

基于网络的状态监测与 诊断技术研究

华中科技大学 (湖北武汉 430074) 胡友民 杨叔子 杜润生

现代企业中往往安装有许多大型复杂的机械、电气、液压、气动和控制设备与装置,这些设备和装置相互协调共同完成一些特定的生产任务。由于设备的结构和功能不断增加,其维护的难度也相应增大,且一旦出现故障所带来的后果将十分严重,经济损失也大。因此设备状态监测与诊断技术历来得到了广泛的重视。早在冷战时期,美国就开始研究应用于军事装备的状态监测与远程诊断系统,后来又在海洋石油平台和大型电站设备上推广使用;丹麦 B&K 公司开发的 COMPASS 系统则通过卫星通信对设备进行状态监测与远程诊断,美国 WHEC 公司通过电话线对大型回转机械提供远程

诊断服务;美国的高技术开发署也开发了基于网络的机械远程诊断预测系统。

计算机及网络技术的快速发展,极大地促进了状态监测与诊断技术的进步,也为研究基于网络的状态监测与诊断方法提供了坚实的物质基础。近年来在设备监测与诊断领域出现了许多新理论新方法,如远程状态监测与故障诊断、智能化监测与故障诊断和分布式设备状态监测与故障诊断技术等等都是以计算机与网络为基础的。现代先进的状态监测与诊断技术的发展离不开计算机与网络。Internet 以及现场总线(Fieldbus)技术的日渐成熟与普及,基于现场总线技术的智能传感器件、现场

术已有十余年历史,现有十余台 NC 机床,在 HTC 发展过程中起了积极作用,但 NC 系统中存在着许多难以克服的问题,NC 成为 HTC 产品加工过程中的“瓶颈”。于是,HTC 开始研制 INC 系统(HTC—INC)。

HTC—INC 系统采用间接的 DNC 系统,即在原有的 NC 机床的基础上,配上计算机联成一个 DNC 系统,从中央计算机或上位机来的控制指令绕过原有的读带机,通过连接装置(工控机或商用 PC 机)分别送到各台机床的 INC 系统中去。

HTC—INC 系统结构如图 2 所示:

工控机挂在车间级局域网上,作为下位机与底层 NC 机床通过 RS232 等串行口相连,上位机与工

图 2 HTC—INC 系统结构图

艺处 CAD/CAM 子网连接,组成类似客户机/服务器方式,数控数据从由 CAD/CAM 子网传输到上位机,再由上位机分送各工控机来控制 NC 机床,数据不仅应该能从 CAD/CAM 子网中送到数控机床,也应该能从数控机床得到有关信息,例如运行

时经过修改的数控程序、工况数据和机床数据,包括加工任务的开始和结束、停工和废品原因等反馈信息。通过与车间控制管理系统的有机集成达到以下目的:

(1) 车间管理人员可在上位机随时得到数控加工作业任务,了解各 DNC 系统实时生产状况和进度以及当日数据和历史数据。

(2) 对实时数据和历史数据进行必要的统计分析处理、打印各种报表。

(3) 系统能稳定运行、性能可靠、扩充方便、易于并入规划及发展中的上层 HTC 管理信息网络系统。

(4) 有处理突发事件的能力。如原先确定加工某零件的机床临时发生故障或被别的加工任务所占用,编程人员可及时修改程序,将这一任务立即分配到另一台机床上去。

(5) 能方便地连接各类附加输入、输出装置。

HTC—INC 中开发了一个非常实用的便携式 DNC 通信系统,可以装在笔记本电脑上,通过一根专用的通信线与 DB630/810 等 NC 机床进行通信,这样可以解决那些不联网的 NC 机床进行 DNC 加工。

(收稿日期:20020815)

数字控制器的完善与使用,都为构造网络化的状态监测与诊断系统提供了可能和物质保障。

1. 传统状态监测与诊断系统分析

目前已有许多状态监测与诊断系统在使用,这些系统不论是简单还是复杂,一般都具有图1所示拓扑结构形式。从图上可以看出这种系统均包括如下几部分:

(1) 信号采集模块:由各种传感器、信号采集设备与软件组成,按照监测目的获取反映被监测对象的各类信息,并传送给上层故障分析处理模块。

(2) 信号分析模块:也可称为故障诊断模块,其主要功能是接受信号采集模块送来的反映被监测对象的信息,并对此信息进行分类、融合、提取特征征兆,判别对象运行模式,给出相应处理策略。

(3) 决策模块:根据诊断分析结果,给出对被监测对象进行调节与控制策略,保证受监测对象按预期目标正常运行。

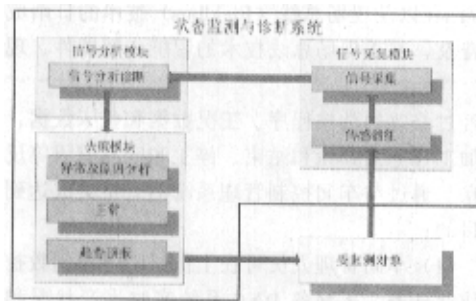


图1 传统状态监测与诊断结构图

这种状态监测与诊断模式主要存在以下缺点:

(1) 传感器检测受监测对象的状态信息为集中式检测与采集模式,这种模式在被监测对象不太复杂或地域分布相对集中时尚不显困难,但当对象很复杂或地域分布很广时,实施起来就很困难,且布线成本高。

(2) 检测到的大量信息直接送到故障分析处理模块,加重了此模块负担,甚至超载导致系统崩溃并提高了对计算机性能的要求,特别是对大型系统和生产过程监测这种问题更为突出。

(3) 大量的计算推理决策工作过分集中在一台或少数几台计算机上完成,一旦计算机出现故障将会导致整个系统瘫痪。

(4) 从系统的组成方式看整个系统为一种纯串联系统结构形式,诊断结果的可信度和可靠程度完

全建立在单个模块的可信度和可靠性基础之上,任何模块出现问题都会导致系统失效。

(5) 如果要实施多地域多个不同对象的同时监测,实施起来很困难。

2. 网络化监测与诊断系统总体框架

基于上述分析,本文提出一种基于网络的分布式状态监测与诊断系统模型如图2所示。整个模型从结构上分为四层,即现场设备级、车间状态监测诊断级、厂状态监测诊断级和远程监测诊断级。

现场设备级主要采集受监测对象状态信息,对采集到的原始信号作初步处理并完成设备级信息融合任务。现场设备级任务主要是采集受监测对象的状态信息,由现场数据站完成。现场数据站上配备有数据采集智能主体、数据融合模块及通信智能主体。数据采集智能主体可以根据监测需要将数据采集任务分解给不同的采集模块完成,数据融合模块对采集到的原始信号作初步处理和融合,除此之外现场数据站还要完成与上层车间级之间的通信任务,这主要由通信智能主体实现。

车间状态监测诊断级是整个状态监测与诊断系统的核心。在这一层包括监测与诊断站、WWW服务器和数据服务器。监测诊断站主要完成状态信息特征提取、故障诊断及诊断决策任务,其中诊断智能体完成车间一级生产过程与设备的状态监测与诊断任务,对于复杂的或无法确认的故障可交由上层厂级设备管理诊断中心处理。WWW服务器实现整个系统管理及网上信息发布。数据服务器保存各种数据并提供数据服务。由于车间级还是厂级与设备级的联系枢纽,通信与协作任务繁重,故此将通信智能主体专门于WWW服务器上,负责管理和协调通信任务。

厂级网络是工厂网络的最上层,也是全厂网络管理中心,设置有生产计划与设备管理中心,另外还设有负责全厂网络管理及INTERNET接入服务的厂级信息中心。其中,设备管理及状态监测诊断中心完成全厂设备日常管理与运行状态监测,对车间级监测诊断中心提出的诊断请求等予以支持,对于难以解决的问题则寻求远程监测诊断中心的支持与服务。

远程监测诊断中心一般设置在企业集团或相关研究机构和大专院校,主要功能是对企业的设备管理、状态监测、故障诊断、人员培训和相关软件升

级等工作提供技术支持和服务, 对企业请求的诊断需求组织协同攻关。

该模型充分运用分布式人工智能和网络的特点, 完成状态监测与诊断任务, 这种模型主要有以下特点:

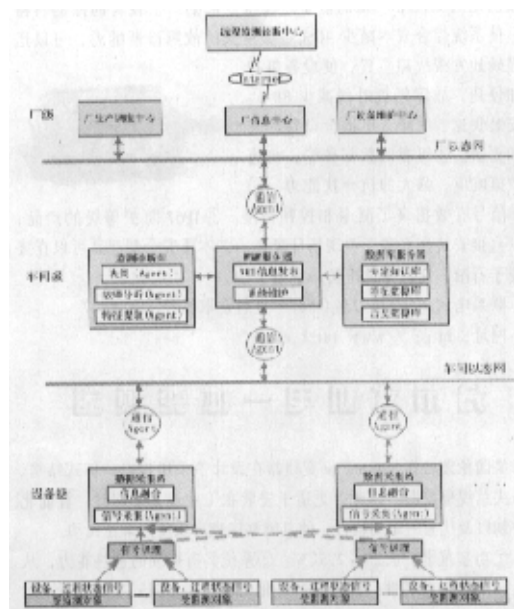


图2 基于网络的分布式
状态监测与诊断系统模型

(1) 采用层次化结构模式, 结构层次清晰, 系统维护方便。

(2) 部分硬件模块在功能上可以相互备份实现了冗余配置, 软件设计中设置有自诊断、自维护与自恢复能力, 提高了系统的可靠性。

(3) 构成系统的各功能模块相互独立, 单个模块失效不会导致整个系统失效。

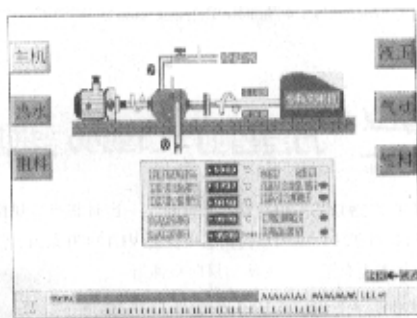
(4) 软件开发中应用智能主体技术, 不同的模块分别由不同的智能主体进行协调管理, 不同层模块间的协作与通信必须经由相关智能主体才能完成。整个系统内的协作与通信任务全部交由智能主体管理和实现, 充分利用分布式人工智能和智能主体的优点来实现状态监测与诊断系统的配置与运行管理, 大大提高了系统的智能化程度。

(5) 通过网络将各个模块和智能体联系起来, 系统构成上不受被监测对象的地域分布限制, 完全实现分布监测, 集中管理。

(6) 整个监测与诊断网络可以直接并入企业的管理信息系统, 为生产企业的 CIMS 构成提供保障。

3. 应用实例

应用上述模型, 笔者为某化工企业大型混合机无人化生产线开发了一套基于 PLC 与 IPC 的在线实时远程监控与诊断系统。系统硬件构成上采用基于网络的结构形式, 实现了在线、实时与远程监测诊断, 具有运行状态在线实时监视、设备及工艺参数测量、数据采样及数据分析处理、故障诊断与报警、设备状态信息报表生成及生产过程与设备状态信息网上实时发布等功能。图 3a 为该系统主电机监视界面, 图 3b 为系统主要参数监视界面。



(a) 系统主电机监视界面



(b) 系统主要参数监视界面

图3 混合机在线实时远程监控系统界面

基于网络的分布式智能化状态监测与诊断技术正在不断走向成熟并在工业、国防及交通运输等领域获得广泛应用, 网络化状态监测与诊断技术是未来监测与诊断技术发展的重要方向之一。基于网络的监测与诊断技术中仍然还有许多问题有待深入研究, 如网络化监控与诊断的系统架构与实现技术、远程协同诊断与会诊及网络化环境下的信号采集处理传输策略等等。

(收稿日期: 20021223)