

# 面向对象方法与转子故障监测诊断系统的开发

张恒良<sup>1</sup>, 张琴<sup>2</sup>, 刘先斐<sup>1</sup>, 陈汝庆<sup>1</sup>

(1. 武汉大学 动力系, 湖北 武汉 430072; 2. 武汉大学 电气学院, 湖北 武汉 430072)

**摘要:** 近年来, 转子故障监测诊断系统在工业领域应用中存在系统自身稳定性不高和难于维护、升级的问题。面向对象方法是一种好的软件开发方法, 它已成为软件开发过程中所使用的主要方法。本文对此方法做了介绍, 并叙述了如何用这种方法开发转子故障监测诊断系统。

**关键词:** 监测诊断系统; 转子故障监测; 面向对象方法学

中图分类号: TP306 文献标识码: A

## 1 前言

转子机械, 如汽轮机、风机、泵等在工矿企业中是很普遍、很关键的一类机械, 这些机器的转子均在高速状态下运转, 极易发生故障, 及时发现转子的故障、诊断故障的原因和排除故障是工程实际中迫切需要的。目前故障诊断的理论和机理已较为成熟, 国内也研制出很多套故障监测诊断系统, 这些系统普遍存在一个问题, 即: 故障监测诊断系统自身的质量和可靠性较差, 对系统的升级和修改时的工作量大。因此, 探讨如何开发一套较完善、运行可靠、易维护和升级的转子故障监测诊断系统是有实用价值的。面向对象技术是20世纪80年代出现的一项新技术, 由此技术发展而来的面向对象方法学极适合于开发大而复杂的软件系统, 已成为现代程序设计过程中的首选工具。

## 2 面向对象技术简介

人们对一个系统的认识是一个渐进的过程, 是在继承了以往的有关知识的基础上, 多次迭代往复而逐步深化的。以往用于分析、设计、实现一个系统的过程和方法大部分是“瀑布”型的, 即: 后一步为前一步需求的实现, 或进一步发展前一步所得到的结果, 因此, 当越接近系统设计或实现的后期, 对系统前期所作的修改越困难, 从而限制了各种应用软件

的扩展性和延续性。相反, 面向对象方法学的出发点和所追求的基本原则是使我们分析、设计和实现系统的方法与我们认识客观世界的过程尽可能的一致。

面向对象技术是思维科学的一项技术, 面向对象方法学是属于思维科学一项科学。面向对象的基本方法学认为: 客观世界是由各式各样的对象所组成, 每种对象都有各自的内部状态和运动规律, 不同对象间的相互作用和联系就构成了我们所面对的客观世界。当我们设计和实现一个系统时, 如能在满足需求的条件下把系统设计成由一些不可变的部分所组成的最小集合, 则这个设计就是优秀的, 这些不变的部分就被看成是一些不同的对象。简言之, 面向对象=对象+分类+继承+通过消息的通信。对象是一个封装体即: 是属性和处理这些属性的方法的封装体以及问题域的抽象体。对象一般须具有模块性、继承性、封装性等特点。谈到对象, 还须说一下另一个重要的概念: 类的概念。类是对一个以上对象的共同属性和方法集合的描述, 包括如何对一个类建立新对象的描述。属性和方法的封装和继承对面向对象分析模型的稳定性影响很大。首先, 封装可以把属性和方法看成是一个整体, 日常工作中分析人员就常把处理和数据放在一起考虑。其次, 继承有利于减少重复性劳动。

面向对象方法学由面向对象分析(OOA—Object Oriented Analysis), 面向对象设计(OOD—Object Oriented Design), 面向对象实现(OOI—Object Oriented Implementation)三部分组成。

## 3 转子故障监测诊断系统特点

转子故障监测及诊断系统主要由四个模块组成: 数据采集、信号分析及处理、故障诊断和网络通信(在一些系统中可能没有), 外加其它一些辅助性

模块:数据管理、结果显示、报表打印等等。其中数据采集部分实现各种振动信号如位移、相位的采集工作,为信号分析作数据上的准备;信号分析部分则调用采集得到的数据作一些分析处理工作,如滤波除噪,频谱分析和相位分析等,用以从位移和相位信号中提取特征征兆,为故障诊断部分提供数据;而诊断部分利用模糊数学、神经网络或专家系统等方法处理这些征兆,得到故障的有关信息,从而达到监测诊断转子故障、指导现场运行的作用。这三个模块功能是明确、独立的,一个模块内部状态的改变不会影响到其它模块的内部状态,各模块间的信息交流是具体的,它们之间的接口当然也是确定的。而且各模块本身都具有层次结构,如信号处理模块可分为滤波处理、时域分析、频谱分析和相位分析四个子模块,频谱分析又可分为小波变换分析、傅立叶变换分析等多种方式,它具有一种层次继承的特点:下一层是上一层扩展和具体化,它具有上一层所有的特点,是由上一层发展而来的,同时它在上一层的基础上添加了一些属于自己的特性。

转子故障监测及诊断系统所具有的这些特点都与面向对象方法学的特征相符,我们可用面向对象的方法来开发这个系统。

#### 4 系统的分析、设计及实现

下面用面向对象的方法来设计转子故障监测及诊断系统。

##### 4.1 面向对象分析(OOA)

面向对象分析由五个主要步骤组成,即确定类和对象、识别结构、定义主题、定义属性和定义方法。其中结构和主题是用来确定各个类和对象的层次范围的。本系统中的类和对象比较明确,主要有数据采集、信号处理、故障监测诊断、远程通信四个类,各个类又可有多个子类,若在开发过程中需增加一些功能,可以在对应的层次上继承而不必重新定义已有的功能,从而轻易实现了代码重用。下面是这个系统的主要类的层次结构(部分):

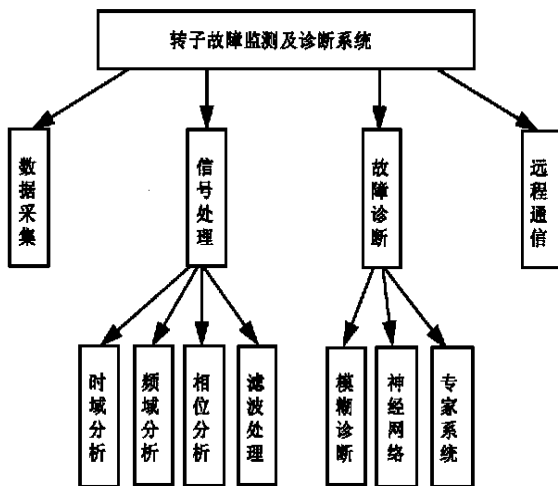
确定了类及它们的层次结构之后,就可以针对一个具体的对象定义它必须有的属性和方法。例如,对于数据采集类,我们首先应确定数据采集板的型号,才能调用相对应的处理函数。因此,采集板的型号就须作为数据采集类一个属性,这样,当我们更换采集板时仅须改变这个属性,系统中的其它部分无须任何变化。系统投入运行时,数据采集何时开

始,何时结束也须确定,设置采集启动和结束的方法是数据采集类必不可少的。五个步骤完成后,OOA的模型就建立了。

##### 4.2 面向对象设计(OOD)

面向对象设计是面向对象分析的扩充,它与面向对象分析紧密相连,用于增加系统的组成部分,OOA的活动继续贯穿在这个过程中,其步履一般为。

###### 4.2.1 设计问题域部分



OOA的结果恰好是OOD的问题域部分,OOA分析的结果此时可以被改动或增补,但基于问题域的总体组织框架即类的组织结构是长时间稳定不变的。

###### 4.2.2 设计人机交互部分

人机交互部分是在上述分析结果中加入人机交互部分的设计和交互的细节,包括窗口和输出报告的设计。这一部分所产生的结果就是我们通常所说的界面。故障监测及诊断系统有多种图形输出,如时域波形图、轴心轨迹图、频谱分析图、Bode图以及Nyquist图等等,这些图形有助于使用者更深入了解分析的过程及诊断结果,是系统中必不可少的。这个阶段就可完成这些图形的设计。

###### 4.2.3 设计任务管理部分

这部分主要是识别和定义事件驱动任务,识别时钟驱动任务,识别任务的优先级和关键任务。对于本系统,因为它为故障监测及诊断系统,当有故障出现时自然希望立即报告给用户,因此,事故报警的任务也是必不可少而且优先级别最高。本系统一般采用等周期数据采集,且数据采集过程希望完整和连

续,不被其它任务所打断,故以时钟驱动的采集任务也是必不可少而且优先级别较高。按相类似的分析方法可定出系统中其它的任务。

#### 4.2.4 设计数据管理部分

数据管理部分提供了在数据管理系统中存储和检索对象的基本结构,其目的是隔离数据管理方案对其它部分的影响。本系统所确定的各个类和对象间的信息传递涉及到大量的数据,如采集对象所输出的是采集点各时刻所采集到的数据,这些数据须保存到计算机中或以报表的形式输出,同时它们又要作为处理对象的输入。因此,设计一套完善的数据管理系统是极有必要的。这个阶段应确定出采用何种数据库,数据库的各种表格的结构和组成,数据输出即报表的组成等等。

#### 4.3 面向对象实现(OOI)

实现阶段将分析及设计阶段开发出的对象类及其关系转换成特定的程序语言、数据库、或硬件实现。这个阶段是整个系统开发周期中相对较小且机械的部分,因为在对象设计阶段已形成了所有的重要决策,这时只须把这些决策以代码的形式实现,采集板的制作也在这个阶段完成。

以上从总体上说明了用面向对象的方法开发转子故障监测及诊断系统的过程。

### 5 结束语

面向对象方法是一种非常实用的软件开发方

法,它以客观世界中的对象为中心,其分析和设计思想符合人们的思维方式,分析和设计的结果于客观世界的实际比较接近,容易为人们所接受。在现实世界中,用户的需求经常会发生变化,但客观世界的对象及对象之间的关系相对比较稳定,因此用面向对象方法分析和设计的结果也相对比较稳定。设计高质量的软件是软件设计所追求的一个重要目标,评价软件质量的主要尺度有:软件的正确性、可靠性、效率、完整性、可使用性、可维护性、可移植性和可测试性等。用上述方法开发转子故障监测及诊断系统具有高可靠性、易维护性、修改和升级方便等特点,具有较强的实用性和推广价值。

#### 参考文献:

- [1] OTAKER JONAS. Diagnostic monitoring-an overview[J]. Power, 1992, 136(1): 61, 108.
- [2] 王春森 编. 程序设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [3] 王成为 著. 面向对象分析、设计及应用[M]. 北京: 国防工业出版社, 1992.

编者按:面向对象方法是近些年来应用越来越广的一种软件开发方法。本刊在1998年第4期曾刊登过由上海交通大学翁史烈院士指导下撰写的一篇“面向对象的燃气轮机仿真建模:综述与展望”的论文。为回答读者的咨询,本期向对此方法了解不深的读者推介一篇介绍此方法及其在转子故障监测诊断领域应用的文章,以飨读者。

(复 编辑)

(上接第 339 页)

部分蓄冷的主机容量为常规空调的 60%~70%;而全部蓄冷的主机容量则由供冷时间决定,时间越长,容量越大,有时甚至超过常规空调,因此在供冷时间短,尖峰负荷大的场合(如大会堂、体育馆、影剧院、餐厅等)可优先考虑采用。

(4) 利用温度较低的空调供水,可以提高供冷速率,满足某些特殊场合的需要。

因此,空调蓄冷技术可以产生良好的社会效益和经济效益,具有广泛的应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 涂蓬祥. 建筑节能技术[M]. 北京: 中国计划出版社, 1996.
- [2] 张永铨. 国内外冰蓄冷技术的发展与应用[J]. 制冷技术, 1992(2): 21-22.
- [3] 张永铨. 蓄冷式空调系统[J]. 制冷技术, 1996(3): 29-30.
- [4] 郑祖义. 热泵空调系统的设计与创新[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1994.
- [5] 潘雨顺. 论冰蓄冷在空调制冷中的应用前景[J]. 制冷技术, 1996(2): 7.
- [6] 蔡敬福. 蓄冷型空调冷源配置研究[J]. 制冷, 1996(4): 50.

(辉 编辑)

automatic increase in hidden nodes has been employed to predict nonlinear time series. The proposed method allows to successfully tackle the problem of selecting local minimal hidden node number and excessive fitting in BP networks. It has been applied to predict the thermal loads of a thermal power plant. The results of prediction indicate that very satisfactory results have been achieved in forecasting the thermal loads of power plants. **Key words:** nonlinear time series, prediction, RBF (radial base function) neural network, thermal load

面向对象方法与转子故障监测诊断系统的开发 = **Description of an Object-orientated Methodology and Development of a Rotor Failure Monitoring/ diagnosis System** [刊, 汉] / ZHANG Heng-liang, ZHANG Qin, CHEN Ru-qing (Power Engineering Department, Wuhan University of Water Resources and Electric Power, Wuhan, China, Post Code: 430072) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 313 ~ 315

In recent years there existed some problems of poor self-stability and certain difficulties involved in the maintenance and upgrading of rotor-failure monitoring and diagnostic systems during their use in industrial fields. The proposed object-orientated method represents a good software development approach, which has been assessed as a major method for use in a software development process. The present paper gives a brief description of the method, highlighting how to use such a method to develop a rotor failure monitoring and diagnostic system. **Key words:** monitoring and diagnostic system, object-orientated methodology, rotor failure monitoring

流体流动的输出功率与功率耗散的协调优化 = **Optimized Coordination of Fluid-flow Output-Power and Power Dissipation** [刊, 汉] / YAN Ning-rong (Department of Mechanical Engineering, Lujiang University, Xiamen, Fujian Province, China, Post Code: 361005) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 316 ~ 318

Ecological optimization criteria have been popularized for use in the analysis of the optimized performance of a fluid-flow work-doing unit. Some new performance parameters were derived and discussed in a meaningful way. Expounded further was the major significance of the ecological optimization criteria. The conclusions obtained may serve as new theoretical guidelines for the optimized design and selection of optimized working conditions for fluid-flow work-doing units. **Key words:** fluid-flow work-doing device, ecological optimization criteria, optimized performance

循环流化床烟气脱硫床料的质量平衡和化学成份的变化 = **Mass Equilibrium of Gas Desulfurization Bed Materials in a Circulating Fluidized Bed and the Variation of Chemical Composition** [刊, 汉] / FAN Bao-guo, QI Hai-ying, YOU Chang-fu, et al (National Key Lab of Coal Clean Combustion under the Tsinghua University, Beijing, China, Post Code: 100084) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 319 ~ 321

A theoretical analysis was conducted of the variation of bed materials mass and chemical composition in the desulfurization process in a circulating fluidized bed. It has been found that with the circulation ratio selected at 5-50 and the effectiveness of a separator attaining 83%~98% it is possible to maintain a mass equilibrium in the bed. In case a change of operating parameters gives rise to a change of mass of in-bed materials, it is possible through a quantitative change of bed materials leaving the bed to attain equilibrium very rapidly. By contrast, the dynamic state of chemical composition is unbalanced. Its transition process has been found to be dependent on bed material quantity in the bed, production rate of reaction products and the variation range of related parameters, etc. **Key words:** circulating fluidized bed, gas desulfurization, bed materials mass and chemical composition

利用双节流元件测量两相流干度 = **The Measurement of Two-phase Flow Dryness by the Use of a Dual-throttle Element** [刊, 汉] / YE Qiang, CHEN Ting-kuan, LUO Yu-shan (National Key Lab of Multi-phase Flows under the Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China, Post Code: 710049) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2001, 16(3). — 322 ~ 324

Based on a model of classical uniform-phase flow and divided-phase flow the authors have deduced a formula for the direct measurement of dual-phase flow under an ideal condition. The applicable scope of usage of the formula is analyzed. An experimental device has been designed, which incorporates a horizontal orifice plate and a vertical descending Venturi