|  |  |
| --- | --- |
| ICS | 点击此处添加ICS号 |
| CCS | |  | | --- | | D:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T.pngD:\000000部门项目\09标准化插件开发\程序源代码\StandardEditor_ShanDongKeXieYuan\团标首页面字母T后面的反斜杠.png |   点击此处添加CCS号 |

团体标准

T/XXX XXXX—XXXX

微弧氧化陶瓷膜通用规范

General specification for micro-arc oxidation ceramic film

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中国表面工程协会  发布

目次

[1 范围 1](#_Toc197434186)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc197434187)

[3 术语和定义 1](#_Toc197434188)

[4 要求 1](#_Toc197434189)

[5 质量保证规定 2](#_Toc197434190)

[6 交货准备 5](#_Toc197434191)

[7 说明事项 5](#_Toc197434192)

[附录A（规范性） 微弧氧化膜样板制作要求 7](#_Toc197434193)

微弧氧化陶瓷膜通用规范

* 1. 范围

本文件规定了铝及铝合金、镁及镁合金、钛及钛合金微弧氧化陶瓷膜层的质量要求、验收规则和检验方法等。

本文件适用于铝及铝合金、镁及镁合金、钛及钛合金零部件微弧氧化陶瓷膜层的质量验收。

* 1. 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 1410-2006 材料体积电阻率和表面电阻率试验方法

GB/T 4340.1 金属维氏硬度试验 第1部分：试验方法

GB/T 4957 非磁性基体金属上非导电覆盖层覆盖层厚度测量涡流法

GB/T 6062-2009 产品几何技术规范(GPS)表面结构轮廓法接触(触针)式仪器的标称特性

GB/T 6461 金属基体上金属和其他无机覆盖层经腐蚀试验后的试样和试样的评级

GB/T 6462 金属和氧化物覆盖层厚度测量显微镜法

GB/T 8642 热喷涂 抗拉结合强度的测定

GB/T 9286- 2021 色漆和清漆 划格试验

GB/T 12611 金属零（部）件镀覆前质量控制技术要求

GJB 179A-1996 计数抽样检验程序及表

GJB 150.1A 军用装备实验室环境试验方法 第1部分：通用要求

GJB 150.9A 军用设备环境试验方法 湿热试验

GJB 150.10A 军用设备环境试验方法 霉菌试验

GJB 150.11A 军用设备环境试验方法 盐雾试验

GJB 2502.3-2015 航天器热控涂层试验方法 第3部分:发射率测试

HB 5057-1993 铝及铝合金硬质阳极氧化膜层质量检验

* 1. 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

* 1. 要求
     1. 外观

微弧氧化膜层应连续均匀，不应有露白、麻点、起泡、裂纹、电击伤等缺陷。

微弧氧化膜允许有轻微的挂具印痕和轻微的封闭液流痕。

微弧氧化膜允许因基体化学成分、膜层厚度、工艺参数的不同而呈现不同颜色。

除非另有规定，局部微弧氧化的零件膜层交接处允许向任意方向位移2mm。

除非另有规定，孔径不大于6mm的盲孔，在其深度大于孔径的1倍处的内表面可无膜层；孔径大于6mm 的盲孔（或槽缝），在其深度大于孔径（或宽度）的2 倍处的内表面可无膜层。

* + 1. 厚度

厚度应符合零件图样或技术文件的规定。产品图样未作规定时，如用于提高电泳漆与基体结合力的，膜层厚度应为4~10μm；如用于喷漆底层提高与基体的结合力，膜层厚度应不低于5μm；用于提高基材的耐腐蚀性能，膜层厚度应不低于10μm；用于提高膜层的耐磨性能，膜层的厚度应不低于30μm。

* + 1. 附着力

按照4.5.3规定的方法试验后，试验结果应满足1级以上。

按照4.5.3规定的方法试验后，微弧氧化膜层的结合强度应不小于30MPa。

* + 1. 硬度

硬度应符合零件图样或技术文件的规定。如无特殊要求，按照4.5.4规定的方法试验后，镁合金微弧氧化本色膜层的硬度应不小于500HV0.02；镁合金微弧氧化黑色膜层的硬度应不小于200HV0.02；铝合金微弧氧化本色膜层的硬度应不小于800HV0.05；铝合金微弧氧化黑色膜层的硬度应不小于500HV0.02；钛合金微弧氧化本色膜层的硬度应不小于500HV0.02；钛合金微弧氧化黑色膜层的硬度应不小于200HV0.02。

* + 1. 粗糙度

按照4.5.5规定的方法试验后，当膜层厚度小于10μm时，膜层的粗糙度（Ra）应不超过1.2μm；当膜层厚度小于20μm时，膜层的粗糙度（Ra）应不超过2.0μm；当膜层厚度小于40μm时，膜层的粗糙度（Ra）应不超过3.2μm。

* + 1. 耐盐雾性能

按照4.5.6规定的方法试验后，未经封闭的镁合金微弧氧化膜层中性盐雾试验96h，膜层保护等级应大于9级。经封闭的镁合金微弧氧化膜层中性盐雾试验336h，不应出现腐蚀、脱落现象，试样表面允许轻微变色或局部变暗。

未经封闭的铝合金微弧氧化膜层中性盐雾试验192h，膜层保护等级应大于9级。经封闭的铝合金微弧氧化膜层中性盐雾试验500h，不应出现腐蚀、脱落现象，试样表面允许轻微变色或局部变暗。

未经封闭的钛合金微弧氧化膜层中性盐雾试验192h，膜层保护等级应大于9级。经封闭的钛合金微弧氧化膜层中性盐雾试验500h，不应出现腐蚀、脱落现象，试样表面允许轻微变色或局部变暗。

* + 1. 耐湿热性能

按照4.5.7规定的方法试验后，湿热试验240h，不应出现腐蚀、脱落现象，试样表面允许轻微变色或局部变暗。

* + 1. 耐霉菌性能

按照4.5.8规定的方法试验后，湿热试验28d后，膜层耐霉菌性应不低于1级。

* + 1. 热辐射性能

按照4.5.9规定的方法试验后，微弧氧化膜层用作低吸收-发射比热控涂层时，其半球发射率应大于0.85。

* + 1. 绝缘性能

按照4.5.10规定的方法试验后，以同槽处理的微弧氧化试样进行膜层绝缘性的检测，绝缘电阻不小于100MΩ。

* 1. 质量保证规定
     1. 检验分类

本规范规定的检验分类如下：

1. 鉴定检验；
2. 质量一致性检验，分为：交收检验和周期检验。
   * 1. 检验条件

除另有规定外，检验条件应符合GJB 150.1A-2009中3.1~3.4的规定。

* + 1. 鉴定检验
       1. 检验时机

当具有下列情况之一时，应进行鉴定检验：

1. 首次生产时；
2. 用于微弧氧化膜层生产的原材料、工艺参数发生较大变化时；
3. 停产6个月及以上恢复生产时。
   * + 1. 检验项目

除另有规定外，鉴定检验项目见表1。

1. 检验项目

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 鉴定检验 | 质量一致性检验 | | 要求章条号 | 检验方法章条号 |
| 交收检验 | 周期检验 |
| 1 | 外观 | ● | ● | ● | 3.1 | 5.1 |
| 2 | 厚度 | ● | ● | ● | 3.2 | 5.2 |
| 3 | 附着力 | ● | ● | ● | 3.3 | 5.3 |
| 4 | 硬度 | ○ | － | ○ | 3.4 | 5.4 |
| 5 | 粗糙度 | ○ | － | ○ | 3.5 | 5.5 |
| 6 | 耐蚀性 | ○ | － | ○ | 3.6 | 5.6 |
| 7 | 耐湿热性能 | ○ | － | ○ | 3.7 | 5.7 |
| 8 | 耐霉菌性能 | ○ | － | ○ | 3.8 | 5.8 |
| 9 | 耐辐射性能 | ○ | － | ○ | 3.9 | 5.9 |
| 10 | 耐绝缘性能 | ● | － | ● | 3.10 | 5.10 |
| 1. “●”为必检项目；“○”为订购方和承制方协商检验项目；“－”为不检项目。 | | | | | | |

* + - 1. 受检样品数

外观、厚度两项的受检对象为零部件;其他项目的受检对象均为样板，其中，附着力、硬度、绝缘性能的样板为1件，耐磨性、耐蚀性、耐湿热性能、耐霉菌性能及热辐射性能样板数量均为3件。

* + - 1. 合格判据

若受检样品在所有检验项目符合本规范的规定，则鉴定检验合格。若其中任何一项检验项目不符合规定时，则鉴定检验不合格。

* + 1. 质量一致性检验
       1. 交收检验
          1. 检验项目

交收检验项目见表1.

* + - * 1. 生产批

在相同生产条件下生产，并在同一时间内提交的相同类型的产品为一批。

* + - * 1. 受检样品数

对提交检验批的产品100%进行检验。

* + - * 1. 合格判据

若受检样品在所有检验项目符合本规范的规定，则判该件产品交收检验合格。

若受检产品在其中任何一项检验项目不符合本规范的规定，则判该件产品交收检验不合格。检验不合格的产品进行检验项目返工整改后可重新提交检验，所有检验项目符合规定，则判该件产品交收检验合格；若该产品在其中任何一项仍不符合规定，则判该件产品为不合格品。

* + - 1. 周期检验
         1. 检验时机

周期检验应在交收检验合格检验批的产品上进行。

在连续生产状态下,周期检验以一个季度为一周期,应在每一季度的第一月内任一批次中进行抽样。也可依据设计部门要求进行周期检验项目的试验。

* + - * 1. 检验项目

周期检验项目见表1。

* + - * 1. 抽样方案

用于周期检验的样品，按照 GJB 179A-1996 规定的一次正常检査抽样方案进行，检査水平为S-3，AQL=1.0。

* + - * 1. 合格判据

若受检样品在所有检验项目符合规定，则判周期检验合格。若其中任何一项检验项目不符合规定，则判周期检验不合格。当周期检验不合格时，应立即暂停生产和交收检验，并将经交收检验合格入库的产品停止交付订货方，已交付订货方的产品原则上应退回供货方或双方协商解决：只有采取纠正措施后生产的产品，经周期检验合格后，才能恢复正常生产和交收检验。

* + 1. 检验方法
       1. 外观

应在天然散射光或无反射光的白色透射光线下目视检查，光的照度不应低于300LX（即相当于零件放在40W日光灯下500mm处的光照度）。

必要时允许用3~5倍放大镜检验。

* + - 1. 厚度

在零件确定区域位置上至少随机测量5点，任意点的测量值都应在标准规定范围内，取其平均值作为厚度值。当零件形状复杂无法直接测量时，允许采用与零件材料、表面积相同，形状相似，且表面有不小于10mm×10mm的平面的同槽试样上进行检验。

膜层厚度按下述方法之一进行检验：

a）采用非磁性测量法按GB/T 4957 进行；

b）采用显微镜测量法按GB/T 6462进行。

仲裁检验应采用显微镜测量法。

* + - 1. 附着力

无定量要求，按照附录A准备的试样，按照GBT 9286 色漆和清漆 划格试验要求进行。

有定量要求，按照附录A准备的试样，按GB/T 8642-2002 热喷涂 抗拉结合强度的测定要求进行。

* + - 1. 硬度

按照附录A准备的试样，按GB/T 4340.1的规定在膜层截面中致密层的白亮区进行。

* + - 1. 粗糙度

按照附录A准备的试样，按GB/T 6062-2009的规定进行。

* + - 1. 耐盐雾性能

按照附录A准备的试样，按GJB 150.11军用装备实验室环境试验方法 第11部分：盐雾试验的要求进行。

* + - 1. 耐湿热性能

按照附录A准备的试样，按GJB 150.9军用装备实验室环境试验方法 第9部分：湿热试验的要求进行。

* + - 1. 耐霉菌性能

按照附录A准备的试样，按GJB 150.10军用装备实验室环境试验方法 第10部分：霉菌试验的要求进行。

* + - 1. 热辐射性能

按照附录A准备的试样，按GJB 2502.3-2015 规定的方法测试半球发射率。

* + - 1. 绝缘性能

按照附录A准备的试样，按GB/T 1410-2006规定的方法测试

* + - 1. 包装

采用目视法检验，按照6.1检查包装材料、包装方式的符合性和包装的完好性。

* 1. 交货准备
     1. 包装

经微弧氧化处理的零件应使用中性、洁净、柔软、不释放对膜层有害气对膜层有害物质的包装纸包装，重要零部件应逐件包装，并放入包装箱，禁止裸手接触零部件。

* + 1. 运输与贮存

经微弧氧化处理的零部件在运输、贮存过程中，应避免机械损伤和膜层损伤，避免受雨水、尘埃、酸、碱等有害物质侵蚀及污染。

* 1. 说明事项
     1. 预定用途

防护性微弧氧化膜主要应用于需提高表面耐磨性和耐蚀性的铝及铝合金、镁及镁合金、钛及钛合金零部件；若与油漆涂层配合一起使用，可进一步提升零部件的耐蚀性。

微弧氧化型热控涂层是用于温度控制的功能膜层，主要应用于航天产品的铝及铝合金、镁合金、钛及钛合金零部件。

* + 1. 分类

微弧氧化膜按照应用场合分为以下两种：

1. 防护性微弧氧化膜；
2. 微弧氧化型热控涂层。
   * 1. 订购文件中应明确的内容

合同或订单中应载明下列内容：

1. 本规范的名称、标准号；
2. 微弧氧化膜的外观（颜色）、厚度、附着力、粗糙度(有要求时)、硬度(有要求时)、耐蚀性(有要求时)等要求；
3. 交货方式。
5. （规范性）  
   微弧氧化膜样板制作要求
   1. 样板制作

用于鉴定检验和质量一致性检验的样板制作应在随零部件微弧氧化膜生产时一同进行,包括全部预处理和后处理(封闭处理)。

样板的材料牌号(含热处理状态)应和产品相同。

* 1. 附着力样板

按照GBT 9286标准检测的样板，常用尺寸为150 mm×100 mm×1mm(长度×宽度×厚度)，表面粗糙度应不大于 1.6μm。

按GB/T 8642 标准检测的样板，常用尺寸为Φ25mm×50mm（直径×长度）的圆柱试棒。试棒一端中心钻有M16×30的螺纹孔，表面粗糙度应不大于 1.6μm。

* 1. 硬度测试样板

硬度试样板一般为矩形平板，常用尺寸为50 mm×100 mm×3mm（长度×宽度×厚度)，表面粗糙度应不大于1.6μm。

* 1. 粗糙度测试样板

粗糙度试样板一般为矩形平板，常用尺寸为50 mm×100 mm×3mm（长度×宽度×厚度)，表面粗糙度应不大于0.8μm。

* 1. 环境测试样板

耐蚀性、耐霉菌性能和耐湿热性能测试样板一般为矩形平板，常用尺寸为150 mm×100 mm×1mm（长度×宽度×厚度)，表面粗糙度应不大于1.6μm。

* 1. 热辐射性能测试样板

热辐射性能测试样板为正方形平板，常用尺寸为40mm×40mm×3mm(厚度)，平面度应不大于0.02mm;样板的加工过程(含机加工、热处理等)、表面状态应和产品相同。

* 1. 绝缘性能测试样板

绝缘性能测试样板常用尺寸为50 mm×100 mm×1mm（长度×宽度×厚度)，表面粗糙度应不大于1.6μm。

