进尤为有利。

(3) 能适应钻进规程参数的变化。由于新钻头的切削单元少，使钻压与转速的调节范围加宽，既可施加轻压或饱和压力，又可使钻头开动高转速或低转速。这样，在某些条件下，由于低转速引起的钻速下降，可以用提高钻压、增加钻速来补偿。如261大队306机，在500米深的钻孔中，用470转/分的转速钻进，竟得到了3.4米/时的时效，比常规钻头的时效提高123%。又如，271大队907机，用340转/分的转速钻进花岗岩，平均时效达到2米，比常规钻头高150%。因此，这种钻头适用于强造斜地层和破碎层以及破乳层的钻进。

(4) 适应破碎层钻进。由表3可见，在钻进

破碎层时,其时效和寿命比常规钻头提高的幅度更大。

4.保持“恒钻速”的能力强。

(1)由于金刚石出刃性能好,不需预磨处理,即可获得较高的启始钻速。如265大队在钻进细砂岩时,常规钻头不进尺,换用接力切磨钻头,时效达5米。

(2)能保持原始唇形,使井底环状面积不因钻头唇形改变而变化,为“恒钻速”钻进创造了条件。

(3)当钻头随高度消耗径切比变小,保径能力降低,钻头开始出现锥状唇形时,可由切削单元少的过渡层进行调节,以保持钻速相对稳定。

结 论

1.单纯地减少切削单元,只能提高时效,而对钻头寿命无明显影响。只有在减少钻头切削单元的同时,相应地增加内外径的保径面积(提高径切比),合理地增加工作层高度,才能既提高钻

速,又延长钻头寿命。

2.提高钻头的广谱性能,比分层选配钻头更有实用价值。因为在钻进中(特别是绳索取心钻进),频繁地更换钻头有一定困难。

3.实践证明,当钻头在“打滑”地层中机械钻速较高时,其磨损速率也会提高,说明“打滑”层有强的研磨性,常规钻头很难适应。而本文提出的减少切削单元、增大径切比的设计方案,对“打滑”地层是行之有效的。

4.提高钻头的时效是提高金刚石钻探经济效益的重要途径。如接力切磨钻头,在寿命比常规钻头提高82%时,经济效益仅增加132元;而在时效提高幅度只有27%的情况下,经济效益则增加176元。当前,我国主要采用细粒人造金刚石制做钻头,时效一般都比较低。因此,研究高时效的钻头方案,具有特别的意义。

参 考 文 献

- [1] 刘广志:探矿工程,1982,第6期
- [2] 张祖培:探矿工程,1982,第6期

A Cutting-Grinding in Relays Diamond Impregnated Bit: Its Making and Testing

Liu Yizhong

(East China Geological Exploration Bureau, Ministry of Nuclear Industry)

Abstract

Diamond particles of a conventional impregnated bit are generally arranged in equal thickness and equal concentration. The new type drilling bit described in this paper is designed according to a scheme of a high ratio of radial cutting face to axial cutting face and adopt a relay structure with cutting and grinding by turns to drill the rocks layer upon layer. With this type diamond bit both the efficiency and life of the bit are improved. Testing results indicate that this type of bits are widely suitable to different rocks drilling with a high speed and stability as well as a long life.