

合同编号: 2026-FGC-YB-ZBCG
-SBGX-020

西安工程大学柔性材料彩色 3D 打印机采购项目 供货合同

甲方: 西安工程大学

乙方: 北京宏博广源科技有限公司

二〇二六年 7月 16日

需方（以下简称“甲方”）：西安工程大学

供方（以下简称“乙方”）：北京宏博广源科技有限公司

依据《中华人民共和国民法典》等规定，经双方协商同意，签订本合同并信守下列条款，共同严格履行。

一、产品名称、数量、价格：

序号	产品名称	规格型号	品牌商标	生产厂商	单位	数量	单价 (万元)	总金额 (万元)	备注
1	柔性材料彩色3D打印机	J400P LUS- C、T APS4 00/P	赛纳 三维 、博 理	珠海赛纳三维科技有限公司、苏州博理新材料科技有限公司	套	1	199.8000	199.8000	技术参数与性能指标见附件1
合计金额（大写）：壹佰玖拾玖万捌仟元整（含税）					合计金额（小写）：1998000.00(元)				

二、质量标准：

1. 乙方提供的物资（设备）必须符合中华人民共和国国家安全环保标准、国家有关产品质量认证标准。没有国家标准的，采用该产品有关行业标准（取较高标准）。

2. 甲方对乙方所供物资（设备）有具体技术指标及系统功能要求的，该技术指标及系统功能经甲乙双方书面确认，作为质量验收标准。

3. 以招投标方式采购的物资（设备），招标文件对质量有特殊要求的以双方签字确认的技术协议为准。

三、交货日期、方式及地点：

合同签订之日起 30 日历天内到货、安装调试、运行并交付使用，交货地点为西安工程大学服装与艺术设计学院指定地点。

四、质保及售后承诺

1. 物资（设备）自甲方出具书面验收合格文件之日起质保期 5 年，（国家或行业

规定有强制质保期的电子产品可按照国家或行业标准执行）。

2. 质保期内乙方免费上门维修，费用全免；质保期后，乙方仍上门维修，人工费免，可收取相关零配件和材料费。如质保期内发生质量瑕疵，乙方未能按照甲方要求及时提供维修、更换服务，甲方有权要求乙方支付合同金额 10% 的违约金。

3. 质保期内乙方对甲方提出的服务响应不得超出 24 小时，制定解决方案，3 个工作日内派人到现场维修。设备部件维修超过 5 个工作日，需提供备用设备部件。

4. 乙方对物资（设备）出现的有关技术性问题或安全问题负责处理、解决，承担因质量引起的事故损失。

5. 乙方免费培训甲方用户 4 人熟练掌握所供物资（设备）为止，具体培训方案见附件 2。

五、包装及运输：

乙方负责运输、搬运上下楼等一切费用并承担运保费，保证所供产品为原厂包装，开箱合格率达到 100%，使用说明书、质量检验证明书、随配附件和工具以及清单与物资（设备）一起发送。

六、安装、调试及验收：

1. 乙方负责安装调试，甲方提供必要的工作条件。

2. 甲方对乙方所供设备依照合同进行初步验收。验收时甲乙双方均派人到场，由甲方先对设备外观质量进行验收（包括对产品名称、规格型号、品牌商标、设备原产地、生产厂商、单位、数量等的验收）。乙方安装、调试、运行完成之后，通知甲方对设备相关技术指标、系统功能进行验收。

甲方应在乙方通知后 7 日内进行核查验收，验收工作完成后签字确认。验收不合格的，限期整改；整改仍达不到要求的，作退货处理。乙方应在接到甲方通知退货后的 30 日内将货物全部运离甲方场地，并退还甲方已支付的全部款项，同时乙方需按照合同总金额的 20% 向甲方支付违约金，违约金不足以弥补甲方所遭受的损失，乙方还应赔偿甲方全部损失，包括但不限于直接损失、间接损失、诉讼费、律师费、鉴定费、保全费、保全担保费等。

3. 甲方在质保期内使用过程中如因物资（设备）内在质量出现问题，甲方将乙方所交物资（设备）交至甲方属地技术质量监督部门按双方确认的技术标准进行检测；如果检测与双方确认的质量标准不符，由乙方承担检测费用及负违约责任，违约责任按本合同第九条第 4 款处理。

4. 如果所供物资（设备）以投标时双方封存样品为准的，可做破坏性检验，以确定乙方货物是否合格。

七、付款方式及履约保证金：

1. 预付款:合同签订后，乙方向甲方提供预付款等额的银行、保险公司等金融机构出具的预付款保函或其他担保措施，甲方向乙方支付合同总价的 40%作为预付款；

2. 待所有设备到达甲方指定地点，安装、调试、运行并经验收合格后，30 天内支付合同总价的 60%。甲方向乙方付款前，乙方应向甲方开具符合甲方要求的增值税专用发票，若因乙方未开具或逾期开具合法有效的增值税专用发票，甲方有权顺延付款期限且不承担逾期付款责任。

3. 履约保证金：

（1）乙方成交后凭中标通知书，以人民币形式，向甲方对公账户汇入合同金额的 5%作为履约保证金；

（2）甲方验收合格后，乙方提出书面申请，甲方将履约保证金（无息）退还乙方。

八、知识产权

1. 合同中软件产品的所有版权都归乙方所有，受《中华人民共和国计算机软件保护条例》等知识产权法律及国际条约与惯例的保护。甲方通过本合同获得本软件的使用权。

2. 除本合同的约定以外，乙方未向甲方授予许可软件著作权、专利权、商标专用权、商业秘密及其他权利有关的任何权利。

3. 如果乙方提供给甲方的产品侵犯第三方知识产权，责任完全由乙方承担并赔偿由此给甲方造成的全部损失。

九、违约责任：

1. 合同生效后，甲乙双方应按合同规定认真履约。合同履约责任只涉及合同甲乙双方，不考虑第三方因素。

2. 乙方逾期交货，每天应按合同总价的 0.5%向甲方支付违约金。如乙方逾期含三十天仍未履行或未完全履行交货义务的，甲方有权终止合同，乙方须按合同总价的 20%计算向甲方支付违约金。违约金不足以弥补乙方给甲方造成损失的，乙方应当承担全部赔偿责任，全部赔偿责任的范围包括但不限于预期可得利益、直接损失、赔偿金、违约金、诉讼费用、仲裁费、鉴定费、保全费、保全担保费用、律师费等。

3. 乙方所交的物资（设备）品种、规格型号、品牌、生产厂商、数量和质量不符合合同约定或所交货物无合法有效授权或无法证明合法来源的，所供物资（设备）达不到双方确认的技术标准的，乙方必须无条件退回全部货款，并向甲方支付合同总价款 20%的违约金。

4. 因乙方提供的产品存在缺陷或由于乙方的过错使产品存在缺陷造成人身、缺陷产品以外的其他财产损害，乙方应当承担全部赔偿责任。若由此造成甲方先行承担责任的，甲方在承担责任后有权全额向乙方追偿。

5. 在合同款项付清后、质保期内，乙方未履行质量保证条款约定的义务，乙方对甲方承担本合同总价 10%的违约金。

十、争议解决方式：

本合同在履行过程中，如发生争议，双方友好协商解决，如协商不成，双方同意在甲方注册地所在地法院起诉解决。

十一、其他：

1. 本合同一式六份，甲方执四份，乙方执两份，双方签字并盖章后生效，具有同等法律效力。合同未尽事宜双方可协商解决或另立补充协议。

2. 在合同实施过程如双方出现争议，物资（设备）清单、技术参数、系统功能要求、甲方招标文件、乙方投标文件等均作为解决争议的参考文件，与本合同具有同等法律效力。

3. 本合同项下任何一方向对方发出的通知、信件、数据电文等，应当发送至本合同下列约定的地址、联系人和通信终端。

甲方联系人： 吴龙

联系电话： 137 7242 7398

联系地址： 陕西省西安市碑林区金花南路 19 号 邮编： 710048

电子邮箱： longwu@xpu.edu.cn

乙方联系人： 尚瑞岗

联系电话： 13910120773

联系地址： 北京市海淀区温泉镇创客小镇社区配套商业楼 16#楼二层 285 室

邮编： 100080

电子邮箱： 15040810@qq.com

送达时间以下列规定为准：

(1) 专人递送之日视为送达之日；

(2) 以邮寄方式进行的通知均应采用邮政挂号快件或特快专递的方式进行，自信件

交邮后的第 2 日视为送达；

(3) 短信、传真、微信、电子邮件以顺利发出当天后的第一个工作日视为送达之日；

(4) 一方当事人变更名称、地址、联系人或通信终端的，应当在变更后 3 日内及时书面通知对方当事人，对方当事人实际收到变更通知前的送达仍为有效送达，电子送达与书面送达具有同等法律效力。

4. 合同签订地点：西安·西安工程大学

5. 合同签订时间：2026 年 7 月 16 日

需方（甲方）：西安工程大学

法定代表人：[Signature]

授权代表：[Signature]

电话：[Redacted]

传真：[Redacted]

开户银行：中国建设银行股份有限公司
西安友谊东路支行

帐号：6105 0190 5400 0000 1286

税务登记证号：12610000435204205L

地址：陕西省西安市碑林区金花南路 19 号

需方（乙方）：北京宏博广源科技有限公司

法定代表人：尚瑞岗

授权代表：尚瑞岗

电话：010-86460620

传真：010-86460620

开户银行：中国建设银行北京恩济支行

帐号：1100 1071 3000 5301 9683

税务登记证号：9111 0108 0741 2028 3D

地址：北京市海淀区温泉镇创客小镇社区配套商业楼 16#楼二层 285 室

附件 1: 技术参数与性能指标

产品名称	技术参数与性能指标			
	序号	产品名称	技术标准	数量
柔性材料 彩色 3D 打印机	1	全彩色多材料 3D 打印系统 (核心产品)	1. 成型原理: 微滴喷射式全彩色多材料 3D 打印工艺 (品牌: 赛纳三维, 型号: J400PLUS-C); 2. 喷头数量: 3 个高精度压电式喷头; 3. 打印层厚: 14-36 μm 可调; ★4. 打印尺寸: 495mm*395mm*300mm; ▲5. 打印精度: 600*600*1800 dpi; 6. 喷孔数量: 3840 个; 7. 打印效果: 全彩色打印、贴图打印、渐变色打印、半透明打印、全透明打印、软硬复合打印; ▲8. 打印通道: 12 通道; 9. 打印材料适配: A、透明成型材料; B、不透明成型材料; C、软质成型材料; D、ABS-like 系列成型材料; E、耐高温系列成型材料; F、MED 系列成型材料; 10. 支撑材料: 普通支撑材料、碱溶性支撑材料; 11. 系统兼容性: 64 位正版操作系统; 12. 软件具备自动优化摆放、模型自动排版、自动生成支撑、即时分层边切边打、切片导出、自定义颜色厚度、自定义摆放/缩放、工时评估、材料用量评估、打印状态监控、材料剩余量显示、变更材料和颜色、管理工作队列、全包/半包围打印、模型干涉自动检测、层预览、缺墨自动暂停、断电恢复打印、自动清洗喷头、通道自动适配、换墨自动清洗管路、随形铺底等功能; ▲13. 云平台功能: 用户管理、设备群管理、耗材状态等的的数据面板功能; 打印统计报表功能等功能; ▲14. 配套实训教材《3D 打印技术综合实训手册-概念篇》、《3D 打印技术综合实训手册-艺术设计篇》; 15. 配套数据处理模块: (品牌: 联想, 型号: P900C), CPU 主频 2.3 GHz, 核心数 16 核, 线程数 24 线程, 睿频 5.0 GHz, 内存 64G DDR5; 固态硬盘 1T M.2, 机械硬盘 4T, 7200 转; 独显、显存 8G, 流处理核心 3072, 显存带宽 272GB/s, 基础频率 1.83GHz, 加速频率 2.46GHz, 27 寸显示器; 配置要求: 1、数据处理模块 1 套; 2、配套设备: 2.1 光固化机: (品牌: 有为晟, 型号: UVS-6020-cw3000), 波长: 365 nm ~ 405nm, 冷却方式: 水冷 功耗: 200W 2.2. 超声波清洗机: (品牌: 洁选, 型号: J-20s), 容量: 60L, 内槽尺寸: 长 500mm * 宽 400mm * 高 300mm; 2.3. 喷砂机: (品牌: 赛纳三维, 型号: SN-SBM700), 额定气压可调: 0.6 ~ 1.2MPa 额定气量: 800 ~ 1200L/Min 可调, 功率: 7.5Kw 电源 220V; 配料砂 80 ~ 120 目, 50Kg; 2.4. 静音空压机: (品牌: 奥突斯, 型号: 2X), 储气罐容积: 60L, 排气量 390L/min; 2.5. UPS 电源: (品牌: 山克, 型号: SC2K), 电压 110-300V, 额定功率 3KVA; 3. 相关耗材配件:	1 套

		3.1. 成型材料 C、M、Y、BK: (品牌: 赛纳三维, 型号: 配套耗材), 36Kg (3Kg/桶); 3.2. 成型材料 W、T: (品牌: 赛纳三维, 型号: 配套耗材), 30Kg (3Kg/桶); 3.3. 支撑材料: (品牌: 赛纳三维, 型号: 配套耗材), 24Kg (3Kg/桶); 3.4. 材料打印喷头: (品牌: 理光, 型号: G5), 2个; 3.5. 支撑打印喷头: (品牌: 理光, 型号: G5F), 2个; 3.6. UV 灯: 2个;	
序号	产品名称	技术标准	
2	柔性成型及配套打印设备	1. 成型原理: DLP 光固化成型 (品牌: 博理, 型号: TAPS400/P); ▲2. 打印尺寸: 384*216*400 mm; 3. 精度: 100 μm; 4. 配置持久性膜; 5. 光源系统: UV LED 光机系统; 6. 光机分辨率: 3840*2160dpi; 7. 光强: $\geq 14\text{mW/cm}^2$; 8. 打印材料: 光敏树脂; 9. Z 轴方向打印速度: 15cm/h; 10. 材料辅助功能: 自带料槽恒温系统; 11. 操控屏: 23.8 英寸; 12. 材料性能: 支持工程塑料、弹性材料、柔性材料、透明材料、齿科材料、耐高温材料 (135℃及以上)、抗菌材料等材料打印; 支持材料的颜色、强度、硬度等性能要求; 13. 打印文件: 支持 STL、OBJ、STP 格式; 14. 控制系统: 可根据模型结构与材料特点调节温度、光强与打印动作; 15. 操控: 支持一键打印, 一键停止; 打印仓配备自动升降门; ▲16. 设备控制软件: 提供一套正版 3D 打印控制系统软件, 软件主要功能: (1) 打印任务自动排列; (2) 加工时间预测; 数据处理软件: 提供一套正版三维数据分层切片处理软件, 软件主要功能: (1) 支持多类型源数据文件模式, 包括 STEP、IGS、STL 等; (2) 数据模型的可视化自由查阅, 包括旋转、平移、缩放、测量等; (3) STL 文件修复, 数据破面、重面、掉面自动修补功能模块; (4) 数据自动支撑功能模块, 具有一键加支撑功能; (6) 打印过程预测与排版; 17. 配套无第三方产权纠纷的光固化切片软件; 18. 3D 打印设备拥有 3D 打印机 UI 界面及通讯系统, 自主开发无第三方版权纠纷 (需提供产权证明材料); 19. 配套增材制造数字化平台 ▲19.1 提供光固化 3D 打印设备操作实训, 真实还原零件切片打印流程, 并以设备操作为考核点, 自动评分并生成考核报告, 完成光固化 3D 打印模块教学、实训、考核评价等功能; 19.2 软件取得产权证明材料, 拥有自主知识产权; 19.3 支持用户按功能导向定制化开发 DIY 3D 打印机虚拟装调及动态演示; 20. 打印材料配置双组份树脂 A 料 (单位 Kg), 220Kg, 双组份树脂 B 料 (单位 Kg) 配套: 20Kg。(材料性能: 拉伸强度: 15MPa, 断裂伸长率: 250%, 撕裂强度: 567N/cm, 常温耐折次数: ≥ 100 万次)。 辅机	

		1. 大尺寸模型成型机一台（品牌：一迈，型号：YM-NT-1000） 1.1. 打印技术：工业级FDM熔融堆积技术； ▲1.2. 成型尺寸：1000*1000*1000mm(长*宽*高)； 1.3. 打印模型精度：±0.1mm@100mm； 1.4. 成型材料适应：PLA、PETG、TPU、ABS； 1.5. 可直接使用 3KG 规格耗材； 1.6. 打印层高：1mm（可调）； 1.7. 连接方式：支持 USB 连接，WiFi 连接； 1.8. 打印速度：150mm/s； 1.9. 采用 3D 模型数据处理软件（切片软件），无第三方产权纠纷； 1.10. 配备 100Kg 打印耗材； 2. 配套高速多色打印机 2 台（品牌：创想三维，型号：K2 Plus Combo） 2.1. 成型技术：FDM； 2.2. 打印尺寸：350*350*350mm； 2.3. 打印速度：600mm/s； 2.4. 打印平台：柔性打印平台； 2.5. 调平方式：全自动调平； 2.6. 打印方式：U 盘/以太网/WiFi； 2.7. AI 监控：具备异常检测、故障检测、实时监控和延时摄影等级功能，如有异常，自动提醒； 2.8. AI 校准：自动校准打印流量，也能快速扫描识别首层问题； 2.9. 热床倾斜校正：支持； 2.10. 支持耗材：ABS/PLA/PETG/PET/TPU/TPE/PA/ASA/PC/PLA-CF/PA-CF/PET-CF； 2.11. 切片支持格式：STL/OBJ/AMF； ▲2.12. 支持 4 色打印； 2.13. 主动腔温：配备主动加热模块，实现恒温打印； ▲2.14. 设备配套 3D 打印云平台，云平台支持在手机云端模型库中共享和存储模型数据。在上传模型后可以使用应用内的 3D 切片器对上传的模型文件进行切片设置，支持按百分比对模型进行缩放，旋转。同时可在手机云端模型库对已上传模型的打印质量，填充，支撑，平台附着，外壳，速度和温度进行设置和调整。支持 3D 照片生成模型功能。支持光照打印； 2.15. 配备 100Kg 打印机耗材供设备正常使用； 3. 电子线路 3D 打印系统（品牌：宏博广源，型号：ENova） 3.1. 功能：用于复合材料一体成型、微曲共性天线、印刷线路板等原理样件的 3D 打印机成型； 3.2. 打印尺寸：200*150*50mm； 3.3. 平台加热功能：室温~80℃； 3.4. 微笔直写打印头：可以打印纳米银导电浆料、碳浆、聚酰亚胺 PI 树脂液、及其他粘结剂等浆料类材料； 3.5. 打印精度：±0.2mm； 3.6. 打印技术：支持微笔直写（可加热），FDM； 4. 后处理系统 4.1. 超声波清洗机，带定时，容量：30L，内槽尺寸：长 500mm * 宽 300mm * 高 200mm； 4.2. 搅拌机，带定时，转速范围：0~4000r/min 可调，变频调速，带消泡辅助功能，可放最大桶 25L； 4.3. 恒温箱，加热组分材料，内部有效尺寸：长 600mm* 宽 500mm* 高 750mm，控温精度：±1℃；	
--	--	---	--

		4.4.烘箱功率 4KW, 内胆材质不锈钢, 容积 640L, 内胆尺寸: 长 800mm* 宽 800mm* 高 1000mm, 带通风, 鼓风, 定时; 4.5.电子秤 2 个, 1Kg 和 5Kg 各一台; 4.6.相关耗材: 量杯 2L=4 个和量杯 5L=4 个, 硅胶勺 4 个, 无尘布 5 包, 6mm 气管 20 米等。 配置要求 1. 柔性材料打印机 1 套; 2. 大尺寸模型成型机 1 套; 3. 高速多色打印机 2 台; 4. 电子电路 3D 打印系统; 5. 配套后处理设备: 5.1. 超声波清洗机, 1 台; 5.2. 搅拌机, 1 台; 5.3. 恒温箱, 1 台; 5.4. 烘箱, 1 台; 5.5. 电子秤 2 个; 6. 配套耗材: 6.1. 双组份树脂 A 料(单位 Kg), (品牌: 博理), 配套: 220Kg; 双组份树脂 B 料(单位 Kg), (品牌: 博理), 配套: 20Kg; 6.2. 直径 3mm 丝材 100Kg; 6.3. 直径 1.75mm 丝材 100Kg。	
其他要求	设备按照“交钥匙工程”完成交付, 供应方应免费负责设备整体运输、搬运、上楼、搬运过程中门窗拆卸与安装、安装场所旧设备搬移、电气水等接入及负责搬运人员与设备安全等交付内容; 设备质保期不得低于 5 年, 质保期后软件免费升级维护, 设备维修只收取配件费。		

甲方技术负责人签字:

吴松

乙方(盖章):

乙方代表签字:



第一章 培训方案总则

1.1 培训设备覆盖范围

本次培训全覆盖本项目所有采购设备、配套系统、耗材体系、软件系统、后处理设备，无遗漏、无短板，具体培训对象设备如下：

1. 核心主体设备：全彩色多材料 3D 打印系统 1 套（多材料复合成型、全色彩渐变打印核心设备）
2. 高精度成型设备：DLP 光固化打印机 1 台（含配套耗材、全套后处理设备）
3. 大尺寸成型设备：大尺寸模型成型机 1 台（含配套专用耗材）
4. 高速批量成型设备：高速多色成型打印机 2 台（含配套耗材）
5. 电路特种成型设备：电路线路打印机 1 台（含电路专用耗材、成型配套系统）；
6. 配套支撑体系：全套设备专属后处理系统（清洗、固化、打磨、修整、检测设备）原厂专用耗材、适配配件、全套控制及设计软件。

第二章 专项培训计划

2.1 培训总体安排概况

本项目培训严格配合项目 30 天交付工期实施，采用设备安装调试同步培训+交付集中强化培训+后期回访复训+质保期长效培训的四段式优化培训模式，不占用甲方额外时间、不影响设备交付进度、不耽误教学科研工作，在设备到货、安装、调试、试运行阶段同步穿插碎片化基础培训，交付完成后开展集中封闭式强化实操培训，交付后提供常态化回访培训与质保期免费复训，全方位保障培训效果。

交货地点为西安工程大学服装与艺术设计学院指定地点。依托真实设备、真实场地、真实工况开展实景实训，杜绝模拟培训、远程虚训，保证培训真实性、实操性、落地性。

2.2 培训对象及人数规划

结合高校实验室管理、教学、运维、科研使用实际场景，精准划分四大类参训岗位，明确参训人数、岗位职责、培训侧重点，实现定岗定训、精准赋能，具体参训人员配置如下：

2.2.1 实验室管理人员（2 人）

人员定位：负责实验室设备统筹管理、使用排班、耗材管理、设备台账、安全管理、维保对接、资产管理；

培训侧重点：设备整体认知、管理制度、耗材管控、台账建立、安全规范、维保流程、售后对接、故障上报、设备资产统筹管理，弱化深度实操，侧重管理体系与流程把控。

2.2.2 专业授课教师/实训指导教师（4-6 人）

人员定位：负责课程教学、学生实训指导、科创项目指导、科研试样制作、工艺方案设计；

培训侧重点：设备核心原理、技术性能、多工艺应用、参数优化、彩色成型工艺、精密成型技巧、大尺寸模型制作、电路试样开发、教学案例设计、常见问题规避、学生实训指导方法。

2.2.3 设备专职运维技术人员（2 人）

人员定位：负责设备日常巡检、保养、调试、故障排查、配件更换、系统维护、精度校准；

培训侧重点：设备机械结构、电控原理、软硬件调试、安装复盘、精度校准、深度保养、全品类故障识别与排查、应急故障处置、备品备件更换、系统升级运维。

2.2.4 学生科研骨干/科创团队（6-8 人）

人员定位：参与学生科创竞赛、科研辅助试样制作、模型打样、课程设计实验；

培训侧重点：基础操作、软件使用、简单参数设置、常规模型打印、耗材更换、基础后处理、基础安全规范、常见小问题自查自纠。总参训人数：单次集中培训满配人数 16 人，可根据甲方实际需求灵活增减，乙方保证所有参训人员全覆盖、无遗漏、人人参训、人人学会。

2.3 培训周期与阶段划分

本次培训全程嵌入项目 30 天交付全流程，分为四大阶段，节奏科学、衔接紧密、不延误交付、不拖沓培训，具体阶段划分如下：

第一阶段：安装调试同步启蒙培训（项目第 16-25 天，设备安装调试期）

在乙方工程师进场安装、布线、调试设备期间，同步安排现场启蒙教学，组织甲方管理人员、教师、运维人员现场观摩学习，讲解设备结构、安装逻辑、基础布局、线路规范、设备适配环境要求，让甲方人员提前熟悉设备基本构造与安装原理，为后续实操培训铺垫基础，实现“边安装、边学习、边认知”。

第二阶段：交付试运行实操培训（项目第 26-28 天，设备试运行期）

设备安装调试完成、整机试运行稳定后，开展第一轮集中实操培训，重点讲解基础开机、软件登录、简单模型打印、基础耗材更换、日常操作规范，让学员快速上手基础操作，实现设备试运行阶段即可初步投入简单使用。

第三阶段：验收前强化闭环培训（项目第 29-30 天，验收交付期）

项目验收交付前，开展全维度强化培训，覆盖进阶工艺、参数优化、精度校准、故障排查、维保方法、后处理全流程，完成全员实操考核、理论考核，确保交付时甲方团队完全具备独立使用、独立运维能力，设备交付即全面投入常态化使用。

第四阶段：质保期长效回访复训（交付后 1-5 年质保期内常态化开展）

设备交付使用后，乙方每半年上门巡检期间同步开展免费复训，针对甲方使用过程中出现的操作误区、工艺难点、常见问题开展专项强化培训；同时提供线上实时答疑培训、新工艺更新培训、设备升级适配培训，持续提升甲方人员操作与运维能力。

2.4 详细培训计划表

本计划表为项目专属固化培训计划，明确培训时间、培训阶段、培训地点、培训对象、参训人数、培训时长、培训方式、核心培训内容、考核方式，全程可落地、可核查、可追溯。详细培训计划见下表：

培训阶段	培训时间节点（项目工期）	培训地点	参训对象	参训人数	单日培训时长	培训方式	核心培训内容概要	阶段考核方式
第一阶段安装调试同步启蒙培训	第 16 天	西安工程大学服装与艺术设计学院指定地点	管理人员、教师、运维人员	8 人	3 小时	现场观摩+理论讲解	设备进场布局、机架结构认知、线路布设规范、设备安装原理、实验室适配要求	现场提问摸底
	第 18 天	西安工程大学服装与艺术设计学院指定地点	管理人员、教师、运维人员	8 人	3 小时	现场观摩+结构讲解	各设备核心模块组成、动力系统、传动系统、光学系统、电控系统基础认知	结构认知抽查
	第 20 天	西安工程大学服装与艺术设计学院指定地点	全体参训人员	16 人	3 小时	原理讲解+设备辨识	全套设备功能区分、适用场景、耗材分类、后处理系统基础认知	设备辨识考核
	第 22-25 天	西安工程大学服装与艺术设计学院指定地点	全体参训人员	16 人	每日 2 小时	调试观摩+基础答疑	设备调试流程、参数校准逻辑、试打流程、基础操作注意事项	日常答疑复盘
第二阶段交付试运行实操培训	第 26 天上午	西安工程大学服装与艺术设计学院指定地点	全体参训人员	16 人	4 小时	理论授课+软件实操	全套配套软件安装、激活、操作、模型导入、切片参数基础设置	软件操作实操
	第 26 天下午	西安工程大学服装与艺术设计学院指定地点	全体参训人员	16 人	4 小时	示范操作+分组实训	各设备基础开机、自检、耗材安装、简单模型打印实操训练	独立上机实操
	第 27-28 天	西安工程大学服装与艺术设计学院指定地点	分层分组实训	分组开展	每日 6 小时	一对一指导+分组强化	分设备专项实操、多色打印、光固化成型、大尺寸成型、电路打印实操训练	分设备实操考核
第三阶段验收前强化闭环培训	第 29 天	西安工程大学服装与艺术设计学院指定地点	运维、教师、管理人员	8 人	6 小时	深度授课+故障模拟	设备原理性能、安装调试复盘、精度校准、日常维保、故障排查、应急处置	理论+故障实操考核
	第 30 天	西安工程大学服装与艺术设计学院指定地点	全体参训人员	16 人	4 小时	综合复盘+全员考核	全流程技能复盘、重难点答疑、全员综合考核、培训总结交底	综合结业考核
第四阶段质保期长效复训	交付后每半年 1 次	西安工程大学服装与艺术设计学院指定地点	在岗全体人员	按需参训	每次 4 小时	回访复训+专项答疑	使用问题专项解决、新工艺培训、设备升级适配、故障复盘教学	问题闭环核验

2.5 培训师资配置保障

为保障本次优化型培训高质量落地，乙方组建专属金牌师资团队，全程驻场授课、实操指导、答疑考核，师资资质过硬、项目经验丰富、授课能力专业，具体师资配置如下：

1. 首席技术讲师 1 名：5 年以上 3D 打印全系列设备研发调试经验，精通全彩色多材料打印、光固化打印、电路打印全套工艺，负责整体课程设计、原理授课、重难点讲解、故障模拟教学、考核验收；

2. 实操实训讲师 2 名：持证设备调试工程师，长期负责高校 3D 打印项目实操培训，熟悉高校教学使用场景，擅长手把手实操教学、问题纠错、案例指导，分组带队开展实训；

3. 售后运维讲师 1 名：专职售后运维工程师，精通设备维保、故障排查、应急处置，负责运维保养、故障处理、安全规范专项培训；

4. 课程助教 1 名：负责课件整理、资料发放、学员考勤、台账记录、考核归档、全程服务保障。

2.6 培训物料与场地保障

1. 场地保障：全程使用项目交付实验室现场实景培训，依托全新设备、真实工况开展教学，场地通风、照明、供电、安全条件达标，满足分组实训、集中授课、故障模拟、样品试打需求；

2. 物料保障：乙方免费提供培训专用耗材、实训模型文件、测试图纸、清洁工具、检测工具、防护用品，保障全员实操实训；

3. 资料保障：免费提供全套培训课件、设备原理手册、操作流程图、维保手册、故障代码手册、安全手册、实训案例手册，纸质+电子双版本交付，方便学员课后复习、长期查阅。

第三章 全套设备专项培训内容

本章为本次优化型培训核心内容，严格按照招标文件要求，全覆盖产品原理、技术性能、操作维护方法、安装调试流程、故障排查处置五大核心模块，针对本项目五套差异化设备逐一细化培训内容，做到设备全覆盖、技术全讲解、技能全落地、无知识盲区。

3.1 通用基础培训内容（全设备通用）

通用基础内容为所有参训人员必修内容，适配全部岗位，搭建完整设备使用认知体系。

3.1.1 项目设备整体认知培训

详细讲解本项目两大设备单元的架构体系、功能定位、协同逻辑：一是核心主体全彩色多材料 3D 打印系统，承担项目核心多材料、全色彩一体化成型功能；二是柔性成型配套支撑体系，由 DLP 光固化打印机、大尺寸模型成型机、高速多色成型打印机、电路线路打印机及全套后处理系统组成。深度讲解两套设备单元的互补优势、场景分工、流程衔接，让学员掌握整套平台从设计打样、模型验证、多色快速成型、电路一体化制作到后处理完成的全流程作业逻辑，理解整套设备平台的教学科研应用价值。

3.1.2 实验室安全规范培训

重点讲解 3D 打印实验室通用安全准则、用电安全、耗材使用安全、设备操作安全、消防安全、人身防护规范；明确设备禁忌操作、违规操作危害、风险规避方法；讲解紧急断电、紧急停机、耗材泄漏处置、火情预防、设备异常避险等安全常识，从源头杜绝安全事故，培养学员标准化、规范化、安全化操作习惯。

3.1.3 配套软件通用操作培训

全覆盖本项目全套原厂配套软件，包含设备控制系统、模型切片软件、色彩校准软件、电路成型设计软件、运维监控软件；讲解软件安装、激活、授权、登录、界面认知、基础设置、账号管理、权限设置；教学模型导入、格式转换、模型修复、位置摆放、尺寸缩放、支撑添加、切片参数通用设置、任务预览、任务下发、进程监控、数据导出等通用操作。

3.1.4 耗材通用管理培训

讲解本项目各类专用耗材的材质特性、适配设备、储存条件、保质期管理、取用规范、配比要求、废弃处理规范；区分彩色打印耗材、光固化树脂耗材、大尺寸成型耗材、电路专用耗材的差异化使用要求，教学耗材日常管控、库存管理、损耗控制方法，避免耗材浪费、变质、错用。

3.1.5 后处理系统通用操作培训

统一讲解全套后处理设备的工作原理、操作流程、适用场景、安全规范；教学打印成品的清洗、固化、打磨、修整、检测、抛光全流程后处理工艺，掌握不同工艺成

品的差异化后处理方法，保障成品质量达标。

3.2 全彩色多材料 3D 打印系统专项培训（项目核心设备）

本设备为项目核心主体设备，承担全彩色、多材料复合打印成型核心功能，是本次培训的重中之重，深度讲解原理、性能、操作、调试、维保、排障全维度内容。

3.2.1 设备工作原理培训

系统讲解全彩色多材料 3D 打印系统的核心成型原理、多材料复合堆叠原理、全色彩分层配比显色原理、智能精准进料原理、闭环精准定位原理。拆解设备六大核心系统：智能控制系统、多材料进料切换系统、全色彩精准配比系统、精密打印成型系统、高精度传动定位系统、数据处理校准系统。逐系统讲解结构组成、运行逻辑、协同机制、工作流程，让学员从底层理解设备如何实现多材料兼容、全色彩渐变、高精度一体化成型，摆脱单纯机械式操作，做到知其然、知其所以然。

3.2.2 核心技术性能参数培训

详细讲解设备核心技术指标与性能优势，包含成型精度、层厚范围、色彩色域范围、多材料兼容种类、打印速度、成型尺寸、重复定位精度、色彩还原精度、连续运行稳定性、多材料切换响应速度、系统响应速度、误差补偿能力。对比常规单色、单材料打印设备的差异化优势，讲解设备在教学科研中的核心应用亮点，让学员熟练掌握设备性能边界、优势场景、极限参数，能够根据模型需求合理匹配设备参数，最大化发挥设备性能。

3.2.3 设备安装调试复盘培训

复盘本设备完整安装调试流程，讲解设备进场定位、水平校准、机架固定、线路布设、接地处理、硬件装配、软件部署、系统激活、模块对接、联机调试、参数初始化、色彩基线校准、多材料适配调试、试打校准全流程。教学运维人员掌握设备安装标准、调试逻辑、精度校准方法，后期可自主完成设备移位复装、精度复位、系统重调工作。重点讲解安装调试过程中的关键控制点、常见偏差问题、整改优化方法，让学员具备基础安装调试与二次校准能力。

3.2.4 标准化操作流程培训

手把手教学设备全流程标准化实操，完整覆盖：设备开机自检→系统登录→耗材检查安装→多材料配比预设→色彩参数校准→模型导入切片→参数精细化设置→打印任务下发→运行过程监控→中途暂停/续打/终止操作→任务完成收尾

→设备清洁复位→关机断电流程。重点实训多材料切换打印、彩色渐变模型打印、复杂结构彩色模型打印、多材质一体化成型实操，针对教学常用模型、科研试样开展专项实操训练，让学员熟练掌握各类场景的标准化操作技巧。

3.2.5 日常维护与定期保养培训

细化设备日常保养、周保养、月保养、年度深度保养全体系内容：日常清洁打印喷头、进料通道、成型平台、机身粉尘残留；定期检查传动轨道、润滑养护、紧固结构配件；定期校准色彩配比基线、定位精度、进料速度；定期检测传感器灵敏度、系统运行状态、线路连接稳定性；定期清理耗材沉淀、更换过滤组件；定期软件备份、参数保存、系统体检。讲解保养台账记录方法、保养周期管控、耗材寿命预判、易损件损耗预判，通过常态化保养降低设备故障率、延长设备使用寿命、长期保障打印精度与色彩效果。

3.2.6 常见故障识别与排查处置培训

针对本设备高频故障、常规报错、异常现象开展专项教学，结合故障模拟实训，让学员熟练自主排查修复：色彩偏色、混色不均、断色花色、多材料切换卡顿、进料不畅、喷头堵塞、打印层纹、尺寸偏差、模型翘曲、系统报错、联机失败、开机自检异常、打印中途停机、色彩校准失效、材料适配异常等常见故障。逐一讲解故障成因、识别方法、排查步骤、修复方案、预防措施，同时讲解设备紧急故障应急处置预案，遇到重大故障如何紧急停机、止损、上报、报修，最大限度降低故障影响。

3.3 DLP光固化打印机专项培训（含耗材、后处理设备）

3.3.1 设备工作原理与技术性能

详细讲解 DLP 数字光固化成型核心原理，通过数字光影投影、分层曝光、树脂固化堆叠实现高精度微结构模型成型；拆解投影光学系统、精密成型平台、树脂盛放系统、智能控制系统、后处理固化清洗系统结构组成。讲解设备高精度成型优势、微细节还原能力、表面光洁度性能、成型精度参数、曝光参数、固化深度参数、适配耗材特性，明确设备适用精密模型、微型结构、文创细节模型、科研精密试样的应用场景。

3.3.2 安装调试复盘培训

讲解光固化设备专属安装要求、水平校准标准、投影对焦调试、曝光均匀性

校准、平台平行度调试、树脂液面校准、后处理设备对接调试流程。重点讲解光固化设备安装调试过程中的精度控制点、投影偏差整改、固化不均优化、平台误差补偿方法，让运维人员掌握设备二次调试、精度复位技能。

3.3.3 全流程实操操作培训

实训光固化设备专属操作：树脂耗材加注、液面检测、模型切片参数设置（层厚、曝光时间、支撑密度）投影对焦检查、打印启动、过程监控、成品取出、残余树脂回收、模型清洗、紫外固化、表面修整全流程操作。重点实训精密微结构模型、薄壁模型、复杂镂空模型的打印技巧与参数优化方法，解决光固化打印常见细节缺失、层间脱落、固化不完全、模型变形问题。

3.3.4 日常维护保养培训

讲解光固化设备专属保养规范：投影镜头清洁养护、光源模块寿命管控、成型平台清洁防刮、树脂耗材密封保存、过滤系统定期更换、清洗设备废液处理、固化设备灯管养护、机身防潮防尘保养。明确光固化设备保养禁忌，避免镜头磨损、光源老化、树脂变质、设备受潮损坏，保障设备长期高精度运行。

3.3.5 常见故障排查培训

专项讲解光固化设备高频故障：投影模糊、曝光不均、模型固化不全、层间剥离、模型翘曲、树脂沉淀、喷头堵塞、光源报错、系统无法启动、打印错位、清洗设备失效、固化效果差等故障；逐一教学排查步骤、修复方法、参数优化方案，通过现场故障模拟，让学员熟练掌握自主排障技能。

3.4 大尺寸模型成型机专项培训（含配套耗材）

3.4.1 工作原理与技术性能

讲解大尺寸模型快速热熔堆叠成型原理、大跨度机架稳定运行原理、恒温防变形成型原理；讲解设备超大成型尺寸、高速成型效率、机架高强度稳定性、恒温控温系统、高精度传动系统核心性能参数。对比常规小型打印机的差异化优势，重点讲解设备大尺寸整体模型、大型构件、实训教具、展示模型的成型优势与性能特点。

3.4.2 安装调试复盘培训

讲解大尺寸设备专属安装要点：机架水平校正、大型轨道平行度校准、传动系统张力调节、热床温度均匀性调试、整机稳定性加固、大尺寸参数初始化调试。重点讲解大尺寸设备易出现的轨道偏移、机架微变形、成型翘曲的调整改方法，掌握设备精度复位与

稳定性优化技能。

3.4.3 实操操作专项培训

实训大尺寸模型专属操作：大型模型切片排版、填充参数优化、壁厚参数设置、散热与保温参数匹配、防翘曲参数调试、大尺寸耗材连续供给、长时间打印过程监控、大型模型收尾处理。重点训练大型整体模型、拼接模型、实训教具模型的打印工艺，掌握长时间连续打印的设备管控技巧。

3.4.4 维护保养与故障排查

讲解大尺寸设备机架、轨道、传动结构、热床系统、供料系统的定期保养方法；重点排查轨道卡顿、传动异响、热床温度不均、模型翘曲变形、长时间打印停机、耗材断料等高频故障；教学大尺寸设备长期连续使用的保养要点与故障预防措施，保障设备稳定运行。

3.5 高速多色成型打印机（2台）专项培训

3.5.1 原理与技术性能

讲解高速多色分层成型、多色快速切换、批量高效打印核心原理；讲解设备高速打印速度、多色同步配比、批量成型一致性、高精度重复定位性能。重点说明设备适配学生科创批量样品、多款式小批量模型、彩色教学模型的快速成型应用场景，掌握设备高效生产、快速迭代的性能优势。

3.5.2 安装调试与参数校准

讲解两台高速多色打印机同步安装、参数统一校准、多色出料精度调试、高速运动平稳性调试、批量成型一致性调试流程，保证两台设备性能一致、成型效果统一，可同步开展批量打印作业。

3.5.3 实操与工艺优化培训

实训多色快速切换、高速打印参数匹配、批量模型排版、高效成型工艺优化；教学如何在保障色彩精度与成型质量的前提下，最大化提升打印效率，适配高频次、大批量教学科创打印需求。

3.5.4 维保与故障处置

针对高速运行特性，重点讲解传动系统高频损耗保养、高速出料组件清洁养护、多色通道防堵塞保养；排查高速卡顿、色彩切换延迟、批量成型色差、打印速度异常、出料不均等专属故障，保障设备高速稳定运行。

3.6 电路线路打印机专项培训（含全套后处理系统）

3.6.1 设备原理与技术性能

重点讲解电路线路精密涂布成型原理、导电材料精准出料、线路路径精准复刻、薄层电路堆叠成型原理；讲解设备线路宽度精度、涂布均匀度、电路成型连续性、材料适配性核心技术性能。明确设备在电子创新、电路试样研发、柔性电路模型、教学电路教具制作中的专属应用价值。

3.6.2 安装调试专项培训

讲解电路打印设备精密对位调试、出料精度校准、路径精度校正、后处理固化系统对接调试方法；重点讲解电路成型断线、偏移、厚薄不均的调试整改技巧，保障线路成型精度与电气性能达标。

3.6.3 实操工艺专项培训

实训电路图纸导入、路径优化、导电耗材适配、涂布参数设置、薄层打印、多层电路堆叠、电路试样后处理固化、线路检测全流程实操。教学常见简易电路、传感电路、柔性电路模型的制作工艺，适配电子创新教学与科研试样开发。

3.6.4 维保与故障排查培训

讲解电路打印喷头精密养护、耗材通道防堵塞保养、精密传感组件定期校准；排查线路断线、涂布不均、路径偏移、出料断断续续、固化不良等专属故障，掌握电路打印设备精细化运维与故障修复技能。

3.7 整体设备安装调试复盘专项培训

针对运维人员重点开展全套设备整体安装调试复盘培训，完整复刻项目到货、定位、装配、接线、系统部署、单机调试、联机调试、试运行优化全流程。讲解整套设备布局逻辑、线路规整标准、用电适配要求、设备间距规范、通风防尘防潮布置标准、系统联机协同逻辑。教学整套设备的二次调试、整体精度复位、系统联动优化方法，确保后期设备移位、检修后可自主完成重新安装调试，无需依赖厂家到场，大幅提升设备自主运维能力。

3.8 全设备故障排查与应急处置专项强化培训

整合全套设备高频故障、紧急故障、隐蔽故障，开展集中强化实训，通过现场模拟故障、人为复现异常、分组排查竞赛的方式，强化学员故障识别、分析、排查、修复能力。重点培训设备突发停机、色彩失效、成型失败、电路异常、耗材泄漏、

设备发热、系统崩溃等紧急故障的应急处置流程，做到快速止损、快速修复、快速恢复使用，最大限度降低设备停机对教学科研的影响。

第四章 培训考核与效果保障体系

4.1 分层考核机制

为保障培训落地见效，杜绝形式化培训，乙方建立理论考核+实操考核+故障考核+岗位专项考核的四维考核体系，按岗位分层考核、定岗定标、人人过关。考核不合格人员免费开展二次补训、再次考核，直至完全达标。

4.2 考核内容与标准

1. 理论考核：设备原理、技术性能、安全规范、维保常识、故障基础理论、操作规范；
2. 实操考核：独立开机、软件操作、模型打印、耗材更换、后处理操作、参数设置；
3. 故障考核：识别模拟故障、排查故障原因、完成简易故障修复；
4. 岗位专项考核：管理人员考核管理流程，教师考核工艺应用，运维人员考核深度维保与调试能力。

4.3 培训效果闭环保障

培训完成后出具《全员培训考核报告》《培训结业证明》，归档留存；建立学员专属答疑群，7×24 小时实时答疑；质保期内常态化回访复训、问题复盘、技能强化，持续巩固培训效果，保障甲方团队长期具备独立使用、独立运维、独立排障能力。

第五章 培训长效服务与增值保障

1. 终身技术答疑：培训结束后终身提供线上技术答疑、工艺指导、参数优化、问题解答；
2. 5 年质保期免费复训：质保期内每半年上门巡检同步免费复训，针对使用难点专项教学；
3. 新工艺免费培训：设备新增工艺、软件版本升级、新功能迭代，免费提供专项升级培训；
4. 新人免费培训：甲方后期人员岗位变动、新人入职，可随时申请免费专项培

训；

5. 教学案例持续更新：持续为甲方提供适配教学、科创、科研的打印案例、工艺方案、参数模板，助力教学科研工作开展。