

无氰镀银层通用规范

General specification for cyanide-free silver plating

(发布稿)

2019-9-20 发布

2019-9-21 实施

前 言

请注意本文件的某些内容可能涉及专利, 本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准依据GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国表面工程协会提出并归口。

本标准由中国表面工程协会标准化技术委员会牵头组织制定。

本标准起草单位: 贵州航天精工制造有限公司、重庆立道新材料科技有限公司、贵州天义电器有限责任公司。

本标准主要起草人: 胡国辉、刘骞、董康、詹兴刚、胡文进、段国发、肖春艳、田刚、周琦、代文彪、胡定恒、王健、杨楠、江涛、张廷敏、杨彪、袁光生、刘军、包海生、王东风

本标准为首次发布。

无氰镀银层通用规范

1 范围

本标准规定了无氰镀银层的术语与定义、要求和检测方法等内容。
本标准适用于机械、船舶、航空、航天、电子、电气等金属与非金属基体上的无氰镀银层。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 4955 金属覆盖层 覆盖层厚度测量 阳极溶解库仑法
- GB/T 4956 磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法
- GB/T 5270 金属基体上的金属覆盖层电沉积和化学沉积层附着强度试验方法评述
- GB/T 6461 金属基体上金属和其它无机覆盖层 经腐蚀试验后的试样和试件的评级
- GB/T 6462 金属和氧化物覆盖层 厚度测量 显微镜法
- GB/T 6463 金属和氧化物覆盖层 厚度测量方法评述
- GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 12609 电沉积金属覆盖层和相关精饰计数检验抽样程序
- GB/T 12611 金属零(部)件镀覆前质量控制技术要求
- GB/T 16745 金属镀覆层产品的钎焊性的标准试验方法
- GB/T 16921 金属覆盖层 覆盖层厚度测量 X射线光谱方法
- GJB 480B 金属镀覆和化学覆盖工艺质量控制规范
- GJB/Z 594A 金属镀覆层和化学覆盖层选择原则与厚度系列
- HB 5067.1 镀覆工艺氢脆试验 第1部分:机械方法
- HB 5472 金属镀覆和化学覆盖工艺用水水质规范
- HB/Z 318 镀覆前消除应力和镀覆后除氢处理规范

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件

3.1 无氰镀银层 Cyanide-free Silver Plating layer

在无氰镀液中在制件表面上形成均匀、致密、结合力好的金属银电沉积层。

3.2 主要表面 significant surface

对零(部)件的外观和使用性能起主要作用的表面。它或者是要镀覆的,或者是已经镀覆的。必要时主要表面应在图样上或工艺文件中标出,或提供适当标记的样品。

3.3 基体材料 (底材) base material (substrate)

是能于其上沉积金属或形成镀层的材料。

3.4 基本测量面 reference area

主要表面上的一个区域,在该区域要求作规定次数的测量。

3.5 最小局部厚度 minimum local thickness

在一个制件的主要表面上所测得的局部厚度的最小值,也称最小厚度。

3.6 技术文件 technique document

与产品(包括服务)有关的图纸、技术资料、操作(用户)手册、使用说明书、技术说明书、技术或服务规范、技术标准等。

4 工艺要求

4.1 材料

4.1.1 基体材料

电镀前金属零部件的基体材料质量控制应符合GB/T 12611的要求。

4.1.2 工艺材料

无氰镀银层用的银阳极材料应采用纯度 $\geq 99.9\%$ 电解银,其它工艺材料、辅助材料应符合GJB 480B中5.3的要求,工艺生产用水应符合HB 5472的要求。

4.2 工艺流程

镀前验收→装挂→预处理→无氰电镀银→后处理→检验检测→包装

4.2.1 工序说明

4.2.1.1 镀前验收

按GB/T 12611要求验收。

4.2.1.2 装挂

使用通用或根据零件图纸形状、尺寸、数量及技术要求设计的专用工装装挂。

4.2.1.3 预处理

按GB/T 12611要求执行。如不锈钢、高温合金等需要冲击镀镍。另金属零部件电镀前需消除应力的热处理要求按表1执行。

凡经机械加工、磨削、冷成形、冷拉伸、冷矫正的零(部)件,当其材料抗拉强度最大值大于或等于1050 MPa的钢制零件及技术文件规定的其它需要消除应力处理的零件,应按有关说明书规定进行消除应力热处理,消除应力应在喷丸强化、喷砂、清洗和电镀前进行,确定镀前消除应力的温度,一般原则是低于其回火温度20~30℃。

镀银零件若为淬火的零件，消除应力应在 130~150℃至少处理 5 h。如果允许基体表面的硬度降低，也可以在较高温度下作较短时间的处理。

表1 钢件电镀前消除应力的热处理规定

零件类型	抗拉强度 (Rm, MPa)	应力消除	
		温度 (°C)	时间 (h)
钢制零件	Rm < 1050	无要求	—
渗碳件或渗氮件 (含回火温度低于 200℃的钢制件)		140 ± 10	≥ 3
碳钢与低合金钢	Rm ≥ 1050	(200 ± 10)°C 或低于其最低回火温度 30°C	≥ 4
高强度钢	1050 < Rm ≤ 1450	200 ± 10	≥ 4
	1450 < Rm ≤ 1800	200 ± 10	≥ 18
	Rm > 1800	200 ± 10	≥ 24

注：热处理也可采用不同于上表的条件进行，如适当提高温度和缩短时间，但应由供需双方商定。

4.2.1.4 无氰电镀银

以下为一个应用实例，槽液成分和工艺参数可以在满足本规范要求的镀银层质量时变动。

4.2.1.4.1 无氰预镀银

为了防止零件浸入镀银槽时产生接触银而影响银镀层的结合力，镀银前必须进行预镀银处理。

- 1) 配方：硝酸银 (AgNO₃, 工业级) : 1~2 g/L; 络合剂: 250~350 ml/L;
- 2) 工艺参数：pH: 9~10; T (°C) : 20~30°C; 时间 (min) : 1~5; 阴极电流密度: 0.05~0.2 A/dm²; 过滤: 连续。

4.2.1.4.2 无氰镀银 (分为哑光银和光亮银)

哑光银:

- 1) 配方：硝酸银 (AgNO₃, 工业级) : 25~30 g/L; 镀银络合剂: 500~700 ml/L;
- 2) 工艺参数：pH: 9~10.5; T (°C) : 35~45°C; 时间 (根据镀层厚度而定); 阴极电流密度: 0.3~1 A/dm²; 阴极/阳极面积比: 1:2~4; 搅拌 (阴极移动): 3~4 m/min; 过滤: 连续。

光亮银:

- 1) 配方：硝酸银 (AgNO₃, 工业级) : 25~30 g/L; 镀银络合剂: 500~700 ml/L;
- 2) 工艺参数：pH: 9~10.5; T (°C) : 20~30°C; 时间 (根据镀层厚度而定); 阴极电流密度: 0.3~1 A/dm²; 阴极/阳极面积比: 1:2~4; 搅拌 (阴极移动): 3~4 m/min; 过滤: 连续。

4.2.1.5 后处理

4.2.1.5.1 除氢

凡材料最大抗拉强度大于等于 1050 MPa 的钢制零件，镀覆后均按表 2 的规定进行除氢处理。零件在镀覆后尽快进行除氢处理，除非另有规定，电镀完成后 4 小时之内应按表 2 除氢，电镀弹簧或其它弯曲的零件，在除氢处理前不应弯曲。镀覆至除氢处理之间的间隔时间，对抗拉强度大于或等于 1300 MPa 的钢制零件，不得超过 4 小时。等于或小于 1300MPa 的钢制零件，不得超过 10 小时。

表2 电镀后除氢处理的条件

零件类型	抗拉强度 (Rm, MPa)	除氢	
		温度 (°C)	时间 (h)
钢制零件	$R_m < 1050$	无要求	—
渗碳件或渗氮件 (含回火温度低于 200°C 的钢制件)		140 ± 10	≥ 4
弹簧钢零件 (65Mn, 60Si2Mn 等)	回火	200 ± 10	≥ 24
高强度钢	$1050 < R_m \leq 1300$	200 ± 10	≥ 8
	$R_m > 1300$	200 ± 10	≥ 23

4.2.1.5.2 浸亮或抛光

为了使银镀层表面更加光亮，可使用化学浸亮或抛光工艺。

4.2.1.5.3 钝化

为了提高银镀层的抗变色能力，可用化学钝化或电化学钝化处理，提高其防腐性。

4.2.1.5.4 防变色处理

为了提高其银层防变色性能，隔断银层与空气接触。

4.2.1.6 检验检测

4.2.1.6.1.1 外观全检，厚度检测应每批检测。

4.2.1.6.1.2 结合力、抗硫性检验每季度进行一次。

4.2.1.6.1.3 镀层焊接性能、耐腐蚀性检测，当产品有要求时，应按批进行。

4.2.1.6.1.4 镀层氢脆性、纯度检验，当需方要求时或进行新配镀液、更换镀液时，应进行。

4.2.1.7 包装

镀银零件严禁用裸手拿取或触摸，应采用柔软、清洁和不释放对银镀层有害气氛的包装纸（或电容器纸）逐个包装，小零件采用不释放对银镀层有害气氛的塑料袋包装。

4.3 镀层外观

4.3.1 颜色

- 4.3.1.1 镀银层应为银白色，钝化保护后的银镀层应为带浅黄色调的银白色。
- 4.3.1.2 经抛光的镀银层表面有镜面般的光泽。
- 4.3.1.3 光亮镀银层为亮银白色。
- 4.3.1.4 哑光银镀层为哑光奶白色。
- 4.3.1.5 镀氢氧化铍的银镀层应为透明的或稍带彩红色调的银白色。

4.3.2 镀层结晶

镀银层应均匀、连续、细致。

4.3.3 镀层缺陷

镀层表面缺陷见表3。

表3 无氰镀银层缺陷

允许缺陷	不允许缺陷
a) 轻微的水印； b) 由于零件表面状态不同，同一零件上有不均匀的颜色和光泽； c) 零（组）件入库保存过程中，因自然氧化而引起的镀层色泽变暗； d) 在复杂或大型零件的边、棱角处有轻微粗糙，但不能影响装配和镀层结合力； e) 不可避免的轻微的夹具印但必须有镀层； f) 锡焊缝处有轻微的发黄、发暗或少量起泡； g) 局部镀银的零件，在镀与不镀的分界面两侧 1 mm 内允许有镀层或无镀层；	a) 镀层粗糙、烧焦、麻点、黑点、斑点、起 泡、起皮或脱落； b) 树枝状、海绵状和条纹状的镀层； c) 局部无镀层（技术文件规定除外）； d) 露底的机械损伤； e) 手指痕； f) 镀氢氧化铍的表面有用手能擦掉的白色粉状 物； g) 经抛光的镀银层表面有水印、夹具印、不均 匀的颜色和光泽；

4.4 镀层厚度

镀银层厚度应符合GJB/Z 594A的要求和图样或技术文件的规定。

4.5 镀层结合力

按5.3检验镀层结合力时，镀层无起皮、脱落或起泡。

4.6 镀层耐蚀性

镀银层耐蚀性由相关技术文件规定或供需方约定。

4.7 镀层氢脆性

凡抗拉强度 ≥ 1034 MPa的钢制零件镀后都要进行除氢处理,抗拉强度 ≥ 1240 MPa的钢的关键件、重要件进行无氰碱性电镀银时,缺口试样应满足在75%拉伸强度的应力下进行持久载荷试验,至少持续200h不断裂。

4.8 镀层焊接性能

试样和技术文件规定制件需要焊接时,镀银层应易于焊接。试样按5.6方法检测时,银镀层表面上的焊料膜层应均匀、平滑、无结瘤,当按GB 5270的规定进行弯曲试验时,焊料膜层和银镀层应无鱼鳞状或脱落现象。

4.9 镀层纯度

镀层的纯度不低于99.9% (复合镀和合金镀除外) 或应符合图样和技术文件的规定。

4.10 镀层抗硫性

无氰镀银层抗硫性按5.8进行检验时,镀层不应变色。

5 试验方法

5.1 外观

在干净、清洁,相对湿度不大于70%,天然散射光或无反射光的白色透射光下进行,光的照度不低于300 Lx (相当于零件放在40 W日光灯下,距离500 mm的光照度) 的室内,用目视法检查,零件与眼睛的距离为350 mm。必要时可用3~5倍放大镜检查。

5.2 厚度

按以下任意一种方法进行试验:

- a) 库仑法: 按GB/T 4955的规定执行。
- b) X射线法: 按GB/T 16921的规定执行。
- c) 磁性法: 按GB/T 4956的规定执行。
- d) 显微镜法: 按GB/T 6462的规定执行。
- e) 其它方法: 按GB/T 6463推荐的有关方法执行。

5.3 结合力

5.3.1 外观检查

按表 2 抽取零件,电镀银后的零件表面不能有起泡等结合力不良的现象,比如表面剥落和镀层隆起。

5.3.2 热震试验

应根据零件的几何形状和用途,按GB/T 5270选择适用的方法进行检验。其中试样若选择热震法测试结合力时将试样放在炉中加热至表4所规定的温度,温度误差 $\pm 10^{\circ}\text{C}$,时间为0.5~1 h。

表4 热震试验温度

基体金属	温度 (°C)
钢	300°C
锌合金	150°C
铜和铜合金	250°C
铝和铝合金	220°C
钛和钛合金	300°C

注：1) . 高温合金材料电镀银前需冲击镀镍，然后预镀银、镀银，然后根据不同的材料做如下试验：

- ① 低合金钢如AMS6304，马氏体或者沉积硬化耐腐蚀钢如AMS5616, AMS5643的零件或试片，需加热到 $(482 \pm 8)^\circ\text{C}$ 下保温至少2小时，在静止的空气中冷却。
 - ② 马氏体不锈钢如AMS5640，及沉积硬化耐腐蚀钢如AMS5732材料的零件或试片，要加热到 $(648 \pm 8)^\circ\text{C}$ 下保温至少2小时，在静止的空气中冷却。
 - ③ 沉积硬化耐腐蚀高温镍基合金钢（如AMS5709）制作的零件或试片，应在 $(760 \pm 8)^\circ\text{C}$ 下保温至少2小时，在静止的空气中冷却。
- 2) 热处理后的零件或试片要用10倍的放大镜检验，零件表面不能出现气泡或其它结合力不良的缺陷，如银层片状剥落或凸起。
- 3) 铝和铝合金镀银结合力试验后不能用作产品使用，如果有使用需检测机械性能和力学性能合格后允许使用。

5.3.3 凿切试验

经过热处理的目视检查，零件或试片应按照 GB/T 5270 进行凿切试验，镀层不能出现起皮、脱落等，如果凿切试验合格，则热处理后用 10 倍放大镜检查时，直径小于 0.38 mm 的气泡是允许的。

注：评定结果：如果以上试验有任何一项检查单件结合力不合格，则整批结合力不合格。

5.4 耐蚀性

当新配镀液或镀液有较大变化时，必须进行耐蚀性检验，或连续生产时须定期检验。

按GB/T 10125的要求进行检验。

5.5 氢脆性

按HB 5067.1的要求进行试验。

5.6 焊接性能

试样应放入无腐蚀的助焊剂中5~10 s，然后浸入含40%锡、60%铅的焊料中，在温度 $(288 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的焊料熔槽内持续3s，在轻轻抖动下取出试样，在空气中冷却。用目视法检查银镀层表面上的焊料膜层应均匀、平滑、无结瘤，当按GB 5270 的规定进行弯曲试验时，焊料膜层和银镀层应无鱼鳞状或脱落现象。

5.7 镀层的纯度

可以选用方法有：频谱发射法、X 射线荧光法、原子吸收法、分光光度测定法或其它有类似精度的方法。

5.8 镀层的抗硫性（镀层保护后）

镀层抗硫性应满足以下任一种测试方法及要求或需方指定的测试方法及要求。

- a) 试样在1%的硫化钠溶液中，温度控制在15~25℃条件下，浸渍60 min后清洗干净，镀层不应变色。
- b) 试样在5%的硫化钠溶液中，温度控制在15~25℃条件下，浸渍30 min后清洗干净，镀层不应变色。
- c) 试样在1%的硫化钾溶液中，温度控制在15~25℃条件下，浸渍10 min后清洗干净，镀层不应变色。
- d) 试样在5%的硫化钾溶液中，温度控制在15~25℃条件下，浸渍5 min后清洗干净，镀层不应变色。

注：①硫化钠、硫化钾纯度为三级试剂。

②配制用水采用 HB 5472 中规定的B 类水。

6 抽样

抽样方案从GB/T 12609规定的程序选择，接收水平应由需方规定。
