

附件 3:

合肥研究院研究生因公出国（境）事后公示表

姓 名	许强林	部 门	等离子体物理研究所二室		
学 号	BA21168225	在 读 学 位	博士	出 访 国 家 (或地区)	英国
公示日期	自 2023 年 9 月 6 日 至 2023 年 9 月 12 日				
计划出访任务	参加 IEEE 核聚变工程研讨会 (30th IEEE Symposium on Fusion Engineering-SOFE 2023)				
计划日程	2023 年 7 月 8 日出境, 经伦敦中转, 抵达牛津 2023 年 7 月 9 日-13 日参加 IEEE 核聚变工程研讨会 (SOFE2023) 2023 年 7 月 14 日返程。				
计划往返路线	合肥-北京/上海-伦敦-阿宾登-伦敦-北京/上海-合肥				
邀请单位介绍	单位: 英国原子能管理局, Culham 聚变能源中心; 邀请人: Mrs Rosie Hawkes; 职务: 首席执行官人事顾问				
费用来源	须列出哪类经费 (如: 自然科学基金课题支付) 十三五管理经费: 电源系统 (CR10800A)				
预算经费支出	国际旅费	交通费	住宿费	伙食费	其他
	25000 元	300 英镑	1200 英镑	315 英镑	986 英镑
实际费用来源及支付金额	<input checked="" type="checkbox"/> 课题组十三五管理经费: 电源系统 (CR10800A) <input type="checkbox"/> 学校_____ <input type="checkbox"/> 国外资助单位_____ <input type="checkbox"/> 其他资助单位_____				
实际开始日期	2023 年 7 月 8 日		实际结束日期	2023 年 7 月 14 日	

实际往返路线	合肥-北京-伦敦-牛津-伦敦-北京-合肥				
实际经费支出	国际旅费	交通费	住宿费	伙食费	其他
	18991 元	551.44 元	5689.01 元	2850.33 元	6702 元
实际出访单位名称及主要日程安排： 2023 年 7 月 8 日出境，经伦敦中转，抵达牛津 2023 年 7 月 9 日-13 日参加 IEEE 核聚变工程研讨会（SOFE2023） 2023 年 7 月 14 日返程。					
出访总结					
<p>出访主要学习、工作、生活内容、取得成果等（体裁不限，1500 字以上，可另附页）</p> <p>IEEE 聚变工程研讨会（SOFE）两年举办一次，将全世界聚变工程领域的专家、学者、工程师以及学生等群体聚集起来，就全球聚变工程的研究进展进行交流与探讨。这次的 SOFE2023 在牛津举行，这是第二次在美国以外的地方举行，也是第一次在欧洲举行。本次活动由英国原子能管理局（UKAEA）主办。英国原子能管理局（UKAEA）是负责聚变能源开发的国家研究组织。UKAEA 的项目包括 MAST-Upgrade（Mega Amp Spherical Tokamak）聚变实验和 JET（Joint European Torus）聚变研究设施。STEP（Spherical Tokamak for Energy Production）是英国原子能机构加快聚变能源交付的项目，计划于 2040 年左右在诺丁汉郡交付一个产生净电力的发电厂。UKAEA 还与学术界、其他研究组织和工业供应链在包括机器人和材料在内的广泛领域开展前沿工作。</p> <p>通过参加会议，我了解到本次会议的主题主要有以下方面。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 加热和电流驱动（Heating and current drive）：涵盖加热和电流驱动（H&C）系统的工程开发、设计研究、建模和实验开发。如 NBI、ECRH、EBW、ICRH 等； 2) 偏滤器和面向等离子体部件（Divertors and Plasma Facing Components）：涉及偏滤器和面向等离子体部件的工程、技术开发、建模和实验开发。如第一壁、高热流部件、偏滤器等； 3) 诊断和仪器（Diagnostics and Instrumentation）：涵盖聚变试验所需或建议的所有诊断和仪器系统。如等离子体分析与控制、部件状态监测、其他领域未涉及的专业仪器等； 4) 氚增殖包层（Tritium Breeding Blankets）：主要涉及到氚增殖包层的相关研究。如测试包层模块、包层设计、氚增殖研究、托卡马克和非托卡马克装置的概念包层等； 5) 下一代装置、Demos、发电厂和社会经济研究（Next Step Devices, DEMOs, Power Plants & socio-economic studies）：专注于未来聚变装置的工程设计研究和总体路线图、社会经济研究等，包括托卡马克和非托卡马克装置。如社会经济研究。商业发电厂研究、下一代聚变系统的概述和路线图、ITER 的状态和进展等； 6) 安全、监管和中子分析（Safety, regulation and neutronics）：涵盖当前和未来聚变装置的安全和监管，以及核分析研究。如安全工程、设施安全研究、核数据研究、中子分析、核分析探测器和系统的开发和/或利用、屏蔽分析、活性腐蚀物分析等； 7) 材料（Materials）：聚变材料的开发、测试、分析、建模等。侧重于材料而不是部件。如面向等离子体材料、磁体材料、材料辐照研究、绝缘体、树脂等； 8) 托卡马克与非托卡马克聚变实验（Tokamak and Non-tokamak Fusion Experiments）：涵盖现有聚变系统的所有实验开发，包括托卡马克和非托卡马克实验。如磁体工程、等离子体控制和运行、干扰缓解和控制、惯性约束实验、磁约束实验、装置整体运行等； 					

9) 效率、电源管理和控制 (Plant efficiency, Power management and Control): 涵盖当前和未来聚变装置的能量管理和功效研究。如冷却液的选择、电网连接、电力平衡和管理、效率、电源管理、控制和效率的技术开发和选择等;

10) 运行和维护、远程操作和 RAMI (Operation and Maintenance, Remote handling and RAMI): 涵盖当前和未来聚变装置的运行维护。如远程操作技术开发、工程、实验和建模。维护和维修技术以及工程开发。RAMI 研究等;

11) 虚拟工程、系统工程和项目管理 (Virtual Engineering, Systems Engineering, and Project Management): 涵盖与当前和未来聚变装置的虚拟工程、系统工程以及项目管理相关的研究。如数字孪生、数字复制品、系统工程的实施和开发。项目管理方法或实施等;

12) 氦、燃料循环、加料、排气和真空系统 (Tritium, Fuel Cycle, Fuelling, Exhaust, and Vacuum Systems): 涵盖当前和未来聚变装置的氦燃料循环和真空系统的所有方面。如加料、氦的分析和控制、氦加工、氦的供应、真空泵的开发与利用、低温装置等。

本人研究领域是聚变装置磁体电源中的直流传输系统与开关网络。磁体电源系统是核聚变装置的重要子系统之一,其主要功能是为等离子体的产生、约束、维持、加热,以及等离子体电流、位置、形状、分布和破裂的控制,提供必要的工程基础和控制手段。对于装置运行的性能与安全,物理实验的成败与效率,有着至关重要的作用。磁体电源系统主要包括如下 18 个向超导磁体线圈供电的回路系统组成: 1 个向 18 个纵场线圈(TF)供电的纵场电源回路; 7 个分别单独向极向场线圈(PF)供电的极向场电源回路; 8 个分别单独向中心螺管线圈(CS)供电的电源回路; 2 个分别向 CS1UH 与 CS2UH 以及 CS1LH 与 CS2LH 串联连接在一起的螺管线圈供电的电源回路; 1 个向校正场线圈(CC)供电的电源回路。聚变装置磁体电源开关网络和直流传输系统主要包括失超保护单元 (FDU: Fast Discharge Unit)、开关网络单元 (SNU: Switching Network Unit)、短路保护开关(PMS: Protective Make Switch)和直流传输及检测系统(DTDS: DC Transmission and Detection System)。开关网络和直流传输系统是 BEST 装置磁体电源系统的重要组成部分,其主要功能是: 1)提供击穿并建立等离子体电流所需的高电压; 2)实现电源和磁体在失超等故障下高储能磁体能量的安全可靠转移和快速泄放; 3)提供电源和超导磁体运行时高功率传输的可靠通路; 4)提供电源和超导磁体运行和保护所需的电流和电压信号; 5)提供磁体接地故障检测和保护,调试及维护时实现可靠的隔离磁体与电源和直流开关系统。

我具体研究的方向是等离子体放电开关网络单元设计与分析。开关网络单元的主要功能是在放电初始阶段,通过在磁体直流电路中串入开关网络电阻,以提供击穿并产生等离子体电流的高电压,并且在该阶段结束之后能够短路开关网络电阻,为超导磁体提供稳态通路。我在此次会议上进行了“Preliminary design and analysis of key switching components of switching network in fusion device”的墙报汇报,主要介绍等离子体放电开关网络单元的相关涉及和工程性能分析。墙报内容主要有等离子体放电开关网络单元的设计背景和意义、等离子体放电开关网络单元的设计方案对比、等离子体放电开关网络单元关键部件的设计、仿真和分析以及系统成本预算与占地分析。在展示海报的过程中,我与各国专家、学者们进行了友好的交流与探讨。大家都互相肯定了对方的研究成果,并就相关疑问进行了解答和讨论。

在此次会议上,我关注的关于电源系统的墙报如下,名为“Design, Simulation, Analysis, Fabrication and Testing of Toroidal Field Power Supply for Simple Tight Aspect Ratio Machine Assembly”以及“Status of the power supply systems for the DTT coils”。前者主要介绍了 TF 电源的系统拓扑,主要包括电容组、开关支路、换流支路、换流电容、TF 线圈以及线圈两端的续流二极管。后续仿真和试验,验证系统设计的可靠性。墙报“Status of the power supply systems for the DTT coils”介绍了 CS 线圈电源系统中的开关网络单元配置,主要由两个反并联的 IGCT 支路以及变阻器组支路构成。这里的 SNU 主要提供击穿电压(大约 2-3 kV)和紧急保护放电功能。此外,我还对名为“Predictive maintenance in fusion devices with an application to the ohmic heating circuit at JET”的报告特别感兴趣。这里介绍了一种开

