



完成人合作关系说明

本项目针对碳纤维复合材料雷击损伤与防护关键技术及装备项目，开展了产学研联合攻关，西安交通大学、西安爱邦电磁技术有限公司以及西安海沃高压电气设备研究所有限公司紧密合作，协同攻克“雷击损伤机理不明、试验装备缺失、防护设计盲目”等三大国际难题，完成人之间的相互关系如下：

项目完成人姚学玲（第一完成人）、孙晋茹（第二完成人）、王奔（第三完成人）、陈景亮（第五完成人）、李树（第六完成人）均在西安交通大学工作，组成了碳纤维复合材料雷电直接效应与防护研究团队，共同承担国家自然科学基金项目，共同发表 SCI 论文多篇、授权国家专利多项。项目完成人姚学玲作为项目总负责人，负责项目总体技术方案的制定、核心理论的突破、关键技术的发明与工作协调实施；孙晋茹负责电-热-力多物理场耦合机理与损伤评估方法研究；陈景亮负责测试装备关键技术攻关与工程化开发；王奔负责防护机理、防护结构与制备工艺研究。

姚学玲（第一完成人）与孙晋茹（第二完成人）的合作关系始于 2014 年。孙晋茹自 2014 年 9 月攻读西安交通大学的硕博连读研究生，2019 年博士毕业后留校工作，一直从事碳纤维复合材料雷电直接效应和防护技术的机理和试验研究。合作时间十余年，共同出版英文专著《Lightning Effects on Carbon Fiber-Reinforced Polymer Composites》（springer Nature Ltd）1 部，发表论文 52 篇，获得相关国家发明专利 35 项。

姚学玲（第一完成人）与王奔（第三完成人）的合作关系始于 2016 年，至今 10 年有余，共同承担了“一种轻质飞机雷电防护表面膜特性的研究（项目编号 2023Z062070001）”、以及中央高校基本科研项目“连续碳纤维互连低电阻界面电热焊接机制及其航空防雷击结构增材制造研究”的课题研究，共同合作完成 SCI 期刊论文 9 篇。

姚学玲（第一完成人）与姚永杰（第四完成人）自 2019 年开始。为满足 C919 大型客机等国产大飞机复合材料结构雷电直接效应适航验证的战略需求，西安交通大学与西安爱邦电磁技术有限公司组成了紧密稳定的产学研联合体。姚永杰作为爱邦公司的技术负责人，联合开展了典型复合材料结构件雷电损伤、点火源的验证试验，雷电损伤电弧-电-热-力耦合计算及防护结构优化设计研究，研发了系列“金属+绝缘”防护产品，完成了 10 余重点型号的国产大飞机、军用飞机的雷电损伤试验、防护产品开发和适航验证服务，荣获“大飞机奋斗者”称号。合作时间 6 年期间，合作在 Composites Part B 等期刊上发表 SCI 论文 2 篇。

姚学玲（第一完成人）与陈景亮（第五完成人）自 2003 年以来有着紧密的科研合作关系，合作完成了 2009 年国家科技进步二等奖。自 2010 年以来，在碳纤维复合材料直接效应测量技术方面开展了紧密合作，合作参与完成《航空航天用碳纤维复合材料雷电直接效应的机理研究》等两项国家自然科学基金，西安交通大学与西安交通大学电力电子专用设备研究所（现更名为：西安海沃高压电气设备研究所有限公司）合作完成了“大飞机雷电直接效应的测试理论、关键技术



陕西省科学技术奖励工作办公室

及专用装备开发”成果鉴定，合作完成《High-Voltage Test and Measuring Techniques (2nd ed.)》译著 1 部，共同授权国家发明专利 40 项、美国专利 1 项。

陈景亮（第五完成人）具有双重身份，既是西安交通大学电气工程学院教授，同时兼任西安海沃高压电气设备研究所有限公司（原西安交通大学电力电子专用设备研究所）负责人。这一双重身份正是本项目实现从“理论原创”到“工程装备”转化的关键逻辑衔接点：陈景亮（第五完成人）以西安交通大学教师的身份深度参与基础研究与核心技术攻关（测试装备关键技术与工程化开发）；同时以海沃负责人的身份，直接推动项目核心测试装备从实验室原理样机向工程化产品的系统集成与产业化转化。这一独特的产学研贯通机制，使本项目装备技术成果的转化具备了天然、顺畅的承接通道，无需依赖外部产业方即可实现全链条贯通。

姚学玲（第一完成人）与李树（第六完成人）的合作关系自 2020 年 9 月开始，李树是 2020 年 9 月在西安交通大学电气工程学院攻读硕博研究生，研究课题是《碳纤维复合材料雷电冲击载荷动态特性及电-热-冲击损伤机制研究》。在研究期间，合作出版英文专著《Lightning Effects on Carbon Fiber-Reinforced Polymer Composites》（springer Nature Ltd）1 部，共同发表 SCI 论文 15 篇、国家发明专利 3 项。

孙晋茹（第二完成人）与王奔（第三完成人）自 2016 年开始合作，共同承担装备预先研究项目“碳纤维复合材料结构雷电高压边缘起晕特性研究”1 项，合作发表 SCI 论文 8 篇。

孙晋茹（第二完成人）与姚永杰（第四完成人）自 2019 年开始合作，共同发表 SCI 论文 2 篇。

孙晋茹（第二完成人）与陈景亮（第五完成人）自 2014 年开始合作，合作授权国家发明专利 35 项，发表 SCI 论文 11 篇。

孙晋茹（第二完成人）与李树（第六完成人）自 2020 年开始合作，共同出版英文专著《Lightning Effects on Carbon Fiber-Reinforced Polymer Composites》（springer Nature Ltd）1 部，合作授权国家发明专利 3 项，发表 SCI 论文 15 篇。

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：姚学玲



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	共同专利	姚学玲（第一完完成人）、孙晋茹（第二完完成人）	2018.01.01	2020.12.29	发明专利：多重连续雷电流分量作用下碳纤维复合材料损伤多影响因素的评估方法	专利证书
2	项目合作	姚学玲（第一完完成人），王奔（第三完完成人），李树（第六完完成人）	2023.01.01	2026.01.31	合作项目：一种轻质飞机雷电防护表面膜特性的研究（项目编号 2023Z062070001）	合同封面、盖章页和主要参加人员页
3	项目合作	姚学玲（第一完完成人），姚永杰（第四完完成人）	2019.06.01	2025.12.31	应用证明：航空复合材料雷击时序交叠多场耦合损伤预测与防护关键技术	应用证明
4	共同专利	姚学玲（第一完完成人），陈景亮（第五完完成人）	2015.01.01	2017.08.01	发明专利：一种可变气压和可更换电极的真空 CROWBAR 开关	专利证书
5	共同专利	姚学玲（第一完完成人），孙晋茹（第二完完成人），陈景亮（第五完完成人）	2010.09.01	2015.12.31	成果鉴定：大飞机震电直接效应的测试理论，关键技术及专用装备开发	鉴定证书
6	共同专利	姚学玲（第一完完成人），李树（第六完完成人）	2020.09.01	2025.12.12	发明专利：碳纤维复合材料层合板雷击冲击力轴向载荷全波形测量装置及方法	专利证书

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：姚学玲