

立体光固化成形机床
第2部分：技术规范

Stereolithography prototyping machines—
Part 2: Technical specification

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—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 机床组成和环境要求	1
5 安全防护要求	3
6 技术要求	3
7 检测方法	6
8 标志、包装、运输与贮存	8
图 1 机床组成示意图.....	2
表 1 机床组成及功能.....	2

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。

本文件由全国特种加工机床标准化技术委员会（SAC/TC 161）、全国增材制造标准化技术委员会（SAC/TC 562）联合归口。

本文件起草单位：西安增材制造国家研究院有限公司、

本文件主要起草人：

立体光固化成形机床

第2部分：技术规范

1 范围

本文件规定了立体光固化成形机床的组成与环境要求，安全防护要求，技术要求，检测方法，标志、包装、运输与贮存。

本文件适用于采用紫外激光光源的立体光固化成形机床的设计与制造，不适用于面曝光成形机床。

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 包装储运图示标志

GB 2894 安全标志

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 14896.7 特种加工机床 术语 第7部分：快速成形机床

GB/T 17421.5 机床检验通则 第5部分：噪声发射的确定

GB/T 18490.1 机械安全 激光加工机 第1部分：通用安全要求

GB/T 18569.1 机械安全减小由机械排放的危害性物质对健康的风险 第1部分：用于机械制造商的原则和规范

GB/T 18569.2 机械安全减小由机械排放的危害性物质对健康的风险 第2部分：产生验证程序的方法学

GB/T 25373 金属切削机床 装配通用技术条件

GB 25493 以激光为加工能量的快速成形机床 安全防护技术要求

GB 26503 快速成形机床 安全防护技术要求

JB/T 8356 机床包装 技术条件

JB/T 13231.1—2017 立体光固化成形机床 第1部分：精度检验

3 术语和定义

GB/T 14896.7界定的术语和定义适用于本文件。

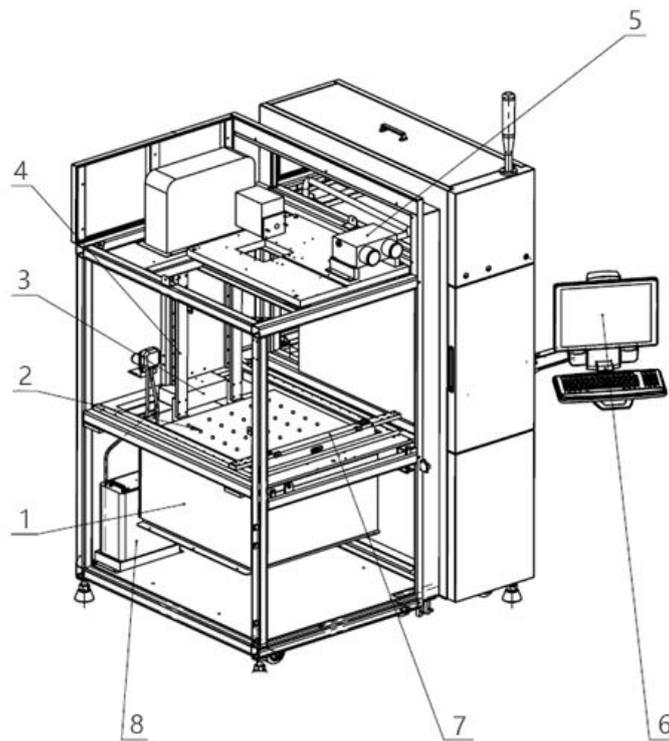
4 机床组成和环境要求

4.1 机床组成

立体光固化成形机床（以下简称“机床”）的组成及主要功能见表1，机床组成机构如图1所示。

表1 机床组成及功能

名称	组成	功能
床身	包含机架、外罩等	提供机床的基本支撑及外部保护
机械运动系统	应包含Z轴升降机构和刮平机构	保证各机械组成部分协调运行,准确可靠地完成整机功能
控制系统	应包含软件和电气系统	控制机床各系统及器件稳定运行,并对控制参数及机床状态进行监测、记录与保存
光路系统	应包含激光器、振镜、反射镜,还可包含扩束镜、场镜(或动态聚焦镜)、激光功率检测装置等	由激光器产生激光,通过光路聚焦于树脂液面,并通过控制系统实现激光扫描运动
液控系统	应包含液面平衡机构,还可包含自动补液机构	可采用树脂槽升降、浮块机构、料泵抽吸控制等方式实现液面稳定



- 标引序号说明:
- 1——树脂槽;
 - 2——网板;
 - 3——液面平衡机构;
 - 4——Z轴升降机构;
 - 5——光路系统;
 - 6——操控台;
 - 7——刮平机构;
 - 8——自动补液机构。

图1 机床组成示意图

4.2 环境要求

4.2.1 工作环境

机床应在室内工作，工作条件应满足下列要求：

- a) 环境温度：20℃~30℃；
- b) 相对湿度：≤50%；
- c) 照明：照明灯要求采用黄光灯照明，禁止使用日光灯等含有近紫外线的灯具；工作场所窗户保持遮蔽或采用防紫外线窗帘，防止日光直射机床；
- d) 大气压力：常压；
- e) 振动：机床附近不宜有影响正常工作的振动源，以树脂液面无目视可见的波动为准。

4.2.2 放置环境

机床停机时间超过48 h，应按照使用说明书放置或贮存。

5 安全防护要求

5.1 一般要求

5.1.1 机床在设计时应按照 GB 26503、GB 25493 和 GB/T 18569.1 所规定的原则。考虑其排放的有害物质对健康的风险，并采取措施加以抑制和防护。有害物质浓度的测定方法按照 GB/T 18569.2 的规定。

5.1.2 机床电气系统的安全应符合 GB/T 5226.1 的规定。

5.1.3 机床激光系统的安全防护要求应符合 GB/T 18490.1 的规定。

5.1.4 机床激光系统为高风险等级，应符合 4 类激光安全防护要求。

5.2 机床工作安全防护要求

5.2.1 机床激光系统应确保互锁、超温、断电、声光报警等保护功能有效可靠，激光发射指示灯指示正常。

5.2.2 机床成形室的门宜采用安全联锁装置，当门开启能触发安全门锁，自动阻断激光；为便于调试和监控，机床可设置解锁开关，但操作人员和调试人员应佩戴防护眼镜、防护手套等防护措施。

5.2.3 机床观察窗玻璃应具备防紫外线功能。

5.2.4 激光工作区域应采用不反射材料。

5.2.5 机床操作说明书应包含完备的激光安全内容。

6 技术要求

6.1 总体要求

6.1.1 机床应按规定程序批准的图样和技术文件制造。

6.1.2 设计与制造机床时，电气系统应符合 GB/T 5226.1 的规定，装配技术要求应符合 GB/T 25373 的规定。

6.1.3 机床应随机提供下列附件和工具：

- a) 工件铲具、夹具及托盘；
- b) 成套常用工具；
- c) 激光器调整专用工具；
- d) 根据用户要求，可按协议提供机床上使用的其他附件。

6.2 零部件加工和装配

6.2.1 一般要求

- 6.2.1.1 零件的表面不应有锈蚀、毛刺、磕碰、划伤和其他缺陷。
- 6.2.1.2 零件的易磨损部位应采取耐磨措施，运动中有可能松脱的零部件应有防松装置；线束应紧凑固定，不应与其他零部件发生摩擦或碰撞。
- 6.2.1.3 机床床身应安装水平调节地脚。
- 6.2.1.4 导轨、丝杠等易被树脂污染的部件应设有防护装置。
- 6.2.1.5 有刻度装置的微调螺套的反向空程量不得超过1转的1/30。
- 6.2.1.6 Z轴和刮平导轨副安装基座的平面度应优于0.1 mm/1000 mm。
- 6.2.1.7 刮平机构、Z轴升降机构及光路系统的基座宜用大理石材料制作。
- 6.2.1.8 机床的滑动及滚动配合面、结合缝隙、同步齿形带啮合部位、滚动轴承、滑动轴承等在装配过程中应清理干净，无可见锈蚀和污物。

6.2.2 重要基础结构件

机床重要基础结构件应进行消除内应力处理，主要包括：

- a) 机架；
- b) 立板；
- c) 吊梁；
- d) 网板支架；
- e) 各坐标轴滑板；
- f) 底板。

6.2.3 主要件

6.2.3.1 机床的主要件为：

- a) Z轴升降丝杠副；
- b) Z轴和刮板机构的导轨副；
- c) 激光器。

6.2.3.2 机床的主要件应确定直接影响产品性能、精度、寿命和可靠性的关键项目，包括：

- a) Z轴升降丝杠副的精度等级要求，并采取耐磨措施；
- b) Z轴和刮板机构的导轨副的精度等级要求，并采取耐磨措施；
- c) 激光器应平行安装于光路基板上，激光器出光口与扩束镜入光口的中心应重合。

6.2.3.3 机床的主要件关键项目的合格率应达到100%。

6.3 外观

6.3.1 机床外观应整洁，表面不应有明显的凹痕、划伤、裂缝、变形和污染等缺陷。外露焊缝应平整，表面涂覆层应均匀，不应有明显的起泡、龟裂、脱落、磨损和其他机械损伤。

6.3.2 电气部件应安装牢固，线管线束应布置紧凑、排列整齐、固定可靠。

6.3.3 标记的文字、符号应清晰规范。

6.4 机械运动系统

6.4.1 一般要求

6.4.1.1 机械运动系统应至少有两个线性轴（刮刀运动轴、升降平台运动轴）；线性轴的有效工作行程不应小于使用说明书的标称值。

6.4.1.2 机械运动系统应具备分别调节 Z 轴导轨副安装基座的垂直度和刮平导轨副安装基座的水平度的机构，操作应方便。

6.4.1.3 机械运动系统的几何精度及定位精度与重复定位精度应符合 JB/T 13231.1—2017 中第 5 章～第 6 章的规定。

6.4.1.4 机械运动轴运行时应平稳，无阻滞与异响。

6.4.1.5 机床运行时不应有异响，噪声声压级不应大于 55 dB(A)。

6.4.2 Z 轴运动

6.4.2.1 机床应设置工作零点，其为开始打印第一层时 Z 轴的位置，此时网板应与树脂液面零位近似重合。Z 轴从工作零点向下运动的最大行程应大于标称打印高度。

6.4.2.2 Z 轴运动过程应与树脂槽留有安全距离，不能相互干涉。

6.4.2.3 对 Z 轴升降进行速度变换及点动实验，应运动平稳、功能可靠。

6.4.2.4 Z 轴进行快速升降运动至极限位置时，应能自动停止。

6.4.3 刮平机构运动

6.4.3.1 刮平机构的有效工作距离应大于网板前后宽度，刮平机构的回零停靠位置应与网板留有安全距离；在网板远端外侧应设有刮平机构停靠区域，停靠位置的宽度应大于刮板厚度。

6.4.3.2 对刮平机构进行速度变换及点动实验，应运动平稳、功能可靠。

6.4.3.3 刮平机构应有做不同范围往复运动的定位功能。

6.5 控制系统

6.5.1 机床应具备运动控制、激光扫描、液位控制、打印控制、状态监测等功能。

6.5.2 机床应具备工艺参数设置、显示、保存功能。

6.5.3 机床应具备故障监测功能，使用说明书中应对所有可监测的故障类型进行说明，信号监测系统应能显示和保存故障信号。

6.5.4 机床应具备激光功率监测功能。

6.5.5 机床宜具备工作日志记录功能。

6.5.6 电气装置（含电气控制及数控装置）通电后，各指示灯、显示器、继电器等工作状态应正常。

6.5.7 机床急停器件功能应可靠。

6.6 光路系统

6.6.1 光路系统应具备光斑大小调整功能，调整范围在 0.1 mm～0.5 mm，或按供需双方协商约定的范围要求。

6.6.2 机床配置的激光器在工作过程中的激光光束扫描位置精度不应大于 50 μm。

6.6.3 振镜 X、Y 轴全程扫描范围应覆盖机床最大成形范围。

6.6.4 振镜在静态时不应有异响。

6.6.5 应按照激光器说明书要求配置冷却装置。

6.7 液控系统

6.7.1 树脂槽不应有切屑、杂物、生锈、漏液现象，并配备方便快捷的排液装置。

6.7.2 机床应具备自动液位调节功能，液位传感器精度应优于 0.02 mm，液位控制精度应优于 0.05 mm。

6.8 机床工作精度

机床工作精度检验应在机床负荷运转试验前进行，按照JB/T 13231.1—2017中7.1的要求打印制件：

- a) 当打印尺寸 ≤ 100 mm，尺寸极限偏差 $\leq \pm 0.1$ mm；
- b) 当打印尺寸 > 100 mm，尺寸极限偏差 $\leq \pm 0.1\%$ 。

6.9 负荷运转试验

6.9.1 成形效率试验

按照JB/T 13231.1—2017中7.1的尺寸要求进行成形效率试验，打印一个样件的时间应符合技术文件或使用说明书的要求。

6.9.2 成形稳定性试验

机床累计工作48 h以上，间隔时间不超过15 min、间隔次数不超过10次，运转应正常、稳定。

7 检测方法

7.1 检测条件

7.1.1 除特别声明的检测项目外，其余检测项目应在4.2.1的工作环境要求下进行。

7.1.2 机床检测期间施加于机床的电源电压应在额定电压的 $\pm 5\%$ 范围内。

7.1.3 所有检测仪器及量具应经过计量检定合格并在有效期内。

7.2 零部件加工和装配

7.2.1 一般检测

7.2.1.1 检查零部件的表面是否有锈蚀、毛刺、磕碰、划伤等缺陷。

7.2.1.2 检查线束的固定是否与其他零部件发生摩擦或碰撞。

7.2.1.3 检查机床床身是否安装水平调节的地脚。

7.2.1.4 检查导轨、丝杠等部件是否有防护装置，是否被树脂污染。

7.2.1.5 检查Z轴和刮平导轨副安装基座的平面度是否符合要求。

7.2.1.6 检查机床的滑动及滚动配合面、结合缝隙、同步齿形带啮合部位、滚动轴承、滑动轴承等装配过程中是否符合要求。

7.2.2 重要基础结构件

检查重要基础结构件消除内应力的报告记录，应由生产厂家提供。

7.2.3 主要件

7.2.3.1 检查Z轴升降丝杠副的精度等级是否符合设计要求，是否采取耐磨措施。

7.2.3.2 检查Z轴和刮板机构的导轨副的精度等级是否符合设计要求，是否采取耐磨措施。

7.2.3.3 检查激光器是否平行安装于光路基板上，激光器出光口与扩束镜入光口的中心是否重合。

7.2.3.4 检查主要件的其他关键项目是否符合设计要求。

7.3 外观

采用目视法对机床外观进行检查。

7.4 机械运动系统

7.4.1 一般检测

- 7.4.1.1 检查机床线性轴（刮刀运动轴、升降平台运动轴等）的有效工作行程，以及运行的平稳性。
- 7.4.1.2 检查机床是否设置相应机构，具备分别调节 Z 轴导轨副安装基座的垂直度和刮平导轨副安装基座的水平度的功能。
- 7.4.1.3 按照 JB/T 13231.1—2017 中第 5 章～第 6 章规定的方法进行机械运动系统几何精度及线性轴定位精度与重复定位精度检验。
- 7.4.1.4 按照 GB/T 17421.5 规定的方法，测量机床的噪声声压级。

7.4.2 Z轴运动检测

- 7.4.2.1 检查 Z 轴行程范围，Z 轴行程范围与网板、树脂槽的位置关系及安全距离。
- 7.4.2.2 对 Z 轴升降在每一方向做低速、中速、高速变换，试验其运动的平稳性和功能的可靠性。至少任选一个位置进行点动试验，试验其运动的平稳性与功能的可靠性。
- 7.4.2.3 Z 轴升降机构快速升、降运动至极限位置时，往复进行两次，检查其自动停止功能，验证其运行的可靠性。

7.4.3 刮平机构检测

- 7.4.3.1 检查刮刀的有效工作范围、刮刀与网板的位置关系与安全距离。
- 7.4.3.2 对刮平机构在每一方向做低速、中速、高速变换，试验其运动的平稳性和功能的可靠性。至少任选一个位置进行点动试验，试验其运动的平稳性与功能的可靠性。
- 7.4.3.3 刮平机构做往复刮平运动，选取小、中、大不同范围的行程进行定位运行，验证定位的准确性与启停的可靠性。

7.5 控制系统

- 7.5.1 检查机床使用说明书中明示的各项功能是否正常。
- 7.5.2 通电后按使用说明书的操作程序，检查各指示灯、显示器、继电器等工作状态是否正常。
- 7.5.3 按照 GB/T 5226.1 规定的方法，对机床进行急停器件动作 5 次，检查急停器件功能的可靠性。

7.6 光路系统

- 7.6.1 采用激光焦点分析仪检测光斑大小变化。
- 7.6.2 进行激光扫描精度检测前需要完成光路系统的标定，然后利用光路系统在焦平面打印预置位置点，用测量仪测量实际坐标值，通过比较预置位置点与实际点坐标得到激光扫描定位精度值。光路系统的标定方法分为：

- a) 手动标定法。采用刻有网格状刻度点的标定平板来操作，将标定平板置于网板上，调成水平状态，并与机床的成形平面相重合。校正软件对各校正点逐一进行校正，通过振镜控制卡控制激光光斑移动，使激光光斑尽可能逼近各刻度点，记录下各校正点的修正值，生成实际校正文件，并对扫描器扫描过程中产生的误差进行校正补偿。
- b) 自动标定法。激光在置于焦平面的特制材质上灼烧出预设坐标点阵，采用光学测量仪或图像处理方法获取实际打印点坐标，通过软件处理生成校准文件进行校准。

- 7.6.3 在 X、Y 轴的正、负方向分别做低速、中速、高速全程扫描，是否准确到达扫描位置点，试验其运动的平稳性、功能的可靠性及范围的正确性。

- 7.6.4 检查振镜静态时是否存在异响。

7.7 液控系统

- 7.7.1 检查树脂槽内清洁情况，是否存在漏液现象，排液机构是否正常可控。
- 7.7.2 检查机床是否具备自动液位调节机构，补充量是否可调整，液位调整精度满足要求。液位调节

精度为初始液位高度和调节后液位高度之差，初始液位为正常打印时的液位高度，液位调节精度按照式(1)计算：

$$\Delta H = H_1 - H_2 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- ΔH ——液位调节精度，单位为毫米（mm）；
- H_1 ——初始液位高度，单位为毫米（mm）；
- H_2 ——调节后液位高度，单位为毫米（mm）。

7.8 机床工作精度

按照JB/T 13231.1—2017中7.1规定的方法进行制件并计算尺寸精度。

7.9 负荷运转试验

7.9.1 成形效率试验

按照机床最优工艺参数和JB/T 13231.1—2017中7.1的样件尺寸要求进行制件，成形效率按照式(2)计算：

$$\eta = \frac{G}{T} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- η ——成形效率，单位为克/小时（g/h）；
- G ——打印制件质量，单位为克（g）；
- T ——工作时间，单位为小时（h）。

7.9.2 成形稳定性试验

机床累计工作48 h以上，间隔时间不超过15 min、间隔次数不超过10次，检验机床运转是否正常、稳定。

8 标志、包装、运输与贮存

8.1 标志

8.1.1 机床铭牌

机床上应在显著位置粘贴符合GB/T 13306规定的标牌，标牌的材质、字迹应保证在其使用期内不易磨灭。铭牌内容应至少包括：

- a) 设备名称及型号；
- b) 主要参数；
- c) 出厂日期或出厂编号；
- d) 制造厂名称。

8.1.2 警告标志

8.1.2.1 在机床的明显位置应张贴4类激光警示标志。

8.1.2.2 所有安全警告标志及其颜色、尺寸、印刷应符合GB 2894的规定。

8.1.3 包装标志

8.1.3.1 机床外包装箱上的“防雨、防潮、防震”等包装储运图示标志应符合GB/T 191的规定。

8.1.3.2 外包装箱上应标明以下内容：

- a) 设备名称及型号；
- b) 出厂日期或出厂编号；
- c) 制造厂名称及联系方式。

8.2 包装

8.2.1 机床主机的包装应符合 JB/T 8356 的规定。

8.2.2 机床包装箱内应附有以下文件：

- a) 使用说明书；
- b) 合格证明书；
- c) 检测报告；
- d) 随行备件、附件及装箱清单。

8.2.3 包装应采取防水、防潮、防震、防冲击等保护措施。

8.3 运输

8.3.1 运输机床时，应避免雨雪直接淋袭，且不应与易燃、易爆、易腐蚀的物品混装。

8.3.2 装卸机床时，应小心轻放，不允许倒置、碰撞和抛掷。

8.3.3 激光器、振镜及特供的功率计等应符合该类设备的运输要求。

8.4 贮存

8.4.1 机床应贮存在通风、干燥和无腐蚀性的环境中。

8.4.2 随机供应的专用成形材料应按材料供应商的要求贮存。

8.4.3 机床贮存防锈期限不应少于 1.5 年。
