



附表 1

完成人合作关系说明

本成果主要完成人为曹旭妍、李林、徐家忠、郭宗祥、修学强、吴玲、李斌。团队成员长期深耕五轴精密加工、增减材复合制造领域，通过联合立项、共研知识产权、合著学术论文等方式长期深度协作，研究方向高度互补，形成了稳定高效的科研协作体系，为本项目顺利攻关提供了坚实支撑。

本人作为第一完成人曹旭妍，与李林、修学强、徐家忠于 2023 年联合研发“一种带刀头快换设备的增减材复合机床”核心知识产权，聚焦复合机床结构与核心部件优化开展协同攻关。2022—2023 年，我与修学强、徐家忠联合承担陕西省教育厅科研项目，深耕五轴增减材加工工艺规划与仿真技术；2020 年，三方共同立项校级科研项目，积累了复杂零件复合加工的工艺基础。我与郭宗祥长期合作开展数控装备研发，2020 年共同完成微型五轴数控机床技术攻关，2023 年联合李林立项校级重点项目，专攻五轴增减材机床集成开发技术。此外，2022—2023 年我与李斌合作发表外文论文，围绕数控装备虚拟仿真技术开展研究，为本项目仿真验证模块提供理论支撑。

团队其他成员协作紧密、互补性强。李林与吴玲早年合作研究复杂叶片加工误差补偿技术，为本项目曲面零件高精度加工奠定技术基础；2023 年李林联合修学强、郭宗祥开展五轴机床刀具补偿技术研究，完善了项目机床高精度运动控制核心技术。

整体而言，团队成员各有所长、分工明确，分别深耕装备结构设计、工艺算法、误差控制、仿真验证等核心领域。依托长期积累的科研协作经验，全体成员高效完成本项目工艺规划、精度控制、可靠性保障等全部技术攻关工作，助力项目形成自主核心技术体系并实现产业化应用。

第一完成人签名：曹旭妍



完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	共同知识产权	曹旭妍(1)、修学强(2)、徐家忠(3)、李林(4)	2023.03	2023.08	一种带刀头快换设备的增减材复合机床	附件 1-2
2	共同知识产权	曹旭妍(1)、郭宗祥(3)	2020.04	2020.12	一种微型五轴数控机床	附件 1-3
3	论文合著	曹旭妍(1)、李斌(2)	2022.11	2023.01	Design of Micro Five-axis CNC Machine Tool and Research on Virtual Simulation Machining	附件 6-4
4	论文合著	李林(1)、吴玲(2)	2017.11	2018.02	非可展直纹面叶片侧铣加工变形误差补偿	附件 6-7
5	共同立项	曹旭妍(1)、修学强(2)、徐家忠(3)	2022.01	2023.10	陕西省教育厅科研项目：五轴增减材混合加工工艺轨迹规划及仿真研究	附件 6-8
6	共同立项	曹旭妍(1)、李林(2)、郭宗祥(4)	2021.06	2023.11	校级重点项目：五轴增减材混合加工机床集成开发技术研究	附件 6-9
7	共同立项	曹旭妍(1)、修学强(2)、徐家忠(4)	2018.05	2020.06	校级科研项目：车铣复合加工技术应用与研究	附件 6-10
8	共同立项	李林(1)、修学强(2)、郭宗祥(3)	2023.04	2023.11	校级重点项目：五轴机床三维空间刀具半径补偿技术研究	附件 6-11

承诺：本人作为项目第一完成人，对本项目完成人合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

第一完成人签名：曹旭妍