

## 附件 3:

## 合肥研究院研究生因公出国（境）事后公示表

姓 名	张小康	部 门	等离子体所 12 室		
学 号	BA16168206	在 读 学 位	博 士	出 访 国 家	美 国
计划出访任务	本人将 Sub-voxel 方法应用于基于网格的停机剂量率计算，有效提高了停机剂量率的计算精度。因此，受邀参加 2019 年 8 月底在美国俄勒冈州波特兰举办的国际核科学与工程数学和计算方法会议。				
计划日程	1. 2019. 8. 24 麦迪逊出发经明尼阿波利斯至波特兰； 2. 2019. 8. 25-2019. 8. 29 参加国际核科学与工程数学和计算方法会议； 3. 2019. 8. 30 从波特兰经明尼阿波利斯至麦迪逊。				
计划往返路线	麦迪逊-波特兰-麦迪逊				
邀请单位介绍	单位名称：国际核科学与工程数学和计算方法会议是由美国核学会举办的两年一度的关于应用与核科学与工程的数学与计算方法，数值分析，计算程序，计算机架构及基准例题的国际会议。				
费用来源	磁约束聚变能专项				
预算经费支出	国际旅费	交通费	住宿费	伙食费	其他
		3114. 49 元	4894. 44 元	2737. 62 元	10061 . 64 元
实际费用来源及支付金额	<input checked="" type="checkbox"/> 课题组 20808. 18 元 <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	2019 年 8 月 24 日		实际结束日期	2019 年 8 月 30 日	
实际往返路线	麦迪逊-明尼阿波利斯-波特兰-明尼阿波利斯-麦迪逊				

实际经费支出	国际旅费	交通费	住宿费	伙食费	其他
		3114.49 元	4894.44 元	2737.62 元	10061.64 元

实际出访单位名称及主要日程安排：

出访单位：国际核科学与工程数学和计算方法会议

主要日程安排：2019.8.25-2019.8.29 参加国际核科学与工程数学和计算方法会议

### 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 2019.8.24 至 2019.8.30 日期间参加国际核科学与工程数学和计算方法会议。参会期间通过口头报告展示了我的关于计算停机计量的新方法：PyNE sub-voxel R2S。该方法在现有的基于网格的停机计量计算程序的基础上，通过使用 sub-voxel 这一方法，提高光子发射率在网格单元中的分布精度，提高计算准确度，使得在使用相同精度网格的情况下，改进后的 sub-voxel 两步法能够获得比改进前的方法更加准确的结果。同时该方法还能使得停机计量的计算收敛更快。

受控核聚变研究领域中的中子学的研究尤其重要，它为后续设计提供重要参考依据。对聚变堆停机计量的准确计算的需求愈加强烈。基于网格的严格两步法是当前被普遍使用的方法。基于网格的严格两步法使用一套笛卡尔坐标下的网格，获得每个网格单元的多群中子通量，然后利用中子通量活化每个网格的均匀化材料，获得不同冷却时间时的光子发射率，最后通过这些光子发射率信息进行光子源抽样并进行光子输运，获得关心区域的光子通量并将其转换为停机剂量率。然而均匀化网格引入了一定的系统误差。如果一个网格中包含多个材料不同的栅元，在进行光子抽样时，会导致原本应该产生较多光子的区域并没有获得更多的抽样，而是使用的按照体积均匀化的抽样，这是对网格内部光子源分布的一种扭曲，引入了几何误差。特别是网格中包含的材料活化响应相差很大时（这种情况在聚变堆的复杂大规模模型情况下会经常发生），会导致较大的系统误差。通过使用 sub-voxel 方法，可以有效提高光子源在每个网格单元的分布精确度，从而提高计算精度。测试结果表明，sub-voxel 方法对停机剂量率准确度有明显提升，特别是在材料边界区域时，计算精度显著提高。ITER-FNG 停机剂量率计算例题则验证了 sub-voxel 严格两步法的正确性。

在参加会议期间，我聆听学习了其他许多优秀科研工作者的报告。会议上许多科学家提出了一些新的用于核能领域分析与计算的工具有，涉及确定论及蒙特卡罗方法。其中关于将 AI 应用到剧变领域的报告给我留下了深刻印象。该报告介绍了普林斯顿大学等离子体实验室将 AI 应用判断和预测等离子体堆芯破裂，应用 AI 技术后，该预测准确度可达 95%。我还对将蒙特卡罗粒子输运程序应用于显卡的相关报告非常感兴趣，蒙特卡罗粒子输运过程本身和显卡进行光追踪技术非常相似，两者有相似的计算基础，有研究者指出，将蒙特卡罗程序应用于显卡将能有效降低单位计算能力的资源和经费

消耗。另一项给我留下深刻印象的事情是，在这次的会议上，很多的算法程序代码都是开源的，如开源的确定论输运程序 OpenMOC 和开源的蒙特卡罗输运程序 OpenMC，被多项会议报告提及和使用。开源工具在粒子输运计算领域受到越来越多的关注，有越来越多的人对开源程序的发展做出了贡献。而我自己则就是一个开源工具 PyNE 的开发者之一，能够深切感受到代码的封闭和限制给不同科研工作者带来的不便。而开源工具的出现和广泛使用，则能够很大程度上增进理论和工具的研究开发速度，能够汇集更多研究者的智慧。这次会议也使我更加倾向于使用和开发开源工具用于以后的科研工作。

在会议间隙期间，我还参观了波特兰市的一些风景名胜，比如玫瑰园和森林公园等。波特兰市被称为玫瑰之城，城市中心的玫瑰园中种植有各种各样品种的玫瑰花。我参观的时候刚好有很多玫瑰花绽放，五彩缤纷，竞相绽放，花香弥漫，沁人心脾。波特兰市旁边的山上，则有一处可以直接看到整个城市风貌的观光点，站在观光点旁，整个波特兰市的风景尽收眼底，还能直接看到对面的一处有常年积雪的山峰峰顶，顿时产生一种心中开阔的感觉，此处风景独特而别致。

通过这次参加会议期间的报告，学习和见闻，我对当前核领域计算理论和工具开发有了更加直观的了解。同时认识了一些和我做相似研究方向的前辈及同学。非常感谢等离子体所，感谢刘松林老师给我提供了这个参加国际会议学习交流的机会，我收获良多。

公示情况：

签字：

日期：