

先进压水堆蒸汽管线破裂事故模拟

摘 要

高效环保的核能是目前世界的重要能源之一，因此我国能源发展的重点规划之一就是核能。在能源需求急剧增长的现代，和平、充分的利用核能有利于减轻环境污染，促进社会发展。核能已成为我国重点发展的能源之一，国内核电装机容量逐年增长，各种政策的保驾护航也让人们意识到工业发展离不开核电。

AP1000 是第三代反应堆。他的前身是 AP600,是新一代的百万千瓦级非能动压水堆。AP1000 采用了成熟电站设计，不仅简化了仪控系统，还简化了主控室设计，提高核电机组的安全性及经济性，并且提高了严重事故的预防以及缓解能力，还采用了模块化建造技术。设计基准事故类型是指反应堆安全分析所必须考虑的事故，蒸汽管道破裂事故便是其中之一，根据破口的口径，分为 II 类，III 类以及 IV 类事故。蒸汽管道破裂事故有两种情况，一是管道出现实际破裂后产生的事故，二是管道上的阀门意外打开所导致的事故。

本文使用 PCTTRAN 模拟分析蒸汽管道出现破裂而发生的事故分析，一共模拟分析了四种工况，分别是安全壳内外破口面积 50、100cm² 四种。反应堆燃料峰值温度、包壳峰值温度 and 一回路冷却剂温度等关键参数均低于安全限值，反应堆安全依旧能够保障。

关键词：AP1000；蒸汽管道破裂事故；PCTTRAN；安全分析

Title Simulation of Steam Line Break Accidents of Advanced PWR

Abstract

Nuclear energy with high efficiency and environmental protection is one of the important energy sources in the world at present, so one of the key planning of energy development in China is nuclear energy. In the modern era of rapid growth in energy demand, peaceful and full use of nuclear energy is conducive to reducing environmental pollution and promoting social development. Nuclear power has become one of the most important energy sources in China. The installed capacity of domestic nuclear power is increasing year by year. The protection of various policies also makes people realize that industrial development cannot be separated from nuclear power.

AP1000 is the third generation reactor. His predecessor is ap600, which is a new generation of million kilowatt level passive PWR. AP1000 adopts mature power plant design, which not only simplifies the I & C system, but also simplifies the design of the main control room, improves the safety and economy of nuclear power units, improves the prevention and mitigation ability of serious accidents, and also adopts modular construction technology. The design basis accident type refers to the accidents that must be considered in the reactor safety analysis. The steam pipeline rupture accident is one of them. According to the caliber of the breach, it can be divided into class II, class III and class IV accidents. There are two kinds of steam pipeline rupture accidents, one is the accident after the actual rupture of the pipeline, the other is the accident caused by the accidental opening of the valve on the pipeline.

In this paper, pctran is used to simulate and analyze the accidents caused by steam pipeline rupture. There are four kinds of working conditions simulated and analyzed, namely, the area of rupture inside and outside the containment is 50 and 100cm². The reactor fuel peak temperature, cladding peak temperature, primary coolant temperature and other key parameters are all lower than the safety limit, so the reactor safety can still be guaranteed.

Keywords: AP1000; Steam line break accident; PCTTRAN; Safety analysis

第 1 章 绪 论

1.1 课题研究背景及意义

工业化极度发达的现代，人们逐渐意识到能源高效清洁的重要性，不仅要满足人们的正常生活需求，还需要保护环境节约能耗，核电正是这样一种优质能源。如今核能已经是大规模利用的新能源之一，核电发展的脚步从未停止，核动力也取得了成功，在很多国家核能已成为不可替代的能源。我国核电起步较晚，但潜力巨大。目前世界上我国的在建核电装机容量最大，支撑着核电技术的逐步提升；巨大的市场和人才储备必将使我国成为核电强国领头羊。

在核电行业安全问题始终是避不过去的。三起严重的核安全事故在世界核电的发展历史中留下了难以消除的影响，滞后了核电的发展，但也正是这三起严重的核安全事故，让核电的安全系统变得更加完善，安全成为反应堆首先需要考虑的问题。上世纪 90 年代以后，我国在保障核电安全，促进核电发展上形成了事故防御、科技创新、污染治理、应急响应以及安全监管各个方面综合能力。

相比于第二代反应堆，西屋公司在 AP600 的基础上，优化非能动安全设备、增大堆芯功率的第三代反应堆。AP1000 所具有的非能动安全设备能够在事故发生的瞬间，能够在只依靠重力和自然循环的情况下冷却堆芯，这大大减少了许多安全设备和系统，反应堆的安全性得到提高。模块化设计的采用提高了反应堆的经济性，更加先进简洁的仪表及控制系统使得先进压水堆得以推广。

对于 AP1000，设计基准事故类型之一蒸汽管道破裂事故是反应堆安全分析必须考虑的事故。在主蒸汽的管道出现破裂后，大量损失二回路蒸汽，一回路热量迅速流失，导致冷却剂的平均温度和压力减小。当存在负慢化剂温度系数时，温度降低，为维持一、二回路系统之间的热平衡，堆芯反应性和功率都将增加，最终会导致紧急停堆。甚至当负慢化剂的温度系数较大时，堆芯甚至会重返临界状态。所以，为了研发更加先进的反应堆，保障反应堆的安全性，蒸汽管道破裂事故的分析模拟不能停止。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/155100043102011242>