化学镀在制造金刚石钻头及扩孔器上的应用

吉林省地质科学研究所　李基焕　全今淑　郑硕峰

化学镀具有很好的均镀能力、较高的硬度，特别是在非金属制品上能够施镀一层导电金属膜等优越特性。在现代工业，尤其是在化工、国防、精密仪器制造业等方面，应用范围与日俱增。

近年来，我们根据研制电镀扩孔器所积累的一些肤浅的经验和在参阅国内外有关化学镀方面的文献资料基础上，把化学镀这一工艺比较成功地应用于小口径金刚石电镀扩孔器和热压孕镶钻头的制造上。据室内研究和野外生产试验结果表明，利用化学镀镍金刚石制造的钻头和扩孔器的性能，比目前国内同类产品具有质量稳定、使用寿命长、生产周期短等优点。

目前国内生产的金刚石钻头与扩孔器存在以下问题。

1.金刚石的包镶牢度　钻头胎体或扩孔器镀层能否把金刚石牢固地包镶，是决定产品质量的重要因素之一。目前选用的胎体金属如碳化钨粉、镍粉、锰粉等，对金刚石的浸润性都不大好。因此，它们对金刚石的包镶，实际上是靠烧结过程中所加的机械力来包紧的。另外，金刚石是不良导体，电镀时沉积金属对金刚石的包镶，是靠金属离子在阴极上的还原来实现的。这种包镶都虽有一定的强度，但牢度不高，在使用中随着胎体和镀层的被磨损，金刚石易从胎体或镀层中脱落。

2.生产周期　按现行电镀工艺而言，生产一只扩孔器一般需34～36小时，这对大规模成批生产是不利的。

为了克服这些缺点，目前一些单位则加强对金刚石的镀前净化和烧结前的预处理工作。例如，用1：1盐酸煮沸金刚石或者用酒精甘油铬粉悬浮液或酒精甘油钛粉悬浮液处理金刚石等。但是，这些措施只能使金刚石表面相对地干净或临时能保留有金属膜，要从根本上改善金属粉末或沉积金属与金刚石的结合性能，那是很不可靠的。众所周知，化学镀能在非金属表面上形成一层比较牢固的导电金属层，为非金属制品的电镀创造良好条件。同时，化学镀膜具有很高的硬度和能够改善与金属焊接性能的特性。因此，我们利用化学镀镍金刚石进行制造钻头和扩孔器的试验。

我们分别用60目、80目和120目镀与不镀金属膜金刚石制造钻头和扩孔器作了对比试验。为了消除人为因素的影响，我们从金刚石的选择、钻头和扩孔器的制造以及生产试验，都严格按相同工艺条件进行。

钻头试验情况

钻头均按63号配方制造，烧结温度980°C，烧结压力150公斤/厘米^2，胎体含金刚石层高3.5毫米，金刚石浓度75%。

1.60目金刚石钻头　技术性能见表1。

试验孔深：67.79～194.33米，各钻进8个回次，钻压450～500公斤，转数1096转/分，水量45升/分，皂化油润滑。钻进结果见表2。

从试验中看出，60目镀金属膜金刚石钻头比未镀金属膜金刚石钻头孕镶层高度磨损减少50%。内外径磨损分别减少10%。

2.80目金刚石钻头　技术性能见表3。

表1

项目 / 编号	金刚石					胎体及水路参数			
	镀膜情况	产地	强度（公斤/厘米^2）	重量（克拉）	聚晶（粒）	硬度（HRC）	底唇（宽×深）	外水槽（宽×深）	内水槽（宽×深）
9009	未镀	上砂	8573	13.55	24	42.2	5.9×6.2	5.8×2.1	5.4×3.1
9013	镀镍	上砂	8582*	15.79**	24镀镍	42	5.8×6	5.9×2	5.8×3.3

* 镀后假强度，未经热处理　　** 重量相当于镀前的13.55克拉

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 2

项目 / 编号	进尺（米）	时效（米/小时）	金刚石消耗 磨损（毫米） 高度	外径	内径	每米磨损（毫米） 高度	外径	内径	备注
9009	18.33	2.29	1.6	0.15	0.1	0.086	0.0081	0.0054	•
9013	24.3	2.45	1.02	1.18	0.12	0.041	0.0074	0.0049	••

• 钻头在198米孔深，因操作不当拉槽，未发挥应有作用，磨损按拉槽前一回次计算

•• 对比试验后又钻进20.99米，高度总磨损1.34毫米，仍可继续使用

表 3

项目 / 编号	金刚石 镀膜情况	产地	强度（公斤/厘米²）	重量（克拉）	聚晶（粒）	胎体及水路参数 硬度（HRC）	底唇（宽×深）	外水槽（宽×深）	内水槽（宽×深）
9007	未镀	上砂	1.8400	13.55	24	40.3	5.7×5.5	5×2	6.2×3.8
9014	镀镍	上砂	2.4344*	16.00**	24镀镍	44	5.8×5.7	5×2.5	5×3

• 镀金属膜后的假强度，未经热处理　** 重量相当于镀前的13.55克拉

试验1：在连续使用的两个相邻回次中，转数1096转/分，钻压500公斤，水量45升/分，皂化油冲洗液。对比试验结果列于表4。

表 4

项目 / 编号	进尺（米）	时效（米/小时）	钻进回次	金刚石消耗 磨损（毫米） 高度	外径	内径	每米磨损（毫米） 高度	外径	内径
9007	6.40	2.57	91、117	0.24	0.08	0.02	0.0372	0.0124	0.0031
9014	7.22	2.75	92、118	0.04	0.02	0.04	0.0055	0.0027	0.0055

试验2：转数655转/分，钻压500公斤，水量45升/分，皂化油冲洗液。试验结果列于表5。

表 5

项目 / 编号	钻进回次	进尺（米）	时效（米/小时）	金刚石消耗 磨损（毫米） 高度	外径	内径	每米磨损（毫米） 高度	外径	内径
9007	143	3.78	2.68	0.18	0.02	0.04	0.0473	0.0052	0.0105
9014	142	4.41	1.96	0.04	0.02	0.04	0.009	0.0045	0.0090

试验3：低固相泥浆冲洗液，钻压500公斤，转数655转/分，水量45升/分。试验结果列于表6。

表 6

项目 / 编号	钻进回次	进尺（米）	时效（米/小时）	金刚石消耗 磨损（毫米） 高度	外径	内径	每米磨损（毫米） 高度	外径	内径	备注
9007	150 151	5.72	1.43	2.22	0.1	0.06	0.388	0.0174	0.0104	•
9014	154 155	9.89	1.72	0.52	0.04	0.02	0.052	0.004	0.002	••

• 此钻头在泥浆作冲洗液时有轻烧，高度磨损甚大

•• 此钻头共钻进67.43米，孕镶层高度总磨损1.16毫米，仍可继续使用

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

从以上试验结果看出，无论在清水还是在泥浆中钻进，镀金属膜金刚石钻头的孕镶层高度及内外径磨损，都比未镀金属膜的少，寿命显著提高。

扩孔器试验情况

化学镀镍金刚石电镀扩孔器在制造工艺上与普通电镀扩孔器有所不同，但试验时所用的金刚石和投砂次数是完全相同的。试验用的两种扩孔器技术性能见表7。

将4个扩孔器分为两组，分别在6号机、7号机试验。6号机试验的是07、04号，试验孔深61.31～336.43米，配用钻头均系试验钻头，钻头最大外径56.42毫米，最小外径56.20毫米，试验结果列于表8。

在7号机试验的是06号、03号，钻进地层为凝灰岩夹中细粒变质砂岩，中等～高研磨性，可钻性7～8级。试验结果列于表9。

表7

编号 \ 项目	金刚石				扩孔器参数						
	镀膜情况	产地	粒度（目）	重量（克拉）	施镀时间（小时）	镀层厚度（微米）	投砂次数	水口数	水口形状	成品直径（毫米）	镀前外径（毫米）
07	未镀	上砂	120	7.125	34.5	500	4	8	直条	56.88	55.88
04	镀镍	〃	〃	7.375*	27.5	47	4	8	〃	56.80	55.88
06	未镀	〃	〃	7.125	34.5	500	4	8	〃	56.88	55.88
03	镀镍	〃	〃	7.375	27.5	460	4	8	〃	56.80	55.88

* 镀后重量，换算为实际重应是6.7275克拉

表8

编号 \ 项目	钻进回次	扩孔量（米）	外径磨损（毫米）	每米磨损（毫米）	停用后外径（毫米）	备注
07	47	148.70	0.40	0.002	56.48	镀层脱皮，不能使用
04	52	150.62	0.30	0.001	56.50	镀层无损，仍可继续使用

表9

编号 \ 项目	钻进回次	扩孔量（米）	外径磨损（毫米）	每米磨损（毫米）	停用后外径（毫米）
06	16	46.78	0.58	0.012	56.30
03	20	85.67	0.50	0.005	55.30

从试验中看出，普通电镀扩孔器镀层脱皮较严重，如07号扩孔器扩孔63.69米后已有脱皮现象，06号扩孔9.26米就开始脱皮。化学镀镍金刚石电镀扩孔器镀层耐磨，寿命长。

探　讨

1.孕镶金刚石钻头的质量好坏，主要决定于：（1）金刚石本身的特性，如强度、热稳定性；（2）胎体性能对钻进岩石的适应性；（3）胎体金属对金刚石的包镶牢度等。关于胎体金属能否把金刚石牢固地包镶的问题，从粉末冶金角度看，是属于互不相熔成分的结合，金刚石以非金属相存在于基体内。这种结合与基体金属粉末对金刚石的浸润性有关。目前使用的胎体金属对金刚石浸润不太好，因此，借助于化学镀膜的方法来实现金刚石表面的金属化可改善胎体金属对金刚石的包镶性能。例如9013号、9014号钻头，其孕镶层高度及内外径较9009号、9007号钻头耐磨。另外，金属镀膜与胎体同属一种金属更有助于二者的结合。如63号胎体配方中含有5%的镍粉，1%的钴粉，所以采用化学镀镍或化学镀钴可能比其他化学镀优越。这里当然也要考虑烧结工艺，由于钻头成品的烧结温度大大超过青铜的熔点，所以如果采用化学镀铜法可能不利于对金刚石的包镶。

2.化学镀镍层能使不良导体的金刚石表面获得一层导电层，以便金刚石在电镀过程中很快被沉积金属所复盖，因而改善沉积金属与金刚石结合性能和缩短生产周期。

图1为用镀与不镀金属膜金刚石制造的两种电镀扩孔器。在镜下观察发现，二者沉

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

积金属对金刚石包镶有着绝然不同的结果。

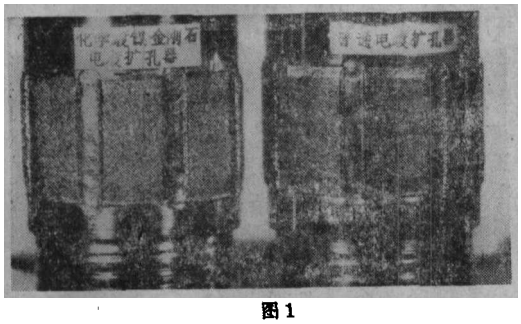

图1

图2为沉积金属对未镀金属膜金刚石的包镶过程示意图。图3为沉积金属对化学镀镍金刚石的包镶过程示意图。由于二者包镶过程不同，金刚石在镀层中的分布，即孕镶层的结构就不同。前者多呈水平层状结构，后者呈交错镶嵌结构。水平层状结构对产品寿命很有影响。因为在普通电镀扩孔器里，要上第二层金刚石，就得等前一层金刚石完全包镶，不然，后者难免落在前者的晶面上，在施镀中要么落下来，要么继续被包镶。即便被包裹，但很不牢固（图4）。

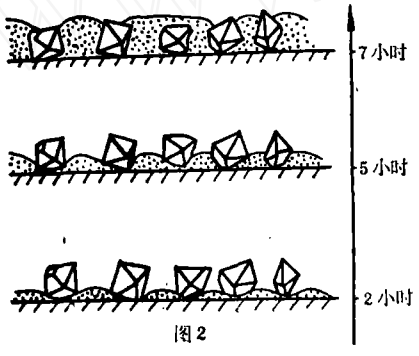

图2

因为每一次上砂在阴极上就会出现以下情况：由于金刚石本身不导电，它在阴极上落到那里，那里就等于受到绝缘。结果，由于阴极面积被减少，阴极电流密度突然提高，常常产生阴极反应的其它复杂现象：氢气大量折出；电流效率急剧下降；氢氧化物的形成等。氢氧化物在阴极附近的聚集，会使沉积层夹杂有氢氧化物，并形成空洞，产生脆性等。由于以上原因，镀层与基体之间的结合力，尤其是含金刚石层的层间结合力大大降低。因此，这种扩孔器在使用过程中常出现层层脱皮。但在化学镀镍金刚石电镀扩孔器中，金刚石在阴极上的分布无论它落

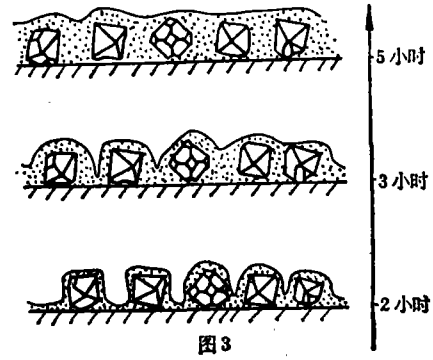

图3

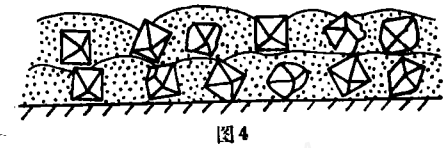

图4

到什么地方，不会出现金刚石与金刚石相接触，而大部分要落到马鞍形的凹陷处，因而形成犬牙交错镶嵌结构(图5)。不仅有利于加快镀层的整平，而且也有利于包镶层的牢固。因此，在使用中很少发生镀层脱皮现象。

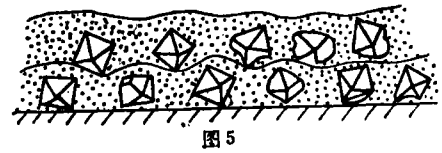

图5

结　论

1.应用化学镀工艺在金刚石单晶或聚晶表面上施镀一层导电金属层，能够改善金刚石与胎体金属或与沉积金属的结合性能，从而大大提高对金刚石的包镶牢度。

2.使用化学镀镍金刚石制造的电镀扩孔器，镀层韧性好，不脱皮，质量稳定，比普通电镀扩孔器寿命能提高25～30%，生产周期能缩短40%。

3.化学镀镍金刚石电镀扩孔器成本比普通电镀扩孔器高1.5～2元/只，但是镀液可反复使用，从技术经济指标全面衡量，还是合算的。

（全国第二届探工学术会议论文选登，本刊有删节）

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net