

ICS 25.030
CCS G 32



中华人民共和国国家标准

GB/T 39955—2021

增材制造 材料 粉末床熔融用尼龙 12 及其复合粉末

Additive manufacturing—Materials—Powders of Nylon 12 and
its composites for powder bed fusion

2021-03-09 发布

2021-10-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 命名规则 2

5 技术要求 3

 5.1 粉末外观 3

 5.2 粉末性能 3

 5.3 成形试样性能 3

6 试验方法 4

 6.1 粉末外观 4

 6.2 粉末性能 4

 6.3 成形试样性能 5

7 检验规则 5

 7.1 检查和验收 5

 7.2 检验项目 6

 7.3 判定规则 7

8 标志、包装、运输、贮存和质量证明书 7

 8.1 标志 7

 8.2 包装 7

 8.3 运输 7

 8.4 贮存 7

 8.5 质量证明书 7

9 供货合同(或订货单)内容 8

附录 A (资料性) 使用过的粉末的回收利用 9

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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国增材制造标准化技术委员会(SAC/TC 562)归口。

本文件起草单位：华中科技大学、湖南华曙高科技有限责任公司、中机生产力促进中心、武汉工程大学、广东银禧科技股份有限公司、北京易加三维科技有限公司、上海材料研究所、万华化学集团股份有限公司、同济大学、珠海天威飞马打印耗材有限公司、机械科学研究总院集团有限公司、广东省珠海市质量计量监督检测所、西安交通大学、安徽卓锐三维科技有限公司。

本文件主要起草人：闫春泽、袁博、薛莲、史玉升、汪艳、傅轶、张国庆、乔雯钰、张红、严鹏飞、陈勃生、乔怀信、单忠德、李海斌、毕明珠、李涤尘、黄华锋。

增材制造 材料 粉末床熔融用尼龙 12 及其复合粉末

1 范围

本文件规定了粉末床熔融用尼龙 12 及其复合粉末的命名规则、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存和质量证明书、供货合同(或订货单)内容。

本文件适用于粉末床熔融用尼龙 12 粉末以及玻璃微珠增强型尼龙 12 复合粉末、碳纤维增强型尼龙 12 复合粉末、铝粉增强型尼龙 12 复合粉末和矿物纤维增强型尼龙 12 复合粉末,其他尼龙 12 复合粉末可参考本文件。

注:本文件所称的尼龙 12 复合粉末,包括颗粒间复合的粉末,即在粉末状态下,颗粒与颗粒或颗粒与纤维之间的复合;还包括颗粒内复合的粉末,即由原材料复合后制备的粉末(单个颗粒就是复合粉末)。

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 250 纺织品 色牢度试验 评定变色用灰色样卡

GB/T 1033.1 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第 1 部分:浸渍法、液体比重瓶法和滴定法

GB/T 1040.2 塑料 拉伸性能的测定 第 2 部分:模塑和挤塑塑料的试验条件

GB/T 1634.1 塑料 负荷变形温度的测定 第 1 部分:通用试验方法

GB/T 1843 塑料 悬臂梁冲击强度的测定

GB/T 2913 塑料白度试验方法

GB/T 3682.1 塑料 热塑性塑料熔体质量流动速率(MFR)和熔体体积流动速率(MVR)的测定
第 1 部分:标准方法

GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定

GB/T 14234 塑料件表面粗糙度

GB/T 16913 粉尘物性试验方法

GB/T 19077 粒度分析 激光衍射法

GB/T 19466.3 塑料 差示扫描量热法(DSC) 第 3 部分:熔融和结晶温度及热焓的测定

GB/T 35351 增材制造 术语

GB/T 37463—2019 增材制造 塑料材料粉末床熔融工艺规范

3 术语和定义

GB/T 35351 界定的以及下列术语和定义用于本文件。为了便于使用,以下重复列出了 GB/T 35351 中的某些术语和定义。

3.1

粉末床熔融 power bed fusion

通过热能选择性地熔化/烧结粉末床区域的增材制造工艺。

[来源:GB/T 35351—2017,2.2.5]

3.2

粉末 powder

材料经过一定加工工艺处理后形成的尺寸在微米及以下级别的离散颗粒聚集体。

注:粉末可能含有纳米级组分。

3.3

原始粉末 virgin powder; fresh powder

粉末批中未使用过的粉末。

[来源:GB/T 35351—2017,2.5.10]

3.4

使用过的粉末 used powder

至少在一次成形周期中被使用过的粉末。

[来源:GB/T 35351—2017,2.5.11]

3.5

成形试样 as-built sample

在一定工艺条件下,粉末经过粉末床熔融直接获得的具有一定形状、尺寸和性能的试样。

注:成形试样未经任何喷砂、加热固化等后处理。

4 命名规则

尼龙 12 及其复合粉末命名由基体材料和增强材料的代号组成。

基体材料尼龙 12 的代号是 PA12。

增强材料代号:

- a) 玻璃微珠:GB;
- b) 碳纤维:CF;
- c) 铝粉:Al;
- d) 矿物纤维:MF(此矿物纤维主要指硅酸钙矿物纤维)。

示例:

铝粉增强型尼龙 12 复合粉末的命名如图 1 所示。

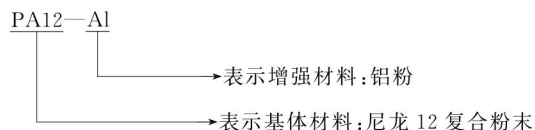


图 1 命名示例

5 技术要求

5.1 粉末外观

粉末外观应无结块、无异物、颜色均一。

5.2 粉末性能

粉末性能的技术要求见表 1。

表 1 粉末床熔融用尼龙 12 及其复合粉末性能的技术要求

序号	试验项目		单位	技术要求				
				PA12	PA12-GB	PA12-CF	PA12-Al	PA12-MF
1	堆积密度		g/cm ³	0.36~0.54	0.59~0.74	0.38~0.52	0.59~0.74	0.40~0.52
2	熔融温度		℃	178~187	181~189	178~188	181~189	181~191
3	粒径	D_{v10}^a	μm	29~47	7~25	—	7~25	11~27
		D_{v50}^b		51~68	44~63	48~72	38~63	46~62
		D_{v90}^c		76~101	78~109	—	78~109	85~122
4	安息角		(°)	≤40	≤40	≤50	≤40	≤50
5	熔体质量流动速率		g/10 min	18~55	12~31	4~36	12~31	22~36
6	白度 ^d		%	≥87	≥80	—	—	—
7	含湿量		%	≤1.5	≤1.5	≤2	≤1.5	≤1.5
注：本表给出了粉末的基本性能指标,如需要,可增加其他性能指标,由供需双方协商确定。								
<p>^a D_{v10} 指粉末体积分数累计分布达到 10%时所对应的粒径,即粒径小于或等于 D_{v10} 的粉末的体积分数为 10%。 D_{v10} 所在行的“—”表示不限定碳纤维增强型尼龙 12 的 D_{v10} 的值。</p> <p>^b D_{v50} 指粉末体积分数累计分布达到 50%时所对应的粒径,即粒径小于或等于 D_{v50} 的粉末的体积分数为 50%, 也称中位粒径。</p> <p>^c D_{v90} 指粉末体积分数累计分布达到 90%时所对应的粒径,即粒径小于或等于 D_{v90} 的粉末的体积分数为 90%。 D_{v90} 所在行的“—”表示不限定碳纤维增强型尼龙 12 的 D_{v90} 的值。</p> <p>^d 白度所在行的“—”表示此粉末不是白色。</p>								

5.3 成形试样性能

成形试样性能的技术要求见表 2。

表 2 粉末床熔融用尼龙 12 及其复合粉末成形试样性能的技术要求

序号	性能类别	检验项目	单位	技术要求
1	表观性能	表面粗糙度	μm	由供需双方协商确定
2	物理性能	密度	g/cm^3	
3	抗老化性能	耐黄变性	—	
4	热学性能	热变形温度	$^{\circ}\text{C}$	
5	力学性能	拉伸强度	MPa	
		弹性模量	MPa	
		断裂伸长率	%	
		弯曲强度	MPa	
		弯曲模量	MPa	
		冲击强度	kJ/m^2	
注：本表给出了成形试样的基本性能指标,如需要,可增加其他性能指标,由供需双方协商确定。				

6 试验方法

6.1 粉末外观

在自然光线下目测检查。

6.2 粉末性能

6.2.1 堆积密度

堆积密度的测定应符合 GB/T 16913 的规定。

6.2.2 熔融温度

熔融温度的测定应符合 GB/T 19466.3 的规定。

6.2.3 粒径及其分布

粒径及其分布的测定应符合 GB/T 19077 的规定。

6.2.4 安息角

安息角的测定应符合 GB/T 16913 的规定。

6.2.5 熔体质量流动速率

熔体质量流动速率的测定应符合 GB/T 3682.1 的规定。

6.2.6 白度

白度的测定应符合 GB/T 2913 的规定。

6.2.7 含湿量

含湿量的测定应符合 GB/T 16913 的规定。

6.3 成形试样性能

6.3.1 成形试样制备方法

成形试样制备方法应符合 GB/T 37463—2019 第 7 章的规定。成形试样的制备可以采用原始粉末或经过回收处理的使用过的粉末。使用过的粉末的回收利用见附录 A。

6.3.2 表面粗糙度

根据供需双方协商选定的表面粗糙度参数,推荐优先选用能充分反映成形试样表面轮廓特征的轮廓算术平均偏差 R_a 。确定粗糙度测试仪(接触式、非接触式),按照 GB/T 14234 规定的方法测定表面粗糙度参数值。

6.3.3 密度

密度的测定应符合 GB/T 1033.1 的规定。

6.3.4 耐黄变性

取两块尺寸不小于 30 mm×10 mm 的成形试样,将其中一块放置在试验箱中,光源与试样距离为:(150±10)mm,用功率为 15 W、波长为 280 nm~400 nm 的两支紫外灯照射 12 h 后取出,该试样称为试验样品;另一块不被紫外灯照射,该试样称为对比样品,用作结果评定。试验样品从试验箱中取出 0.5 h 后,用 GB/T 250 规定的灰色样卡在标准光源箱内目测评估试验样品和对比样品之间的色差值,选取色差值的最大值作为最终结果。

6.3.5 热变形温度

热变形温度的测定应符合 GB/T 1634.1 的规定。

6.3.6 拉伸强度、弹性模量及断裂伸长率

拉伸强度、弹性模量及断裂伸长率的测定应符合 GB/T 1040.2 的规定。

6.3.7 弯曲强度及弯曲模量

弯曲模量及弯曲模量的测定应符合 GB/T 9341 的规定。

6.3.8 冲击强度

冲击强度的测定应符合 GB/T 1843 的规定。

7 检验规则

7.1 检查和验收

7.1.1 出厂检验

按本文件对每批材料进行出厂检验,检验合格并填写质量证明书后方可出厂。

7.1.2 型式检验

型式检验样品应从出厂检验合格的产品中随机抽取,样品数量不少于2个,有下列情况之一时应进行型式检验:

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时;
- b) 正式生产后,如原料供应商、生产配方发生变化时;
- c) 停产半年以上又恢复生产时;
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时;
- e) 市场监管等有关部门提出进行型式检验时。

7.2 检验项目

出厂检验和型式检验项目见表3。

表3 检验项目

序号	性能类别	检验项目		技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
1	粉末性能	粉末外观		5.1	6.1	√	√
2		堆积密度		5.2	6.2.1	√	√
3		熔融温度			6.2.2	√	√
4		粒径	D_{v10}		6.2.3	√	√
			D_{v50}			√	√
			D_{v90}			√	√
5		安息角			6.2.4	√	√
6		熔体质量流动速率			6.2.5	√	√
7		白度			6.2.6	√	√
8	含湿量		6.2.7		√	√	
9	成形试样外观性能	表面粗糙度		5.3	6.3.2	—	√
10	成形试样物理性能	密度			6.3.3	—	√
11	成形试样抗老化性能	耐黄变性			6.3.4	—	√
12	成形试样热学性能	热变形温度			6.3.5	—	√
13	成形试样力学性能	拉伸强度			6.3.6	√	√
14		弹性模量				√	√
15		断裂伸长率				√	√
16		弯曲强度			6.3.7	√	√
17		弯曲模量				√	√
18		冲击强度			6.3.8	√	√
注：“√”表示进行检验的项目；“—”表示不检验的项目。							

7.3 判定规则

7.3.1 出厂检验在其全部检验项目均符合相应的指标要求时,判为产品出厂检验合格;出厂检验项目有一项或一项以上不符合相应的指标要求时,判为产品出厂检验不合格。

7.3.2 型式检验在其全部检验项目均符合相应的指标要求时,判为产品型式检验合格;型式检验项目有一项或一项以上不符合相应的指标要求时,判为产品型式检验不合格。

7.3.3 在首次型式检验不合格时,可自同一组批中再次随机加倍抽样进行复检,复检只需测定或检验不合格的项目;复检结果全部合格时判为该批产品合格,如复检仍有不合格项,则判该批产品不合格。

8 标志、包装、运输、贮存和质量证明书

8.1 标志

产品的外包装上应有明显的标志,标志应包含但不限于以下内容:

- a) 商标;
- b) 生产厂名称、厂址及其联系电话;
- c) 执行标准号;
- d) 产品名称;
- e) 规格型号;
- f) 危险等级;
- g) 安全标示或说明;
- h) 生产日期;
- i) 批号;
- j) 净含量。

8.2 包装

产品应以洁净的塑料包装袋为容器单元,塑料包装外加纸箱,包装过程中应避免污染。也可以根据需方需要进行包装。包装容器应保证其在运输过程中的完整性,且不易破损、受潮或者使产品接触到外来污染物质。

8.3 运输

产品应在有遮盖物的环境下进行运输,运输过程应防止雨淋受潮、避免剧烈碰撞和机械挤压,搬运过程应轻装轻卸、切勿倒置,不得接近火种及火源。

8.4 贮存

产品应贮存在通风、干燥、阴凉、无腐蚀性、远离火种火源的环境中,不得与氧化剂、酸类、碱类一起存放,并避免阳光直晒。

8.5 质量证明书

每批产品应附有质量证明书,注明:

- a) 供方名称、地址和联系电话;

- b) 产品名称；
- c) 牌号；
- d) 批号；
- e) 净重和数量；
- f) 各出厂检验项目的分析检验结果；
- g) 质量监督检验部门印记；
- h) 本文件编号；
- i) 出厂日期。

9 供货合同(或订货单)内容

按照本文件订购产品的供货合同(或订货单)应包括下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 牌号；
- c) 净重；
- d) 本文件编号；
- e) 增加本文件以外内容时的协商结果。

附 录 A
(资料性)
使用过的粉末的回收利用

A.1 概述

在粉末床熔融过程中,经过一次成形周期,通常只有不到 20% 的粉末转变为成形试样,大部分粉末仍为粉末状,这类粉末即使用过的粉末。由于尼龙 12 及其复合粉末价格较贵,为降低成本,可对使用过的粉末进行回收利用。但使用过的粉末在粉末床熔融过程中长时间处于高温环境,发生了不同程度的老化,导致其性能下降,如熔体质量流动速率显著降低。直接将使用过的粉末用于下一个成形周期,将导致成形件的物理机械性能、尺寸精度和外观质量下降,甚至导致成形过程失败。因此,需要对使用过的粉末进行适当处理才能回收利用。

A.2 使用过的粉末的回收利用

通常采用将使用过的粉末与原始粉末按一定比例混合的方法对其进行回收利用,具体过程如下:

- a) 使用过的粉末过筛:使用过的粉末在与原始粉末混合前需要过筛;
- b) 与原始粉末混合:使用过的粉末与原始粉末按一定比例混合,混合设备可选用气动混合器、滚筒类混合设备和转子类混合设备等;
- c) 记录原始粉末的批次号、原始粉末与使用过的粉末的配比及混合粉末的批次号;
- d) 附加记录还应包括粉筛规格、混合设备、混合参数、混合粉末的熔体质量流动速率和操作人员姓名。

A.3 不能回收利用的粉末的处置方式

粉末不能回收用于粉末床熔融时,则将其用于其他成形方式,如粉末涂料,或将其与流动改性剂等助剂混合后用于注塑成形,还可将其挤出拉丝制成用于材料挤出成形的丝材。对于无法再用于成形的粉末交予环境保护要求的单位回收或销毁。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
增材制造 材料 粉末床熔融用尼龙 12
及其复合粉末
GB/T 39955—2021

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.org.cn

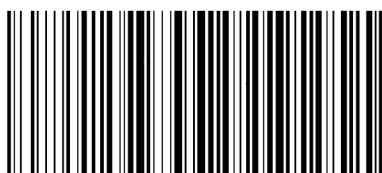
服务热线: 400-168-0010

2021 年 3 月第一版

*

书号: 155066 · 1-67192

版权专有 侵权必究



GB/T 39955—2021



码上扫一扫 正版服务到