



中华人民共和国国家标准

GB/T 39328—2020

增材制造 塑料材料挤出成形工艺规范

Additive manufacturing—Specification for material extrusion process of
plastic materials

2020-11-19 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

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。

本标准起草单位:西安交通大学、无锡市产品质量监督检验院、北京易速普瑞科技股份有限公司、青岛理工大学、西安增材制造国家研究院有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、中机生产力促进中心、珠海天威飞马打印耗材有限公司、中国航天科工集团有限公司、北京工业大学、机械科学研究总院集团有限公司、西安建筑科技大学、杭州喜马拉雅信息科技有限公司、陕西非凡士三维科技有限公司、上海材料研究所、深圳市昊擎科技有限公司、深圳光华伟业股份有限公司。

本标准主要起草人:李健、田小永、朱应陈、张勇、兰红波、侯颖、贾存锋、薛莲、乔怀信、范长超、陈继明、单忠德、张超峰、池延斌、曹毅、赵庆洋、李海斌、魏纬、顾哲明、李涤尘、徐玄、张向南。

增材制造 塑料材料挤出成形工艺规范

1 范围

本标准规定了增材制造塑料材料挤出成形工艺的分类和等级、材料、设备、试样制备、成形过程、合格证明文件、检验和技术资料交付。

本标准适用于塑料材料的挤出成形工艺，其他材料的挤出成形工艺也可参考本标准。

注：塑料材料包括适于加工成零件的未填充的、填充的、特殊添加剂（例如阻燃剂、稳定剂等）塑料及其复合材料等。

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 2035 塑料术语及其定义
- GB 4943.1 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求
- GB/T 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
- GB 14554 恶臭污染物排放标准
- GB/T 35022 增材制造 主要特性和测试方法 零件和粉末原材料
- GB/T 35351 增材制造 术语
- GB/T 39329 增材制造 测试方法 标准测试件精度检验



3 术语和定义

GB/T 2035、GB/T 35351 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

丝材 filament

连续的丝状塑料材料。

注：通常均匀的缠绕在线轴上存储。

3.2

颗粒料 granule

采用切割、研磨、粉碎、沉淀和聚合等操作制得的尺寸和形状各异的较小的塑料粒状物。

注：这些操作中，还会得到粉末状物质；在某些沉淀和聚合过程中，可产生珠状物质。

3.3

挤出喷头 extrusion nozzle

具有加热功能的材料挤出装置。

3.4

支撑 support

成形过程中为零件的打印层提供临时辅助衬底的承载结构。

注1：支撑通常在使用前从零件中去除。

注 2：支撑材料可以不同于零件材料并且从不同的喷头沉积。

3.5

成形路径 tool path

成形过程中挤出喷头的移动路径。

注：通常分为轮廓和内部填充两部分。

4 工艺分类和等级

4.1 工艺分类

挤出成形工艺按照送料方式，分为活塞式的丝材挤出工艺和螺杆式的颗粒料挤出工艺；按照挤出喷头数量，分为单喷头、双喷头、多喷头。常见工艺类别参见表 1。

表 1 塑料材料挤出成形工艺分类

按送料方式	按喷头数量	按材料形态
活塞式	单挤出喷头	丝材
	双挤出喷头	
	多挤出喷头	
螺杆式	单挤出喷头	颗粒料
	双挤出喷头	
	多挤出喷头	

4.2 工艺等级

根据零件功能和应用场合，其成形工艺分为以下三个等级：

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

5 材料

5.1 分类

5.1.1 材料按照形态分为丝材和颗粒料。

5.1.2 材料按照组成的分类参考 GB/T 1844.1。常用的材料有聚乳酸(PLA)、聚醚醚酮(PEEK)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)、聚对苯二甲酸乙二醇酯-1,4-环己烷二甲醇酯(PETG)、聚酰胺(尼龙,PA)、热塑性聚氨酯(TPU)、聚碳酸酯(PC)等,以及其相应的增强、改性材料。更细致的分类可参见表 2 中材料对应的标准。

注：该分类旨在促进材料供应商和用户之间的沟通。

表 2 常用材料及其分类标准

材料	材料分类标准
PLA	GB/T 37643
PEEK	YY/T 0660
ABS	GB/T 20417.1
PA	GB/T 32363.1
TPU	HG/T 5500
PC	GB/T 35513.1

5.2 特性

5.2.1 基本特性

- 材料的基本特性主要包括：
- 玻璃化转变温度；
 - 熔融温度；
 - 热分解温度；
 - 熔融指数；
 - 收缩率；
 - 热变形温度；
 - 含水率。

5.2.2 形态特性

5.2.2.1 丝材的形态特性主要包括：

- 公称直径及偏差；
- 圆度；
- 颜色。

5.2.2.2 颗粒料的形态特性主要包括：

- 尺寸及粒径分布；
- 形状；
- 颜色。

注：5.2.2.1 和 5.2.2.2 中的颜色可用色度计测量和色度卡对比。

5.2.3 环境特性

环境特性主要包括热挥发性和吸水性。

5.3 包装、标志、运输和贮存

5.3.1 材料包装袋上应有明显的标志。标志内容可包括：材料名称、形态及尺寸、生产厂名称、批号和制造日期、净重。为了便于追溯，包装应具有唯一的标志。

5.3.2 在常规的搬运和运输中应对材料提供充分的保护，参见 GB/T 9174 执行。

5.3.3 材料应贮存在干燥、通风、清洁并保持有良好消防设施的仓库内，应采取如密封包装等必要的措

施防止材料潮湿。

5.4 回收

废塑料回收、运输和贮存条件参见 HJ/T 364。

6 设备

6.1 一般要求

6.1.1 设备应配备用户使用说明文件,包含定期检查的项目、周期和标准。

6.1.2 用于塑料材料挤出成形工艺过程控制的仪器仪表应按国家或企业的有关规定定期计量检定、校准。

6.2 工艺参数

推荐使用设备出厂自带的工艺参数,或使用通过试验得出的工艺参数。

6.3 人员

操作者应接受培训,包括但不限于增材制造设备和辅助设备的操作、维护、校准、软件使用、安全防护、材料处理、后处理、数据处理、异常情况处理等。操作者经培训考核合格后才能操作设备,培训应由设备厂商或已接受培训并合格的人员来实施。

6.4 模型

在零件制造前,应确认零件模型的文件格式适用于所用增材制造设备。

7 试样制备

7.1 各向异性试样制备

用于评估各向异性性能的试样应与所成形零件采用同样工艺同步制作。测试试样的打印方式分为四种,如图 1 中①、②、③、④位置所示。具体为:①在 $x-y$ 平面内,成形路径与试样长边方向平行,即 0° 夹角;②在 $x-y$ 平面内,成形路径与试样长边方向垂直,即 90° 夹角;③在 $x-y$ 平面内,成形路径与试样长边方向夹角在 $0^\circ \sim 90^\circ$ 范围内变化;④在 $x-y$ 平面外,试样沿对试样性能最不利的方向摆放。除非客户另行规定或使用特别的测试方法,各成形路径方向试样数量至少 3 个。所有试样应为去除支撑后未经后处理的零件。

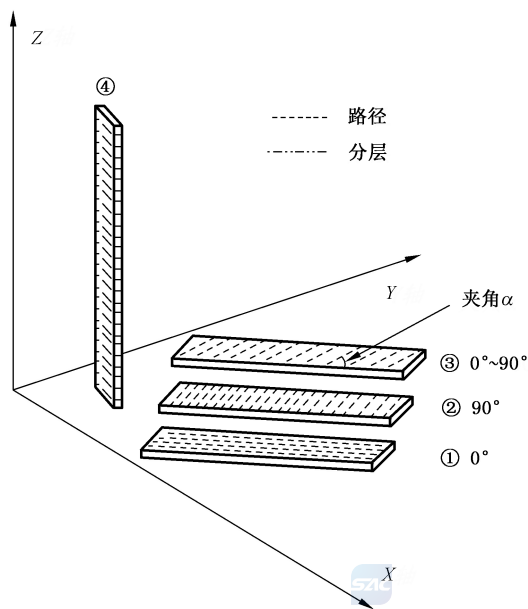


图 1 试样制作示意图

7.2 各向异性力学性能

7.2.1 拉伸性能

根据 4.2 规定的工艺等级,用于评估拉伸性能的试样位置、成形路径和数量列于表 3。

表 3 塑料材料挤出成形力学性能测试规范

规范 ^{a,b}	H 级	M 级	L 级
成形认证	采用①、②和④成形路径各制备至少 3 个试样	采用①、②成形路径各制备至少 3 个试样	可按照客户要求制备拉伸试样
^a 对于零件方位记号,参见图 1 所示。 ^b 拉伸性能的测定参见 GB/T 1040.1。			

7.2.2 其他力学性能

按照表 3 规定的成形路径,每种路径制备至少 3 个试样,用于评估弯曲强度及模量、剪切强度及模量和冲击强度等力学性能。弯曲性能的测定参见 GB/T 9341,短梁法测定层间剪切强度参见 JC/T 773,简支梁冲击性能的测定参见 GB/T 1043.2。

7.3 精度检验

应按照 GB/T 39329 的规定进行精度检验。

8 成形过程

8.1 成形准备

每次成形前应对挤出喷头、成形平台进行清洁和维护,加载材料,并将设备调试到待打印状态。

8.2 成形参数

应根据设备特征和客户需求记录下列全部或部分参数以及客户要求的其他参数：

- 成形温度(熔融腔温度或挤出螺杆、活塞温度)；
- 填充率；
- 进料速率；
- 挤出喷头出口直径；
- 分层厚度；
- 成形室温度；
- 成形平台温度；
- 挤出喷头或成形平台移动速度。

8.3 后处理

8.3.1 成形完成后,应将支撑材料从零件中去除。

8.3.2 零件可通过去毛刺、手工打磨或涂层等去除多余的材料。

8.3.3 可通过外表目视检查零件的缺陷和异常(例如卷曲、生长、结节、变色、错层、变形、层系等)。可使用高强度光检查内部特征。光源应对零件结构有足够的穿透性以满足检验。应注意避免光源损坏塑料零件。

8.3.4 如客户有特殊要求,应由供需双方协商确定后处理方案。

8.4 环保要求

成形过程产生的污染物排放应符合 GB 14554 的规定。

8.5 安全

按照设备的使用场景,成形过程的安全应符合 GB 4943.1 或 GB/T 5226.1 的规定。

9 合格证明文件

9.1 材料

材料供应商应按照要求向客户提供合格证明,确认每批的取样、测试及检测均依据本规范进行,且满足要求。证明文件应包含用户对材料的特性要求,包括材料的生产批号等信息,以及交付产品的特性要求。

9.2 设备



塑料材料挤出成形设备交付前应有合格证明,且各项技术指标参数符合工艺相关要求。

9.3 零件

零件生产商应按照客户要求在交货时提供一份包含完整测试报告及以下内容的合格证明(L级零件可不出具合格证明)：

- 详细的材料批次信息；
- 必要的力学性能数据(例如拉伸数据等)；
- 客户要求的特殊尺寸信息和化学性能等数据。

10 检验

10.1 要求

10.1.1 零件交付前应进行必要的质量检验,由供需双方协商确定抽检方式、检测项目以及技术指标作为交付和验收条件。

10.1.2 零件主要特性和测试方法应满足但不限于 GB/T 35022 的规定。

10.2 复检

需方可根据双方协定按 10.1 的要求进行复检,复检结果不合格时,由供需双方协商解决。

11 技术资料交付

交付的零件应包含但不限于以下信息:

- 供应商信息(名称、地址和联系方式);
- 零件名称和材料组成;
- 合格证明文件;
- 执行标准编号;
- 零件数量;
- 生产日期;
- 后处理记录;
- 产品包装、运输、贮存等要求。

参 考 文 献

- [1] GB/T 1040.1 塑料 拉伸性能的测定 第1部分:总则
- [2] GB/T 1043.2 塑料 简支梁冲击性能的测定 第2部分:仪器化冲击试验
- [3] GB/T 1844.1 塑料 符号和缩略语 第1部分:基础聚合物及其特征性能
- [4] GB/T 9174 一般货物运输包装通用技术条件
- [5] GB/T 9341 塑料 弯曲性能的测定
- [6] GB/T 20417.1 塑料 丙烯腈-丁二烯-苯乙烯(ABS)模塑和挤出材料 第1部分:命名系统和分类基础
- [7] GB/T 32363.1 塑料 聚酰胺模塑和挤出材料 第1部分:命名系统和规范基础
- [8] GB/T 35513.1 塑料 聚碳酸酯(PC)模塑和挤出材料 第1部分:命名系统和分类基础
- [9] GB/T 37643 熔融沉积成型用聚乳酸(PLA)线材
- [10] HG/T 5500 热塑性聚氨酯(TPU)颗粒料
- [11] HJ/T 364 废塑料回收与再生利用污染控制技术规范(试行)
- [12] JC/T 773 纤维增强塑料 短梁法测定层间剪切强度
- [13] YY/T 0660 外科植入物用聚醚醚酮(PEEK)聚合物的标准规范

