

团 体 标 准

T/GAMA XXXX-XXXX

食品连续式挤出三维打印设备通用技术规
范

General technical specification for food continuous extrusion 3D
printing equipment

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

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 基本规定	2
5 技术要求	2
6 试验方法	4
7 检验规则	6
8 标志、包装、运输和贮存	8

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。

本文件由广东省增材制造协会提出并归口。

本文件起草单位：XXX。

本文件主要起草人：×××

食品连续式挤出三维打印设备通用技术规范

1 范围

本文件规定了食品连续式挤出三维打印设备有关基本规定、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存的要求。

本文件适用于以可食用食材进行逐层增材成型的食品连续式挤出三维打印设备的设计、制造、检验与验收。

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 包装储运图形符号标志
- GB 2894 安全色和安全标志
- GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法
- GB 4706.1 家用和类似用途电器的安全 第1部分:通用要求
- GB 4806.1 食品安全国家标准 食品接触材料及制品通用安全要求
- GB/T 5048 防潮包装
- 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/T 13306 标牌
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB 15179 食品机械润滑脂
- GB/T 19891 机械安全 机械设计的卫生要求
- JB 7233 包装机械安全要求
- JB/T 14190 增材制造设备 桌面型熔融挤出成形机
- SB/T 222 食品机械通用技术条件 基本技术要求
- SB/T 223 食品机械通用技术条件 机械加工技术要求
- SB/T 224 食品机械通用技术条件 装配技术要求
- SB/T 225 食品机械通用技术条件 铸件技术要求
- SB/T 226 食品机械通用技术条件 焊接、铆接技术要求
- SB/T 228 食品机械通用技术条件 表面涂漆
- SB/T 229 食品机械通用技术条件 产品包装技术要求
- SB/T 230 食品机械通用技术条件 产品检验规则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

连续式挤出 continuous extrusion

依靠螺杆连续输送、增压物料，可选择加热或常温工况，将食品浆料均匀从打印喷头挤出，实现物料不间断供给、逐层堆积成型的三维打印成型方式。

3.2

食品三维打印设备 food 3D printing equipment

依托增材制造分层成型原理，通过可控挤出机构、运动控制系统与温控系统协同运行，将可食用原料逐层堆积加工为定制化食品形态的专用智能装备。

4 基本规定

4.1 产品分类

应如表 1 中所示。

表 1 产品分类

设备类别	适用场景
桌面小型机	餐饮门店、烘焙后厨、实验室小样研发
台式中型机	中央厨房、食品加工厂小批量定制生产
落地大型机	食品工业化大批量定制生产线配套使用

4.2 型号编制方法

除特殊规定外，食品连续式挤出三维打印设备型号及其编制方法宜由制造商结合产品线生产工况自行明确。

4.3 基本结构组成

食品连续式挤出三维打印设备整机宜由七大模块组成，应符合下列各项功能要求：

- 主控开关模块：实现设备整机上电、断电、急停一键切断电源控制，具备硬件自锁保护功能；
- 成型平台模块：承载食品坯料成型，具备水平调平功能，平台表面宜采用食品级耐腐蚀材质，便于拆卸清洗；
- 挤出喷头模块：宜可更换不同孔径喷头，实现物料精准挤出，支持断料自动回抽防滴料功能；
- 螺杆流体挤出模块：核心连续供料部件，实现物料匀速输送，杜绝断料、溢料现象；
- 恒温加热模块：按需对料筒、喷头进行恒温加热，适配不同粘度食品浆料；
- 智能温控模块：实时采集料筒、喷头温度，闭环控温；
- 主机运动平台模块：实现 X/Y/Z 三轴联动精准运动，搭载闭环步进电机，提升运动定位稳定性。

5 技术要求

5.1 通用要求

5.1.1 食品三维打印设备整机强度、刚度、运行稳定性应符合 SB/T 222 中的规定，长时间连续运行应无机架形变、共振抖动。

- 5.1.2 食品三维打印设备机械结构设计应符合 GB/T 19891 中的要求，整体结构无清洁死角，所有与物料接触部件均可快速徒手拆卸清洗。
- 5.1.3 设备铸件应无裂纹、夹渣、缩孔、气孔、粘砂等缺陷，应符合 SB/T 225 中的要求。
- 5.1.4 焊接焊缝应平整光滑、无虚焊、夹渣、开裂，应符合 SB/T 226 中的要求。
- 5.1.5 机械加工零部件尺寸公差、形位公差应符合 SB/T 223 中的要求，零部件装配精度应可满足三轴联动运动要求，装配工艺应符合 SB/T 224 中的要求。
- 5.1.6 设备润滑系统宜采用食品级专用润滑脂，应符合 GB 15179 中的要求，润滑点位应密封可靠，应无润滑油脂渗漏污染食材。
- 5.1.7 设备空载连续运行 30 min 以上，运动部件动作协同应精准，无卡滞、异响、抖动现象。

5.2 食品接触安全卫生要求

- 5.2.1 所有直接接触食品浆料的零部件，材料应符合 GB 4806.1 及对应食品接触材料专项规范中的要求，出厂需附带材料卫生检测报告。
- 5.2.2 设备表面涂层、非食品接触区域防护涂层应符合 SB/T 228 中的要求，涂层应无脱落、无析出，高温工况下无有害物质挥发。
- 5.2.3 设备内部走线、电气元器件宜远离物料流通区域，避免粉尘、油污、电气碎屑污染食品原料。
- 5.2.4 设备应支持常温清水冲洗、食品级消毒液擦拭消毒，消毒后应无残留腐蚀，不影响后续打印成型质量。

5.3 外观与结构要求

- 5.3.1 整机外观应平整光洁，无尖锐棱角、毛刺、机械磕碰损伤，所有外露边角宜做圆弧钝化处理。
- 5.3.2 设备标识、按键文字、参数铭牌应清晰耐磨，长久使用应无褪色、脱落。
- 5.3.3 电气部件应安装牢固，无位移、松动。
- 5.3.4 食品接触零部件表面粗糙度 Ra 应 $\leq 0.8 \mu\text{m}$ ，表面应光滑无凹陷死角。
- 5.3.5 整机布局宜合理，供料系统、运动系统、电气系统宜分区隔离，便于日常维护检修与清洁。

5.4 电气安全要求

- 5.4.1 整机电气系统应符合 GB/T 5226.1 中的要求，线路排布规范、编号清晰，导线完全绝缘包裹，无裸露铜线。
- 5.4.2 设备应标配物理急停按钮，急停响应时间应 $\leq 100 \text{ ms}$ ，触发后整机所有运动机构、加热模块、挤出模块应可立即断电停机。
- 5.4.3 整机应具备漏电保护、电机堵转保护、加热模块过热三重电气防护，外力卡死、堵转、超温时应自动停机并发出声光报警。
- 5.4.4 设备绝缘电阻应 $\geq 2 \text{ M}\Omega$ ，接地电阻 $\leq 0.1 \Omega$ ，满足食品加工设备电气安全要求。

5.5 机械安全与防护要求

- 5.5.1 整机机械安全防护应符合 JB 7233 中的要求，运动三轴区域宜加装透明防护外罩，防止操作人员误触运动机构造成人身伤害。
- 5.5.2 设备异常故障时，应可同步实现声光报警、自动停机，故障代码应可在屏幕直观显示。
- 5.5.3 所有紧固件均应配备防松垫片，设备长时间振动运行应无螺栓松动、零部件脱落。
- 5.5.4 高温加热区域应永久固定耐高温警示标识，标识应符合 GB 2894 中要求，应明确标注高温烫伤风险提示。

5.6 整机打印性能要求

应符合表 2 中的要求。

表 2 整机打印性能

性能参数名称	技术指标
三轴重复定位精度	$\leq 0.05 \text{ mm}$
最大成型尺寸	不低于制造商明示标称尺寸
最小打印层厚	不大于制造商明示标称层厚，最小可达 0.2 mm
成品尺寸误差	$\leq 0.3 \text{ mm}$
打印运行速度	10 mm/s ~ 80 mm/s 连续可调，全程运行平稳无抖动
标准数据传输接口	标配 USB、U 盘、SD 卡三种接口，支持 Gcode 通用切片文件
整机工作噪声	$\leq 55 \text{ dB (A)}$
平均无故障工作时间	$\geq 800 \text{ h}$
控温精度	料筒、喷头控温偏差 $\leq \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$
注：设备须具备负载软启动、挤出过载自动回抽保护功能，堵料工况下可自动反转螺杆泄压，避免挤出机构损坏。	

5.7 环境适应性要求

5.7.1 打印设备应可在下列各项工况下长期稳定运行，无性能衰减、无电气故障：

- a) 工作环境温度：10 $^\circ\text{C}$ ~ 40 $^\circ\text{C}$ ；
- b) 工作环境相对湿度：10%RH~90%RH，无凝结露。

5.7.2 打印设备应可顺利通过高温、低温、恒定湿热三项气候环境试验，试验后整机精度、电气安全、挤出性能无异常。

5.8 运输包装环境耐受要求

打印设备附带完整出厂包装后，跌落耐受性能、振动耐受性能应符合 JB/T 14190 中运输包装的全部要求，跌落试验后整机结构、电气系统、运动精度应不受损伤。

6 试验方法

6.1 通用试验条件

6.1.1 试验环境

环境温度 15 $^\circ\text{C}$ ~ 35 $^\circ\text{C}$ ，相对湿度 40%RH~70%RH，无强电磁干扰、无直射强光、无剧烈气流。

6.1.2 试验物料

粘度稳定的马铃薯泥标准试验浆料，物料含水率控制在 78% \pm 1%。

6.1.3 设备试验前预处理

整机空载预热运行 20 min，明确温控、运动、挤出系统全部正常后，方可开展正式试验。

6.2 基本通用要求检验

逐项对照 SB/T 222、SB/T 223、SB/T 224、SB/T 225、SB/T 226 中规定的开展检验，同时开展 30 min 空载连续运行试验，观察整机运行状态，结果应符合本文件 5.1 中的要求。

6.3 食品接触安全卫生检验

6.3.1 核查食品接触部件材质检测报告，核对材质合规性。

6.3.2 目视、擦拭检查内部死角，验证整机清洁便捷性。

6.3.3 按 GB 4806.1 中的要求开展迁移物抽检，结果应符合本文件 5.2 中的要求。

6.4 外观与结构检验

采用目视检查、手感触摸、粗糙度仪检测相结合的方式，检查整机外观、边角钝化、标识清晰度、食品接触面粗糙度，结果应符合本文件 5.3 中的要求。

6.5 电气安全试验

按 GB/T 5226.1 中规定的，开展绝缘电阻测试、接地电阻测试、急停响应测试、过载保护测试，验证三重电气防护功能有效性，结果应符合 5.4 中的要求。

6.6 机械安全与防护检验

目视检查防护外罩、警示标识、防松紧固件；人工模拟堵料、超温、运动超限故障，核查设备报警与停机响应逻辑，结果应符合 5.5 中的要求。

6.7 整机打印性能试验

6.7.1 重复定位精度试验

设备空载状态下，控制 X 轴运动机构从基准原点 A 往返移动 150 mm 后回归原点，记录实际停止坐标 B，单次定位误差计算公式应如公式（1）所示。X/Y/Z 三轴分别重复测试 7 次，取 7 次测试平均值，三轴平均误差均需 ≤ 0.05 mm。

$$E_p = b - a \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E_p ——单次定位误差，单位为毫米（mm）；

a ——基准原点坐标值，单位为毫米（mm）；

b ——回归后实际停止坐标值，单位为毫米（mm）。

6.7.2 最大成型尺寸试验

按打印设备标称最大成型尺寸打印标准长方体试样，采用精度 0.01 mm 游标卡尺测量三维尺寸，重复试验 3 次，所有试样实测尺寸应均不低于标称值。

6.7.3 最小打印层厚试验

设备设置最小标称层厚，打印高度 30 mm 标准长方体试样，采用千分尺测量试样实际总高度，层厚计算公式应如公式（2）所示，重复测试 3 次，实测层厚应不大于标称层厚。

$$T = H/N \dots\dots\dots (2)$$

式中：

T ——实测单层打印层厚，单位为毫米（mm）；

H ——试样实测总高度，单位为毫米（mm）；

N ——实际打印总层数。

6.7.4 成品尺寸误差试验

打印理论长度 100 mm 标准长条试样，测量实际长度，尺寸误差计算公式应如公式（3）所示，重复测试 5 次，单次最大误差应不超过 0.3 mm。

$$E_L = L - 100 \dots \dots \dots (3)$$

式中：

E_L ——成品尺寸误差，单位为毫米（mm）；

L ——试样实际测量长度，单位为毫米（mm）。

6.7.5 打印速度试验

分别设置最低、最高打印速度，打印固定直线行程，秒表计时并计算实际运行速度，计算公式应如公式（4）所示，实测速度应在设备标称速度区间内，运行应无抖动、断料。

$$v = d/t \dots \dots \dots (4)$$

式中：

V ——实际打印速度，单位为毫米每秒（mm/s）；

d ——打印直线行程，单位为毫米（mm）；

t ——实际运行时间，单位为秒（s）。

6.7.6 数据接口传输试验

分别通过 USB、U 盘、SD 卡导入标准 Gcode 打印文件，启动打印程序，核查设备是否可正常读取文件、启动打印，应无文件读取失败、路径错乱问题。

6.7.7 整机噪声试验

按 GB/T 3768 中的方法，在设备四周 1 m 距离处布置测试点位，测试设备满载打印工况下噪声值，噪声 ≤ 55 dB (A) 为合格。

6.7.8 平均无故障工作时间试验

设备连续不间断打印标准大尺寸试样（200 mm × 200 mm × 150 mm），全程不人工停机、不清理设备，记录首次出现故障停机时长，连续无故障时长 ≥ 800 h 为合格。

6.7.9 过载保护试验

按 GB 4706.1 中的要求，模拟挤出堵料、电机过载工况，核查设备自动停机、报警、螺杆反转泄压功能是否正常。

6.8 环境适应性试验

参照 JB/T 14190 中规定的环境试验方法，依次开展高温、低温、恒定湿热试验，试验结束后复测设备定位精度、电气安全、挤出功能，性能无衰减即为合格。

6.9 运输包装跌落试验

按 JB/T 14190 中规定的跌落高度、跌落面开展包装跌落试验，试验后开箱检查整机外观、电气线路、运动机构，无结构损坏、精度偏差即为合格。

7 检验规则

7.1 检验总则

7.1.1 所有打印设备均须经制造厂质量检验部门逐台检验，检验合格并出具产品合格证后方可出厂。

7.1.2 检验总体流程、记录要求、结果判定原则应符合 SB/T 230 中的规定。

7.2 检验分类

设备检验分为出厂检验和型式检验两类，两类检验项目、检验要求、判定规则独立划分。

7.3 出厂检验

7.3.1 检验项目

应按表 3 中规定的进行。

表 3 出厂检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
1	通用要求	√	√	5.1	6.2
2	食品接触安全卫生要求	√	√	5.2	6.3
3	外观与结构要求	√	√	5.3	6.4
4	电气安全及防护功能	√	√	5.4	6.5
5	机械安全防护	√	√	5.5	6.6
6	定位精度、尺寸误差	—	√	5.6	6.7.1/6.7.4
7	无故障运行时长	—	√	5.6	6.7.8
8	环境适应性	—	√	5.7	6.8
9	包装跌落适应性	—	√	5.8	6.9
10	产品标志、随机文件	√	√	8.1/8.2	目视核查

注：本表中“√”为必检项目；“—”为出厂免检项目，仅型式检验需要检测。

7.3.2 判定规则

7.3.2.1 出厂检验所有必检项目全部合格，判定该台设备出厂检验合格。

7.3.2.2 若出现非安全类一般不合格项，制造厂可返工修整后进行一次复验，复验合格判定合格。

7.3.2.3 电气安全、食品卫生等关键安全项目一旦不合格，禁止返工复验，直接判定产品不合格，严禁出厂。

7.4 型式检验

7.4.1 检验时机

设备出现下列任一情况时，须开展全项目型式检验：

- 新设备定型鉴定、老产品结构/材料/控制程序重大升级改版；
- 设备停产 12 个月及以上，恢复批量生产前；
- 正常连续生产每满 24 个月，开展周期性型式检验；
- 出厂检验结果连续批次出现明显数据偏差；
- 国家市场监督管理总局、行业主管部门提出抽检要求。

7.4.2 抽样方案与判定规则

7.4.2.1 从出厂检验合格成品中随机抽取 2 台作为试样。

7.4.2.2 全部检验项目合格，则判定本次型式检验合格。

- 7.4.2.3 若出现一般性能项目不合格，加倍抽样至 4 台复检，复检全部合格则判定合格。
- 7.4.2.4 电气安全、食品卫生、定位精度关键项目不合格，不允许复检，直接判定型式检验不合格。
- 7.4.2.5 型式检验不合格的产品，该批次产品暂停出厂，整改完成后重新开展全项型式检验。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

- 8.1.1 设备机身应固定永久性金属铭牌，铭牌应符合 GB/T 13306 中的要求，应标注下列各项信息：
 - a) 制造商信息；
 - b) 产品型号；
 - c) 关键技术参数；
 - d) 出厂编号；
 - e) 生产日期；
 - f) 执行标准号；
 - g) 额定电压功率。
- 8.1.2 设备高温区域、运动机构区域应张贴符合 GB 2894 中规定的安全警示标识。
- 8.1.3 设备操作面板按键、接口区域功能标识应清晰耐磨。

8.2 包装

- 8.2.1 整机出厂包装应符合 GB/T 13384、SB/T 229 中的要求，内部宜采用防震泡沫隔离防护，避免运输磕碰。
- 8.2.2 外包装应印制 GB/T 191 中规定的向上、防潮、小心轻放、堆码限制储运图示标志。
- 8.2.3 包装内应内置防潮干燥剂，整体防潮等级应符合 GB/T 5048 中的要求。
- 8.2.4 每台设备包装箱内应附带下列各项：
 - a) 产品合格证；
 - b) 使用说明书；
 - c) 装箱清单；
 - d) 备件包；
 - e) 材质卫生检测报告副本。

8.3 运输

- 8.3.1 运输过程中应避免雨淋、浸水、剧烈颠簸与野蛮吊装。
- 8.3.2 严格按照外包装标识方向摆放，禁倒置、侧放。
- 8.3.3 长途运输应做好防尘、防潮防护，避免露天长时间存放运输。

8.4 贮存

- 8.4.1 设备贮存仓库应通风干燥、阴凉避光，远离腐蚀性气体、粉尘、热源及易燃易爆物品。
- 8.4.2 仓库环境温度应控制在 0℃ ~ 45℃，相对湿度应 ≤ 85%RH，无冷凝水。
- 8.4.3 原包装完好前提下，设备出厂后 18 个月内贮存应无锈蚀、电气老化、结构形变等质量问题。

