



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 35022—2018

---

## 增材制造 主要特性和测试方法 零件和粉末原材料

Additive manufacturing—Main characteristics and corresponding test  
methods—Parts and powder materials

2018-05-14 发布

2019-03-01 实施

---

国家市场监督管理总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	I
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	4
4 主要特性 .....	4
4.1 概述 .....	4
4.2 粉末原材料主要特性 .....	4
4.3 零件主要特性 .....	4
4.4 测试项目选择 .....	4
5 测试方法 .....	6
5.1 总则 .....	6
5.2 主要测试方法 .....	6
6 测试报告 .....	8
6.1 概述 .....	8
6.2 粉末原材料测试报告 .....	8
6.3 零件测试报告 .....	8
附录 A (资料性附录) 推荐技术合同的范围和内容 .....	10
参考文献 .....	11

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国增材制造标准化技术委员会(SAC/TC 562)归口。

本标准主要起草单位:无锡市产品质量监督检验院、西安铂力特激光成形技术有限公司、中广核工程有限公司、机械科学研究总院、中国科学院沈阳自动化研究所、南京宝岩自动化有限公司、中机生产力促进中心、珠海天威飞马打印耗材有限公司、中国航发北京航空材料研究院、陕西恒通智能机器有限公司、江苏亚威创科源激光装备有限公司、中国航发控制系统研究所、中国航空综合技术研究所。

本标准主要起草人:王顺权、赵晓明、段远刚、刘琼馨、单忠德、赵吉宾、杨继全、华若绮、李海斌、张涛、史亦韦、王永信、陈长军、储松林、栗晓飞、薛莲。

# 增材制造 主要特性和测试方法

## 零件和粉末原材料

### 1 范围

本标准给出了通过增材制造工艺制备的零件及增材制造工艺用粉末原材料的主要特性、测试项目、测试方法和测试报告等内容。

本标准适用于通过增材制造工艺制备的金属零件、塑料零件和陶瓷零件,以及相关粉末原材料的测试。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 228(所有部分) 金属材料 拉伸试验
- GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第1部分:试验方法
- GB/T 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分:试验方法
- GB/T 1031 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 表面粗糙度参数及其数值
- 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 1040.1 塑料 拉伸性能的测定 第1部分:总则
- 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 1040.3 塑料 拉伸性能的测定 第3部分:薄塑和薄片的试验条件
- GB/T 1040.4 塑料 拉伸性能的测定 第4部分:各向同性和正交各向异性纤维增强复合材料的试验方法
- GB/T 1041 塑料 压缩性能的测定
- GB/T 1043.1 塑料 简支梁冲击性能的测定 第1部分:非仪器化冲击试验
- GB/T 1182 产品几何技术规范(GPS) 几何公差形状、方向、位置和跳动公差标注
- GB/T 1479.1 金属粉末 松装密度的测定 第1部分:漏斗法
- GB/T 1479.2 金属粉末 松装密度的测定 第2部分:斯柯特容量计法
- GB/T 1480 金属粉末 干筛分法测定粒度
- 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 1636 塑料 能从规定漏斗流出的材料表观密度的测定
- GB/T 1800.1 产品几何技术规范(GPS) 极限与配合 第1部分:公差、偏差和配合的基础
- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 1843 塑料 悬臂梁冲击强度的测定
- GB/T 2039 金属材料 单轴拉伸蠕变试验方法
- GB/T 2411 塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度(邵氏硬度)
- GB/T 2913 塑料白度试验方法
- GB/T 2916 塑料氯乙烯均聚和共聚树脂 用空气喷射筛装置的筛分析
- GB/T 3075 金属材料 疲劳试验 轴向力控制方法
- GB/T 3398.1 塑料 硬度测定 第1部分:球压痕法

- GB/T 3398.2 塑料 硬度测定 第2部分:洛氏硬度
- GB/T 3682 热塑性塑料熔体质量流动速率和熔体体积流动速率的测定
- GB/T 3850 致密烧结金属材料与硬质合金密度测定方法
- GB/T 3851 硬质合金 横向断裂强度测定方法
- GB/T 3979 物体色的测量方法
- GB/T 4337 金属材料 疲劳试验 旋转弯曲方法
- GB/T 4340.1 金属材料 维氏硬度试验 第1部分:试验方法
- GB/T 4739 日用陶瓷颜料色度测定方法
- GB/T 5163 烧结金属材料(不包括硬质合金)可渗性烧结金属材料 密度、含油率和开孔率的测定
- GB/T 6569 精细陶瓷弯曲强度试验方法
- GB/T 7314 金属材料 室温压缩试验方法
- GB/T 7704 无损检测 X射线应力测定方法
- GB/T 8489 精细陶瓷压缩强度试验方法
- GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定
- GB/T 9345.1 塑料 灰分的测定 第1部分:通用方法
- GB/T 10700 精细陶瓷弹性模量试验方法 弯曲法
- GB/T 11546.1 塑料 蠕变性能的测定 第1部分:拉伸蠕变
- GB/T 11986 表面活性剂 粉体和颗粒 休止角的测量
- GB/T 13298 金属显微组织检验方法
- GB/T 14265 金属材料中氢、氧、氮、碳和硫分析方法通则
- GB/T 14390 精细陶瓷高温弯曲强度试验方法
- GB/T 1479.1 金属粉末 松装密度的测定 第1部分:漏斗法
- GB/T 1479.2 金属粉末 松装密度的测定 第2部分:斯柯特容量计法
- GB/T 15445.6 粒度分析结果的表述 第6部分:颗粒形状和形态的定性及定量表述
- GB/T 15822.1 无损检测 磁粉检测 第1部分:总则
- GB/T 16422.1 塑料 实验室光源暴露试验方法 第1部分:总则
- GB/T 16422.2 塑料实验室光源暴露试验方法 第2部分:氙弧灯
- GB/T 16422.3 塑料实验室光源暴露试验方法 第3部分:荧光紫外灯
- GB/T 16422.4 塑料实验室光源暴露试验方法 第4部分:开放式碳弧灯
- GB/T 16534 精细陶瓷室温硬度试验方法
- GB/T 16536 工程陶瓷抗热震性试验方法
- GB/T 18851.1 无损检测 渗透检测 第1部分:总则
- GB/T 19077 粒度分析 激光衍射法
- GB/T 19466.2 塑料 差示扫描量热法(DSC) 第2部分:玻璃化转变温度的测定
- 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 19587 气体吸附 BET法测定固态物质比表面积
- GB/T 19943 无损检测 金属材料X和伽马射线照相检测 基本规则
- GB/T 21060 塑料 流动性的测定
- GB/T 23370 硬质合金 压缩试验方法
- GB/T 23652 塑料 氯乙烯均聚和共聚树脂 振实表观密度的测定
- GB/T 23805 精细陶瓷室温拉伸强度试验方法
- GB/T 25995 精细陶瓷密度和显气孔率试验方法
- GB/T 26140 无损检测 测量残余应力的中子衍射方法
- GB/T 29070 无损检测 工业计算机层析成像(CT)检测 通用要求

- GB/T 31218 金属材料 残余应力测定 全释放应变法
- GB/T 31310 金属材料 残余应力测定 钻孔应变法
- GB/T 31541 精细陶瓷界面拉伸和剪切粘结强度试验方法 十字交叉法
- GB/T 35351 增材制造 术语
- JC/T 2172 精细陶瓷弹性模量、剪切模量和泊松比试验方法 脉冲激励法
- JC/T 2176 精细陶瓷粉体粒度分布试验方法 激光衍射法
- ISO 3953 金属粉末 振实密度的测定(Metallic powders—Determination of tap density)
- ISO 6601 塑料 滑动摩擦和损耗 试验参数鉴别(Plastics—Friction and wear by sliding—Identification of test parameters)
- ISO 11491 外科植入物 髋关节假体用陶瓷股骨头的抗冲击性测定(Implants for surgery—Determination of impact resistance of ceramic femoral heads for hip joint prostheses)
- ISO 13003 纤维增强塑料 循环负荷条件下疲劳性能的测定(Fibre-reinforced plastics—Determination of fatigue properties under cyclic loading conditions)
- ISO 14129 纤维增强塑料复合材料 用±45°张力试验法测定剪应力/剪应变特性,包括平面切变模量和剪切强度(Fibre-reinforced plastic composites—Determination of the in-plane shear stress/shear strain response, including the in-plane shear modulus and strength, by the plus or minus 45 degree tension test method)
- ISO 14610 精细陶瓷(先进陶瓷,高技术陶瓷)室温下多孔陶瓷弯曲强度的试验方法[Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics)—Test method for flexural strength of porous ceramics at room temperature]
- ISO 14629 精细陶瓷(先进陶瓷,高技术陶瓷)陶瓷粉末的流动性的测定(Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics)—Determination of flowability of ceramic powders)
- ISO 15850 塑料 拉伸—拉伸疲劳裂纹扩展的测定 线弹性断裂力学(LEFM)法(Plastics—Determination of tension-tension fatigue crack propagation—Linear elastic fracture mechanics (LEFM) approach)
- ISO 16348 金属和其他无机涂层 定义和与转换有关的外观(Metallic and other inorganic coatings—Definitions and conventions concerning appearance)
- ISO 18753 精细陶瓷(先进陶瓷、高技术陶瓷) 用比重瓶测定陶瓷粉末的绝对密度(Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics)—Determination of absolute density of ceramic powders by pycnometer)
- ISO 20808 精细陶瓷(高级陶瓷、高技术陶瓷) 用球盘法测定单片陶瓷的摩擦和磨损特性(Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics)—Determination of friction and wear characteristics of monolithic ceramics by ball-on-disc method)
- ISO 22214 精细陶瓷(先进陶瓷,高技术陶瓷) 室温下单块陶瓷的循环弯曲疲劳试验方法(Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics)—Test method for cyclic bending fatigue of monolithic ceramics at room temperature)
- ISO 22215 精细陶瓷(高级陶瓷、高技术陶瓷) 单片陶瓷拉伸蠕变试验方法(Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics)—Test method for tensile creep of monolithic ceramics)
- ISO 23145-1 精细陶瓷(先进陶瓷、高技术陶瓷) 陶瓷粉末的体密度测定 第1部分:振实密度(Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics)—Determination of bulk density of ceramic powders—Part 1: Tap density)
- ISO 23145-2 精细陶瓷(先进陶瓷、高技术陶瓷) 陶瓷粉末的体密度测定 第2部分:未夯实的密度(Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics)—Determination of bulk density of ceramic powders—Part 2: Untapped density)

ISO 28704 精细陶瓷(先进陶瓷、高技术陶瓷) 室温下多孔陶瓷的循环弯曲疲劳试验方法(Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics)—Test method for cyclic bending fatigue of porous ceramics at room temperature)

ISO/ASTM 52921 增材制造术语 坐标体系和试验方法(Standard terminology for additive manufacturing—Coordinate systems and test methodologies)

### 3 术语和定义

GB/T 35351 界定的术语和定义适用于本文件。

### 4 主要特性

#### 4.1 概述

零件开发和制造的每一阶段都有其特定目的,其性能指标要求决定了零件的类型及增材制造工艺的选择。

#### 4.2 粉末原材料主要特性

增材制造工艺用粉末原材料主要包括如下特性:

- 粉末粒度及分布;
- 形状和形态;
- 比表面积;
- 密度(振实密度、松装/表观密度);
- 流动性;
- 灰分;
- 氢、氧、氮、碳和硫含量等。

#### 4.3 零件主要特性

通过增材制造工艺制备的零件主要包括如下特性:

- 表面特性:外观、表面粗糙度和颜色等;
- 几何特性:尺寸、长度及角度公差、几何公差等;
- 机械特性:室温硬度、拉伸性能、冲击性能、压缩性能、弯曲性能、弹性、疲劳性能、蠕变性能、老化性能、摩擦性能、剪切性能、裂纹扩展等;
- 其他特性:密度、耐热性、抗热震性、理化特性等。

#### 4.4 测试项目选择

表1~表3列出的测试项目分别适用于金属零件、塑料零件以及陶瓷零件,可用于指导客户和零件供应商等对通过增材制造工艺制备的零件的主要特性进行协商。测试项目根据原材料的类型和零件的重要性程度确定。

根据零件的重要性程度可分为以下三个等级:

- H:工程用重要零件(安全优先);
- M:非安全优先的功能零件;
- L:设计或原型阶段零件。

对于每个测试项目,(+)表示应满足的特性,(0)表示推荐满足的特性,(-)表示此特性不作要求。测试项目宜由客户与供应商协议选择。

表 1 金属零件测试项目

重要性程度	表面特性		几何特性			机械特性							其他特性		
	外观	表面粗糙度	长度及角度尺寸公差	几何公差	硬度	拉伸性能	冲击性能	压缩性能	弯曲性能	疲劳性能	蠕变性能	摩擦性能	剪切性能	密度	理化特性
H	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
M	o	o	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o	o	+	o
L	o	o	+	+	+	+	o	o	o	-	-	-	o	+	-

表 2 塑料零件测试项目

重要性程度	表面特性		几何特性			机械特性							其他特性				
	外观	表面粗糙度	长度及角度尺寸公差	几何公差	硬度	拉伸性能	冲击性能	压缩性能	弯曲性能	疲劳性能	蠕变性能	抗老化性能	摩擦性能	剪切性能	密度	耐热性	理化特性
H	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
M	o	o	+	+	+	+	+	+	o	o	o	o	o	o	+	o	
L	o	o	+	+	+	+	o	o	o	-	-	-	-	o	+	-	

表 3 陶瓷零件测试项目

重要性程度	表面特性		几何特性			机械特性							其他特性				
	外观	表面粗糙度	长度及角度尺寸公差	几何公差	硬度	拉伸性能	冲击性能	压缩性能	弯曲性能	疲劳性能	弹性	蠕变性能	摩擦性能	剪切性能	密度	抗热震性	理化特性
H	o	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	o	o	+	+	
M	o	o	+	+	o	o	o	o	o	-	o	-	o	o	+	o	
L	o	o	+	+	o	o	o	o	o	-	-	-	-	o	+	-	



## 5 测试方法

### 5.1 总则

定义和描述零件特定性能建议使用表 5 中的标准来进行检测。检测结果可按第 6 章给出的要求编制测试报告,其中由于增材制造零件具有各项异性的特点,因此增材制造零件制备的方向和位置的描述应符合 ISO/ASTM 52921 中的规定。推荐技术合同的范围和内容参见附录 A。

### 5.2 主要测试方法

增材制造工艺用的粉末原材料主要特性的测试方法可按表 4 中相应标准的规定进行,通过增材制造工艺制备的零件主要特性的测试方法可按表 5 中相应标准中的规定进行。

表 4 原材料主要特性和推荐测试方法

项目	推荐测试方法		
	金属	塑料	陶瓷
粉末粒度及分布	GB/T 1480 GB/T 19077	GB/T 2916 GB/T 19077	JC/T 2176 GB/T 19077
形状/形态	GB/T 15445.6	GB/T 15445.6	GB/T 15445.6
比表面积	GB/T 19587	GB/T 19587	GB/T 19587
松装/表观密度	GB/T 1479.1 GB/T 1479.2	GB/T 1636	ISO 18753 ISO 23145-2
振实密度	ISO 3953	GB/T 23652	ISO 23145-1
流动性	无	GB/T 21060 GB/T 11986 GB/T 3682	ISO 14629
灰分	无	GB/T 9345.1	无
氢、氧、氮、碳和硫含量	GB/T 14265	无	无
熔融温度/玻璃化转变温度	无	GB/T 19466.2 GB/T 19466.3	无

表 5 零件主要特性和推荐测试方法

特性	项目	推荐测试方法		
		金属	塑料	陶瓷
表面特性	外观	无	ISO 16348	ISO 16348
	表面粗糙度	GB/T 1031	GB/T 1031	GB/T 1031
	颜色	无	GB/T 3979 GB/T 2913	GB/T 4739

表 5 (续)

特性	项目	推荐测试方法		
		金属	塑料	陶瓷
几何特性	长度及角度尺寸公差	GB/T 1800.1 GB/T 1804	GB/T 1800.1 GB/T 1804	GB/T 1800.1 GB/T 1804
	几何公差	GB/T 1182	GB/T 1182	GB/T 1182
机械特性	硬度	GB/T 4340.1 GB/T 230.1 GB/T 231.1	GB/T 3398.1 GB/T 3398.2 GB/T 2411	GB/T 16534
	拉伸性能	GB/T 228(所有部分)	GB/T 1040.1 GB/T 1040.2 GB/T 1040.3 GB/T 1040.4	GB/T 23805
	冲击性能	GB/T 229	GB/T 1043.1 GB/T 1843	ISO 11491
	压缩性能	GB/T 23370 GB/T 7314	GB/T 1041	GB/T 8489
	弯曲性能	GB/T 3851	GB/T 9341	GB/T 6569 GB/T 14390 ISO 14610
	弹性	无	无	GB/T 10700
	疲劳性能	GB/T 3075 GB/T 4337	ISO 13003 ISO 15850	ISO 22214 ISO 28704
	蠕变性能	GB/T 2039	GB/T 11546.1	ISO 22215
	抗老化性能	无	GB/T 16422.1 GB/T 16422.2 GB/T 16422.3 GB/T 16422.4	无
	摩擦性能	无	ISO 6601	ISO 20808
	剪切性能	GB/T 229	ISO 14129	GB/T 31541 JC/T 2172
其他特性	密度	GB/T 3850	GB/T 23652 GB/T 1033.1	GB/T 25995 GB/T 5163
	耐热性	无	GB/T 1634.1	无
	抗热震性能	无	无	GB/T 16536
	显微组织	GB/T 13298	无	无

表 5 (续)

特性	项目	推荐测试方法		
		金属	塑料	陶瓷
其他特性	应力检测	GB/T 7704 GB/T 26140 GB/T 31218 GB/T 31310	无	无
	射线检测	GB/T 19943	无	无
	渗透检测	GB/T 18851.1	GB/T 18851.1	GB/T 18851.1
	层析成像(CT)检测	GB/T 29070	GB/T 29070	GB/T 29070
	磁粉检测 <sup>a</sup>	GB/T 15822.1	GB/T 15822.1	GB/T 15822.1
<sup>a</sup> 仅适用于铁磁性材料。				

## 6 测试报告

### 6.1 概述

由于每个增材制造制备的零件特性具有独特性,因此测试报告中样品的制备、加工和后处理等描述信息非常关键。通过增材制造工艺制备的零件及增材制造工艺用粉末原材料样品的测试报告可按照下述要求记录所需要的数据和信息。

### 6.2 粉末原材料测试报告

增材制造工艺用粉末原材料的测试报告应至少包括以下信息,除非双方另有约定:

- 原材料化学成分、种类、规格、型号、批次等;
- 原材料使用或再利用过程;
- 原材料存储环境条件;
- 所使用的标准;
- 所使用的方法,并描述所有使用的非标准处理方式或与标准处理方式的差异,或者两者都描述;
- 测试结果;
- 测试日期。

### 6.3 零件测试报告

通过增材制造工艺制备成形的零件的测试报告应至少包括以下信息,除非双方另有约定:

- 试样的形状、尺寸和允许的公差;
- 试样在成形室内的方向和位置;
- 试样的制备加工和调节过程及各项工艺参数;
- 试样测试方向;

- 如果测试样品经过后处理过程,应记录后处理过程等信息。后处理包括但不限于去支撑、应力消除、零件组合、热处理和表面加工;
- 所使用的标准;
- 所使用的方法,并描述所有使用的非标准处理方式或与标准处理方式的差异,或者两者都描述;
- 测试结果;
- 测试日期。

**附 录 A**  
**(资料性附录)**  
**推荐技术合同的范围和内容**

**A.1 总则**

零件的性能取决于特定的应用需求,即其满足特定要求的能力。所以在设计和订单阶段,零件的许多要求需进行详细规定。

注:要求不明确或讨论不充分会导致增加大量额外费用,延期交货或产品质量低劣。

技术参数的内容由零件的应用、测试目的和所用原材料共同决定。对于同一个零件,其技术参数值也有可能不同(比如:临界质量)。一些特性由材料和所使用的技术决定,但仍遵循相关的检测流程。

**A.2 原材料检测**

原材料的性能会极大的影响零件的特性,原材料的存储环境、重复利用和批次的不同会导致零件特性发生显著变化,因此,原材料供应商宜提供与原材料相关的必要数据。

**A.3 工艺监控**

增材制造的所有工艺步骤都由计算机辅助完成,因此,相关重要的工艺数据的记录和统计分析是非常必要的,比如工艺温度、环境条件、工艺进程、速度以及其他的参数。监控的必要性和范围由工艺的可重复性和需要的零件质量决定,客户可与供应商协商要求有工艺监控记录。

在不同的时间间隔内,工艺稳定性可基于特定的参数反复进行监控。

与零件相比,用于工艺监控的测试样件尽可能的具有代表性。补充的测试样件可用来加强尺寸精度、重现精度和工艺稳定性的测试。测试的样件形状、目的和频率由客户和零件供应商根据标准共同来确定。

**A.4 零件测试**

测试及验收标准在制造前由采购商和零件供应商在合同说明书或协议中说明。相关测试标准见表 5。

参 考 文 献

[1] ISO 17296-3 Additive manufacturing—General principles—Part 3: Main characteristics and corresponding test methods

[2] ASTM F3122 Standard Guide for Evaluating Mechanical Properties of Metal Materials Made via Additive Manufacturing Processes

---

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
增材制造 主要特性和测试方法  
零件和粉末原材料  
GB/T 35022—2018

\*

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.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 24 千字  
2018年5月第一版 2018年5月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-60038 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



GB/T 35022-2018