

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号



# 团 体 标 准

T/CSEA XXXX—XXXX

## 纺织机械零件热喷涂陶瓷涂层 技术条件

Technical specification for thermal sprayed ceramic coating on textile machinery parts

(报批稿)

(本草案完成时间: )

在提交反馈意见时, 请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国表面工程协会 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。

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。

本文件由中国表面工程协会热喷涂分会提出。

本文件由中国表面工程协会归口。

本文件起草单位：德清创智科技股份有限公司、航天材料及工艺研究所、中国科学院金属研究所、中国科学院上海硅酸盐研究所、浙江师范大学、江苏英迈杰机械有限公司、沈阳石花微纳材料科技有限公司、中国表面工程协会热喷涂分会。

本文件主要起草人：陈峰、沈健健、李春、吴朝军、常新春、陶顺衍、王晓明、张方权、吴立军、姚卫康、孙景和。

# 纺织机械零件热喷涂陶瓷涂层 技术条件

## 1 范围

本文件规定了纺织机械零件热喷涂陶瓷涂层的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于纺织机械零件热喷涂陶瓷涂层制备及检验。

## 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 5243 硬质合金制品的标志、包装、运输和贮存

GB/T 8642 热喷涂 抗拉结合强度的测定

GB/T 9790 金属材料 金属及其他无机覆盖层的维氏和努氏显微硬度试验

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 10610 产品几何技术规范（GPS） 表面结构 轮廓法 评定表面结构的规则和方法

GB/T 11373 热喷涂 金属零部件表面的预处理

GB/T 11374 热喷涂涂层厚度的无损测量方法

GB/T 19352 热喷涂 热喷涂结构的质量要求

GB/T 19356 热喷涂 粉末 成分和供货技术条件

GB/T 19823 热喷涂 工程零件热喷涂涂层的应用步骤

GB/T 37707 热喷涂 热喷涂零件 技术供应条件

HB 20195 热喷涂涂层金相检验

## 3 术语和定义

GB/T 11373、GB/T 19823界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**同步试样 Synchronous sample**

在相同设备和工艺条件下随工件一同喷涂的涂层样件。

### 3.2

**粘结层**

在金属基体上喷涂的，改善表面陶瓷涂层与金属基体之间结合性能的合金底层。

### 3.3

**工作层**

在粘结层表面喷涂的，实现零件涂层性能的陶瓷涂层。

## 4 涂层处理

### 4.1 热喷涂前处理

#### 4.1.1 基材材料

纺织机械零件基材及性能应满足用户和设计要求。

#### 4.1.2 零件加工

纺织机械零件喷涂前应满足下列要求：

- a) 尺寸精度和几何公差应符合设计要求；
- b) 零件轮廓及表面基准均匀度应满足用户和设计要求。

#### 4.1.3 表面预处理

喷涂前表面预处理应符合 GB/T 11373 的规定，应按下列步骤执行：

- a) 清洁：可采用有机溶剂浸泡擦洗；钢基体还可采用碱性金属清洗剂浸泡或加超声波清洗方式；
- b) 遮蔽保护：基材非喷涂区应采用工装夹具或专用遮蔽胶带等遮蔽保护；
- c) 喷砂粗化：喷砂材料应采用白刚玉或棕刚玉，粒度尺寸应为 F30~F80；宜采用射吸式喷砂枪，喷砂压力宜为 0.2MPa~0.5MPa；喷砂后基材表面氧化层应去除，清洁度应达到 Sa3.0 级，表面粗糙度 Ra 宜为  $2\mu\text{m}\sim 8\mu\text{m}$ 。

#### 4.2 工艺材料

热喷涂粉末应符合 GB/T 19356 的规定，并应符合下列规定：

- a) 热喷涂粉末材料可根据涂层功能分为粘结层材料与工作层材料。粘结层应采用合金材料，工作层应采用陶瓷材料；
- b) 粉末材料及粒度分布宜符合表 1 的规定；
- c) 对高速化纤丝等高耐磨工况宜采用氧化铬、AT3 涂层；对导静电的工况应选用 AT40、AT20 涂层；对潮湿腐蚀性工况不宜选用 NiAl 合金粘结层，应选用 NiCr 合金粘结层；
- d) 陶瓷粉末可采用熔融破碎或团聚造粒型粉末，合金粉末可采用包覆或雾化法造粒粉末；粉末流动性应满足稳定喷涂操作需要，粒度分布应满足对涂层粗糙度、表面状态要求；
- e) 用户有特殊要求的应按用户要求选用。

表1 粉末材料及粒度分布

粉末材料成分	简称	粒度分布 D10 ( $\mu\text{m}$ )	粒度分布 D50 ( $\mu\text{m}$ )	粒度分布 D90 ( $\mu\text{m}$ )	涂层类型
NiCr (80wt%Ni+20wt%Cr)	NiCr	6~15	17~30	35~55	合金粘结层
NiAl (95wt%Ni+5wt%Al)	NiAl				
97wt%氧化铝+3wt%氧化钛	AT3	10~18	23~35	38~52	陶瓷工作层
80wt%氧化铝+20wt%氧化钛	AT20				
60wt%氧化铝+40wt%氧化钛	AT40				
氧化铬	氧化铬				

#### 4.3 热喷涂涂层制备

4.3.1 热喷涂涂层制备应按 GB/T 19823 的规定执行，热喷涂涂层制备步骤宜包括预热、喷涂合金粘结层和喷涂陶瓷工作层。

4.3.2 基体预热及喷涂温度控制应符合下列规定：

- a) 钢基体可用喷枪预热，铝、铜等有色金属基体预热宜间接加热方式；
- b) 基体和涂层温度可采用非接触式红外测温仪测量；
- c) 铝、铜基体预热温度宜为 (60~90)℃，钢基体宜为 (80~120)℃；
- d) 涂层喷涂温度控制铝、铜基体不应超过 150℃；钢基体不应超过 200℃；

4.3.3 喷涂合金粘结层厚度宜为 0.05mm。

4.3.4 喷涂陶瓷工作层厚度宜为 0.1mm~0.25mm。

#### 4.4 涂层后处理

工件表面热喷涂制备涂层后，宜依次进行封孔、磨削或抛光等后处理。

#### 4.4.1 封孔处理

涂层应按GB/T 19823的规定，喷涂后应进行封孔处理，封孔工艺宜采用刷涂、浸泡等方式。封孔剂选择应满足零件工作要求，宜采用下列类型：

- a) 80号微晶石蜡；
- b) 液态有机树脂类，包括酚醛树脂、环氧树脂、聚氨酯、有机硅树脂等。

#### 4.4.2 磨削或抛光处理

涂层表面应满足涂层表面粗糙度和表面形貌要求，应采用磨削或抛光等处理。可根据零件形状，采用砂轮磨削或纤维抛轮、砂带等柔性抛光方式。零件几何精度应满足设计或用户要求。

### 5 技术要求

热喷涂陶瓷涂层性能应符合表2的规定。

表2 热喷涂陶瓷涂层性能

序号	试验项目	性能要求			
1	外观	涂层应均匀连续，无涂层缺失、凸点、鼓包、裂纹等表面缺陷			
2	尺寸精度、几何公差	符合设计要求			
3	厚度（mm）	0.05~0.2			
4	表面粗糙度 Ra（ $\mu\text{m}$ ）	0.1~2.5			
5	孔隙率	AT3	AT20	AT40	氧化铬
		<10%	<10%	<7%	<7%
6	显微硬度（HV0.3）	AT3	AT20	AT40	氧化铬
		800~1000	750~950	600~800	900~1300
7	显微组织	200倍光学显微镜下涂层组织均匀，无横向裂纹、界面分离等缺陷			
8	抗拉结合强度（MPa）	$\geq 20$			
9	耐腐蚀性能	中性盐雾试验不小于72h，涂层表面无鼓包或开裂			

### 6 试验方法

#### 6.1 外观

6.1.1 涂层表面外观检验应按GB/T 37707的规定执行，可采用目视检查。

6.1.2 检验人员视力或矫正视力应在1.0或以上；检查条件应在自然散射光或无反射光线下，光的照度不应低于300lx；必要时，可选用6~10倍放大镜观察。

#### 6.2 尺寸精度、几何公差

几何尺寸、形位公差应符合供需双方订货图纸及技术文件要求，可采用游标卡尺、千分尺、投影仪等测量仪器测量。

#### 6.3 厚度

涂层厚度检验应符合下列规定：

- a) 测量热喷涂陶瓷涂层厚度可采用游标卡尺或千分尺，也可采用无损测厚仪测量。工件涂层无法满足测量条件时，应制作同步试样进行测试；
- b) 采用无损测厚仪测量，测量应符合GB/T 11374的规定，对非铁基材料应采用涡流法测量，对铁基磁性材料应采用磁性法测量；测量位置距边部不应小于5mm，对3~5个不同位置测量涂层厚度，应计算涂层平均厚度作为涂层厚度值。

#### 6.4 表面粗糙度

表面粗糙度检验应按GB/T10610的规定执行，可采用目视法、样块比对法、触针式粗糙度仪检测。采用触针式粗糙度仪，应对3~5个不同位置测量涂层表面粗糙度，计算平均值作为涂层表面粗糙度值；产品形状无法使用粗糙度仪测量时，应制作同步试样进行测试。

#### 6.5 孔隙率

孔隙率检验应符合下列规定：

- a) 检验试样应采用喷涂工件或同步试样；
- b) 将试样沿横截面切割，横截面宜靠近试样中心，经镶样后制成金相试样；
- c) 用金相显微镜对涂层显微组织观察，200倍下随机拍摄3~5处视场，测量应按HB 20195的规定执行。

#### 6.6 显微硬度

显微硬度试验应采用显微维氏硬度，试验力应为0.3kgf，加载时间应为10s~15s，试验方法应按GB/T 9790的规定执行。

#### 6.7 显微组织

显微组织检验应符合下列规定：

- a) 检验试样宜采用喷涂工件或同步试样；
- b) 将试样沿横截面切割，横截面宜靠近试样中心，经磨抛后制成金相试样；
- c) 采用金相显微镜对涂层显微组织观察，在200倍下检查涂层状态，随机观测3~5处视场，检验应按HB 20195的规定执行。

#### 6.8 抗拉结合强度

涂层抗拉结合强度试验应按GB/T 8642的规定执行；检验试样应为同步试样。

#### 6.9 耐腐蚀性能

耐腐蚀性能检验应采用中性盐雾试验，并应符合下列规定：

- a) 试验应按GB/T 10125的规定执行，检验试样宜采用喷涂工件或同步试样；
- b) 试验时长不应小于72小时，涂层表面无鼓包或开裂。

### 7 检验规则

#### 7.1 组批

每批零件应按同规格，同批次原材料、同工艺参数连续生产的产品为一批。

#### 7.2 抽样

抽样方案应按GB/T 2828.1的规定执行，检验水平和接收质量限应与客户协商确定。

#### 7.3 检验项目

检验项目应符合表3的规定。

表3 检验项目

序号	检验项目	涂层性能	出厂质量检验	取样数量	型式检验
1	外观	○	●	全数	6.1
2	尺寸精度、公差	—	●	5个	6.2
3	厚度	○	●	5个	6.3

表3 检验项目（续）

序号	检验项目	涂层性能	出厂质量检验	取样数量	型式检验
4	表面粗糙度	●	●	5 个	6.4
5	孔隙率	●	○	1 个(同显微组织)	6.5
6	显微硬度	●	○	1 个(同显微组织)	6.6
序号	检验项目	涂层性能	出厂质量检验	取样数量	型式检验
7	显微组织	●	○	1 个	6.7
8	抗拉结合强度	●	—	5 个	6.8
9	耐腐蚀性能	○	—	3 个	6.9
注1：“●”为必检项目，“○”为有要求时检验，“—”为不检项目。					
注2：除外观、厚度、粗糙度、尺寸精度在零件上检验外，其它质量检验项目在零件或试样上进行，试样由喷涂生产实施方按要求喷涂后随件提供给订购方，采用基体相同材料时，订购方配合试样供给。					

#### 7.4 判定规则

检验结果应符合下列规定：

- a) 检验结果应符合表 2 的规定；
- b) 单件产品检验结果不符合表 2 的规定时，应判定为不合格；
- c) 单批产品按 6.2 抽样首次检验不合格时，按首次的 2 倍进行加严抽样检验，加严抽样检验仍然不合格时，应判单批产品不合格。

#### 7.5 不合格涂层处置

不合格涂层处置应按GB/T 37707的规定执行，可通过喷砂去除涂层后重新进行喷涂加工。喷砂去除涂层后，零件尺寸精度、轮廓和表面基准均匀度应符合设计和用户要求，否则零件应做报废处理。

### 8 标志、包装、运输和贮存

#### 8.1 标志

8.1.1 每个包装箱上均应有明显牢固的标志，并应包括下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 数量；
- d) 生产日期；
- e) “易碎物品”、“怕雨”标志。

#### 8.1.2 质量证明书

每批产品应附有质量证明书，并应包括下列内容：

- a) 批号；
- b) 数量；
- c) 供方名称或编号；
- d) 分析检验结果和检印。

#### 8.2 包装、运输和贮存

8.2.1 客户有包装、运输要求的，应按客户要求执行。

8.2.2 客户无要求时，包装、运输、贮存应按 GB/T 5243 的规定执行，并应保证产品运输、贮存中不

受损坏。

---