

文章编号：0258-0926(2018)02-0101-03；doi:10.13832/j.jnpe.2018.02.0101

# 基于 RELAP5/MOD3 变功率分布的提棒 事故分析方法研究

张 勇, 李松蔚, 王 玮

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, 610213

**摘要：**利用核设计给出的棒位-功率分布及 RELAP5/MOD3 程序的 202 表、205 卡，得到了在 RELAP5/MOD3 程序计算过程中堆芯热构件中各轴向节点相对功率份额随棒位的变化关系，成功地在 RELAP5/MOD3 中实现了变功率分布分析方法，并利用此方法对某反应堆的提棒事故进行了分析。结果表明，由该方法给出的燃料最高温度相对于固定功率分布方法大幅降低。

**关键词：**RELAP5/MOD3；变功率分布；提棒事故

**中图分类号：**TL333 **文献标志码：**A

## Research on Rod Withdrawal Accident Analysis Method Based on RELAP5/MOD3 Variable Power Distribution

Zhang Yong, Li Songwei, Wang Wei

Science and Technology on Reactor System Design Technology Laboratory, Nuclear Power Institute of China, Chengdu, 610213, China

**Abstract:** In this paper, we use the rod-power distribution obtained by the nuclear design and the 202 tables and 205 cards of RELAP5/MOD3 to realize the change of the relative power share of each axial node in the heat of the RELAP5/MOD3. The “variable power distribution” analysis method is successfully realized in RELAP5/MOD3, and the method is used to analyze the rod withdrawal accident of a reactor. The maximum fuel temperature obtained by this method is significantly lower than the fixed power distribution method.

**Key words:** RELAP5/MOD3, Variable power distribution, Rod withdrawal accident

### 0 引 言

RELAP5 程序是美国 Idaho 国家工程试验室开发的反应堆系统分析程序。它采用点堆或时空动力学描述堆芯的中子动力学过程，由于程序具有非常好的通用性，被广泛应用于核安全评审、新堆及研究堆的系统瞬态行为分析。

早期版本的 RELAP5 程序采用点堆描述中子动力学过程<sup>[1]</sup>，无法在瞬态过程中反映堆芯功率分布的变化。因此，有学者开展了一维和三维中子动力学程序与 RELAP5 程序的耦合研究<sup>[2, 3]</sup>，

RELAP5 自身也发展出了三维版本。利用耦合程序或三维版本的 RELAP5 程序系统能够描述堆芯的时空动力学行为。但在实际工程应用中，由于这些先进的分析程序没有经过特定工程的堆芯对象验证、与核设计间的接口复杂和计算过程耗时长等，难以应用这些先进的分析程序处理实际工程问题。

目前在新堆及研究堆的设计过程中，对于反应堆堆芯及系统的瞬态行为，一般仍然以点堆模型描述中子动力学过程。基于 RELAP5/MOD3 程

收稿日期：2017-11-29；修回日期：2017-12-28

基金项目：四川省科技计划项目（2016HH0035）

作者简介：张 勇（1980—），男，工学硕士，现从事反应堆热工水力与安全分析研究



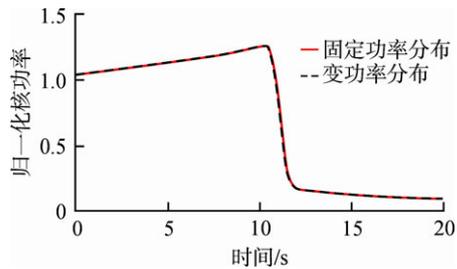


图 2 核功率曲线

Fig. 2 Nuclear Power Curves

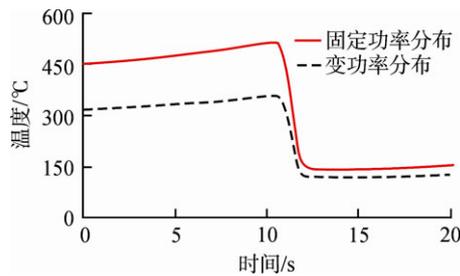


图 3 燃料温度曲线

Fig. 3 Fuel Temperature Curves

可以看出核功率曲线基本重合，采用变功率分布分析方法给出的最高燃料温度明显低于固定功率分布分析方法。

实际上变功率分布分析方法给出的最高燃料温度约为 350℃，未超过准则限制值，满足准则要求。

### 3 结束语

结合核设计的分析结果，利用 RELAP5/MOD3 程序自身提供的表及控制变量功能，在 RELAP5/MOD3 瞬态计算过程中，实现了堆芯热构件变功率分布的分析方法。变功率分布分析方法利用获得安全审查方认可的核设计程序及 RELAP5/MOD3 程序，仅需对数据处理过程进行验证，不涉及额外的程序验证工作。

利用变功率分布分析方法，对某反应堆的提棒事故进行了分析。相比于固定功率分布分析方法，变功率分布分析方法给出的最高燃料温度大幅降低。变功率分布分析方法比较真实地反映了瞬态过程中堆芯功率分布随棒位及时间的变化，合理地挖掘了提棒事故的安全裕量。

#### 参考文献：

- [1] Siefken L J, Coryell E W, Harvego E A, et al. SCDAP/RELAP5/MOD 3.3 code manual: User's guide and input manual[M/OL]. Washington: Idaho National Engineering and Environmental Laboratory, 2001. [2017- 09- 26]. <https://www.nrc.gov/docs/ML0103/ML010310311.pdf>.
- [2] 林萌, 陈玉清, 张虹, 等. RELAP5 堆芯功率计算模型的扩展[J]. 核动力工程, 2007, 28(6):16-19.
- [3] 桂学文, 骆邦其, 蔡琦. RELAP5 程序与三维时空中子动力学模型的耦合以及改进研究[J]. 核动力工程, 2007, 28(1): 49-52.

(责任编辑：杨灵芳)