

电镀金刚石工具镀层脱落原因的分析

电镀金刚石工具是指通过金属电沉积的方法，使金刚石牢固地被胎体金属包裹在基体（钢或其它材料）上制作而成的一种金刚石工具，它广泛应用于机械电子、玻璃、建材、石油钻探等行业。随着经济的发展，科学技术的进步，不同的行业对电镀金刚石工具的要求基本上是相同的，即效率高、寿命长、磨削精度高。要保证这些特性，镀层金属不仅要有较高的硬度、耐磨性，而且要求在基体各个部分要均匀分布，以免镀层脱落使工具寿命缩短。在某些特殊行业，如磁性材料行业的强力磨削，进刀量都是控制在 0.3mm 左右；陶瓷行业的大进刀量的干磨削等，对镀层金属与钢基体的结合力要求尤为苛刻。在电镀金刚石工具的生产过程中，大部分厂家都只注意到了镀层金属的种类、硬度、耐磨性，而往往忽视镀层金属与基体结合力的问题。在实际使用过程中，镀层脱落的现象屡见不鲜。本文就这一问题进行了原因分析，并对解决措施略作探讨。

镀层脱落的种类

电镀金刚石工具在使用过程中，由于使用条件如磨削力大小、温升、工件的撞击等原因，会造成含有金刚石的金属镀层与钢基体分离的现象，这就是镀层脱落。镀层脱落一般是局部脱落，镀层一次性全剥离的现象少见。在实际使用过程中，镀层脱落的情形大致有如下三种：

(1) 镀层脱落至基体表面：即含金刚石的金属镀层和不含金刚石的金属底镀层同时与钢基体分离。

(2) 层脱落至金属底镀层：即不含金刚石的金属底镀层与钢基体未分离，只是含金刚石的金属镀层与金属底镀层剥离。

(3) 含金刚石的金属镀层中镀层金属层状分离：含金刚石的金属镀层在使用过程中，与工件接触部分的镀层金属不是正常磨耗，而是非正常地成片或粉末状脱落，金刚石不是全部脱落，而是局部粒状脱落。这种现象不易引起注意，造成的后果是制品寿命较短，往往会给人一种镀层金属把持力或耐磨性不佳的假象。排除加厚时镀层烧焦和镀层金属耐磨性差等因素，工具在正常使用过程中，金刚石颗粒脱落直观表现为工具表面有连续成片较大的孔洞时，应是此类镀层的脱落。

镀层脱落的原因

电镀金刚石工具在制造过程中牵涉多道工序，任何一道工序进行得不充分，都会造成镀层脱落。

镀前处理的影响

钢基体在进入电镀槽之前的处理工序称之为镀前处理。镀前处理包括：机械抛光、除油、浸蚀及活化等步骤。镀前处理的目的是去除基体表面上的毛刺、油污、氧化膜、锈和氧化皮，以暴露基体金属使金属晶格正常生长，形成分子间的结合力。如果镀前处理不好，基体表面有很薄的油膜和氧化膜，基体金属的金属晶格就不能充分暴露，就会妨碍镀层金属与基体金属形成分子间的结合力，仅仅是机械镶嵌作用，结合力差。因此，镀前处理不良是造成镀层脱落的主要原因。

镀液的影响

镀液的配方直接影响镀层金属的种类、硬度、耐磨性，配合不同的工艺参数还可控制镀层金属结晶的粗细、致密度以及镀层内应力的。对于电镀金刚石工具的生产而言，绝大部分采用镍或镍-钴合金，若不考虑镀液杂质的影响，影响镀层脱落的因素有：

(1) 内应力的影响镀层内应力是在电沉积过程中产生的，溶液中的添加剂及其分解产物和氢氧化物均会增加内应力。这种应力是在电镀过程中镀层受到一些沉积因素的影响，引起晶格缺陷所致。特别是某些金属离子和有机添加剂的作用，会显著增加镀层的内应力。镀层内应力有宏观应力和微观应力两类。宏观应力表现在将一金属薄片进行单面电镀，薄片受镀层内应力影响而产生弯曲。微观应力则主要通过提高镀层硬度表现出来。

宏观应力能引起镀层在贮存、使用过程中产生气泡、开裂、脱落等现象。

对于电镀镍或镍-钴合金而言，不同的镀液组成，内应力相差悬殊，氯化物含量越高，内应力越大。对于主盐为硫酸镍的镀液而言，瓦特类镀液内应力均小于其他类镀液。通过添加有机光亮剂或应力消除剂，可显著减小镀层的宏观内应力而增加其微观内应力。不同的工艺组合，如电流密度、PH 值、温度，可以使同种镀液的镀层具有不同的内应力。因此，要减少内应力的影响必须严格控制镀液的工艺范围，这样才能保证镀层的内应力在工艺要求的范围内。

(2) 析氢的影响在任何电镀液中，不论其 PH 值如何，由于水分子的离解，永远存在一定量的氢离子。因此，在条件适当的情况下，无论在酸性、中性或碱性的电解液中进行电镀，在阴极上与金属析出的同时，往往有氢气析出。氢离子在阴极还原后，一部分形成氢气逸出，一部分以原子氢的状态渗入基体金属及镀层中。使晶格扭曲，造成很大的内应力，也使镀层显着变形。此时，虽然从外观上看不出缺陷，但它的机械性能是不合格的。工具在使用过程中，当周围介质的温度升高时，聚集在基体金属或镀层金属内的吸附氢会膨胀而使镀层产生鼓泡、脱落的现象。

电镀镍，阴极电流效率为 95%时，只有 5%为析氢反应。但是若温度过高，PH 值过低，各组分不当均会使析氢加剧。因此，如何控制电镀时的析氢反应以控制镀层内应力是一个值得探讨的问题。

电镀过程的影响

若排除电镀液的成分及其他工艺控制方面的影响，电镀过程中的断电是造成镀层脱落的一个重要原因。

电镀金刚石工具的电镀生产过程与其他类型的电镀有着较大的区别。电镀金刚石工具的电镀过程包括空镀（打底）、上砂、加厚过程。在各个过程中都存在着基体离开镀液，即或长或短的断电的可能。比如说空镀一定时间后，需观察底镍的质量及金刚石在基体上是否均匀分布；上述过程中若上砂有植砂和卸砂步骤，卸砂有时需要离开镀槽，在另一槽内进行；加厚过程中观察金刚石覆盖率是否到位等等。短时间断电，对镀层影响不大，若断电时间过长，镀层金属表面就会在瞬间生成一层致密的氧化膜，使随后进行的电沉积金属原子不能沿着原有的金属晶格生长，影响两者的结合力。工具在使用过程中，外作用力大于这两层间的结合力时，此两层之间的层与层的分离是不可避免的。因此，采用更为合理的工艺、工序也可减少镀层脱落现象的出现。

解决镀层脱落的措施

针对上述镀层脱落的原因，笔者认为可采取以下措施解决镀层脱落的问题：

(1) 强化镀前处理，尽可能完全去除基体表面上的毛刺、油污、氧化膜、锈和氧化皮，促使镀层金属晶格正常生长，提高镀层金属与基体金属间的结合力。



CO-MAX MACHINERY TOOLS LIMITED

ADD: HI-TECH ZONE, XIAN CITY, SHAANXI, CHINA

WEBSITE: [HTTP://WWW.COMAXTOOL.COM](http://WWW.COMAXTOOL.COM)

TEL: +86-29-87552162 FAX: +86-29-88764957

E-MAIL: SALES@COMAXTOOL.COM

(2) 优化镀液配方和电镀工艺、采取带电入槽，防止双极性现象，对于形状复杂的工件采用短时间大电流冲击空镀，以减少镀层内应力和析氢现象的影响，提高镀层质量。

(3) 优化工艺、工序，减少卸砂时的断电时间，甚至不断电在原上砂槽内卸砂、加厚或在一备用槽内带电卸砂，以提高金刚石颗粒与镀层间的结合力。若在加厚过程中遇停电现象，重新加厚时，工件应放入电解液中进行阴极还原，还原后带电入槽电镀以保证镀层结合力。

结论

在电镀金刚石工具的生产过程中，在选定某一组成的镀液配方时，除考虑镀层金属的硬度、耐磨性外，还应充分注意镀层内应力，定性测量镀层内应力以及各种添加剂对内应力的影响。同时在生产过程中应充分重视镀前处理的各个步骤，生产工艺控制规范，确保镀液洁净、杂质含量在工艺范围内，只有这样才能保证生产出优质、质量稳定的电镀金刚石工具。

CO-MAX MACHINERY TOOLS LIMITED

10 Anson Road #26-04 International Plaza, Singapore (079903). Tel: +65 90255373 Fax: +65 64461885