



中华人民共和国国家标准

GB/T 1839—2025

代替 GB/T 1839—2008

钢产品镀锌层质量试验方法

Test method for gravimetric determination of the mass per unit area of
galvanized coatings on steel products

2025-08-29 发布

2026-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 1839—2008《钢产品镀锌层质量试验方法》，与 GB/T 1839—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了适用范围(见第1章,2008年版的第1章)；
- b) 更改了仲裁试样的试样面积要求(见4.4,2008年版的5.4)；
- c) 更改了镀锌层剥离液的质量浓度要求(见5.2.2,2008年版的4.2.1)；
- d) 更改了重量法的试验技术要求(见5.3.6、5.3.7,2008年版的6.6)；
- e) 更改了重量法的计算公式描述(见5.4.1,2008年版的7.1)；
- f) 更改了镀锌丝的计算公式中的常数(见5.4.2,2008年版的7.2)；
- g) 更改了锌层近似厚度计算时的约定密度(见5.4.3,2008年版的7.3)；
- h) 更改了检验结果的修约要求(见5.4.4,2008年版的7.3)；
- i) 增加了X射线荧光法的测量方法(见第6章)；
- j) 增加了试验方法选择的规定(见第7章)；
- k) 增加了异型镀锌钢产品或制品试样面积的测量方法(见附录A)；
- l) 更改了X射线荧光法标准样品的制作方法(见附录B,2008年版的A.4.4)；
- m) 增加了铝硅合金镀层产品镀层质量试验方法(附录C)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国钢铁工业协会提出。

本文件由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本文件起草单位：武汉钢铁有限公司、河钢股份有限公司唐山分公司、冶金工业信息标准研究院、河北中重冷轧材料有限公司。

本文件主要起草人：向前、黄双、周文、王玉婕、刘宝石、王心、李兴华、马万利、沈杰、徐昊驰、张宏岭。

1993年首次发布为 GB/T 1839—1993,2003年第一次修订,2008年第二次修订；本次为第三次修订。

钢产品镀锌层质量试验方法

1 范围

本文件规定了钢产品单位面积上镀锌层质量试验方法的原理、试验溶液、试样、试验方法的选择、试验步骤和结果计算、再现性及试验报告。

本文件适用于纯锌镀层、锌铁合金镀层、锌镁合金镀层、锌铝镁合金镀层、铝锌合金镀层以及铝锌镁合金镀层等镀层产品。

铝硅合金镀层等其他镀层产品参照本文件执行。

2 规范性引用文件

下列文件的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 试样

- 4.1 取样部位、位置和数量应符合相关产品标准或协议规定。
- 4.2 应根据镀层的厚度选取试验面积，保证符合试样称量准确度要求。
- 4.3 切取试样时，注意避免表面划伤。不应使用有局部明显损伤的试样。
- 4.4 钢板、钢带试样可为圆形或方形，仲裁试验试样单面面积应不小于 1 500.0 mm²。
- 4.5 钢丝试样长度按表 1 规定切取。

表 1 钢丝试样切取要求

单位为毫米

钢丝直径	试样长度
≥0.15～0.80	≥600
>0.80～1.50	≥500
>1.50	≥300

4.6 其他类型镀锌钢产品或制品试样可为圆形或方形或管状等，也可为异形，试样的面积应不小于 2 000.0 mm²。

4.7 异型镀锌钢产品或制品试样的试验总面积应按照附录 A 进行测量或理论值计算。

5 重量法

5.1 原理

将一定表面积上的镀锌层溶解于具有缓蚀作用的试验溶液中,称量试样在镀层溶解前后的质量,按称量的差值和试样面积计算出单位面积上的镀锌层质量。

5.2 试验溶液

5.2.1 清洗液:化学纯无水乙醇或其他不破坏镀层的溶液。

5.2.2 镀锌层剥离液:将 3.5 g 化学纯六次甲基四胺($C_6H_{12}N_4$)溶解于 500 mL 浓盐酸($\rho \geq 1.18$ g/mL)中,用蒸馏水或去离子水稀释至 1 000 mL。

5.2.3 镀锌层剥离液可在能溶解镀锌层的条件下反复使用。

5.3 试验步骤

5.3.1 用清洗液将试样表面的油污、粉尘、水迹等清洗或擦拭干净,然后充分烘干后冷却至室温。

5.3.2 用天平称量试样,其称量准确度应优于试样镀层预期质量的 1%。当试样镀层质量不小于 0.1 g 时,称量应准确到 0.001 g。

5.3.3 将试样浸没到镀锌层剥离液中,镀锌层剥离液的用量通常为每平方厘米试样表面积不少于 10 mL。

5.3.4 在室温条件下,试样完全浸没于溶液中,可翻动试样,直到镀层完全溶解,以氢气析出(剧烈冒泡)的明显停止作为溶解过程结束的判定。然后取出试样在流水中冲洗,必要时可用尼龙刷刷去可能吸附在试样表面的疏松附着物。最后用清洗液清洗,迅速干燥,也可用吸水纸将水分吸除,快速充分烘干后冷却至室温。

5.3.5 用天平称量试样,精度与 5.3.2 相同。

5.3.6 称重后,测定试样锌层溶解后暴露的表面积,准确度应不低于 1%。钢板、钢带试样直径或边长的测量应至少精确到 0.1 mm。钢丝直径的测量应在同一圆周上相互垂直的部位各测一次,取平均值;钢丝直径大于 0.50 mm 时,直径的测量应至少精确到 0.01 mm;钢丝直径不大于 0.50 mm 时,直径的测量应至少精确到 0.001 mm。

5.3.7 测定镀锌板单面的锌层质量时,应采用适当的方式封住一面后测量,完成后再测定第二面。如有需要,可对样品板厚方向进行封边。

5.4 结果计算

5.4.1 钢产品(不含钢丝)或制品单位面积上的镀锌层质量,按公式(1)计算:

$$M = \frac{m_1 - m_2}{A} \times 10^6 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

M ——单位面积上的镀锌层质量,单位为克每平方米(g/m^2);

m_1 ——试样镀锌层溶解前的质量,单位为克(g);

m_2 ——试样镀锌层溶解后的质量,单位为克(g);

A ——钢板、钢带或制品等样品试样的暴露面积或钢管试样的内、外表面积之和,单位为平方毫米(mm^2)。

5.4.2 镀锌钢丝单位面积上的镀锌层质量,按公式(2)计算:

$$M = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times D \times 1\,962 \dots\dots\dots (2)$$

式中：
M ——单位面积上的镀锌层质量，单位为克每平方米(g/m²)；
m₁ ——试样镀锌层溶解前的质量，单位为克(g)；
m₂ ——试样镀锌层溶解后的质量，单位为克(g)；
D ——试样镀锌层溶解后的直径，单位为毫米(mm)；
1 962 ——常数。

5.4.3 需要表示镀锌层近似厚度时，可按公式(3)计算：

$$d = \frac{M}{\rho} \dots\dots\dots (3)$$

式中：
d ——镀锌层厚度，单位为微米(μm)；
M ——单位面积上的镀锌层质量，单位为克每平方米(g/m²)；
ρ ——镀锌层密度，单位为克每立方厘米(g/cm³)。通常情况下，纯锌镀层、锌铁合金镀层密度为 7.1 g/cm³；锌铝、锌铝镁合金镀层密度为 5.6 g/cm³；铝锌、铝锌镁合金镀层密度为 3.8 g/cm³。特殊成分另行规定。

5.4.4 检验结果按照 GB/T 8170 规定执行，采用修约值比较法，保留数值位数应符合相关产品标准的要求。

6 X 射线荧光法

6.1 原理

6.1.1 吸收法：利用射线源(X 光管或放射性同位素)发生的一次射线照射有金属镀层覆盖的钢板。在一定条件下，在钢基体内激发出铁的特征荧光 X 射线(二次射线)，当其穿透不同厚度的金属镀层时发生不同程度的强度衰减。检测荧光 X 射线的强度。当一次射线的发生和二次射线的检测等条件固定时，检测到的荧光 X 射线强度是镀层厚度的函数。利用强度与镀层厚度的定量关系，得到镀层质量。

6.1.2 散射法：一次 X 射线照射有金属镀层的钢板。在一定条件下，在金属镀层中激发出镀层金属的特征 X 射线，即荧光 X 射线，检测荧光 X 射线的强度。利用强度与金属镀层厚度的定量关系，得到镀层质量。

6.2 试验装置

6.2.1 试验用金属镀层 X 射线测厚仪或 γ 射线测厚仪。仪器由射线源、测角仪、探测器和电子系统等单元构成。射线源是产生一次射线的 X 射线管或放射性同位素。一次射线在试样中激发出二次射线；测角仪驱动与分析元素相匹配的分光晶体及探测器；探测器接收来自试样的特征二次射线(荧光 X 射线)，转换成电脉冲信号并计量测定；电子系统对试验装置进行控制，进行数据处理，将测量的信号强度转化为镀层质量。

6.2.2 采用镀层特征荧光 X 射线的测量方法(散射法)时，一次射线入射强度应保证能在镀层的全厚度上激发出镀层中被测元素的特征荧光 X 射线并被检测。如果采用基体特征荧光 X 射线的测量方法(吸收法)，一次射线的入射强度应保证在钢基体中激发的特征荧光 X 射线，穿过镀层时具有足够的出射强度。

6.2.3 装置应具有足够高的射线源强度和检测灵敏度，能以较短的数据采集时间完成各种厚度镀层的精确测量。

6.2.4 射线源产生的射线应对试样有足够的辐照面积,单面辐照面积应不小于 314.0 mm^2 。

6.2.5 测角仪应具有足够的定位精度和准确度,确保镀层或基体产生的特征荧光 X 射线能准确获得。探测器应有足够的探测效率,确保特征分析元素的荧光 X 射线波长能准确计量。

6.2.6 装置应能测量主要干扰元素并对镀层成分波动进行校正。

6.3 校准曲线的建立

6.3.1 试验装置应用标准样品进行校准,建立特征荧光 X 射线强度与镀层质量之间的精确定量关系。

6.3.2 标准样品的镀层质量应用重量法准确测定。

6.3.3 标准样品的镀层、基体应与待测试样的镀层、基体具有相同的化学成分和镀覆工艺,相同的 X 射线发射或吸收特性。

6.3.4 按附录 B 的要求制取标准样品。

6.3.5 建立校准曲线时,应至少采用 3 块标准样品,它们的镀层质量应不同,且覆盖待测试样的镀层质量范围。

6.4 试验步骤

6.4.1 试样应平坦、洁净,其形状、大小应适合装置的要求。

6.4.2 检查仪器的环境,测量窗口区域应无灰尘,室温应稳定,防止金属粉尘和温度波动对 X 射线信号的干扰。

6.4.3 根据装置使用说明书中的操作程序和安全规范操作。选择被测元素,设定试验条件。例如,采用吸收法时,可选用 $\text{FeK}\alpha$ 射线,当使用散射法时,可选用 $\text{ZnK}\alpha$ 射线,但同时应注意剔除干扰元素的影响。

6.4.4 用标准样品对装置进行校准,绘制特征荧光 X 射线强度与镀层质量的标准校准曲线。

6.4.5 用与标准样品相同的测量条件,测量试样的特征荧光 X 射线强度,根据标准校准曲线将其换算成镀层质量(g/m^2)。检验结果按照 GB/T 8170 规定执行,采用修约值比较法,保留数值位数应符合相关产品标准的要求。

7 试验方法选择

根据样品类型、供需双方的相关协议选择试验方法。

钢板、钢带试样镀锌层质量试验可选择重量法、X 射线荧光法。条件许可时,也可按 YB/T 4829 推荐的方法进行测试;钢丝试样、异型镀锌钢产品或制品镀锌层质量试验,一般采用重量法进行测试。

铝硅合金镀层钢板、钢带试样镀锌层质量试验按照附录 C 进行测试。

当 X 射线强度与镀层质量之间的相关性较差(例如,纯锌层质量 $> 200 \text{ g}/\text{m}^2$)或仲裁时,按重量法进行试验。

8 再现性

用不同的仪器在不同的操作条件下,由不同的试验人员测定时,本方法的再现性约为平均值的 $\pm 5\%$ 。

9 试验报告

如适用,试验报告至少包括以下内容:

- a) 产品名称；
- b) 试样标识；
- c) 本文件编号和试验方法；
- d) 试样形状、尺寸；
- e) 试验结果；
- f) 试验日期和试验人员；
- g) 其他内容。

附 录 A

(规范性)

异型镀锌钢产品或制品试样面积的测量方法

A.1 概述

本附录给出了异型镀锌钢产品或制品试样面积的测量方法。

A.2 原理

利用电荷耦合元件(简称 CCD)工业相机连续采集线结构光或面结构光的图像数据,通过三维重建技术实现对待测量物体的表面三维数据重建,得到物体表面的三维数据,进而将得到的三维数据进行一系列处理后,通过计算将其转化为三角面片数据,依据三角面片计算物体待测量区域的表面积。

A.3 仪器与设备

A.3.1 表面积测量仪。

A.3.2 高分辨率工业相机和工业像头,工业相机 >230 万像素,工业镜头焦距 $f\geq 16$ mm。

A.3.3 主动式结构光源投影设备(激光器采用 CLASS II-人眼安全级别)。

A.4 测量步骤

A.4.1 样品处理:样品尺寸较大或内部形状扭曲、壁厚不均匀的样品,应通过拆分、切割等方式对样品进行分解,若样品表面反光,需要对样品表面喷涂反差增强剂。

A.4.2 测试前,使用标准测试块对仪器进行稳定性检查。

A.4.3 将处理好的样品放置在测量区域,控制物体旋转一定角度,以使能拍摄到不同视角物体的系列图像。

A.4.4 根据程序合成的图像进行数据处理。

A.4.5 保存当前测量样品的工程数据建立档案,完成测量。

附 录 B
(规范性)

X 射线荧光法标准曲线用标准样品的制作方法

B.1 概述

本附录给出了 X 射线荧光法标准曲线用标准样品的制作方法。

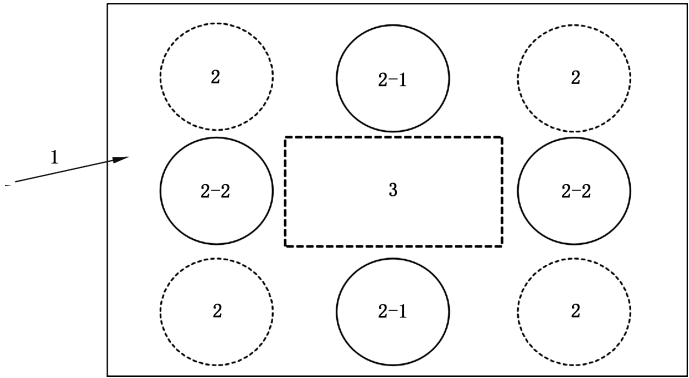
B.2 制作流程

取样→加工试样→均匀性测试→重量法测试→定值。

B.3 制作步骤

B.3.1 取样:应选择与待测样品性质相同、镀层质量不同的梯度样板若干(一般不少于 5 块)。

B.3.2 加工:按图 B.1 加工样品,合适时,可适当减少“均匀性评价试样”的取样数量。



- 标引序号说明:
- 1——待定样板;
 - 2——均匀性评价试样,标记为“2-1”或“2-2”的样品为位置相对的一组;
 - 3——标准样品取样区域。

图 B.1 镀层质量标准样品取样示意图

B.3.3 均匀性测试:使用 X 射线荧光测厚仪测量所有“均匀性评价试样”中镀层或基体的特征元素射线强度(每片样品测量不少于 5 次),记录测量数据,若同一组所有“均匀性评价试样”射线强度的变异系数不大于 1.0%,则可在样坯中间区域制取标准样品。

B.3.4 化学分析:采用重量法测量所有“均匀性评价试样”的涂镀层质量。

B.3.5 定值:标准样品的参考值为同一组所有“均匀性评价试样”的重量法测试值的统计均值。标准样品的参考控制上下限为同一组所有“均匀性评价试样”的重量法测试值的 3 倍标准偏差,若同类不同批次试样的统计标准差相当,可综合考虑设定控制上下限。

注:按照本方法制作的标准样品主要用于 X 射线荧光法标准曲线的制作;若将该样品用于日常试验中的质量控制,需考虑 X 射线荧光光谱仪这一测量系统本身的波动分量,与样本本身的波动分量结合在一起制定日常试验的质量控制限。

附 录 C

(规范性)

铝硅合金镀层产品镀层质量试验方法

C.1 概述

本附录给出了铝硅合金镀层产品镀层质量试验方法。

C.2 铝硅合金镀层

硅含量为 5%~11%、除铁以外杂质元素不大于 1%、余量为铝的熔融合金层。

C.3 试验方法

C.3.1 铝硅合金镀层产品镀层质量可以采用重量法或 X 射线荧光法测试。

C.3.2 采用重量法测试铝硅合金镀层产品镀层质量时,镀层剥离液应为 20%浓度的氢氧化钠溶液,即由 20 g 氢氧化钠溶解于 80 mL 水中制成;镀层剥离时,先将清洗后的试样放入镀层剥离液中反应直至反应停止,然后取出冲洗烘干后再放入浓盐酸中浸泡 2 s~3 s 或镀锌层剥离液中,用水冲洗后再次浸入镀层剥离液中反应,反复进行,直至无明显可见反应为止;其余试验原理、试验步骤及结果计算参照重量法执行;若将重量法结果换算成镀层厚度,铝硅合金镀层密度为 3.0 g/cm^3 。

C.3.3 采用 X 射线荧光法测试铝硅合金镀层产品镀层质量时,其试验原理、试验步骤及结果计算参照 X 射线荧光法执行,X 射线荧光法标准曲线用标准样品参照附录 B 制作。

参 考 文 献

- [1] YB/T 4829 钢板镀层质量试验方法 在线 X 射线荧光法
-