



中华人民共和国国家标准

GB/T 12333—2025

代替 GB/T 12333—1990

金属覆盖层 工程用铜电镀层

Metallic coatings—Electroplated coatings of copper for engineering purposes

2025-10-31 发布

2026-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 需方应向供方提供的资料	2
4.1 必要资料	2
4.2 附加资料	2
5 标识	2
5.1 通则	2
5.2 标识组成	2
5.3 基体金属的标识	3
5.4 热处理要求的标识	3
5.5 铜电镀层等级和厚度的标识	3
6 要求	4
6.1 外观	4
6.2 厚度	4
6.3 结合强度	4
6.4 孔隙率	4
6.5 可焊性	4
6.6 电镀前消除应力的热处理	4
6.7 电镀后消除氢脆的热处理	5
7 试验方法	5
7.1 外观	5
7.2 厚度	5
7.3 结合强度	5
7.4 孔隙率	5
7.5 可焊性	5
7.6 氢脆试验	5
8 抽样检验	5
8.1 替代试样	5
8.2 抽样	5
8.3 接受和拒收	6
附录 A (资料性) 工程用铜电镀层的等级及典型应用实例	7

附录 B (规范性) 铜电镀层厚度测量的试验方法	8
B.1 概述	8
B.2 破坏性试验	8
B.2.1 显微镜法	8
B.2.2 库仑法	8
B.2.3 扫描电镜法	8
B.3 非破坏性试验	8
B.3.1 磁性法	8
B.3.2 β 射线背散射法	8
B.3.3 X 射线光谱法	8
附录 C (规范性) 铜电镀层的孔隙率试验 (改进的铁试剂试验)	9
C.1 概述	9
C.2 试验溶液	9
C.3 步骤	9
C.4 试验报告	9
参考文献	10
表 1 工程用铜电镀层的等级和厚度	3
表 A.1 工程用铜电镀层的等级及典型应用实例	7

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 12333—1990《金属覆盖层 工程用铜电镀层》，与 GB/T 12333—1990 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 增加了术语和定义“检验批”(见 3.3)；
- 删除了“基体金属”的规定(见 1990 年版的第 5 章)；
- 更改了镀层“标识”(见第 5 章，1990 年版的第 4 章)；
- 更改了电镀前消除应力热处理的要求(见 6.6，1990 年版的第 8 章)；
- 更改了电镀后消除氢脆热处理的要求(见 6.7，1990 年版的第 10 章)；
- 增加了测量厚度的扫描电镜法、X 射线光谱法(见附录 B)；
- 更改了孔隙率试验(见附录 C，1990 年版的附录 A)。

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国金属与非金属覆盖层标准化技术委员会(SAC/TC 57)归口。

本文件起草单位：中国机械总院集团武汉材料保护研究所有限公司、广州三孚新材料科技股份有限公司、东莞金鑫五金制品有限公司、荆大(荆州)汽车配件有限公司、永星化工(上海)有限公司、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司南宁局、广州市慧科高新材料科技有限公司、山东夸克电化学科技有限公司、浙江众志汽车电器有限公司、淄博安良新材料科技有限公司。

本文件主要起草人：张德忠、丁运虎、赵涛、易娟、姜秋香、田志斌、张志恒、付冲、刘宁华、林云峰、冯强强、毛庆民、孙铎、张志梁、黄稳、荆红霞。

本文件于 1990 年首次发布，本次为第一次修订。

金属覆盖层 工程用铜电镀层

1 范围

本文件规定了金属基体上工程用铜电镀层的标识、要求、试验方法及抽样检验。

本文件适用于工程用途的铜电镀层,如在热处理零件表面起阻挡作用的铜电镀层,钢管焊接时起钎焊作用的铜电镀层,拉拔加工起减磨作用的铜电镀层,作镀锡底层防止基体金属扩散的铜电镀层,用于电子电路中的电磁干扰(EMI)屏蔽的铜电镀层以及接插件的铜电镀层。

本文件不适用于装饰性用途的铜电镀层(面镀层)和作为其他装饰性镀层的底层的铜电镀层,也不适用于电铸铜。

2 规范性引用文件

下列文件中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 2423.28 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验T:锡焊
- GB/T 3138 金属及其他无机覆盖层 表面处理 术语
- 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 6462 金属和氧化物覆盖层 厚度测量 显微镜法
- GB/T 6463 金属和其他无机覆盖层 厚度测量方法评述
- 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
- 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 16921 金属覆盖层 覆盖层厚度测量 X射线光谱法
- GB/T 19349 金属和其他无机覆盖层 为减少氢脆危险的钢铁预处理
- GB/T 19350 金属和其他无机覆盖层 为减少氢脆危险的涂覆后钢铁的处理
- GB/T 20018 金属和非金属覆盖层 覆盖层厚度测量 β 射线背散射方法
- GB/T 31563 金属覆盖层 厚度测量 扫描电镜法
- HB 5067.1 镀覆工艺氢脆试验 第1部分:机械方法

3 术语和定义

GB/T 3138 和 GB/T 12334 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

主要表面 significant surface

工件上对外观和(或)使用性能是重要的表面。

注:必要时,在工件图纸上标明主要表面,或通过样品进行实物确认。

3.2

最小局部厚度 minimum local thickness

主要表面上测得的厚度的最小值。

注：最小局部厚度也叫最小厚度。

3.3

检验批 inspection lot

提交验收的,在相同工艺条件下,由同一生产方,在同一时间或大致相同的时间内生产的,同一类型的一组电镀产品。

4 需方应向供方提供的资料

4.1 必要资料

按本文件订购电镀产品时,需方应在合同或订购单中,或在工程图纸上书面提供以下资料:

- a) 本文件的编号;
- b) 铜电镀层的等级或最小局部厚度(见 6.2);
- c) 主要表面,应在工件图纸上标明,或通过样品进行实物确认;
- d) 结合强度的试验方法(见 6.3 和 7.3);
- e) 孔隙率的要求及其试验方法(见 6.4 和 7.4);
- f) 可焊性的要求及其试验方法(见 6.5 和 7.5);
- g) 电镀前消除应力的热处理的要求(见 6.6);
- h) 电镀后消除氢脆的热处理的要求(见 6.7);
- i) 是否需要进行氢脆试验及其试验方法(见 6.7 和 7.6);
- j) 抽样方案和接收水平(见第 8 章)。

4.2 附加资料

适当时,需方应提供以下附加资料:

- a) 基体金属的化学成分或规格、冶金学状态;
- b) 工件的最大抗拉强度或硬度;
- c) 前处理的要求或限制,如用蒸汽喷砂代替酸洗前处理;
- d) 镀铜工件的包装、贮存和运输要求。

5 标识

5.1 通则

标识标注在工程图纸、技术协议、订购合同或产品技术说明中。

标识应按照规定的顺序明确指出基体金属、特殊合金、镀前消除应力热处理的要求、底镀层的类型和厚度、铜电镀层的等级或最小局部厚度,以及消除氢脆热处理的要求和其他后处理(见 GB/T 13911)。

5.2 标识组成

标识应包括以下内容:

- a) 术语“电镀层”;
- b) 本文件编号;

- c) 连字符；
- d) 基体金属的化学符号(见 5.3)；
- e) 斜线(/)；
- f) 铜镀层及面镀层和底镀层的符号,每一层之间按镀层的先后顺序用斜线(/)分开。镀层标识应包括镀层的最小局部厚度(以微米计)和热处理要求(见 5.4)。省去的或不要求的步骤应用双斜线(//)标明。

注：特种合金用该基体金属的化学符号后加标准牌号注明。

示例：Fe<NM500>表示我国牌号为 NM500 的耐磨高强度钢。

5.3 基体金属的标识

基体金属用其化学符号表示。如果是合金,则应标明主要成分。

例如：

- a) Fe 表示铁或钢；
- b) Zn 表示锌或锌合金；
- c) Cu 表示铜或铜合金；
- d) Al 表示铝或铝合金。

注：为确保表面预处理恰当及镀层与基体金属之间的结合强度良好,标明特种合金及其冶金学状态(回火、渗氮等)尤为重要。

5.4 热处理要求的标识

热处理的要求应按如下方式标注在方括号内：

- a) SR 表示消除应力的热处理；ER 表示消除氢脆的热处理；HT 表示其他热处理；
- b) 在圆括号中标明最低温度,单位为摄氏度(℃)；
- c) 热处理持续时间,单位为小时(h)。

示例：[SR(210)1]表示在 210 ℃下消除应力处理 1 h。

热处理有规定时,标识中应包括其要求(见 5.6)。

5.5 铜电镀层等级和厚度的标识

铜电镀层根据厚度可分为以下等级,见表 1。铜电镀层等级用等级代号表示,并标注在 Cu 符号后。

表 1 工程用铜电镀层的等级和厚度

等级代号	最小局部厚度/ μm
25	25
20	20
12	12
5	5
3	3
X	需方指定的具体厚度值

标识示例如下。

示例 1: 低碳钢(Fe)直接电沉积厚度为 20 μm 铜电镀层的标识为: 电镀层 GB/T 12333-Fe/Cu20。

示例 2: 铝上电沉积的等级为 5 的铜电镀层, 再电沉积 8 μm 的锡镀层, 其标识为: 电镀层 GB/T 12333-Al//Cu5/Sn8。

示例 3: 钢上厚度为 10 μm 铜电镀层, 电镀前在 210 $^{\circ}\text{C}$ 下进行消除应力的热处理 2 h, 电镀后在 210 $^{\circ}\text{C}$ 下进行消除氢脆的热处理 22 h, 该铜电镀层标识如下: 电镀层 GB/T 12333- Fe/[SR(210)2]/Cu10/[ER(210)22]。

6 要求

6.1 外观

在主要表面上, 镀层应光滑平整, 不应有明显的缺陷, 如起泡、麻点、粗糙、裂纹、剥落、烧焦和漏镀。局部电镀层(如防渗碳镀铜)的边界应无毛刺、结瘤和锯齿状及其他有害的不规则边缘。

由于基体金属的原始表面状况(划痕、气孔、滚压痕、夹杂物等)引起的镀层表面缺陷, 即使完全遵循了规范化的金属表面处理工艺流程, 仍不可避免出现镀层缺陷和表面变化, 不应作为产品拒收的依据。

6.2 厚度

主要表面上铜电镀层的最小局部厚度应符合规定的等级要求或指定值。

对螺丝等螺纹零件进行镀铜时, 宜避免螺纹牙顶处镀层堆积过厚。为使牙顶处的镀层厚度不超过允许的最大厚度, 允许其他表面上镀层的厚度比规定值小。

工件上各点镀层厚度存在差异是电镀工艺的固有特征。因此, 为确保主要表面上所有部位的镀层厚度均达到或超过规定值, 某些部位的镀层厚度应超出规定值。这要求单个工件的平均镀层厚度大于规定值, 超出幅度主要取决于工件的形状和电镀工艺特性。同时, 同一检验批内不同工件的平均镀层厚度也存在差异。因此, 为确保检验批内所有工件均满足厚度要求, 则整批产品的平均镀层厚度应大于确保单个工件厚度符合要求所需的平均值。

注: 附录 A 给出了工程用铜电镀层的等级及典型应用实例。

6.3 结合强度

铜电镀层应与基体结合良好。

注: 供方有责任确定电镀前的表面预处理方法, 以确保镀层与基体金属的结合强度。

6.4 孔隙率

如有规定, 镀层单位面积上孔隙的数量应由需方规定。

6.5 可焊性

表面上的焊料应附着良好, 且呈现光亮、平滑、均匀的状态。

注: 铜电镀层表面随着时间的推移焊接难度增加。

6.6 电镀前消除应力的热处理

当需方有规定时, 最大抗拉强度大于或等于 1 000 MPa(31 HRC), 且经机加工、磨削、冷成形或冷矫直处理的钢铁工件, 在清洗和电镀前应进行消除应力的热处理。热处理的工艺和等级应按需方的规定进行, 也可由需方根据 GB/T 19349 的规定选择合适的工艺和等级。

有氧化皮或污垢的钢铁在电镀前应进行清洗。对于高强度钢, 为避免在清洗过程中产生氢脆危害, 应采用碱性化学除油或阳极电解除油及机械除油。高强度钢(抗拉强度大于 1 400 MPa)进行机械

除油时,应严格控制工艺参数以避免局部过热,防止材料性能因过热劣化。

6.7 电镀后消除氢脆的热处理

最大抗拉强度大于或等于 1 000 MPa(31 HRC)的钢铁工件及表面经强化处理的工件,应进行消除氢脆的热处理。热处理的工艺和等级应按照 GB/T 19350 或需方的规定进行。

消除氢脆的热处理的效果应采用氢脆试验进行评定。

需要弯曲的弹簧和其他工件电镀后,在消除氢脆性的热处理前不应进行弯曲。

7 试验方法

7.1 外观

在自然光或近似自然光(光照度 300 lx~600 lx)下,裸眼或矫正视力 1.0 以上进行观察。

7.2 厚度

镀层厚度应在主要表面上测量。根据附录 B 的规定进行测量,测量不确定度应低于 10%。如能证明不确定度小于 10%,可采用其他厚度测量方法。

7.3 结合强度

应按 GB/T 5270 中的一种或多种方法进行结合强度试验。具体试验方法应由需方规定。

7.4 孔隙率

应按附录 C 的规定进行试验,5 min 后观察结果。

7.5 可焊性

应按 GB/T 2423.28 的规定进行可焊性试验。

注:在可焊性测试前,需要清洁铜电镀层表面。

7.6 氢脆试验

应按 HB 5067.1 的规定进行氢脆试验。

8 抽样检验

8.1 替代试样

如果工件的尺寸、形状或材料不适合试验,或者考虑到工件本身的高价值属性或小批量生产特点而不宜进行破坏性检测,则应使用替代试样来代替工件进行试验。

所采用的替代试样应能够准确反映实际镀铜件的关键特性,确保测试结果具有工程代表性和技术可比性。因此,替代试样与它所代替的镀铜件应完全相同或十分接近,包括它们的金属材料的成分、冶金学状态,电镀前表面状态(粗糙度),以及电镀工艺过程,甚至在电镀槽中与阳极和其他工件的相对位置、距离等均应与镀件一致,并与镀件同时进行镀前预处理、电镀和镀后处理。

注:这种替代测试既满足了质量控制要求,又避免了不必要的工件损耗,尤其适用于高价值工件的质量验证。

8.2 抽样

应按照 GB/T 12609 规定的程序对检验批进行抽样。接收水平应由需方规定。

8.3 接受和拒收

检验批的接收由采用的抽样方案确定。

不符合要求的检验批应予拒收。

若对检验结果存在异议,需方或供方均有权提出复验要求。

附 录 A

(资料性)

工程用铜电镀层的等级及典型应用实例

工程用铜电镀层的等级及其典型应用实例见表 A.1。

表 A.1 工程用铜电镀层的等级及典型应用实例

等级代号	最小局部厚度要求/ μm	典型应用实例
25	25	热处理的阻挡层
20	20	渗碳、脱碳的阻挡层；印制电路板的通孔镀铜；工程拉拔起减磨作用的铜镀层
12	12	电子电气零件镀铜；螺纹零件密合性要求的镀铜
5	5	镀锡的底层，阻止基体金属向锡层扩散
3	3	钢管焊接时起针焊作用的铜电镀层
X ^a	指定值	上述类似用途或其他用途

^a X 代表需方指定的具体厚度值（如 10、15）。

附录 B

(规范性)

铜电镀层厚度测量的试验方法

B.1 概述

GB/T 6463 和 GB/T 12334 给出了金属及其他无机覆盖层厚度测量的定义、一般规则和方法。

B.2 破坏性试验

B.2.1 显微镜法

按照 GB/T 6462 规定的方法进行测量。

B.2.2 库仑法

按照 GB/T 4955 规定的方法,在主要表面上直径 20 mm 的小球可接触到的任何一点上测量。

B.2.3 扫描电镜法

按照 GB/T 31563 规定的方法进行测量。

B.3 非破坏性试验

B.3.1 磁性法

按照 GB/T 4956 规定的方法进行测量。

B.3.2 β 射线背散射法

按照 GB/T 20018 规定的方法进行测量。

B.3.3 X 射线光谱法

按照 GB/T 16921 规定的方法进行测量。

附录 C

(规范性)

铜电镀层的孔隙率试验(改进的铁试剂试验)

C.1 概述

本方法用于检测铁或钢基体上铜电镀层中通达基体的孔隙。

注：该测试对铜具有轻微腐蚀性，若测试时间显著超过 5 min(如延长 3 min 或更久)，腐蚀会加剧。此外，该测试对铁元素在表面残留极为敏感，铜电镀层表面若与铁件接触并残留微量铁，便会出现蓝色斑痕，从而干扰试验结果。

C.2 试验溶液

所需溶液如下，均采用分析纯试剂。

- 溶液 A：将 50 g 白色明胶和 50 g 氯化钠溶解在 1 L 45 °C 的蒸馏水中。
- 溶液 B：将 50 g 氯化钠和 0.1 g 非离子润湿剂(如 OP-10)溶于 1 L 蒸馏水中。
- 溶液 C：将 10 g 铁氰化钾溶于 1 L 蒸馏水中。

C.3 步骤

将滤纸浸入溶液 A 中(保持适当的温度以保持明胶溶解)，取出晾干后，将干燥的滤纸浸入溶液 B 中至完全润湿。将润湿的滤纸紧贴于经清洁脱脂处理的铜电镀层表面，保持 5 min 接触。如果滤纸在测试过程中变干，用溶液 B 再次润湿。在接触时间结束时取出滤纸，并立即放入溶液 C 中。滤纸上出现清晰的蓝色斑痕，表示电镀层中存在通达基体的孔隙。

C.4 试验报告

试验报告应包括以下信息：

- 测试表面的面积；
- 滤纸与测试表面接触的表面上所有斑点的总数和直径；
- 需方指定区域内可见斑痕的最大数量。

参 考 文 献

- [1] GB/T 13911 金属镀覆和化学处理标识方法
 - [2] GB/T 17721 金属覆盖层 孔隙率试验 铁试剂试验
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
金属覆盖层 工程用铜电镀层
GB/T 12333—2025

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

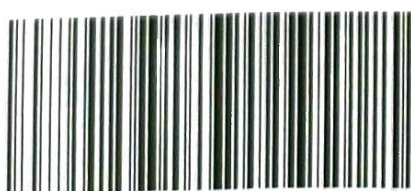
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 21 千字
2025年10月第1版 2025年10月第1次印刷

*

书号: 155066·1-81921 定价 38.00 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)68510107



GB/T 12333-2025

