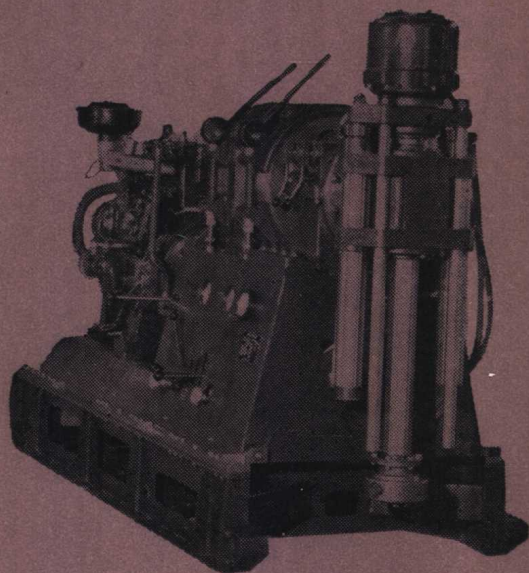


长 春 地 质 学 院 著
河南省地质局第九地质队

金 刚 石 钻 进 技 术



地 质 出 版 社



金刚石钻进技术
长 春 地 质 学 院
河南省地质局第九地质队

*

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6月北京第一版·1977年6月北京第一次印刷

印数1—7,700册·定价1.10元

统一书号：15038·新212

前 言

金刚石岩心钻探是近年来有很大发展的一项技术，正在全国大力推广使用。为了普及这方面知识，满足生产上的需要，我们归纳总结了国内现场使用的经验，同时查阅了国内外一些有关资料，本着理论与实践相结合的原则，编写了这本《金刚石钻进技术》。

本书主要内容包括金刚石岩心钻进用的设备；金刚石、金刚石钻头和扩孔器的制造方法；金刚石钻进用管材和工具；金刚石钻进工艺；金刚石的回收；管理及成本核算等。重点突出了现场使用经验。本书可供地质战线上的广大钻探工人和技术人员使用，也可供地质院校钻探专业的师生参考。

由于我们政治水平和技术水平不高，书中的缺点错误，希望广大读者批评指正。

在本书编写过程中，不少单位，特别是中国地质科学院勘探技术研究所和北京一〇一地质队、云南地质九队、河南地质三队、桂林冶金地质研究所、中南矿冶学院等单位给予大力支持和热情帮助，在此表示衷心感谢。

《金刚石钻进技术》编写组

一九七七年一月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 金刚石钻探发展简史	1
第二节 金刚石钻进的应用范围和优越性	3
第二章 金刚石钻进用的钻探设备	7
第一节 钻机	7
第二节 泥浆泵	23
第三节 动力机	26
第三章 金刚石、金刚石钻头和扩孔器	27
第一节 金刚石	27
一、金刚石的性质	27
二、金刚石的分类	33
三、钻探用金刚石的品级	34
四、地质钻头用金刚石的粒度及用量	36
五、人造金刚石的合成方法	39
第二节 金刚石钻头	45
一、金刚石钻头的结构	45
二、金刚石钻头的种类	52
三、金刚石钻头的制造方法	54
(一) 粉末冶金法制造钻头的分类	54
(二) 冷压浸渍法	55
(三) 热压烧结法	60
(四) 无压浸渍法	66
(五) 低温电镀法	70
四、金刚石钻头的设计原则	71
第三节 金刚石扩孔器	75
一、扩孔器的功用和种类	75
二、扩孔器的制造方法	77
(一) 冷压浸渍法	77
(二) 热压烧结法	79
(三) 无压浸渍法	79
(四) 低温电镀法	82

第四节 金刚石钻头和扩孔器的质量检查及机械加工	83
第四章 金刚石钻进用管材和工具	85
第一节 管材规格系列	85
第二节 金刚石钻进用钻杆	85
一、金刚石钻进对钻杆的性能要求	85
二、钻杆的材质及机械性能	88
三、钻杆的热处理	88
四、钻杆的规格系列	90
五、钻杆的连接和丝扣加工	91
六、钻杆的合理使用与维护	94
七、今后钻杆发展的途径	95
第三节 金刚石钻进用岩心管	95
第四节 金刚石钻进用套管	95
第五节 金刚石钻进用工具	97
一、提引工具	97
二、拧卸工具	97
三、其它专用工具	100
第五章, 钻进前的准备工作	104
第一节 钻孔结构的确定	104
第二节 钻头、扩孔器、管材和工具的配备	105
第三节 冲洗液和润滑剂的准备	105
第四节 各种报表的准备	105
第五节 场地修筑和设备的安装	119
第六节 人员的培训	119
第六章 金刚石钻进工艺	121
第一节 岩石的物理机械性质和可钻性	121
一、岩石的物理性质	122
二、岩石的机械性质	122
三、岩石的可钻性	128
第二节 金刚石钻头破碎岩石的基本概念	131
一、金刚石钻头破碎岩石的作用	131
二、国内外观点简述	132
第三节 金刚石钻头的选择	137
一、合理选择金刚石钻头的意义	137

二、根据岩石性质选择钻头	137
三、钻头、扩孔器、卡簧的配合	139
第四节 金刚石钻进规程参数的选择	140
一、压力	141
二、转速	145
三、冲洗液量(送水量或泵量)	149
第五节 金刚石钻头的使用和磨损	152
一、钻头排队使用	152
二、金刚石钻头正常磨损	153
三、金刚石钻头非正常磨损的原因及形式	154
四、金刚石的磨损	160
五、金刚石钻头更换与损坏	161
第六节 针状硬质合金钻进	162
一、针状硬质合金钻头钻进的优点和应用范围	162
二、针状硬质合金钻头的特点和制造工艺	163
三、影响钻头性能的因素	167
四、钻进技术规程	168
五、针状合金钻进的操作技术	169
六、与金刚石配套分层钻进	170
七、今后工作重点	171
第七节 高转速钻进	171
一、钻具振动的影响和产生原因	172
二、减振防振主要措施	173
第八节 绳索取心钻进	189
一、绳索取心钻进的优缺点和使用范围	189
二、绳索取心钻具的结构、部件功用和工作原理	191
三、绳索取心钻进时钻探设备和工具的特点	197
四、钻进技术参数的特点	201
五、操作注意事项	201
第九节 复杂地层钻进	203
一、钻进中的复杂情况和复杂地层分类	203
二、护孔堵漏浆液材料	204
(一) 泥浆	204
1. 泥浆的基本概念	205
2. 泥浆的胶体化学性质	206

3. 泥浆的主要性能及其对钻进的影响	210
4. 各种不同地层对泥浆性能的要求	213
5. 小口径钻进对泥浆的特殊要求	213
6. 泥浆的化学处理	215
A. 泥浆处理的基本方法	215
B. 泥浆化学处理的实质	216
C. 泥浆化学处理的药剂	216
7. 泥浆类型和性能的选择	228
(二) 水泥浆液	230
1. 水泥速凝剂	230
2. 水泥速凝早强剂	230
3. 水泥的塑化剂	231
4. 胶质水泥	231
5. 水泥加惰性材料	231
(三) 化学浆液	232
1. 脲素甲醛浆液 (简称脲醛浆液)	232
2. “氰凝”浆液	240
3. 其它化学浆液材料	250
(四) 浆液材料的选择	250
三、复杂地层的测定和处理	251
(一) 漏失、坍塌地层的测定	251
(二) 漏失地层的处理	254
(三) 破碎、坍塌、掉块地层的处理	256
第十节 操作注意事项	257
一、开孔	257
二、换径	258
三、升降钻具	258
四、钻进	259
五、采心	261
第十一节 取心工具	262
一、影响岩心采取率与品质的因素	262
二、卡簧取心	263
三、双管钻进	266
四、反循环钻进	273
第十二节 钻孔弯曲和测量	277

一、钻孔弯曲的原因	278
二、钻孔弯曲的测量	281
(一) 氢氟酸测斜法	282
(二) 小口径罗盘测斜仪	283
(三) 小口径陀螺测斜仪	285
(四) JXX-1型小口径测斜仪 (非磁性矿区用)	287
(五) JXK-2型小口径测斜仪	289
第十三节 孔内事故的预防和处理	290
一、烧钻事故	291
二、胎体脱落事故	294
三、钻具折断事故	295
第七章 金刚石的回收	299
第一节 酸蚀法	299
第二节 电解法	300
第八章 管理及成本核算	306
第一节 金刚石钻头和扩孔器的管理	306
第二节 金刚石钻头的成本核算	308
附录	311
1. 不同岩层选用钻头、扩孔器参考表 (初稿)	311
2. 钻头、扩孔器内外径尺寸、公差表 (初稿)	311
3. 金刚石粒度与公称尺寸表 (近似值)	312
4. 金刚石磨料网目度与公称尺寸对比表	312
5. 孕镶金刚石钻头金刚石浓度表示法对照图	313
6. 钻进时功率消耗与转速、孔深关系示意图	314
7. 冲洗液在钻孔环状间隙上升流速图	315
8. 钻头克取环状面积和钻头底唇面积表	316
9. 钻孔和套管内体积表	316

第一章 绪 论

第一节 金刚石钻探发展简史

钻探在我国有悠久的历史。远在二千二百多年以前（战国时代），我国劳动人民在四川地区就开凿盐井，汲取卤水用以熬盐，同时发现了天然气，这是世界上最早的发现和创举。据历史材料记载，唐朝凿井640余口；明朝末年四川最深的井已接近1000米，此外还创造了很多打捞工具和修井方法。这充分说明我国勤劳智慧的劳动人民在历史上对钻探事业是有着重大创造和杰出贡献的。

我国的钻探事业虽然有着悠久的历史，但是由于封建制度的长期束缚，钻探技术一直不能顺利发展。解放前的旧中国，反动统治阶级为了巩固自己的统治地位，拚命地勾结帝国主义，把祖国的大好资源出卖给外国，任其疯狂的掠夺，地质勘探事业极为薄弱，钻探技术十分落后。全国解放时除十多台破旧不堪的外国造钻机外，大都还是采用古老的钻井方法。那时根本谈不上钻探事业的发展。更谈不上金刚石钻探的应用。

据资料介绍，天然金刚石用于钻探已经有一百余年历史。大约在一八六〇年左右，世界上出现了第一台金刚石钻进用钻机。在这以后，金刚石钻进就逐渐在一些工业较发达的国家应用。一九三〇年以前金刚石钻进主要采用手镶大颗粒黑色金刚石，只是在近三十年，国外金刚石钻进才有较大的发展；如一九四五年后，才逐渐采用粉末冶金技术加工金刚石钻头，使大颗粒金刚石钻头被细粒金刚石钻头所取代，出现了以高转速为主体的快速钻进工艺；绳索取心钻进逐渐被广泛应用。在钻进工艺改革的同时，

钻探设备也有了一定的发展，出现了一些新型的油压岩心钻机和全液压钻机。钻机从用途上、钻进工艺上、装载方式上更体现了“一机多用”。由于全液压钻机具有钻进效率高、机械化自动化程度高、操作轻便等特点，所以在一九六〇年后，国外就不断出现，成为目前地质勘探钻机发展方向之一。钻塔和泥浆泵也相应地朝轻便化方向发展。由于钻探工作所需的金刚石用量愈来愈多（据统计，某些工业发达的资本主义国家金刚石钻探的工作量达总工作量的60~80%，地质钻探用金刚石在世界金刚石总消耗量中占百分之十几）而天然金刚石的产量又日益满足不了需要，因此就开始研究人造金刚石在钻探上的应用。从一九五四年左右研制成人造金刚石，至六十年代才用于钻探。总之，在国外，金刚石钻进的发展经历了一百多年。

我国于一九六〇年开始研究金刚石钻进，但在无产阶级文化大革命之前，由于刘少奇反革命修正主义路线的干扰和破坏，使金刚石钻进的研究试验工作搞得冷冷清清。经过伟大的无产阶级文化大革命，地质战线的面貌焕然一新，广大的工人群众和革命技术人员，遵照伟大领袖毛主席关于“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平”的教导，高举“鞍钢宪法”的旗帜，大搞“三结合”和社会主义大协作，打破了洋框框，在发展金刚石钻进方面闯出了自己的道路。一九七一年，在河南省地质局探矿厂建成了我国第一个金刚石钻头制造车间，开始用冷压浸渍法成批生产钻头。几年来，钻头制造工厂不断增加，钻头产量成倍增长，质量和品种不断提高和增多，热压法、无压法和电镀法钻头都相继研制成功，从而使小口径金刚石钻进遍及全国各地，钻进效果越来越显著，钻进效率的新纪录不断涌现。目前，小口径金刚石钻进用管材、工具初步形成系列，小口径高速钻机、绳索取心钻具、小口径测斜仪都已开始生产。我国自制的人造金刚石质量不断提高，成批生产的热压人造孕镶钻头成功地用于生产，钻头性能良好，某些生产指标已赶上和超过世界先进水平，开创了立足于国内资源发展小口径金刚石钻进

新的途径。此外，几年来的生产实践，积累了很丰富的小口径钻进经验，培养了一批技术骨干力量，为下一步迅速推广小口径钻进打下了良好的基础。

总之，我国在短短几年中小口径金刚石钻进方面所取得的伟大成果，再一次证明了我国社会主义制度的优越性。同时也说明了要发展这项新技术，必须坚持“独立自主、自力更生”的方针，必须大搞群众运动。

今后我国岩心钻探的任务是要实现小口径化，任务是艰巨的，但只要坚决执行毛主席的革命路线，以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，开展“工业学大庆”的群众运动，狠抓小口径钻进工作，立足国内资源，立足人造金刚石，上述任务，经过努力是完全可以完成的，这样就能为社会主义建设提供更多更好的矿产资源，为在本世纪内把我国建成社会主义的现代化强国做出新贡献。

第二节 金刚石钻进的应用范围和优越性

一、金刚石钻进的应用范围

金刚石钻进的应用范围很广，基本上和岩心钻探相同。目前大多用于固体矿产的地质勘探(中硬以上的岩石)；水文工程地质勘探、石油和天然气的勘探中，遇到较硬岩层，也使用金刚石钻进。

二、金刚石钻进的优越性

小口径金刚石钻进，是目前钻进方法中效率高的一种钻进方法，是加快地质勘探速度，提高钻孔质量的一个有效途径。推广小口径金刚石钻进，将加快改变技术装备落后的面貌。几年来的生产实践证明：在地质岩心钻探中采用金刚石钻进不仅比钢粒钻进和硬质合金钻进的效率高、质量好、事故少、装备轻便、劳动

强度低，而且可以降低钢材消耗和钻探工作成本。

（一）效率高

据河南三队介绍，采用小口径钻进的小时效率一般比钢粒钻进高一倍以上，岩石愈致密坚硬，小时效率提高的幅度愈大。比如在钻进8~9级混合岩和石英砂岩时，钢粒钻进的小时效率为0.89米和1.25米，金刚石钻进为1.90米和1.92米；钻进非常致密坚硬的10级辉绿岩和安山玢岩时，钢粒钻进的小时效率为0.20米和0.26米，而金刚石钻进却达2.20米和1.04米。由于小时效率高，加上其它各种优越因素，小口径钻进的台月效率也比大口径高得多，如以河南九队在某矿区两台钻机为例，在岩层条件和钻孔深度相同的情况下，钢粒大口径钻机平均台月效率255米；而小口径金刚石钻机平均台月效率为620米。北京一〇一队有个统计，钢粒大口径钻进平均台月效率为220~250米，小口径金刚石钻进平均台月效率为376米，提高约60%。金刚石钻进效率高的例子还很多，如辽宁昭盟二队二号机，在8级岩层中，七六年五月份进尺1003米，年进尺5047米，辽宁某队三八机台七六年六月份进尺1181米，全年进尺5405米；云南九队十四号机七五年进尺5211米；河北四队两台钻机在铁矿钻进，台效平均为450米，最高达800米；北京一〇一队“三八”分队二号机，在6~8级岩层中，七五年五月份进尺851米；北京一〇二队一分队两台钻机曾于七五年创台月进尺1202米和1339米的良好记录。

（二）质量好

具体表现在以下三个方面：

1. 岩矿心采取率高。小口径金刚石钻进由于钻进原理与钢粒钻进不同，大多数又采用双管钻进，粗径钻具的工作状况亦相对稳定，所以岩心采取率比大口径高，只要认真对待，一般都可以达到90%以上（包括破碎的岩矿层）。

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，一是完整度好，多数岩矿心是完整光滑的圆柱，有的长达3~5米；二是矿心品位好，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。例如我国某金矿的一个矿点上，通过化验对比，结果是用金刚石钻进的矿层含金的品位比用钢粒钻进的矿层高。

3. 钻孔弯曲度小。在金刚石钻进中，钻具同孔壁的间隙只有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。例如，某变质岩铁矿区是一个有名的“孔斜矿区”，用钢粒钻进时，在采取了一定的防斜措施以后，顶角的递增平均每百米仍达3~4°；而小口径钻孔在未采取专门防斜措施的情况下，每百米顶角递增仅1°06′，其中有一个小口径千米钻孔，终孔顶角只有3°30′，平均每百米仅增加21′。

（三）事故少

小口径金刚石钻进时，孔内事故少。据有的队介绍：小口径的平均事故率为1.8~4%，而大口径则达10~12%。采用小口径，由于孔径小，孔内岩粉少，钻杆与孔壁的间隙小，所以发生事故，处理也比较容易。

（四）装备轻、劳动强度低

由于小口径钻进时管材磨损少，所以小口径钻机无需配备大量的管材，而且管材直径都小，又甩掉了笨重的钢粒钻头；小口径钻探设备又较大口径的轻。因此，小口径钻进的总装备较轻便，更适合于高山及交通不便地区的施工。比如大口径千米钻机的总装备（包括各种设备、管材和厂房）重达27吨；而另一个小口径千米钻机总装备仅为13吨，比大口径轻一半以上。

小口径钻进所用管材又细又轻，一根5米长的 $\phi 54$ 毫米岩心管重仅23公斤，而同样长度的一套 $\phi 108$ 毫米钢粒粗径钻具的重量就有100公斤。同时，在使用中不用经常更换。各种运输量大大减少；钻进工序及辅助工作简化、省力；加之孔内事故少，因而小口径钻进的劳动强度比大口径钻进大大减轻。

(五) 成本低

由于小口径金刚石钻进具有以上优点，所以钻探成本要比大口径钻进低。如金刚石钻进效率高，使得单位进尺所占工资、设备折旧、管材摊销等费用大幅度下降。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，与钢粒钻进相比，可成倍地节省钢材，也就节省了大量运输和加工费用。

总之，金刚石钻进是一项多快好省的钻进方法。大力推广这项新技术，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，对“大打矿山之仗”，都有着积极的现实意义。

金刚石钻进所使用的钻探设备、钻探工具和管材都有些特点，因此在采用该方法时，必须充分作好准备工作，否则就会影响其使用效果。

目前还急需解决复杂岩层中提高金刚石钻进效率的问题；要加速新型钻探设备的研制工作，逐步达到标准化、系列化；完善小口径钻进机具和测斜、测井仪器的配套；增加钻头品种，以满足钻进各种地层的需要；加强各种人造超硬材料的研究，扩大磨料来源，为全面推广小口径钻进创造更有利的条件。

第二章 金刚石钻进用的钻探设备

金刚石钻进，同钢粒及硬质合金钻进一样，必须使用钻机、泥浆泵、动力机等设备。由于金刚石钻进是小口径，所以它所采用的钻探设备都较大口径的体积小、重量轻。为了充分发挥小口径金刚石钻进的效果，必须采用符合金刚石钻进特点的钻机和泥浆泵以及其它辅助设备。

第一节 钻 机

根据金刚石钻进高转速的特点，宜采用有较高转速和有较大转速调节范围的液压钻机，并要求钻机配有较准确的流量表、孔底压力表、扭矩表，操作部分要灵活、准确，还要配备液压拧管机。

目前金刚石钻进常用的钻机为液压立轴式，其次为液压转盘式、立轴式（改进型），全液压式钻机还处于试验阶段。金刚石钻进用钻机的主要性能见表2—1。

一、液压立轴式钻机

常用的钻机型号为XU—100，XU—300—2，XU—300—2（快），XU—600，XU—600（快），JU—1000，可根据设计孔深分别选用。型号后面带“快”字的钻机，是在原型号钻机基础上，做了局部改装，提高了钻机立轴迴转速度，以满足小口径金刚石钻进的需要。

（一）XU—300—2（快）型钻机

重庆探矿厂在原有XU—300—2型钻机基础上，将回转器内的一对弧齿圆锥齿轮的速比，由原来的21:31改为25:27，这样迴

表 2—1 目 前 金 刚

型 号	钻孔深度 (米)	钻孔最大直径 (毫米)	钻进倾角 (度)	转 速 范 围 (转/分)	给进 方式
XU-100	100	110	75~90°	142,285,570	油压
XU-300-2	300	110	0~90°	118,226,308,585	油压
XU-300-2(快)	300	110	0~90°	162,308,420,800	油压
XU-600	600	150	65~90°	165,280,470	油压
XU-600-3	600	150	65~90°	166,281, 386, 470, 655,1096	油压
*XU-600(快)	600	150	65~90°	184,313, 390, 525, 665,1100	油压
XU-600(快)	600	150	65~90°	165,280, 348, 470, 590,992	油压
XU-600(快)	600	150	65~90°	165, 280, 470, 660, 1120,1880	油压
XTS-600	600			193,404,608,1010	油压
东方红-600	600	150	70~90°	130~1130	油压
井冈山-600	600			100~1000	油压
XD-600	600	76	45~90°	200~1510	油压
JU-1000	1000		0~360°	88,160,230,340,470, 500,710,1035	油压
XB-1000	1000	150	45~90°	172,345,690	
油压-1500	1500			81~1034	油压

* XU-600 改快速的单位目前很多, 其中黑龙江省地质局是在廻转器下部增设

石 钻 进 用 钻 机

升降机 起重量 (公斤)	钻机 重量 (公斤)	动力机功率	生 产 厂	改制单位	备 注
1000	419	10 马力	北京探矿厂		
2000	900	20 马力	重庆探矿厂		
2000	—		重庆探矿厂		
2500	1550	40 马力	张家口探矿厂		
2500	—		张家口探矿厂		反挡: I 速—122转/分 II 速—294转/分
2500	—		张家口探矿厂	北京 101 队	用电动机
2500	—		张家口探矿厂	湖南 402 队	用柴油机
2500	—		张家口探矿厂	黑龙江 地质局	
			济南探矿厂	同左	油压转盘钻
3000	1380	40 马力	武汉探矿厂	同左	油压转盘钻
	1800	40 瓩	江西地质局	同左	油压转盘钻
9000 (油缸)		65 马力	北京探矿厂		全液压式 已鉴定
3500	1450	48和60马力	无锡探矿厂		液压式 小批投产
3000	2850	54 马力	张家口探矿厂	云南九队	动力用 40KW 电动机或 80马力柴油机
			张家口探矿厂		液压式试验阶段

了一个行星式增速装置, 最高转速达1880转/分。