

# T/CSEA

团 体 标 准

T/CSEA 31—2023

## 连铸结晶器铜板热喷涂涂层 技术条件

Technical specification for thermal sprayed coating on continuous casting mould  
copper plates

(发布稿)

2023 - 11 - 8 发布

2023 - 12 - 1 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。

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：宝武装备智能科技有限公司、宝山钢铁股份有限公司中央研究院、宝山钢铁股份有限公司炼钢厂、马鞍山钢铁有限公司第四轧钢总厂、中国表面工程协会热喷涂分会。

本文件主要起草人：曹彬、娄正军、瞿海霞、胡署名、刘启龙、卢乐松、王倩、朱文婕、吕春雷、芮灿、瞿勇、孙小平。

# 连铸结晶器铜板热喷涂涂层 技术条件

## 1 范围

本文件规定了连铸结晶器铜板热喷涂涂层的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等。

本文件适用于连铸结晶器铜板热喷涂涂层制备及检验。

## 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 3651 金属高温导热系数测量方法
- GB/T 4339 金属材料热膨胀特征参数的测定
- GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 8642 热喷涂 抗拉结合强度的测定
- GB/T 8888 重有色金属加工产品的包装、标志、运输和贮存
- 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 16744 热喷涂 自熔合金喷涂与重熔
- GB/T 17721 金属和氧化物覆盖层 厚度测量 显微镜法
- GB/T 18719 热喷涂 术语、分类
- GB/T 19356 热喷涂 粉末 成分和供货技术条件
- GB/T 36591 硬质合金制品的涂层金相检验方法
- HB 20035 热喷涂工艺质量控制
- JB/T 9218 无损检测 渗透检测
- JJG 139 拉力、压力和万能试验机检定规程
- YB/T 4119 连铸结晶器铜板 技术规范

## 3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

## 4 技术要求

### 4.1 热喷涂前要求

#### 4.1.1 基材材料

铜板基材材料及相关性能应符合YB/T4119的规定。用户有特殊要求的应满足用户要求。

#### 4.1.2 加工表面状态

铜板喷涂前应满足下列要求：

- a) 铜板尺寸精度和几何公差应符合设计图纸要求；
- b) 铜板喷涂表面区域检测应按 JB/T 9218 执行，应无裂纹；
- c) 应满足用户要求。

#### 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。

## 4.2 工艺材料

工艺材料应满足下列要求：

- a) 铜板热喷涂涂层应满足连铸结晶器铜板工况需要，热喷涂粉末应符合 GB/T 19356 的规定；
- b) 可采用 Ni 基自熔性合金或 Ni 基自熔性合金+ WC、WB 等陶瓷系列；
- c) 用户有特殊要求的应按用户要求选用。

## 4.3 热喷涂及涂层热处理

热喷涂及涂层热处理应按照下列要求执行：

- a) 喷涂过程操作应按 HB 20035 执行；
- b) 涂层热处理操作应 GB/T 16744 执行。

## 4.4 热喷涂后要求

### 4.4.1 矫正加工处理

经过喷涂及热处理后的铜板有变形量时，宜采用矫正压型工序，铜板外形平面度几何精度不应大于 0.3mm。

### 4.4.2 无损检测

对机械加工处理后的铜板喷涂表面应按 JB/T 9218 的规定进行全表面渗透检验（PT），不允许有龟裂、裂纹等缺陷。

### 4.4.3 光整加工

经喷涂后热处理后的铜板表面还应进行抛磨或研磨或光整加工，应去除涂层表面尖峰粒子、控制铜板粗糙度，几何精度应达到设计图纸要求或需方要求。

### 4.4.4 工序间转运

工序间转运应满足下列要求：

- a) 铜板加工及修复过程的工序间转运中，应对铜板进行工艺性保护；
- b) 预处理后，工艺性保护应使喷涂面保持清洁；
- c) 吊装时，应使用干净的尼龙吊索，吊索应用橡胶垫保护，橡胶垫表面不得有铁屑等杂物，不允许吊索接触待喷涂面；
- d) 运输、转运过程中，应采取转运架等防止磕碰伤、擦伤的措施。

## 4.5 热喷涂涂层性能

铜板热喷涂涂层性能应符合表1的规定。

表1 铜板热喷涂涂层性能

序号	试验项目	性能要求	试验方法	采用标准
1	涂层表面	色调均一，不允许有龟裂、开裂及异物的附着或其他对使用上有害的缺陷	目视	/
2	涂层厚度	满足图纸要求，喷涂后涂层厚度不小于0.4mm，加工后涂层厚度不小于0.2mm	见4.1	GB/T 17721
3	结合强度	喷涂后涂层结合强度不小于70MPa，重熔后涂层结合强度不小于220MPa	见4.2	喷涂后参照GB/T 8642检测，重熔后按附录A的规定检测
4	抗热震性能	热震试验20次，喷涂层不允许有龟裂、剥落或翘起等缺陷	见4.3	/
5	涂层孔隙率	涂层孔隙率不大于0.5%	见4.4	GB/T 36591

序号	试验项目	性能要求	试验方法	采用标准
6	涂层显微硬度	涂层显微硬度不小于350HV <sub>0.3</sub>	见4.5	GB/T 4340.1
7	导热率	导热率不低于60W/(m·K)	见4.6	GB/T 3651
8	热膨胀系数	热膨胀系数不低于13.6×10 <sup>-6</sup> /°C	见4.7	GB/T 4339
9	显微组织	涂层无裂纹、界面污染不大于5%、最大孔隙直径不大于8 μm	见4.8	/
10	表面粗糙度	光整加工后, 涂层表面粗糙度Ra不大于0.8 μm	见4.9	GB/T 10610
11	尺寸精度、几何公差	符合设计图纸要求	见4.10	/
12	用户规定的其他要求	由供需双方协商确定	/	/

## 5 试验方法

### 5.1 涂层厚度

涂层厚度试验应符合下列规定:

- 测量热喷涂涂层厚度试样应与喷涂工件在相同设备和工艺条件下或随工件喷涂, 测量应符合GB/T 17721的规定;
- 应采用精度不低于0.01mm的量具测量, 测量位置距边部不应小于10mm, 测量该处喷涂前后尺寸, 得到涂层厚度值。

### 5.2 结合强度

喷涂后涂层结合强度检测应按GB/T 8642执行, 重熔后应按附录A的规定检测。

### 5.3 热震性能

热震性能试验应符合下列规定:

- 采用同等材质、同等工艺条件下制备试样;
- 试样尺寸应为50mm\*50mm\*25mm;
- 加热炉应采用温度不小于600°C、波动±5%的电阻炉;
- 将试样放置在不锈钢支架或网上, 一起放入加热炉加热, 到设定温度500°C后保温10min, 然后取出, 置于常温(20°C±5°C)下的清水中冷却;
- 目视或用50倍放大镜观察试样表面状况, 应无涂层脱落或裂纹等热震损伤。

### 5.4 孔隙率

孔隙率测量应按GB/T 36591执行。

### 5.5 显微硬度

显微硬度试验应按GB/T 4340.1执行。

### 5.6 导热率

导热率测试可参照GB/T 3651执行。

### 5.7 热膨胀系数

热膨胀系数测试可参照GB/T 4339执行。

### 5.8 显微组织评价

显微组织评价试验应符合下列规定:

- a) 试样应与喷涂零件在相同的设备和工艺条件下制备，或随工件喷涂及热处理；
- b) 将试样沿横截面切割，经镶片后制成金相试样；
- c) 采用金相显微镜对涂层显微组织观察，在 200 倍下检查涂层与基体界面的污染和涂层孔隙，在 500 倍下检查涂层裂纹状态。

## 5.9 表面粗糙度

表面粗糙度试验应按GB/T 10610执行。

## 5.10 尺寸精度、几何公差检查

- 5.10.1 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。
- 5.10.2 铜板工作面为空间曲面时，尺寸检测坐标点数不得少于 100 个点，检测数值应符合图纸要求。
- 5.10.3 每件铜板应进行尺寸测量和质量检验。

## 6 出厂检验

### 6.1 组批

每批应由同一炉号和同热处理状态的产品组成。

### 6.2 检验项目

- 6.2.1 检验项目应包括产品尺寸、表面质量、涂层厚度、表面粗糙度。
- 6.2.2 抽样检验项目应包括涂层结合强度、热震性能、孔隙率、显微硬度、导热性能、显微组织评价。

### 6.3 检验结果判断

- 6.3.1 尺寸、表面质量、涂层厚度、表面粗糙度不符合 3.5 的规定时，应判为不合格。
- 6.3.2 涂层结合强度、热震性能、孔隙率、显微硬度、导热性能、显微组织评价，应按批抽取试样进行测试，有一项不符合 3.5 的规定时，应从该批中再取双倍试样对该不合格项目复验，复验结果仍有一个试样不合格，应判为不合格。

## 7 标志、包装、运输和贮存

### 7.1 标志

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) 制造商名称；
- c) 产品外形尺寸；
- d) 合同号；
- e) 产品重量；
- f) 数量或件数；
- g) 生产日期。

### 7.2 质量证明书

7.2.1 每批产品应附有质量证明书和合格证，质量证明书应包括下列内容：

- a) 需方名称或代号；
- b) 批号；
- c) 数量，件数或净重；
- d) 供方名称或编号；
- e) 分析检验结果和技术监督部门检印；
- f) 标准编号；
- g) 生产日期或包装日期。

7.2.2 质量证明书应用塑料袋封装，并装入箱内。

### 7.3 包装、运输和贮存

包装、运输和贮存应符合GB/T 8888的规定。

---