



中华人民共和国国家标准

GB/T 43764—2024

航天功能镀覆层 消杂光镀层

Space functional coatings—Plating for eliminating stray light

2024-03-15 发布

2024-07-01 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	I
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) 真空-紫外辐照试验方法	8
附录 B (规范性) 原子氧试验方法	9
附录 C (规范性) 空间粒子辐照试验方法	10

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、上海航天设备制造总厂有限公司、中国科学院上海硅酸盐研究所、北京空间机电研究所、上海航天控制技术研究所、航天材料及工艺研究所、西安航天发动机有限公司、中国科学院长春光学精密机械与物理研究所。

本文件主要起草人：白晶莹、王景润、马强、程德、张家强、李思振、王甜甜、张德忠、翟运飞、辛世刚、段鹏飞、张立功、蒋明霞、杜伟峰、李俊峰、顾栩涵、杨战争、樊博、文陈、平托、易娟、杨鑫。



航天功能镀覆层 消杂光镀层

1 范围

本文件规定了航天光学产品表面通过电镀、化学镀、真空镀等方法取得的消杂光镀层的技术要求、试验方法、检验规则、标识和随行文件、包装、运输和贮存。

本文件适用于铝、镁、钛、铜、铁等金属及其合金材料以及金属基复合材料上的消杂光镀层(镀黑镍、镀黑铬、镀黑锌、镀黑铜等)的检验及验收。

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 3138 金属及其他无机覆盖层 表面处理 术语
- 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 10988 光学系统杂(散)光测量方法
- GB/T 13962 光学仪器术语
- GB/T 25968 分光光度计测量材料的太阳透射比和太阳吸收比试验方法
- GB/T 34517 航天器用非金属材料真空出气评价方法
- GB/T 34522 航天器热真空试验方法

3 术语和定义

GB/T 3138、GB/T 10988 和 GB/T 13962 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

光学产品在进行表面镀覆前,应先采用乙醇等溶剂或采用其他方法去除油污后再进行镀覆处理。

4.2 镀层结构

消杂光镀层一般由底镀层及面镀层组成,要求如下:

- a) 底镀层应根据基材选用浸锌、镀铜或镀镍等;
- b) 面镀层应选用镀黑镍或镀黑铬、镀黑锌、镀黑铜等。

4.3 外观

4.3.1 颜色

镀层应呈黑色或灰黑色,且连续均匀。

4.3.2 允许缺陷

镀层允许缺陷为：

- 由表面粗糙度、材料、状态差异导致的色泽差异；
- 轻微的夹具接触痕迹；
- 边角与深凹处镀层颜色有差异；
- 直径小于或等于 6.0 mm，其深度大于 1 倍孔径的盲孔内表面无镀层、深度大于或等于 2 倍孔径的通孔(槽)内表面无镀层。

4.3.3 不允许缺陷

镀层不允许缺陷为：

- 对性能、使用起到重要作用的表面上局部无镀层；
- 严重水渍；
- 镀层有烧伤及裂纹；
- 镀层起泡、脱落。

4.4 厚度

镀层厚度应符合表 1 的规定。当需方对镀层厚度有特殊要求时，应经供需双方协商。

表 1 消杂光镀层厚度

单位为微米

序号	适用对象	厚度
1	常规消光环境(常规遥感光学环境)	2.0~5.0
2	光谱消光环境(高光谱遥感光学环境)	7.0~15.0

4.5 附着强度

经附着强度试验后，镀层外观应满足 4.3 的要求。

4.6 太阳吸收比

镀层的太阳吸收比应符合表 2 的规定。当需方对镀层的太阳吸收比有特殊要求时，应经供需双方协商。

表 2 消杂光镀层太阳吸收比

序号	适用对象	太阳吸收比(α_s)
1	常规消光环境(常规遥感光学环境)	≥ 0.90
2	光谱消光环境(高光谱遥感光学环境)	≥ 0.95

4.7 常压热循环

经过 100 次热循环试验后，镀层外观应满足 4.3 的要求，太阳吸收比变化 $\Delta\alpha_s \leq 0.02$ 。

4.8 真空热循环

经过 8.5 次真空热循环试验,镀层外观应满足 4.3 的要求,太阳吸收比变化 $\Delta\alpha_s \leq 0.02$ 。

4.9 真空-紫外辐照

经过总辐照剂量不小于 5 000 ESH 等效太阳时的真空-紫外辐照试验后,镀层外观应满足 4.3 的要求,太阳吸收比变化 $\Delta\alpha_s \leq 0.02$ 。

4.10 原子氧

经过总剂量不小于 $(1 \times 10^{20}) \text{ Atoms/cm}^2$ 的原子氧试验后,镀层外观应满足 4.3 的要求,太阳吸收比变化 $\Delta\alpha_s \leq 0.02$ 。

4.11 空间粒子辐照

经过空间粒子辐照试验后,镀层外观应满足 4.3 的要求,太阳吸收比变化 $\Delta\alpha_s \leq 0.02$ 。

4.12 真空挥发性

总质量损失(TML)不大于 0.1%,可凝挥发物(CVCM)不大于 0.05%。

4.13 可清洗性

经无水乙醇等溶剂清洗后,镀层外观应满足 4.3 的要求。

5 试验方法

5.1 外观

在照度不小于 300 lx 条件下,用目视法进行检查,产品与眼睛的距离约为 350 mm,必要时可使用 5 倍~10 倍的放大镜检验。

5.2 厚度

按 GB/T 6462 的规定,对替代试样在显微镜下进行厚度检测。

5.3 附着强度

按 GB/T 5270 对替代试样进行划格或热震。

5.4 太阳吸收比

按 GB/T 25968 的规定进行。

5.5 常压热循环

在液氮 $-196 \text{ }^\circ\text{C}$ ~ $(100 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ 的 100 次热循环试验前后,检查镀层外观及太阳吸收比。其中 $(100 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ 采用鼓风干燥箱。高温和低温的保温时间一般不少于 10 min。冷热工况之间的间隔时间一般不大于 10 s。

5.6 真空热循环

在 GB/T 34522 真空热循环试验前后,检查镀层外观及太阳吸收比。其中空间环境模拟室内压强不高于 (6.65×10^{-3}) Pa,经低温 $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$,高温 $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$,每一个循环高、低温端各保持时间不少于 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。

5.7 真空-紫外辐照

按照附录 A 进行真空-紫外辐照试验,在试验前后,检查镀层外观及太阳吸收比。

5.8 原子氧

按照附录 B 进行原子氧试验,在试验前后,检查镀层外观及太阳吸收比。

5.9 空间粒子辐照

按照附录 C 进行真空-电子、真空-质子辐照试验,在试验前后,检查镀层外观及太阳吸收比。

5.10 真空挥发性

按照 GB/T 34517 进行真空挥发性试验后,并计算总质量损失(TML)和可凝挥发物(CVCM)。

5.11 可清洗性

用纱布等纤维材料蘸无水乙醇等溶剂擦拭产品表面,目视检查镀层外观。

6 检验规则

6.1 检验分类

本文件规定的检验分类如下:

- a) 鉴定检验;
- b) 交收检验。

6.2 检验环境条件

各检验应在下列环境条件下进行:

- a) 温度: $15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 气压:在当地环境大气压;
- 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如下要求:

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

6.4 检验项目

检验项目及相应试验方法和要求应符合表 3 的规定。

表3 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	太阳吸收比	●	●	4.6	5.4
5	常压热循环	●	—	4.7	5.5
6	真空热循环	●	—	4.8	5.6
7	真空-紫外辐照	●	—	4.9	5.7
8	原子氧	●	—	4.10	5.8
9	空间粒子辐照	●	—	4.11	5.9
10	真空挥发性	●	—	4.12	5.10
11	可清洗性	●	—	4.13	5.11
注：“●”为必检项目；“—”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:

- 新研工艺或新建生产线初次使用前;
- 溶液配方、基材材料、设备或工艺流程发生重大改变时;
- 设备、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厚度、附着强度等性能。替代试样的尺寸为40 mm×40 mm×(1~2) mm或(ϕ 20~ ϕ 100)mm×(1~5)mm。

6.5.3 合格判据

合格判据如下:

- 其中一个检验项目不符合要求,则判定该检验项目鉴定检验不合格;
- 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 抽样方案

抽样要求如下:

- a) 产品应 100% 进行外观检验;
- b) 厚度、附着强度、太阳吸收比采用替代试样检验,数量不少于 3 件,尺寸为 $40\text{ mm} \times 40\text{ mm} \times (1 \sim 2)\text{ mm}$ 或 $(\phi 20 \sim \phi 100)\text{ mm} \times (1 \sim 5)\text{ mm}$ 。

6.6.3 合格判据

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) 检验项目中若厚度不符合要求,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) 检验项目中若太阳吸收比不符合要求,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、底镀层及面镀层。

7.2 随行文件

每批产品应附有随行文件,一般包括:

- 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,产品不应发生碰伤、划伤和受潮,应保证包装箱无破损。

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)

真空-紫外辐照试验方法

A.1 仪器设备

A.1.1 空间粒子辐照试验设备应有真空室,能达到的真空度不高于 $(1.3 \times 10^{-3})\text{Pa}$ 。

A.1.2 真空室应无油污污染。

A.2 试验条件

A.2.1 试验时真空室压力应不高于 $(1.3 \times 10^{-3})\text{Pa}$ 。

A.2.2 近紫外波长范围为 200 nm~400 nm,辐照度为 $118 \text{ W/m}^2 \sim 590 \text{ W/m}^2$,辐照不均匀度应不超过 $\pm 15\%$ 。

A.2.3 远紫外波长范围为 10 nm~200 nm,辐照度为 $0.1 \text{ W/m}^2 \sim 10 \text{ W/m}^2$,辐照不均匀度应不超过 $\pm 20\%$ 。

A.2.4 总辐照剂量不小于 5 000 ESH(等效太阳时)。

A.3 试验程序

A.3.1 检查镀层外观、测试太阳吸收比。

A.3.2 将替代试样放入试验设备内部。

A.3.3 当达到规定的辐照剂量后,取出替代试样。

A.3.4 检查镀层外观、测试太阳吸收比。



附录 B
(规范性)
原子氧试验方法

B.1 仪器设备

B.1.1 空间粒子辐照试验设备应有真空室,能达到的真空度不高于 1.3×10^{-3} Pa。

B.1.2 真空室应无油污污染。

B.1.3 原子氧通量密度偏差应不超过 $\pm 10\%$ 。

B.2 试验条件

B.2.1 试验时真空室压力应不高于 (1.3×10^{-3}) Pa。

B.2.2 原子氧通量密度不小于 (1×10^{14}) Atoms/($\text{cm}^2 \cdot \text{s}$)。

B.2.3 试验时原子氧动能为 $5 \text{ eV} \pm 0.75 \text{ eV}$ 。

B.2.4 总剂量不小于 (1×10^{20}) Atoms/ cm^2 。

B.3 试验程序

B.3.1 检查镀层外观、测试太阳吸收比。

B.3.2 将替代试样放入试验设备内部。

B.3.3 当达到规定的剂量后,取出替代试样。

B.3.4 检查镀层外观、测试太阳吸收比。

附录 C
(规范性)
空间粒子辐照试验方法

C.1 仪器设备

C.1.1 空间粒子辐照试验设备应有真空室,能达到的真空度不高于 (1.3×10^{-3}) Pa。

C.1.2 空间粒子辐照试验设备的辐照电子能量应涵盖试验条件。

C.1.3 空间粒子辐照偏差应不超过 $\pm 10\%$ 。

C.2 试验条件

C.2.1 试验时真空室压力应不高于 (1.3×10^{-3}) Pa。

C.2.2 真空-电子辐照;总剂量不小于 (1×10^{16}) e/cm²。电子能量根据镀层特性选取 10 keV~60 keV。

C.2.3 真空-质子辐照;总剂量不小于 (1×10^{11}) p/cm²。质子能量根据镀层特性选取 10 keV~60 keV。

C.3 试验程序

C.3.1 检查镀层外观、测试太阳吸收比。

C.3.2 将替代试样放入试验设备内部。

C.3.3 当达到规定的辐照剂量后,取出替代试样。

C.3.4 检查镀层外观、测试太阳吸收比。



