



中华人民共和国国家标准

GB/T 20017—2005/ISO 10111:2000

金属和其他无机覆盖层 单位面积质量 的测定 重量法和化学分析法评述

Metallic and other inorganic coatings—Measurement of mass per unit area
—Review of gravimetric and chemical analysis methods

(ISO 10111:2000, IDT)



2005-10-12 发布

2006-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布



中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
金属和其他无机覆盖层 单位面积质量
的测定 重量法和化学分析法评述
GB/T 20017—2005/ISO 10111:2000

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.bzcbbs.com

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 25 千字
2006年4月第一版 2006年4月第一次印刷

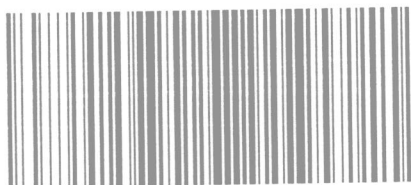
*

书号: 155066·1-27290 定价 13.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/T 20017-2005

前 言

本标准等同采用 ISO 10111:2000《金属及其他无机覆盖层 单位面积质量的测定 质量法和化学分析法评述》(英文版)。

本标准根据 ISO 10111:2000 翻译起草。

为了便于使用,本标准做了下列编辑性修改:

- a) “本国际标准”一词改为“本标准”;
- b) 删除国际标准的前言;
- c) 引用了与国际标准相对应的国家标准。

本标准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。

本标准的附录 A 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(SAC/TC57)归口。

本标准负责起草单位:武汉材料保护研究所。

本标准的主要起草人:张德忠、王成、陈晓帆、朱莉。

本标准为首次制定。

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 原理 2

5 专用设备 2

6 试样的制备 2

7 覆盖层面积的测量 2

8 化学分析法测量覆盖层的质量 3

9 重量法测量覆盖层的质量 3

10 计算..... 4

附录 A（规范性附录） 选择性溶解金属层的试剂 5

参考文献 11

金属和其他无机覆盖层 单位面积质量的测定 重量法和化学分析法评述

警告：本标准涉及的方法可能包含危险的物质、操作和设备。本标准没有提出与标准使用相关的所有安全问题。本标准使用者有责任在使用前考虑和制定合适的安全与健康条例，并且确定条例的使用范围。

1 范围

1.1 总则

本标准概述了已标准化一定程度的重量法和其他化学分析法测定阳极氧化膜或自催化沉积层、机械沉积层、化学转化膜、电沉积层、热浸镀锌层和真空沉积层平均表面密度的一般方法。

各种方法描述如下：

- 用化学或电化学方法溶解覆盖层或基体来测量覆盖层表面密度的重量法；
- 利用溶解覆盖层的光度法或容量法测定覆盖层表面密度的分析方法；
- 用无损测试仪器测量覆盖层表面密度的物理分析法。

除 GB/T 9792 描述的重量法外，本标准没有给出引用方法的测量不确定度。

1.2 来源

附录 A 引用的溶解方法在公开的文献资料的技术规范中有描述或至少在一个实验室作为常规使用。

1.3 限制

本标准描述的方法适用于许多覆盖层-基体的组合。不适用于用化学法或物理法不能使覆盖层和基体一种从另一种上完全分开以及覆盖层与基体两者都含有不易分离的共同成分的情况(例如：镍上的镍磷合金)。

注：测量极小试片上的很薄的覆盖层将导致测量精确度降低，并且缺乏重现性。对类似试样采用不同步骤组合的几种测量方法可克服这些不足。

1.4 限度

原则上，重量法可以用来测定非常薄的或小面积上的覆盖层，但是不能测量小面积上的薄的覆盖层。这个限度依赖于要求的精确度，例如， 2.5 mg/cm^2 的覆盖层其测量面积可能需要 1 cm^2 ，但是 0.1 mg/cm^2 的覆盖层其测量面积可能需要 25 cm^2 才能获得 2.5 mg 的覆盖层。这些限度并不适用于化学分析法。

重量法并没有指明测量面积上存在裸露点或厚度小于规定的最小值的部位。此外，从每个测量区域上得出的单个数值就是该区域的平均厚度。对单一数值不能进行进一步的数学分析，例如：用于统计学处理以验证结果。

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 3138—1995 金属镀覆和化学处理与有关过程术语(neq ISO 2079:1981)

GB/T 8015.1—1987 铝及铝合金阳极氧化膜厚度的试验方法 重量法(idt ISO 2106:1982)

GB/T 9792—2003 金属材料上的转化膜 单位面积质量的测定 重量法(ISO 3892:2000, MOD)

GB/T 9799—1997 金属覆盖层 钢铁上的锌电镀层(eqv ISO 2081:1986)

GB/T 12599—2002 金属覆盖层 锡电镀层 技术规范与试验方法(ISO 2093:1986, MOD)

GB/T 13346—1992 金属覆盖层 钢铁上的镉电镀层(idt ISO 2082:1986)

GB/T 17461—1998 金属覆盖层 锡-铅合金电镀层(eqv ISO 7587:1986)

ISO 8407:1991 金属与合金的腐蚀 腐蚀试验试样上腐蚀产物的除去

3 术语和定义

GB/T 3138 中确立的术语和定义适用于本标准。

4 原理

测量面上覆盖层的质量通过以下操作测定:

- a) 在不浸蚀基体的试剂或电解液中溶解覆盖层,称量溶解前后试样的质量;
- b) 在不浸蚀覆盖层的试剂中溶解基体,然后称量溶解后覆盖层的质量;
- c) 覆盖层和基体两者都溶解,或只溶解覆盖层,然后定量分析所生成的溶液。

由测量的质量和面积计算出覆盖层的表层密度,覆盖层的厚度根据质量、面积和覆盖层材质的密度计算。

5 专用设备

表 A.1(见第 8 和第 9)涉及的特定方法需要某种专用的化学、电化学和化学分析设备。

6 试样的制备

6.1 尺寸

试样应足够大,以便能够精确地测量面积和质量(见第 8 和第 9)。

6.2 形状

试片的形状以其表面面积易于测量为宜。通常矩形或圆形的试样较为合适。

6.3 边缘状况

如果测量的面积小而且需要精确测量,就要对试样边缘进行整理以除去轮廓不清的覆盖层和疏松毛刺从而得到轮廓清晰并且直(矩形)的边缘。面积不足 100 mm² 时宜按所述方法进行整理。

整理矩形试样边缘的方法之一是用两块塑料或金属板夹紧试样,并保证试样边缘和夹板的边缘对齐,然后用金相法研磨、抛光边缘。

6.4 热处理

如果要溶解基体以得到完整的覆盖层,需要先对试样进行热处理以使覆盖层不会紧紧的卷起或破碎。某些 1.5 mg/cm² (小于 0.9 μm) 的金沉积层在基体溶解后将会破碎,但是在 120℃ 温度下热处理 3 h,金沉积层将保持完好。测量覆盖层的厚度(代替表面密度)时,如果热处理会改变覆盖层材质的密度,则试样不能进行热处理。

7 覆盖层面积的测量

7.1 测量方法

由于面积测量的精确度要高于表面密度测量的精确度,因此面积测量的方法取决于要求的精确度和试样尺寸。在较大的厚度范围内,重量法的测量不确定度通常不超过 5%(见 GB/T 9792)。

7.2 面积测量仪器

面积可用面积仪测量,但常采用线性测量法测定。通常用测微计或游标卡尺,然而,大面积也可用刻度尺测量。

若精确度要求极高,应使用显微镜测量。

直接精确地测量线状零件的面积很困难,这种情况下应根据零件的图样或公布的数表进行间接测量。

7.3 测量值

由于圆形或矩形的试样可能并不是规则的圆或矩形,因此,每一个尺寸都应在三个位置测量。对于矩形,应该测量每个边的长度和经过中心的长和宽,每个尺寸应取平均值。

注:就圆柱体而言,通常测量直径和长度。电镀或其他方法涂覆金属层的导线(栅栏)的技术说明中,线状试样的长度不用测量,实际上其长度由质量(以任何方式测得的)、半径和基体材质的密度按下式计算出来:

$$l = \frac{m}{\pi \cdot r^2 \cdot \rho_s}$$

式中:

l ——长度;

m ——质量;

r ——半径;

ρ_s ——基体的密度。

8 化学分析法测量覆盖层的质量

化学分析法是很常规的方法。覆盖层和基体都溶解在一个合适的试剂中,然后分析产生的溶液,测出覆盖层的质量。对于每一个覆盖层-基体-试剂组合,都有几种分析方法。

9 重量法测量覆盖层的质量

9.1 试样尺寸

由于质量测量的不确定度会小于表面密度测量所要求的测量不确定度,因此试样应足够大以使覆盖层的称量满足要求的精确度。

9.2 重量法分析的设备

重量法分析需要一架天平,但是所要求的天平的灵敏度取决于试样的尺寸、覆盖层的厚度(覆盖层的质量)和测量所需的精确度。经检验,覆盖层溶解前后称量试片质量时分析天平应能精确到 0.1 mg。阳极和阴极溶解时,需要一个恒定直流电源。

9.3 步骤

9.3.1 概述

覆盖层的质量通过以下方法测量:

- a) 称量覆盖层溶解前后试样的质量(见附录 A)并记录质量差(见 9.3.2);
- b) 溶解基体(见附录 A)并直接称量覆盖层(见 9.3.3)。

注:第一次进行重量法测量时,应根据 9.3.2.2 和 9.3.3.2 进行验证。

9.3.2 质量差法

9.3.2.1 首先清理试样上的任何其他材质,然后用醇(甲醇、乙醇、异丙醇)或其他合适的溶剂清洗,用干净空气吹干后称重。把试样浸到合适的试剂(见附录 A)中以化学或电化学方法溶解覆盖层,用水清洗,然后用醇漂洗,用干净空气吹干,再称重。减少的质量就是覆盖层的质量。

9.3.2.2 为检验测量时是否有基体的溶解,应对已溶解覆盖层的基体进行重复试验,并确保基体浸入试剂的时间与前面一致。任何质量的减少都表明在溶解过程中基体被溶解,因此可能产生测量误差。

9.3.3 直接称重法

9.3.3.1 在合适的试剂中溶解基体(见附录 A)。用水清洗覆盖层,然后用醇(甲醇、乙醇、异丙醇)或其他合适的溶剂漂洗,用干净空气吹干后称重。

9.3.3.2 为检验测量时是否有覆盖层的溶解,对已溶去基体的覆盖层进行重复试验,并确保覆盖层浸入试剂的时间与前面一致,任何质量的减少都表明在溶解过程中覆盖层被溶解,因此可能产生测量误差。

10 计算

10.1 表面密度

由以下公式计算表面密度 ρ_A ,单位为毫克每平方米(mg/cm^2):

$$\rho_A = \frac{m}{A}$$

式中:

m ——覆盖层的质量,单位为毫克(mg);

A ——面积,单位为平方厘米(cm^2)。

10.2 厚度

由以下公式计算厚度 d ,单位为微米(μm):

$$d = 10 \times \frac{\rho_A}{\rho_C}$$

式中:

ρ_A ——表面密度,单位为毫克每平方米(mg/cm^2);

ρ_C ——覆盖层的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

注:覆盖层金属的密度通常并不和块状或锻造金属的公布值一致。例如:电沉积金的密度一般小于 $19.3 \text{ g}/\text{cm}^3$,有时小至或低于 $17 \text{ g}/\text{cm}^3$ 。一些电沉积金属的密度在参考文献[1]中给出。

若由表面密度(mg/cm^2)计算厚度(μm)所用的覆盖层密度数值不确定,则应对所采用的覆盖层密度进行说明。

附 录 A
(规范性附录)

选择性溶解金属层的试剂

表 A.1 给出的一些试剂,溶解金属层时,可能还有其他金属层的溶解。通常溶解并不显著,但是宜按 9.3.2 和 9.3.3 描述的方法验证其可能性。

除非另外说明,溶解都应在室温下进行,所有的试样在称量前都应清洗并干燥。

表 A.1 用化学和电化学法选择性溶解金属及其他无机覆盖层的试剂
(无损测量法不需要任何试剂)

覆盖层	基 体	试 剂 ^a	备 注 ^b
铝	钢	(1) 质量分数为 20% 的 NaOH+质量分数为 80% 的水 (2) 浓 HCl	见[1]。 约 90℃下,浸入溶液几分钟(不要太长时间);清洗,并用海绵擦去疏松的材质;将水放干,室温下浸入浓盐酸 3 s,在流动水中再次擦洗。重复以上全部操作直到其在盐酸中无明显反应。通常要重复进行 2~3 次
铝	钢	(1) 200 g SbCl ₃ 溶于 1 L 浓盐酸 (2) 100 g SnCl ₂ · H ₂ O 溶于 1 L 浓盐酸+少量锡粒	见[1]和[2]。 等体积混合(1)和(2),温度保持在 38℃以下,浸渍,直到析氢停止(约 1 min~4 min),漂洗并用软布擦净
阳极氧化铝	铝	35 mL/L H ₃ PO ₄ +20 g/L CrO ₃	见 GB/T 8015.1—1987 和[3]、[4]。 室温下浸渍,漂洗,干燥,称重,重复以上操作直到质量损失恒定
阳极氧化镁 (HAE)	镁	300 g/L CrO ₃	见[5]。 室温下浸渍,漂洗,干燥,称重并重复操作直到质量损失小于 3.9 mg/dm ² 。溶液中放一片工业纯铝,但不能与镁接触
黄铜	钢	500 g/L CrO ₃ +50 g/L H ₂ SO ₄	室温,浸渍,轻微搅拌
镉	钢	300 g/L NH ₄ NO ₃	见 GB/T 13346—1992 的 11.1.2.2 和[6]。 浸渍
镉	钢	200 g Sb ₂ O ₃ 溶于 1 L 浓盐酸	见[7]。 浸渍到气体析出停止
镉	钢	20 g Sb ₂ O ₃ + 800 mL 浓盐酸 + 200 mL 水	见 GB/T 13346—1992 的 11.1.2.2 和 [7]及[8]。 浸渍到气体析出停止

表 A.1 (续)

覆盖层	基 体	试 剂 ^a	备 注 ^b
镉	钢	5%(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈ + 体积分数为 10% 的浓 NH ₄ OH 溶液	见[7]。 浸渍
铬酸盐	铝	(1) NaNO ₂ (2) 1 体积的水+1 体积的浓 HNO ₃	见[9]。 在 326℃ 到 354℃ 下浸入熔融 NaNO ₂ 中 2 min,冷水漂洗,然后室温下在(2) 中浸渍 30 s
铬酸盐 (老化的)	铝及其合金	(1) 98%NaNO ₃ +2%NaOH (2) 1 体积 65%~70% 质量分数的 HNO ₃ +1 体积水	见 GB/T 9792—2003 的 4.6.2.1 和 [10]。 在 370℃ 到 500℃ 下(一些覆盖层可能要求更高的温度)浸入(1)中 2 min~5 min,用水漂洗,室温下浸入(2)中 15 s~30s
铬酸盐 (新的)	铝合金	1 体积水+1 体积 65%~70% 质量分数的 HNO ₃	见 GB/T 9792—2003 的 4.6.1.2 和 [10]。 成膜后不超过 3 h 的覆盖层室温下浸 1 min
铬酸盐 (老化的和新的)	铝合金	(1) 500 mL 1% H ₂ SO ₄ (2) (NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	见[10]。 沸点时浸入(1)中 10 min,蒸发到 50 mL 左右。用(2)(非临界浓度)将 Cr(III)氧化到 Cr(VI)。测量波长 λ=445 nm 的光度值
铬酸盐	锡或锌	(1) 100 g/L KNO ₃ +100 g/L KCl (2) 100 g NaCl 或 KCl 溶于 1 L 水中	见[11]。 锡上的铬酸盐在(1)中浸渍,漂洗,干燥,重量法测量。锌上的铬酸盐在(2) 中浸渍,漂洗,干燥,重量法测量
铬酸盐	锡或锌	(1) 100 g/L KNO ₃ +100 g/L KCl (2) 100 g NaCl 或 KCl 溶于 1 L 水中	见[12]。 锡上的铬酸盐在(1)中浸渍,漂洗,干燥,容量法测量。锌上的铬酸盐在(2) 中浸渍,漂洗,干燥,容量法测量
铬酸盐	镉或锌	50 g/L NaCN 或 KCN+5 g/L NaOH	见 GB/T 9792—2003 的 4.5.1。 室温,15 A/dm ² 的电流密度阴极电解
铬	镍或钢	12 g/L NaOH	见[13]。 铬在 20 mA/cm ² 的电流密度下阳极电解

表 A. 1 (续)

覆盖层	基 体	试 剂 ^a	备 注 ^b
铜	镍	(1) 200 g Na ₂ S溶于750 mL水,加入20 g 硫,加热到沸腾,稀释到1 L。 (2) 20% NaCN	见[14]。 浸入(1),当铜变成黑色硫化铜并且开始剥落时,漂洗,然后浸入(2)中溶解硫化铜
铜	镍或钢	500 g/L CrO ₃ +50 g/L H ₂ SO ₄	见[15]和[13]。 以约1.2 μm/min的速度溶解
铜	锌合金	1份浓 HCl+4份水	溶解锌合金基体。冷却初始反应以防止铜的溶解。 一些试验室作为常规使用
金	钢,铜,镍或铁-镍-钴	1~3 体积水+1 体积浓 HNO ₃	浸渍使基体溶解。按要求加热,保持无卤化物。镍可能钝化—和镍线相连以增加镍的面积
铅-锡合金	钢		见“镀铅锡合金钢板”
镍	黄铜	90% H ₃ PO ₄	见[16]。 不加水,在180℃~190℃下浸入。溶解2.5 μm 镍约要10 min
镍	黄铜	500 g/L CrO ₃ +50 g/L H ₂ SO ₄	室温,轻微搅拌,浸渍使黄铜基体溶解。 一些试验室作为常规使用
镍	钢	(1) 发烟 HNO ₃ (轻微搅拌) (2) 1 体积发烟 HNO ₃ +1 体积浓 HNO ₃ (3) 10% CrO ₃	见[17]和[15]。 轻微浸蚀钢铁,快速地转移到铬酐中除去 HNO ₃ ,接着用水冲洗。镍在(2)中溶解更快
镍	钢	(1) 65 g 亚硝基苯磺酸钠+10 g NaOH+100 g NaCN 加水至1 L (2) 65 g 硝基苯甲酸钠+20 g NaOH+100 g NaCN 加水至1 L	见[16]。 75℃到85℃浸入(1)或(2),约30 min 镍可溶解7 μm。如果使用铜底层,则其也能被这些溶液溶解
镍或铜-镍	锌合金	1份浓 HCl+4份水	溶解锌合金基体。冷却初始反应以阻止铜的溶解。检验镍的溶解。从镍上移去铜,参见镍上镀铜
磷酸盐 (无定形)	铝及其合金	1 体积水+1 体积 65%到70%质量分数的 HNO ₃	见 GB/T 9792。 室温下浸1 min
磷酸盐 (结晶的)	铝及其合金	质量分数为65%的 HNO ₃ +质量分数为35%的 H ₂ O	见 GB/T 9792 和[18]。 75℃下浸渍5 min 或室温下浸渍15 min

表 A. 1 (续)

覆盖层	基 体	试 剂 ^a	备 注 ^b
磷酸盐	镉	4%质量分数的三乙醇胺+12%质量分数的 Na ₄ EDTA ^e +9%质量分数的 NaOH+75%质量分数的水	见[18]。 70℃浸 5 min
磷酸盐	镉或锌	20 g/L (NH ₄) ₂ Cr ₂ O ₇ 溶于 25% ~ 30%质量分数的 NH ₄ OH	见 GB/T 9792。 室温下浸 3 到 5 min
磷酸盐	钢	20 g Sb ₂ O ₃ 溶于 1 L 浓 HCl	见[19]。 室温下浸渍,擦去疏松的物质
磷酸盐	钢	(1) 4%质量分数的三乙醇胺+2%质量分数的 Na ₄ EDTA ^e +9%质量分数的 NaOH+75%质量分数的水 (2) 5%质量分数的 CrO ₃ +95%质量分数水	见[18]。 (1) 在 70℃浸 5 min; (2) 在 70℃浸 15 min。
磷酸盐 (锰、锌或铁系)	钢	50 g/L CrO ₃	见 GB/T 9792 和[20]。 75℃±5℃下至少浸 15 min,漂洗,干燥,称量并且重复操作直至质量恒定
磷酸盐 (锌系)	钢	100 g/L NaOH+90 g/L 乙二胺四乙酸四钠盐+4 g/L 三乙醇胺	见 GB/T 9792。 75℃±5℃浸 5 min。
磷酸盐 (锌系)	钢	180 g/L NaOH+90 g/L NaCN	见[20]。 浸渍至少 10 min,漂洗,干燥,称量并且重复操作直至质量恒定
磷酸盐 (锌系)	锌	(1) 质量分数为 2.2% 的 (NH ₄) ₂ Cr ₂ O ₇ +质量分数 27.4% 的 NH ₃ +70.4%质量分数的水 (2) 质量分数为 5% 的 CrO ₃ +质量分数为 95% 的水	见[18]。 25℃浸入(1)或(2)5 min
银	镍黄铜	19 体积的浓 H ₂ SO ₄ + 1 体积的浓 HNO ₃	见[21]。 在 80℃下浸渍
银	铜合金	(1) 19 体积的浓 H ₂ SO ₄ + 1 体积的浓 HNO ₃ (2) 浓 H ₂ SO ₄	见[22]。 60℃~70℃下浸渍直到银溶解,在浓 H ₂ SO ₄ 中浸蚀,漂洗
银	镍和钢	90 g NaCN+15 g NaOH+1 000 mL 水	2 V~4 V 时阳极溶解
银	耐蚀钢	30 g/L NaCN	见[21]。 3 V~4 V 时阳极溶解

表 A.1 (续)

覆盖层	基 体	试 剂 ^a	备 注 ^b
银	锡合金	30 g/L NaCN	4 V 时阳极溶解。
铅锡合金	长镀铅锡合板 (钢)	(1) 100 g/L NaOH (2) 1 体积浓 HCl+3 体积水	见[23]。 77℃~88℃, 在 NaOH 溶液中以 12 A/dm ² 的电流密度阳极剥离。换向电流 5 s 到 10 s, 漂洗, 在 HCl 溶液中浸蚀 1 s 到 2 s, 再漂洗, 再在 HCl 溶液中浸蚀 1 s 到 2 s, 再漂洗
铅锡合金	长镀铅锡合板 (钢)	200 g/L AgNO ₃	见[23]。 漂洗, 银置换铅锡合金, 在水中擦净并检验残留的铅锡合金
锡	铜合金	浓 HCl	见 GB/T 12599 和[22]和[24]。 缓慢加热到 95℃ 或更高温度, 浸渍, 直到锡溶解
锡	钢	40% NaOH	浸渍, 加热, 直到气体析出停止。 在一些实验室作为常规使用。
锡	钢	120 g SbCl ₃ 溶于 1 L 浓 HCl	见[21]。 浸渍到气体析出停止, 然后停 15 s 到 30 s
锡	钢	20 g Sb ₂ O ₃ 溶于 1 L 浓 HCl	见 GB/T 12599 和[25]。 浸渍直到气体析出停止后 1 min
锡-铅合金	铜	10 mL 浓 HNO ₃ +15 g 脲素+10 mL H ₂ O ₂ (10 体积)+80 mL 水	见[26]。 合金以 0.1 μm/min 溶解。铜以约 0.5 mg·dm ⁻² ·min ⁻¹ 的速度溶解
锡-铅合金	铜和铜合金	50 mL 质量分数为 6% 的 H ₂ O ₂ +50 mL 质量分数为 40% 的氟硼酸(HBF ₄)	见 GB/T 17461。 在新配制的溶液中浸渍
锡-铅合金	镍和钢	20 g/L Sb ₂ O ₃ +1 000 mL 浓 HCl	见 GB/T 17461。 浸渍
锡-镍合金	铜和铜合金	浓 H ₃ PO ₄	见[27]。 在 180℃ 到 200℃ 温度下浸渍
锡-镍合金	钢	20 g/L NaOH+30 g/L NaCN	见[27]。 在接近沸点下阳极溶解。如果电流密度太高, 则覆盖层钝化, 随之气体析出。阴极化几分钟可使其活化
锌	钢	(1) 20 g Sb ₂ O ₃ 或 32 g SbCl ₃ 溶于 1 L 浓盐酸 (2) 在 100 mL 浓盐酸中加 5 mL 的 (1)	见[28]。 保持 38℃ 温度以下, 浸入溶液(2), 直到剧烈的氢气析出停止且仅有少量气泡散出

表 A.1 (续)

覆盖层	基 体	试 剂 ^a	备 注 ^b
锌	钢	20 g Sb ₂ O ₃ + 50 g SnCl ₂ 溶于 100 g 浓盐酸	见 ISO 8407:1991。 保持低于 38℃ 温度以下, 浸入溶液, 直到剧烈的气体析出停止仅有少量气泡散出
锌	钢	20 g Sb ₂ O ₃ + 800 mL 浓 HCl + 200 mL 水	见 GB/T 9799 和[8]。 浸渍直到停止冒气泡
锌	钢	3.2 g SbCl ₃ 或 2 g Sb ₂ O ₃ + 500 mL 浓 HCl 加水到 1 L	见[29]。 浸渍至无明显反应, 刷去疏松沉淀
锌	钢	1 体积浓 HCl + 1 体积水	见[28]。 浸渍至氢气的明显析出停止
锌	钢	5 g (NH ₄) ₂ S ₂ O ₈ + 10 mL NH ₄ OH ($\rho_{20}=0.880$) + 90 mL 水	见[6]。 浸渍
锌	钢	10 mL 质量分数为 30% 的甲醛 + 500 mL 浓盐酸 + 500 mL 水	见 GB/T 9799。 浸渍
锌	钢	300 g/L NH ₄ NO ₃	见 GB/T 9799。 浸渍
锌	钢	500 g 浓 HCl + 1 g 2-丙炔-1-醇(C ₃ H ₄ O) + 500 mL 水	见 GB/T 9799。 浸渍
a 表中涉及到的酸在 20℃ 的相关密度 ρ_{20} 如下: ——盐酸 HCl, $\rho_{20}=1.18$; ——硝酸 HNO₃, $\rho_{20}=1.42$; ——磷酸 H₃PO₄, $\rho_{20}=1.75$; ——硫酸 H₂SO₄, $\rho_{20}=1.84$。 b 见括号中引用文件的文献目录。 c EDTA——乙二胺四乙酸。			

参 考 文 献

- [1] ASTM A428M-95, Standard Test Method for Weight[Mass] of Coating on Aluminum-Coated Iron or steel Articles.
- [2] United States Standard, Standards for Anodically Coated Aluminum Alloys for Architectural Applications, 2nd ed. The Aluminum Association, June 1965.
- [3] ASTM B 137-95, Standard Test Method for Measurement of Coating Mass Per Unit Area on Anodically Coated Aluminum.
- [4] DIN 50944:1979¹⁾, Testing of inorganic non-metallic coatings on pure aluminium alloys—Determination of substances by chemical dissolution.
- [5] United States Standard MIL-M45202C, Anodic Treatment of Magnesium Alloys.
- [6] BS 3382: Parts 1&2:1961, Specification for electroplated coatings on threaded components Cadmium on steel components. Zinc on steel components.
- [7] CLARKE S G. Tests of thickness of protective cadmium coatings on steel. J. Electrodepositors' Tech. Soc. 1932-33, VIII(11).
- [8] BS 1706:1990, Method for specifying electroplated coatings on zinc and cadmium on iron and steel.
- [9] ASTM B449-93(1998), Standard Specification for Chromates on Aluminum.
- [10] DIN 50939:1996, Corrosion protection-Chromating aluminium-Principles and testing.
- [11] DIN 50988-1:1984²⁾, Measurement of coating thickness, determination of mass per unit area of zinc, and tin coatings on ferrous materials by dissolution of the coating material-Gravimetric method.
- [12] DIN 50988-2:1988, Measurement of coating thickness, determination of mass per unit area of zinc, and tin coatings on ferrous materials by dissolution of the coating material-Volumetric method.
- [13] BRENNER A. Methods of stripping plated coatings. Monthly review(AES), November 1933.
- [14] BROWN H E. Determination of plate thickness on zinc base alloy diecasting. Plating, 1951, 38:556.
- [15] READ H J. and LORENZ F E. Methods for testing thickness of electrodeposits, III. Comparison of methods for acid copper on steel. Plating, 1951, 38:946.
- [16] BS 3382: Parts 3&4:1965, Specification for electroplated coatings on threaded components. Nickel or nickel plus chromium on steel components. Nickel or nickel plus chromium on copper and copper alloy (including brass) components.
- [17] READ H J and LORENZ F E. methods for testing thickness of electrodeposits, II. Comparison of methods for nickel on steel. Plating, 1951, 38:225.
- [18] DIN 50942:1996, Phosphating metals—Principles and testing.
- [19] BS 3189:1991, Method for specifying phosphate conversion coatings for metals.
- [20] United States Standard DOD-P-16232F, Phosphate Coatings, Heavy, Manganese or Zinc Base(for Ferrous Metals).
- [21] United States Standard RR-T-51D, Tableware and Flatware—Silverplated.
- [22] BS3382: Parts 5&6:1967, Specification for electroplated coatings on threaded components. Tin on copper and copper alloy (including brass) components. silver on copper and copper

alloy (including brass) components.

[23] ASTM A309-94a, Standard Test Method for Weight and Composition of Coating on Teme Sheet by the Triple Spot Test.

[24] BS 1872:1984, Specification for electroplated coatings of tin.

[25] CLARKE S G. A rapid test of thickness of tin coatings on steel. Analyst, 1934, 59: 525.

[26] PRICE J W. Determination of thickness of tin-lead alloy coatings on copper wire. J. Soc. Chem. Industry, 1944, 63(10).

[27] BS 3597:1984, Specification for electroplated coatings of 65/35 tin/nickel alloy.

[28] ASTM A90-95a, Standard Test Method for Weight [Mass] Coating on Iron and Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings.

[29] BS 729:1971³⁾, Specification for hot dip galvanized coatings on iron and steel articles.

[30] GB/T 9797 金属覆盖层 镍+铬和铜+镍+铬电沉积层 (eqv ISO 1460)

[31] GB/T 9798 金属覆盖层 镍电沉积层 (eqv ISO 1458)

[32] GB/T 13825 金属覆盖层 黑色金属材料热浸镀锌层的质量测定 称量法 (neq ISO 1460)

[33] GB/T 12334 金属和其他无机覆盖层 关于厚度测量的定义和一般规则 (eqv ISO 2064)

[34] GB/T 17462 金属覆盖层 锡-镍合金电镀层 (eqv ISO 2179)

[35] GB/T 6463 金属和其他无机覆盖层 厚度测量方法评述 (eqv ISO 3882)

[36] GB/T 12306 金属覆盖层 工程用银和银合金电镀层 (eqv ISO 4521)

[37] GB/T 12304 金属覆盖层 工程用金和金合金电镀层 (eqv ISO 4523)

[38] GB/T 12600 金属覆盖层 塑料上铜+镍+铬电镀层 (idt ISO 4525)

[39] GB/T 12332 金属覆盖层 工程用镍电镀层 (eqv ISO 4526)

[40] GB/T 13913 自催化镍-磷镀层 技术要求和试验方法 (neq ISO 4527)

[41] GB/T 11379 金属覆盖层 工程用铬电镀层 (neq ISO 6158)

[42] United States Standard, FED-STD-STD- 151B, Test methods for metals, Method 513. 1. Weight of Coating on Hot Dip Tin Plate and Electrolytic tin Plate.

[43] SAFRANEK W H. The Properties of Electrodeposited Metals and Alloys, 2nd ed. American Electroplaters' and Surface Finishers' Society, 1986.

1) 已被 DIN/EN 12373-2:1999 取代。

2) 已被 DIN/EN/ISO 1460:1992 取代。

3) 该标准已撤销。