

镭明激光

Laser is Making

LiM-X650H方案推介

机械研发主管 张君利



镭明激光  
LASER IS MAKING

## 企业简介 Company profile

天津镭明激光科技有限公司是**鑫精合的全资子公司**，坐落于天津西青区，专注为全球提供高端增材制造设备、配套辅助设备 etc 个性化整体增材制造方案及金属3D打印服务的高新技术企业。公司拥有一支技术精湛的设计、制造、应用研发团队，在金属增材制造领域已取得突破性进展。凭借多年行业经验的摸索，其成果已在航空航天、模具、汽车制造、医疗、教育等诸多领域广泛应用。



# 集团分子公司 All of the company



鑫精合激光科技发展（北京）有限公司

总部、研发基地



天津雷明激光科技  
有限公司

金属3D设备制造



潍坊鑫精合智能装备  
有限公司

金属3D制造基地



沈阳精合数控科技开发  
有限公司

金属3D制造基地



西安鑫精合智能制造  
有限公司

熔覆修复制造基地



增材制造·无限创造

Infinite Creativity in Additive Manufacturing

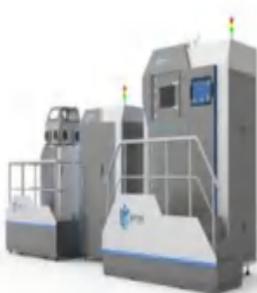
# 核心产品 Products



LiM-X150A



LiM-X260A



LiM-X400



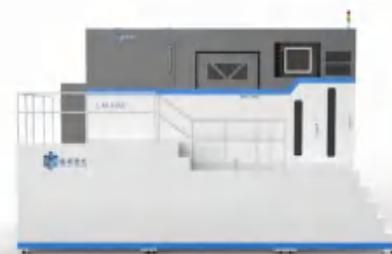
LiM-X400H



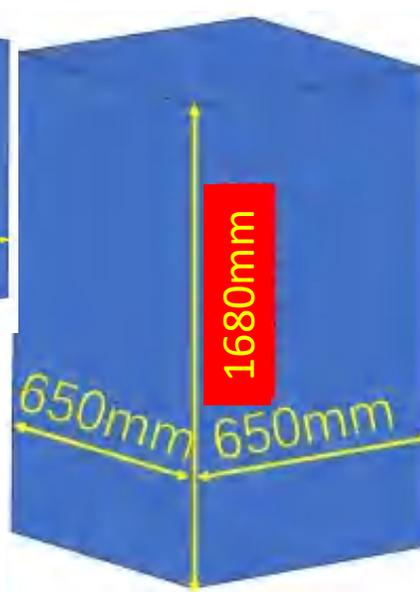
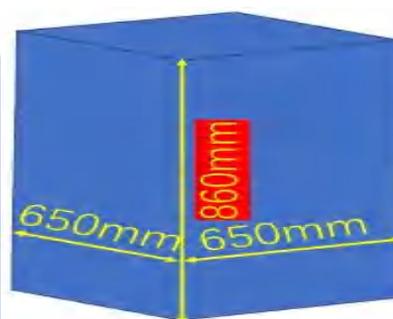
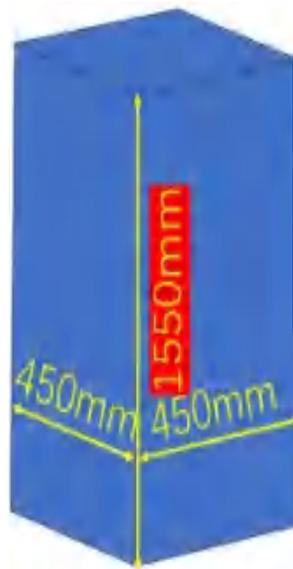
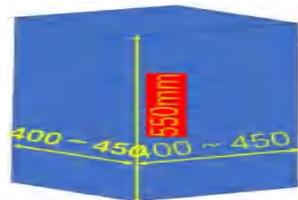
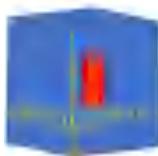
LiM-X650



LiM-X650H



LiM-X800



成型尺寸:

φ140mmxφ160m

m

成型尺寸:

260mmx430mm

成型尺寸:

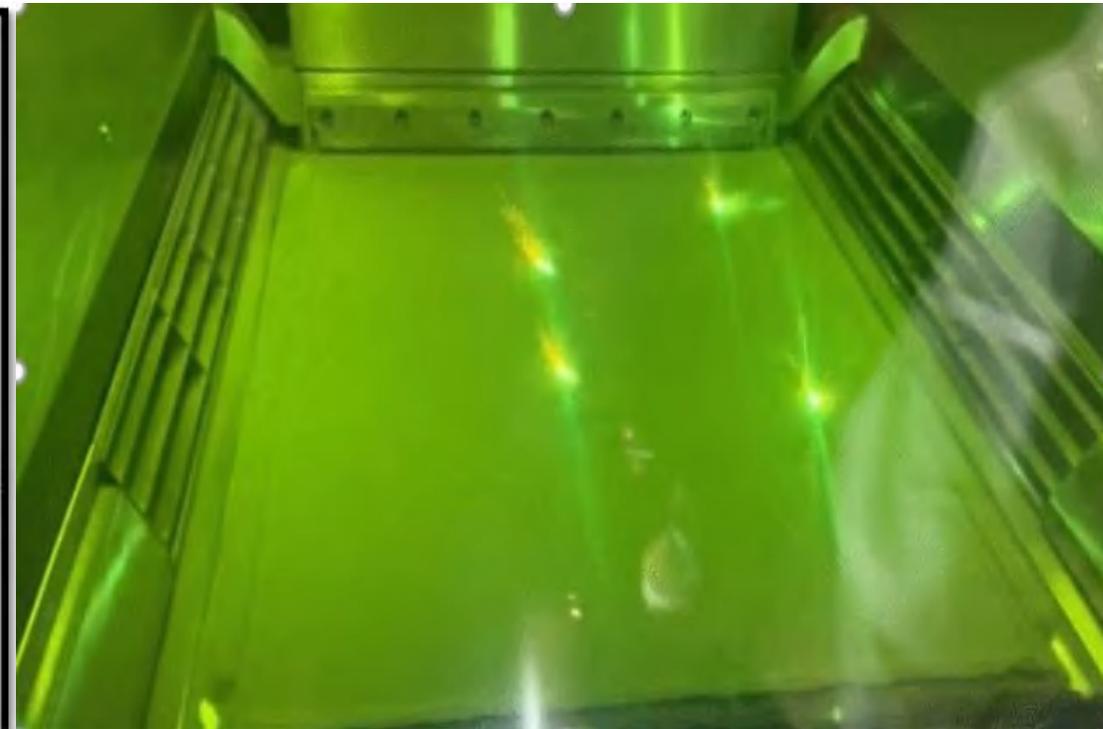
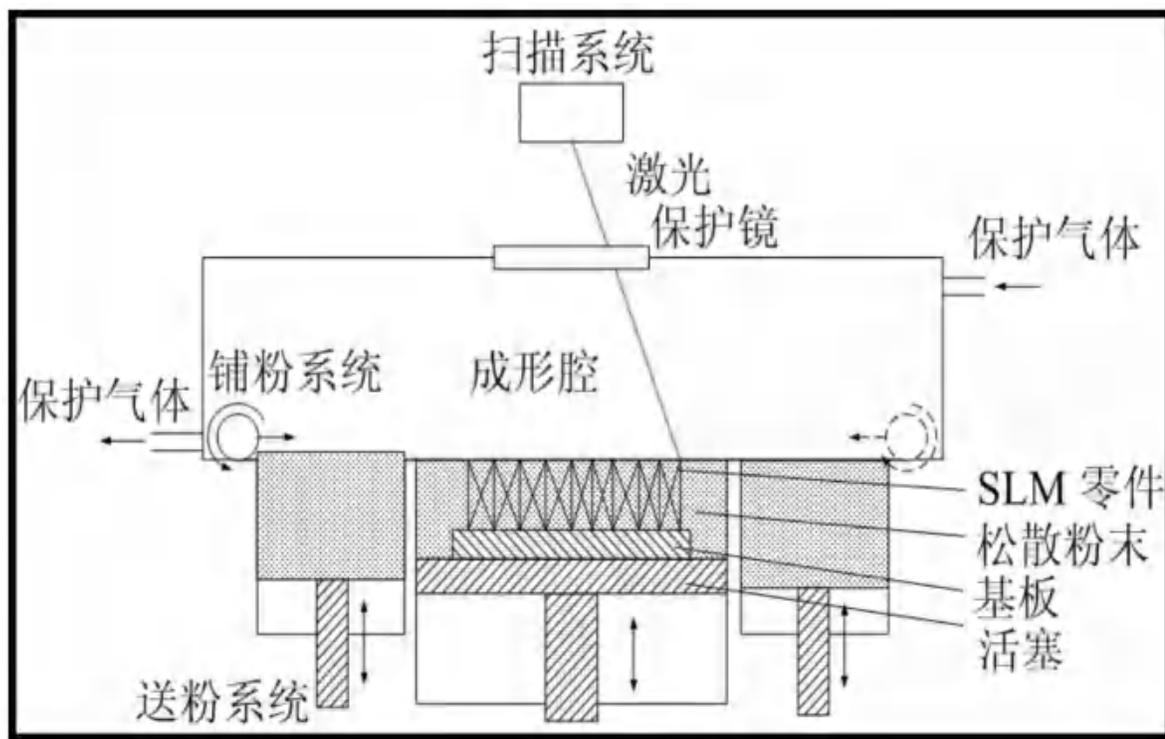
450mmx550mm

注: 高度方向尺寸为设备的最大Z轴行程

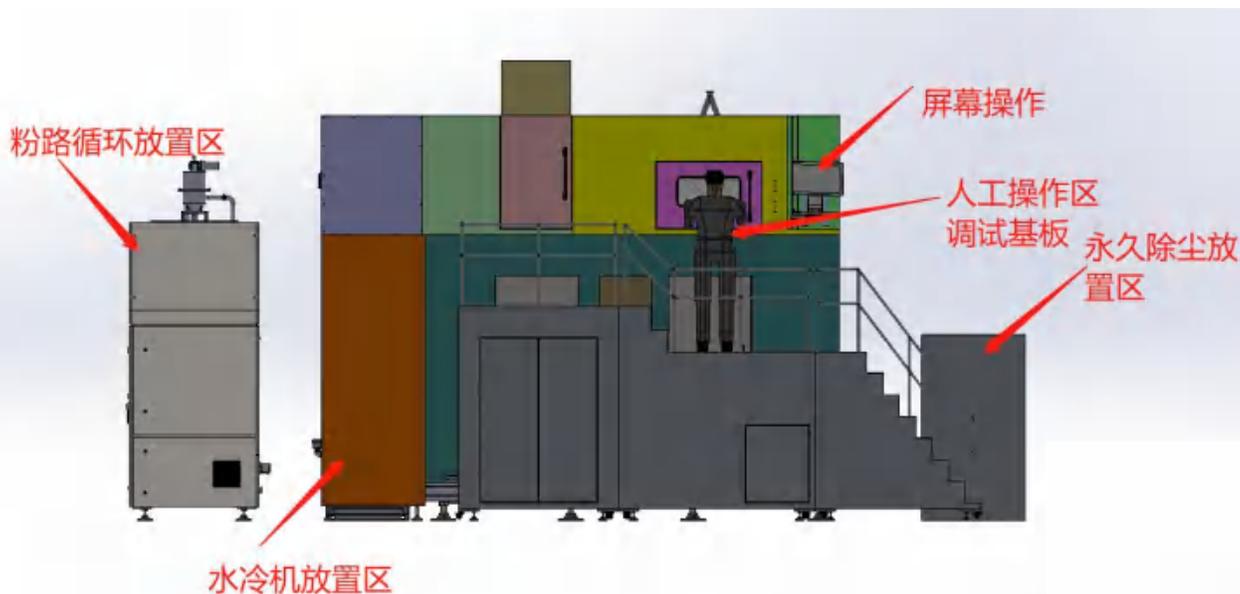
# 第一部分 Part one

**技术方案介绍**  
Technical Solution

**选区激光熔化（简称slm）** 金属3D打印设备的运作过程，是在已有的3D模型切片数据的轮廓数据基础上，生成填充扫描路径，设备将按照这些填充扫描线，控制激光束选择性熔化金属粉末，然后逐层堆叠成金属零件。

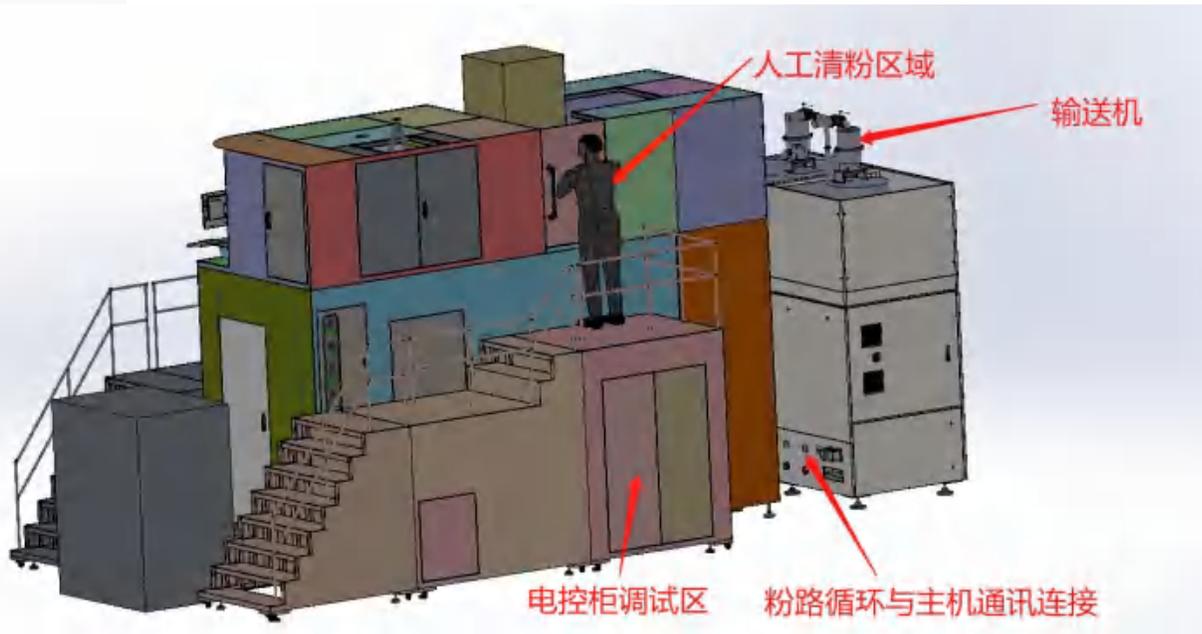


# 设备布局



**整机构成：**主机设备，粉路循环设备，除尘机，水冷机，塌台，五部分组成。

**主机结构布局：**设备双工位左右布局，右侧为成型区，左侧为取件区。



# 设备设计思路与重点关注——长周期打印环境下的稳定性控制



前言：虽然slm技术发展很多年，但大型slm设备的稳定性依然是要不断提高的。

**成型空间大**；需要控制相对合理的成型效率，适配多激光数量，在保证多激光拼接精度的基础上，压缩打印时长，保证最大零部件的打印周期控制在15天以内，以此提升设备的成品率与效率。

**用粉量大**：根据成型空间计算设备600H的成型缸最大用粉体积达到700l，按不锈钢粉计算大约3.5吨，由于设备在打印过程有溢粉率，不及时的回收筛分将会导致需要增加成倍的粉末，导致用粉成本的增加，同时半自动下过多的人工干预，可能导致粉末的污染等不可控因素，因此呢需要考虑全自动粉路循环统来完成粉末的供给与及时的回收并筛分。

**成型周期长 影响1**：由于长周期打印会导致刮刀磨损，磨损后中断打印换刮刀需要开舱门，进而需要重新进行建立成型舱室的氧环境，大设备的氧环境建立一般需要更多的时长，而此时时间会导致诸如钛合金等活性材料的变形错位开裂等问题，因此需要设计一款双向铺粉单刮刀机构来保证效率的同时，实现在线快速更换刮刀的需求。

**成型周期长 影响2**：同样在打印进程中，由于超长的打印时间，少量未被带走的烟尘会污染光学镜片，进而挡光对成型质量造成影响，因此大设备的风场要有效的解决整个舱室的除尘净化，因此需要设计一款高效净化能力的风场。在此设备上我们设计了带有幕墙的风场来解决此问题。同时除了内部风场，长周期的打印对于外部的除尘净化机的滤芯要求达到长寿命，不可在过程中断换滤芯。而传统的纸壳滤芯不能达到此要求，为此我们选用永久式过滤器。

**设备纵向成型尺寸较高**：由于传统的直顶结构会使得设备的高度过高，超过了运输的极限，需要考虑转运与客户厂房高度限制。因此需要设计侧面穿缸双驱来解决此问题，更重要的事较大的成型平台通过双驱结构可有效的保障平台在上升与下降的水平姿态稳定性。

此外：构成稳定性条件还有：电控与软控，质量监控等系统的稳定运行来保障。



# 循环净化模块

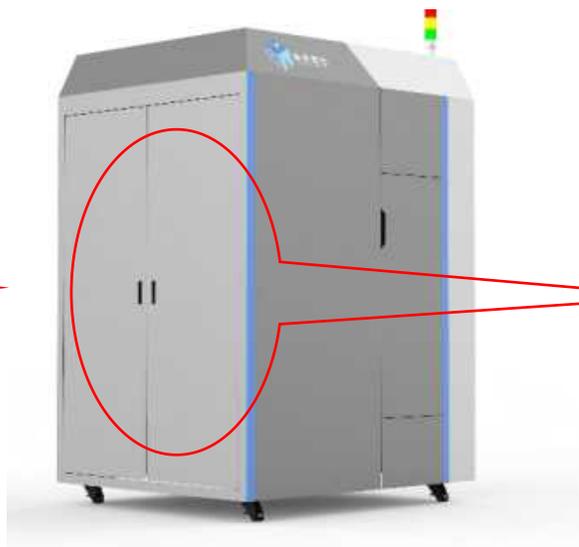
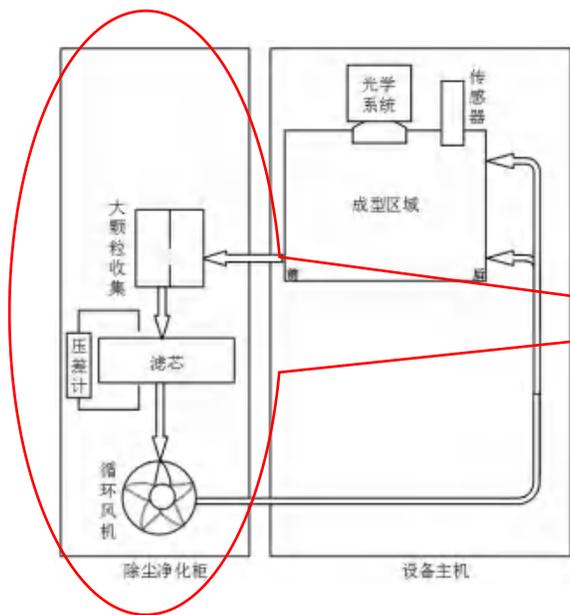
关键词：无需换滤芯，钝化功能保障安全



➤ 全密闭惰性气体系统

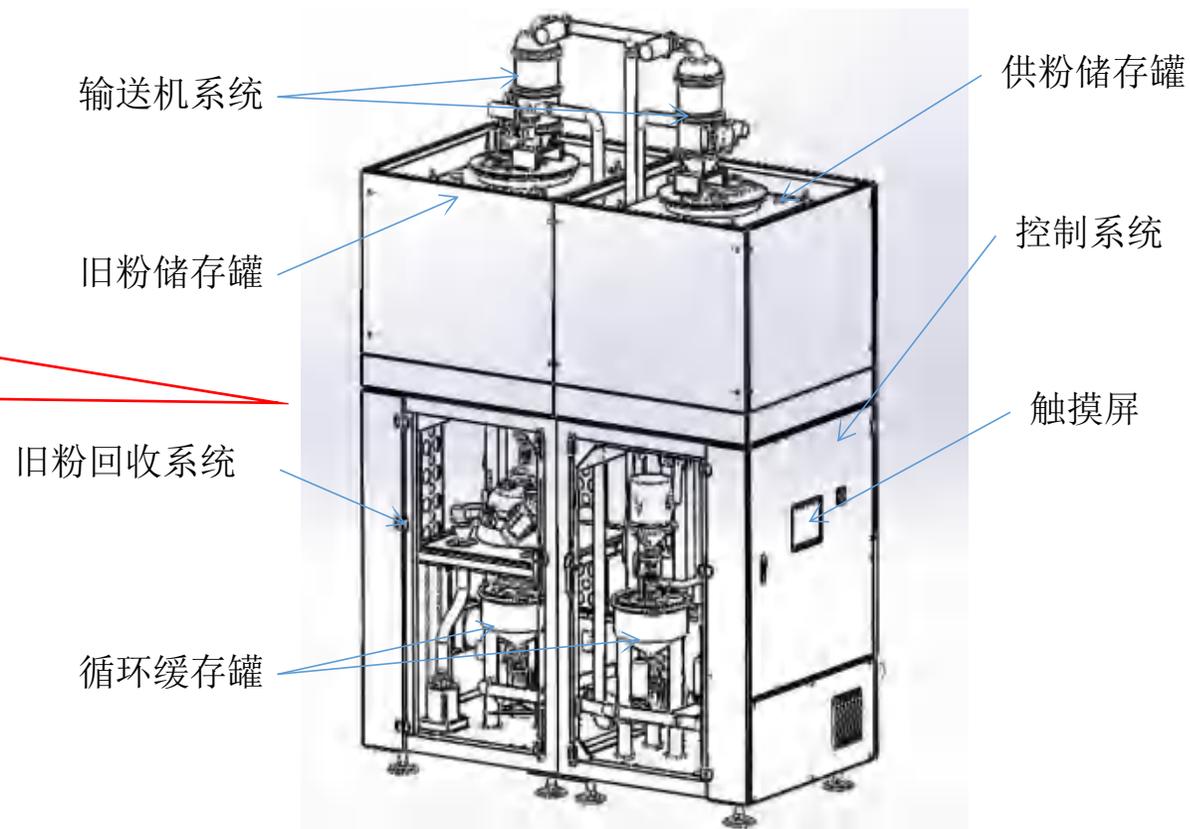
➤ H13级模块化过滤结构

➤ 永久滤芯，寿命50000小时



循环净化模块的主要设施为烧结板过滤器，包括循环净化滤芯、高压风机、差压传感器、水冷机构、旋风分离器。具有如下优点：  
①滤芯寿命≥50000h。②可实时显示和调整风速。③纯表面过滤，气流恒定，不对成型过程产生扰动。④金属粉尘排放浓度<0.1mg/m<sup>3</sup>。⑤配置中央式钝化过滤系统，减少火灾及爆炸风险。

# 自动粉路循环系统



自动送粉设备

本模块主要由供粉系统、旧粉回收系统、筛分系统、新粉添加系统、尾气处理系统、清洗系统、控制系统等组成。实现3D打印机全自动送粉、旧粉回收等工作。

# 主机技术方案-----设备的七大系统



大型金属3D打印项目

LiM-X650H主机

辅助设备

粉末检测设备

样件性能测试设备

粉末筛分机; 粉路循环系统;  
真空干燥箱; 粉末储存罐;  
自研清粉设备; 防爆吸尘器;  
电动托盘堆垛车; 门式起重机

霍尔流速计;  
松装密度测定仪;  
未粒度检测仪;

## 光路系统

- IPG光纤激光器 \*4\*500W
- 光束质量 $M^2 \leq 1.1$
- 激光波长 1060~1080nm
- Scanlab振镜\*4
- F-Theta聚焦场镜
- 光斑直径70-130 $\mu\text{m}$
- $\pm 1^\circ\text{C}$ 自调节水冷
- 搭接区性能符合 GB/T14992
- 材料测试符合 GB/T228.1要求

## 机械系统

- 双向铺粉
- 铺粉层厚 20~100 $\mu\text{m}$
- 采用硬质/软质多种刮刀
- Z轴定位精度优于 $\pm 0.05\text{mm}$
- 西门子控制元件发格光栅尺
- 成型尺寸: 650mmx650mmx1600mm
- 基板预热: 20~200 $^\circ\text{C}$

## 循环净化模块

- 气体消耗量 20L/min
- 氧含量检测范围 0.0001%~25%,
- 氧含量 $\leq 100\text{ppm}$
- 压力波动 $\pm 2.5\text{mbar}$
- 过滤等级H13
- 滤芯寿命50000h

## 水气系统

- 氩气压力区间 0.5~0.8Mpa
- $\geq 99.996\%$ 高纯度氩气
- 空气压力区间 0.4~0.6Mpa
- 滤水等级: 压力露点 $\leq 3^\circ\text{C}$
- 滤油等级: 油含量 $\leq 0.01\text{mg/m}$

## 供(送)粉系统

- 全自动上料
- 定量粉末输送
- 全自动粉路循环系统

## 电气系统

- 380V接电
- 标配稳压电源
- 西门子PLC控制系统
- 设备总功率 75KW
- 标配UPS电源
- 标配安全控制回路继电器

## 软件系统

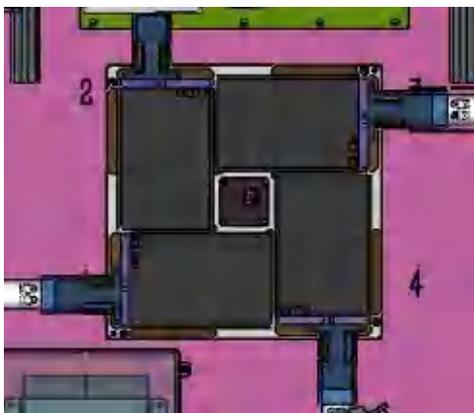
- Magics+BP前处理软件, 永久授权
- 全提供、全开放工艺参数
- 自研控制软件 LiMPCS
- 配备Simufact Additive成型仿真软件
- 高性能戴尔工作站

## 质量监控系统

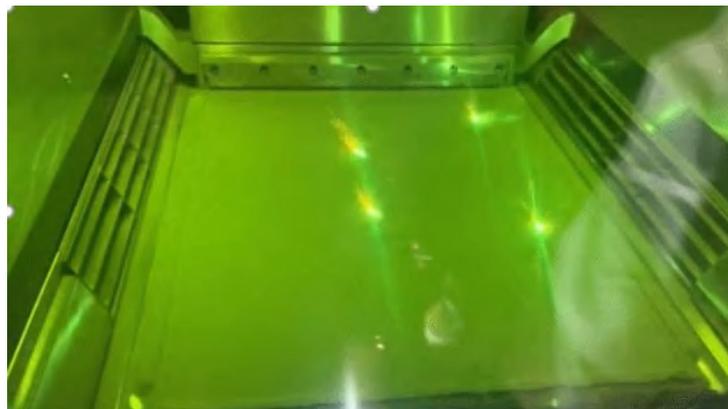
- 实时监控、显示并记录零件信息
- 铺粉质量实时监控和智能处理
- 实时缺陷检测

# 光路系统——四振镜拼接方案

关键词：拼接精度，拼接处的成型质量



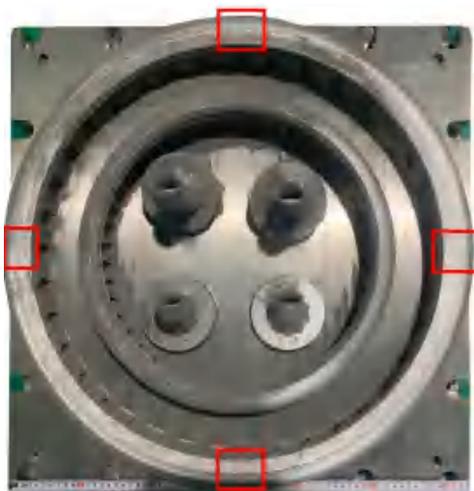
四振镜拼接方案



现场打印



拼接区域搭接质量检测



成型零件



多激光搭接区精度



金相结果对比

# 铺粉机构

- **在线单刮刀双向铺粉**，相比单向铺粉效率提高60%；
- 铺粉系统选用两侧支撑的**龙门刮刀架形式**，采用专业知名品牌直线模组，**精度高且自身防护性好**。
- 刮刀可选配高速钢刮刀、毛刷刮刀和柔性刮刀，三种刮刀采用独有的安装形式，可根据打印不同材料和不同形状的零件，**自由更换刮刀样式**。
- 铺粉层厚20um~100um，调节步长 10um。



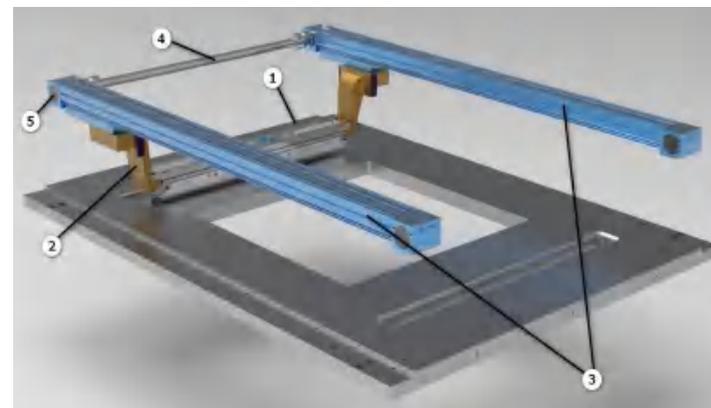
高速钢刮刀

橡胶刮刀

碳纤维毛刷刮刀

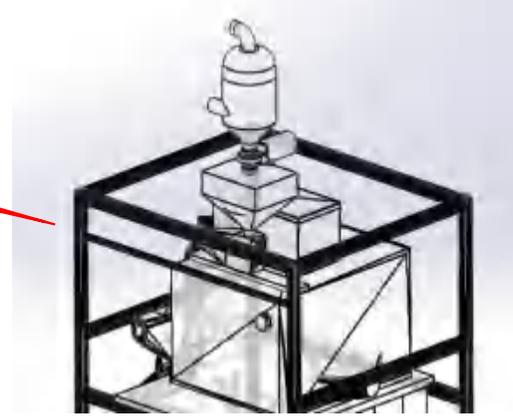
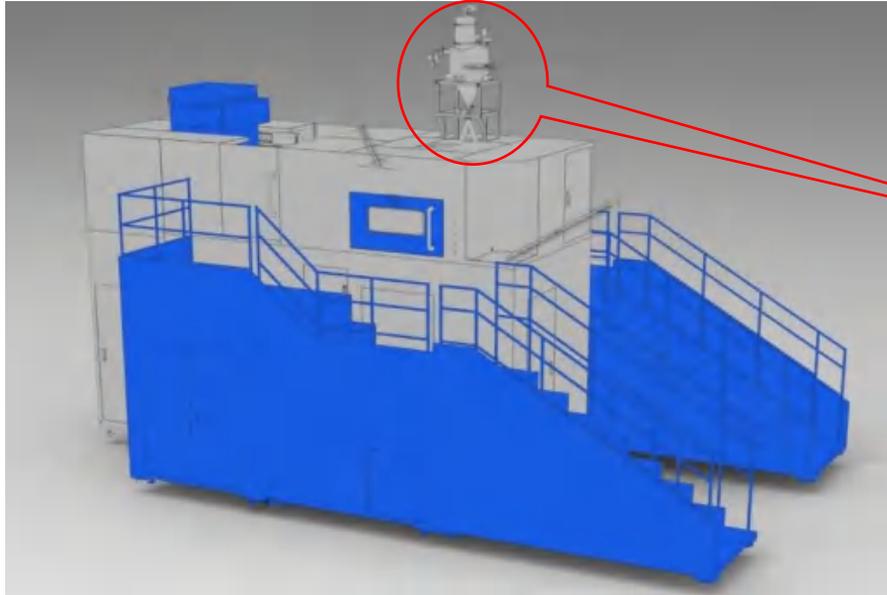


龙门刮刀工作状态

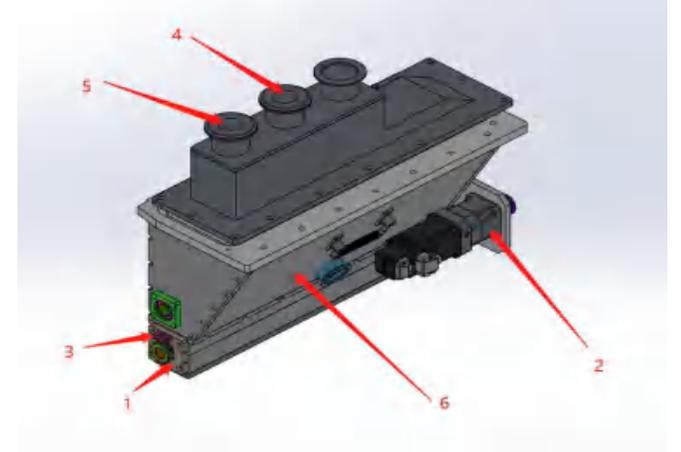


- 1、刮刀架；2、刮刀架连接板；3直线驱动导向模块；  
4、传动轴；5、驱动单元

# 供粉系统



全自动上料

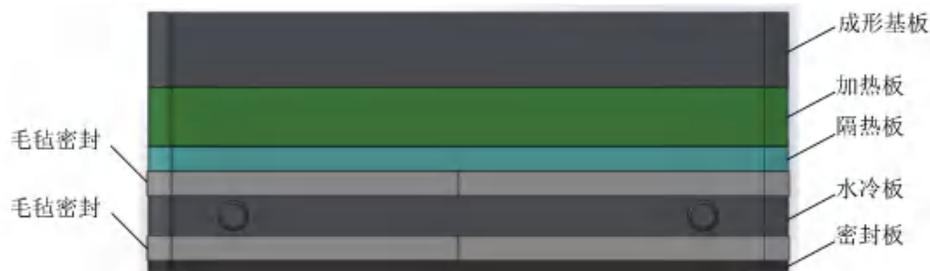


供粉舱示意图：1、落粉器；2、落粉驱动单元；3、落粉反馈单元；4、缺粉报警传感器；5、缺粉提醒传感器；6、供粉舱舱体

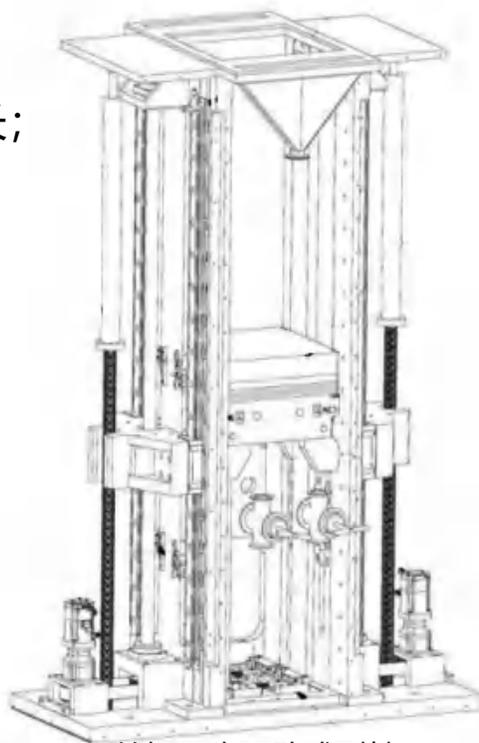
- **采用上落粉的形式**同时配合单刮刀双向铺粉，可实现较为高效的打印需求；。
- 落粉器主体有落粉轴和落粉器壳体构成，通过落粉器与壳体之间微小缝隙进行密封，防止粉末泄露。
- 落粉反馈单元，**实时反馈落粉轴转动角度，实现供粉量的精确控制，进而减小溢粉率。**
- 供粉筒是用于为供粉舱内续粉的装置，**容积50L**，是打印过程中主要的粉末储存容器。
- 本方案**与密相粉路循环系统的真空物料输送机相连**将金属粉末直接传输给供粉舱，**可实现无需人工操作，粉末源源不断的加进供粉舱，使设备进行持久的打印。**

# 升降机构——减小设备高度，稳定平台水平度。

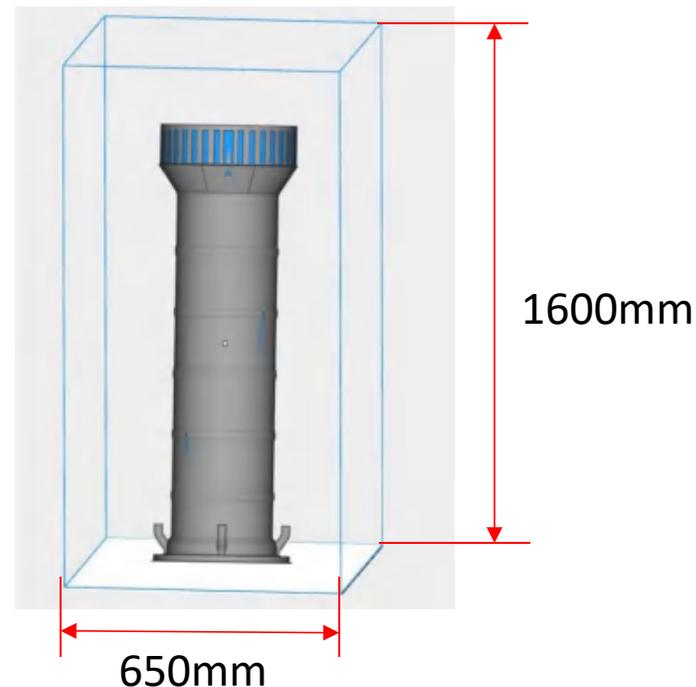
- **西门子控制系统**控制实现Z轴移动的精确定位；配合海洋**发格光栅尺**，使成型系统精度达到0.005mm，Z轴重复定位精度**优于 $\pm 10\mu\text{m}$** ；
- **采用四导轨双丝杠结构布局实现稳定的平台刚性，满足打印零件高精度的尺寸精度及形位精度。**
- 加热板+隔热板+水冷板配合使用，既保证基板的预热，又能有效隔绝热量对机构的影响，是其他部分始终处于恒温状态，保证成型缸的运动精度；
- 成型缸密封采用钢带双向固定，使钢带的使用寿命更长；
- 加热板采用双通道加热，保证加热均匀，温控准确；
- 双层毛毡密封层，解决粉末泄露问题；
- 预热温度：室温~200°C阶跃可调，调节步长 $\leq 10^\circ\text{C}$ 。



双毛毡密封结构

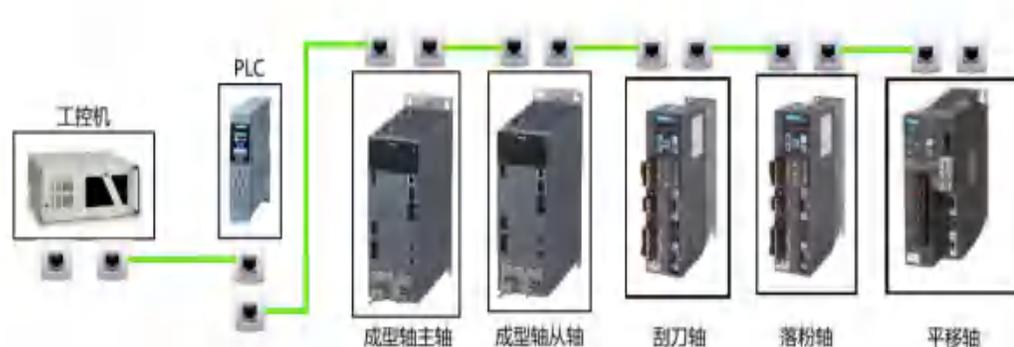


双丝杠同步驱动成型轴  
结构**专利图**

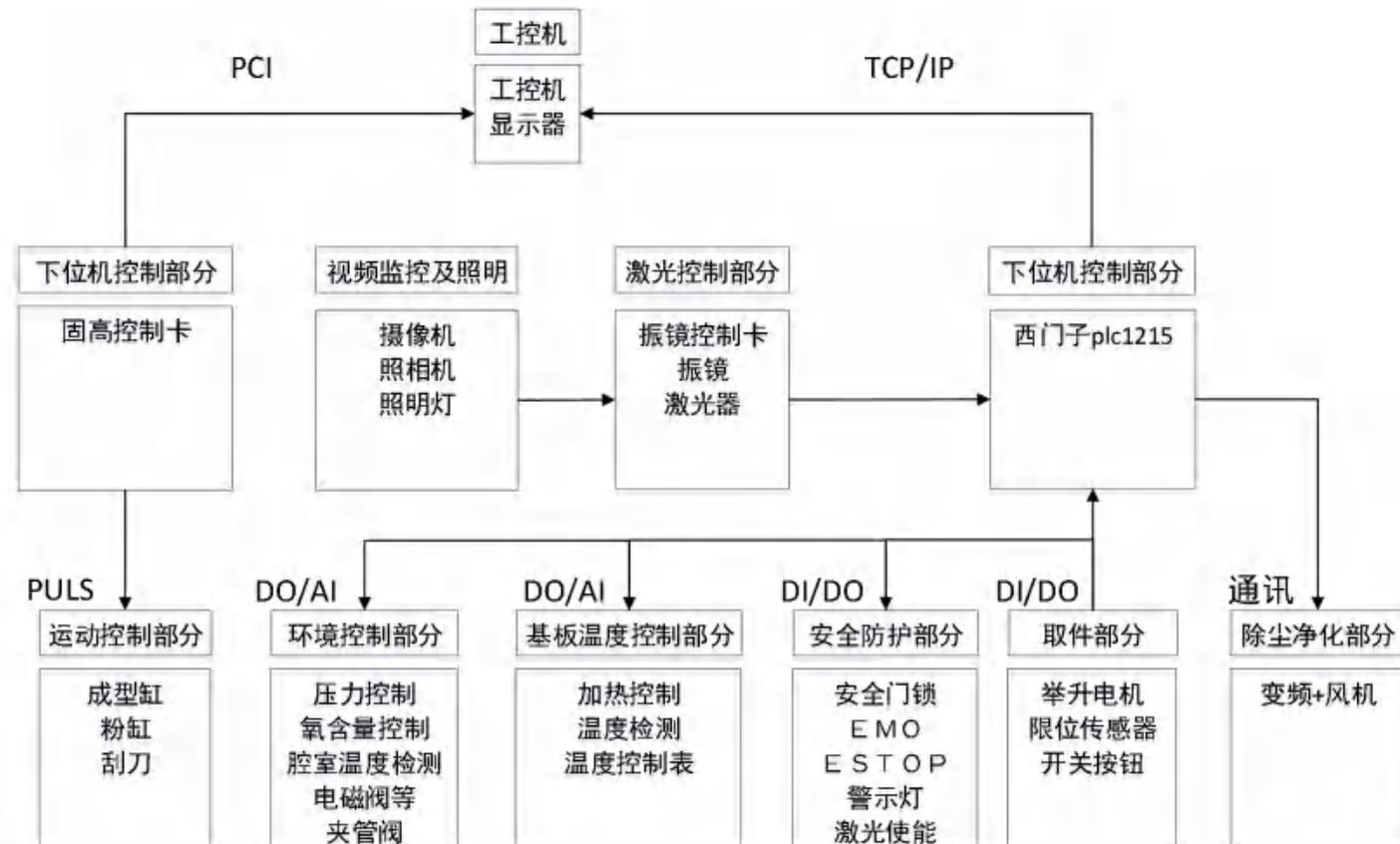


航空航天应用：  
隔离段零件 (1350mm)

# 电气控制系统



LiM-650H设备电气控制系统的核心PLC选用S7-1511T控制器，该控制器支持运动控制，集成 OPC UA 服务器，支持 IRT 等时循环控制。为了保证成型轴定位的高精度和可靠性，选用了西门子 S210+1FK2系列伺服系统进行双轴同步驱动，刮粉轴、落粉轴、平移轴等选用了西门子 V90+1FL6系列伺服系统。通讯选用实时性及兼容性高的Profinet总线。

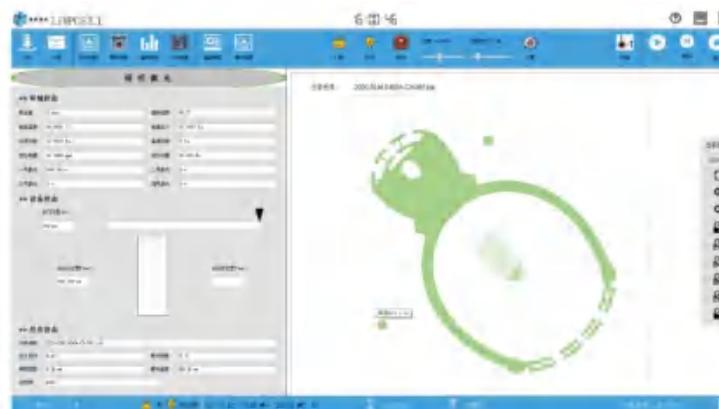


# 软件系统



## Magics

是一款专业增材制造**前处理软件**，具有强大的模型处理能力，可添加类型丰富的支撑，并完成模型和支撑的切片以及路径规划。

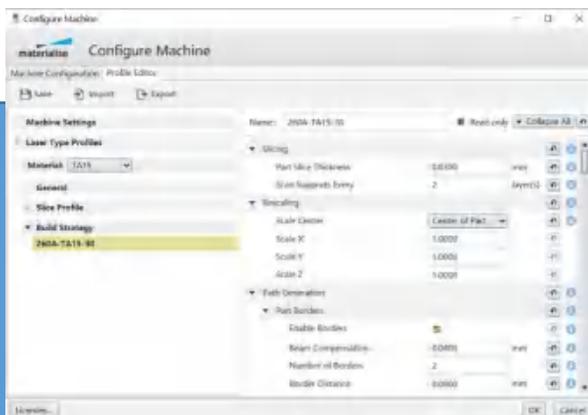


## LiM PCS 3.1

**自研选区激光熔化设备控制软件**，具有数据读取、系统控制、参数设置、过程监控、日志记录等功能，该软件能够进行二次开发，实现更多更广泛的应用。

## 共享工艺参数

用户可以通过设备软件直接调取不同材料的参数。这些参数都是本公司的工艺人员经过反复摸索、验证后得到的工艺参数。



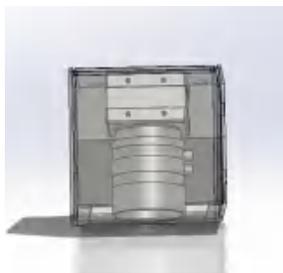
## Simufact Additive

是一种在产品的实际打印之前**预测并减少**整个打印、HIP及切割过程中**变形的解决方案**。具有一流的用户交互界面，其交互逻辑基于实际工作流程，且受到众多客户的一致好评。

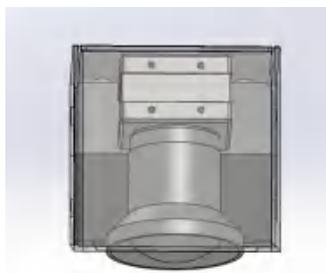


# 质量监控系统

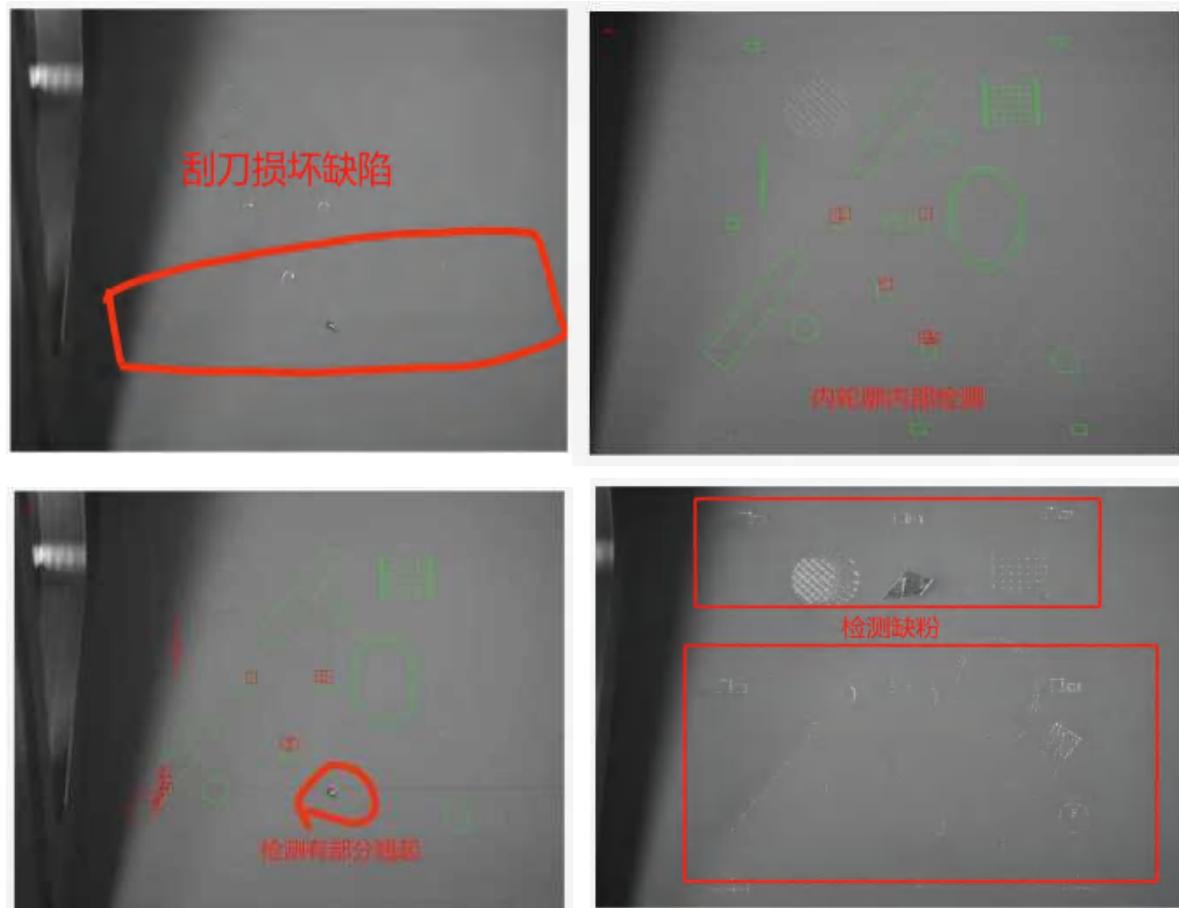
通过图形图像技术手段，检测当前层是否铺粉成功；针对不同场景造成的铺粉失败情况，检测完成后进行自动重新铺粉直到在设定的铺粉次数内检测铺粉成功为止，否则，LIMPCS-SLM软件会自动停止打印，**防止因铺粉失败继续打印导致零件报废情况发生**。用户可设置合适的铺粉延时时间、自动补铺次数等信息。



黑白高清摄像头

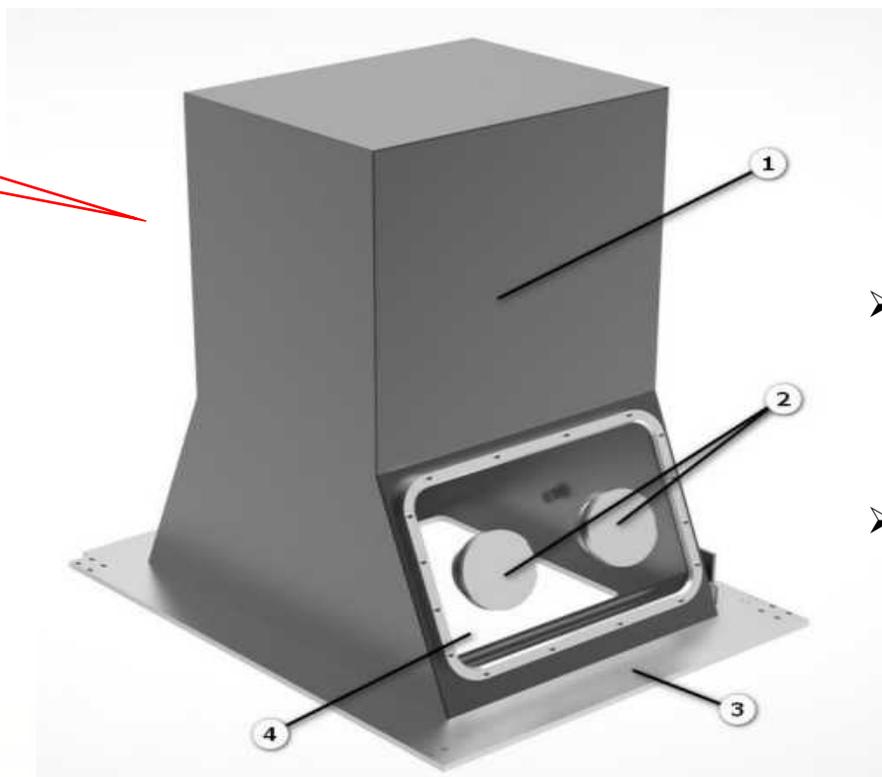
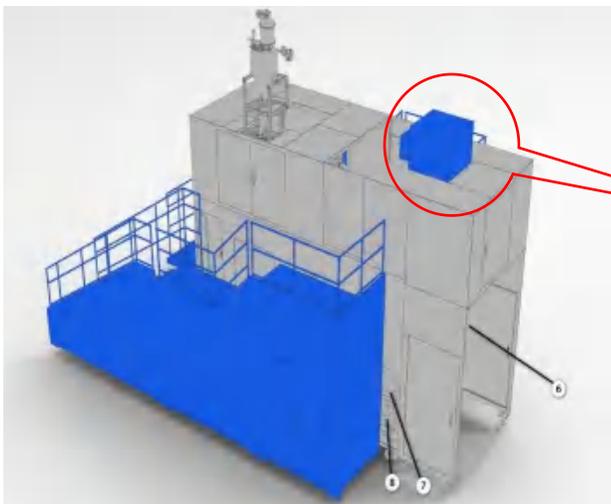


彩色广角摄像头



异常情况监测反馈

# 吊装与取件



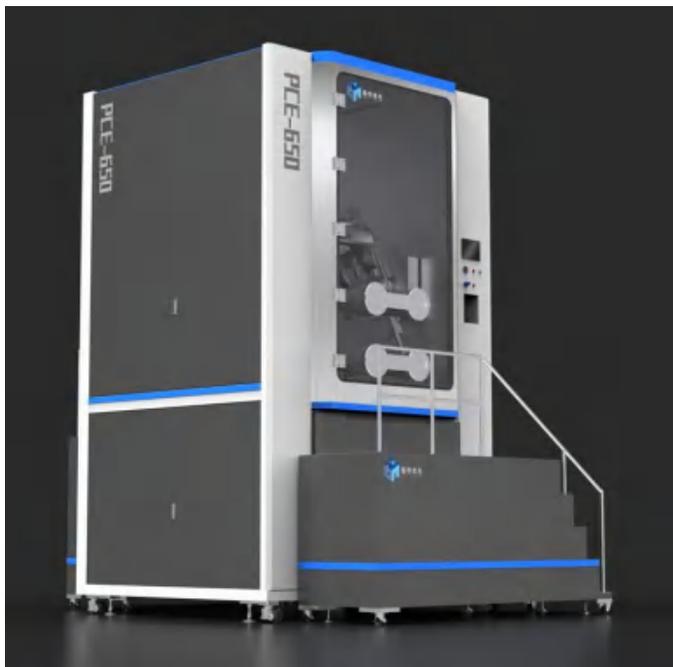
- 取件箱为**全封闭的手套箱结构**，在**全惰性气体保护**下与粉路循环相连。，操作人员完全**无需接触粉末**，保证操作流程安全可靠。
- 取件舱高效吸粉取件：打印完成后，一键移缸，根据零件特征可选择**势能泄粉、高能吸粉、强力吹粉**等清粉方式，直接在取件舱完成取件，



门式起重机

取件仓：1、取件仓体；2、手套口(双面均布)；  
3、底板；4、取件窗口玻璃

# 选配辅机：清粉与烘干设备



品牌	镭明
型号	PCE-650
零件最大尺寸	650mm*650mm*1600mm
最大零件翻转重量	600kg(包含基板)
供电电源	380VAC, 50Hz,
安装空间	5.5m*5.5m*4.6m

配套650H的自研大尺寸零件清粉设备



吸尘器与储粉桶



品牌	苏恩瑞
型号	FZG-16
温度范围	RT+15°C~120°C
真空度	0至-0.1Mpa
工作尺寸(mm) (宽×深×高)	915×1000×1230
外箱尺寸(mm) (宽×深×高)	1450×1200×1750

粉末烘干机

# 其他配套设备

## ➤ 电动升降车

品牌	
型号	TL2000
最大允许负载	130kg
最大升降高度	2000mm
电池容量	17Ah

## ➤ 门式起重机

品牌	KAITE
型号	BDH01-01 1t-6m
起升速度	8m/min
设备运行速度	8-12m/min
电机功率	550w

## ➤ 稳压电源

品牌	上海稳峰
型号	WFZSBW-80KVA
输入电压	三相304-456
输出电压	三相380±1-5%可调节
重量	270Kg
外形W×D×Hmm	1600x900x1240

## ➤ 筛粉机

品牌	拓博
型号	TEX5-E
防爆等级	CLASS III
收集能力	≥7L
电源	220V 50Hz
功率	1100W

## ➤ 空气压缩机

品牌	天津市空气压缩机有限公司
型号	TKL-7F/10
额定工作压力 (Mpa)	1.0
安全阀设定压力(Mpa)	1.25
空气出口接口	G1/2
外形W×D×Hmm	856x706x962

## ➤ 氩气供给模块

品牌	查特深冷
型号	PERMA-CYL 5000MP GB CS
设计压力 (Mpa)	1.6
安全阀设定压力(Mpa)	1.25
空气出口接口	G1/2
外形W×D×Hmm	856x706x962

# 第二部分 Part two

**设备特点介绍**  
Equipment features

# 配件可靠性



海洋发格光栅尺



THK丝杠导轨



所有关键光学元件均是采用本行业的国外最高端品牌

SIEMENS

PHOENIX CONTACT

SMC

OMRON

自动化标准件采用国外西门子、欧姆龙、菲尼克斯、SMC等厂商

ATLANTA

optibelt  
Power Transmission

亚特兰大、欧皮特等传动部件

Materialise

ANSYS

玛瑞斯、ansys等软件供应商

# 操作安全与防护



## 激光防护玻璃保护:

执行标准: EN 12254:1998+A1:2002,  
安装了防护等级为 OD5+的激光防护  
玻璃。



## 安全互锁系统:

设置安全回路, 使得舱门与激光器互  
锁, 在舱门打开时无法出光, 避免误  
操作激光对人员的伤害。



## 完善的故障报警提示系统:

当设备工作中出现参数异常或故障时, 电气  
控制系统将会立即报错并根据报警等级进行  
不同程度的响应, 以确保设备及人员安全。



**安全保障、稳定可靠**

## 完善的静电处理体系:

主机设备、辅机设备、操作环境  
等多处接地或消除静电措施, 避  
免发生火灾等安全事故。



## 压力控制系统:

成型室压力高于安全设定值时,  
能动切断进气, 主动泄压, 避免  
发生危险。



## 冗余氧含量监测:

氧传感器冗余设计, 当设备或环境  
中氧含量低于设定值时发出报警,  
避免发生危险。



# 可靠性设计

## ➤ 系统可靠性设计：

- 1) Z轴伺服定位系统全闭环控制；
- 2) 铺粉轴全闭环位置监控；
- 3) 刮刀卡停自复位功能；
- 4) 铺粉轴扭矩故障输出；
- 5) 落粉轴伺服电机扭矩故障输出；
- 6) 控制回路供电配置不间断电源（UPS）。

## ➤ 电气控制系统可靠性设计：

- 1) 设备的启动、复位、成型轴平移均使用实体按钮控制；
- 2) 成型轴伺服定位系统全闭环控制；
- 3) 成型轴使用绝对值光栅尺检测定位；
- 4) 刮刀轴全闭环位置监控；
- 5) 刮刀轴及落粉轴扭矩监控及报警；
- 6) 平移轴移动时间监控及报警；
- 7) 平移轴运动逻辑互锁。

## ➤ 完善的安全互锁逻辑及安全回路控制：

- 1) 成型轴到下限位后充气密封圈自动缩回；
- 2) 当氧含量低于设定值时无法进行打印操作，避免误操作造成的粉末浪费；
- 3) 成型轴未到下限位禁止平移轴移动；
- 4) 急停时运动轴均使用STO方式进行使能切断；
- 5) 急停时基板加热功能、除尘风机、电磁阀输出全部停止。

## ➤ 辅机可靠性控制：

- 1) 设备采用集成化控制思想，可通过主机PLC在软件内远程监控除尘系统、粉路循环系统、水冷机等辅机，并可在辅机出现异常时，及时报警及停止主机打印，保证人员、设备及打印工件安全。
- 2) 具体包括：除尘设备远程启停；除尘风量监控及设定；除尘设备报警反馈；粉路设备清粉启停；水冷机报警反馈。

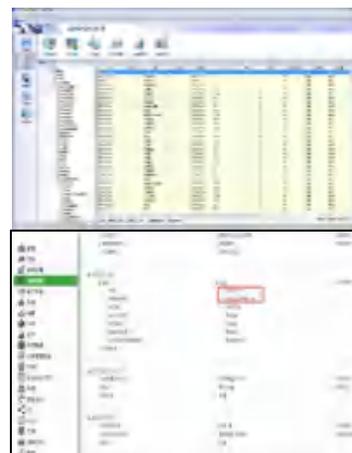
# 设计开发管理



系统安全认证  
(与项目同步进行)



规范化管理体系  
(ISO 9001; ISO 140001;  
ISO 450001; GJB9001C)



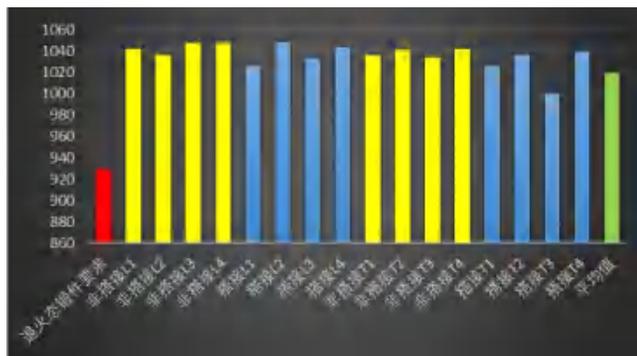
数字化研发、生产管理  
(采用赛捷ERP、PDM系统)



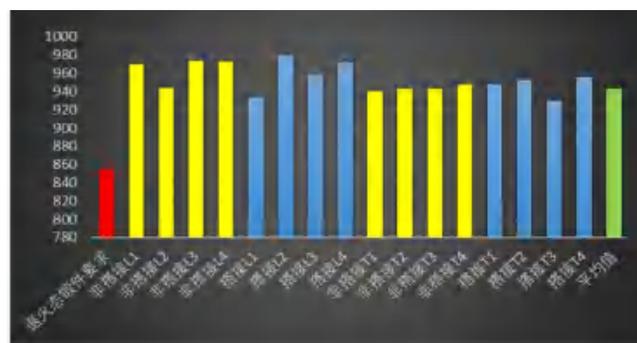
模块化设计开发  
(新型号快速研发)

# 力学性能测试

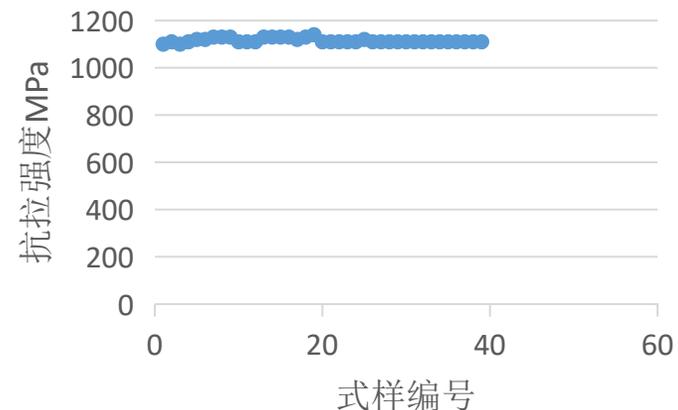
- 多激光搭接区域最低力学性能不低于单激光区域平均值的95%;
- 全幅面力学性能一致性差异不超过5%;
- 镍基高温合金、高强度铝合金、钛合金、不锈钢等材料，标准样棒的室温拉伸性能测试优异。



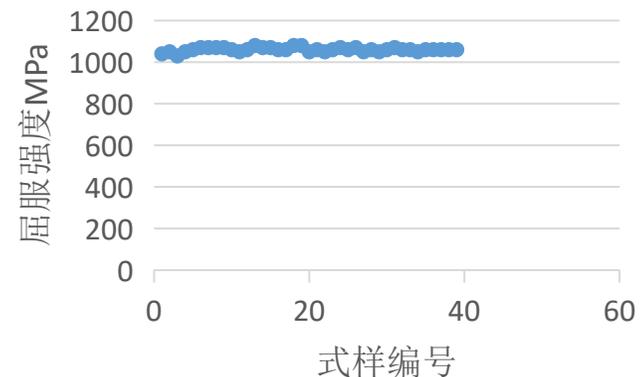
TC4搭接区与非搭接区抗拉强度测试



TC4搭接区与非搭接区屈服极限测试



TA15多样本抗拉强度一致性测试



TA15多样本屈服强度一致性测试

# 机械精度&成型精度



- 打印平台定位精度：0.005mm
- 打印平台运动垂直度：0.04mm
- 铺粉平面度：0.03mm
- 打标定位精度：0.05mm

## 零件打印精度：

X/Y：局部 $\leq$ 0.08mm，整体 $\leq$ 0.2mm

Z：局部 $\leq$ 0.04mm，整体 $\leq$ 0.2mm

表面粗糙度：Ra5~20 ( $\mu$ m)

军标质量检测（沈阳）有限公司

军标质量检测（沈阳）有限公司

## 检测报告

## 检测报告

报告编号：JB-T-DCT-07-210936  
检测项目：尺寸检测  
委托单位：天津镭明激光科技有限公司  
报告日期：2021年9月27日

报告编号：JB-T-RT-08-210936  
检测项目：粗糙度  
委托单位：天津镭明激光科技有限公司  
报告日期：2021年9月27日

军标质量检测（沈阳）有限公司

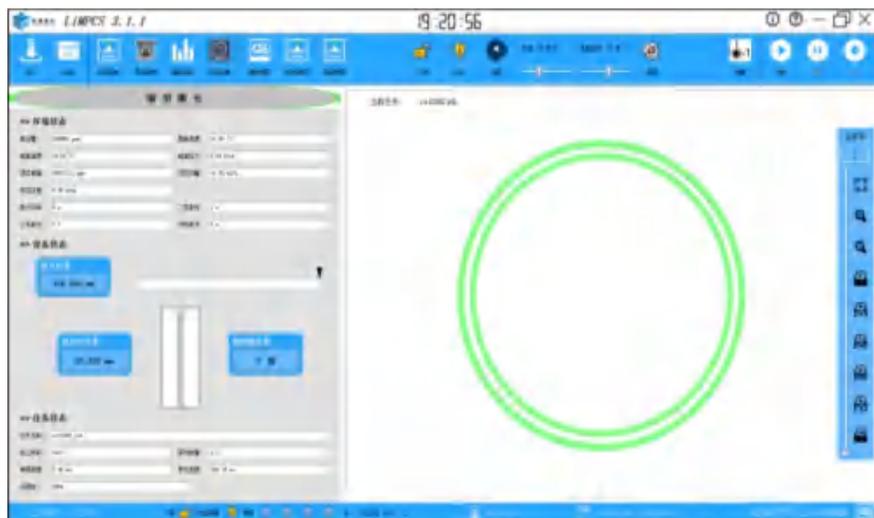
军标质量检测（沈阳）有限公司

军标质量检测（沈阳）有限公司  
地址：辽宁省沈阳市沈河区文安路403号  
电话：1800000  
电话：024-82579000  
电话：024-82579000

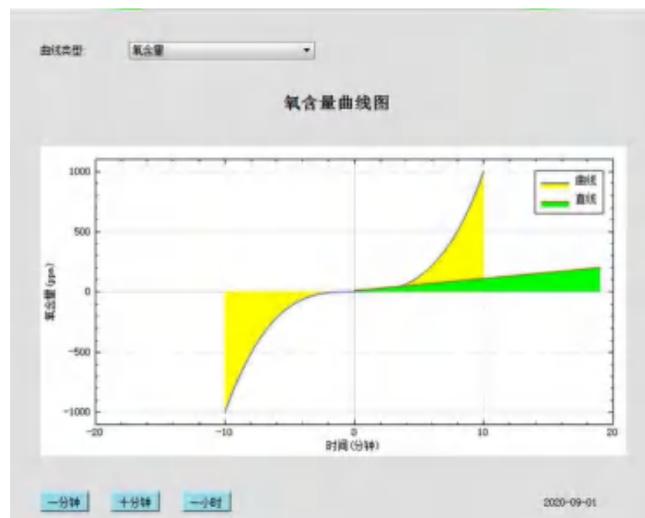
军标质量检测（沈阳）有限公司  
地址：辽宁省沈阳市沈河区文安路403号  
电话：1800000  
电话：024-82579000  
电话：024-82579000

AlSi10Mg尺寸精度检测

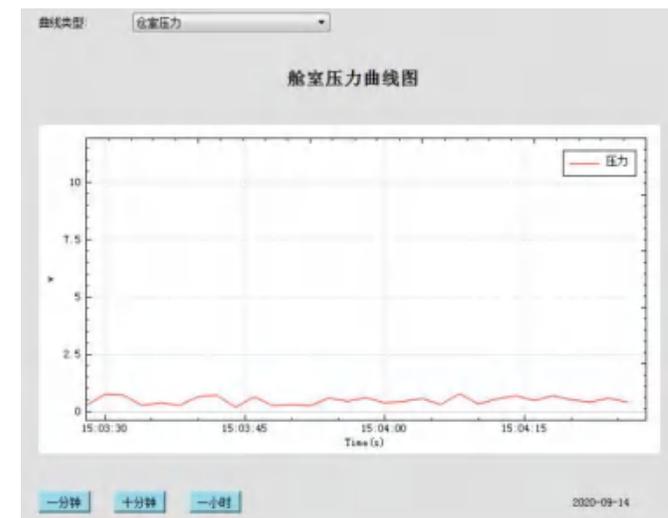
AlSi10Mg粗糙度检测



参数监控页面



氧含量曲线图

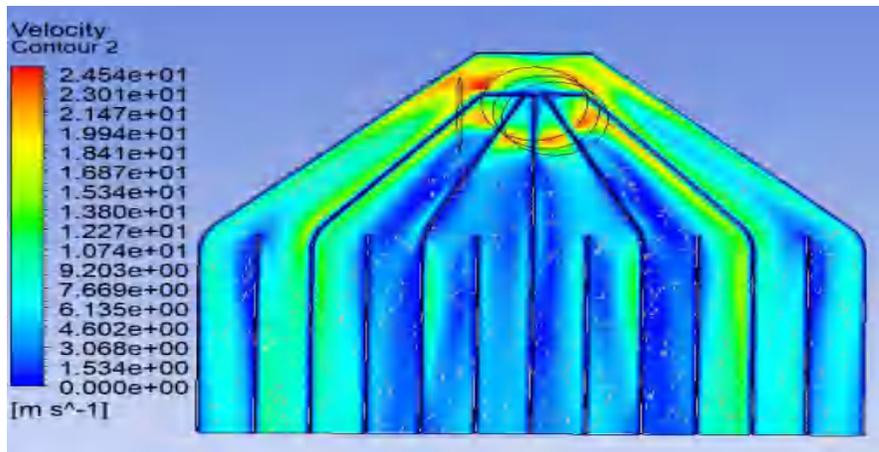


舱室压力曲线图

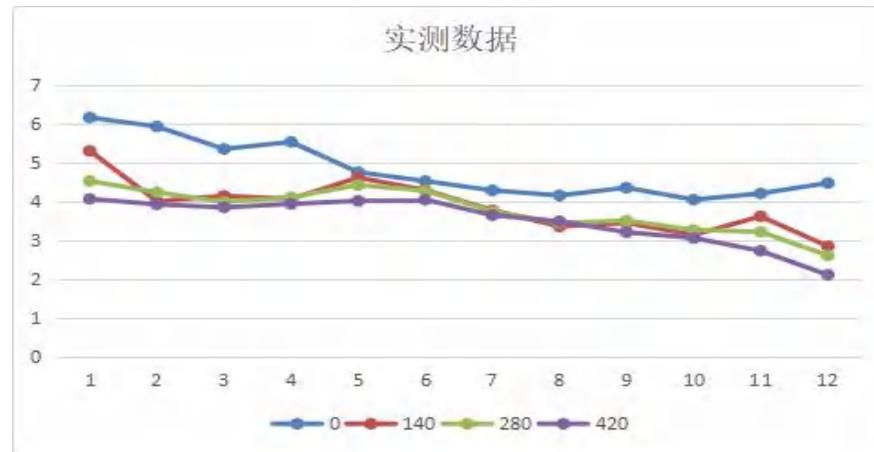
设备软件种对成型室内的温度、气压、氧含量、成型基板温度等模拟量进行采集、处理并显示。在设备操作界面软件中，趋势曲线面板下可以查看氧含量、舱室压力、和激光功率的趋势曲线，正常使用时高精度氧传感器，检测范围0.01%~20%，分辨率优于0.002%。该净化系统能实现水含量、氧含量均在200ppm的气体环境的工作需求。通过密封性能优化，正常打印时节省气氛消耗，耗气量 < 10L/min。成型室压力波动可控制在±2.5mbar内。

# 流场模拟优化

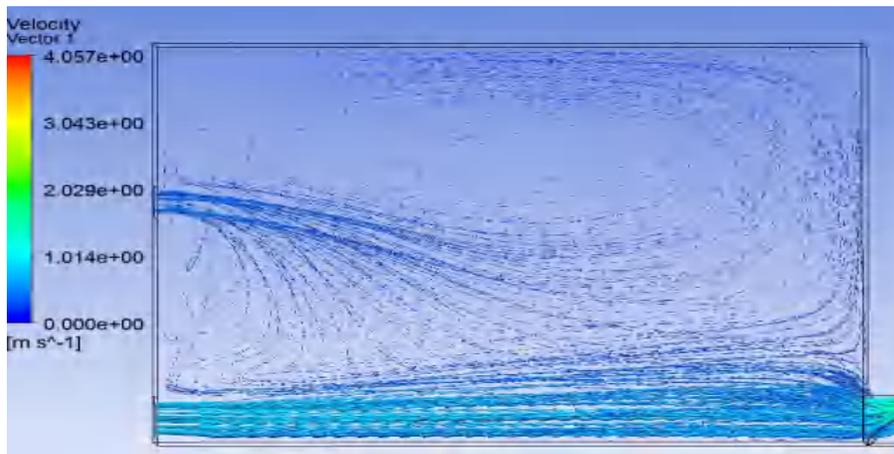
实现打印区风速一致性偏差小于15%  
采用高效的风幕保证成型舱清洁，镜片污染降低.成型质量提升。



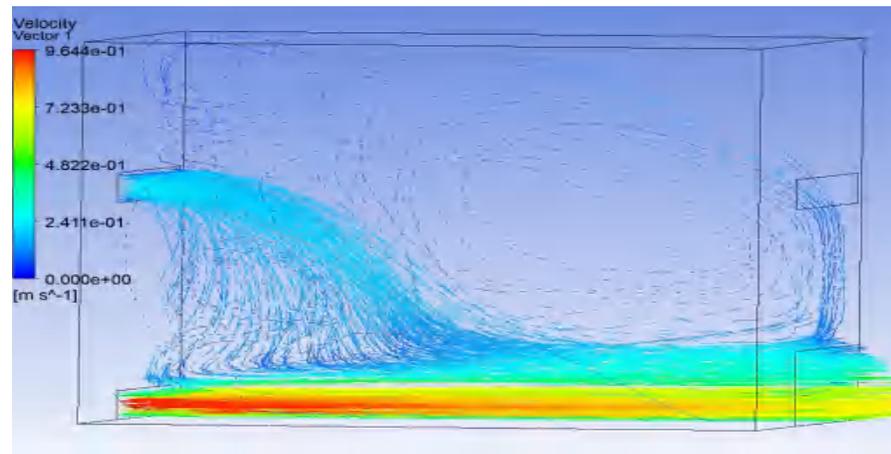
风口仿真设计



实测数据对比



风场整体优化前



风场整体优化后

# 第三部分

## Part three

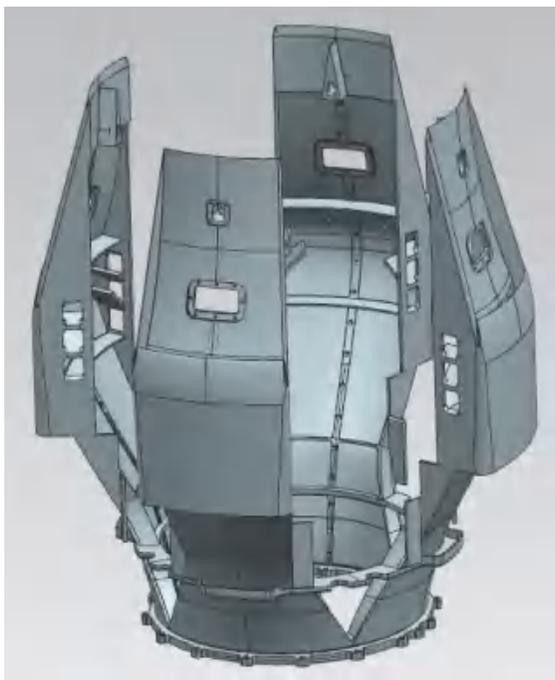
案例与售后保障

Team, cases and support

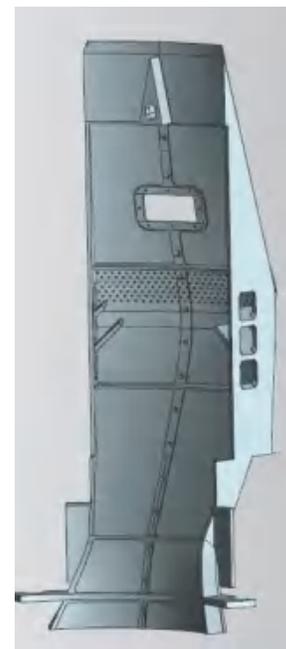
# 项目设备应用案例

## 旋转爆震组件

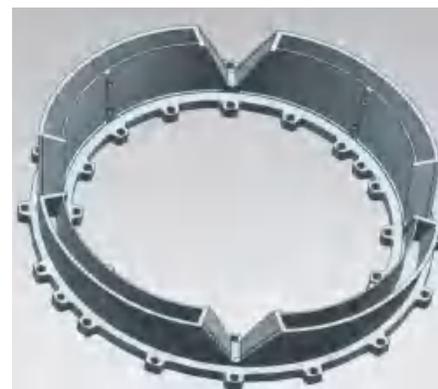
- **整体尺寸描述：**最大直径744mm，总高800mm
- **技术难点：**此产品存在一部分最小壁厚为1mm的结构，**易发生变形**；零件幅面尺寸过大，无法整体打印。
- **生产设备：**主要生产设备为LiM-X650H设备，零件完成初步成型后需进行固溶+时效热处理。
- **打印优化：**经**工艺分析**后，采取多部份**分体打印焊接组装**的方式进行成型，分体形式如下图所示：



完整零件模型



主体前段零件



主体底环零件



打印成品

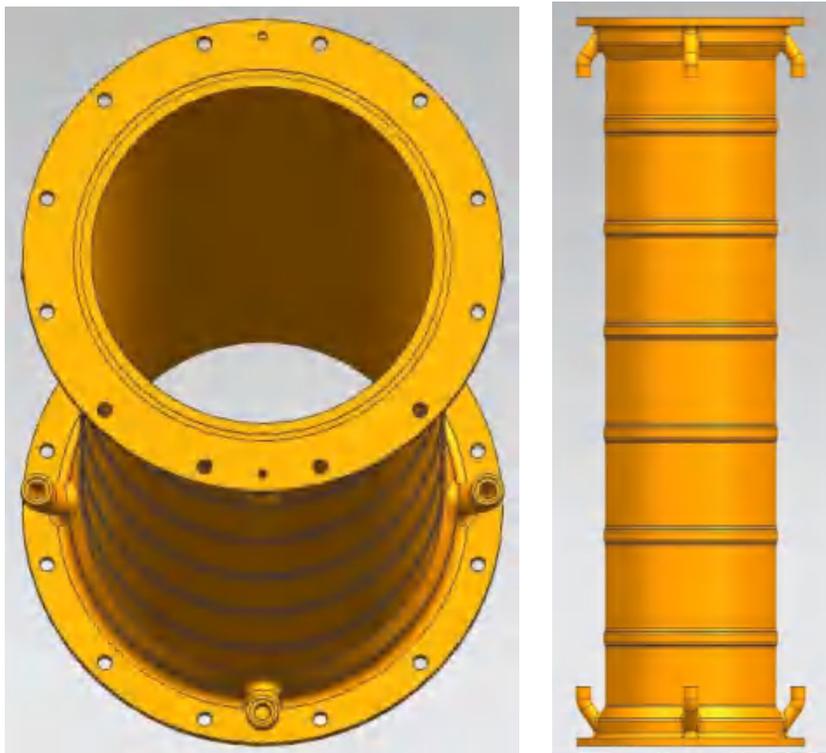


打印成品

# 项目设备应用案例

## 隔离段零件

- **整体尺寸描述**: 最大直径为 $\varphi 300\text{mm}$ 的圆形, 长度1350mm
- **技术难点**: 零件为夹套式主动冷却**薄壁结构**, 主动冷却流道清粉困难, 需要设计出粉工艺孔
- **生产设备**: 主要生产设备为LiM-X650H设备。
- **打印优化**: 为满足隔离段零件的尺寸及表面粗糙度等要求, 在隔离段零件上分别添加了相应的余量, 对隔离段零件中段补强结构位置打印出粉孔。



完整零件模型

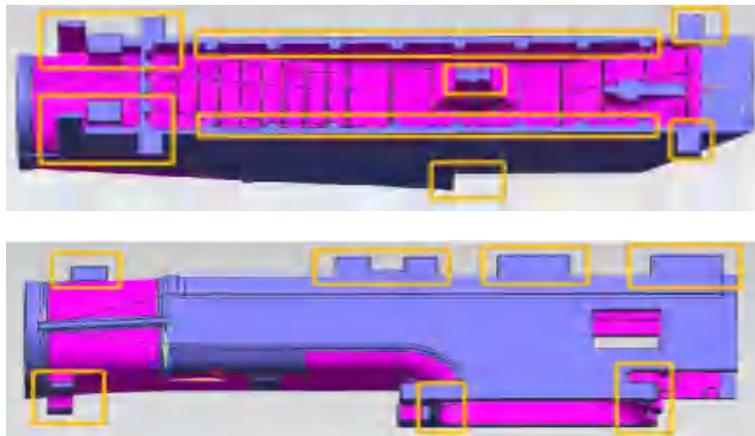


打印成品

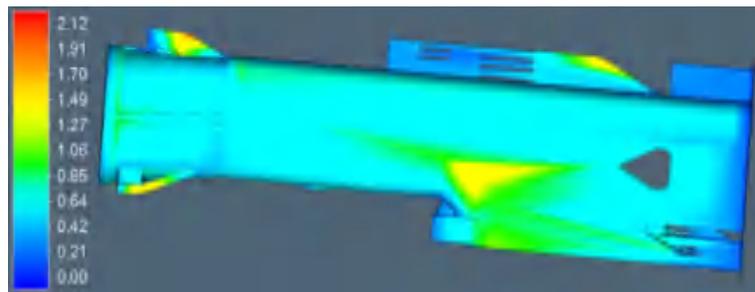
# 项目设备应用案例

## 进气道转弯段、进口段零件

- **整体尺寸描述：**转弯段零件外轮廓为157mm×218mm×830mm；进口段零件外轮廓为157mm×181.5mm×930mm。
- **技术难点：**转弯段、进口段零件尺寸较大，**壁厚相对较薄**（2.5mm-3mm），**零件变形难以控制**。
- **生产设备：**主要生产设备为LiM-X400H设备。
- **打印优化：**针对进气道零件存在的多处截面突变位置，通过倒斜角、倒圆角、添加实体支撑和网格支撑托住悬空面，并且在零件边缘增加实体支撑进行控制，减少应力集中位置，从而避免零件产生开裂。



零件模型设计

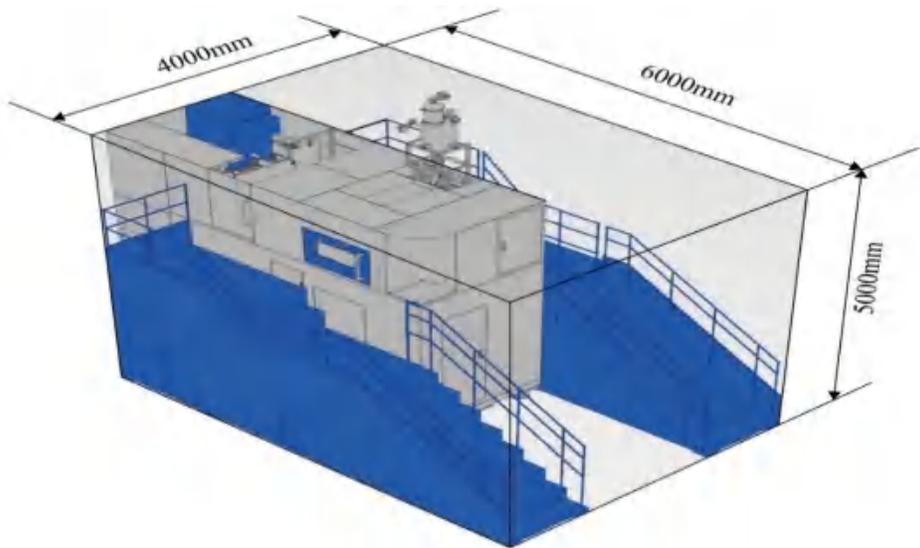


零件仿真设计



打印成品

# 设备布局与环境



## ➤ 安装设备的空间要求:

- 1、场地要求  $W \times D \times H$  空间布局为  $11000\text{mm} \times 8000\text{mm} \times 6000\text{mm}$  (侧面布局参考尺寸)
- 3、至少  $20\text{m}^2$  的工作空间用于处理加工后的零件;
- 4、车间大门要求  $W \times H$  至少为  $5000\text{mm} \times 5500\text{mm}$ ;
- 5、当设备以及辅机的门打开时,有足够的空间使用辅机和执行维护工作;
- 6、应急疏散路线和安全区域必须符合当地适用的国家规定与安全规定;
- 7、8-10米高承重10T天车或行吊;
- 8、安装空间照明不低于  $300\text{lx}$ 。

## ➤ 安全防护设施要求:

- 1、设备存放处设置除静电触摸桩;
- 2、专用粉末和清理零件房间,房间配备消防设施和除尘管路,地面做防静电处理;
- 3、金属专用灭火器2套;
- 4、三防工鞋(防砸、防穿刺、防静电)。

## ➤ 电源要求:

- 1、设备标配10M三相五芯柔性电缆线;
- 2、在总配电箱处、供电末端及大型设备处要做重复接地(进线为三相五线制、柜内需要独立零线排及地线排、柜门及柜体可靠接地);
- 3、N线与PE线之间电压不应超过  $5\text{V}$ ;
- 4、塑壳断路器 1个3P 100A;空开断路器 2个3P C32;空开断路器 2个 1P C16。

## ➤ 氩气要求:

- 1、纯度要求99.99%以上高纯氩,最小流量为  $300\text{L}/\text{min}$ ;
- 2、管路要求:1寸不锈钢管道布局至设备旁墙体,总出口及分路出口安装可控制气源通断球阀,设备空气出口安装G3/4外丝变 $\varphi 10$ 快插接头;
- 4、配备减压阀,可将出口压力降至  $5\text{-}8\text{bar}$ 。

## ➤ 压缩空气要求:

- 1、压缩空气要经过冷干机除水,外接两级过滤器
- 2、出口压力  $4\text{-}6\text{bar}$ ,流量  $\geq 80\text{L}/\text{min}$ ;
- 3、建议设备安装场地距离主气源室不超过  $10\text{m}$  (减少压降);
- 4、管路要求具有球阀开关、减压阀,出口为出口接口为 $\varphi 10\text{mm}$ 快插接头、以及对应宝塔接头。

# 售后服务

## ➤ 包装及运输

1、**卖方负责系统全部物资（包括调试用零件）的包装、运输及在买方现场的装卸、拆箱工作，总价包含设备包装费、运输费。**

2、运输方式：汽运为主。

3、每件包装箱内附一份详细装箱单和质量合格证。装箱清单清楚标明与主机、附件、各种零部件和消耗品相对应的编号和名称。在包装箱中附有设备说明书及其它所有文件和资料。

## ➤ 设备装机服务

现场安装、调试与验收。

## ➤ 质保

1、**整机质保为期三年，自设备终验收合格之日起计算。**

2、**质保期内，每半年提供一次免费精度检查及设备保养。提供的数据处理软件、工艺规划软件以及打印控制软件，提供终身免费升级服务。**



镭明售后服务团队

- **设备交付后买方现场进行为期1周的技术培训，使操作人员能达到正常操作使用和对设备一般常见故障的诊断、维修和排除，保证设备正常使用；**
- 卖方现场免费提供设备基础理论、工作原理、操作维护、软件使用、3D打印工艺设计以及典型金属零件示例等培训，培训周期为一年；
- 培训教材为配套设备随机版本，保证买方人员培训后能独立进行设备的加工操作。

培训时间	培训内容	培训方式	人数	培训地点
第1天	设备安装技术培训、安装条件、注意事项等培训内容。	现场口授及资料	4-5人	设备现场
第2天	设备组成及结构、工作原理、控制工艺等理论培训。	培训资料	3-5人	设备现场
第3天	设备操作规程、现场操作、设备的维护保养工作、系统运行参数调整、设备故障排除、事故应急措施等培训内容。	培训资料	3-5人	具体地点视现场情况而定
第4-5天	电气等调试培训及联机调试培训等。	现场口授及资料	3-5人	设备现场
第6-7天	设备实践操作培训与考试，直至客户掌握典型样件案例实操。	实际操作	3-5人	试用使用现场

客户现场培训计划表

# 售后保障



- **7×24 小时技术支持服务，2小时响应，如需现场处理，24小时内派遣专业技术人员赶往现场提供技术支持服务。**
- 现场服务站与开放式服务，对于金属 3D 打印设备采购及生产线建设项目，通过推行服务本地化和“零距离”服务，实现快速响应、及时有效的解决系统问题，为客户解除后顾之忧。
- 培训服务，提供金属 3D 打印设备系统运行、操作、维护及相关专业领域常见问题的培训，帮助客户孵化设备操作团队，并可按照客户需求提供定制化服务。
- 建立终身维护档案，保存原设备制造过程中全部设计文件、设备出厂配置、维护保养记录，保证在任何时间、任何设备、任何事件均可追溯，从而保证系统的安全稳定运行和质量控制。

精 益品质

合 为创新

更多3D打印相关内容  
扫描二维码关注镭明激光



谢谢观看