

附件：

陕西高等学校科学技术研究优秀成果推荐项目公示材料

成果名称：FDM 型 3D 打印技术的系统性创新：环保、精准与高效的集成解决方案

成果简介：FDM（**Fused Deposition Modeling**）型 3D 打印技术是一种利用熔融沉积成型原理，通过逐层堆积材料来构建三维对象的快速成型技术。这种技术因其操作简便、成本较低、材料种类丰富等优点，在快速成型制造技术中占据了重要的发展地位，特别适合于原型设计、小批量生产和复杂结构制造。目前，FDM 型 3D 打印机已经广泛应用于工业设计、教育、医疗、建筑等多个领域。随着技术的不断进步，FDM 型 3D 打印机在打印速度、打印精度和自动化程度等方面已经取得了显著的发展。尽管如此，FDM 型 3D 打印技术和设备仍然面临着一些挑战和问题，主要集中在提高打印质量、增强打印模型的结构稳定性、优化打印过程的连续性与稳定性、以及扩展打印材料的应用范围等方面。这些挑战限制了 FDM 技术的进一步普及和应用。为了解决这些问题，需要进一步的技术创新和优化。

本研究成果围绕 FDM 型 3D 打印技术，通过研发团队近 9 年来的持续不断努力，立足于 10 项发明专利的创新，较为系统性地解决了这些问题，推动了 FDM 型 3D 打印技术的发展。主要创新点在于：（1）应用激光熔接技术，通过高精度的热控制，实现了线材的快速且牢固接合，这不仅提升了打印过程的效率，也极大增强了模型的结构强度和耐用性。这一技术的成功应用，在提高打印质量的同时，还扩展了 FDM 技术在工业制造中的应用潜力。（2）喷头冷却装置和智能清理系统的创新，有效解决了 FDM 打印中长期存在的喷头过热和堵塞问题。通过精确控制喷头温度和自动清理喷嘴，这些技术保证了打印过程的高效连续性，显著提升了设备的可靠性和维护便利性，为 FDM 打印技术的商业化和工业化应用打下了坚实基础。（3）表面处理技术和层纹消除系统的引入，通过软件算法优化和后处理技术，有效改善了打印模型的表面质量，使得 FDM 技术打印出的成品可以直接应用于最终产品，这在提升打印模型的美观度和实用性方面具有重要意义。（4）为解决传统 FDM 打印机在 Z 轴方向打印高度限制的问题，通过引入 Z 向模块化延展结构，大幅度提升了

打印机的 Z 轴打印范围，使得更大型或更高的模型打印成为可能。这一进步不仅扩展了 FDM 打印机的应用范围，还为大型零件和复杂结构的快速制造提供了强大的技术支持。（5）双喷头设计和协同打印技术的开发，通过技术创新显著提高了打印速度和生产效率，为满足大规模生产的需求提供了解决方案。这些技术的成功实践，不仅优化了 FDM 打印的生产力，也推动了其在制造业中的广泛应用。

（6）面对 FDM 型 3D 打印技术常见的模型表面粗糙问题，通过引入激光抛光技术，有效地改善了打印模型的表面质量。激光抛光不仅提高了模型的美观度，也优化了其力学性能，为高质量打印需求提供了解决方案，增强了 FDM 技术在精密制造领域的竞争力。（7）针对 FDM 打印过程中由于机械运动产生的振动问题，通过设计一种主动式三维减震装置，显著降低了工作时产生的振动和噪音，提升了打印精度。该系统通过电磁悬浮技术实现打印机本体的三维空间减震，保证了高质量打印输出，对于提升 FDM 打印技术在高精度应用场景中的适用性具有重要价值。（8）低熔点合金 3D 打印机喷头系统的研发，拓宽了 FDM 技术的材料应用范围，使得更多种类的材料可以通过 FDM 技术进行打印。这一进步不仅为新材料的探索提供了可能，也为特殊领域的应用需求提供了技术支持。

在 2022 年 11 月，一种 FDM 型低熔点合金 3D 打印机喷头系统专利被成功转让至西安天星影视传媒有限公司，显著扩展了科研成果的应用范围。2023 年 8 月，包含 3D 打印模型激光抛光系统、模型表面质量提升系统及具有 Z 向模块化延展结构的 FDM 型 3D 打印系统等三项发明专利，被转让至合肥九州龙腾科技成果转化有限公司，标志着科研成果向市场化迈出重要一步。与陕西双玉科技有限公司的深度合作，推动了 Z 向模块化延展结构的 FDM 型 3D 打印系统技术的共同开发，签署了 48 万元的开发合同。

在学术领域，研究团队在《塑性工程学报》、《工程塑料应用》和《塑料工业》等期刊上发表了相关论文，获得学术界广泛认可。其中，学术论文“基于磁制冷的 FDM 型 3D 打印机喷头的研究与设计”在西安市第十七届自然科学优秀学术论文评选中被评为三等优秀学术论文。此外，基于这些专利的 FDM 型 3D 打印原理样机，在第十四届中国研究生电子设计竞赛西北赛区、第十六届中国研究生电子设计竞赛和第九届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛中获得佳绩，不仅展示了技术实力和创新精神，也凸显了在科技成果转化、学术进步及创新型人才培养方面的贡献，为机械类硕士研究生和科研工作者提供了宝贵的实践和学习机会。

综上所述，这些创新成果显著提高了 FDM 型 3D 打印技术的应用性能和范围，解决了其在实际应用中遇到的一系列关键技术问题。这不仅对 FDM 技术本身的发展具有深远影响，也对推动相关领域的科技进步和产业升级具有重要意义。这些成果的科研价值和应用价值在于它们为 FDM 型 3D 打印技术的创新发展提供了实践基础，推动了高效、环保、多样化的 3D 打印技术向前发展，展现了 FDM 技术在现代制造业中的广泛应用前景。

完成单位：西京学院

完成人：张毅；王小博；豆素勤；李勇兴；周亚男；梁庆军；蔺国旗；郑泽华；王莎；毋源；陈婉璐

完成人合作关系情况：

序号	合作方式	合作关系人及排名	合作时间	合作成果	证明材料
1	共同立项	张毅（1）；李勇兴（4）； 蔺国旗（7）；王莎（9）	2017-至今	一种 FDM 快速成型机线材激光熔接方法	（1）发明专利授权证书
2	共同立项	张毅（1）；李勇兴（4）； 蔺国旗（7）；王莎（9）	2017-至今	一种熔融沉积型 3D 打印机喷头冷却装置	（1）发明专利授权证书 （2）学术论文 （3）学术论文获奖
3	共同立项	张毅（1）；豆素勤（3）； 周亚男（5）；郑泽华（8）； 毋源（10）	2020-至今	一种环保型 3D 打印机喷嘴智能清理系统	（1）发明专利授权证书 （2）学科竞赛获奖 （3）研究生创新成果奖
4	共同立项	张毅（1）；王小博（2）； 周亚男（5）；郑泽华（8）；	2021-至今	一种提高模型表面质量的 3D 打印系统及方法	（1）发明专利授权证书 （2）科技成果转化

		毋源 (10)			
5	共同立项	张毅 (1) ; 王小博 (2) ; 梁庆军 (6) ; 郑泽华 (8) ; 毋源 (10)	2020-至今	一种具有 Z 向模块化延展结构的 FDM 型 3D 打印系统	(1) 发明专利授权证书 (2) 横向课题 (3) 科技成果转化 (4) 学科竞赛获奖 (5) 研究生创新成果奖
6	共同立项	张毅 (1) ; 王小博 (2) ; 陈婉璐 (11)	2020-至今	一种 3D 打印模型层纹消除系统及其使 用方法	(1) 发明专利授权证书
7	共同立项	张毅 (1) ; 王小博 (2) ; 陈婉璐 (11)	2020-至今	一种 3D 打印模型激光抛光系统及其使 用方法	(1) 发明专利授权证书 (2) 科技成果转化
8	共同立项	张毅 (1) ; 李勇兴 (4) ; 蔺国旗 (7)	2018-至今	一种协同打印切片的大型双喷头 FDM 3D 打印机及其使用方法	(1) 发明专利授权证书 (2) 学科竞赛获奖
9	共同立项	张毅 (1) ; 李勇兴 (4) ; 蔺国旗 (7)	2018-至今	一种 3D 打印机主动式三维减震装置及 其使用方法	(1) 发明专利授权证书 (2) 学术论文 (3) 学科竞赛获奖
10	共同立项	张毅 (1) ; 李勇兴 (4) ; 蔺国旗 (7) ; 王莎 (9)	2017-至今	一种 FDM 型低熔点合金 3D 打印机喷头系 统及其应用	(1) 发明专利授权证书 (2) 科技成果转化 (3) 学术论文

主要知识产权证明目录：

知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
发明专利	一种 FDM 快速成型机线材激光熔接方法	中国	CN106863818B	2023-08-15	第 6237331 号	西京学院	张毅；王兴迪；王莎；李盼盼；李勇兴；蔺国旗	专利权维持
发明专利	一种熔融沉积型 3D 打印机喷头冷却装置	中国	CN106915075B	2023-08-04	第 6209360 号	西京学院	张毅；王兴迪；王莎；李盼盼；蔺国旗；李勇兴	专利权维持
发明专利	一种环保型 3D 打印机喷嘴智能清理系统	中国	CN112848276B	2023-05-02	第 5931212 号	西京学院	张毅；郑泽华；豆素勤；毋源；周亚男	专利权维持
发明专利	一种提高模型表面质量的 3D 打印系统及其方法	中国	CN112776321B	2023-04-18	第 5893595 号	西京学院	张毅；毋源；王小博；郑泽华；周亚男；吴聪	专利权维持
发明专利	一种具有 Z 向模块化延展结构的 FDM 型 3D 打印系统	中国	CN112428577B	2023-01-24	第 5708569 号	西京学院	张毅；王永杰；王小博；吴聪；毋源；郑泽华	专利权维持
发明专利	一种 3D 打印模型层纹消除系统及其使用方法	中国	CN111230753B	2022-06-03	第 5201436 号	西京学院	张毅；吴聪；王小博；王永杰；姜广兴；陈婉璐	专利权维持
发明专利	一种 3D 打印模型激光抛光系统及其使用方法	中国	CN111230308B	2021-07-13	第 4545901 号	西京学院	张毅；王永杰；王小博；吴聪；陈婉璐；姜广兴	专利权维持
发明专利	一种协同打印切片的大型双喷头 FDM 3D 打印机及其使用方法	中国	CN108544751B	2020-07-28	第 3910849 号	西京学院	张毅；苏鹏升；李沪；蔺国旗；李勇兴	专利权维持
发明专利	一种 3D 打印机主动式三维减震装置及其使用方法	中国	CN108501368B	2020-04-07	第 3743207 号	西京学院	张毅；李沪；苏鹏升；李勇兴；蔺国旗	专利权维持
发明专利	一种 FDM 型低熔点合金 3D 打印机喷头系统及其应用	中国	CN106956001B	2019-05-03	第 3361251 号	西京学院	张毅；王兴迪；王莎；李盼盼；李勇兴；蔺国旗	专利权维持

主要完成人情况表：

姓名	排名	技术职称	工作单位	完成单位
张 毅	1	教 授	西京学院	西京学院
王小博	2	副教授	西京学院	西京学院
豆素勤	3	副教授	西京学院	西京学院
李勇兴	4	工程师	西京学院	西京学院
周亚男	5	讲 师	西京学院	西京学院
梁庆军	6	讲 师	西京学院	西京学院
蔺国旗	7	硕士研究生（已毕业）	西京学院	西京学院
郑泽华	8	硕士研究生（已毕业）	西京学院	西京学院
王 莎	9	硕士研究生（已毕业）	西京学院	西京学院
毋 源	10	硕士研究生（已毕业）	西京学院	西京学院
陈婉璐	11	硕士研究生（已毕业）	西京学院	西京学院