

附件 3:

合肥研究院研究生因公出国（境）事后公示表

姓 名	龙飞飞	部 门	等离子体物理研究所		
学 号	BA17168174	在读学位	博士	出访国家	日本
计划出访任务	讨论在具有内部输运垒的高 β 条件下边界等离子体行为以及调研 LHD 上应用于等离子体边界区域相关的诊断系统				
计划日程	1.2018.11.30 合肥出发到上海 2.2019.12.01-2019.2.01 上海到名古屋，访问 NIFS，调研 LHD 和 EAST 上边界等离子体行为区别； 3.2019.02.01 从名古屋经上海到合肥				
计划往返路线	合肥-上海-名古屋-多治见-名古屋-上海-合肥				
邀请单位介绍	日本国立聚变科学研究所（National Institute for Fusion Science, 简称 NIFS）是日本国家聚变研究实验室，从事聚变等离子体研究，建有大型仿星器装置 LHD。LHD 装置在等离子体物理实验、等离子体理论以及相关的数值模拟等方面具有着深厚的研究基础，在高 β 放电下边界等离子体方面研究方面有着丰富的研究经验。				
费用来源	须列出哪类经费（如：自然科学基金课题支付）				
预算经费支出	国际旅费	交通费	住宿费	伙食费	其他
	100000 日元	40000 日元	100000 日元	160000 日元	保险费 33600 日元 国内交通费 16400 日元

实际费用来源及支付金额	<input type="checkbox"/> 课题组 <input checked="" 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	2018年11月30日		实际结束日期	2019年02月01日	
实际往返路线	合肥-上海-名古屋-多治见-名古屋-上海-合肥				
实际经费支出	国际旅费	交通费	住宿费	伙食费	其他
	5214 人民币	180 人民币	4500 人民币	6334 人民币	保险 2060 人民币 签证费 680 人民币
实际出访单位名称及主要日程安排： 出访单位：日本核融合科学研究所的高密度等离子体物理研究室 主要日程安排：2018.12.02-2019.01.31 调研 LHD 上高β条件下边界等离子体行为，并参与 LHD 第 21 轮等离子体实验；					
出访总结					

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）

本人于 2018.12.01-2019.02.10 期间于日本核融合科学研究所（NIFS）的高密度等离子体物理研究室进行交流学习。本次访问的目的是为了调研 LHD 上高 β 放电条件下边界等离子体的行为，与 EAST 高 β 条件下的边界等离子体行为进行对比，加深对边界等离子体的物理图像的理解。通过参与 LHD 上第 21 轮实验，了解 LHD 上等离子体实验运行过程，以及拓展相关实验数据分析方法和提高数据分析效率，以便于加深对高 β 条件下边界等离子体相关物理过程的理解。

鉴于 LHD 上的实验数据的读取与 EAST 上的数据库访问的差别，在访问的前期即 2018.12.03-2018.12.15, 主要是了解 LHD 上丰富的诊断系统，掌握了主要的诊断系统如，汤姆逊散射诊断，微波反射仪，bolometer 诊断，CXS 诊断，偏滤器探针，ECE 诊断，辅助加热(NBI, ECH 等)以及等离子体平衡数据的读取与可视化。由于诊断系统布局的复杂性，不同诊断系统测量数据的空间位置的不同，导致了数据的读取的过程中就需要掌握诊断窗口的布局。因此，也调研了 LHD 上诊断窗口的布局以及常规的加热方式。主要是花费两周时间，掌握了 LHD 上主要的诊断系统的布局和采集信号的分析处理，掌握 LHD 上的数据分析软件的使用。同时，也熟悉了 LHD 上实验的时间安排，一般每天从 8 点半左右晨会开始，大概 9 点半，第一炮等离子体开始放电。在晨会过程中，刚开始会对昨天晚上进入实验大厅的人员名单进行播报，告知今天实验的主次负责人，每周一会告知本周的实验安排，可以随时在网上下载历年的实验安排。在每个实验提案中都会给出详细的实验计划，实验人员可以随时查看今天具体的实验安排。在控制大厅的显示屏上会实时地显示实验炮号和等离子体基本物理参数，包括等离子体电流，加热，弦平均密度，电子温度的时间演化，以及最基本的电子密度和电子温度剖面（汤姆逊散射诊断的时间和空间分辨高，可以测到从高场侧到低场侧的全部剖面，时间分辨率为 30HZ）。如果有 NBI 加热，还可以测得离子温度剖面。实验期间中午正常放电一直到下午的 6 点 45 结束放电，如果遇到意外情况会延迟到下午的 8 点左右结束放电。

在 2018.12.15-2018.12.31 期间，主要是建立 LHD 上的高 β 数据库。同时尝试寻找 LHD 上的 ITB 数据。在实验的过程中，发现了 LHD 上的偏滤器数据的处理方法和 EAST 上不一致。由于 LHD 上的探针是单探针系统，只能测量离子饱和流，而且 LHD 上的偏滤器探针在 inboard 和 outboard 上都有安装。LHD 上一共有 10 个窗口，其中内侧的窗口中探针分别分布在 2,6,7,8,10 这几个窗口上，每个窗口有内外靶板，每个靶板上有 20 组单探针。可以通过伏安特性曲线计算靶板上的电子温度和电子密度；LHD 上充气的气体一般是 D2 和 H2, 如果做偏滤器脱靶实验会充入 Ne 和 Ar。第 21 轮 LHD 上的实验提案主要有不同同位素，不同位型条件下等离子体输运研究实验, Triton Burnup 实验，偏滤器脱靶实验，RMP 控制实验，高密度高电子温度，离子温度实验，MHD 实验。本人在此期间，主要是调研了不同条件下 β 对边界偏滤器粒子通量的影响。后与 LHD 上的老师以及四室的老师们讨论后发现， β 是一个复杂的量，包括了磁场和压强这几个分量，影响这个 β 值的因子太多，同时粒子通量也是个复杂的量包含有密度和温度的信息，这两个量之间的关系会有很多种，无法单纯的从实验中得出他们之间的关系。最后在数据库中发现了几炮数据，发现了在排除了 ECH 加热带来的 pump-out 效应后，芯部的密度梯度增加，电子和离子温度略微增加。这种芯部的粒子约束变好的物理过程。经过和 NIFS 上的老师们讨论后，他们丰富的经验和对物理的理解深深的影响了我。我们对粒子平衡问题进行了深入的讨论，发现和 EAST 托卡马克不同的是，LHD 上的垂直注入的 NBI 的加料效果突出。经过和 NIFS 的几位老师(分别是 Ohdachi, Toi 和 Suzuki 老师) 讨论这些实验数据，有助于加深我对粒子输运的理解，对我的博士阶段的学习

和科研产生了深远的影响。在这两个月期间，我恰好经历了 LHD 第 150000 炮放电，LHD 每 10000 炮放电都会在控制大厅全体实验人员进行合影，我也参与此次合影。

在此交流期间，我学习到了很多，收获了很多。NIFS 的老师们给与了很多科研上的帮助，我回国前做了数据分析报告，他们认真的听了我的报告，并给出了非常多非常有建设性的意见，让我受益匪浅。他们学识渊博、严谨细致、实事求是的治学态度将永远影响着我科研道路上的每一步。在生活上，除了严谨，NIFS 的老师给我的印象都是非常友好且很有礼貌，对于不同人种，不同文化采取了包容、接受和融合的态度。这种不同文化的吸收和融合很值得我们借鉴。趁着这次珍贵的学习机会，我努力提升自己的口语水平，克服了害怕使用英语口语交流的障碍。

总之，通过这两个月的学习生活，感觉无论在思想上，观念上和看待问题的方法上都有很大的收获。对文化习惯等方面也加深了了解。这段的经历将会对我今后的科研道路产生积极的，深远的影响。最后非常感谢等离子体所和科学岛研究生院，以及科大研究生院，感谢高翔老师，明廷凤老师，常老师以及邱老师给我提供了这个出国学习交流的机会，同时感谢高密度等离子体研究室的老师们给我提供了良好的工作学习条件。

公示情况：

签字：

日期：