

中国表面处理技术史的探讨〈七〉

鍍金技术史考之二

梁瑞香

一、鍍金用料的准备

在“鍍金技术史考之一”中提到：鍍金的工艺，主要是将金汞齐涂抹在金属器物表面，经火烤使汞蒸发，金附着在器物表面的一种镀金方法。这种工艺，我国自春秋末期创始以来，相传至今已有二千五百年的历史。关于鍍金的施工方法，难以从历代的文献资料中找到记载。

至于金汞齐，在汉代编辑成书的《本草经》中尚有记述。书中指出“水银……杀金银铜锡毒。熔化还原为丹”。所谓“杀金银铜锡毒”，说的是汞能将金属溶解而形成汞齐；“熔化还原为丹”，意思是汞被加热后会缓慢氧化而变成氧化汞 HgO 。鍍金烤黄过程中正是有这种反应产生。笔者曾在“中国表面处理技术史的探讨”（二）、（三）两篇文章中分别引证了汉代炼丹家们有关“汞剂”的论述，特别是南北朝时代的著名炼丹家兼医药学家陶弘景（公元456—536年）更为清楚地说到水银能“消化金、银使成泥（汞剂），人以镀物也”。他把水银的性质阐述得很深刻，并用水银制备金（银）汞齐可以用于器物鍍金说得很明确。

金汞齐（又称金泥）的制备，是鍍金工艺中技术性较强的一步重要工序。几千年来，制作的方法一直是由前辈师傅作为绝技，传授给自己信任的后一辈徒弟。笔者依据老工人的口述，并参照北京故宫博物院[1]及北京珐琅厂的经验[2]，加以整理如下：

1）首先将黄金块或金砖锤打（或碾压）成约0.1~0.3毫米厚的薄片，然后剪切成1~2毫米的小碎片（越细薄越容易溶化）。再去净金碎片上粘附的油污，便可待用。

2、依据黄金用量的多少，按“黄金：水银 = 1：6~8”的重量比例（俗称七煞八煞）的数量，称取水银。老工人对比例的掌握，一般是看黄金块粒大小而定。片大又厚，则水银的比例大些；反之则用量少些。

3、将坩埚放置在炉中加热至 $600\sim 800^{\circ}C$ ，把已烧红的坩埚从炉中取出。

4、迅即把黄金碎片放入热坩埚里，等金片颜色变红了，再将称量好的水银倒入坩埚中。同时用干净的细木棒（或无烟木炭棒、竹棒、玻璃棒）不停地搅拌，此时汞会蒸发，冒出浓烈的白烟。待白烟下沉，而坩埚里的水银冒出很多小泡，表明黄金全部被水银溶解。

5、在陶瓷盆（或玻璃杯）中，盛放相当瓷盆一半容积量的沸騰清水。

6、将已溶合好的液态金汞齐（呈白色液态）倒入热水盆中，然后再用冷水冷却。沉在盆底的金汞齐变成浓稠如泥的状态，搅拌时被烧的木棒灰、污物浮在水面应清除掉，再把金汞齐倒入另一容器中，用清水封存备用。

制备金汞齐的过程中，要防止出现硬的黄金颗粒，否则鍍金时会夹杂在鍍金（镀）层，影响金层质量。产生的原因是金与水银未完全溶化。另外，水银蒸发过量会有凝结“巴底”的现象产生。防止的办法是严格控制温度，俗话说“掌握火候”。温度过低即火候不够，会产生颗粒现象；若温度过高（火候过头），就有巴底的现象。

古代，配制金汞剂所用黄金和水银的比例，同现代基本一样。“鍍金技术史考之一”谈到宋代派工匠去日本，修造奈良的一座大铜佛，鍍金所用黄金和火银的数量，其比例也是1：6。再从清代鍍金用料例（见工部14卷五）中，也可以了解到当时用金、汞和其它材料的情况，兹归纳如下[3]。

1. 单位用金量。

〈1〉凡成造银胎鍍金每一方尺用金量：

平面各项物件：三钱六分、四钱、五钱；

玲珑各项物件：九钱、一两。

〈2〉凡成造铜器鍍金每方尺用金量：

平面各项物件：三钱六分、四钱、五钱；

抬级花活并半晒地物件：五钱五分、五钱七分、六钱、七钱；

玲珑各项物件：九钱、九钱五分、一两。

2、鍍金需用其它材料。

（1）凡成造银胎鍍金器物烧梅项用料：

每金一两用：水银六两、乌梅八两、木炭十六斤。

(2) 凡铜器鍍金烧梅刷白地杖用料：

每金一两用：水银九两、乌梅十二两、木炭十六斤。

(3)、凡成造鍍金器物梅洗出色：

每金一两用：白炭三斤、乌梅一两、盐、碱各三钱。

再举晚清政府建造北京圆明园中两座宫殿的用料记载[4]：

1、建造“寿康宫”的鍍金用料。

<1>平面鍍金活用金量：

每长一尺宽一寸用：叶子金（薄片金）四分五厘。

<2>每叶子金一两用：水银七两、白矾四两八钱、盐三两二钱、酸梅四两八钱、碱四两八钱、黑炭十五斤、白炭七斤八两、磨金炭四两、棉花五钱、白布三寸。

4、建造“养心殿”的鍍金用料。

<1>平面素活（无花纹版面）：

每长一尺宽一寸用：金四分五厘；

<2>浅花鍍金活：

每长一尺宽一寸用：金五分；

<3>深花鍍金活：

每长一尺宽一寸用：金七分五厘；

<4>每金一钱用：水银六钱；

<5>每长一尺宽一寸活用：白炭三斤、白矾四两、碱二两、酸梅四两、盐四两、磨金炭二两、磨石四两。

二、鍍金工艺方法

从上述的鍍金用料情况来看，鍍金的工艺方法，历代工匠的操作大致一样。解放后，三十多年来，全国各地先后也制造了许多鍍金铜器。在北京有北京展览馆大金塔，军事博物馆塔顶鍍金“八一”军徽、人民英雄纪念碑、毛主席纪念堂、北京故宫博物院四周角楼宝顶等等。笔者根据北京一些单位的技术总结[5]和老工人的经验整理归纳如下。

<一>、铜器鍍金的工艺过程：

预备处理——涂金泥（俗称“抹金”）——烤黄或称“开金”——刷洗——压光。

<二>、工艺方法的说明：

1、预备处理：鍍金器物同电镀工件一样，必

需在施镀之前把器物表面油污及锈物除洁净，鍍金层才能同基体表面附着牢固。对鍍金来说，还要求器物表面平整光滑，不允许有粗糙颗粒及凹坑，否则影响施工及金层的外观质量。

古代工匠们的除油污和除锈的方法，笔者在“中国表面处理技术史的探讨”（二）、（五）已有详述。现代，亦可采用电镀的预备处理工艺，或是按照刷镀电净与活化的方法均可，要依据鍍金制品的大小、形状结构和表面油污、粗糙状态而灵活掌握。

2、涂金泥（俗称“抹金”）：

首先制备15厘米左右长，直径1~2厘米的“金棍”。如图一所示，用紫铜棒制做成柄窄而圆，头部扁平稍翘起，类似牙刷柄。表面打磨光滑后，先用酸梅汤浸涂扁平端，再浸入水银里，铜棍变白了即可使用。

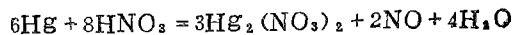


图一、金棍

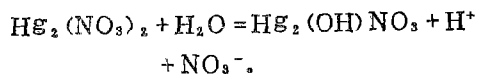
用金棍沾金汞齐及70%的硝酸HNO₃。（古代则用盐、矾混合的溶液）涂抹在器物的表面，再用金棍的铲底将金泥均匀地抹开使之扩散布满表面。然后，用头发制成的“发栓”，蘸50%硝酸或特制的“镀金水”刷在金汞剂表面进行推压（俗称为“栓”），使铜器表面上的金泥栓得匀细，形成白色覆盖层。这是一道很重要的操作工序，有“三分抹七分栓”的说法。如果栓得不好，一是影响鍍金层的颜色深浅不匀，二是金泥沾附不牢而脱落。

然后，用热水冲掉残留在器物表面的硝酸盐，再用流动的水冲刷干净。

抹金泥蘸硝酸的目的：主要是涂金汞齐的同时，铜器表面接触硝酸后，微薄的氧化膜及污物与硝酸起化学反应，使器物表面的金属铜处于活化状态，有利于金属铜与金汞齐中的汞作用而形成铜汞合金固熔体，增强金汞齐的附着性。与此同时，稀硝酸与汞作用，生成易溶于水的硝酸汞，有利于后面烤黄工序清除汞。其反应如下：



抹金后用水冲洗时，硝酸汞在溶于水的同时又发生水解作用，形成碱式硝酸盐沉淀物，其反应为：



由此, 冲洗水应收集处理, 以免碱式汞盐污染环境。

3、烤黄或称“开金”。

将抹好金泥的器物移送到炭火炉中烘烤, 或用铜铁丝笼(图二所示)盛烧红的无烟木炭火烤。小件器物最好烤背面, 以使温度均匀。



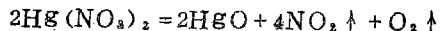
图二 铜铁丝笼

烘至抹金面的水银蒸发, 冒出白烟即撤离火炉。一般当温度达到 $300\sim 500^{\circ}\text{C}$ 时, 汞开始变亮。随着汞的不断蒸发, 器物表面会出小水珠一样的颗粒不停地滚动。这时, 就要用硬棕刷将滚动的小颗粒轻轻拍散, 以免小颗粒滚离器物表面, 使金层厚度受到影响; 同时防止滚动的小颗粒遇冷后形成金疙瘩而影响金层的光洁度。

烤黄时, 金汞齐中的汞会随着温度的升高而逐渐变成水似地出现在器物表面, 这时须用脱脂棉将其轻轻擦掉(注意不能把金擦掉)。倘若烘烤出的汞覆盖在表面较多, 则可同时用扇子扇风, 使汞尽快蒸发飞散。当温度达到 400°C 左右时, 再继续烘烤一段时间, 见器物表面的颜色由白变灰(浅)黄, 再变成焦黄色, 即可将器物移离火位, 任其自然降温。

4、刷洗。

众所周知, 汞在室温情况下是不能被空气所氧化, 当加热至沸腾(即 356.95°C 时), 慢慢与氧作用生成氧化汞 HgO 。涂抹在器物表面的金汞齐, 其汞在烤黄过程中, 即会生成氧化汞。另外, 涂金泥时形成的硝酸汞残留物, 在烤黄时也因受热而分解成氧化汞, 其反应如下:



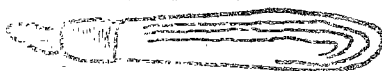
这些氧化汞生成后, 大部分被蒸发飞散外, 会残留一部分覆盖在镀金层的表面, 而影响金层的外观质量。为了去掉它, 可用铜丝刷蘸皂角水溶液轻轻刷洗, 使器物表面显现出闪闪光亮的黄金色泽。

经刷洗之后, 表面颜色深浅不同, 则需要回火再烤, 边烤边对照色泽, 适可而止, 时间不宜过长。

5、压光。

在上述施工过程中, 汞蒸发时会出现一些微小孔隙, 黄金则收缩成小颗粒状的金层。为使金层完整、均匀、孔隙率小, 表面呈现光亮的镜面, 可用硬度较高的玛瑙压子蘸皂角水在器物上均匀地在

返摆动进行压光、压平, 使黄金小颗粒压平细, 微小孔隙挤压密实。倘若没有玛瑙压子(如图三所示), 也可用硬度为七、八度的玉石压子、钢压子。



压子(用玛瑙磨木柄中包铜叶)

图三、压子

要制成一件质量好的镀金器, 往往需要重复涂抹几次金泥, 并烤黄、刷洗及压光。如需较厚的镀金层, 一般需镀金三至五遍, 最多的有镀十几遍的。最好每涂一次金泥, 则重复一次烤黄、刷洗至压光的过程。在古代, 镀金次数都比较多, 象北京故宫的金塔、金狮、金缸的金层都比较厚, 其镀金次数也多。例如清代乾隆时期制作一对镀金铜狮子亦进行了五次镀金。当时记载: “于四十一年八月十三日, 接得热河寄来信贴, 内开八月初六日, 付都统金面奉谕旨, 现造黄铜镀金狮子一对, 亦按五次镀。钦此”〔6〕。还有北京故宫“珍宝馆”展出的“镀金嵌珍珠宝石佛塔”, 是清朝乾隆皇帝做皇子时, 为崇拜殿内佛堂用的金塔, 高为1.3米, 塔座仅0.67米见方的小塔, 竟用了85公斤的黄金。可见其镀金的厚度之太, 用金的数量之多, 是罕见的。

六、镀金施工的安全问题

汞及汞的化合物均是剧毒物质, 在配制金汞齐、抹金泥、烤黄及刷洗时容易造成汞中毒。

通常液态汞的毒性不大, 但它挥发性很大, 蒸气压在 20°C 时是0.0013毫米, 容易蒸发。

汞毒的主要成分有: 汞蒸气、无机汞和有机汞〔7〕。

配制金汞齐、抹金泥, 特别是烤黄过程中极易产生大量的汞蒸气。汞的蒸气吸入人体后会刺激支气管, 并引起肺组织的损伤。它在被氧化之前, 留存人体内约为7小时, 而在血液中的汞则变成 Hg^{2+} 离子状态存在, 致使人体慢性中毒而引起颤抖、尿血等症状。

可溶性的无机汞盐毒性更大。在抹金泥及冲洗时产生硝酸汞, 中毒后会致使手指颤抖、牙齿脱落、精神萎靡。古代没有硝酸, 而用盐和矾的混合溶液, 与汞会生成汞的氯化物 Hg_2Cl_2 (甘汞)、 HgCl_2 , 中毒后会腐蚀肠道, 并使肾功能下降,

产生闭尿,严重时会导致死亡。

进入人体血液中的汞离子 Hg^{2+} ,对于蛋白质中的胱氨酸的二硫键和半胱氨酸中的巯基具有非常高的亲合力。而巯基又广泛存在于蛋白质中,导致了蛋白质的其它物质均可以不同程度地与汞离子成键。如肾溶酶体、乳酸脱氢酶(肾)、碱性磷酸酯酶(白细胞)和谷氨酰胺酶(脑)均会与汞离子作用而被汞抑制。汞的这些有机物,其毒性比无机汞还要大。

所以,进入血液里的汞离子,对人体的危害性更大。它在体内长达十个星期,通过血液输入到脑部后,造成永久性的损伤,引起走路失调,嘴部和手足痉挛,视野收缩,言语困难和耳聋等症状。孕妇被汞中毒后,汞离子在血液中输送到胎盘而影响胎儿发育,导致先天性的脑部发育不全,淋巴节、神经纤维、肝和肾都会受伤害。

鍍金施工过程中冲洗的废水,含有大量汞和汞的化合物。特别是硝酸汞等无机盐,由于水中的微生物作用会转化为毒性很高的甲基汞和二甲基汞,并使这种过程持续多年。导致人们饮用含汞量高的水,吃含有汞的鱼类而造成汞中毒,严重的甚至死亡。

正因为汞的毒性较大,所以鍍金的施工必须在通风良好的场地进行操作,并有良好的抽吸汞蒸气的设施,以免汞蒸气吹散在周围而污染环境。刷洗的废水,应收集处理,切勿排放到江河湖泊及井水附近。

笔者近年来在北京曾经拜访过鍍金的老工人,目睹了他们受汞毒害的症状,也看过曾经进行鍍金的场所。在鍍金时,即使设备再好,由于手工操作,总难免有不同程度地受汞毒害。

随着鍍金技术的发展,大部分鍍金制品都由电

鍍或化学鍍金所取代。近年来,刷鍍技术发展很快,无氰刷鍍金已研制成功,为北京展览馆、民族文化宫等建筑物的鍍金塔、字修补金层取得良好效果,同时为首都博物馆、北京故宫及北海公园古旧文物修复,代替了传统的鍍金工艺,还为中国残疾人福利基金会的门牌、纪念品及由胡耀邦总书记亲笔题词的,我国赠送日本长崎市的大型雕塑等进行刷鍍金。金层质量极佳,受到有关人士及单位的好评。无氰刷鍍金在1984年12月组织在北京的有关专家们鉴定,金层质量及其刷鍍溶液达到国内先进水平,可以节省黄金,降低成本,无毒无污染,设备简单操作方便,完全可以取代鍍金技术及部份电鍍金[8]。

参考文献和资料

[1] 北京故宫博物院修理厂:《故宫东南角楼宝顶鍍金工作的总结》1981年(内部资料)。

[2] 北京珐琅厂:《鍍(鑲)金的工艺操作》,“北京市电镀油漆技术经验资料选编”,北京市科学技术协会编印,1965年7月。

[3] 转引自高鲁冀:《中国古建筑中的鍍金与贴金》,见《考古与文物》,1980年第4期。

[4] [清]佚名编:《园明工程做法》,第七卷,北京图书馆藏。

[5] 同[1]、[2]。

[6] 《故宫博物院院刊》,1984年第2期, P57页。

[7] 《化学通报》,1982年第6期, P38—39页。

[8] 青云仪器厂:《无氰刷鍍金》、《航空工业部委托北京航空学院组织的鉴定书》,1984年12月,(内部资料)。

消 息

常州自行车总厂自85年1月起,在车把、车圈电镀生产线上应用微孔铬工艺。该工艺不同于高应力镍和镍封,是在镀铬后阴极电解处理形成200—600万孔/厘米²,明显的提高镀层的抗蚀性。它适用于多种组合镀层,不影响铬层光亮性,操作简便。5月10日在常州通过技术鉴定。具体操作条件如下:

CrO_3 13—18克/升

H_2SO_4 1—2毫升/升

微孔添加剂 1毫升/升

T 65—75°C

Dk 0.3—0.6A/dm²

t 0.5—1分

不锈钢板作阴极。

现场微孔数,以酸性硫酸铜溶液电沉积铜点检查)

承仲之