

勘探技术

一九七七年 第五辑

中国地质科学院勘探技术研究所主编

地质出版社

勘 探 技 术

第 五 辑

中国地质科学院勘探技术研究所主编

(全国小口径钻进会议资料选编之一)

地 质 出 版 社

勘 探 技 术

第 五 辑

中国地质科学院勘探技术研究所主编

(限国内发行)

*

国家地质总局书刊编辑室编辑

地 质 出 版 社 出 版

地 质 印 刷 厂 印 刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

1977年10月北京第一版·1977年10月北京第一次印刷

印数1—12,100册·定价0.44元

统一书号：15038·新233

目 录

综合评述

- 小口径钻探工艺……………小口径钻探经验交流会工艺组整理 (1)
孕镶金刚石钻头的合理使用……………勘探技术研究所 (8)

体会与实践

- 推广人造金刚石钻进的心得……………吉林省冶金地质勘探公司六〇六队 (17)
合理掌握人造金刚石钻进工艺技术参数的心得
……………湖北省地质局第七地质大队 (22)
无压浸渍法制造的金刚石钻头和扩孔器生产试验效果
……………郑州磨料磨具磨削研究所 (27)
小口径钻进预防烧钻、孔斜和分层钻进的心得……………黑龙江省地质局探矿处 (30)
钻进效率与钻头的选择……………河北省地质局八队855钻机 (32)
O型乳化油实验……………广东省冶金地质勘探公司 (34)
混油乳化泥浆的配制与使用……………河南省地质局九队 (37)
金刚石小口径打煤获得好效果……………广东省地质局七二三队 (39)

新型设备

简介

- 钻石—600型全液压钻机……………桂林冶金地质研究所 (41)
北京探矿机械厂
SNB-90型泥浆泵……………北京市地质局一〇一队 (44)
勘探技术研究所

人造金刚石制石造

- 电镀钻头和扩孔器的加工与使用……………陕西东风电热元件厂 (46)
陕西省地质局综合研究队
爆炸法合成金刚石概况及展望……………中国科学院物理研究所 (50)
利用高频炉烧结金刚石钻头的试验
……………武汉地质学院探工系金刚石钻进科研组 (54)

小改小革

- 人造金刚石触媒合金简介……………沈阳有色金属加工厂 (62)
加工小口径岩心卡簧的新工艺……………西安地质学校 (66)
小口径接头的加工……………河南省地质局探矿机械厂 (67)
小口径喷反接头……………广西壮族自治区地质局九队 (70)
金刚石钻头和扩孔器丝扣的定心夹具……………广西壮族自治区地质局九队 (71)
小口径捞锥、内管护圈和环形铁夹……………云南省地质局九队 (72)

译文

- 乳化液质量的检验方法……………柯晴译 (73)

小口径钻探工艺

小口径钻探经验交流会工艺组整理

在毛主席“独立自主、自力更生”的方针指引下，在“鞍钢宪法”的光照耀耀下，我国钻探工作有了较快的发展。特别是无产阶级文化大革命以来，小口径金刚石钻探技术广泛采用以后，发展速度更快。目前，小口径金刚石钻探工艺已逐步完善，并积累了较丰富的经验，现将这方面的经验和应注意的有关问题，加以综合整理，供领导同志和广大工人、技术人员工作中参考。

一、小口径钻探工艺有了显著的提高

(一) 根据岩层的物理机械性质，初步做到了四个“合理选择”：

1. 合理选择磨料，实行硬质合金与金刚石分层钻进。多年来的钻探经验证明，用硬质合金小口径钻头钻进可钻性1—6级和部分7级岩石效果很好，方柱状、八角柱状硬质合金，具有较高的抗磨性和抗弯强度。特别是针状硬质合金研制成功以来，对钻进6至7级，部分8级中硬岩层，效果显著。以7级岩石为过渡级，7至12级岩石采用金刚石小口径钻进，这样既节省了金刚石，又把有限的金刚石用到“刀刃”上，节约了管材，提高了效率，为扩大小口径钻进推广范围，实现硬质合金、金刚石小口径分层钻进，早日实现小口径化，闯出了一条新路。

在分层钻进方面，云南9队、山东1队、甘肃2队、河南11队、四川108队、山西214队都积累了不少经验。

2. 合理选择钻孔结构。就是在保证达到钻探工程质量六项指标和便利测井的前题下，稳定地层尽量简化钻孔结构。目前，不少单位在使用技术经济指标好的钻头，采用乳化液或其他优质泥浆、减震油等条件下，已经实现了长裸眼小口径钻进。如云南9队大多数钻孔深度超过800米，冶金吉林606队孔深580米，四川108队施工300、800米钻孔、辽宁本溪队孔深达到1,240米，河北煤田1队，孔深打到1,602米，都采用孔口管穿过覆盖层深入到基岩至少3米后，用56毫米或46毫米金刚石钻头，一径到底。

简化钻孔结构，可以概括为“两径成孔。即一层孔口套管，小口径金刚石钻头长裸眼终孔”，这是多快好省完成钻探任务的重要途径。

3. 合理选择钻头、扩孔器的类型与品种。小口径硬质合金钻头应注意按照岩石的物理性质的不同，选择适宜的硬质合金镶焊型式，不能千篇一律，否则达不到好的效果。目前，硬质合金钻头钻中硬及部分硬岩层，存在如何应用扩孔器或扩孔刃的问题，须尽快研究解决，以提高回次长度，延长钻头寿命。

金刚石钻头、扩孔器类型与品种的选择，一般规律已基本掌握。例如，

(1) 按金刚石粒度进行选择——岩石越硬(硬度等级、可钻性高),金刚石粒度以越细为宜。

(2) 按岩石研磨性进行选择——研磨性越高,胎环硬度应趋向软些适宜。

(3) 按钻头类别进行选择——表镶钻头适于打均质中硬及硬的岩层,孕镶钻头适于打硬和坚硬的岩层。

研磨性高,或不完整岩层以采用孕镶钻头效果较好。

上述细节可参阅1976年8月勘探技术研究所编写的“小口径钻进参考图表之一”。

4. 合理选择钻进技术参数。

小口径金刚石钻进技术参数指转速,泵压,排量,钻压。

合理选择钻进技术参数,应注意四参数(转速、泵压,排量,钻压)之间的有机配合,这是充分发挥小口径钻进优越性、多快好省完成钻探任务的重要关键之一。

钻工同志们为此编成的口诀是:

效率高磨损小,技术参数选得好。

效率虽高磨损大,技术参数要重调。

快速钻进效率高,钻压适当效果好。

充分冲洗是关键,认真掌握三个表*。

现就四个钻进技术参数在小口径钻进中的特性,分析如下:

(1) 转速

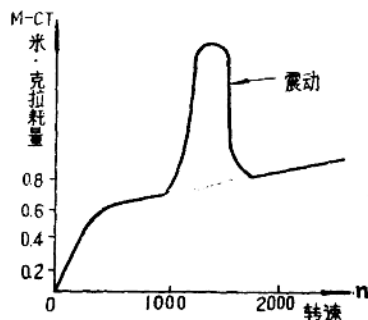


图1 钻具强烈震动加剧钻头磨损示意

钻具转速在小口径钻进中成为提高钻速的主要因素,在一般情况下,转速与钻速增长成正比关系。但这个规律受孔深、钻具级配、环状间隙大小、钻孔弯曲、超径程度、岩性等因素所制约。因此,不能盲目开高速,不能认为越快越好,以致造成钻具的强烈震动,使钻头早期磨损或金刚石碎裂,大大增高金刚石的单位耗量。特别是在钻具产生共振的情况下,金刚石钻头会产生急剧的磨损(如图1所示)。

选择转速一般原则是:

①同类型金刚石钻头,直径越小,转速应越高。

②孕镶钻头比表镶钻头的转速应高些。

③同一直径的金刚石钻头,推荐转速的幅度较大,选择那一转速较好,决定于外界各种因素。

④转速适当的标志是:当钻具在高转速状态下,没有抖震现象,能保持平稳地运转。

推荐转速(以线速度计):表镶钻头以1.0米/秒至2.0米/秒为宜,孕镶钻头以1.5米/秒至2.5米/秒为宜。

钻进回次开始,应使用低速,随后从低速逐步增到高速。

(2) 泵压及排量

小口径钻进时环状间隙小,岩粉粒度细(很少有能达到1毫米的),转速高,钻具配合

* 注:三个表指泵压、钻压、电流表(或扭矩表)。

精密，水口水槽窄，钻头唇面与岩层形成点接触（表镶）或面接触（孕镶从微点接触过渡到面接触）。在这种复杂条件下，冲洗液的良好冷却成为第一需要。实践证明，中等排水量（40—60公升/分）即可以满足要求，但要在高泵压的状态下（10—20甚至30大气压），才能迫使冲洗液通过孔底，起到冷却作用，防止烧钻。

在这种高泵压状态下，冲洗液的水力学性质，也从紊流、层流冲洗，变成“柱塞流”冲洗，即高压乳化液在钻柱周围形成一层高压润滑液膜，钻具成为一根润滑良好的刚性—弹性长轴，因而摩擦阻力小，功率消耗少，细小岩粉排除效果好。

推荐的排量公式为： $Q = D \times 5 \sim 8$ (升/分)

(D ——钻头直径)

为达到高泵压下的冲洗要求，旧式泥浆泵必须改造，如取消调水三通阀门，改成小径缸套，保证泵压表良好等等。湖北7队的泵压表缓冲器和湖南二机局的靶式流量警报器，能科学地控制孔底冲洗，可以采用；另外，近期北京探矿厂和勘探技术研究所共同研制的SNB-90型变量泵，经鉴定后在生产上使用，效果很好，亦可应用。

(3) 钻压

实践证明，在一定限区内，钻速随钻压的加大而增长，超过这个限区，钻速反而衰减，而且孕镶钻头的钻速衰减上限比表镶钻头还低（见图2）。这种衰减点往往发生在金刚石锐刃压入岩石，胎体与岩石成平面接触时。因此，钻压过高会使表镶钻头金刚石碎裂，崩落，早期磨损（见图3）；也是孕镶钻头加快磨损的主要因素。严重时将使金刚石钻头产生异常变形或烧毁。

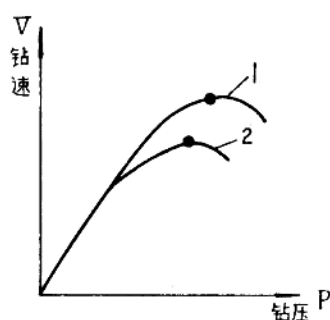


图2 钻压与钻速关系图
1—表镶钻头；2—孕镶钻头

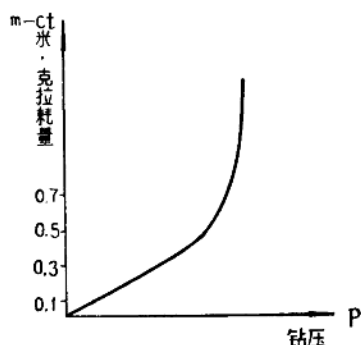


图3 高钻压使表镶钻头的磨损加快

选择钻压的一般原则：

- ① 孕镶钻头比表镶钻头应适当增高100—200公斤左右。
- ② 表镶粗粒金刚石钻头比细粒的应低些。
- ③ 不完整岩层比完整岩层应小200—300公斤。
- ④ 钻头初压比常压应低1/3—1/2，然后逐渐增加。

⑤ 掌握合理的提钻时间。孕镶钻头的钻速在正常情况下比较均匀稳定，一旦发现钻速骤降，应即提钻。表镶钻头的初钻速高，随刃部磨损逐渐降低。当发现不增压不进尺时，应立即提钻。

⑧对从表镶钻头回收的金刚石应进行分析研究，根据微烧、变色、磨扁等情况，以考察钻压是否适当。推荐的钻压如下表。

双管钻头钻压推荐表

钻头公称规格 (毫米)	孕镶钻头钻压 (公斤)	表镶钻头钻压 (公斤)
46	400~600	300~400
56	500~800	400~600
66	600~1000	500~800

(4) 四种参数要有机联系

转速、钻压、泵压、排量四参数既是相互制约，又有内在联系，要注意掌握。例如，

①钻速突然加快，应立即减压，增大排量，否则岩粉得不到及时冲净，会造成岩心堵塞或烧钻。

②在工作中要密切注意四参数的配合，选择最优的技术参数。

(二) 在正确使用金刚石钻头方面，探索到初步经验。

从生产实践中，广大钻探职工深深体会到：正确使用金刚石钻头，是打出高水平的关键。这方面的经验是：

1. 金刚石钻头必须注意分组排队轮换使用。钻头外径先选用正公差大的，后用正公差小的；钻头内径先用正公差小的，后用正公差大的，能有效地防止扫孔、扫岩心、岩心堵塞和钻头损伤。

2. 钻头与扩孔器搭配必须合理。即扩孔器外径必须大于钻头外径 (0.2—0.5 毫米)，否则二者之一必定早期磨损。

3. 换径或新钻头下孔前，必须取净残留岩心，用冲洗、磨灭、捞取、吸取、掏心钻小眼等办法清理孔底，修整孔底。

4. 新钻头严禁扫探头石、扫脱落岩心、扫残留岩心等。

5. 养成“宁肯多提一次钻，不冒一次险”的习惯，做到“三必提”（下钻遇阻，岩心堵塞，钻速骤降），坚持不打“懒钻”。

6. 千方百计地防止墩钻，烧钻。

7. 换径处用锥形钻头修整成喇叭口形。

8. 使用泥浆，提钻时要严防钻具发生“抽吸”作用，应在提钻同时，向孔内回灌泥浆，以预防发生掉块、坍塌、出探头石等。

9. 掌握钻头不再下孔的“十条原则”：

(1) 内外径磨损超过允许公差；

(2) 出现异常磨损；

(3) 表镶钻头金刚石已有脱落；

(4) 孕镶钻头有微烧现象；

(5) 胎体有裂纹；

(6) 钻头出现偏磨、变形；

- (7) 钻头外径等于或大于扩孔器外径;
- (8) 水口、水槽磨损;
- (9) 表镶钻头的金刚石有挤裂、剪碎现象;
- (10) 表镶钻头的金刚石出露在1/3以上,或因泵量过大,胎体遭到严重冲蚀。

(三) 对金刚石钻进的三个关键性问题——钻具强震、岩心堵塞、烧钻,引起了注意,采取了措施。

1. 钻具强震

小口径钻进的环境小,钻具振幅低,柱塞流冲洗等,为钻具的稳定性提供了良好的条件。但有时受外界许多因素的影响,使高转速下的钻具失去稳定性,产生强烈震动。强震将使表镶钻头金刚石碎裂、崩落,使孕镶钻头胎体破裂,或早期磨损。

破坏钻具稳定性的因素是:

(1) 机上钻具过重或送水高压胶管发生偏重现象,产生外震源,使钻具振幅增大,发生共振现象,这种现象在钻孔超径,弯曲处的强震影响尤大,是具有破坏性的强烈震动,会造成钻具折断,金刚石耗量突增,钻头早期磨损。

- (2) 超钻压使钻具产生“纵震”;
- (3) 超排量使钻具产生“浮动”;
- (4) 钻具级配不良,使环隙加大;
- (5) 钻机安装不稳;重心过高;
- (6) 扫脱落岩心,扫掉块或探头石;
- (7) 强研磨性岩层或不完整岩层中钻进,盲目开快速;
- (8) 钻速骤然加快,没及时减压,增大排量;
- (9) 没采用乳化油,防震油或扶正器。

2. 岩心堵塞

大口径钻进,遇到岩心堵塞时,墩动钻具往往处理有效;但金刚石钻进切忌墩动钻具。在遇到堵塞时,不能打“懒钻”,否则很快就把钻头烧毁。

金刚石钻进岩心堵塞的原因:

- (1) 钻头内径偏大,岩心太粗;
- (2) 钻头内径补强不良或因扫残留岩心,内径过早磨损;
- (3) 岩层节理、层理发育,倾角大,破碎不完整;
- (4) 卡簧内径小,弹性弱,与内径大的钻头配合不合理;
- (5) 卡簧与卡簧座加工质量差,卡簧座内面光洁度不良;
- (6) 内管不直,不圆;
- (7) 提动钻具频繁,岩心被折断;
- (8) 下钻过快,开车过猛,钻压突增,送水量忽大忽小不稳定;
- (9) 钻具震动过大。

3. 烧钻。

“烧钻”是金刚石钻探的“大敌”之一,是充分发挥小口径钻进优越性的“拦路虎”。研究队对700多个钻头进行的分析,其中有20%被烧毁,造成很大损失,应引起广大钻探职工的密切注意。

烧钻主要由于以下原因:

- (1) 钻杆渗漏。丝扣加工精度不良, 没经过热处理, 丝扣不耐磨; 又没采用缠线、涂丝扣油、垫尼龙垫圈、金属垫圈等措施; 致使无足够冲洗液送到孔底, 钻头冷却不良;
- (2) 孕镶钻头采用过高钻压;
- (3) 岩心堵塞或发生孔内异状, 仍打懒钻, 不及时提钻;
- (4) 钻头水口太少, 水槽太浅或不合规格; 合理水口数目一般是: 46毫米钻头四个, 56毫米钻头六个, 66—76毫米钻头八个。水槽开成内深外浅, 断面成圆弧形较好。
- (5) 送水系统不畅。水泵不良, 仍用三通阀调水, 没有足够的冲洗液到达孔底; 双管水路被泥浆或破乳钙侵的乳化液堵塞; 钻具到底后冲洗液未返上来就开钻等。
- (6) 钻具配合不当。如扩孔器外径小, 钻头内径大, 内管过长, 卡簧被顶死等;
- (7) 单动双管的内管随外管转动;
- (8) 钻具强震。

(四) 复杂岩层钻进也积累了一些经验

实践证明, 不仅稳定岩层可用小口径钻进, 复杂岩层同样也可用小口径钻进。复杂岩层钻进的关键在于护孔、堵漏的技术措施, 要因地制宜地正确选用。目前在这方面的经验有:

1. 根据不同地层特点使用各种优质泥浆, 这是解决一般复杂岩层常用的经济有效方法, 当前要特别注意低固相、非分散性泥浆的应用。
2. 在一般孔隙、裂隙漏水、构造破碎带、坍塌掉块漏水岩层中, 应用各种速凝早强水泥以及加适量三乙醇胺和食盐的快干水泥护孔堵漏。
3. 积极研究和应用了高分子聚合物护孔堵漏。如改性脲醛树脂, 氰凝, 丙凝, 以及陕西冶金地质研究所研制成功的“301”聚酯, 它具有流动性好、凝固时间可控性好、护孔堵漏效果好和无毒等特点, 是一种很有前途的护孔堵漏剂。
4. 因地层制宜地采用套管或下暗管护孔堵漏等。

二、钻探工程质量有了明显的改善和提高

(一) 金刚石钻进, 由于坚持使用了双层岩心管, 内管有效地发挥了扶正岩心防止堵塞和隔绝冲洗液冲蚀等作用, 使岩矿心采取率普遍达到85—95%以上, 而且完整度、纯洁性良好, 为观察研究提供了方便条件。

矿心纯洁性的改善, 对提高分析化验的质量也起了重要作用。

(二) 一些长期以来难采的矿心, 也取得了突破。

湖北7队的粉状带硬夹层黄铁矿, 用DQ-4型喷射反循环金刚石钻进双管, 取得了较好的矿心, 矿心采取率达到85%。

甘肃3队用ZH-10型金刚石钻进双管, 取得了良好的砂页岩型铜矿矿心。

河南3队, 浙江3队的辉钼矿, 河南4队的金矿, 采用小口径钻进后, 都取得了较好的矿心, 从而对矿心品位作出了正确评价。

特别应指出的是南方薄煤层勘探, 自采用小口径金刚石钻进以来, 硬顶底板、硬夹层、薄煤层、煤线的岩矿心都取得较理想的效果, 解决了长期丢煤, 取不到煤心, 而影响

矿区正确评价的问题。福建 2 队，广西 9 队，广东 723 队也都获得取心的好成绩。723 队还用测井做了验证，煤层位置误差只有 50—200 毫米。

(三) 绳索取心试验取得了可喜成果。

勘探所在北京 101 队、河南 9 队，冶金桂林地质研究所在海南 934 队分别试验了自行研制的 56、46 毫米金刚石钻进绳索取心钻具，取得可喜成果。北京 101 队在稳定地层一次起钻间距到过 74 米。累计用绳索取心钻进了 3600 米。海南冶金 934 队绳索取心总进尺达 1700 米，用绳索取心最大孔深达 700 余米。

(四) 钻孔弯曲度普遍地大为减小。

自采用小口径钻进以后，钻孔弯曲度普遍减小。

云南 9 队，过去用大口径钻进，平均顶角每 100 米弯曲 $3^{\circ}21'$ ，现在降到每 100 米 $1^{\circ}9'$ ；甘肃 3 队钻孔弯曲平均从每 100 米 $4^{\circ}40'$ 降到每 100 米 $40'$ ；黑龙江 4 队一个 1080 米深的钻孔，只弯曲了 $3^{\circ}27'$ ，这些成果在打大口径时，都是不可能达到的。

目前，在钻孔弯曲方面，还存在以下几个问题，

1. 由于钻孔顶角弯曲度大幅度下降，使一部分同志产生松懈情绪，忽视了小口径钻孔弯曲规律和防斜、纠斜措施的研究。今后，钻孔网度密，千米左右的深孔增多，虽然顶角弯曲度在操作规程规定限额之内，但水平移距仍然偏大。因此，还必须在小口径钻孔防斜、纠斜、造斜方面狠下功夫。

2. 磁性矿区钻孔方位角大部分未测，方位变化规律研究较少。

3. 测斜仪器品种虽多，但尚缺少好用耐用的小口径磁性矿体测斜仪器。

4. 测井工作还没有跟上来，因而未能取得更多的钻孔验证资料。

三、科学地控制钻进参数的仪表不断涌现

小口径经验交流会期间，展出了大量钻进参数仪表，对科学地、快速地了解孔内状况，延长钻头寿命，防止各种事故，起了很大作用，应加快步伐，进行试验鉴定和批量制造，以便早日用于生产。

(一) 指针式仪表：

钻压表（湖北 8 队，张探厂）；

泵压表缓冲器（湖北 7 队）；

浮子式流量计（西南所）；

电流计（吉林冶金 606 队，广西冶金 215 队，湖南二机局 302 队）；

扭矩表（河北地院）。

(二) 报警式仪表：

靶式报警流量计（湖南二机局 302 队）；

孔内恒功率调节器，（北京 101 队、武汉地院）。

(三) 电子数字显示仪表：

转速表、泵压表、流量计（武汉地院）

有一些队，已把钻压表、泵压表、流量计、电流表等集中装在一个控制板上，便于集中控制和随时判断孔内情况，这种作法较好。

（下转第 21 页）

孕镶金刚石钻头的合理使用

勘探技术研究所

近几年来,在各级党委的重视和领导下,在广大勘探职工热情支持下,金刚石钻头制造工艺、质量不断提高,品种有所增加,使用效果取得显著进展。特别是国产人造金刚石磨料,在制造金刚石钻头中大力应用,对地质勘探工作起到了很大的推动作用。目前,人造金刚石钻头质量基本稳定,适应性较广,受到野外广大钻探工人的欢迎。据不完全统计,近两年来,地质系统已用人造金刚石钻进十万余米,人造金刚石钻头寿命不断提高,一般可达30—60米。北京市地质局曾用9个人造金刚石钻头试验绳索取心钻进,共进尺877.91米,最高钻头寿命达185.42米。各地不少钻头寿命超过百米、甚至二百米。其它技术经济指标也都达到了较好的水平,有的已接近或超过同类型天然金刚石钻头的效果,这反映了人造金刚石钻进的可喜前景,体现了“独立自主、自力更生”、走我国自己工业发展道路的强大生命力。

随着小口径钻进的日益推广,孕镶式金刚石钻头应用愈来愈广,效果不断提高。但目前现场孕镶钻头的作用还没有得到充分发挥,需要进一步了解孕镶钻头的特点,做到合理使用,普遍地提高钻头寿命,不断降低金刚石消耗和钻进成本。

现就孕镶金刚石钻头的合理使用提几点看法,供参考。

一、孕镶金刚石钻头的特点

1. 钻速均匀,钻头寿命长。孕镶钻头金刚石层的厚度可以按需要设计,在保径可靠的条件下,层厚可以增加,便于增长寿命,用于绳索取心钻进尤为适宜。钻进中钻头唇部金刚石不断磨损脱落,同时胎体中新的金刚石不断出露自锐,因此钻进速度均匀。

2. 钻头坚固,应用性强。孕镶钻头外形简单,金刚石颗粒被具有良好物理机械性能的胎体所包裹。所以,可在完整的均质岩层以及非均质的岩层和完整性差的岩层中钻进,操作简便。

3. 制造方便,工艺简单。为避免温度对金刚石的影响,可采用低温电镀法制造钻头。

4. 对金刚石的品级要求比表镶低,所以来源多,成本低。更重要的是目前可以大量发展采用人造金刚石。

5. 要求在较高的线速度条件下钻进,而在深孔中往往不能满足,效果不良。

二、孕镶钻头的钻进过程

孕镶钻头以磨削方式钻进岩层,与金刚石锯片和金刚石磨具的作用原理相似。其工作

状态见图 1 和图 2。

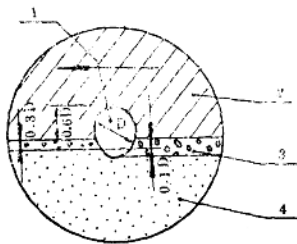


图 1 金刚石磨粒破碎岩石示意图
1—金刚石；2—胎体；3—岩粉；4—岩石
 D —金刚石磨粒直径； $0.6D$ —金刚石在胎体中深度； $0.3D$ —金刚石出刃用于流通冲洗液及排除岩粉； $0.1D$ —金刚石出刃、用于克取岩石

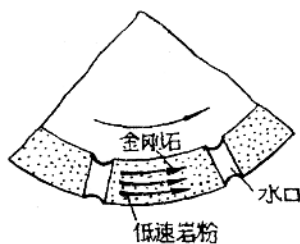


图 2 孕镶钻头工作时岩粉移动情况示意图

钻头钻进时，岩粉移动方向与钻头转动方向一致，但由于岩粉受摩擦阻力作用，其运动速度较金刚石颗粒为低，这些低速岩粉逐渐堆积而阻塞通道 ($0.3D$)，当岩粉流移入水口或水槽处时，不再继续后移而被冲洗液冲至钻头外侧，经环状间隙带至孔外。

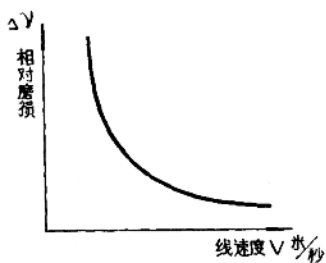


图 3 相对磨损与线速度关系

$$\Delta\gamma = a \frac{1}{V^2}$$

式中： a = 常数
 V = 线速度 (米/秒)

根据实践和一些资料，对孕镶钻头破碎岩石过程的某些现象描述如下，

1. 工作条件相同时，在一定范围内，随着圆周线速度的增加，孕镶钻头的磨损相对降低 (见图 3)。

实践表明，孕镶钻头必须达到一定线速度 (例如 1.3—4.0 米/秒) 才能打出水平。当线速度大于 2 米/秒时，在许多岩层中作为转速函数的钻速仍出现直线增长 (见图 4)，而此时表镶钻头则出现消减现象。

2. 单位时间内破碎岩石体积愈大，钻头产生的温度愈高。

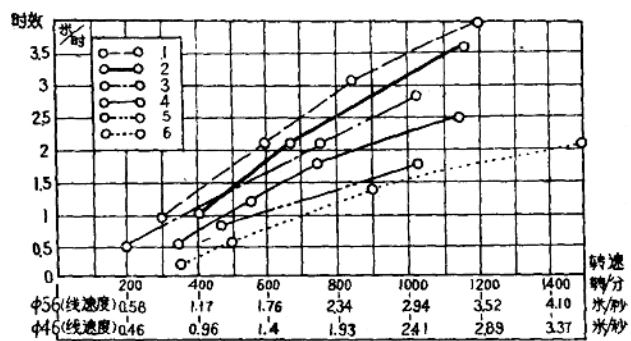


图 4 孕镶钻头钻速与线速度关系

1—角闪片麻岩；2—混合岩化麻岩；3—均质混合岩；4—花岗岩；5—花岗岩；6—石英岩

3. 金刚石出刃绝大部分用于岩粉流动, 仅一小部分用于破碎岩石, 由于岩粉流通道甚小, 往往阻塞而消耗能量于磨擦发热。在钻头水口偏少时, 这种现象更为突出。

4. 孕镶钻头工作时, 随着金刚石的磨损, 胎体也相应地消耗, 实现钻头自锐, 以获得良好效率。但是要使胎体的磨损速度与金刚石的磨损速度相等, 这是难于实现的, 但应力求使这两者接近。要达到这个目的, 需要了解岩层的性质, 从而选用适当胎体硬度(或耐磨性)和金刚石粒度的钻头。

孕镶钻头的胎体与金刚石在钻进过程中有下述三种情况(见图5)。

(1) 胎体与金刚石相应地磨损, 保证了金刚石的合理出刃, 残余金刚石颗粒脱落同时, 新颗粒相间地出刃, 保证了均匀的钻进效率。此时, 钻头唇面部分掉粒, 金刚石粒在旋转方向的背后有尾状胎体支撑(见图6), 用手摸有摩擦感。说明钻头选用合理。

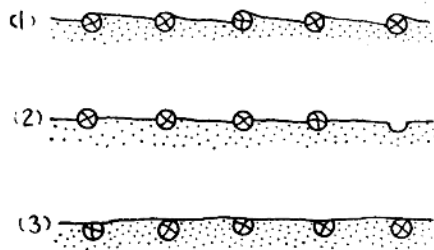


图5 孕镶钻头的出刃情况



图6 金刚石磨粒背后的尾状支撑

(2) 胎体较软, 岩层研磨性强, 金刚石尚未磨损, 但胎体消耗较多, 致使金刚石包裹不住而掉粒, 或出刃过大而剪断崩离。此时宜换用较硬胎体或粒度粗一些的金刚石。

(3) 胎体过硬或岩石摩擦性弱, 胎体难以消耗, 金刚石无法出刃, 影响钻进效率。此时应选用较软胎体的钻头。

5. 孕镶钻头中金刚石的粒度不同, 孕镶在胎体内被包裹的面积(接触面积)随粒度增大而呈抛物线增加(见图7), 即粒度增加不大而接触面积大幅度增加。因此, 同种岩层中钻进时, 粒度粗者相对地不易自锐。粒度过细者, 因包裹面积太小而易脱落。这就是细粒金刚石钻头的胎体应相对比粗粒金刚石钻头胎体硬一些的原因。

实践证明, 人造金刚石颗粒较小, 故其孕镶钻头胎体硬度不宜低于HRC30以下。但天然金刚石颗粒较大, 其孕镶钻头胎体可以用HRC30以下至HRC10—30的硬度。天然金刚石孕镶钻头高硬度胎体只用于高研磨性和坚硬破碎岩层。

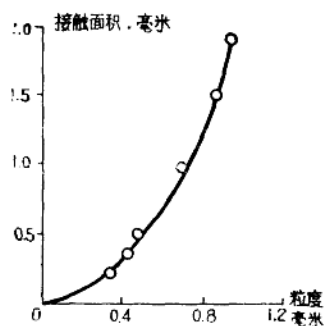


图7 金刚石粒度与胎体接触面积关系

6. 孕镶金刚石钻头的浓度

浓度是指单位体积孕镶层中含金刚石数量的多少。金刚石浓度过大, 则孕镶层胎体性能变脆, 强度降低, 易于碎裂, 金刚石包镶不牢易掉粒。金刚石浓度过低, 则钻头唇面金刚石切削粒少, 不能全面切磨岩石, 影响钻头寿命和钻进效率。

在胎体相同条件下，金刚石粒度不同，则由于细粒金刚石分散性好，其浓度应比粗粒金刚石钻头浓度为低。用碎钻级天然金刚石砸碎后制作孕镶钻头时，一般粒度比人造金刚石料粗些，制造中若不注意，往往由于分散性差，出现钻头唇面局部密集或空缺现象，影响钻进效率。因此，金刚石浓度应随岩层性质、金刚石质量和粒度而调整。

(三) 合理选用钻头和钻进技术工艺

1. 关于合理选用钻头：

以上描述了金刚石钻头的钻进过程和某些规律性现象。为便于根据不同条件选用合适的钻头，今后研究单位和生产钻头的厂子，应根据用户需要，研究和生产不同胎体硬度、金刚石粒度和浓度的金刚石钻头。表1初步拟了一个不成熟方案，仅提供参考。

2. 关于钻头（和扩孔器）内外径尺寸公差：

从发展看，金刚石钻头和扩孔器必须有一个严格的标准尺寸和公差要求。我们同样草拟了一个钻头和扩孔器尺寸、公差表（表2）供参考。

3. 关于合理选用技术工艺参数：

许多实践结果表明，同一种金刚石钻头在相同条件下，由于钻进技术工艺参数或钻具配合不同，使用效果相差很大。

(1) 钻头转速：

如上所述，孕镶钻头要求钻头线速度1.3~4.0米/秒才能发挥效果。就和砂轮一样，有足够的动能，钻头才能有效磨削岩石，减少本身消耗，不同直径钻头建议对照图8选用合理转速。

并不是任何情况下，都是高转速效果就好。值得注意的是，不少长寿命钻头都是在中等线速度（例如1.5~2.5米/秒）情况下取得的。最近湖北一队在闪长岩中试用孕镶钻

金刚石钻头、扩孔器尺寸公差（草稿）

表 2

金 刚 石 钻 头 （毫米）				金刚石扩孔器（毫米）						附 注
金 刚 石 出 刃		钢 体		金刚石出刃		钢 体				
外 径	内 径	外 径	内 径	外 径	外 径	内 径				
36	22	35		36.5	35		1.本表尺寸，公差考虑到各种钻头能互换使用。 2.钢体尺寸为成品尺寸。 3.金刚石出刃公差（ ）内数值为孕镶钻头和扩孔器用公差值。			
46	30	45	39.5	46.5	45	36				
$\begin{matrix} +0.2 \\ (+0.3) \\ (+0.5) \end{matrix}$	$\begin{matrix} -0.2 \\ (-0.3) \\ (-0.5) \end{matrix}$	55	$\begin{matrix} -0.1 \\ 49.5 \\ +0.1 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +0.1 \\ -0.1 \\ (+0.1) \\ (+0.2) \end{matrix}$	55	$\begin{matrix} -0.1 \\ 46 \\ +0.1 \end{matrix}$				
66	50	65	59.5	66.5	65	56				
76	60	75	69.5	76.5	75	66				

注：苏联单管钻头外径公差±0.1，内径公差±0.1；双管钻头外径公差±0.1，内径公差±0.1；扩孔器外径公差±0.1；日本金刚石钻头外径公差+0.2，内径公差+0.2；扩孔器外径公差±0.2，钻头和扩孔器钢体外径公差±0.3，内径公差±0.3；英制金刚石钻头外径公差±0.127，扩孔器外径公差±0.127。

苏联扩孔器外径比钻头大0.4毫米；英制扩孔器外径比钻头大0.38毫米；日本扩孔器外径比钻头大0.5毫米。

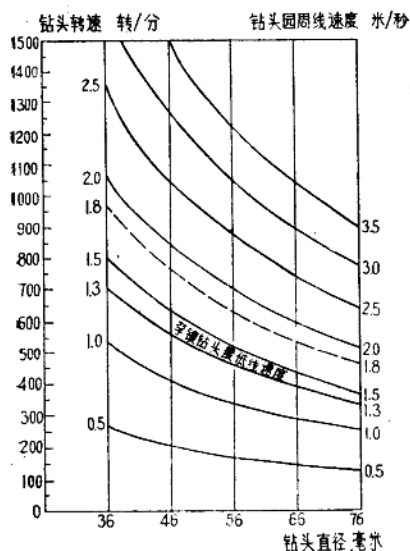


图 8 不同直径钻头转速与圆周线速度对照表

头, 采用了适当控制线速度和钻头压力的方法 ($\phi 56$ 毫米钻头, XU-600 II型开二档, 钻压控制在时效 2.5 米, 送水量 30~40 升), 使钻头平均寿命超过了一百一十米。这个实例很值得注意。

在不完整岩层要适当降低钻头的转速。由于岩石不完整, 一般岩屑较多, 转速减低可以减少岩屑的重复破碎, 有利于保护钻头。过高的转速, 将使过多的功率消耗于磨擦发热, 冲洗液来不及冷却金刚石颗粒和胎体, 往往导致钻头微烧 (金刚石石墨化), 钻头迅速磨损。我们曾用 $\phi 46$ 毫米钻头以 2800 转/分 (相当于 6.6 米/秒线速度) 的转速, 保持正规压力, 在地表粗粒花岗岩中作钻进试验, 结果从孔口出来的冲洗液发热冒气, 温度很高, 钻进几米钻头即被磨损。说明在现在条件下线速度过高并不见得有利。

(2) 钻头压力:

孕镶钻头的钻压是十分重要的因素。使用中应防止钻压过大, 而这种倾向往往被忽视。因为在偏大的压力下钻进, 效率有不同程度的提高。但由于孕镶钻头唇部冷却液的通道甚微, 钻压过大不仅会压碎金刚石颗粒, 而且会影响冷却液进入, 高速旋转的钻头唇部迅速升温, 仅几秒钟即可将钻头磨光, 甚至烧熔钻头而发生事故。例如我们在现场试验孕镶钻头钻进混合岩 52 米, 钻头孕镶层磨损不到 0.5 毫米。但在继续进钻时单纯追求钻速, 压力偏大, 结果一个回次就将钻头孕镶层耗完。从取出的钻头观察, 唇面呈灰黑色, 这是唇面过热, 金刚石石墨化, 加速钻头磨损的典型。这种现象现场工人称作“慢烧”, 初次使用者往往误认为是钻头不耐磨。

有时遇到钻头与岩石不适应, 应即提钻更换钻头, 这个钻头可以在相适应的地层中发挥作用, 决不能盲目加大压力, 以防止损坏钻头。

钻压不足往往造成钻具振动, 工作不平稳, 发生打滑现象, 使钻头金刚石碎裂, 缩短钻头寿命。孕镶钻头唇面所受单位面积压力的合理数值, 应随岩石的硬度或完整程度而有所变化。钻进坚硬、完整岩层的压力应大于比较软的和不完整岩层的压力。我们曾在裂隙发育的石英岩中钻进试验, 由于适当减少钻压, 保持 1.5 米/时的钻进效率, 使钻头寿命达到近 80 米, 而当追求 2 米/时的高效率而加大钻压时, 结果钻头寿命仅 20 多米。因此, 当采用孕镶钻头时, 切忌单纯追求时效而盲目采用过大的压力。这种现象在现场目前应予足够的重视。

孕镶钻头的合理钻压与各种岩石之间的关系尚无准确依据, 目前孕镶钻头的单位面积压力, 从 50~60 公斤/厘米²以至 90~100 公斤/厘米², 宜在实践中根据岩层情况摸索和合理确定, 并根据表 3 所列不同规格钻头底唇面积, 算出孔底钻头压力 (见图 9)。

(3) 泵压和泵量

孕镶钻头在高转速条件下进钻, 必须与具有良好润滑冷却性能的冲洗液相配合。以减

表 3

钻头外径 (毫米)	钻头内径 (毫米)	克取环状面积 (厘米 ²)	水口数 (个)	钻头底唇面积 (厘米 ²)	附 注
46	30	9.551	6	7.15	水口宽均以 5 毫米计
56	40	12.064	6~8	9.66~8.86	
56	*35.5	14.732	6~8	11.65~10.63	
66	50	14.577	8~10	11.33~10.57	
76	60	17.091	10~12	13.09~12.29	

* 绳索取心钻头内径

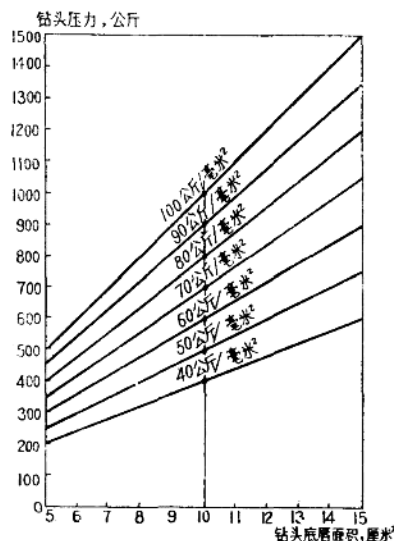


图 9 孕镶钻头压力计算图

少功率消耗和钻具震动，减小摩擦和钻头唇面发热量，防止金刚石过热而石墨化。

孕镶钻头钻进岩粉颗粒细，所需泵量较小。但冲洗液的另一重要作用是冷却钻头唇部金刚石。孕镶钻头唇面与孔底的通道极小，侧面与孔壁间隙亦很小，必须有较高的泵压才能确保岩粉排至地面，并将冲洗液挤入钻头唇面，以冷却金刚石。这是孕镶金刚石钻头的特点。为了减少泵压消耗，使冲洗液容易通过钻头唇面，孕镶钻头的水口要适当增多，内外水槽截面亦要畅通。例如 $\phi 46$ 毫米钻头以 5~6 个水口为好； $\phi 56$ 毫米以 6~8 个钻头水口为好。水口宽度均为 5 毫米左右（见表 3）。

对于孕镶金刚石钻头钻进用泵量，推荐按钻头直径每厘米 5~8 升计算。钻速和转速愈高，宜用较大泵量。金刚石钻进时的泵压与钻孔深度、钻杆与孔壁间隙、泥浆性能、钻具结构、钻头转速等有关。一般每百米钻杆消耗 2 个大气压左右。在 1000 米深的钻孔加上其它消耗，30 个大气压是正常的（见图 10）。

4. 钻具合理选择：

孕镶金刚石钻头在高转速条件下钻进，需用高强度钻杆，最好高频表面淬火。钻杆直径应与钻孔相适应。对于 46 毫米钻孔用 42 或 43 毫米钻杆；56 毫米钻孔用 50 或 53 毫米钻杆，