

基于 Agent 技术的设备智能监测与诊断分析

杨青松

(中海油能源发展装备技术有限公司 天津 300450)

摘要:在经济优质发展推动下,机械设备不断升级,并逐渐向高速度、高功率的方向迈进,同时网络化发展趋势明显。在这样的背景下,传统故障诊断技术弊端不断涌现,无法保障复杂设备的诊断质量。实际应用中,为了提高故障诊断能力,适应工业企业需求,需要对设备诊断系统完成实时性、智能性的升级改造,将故障诊断系统推向全新高度,促使其正式进入智能化时代。而 Agent 技术的提出,为故障诊断技术发展提供了契机,作用十分重大。本文基于 Agent 技术,详细阐述了智能监测诊断系统的结构设计、软硬件资源及运行平台的设计,为智能监测诊断技术的发展提供辅助。

关键词:智能监测; Agent 技术; 诊断分析

0 引言

诊断 Agent 的应用效果比较理想,目前已经成为故障诊断智能化发展的重要方向。该技术优势突出,设备的安全可靠运行需要该技术的大力支撑,借此提高故障诊断的精准性,并且节省人力、时间,合理减低维修成本,为故障诊断提供便利。

1 Agent 技术概述

Agent 概念最早是由麻省理工学院的 Minsky 教授在其著作《The Society of Mind》中提出,社会中的某些个体经过协商之后可求得问题的解,这些个体就是 Agent^[1]。Agent 技术较为复杂和全面,涉及内容较多,四个最基本的特性如下:

(1) 自主性。结合现实可知,Agent 的运行较为自由,通常情况下不需要人类干预,也无需其他设备辅助,灵活度较高。在实际应用中,它能够控制自身行为,并且调整内部状态。自主性也是其主要优势。

(2) 反应性。通过应用现状了解到,Agent 感知能力超强,对其所处的环境进行感知后,可以作出适时反应。

(3) 能动性。能动性也属于 Agent 的一大特征,它不仅可以对环境作出反应,还可以反馈目标驱动的行为,应用价值较高。

(4) 社交性。在现实应用中,Agent 之间可以通过对应的通信机制进行信息传递,并在此基础上协同工作。

通常情况下,Agent 的结构形态可以分为多种,一种是思考型 Agent,这类形态比较常见,其基本结构如图 1 所示。除此之外,还有反应型和混合型。

(1) 信念 (Belief) 在整个结构形态中,代表的是对环境的认识,需要注意的是,在现实应用中,这种认识应全面,并且始终保持正确。

(2) 愿望 (Desire) 通常情况下是 Agent 希望达到的状态,在现实应用中,人交给 Agent 的任务,经常由其表达。

(3) 意图 (Intention) 模块在整个系统中非常关键,描述了 Agent 为达到目标采取的动作步骤。

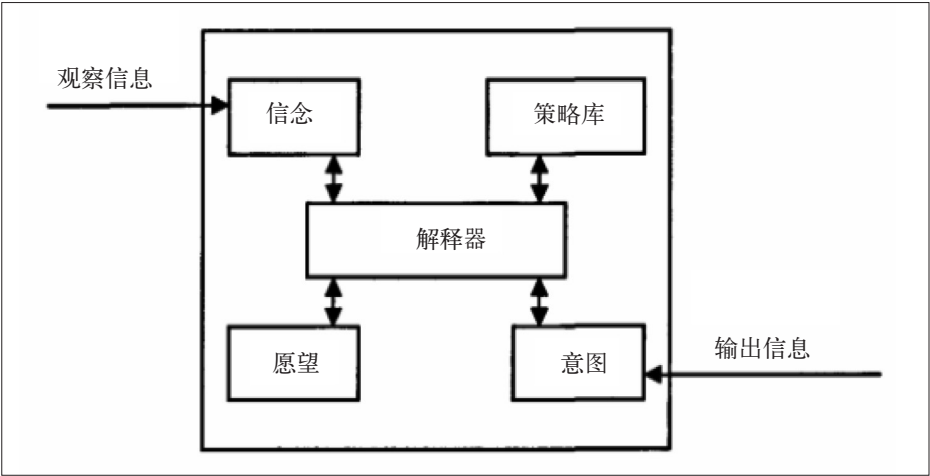


图 1 思考型 Agent 的结构形态

但需要强调的是，意图在 Agent 的动作中，经常会因为环境改变，从而衍生出新的动作步骤，这是需要高度关注的。

2 远程故障诊断系统

2.1 智能诊断系统设计

根据远程故障诊断，可以将组成部分职能明确，在实际应用中，可以把它细致划分，除了管理层之外，通信层和执行层同样重要。与各个层次相对应，可以将 Agent 定义为管理 Agent、通信 Agent 等。其系统结构如图 2 所示。

- (1) 监测 Agent 在实际应用中作用突出，主要是发挥监视以及存储作用，是较为基础的环节。
- (2) 诊断 Agent 在应用中的任务是实现各种诊断算法，同时兼顾发送诊断请求，结合实际情况，向其他诊断工作组定期发送相关信息。
- (3) 管理 Agent 在其中的任务是将最终的结论以相对科学的方式送到用户接口子系统，发挥桥梁的作用^[2]。
- (4) 用户接口子系统是独立存在的，负责提供界面，其功能是显示诊断结果，在此基础上，向系统发出命令。
- (5) 处于中间模块的通信 Agent，主要功能是提供通信支持，它之所以位于中心环节是因为：一方面传输数据的正确性要由它来保证；另一方面，需要结合网络状况，采取高度匹配的传输策略，借此多角

度提高传输效率。

2.2 MAS 的结构设计

站在功能模型角度，目前推行的多代理系统 (Multi Agent System, MAS) 概念属于一种集中描述，该概念客观反映了系统体系结构以及对应的功能等，共分为五个层次，其中控制层是最基础的，除此之外，还有功能层、支持层等。深入研究可以发现，控制层作用显著，负责各部分的连接，同时还要承担协调和总控职责。功能层通常情况下，要按照具体子任务进行高精度划分，将其分解成多个功能子系统，这是该模块发挥作用的前提。各子系统相互配合完成具体的任务，保证理想的效率。支持层同样关键，对功能层从不同角度提供求解手段的支持，研究发现，系统的“智能”体现要靠这部分来实现。服务层最为特殊，真实工作是对系统所需数据进行高质量、高效率的存储，以此作为前提，提供数据服务。结合现实可知，对象层囊括了监测对象，可以将其看作是知识、策略的来源，在整个体系中，是最前端的一层，意义重大。

3 智能监测诊断的实现

3.1 软硬件资源分布

从实际应用了解到，数字设备工作状态重要信息的捕捉主要依靠前端计算系统。为了保证良好的捕捉效果，收集到有价值的信息，可以放置高性能的、相对完善的系统 (嵌入式计算系统)，在其上运行 Agent 平台，借助这种模式，有效启动监测 Agent，实现 Agent 参数提取。

现实应用中，无论是故障诊断 Agent 还是发挥管理效用的 Agent，都应该位于远程 PC 上，这样用户通过监控点设置成的界面，可以进行启动和控制 (远程操作)，发挥各子系统作用。任务经过分解后，将其发送给诊断 Agent，这样具体的诊断任务就会由诊断 Agent 执行，并在诊断流程结束后，将结果通过界面 Agent 充分、合理显示给用户。

通过研究发现，监测 Agent 处于核心位置，并且一直保持理想运行状态，当其工作时，意味着其他的 Agent 多数处于休眠状态。远程计算机资源丰富，

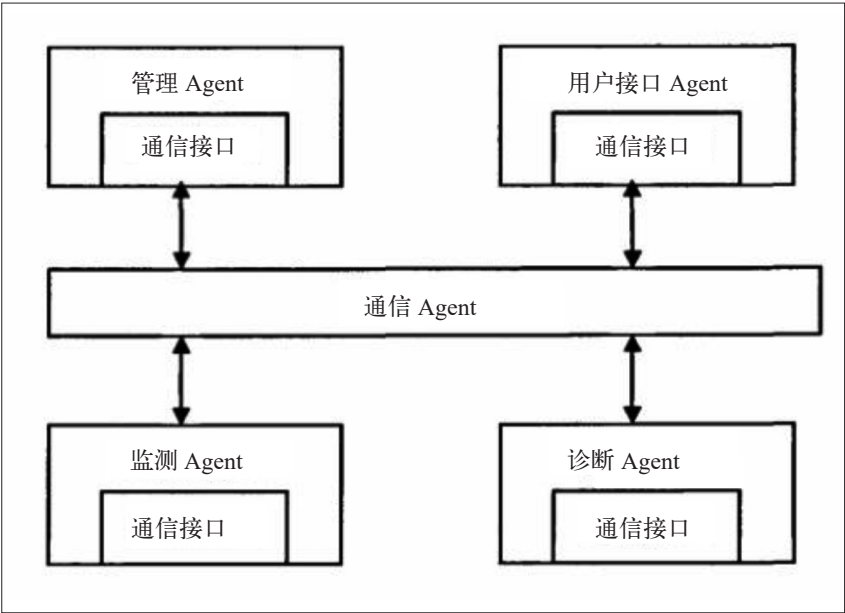


图 2 远程故障诊断系统结构

在现实使用中，可以负载较多的任务，从而启动较多 Agent 实体，嵌入式计算平台设计将会成为设计要点^[3]。

嵌入式系统的实现，会提升系统诊断的功能性。现代嵌入式系统，多数情况下，均带有网络通信接口，可应用于前端现场，通过该项技术应用，可将数据发送到远程 PC 上。

经过实践可知，嵌入式 Agent 在适应式远程诊断中，效果十分突出。适应式远程诊断重点在于信息的按需传输，具体来说，Agent 传输给其他 Agent，在实际的信息传输途中，数据需要经过初步处理，同时控制好数据冗余度，使其小于 41，只有这样，才能保证理想的智能诊断效果。目前，嵌入式系统的发展，将智能诊断推向了全新高度，使得软硬件资源充分保障的同时，能够支撑起相对平稳的 Agent 运行平台。软硬件资源分布对应结构如图 3 所示。

3.2 Agent 运行平台的设计

前文对 MAS 的智能诊断系统进行了介绍，从中可以发现，监测 Agent 节点较为特殊，本身处于最前端，在实际应用中，直接接触监测对象和相关设备，在现实使用中，应该具备如下功能。

3.2.1 网络通信功能

网络通信功能是最应该具备的功能，它具有一定优越性，可以从网络上归纳、总结请求信息，同时实现信息接收和自身能力选择，在实际应用中，可以接受或拒绝请求，自由度比较高。当接收到任务时，会对任务进行判断，如果超出自身能力，或者在任务执行期间突发事件时，能够自动完成和其他 Agent 的协调工作，在此前提下，将信息共享。与此同时，发挥实时监测作用，从前端设备和监测对象中得到关键参数信息，为了方便利用，提高信息的利用价值，将其存储到对应的数据模块里。

在目前的工厂里，多数采用光纤和无线 Wi-Fi 组成的局域网。要发挥 Agent 系统的作用，需采用统一的标准接口，方便各 Agent 数据库进行数据交换，设备诊断大数据之间一般可采用 Web Service、HTTP、FTP、REST 和 SOAP 等多种通信协议。

3.2.2 数据处理功能

现实中，从前端监测对象处通过可靠手段获得的数

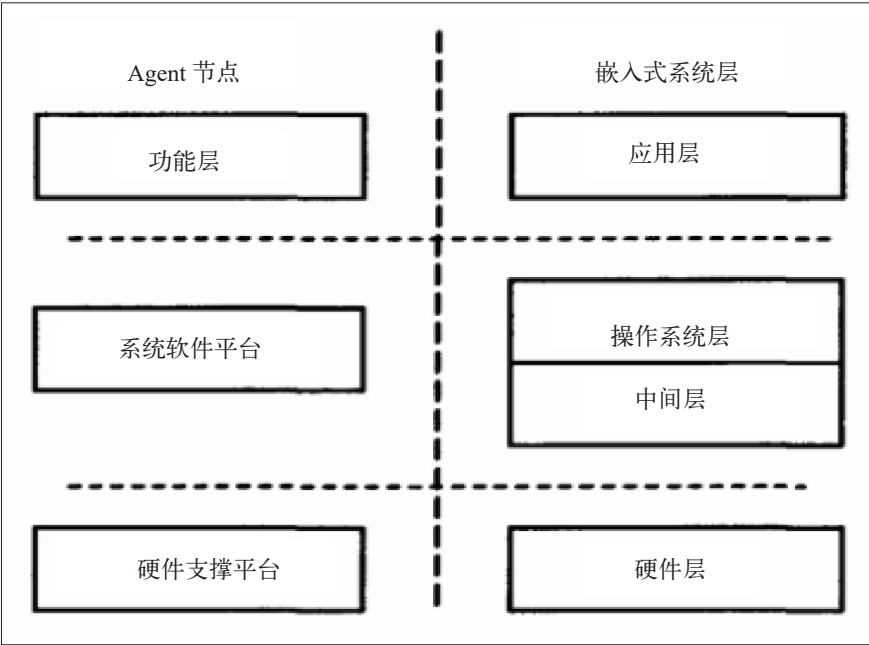


图 3 软硬件资源分布对应结构

据都属于原始数据，这类数据想要使用，需要进行初步处理，具体做法是压缩数据量，在此基础上，留取有效数据和指向性参数，保证顺利开展状态分析，提高数据处理能力。实践表明，柔性嵌入式监测 Agent，应用效果极佳，可用于监测和诊断。所谓柔性，特指信息按需传输，在实际应用中，嵌入式 Agent（本地设备的）在数据采集后，需要高质量完成数据预处理，以此作为前提，对状态做出评估，将数据选择性传输到网络上，保证监测工作顺畅完成。

3.2.3 分析诊断功能

工厂设备一般是按照分布式单体排列的，不管是成规模的生产线，还是零散设备，均要具体到个体进行数据采集。按照各设备（如压风机、车床等）进行的状态反馈，分析其数据内容和信息，有且包含如下状态：设备整机运行时间、主电机温度及电流反馈、液压油温度及压力变化、加工产品时设备转速变动等。收集以上的数据并在 Agent 系统中进行数据的合并、分析、归纳，进而与以前的数据进行对比，判断是否超过其设定阈值，在大量的数据对比分析下得到更多更全面更有价值的信息，从而明确设备是否发生了故障，得出其故障发生点的位置及解决办法，提高诊断效率与频率。

3.2.4 专家库功能

专家库即数据库（database servers），用来存储设备数据的原始特征，通过数据采集得到的信息、

通过推理得到的信息、通过分析诊断得到的信息、最后输出的解决信息均在其中。但 Agent 系统由多个子系统组成，分布式排列，它们之间要想协调工作，需要互相交换其不同方面的数据，为设备故障解决提供完善的数据和以前存储的经验，共同为诊断率的提升贡献自己的力量。另外，这些数据存放在不同的数据库中，想要各子系统协同进行数据交换，还需要具备网络通信能力。

专家库还具有丰富的专业领域知识，可以通过人类赋予的专业知识与专业能力，模拟人类思考与决策的过程，从而得出最终结论。专家库最大的优点为其深度学习能力，在系统运行一段时间后，相似的问题将被总结归纳，并通过系统的分析能力，优化出更适合的解决方案。

3.3 Agent 运行平台在生产实际运用中的设计

3.3.1 建立目标收集信息

依据车间设备实际情况，对设备进行状态细分。车间设备种类虽多，但可收集与反馈的种类主要有以下几种，具体见表 1。

如表 1 所示，不同的信息对应着不同的收集方式，收集的状态更是千差万别。而车间生产线的设备多，产生的信息也多，各设备的机械结构也是各有不同，必须对以上收集的信息进行有效整合、合力利用、科学分配，获得更好的数据来源。

确定目标后，根据需收集的目标种类与现场形式建立收集框架，使各设备之间的信息实现传输，打破不同设备之间的单机现象，同时也为设备故障诊断提供详尽的数据支撑。设备采集框架如图 4 所示。该框架通过各种有效的连接方式以及统一的数据输出接口，将各式数据全部连接至协同控制平台，通过平台的逻辑判断，从而确定故障的最大可能性，出具故障解决方案。

3.3.2 系统工作原理

该系统的原理是：当系统开始运作时，各设备的诊断 Agent 子系统的管理 Agent 系统会依据上级指令要求，

查看各诊断 Agent 子系统的状态，并将收集的信息数据存放到数据库里，以确定当前各项收集参数是否正常。如某诊断 Agent 子系统发现当前状态异常，就会把监测数据和诊断结果发送到管理 Agent 系统中；如诊断 Agent 子系统确定不了当前诊断结果，会向管理 Agent 系统发送请求，管理 Agent 系统会要求各 Agent 子系统共同进行诊断，加大数据演算能力，并在接收到诊断结果后，进行最终的判断以出具解决方案。而且，每次的诊断结果均会传输至协同控制平台中，存储在专家库里，丰富各类故障诊断方案，以便下次出现问题时能迅速解决。

4 结语

基于 Agent 技术的设备智能监测系统，其更好地保持了智能性、主动性、深度学习及适应性、协调性等特点，在设备诊断过程中对设备的各项信息及

表 1 车间设备种类收集及反馈

收集方式	收集状态	收集设备
收集卡收集	振动、温度、电流、电压、转速等	收集卡
PLC 收集	I/O 通断	PLC
变频器收集	电流、电压等	PPI
局域网收集	设备信息、出厂时间等	局域网

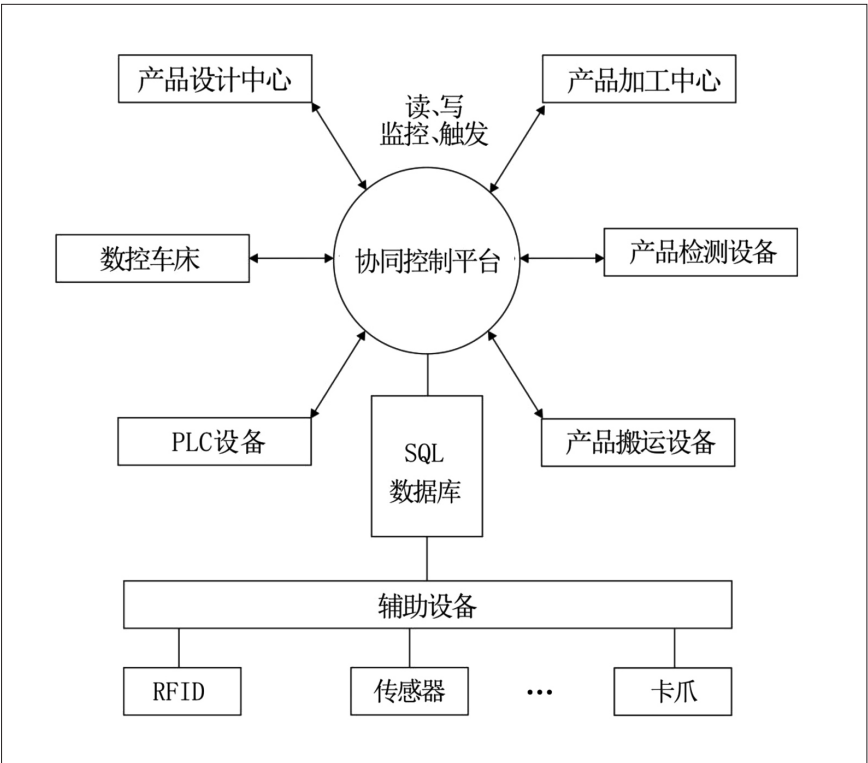


图 4 设备采集框架

使用状况及时反映,实现了设备监测诊断的规范化、网络化、流程化。该系统有益于设备管理、车间维修作业、工时统计分析、设备保养上报等协调作业,使用户能更加科学系统地管理设备,保障设备以更优秀的性能运行,能及时地维修保养,提高车间生产运行效率,更好地为工厂生产保驾护航。

综上所述,智能检测与诊断属于新时期故障诊断发展方向,而 Agent 技术是其重要支撑。基于该技术的诊断系统功能更加完善。多 Agent 系统不仅开放性强,而且分布广,是智能诊断系统优化升级的良好辅助工具,需要高度重视,提升其应用价值,

为设备智能监测与诊断提供助力。

参考文献:

- [1] Agent 技术 [DB/OL]. (2021-12-14) [2023-01-28]. <http://baike.baidu.com/view/1446990.html>.
- [2] 郑立中, 韩建伟, 郑逸非, 等. 基于大数据技术的电气设备运输状态监测及智能预警系统 [J]. 电子设计工程, 2021, 29(07): 119-123.
- [3] 潘学华, 代波, 杨德慧, 等. 基于非侵入技术的单体式智能用电监测设备的研制与应用 [J]. 广西电力, 2020, 43(06): 40-45.

(上接第 110 页)

了机组运转过程中可能造成转子振动大幅波动的主要因素,为今后判断转子运转状态总结了经验。从保障机组运行安全的角度,建议采取以下措施:

(1) 尽可能安装机组在线监测系统。通过键相探头测量出的数据,专业人员可以很快确定转子出现故障的大致原因,为快速解决问题提供正确的方向和方案。本文中的机组由于还没来得及安装在线监测系统,导致问题判断比较吃力。

(2) 重视压缩机进出口管道的安装,特别是无应力配管和管道膨胀节的安装。施工阶段应建立严格的检查体系,确保后期工艺系统由“冷态”转向“热态”时,机组能够平稳过渡。

(3) 一般机内动静摩擦在振动数据上会呈现锯齿状曲线,而且多数情况下振动值变化非常大,瞬间即达到联锁值,结合轴位移变化情况能够判断出是否是机内出现了动静摩擦导致振动波动。如果出现振动区间震荡波动曲线,应该重点考虑油膜振荡引发的轴振动。

(4) 高速转子的径向轴承尽可能选用可倾瓦,相比椭圆瓦,可倾瓦能更好地形成油楔,转子运转的稳定性比较高^[3]。

(5) 油温对油楔的形成影响比较大,出油冷器的上油温度宜控制在 $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$,为了提高油温控制的平稳性,有条件的应该在油站安装油温自动调节系统。

(6) 低速暖机应充分,尤其“四合一机组”四台设备同时运转更应保证暖机时间,确保润滑油接触的轴瓦、转子等部件可以膨胀至正常水平,低速暖机充分高速运转时才会稳定。一般低速暖机不应低于 40min。

参考文献:

- [1] 徐志伟. 双加压硝酸“四合一”机组安装调试及运行经验 [J]. 科技传播, 2010(24): 116-117+268.
- [2] 张锁有. 浅析硝酸“四合一”机组中蒸汽透平机振动原因 [J]. 化学工业与工程技术, 2011, 32(03): 35-40.
- [3] 蔡伟. 大型汽轮机组油膜振荡的分析与处理 [J]. 中国重型装备, 2008(03): 44-47.

作者简介: 董向荣(1977.06-),男,汉族,山西长治人,本科,工程师,研究方向:硝酸、硝铵工艺。