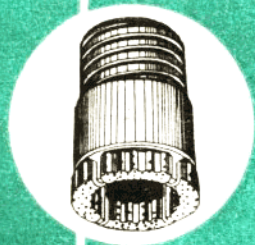


# 金刚石岩心钻进

河南地质勘探公司《金刚石岩心钻进》编写组



中国工业出版社

# 金 刚 石 岩 心 钻 进

河南地质勘探公司《金刚石岩心钻进》编写组

中 国 工 业 出 版 社

## 金 剛 石 岩 心 钻 进

河南地质勘探公司《金刚石岩心钻进》编写组

\*

地质局书刊编辑室编辑

中国工业出版社出版

新华书店发行

中国工业出版社第四印刷厂印刷

1971年10月第一版 1971年10月第一次印刷

15165·4926(地质-401) 每册 0.24 元

## 前 言

我们伟大领袖毛主席亲自发动和领导的无产阶级文化大革命，已经取得全面胜利，全国人民高举“九大”团结、胜利的旗帜，抓革命，促生产，促工作，促战备。一个工农业生产的新高潮正在蓬勃兴起。

为了适应工农业建设迅速发展的需要，多快好省地探明地下矿产资源，钻探工作“必须打破常规，尽量采用先进技术”。

金刚石岩心钻进（简称金刚石钻进），是一种比较先进的钻探技术。无产阶级文化大革命前，由于叛徒、内奸、工贼刘少奇及其在地质部门的代理人，疯狂地干扰和破坏毛主席的无产阶级革命路线，竭力推行“爬行主义”、“洋奴哲学”、“专家路线”、“技术神秘论”等反革命修正主义黑货，把金刚石钻进的研究试验工作搞得冷冷清清，致使这一技术长期没有得到广泛应用和发展。

经过伟大的无产阶级文化大革命，毛主席的无产阶级革命路线深入人心。奋战在地质、冶金和煤炭战线上的广大革命职工，怀着对伟大领袖毛主席深厚的无产阶级感情，努力学习毛主席的光辉哲学思想，以两条路线斗争为纲，狠批反革命修正主义路线，高举“鞍钢宪法”的旗帜，大搞“三结合”的科学试验，使我国金刚石钻进获得了迅速发展。从金刚石钻头的制造技术到各种岩层的钻进工艺，从成套金刚石钻进设备的制造到各种高强度钢管的生产都开始取得了显著的成绩。采用金刚石岩心钻进的生产效率和钻进质量不断提高，特别是人造金刚石也开始在钻探上试用。充分显示，用毛泽东

思想武装起来的人，有志气，有能力，赶上和超过世界先进水平。

目前，我国地质勘探工作正在有计划地逐步推广金刚石钻进技术。遵照毛主席关于“**要认真总结经验**”的教导，我们根据我国部分地质队的工人、革命干部、革命技术人员在有关工厂、研究所积极协助下从事金刚石钻进的体会和经验，编写了《金刚石岩心钻进》一书，以供同志们参考。由于我们毛主席著作学得不好，加之金刚石钻进实践的时间还比较短，对一些规律性的东西认识得不深，书中缺点错误在所难免，请读者批评指正。

革命在发展，时代在前进，让我们在毛主席无产阶级革命路线指引下，在三大革命斗争中大胆实践，不断创新，继续认真总结经验，把我国金刚石钻进技术提高到一个新的水平。

# 目 录

## 前 言

第一章 概述 .....	1
第一节 金刚石 .....	1
第二节 金刚石钻进的优越性 .....	5
第二章 钻具和设备 .....	10
第一节 金刚石钻头 .....	10
第二节 扩孔器和卡簧 .....	14
第三节 金刚石钻进用的管材 .....	19
第四节 金刚石钻进设备及工具 .....	21
第三章 钻进工艺 .....	24
第一节 金刚石钻头的选择和使用 .....	24
第二节 钻头压力、转速和送水量的确定 .....	31
第三节 一般操作及注意事项 .....	41
第四节 双管钻进 .....	45
第四章 特殊工艺 .....	51
第一节 护孔方法 .....	51
第二节 孔内事故的预防和处理 .....	53
第三节 金刚石钻孔的偏斜方法 .....	57
附录一 金刚石的基本性质 .....	63
附录二 我国部分地质队进行金刚石钻进所试用的 钻杆、接头、岩心管、套管尺寸及螺纹 .....	64
附录三 金刚石的回收方法 .....	71

# 第一章 概 述

## 第一节 金 刚 石

### 一、金刚石的特点及用途

金刚石又叫金刚钻，是由碳元素在高温高压下形成的结晶体。一般是无色透明或微淡黄色的，有些含杂质的金刚石呈浅蓝、褐红、浅绿等色，也有黑色的。大多数金刚石具有“金刚光泽”。

毛主席教导我们：“尤其重要的，成为我们认识事物的基础的东西，则是必须注意它的特殊点”。金刚石的特点很多（见附录一），这里主要介绍以下几点：

1. 硬度大，耐磨性高。

金刚石是目前自然界最硬的东西。图1-1是金刚石同各

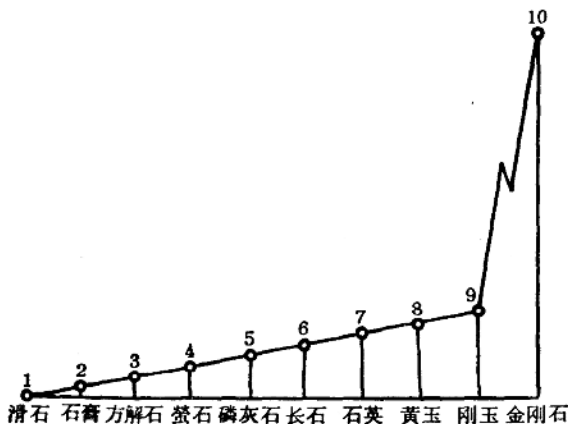


图 1-1 金刚石同各种矿物的硬度对比

种代表性矿物的硬度对比（有的称此为莫氏硬度等级）。按照图中的顺序，石膏（2）可以刻划滑石（1），方解石（3）又可以刻划石膏（2）……，金刚石（10）则可以刻划任何矿物。但是，它同刚玉（9）的硬度差别，比刚玉（9）同黄玉（8），或是黄玉（8）同石英（7）的硬度差别要大得多。它的硬度是刚玉的150倍，是石英的1000倍。

金刚石的耐磨性为刚玉的90倍，硬质合金的100倍，钢铁的9000倍。

### 2. 比较脆。

金刚石受到一定的冲击力时，会碎裂成许多规则的小块，有的称这种现象叫“解理”。这是金刚石最大的弱点。

### 3. 晶体形状不同的金刚石，硬度和强度不同。

金刚石的晶体有单晶和复晶两种。

单晶的形状很多，常见的有八面体和十二面体，还有六面体（见图1—2）。其中八面体硬度最大，六面体的硬度较

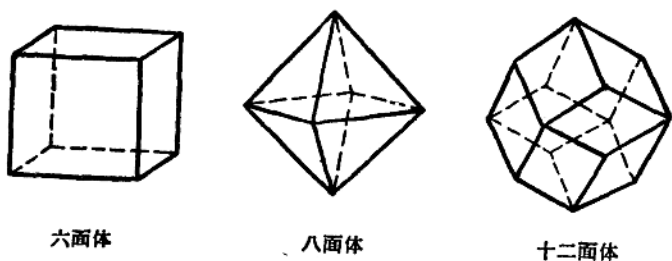


图 1—2 单晶的各种形状

小。此外，在同一晶面的不同方向上硬度也有很大的差别，因此，金刚石的硬度是有方向性的。

复晶就是几个单晶连在一起的聚合物。复晶比单晶更脆，强度要差些。



4. 在一定的温度下，也可以燃烧。

因为金刚石的成份同木炭和煤一样，所以也可以燃烧。

据我国某单位的试验，金刚石在空气中（含有氧气）加热到 $800^{\circ}\text{C}$ 开始氧化。到 $1000^{\circ}\text{C}$ 时，就烧成灰渣了。在真空中，加热到 $2000^{\circ}\text{C}$ 以上时，金刚石会变成石墨，而石墨是很软的。

根据金刚石的这一个特性，在需要用“烧”的办法加工各种金刚石工具时，要注意两点：

第一，要隔离氧气（可用真空法或用氢气、氮气保护）；第二，在隔氧的基础上，可以采用较高的温度，但不能太高，最好不超过 $1300^{\circ}\text{C}$ 。

5. 在一般的温度下，同酸不起作用，同碱可起缓慢作用。

根据金刚石的这个特点，可以利用强酸对金属的腐蚀作用把废旧工具上的金刚石回收下来，而金刚石的质量却不受影响。但必须注意，温度不能太高。据实践经验，在沸腾的温度下，某些强酸（如硝酸、氢氟酸）对金刚石表层是有一定影响的。

由于金刚石的硬度大，以及其它许多的特点，所以金刚石在现代工业和科学技术上得到了越来越广泛的应用。比如：用金刚石制成的拉丝模可以把各种金属拉成比头发丝还

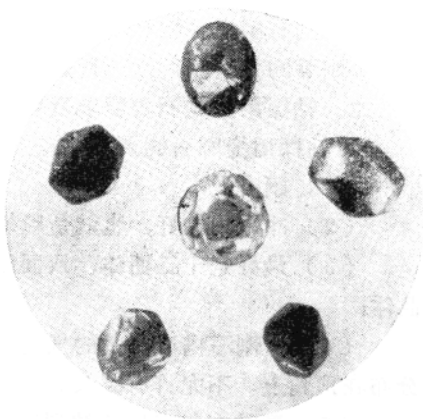


图 1—3 各种形状的金剛石

细的金属丝；镶有金刚石的机械刀具，可以精密地加工任何金属；金刚石硬度计可以测出各种材料的硬度。此外，还可以利用金刚石制成砂轮和玻璃刀等。

金刚石的重要用途之一就是用来制成钻探上用的钻头。

## 二、钻探用金刚石的要求及种类

### 1. 钻探用金刚石的要求：

(1) 硬度大；

(2) 冲击韧性好，也就是脆性要小；

(3) 最好是十二面体、八面体、过渡形晶体及浑圆状晶体；

(4) 金刚石内有少量的气泡和包裹体也可用，但不能分布在顶角上。不允许有裂纹。

(5) 颗粒在每克拉5粒到100粒之间或更小些。

(注：金刚石的重量常用克拉计算，一克拉等于0.2克，5000克拉等于一公斤)。

### 2. 钻探用金刚石的种类。

(1) 按性质和结构的不同划分，主要有三种：

圆粒金刚石：一般是无色、黄色或灰色，是一种不规则的粒状、结核状及放射状集合体；

红钻石：也叫浅红晶石，近似球形，外壳比中心硬，韧性较好；

黑色金刚石：不透明，有半金属光泽，大多是椭圆形，硬度大，韧性最好，能抵抗一定的突然冲击，但这种金刚石量少，价贵，很少使用。

(2) 按颗粒的大小划分，有大、中、小粒：

大粒（或粗粒）：每克拉5~20粒；

中粒：每克拉20~40粒；

小粒（或细粒）：每克拉40~100粒或更小。

（3）按生成环境的不同，分为天然金刚石和人造金刚石两种：

天然金刚石，是天然生成的一种矿物。

人造金刚石：是把石墨（成份也是碳）放在高温高压的环境中而生成的金刚石。其性能与天然金刚石相似，是一种新生的事物。由于天然金刚石产量少，满足不了日益增多的需要，所以人造金刚石将是金刚石的主要来源。在毛泽东思想的光辉照耀下，我国人造金刚石的生产，从无到有，从小到大，正在迅速发展。

## 第二节 金刚石钻进的优越性

毛主席教导我们：“有比较才能鉴别。”我国工人的生产实践证明，在中硬和坚硬岩层中，金刚石钻进比钢粒钻进和硬质合金钻进的效率高、质量好、成本低、装备轻、好操作、事故少。

### 一、效率高，可以加快地质勘探速度

某队在金矿区的同一矿点上，用钢粒钻进和金刚石钻进各施工三个钻孔。结果，金刚石钻进的平均台月效率比钢粒钻进高1.46倍，平均小时效率高1.38倍（见表1—1）。其中

某金矿区金刚石钻进同钢粒钻进的效率对比 表 1—1

钻 进 方 法	钻孔数 (个)	进 尺 (米)	开动 台月数 (台月)	台月效率		小时效率	
				米/台月	%	米/小时	%
钢 粒	3	1712.14	6.40	268	100	0.84	100
金 刚 石	3	1768.75	2.65	660	246	2.00	238

注：该矿区主要岩层为：混合岩（8~9级）占55%，斜长角闪岩（7级）占20%，伟晶岩（9~10级）占25%。

用金刚石钻进的第16号孔，深度451米，仅用了12天的时间，这个钻孔当时如果用钢粒钻进，则一般需要50天左右。

在坚硬岩层以及深孔中，金刚石钻进的效率提高得更加显著。某队铁矿区的深部有一种致密坚硬的白粒岩，可钻性10~11级（部分达到12级），厚度有几百米。在白粒岩的下面有没有新矿体？为了解开这个“谜”，过去曾多次采用钢粒钻进，但由于钻孔深，岩石硬，因此钻进效率非常低，以致无法穿透白粒岩层，“谜”一直解不开，不能及时对该矿区进行评价。后来该队采用了金刚石钻进，很快就穿透了白粒岩层，孔深达到千米，平均台月效率275米。地下的“谜”终于被解开了——原来在白粒岩的下面，有一个新的矿体。

在煤系地层的硬岩层中，金刚石钻进的小时效率比硬质合金和钢粒钻进高1~2倍。

## **二、质量好，可以比较准确地反映岩矿层的真实情况**

具体表现在以下三个方面，

### **1. 岩矿心采取率高。**

在完整岩矿层中，金刚石单管钻进的岩矿心采取率一般高于钢粒钻进和硬质合金钻进。在破碎岩矿层中，由于采用金刚石双管钻进（见第三章第四节），岩矿心采取率要比钢粒钻进和硬质合金钻进高得多，大部分回次可以达到90%以上。

### **2. 岩矿心的代表性好。**

金刚石钻进（尤其是采用双管时）所取的岩矿心有两个最大的优点：第一是完整性好，多数岩矿心是完整光滑的长柱状，有的长达3~5米。即使是坚硬破碎的岩矿层，也可以保持岩石的原有结构，有利于地质观察；第二是矿心品质好，没有用钢粒钻进某些矿层时所存在的选择性磨损、富矿

流失、污染和分选现象。因此，金刚石钻进所取的岩矿心比其它钻进方法所取的岩矿心更能反映岩矿层的真实情况，也就是更具有代表性。我国某金矿的一个矿点上，曾施工了13个钻孔，其中有8个钻孔是金刚石钻进（采用双管打矿），有5个钻孔是钢粒钻进（采用喷射式反循环钻具打矿）。经过化验对比，结果用金刚石钻进的矿层含金的品位比用钢粒钻进的矿层高。这个事实充分说明，金刚石钻进所取矿心的代表性确实比钢粒钻进要好得多。

### 3. 钻孔弯曲度小。

在金刚石钻进中，钻头、岩心管同孔壁的间隙只有1~2毫米，岩心管不易发生弯曲，所以，钻孔的弯曲度是比较小的，一般每百米只增加一度上下。

在我国某变质铁矿的钻探中，金刚石钻进的这一优点非常显著。过去该矿区采用钢粒钻进，钻孔弯曲度一直很大，虽然采取了一定的防斜措施，但是钻孔的弯曲度仍然每百米平均增加 $2\sim 3^\circ$ ，甚至更多，严重地影响钻孔资料的准确性。后来采用了金刚石钻进，这个矛盾就迎刃而解了，钻孔弯曲度最大的每百米仅增加 $1^\circ 06'$ ，其中有一个千米孔，终孔顶角只有 $3^\circ 30'$ ，平均每百米仅增加 $21'$ 。

### 三、成本低，可以用较少的钱办较多的事

有些同志可能提出这样的问题：金刚石是一种贵重的物资，金刚石钻进的成本是很高的吧？

毛主席教导我们：“世界上的事情是复杂的，是由各方面的因素决定的。看问题要从各方面去看，不能只从单方面看。”其实，金刚石钻进的成本一般比钢粒钻进和硬质合金钻进要低，其原因是：

#### 1. 效率高，促使成本下降。

2. 钻探上所用的金刚石大都颗粒小、品级低、价格不高，而且在钻进中，消耗也不大。通常用表镶钻头钻进7~9级完整岩石时，每周期（即一个钻头全部使用过程）仅消耗15~20%的金刚石，剩存的金刚石可以回收下来，加工成新的钻头继续使用。一般的金刚石可以复用三次以上。当颗粒较大的金刚石多次使用而变得很小时，还可以用来做成孕镶钻头。由此可以看出，在钻进中金刚石的费用并不是很高的。

3. 采用金刚石钻进以后，极大地改善了钻具的工作条件，从而减轻了各种管材的磨损和消耗。一根岩心管往往可以钻进数百米，据我国几个地质队的统计，在煤系地层中，金刚石钻进的金属消耗量（包括钢材及有色金属的消耗）为钢粒钻进的十六分之一，在铁矿地层中是三十分之一，而在金矿地层中则是三十九分之一。

金刚石钻进的这个优越性，不但可以降低钻探成本，更重要的是可以节省大量的钢材。

4. 在节省大量钢材的基础上，还可以节省大量的运输、搬迁和加工费用。

5. 金刚石钻机占用机场的面积较少，可以节省相当的工地建筑费用。

**四、装备轻，适于高山及交通不便地区的施工。好操作、事故少，有利于安全生产**

1. 金刚石钻进的全套装备比钢粒钻进要轻一倍。比如，钻进600米钻孔的全套装备（包括机械、钻塔、地梁、钻杆及岩心管等）的总重量，金刚石钻进只有8吨左右，而钢粒钻进却重达16吨。

2. 金刚石钻进口径小，岩心管又细又轻，也不用经常更换，不但好操作，而且劳动量小。

3. 一般不必专门冲孔捞渣，取心工序也很简单。

4. 孔内事故少，即使出了事故（特别是钻具折断事故），也比较容易处理。

此外，采用金刚石钻进可以在硬岩层中打水平孔以及仰孔（即由下往上打的钻孔）。

总之，金刚石钻进是一项多快好省的钻进方法。大力推广这项技术，对在地质勘探工作中贯彻落实毛主席关于“**备战、备荒、为人民**”的伟大战略方针，有着积极的现实意义。但是，我们要切记毛主席的教导：“**武器是战争的重要因素，但不是决定的因素，决定的因素是人不是物。**”实践一再证明：只有在每一个工序上充分发挥人的主观能动性，才能收到好的钻进效果。如果忽视了人的作用，见物不见人，以为金刚石万能，那样就往往会走向事物的反面。

毛主席教导说：“**事物都是一分为二的。**”金刚石钻进虽然有很多优点，但也有不足之处。比如，在钻进松软、复杂岩层以及石英砂岩、石英岩等研磨性很强的岩层时，它的使用效果就要差一些，在有的情况下甚至不能使用。因此，金刚石钻进目前还不能完全取代其它钻进方法。同时，金刚石钻进所用的管材大都是新的系列，许多工具也有所不同，不能充分利用现有的大部分地质管材和一部分工具，大量采用金刚石钻进还需要一定的过程。目前采用较多的钢粒钻进及硬质合金钻进虽然在一些方面不如金刚石钻进，但也有一定的长处。目前，我们在积极发展金刚石钻进的同时，不可忽视钢粒钻进和硬质合金钻进的改进和提高。

## 第二章 钻具和设备

### 第一节 金刚石钻头

#### 一、金刚石钻头的结构

金刚石钻头，是由金刚石、胎体和钻头体组成（见图 2—1）。

##### 1. 金刚石部分。

金刚石部分就是钻头刃部，按照镶嵌位置的不同，分为底刃金刚石、边刃金刚石和侧刃金刚石。

（1）底刃金刚石，其作用是刻取岩石。要选用品形较

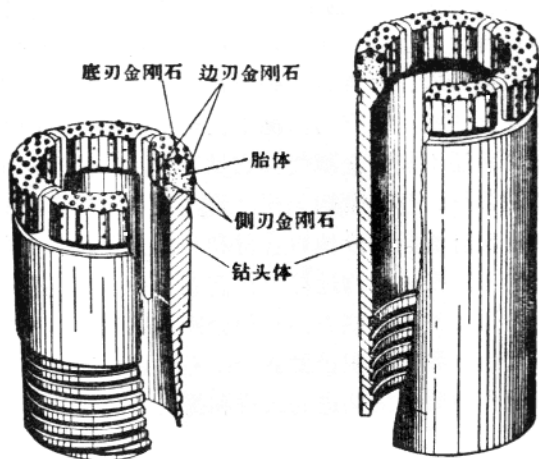


图 2—1 金刚石钻头的结构



好的金刚石。

(2) 边刃金刚石，其作用除了刻取岩石以外，还要保持钻头内外径，受力比较复杂，所以要选用质量最好、颗粒较大的椭圆形金刚石。

(3) 侧刃金刚石，作用是保持钻头内外径，一般选用晶形和质量较差的金刚石。

不同规格及种类的钻头镶入金刚石的数量是不相等的(见表 2—1)。

每个钻头的金刚石镶嵌量

表 2—1

金刚石镶嵌量 (克拉)	钻头种类	表 镶		
		钻 头	孕 镶 钻 头	不 取 心 钻 头
36		7~8	8~10	11~12
46		8~10	10~12	13~15
56		10~15	12~17	18~23
66		12~20	14~19	20~28
76		13~22	16~22	26~35

## 2. 胎体。

胎体是钻头底部包镶金刚石的一圈假合金，也叫胎环，要用粉末冶金法制造。它的主要成份可选用金属碳化物，铁合金和铜合金等。我国大多采用碳化钨 (WC)。

胎体同钻头体是紧紧粘在一起的，上面带有内外棱和水口。

## 3. 钻头体。

钻头体是钻头的钢体部分，用中碳钢制成，上部有丝扣，用来与扩孔器连接。单管钻头体内有容纳卡簧的喇叭口，双管钻头体比较长，而且壁薄。