

电镀金刚石钻头研究

李大佛 著



武汉地质学院出版社

封面设计: 吴继红

RESEARCH OF ELECTROPLATED DIAMOND BITS

Li Dafo

WUHAN COLLEGE OF GEOLOGY PRESS
WUHAN 1987

统一书号: 15414·033

定 价: 2.95 元

ISBN 7-5625-0013-4/TG·2

电镀金刚石钻头研究

李大佛 著

武汉地质学院出版社

内 容 简 介

本书是作者在电镀金刚石钻头制造方面的理论研究和生产实践的总结。主要内容有：镍钴和镍锰胎体电镀金刚石钻头、坚硬、致密、“打滑”地层用电镀金刚石钻头及绳索取心电镀金刚石钻头的研制过程，及其使用规范、钻进性能、质量测试方法及在国内外推广实验情况。题材新颖，图文并茂，实用易懂，书中列举的第一手实验数据和大量实物照片对钻探科技工作者及有关专业师生无疑具有较高的参考价值。

电镀金刚石钻头研究

李大佛 著

责任编辑 吴珣华

武汉地质学院出版社出版

岳阳市彩色印刷厂印刷 湖北省新华书店经销

开本 850×1168 1/32 印张 6.125 字数 165千字

1987年8月第1版 1987年8月第1次印刷

印数： 1—5000册

精装 ISBN 7-5625-0012-6/TG·1

统一书号：15414·032 定价：3.95元

平装 ISBN 7-5625-0013-4/TG·2

统一书号：15414·033 定价：2.95元



彩照 1 武汉地质学院院长赵鹏大（中）、地质矿产部科技司副总工程师齐世仪（右）和教育司科研处处长王述训（左）在为“长江电镀金刚石钻头研制公司”成立剪彩



彩照 2 作者李大佛副教授在检验电镀金刚石钻头



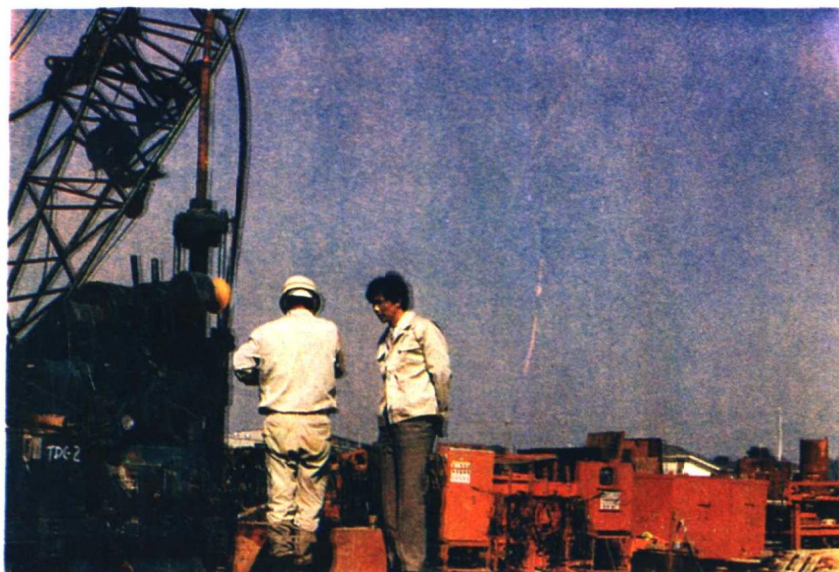
彩照 3 左起“长江电镀金刚石钻头研制公司”经理李大佛、顾问刘广志、屠厚泽、耿瑞伦（在无锡国际钻探会议上）



彩照 4 中美双方钻头对比台架测试用试验台架



彩照 5 日本利根公司东京试验现场



彩照 6 日本利根公司大阪试验现场



彩照 7 日本高山平汤地热矿区生产试验现场



彩照 8 香港小柴湾辟山填海工程试验现场

序

近代金刚石钻探始于1862年，至今已有124年的历史，之所以久胜不衰，仍在继续发展，可归结为：

- 金刚石至今仍然是矿物中硬度最高，抗研磨性最好的钻探磨料。

- 随着科学技术的不断进步，金刚石制造工艺仍在继续完善和提高。

- 自50年代人造金刚石问世至今，由于人造金刚石价格远低于天然金刚石，因此，它已大量用于钻头的制造中。随着金刚石钻头制造工艺的不断完善，人造金刚石钻头完全可与天然金刚石钻头媲美。

我国推广金刚石钻探自1960年起步至今，仅仅用了26年时间即取得辉煌成就：

- 地质矿产部开动的金刚石钻机数量已占固体矿产开动钻机总台数的72.4%。

- 在钻探的136种固体矿产中，有30多种动用金刚石钻探。

- 完全满足地质要求的钻孔（用金刚石钻头钻进的）比率，从1978年的59.12%提高到1985年上半年的93.5%。

- 80年代将进入金刚石及其镶嵌体彻底取代硬质合金和钢粒的新时期，即我国钻探磨料变革将进入第四阶段。

- 1984年，我国人造金刚石钻头占全部金刚石钻头比率已达88.3%，在世界上处于领先地位。

- 目前，我国在人造金刚石钻头制造工艺方法上，已掌握了冷压浸渍法、热压法、无压浸渍法以及低温电镀法。

低温电镀法利用金属电镀原理，在低温下进行整个电镀工艺过程，省去高温烧结工艺，从而保护金刚石强度不受热损伤。通

过实践，证明电镀钻头的金刚石颗粒包镶牢固，对提高钻头的使用寿命起到了很好的保证作用。

低温电镀法原理虽发轫于国外，但并未见诸于行动。我国钻探科研人员加以发展，深入研究胎体电镀液成分配方、电流强弱、电压高低、上砂方法以及时间、环境控制等全套电镀工艺过程。通过数千次野外与室内试验，借助于多参数试验台、电子探针以及电子显微镜等先进测试仪器，对磨损规律、破碎机理以及各种微观状态做了细致的分析与研究，终获成功。经过实践——认识——再实践——再认识的多次反复，使我国低温电镀金刚石钻头处于国际领先地位，受到国外一些金刚石钻头公司的关注。

李大佛同志是我国研制金刚石电镀钻头的先行者之一，在科研、制造方面均有较深的造诣。他通过改革钻头唇面结构，不断改进电镀液配方，调整胎体硬度与金刚石浓度等途径，成功地制造出攻克硬至坚硬、致密、“打滑”地层的广谱电镀金刚石钻头，受到许多野外钻探职工的欢迎，对顺利完成一些矿区的坚硬、致密、“打滑”地层的钻探任务，加快勘探速度起了重要作用。一些重点矿区“打滑”钻不下去或钻头寿命太短，都要来电、派人求援，他无不慨然应允，予以支援。

大佛同志此次将其科研与实践成果、阶段性总结编辑成册，奉献给广大钻探工作者，是非常必要的，非常及时的，也是十分值得支持和祝贺的。此书将为第一线钻探工作者提供指南，为钻探教学工作者提供教学素材，为科研同行们提供参考论据。

深望同行们携手共进，互相切磋，将具有中国特色的《电镀金刚石钻头研究》日臻完善，做到理论结合实际，为实现钻探工程现代化，做出更大贡献。

刘广志

一九八六年三月十八日

于北京

前 言

低温电镀（电铸）人造金刚石孕镶钻头，是70年代初期（1972年6月18日），日本利根（Jone Boing）公司的吉野邦宏先生最先向美国申请的专利，是一项用低温电镀工艺制造金刚石钻头的新技术。该项专利研制的是天然金刚石表镶钻头，是首先电镀金刚石钻头冠体，然后将其镶焊在钻头钢体上面。但是，该项发明在世界各国一直没有转变为生产力，因此也就没有形成商品应用于生产实践。

武汉地质学院于1975年开始了低温电镀金刚石钻头的研制工作，并于当年9月在湖北地矿局第七地质大队进行了第一次工艺性试验，取得了较好成果。随后，北京勘探技术研究所、陕西地矿局综合研究队、西南探矿工艺研究所以及桂林冶金地质研究所等单位也相继开展研究，研究成果先后通过了部级鉴定。

根据国内的资源情况，并考虑竞争性的价格优势，我们研制的是人造金刚石孕镶钻头，而且是一次电镀成型。在着眼于为生产服务、攻克生产难关的前提下，我们在镀液配方、钻头胎体性能、底唇结构、电镀工艺流程等方面做的研究工作，比国外专利涉及的面更广，研究的问题更深，效果更好，具有领先水平。该项研究成果，1985年获国家科委三等发明奖和地质矿产部科技成果一等奖。目前，我院生产的电镀金刚石钻头已在国内广泛使用，对于顺利完成一些矿区的生产任务，尤其是一些硬至坚硬的“打滑”地层的钻探工作起到了促进作用，受到普遍欢迎。生产单位一致反映，我院电镀钻头寿命长、效率高、成本低、经济效益明显。据1982年地质矿产部有关部门统计，地质矿产部所属厂家的热压钻头平均寿命为26.34米，我院的电镀钻头平均寿命为39.56米。

最近两年，我们接受了美国克里斯坦森（Christensen）公司和日本利根公司的邀请，相继考察了这两个公司的金刚石钻头研究与生产现状，并将我们的电镀金刚石钻头与他们的金刚石钻头进行了对比测试和试验。结果表明，我们的电镀金刚石钻头具有一定的优越性和竞争力。国外一些钻头研究单位和制造厂商，对我国的电镀金刚石钻头比较关注，赞扬我们的电镀金刚石钻头具有高超的性能。近来，加拿大、比利时、瑞典、英国等国家有关厂商纷纷来电、来函洽谈，希望能够获得我们电镀金刚石钻头的生产特许，这表明，他们对电镀金刚石钻头具有浓厚的兴趣。

金刚石强度大、硬度高，因而耐磨性能好。但金刚石热稳定性差，高温会使金刚石强度削弱甚至丧失。而国内外以往制造金刚石钻头都是采用高温粉末冶金的方法，虽然其工艺各式各样，但均需摄氏1000度左右的高温，容易造成金刚石龟裂，对强度有热损伤作用。

电镀金刚石钻头优越性主要有三点：工艺温度低（常温）；金刚石粘结牢固（除有机械包嵌力外，还有离子结合力）；金刚石有一定程度的定向排列（有电磁场力的作用）。此外，它还具有工艺简便、设备投资少、成型方便、可以修复等特点。

本书收集的资料，主要是作者十多年来在电镀金刚石钻头研制工作中的试验结果和阶段性总结。第七章“电镀金刚石钻头的选择与使用”，基本上是根据近五年来在广西地矿局第九地质钻探工程队（广西九队）推广使用电镀金刚石钻头的实践经验编写而成的。

在电镀金刚石钻头的研究和编写此书的过程中，得到了地质矿产部探矿工业公司总工程师刘广志高级工程师、勘探技术研究所副所长耿瑞伦高级工程师、武汉地质学院探矿工程系主任屠厚泽教授等的指导与帮助，也得到了广西九队刘志祥主任工程师以及野外钻探工程队广大同行的大力支持，特别是武汉地质学院出版社的编辑吴珮华同志，对此书内容修订、逻辑顺序、文字加工等做了大量工作，在此一并致以敬意。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中定有不少缺点和错误，深望同行不吝指正，以臻完善。

李大佛

一九八六年三月八日

于武汉

目 录

第一章 金属胎体低温电镀工艺	(1)
1.1 电镀原理.....	(1)
1.2 电极极化.....	(3)
1.3 金属沉积.....	(4)
1.4 阴极表面的钝化.....	(6)
1.5 电镀液对沉积层质量的影响.....	(9)
1.5.1 组成及浓度的影响 1.5.2 有机添加剂的影响	
1.6 电镀规范对沉积层质量的影响.....	(12)
1.6.1 电流密度 1.6.2 电镀液温度	
1.6.3 电镀液的搅拌 1.6.4 氢的影响	
1.6.5 阴极镀前处理	
第二章 低温电镀镍钴胎体人造金刚石孕镶钻头研究	(22)
2.1 胎体金属.....	(22)
2.2 镀液组成探讨.....	(26)
2.3 镍钴胎体钻头试验.....	(31)
2.3.1 钻头技术规格 2.3.2 钻头试验情况	
2.3.3 钻头磨损特征	
2.4 结论.....	(40)
第三章 低温电镀镍锰胎体人造金刚石孕镶钻头研究	(42)
3.1 问题的提出.....	(42)
3.2 钻头胎体磨损分析.....	(43)
3.3 镍锰胎体钻头试验.....	(50)
3.3.1 钻头技术规格 3.3.2 钻头钻进规范	
3.3.3 钻头试验情况	
3.4 镍锰胎体钻头对地层的适应性.....	(56)

3.5	结论	(59)
第四章	坚硬、致密、“打滑”地层用电镀钻头研究	(61)
4.1	“打滑”地层与钻头打滑	(61)
4.2	攻克“打滑”地层的途径	(63)
4.2.1	降低钻头胎体耐磨性	4.2.2 改变钻头底唇形状
4.3	“打滑”地层钻头试验	(79)
4.3.1	钻头技术规格	4.3.2 钻头钻进规范
4.3.3	钻头试验情况	
4.4	结论	(91)
第五章	电镀绳索取心钻头应用探讨	(93)
5.1	电镀绳索取心钻头应用效果	(93)
5.1.1	湖北一队应用效果	5.1.2 山东三队应用效果
5.1.3	江苏六队应用效果	
5.2	如何应用电镀绳索取心钻头	(97)
5.2.1	电镀绳索取心钻头特点	5.2.2 钻头初磨
5.2.3	钻进压力、进给深度与钻头寿命的关系	
5.2.4	钻头转速、小时效率与钻探成本关系	
5.2.5	钻头急剧磨损	
第六章	电镀金刚石钻头质量指标及其测试方法探讨	(117)
6.1	电镀金刚石钻头抗压强度与测试	(117)
6.1.1	中硬地层所要求的钻头抗压强度	
6.1.2	坚硬、致密、“打滑”地层所要求的钻头抗压强度	
6.1.3	电镀金刚石钻头抗压强度测试	
6.1.4	测试结果与分析	6.1.5 强化钻头钢体
6.2	电镀金刚石钻头结合强度与测试	(126)
6.2.1	抗拉强度与测试	6.2.2 抗扭强度与测试
6.3	电镀金刚石钻头适应耐磨性的经济指标与测试	(133)
第七章	电镀金刚石钻头的选择与使用	(137)
7.1	普通双管钻头	(137)
7.1.1	选择原则	7.1.2 使用方法
7.1.3	钻头磨损状况分析	7.1.4 注意事项

7.2	绳索取心钻头	(149)
7.2.1	选择原则	
7.2.2	使用方法	
7.2.3	注意事项	
7.3	“打滑”地层钻头	(151)
7.3.1	“打滑”地层及其钻头特点	
7.3.2	使用方法及注意事项	
第八章	电镀金刚石钻头在香港及国外试验情况	(153)
8.1	在美国试验	(153)
8.2	在日本试验	(155)
8.3	在香港试验	(155)
第九章	电镀金刚石钻头图谱	(163)
附录		(175)
附录 I	低温电镀镍钴胎体人造金刚石孕镶钻头试验报告	(175)
附录 II	低温电镀镍锰胎体人造金刚石孕镶钻头试验报告	(179)
附录 III	A 用于“打滑”地层的电镀软胎体人造金刚石孕镶钻头试验报告	(180)
	B 用于“打滑”地层的电镀硬胎体孕镶人造金刚石异形钻头试验报告	(185)
	C 用于“打滑”地层的异形钻头试验报告	(186)
附录 IV	低温电镀孕镶人造金刚石绳索取心钻头试验报告	(191)
附录 V	地质岩心钻探金刚石钻头主要品种与规格	(196)
附录 VI	低温电镀人造金刚石孕镶钻头水口规格与数量	(198)
参考文献		(198)

第一章 金属胎体低温电镀工艺

1.1 电 镀 原 理

在装有镀液的镀槽中装置阳极（如镍板）和阴极（如钻头），接通直流电源后，可以看到线路中电流表的指针移动，这表明整个线路中有电流通过。电流通过电镀槽是电镀生产中最根本的条件之一。在钻头的镍钻胎体电镀中，镀液中主要有硫酸镍(NiSO_4)、硫酸钴(CoSO_4)、氯化钠(NaCl)和硼酸(H_3BO_3)。阳极是金属镍板，阴极是被镀的钻头钢体。通电后，阳极镍板不断地溶解变薄，而阴极上的被镀钢体逐渐地镀上了一层金属镍。也就是说，通过电流的作用，把阳极上的镍按照一定的比例逐步移到了阴极上。

电镀中，电流从直流电源经外导线（如铜线）引入镍阳极，经过镀液再进入阴极，然后经外导线又回到直流电源（见图1-1）。当电流通过电镀槽的时候，整个线路（包括镀槽）构成一个通路。显然，通路中的每一段都应当有带电粒子在其中沿一定方向移动。

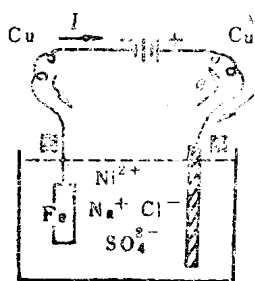


图1-1 镀镍槽示意图

通电时，两电极中及电极与直流电源相连接的外导线中移动的带电粒子是自由电子。这种导体叫做第一类导体（依靠电子导电）；当电流通过两极间的镀液时，其中移动着的带电粒子是离子。这种由电解质溶液形成的导体属于第二类导体（依靠离子导电）。带正电荷的阳离子（例如 Ni^{2+} 和 Na^{+} 离子等）