

ICS 77.160

CCS H 21



# 团体标准

T/CEATEC XXX—2025

## 增材制造与熔覆用钴基碳化铌强化耐 磨合金粉末

Cobalt-based niobium carbide reinforced wear-resistant alloy powder for  
additive manufacturing and cladding

(征求意见稿)

2025-X-XX 发布

2025-X-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 发布

# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 分类与命名 .....	2
4.1 分类 .....	2
4.2 命名 .....	2
5 技术要求 .....	2
5.1 外观要求 .....	2
5.2 化学成分 .....	3
5.3 物理性能 .....	3
5.4 粒度分布 .....	3
5.5 环保要求 .....	4
6 试验方法 .....	4
6.1 外观试验 .....	4
6.2 化学成分试验 .....	4
6.3 物理性能试验 .....	5
6.4 粒度分布试验 .....	5
6.5 环保试验 .....	5
7 检验规则 .....	5
7.1 组批 .....	5
7.2 检验分类 .....	5
7.3 出厂检验 .....	5
7.4 型式检验 .....	5
7.5 随附文件 .....	6
8 标志、包装、运输和贮存 .....	6
8.1 标志 .....	6
8.2 包装 .....	6
8.3 运输 .....	6
8.4 贮存 .....	6

## 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。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件为首次编制。

# 增材制造与熔覆用钴基碳化铌强化耐磨合金粉末

## 1 范围

本文件规定了增材制造与熔覆用钴基碳化铌强化耐磨合金粉末（以下简称“粉末”）的分类与命名、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于以钴为基体、添加铬钨钼合金元素并引入碳化铌强化相、经雾化工艺制备的用于增材制造与熔覆工艺的球形或类球形合金粉末。

## 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 191 包装储运图示标志
- GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法
- GB/T 223.17 钢铁及合金化学分析方法 二安替比林甲烷光度法测定钛量
- GB/T 223.18 钢铁及合金化学分析方法 硫代硫酸钠分离-碘量法测定铜量
- GB/T 223.20 钢铁及合金化学分析方法 电位滴定法测定钴量
- GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法
- GB/T 223.28 钢铁及合金化学分析方法  $\alpha$ -安息香肟重量法测定钨量
- GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚S分光光度法
- GB/T 223.43 钢铁及合金 钨含量的测定 重量法和分光光度法
- GB/T 223.70 钢铁及合金 铁含量的测定 邻二氮杂菲分光光度法
- GB/T 1479.1 金属粉末 松装密度的测定 第1部分：漏斗法
- GB/T 1482 金属粉末 流动性的测定 标准漏斗法（霍尔流速计）
- 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 3500 粉末冶金 术语
- GB/T 14265 金属材料中氢、氧、氮、碳和硫分析方法通则
- GB/T 16297 大气污染物综合排放标准
- GB/T 19077 粒度分析 激光衍射法
- GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法（常规方法）
- GB/T 20125 低合金钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法
- GB/T 35351 增材制造 术语
- GB/T 39251 增材制造 金属粉末性能表征方法
- GB/T 41978 增材制造 金属粉末空心粉率检测方法
- YS/T 1297 钛及钛合金粉末球形率的测定方法

## 3 术语和定义

GB/T 3500和GB/T 35351界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**钴基碳化铌强化耐磨合金粉末** cobalt-based niobium carbide reinforced wear-resistant alloy powder

以钴为基体，添加铬、钨、钼等合金元素，引入10.00wt.%~25.00wt.% 碳化铌 (NbC) 作为强化相，经雾化工艺（惰性气体雾化或空气雾化）制备的用于增材制造或熔覆的球形/类球形合金粉末。

### 3.2

#### 熔覆 cladding

以激光、等离子弧、电弧或火焰等为热源，将合金粉末或丝材同步或预置于基体表面，使其快速熔化、凝固，形成与基体呈冶金结合且具有耐磨、耐蚀、耐热等特定功能涂层的表面改性技术。

### 3.3

#### 粒度跨度 tempered sorbite

调质热处理后形成的铁素体与细粒状渗碳体组成的混合组织，具有优良的强韧性综合性能。

### 3.4

#### NbC 含量等级 niobium carbide content grade

按碳化铌质量分数划分的产品等级，包括15%级、20%级、25%级，分别对应特定的含量范围。

## 4 分类与命名

### 4.1 分类

#### 4.1.1 应用工艺分类

根据终端加工工艺对粉末的需求差异，粉末应分为增材制造用 (AM) 和熔覆用 (CL) 两大类，按工艺特性细分为以下六类：

- a) AM-I 类：激光粉末床熔融 (SLM) 专用，适配高精度、高致密度零件成形；
- b) AM-II 类：电子束粉末床熔融 (EBM) 专用，适配真空环境下大尺寸零件成形；
- c) AM-III 类：定向能量沉积 (DED) 专用，适配构件修复及大尺寸零件直接制造；
- d) CL-I 类：常规激光熔覆专用，适配重工业轴类、轧辊等零部件的耐磨强化与修复；
- e) CL-II 类：高速激光熔覆专用，适配薄壁件、细长轴等精密构件的高效熔覆；
- f) CL-III 类：等离子熔覆专用，适配矿山机械、工程机械等粗放型耐磨件的强化。

#### 4.1.2 NbC (碳化铌) 含量分类

按NbC质量分数范围分为以下三类：

- a) 15%级：10.00%~15.00%，适用于中低耐磨需求场景；
- b) 20%级：15.01%~20.00%，适用于中高耐磨需求场景；
- c) 25%级：20.01%~25.00%，适用于高耐磨、强冲击需求场景。

### 4.2 命名

粉末的命名应遵循以下规则：

- a) 命名格式：材料体系代号+NbC含量等级代号+适用工艺代号；
- b) 材料体系代号：CoNbC（钴基碳化铌）；
- c) 命名示例：CoNbC-15-AM-I（NbC 15%级激光粉末床熔融专用增材制造合金粉末）、CoNbC-25-AM-III（NbC 25%级定向能量沉积专用增材制造合金粉末）、CoNbC-20-CL-III（NbC 20%级等离子熔覆专用合金粉末）、CoNbC-15-CL-II（NbC 15%级高速激光熔覆专用合金粉末）。

## 5 技术要求

### 5.1 外观要求

#### 5.1.1 色泽

粉末应呈银灰色或深灰色，无肉眼可见的棕褐色、黑色氧化斑。

#### 5.1.2 杂质与团聚体

杂质与团聚体要求如下：

- a) 无肉眼可见的夹杂物、氧化皮、油污、金属块及外来固体杂质；
- b) 100g粉末中，粒径大于对应工艺细分类型上限粒径的团聚体数量AM系列（AM-I、AM-II、AM-III） $\leq 2$ 个，CL系列（CL-I、CL-II、CL-III） $\leq 3$ 个；
- c) 团聚体经手指轻微揉搓后可完全分散，无坚硬结块。

### 5.1.3 扬尘

粉末自由流动时无明显扬尘。

## 5.2 化学成分

### 5.2.1 主量元素与NbC含量

主量元素与NbC含量如表1所示。

表1 主量元素与NbC含量（%）

元素/强化相	15%级	20%级	25%级	允许偏差
Co（钴）	余量	余量	余量	$\pm 1.00$
NbC（碳化铌）	10.00~15.00	15.01~20.00	20.01~25.00	$\pm 0.50$
Cr（铬）	16.00~20.00	15.00~19.00	15.00~18.00	$\pm 0.30$
W（钨）	6.00~8.00	5.00~7.00	4.00~6.00	$\pm 0.20$
Mo（钼）	3.00~5.00	2.50~4.50	2.00~4.00	$\pm 0.20$
Fe（铁）	$\leq 2.50$	$\leq 2.80$	$\leq 3.00$	-
Ni（镍）	$\leq 1.50$	$\leq 1.80$	$\leq 2.00$	-
C（碳）	0.08~0.15	0.07~0.14	0.05~0.12	$\pm 0.02$

### 5.2.2 杂质元素含量

杂质元素含量如表2所示。

表2 杂质元素含量（%）

杂质元素	AM系列	CL系列
S（硫）	$\leq 0.010$	$\leq 0.015$
P（磷）	$\leq 0.010$	$\leq 0.015$
O（氧）	AM-I $\leq 0.05$ ；AM-II $\leq 0.08$ ；AM-III $\leq 0.10$	CL-I $\leq 0.10$ ；CL-II $\leq 0.07$ ；CL-III $\leq 0.12$
N（氮）	AM-I $\leq 0.02$ ；AM-II $\leq 0.03$ ；AM-III $\leq 0.05$	CL-I $\leq 0.06$ ；CL-II $\leq 0.04$ ；CL-III $\leq 0.08$
H（氢）	AM-I $\leq 0.005$ ；AM-II $\leq 0.008$ ；AM-III $\leq 0.010$	CL-I $\leq 0.012$ ；CL-II $\leq 0.008$ ；CL-III $\leq 0.015$
Si（硅）	$\leq 0.30$	$\leq 0.50$
Cu（铜）	$\leq 0.20$	$\leq 0.30$
Mn（锰）	$\leq 0.20$	$\leq 0.30$
Al（铝）	$\leq 0.10$	$\leq 0.15$
Ti（钛）	$\leq 0.10$	$\leq 0.15$

### 5.3 物理性能

物理性能指标如表3所示。

表3 物理性能指标

性能指标	AM-I	AM-II	AM-III	CL-I	CL-II	CL-III
球形率（%）	$\geq 95$	$\geq 93$	$\geq 90$	$\geq 90$	$\geq 92$	$\geq 85$
松装密度（g/cm <sup>3</sup> ）	$\geq 4.8$	$\geq 4.7$	$\geq 4.6$	$\geq 4.5$	$\geq 4.7$	$\geq 4.4$
霍尔流速（s/50g）	$\leq 25$	$\leq 22$	$\leq 28$	$\leq 30$	$\leq 26$	$\leq 18$
空心粉率（%）	$\leq 1.0$	$\leq 1.5$	$\leq 2.0$	$\leq 2.5$	$\leq 1.8$	$\leq 4.0$

### 5.4 粒度分布

粉末粒度分布要求如表4所示。

表4 粉末粒度分布要求

工艺类型	粒径范围 (μm)	D10 (μm)	D50 (μm)	D90 (μm)	粒度跨度	超出粒径范围颗粒占比 (%)
AM-I类	15~53	≥15	30±5	≤53	≤1.2	≤3
AM-II类	45~106	≥45	75±10	≤106	≤1.3	≤5
AM-III类	53~150	≥53	95±15	≤150	≤1.4	≤5
CL-I类	53~150	≥53	100±15	≤150	≤1.5	≤5
CL-II类	15~53	≥15	35±5	≤53	≤1.2	≤3
CL-III类	75~250	≥75	150±25	≤250	≤1.6	≤8

## 5.5 环保要求

生产、使用过程中车间内粉尘排放浓度≤10mg/m<sup>3</sup>，无组织排放监控点浓度≤1.0mg/m<sup>3</sup>。

## 6 试验方法

### 6.1 外观试验

#### 6.1.1 色泽

采用目视全检法。

#### 6.1.2 杂质与团聚体

按GB/T 1482的规定执行，采用对应工艺细分类型粒径上限的标准筛。

#### 6.1.3 扬尘

采用目视全检法。

### 6.2 化学成分试验

#### 6.2.1 主量元素与NbC含量

主量元素与NbC含量试验方法如表5所示。

表5 主量元素与NbC含量试验方法

元素/强化相	试验方法
Co (钴)	GB/T 223.20
NbC (碳化铌)	分别按 GB/T 14265 和 GB/T 223.40 的规定检测 Nb 和 C 的含量进行计算
Cr (铬)	GB/T 223.11
W (钨)	GB/T 223.43
Mo (钼)	GB/T 223.28
Fe (铁)	GB/T 223.70
Ni (镍)	GB/T 223.23
C (碳)	GB/T 223.40

#### 6.2.2 杂质元素含量

杂质元素含量试验方法如表6所示。

表6 杂质元素含量试验方法

杂质元素	试验方法
S (硫)	GB/T 223.17
P (磷)	GB/T 223.18
O (氧)	GB/T 39251
N (氮)	GB/T 20124

H (氢)	GB/T 20124
Si (硅)	GB/T 20125
Cu (铜)	GB/T 20125
Mn (锰)	GB/T 20125
Al (铝)	GB/T 20125
Ti (钛)	GB/T 20125

### 6.3 物理性能试验

物理性能试验方法如表3所示。

表7 物理性能试验方法

性能指标	试验方法
球形率 (%)	YS/T 1297
松装密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	GB/T 1479.1
霍尔流速 (s/50g)	GB/T 1482
空心粉率 (%)	GB/T 41978

### 6.4 粒度分布试验

按GB/T 19077执行。

### 6.5 环保试验

按GB/T 16297执行。

## 7 检验规则

### 7.1 组批

7.1.1 同一炉号、同一雾化工艺、同一分类与命名的粉末为一批，每批最大批量AM系列 $\leq 300\text{kg}$ ，CL系列 $\leq 500\text{kg}$ 。

7.1.2 批量生产时，连续3炉相同工艺、相同配方的粉末可合并为一批，但需在质量证明书中注明各炉号及批量占比。

### 7.2 检验分类

本文件要求的检验分为型式检验和出厂检验两类。

### 7.3 出厂检验

#### 7.3.1 检验项目

检验项目应包括外观、主量元素、NbC含量。

#### 7.3.2 判定规则及处理措施

所有检验项目均满足本文件的要求时，判定为合格。任一项不符合规定时，判定为不合格。对于不合格的产品，应进行返工或报废处理，返工产品应重新进行检验。

### 7.4 型式检验

#### 7.4.1 检验条件

出现下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品试制定型鉴定时；
- 正式生产后，原料、配方、生产工艺有较大改变，可能影响产品质量时；
- 正常生产满1年时；
- 产品停产6个月以上，恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

#### 7.4.2 检验项目

型式检验项目包括本文件第5章规定的全部技术要求。

#### 7.4.3 抽样规则

按GB/T 2828.1执行。

#### 7.4.4 判定规则及处理措施

判定规则及处理措施如下：

- a) 检验结果中所有项目均符合本文件要求时，判定该批产品合格；
- b) 若有一项指标不符合本标准要求，应重新从该批产品中加倍抽样进行复检。复检后，若该项指标符合要求，其余指标均合格，则判定该批产品合格；若复检后该项指标仍不符合要求，则判定该批产品不合格，应降级使用或作报废处理；
- c) 化学成分中NbC含量、氧含量、硫含量、磷含量及物理性能中球形度不合格则直接判定整批产品不合格，不得复检。

#### 7.5 随附文件

每批产品应随附质量证明书，加盖检验专用章，具有法律效力，生产厂家及客户均需留存，保存期不少于3年，包括以下内容：

- a) 标准编号、产品名称、批号、炉号、净重、生产日期、生产批量；
- b) 原材料批号、供应商名称；
- c) 各项检验结果；
- d) 检验员代号、检验日期、质量负责人签字；
- e) 生产厂家公章、地址、联系方式及质量承诺。

### 8 标志、包装、运输和贮存

#### 8.1 标志

产品标志应满足下列条件：

- a) 产品在每个最小的粉末包装单元上应印刷或粘贴清晰、牢固的标志，内容包括产品名称、执行标准号、净重、生产厂家名称、地址、保质期、联系方式、生产日期、批号、炉号；
- b) 包装储运图示标志应符合 GB/T 191 的规定，根据产品特性标注“防潮”“防火”“轻放”“防撞击”等标志；
- c) AM 系列额外标注“高纯度”“真空密封”“氧含量 $\leq 0.01\%$ ”，CL 系列额外标注“工艺专用”“防潮密封”。

#### 8.2 包装

产品包装要求如下：

- a) 产品应采用“内层塑封保护+外层容器封装”的二次封装模式；
- b) 内层塑封保护：采用食品级或工业级高阻隔性塑料薄膜袋，抽真空塑封或充惰性气体保护封装，袋内放置 5g~10g 干燥剂；
- c) 外层容器封装：放入洁净的金属瓶或塑料瓶等容器单元进行封装，容器内壁需经钝化或防腐蚀处理，无油污、锈迹及外来杂质。

#### 8.3 运输

产品运输应满足下列条件：

- a) 运输过程中应避免剧烈撞击、雨淋、受潮、阳光暴晒，防止包装破损；
- b) AM 系列运输时需配备防震缓冲装置，不得与腐蚀性物质、易燃易爆品混运，运输车辆应配备防火器材；
- c) CL 系列运输时需遮盖防雨，避免与尖锐物品混装，运输过程中应定期检查包装完整性；
- d) 运输单位应提供运输记录，包括运输日期、路线、环境温度湿度等，保存期不少于1年。

#### 8.4 贮存

产品贮存应满足下列条件：

a) 库房要求：干燥、通风、阴凉，库房温度  $0^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度  $\leq 60\%$ ；AM 系列需单独存放，远离氧化剂、酸性物质及火源；

b) 堆放要求：包装容器应放置在托盘上，离地高度  $\geq 10\text{cm}$ ，离墙距离  $\geq 30\text{cm}$ ，堆放层数 AM 系列不超过 3 层，CL 系列不超过 5 层；

c) 使用要求：AM 系列开封后应在 2h 内使用，未用完部分需在真空手套箱内重新密封并烘干；CL 系列开封后应在 4h 内使用，未用完部分密封后存放，烘干次数不超过 2 次；

d) 保质期：未开封产品在规定贮存条件下，AM 系列保质期为 12 个月，CL 系列保质期为 6 个月（从生产日期算起）；超期产品需重新按出厂检验项目检测，合格后方可使用。