



中华人民共和国国家标准

GB/T 37463—2019

增材制造 塑料材料粉末床熔融工艺规范

Additive manufacturing—Specification for powder bed fusion of plastic materials

2019-05-10 发布

2019-12-01 实施

国家市场监督管理总局
中国国家标准化管理委员会 发布

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 工艺级别 2

5 订购须知 2

6 材料 3

7 试样制备 4

8 材料加工过程 5

9 尺寸公差 6

10 检验..... 6

11 合格证明..... 7

12 产品标识..... 8

13 零件包装和标志..... 8

附录 A（规范性附录） 粉末床熔融工艺补充要求 9

附录 B（规范性附录） 粉末床熔融工艺成形方向用语及说明 11

参考文献 13

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:上海材料研究所、中机生产力促进中心、华中科技大学、湖南华曙高科技有限责任公司、无锡市产品质量监督检验院、西安交通大学、机械科学研究总院集团有限公司、青岛海尔智能技术研发有限公司、山东创瑞增材制造质量技术创新研究院有限公司。

本标准主要起草人:顾哲明、李海斌、闫春泽、薛莲、许小曙、朱应陈、乔雯钰、田小永、单忠德、史玉升、刘永辉、刘永贵、胡浩。

增材制造 塑料材料粉末床熔融工艺规范

1 范围

本标准规定了塑料材料粉末床熔融工艺的工艺级别、订购须知、材料、试样制备、材料加工过程、尺寸公差、检验、合格证明、产品标识、零件包装和标志等内容。

本标准适用于使用粉末床熔融工艺制造塑料零部件的原材料提供者、生产者和消费者。

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 1040.1 塑料 拉伸性能的测定 第1部分:总则

GB/T 6003.1 试验筛 技术要求和检验 第1部分:金属丝编织网试验筛

GB/T 16483 化学品安全技术说明书 内容和项目顺序

GB/T 19001 质量管理体系 要求

GB/T 35021 增材制造 工艺分类及原材料

GB/T 35351 增材制造 术语

HB 9100 航空质量管理体系要求

YY/T 0287 医疗器械 质量管理体系 用于法规的要求

ISO 15512 塑料 含水量测定(Plastics—Determination of water content)

ISO/ASTM 52921 增材制造术语 坐标系和测试方法(Standard terminology for additive manufacturing—Coordinate systems and test methodologies)

ASQC C1 质量计划一般要求的标准 C1 规范(Standard C1 specification of general requirements for a quality program)

3 术语和定义

GB/T 35351界定的以及下列术语和定义适用于本文件。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

原始粉末 **virgin powder; fresh powder**

粉末批中未使用过的粉末。

[GB/T 35351—2017,定义 2.5.10]

3.2

粉末料 **powder batch**

作为原材料的粉末,可以是使用过的粉末、原始粉末或两者的混合。

注1:使用过的粉末可以是同一成形周期使用过的粉末,也可以是经过不同成形周期使用过的粉末之间的混合。

注2:一个粉末料可以用于一个或多个使用不同工艺参数的生产序列。

[GB/T 35351—2017,定义 2.5.12]

3.3

主包围盒 master bounding box

在一次制造过程中可以包围所有零件或实物的包围盒。

[GB/T 35351—2017, 定义 2.4.5]

3.4

备料 powder preparation

粉末制备和输送的过程。

注：原材料的粉末料是由一定量的原始粉末和使用过的粉末混合，在总量上有时会大于设备成形空间体积或给料区的体积，或两者之和。

3.5

连续给料处理 continuous feed processing

粉末料在稳定状态下机械混合并输送至粉末床的粉末制备和输送的过程。

3.6

烧结参数 sintering parameters

粉末床熔融成形零件的过程中所涉及的工艺参数。

注：如激光功率、层厚、预热温度等。

4 工艺级别

粉末床熔融工艺的成形原理见 GB/T 35021。根据不同质量级别的生产零件对质量文件可追溯性的要求，将工艺级别分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级和特殊级。

表 1 工艺级别分类

工艺级别分类	Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	特殊级
说明	最严格的工艺级别，用于生产最高质量要求的零件，质量文件要求应具有详尽的可追溯性来保证最高的可靠性	严格的工艺级别，用于生产高质量要求的零件，可追溯性低于Ⅰ级	普通的工艺级别，作为加工优质零件的指南，有广泛的实用性和一般的可追溯性	根据试样制备（见 7.1）、力学性能测试（见表 1）、粉末料鉴定（见 8.2.4～8.2.6）、多激光系统（见 8.4.3）、零件认证（见 11.2.3～11.2.6）和质量管理要求（见附录 A 的 A.3）描述相关的建议和要求，额外要求可通过客户和零件生产商间协商达成

5 订购须知

5.1 基本信息

订购本标准涉及零件的订单应包括以下信息：

- 工艺级别（见第 4 章）；
- 材料类别（见第 6 章）；
- 材料和加工等级要求；
- 需要的试样数（见第 7 章）；
- 后处理要求（见 8.5）；
- 几何尺寸及其公差（见第 9 章）；

- 零件标识要求(见第 12 章);
- 包装要求(见第 13 章);
- 数字化产品定义(如 CAD 模型);
- 客户采购订单号;
- 零件数量。

5.2 其他信息

订购本标准涉及零件的订单除上述基本信息外可包括以下信息:

- 工程图纸;
- 材料清单;
- 装配说明;
- 生产计划;
- 特殊要求。

注:特殊要求可以是客户对产品信息的要求,包括表面粗糙度(表面质量)、颜色、力学性能(强度等)、物理性能(熔点、导热率、热膨胀系数等)、化学性能(耐腐蚀性)等信息。

6 材料

6.1 材料规范

6.1.1 材料规范的确定有助于促进零件生产商和客户间的交流并确立验收条件。零件的材料成分应标明粉末供应商提供的粉末商标名称或按照相应材料命名标准的名称。生产零件要求的材料性能、测试样本、测试方法,如有需要,应列在订单内(关于零件的方向性或非方向性性能的规范见第 7 章)。

6.1.2 塑料材料(包括原始粉末、粉末料和原材料)及其测试要求可根据它们的成分进行分类(见示例)。分类的目的是为了区分塑料材料及对应的测试方法,给最终生产成品或零件提供依据,并不作为选择材料的方法。

示例:塑料材料及其测试要求可根据他们的成分进行分类(本示例给出了两种不同成分的命名标准及测试标准):

- a) 当塑料成分为聚酰胺(PA)时,可根据成分聚酰胺找到对应的命名标准及测试标准:
 - 1) GB/T 32363.1 规定了聚酰胺注塑和挤出材料的命名系统和规范基础。
 - 2) GB/T 32363.2 规定了聚酰胺注塑和挤出材料的试样制备和性能测定。
- b) 当塑料成分为聚苯乙烯(PS)时,可根据聚苯乙烯找到相应的命名标准及测试标准。
 - 1) GB/T 6594.1 规定了聚苯乙烯注塑和挤出材料的命名系统和分类。
 - 2) GB/T 6594.2 规定了聚苯乙烯注塑和挤出材料的试样制备和性能测定。

6.2 原始粉末

6.2.1 在交货前或交货时粉末供应商应证明粉末的组分、平均粒径、粒径分布、粉末形态、熔融黏度、热性能和松装密度应满足粉末床熔融加工工艺的要求。

6.2.2 每个粉末批都应附 1 份说明文件,文件中至少注明供应商或如 6.1 中的类别、材料标识[包括化学品安全技术说明书(GB/T 16483)和化学物质登记号(CAS)]、批号、平均粒径、粒径分布、流变性能或热性能。

注:热性能通常可采用差示扫描量热法获得,如熔融温度、结晶温度等。

7 试样制备

7.1 概述

除非另有规定,所有试样应是没有经过加工的增材制造零件。

如需复检,需要相同成形条件下的备用试样(见 8.4.3、10.2.2)。试样的成形条件应与被测零件的成形条件相同。当生产序列包含 2 次或 2 次以上独立成形时,可由客户指定对于 I 级和 II 级零件的力学试样的例外情况。客户应在订单中明确规定横跨两次或更多成形的测试试样生产频次。

成形方向符号的定义应符合附录 B 的规定。

7.2 与方向无关的性能测试试样制备

用于测试与方向无关的性能的试样,与相关零件一起成形时,可由零件生产商自行决定位置和方向。除非客户另有规定或在具体试验方法中另有说明,否则每次成形至少要制备 3 个测试试样,可由零件生产商选择在任意轴向(X、Y 或 Z 轴)上进行制备。

7.3 与方向相关的非机械性能测试试样制备

用于测试除力学性能外、与方向有关的性能(如电阻率)的试样,应由零件生产商在主包围盒内选择对于所测性能最不利方向的位置制备,通常是 Z 轴方向和主包围盒的表面。除非客户另有规定或在具体试验方法中另有说明,否则每次成形至少要制备 3 个测试试样。

7.4 与方向相关的力学性能测试试样制备

7.4.1 拉伸测试

试样拉伸性能应按照 GB/T 1040.1 规定的方法进行测试,用于测试不同工艺级别零件的拉伸性能试样的数量、取向、位置应符合表 2 的规定。

注:若零件高度低于 57 mm,ZX 或 ZY 取样可采用小号拉伸试样(尺寸要求见 GB/T 1040.2)。

表 2 试样拉伸性能测试要求

I 级	II 级	III 级
测试时至少有 6 个试样:XY 或 YX 试样不少于 3 个,成形范围的上下方至少各一个;ZX 或 ZY 试样不少于 3 个。试样放置在主包围盒的边缘,以便所有层都在试样的标距长度内	主包围盒的边缘至少有 3 个 ZX 或 ZY 试样。如果零件高度低于 57 mm,则用成形区域外的 2 个 XZ 和 2 个 YX 试样代替	除客户需要外,无需试样

7.4.2 其他力学性能测试

非拉伸性能测试的试样用于评价如弯曲模量、冲击强度和剪切模量等力学性能时,应由零件生产商在主包围盒内选择对于所测量性能最不利方向的位置制备,通常是 Z 轴方向和主包围盒的表面。除非客户对验收零件另有规定或在具体试验方法中另有说明,否则每次成形至少要制备 3 个测试试样。除非另有说明,否则应同时记录试样类型、拉伸强度和断裂拉伸应变。

8 材料加工过程

8.1 粉末贮存

8.1.1 原始粉末应具有粉末供应商提供符合标准的检验报告,并且应根据粉末批号分开贮存,以便于制备粉末料和原材料。

8.1.2 原始粉末和使用过的粉末均需用特定的容器和方法进行贮存,以尽量减少污染(包括批次间的交叉污染)。对于环境敏感型塑料还应避免与环境中的致敏物接触。

8.1.3 所有粉末均应按粉末供应商的要求进行贮存。

8.2 粉末料/混料

8.2.1 使用过的粉末在混合前需要进行过筛,以便消除异物并限制最大粒径,使用的筛网应符合 GB/T 6003.1 的规定。

8.2.2 用于备料的粉末应充分混合均匀。

8.2.3 原始粉末可以由几种粉末批混合组成,除非客户采购订单上另有其他需求或定制的生产计划。

8.2.4 粉末料的储存环境应符合 8.1.2 的规定。当塑料粉末易于吸水时,不利于激光熔融的进行,建议使用干燥机控制粉末的含水量在需要的范围内。塑料材料中的含水量可使用 ISO 15512 或同等方法进行测量。

8.2.5 粉末料(备料)或混料(连续给料处理)应符合生产计划的规定(I 级强制要求,II 级、III 级可选)。

8.2.6 对于备料,粉末料应有唯一的标识(批号)以便于追溯(I 级强制要求,II 级和 III 级可选)。

8.2.7 对于每一个粉末料(备料)或混料(连续给料处理),应记录原始粉末的批号及原始粉末和使用过的粉末的混合比例。附加记录还可包括筛网目数、混合参数、熔融黏度、使用过粉末的循环次数和操作人员姓名(I 级和 II 级强制要求,III 级可选)。

8.3 原材料

8.3.1 原材料分为两类:原始粉末和使用过的粉末。使用过的粉末还可进一步分为溢出粉和零件黏附粉。

8.3.2 对于备料和连续给料处理,原材料在粉末床加工之前进行混合;对于备料,原材料是在装入设备前进行混合;对于连续给料处理,混料是粉末输送的一部分。

8.3.3 所有原材料均应符合 8.2 规定的要求。如果适用,原材料也应尽量满足客户指定的附加要求。

8.4 成形制造

8.4.1 一次生产成形应包括单个或多个可套叠在推荐的成形体积内的零件、烧结参数、拉伸试样、预热层及冷却层。当预估成形过程中零件的某部位可能发生翘曲变形时,可适当调整其几何形状。

8.4.2 零件生产商应记录每次成形的布局、烧结参数和粉末料信息。

8.4.3 试样的成形布局应遵守以下规则:

- 测试样条的位置应能代表成形中所有零件(见第 7 章)。
- 在多激光器系统中,当零件横跨激光束交叠区域,对于 I 类和 II 类零件的成形,除 7.4 规定外的拉伸试样之外,还应至少放置 2 根拉伸试样,使激光束交叠的区域在拉伸试样的标距长度内。试样应位于主包围盒的各个相对面,方向垂直于并跨越交叠平面,并代表成形布局内所有零件的最大范围。
- 当拉伸测试出现异常情况时(如标距外断裂),需要制备额外试样。额外试样制作应尽量定位于靠近原样条,便于重复。

——拉伸试样应以其在成形布局中的位置和方向进行标识,标识不应在拉伸试样的标距部分。

8.4.4 增材制造设备在使用前应根据设备生产商的说明书、建议书及零件生产商经验进行清洁。

8.4.5 成形完成后,零件需使用梯度降温的方式来减少零件的变形量。当对零件的外观有特殊要求时,取出前零件应充分冷却以避免环境气氛导致变色。清理粉末时应注意不能破坏零件和拉伸样条,清理工具或方法应在生产计划内予以说明。能够被压缩空气去除的残留粉末应在后处理前除去。

8.4.6 如果零件上没有自带标识,则所有的零件应在取出后尽快进行标识。

8.4.7 成形制造通用要求见 A.2,并应遵循客户指定的要求。当订单中有明确说明时,客户的要求可超出或不采用本标准中的要求。

8.5 后处理

8.5.1 后处理方法

零件生产商可使用钻孔、扩孔、去毛刺、手工打磨等方法进行后处理,从而去除零件上多余的材料使零件尺寸、形状等满足客户要求。如果零件几何形状允许的话,也可以使用抛光机进行后处理。

后处理方法的选择应尽量符合客户的要求,或选用客户要求的方法。

注:客户要求的后处理方法包括是否允许表面喷涂试剂或热处理等,以实现变色、硬化、光滑等处理。

8.5.2 结构检查

应对零件缺陷和异常(如翘曲、增生、结节、变色、变形、分层等)进行目视检查。如果目视检查发现缺陷,零件可报废。

在检查内部特征时可使用强光灯进行照射,光源应穿透零件照射到需要检查的结构。

9 尺寸公差

公差表示为绝对公差形式或相对公差形式应由客户与零件生产商协商决定。在通常情况下,公差可指定为长边测量值的 $\pm 0.1\text{ mm}$ 或 $\pm 0.3\%$,以数值大的为准。

10 检验

10.1 要求

10.1.1 当客户提出,发货前要进行抽检或现场检验,以判断零件是否符合采购订单或采购合同要求,以及要求进行材料测试时,相关要求应事先列入客户和零件生产商采购合同中。

10.1.2 当买卖双方同意上述抽检或现场检查 and 测试时,零件生产商应为客户代表提供合理的设施以使材料满足本标准的要求。检查和测试时应将对零件生产商操作的影响减小到最小。

10.2 复检和拒收

10.2.1 如果零件不能满足本标准的所有要求,应拒收该零件。

10.2.2 若有证据证明不合格的试样不能代表整个成形零件,并且客户合同或订单中没有其他的抽样计划时,应从额外试样中随机抽取至少2个附加试样替代每个不合格试样。如果零件成形时没有额外试样,或任何一个选出的额外试样仍没有满足本标准的要求,应拒收该零件。复检和拒收流程图如图1所示。

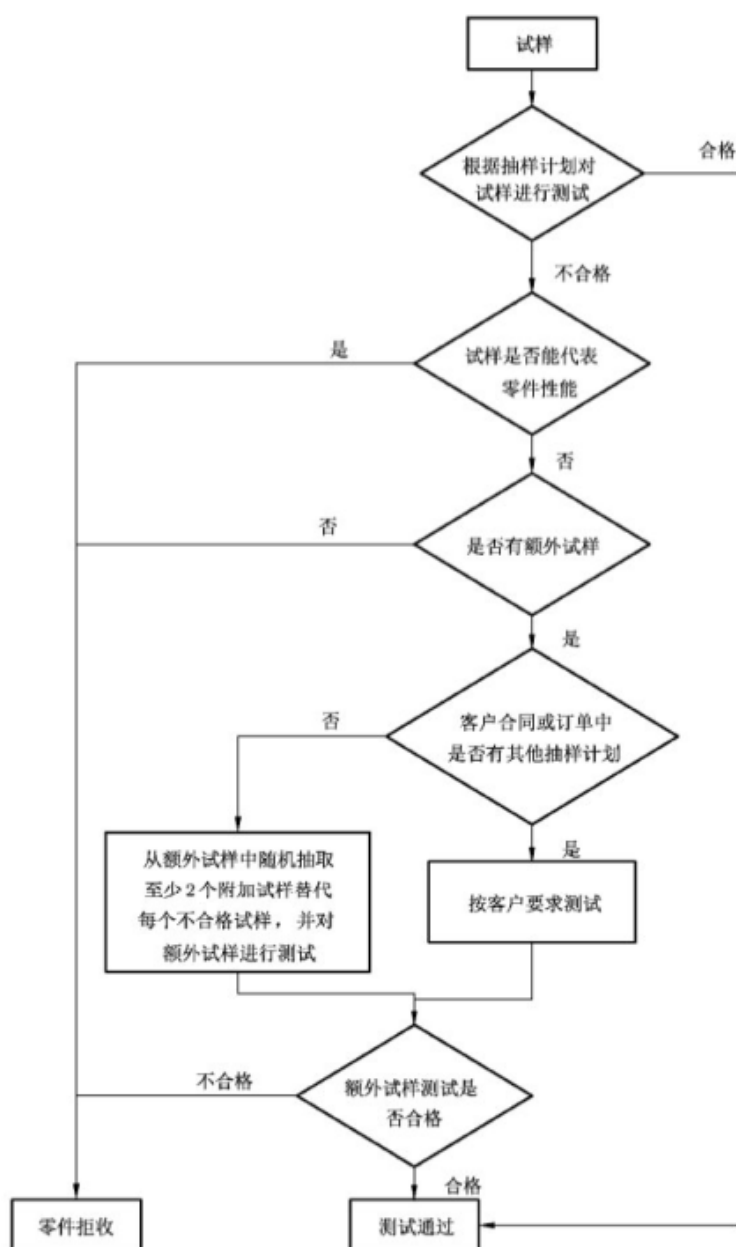


图 1 复检与拒收流程图

11 合格证明

11.1 材料和工艺合格证明

零件生产商应提供给客户一份证明文件，证明零件、粉末、成形信息或其任意组合已根据本标准进行抽样、测试和检验，并且符合相关要求（见 A.1）。

注：客户合同或订单要求可以代替本标准。

11.2 零件合格证明

11.2.1 零件生产商在交货时应向客户提供一份包含完整测试报告的合格证明，证明零件是按本标准进行生产和测试的。

11.2.2 如果零件生产商和客户代表来自同一家单位,可以用内部文件替代合格证明。

11.2.3 Ⅲ级的产品不需出具合格证明。

11.2.4 合格证明应包含 6.2.2 中粉末批以及 8.2 中粉末料的详细信息。

11.2.5 合格证明应包括试样类型、拉伸强度和断裂拉伸应变的测试结果(见 7.4.1)。复检结果按 10.2 的要求提交。

11.2.6 合格证明还可包含附加信息,具体内容需在零件生产商和客户之间的采购订单或客户指定的生产计划中说明。

12 产品标识

当在合同或采购订单中有规定时,所有零件应有产品标识。

13 零件包装和标志

13.1 零件包装

除非另有规定,包装类型和容器总重应由零件生产商自行决定,并确保货物被常规或其他货运商接收且安全到达交货地点。包装材料应保证在运输、装卸时不破坏和不污染。

13.2 标志

零件的包装箱上应有明显的标志。标志的内容可包括:客户的订单号、详细的零件清单以及生产商的包装清单。

附 录 A

(规范性附录)

粉末床熔融工艺补充要求

A.1 零件质量保证

除非订单或合同有特殊规定,零件生产商有责任按本标准的规定进行所有检验和测试。零件生产商可用自己的或其他适合的设备进行本标准的检测和测试,除非客户在订单中不同意。

客户有权根据本标准中规定的内容对零件进行任何检验和测试,以确保材料符合(合同)规定的性能要求。

A.2 通用要求

A.2.1 设备要求

粉末床熔融设备安装的环境应满足设备厂商的用户指南或要求。

可对成形参数和零件参数进行修正以达到预期的力学性能、块状粉末硬度和指定性能。

测试拉伸性能的样条总数应不低于18个,每3个按XY、XZ、YX、YZ、ZX和ZY方向布局,放置在建议成形区域各处,测试方法按照GB/T 1040.1规定的要求进行。未完成试样的力学性能应符合零件生产商的材料规范或客户要求。

A.2.2 操作员要求

增材制造设备操作员应根据每个生产商的用户指南或依照惯例操作增材制造设备。

操作者应接受增材制造设备厂家的培训,培训考核合格后才能操作设备,未经培训的人员禁止操作设备。

A.2.3 成形要求

零件生产商应使用设备生产商初始参数,或基于更好的实例优化参数用于材料成形。零件生产商应设定包含至少一个标定零件的标定成形,并保证至少有一个零件可以用于测量和验证在X和Y方向的精度(见第9章)。零部件生产商需要设定并运行一次能代表成形件高度的成形,成形中零件取向的高度尺寸一般不宜小于200 mm。标定参数应根据所有零件在X、Y和Z的测定进行调整。应额外考虑基于零件壁厚的标定参数进行测定和调整。这些参数将被保留直到下一批成形时被再次修改。当生产成形件时,应合理放置零件模型以最大化利用建议的成形面积。

注1: 标定零件是指用来标定成形设备加工误差的零件,一般由设备生产商提供零件的模型。

注2: 标定成形是指在零件制造前,为标定成形设备的加工误差而使用标定零件的模型进行的一次成形。

A.2.4 模型验证

在零件生产前,应检查零件的数字模型与增材制造设备的兼容性。零件的数字模型不应有缺陷。

A.3 质量管理要求(仅限Ⅰ级和Ⅱ级零件)

零件生产商和粉末供应商应持续执行 ASQC C1, 或通过并取得 GB/T 19001 或 HB 9100 或 YY/T 0287 的资格认证并按其标准执行。为了确保零件和原材料的可追溯性, 除了Ⅲ级零件, 客户宜要求零件生产商使用和遵守全面的生产管理体系。全面质量控制体系的构成应由零件生产商和客户协商确定。

附录 B
(规范性附录)

粉末床熔融工艺成形方向用语及说明

B.1 坐标轴系统

本标准采用直角坐标系,使用 X、Y、Z 字母分别代表三维空间中各个方向,且各轴正方向应遵循 ISO/ASTM 52921 规定的右手定则。

B.2 三字母表示法

三字母表示法适用于描述不规则样条的打印方向描述,如 XYZ,其中首字母代表样条最小边界框最长边界的方向,第二个字母代表样条最小边界框第二长边界的方向,第三个字母代表样条最小边界框最短边的方向,如图 B.1 所示。

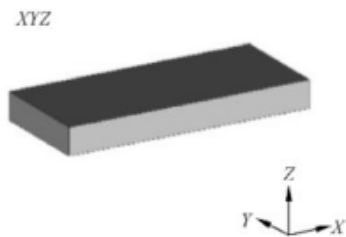


图 B.1 三字母表示法示例

B.3 双字母表示法

双字母表示法适用于描述如塑料拉伸试样等薄型试样的成形方向,如:ZX。其中首字母代表试样最小边界框最长边界的方向,第二个字母表示试样最小边界框最短边界的方向(薄型试样厚度方向不计),如图 B.2 所示。

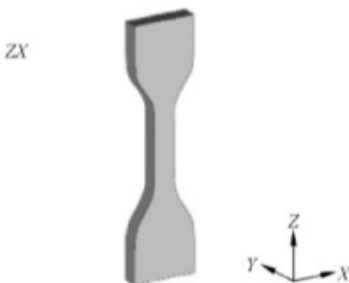


图 B.2 双字母表示法示例

B.4 单字母表示法

单字母表示法适用于描述轴对称类型试样, 仅需使用一个字母如 *Z* 表示试样最小边界框最长边界的方向, 如图 B.3 所示。

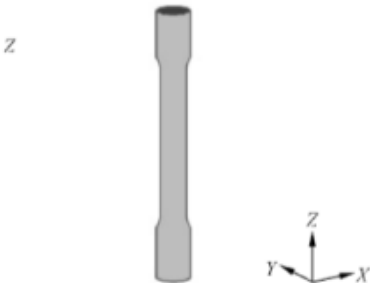


图 B.3 单字母表示法

参 考 文 献

- [1] 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
 - [2] GB/T 6594.1 聚苯乙烯(PS)模塑和挤出材料 第1部分:命名系统和分类基础
 - [3] GB/T 6594.2 塑料 聚苯乙烯(PS)模塑和挤出材料 第2部分:试样制备和性能测定
 - [4] 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
 - [5] GB/T 32363.2 塑料 聚酰胺模塑和挤出材料 第2部分:试样制备和性能测定
 - [6] ASTM F3091/F3091M Standard specification for powder bed fusion of plastic materials
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
增材制造 塑料材料粉末床熔融工艺规范
GB/T 37463—2019

*

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

2019年4月第一版

*

书号: 155066 · 1-62593

版权专有 侵权必究



GB/T 37463—2019