



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 43763—2024

## 航天功能镀覆层 特种非金属材料金属镀层

Space functional coatings—Metallic coatings on special non-metallic materials

2024-03-15 发布

2024-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

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 技术要求 ..... 1

5 试验方法 ..... 3

6 检验规则 ..... 4

7 标识和随行文件 ..... 6

8 包装、运输和贮存..... 6

附录 A（规范性） 镀层导电性试验方法 ..... 7

附录 B（规范性） 镀层耐高温性能试验方法 ..... 9

## 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。

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。

本文件由全国宇航技术及其应用标准化技术委员会(SAC/TC 425)、全国金属与非金属覆盖层标准化技术委员会(SAC/TC 57)提出并归口。

本文件起草单位：北京卫星制造厂有限公司、中国航天标准化研究所、中国机械总院集团武汉材料保护研究所有限公司、北京星驰恒动科技发展有限公司、中国电子科技集团公司第二十九研究所、中国电子科技集团公司第三十八研究所、航天材料及工艺研究所、西安航天发动机有限公司、成都泰格尔航天航空技术股份有限公司。

本文件主要起草人：刘丽霞、陈学成、王楠、张家强、韩建超、程德、顾栩涵、张德忠、赵长喜、张立功、刘镜波、卢海燕、李俊峰、杨战争、回天力、王甜甜、蒋明霞、白杰、易娟、杨鑫。

## 航天功能镀覆层 特种非金属材料金属镀层

### 1 范围

本文件规定了聚醚醚酮(PEEK)、聚苯硫醚(PPS)、聚酰亚胺(PI)、液晶聚合物(LCP)及其复合材料等特种非金属材料(以下简称特种非金属材料)表面功能金属镀层的技术要求、试验方法、检验规则、标识和随行文件及包装、运输和贮存。

本文件适用于航天用特种非金属材料表面,采用电镀或化学镀方法制备的镍+金镀层、镍+银镀层、铜+镍+金镀层、铜+镍+银镀层、镍镀层等实现导电、焊接功能的金属镀层的检验和验收,其他特种非金属材料的金属镀层的检验和验收参照使用。

### 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 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分:按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划  
GB/T 3138 金属及其他无机覆盖层 表面处理 术语  
GB/T 5270—2005 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 12600—2005 金属覆盖层 塑料上镍+铬电镀层  
GB/T 16745 金属覆盖层产品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  
GB/T 34522—2017 航天器热真空试验方法

### 3 术语和定义

GB/T 3138 界定的术语和定义适用于本文件。

### 4 技术要求

#### 4.1 镀覆前处理

用于镀覆的特种非金属材料在进行表面电镀或化学镀前,应先采用丙酮、乙酸乙酯或采用其他方法去除表面脱模剂后再进行镀覆处理。

#### 4.2 镀层结构

特种非金属材料金属镀层一般由底镀层、中间镀层及面镀层组成,要求如下:

a) 底镀层应选用化学铜镀层或化学镍镀层;

- b) 中间镀层应选用电镀铜层、化学镀镍层或电镀镍层；
- c) 面镀层应选用镀金层、镀银层、化学镀镍层或电镀镍层。

4.3 外观

4.3.1 颜色

特种非金属材料表面金属镀层应均匀一致,连续完整,颜色外观依据不同镀层确定,金镀层外观应为金黄色至浅金黄色,银镀层外观应为银白色,镍镀(化学镀镍)层外观为银灰色。

4.3.2 允许缺陷

镀层允许缺陷为:

- a) 由表面粗糙度、材料及其状态等导致的色泽差异;
- b) 对产品外观和使用性能不起重要作用的表面上有轻微的夹具接触痕迹,面积不大于镀覆面积的 0.5%;
- c) 轻微水渍;
- d) 有不影响使用的轻微粗糙(当镀层厚度大于 20  $\mu\text{m}$  时);
- e) 在局部镀的情况下,允许镀覆边界向非镀覆区域偏移,无设计要求时,偏移量不大于 2 mm。

4.3.3 不准许缺陷

镀层不准许缺陷为:

- a) 对性能、使用起到重要作用的表面上局部无镀层;
- b) 严重水渍;
- c) 镀层有烧伤及裂纹;
- d) 树枝状、条纹状、海绵状镀层。

4.4 厚度

镀层厚度按表 1 规定执行。当需求对镀层厚度有特殊要求时,应经供需双方协商并在订购文件中注明。

表 1 镀层厚度要求

单位为微米

序号	镀层	厚度	备注
1	化学镀铜层	0.5~1.0	—
2	电镀铜层	5.0~15.0	—
3	化学镀镍/电镀镍层	2.0~7.0	—
4	镀金层	0.2~3.0	当金镀层为焊接性面镀层时,若采用镍底层,则金镀层厚度应不小于 1.3 $\mu\text{m}$ ;若采用无镍底层,则金镀层厚度应不小于 2.0 $\mu\text{m}$
5	镀银层	5.0~12.0	—

4.5 附着强度

镀层附着强度应满足以下 2 种要求的其中之一:

- a) 采用划格和划线试验检测镀层附着强度,划格后区域内的镀层不从基材上剥落;
- b) 采用热震试验测镀层附着强度,热震后不出现镀层从基材上分离的现象,如鼓泡、片状剥离或分层剥离。

#### 4.6 导电性

基材表面金属镀层的表面接触电阻应不大于 10 mΩ。当需方对镀层厚度有特殊要求时,应经供需双方协商确定。

#### 4.7 可焊性

基材表面金属镀层经过可焊性测试后,焊料覆盖层应附着牢固、光亮、平滑、均匀。

#### 4.8 耐高温性能

基材表面金属镀层经耐高温性能测试后,镀层外观应满足 4.3 要求。

#### 4.9 常压热循环

基材表面金属镀层在经过 10 个周期常压热循环后,镀层外观应满足 4.3 要求。

#### 4.10 真空热循环

基材表面金属镀层经真空热循环试验后,镀层外观应满足 4.3 要求。

### 5 试验方法

#### 5.1 外观

在照度不小于 300 lx 条件下,采用目视法及具有相应精度的量具进行检查,必要时可使用 5 倍~10 倍的放大镜。

#### 5.2 厚度

按 GB/T 6462 中规定的显微镜法或 GB/T 16921 中规定的 X 射线光谱方法测量镀层厚度。仲裁测试按 GB/T 6462 中规定的显微镜法执行。

#### 5.3 附着强度

按 GB/T 5270—2005 中 2.8 规定的划格和划线试验或 2.12 规定的热震试验进行。无特殊要求时,热震法测试温度为 200 ℃±10 ℃;当需方对热震温度有特殊要求时,应经供需双方协商确定。

#### 5.4 导电性

按附录 A 的规定执行。

#### 5.5 可焊性

按 GB/T 16745 的规定执行。

#### 5.6 耐高温性能

按附录 B 的规定执行。无特殊要求时,耐高温性能测试温度为 250 ℃;当需方对耐高温性能测试有特殊要求时,应经供需双方协商确定。



5.7 常压热循环

按 GB/T 12600—2005 中附录 A 规定的方法进行 10 个周期常压热循环性能试验。

5.8 真空热循环

按 GB/T 34522—2017 规定的真空热循环试验执行,空间环境模拟室内压强不高于 $(6.65 \times 10^{-3})$ Pa,经低温 $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、高温 $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,每一个循环高、低温各保持时间不少于 8 h,以高温过程起始、高温过程结束,高低温循环不少于 8.5 次。

6 检验规则

6.1 检验分类

本文件规定的检验分为:

- a) 鉴定检验;
- b) 交收检验。

6.2 检验环境条件

除另有规定外,应在下列环境条件下进行检验:

- a) 温度: $15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- b) 气压:当地环境大气压;
- c) 照度: $\geq 300\text{ lx}$ 。

6.3 检验仪器及设备要求

检验用仪器及设备应满足以下要求:

- a) 检验用仪器及设备经计量合格,并在有效期内;
- b) 检验用仪器及设备的量程和精度满足产品测试要求。

6.4 检验项目

检验项目以及相应试验方法和要求应符合表 2 的规定。

表 2 检验项目表

序号	检验项目	鉴定检验	交收检验	要求章条号	试验方法的章条号
1	外观	●	●	4.3	5.1
2	厚度	●	●	4.4	5.2
3	附着强度	●	●	4.5	5.3
4	导电性	●	○	4.6	5.4
5	可焊性	●	○	4.7	5.5
6	耐高温性能	●	○	4.8	5.6
7	常压热循环	●	—	4.9	5.7
8	真空热循环	●	—	4.10	5.8
注:“●”为必检项目;“○”为供需双方协商检验项目;“—”为不检项目。					

## 6.5 鉴定检验

### 6.5.1 检验时机

有下列情况之一时,应进行鉴定检验:

- a) 新研工艺或新建生产线初次使用前;
- b) 溶液配方、基材材料、设备或工艺流程发生重大改变时;
- c) 设备或生产线停产超过两年再重新生产时。

### 6.5.2 检验数量

鉴定检验受检样品数应不少于 5 件。当产品数量较少、价值昂贵或在产品上不具备测试试验条件时,可用与产品材质、表面状态、加工状态一致,并与产品一起同槽处理的替代试样来测试镀层的外观、厚度、附着强度、导电性、可焊性、耐高温性能、常压热循环、真空热循环等性能。替代试样的尺寸为  $40\text{ mm}\times 40\text{ mm}\times (1\sim 2)\text{ mm}$  或  $(\phi 20\sim \phi 100)\text{ mm}\times (1\sim 5)\text{ mm}$ 。

### 6.5.3 合格判据

检验合格判据如下:

- a) 其中一个检验项目不符合要求,则判定该项目鉴定检验不合格;
- b) 检验项目全部符合要求,则判定鉴定检验合格。

## 6.6 交收检验

### 6.6.1 检验时机

产品交付时,应进行交收检验。

### 6.6.2 检验数量

#### 6.6.2.1 组批

镀层按需方产品需求组批提交检验,同批次产品应在同一时间、同一操作者、同一槽体、同一工艺参数下完成。

#### 6.6.2.2 抽样要求

抽样要求如下。

- a) 外观采用产品 100% 进行检验。
- b) 当产品具备检验镀层厚度的条件时,可采用产品检验镀层厚度,抽样数量按照 GB/T 2828.1 中一次正常检查抽样方案(检查水平 II)执行,或由供需双方协商确定。当产品不具备检验镀层厚度的条件时,采用替代试样检验,数量为 3 件,尺寸一般为  $40\text{ mm}\times 40\text{ mm}\times (1\sim 2)\text{ mm}$  或  $(\phi 20\sim \phi 100)\text{ mm}\times (1\sim 5)\text{ mm}$ 。
- c) 附着强度、导电性、可焊性、耐高温性能采用替代试样检验,数量为 3 件,尺寸一般为  $40\text{ mm}\times 40\text{ mm}\times (1\sim 2)\text{ mm}$  或  $(\phi 20\sim \phi 100)\text{ mm}\times (1\sim 5)\text{ mm}$ 。

### 6.6.3 合格判据

检验合格判据如下。

- a) 检验项目全部符合要求,则判定该批产品合格。



- b) 检验项目中若外观不符合要求,则判定该件产品不合格。
- c) 检验项目中若抽样产品镀层厚度不符合要求,则对产品 100%进行复检,复检镀层厚度合格则判定该件产品合格,复检镀层厚度不合格则判定该件产品不合格;若替代试样镀层厚度不符合要求,且产品不具备检验镀层厚度的条件,则判定该批产品不合格。
- d) 检验项目中若附着强度不符合要求,则判定该批产品不合格。
- e) 检验项目中若导电性不符合要求,则判定该批产品不合格。
- f) 检验项目中若可焊性不符合要求,则判定该批产品不合格。
- g) 检验项目中若耐高温性能不符合要求,则判定该批产品不合格。

## 7 标识和随行文件

### 7.1 标识

标识一般在工程图、订购单、合同或产品说明书等文件中规定,标识内容一般包括但不限于基材材料、底镀层、中间镀层及面镀层的顺序、镀层厚度。

### 7.2 随行文件

每批产品应附有随行文件,主要包括:

- a) 合格证;
- b) 装箱单;
- c) 试验报告;
- d) 其他随行文件。

## 8 包装、运输和贮存

### 8.1 包装

镀覆后,产品采用干净、无污染绵纸、电容器纸等进行包装,必要时采用气垫膜进行二次包装,然后放入包装箱中。

### 8.2 运输

在产品运输时,应避免产品发生碰伤、划伤和受潮,保证包装箱无破损。

### 8.3 贮存

产品贮存时,不应碰伤、划伤和受潮,保持表面干净,不应裸手触摸。

后续使用过程中,不应将产品放置在具有粉尘等颗粒物的环境中,放置镀后产品的库房应远离含强酸等腐蚀性介质的大气环境,不应将带有镀层的产品放入剧烈的超声波环境中振荡,不应用尖锐的金属制品刺、划产品表面,以免损伤镀层。

附 录 A  
(规范性)  
镀层导电性试验方法

### A.1 仪器设备

A.1.1 采用直排四探针装置测试镀层导电性。

A.1.2 探针应采用坚硬、耐磨并具有良好导电性能的材料制成。探针一端应磨制成  $45^{\circ}\sim 90^{\circ}$  的圆锥形,探针尖端直径为  $25\ \mu\text{m}\sim 50\ \mu\text{m}$ 。

A.1.3 4 枚探针为一组,组装在一个绝缘的夹持装置上。4 枚探针中心轴线应排成一直线,相邻探针中心的间距为  $1\ \text{mm}\pm 0.008\ \text{mm}$ 。

A.1.4 4 枚探针应有沿轴线方向施加  $2\ \text{N}$  力的装置及电路端子。

A.1.5 装置探针的支架应有使探针阵列向被测替代试样表面垂直运行的机构,能调整、控制探针阵列中心在样品中心  $\pm 2\ \text{mm}$  范围内。并使 4 枚探针中心连线与替代试样长边平行,两线夹角不超过  $2^{\circ}$ 。

A.1.6 采用电阻值为  $1.0\ \Omega$  的标准电阻,精度不低于  $\pm 0.05\%$ 。供校准测试电路使用。

A.1.7 采用输出直流电在  $100\ \text{mA}$  档的恒流源,其不确定度数不超过  $\pm 0.05\%$ 。

A.1.8 数字电压表灵敏度不低于  $0.1\ \mu\text{V}$ 。

### A.2 试验要求

A.2.1 测试环境条件应满足:温度:  $23\ ^{\circ}\text{C}\pm 2\ ^{\circ}\text{C}$ ;相对湿度:小于  $60\%$ ;大气压力:  $86\ \text{kPa}\sim 106\ \text{kPa}$ 。

A.2.2 每个替代试样上的镀覆面积应不小于  $30\ \text{mm}\times 20\ \text{mm}$ ,用切割工具将替代试样周边  $5\ \text{mm}$  的镀覆层与中心部分  $20\ \text{mm}\times 10\ \text{mm}$  的镀覆层分割开,使之互相绝缘。

### A.3 试验步骤

A.3.1 校准电路。接通恒流源,使直流电输出为  $100\ \text{mA}\pm 50\ \mu\text{A}$ ,测量标准电阻 ( $1.0\ \Omega$ ) 两端的电压降,数字电压表应显示为  $100\ \text{mV}\pm 50\ \mu\text{V}$ 。

A.3.2 用测力计检查、调整每个探针的压力为  $2\ \text{N}$ 。

A.3.3 将待测的替代试样放在测试装置的平台,使替代试样长边与探针阵列中心连线平行,交角在  $2^{\circ}$  之内。

A.3.4 把数字电压表接到中间一对探针上。

A.3.5 放下探针阵列到替代试样上,使探针阵列中心在替代试样中心  $\pm 2\ \text{mm}$  范围内,4 探针尖端与替代试样镀层表面接触良好。

A.3.6 接通恒流源电源,使直流电输出为  $100\ \text{mA}$ 。

A.3.7 记下数字电压表显示的电位差值。

A.3.8 断开恒流源的电源。

A.3.9 升起探针阵列。

A.3.10 测量时,在替代试样中心  $\pm 2\ \text{mm}$  范围内,每相隔  $0.1\ \text{mm}\sim 0.2\ \text{mm}$  测取一组电流、电位差值,共测取 3 组,计算电位差值的算术平均值。

A.3.11 计算替代试样镀层的导电性,其电阻值按公式(A.1)计算。

$$R = \frac{V}{100}$$

.....( A.1 )

式中：

- $R$  ——替代试样镀层表面接触电阻值，单位为欧姆( $\Omega$ )；
- $V$  ——中间一对探针的电位差算术平均值，单位为毫伏特(mV)；
- 100——直流电输出电流值，单位为毫安(mA)。

附录 B  
(规范性)  
镀层耐高温性能试验方法

B.1 仪器设备

耐高温试验应选用的加热仪器设备,主要性能及技术指标应满足表 B.1 的要求。

表 B.1 仪器设备的主要性能及技术指标

序号	项目	技术指标
1	温度范围	最高温度不低于 300 ℃
2	控温精度	优于±5 ℃
注:若镀覆层易氧化,设备内部需为真空,保护性或还原性气氛,其中真空度不低于 1.0 Pa,保护性气氛采用氮气或者氩气,还原性气氛采用氢气。		

B.2 试验要求

- B.2.1 测试仪器设备内部应干净、无油污。
- B.2.2 测试过程中不应裸手接触镀覆层。
- B.2.3 测试过程中应保证替代试样之间彼此不接触,且替代试样不接触仪器设备的内壁。
- B.2.4 易氧化的镀覆层应在真空环境、保护性气氛环境或者还原性气氛环境中测试。

B.3 试验步骤

B.3.1 空气条件

- B.3.1.1 设定仪器设备的测试温度,设定温度为 250 ℃。
- B.3.1.2 当测试设备达到设定温度后,保温 15 min 以上。
- B.3.1.3 打开测试设备,放入待测试替代试样。
- B.3.1.4 待测试设备重新达到设定温度后,保温 5 min~10 min。
- B.3.1.5 取出替代试样,冷却至室温。
- B.3.1.6 检验替代试样外观。

B.3.2 真空、还原性气体或者保护性气体条件

- B.3.2.1 打开测试设备,放入待测试替代试样。
- B.3.2.2 测试设备抽真空,通入保护性气体或还原性气体。
- B.3.2.3 设定仪器设备的测试温度,设定温度为 250 ℃。
- B.3.2.4 当测试设备达到设定温度后,保温 15 min 以上。
- B.3.2.5 待测替代试样随炉冷却至室温后,取出替代试样。
- B.3.2.6 检验替代试样外观。