

# 超声波在电镀金刚石钻头工艺中的应用与研究

邓海兵<sup>1</sup>, 朱琦<sup>2</sup>, 叶明友<sup>2</sup>, 蒋红<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学(武汉)机械与电子工程学院, 湖北 武汉 430074; 2. 湖北地大金石器地质工具有限公司, 湖北 武汉 430074)

**摘要:**在常规电镀液中引入超声波技术,通过超声波电镀金刚石钻头与普通电镀金刚石钻头在制造周期、镀层表面形貌、镀层显微硬度及综合钻进性能的对比表明:超声波电镀金刚石钻头的制造周期缩短近 50%、镀层的显微硬度提高近 100%;同时,超声波电镀金刚石钻头的综合钻进性能也增强了近 25%,产品有巨大的市场价值和良好的应用前景。

**关键词:**超声波;电镀金刚石钻头;超声空化

**中图分类号:**P634.4<sup>+</sup>1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2008)05-0069-03

**Application and Research on Ultrasound in Electroplating Diamond Bit/DENG Hai-bing<sup>1</sup>, ZHU Qi<sup>2</sup>, YE Ming-you<sup>2</sup>, JIANG Hong<sup>2</sup>** (1. China University of Geosciences, Wuhan Hubei 430074, China; 2. Hubei CUG Kingrock Geo-tools Co., Ltd, Wuhan Hubei 430074, China)

**Abstract:** Through comparing ultrasonic electroplating diamond bits with ordinary electroplating diamond bits in manufacturing cycle, coating surface appearance and the sneaking prosperities, the paper indicated that the ultrasonic electroplating can not only reduce diamond drill bits' manufacturing cycle nearly 50 percent, enhance the coating compacts' microhardness probably 100%, but also can improve the drilling ability of diamond bits about 25 percent, this bit has enormous market value and bright application prospect.

**Key words:** ultrasonic; electroplating diamond bit; ultrasonic cavitation

目前,接替资源勘察的探察技术难度已经越来越大、要求也越来越高,主要勘察环境越具挑战性,如巨厚的砂卵石覆盖层区域,极其复杂的地质环境,这些特殊地层对钻头性能要求越来越高;同时,普通电镀金刚石钻头生产周期长,劳动强度大,因此,探寻提高电镀金刚石钻头胎体镀层综合性能和加快电镀速度缩短生产周期的电镀工艺具有很大的理论和实际意义。

超声波电镀是近年来发展起来的一种电镀新工艺,具有普通电镀所不具备的一些优点,不仅镀层光亮、光滑、孔隙少、致密度高,对金刚石的包镶能力也更强,而且还可以成倍甚至成十倍地提高电镀速度<sup>[1-3]</sup>。本文在传统电镀工艺的基础上,对现有的电镀装置进行适当改进,在普通电镀工艺中引入超声波技术,利用超声波特有的机械作用和空化作用等特性提高了电镀金刚石钻头综合性能<sup>[4]</sup>,最后通过钻头制造周期、镀层显微硬度、镀层表面形貌和综合钻进性能研究超声波对电镀金刚石钻头电镀工艺的影响。

## 1 实验部分

### 1.1 工艺条件

在常规电镀金刚石钻头制造工艺基础上引入超声波技术,其中超声波电镀参数:额定电压 220 V,电流频率 50 Hz,超声波功率 2 kW,超声波频率 28 kHz。

### 1.2 工艺流程

将镀件放置于装有配比好的电镀液中,加载超声波导通阴极与阳极之间的电流,开始电镀。根据镀层情况,向镀层上添撒金刚砂,对于颗粒较小的金刚砂电镀,在涂撒金刚砂时要适量的停止超声波作用,或者调节超声波的功率和频率,避免金刚砂脱落,电镀与涂撒金刚砂反复进行,直到成品出槽。具体工艺流程为:工件→除油→水洗→酸活化(除锈)→水洗→钻头入槽→电镀→出槽→水洗→镀后处理→检验→成品。

### 1.3 实验方法

在常规电镀过程中引入超声波,分析对比普通电镀金刚石钻头和超声波电镀金刚石钻头的制造周

收稿日期:2008-04-28

基金项目:湖北省科技攻关项目“金属基金刚石复合功能材料研究”(编号:2005AA101B17)

作者简介:邓海兵(1982-),男(汉族),湖北武汉人,中国地质大学(武汉)硕士研究生在读,机械设计制造及自动化专业,湖北省武汉市鲁磨路 388 号, dhhb1021@126.com。

期;采用 JEM-2010 高分辨型透射电子显微镜讨论普通电镀金刚石钻头与超声波电镀金刚石钻头镀层组织及表面形貌;采用 ZIZ-CF-102 型工程钻机研究普通电镀金刚石钻头与超声波电镀金刚石钻头的综合钻进性能。

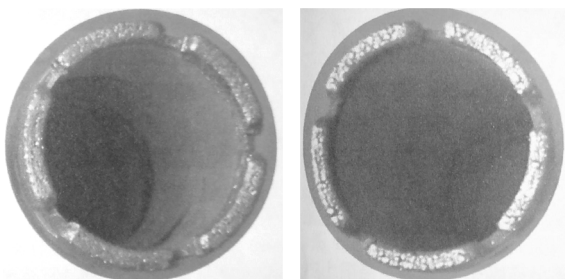
## 2 实验结果与讨论

### 2.1 超声波对电镀金刚石钻头制造周期的影响

一般的,电镀金刚石钻头在传统电镀工艺条件(未引入超声波)下的制造周期为 120~140 h(即 5~6 天),而在传统电镀工艺中引入超声波后,超声波电镀金刚石钻头的制造周期为 72 h 左右(即 3 天),制造周期缩短了近 50%。这是由于超声空化作用,镀液流动强度得到了很大程度的增强,液体流动速度逐渐增大,金属离子在镀液中有效浓度也逐渐增大,被输送到阴极表面的金属离子越来越多,即离子的沉积速度比普通电镀的快。因此,对于电镀金刚石钻头制造商来说,不仅节约了大量的人力物力,而且降低了劳动强度。

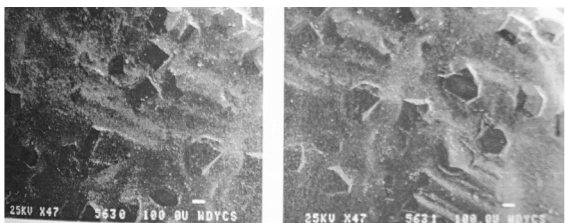
### 2.2 超声波对电镀金刚石钻头镀层组织及表面形貌的影响

为了研究证实超声波电镀金刚石钻头相对普通电镀金刚石钻头的优越性,我们采用 JEM-2010 高分辨型透射电子显微镜分析比较普通电镀金刚石钻头与超声波电镀金刚石钻头镀层组织及表面形貌,同时还对它们的镀层情况作了比较,如图 1、2 所示。



(a) 普通电镀钻头 (b) 超声波电镀钻头

图 1 普通电镀钻头与超声波电镀钻头对比效果



(a) 普通电镀 (b) 超声波电镀

图 2 电镀金刚石钻头镀层的表面形貌

从图中可以看出,超声波电镀金刚石钻头镀层

表面金刚石颗粒出露情况比普通电镀金刚石钻头镀层表面要好,且比较完整光滑、孔隙少、致密度高。普通电镀金刚石钻头镀层表面有蝌蚪形结构,而超声波电镀金刚石钻头镀层表面较光亮,说明了超声波电镀情况下金刚石颗粒与胎体的结合力较之普通电镀有一定程度的提高,而且胎体包镶金刚石的能力也比普通电镀金刚石钻头中胎体包镶金刚石的能力强。

### 2.3 超声波对电镀金刚石钻头胎体镀层显微硬度的影响

在上述电镀工艺条件下改变电流密度(1~6 A/dm<sup>2</sup>)。电镀时间 45 min 分别做 2 组实验,电镀过程中镀液分别采用无超声波搅拌和超声波搅拌,然后用 HX-200 型显微硬度计分别测定金刚石钻头胎体镀层显微硬度,测试结果见图 3。

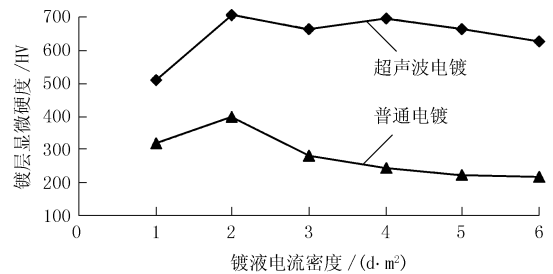


图 3 超声波对金刚石胎体镀层显微硬度的影响

与无搅拌的普通电镀相比,超声波搅拌使电镀金刚石钻头胎体镀层对金刚石颗粒机械能力明显增加,显微硬度也得到了很大程度提高。超声波分散作用使金刚石颗粒在复合镀层中分散均匀、细致,从而提高了镀层显微硬度。但是还可以从图中看出,随着电流密度的增加,镀层硬度反而有所下降,这是由于电流密度过大时,阴极附近严重缺乏放电金属离子,造成氢的急剧析出,使该处 pH 值迅速升高,在阴极表面生成金属的氢氧化物或碱式盐夹杂在镀层内,形成空洞、麻点和疏松。

### 2.4 超声波对电镀金刚石钻头综合钻进性能的影响

为了研究引入超声波对电镀金刚石钻头综合钻进性能的影响,现用普通电镀金刚石钻头和超声波电镀金刚石钻头进行对比钻进试验。

其实验条件为:ZIZ-CF-102 型工程钻机,工作电压 220 V,功率 1036 W,转速 1900 r/min。岩石选用了花岗岩(厚度 150 mm)和混凝土(厚度 140 mm)。

首先,用超声波电镀金刚石钻头和普通电镀金

金刚石钻头各自试钻,使其金刚石出刃,然后再进行钻进实验。其钻进效果对比如表 1 所示。

表 1 钻进实验效果

岩石 种类	普通电镀金刚石钻头					超声波电镀金刚石钻头				
	所用时间/s				V/(mm· min <sup>-1</sup> )	所用时间/s				V/(mm· min <sup>-1</sup> )
	1	2	3	4		1	2	3	4	
花岗岩	505	500	510	490	17.96	430	410	440	420	21.18
混凝土	190	175	200	205	48.64	150	165	145	160	54.19

从表 1 可以明显看出,引入超声波后,由于超声波电镀金刚石钻头胎体镀层比普通电镀金刚石钻头的镀层光滑、孔隙少、致密度高,且对金刚石的包镶能力更强。因此,在相同实验条件下,超声波电镀金刚石钻头的实际钻进性能(钻进时效和耐磨性)较普通电镀金刚石钻头提高近 25%。

### 3 结论

(1)普通电镀金刚石钻头的制造周期为 120 ~ 140 h,引入超声波后,电镀沉积速度比普通电镀下的沉积速度明显加快,电镀金刚石钻头的制造周期为 72 h 左右,缩短近 50%。

(2)超声波电镀金刚石钻头的镀层比普通电镀金刚石钻头的镀层光亮、光滑、孔隙少、致密度高,对金刚石的包镶能力更强。

(3)超声波电镀金刚石钻头的实际综合钻进性能比普通电镀金刚石钻头的综合钻进性能提高近 25%。

### 参考文献:

- [1] 刘广志. 金刚石钻探手册[M]. 北京:地质出版社,1991. 32 - 40.
- [2] 范百刚. 超声原理及应用[M]. 南京:江苏科学技术出版社,1985.
- [3] 袁宜金. 近代超声原理及应用[M]. 南京:南京大学出版社,1996.
- [4] 吴化,陈颖,初立英,等. 超声波在 Ni - Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 纳米复合电镀中的作用[J]. 长春工业大学学报(自然科学版),2005,26(3): 177 - 180.
- [5] 长春地质学院. 金刚石钻进技术(第二版)[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [6] 王让甲. 金刚石钻探设备与工具[M]. 北京:地质出版社,1986.

## 中国柴达木盆地资源环境科学钻探工程开始实施

**中国地质调查局网站消息** 2008 年 4 月 27 日,中国地质调查局组织在青海省格尔木市柴达木盆地隆重举行了“中国柴达木盆地资源环境科学钻探工程”开工仪式。中国地质调查局副局长兼总工程师张洪涛出席了开工仪式并讲话。开工仪式由中国地质科学院副院长董树文主持,项目首席科学家郑绵平院士介绍了项目总体情况。袁道先、陈运泰、戴金星、滕吉文和赵文津等院士应邀出席开工仪式,同时原青海省人大副主任宋彭生、青海省国土资源厅副厅长李志勇、青海省海西州副州长单立军、格尔木市副市长任宗高和李义丹、青海省地勘局副局长杨站君等出席了开工仪式。青海省委、省政府及各级政府有关部门,向关心和支工程立项的国际大陆科学钻探中国委员会,向青海盐湖集团、中石油青海油田、中国建材中心宁夏总队以及社会各界人士表示衷心的感谢。

张洪涛副局长首先代表钻探工程主持单位国土资源部中国地质调查局向以郑绵平院士为代表的为此项工程前期做出贡献的广大科技工作者表示感谢,同时向积极支持工程实施的青海省委、省政府及各级政府有关部门,向关心和支工程立项的国际大陆科学钻探中国委员会,向青海盐湖集团、中石油青海油田、中国建材中心宁夏总队以及社会各界人士表示衷心的感谢。

张洪涛副局长指出:“中国柴达木盆地资源环境科学钻探工程”是一项国家地调查项目,是具有集青藏高原独特区域演化、高原湖区巨厚湖相沉积、钾盐油气资源形成机制于一体的综合研究项目。是青藏高原以资源和环境为科学目标的历史第一钻,具有深远的科学意义和重大的现实影响,

引起了世界科学界的关注。这一工程的实施,将为柴达木盆地资源的综合开发以及柴达木盆地循环经济的发展提供真实可靠的基础科学依据。通过项目的实施,将重建青藏高原北部中、上新世以来的迄今最高分辨率的环境资源演变过程,揭示生物气资源、钾(硼锂镁)矿产的形成规律,发展完善陆相成烃、成钾理论,扩大我国陆相油气、钾盐找矿的区域视野,将为高原隆升、古气候、古环境变化研究提供合作研究的最新全球地学平台。

中国柴达木盆地环境科学钻探工程是一个涉及方方面面的系统工程,需要各方面的支持和合作。希望承担项目工程的科学家和工程技术人员,以科学发展观统领全局,指导工程,增强历史责任感,发扬优良学风,精益求精、精诚合作,通过工程出世界一流创新成果,通过工程培养世界一流的创新人才,通过工程促进青海经济的发展。

该工程是 2008 年开始实施的地质调查项目,主要目的在柴达木盆地实施一口资源环境科学探井,设计井深 1200 m,全孔取心。通过沉积学、地球化学、微体古生物学、分子生物学、测井及地震资料 6 个方面,进行多学科、多指标综合分析,重建柴达木盆地中、上新世以来的较高分辨率的环境资源演变过程和机制,以及生物气资源、钾(硼锂镁)矿产的形成、分布规律。建立柴达木盆地盐湖区上新世 - 第四纪高精度沉积层序和年表,揭示盐湖 - 咸水湖地下微生物结构、生物气条件、地质演化和保存条件与勘探前景等。