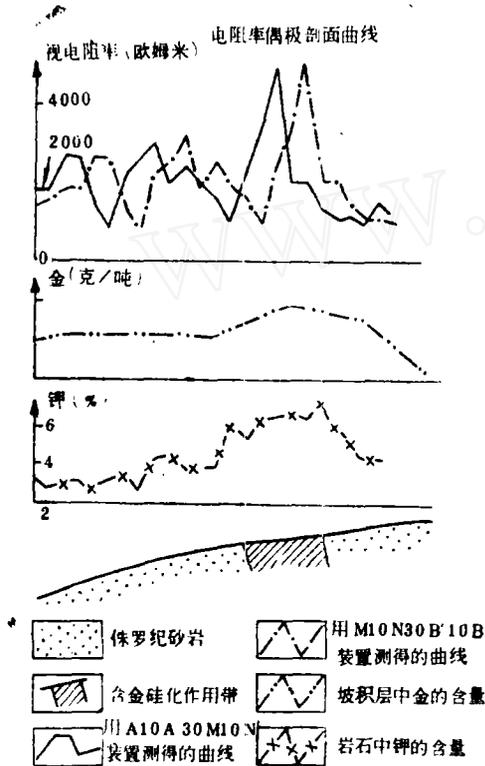


还做了偶极电剖面测量和金的光谱分析。根据野外测量，绘制了岩石中钾含量曲线，铀、钍含量之和与钾含量比值曲线，电阻率法偶极电测剖面曲线，以及次生晕含金量曲线。在一条剖面上（见图）所有曲线都反映



某金矿点所获得的工作结果

出金矿带。在钾含量曲线上，矿带显示出钾高达7%（背景值3~4%）的异常。铀钍与钾含量的比值曲线表现低值异常。由于强烈硅化，电阻率偶极电测剖面曲线显示出高电阻异常。根据金的光谱分析结果，从坡积层中金的次生晕查明了矿体的存在。

所以，试验结果证明，伽马光谱测量对寻找浮土厚度不超过1.5~2米的近地表型金矿是有效的。根据试验所得经验，还可以推想，在不同的金矿区用大比例尺进行热液变质岩石带的地质填图时，可以广泛地应用伽马光谱测定法的地面变种方法。

金译自：《Разведка и охрана недр》，1975年，№10，59~60页
作者：A.A. 费尔德曼等



金 刚 石 钻 岩



回转和冲击钻进法仍然是所有常规钻进技术的基础。虽然近来已研究出一些较为特殊的钻进方法如等离子钻进、熔融钻进、超声波钻进和化学钻进法等，但还没有一种已成功地应用于岩石钻进。

目前进行的绝大多数深孔钻进都是采用回转钻进法。根据钻具与岩石的接触方式，这种钻进法可细分为三种：

1. 回转切削钻进——用鱼尾钻头、刮刀钻头、螺旋钻头和硬合金钻头；
2. 回转压碎钻进——用牙轮钻头；
3. 切削、压碎与研磨联合钻进——用金刚石钻头。

金刚石钻头

由于金刚石的性质赋予金刚石钻头在许多方面优于其他类型钻头。金刚石钻头有较高的钻进速度，即使在最坚硬的岩石中钻进也可取得较高的岩心采取率。金刚石钻头可钻进任何方向孔而偏斜较小；能以较大的精确性进行灌浆孔和勘探孔的钻进，在这方面金刚石钻头得到最广泛的应用。

金刚石钻头是用不同规格和不同形状的金刚石镶制的。其胎体须牢固地包镶住金刚石并抵抗含有岩屑的冲洗液的磨蚀作用。直到1930年初发明了粉末冶金包镶金刚石技术之前，小颗粒金刚石是无法镶制的。目前，粉末冶金已成为最常用的方法了。

在钻头上镶嵌金刚石时要求十分精确。金刚石刃必须均布于整个工作面而且必须镶嵌在同一个平面上以便同时进行工作并受压均等。

使用新钻头开始钻进时，其金刚石应稍加磨圆，磨圆的程度取决于所钻岩石的硬度。

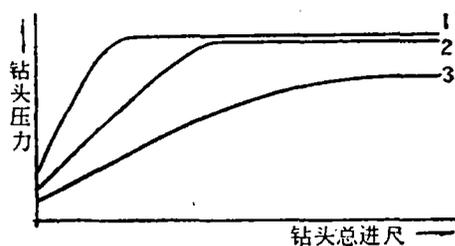


图 1

图 1 为在非常硬、中硬和软岩中钻进时钻头进尺与压力关系的标准曲线。

钻头圆周上的金刚石必须特别精确地镶嵌，使得钻头直径保持在给定的公差范围内。若外侧金刚石磨损了则钻孔直径变小。为了尽量减小钻孔直径的变化，在钻头与岩心管之间安装一扩孔器，其圆周上镶着金刚石，这样就可保持钻孔直径不变。

要取得满意的工作效果，金刚石必须露出胎体 0.3~0.7 毫米。冷却液流经胎体与孔壁之间的空隙，若这一间隙太小则钻头上必须制出水道。

金刚石钻头可以表镶也可孕镶。表镶金刚石钻头是用大颗粒金刚石单层镶嵌于其表面，金刚石磨损后还可重镶。孕镶金刚石钻头是在烧结金属胎体内包镶着小颗粒金刚石，当孕镶层磨损了，钻头也就报废了。

美国金刚石岩心钻机制造商协会的英制钻头标准与公制钻头标准的区别之一是英制标准的钻头壁厚随直径而加大，而公制钻头标准有两个系列，一是薄壁钻头系列，一是厚壁钻头系列。毫无疑问，在钻进非常坚硬的岩层时，采用尽可能薄的钻头可获得较高的钻头效率。

钻头效率

为了提高钻头的效率，对于金刚石钻头钻进问题的系统性研究正在进行中。

钻头钻速表示进尺与实际化费时间的关系。确定钻头钻进速度唯一正确的方法就是长期观察分析其钻进效果。图 2 为表镶金刚石钻头钻进花岗岩时钻速的标准曲线。当金刚石刃磨损后，尽管有限地增加钻头的压力，钻头钻速也是下降的，钻头效率降低，

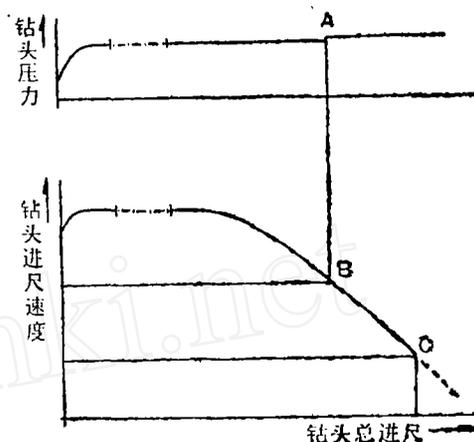


图 2

最终降到某一点则钻头必须予以更换。钻头的寿命取决于金刚石的质量与岩石的可钻性，在软岩中达几百呎，而在硬岩中则只有几呎。在软岩中钻进钻头效率恒定而且金刚石磨损不严重。但无论如何，钻头胎体是要逐渐被磨损的，因此钻头终究要被更换。

控制着钻头理想钻速的最重要因素或许是因为钻头钻速太低会导致取心困难，钻头偏斜，而且金刚石和钻杆的磨损增加。

以砂轮原理工作的孕镶金刚石钻头用于钻进较硬的岩石，在这种情况下钻头钻速不受金刚石磨损的影响而保持不变，直到钻头完全磨损为止。这种钻头对一些硬岩地区是非常有用的，但为了获得理想的钻进速度，需要较高的转速（线速度至少 4 米/秒）。选用孕镶金刚石钻头的目的是为了获得最大的钻进速度并在钻头整个使用寿命期间保持着最高钻速。

被钻材料的可钻性，或者说硬度和良性左右着可能达到的钻进速度和必须施加于钻头上的压力。除了钻头的设计外，金刚石的太大小和形状也必须加以选择以适应不同的被钻材料。

岩石的可钻性

从地质上讲有三大类岩石：即火成岩、沉积岩和变质岩。根据矿物与化学成份还可进一步划分为不同的类别。同一类岩石由于在不同压力下冷凝得快慢可有颗粒粗细和结

构上的区分。

即使采用了所有已知的测验方法，到目前为止还没有统一的制度来评定岩石的可钻性。

钻进软岩时钻头只有简单的切削作用，而钻进较硬岩层时作用较复杂，是压碎与研磨联合作用。曾据实验结果整编了大量可靠的统计数据以测定金刚石的尖刃压入岩石时的碎岩效应。实验结果表明（图3），若金刚石刃为圆形，岩石被压碎成粉末，增大压力则大部分能量为压碎区所吸收。若金刚石刃是尖的，最终会使岩石碎裂并使碎屑分离出来（岩石的抗张力仅为抗压力的 $1/5 \sim 1/20$ ）。

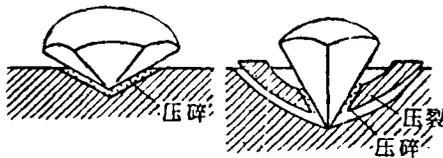


图3

当钻头正在钻进时，在压力作用下由于回转而使金刚石刃也产生侧向运动，此时会出现什么情况呢？就所知的情况来看，这个问题未曾研究过，但同样的原理也许是适用的，从图3可以清楚地看出，具有磨圆刃的金刚石比之尖刃金刚石需要更大的压力来维持相同的钻进速度，但因有效压力受钻杆柱强度的限制，所以钻速就不可避免地要降低。

坚硬而非均质的、结构破碎的岩石具有很大的抗张力，因而较难裂碎，所以金刚石对它的作用与其说是压碎，不如说是研磨。

刻取岩石的参数

每颗金刚石切入岩石的深度与钻头压力有关。钻进时，钻头需要有一定的压力才能钻进岩石。钻进中硬至坚硬岩石时，钻头钻速与压力之间的本质联系示于图4。压力增加时钻进速度也随之增加，直到A点为止。在A点的压力值就称为临界压力。临界压力是随岩石而异的，它取决于岩石的硬度和韧性。在A点处可能只有研磨作用，而在A点以上则兼有压碎和研磨作用。在C范围内（A

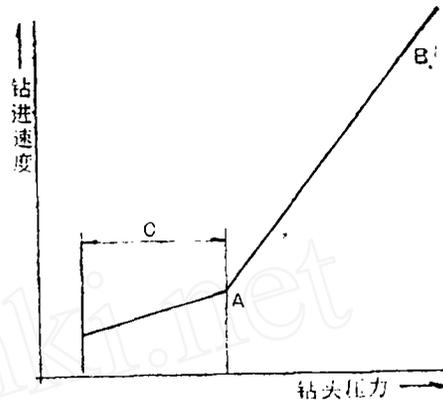


图4

点以下)的压力太低，会导致金刚石被磨钝。但在非常坚硬的岩石中钻进压力是无论如何也达不到A点的，经验证明，控制钻头压力应用范围的限制是相当窄的。

钻头的钻速与钻机回转的圆周速度成正比，但金刚石钻机最大周速通常不允许超过5米/秒，而在采石工业上切割石材时常用的周速为30~60米/秒。

一般来说，钻进硬岩时采用高周速与小切削深度，而钻进软岩时则采用低周速和大的切削深度。

钻探用金刚石

金刚石的选择必须以对金刚石和钻进工艺方面丰富的实践和理论知识为基础。对于钻进软的、粗粒的材料时，需用大颗粒的圆刃金刚石。而钻进中硬岩层时，用刃部尖而稍为磨圆的金刚石如一些加工过的金刚石则较为适合。对于非常硬的岩石则应该用小颗粒尖刃金刚石或带尖棱的金刚砂。钻进硬而破碎的岩石要求能经得起冲击力的质量好的金刚石，钻进需要大压力高转速的岩石时，由于切削面上产生高温，就须要使用耐高温的金刚石。

图5所示为金刚石形状、颗粒大小与岩石可钻性以及切削参数之间的关系。

金刚石的性质特别适宜于对岩石进行加工。但为了从金刚石的这些性质获得最大的效益，一个精深的科研计划正在进行中。正致力于获得关于全新型胎体粘结金属以及对

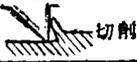
可钻性	软岩	中硬岩	硬岩
岩石	灰岩(白垩) 泥岩 松散片岩 片状砂岩	细粒砂岩 绿岩 结晶灰岩 白云石铁矿	花岗岩麻岩 长英麻粒岩 石英岩 伟晶岩
刻取方式	 切削	 切削 压碎	 压碎 研磨
金刚石大小			
金刚石形状	   		
胎体硬度	硬 ←	←	→ 软
刻取参数	速度 压力 深度 钻进速度	低 高	高 低

图5

钻岩最适用的金刚石颗粒大小、形状和脆性方面较完全的知识。在合金钻头、刮刀钻头和牙轮钻头工作表面覆盖以薄层金刚石粉的试验工作也在进行中。

最近，在硬岩中钻进隧洞方面发展了两种新方法。第一是大口径孔钻进与传统的爆炸法相结合，第二是在一次作业中将隧洞横断面的岩屑全部排除的方面(一次成巷法)。不论是传统的金刚石回转钻进法还是更为新型的采用孔底涡轮驱动的金钢石研磨钻进法都得到了广泛的应用。在后一种钻进法中，钻具是用涡轮驱动的。涡轮则用冲洗液作为动力的传动介质。据称回转速度可达5000~10000转/分，输入功率为350至420马力，钻进速度是令人满意的。

钻进效果举例

下列一些数据是各瑞典钻探承包公司在生产条件下所得的。

用36毫米不取心金刚石钻头在磁铁矿中钻进爆破孔，钻头上镶的金刚石粒度为6~8颗/克拉，钻头压力由250公斤递增至600公斤，钻头钻速为30~40厘米/分，经济钻速(包括搬运时间在内)为30~40米/班，每次重镶的钻头寿命达40~80米，金刚石磨耗量为

为0.05~0.10克拉/米。

用36毫米取心金刚石钻头在灰岩或含石榴石云母片岩中钻进勘探孔，钻头上镶的金刚石粒度为30~50颗/克拉，钻头压力由250公斤渐增至1000公斤，新钻头钻速为35厘米/分，磨钝的钻头钻速为6厘米/分，平均钻头钻速为15厘米/分，经济钻速为15~30米/班，视孔深而变。每次重镶钻头寿命达40~60米，金刚石磨耗为0.04克拉/米。

用36毫米孕镶式金刚石取心钻头在赤铁矿中钻进勘探孔，钻头用的金刚石为30~50目，恒定钻头压力为700~800公斤，钻头钻速为10~16厘米/分，经济钻速为10~30米/班，视孔深而变，钻头寿命60~75米，金刚石磨耗量0.16克拉/米。

在第一例中金刚石与磁铁矿的磨耗比为1克拉比14公寸³，在第二例中与灰岩/含石榴石云母片岩的磨耗比为1克拉比15.85公寸³，在第三例中与赤铁矿磨耗比为1克拉比3.8公寸³。在中等硬度的花岗岩中磨耗比为1克拉比7.5公寸³。

光鹿节译自：《Rock drilling with diamond》

作者：R.G.诺顿