

地质矿产部推行金刚石钻探的回顾与总结

刘 广 志

70年代以前,由于钻探磨料落后,在坚硬岩层和“硬脆碎”岩层中的钻进十分困难。金刚石以其硬度高、抗磨性好应用于钻探领域以来,攻克了诸多难关,改变了钻探面貌。但由于天然金刚石资源短缺和价格昂贵,使其在钻探领域的应用受到局限。随着科技进步,人造金刚石的面世,钻探领域大量推广应用金刚石才成了现实。人造金刚石除产量高、品种多、价格低以外,还具有下述技术特点:

1. 人造金刚石的晶形、粒度、硬度、强度有明显的一致性,质量均衡,无固有的劈开面,能保持均匀磨损。

2. 人造金刚石的细料粉料,经高温高压能重新聚晶,掺入其它增韧材料或与硬合金片合作复制成人造金刚石聚晶、新型超硬材料或可裁切的复合片等镶嵌体。聚晶体(层)为“金刚石+金刚石”结构,有较好冲击韧性,凭磨削与剪切作用钻进岩石,在钻头的全寿命中呈自由切削状态,磨损均匀,被抛光倾向少。

3. 人造孕镶金刚石钻头,在唇面造型、胎体硬度、浓度、粒度等参数方面,为适应不同岩矿层的物理力学性质,已逐渐为人们掌握,从而使钻头制造工艺学大大改进。这种人孕钻头能作为“广谱”钻头,有效地钻进中硬以上及硬脆、裂隙、层状交错的多种岩矿层,使用得当还能取得恒钻速钻进效能。

4. 具有扩大使用范围的良好前景,例如钻钢筋混凝土的薄壁钻头;钻大砾石的“经济”钻头;钻坝基的人造孕镶金刚石钻头等都已问世和应用。

自1974年根据我国国情提出的“立足于国内,立足于人造”技术方针以来,大量的实践证明,我们所走的道路是完全正确的。我国人造金刚石钻探的发展在国际上已处于领先地位。

人造金刚石钻探在钻探领域中是一项重点项目,自1960年至1980年先后5次列为国家部、委重点新技术推广项目。1970年大规模推广以来,带动了全行业的发展,改变了地矿部钻探工程的面貌,促进了科学技术水平的提高。

一、科研领先为推广应用人造金刚石钻探打下了坚实的技术基础

在地矿部的统一组织下,充分发挥了科研、院校、工厂的作用,围绕金刚石钻探的新设备、新技术、新工艺、新管材、新钻头和基础理论等,进行科研与实验工作。据不完全统计,至“六五”末,已获科研成果224项,其中获奖项目达154项。其中1等奖4项、2等奖17项、3等奖44项、4等奖82项、省级奖7项。为金刚石钻探设备工艺配套打下了坚实的技术基础。

二、钻探磨料实现了第四阶段的变革

地矿部自建立一系列钻探工具厂、室以来,一个以研制人造金刚石制品为主的体系已经形成,取得了丰硕的成果。表现在:

1. 人造金刚石钻头制造工艺学日趋配套完善,方法齐全,品种、口径、胎体、唇面造型形成系列化、标准化。制成品的质量检测仪器方法配套,生产工艺稳定,为钻进硬至坚硬岩矿层提供了充足的钻头资源。

2. 利用二次高温高压加工制成的新型

镶嵌体（各种聚晶、复合片等），品种增加、质量提高，制成的聚晶钻头和微刮刀式复合片钻头为钻进软到中硬岩层的新一代钻头资源。

3. 一种称为Super hard-1 (SH-1)型人造金刚石超硬材料镶嵌体，已由中国地质大学（武汉）探工系于1989年2月研制成功。其耐磨性是YG8碳化钨的100倍，体积磨耗比与重量磨耗比分别是YG8的30倍、35倍，冲击韧性为0.30kgm/cm²。用这种镶嵌体制造的钻头能钻1~6级岩石和部分7~8级岩石及交互层。这项成果已通过部级鉴定，是地矿部系统首次以人造金刚石为基料而研制成功的超硬材料。这项成果使我国钻探磨料实现了第四阶段的变革（见表1），从而反映了钻探技术水平的进步和经济社会效益的提高。

三、人造金刚石钻头使用比例逐年增加

表1 地质钻探磨料变革阶段表

	软至中硬岩石 (1~6级)	硬至坚硬岩石 (7~12级)
50年代	硬合金	铁砂
60年代	硬合金	钢粒
70年代	硬合金，部分金刚石 天表钻头（中硬）	钢粒，部分金刚石钻头
80年代	金刚石镶嵌体（聚晶、 复合片、超硬材料）	金刚石孕钻头

由于人造金刚石钻探的稳步扩大和发展，其钻头用量逐年增长，天然金刚石钻头用量逐年减少。人造金刚石钻头由1978年所占比例的38.4%上升到1988年的96.5%；而天然金刚石钻头由1978年所占比例的61.6%下降到1988年的3.5%，为国家节约了大量的外汇和天然金刚石资源。

四、人造金刚石钻头寿命达到一定水平

在未考虑岩石可钻性等级、钻头结构参数与操作工艺水平等因素影响的情况下，地矿系统80年代以来钻头平均寿命如表2所示。分析钻头寿命偏低的主要原因是：①用金刚石钻进的大多数为黄金、钨、钼、铜、铅、锌、汞和多金属等矿种，岩石坚硬。②钻头结构还有待于强化设计。

五、钻探工程质量获突破性提高

自大规模推广金刚石钻探以来，钻探工程质量获极大提高。据统计（见表3），1966年~1988年累计金刚石钻探工作量约1313万米，完成钻孔约44000个，完全满足地质要求的钻孔比例逐年增高，从根本上扭转了钻探工程质量低劣的被动局面，为地质找矿取得重大突破（特别是黄金、铜、多金属）作出重要贡献。

地质效果改善，经济效益也大幅度提高，1981年以后人造金刚石钻探每米成本降低到86.79元，而联合国、美国承包价为100

表2 地矿系统人造孕镶金刚石钻头寿命情况

项 目	年 份							
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
全系统钻头寿命总平均 (m/只)	36.8	38.1	38.2	37.9	37.8	33.0	31.7	32.5
全系统绳索取心钻头寿命总平均(m/只)	59.0	53.8	58.2	66.0	48.1		37.1	34.2

表3 逐年完全满足地质要求钻孔占完工总数的比例

年 度	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
%	63.9	62.8	72.8	72.9	81.2	82.2	86.2	88.0	87.1	89.8	88.9

表 4 地矿系统金刚石钻机与绳索取心钻具逐年开动台(套)情况表

年份 内容	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988 (约)
金刚石钻机开动(台)	475	506	508	430	464	562	641	622	692	590	618
占总开动数%							52.5	59.4	61.0	60.7	66.3
绳索取心开动(套)	4	12	32	74	100	128	179	191	191	164	186
占金刚石钻机%	0.84	2.37	6.3	17.2	21.6	22.8	27.9	30.6	29.3	27.8	30.0

表 5 钻机更新的三个阶段

年 代	主力钻机类型	主力泵类型	钻 塔	钻进工艺
第一代 50年代	手把式(手轮式)钻机	双缸单作用	角钢	硬合金, 铁砂
第二代 60年代	液压式钻机	双缸双作用	角钢, 管式	硬合金, 钢粒
第三代 70~80年代	高速液压金刚石钻机	三缸变量	管式, 桅杆式	硬合金, 金刚石

美元/米,他们的成本至少比我们高出3.8倍。我们是世界上金刚石钻探成本最低的国家。每年可节约投资2000万元,钢材6000余吨。在1984年获地矿部奖励的50个地质找矿项目中,有28项用金刚石钻探方法进行普查勘探,其潜在资源价值达7500亿元。

六、金刚石钻机开动台数逐年增多

金刚石钻机与绳索取心钻具的效率高、成本低、劳动强度轻、勘探周期短,这为增开金刚石钻机,采用金刚石钻探方法创造了良好的条件。开动情况见表4。

七、带动钻探机械更新换代

金刚石钻探工艺带动了钻探设备的更新换代。我国钻探设备的更新经历了三个阶段(表5):

对高速金刚石钻机的特殊要求是:加宽调速范围,要有近2000转/分的高转速;具有多功能多用途的广能和派生品种;冲洗泵改为三缸单作用变量泵。经过广大钻探科技人员的努力这些要求较好地实现了。此外还研制了坑道钻探用的KD-75、KD-150型坑道探金刚石钻机和地表取样的系列化取样钻机,扩大了金刚石钻探的使用范围。

八、配套器具促进了金刚石钻探的发展

金刚石钻探的配套器具具有以下几项:

1. 新型合金钢材(45Mn MOB等)制成的新标准金刚石钻探管材,已形成国家标准。

2. 全套钻探工具、升降工具、拧卸工具、打捞工具以及其它配套的附属机具均实现了标准化、国产化。

3. 与金刚石高速技术配套的新型低固相、无固相冲洗液,如聚丙烯酰胺冲洗液、乳化冲洗液以及无机、有机化学冲洗液的添加剂、处理剂已达60余种。

所有的成果标志着我国金刚石钻探已发展到新的水平。

九、金刚石钻探工艺的理论研究取得可喜成果

1. 金刚石钻进岩石的碎岩机理、金刚石磨损规律、钻头金属包镶理论、电镀金刚石钻头机理、钻头参数及岩石物理力学性质匹配关系以及坚硬致密“打滑”层定量指标与钻进措施等获突破性进展。

2. 金刚石9参数试验台于1984年研制成功,对研究岩石物理力学性质与碎岩机理起

扩大地质工作的社会宣传

王金文 钱学凯

万里委员长在1986年全国地矿局长会议上讲话中指出：“可以说，我国每一座矿山、每一项重大工程、每一座大中城市，都留下了地质战线成千上万的无名英雄的业绩，他们栉风沐雨、披荆斩棘的实践活动和开拓精神，理应受到全社会的尊重。”“我们不能只看到后续工程的效益，忘掉了先行者们在创业过程中的艰辛。”依据万里同志的讲话精神，扩大地质工作社会宣传，是一件关系到争取社会各界支持、关心地质工作，顺利实行地质工作战略转变和体制改革，稳定职工队伍的大事。

党的十一届三中全会以来，随着地质工作改革、开放的深入和发展，地质工作的社会宣传，取得了一定进展，并在实践中积累了一些好的做法，如，组织理想报告团、邀请作家、新闻记者深入基层体验生活、为地质工作者树碑、开展地质宣传月等活动，对于提高地质工作的知名度，扩大社会影响，起了很好的作用。但总的来看，这项工作还比较薄弱，与百万地质大军所做出的贡献相比，极不相称。当前，地质工作社会宣传存在的主要问题是：各级领导重视、支持不够；缺乏整体规划；在宣传内容上，重点不

了重要作用。用超深岩心检测仪、微钻速试验台、弹性硬度计、压入硬度计和研磨试验相互配合、验证制定了《地矿部金刚石钻探岩石可钻性分级试行标准》，这是一项先进的、创新的科学分级标准，改变了靠单项指标为岩石定级的方法，达到了国际先进水平。

3. 小口径钻孔冲洗液流变学理论的研究；用多种物探测井法对漏失层的定位、定性、定量（三定），划分漏失层的类别，从而采用相应堵漏措施的研究都取得了可喜成果，填补了国际上的空白

4. 配合受控定向钻探研制的JTL-38、JTL-50型陀螺测斜仪和YS-1型、ZS-1型随钻测量（MWD）仪，都属于高精尖类型的仪器，均已达到国际水平。

5. 中国地质大学（北京）于1985年研制成功的我国第一台微机自控实钻试验台，将钻机、泵与电子检测系统和微机连为一

体，实现数据采集—处理—反馈—自动钻进。可以进行恒钻速或定切入量钻进。这项成果在国内外处于领先地位。为研究优化钻进、培养高级钻探研究人员打下了基础，创造了条件。

6. 液动冲击回转钻探与小口径金刚石受控定向钻探技术的研究成功与推广，促进了金刚石钻探向高层次发展。

这些科研成果与经验的运用，使具有我国特色的人造金刚石钻探工艺学迅速形成，日益完善，大大促进了我国钻探工程科学技术的全面进步。全部设施实现了国产化，为地质找矿实现重大突破和“四化”建设做出了重大贡献，大大缩短了与工业发达国家在钻探工艺方面的差距。近年来与国外多次交流中都引起了同行们的重视，有些新技术将转让到国外重要钻探部门，为国家争得了荣誉。

（地质矿产部评审委）