



中华人民共和国国家标准

GB/T 12599—2002
代替 GB/T 12599—1990

金属覆盖层 锡电镀层 技术规范 and 试验方法

Metallic coatings—Electroplated coatings of tin
—Specification and test methods

(ISO 2093:1986, Electroplated coatings of tin
—Specification and test methods, MOD)

2002-09-11 发布

2003-04-01 实施

中 华 人 民 共 和 国
国家质量监督检验检疫总局 发 布

目 次

前言	Ⅲ
0 引言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 需方向供方提供的资料	2
5 基体材料	2
6 抽样	2
7 分类	2
8 钢的热处理	3
9 底镀层要求	3
10 锡镀层要求	3
附录 A(规范性附录) 镀层厚度测量	5
附录 B(规范性附录) 附着强度试验	7
附录 C(资料性附录) 指导意见	8

前 言

本标准修改采用 ISO 2093:1986《锡电镀层 技术规范和试验方法》(英文版)。

本标准根据 ISO 2093:1986 重新起草,本标准对应 ISO 2093 作了如下修改:

- 按国内现有的覆盖层系列标准,标准名称前加上“金属覆盖层”;
- 取消了国际标准的前言;
- 为便于使用,引用了采用国际标准的我国标准;
- 增加了规范性引用文件的引导语;
- 用“本标准”代替“本国际标准”;
- 按引用标准 ISO 2064:1996 修改了“主要表面”的定义;
- 因 ISO 9227 代替了 ISO 3768,所以引用标准用对应 ISO 9227 的 GB/T 10125。

本标准代替 GB/T 12599—1990《金属覆盖层 锡电镀层》。

本标准与 GB/T 12599—1990 相比,主要变化如下:

- 补充了引言;
- 删去了最小厚度的定义(原版的 3.2 条);
- 第 5、6、7、8、9、10 章的顺序和部分内容有所调整;
- 补充了附录 B、附录 C。

本标准的附录 A、附录 B 为规范性附录,附录 C 为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国金属与非金属覆盖层标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:武汉材料保护研究所、广州电器科学研究所。

本标准主要起草人:贾建新、何邵新、李大旭、谢锐兵、熊刚、黄三豹。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 12599—1990。

金属覆盖层 锡电镀层 技术规范 and 试验方法

0 引言

本标准规定了金属制品防腐蚀和提高可焊性的锡镀层的要求。
执行本标准应考虑国家对食品工业用锡镀层的相关法规和条例。
附录 C 为用户提供了附加信息。
需方除规定本标准号外还应当提出 4.1、4.2 所规定的内容。

1 范围

本标准规定了金属制品上标称纯锡镀层的要求。镀层可以是无光的、光亮的镀后状态,或电镀后以熔融方法进行熔流处理的状态。

本标准不适用于:

- a) 螺纹零件;
- b) 镀锡铜丝;
- c) 未加工成型的板材、带材和线材上的锡镀层,或由它们制成的产品;
- d) 螺旋形弹簧上的锡镀层;
- e) 采用化学方法(浸、自催化或化学镀)获得的锡镀层;
- f) 抗拉强度大于 1 000 MPa(或相应硬度)的钢表面的锡镀层,因为这类钢电镀时会产生氢脆。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2423.28 电工电子产品基本环境试验规程 试验 T:锡焊试验方法(eqv IEC 68-2-20)

GB/T 4955 金属覆盖层 覆盖层厚度测量 阳极溶解库仑法(idt ISO 2177)

GB/T 5270 金属基体上的金属覆盖层(电沉积层和化学沉积层)附着强度试验方法(eqv ISO 2819)

GB/T 6462 金属和氧化物覆盖层 横断面厚度显微镜测量方法(eqv ISO 1463)

GB/T 9789 金属和其他非有机覆盖层 通常凝露条件下的二氧化硫腐蚀试验(eqv ISO 6988)

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验(eqv ISO 9227)

GB/T 12334 金属和其他非有机覆盖层 关于厚度测量的定义和一般规则(idt ISO 2064)

GB/T 12609 电沉积金属覆盖层和有关精饰计数抽样检查程序(idt ISO 4519)

GB/T 16921 金属覆盖层 厚度测量 X射线光谱方法(eqv ISO 3497)

QB/T 3819 轻工产品金属镀层和化学处理层的厚度测量方法 β 射线反向散射法(idt ISO 3543)

ISO 2859 特性检查抽样程序和抽样表

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

GB/T 12599—2002

3.1

主要表面 significant surface

工件上某些已涂覆或待涂覆覆盖层的表面,在该表面上覆盖层对其使用性能和(或)外观是至关重要的;该表面上的覆盖层必须符合所有规定要求(定义见 GB/T 12334)。

3.2

熔流、熔融、流光、重熔 flow-melting, fusing, flow-brightening, reflowing

采用加热熔融镀层的方法改善镀层的光亮度或可焊性的一种工艺(见 C.4)。

4 需方应向供方提供的资料

4.1 必要资料

需方应向供方提供以下资料:

- a) 本标准号;
- b) 基体材料的性质(见 5);
- c) 要求的镀层使用条件号(见 7.1)或镀层的分级号(见 7.2);
- d) 标明待镀制品的主要表面,例如提供图纸或有适当标识的样品;
- e) 验收抽样方法(见 6);
- f) 可以接受的不可避免的接触痕迹和其他缺陷的位置(见 10.1);
- g) 采用的附着强度试验方法(见 10.3)。

4.2 附加资料

需方可以附加以下资料:

- a) 热处理要求(见 8);
- b) 孔隙率试验要求(见 10.4);
- c) 可焊性试验要求和采用的试验方法及条件(见 10.5);
- d) 底镀层的特殊要求(见 9);
- e) 表明精饰要求的试样(见 10.1);
- f) 特殊预处理要求;
- g) 锡镀层纯度要求(见 0 和 C.5);
- h) 镀后零件的包装要求;
- i) 特殊的镀后处理要求。

5 基体材料

本标准没有规定电镀前基体材料的状态、精加工或表面粗糙度(见 C.2.1)。

6 抽样

抽样方法按照 GB/T 12609 和 ISO 2859 的规定。

抽样方法和验收水平应由供需双方商定。

7 分类

7.1 使用条件号

下述等级的使用条件号表明该使用条件的严酷程度:

4: 极严酷——例如在严酷腐蚀条件的户外使用,或同食物或饮料接触,在此条件下必须获得一个完整的镀锡层以抗御腐蚀和磨损(见 C.1.1);

3: 严酷——例如在一般条件的户外使用;

2: 中等——例如在一定潮湿的户内使用;

1: 轻度——例如在干燥大气中户内使用,或用于改善可焊性。

注: 见 10.2,给出了使用条件号和最小厚度之间关系的提示。

锡镀层在有磨料环境中或含有特定有机蒸汽环境中易损伤,在规定使用条件号或镀层分级号时应予以考虑,见 C.1.1。

7.2 镀层分级号

镀层分级号必须由四部分组成,其中前两部分用一斜线分开,如:a/bcd

其中:

a——表示基体金属的化学符号(如为合金,则标出主要成分);

b——表示底镀层金属的化学符号(如为合金,则标出主要成分),随后标出底镀层最小厚度(μm)值。如无底镀层,则免去此项[见 4.2d];

c——表示锡镀层的化学符号 Sn,随后标出锡镀层最小厚度(μm)值;

d——表示表面的光泽度。M 代表无光镀层;b 代表光亮镀层;f 代表熔流处理的镀层。

示例:Fe/Ni2.5Sn5f

该例表示钢或铁为基体金属,底镀层为厚度 2.5 μm 的镍层,锡镀层厚度 5 μm ,镀后应用熔流处理。

8 钢的热处理

8.1 电镀前消除应力处理

经过深度冷加工的钢件,电镀前需在 190℃~220℃处理 1 h。有些钢件在经过渗碳、火焰淬火或感应淬火及随后进行的磨削加工后,若有上述温度处理,可能使其性能下降;在这种情况下应代之以较低的温度去应力处理,例如在 130℃~150℃处理时间不少于 5 h。

8.2 电镀后消除氢脆处理

因氢气穿过锡镀层的扩散很慢,电镀后不能采用热处理方法消除氢脆。

9 底镀层要求

当存在下列的任一原因时,某些基体表面可要求底镀层:

- 防止扩散(见 C.2.2 和 C.2.3);
- 保持可焊性(见 C.2.2;C.2.3 和 C.2.4);
- 保证附着强度(见 C.2.4 和 C.2.5);
- 提高耐蚀性。

为避免给基体材料或加工好的零件带来不希望的性质,例如脆性,应注意选择底镀层。例如应避免采用高应力的镍镀层。

如果基体材料是含锌的铜合金,并要求可焊性,除规定的锡镀层厚度外(见 C.2.3),还有必要使镍或铜底镀层的最小局部厚度达到 2.5 μm ;这种底镀层对于保持良好的外观和附着强度也是必要的。

如果底镀层已经确定,需方应规定其特性(见附录 C)和最小局部厚度(见 10.2)。

一层或多层底镀层的厚度应按附录 A 规定的方法测量。

10 锡镀层要求

10.1 外观

用正常或矫正后正常的视力目视检查时,镀层的主要表面必须无任何可见的缺陷,如气泡、砂眼、粗糙、裂纹或漏镀,并且不得有锈迹或变色。

需方应规定非主要表面上不可避免的接触痕迹以及缺陷可接受的程度和位置。

镀层应清洁,不允许有损伤。镀层表面应平滑,无结瘤。熔流处理后的表面不允许有非润湿区。

GB/T 12599—2002

如有必要,需方应提供或认可能够表明外观要求的样品。

10.2 厚度

锡镀层按厚度分类,并分别用于不同的使用条件(见 7.1),各类最小厚度值规定于表 1(或见 C.3.2)。

应按附录 A 给出的适当方法,在主要表面内任何能被直径为 20 mm 的小球接触到的部位上的一个基本测量面(见 GB/T 12334)进行镀层厚度测量。当镀件的主要表面面积大于或等于 100 mm² 时,最小厚度应视为最小局部厚度值。当镀件的主要表面小于 100 mm² 时,最小厚度应视为平均厚度的最小值。

表 1 镀层厚度

使用条件号	铜基体金属 ^a		其他基体金属 ^b	
	镀层分级号(部分的)	最小厚度 μm	镀层分级号(部分的)	最小厚度 μm
4	Sn30	30	Sn30	30
3	Sn15	15	Sn20	20
2	Sn8	8	Sn12	12
1	Sn5	5	Sn5	5

^a 锌铜合金基体材料上的底镀层应注意第 9 章中的基本要求。
^b 特定基体材料上底镀层的要求见 C.2.4 和 C.2.5。

当镀件是带电镀通孔的印刷电路板时,厚度要求应适用于通孔的表面及直径为 20 mm 的小球能接触到的表面。

对于熔流处理过的镀层,厚度要求适用于熔流前的电镀态镀层(见 C.3.2、C.4 和附录 A)

在有争议的情况下,参见 A.0.2 中的仲裁方法。

10.3 附着强度

当需方规定按附录 B 所给出的方法之一进行试验时,镀层不应出现剥离现象。

10.4 孔隙率

如果需方对孔隙率有规定,对于最小厚度大于或等于 10 μm 的镀层,应经过下列一种试验:

- 钢铁基体上的镀层,按 GB/T 10125 规定;
- 非钢铁基体上的镀层,按 GB/T 9789 规定。

在上述两种情况下,当用三倍放大镜观察时,基体应无腐蚀痕迹(见 C.1.1)。

10.5 可焊性(见 4.2)

10.5.1 一般材料和零件

如果需方对可焊性有规定,应按照 GB/T 2423.28 中 Ta 试验的方法 1,采用非活性焊剂进行可焊性试验。

如果在试验前要求加速老化,需方应规定加速老化过程。

10.5.2 印刷电路板

如果需方对可焊性有规定,符合本标准的印刷电路板上的镀层应按照 GB/T 2423.28 中 Tc 试验方法进行可焊性试验。

如果在试验前要求加速老化,需方应规定加速老化过程。

附录 A
(规范性附录)
镀层厚度测量

A.0 引言

A.0.1 常规方法

如果将本附录给出的各种方法正确应用于各自相适应的试样的镀层厚度测量,可以认为这些方法都具有足够的准确度。应选择一种预计能得到最可靠结果的方法用于镀层厚度的常规测量,选用时应考虑镀层厚度、零件形状、零件尺寸、镀层成分、基体材料等因素。

如果能确定在特定的应用中有比本附录给出方法更好的或同样好的其他方法,也可采用。

A.0.2 仲裁方法

A.0.2.1 一般要求

在有争议的情况下,应采用 A.0.2.2 到 A.0.2.6 提出的仲裁方法。对于库仑法和分析法,锡的密度值应取为 7.30 g/cm^3 ,即使这样取值可能造成镀层厚度值的测量结果小于真实厚度。

A.0.2.2 局部厚度大于 $9 \mu\text{m}$

采用 A.1.1 规定的显微镜法测定。

A.0.2.3 局部厚度小于 $9 \mu\text{m}$

采用 A.1.2 规定的库仑法测定;不能采用库仑法测定时,采用 A.1.1 规定的显微镜法测定。

注:采用库仑法测量底镀层厚度时,应首先除去锡镀层,采用库仑法溶解锡镀层或按 A.2 规定的分析法退镀都能达到目的。

A.0.2.4 铜、镍或钢基体上锡镀层的平均厚度

采用 A.2 规定的分析法测定。

A.0.2.5 底镀层的平均厚度及基体(例如铝基体)加底镀层上锡镀层的平均厚度

采用 A.1.2 规定的库仑法测定;不能采用库仑法测定时,采用 A.1.1 规定的显微镜法测定。显微截面应通过试片中心,沿显微截面间距均匀地至少取五点测量。

A.0.2.6 带电镀通孔的线路板锡镀层厚度

采用 A.1.1 规定的显微镜法测定。显微截面应平行于孔的轴线,并垂直于要测量的镀层或覆层表面(见 GB/T 6462)。

A.1 局部厚度测量

A.1.1 显微镜法

采用 GB/T 6462 规定的方法测量厚度时,在锡镀层上应加镀厚度不小于 $10 \mu\text{m}$ 的铜保护镀层。

本方法测定厚度值准确度通常为 $\pm 0.8 \mu\text{m}$;厚度大于 $25 \mu\text{m}$ 时,不确定度不大于 5%。

A.1.2 库仑法

采用 GB/T 4955 规定的方法测量厚度。通常本方法测定厚度值不确定度不大于 10%。

A.1.3 β 射线反向散射法

采用 QB/T 3819 规定的方法测量厚度。本方法要求所用的仪器及其操作能使镀层厚度测量的不确定度不大于其真实厚度值的 10%;此不精确度取决于镀层单位面积的质量和基体材料的有效原子序数。

A.1.4 X 射线光谱法

采用 GB/T 16921 规定的方法测量厚度。本方法要求所用的仪器及其校准与操作能使镀层厚度测

GB/T 12599—2002

量不确定度不大于其真实厚度值的 10%。

A.2 平均厚度测量

A.2.1 原理

已知表面积的一个适当的已镀试样(若试样较小,则为一组试样),经清洗、称重、用化学退镀液退除其镀层,再称重。

本方法一般不适用于不能确定表面面积的异型件和工件或某些金属(见 C.2.5)上的镀层。在此情况下,建议用若干显微截面测量的平均值作为平均厚度值(见 GB/T 12334)。

A.2.2 试剂

在测量过程中,只能使用分析级试剂和蒸馏水或与其纯度相当的水。

A.2.2.1 铁基材料和镍底镀层上锡镀层的退镀液

溶解 20 g 三氧化锡于 1 000 mL 的冷浓盐酸中($\rho=1.16\text{ g/mL}\sim 1.18\text{ g/mL}$)。

注:用此溶液退除镀层的制品不可再镀。

A.2.2.2 铜和铜合金上锡镀层退镀液

热浓盐酸(90℃以上)($\rho=1.16\text{ g/mL}\sim 1.18\text{ g/mL}$)。

A.2.3 试样

采用一个或多个试样,其镀层总表面积足以提供不少于 0.1 g 的质量损失,试样的面积测量能准确到 2%或更好。并采用适当的有机溶剂或有机蒸汽脱脂以除去试样上的所有污物。

A.2.4 过程

A.2.4.1 对铁基材料上和铜及铜合金基体加镍底镀层上的锡镀层

将清洗过的试样(A.2.3)称重准确到 0.001 g,浸入退镀液(A.2.2.1)中,并让其浸泡到停止析气后 2 min,从溶液中取出,在流动水中彻底清洗,擦掉任何污物。干燥并称重准确到 0.001 g。

A.2.4.2 对铜和铜合金上的锡镀层

将清洗过的试样(A.2.3)称重准确到 0.001 g,浸入退镀液(A.2.2.2)中。镀层完全溶解后立即取出,在流动水中彻底清洗,干燥并称重准确到 0.001 g。

A.2.5 结果表示

以微米计的镀层厚度 t 用下式计算:

$$t = \frac{(m_1 - m_2)}{A} \times 137 \times 10^3$$

式中:

t ——镀层厚度,单位为微米(μm);

m_1 ——退镀前试样的质量,单位为克(g);

m_2 ——退镀后试样的质量,单位为克(g);

A ——试样表面积,单位为平方毫米(mm^2);

137×10^3 ——根据锡的密度(7.30 g/cm^3)求得的系数。

附 录 B
(规范性附录)
附着强度试验

B.1 摩擦抛光试验

采用 GB/T 5270 所规定的方法,受摩擦的主要表面面积不大于 600 mm²。

注:一种柄长为 60 mm~100 mm 的玛瑙牙科刮刀,其玛瑙刀长 30 mm~50 mm,宽 5 mm~10 mm,边缘稍有点倒圆,是一种已获知的最佳的摩擦抛光工具。

B.2 弯曲试验

将试样放入一台能给试样提供曲率直径为 4 mm 的弯曲程度的合适的试验机中弯曲。将试样弯曲超过 90°,然后将其反折回初始状态。此过程反复进行三次,目视检查试样镀层有无剥离现象。

B.3 热震试验

注意:本试验影响被试制品的力学性能。因此,热震试验试样不应再用于其他试验。

采用 GB/T 5270 规定的方法。

附录 C
(资料性附录)
指导意见

C.0 本指导意见意在提醒使用者注意：

- a) 锡的确切性能。如果不了解,可能导致不适当地使用锡镀层；
- b) 基体的性能和准备；
- c) 电镀实施。

C.1 锡镀层性能

C.1.1 引言

锡镀层软而易磨损。可以预料锡在某些户外暴露条件下会产生一定的腐蚀,因此可以要求沉积的锡镀层厚度明显大于给定条件下规定的锡镀层厚度。使用条件表中规定的厚度是最小厚度值,可以要求使用厚度大于规定值的锡镀层。在通常的户内暴露中,锡镀层能保护大多数金属,但特别是铁金属上镀层不连续或有孔处除外。电镀层的孔隙率不仅与其厚度有关,还与基体材料状态和电镀过程有关,在要求进行孔隙率试验时,宜考虑到这些情况。

与热浸涂方法比较,采用本标准电镀的锡镀层,可以得到更薄或更厚的镀层。

C.1.2 晶须的生长

电镀锡易于自发地生长金属晶须(细丝),特别是在有应力的镀层上。如果晶须生长的可能性被认为是不利条件,推荐采用锡-铅合金电镀层或镀层熔流。采用合适的底镀层,如镍层,可延缓晶须的生长。

C.1.3 同素异形转变

如果温度在零度以下,高纯度锡镀层会产生同素异形转变(变为 α 锡或灰白锡)。在这样的条件下,宜考虑采用锡-铅合金或其他合适的锡合金镀层。

C.2 基体材料的性能和准备

C.2.1 表面状态

镀层的表面状态部分地依赖于基体材料的表面状态。

C.2.2 金属间化合物的形成

锡镀层与铜或铜合金之间的相互扩散,取决于时间和温度,它能导致锡镀层可焊性变坏和颜色变暗。变坏的程度依储存条件而定,而在不良储存条件下,保存期可能仅几个月。

C.2.3 锌的扩散

锌从含锌合金如黄铜中扩散出来,经过锡镀层达到表面。会降低镀层可焊性能、附着强度和外观(见第9章)。

C.2.4 难清洗处理的基体材料

某些基体材料,如磷-青铜、铍-铜合金和镍-铁合金,由于其表面氧化膜特性,均难于作化学清洗前处理。如果要求锡镀层的可焊性能,加镀最小局部厚度为 $2.5\ \mu\text{m}$ 的镍或铜底镀层可能是有益的。

C.2.5 铝、镁和锌合金

这些合金容易受到稀酸和(或)碱的浸蚀,因此,在制品能够电镀锡以前,需要特殊的预处理,包括沉积一层厚度为 $(10\ \mu\text{m}\sim 25\ \mu\text{m})$ 的厚的铜、黄铜或镍底镀层。

C.3 电镀实施

C.3.1 电镀后漂洗

如果要求镀层的可焊性能,在清洗的操作过程中可包括采用适当的溶液,如质量分数为3%的柠檬酸或酒石酸溶液的漂洗,以确保除去水合锡盐。否则干燥后残留在镀层表面上的水合锡盐会影响该表面的可焊性能。

C.3.2 镀层厚度要求

除非 GB/T 12334 中另有规定,在不同情况下,宜注意到本标准规定的沉积层厚度均为最小局部厚度,而非平均厚度。所要求的平均厚度对应于主要表面上的最小局部厚度,它既取决于被镀件的几何形状,又取决于与电极位置有关的电镀槽的几何形状。还宜注意到,采用滚镀时(特别是小工件),镀层厚度的变化符合正态(高斯)分布。

由于熔流产生弯月形表面,镀层厚度亦受其影响。在相应的情况下,能够按可焊性要求评定其特性。

C.3.3 有机物共沉积

在锡电镀液中有时使用有机添加剂。如果可焊性能是镀层的主要要求,宜注意选择有机添加剂,其共沉积宜减至最小程度。因为这些有机添加剂在随后的熔融或焊接操作过程中可导致镀层释放气体或鼓泡。然而,如果电镀件是滑动接触件,则含有特殊的有机化合物可以改善镀层的力学性能。

C.4 熔流处理

锡镀层经一定处理,如浸入热油,或暴露于红外辐射或压缩热蒸汽中,可快速熔流。由于基体中的一些缺陷可能会导致不良的可焊性能,也将导致熔融态的镀层不润湿,在这种情况下,对锡镀层作熔流处理以消除镀层缺陷是有益的。厚度为20 μm左右的镀层可成功进行熔流处理;但是,在熔流处理过程中,如果被熔镀层有可能流到边缘,则沉积层厚度宜限定在8 μm以内,以避免在工件边缘处形成“瘤峰”。已经很光亮的镀锡层不推荐作熔流处理。

C.5 同食物接触的锡镀层

C.5.1 有机光亮剂

如果光亮锡镀层要用于同食物接触,宜考虑共沉积的有机物质被析出来的可能性,这样可能导致污染食物。

C.5.2 锡含量

一般说来,用于同食物接触的锡镀层含锡量质量分数不宜低于99.75%,铅含量质量分数不宜高于0.2%。