

文章编号 : 1004 - 7271(2006) 03 - 0340 - 05

基于 LabVIEW 平台的工程机械故障树 和网络诊断系统

王永鼎, 王世明

(上海水产大学工程学院, 上海 200090)

摘 要 : 工程机械使用工况复杂, 系统可靠性要求高, 在故障识别和诊断的方法上, 利用顶事件与底事件之间的内在关系, 采用液晶屏上棒条模拟量显示, 加分级声光报警的形式, 在专家故障知识库的基础上, 建立了工程机械发动机和变速器的故障树, 设计了基于虚拟仪器的远程网络监测与诊断系统, 提供了在 LabVIEW 平台下的远程网络监测及故障诊断方法, 实现故障巡回检查、故障回放、故障查询、液晶灰度自动调节等功能, 为提高工程机械整机系统的可靠性提出了有效的措施。

关键词 : 工程机械; 故障树; LabVIEW; 可靠性

中图分类号 : TP 27 文献标识码 : A

Network diagnosis and fault tree system of construction machinery based on LabVIEW

WANG Yong-ding, WANG Shi-ming

(College of Engineering Science and Technology, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China)

Abstract : The complex working status requires construction machinery having higher reliability. Using the inter-relationship between fault phenomena and fault causation, and display simulation bar on LCD, sounding and lighting alarm, the fault tree of gear shift and engine of construction machinery was established on the basis of the expert system. A remote network monitoring and diagnosis system based on Virtual Instruments is presented and the method of remote network monitoring and fault diagnosis based on LabVIEW is given. The functions of fault returning checking, fault re-displaying, fault inquiring, and LCD auto-adjusting are carried out. The research result will be an effective measure of improving system reliability of fault diagnosis of construction machinery.

Key words : construction machinery; fault tree; LabVIEW; reliability

工程机械在各种施工装备中所占比例较大, 但由于其系统复杂, 外界干扰因素多, 诸如气候条件、作业对象阻力、路面条件等, 使工程机械作业效率严重下降, 动力特性难以发挥, 而且由于需要频繁调整工作装置, 操作人员的劳动强度较大。另外, 由于以上工作条件, 使系统常出现各种故障。随着电子技术的发展, 传统的事后维修正在向故障预报和整机在线维修的方向发展。因此, 对其故障的事先诊断分析就显得非常重要^[1]。

故障树是目前故障诊断中应用较多的方法之一^[2], 它建立在对系统的故障经验库基础上, 采用逆向

收稿日期 : 2005-12-05

作者简介 : 王永鼎(1963 -) 男, 上海市人, 副教授, 硕士, 主要从事动力机械及其控制系统研究。Tel : 021 - 65710399, Email : ydwan

@shfu.edu.cn

推理 将系统级的故障现象(顶事件)与最基本的故障原因(底事件)之间的内在关系表示成树形的网络图,各层事件之间通过“与”、“或”、“非”、“异或”等逻辑关系相关联,推导出各故障和各单元故障之间的逻辑关系,利用这种逻辑关系从观测到的顶层事件故障出发,逐渐向下演绎,最终找出对应的底层故障原因,从而为驾驶员和维修人员提供可靠的维修线索^[3]。

1 工程机械电子检测系统

电子检测系统是故障诊断的基础。一般工程机械电子检测系统采用液晶屏上棒条模拟量和分级声光电报警的形式,监控系统包括安装在司机正前方的组合仪表显示板和安装在司机视野内的红色发光二极管等,第一级只实时显示工作状态数据,第二级报警要求司机立即注意故障,但不必立即关闭发动机,第三级报警则在发出信号的同时自动关闭发动机。本检测系统采用液晶屏上棒条模拟量显示加分级声光报警的形式,显示的主要内容有:冷却液温度、发动机转速、小时计、燃油液位、柴油机机油压力、变矩器油温、变速器油温、蓄电池电压,同时显示模式、挡位状态和转向状态;根据故障的严重程度分级报警,这些信号主要有:柴油机空滤负压、液压系统精滤器、柴油机机油低压、冷却液高温等。通过对原机进行改造,增加必要的传感器和综合仪表显示设备,为司机和维修人员提供简单明了的人机界面,实现故障分级报警、自动切换及防止误操作等功能。

此外,还有故障巡回检查、故障回放、故障查询、液晶灰度自动调节等功能。

故障巡回检查:当有故障出现时,故障巡回检查模块自动切换到故障界面,并在相应位置按国际标准符号显示故障图标;

故障回放:查看每次故障的内容和发生时间,并指出故障部位;

故障查询:统计故障发生的次数,计算发生概率,以作为故障智能搜索的依据;

液晶灰度自动调节:可根据作业环境温度的变化调节液晶显示屏灰度,使它在整个环境温度范围内保持较好的清晰度;

通过以上电子检测系统实现了部分重要参数的在线检测和故障诊断,但要实现深层的故障预报和在线维修则需要建立故障树,并利用智能搜索策略来实现知识库的更新。

2 故障树的建立

任何复杂的工程车辆都是一个集机电液于一体的复杂系统,该系统包括发动机子系统、液压子系统、电气子系统、冷却子系统、机械子系统、附属子系统等。由于系统复杂,因此对其故障的定位准确度要求很高。一个系统部件的不正常可能引起多个检测参数的异常响应,而一个系统参数的不正常或系统的失效可能由多个系统部件的损坏造成^[4]。故障树分析方法是一种安全可靠的分析技术。它通常把系统的故障状态称为顶事件,然后找出系统故障和导致系统故障的诸原因之间的逻辑关系,并将这些逻辑关系用逻辑符号表示出来,由上而下逐层分解,直到不能分解为止。由于工程车辆系统的故障是建立在实验和人的经验的基础上的,因此这里用人工演绎法来建立故障树^[5]。

以下是故障树的建立步骤:

(1)选择和确定顶事件。顶事件是系统最不希望发生的事件,或是指定进行逻辑分析的故障事件。

(2)分析顶事件。寻找引起顶事件发生的直接的必要和充分的原因,将顶事件作为输出事件,将所有直接原因作为输入事件,并根据这些事件实际的逻辑关系用适当的逻辑门相联系。

(3)分析每一个与顶事件直接相联系的输入事件。如果该事件还能进一步分解,则将其作为下一级的输出事件,如同(2)中对顶事件那样进行处理。

(4)重复上述步骤,逐级向下分解,直到所有的输入事件不能再分解或不必要再分解为止,即建成了一棵倒置的故障树。

由于工作环境恶劣且负荷很大以及使用保养的不当,发动机系统经常会发生故障,从而降低生产

率,并带来不必要的损失。因此,将发动机子系统作为影响该机正常工作可靠性的重要环节进行故障分析,探讨提高其可靠性的途径是很有意义的。以下,就是发动机系统及变速器的故障分析和发动机系统及变速器故障树的建立。

2.1 发动机故障树

当工程车辆无法正常工作或工作时出现某些异常,就要对发动机系统进行故障诊断,以便维修及更换。根据使用经验,发动机故障可归结为:发动机转速传感器异常、机油压力不足、机油液位过高、发动机冷却水温过高以及发动机排气温度过高。

通过故障分析及整理,绘出其故障树如图 1 所示。

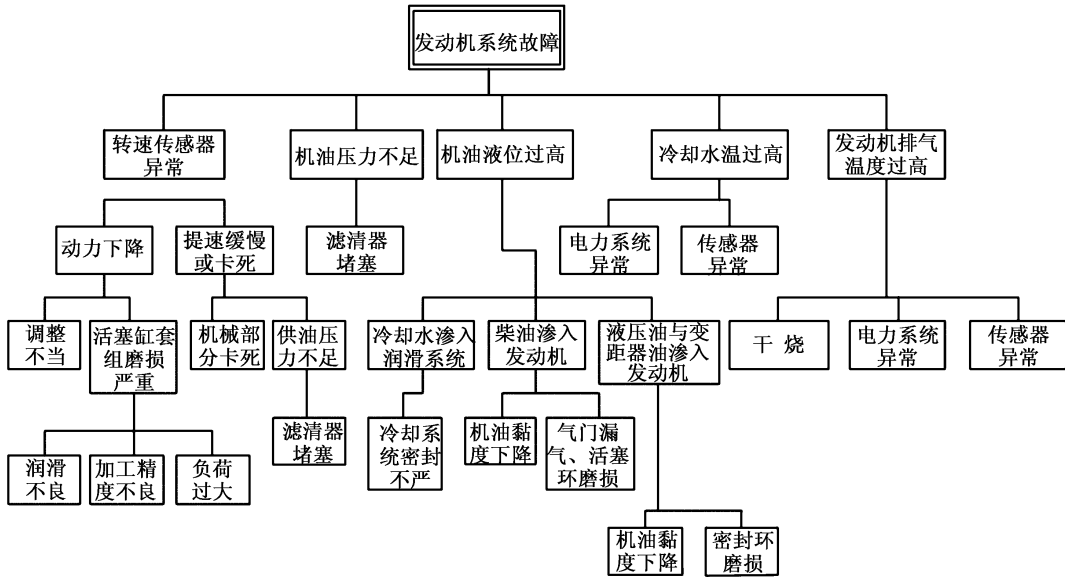


图 1 发动机故障树

Fig.1 Engine fault tree

2.2 变速器故障树

现代工程机械维修主要是更换总成,特别是自动变速器的很多总成是不允许修理的,有故障时只能更换总成,所以相对来说维修较简单。困难的是怎么判断故障的具体部分,即故障的诊断。故障诊断是用各种故障诊断方法,对自动变速器的电子控制系统、液压控制系统、机械系统进行测试和分析,最后确定故障的具体部位和具体故障部件。

变速器的故障树如图 2 所示。

3 基于虚拟仪器的远程网络监测与诊断的实现

采用 LabVIEW 及 LabWindows/CVI 构造虚拟仪器的平台,实现远程网络监测与诊断,相关的方法有:使用 DataSocket 技术进行网络监控,现场实时发布监控程序的网页,异地使用浏览器(如 Internet Explore, Netscape Communicator 等)进行监控;使用底层传输协议(TCP,UDP,DDE,Apple event 或 PPC)编程进行远程网络监控^[6,7]。

采用 DataSocket 技术进行网络监控,测控数据在网上的发布和共享是网络化远程测控工程应用的关键技术问题之一。NI 公司推出的 DataSocket 技术,是一种面向测量和自动化工程的网上实时高速数据交换的编程新技术,它摒除了较为复杂的 TCP/IP 底层编程,克服了传输速率较慢的缺点,大大简化了 Internet 网上测控数据交换的编程。

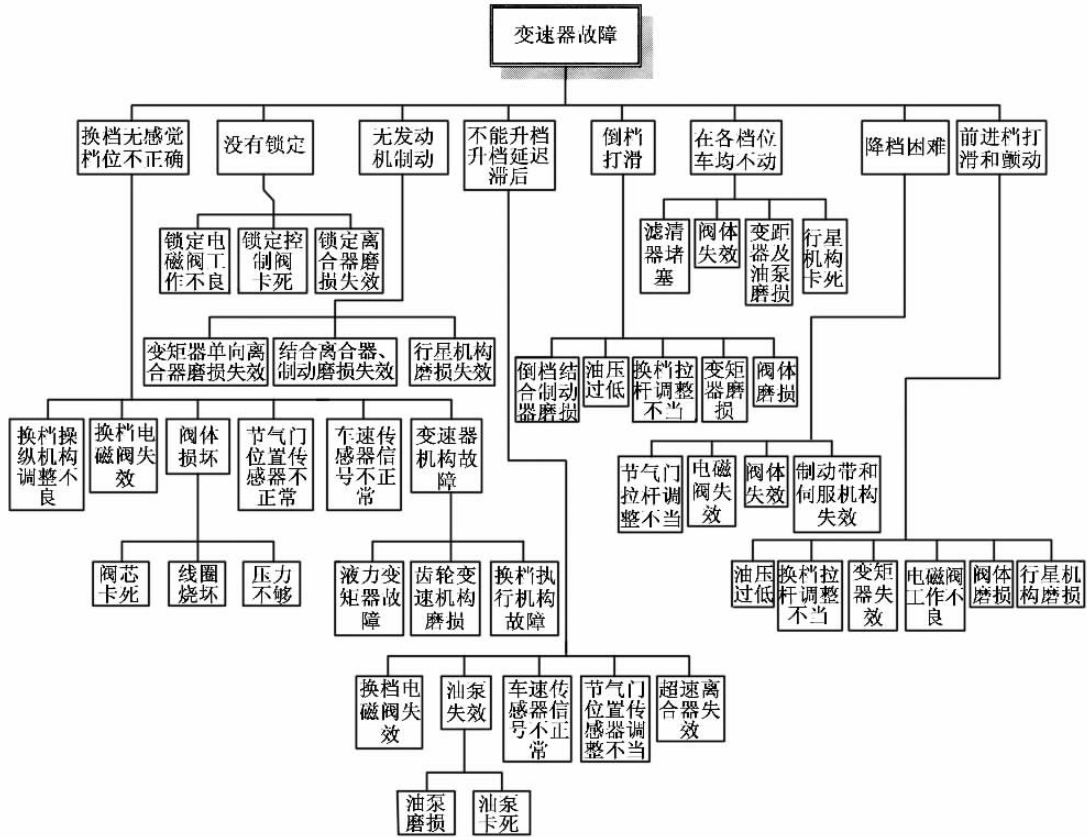


图 2 变速器故障树

Fig.2 Gear shift fault tree

DataSocket 包括了 DataSocket Server Manager ,DataSocket Server 和 DataSocket 函数库这几个工程软件。DataSocket Server Manager 是一个独立运行的程序 主要功能是设置了 DataSocket Server, 连接的客户端程序的最大数目和可创建的数据项的最大数目、创建用户组和用户、设置用户创建数据项和读写数据项的权限。DataSocket Server 是一个必须运行在服务器端的程序 ,负责监管 DataSocket Server Manager 中所设定的各种权限和客户端程序之间的数据交换。

远程网络诊断系统采用服务器/客户端模式 ,将服务器中的 DataSocket Server Manager 中的 Default Reader 设置为 everyhost ,则网中的每一台客户计算机都可读取服务器上的数据。运行测量端的 DataSocket Server 然后根据需要测量的数据写入 DataSocket 服务器的某一个或多个数据项 ,而客户端可通过网络读取所需的数据项就可以得到实时的测量数据^{8]}。

以下给出对工程机械故障信号进行监测和诊断的应用实例 ,工程机械为现场采集端 ,一台服务器通过插入计算机内的数据采集卡对现场信号进行数据采集 ,用 DataSocket Write 函数 ,向 Server 中写数据。局域网中的另一台主机进行数据接收 ,用 DataSocket Read 函数 ,从 Server 中读取数据。程序界面如图 3 所示。

在现场(服务器端)进行数据采集^{9]} ,并将界面实时发布到网络上。在远程(客户端) ,即可用浏览器(如 Internet Explore , Netscape Communicator 等)进行监视^{10]}。在将程序发布到网络上前要进行程序的网络设置。可以设置网络权限 ,增强网络安全性。在主机上运行现场测试程序 ,网络中另一主机上运行 IE 进行监视。现场测试数据变化 ,在远程计算机的浏览器中的相应项也发生同样的变化。

4 结论

本文通过分析了工程机械的特点,建立了基于专家知识库发动机和变速器的故障树,并实现了基于虚拟仪器的远程网络监测与诊断系统,使数据采集、数据处理、信息传输在网络上进行;有关信息可在网络上动态发布和共享,供相关技术人员、管理人员参考,可更加准确地定位或大致定位系统的故障发生部位。

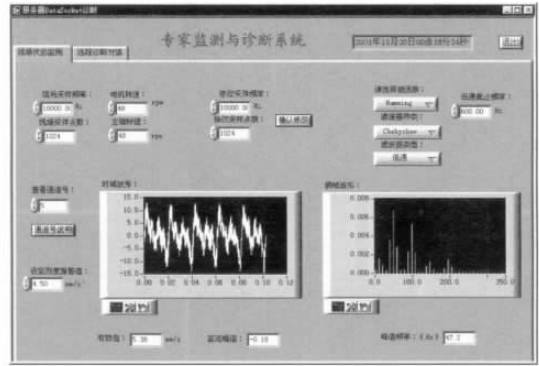


图3 专家监测及诊断系统

Fig.3 Expert monitoring and diagnosis system

参考文献:

- [1] 王世明. 车辆与自走机械机电液一体化研究与开发[D]. 西安交通大学博士后出站报告, 西安, 2002.3.
- [2] 洪冶, 蔡维由, 乐振春. 模糊故障树诊断及应用[J]. 武汉大学学报(工学版), 2001, 34(1):93-105.
- [3] 王润孝, 高利辉, 薛俊峰. 基于故障层次模型的集成神经网络诊断[J]. 控制与检测, 2005(3):44-46.
- [4] 孙培峰, 严爱芳, 朱建良. 汽车发动机故障诊断软件系统设计分析[J]. 农机化研究, 2003(1):198-199.
- [5] 王世明, 彭红. 专家系统与多媒体和数据库集成的研究[J]. 燕山大学学报, 2005, 29(1):68-70.
- [6] 姜海波, 殷祥超. 机械设备故障信号检测的LabVIEW实现[J]. 煤矿机械, 2005(4):137-139.
- [7] 杨忠仁, 饶程, 邹建, 等. 基于LabVIEW数据采集系统[J]. 重庆大学学报, 2004, 27(2):32-35.
- [8] 康泉, 张之敬, 张艳, 等. 基于LabVIEW的数字信号控制及检测技术[J]. 新技术新工艺, 2004(8):6-8.
- [9] 王京春, 姜立标, 李建如. 基于LabVIEW的车速信号采集与处理[J]. 东北林业大学学报, 2004, 33(4):102-104.
- [10] 陈庆章, 周建阳. 网络管理及诊断技术[J]. 计算机工程, 1998, 24(2):31-34.