



附表 1

完成人合作关系说明

刘锋、胡杨、余俨、姚尧、李长海、张瑞祥均为西安热工研究院有限公司核电技术部员工，同为核电化学专业团队，一直从事核电化学清洗技术研发及推广应用工作。王海卫、颜军明、许哲涵为中国霞浦核电有限公司技术支持处员工，负责蒸发器技术问题的处理与解决；王成龙教授为西安交通大学核科学与技术学院教授，隶属苏光辉院士团队，近年来专注于钠冷快堆蒸发器热工水力计算工作。

2023 年 10 月，中国霞浦核电有限公司钠冷快堆发生蒸发器节流阀堵塞与管内沉积问题。化学清洗是治理蒸发器结垢问题的唯一有效手段，但国内并无成熟技术，于是中国霞浦核电有限公司启动了直流蒸发器化学清洗技术研发项目的立项和招标工作。西安热工研究院有限公司核电技术部核电化学专业团队在化学清洗技术领域具有多年的积淀，技术能力也得到中国核电有限公司的认可，最终中标了《示范快堆 1 号机组蒸发器三回路侧化学清洗服务》项目。双方团队合作开展化学清洗技术的研发，具体包括化学清洗介质的选择、清洗工艺的开发、清洗系统的设计、系统临措的建立、监督体系的建立等等工作；由于蒸发器属于核级设备，不能像火电厂锅炉清洗一样对换热管进行割管，清洗效果不能实时判定，于是西安热工研究院有限公司核电化学专业团队（刘锋、胡杨、余俨、姚尧、李长海、张瑞祥）联合西安交通大学王成龙教授，开展了蒸汽发生器化学清洗状态实时监测方法的开发。

在西安热工研究院有限公司核电化学专业团队（刘锋、胡杨、余俨、姚尧、李长海、张瑞祥）、中国霞浦核电有限公司技术支持处蒸发器管理团队（王海卫、颜军明、许哲涵）、西安交通大学王成龙教授团队的三方合作下，共同完成了直流蒸发器化学清洗关键技术的研发，并于 2024 年 3 月成功在中核霞浦核电 1 号机组得到成功应用。

以上为本项目完成人合作关系的说明。

第一完成人签名：刘锋

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	刘锋/1,胡杨/2,姚尧/4,李长海/5,张瑞祥10	2024年4月17日	2025年8月12日	直流蒸汽发生器二回路侧用EDTA浸泡清洗系统及方法	1.1
2	共同知识产权	刘锋/1,胡杨/2,姚尧/4,李长海/5,张瑞祥10	2024年4月17日	2025年7月22日	适用于核电直流蒸汽发生器二回路侧局部清洗系统及方法	1.2
3	共同知识产权	刘锋/1,胡杨/2,余俨/3,姚尧/4,李长海/5,王海卫/6,许哲函/8,颜军明/9,张瑞祥	2025年4月17日	2025年12月23日	一种钠冷快堆直流式蒸发器化学清洗系统	1.3
4	产业合作	刘锋/1,胡杨/2,余俨/3,姚尧/4,张瑞祥/10,王成龙、7	2024年3月25日	2025年12月31日	核电厂快堆蒸发器管侧流场数值模拟服务项目	未列入附件

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：刘锋