

# The Influence of Simulator Control Module Control Frequency to Simulation Effect Research

Zhengquan Xie

China Nuclear Power Operation Technology Corporation, LTD, Wuhan Hubei  
Email: xiezq@cnpn.com.cn

Received: Mar. 7<sup>th</sup>, 2019; accepted: Mar. 19<sup>th</sup>, 2019; published: Mar. 27<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

The control frequency that the controller takes is not exactly the same in nuclear power plant control system. This paper finishes the simulation of non-safety DCS based on RINSIM platform and figures out that the different control frequency influences the simulation effect, then chooses the turbine control system design reference and uses the different control module control frequency to research the calculation effect. The result proved that the different control frequency can highly influence the simulation results, and the control frequency should be consistent with the nuclear power plant control system.

## Keywords

Control Frequency, Control Module, Simulation Effect, Simulator

---

# 模拟机控制模型执行频率对仿真性能影响研究

谢政权

中核武汉核电运行技术股份有限公司, 湖北 武汉  
Email: xiezq@cnpn.com.cn

收稿日期: 2019年3月7日; 录用日期: 2019年3月19日; 发布日期: 2019年3月27日

---

## 摘要

核电厂仪控系统, 在工程中其控制器执行频率并不完全相同。本文基于RINSIM仿真平台, 实现了对Ovation非安仪控系统的仿真, 选取了汽机控制系统的设计数据, 使用不同的控制模块执行频率在全范

围模拟机上进行对比研究, 研究结果表明不同的执行频率会大大影响仿真结果, 执行频率的选取需严格与核电机组一致。

## 关键词

执行频率, 控制模型, 仿真性能, 模拟机

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

AP1000 机组非安全级仪控系统基于艾默生公司的 Ovation DCS 平台, Ovation 平台, 由三大部分构成: Ovation 网络; Ovation 工作站; Ovation 控制器。在 Ovation 仪控系统中, 一个控制器称为一个 DROP, 每个 DROP 最多可包含 5 个 TASK, 不同的 TASK 可以设置不同的执行频率。根据 Ovation 平台使用手册中关于执行频率的说明, 见下图 1 [1]:

TERM	DESCRIPTION
Control Task (also known as Set or Area)	Refers to a specific Controller area where all the control sheets in that area are scanned at the same frequency. Up to <b>five</b> control tasks can be defined.  All the sheets in the Control Task 1 area are scanned every 0.1 second or 100 milliseconds (also known as fast time).  All the sheets in the Control Task 2 area are scanned every 1 second or 1000 milliseconds (also known as slow time).  The scan times for sheets in Control Task 3, 4, and 5 are <b>user-defined</b> .  Points are grouped by control tasks so they can be updated (scanned) at different rates. The rate is set in the applicable Ovation configuration tool during configuration for a Controller drop.  It is recommended that third-party points have their own task area and their scan rate should be no faster than one second because of communication overhead.
Cycle	Time interval during which the scanning of inputs, execution of algorithms, and the transmission of output values to devices occur.

Figure 1. Ovation platform user manual execution frequency description

图 1. Ovation 平台使用手册执行频率说明

task1 的执行频率为 100 ms, task2 的执行频率为 1000 ms, task3、4、5 的执行频率用户自定义, 其定义多少并未有文件说明, 也未见其对结果影响的相关分析。在 AP1000 模拟机中, 以全模拟的方式实现了 Ovation DCS 过程控制层。按照机组 DCS 的控制器配置, 在仿真平台上控制模块也以 DROP → TASK 方式进行了划分, 设置系统和控制模块来实现对执行频率的模拟。仿真平台中的系统对应 Ovation 仪控系统里的 DROP, 控制模块与 TASK 对应, 一个系统中可包含多个控制模块, 每个控制模块可单独设置执行周期, 从而实现了扫描周期变化的模拟。本文重点讨论在 RINSIM1.0 仿真平台实现非安仪控仿真中, 其执行频率对仿真性能的影响, 从而给出相对明确的结论。

模拟机中对于仪控系统的仿真总体来说有纯模拟(simulation)、虚拟实物模拟(emulation)和实物

(stimulation)三种方式。纯模拟是使用模拟机开发环境下的建模技术来复现参考机组的系统或子系统。实物仿真是指在模拟机中使用参考机组的系统或子系统的真实硬件和软件来复现参考机组的相应系统或子系统。虚拟实物仿真介于二者之间,指通过将参考机组的系统或子系统的软件移植到模拟机运行环境下工作,其硬件平台可以是模拟主机,也可以是独立的计算机,来复现参考机组的系统或子系统[2]。三种方式各有优缺点,纯模拟的方式由于不受电厂 DCS 进度和组态数据的限制,在模拟机开发的初始阶段使用较多。本文采用全模拟的方式基于 RINSIM 仿真平台对非安仪控系统进行仿真。

## 2. RINSIM 仿真平台

RINSIM1.0 仿真平台是一款基于 Linux 的核动力过程仿真支撑软件。该平台包含仿真支撑平台软件,建模工具软件,调试管理软件,DCS 仿真软件等多个离线和在线软件。

图形化建模软件 SimGen 是建模工具软件的一种,可实现工艺系统以及各类控制系统的仿真建模。图形化调试工具 SimUgd 和趋势软件(SimCurv)可实现各类模型的在线调试和趋势监视。SimDraw 可实现核电主控室中盘台和教控台图形的绘制。SimWare 可实现各类型仿真部件开发。同时,RINSIM1.0 仿真平台支持多种高级编程语言的图形化建模和调试,其构架如下图 2 [3]:

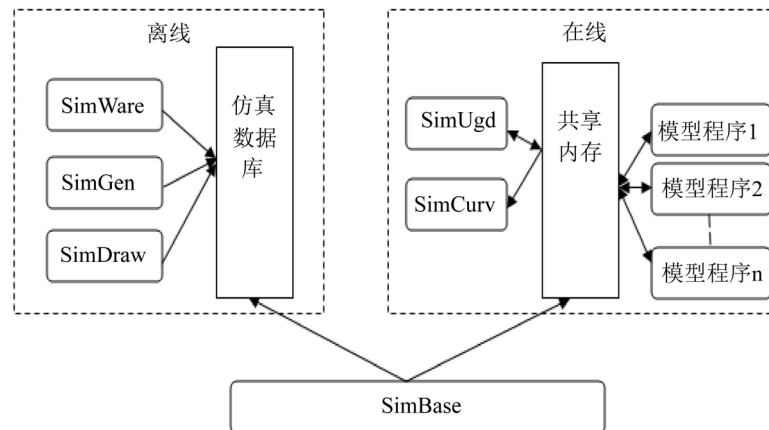


Figure 2. The main structure of the Rinsim simulation platform  
图 2. Rinsim 仿真平台主要结构

## 3. 非安仪控一层仿真实现方案

该部分实现的总体路线是依据部件说明书进行部件库开发,然后使用组态翻译软件进行转换逻辑计算与部件对应关系连接,最终实现非安全级仪控的运行状态仿真。

### 3.1. 部件仿真

部件仿真是通过部件翻译软件来实现,其采用可视化的界面,根据已获得的部件组态文件,采用翻译的方式将库文件源文件,反向转换为可执行的 C 语言代码,实现部件的全部逻辑功能,使其按照所输入的信号,遵循与源文件一致的逻辑计算得到预期的输出信号。部件算法采用 C++ 语言实现,符合 RINSIM 平台算法模块规范,在 RINSIM 中封装,用于图形化组态。

### 3.2. 组态翻译

非安仪控的逻辑仿真,采用组态翻译软件执行。该软件采用可视化的界面,输入为机组组态导出 SVG 文件,输出为 XML 格式文件,从组态源文件中提取组态逻辑中基本信息包括 DROP 号, TASK 号以及

图号等,另外同时提取组态源文件中各数据信号之间的连接关系以及各计算子模块需要配置的初始参数,符合 RINSIM 组态文件规范,经过 SIMGEN 软件将 XML 文件批量转换为平台可识别的 GMD 文件,编译调试后生成可执行的数据库文件以及源码执行程序,最终在仿真平台上实现非安仪控的整体逻辑功能。

#### 4. 整体集成及连接

将非安仪控 level 1、level 2 与工艺系统及进行集成,各系统之间的接口如图 3 所示。

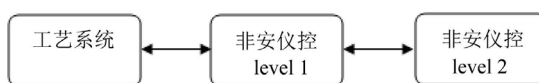


Figure 3. Interface of each system

图 3. 各系统的接口

一层与工艺系统的接口主要包含工艺系统上行至一层的传感器信号和设备状态反馈信号以及一层下行至工艺系统的指令信号。一层与二层的接口类似。所有系统间的接口通过接口程序来实现。

#### 5. 仿真测试

本文选取汽机控制系统来说明执行频率变化对仿真性能的影响。

##### 汽机控制系统

根据汽机控制系统组态图[4],此部分组态位于 task3,由图 1 知此执行频率为用户自定义,故在仿真平台中在正常降功率的条件下,控制模块执行频率分别采用 20 hz 和 40 hz 来验证仿真精度。采用 ALR (自动负荷调节器)从满功率负荷——1241 MW,降至 90%功率,即 1117 MW,速率为 30%/h,图 4 是执行频率为 20 hz 的降功率曲线。

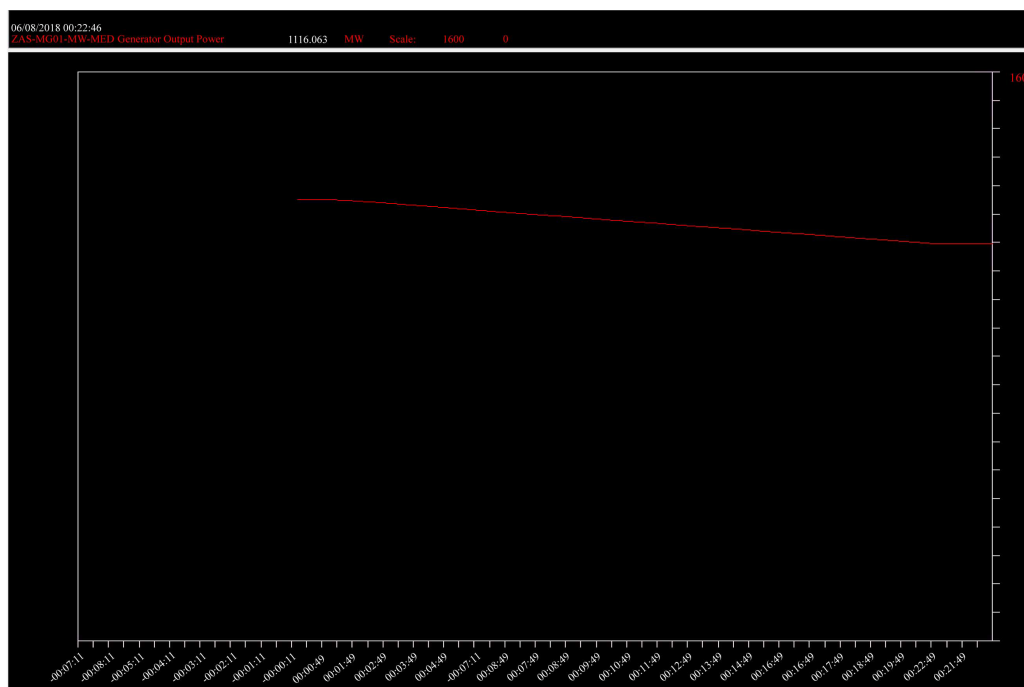


Figure 4. Linear power reduction (execution frequency 20 hz)

图 4. 线性降功率(执行频率 20 hz)

由图 4 可以看出，从 100%负荷降至 90%负荷，用时约 20 分钟，和其设计的降负荷速率 30%/h 保持一致；由图 5 可以看出，从 100%负荷降至 90%负荷，用时约 10 分钟，比其设计的降负荷速率 30%/h 快一倍，即执行频率加快导致汽机控制系统动作响应变快。

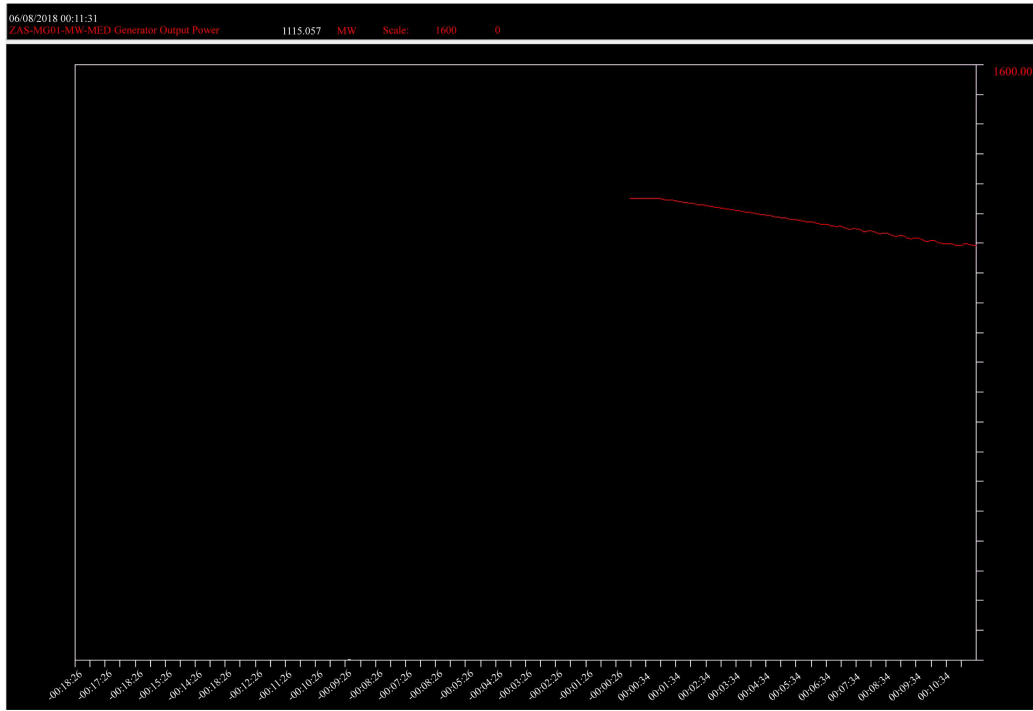


Figure 5. Linear power reduction (execution frequency 40 hz)  
图 5. 线性降功率(执行频率 40 hz)

当选取执行频率为 20 hz 时，其用时和设计降负荷速率保持一致，这是否存在必然联系？根据汽机控制系统相关组态图，如下图 6：

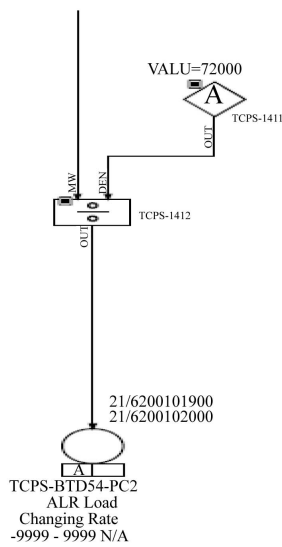


Figure 6. ALR load change rate  
图 6. ALR 负荷变化速率

由图 6 可知, 汽机 ALR 负荷变化速率为 72000/h, 即执行频率为 20 Hz, 仿真平台采用执行频率为 20 Hz 时, 其仿真精度和设计保持一致。

## 6. 总结

本文采用全模拟的方式, 通过汽机控制系统降功率说明其执行频率不同对仿真性能的影响, 且执行频率的选定有其内在逻辑, 而非用户自定义, 在全仿模拟机仪控仿真中, 不同的控制系统应采用不同的执行频率, 文中的研究表明正确选取执行频率其结果与设计数据基本一致, 从而也进一步验证了本文所采用的仿真方法可以用于 Ovation 仪控系统仿真。

## 参考文献

- [1] 华能国际电力股份有限公司, 编. 热工控制系统运行维护手册 Ovation 控制系统[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [2] 俞士平, 常文杰, 王剑, 等. 核电厂模拟机 DCS 仿真技术研究[J]. 中国高新技术企业, 2014, 1(27): 28-30.
- [3] 张弦, 王琪, 向俊璞. 650 MW 核电厂 DEH 一层系统仿真研究[J]. 电工技术, 2018, 1(12): 121-125
- [4] 降爱琴, 郝秀芳. 某 300 MW 汽轮机电液调节系统基本控制功能分析[J]. 电力学报, 2005, 20(4): 369-371.

### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2332-7111, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>  
期刊邮箱: [nst@hanspub.org](mailto:nst@hanspub.org)