

基于虚拟 DCS 的仿真系统设计 火电厂实时故障诊断系统

栾轶佳,周 燕,赵英凯

(南京工业大学 自动化学院,江苏 南京 210009)

摘要: 基于虚拟分布控制系统(DCS)的仿真系统生成的故障数据以及它所提供的过程控制中的对象链接与嵌入 OPC(OLE for Process Control)服务器,设计了火电厂实时智能故障诊断系统。论述了基于虚拟 DCS 仿真系统与实际 DCS 控制系统的对应关系,与故障诊断系统的数据接口及专家系统知识库的构建。对诊断系统的调试结果表明:基于虚拟 DCS 的仿真系统设计的故障诊断系统实现了火电厂的实时故障诊断与事故预报。

关键词: 虚拟 DCS ; 智能故障诊断; OPC; 专家系统

中图分类号: TM 743

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)03-0079-03

为了设计出合格的实时智能故障诊断系统,必须要经过长期的调试,利用现场设备产生故障,既不方便,有时也无法实现(当系统投运后,为了保证运行可靠和安全,电厂不允许频繁的试验性操作)。通过有效的利用基于虚拟分布控制系统(DCS)的仿真系统,可以很好地解决这个问题。

1 虚拟 DCS 简介

虚拟 DCS 是相对于在过程工业系统中运行的真实 DCS(Real DCS)而言的,“虚拟 DCS”就是将真实 DCS 在非 DCS 的计算机系统中以某种形式再现^[1-2]。虚拟 DCS 是要在计算机系统上再现计算机系统,就是要在一种通常为开放平台的计算机信息管理系统中,尽可能真实地再现集散控制计算机系统^[3]。

虚拟 DCS 的特点是控制参数和算法完全来源于从 DCS 工程师站下载的组态文件,使用与真实 DCS 系统相同的控制算法、模块、时间片、位号等,能够随着真实 DCS 系统的修改与更新,同步进行仿真系统的修改与更新,能完成复杂的仿真控制应用功

能,仿真软件的功能逼真度和可信度很高^[4]。

虚拟 DCS 的仿真原理如图 1 所示。

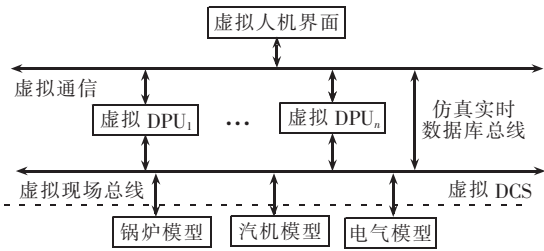


图 1 虚拟 DCS 仿真原理图

Fig.1 Simulation principle of virtual DCS

虚拟 DCS 仿真可以划分为虚拟人机接口(HMI)和虚拟分散处理单元(DPU) 2 部分。虚拟 DPU 集中完成控制功能,是过程控制系统的核心。1 个虚拟 DCS 由多个虚拟 DPU 组成,1 个虚拟 DPU 又由几十个复合对象构成,每个复合对象再由几百个模块构成完成复杂的控制功能^[5]。

2 基于虚拟 DCS 的仿真系统

火电厂基于虚拟 DCS 的仿真系统是带有炉、

机、电气数学模型的实时计算系统,仿真数学模型是全范围、全过程、高逼真度、对相应的 DCS 控制系统的仿真(虚拟 DCS),包含全部 I/O 测点,采用全真逻辑,设置完全相同的功能模块和控制参数^[6]。这个仿真系统利用仿真模块组合实现一些现场的运行或测试工况。利用了仿真系统的这一特点,通过仿真系统模拟故障,产生故障数据,对设计的故障诊断系统进行调试。基于虚拟 DCS 的仿真系统与实际的 DCS 控制系统的关系可见图 2。

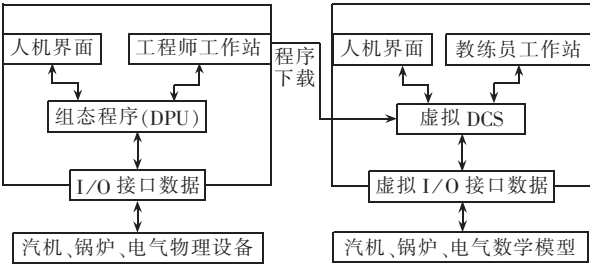


图 2 基于虚拟 DCS 的仿真系统与实际的 DCS 控制系统的对应关系
Fig.2 The relationship between real DCS-based and virtual DCS-based simulation systems

图 2 仿真系统能够真实再现实际 DCS 控制系统的很多功能,它在很多方面都能发挥重要的作用,例如对运行人员和热控人员的培训、缩短调试时间、事故仿真、性能计算、故障诊断与优化运行、现场真实事故的回放和分析等。

3 故障诊断系统与 DCS 的数据接口

所设计的智能故障诊断系统立足 INTEMOR 软件开发平台。INTEMOR 实时数据传送 API 以动态链接库(SendData.dll)方式为开发人员提供传送实时数据到 INTEMOR 的方法和接口。数据采集程序从工业过程中(如 DCS 等)采集到数据后利用 SendData.dll 中提供的函数把实时数据送到 INTEMOR Driver。INTEMOR Driver 接收到数据分析处理后,将数据及事故报告传送到 INTEMOR 服务器供各个 INTEMOR View 使用^[7]。数据传送过程见图 3。

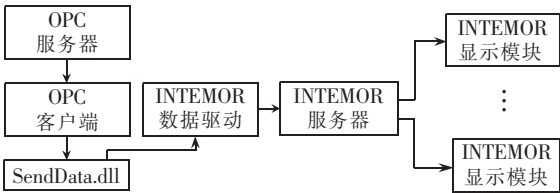


图 3 数据传送过程
Fig.3 Data transmission process

由于基于虚拟 DCS 的仿真系统在设计时就已经把 OPC 服务器嵌入到虚拟 DCS 中,因此,智能故障诊断系统可利用 OPC 客户端从仿真系统中获取对象数据。图 4 为利用仿真系统进行智能故障诊断系统调试的示意图。

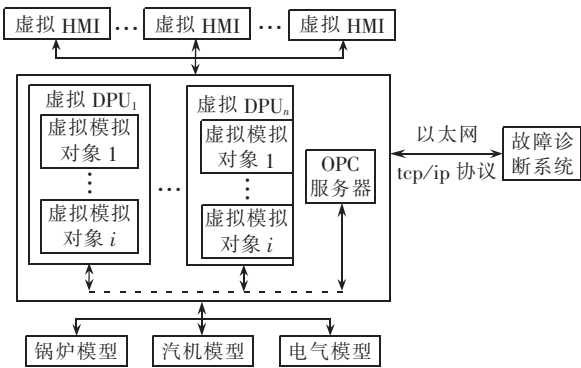


图 4 利用仿真系统测试智能故障诊断系统框图
Fig.4 Using simulation system to test intelligent fault diagnosis system

4 专家系统知识库构建

知识获取和 INTEMOR 系统专家知识库的建立是 INTEMOR 故障诊断系统成功应用的关键。构建知识库使用了 INTEMOR 知识库开发语言 KBL (Knowledge Base Language)和 INTEMOR 建模语言 IML(INTEMOR Modeling Language)。简单的产生式规则可直接通过 KBL 生成,当专家知识较复杂时,使用 IML 建立模型或进行比较复杂的数学运算。

下面举例说明知识库构建的具体实现。

故障:磨煤机存煤量过多。

说明:给煤量超出驼峰,可能导致磨煤机效率下降。给煤量与磨煤机电流之间呈现一条驼峰曲线关系,即刚开始当给煤量加大时,电流也加大,但当给煤量达到一定时,若继续加大,则电流会减少,故障预报系统应在此时报警。

可用测点:甲磨电动机开关合闸位置为 4686DI;甲磨煤机电流为 4653AI,单位 A;甲给煤量为 5A552AI,单位 t/h。

报警条件:甲给煤量超出限值;甲磨运行。

具体实现包括写入 KBL 中的产生式规则和在 IML 中建立的模型。

写入 KBL 中的产生式规则:

```
Rule Fault_4686DI{
  If coal.pv=1 And _4686DI.PV=1
  Then Send_Message = 报警_甲磨煤机存煤量过多
}
```

在 IML 中建立的模型:

```
if
_4653AI.PV.AVG.10s<_4653AI.PV.AVG.15s
and
_5A552AI.PV.AVG.10s>_5A552AI.PV.10s then
  coal.pv=1
else
  coal.pv=0
endif
```

IML 中建立的模型是通过一个虚拟点与 KBL 中的产生式规则联系的。在以上例子中 coal 就是一

个虚拟点。虚拟点是一种由用户定义的可表示任何被计算数据和外部输入数据的点,这些点的特点是其值只有在模型被触发时才会改变。而且虚拟点的值像其他变量的值一样存在历史数据库中。在上面的例子中,AVG是INTEMOR内置的求平均值函数。

在知识库编辑完成后将其编译生成KBR文件,使用KBR文件就可根据现场送来的实时数据进行诊断,当发生故障时能够在线报警,且能够反向推理,给出有关这个故障的私有知识、公有知识及相关的操作手册,从而指导现场工作人员排除故障。

5 诊断系统调试及结果

运行仿真系统上的对象模型,通过编写的OPC客户端软件与仿真系统的OPC服务器进行通信可取得对象数据。在仿真系统上先复位工况再设定故障就可产生故障数据,这样就可用这些故障数据调试故障诊断系统。仿真系统调试,不仅能排除诊断系统在设计及实施上的错误,更重要的是还可获得知识,完善专家知识库。最终设计的INTEMOR故障诊断及事故预报系统能够实现对发生的故障进行报警以及对将要发生的故障给出预报。

6 结语

利用基于虚拟DCS仿真系统设计与实现了火电厂实时故障诊断与事故预报系统,表明基于虚拟DCS的仿真系统确实有助于故障诊断系统调试。

参考文献:

- [1] 冷杉. 论虚拟分散控制系统技术[J]. 中国电力,2003,36(2):53-56.
LENG Shan. Virtual distributed control system technology [J]. **Electric Power**,2003,36(2):53-56.
- [2] 王立志,封官斌,翟永杰. 虚拟DCS技术及实现[J]. 山东电力技术,2004(5):39-44.
WANG Li-zhi,FENG Guan-bin,ZHAI Yong-jie. Virtual DCS technology and realization [J]. **Shandong Dianli Jishu**,2004(5):39-44.
- [3] ANSI/ISA. ANSI/ISA-77.20-1993 Fossil power plant

- simulators-functional requirement[S]. USA:The Unstrumentation Systems and Automation Society,1994.
- [4] WEBB K. Emulation approach of DCS in a 600MW power plant[R]. Maryland,USA:Report of Global Simulation Engineering System Corp,2001.
- [5] 刘哲,冷杉,杨静. 面对对象虚拟DPU的实现[J]. 电力自动化设备,2004,24(1):75-77.
LIU Zhe,LENG Shan,YANG Jing. Realization of object-oriented virtual DPU[J]. **Electric Power Automation Equipment**,2004,24(1):75-77.
- [6] 冷杉,徐悦,陈坤,等. 虚拟DCS技术与大型发电厂实时系统互联应用[J]. 东南大学学报:自然科学版,2005,35(1):60-63.
LENG Shan,XU Yue,CHEN Kun,et al. Virtual DCS technology and real-time system interconnecting application in large scale power plant[J]. **Journal of Southeast University:Natural Science Edition**,2005,35(1):60-63.
- [7] 饶明. 因特摩实时智能监控和事故预报防范系统——人工智能与计算机技术在安全生产中的应用[J]. 安全与环境学报,2002,2(5):48-53.
RAO Ming. Intemor real-time intelligent monitoring and accident preventive systems[J]. **Journal of Safety and Environment**,2002,2(5):48-53.
- [8] 毛慧和,肖志怀. 发电厂设备巡检系统[J]. 电力自动化设备,2004,24(1):61-62.
MAO Hui-he,XIAO Zhi-huai. Inspection tour system of power station equipment[J]. **Electric Power Automation Equipment**,2004,24(1):61-62.
- [9] 徐志恒,卞峰,栾风传. 大型发电厂一起电气复故障的分析与处理[J]. 电力自动化设备,2004,24(10):93-96.
XU Zhi-heng,BIAN Feng,LUAN Feng-chuan. Analysis and solution of an electric multi-fault in a large power plant [J].**Electric Power Automation Equipment**,2004,24(10):93-96.

(责任编辑:汪仪珍)

作者简介:

栾轶佳(1982-),男,江苏镇江人,硕士研究生,研究方向为智能故障诊断(E-mail:ricardo82130@163.com);

周燕(1983-),女,浙江丽水人,硕士研究生,研究方向为专家系统与故障诊断;

赵英凯(1943-),男,江苏镇江人,博士研究生导师,研究方向为现代控制理论与智能自动化。

Design of power plant real-time fault diagnosis system with virtual DCS-based simulation system

LUAN Yi-jia,ZHOU Yan,ZHAO Ying-kai

(College of Automation,Nanjing University of Technology,Nanjing 210009,China)

Abstract: A real-time intelligent fault diagnosis system for power plant is designed with the help of the simulation system based on virtual DCS(Distributed Control System),which provides both the fault data and the OPC(OLE for Process Control) server. The relationship between real DCS-based and virtual DCS-based simulation systems is discussed,as well as its data interface to fault diagnosis system and the construction of knowledge database in expert system. The test results indicate that the fault diagnosis system designed with the virtual DCS-based simulation system realizes the real-time fault diagnosis and accident prediction of the power plant.

Key words: virtual DCS; intelligent fault diagnosis; OPC; expert system