

文章编号:1671 - 251X(2009)05 - 0097 - 04

# 基于 CLIPS 的电牵引采煤机故障诊断专家系统的应用研究

胡 俊

(煤炭科学研究总院上海分院,上海 200030)

**摘要:**文章介绍了基于 CLIPS 的电牵引采煤机故障诊断专家系统的基本模块组成,结合采煤机故障诊断信息数据库语义表述较多的特点,将 CLIPS 应用于 MG200/456 - WD 型电牵引采煤机摇臂液压调高子系统的故障诊断,并以一个采煤机子系统故障为例,给出了故障诊断模块的建立方法和步骤。

**关键词:**电牵引采煤机;故障诊断;专家系统;CLIPS

**中图分类号:**TD632

**文献标识码:**B

## 0 引言

由于工况恶劣,电牵引采煤机的故障发生频率较高,除已有机载仪表显示提示故障征兆外,现有的故障诊断基本依靠设备维修人员的定期巡检与经验排查,这种诊断方法很难做到准确及时,因此,需要开发一个小型的专家系统以提高电牵引采煤机故障诊断的效率和精度。在现有的故障诊断信息数据库中,对采煤机状态的定量数值记录很少,多是语义描述,因此,在知识描述形式上基本舍去了采用人工神经网络等基于数值的推理方法。CLIPS 语言是基于规则的语言,通过将一系列的征兆与原因对应成 IF A THEN B,具有符合人类专家的思维推理过程的特点。为此,笔者将 CLIPS 引入到电牵引采煤机故障诊断专家系统的建立中,以 CLIPS 作为平台,从知识库的建立、推理结构与工作流程等方面提出了一套电牵引采煤机故障诊断专家系统的设计方案,以有效缩短故障诊断系统的开发周期。

## 1 CLIPS 的介绍

CLIPS (C Language Integrated Production System)是由美国国家航天局约翰逊空间中心人工智能部在 1985 年推出的专家系统开发工具。CLIPS 吸收了较早的专家系统开发工具 ART、

OPS5 等的优点,具有功能完备、可移植性好、简单实用、应用领域广泛等特点。CLIPS 的语法结构是基于产生式规则的知识表达与推理的,这样的表示方式符合人类专家的思维过程,因此,CLIPS 语言非常适合开发基于语义表达知识库的专家系统。

CLIPS 的基本结构如图 1 所示,它包含开发环境和运行环境 2 个部分,开发环境用于建立知识库,即诊断规则库、事实库、并查询修改知识库和事实库;运行环境支持实际系统的运行。

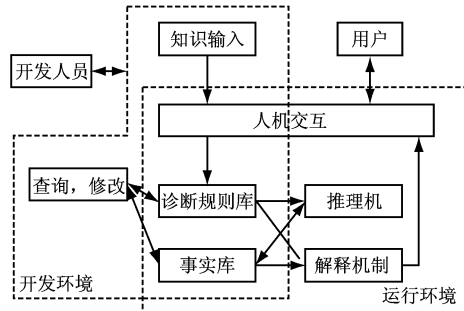


图 1 CLIPS 的基本结构图

## 2 故障诊断专家系统

电牵引采煤机故障诊断专家系统的结构如图 2 所示。系统主要包括知识库模块 (Rules)、推理机 (Inference Engine) 和事实库 (Facts) 模块。知识库模块存储了所有采煤机故障诊断的专家知识,知识的表达采用产生式系统规则形式;事实库模块存放的是由判断肯定而被选入的已知事实,通常是所见的故障征兆;推理机以正向推理为方向,将事实与相对应的诊断规则进行匹配,从而激活规则,并将激活的规则在议程 (Agenda) 窗口中显示,直到所有的事

收稿日期:2008 - 12 - 11

**作者简介:**胡 俊(1981 - ),男,2005 年毕业于华中农业大学机械设计制造及其自动化专业,现为煤炭科学研究总院上海分院在读硕士研究生,研究方向为故障诊断与预测技术。E-mail:hujun\_105@163.com

实全部匹配完成,所有被激活的规则后部构成诊断的最终结果,提供给维修人员参考。

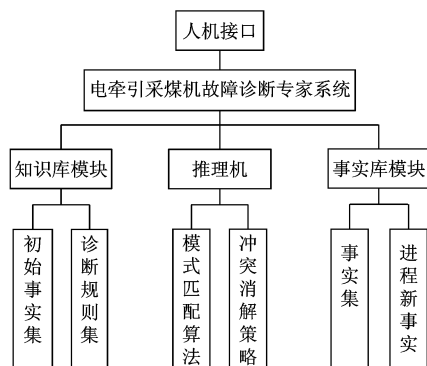


图2 电牵引采煤机故障诊断专家系统的结构框图

### 2.1 知识的获取

故障诊断知识来源于3个方面:一是基于专家启发式经验,通常称为浅知识;二是产生于诊断对象的结构组成和性能描述,又称为深知识;三是来源于故障诊断现场记录,这类知识通常需要整理才能获得。故障树分析法(FTA)能够将系统故障形成的原因由总体至局部按照树状结构逐级细化,针对某个特定不希望事件由果到因演绎推理。将故障树方法引入到专家系统的规则获取中,能够快速有效地建立起系统的知识库模块。

### 2.2 知识的表示

为了建立一个能模拟智能思维行为的系统,必须在系统中应用良好的知识表示形式,一个好的知识表示形式能够提高专家系统的应用效率。目前,比较常用的表示法主要有谓词逻辑、语义网络、Petri网、产生式规则、框架表示法等。采煤机现场故障诊断表单记录有故障现象、故障原因以及更换配件字段,具有较清晰的因果关系,因此,在这里笔者选择产生式表示法来表示规则。

一条最简单的规则表达式为 IF A THEN B, A 为原因又称前部, B 为结果又称后部,在故障诊断规则库中可以用 A 表示故障的表征现象,用 B 表示由此现象所关联的1个或多个原因。在 CLIPS 中,规则用以表示推理和行为的过程,使用 defrule 命令,语法格式如下:

```
(defrule rule-name "comments"
  LHS
  =
  RHS )
```

### 2.3 推理机制

CLIPS 的推理方式是以数据驱动的,先对故障树根部故障现象进行提问,根据回答内容激活规则库中相关规则,如果激活的规则后部是新的执行事

实,系统则将其添加到事实库中继续下一轮规则激活,如果是结论,系统则输出结论。然而,由于新事实的不断生成,因此,在规则执行的过程中会有事实的增加、删除和更改操作,每一次操作都将引起事实列表的更新。CLIPS 采用 Rete 模式匹配算法,即通过存储不断循环中匹配过程的状态,并且只重新计算在事实列表中发生了变化又反映到本次状态中的变化,提高了系统的运行效率。

推理机的冲突消解策略用于当2条及以上规则的前部同时被满足而激活时,选取1条进行优先激活。规则可以根据 CLIPS 提供的特权(salience)设定的高低顺序执行,特权的设定可以依据对故障树进行定量分析后给出,也可以依据现场记录的故障原因计频多少排序。当特权值相同时,CLIPS 内部默认采用的是深度优先策略继续执行后面的推理。

## 3 应用实例

电牵引采煤机由机械传动系统、电气系统、液压系统等组成,是井下最为复杂的机电设备之一。在构建一个采煤机故障诊断专家系统的过程中,采取分别对每个子系统以及子系统下的分系统建立诊断子模块的方式,每个子模块的建立过程大致相同。下面以液压子系统下的调高分系统故障作为实例,给出一个诊断子模块的建立过程。

### 3.1 获取故障诊断知识

选取天地科技股份有限公司上海分公司生产的 MG200/456-WD 型交流变频电牵引采煤机的摇臂液压调高系统作为诊断对象。建立其故障树网络,以方便获取故障诊断知识。

摇臂液压调高系统采用液压回路驱动油缸伸缩,从而调节摇臂摆角,达到滚筒调高的目的。液压回路由齿轮泵、粗、精过滤器、安全阀、换向阀、电磁阀、调高油缸以及管路等组成。根据系统结构知识与现有故障记录建立的故障树如图3所示。

参考图3所建立的摇臂液压调高系统故障树网络,创建一个新的记事本,在记事本中用 CLIPS 关键字 defrule 将故障树模型定义为一条一条的诊断知识即规则,每一条规则的后部可能是已推出的故障诊断结论,也可能是 assert() 语句以增加新的事实到事实库中。

### 3.2 推理及控制

本系统通过对摇臂液压调高系统故障下的第二级故障征兆进行提问,根据用户输入 yes 或 no 进行故障子模块的选择。以图3故障树为例,当进

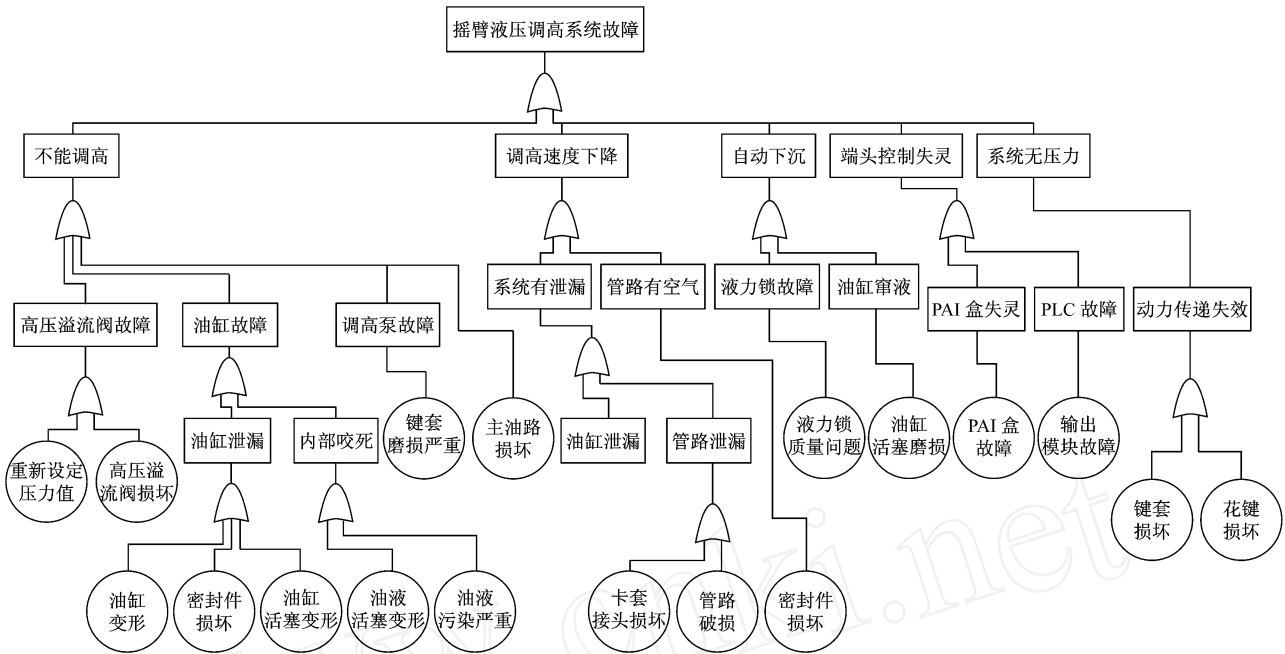


图 3 摇臂液压调高系统故障树示意图

入摇臂液压调高系统根结点时,首先询问故障现象是否为不能调高,回答肯定则添加不能调高的事实,进入不能调高子模块继续进行相应的故障现象提问;回答否定转到是否调高速度下降现象的提问。

摇臂液压调高系统第一级故障征兆的提问顺序由故障数据库中各故障类型出现的频次高低决定,依次是:不能调高、调高速度下降、自动下沉、端头控制失灵、系统无压力。

3.3 程序的编制

在本实例中采用询问和回答是否进行故障子模块流程选择。摇臂液压调高系统故障通常表现为摇臂不能调高、调高速度下降、摇臂自动下沉、端头站控制失灵和系统无压力,每种现象节点下的分支为继续细化现象的描述或者连接到故障原因。在系统初始化后通过询问何种现象:(1) 不能调高;(2) 调高速度下降;(3) 自动下沉;(4) 端头站控制失灵;(5) 系统无压力。回答(1)~(5)之间的问题后,系统将根据规则库中对应的规则,判断诊断流程走向。

如选择(1),则系统继续询问:高压溢流阀的设定值正确吗?继续回答是或否,直至产生 succeed 事实,系统输出针对故障的对策。系统询问的流程如图 4 所示。

3.4 程序的运行

在记事本里编写好程序文件后,更改后缀 txt 为 clp。打开 CLIPS 文件菜单里的 load 命令导入该文件,执行 Execution 菜单里的 reset 命令将自定义事实添加到事实列表,然后执行 run 命令执行程序,

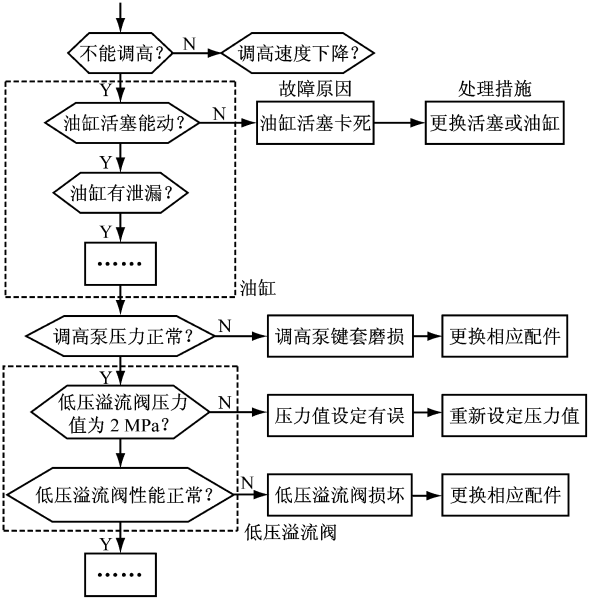


图 4 摇臂液压调高系统故障诊断询问流程图

根据提问回答 yes 或 no,直至得出诊断结论及对故障的相应处理措施。

4 结语

本文介绍了以 CLIPS 为平台的电牵引采煤机故障诊断专家系统的基本模块组成,结合采煤机故障诊断信息数据库语义表述较多的特点,将 CLIPS 应用于 MG200/456-WD 型电牵引采煤机摇臂液压调高子系统故障诊断,给出了一个采煤机子系统故障诊断模块的建立方法和步骤。该系统采用 CLIPS 作为推理平台,开发速度快,提高了常规人

文章编号:1671-251X(2009)05-0100-03

# 基于 CPLD 的矿用 LED 显示系统的设计

冯小龙, 钱建生, 王鸿建, 李 靖

(中国矿业大学信电学院, 江苏 徐州 221008)

**摘要:**文章介绍了一种采用 CPLD 配合单片机实现的矿用 LED 显示系统,详细介绍了系统的总体设计、单片机数据处理单元和 CPLD 扫描显示单元的设计。该系统以 89C55 单片机为控制器件,实现了与 PC 机的数据通信及数据处理功能;使用 CPLD 实现了 LED 显示屏的自动扫描,简化了系统结构,提高了显示屏的扫描速率。

**关键词:**矿用; LED 显示系统; 单片机; CPLD; 89C55

**中图分类号:**TD672 **文献标识码:**B

## Design of Mine-used LED Display System Based on CPLD

FENG Xiao-long, QIAN Jian-sheng, WANG Hong-jian, LI Jing

(School of Information and Electrical Engineering of CUMT., Xuzhou 221008, China)

**Abstract:** The paper introduced a mine-used LED display system based on CPLD and single-chip microcomputer, introduced design of overall, data processing unit of single-chip microcomputer and CPLD scanning and display unit of the system in details. The system takes 89C55 single-chip microcomputer as controller and realizes communication with PC and data processing function, and uses CPLD to realize function of automatic scanning of LED screen which simplifies the system structure and improves the scanning speed.

**Key words:** mine-used, LED display system, single-chip microcomputer, CPLD, 89C55

收稿日期:2009-01-09

**作者简介:**冯小龙(1977-),男,江苏大丰人,博士,讲师,2006年毕业于中国矿业大学,现主要从事模拟电子技术、数字电子技术方面的教学与科研工作,已发表文章11篇,参编教材1本。E-mail: xiaolong\_f@163.com

## 0 引言

LED 显示系统直观、方便,可以及时快速地显示各种通知、标语及其它信息,广泛应用于多种显示场合。在煤矿领域,许多地方要实时显示日期、时

工依靠经验诊断的速度和准确度,且该系统基于问答交互模式,也适合于新员工故障诊断知识的培训。

但该系统也存在不足之处:一是随着采煤机各子系统故障诊断知识模块的增加,在知识获取和推理流程控制方面还需做相应的调整和优化;二是 CLIPS 自身的人机交互界面不是很友好,但它采用 C 语言编写,通用扩展性较好,所以,可以在后续工作中采用 CLIPS 与 VC 等编程工具结合,开发出具有更好人机交互界面的复杂专家系统。

## 参考文献:

[1] 李跃新,胡 婕,秦 丽.知识工程基础与应用案例

[M].北京:科学出版社,2006.

[2] 杜 晖.决策支持与专家系统[M].北京:电子工业出版社,2007.

[3] 王永庆.人工智能原理与方法[M].西安:西安交通大学出版社,1998.

[4] 朱启建,逢杰文,孙晓伟.采煤机故障诊断专家系统的知识表示与知识获取[J].山东科技大学学报:自然科学版,1999(3).

[5] 潘茂庆,查国云,惠克翔.基于 CLIPS 的专家系统在机载航炮故障分析中的应用[J].火炮发射与控制学报,2002(3):44~47.

[6] 黄 振,谭志洪.基于 CLIPS 平台的离心泵故障诊断专家系统[J].化工装备技术,2004,25(4):53~56.