

中国核学会

中核学发〔2022〕33号

中国核学会核工程力学分会第三届 学术交流会议的通知

中国核学会核工程力学分会是国家一级学会中国核学会下设的专业分会之一，旨在加强核工程领域的学术交流合作，致力于核电、核能、核战略事业的蓬勃发展。

为促进力学专业在核工程领域的发展与应用，加强各单位、各学科之间的交流与合作，为广大的核能科技工作者提供宝贵的沟通与交流平台，中国核学会核工程力学分会拟于2022年10月在珠海召开第三届学术交流会。现根据会务组织进度及多方协调情况，发布征文通知，欢迎核能及力学领域的专家学者、科研设计人员投稿，并请于报名前完成个人会员注册（“发展来源”可选“核工程力学分会”）。

一、会议组织

指导单位:

中国核学会

二、主办单位:

中国核学会核工程力学分会、中山大学

三、协办单位:

中国工程物理研究院总体研究所

中国核动力研究设计院

中国工程物理研究院核物理与化学研究所

中广核工程有限公司

中国核电工程有限公司

上海核工程研究设计院

清华大学

西安交通大学

生态环境部核与辐射安全中心

北京大学

中核第四研究设计工程有限公司

中科院力学研究所

中国科学院核能安全技术研究所

西南交通大学

中核北方核燃料元件有限公司

国家国防科技工业局军用核设施核安全技术评审监督中心

大连理工大学工业装备结构分析国家重点实验室

工程材料与结构冲击振动四川省重点实验室

《核动力工程》编辑部

《装备环境工程》编辑部

《中山大学学报(自然科学版)》编辑部

《成都大学学报》编辑部

其他中国核学会核工程力学分会第二届理事单位

四、征文要求

论文应具有较高的学术水平和工程应用价值,数据真实、结果可

靠。投稿文章严禁涉及国家秘密，请作者做好保密和知识产权审查，承办方不承担任何保密和知识产权责任。提交论文全文时，请附上作者署名单位的保密和知识产权审查证明，审查证明参考格式见附件一，也可采用署名单位自定格式。

此次会议论文全文将择优推荐到《核动力工程》、《装备环境工程》、《中山大学学报（自然科学版）》和《成都大学学报》等期刊上发表。

论文全文请参照《核动力工程》的格式（见附件二）进行撰写，论文摘要和全文以电子邮件的方式递交，论文命名方式：作者-单位-论文题目-征文主题编号。

五、交流主题

- 1) 工程结构力学设计及优化
- 2) 工程力学软件研发
- 3) 工程中流体力学设计与分析
- 4) 工程多场耦合数值模拟技术
- 5) 工程试验与测试技术
- 6) 材料多尺度力学建模及数值模拟
- 7) 设备与结构可靠性、安全性设计及评估
- 8) 辐照作用下关键材料的力学行为及机理
- 9) 设备与结构健康监测与评估
- 10) 工程抗震设计及分析技术
- 11) 工程结构及材料寿命预测技术
- 12) 人工智能和大数据在核工程中的应用

13) 其他与核工程力学相关领域

六、时间节点

2022年6月30日,提交投稿或参会回执(见附件三);

2022年8月31日,提交论文全文和论文审查的单位证明。

投稿邮箱: nems2022@163.com

七、联系方式

中山大学中法核工程与技术学院联系人:

姜乃斌 13808070988 马 宇 13620469568

王亚辉 15913257354 王雨瑞 15307261616

中国工程物理研究院总体工程研究所联系人:

胡 杰 0816-2490533, 18780517278



中国核学会会员注册

届时,根据国家及广东省疫情防控需要,做好疫情防控准备,可根据实际情况酌情延期召开。



附件一：

国内会议科技论文交流审查证明

中国核学会核工程力学分会第三届学术交流会组委会：

我单位_____等同志的署名文章《_____》
拟在本次会议上进行交流，经审查不涉及国家秘密、商业秘密和知识产权问题，
可以公开交流。

特此证明。

单位签章

年 月 日

附件二：论文格式要求

撰写论文具体要求（参考论文模板）

- (1) 论文录入请用word文档，纸张为A4，页边距取默认上下2.54厘米，左右3.17厘米，页面设置无网格；
- (2) 标题：小二号黑体，单倍行距，居中；
- (3) 作者姓名：小四号仿宋，居中，单倍行距；通信地址：10磅仿宋，居中，单倍行距；
- (4) 脚注：包括基金资助项目名称和项目号及第一作者简介。“基金项目：”、“作者简介：”小五号宋体加粗，脚注内容小五号宋体，左对齐，单倍行距。
- (5) “摘要”：小五号宋体加粗，摘要内容：小五号宋体，1.5倍行距，两端对齐；
- (6) “关键词”：小五号宋体加粗，关键词内容：小五号宋体，1.5倍行距；
- (7) 论文分节编码：阿拉伯数字分级编号，最高3级。黑体，两端对齐，字号（1级四号、2级小四号、3级五号）。
- (8) 论文正文：五号宋体，两端对齐，首行缩进2字符，单倍行距，不分栏；
- (9) 图题、表题：图表依次编号，小五号宋体，居中对齐；
- (10) 公式：所有公式以“()”依次编号，右对齐，公式主体位于中心，单倍行距；
- (11) “参考文献”：小四号黑体加粗；参考文献：以“[]”依次编号，悬挂缩进2字符，10磅宋体，两端对齐。
- (12) 全文所有英文字母采用 Time New Roma字体。
- (13) 论文以“姓名_单位_论文名称”命名。
- (14) 请将“保密审查证明”附在征文后一并提交。

为了统一格式，将论文汇编成册，请您在编写论文时务必遵守通知中的规定。感谢您的合作！

以下为参考模板。

结合多群 GMRES 的 IRAM 算法 用于求解矩阵 MOC 方程

吴文斌^{1,2} 李庆¹ 王侃²

(1 中国核动力研究设计院核反应堆系统设计技术重点实验室,成都,610041

2 清华大学工程物理系,北京,100084)

摘要: 矩阵 MOC 方法通过构造并求解线性方程组,代替传统 MOC 方法中反复地特征线扫描。求解中子输运方程临界问题时,通常采用幂迭代法求得 k_{eff} 。然而幂迭代法的收敛速度严重依赖于占优比,实际的较大规模的堆芯占优比接近于 1,收敛很慢。本研究采用隐式再启动的 Arnoldi 算法 (IRAM) 求解 k_{eff} ,并应用多群耦合的 GMRES 算法直接求解含有上散射的多群问题,以避免能群间的散射迭代。采用 C++ 语言编写了相关计算程序,对多个基准题如 2D C5G7 的数值结果表明,和幂迭代法相比,结合多群 GMRES 的 IRAM 算法具有良好的计算精度和更高的计算效率。

关键词: 矩阵 MOC; 幂迭代法; IRAM 算法; 多群耦合 GMRES

1 引言

由于具有较高的计算精度和较强的几何适应性,特征线方法 (MOC) 被认为是一种极具潜力的确定论方法,被广泛应用于中子输运计算。传统 MOC 方法求解中子输运方程需要反复地进行特征线扫描,消耗大量的计算时间。矩阵 MOC 方法仅通过一次扫描,即可构造出与特征线扫描等效的线性方程组;随后,求解该线性方程组可代替反复地特征线扫描。该线性方程组具有良好的数值特性,有很多高效求解器可供使用。

2 理论模型

2.1 矩阵 MOC 方法

通过一次特征线扫描,矩阵 MOC 方法可构造出与扫描完全等效的线性代数方程组(1)

$$Ax = Bq \quad (1)$$

方程组(1)的系数矩阵 A 和 B 具有如下的数值特性:

- 1) 采用 CSR 格式存储系数矩阵时,不同能群的系数矩阵稀疏结构一致。
- 2) 矩阵 A 和矩阵 B 具有比例关系。
- 3) 系数矩阵 A 可由基本矩阵 a 经初等变换得到
- 4) 互易关系,矩阵 a 的对称性。

2.2 多群耦合 GMRES 方法

在处理多群中子输运问题时,如果存在上散射,通常采用 Gauss-Seidel 迭代处理能群间的上散射耦合,具体过程是:从高能群到低能群逐群求解群内问题 (within-group problem) (1),右端源项采用 Gauss-Seidel 迭代不断更新。

(以下内容省略)

3 数值验证

按照第 2 节的理论分析,采用 C++ 语言编制了结合多群 GMRES 的 IRAM 算法求解矩阵 MOC 方程的程序。为了分析该程序的计算精度和计算效率,对 BWR 栅元问题、C5G7 UO2 组件和 C5G7 2D 基准题进行了计算。

基金项目:核反应堆系统设计重点实验室运行基金

作者简介:吴文斌 (1987-),男,江西临川人,博士研究生,反应堆物理专业,wenbinwu@126.com

所有的计算都是在个人电脑上完成的,该电脑采用 Windows XP 32 位系统,处理器是 Intel Core 2 Quad Q8300 2.5GHz, 内存空间为 2G。尽管处理器包含 4 个计算核心, 但是仅有一个核心参与计算。IRAM 算法的收敛准则是 10^{-5} 。矩阵 MOC 的计算条件是: 16 个方位角, 2 个 Leonard 最优极角, 每个方位角拥有 200 条特征线, 射线间距约为 0.01cm。

3.1 BWR 栅格基准题

该基准题是一个 4×4 的 BWR 栅格问题, 包含两根 Gd 棒, 如图 1 所示。燃料棒 1,2,3,4,5 是 3%w 的 UO2 棒, 毒物棒 6 包含 3%w 的 UO2 和 3%w 的 Gd2O3。燃料棒的包壳为 Zircaloy-2, 慢化剂为水。外边界均采用全反射边界条件。

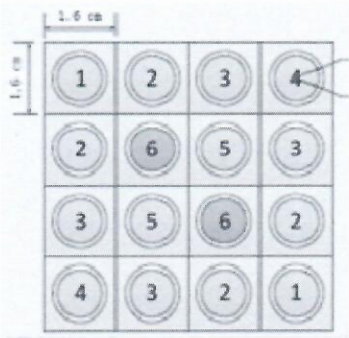


图 1 BWR栅格基准题几何布置和栅元网格划分

k_{eff} 和归一化的燃料棒功率分布列于表 1, IRAM 与幂迭代的计算结果保持一致, 且和基准结果都符合得很好。

表 1 矩阵MOC求解BWR栅格基准题的计算结果

		DRAGON (reference)	Matrix MOC (PI)	Matrix MOC (IRAM)
k_{eff}		0.986561	-0.12%	-0.12%
	Pin 1	6.9391E-02	-0.23%	-0.23%
Normalized pin power	Pin 2	6.6246E-02	0.18%	0.18%
	Pin 3	6.9398E-02	-0.18%	-0.18%
	Pin 4	7.2549E-02	-0.26%	-0.26%
	Pin 5	6.2429E-02	0.41%	0.41%
	Pin 6	2.4344E-02	0.44%	0.44%

4 结论与展望

矩阵 MOC 方法通过构造并求解线性方程组, 代替传统 MOC 方法中反复地特征线扫描。将 IRAM 与矩阵 MOC 方法结合, 并采用多群耦合的 GMRES 算法处理上散射耦合, 求解临界输运问题。对多个基准题的数值检验表明, 结合多群 GMRES 的 IRAM 具有良好的计算精度, 与幂迭代法相比, 具有更高的计算效率。

参考文献

[1] Zhang H, Wu H, Cao L. An Acceleration Technique for 2D MOC based on Krylov Subspace and Domain Decomposition Methods. Annals of Nuclear Energy, 2011,38:2742-2751.

[2] 黄义超, 张少泓. 隐式重启的Arnoldi方法及其在高阶谐波求解中的应用. 核科学与工程, 2008(02):102-106.

附件三

中国核学会核工程力学分会第三届学术交流会

参会回执

姓名		职务/职称	
手机		工作单位	
会员证号	(已提交未审批的, 可写“待审核”)		
是否做报告	是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/>		
报告题目			
报告形式	口头报告 <input type="checkbox"/> 张贴报告 <input type="checkbox"/>		
需要向会务组说明的信息或建议			

备注:

1. 会务组邮箱: nems2022@163.com
2. 请将回执在 2022 年 6 月 30 日前发到会务组邮箱。
3. 有其它疑问, 请邮件或电话咨询会务组。