



钻进工艺 (之一)

——怎样用好钻头

人造金刚石钻头作为一种新的碎岩工具,它与钢粒和硬质合金钻进,在钻进工艺(即使用方法)上有很大的不同,甚至也有别于一般天然金刚石钻进。这就是说,有了人造金刚石钻头,有了相应的设备和专用钻具外,我们还要懂得正确使用它。不然,尽管有很好的钻头,如果采用的钻进工艺不当,也不可能达到预期的效果。因此,钻进工艺是使人造金刚石钻头的效能得到充分发挥的重要保证。

一、怎样用好钻头

人造金刚石钻头用得好不好,主要看是不是最大限度地实现高效率与长寿命。要实现钻头的高效、长寿,就必须对人造金刚石和钻头的特点有所了解。我们知道,人造金刚石具有很高的硬度,可刻划任何岩石,但性脆、怕冲击。目前使用的人造金刚石钻头主要有两种:一是单晶孕镶钻头,用的人造金刚石颗粒细小;二是聚晶钻头,用的人造金刚石颗粒较大。这两种钻头除口径都比较小以外,还有不同唇厚,不同水口形状、数量,不同金刚石浓度等特点。

(一) 正确选用钻头

1. 合理选用钻头口径及选配钻具

使用人造金刚石钻头,首先碰到的问题是应当选用多大口径的钻头。目前冶金地质系统制定的人造金刚石钻头系列,其口径有 $\phi 28.5$ 毫米、 $\phi 38.5$ 毫米、 $\phi 48.5$ 毫米、 $\phi 58.5$ 毫米、 $\phi 68.5$ 毫米和 $\phi 78.5$ 毫米(均指钻头外

径实际尺寸,不是系列标称尺寸,下同)。其中 $\phi 28.5$ 毫米和 $\phi 38.5$ 毫米用于坑道钻,地表岩心钻常用 $\phi 48.5$ 毫米和 $\phi 58.5$ 毫米。钻进完整岩层,见基岩以后,一般采用一径到底。在满足地质要求的情况下,若采用钻头口径过大,无论在钻进效率或消耗成本(特别是金刚石消耗)方面都是不利的。

选定了钻头口径之后,还要合理选配钻杆直径。一般来说, $\phi 48.5$ 毫米钻头配用 $\phi 42$ 毫米钻杆; $\phi 58.5$ 毫米钻头配用 $\phi 50$ 毫米钻杆。若配用钻杆直径过小,就会增加孔壁与钻杆的间隙,易使钻杆发生弯曲变形,从而使钻具振动加剧,影响钻进效果。

2. 针对不同岩石选择钻头

岩石不仅有软硬之分,还有颗粒粗细、脆性或塑性、完整或破碎、疏松或致密等等区别。而人造金刚石钻头,尤其是孕镶钻头,则随着金刚石颗粒的大小、金刚石浓度的高低和胎体硬度的大小等不同而性能各异,不同性能的钻头适应不同岩性的要求,也就是说钻头对岩石有一定的适应性。随着人造金刚石的不断发展,品种日益增多,人造金刚石钻头将逐步形成系列,针对不同岩石,实现“对号入座”。

根据几年来人造金刚石钻探的初步实践,我们可以把常见岩石大体分为四类八级,以便于选择使用钻头(表1)。

一般来说,人造金刚石聚晶钻头适用于较软和部分粗糙的中硬岩层;单晶孕镶钻头适用于中硬和坚硬的完整或破碎岩层。由于目前我们大多使用孕镶钻头,所以在选用钻

表 1

岩石分类 使用钻头类型	坚 硬		中 硬		较 软		松 软	
	良 性	脆 性	致 密	粗 糙	脆 性	粘 结	固 结	松 散
人造金刚石单晶孕镶钻头								
人造金刚石聚晶钻头								
硬质合金钻头								
岩 石 举 例	碧玉岩、高硅化灰岩、燧石岩、霏细岩、铁质磁铁矿石岩	石英岩、角闪岩、硅化灰岩	闪长岩、混合花岗岩、片麻岩、磁铁矿石岩、石英岩、砂卡岩	粗砂岩、角砾岩、板岩、粗粒磁铁矿石岩、英岩	大理岩、凝灰岩、灰岩、板岩、片麻岩、白云岩	砂岩、泥质页岩	粘土	表土、风化层
相当于原有岩石可钻性分级	12, 11, 10		9, 8, 7		6, 5, 4		3, 2, 1	

表 2

岩 石 分 类	坚 硬	中 硬	较 软
选用金刚石粒度	细 (100目)	(80~46目)	粗 (46目以粗)
选用金刚石浓度	低 (12.5~18.5)%	(18.5~25%)	高 (25%)
选用胎体硬度	软 (Rc30左右)	(Rc40左右)	硬 (Rc40~50)

头时更要特别注意合理选择金刚石的粒度、浓度和胎体硬度，通常可遵循下列原则，见表 2 所示。

对于破碎、摩擦性大的中硬或硬岩，应选用细颗粒金刚石、高浓度和硬胎体的钻头。

3. 钻头、扩孔器、卡簧尺寸要配合好

人造金刚石钻头是与扩孔器及卡簧配合使用的，因此三者的尺寸一定要配合好，否则就不能发挥其各自的作用。通常，扩孔器的外径应比钻头的外径大 0.2~0.5 毫米，扩孔器过大，会加快其磨损和阻碍钻头进尺，扩孔器过小(小于钻头外径)，就不能起到扩

孔和保持孔径的作用。卡簧是卡取岩心用的，在选用时，卡簧的自由内径应比钻头内径小 0.2~0.3 毫米。若卡簧内径过大，会造成岩心脱落或套不上岩心，过小又易发生岩心堵塞，影响钻进。在钻进中，钻头的内径随钻头磨损而逐渐增大，使岩心变粗，因此使用单一内径尺寸的卡簧不能适应这个变化，所以应配备 2~3 种尺寸的卡簧，每种以内径相差 0.3~0.4 毫米为宜。

4. 钻头要排队使用好

使用人造金刚石钻头和使用硬合金钻头不一样，不能把一个钻头用废了再更换另一个新钻头下井。因为金刚石钻头在钻进过程

中对钻孔加工较精细, 钻孔环状间隙很小, 加之钻头外径在钻进过程中逐渐磨损变小, 内径变大, 孔径则逐渐变小, 岩心变粗, 更换新钻头下井就可能下不到底, 因而不得不大量扩孔, 既浪费时间和金刚石, 而且还会引起钻头过早磨损甚至损坏。所以, 在使用钻头之前, 应先对钻头的内、外径做精确测量, 然后进行分批分组, 按内、外径大小排成顺序。先用外径大、内径小的钻头, 后用外径小、内径大的钻头。每回次都要进行测量, 不断排队使用, 这样, 实际上就形成每组钻头穿插使用。

5. 注意分析钻头磨损情况

为了用好钻头, 在钻进过程中必须随时分析钻头的磨损情况。每打完一个回次起钻后都应进行准确的测量和记录。要观察其外径、内径、底面等磨损是否正常, 有没有过量磨损或其它异常现象, 并找出其原因, 以便更合理地确定钻进参数, 改进不合理操作。还要看看钻头是否适应井下岩性, 如不适应则需及时更换钻头。通过对钻头“变相”的分析不但有助于我们积累经验, 用好钻头, 同时也为改进钻头提供依据。

(二) 采用合理的钻进参数

1. 转速

人造金刚石钻头要求采用高转速钻进, 特别是人造金刚石孕镶钻头, 提高转速就显得更为重要, 因为它使用的金刚石颗粒细小, 一般为100~46目, 直径相当于0.125~0.3毫米, 如按直径的1/3~1/2出露在胎体外面, 则其出刃是很微小的, 吃入岩石的深度就更小, 可以说基本上是以研磨方式破碎岩石, 所以只有靠单位时间内尽量提高钻头转速, 实现多次破碎, 才能获得较快的进尺。实践证明, 钻进速度是随转速的提高而增加的, 如表3所列, 转速由350转/分提高到1500转/分, 钻进效率几乎是成正比地增加。

为了实现高转速钻进, 需要有高转速钻机, 但有了高速钻机, 不一定就能把转速开

表3

岩石	钻进速度 米/时		转速 转/分			
	350	500	900	1500		
花岗岩	0.32	0.45	1.21	2.85		
石英岩	0.31	0.63	1.30	2.05		

上去。几年来, 中南冶金地质勘探公司604队人造金刚石钻探试验机台发扬敢想敢干的革命精神, 通过反复实践, 终于成功地采用了乳化润滑冲洗液洗井, 使钻机转速由300~400转/分一下子提高到1000~1500转/分, 从而使钻头寿命成倍延长, 时效大幅度提高, 同时还解决了减少钻具振动, 减轻钻具磨损等一系列问题。所以说, 采用润滑液洗井是实现人造金刚石高速钻进, 提高效率, 延长钻头寿命的有效途径。

使用人造金刚石孕镶钻头, 为了获得较高的效率, 应在设备允许的条件下尽可能开高转速。但是转速也不是绝对越高越好。对于钻进研磨性大而破碎的岩层, 转速应适当放慢, 否则容易造成钻头严重磨损。使用人造金刚石聚晶钻头, 转速也不宜太高, 但钻压要足够, 因为聚晶金刚石颗粒粗, 只有靠压入岩石, 同时在回转作用下使岩石成碎屑分离破碎, 才能获得高效率。如转速太高, 钻压太小, 反而会加速金刚石的磨损, 所以一般不允许在不加压的情况下在孔底高速回转钻头。

2. 钻压

选择合理的钻压也是提高钻进效率、降低钻头磨损、延长钻头寿命的重要措施。

在钻进过程中, 只有作用于磨料上的压力达到或超过所钻岩石的抗破碎极限时, 才能破碎岩石。人造金刚石虽有极高的硬度, 但脆性大, 抗破碎强度有限, 所以在钻进中当钻压超过金刚石的抗压极限时, 金刚石即破碎脱落, 钻速显著下降。对于人造金刚石孕镶钻头, 由于金刚石颗粒细, 出刃小, 与岩石的接触面也很小, 因而单位接触面压力

较大,容易达到岩石的抗破碎极限,所以不需要很大的钻压,钻压过大不但不能增加吃入岩石的深度,反而会严重磨损胎体,甚至损坏钻头。在实际工作中,钻压应根据钻头类型规格,金刚石粗细、质量和数量,以及所钻岩石性质等综合因素来确定。最优的钻压应该是使回次时效最高,钻头使用寿命最长。

钻压一般要多大合适?以地表岩心钻常用 $\phi 46.5$ 毫米和 $\phi 56.5$ 毫米钻头为例,一般给于钻头唇面以每平方厘米50~80公斤压力为宜。即 $\phi 46.5$ 毫米钻头一般施加钻压500~600公斤; $\phi 56.5$ 毫米钻头一般施加钻压600~800公斤。在实际操作中还必须注意以下几点:

(1) 要注意钻压损失

在钻进过程中造成钻压损失主要有两方面的原因:一是随着钻孔的加深,钻杆柱与孔壁的摩擦阻力增加,转速越快,钻压损失也越大,所以由低转速变高转速时,要注意钻压损失,由高转速变低转速时,则要注意孔底钻压的增高。二是金刚石钻进钻孔间隙很小,泵压较大,使孔内钻具承受一定向上的推力,此外,还承受着冲洗液的浮力,这些力都抵消着一部分钻压。所以给压钻进时必须考虑到钻压的损失,以保证孔底有足够的钻压。通常用 $\phi 46.5$ 毫米钻头钻进孔深在150~200米以内都无需减压钻进。

(2) 要注意新钻头下井

新钻头下井往往与原孔底形状不相吻合,特别是新的孕镶钻头,金刚石未出露,开始必须用小钻压预磨一段时间,然后逐渐加大钻压,直到最优钻压值为止。在正常钻进中,一般不宜经常调节钻压,更不许随意提动钻具,以免把岩心卡断。

(3) 岩心堵塞时要防止误认为是金刚石被磨钝而错误地增加钻压,这将会造成钻头磨损加剧甚至损坏。

(4) 岩石变软,钻速变快,要相应减小钻压以防岩心堵塞或烧钻。

3. 泵量和泵压

在人造金刚石钻进中泵量和泵压这个参数很重要。在钻进中冲洗液要起到携带岩粉、清洁孔底、润滑钻头和冷却钻头等作用。尤其是冷却钻头的作用必须十分注意,因为人造金刚石在高转速下破碎岩石时会产生很高的温度,如果冲洗液稍一中断,冷却不及时,很快就会损坏金刚石,甚至发生烧钻事故,所以必须随时观察水泵的运转情况。由于人造金刚石钻进口径小,钻具与孔的环状间隙一般只有0.3~0.5毫米,而且岩粉细,所以钻进时泵量不需很大。用 $\phi 46.5$ 毫米钻头时,采用泵量一般为25~35公升/分;用 $\phi 56.5$ 毫米钻头时,采用泵量为30~45公升/分。但是,要求水泵应具有较大的泵压。一般正常钻进时泵压在7~15个大气压之间变化。

(三) 保持孔底清洁

孔底清洁是保证人造金刚石钻头正常钻进的前提。孔底残留的岩心碎块,钻头胎体的崩落块、合金碎粒以及钢粒等物的存在均会导致钻头的损坏。所以在更换钻进方法时,如从硬合金钻进改为人造金刚石钻进,一定要把孔底碎合金片打捞干净。人造金刚石钻头如发生胎体崩落,必须将其消灭和打捞干净后才能继续钻进。特别是新钻头下井,首先要清除孔底异物,并把孔底磨平,遇有脱落岩心时,多则要专门套取,少则将它磨碎、捞净。总之,只有把孔底搞清洁,才能为用好人造金刚石钻头创造必要的条件。

二、一般操作及注意事项

在操作上,人造金刚石钻进比合金和钢粒钻进要严格得多,但只要在实践中多观察、多分析、多研究、多总结,便能很快掌握它的规律。

(一) 开孔与变径

开孔和变径时重要的是不要使钻孔发生偏斜和弯曲。在硬岩中开孔尽量不用新钻头

而选用旧的孕镶钻头为宜,在软岩中开孔则可用硬合金钻头。如地层复杂(有漏失或掉块等)必要时可使用优质泥浆护壁。

变径时最好使用变径钻头和粗径钻具导向,防止钻孔变弯。

下井口管或套管时应座入岩盘上,并固牢和封填好,防止井口漏水。

(二) 拧卸钻头

拧卸钻头或扩孔器时,要用专门的钳子,不要用普通牙钳,以免将钻头或扩孔器挤扁、咬坏;尤其不要咬住钻头和扩孔器含金刚石的胎体部位来拧卸,以免损坏金刚石或压裂胎体。

(三) 起下钻具

下钻前要检查好双管钻具,内管要转动灵活,水路要畅通,各部分(钻头、扩孔器、卡簧等)配合要恰当。

上下钻具时,操作应细心稳当,不要把钻头落在台板上随便拖拉,防止损坏钻头。

下钻具时,通过拧管机、井口管、变径的地方要放慢下降速度,避免碰坏钻头;通过地质条件复杂的井段,如有探头石、缩径、脱落岩心之处都应控制下钻速度,防止墩钻、跑钻而碰坏钻头。新钻头下井,不得一下到底,应在离孔底约200毫米处渐渐扫孔到底,以免挤坏钻头。

(四) 扩孔和扫孔

扩孔或扫套残留岩心时,是最容易损坏钻头的,应特别细心。

扩孔时往往会崩掉钻头胎体或严重磨损钻头外径,应选用补强外刃的钻头或旧钻头,同时,钻压要小,转速不宜过快,严格控制扩孔速度;倒杆时必须用升降机吊住钻具,以防下坠挤碎钻头。

扫套残留岩心时,往往也容易使钻头崩牙或内径严重磨损,应选用内径大而又能套住残留岩心的旧钻头。扫套时要轻压慢转,根据情况可适当提动钻具(提动30~70毫米为宜)。如残留岩心太长且完整,可用原钻头再

去专门套取。如残留岩心只有100~200毫米而且岩石硬、研磨性大、并呈碎块状,则不宜用金刚石钻头去扫套而以磨碎、捞取为佳。

(五) 处理岩心堵塞

钻进中由于岩层破碎、节理发育、软硬夹层或卡簧选配不当等均会造成岩心堵塞。岩心堵塞一般有两种情况:一是头部堵;二是管内堵。

一旦发生岩心堵塞应及时处理。凡水泵憋水应立即起钻。若水泵不憋水,可稍微上下提动钻具(管内堵一般无效)或将钻头稍微提离孔底,用快慢车空转1~2分钟,或适当加大钻压强迫钻头进尺顶活岩心。上述方法处理无效及早提钻。

(六) 处理钻头“打滑”

人造金刚石孕镶钻头在钻进良性坚硬岩石时常常会出现金刚石被磨平或不能出露的情况,此时钻头既不进尺,也不磨损,这种情况就称为“打滑”或钻头不能“自刃”。发生这种情况时可采取以下处理方法:

1.适当加大钻压强迫钻头进尺,迫使胎体磨损金刚石出露,待正常后便立即把钻压降回正常值。

2.减少泵量,使孔底残存岩粉增加以加速胎体磨损使金刚石出刃。

3.短时间慢转干钻(注意不要烧钻)使钻头自磨出刃。

4.必要时在循环液中添加摩擦剂如岩粉等,增加钻头与孔底岩石的摩擦,促使金刚石出刃。

上述办法如处理无效,便应提钻拿到地面上处理,可将钻头用喷砂,砂轮蹭磨,锉刀锉,酸腐蚀等方法修磨后再下井。如效果仍不大便应更换钻头或选用低浓度软胎体钻头。

(七) 常见事故的预防和处理

1. 烧钻事故

在钻进中因冲洗液中断或循环不正常,使钻头得不到及时冷却,便会引起烧钻事故把钻头烧坏,严重时还常引起卡钻事故的发生。

生。

为预防烧钻，应保证水泵运转正常，要经常检查钻具，防止水路被异物堵塞，在深孔钻进时，要防止钻杆丝扣严重漏水。操作时思想要集中，要做到“一看二听三及时”，一旦发现有烧钻现象，应尽快把钻具提离孔底，然后关车。

由烧钻引起的卡钻事故可用“拉”、“顶”、“打”的办法处理。如强力开车拧

动钻具时，应注意防止拧断钻具或胀大丝扣部分而造成夹钻事故。

2. 钻头胎体崩落事故

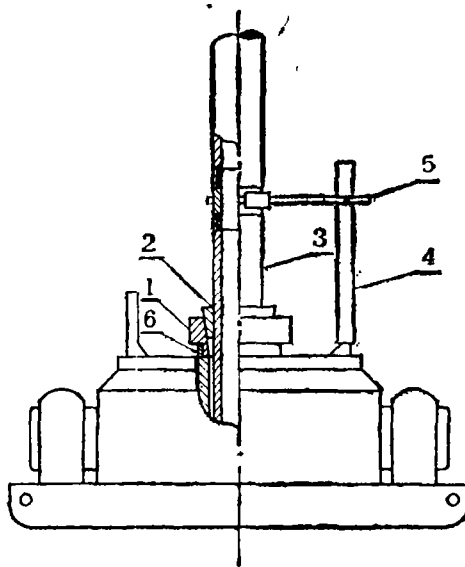
钻头胎体崩落大多数是由于下钻、扩孔、扫孔等操作不当而造成的，所以应严格遵守操作规程。

一旦发生胎体崩落事故，可采用“粘”、“抓”、“套”、“磨”、“捞”等办法处理，一定要把孔底搞清洁后再继续钻进。

套管机扭法

山东冶勘公司水文队探矿科

在水文钻孔施工中往往要多次拧卸各种套管，不仅工序频繁，而且钻工体力劳动强度大，配属时间长，影响施工进度。在广大钻探工人的迫切要求下，我们试制了两用套管卡帽，可以在北京500—1型钻机上使用，也可在北京800—1型钻机上使用。试用效果很好，很受钻探工人欢迎。如图所示：套管卡帽1坐在转盘心管上，使与心管的凸台接合，用齿瓦2把套管3卡牢，加长扭柱4，用钳子5咬住套管接头，开动转盘，即可实现机械扭卸套管。在卡帽下头，用螺丝固定两块半圆圈6，拧上它即可用在北京800—1型钻机上。使用套管卡帽扭卸套管时，应事先用人工扭活或入扣以保护套管丝扣。



1. 套管卡帽，2. 齿瓦，
3. 套管，4. 扭柱，
5. 钳子，6. 半圆圈