

# 铁路信号电气集中故障查询专家系统的设计

郭云<sup>2</sup> 宋京伟<sup>1</sup> 温毅刚<sup>1</sup> 裴亚男<sup>2</sup>

(1 机械工程系, 2 电气工程系)

**摘要** 本文针对铁路信号 6502 电气集中故障查询诊断问题, 运用 AI 技术建立基于知识的 6502 大站电源屏故障查询诊断专家系统。该系统由人机接口、知识库、推理机三个部分组成, 操作简单, 运行方便。利用该系统的专家系统外壳, 进一步扩充知识库, 可以开发出整个 6502 电气集中故障查询诊断专家系统。

**关键词** 电气集中; 故障查询; 专家系统

**分类号** TP 311.52; U 284.773

## 0 引言

铁路电气集中信号设备(简称 6502)在使用中发生故障是常有事, 它包括 6502 电气集中室、外设备、大站电源屏、中站电源屏、64D 型半自动闭塞和双线站内移频化电路、与移频结合的电路、与机车信号联系电路等部份约有 5 千多个可能发生的故障点。怎样快速、准确、顺利地排除故障, 缩短故障延时, 是信号维修人员急待解决的问题。但是, 造成 6502 电气集中故障的因素错综复杂, 信号维修人员若想通过自身实践经验的积累去掌握其规律和内在联系非一朝一夕所能达到, 而这方面技术专家数量又远不能满足铁路运输迅速发展的需要。

专家系统是研究、处理知识的系统, 它是以领域专家知识为基础, 解释并重新组织这些知识使之成为具有领域专家水平, 有解决复杂问题能力的智能程序。将专家系统引入 6502 电气集中故障处理中, 使一般的维修工人也同样具有技术专家处理故障的能力, 将有利于提高故障处理和维修水平, 并且有利于提高解决问题的准确性和效率。为此, 我们为 6502 电气集中开发了大站电源屏故障查询诊断专家系统, 该系统的外壳可以进一步开发出整个 6502 电气集中故障查询专家系统。

## 1 系统结构及设计

### 1.1 系统的总体设计

专家系统按任务类型可分为诊断型、维修型、教育型、解释型、预测型、设计和计划型、监测和控制等类型。其中诊断专家系统是今天所使用的专家系统中最为成功的类型之一, 这类系统

根据输入信息找出处理对象中存在的故障。

6502 电气集中大站电源屏故障查询专家系统属于诊断型。由图 1 系统结构框图可见,它由知识库、人机接口、推理机三大部分组成。知识库是独立于程序的可扩展的外部数据库,其中存储着领域专家的经验性知识(660 条事实),它来源于知识获取机构,提供推理机求解问题所需的知识。推理机是专家系统的“思维”机构,是构成专家系统的核心部分,其任务是模拟领域专家解决问题的思维过程,采用正向链接的控制策略,控制问题的推理过程,能推理诊断出大站电源屏中一百种电路故障。人机接口是专家系统与一般用户间的界面,用于完成输入输出工作。该系统的主要任务是迅速、准确地确定大站电源屏各电路电气故障的原因及故障所在。

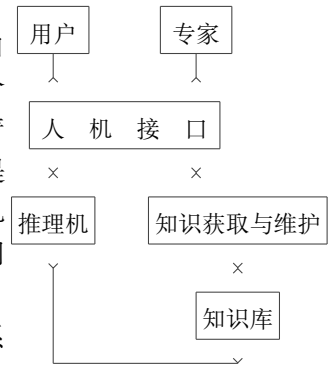


图1 大站电源屏故障查询专家系统框图

整个系统用人工智能语言 TURBO PROLOG 编程。程序利用推理机制、通过交互对话的方式从故障的外部现象开始搜索并匹配,直到找到正确的解答结论。

整个系统设计的关键有,知识表达方式的选择;推理机控制策略的选择;推理机推理机制的设计。

## 1.2 知识的来源和知识库构造

拥有知识是专家系统有别于其它计算机软件系统的重要标志,而诊断知识来源主要有两类:本行业的书本知识和经验丰富的专家的个人知识。从事铁路信号施工、维护和技术管理的工程技术人员多年来在 6502 电气集中故障处理中积累总结了大量经验,特别是文献[1]将错综复杂的 6502 电气集中故障及查找步骤用流程图的形式清楚地表示出来,这些作为本系统的知识来源。

知识库是给定问题的相关事实和规则的集合,是推理机进行推理的基础。为了使系统具有 6502 电气集中大站电源屏故障处理方面富有经验的专家知识,又使专家知识成为计算机程序可识别的知识,可以把故障处理流程图首先整理成故障树的形式,这样在知识库中知识以启发式树状表达方式的结构来存储。

以大站电源屏故障为例,它可以整理成图 2 所示的二值范畴树结构形式,这种知识结构保持一种确定的自顶向下的顺序,根和树的每一节点代表一个决策点,在该点可用简单的二值响应“Y”或“N”决定树的哪条路径可通过。对于所有询问都可以通过键盘 Y 或 N 来回答,根据回答进行搜索后给出问题的解。在知识库中最重要的是上下层之间必须有一定的联系,知道上层必须推出下层,层与层之间构成一个有序的网。每一个父结点的两个子结点为叶结点(Yson, Nson),直到没有子结点为止。上述关系可定义为父子关系模型 Father(Father, Yson, Nson)。以下为本系统部分知识库:

father("开机后 1DL 电铃鸣响吗?", "AJHD 灯亮吗?", "2DL 电铃鸣响吗?")。

father("AJHD 灯亮吗?", "转换屏 2K 闭合 BBD 灯亮吗?", "1HD 灯亮吗?")。

father("1HD 灯亮吗?", "2HD 灯亮吗?", "1DXJ 励磁吸起吗?")。

father("1DXJ 励磁吸起吗?", n, n)

father("2HD 灯亮吗?", "错误地同时合上 3K 和 4K", "2DXJ 励磁吸起吗?")。

father("2DXJ 励磁吸起吗?", n, n)。

father("错误地同时合上 3K 和 4K", n, n)。

整个知识库共有以上类型的事实 660 条。

由于外部数据具有良好的灵活性和布局性,而且与控制程序分开存放,易于程序的操作,所以整个知识库按外部数据方式建立和存贮。

### 1.3 推理机的设计

专家系统通过推理的方法来解决,并且得到与专家相同的结论。推理机主要完成两个任务:其一是推理,其二是控制。正是由于这一点,使得专家系统不同于一般的资料库系统和知识库系统。专家系统中所储存的不是答案,而是进行推理的能力与知识。

推理机按控制策略分类有正向推理系统,反向推理系统,混合策略专家系统等。本系统因为是求解具有多目标状态的问题,所以采用了顺向推理策略。工作时首先打开知识库,按规定进行匹配,如匹配成功则提问,要求用户给予回答。然后推理机根据回答再次与知识库中的事实匹配,重复进行以上工作。

系统程序用递归来实现循环,中间结果可以作为参量从一次迭代传递到另一次迭代。递归使得程序可以顺序向下推进,如用户回答 Y、yes、N、no、why(或它们的大小写组合)中的任何一个则进行转换。转换程序如下:

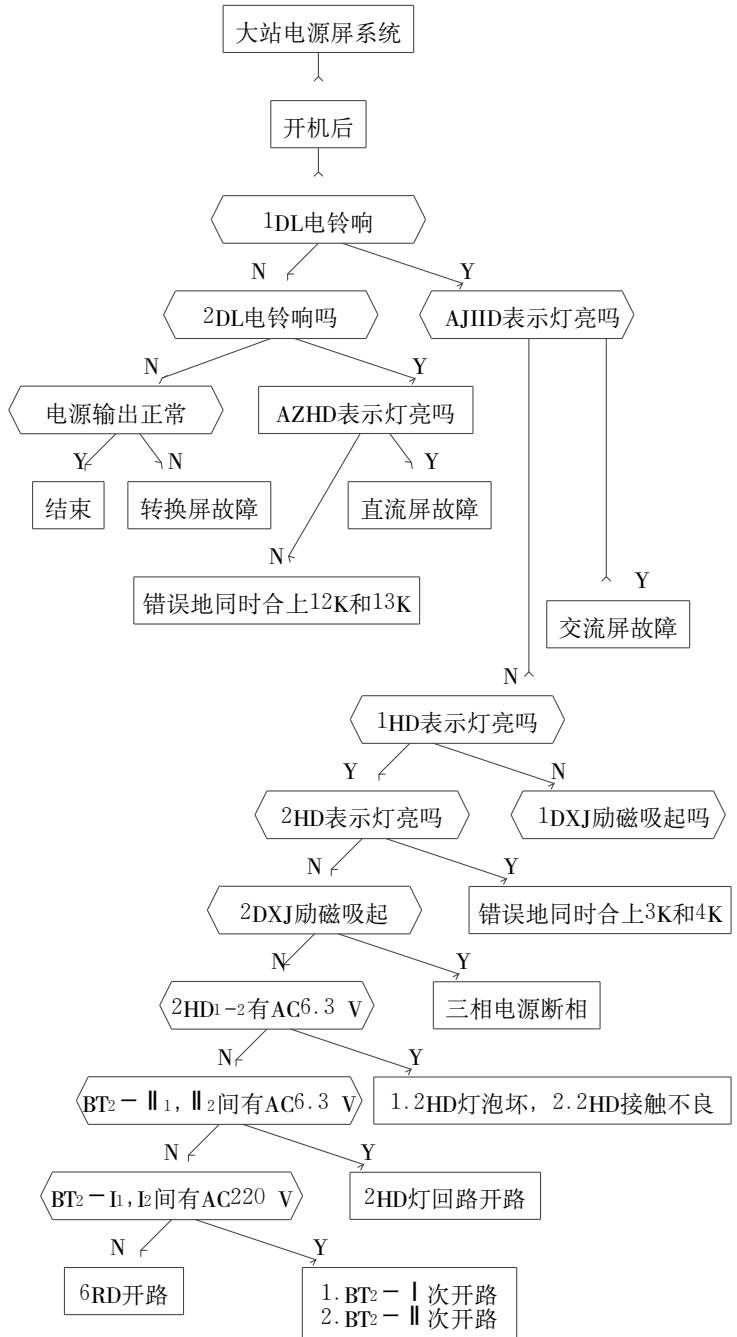


图2 大站电源屏系统部分故障知识表达二值范畴树

```

get response( R ) : -
repeat,
readlen( Mix ),
uplower( Ask, Mix )
checkans( Ask, Rep )
R = Rep
check - ans( yes, y ) ·
check - ans( y, y ) ·
check - ans( no, n ) ·
check - ans( n, n ) ·
check - ans( w, w ) ·

```

把转换后的字符传递给谓词 validresponse.

```

validresponse( R, -, Yson, Fa ) : -
r = y,
Fa = Yson。

```

validresponse 把 Yson 或 Nson 传递给中间值 Fa。这样程序将根据回答推动程序向下运行,如此递归下去,直到叶结点(即结论)为止,完成了这点对整个系统的设计至关重要。

## 2 系统的基本功能和使用

### 2.1 系统的基本功能

本系统在 386 等计算机上运行,可以推出大站电源屏中转换屏故障、交流屏故障、直流屏故障、电源故障等结论,而且可以更进一步确定在错综复杂的电路中具体哪个电器断路或哪条线路开路等近百种故障结论。

由于系统中知识与控制结构的存贮是相互独立的,这样修改知识库不会影响专家系统的核心内容,知识库中有 660 条事实提供推理依据。知识库可以不断修改和增添新知识,而不必进行整个软件的修改和调试。由于增、删、改知识的方便性,该知识库可以进一步扩充,使系统不断充实、完善。

### 2.2 系统的实现

启动系统,即显示用户界面,屏幕设有提问、回答、原因三个窗口。使任何一名不熟悉专家系统的信号检修人员在没有任何帮助下,依靠屏幕提示就能方便地使用本系统快速查找故障。检修人员根据屏幕提示的信息或提问,对 6502 电气集中大站电源屏进行相应的检测或检查并回答 Y 或 N,计算机推理控制部分根据给出的原始数据和推理系统得出的中间结果即可自动准确地推导出故障的最终结果。如果在回答窗口打入 W,则可在原因窗口显示查询检修的步骤过程。

### 2.3 故障查询检修实例

以大站电源屏一故障为例,看本系统的使用过程。使用时计算机逐句提问,检修人员根据提示检查相应部位并回答 Y 或 N,计算机自动准确地推导出最终结论。具体过程见表 1。

表1 故障查询实例

步骤	逐句显示提问 (窗口1)	键盘回答 (窗口2)	原因 (窗口3)
1	开机后 1DL 电铃响吗?	Y	
2	AJHD 灯亮吗?	N	
3	1HD 灯亮吗?	N	
4	2HD 灯亮吗?	N	
5	2DXJ 励磁吸起吗?	N	
6	2HD1-2 有 AC6.3V 吗?	N	
7	BT2-    1,    2 间有 AC6.3V 吗?	Y	

结论:2HD 灯回路开路。

由表1可见,本系统的推理过程和人类专家非常相似。

### 3 结束语

6502 电气集中故障错综复杂,对一个没有经验的检修人员来说将花费大量的时间查找故障原因。本系统是一个基于专家知识的系统。它可以在维修过程中指导检修人员,花费最短的时间进行正确的维修,并具有使用操作简单的优点。

### 参 考 文 献

- 1 冯汉生编著。6502 电气集中故障处理实例。北京:中华铁道出版社,1992.3;147;352~378
- 2 霍宇翔,李春梅。TUROB PRO LOG2.0 编程指南。北京:北京科海培训中心出版,1990.189~219
- 3 杨叔子主编。人工智能与诊断专家系统。西安:西安交通大学出版社,1990.15~64

## The Design of Fault Inquiry's Expert System for a Big Station Power Source Screen in Railway Signal's Electric Centralization

Guo Yun<sup>2</sup> Song Jingwei<sup>1</sup> Wen Yigang<sup>1</sup> Pei Yanan<sup>2</sup>

(<sup>1</sup> Mechanical Engineering Department

<sup>2</sup> Electrical Engineering Department)

### Abstract

In this paper, the fault inquiry's expert system is established on the basis of the knowledge of a big station power source screen in railway signals' electric centralization (6502) and through the application of AI techniques. The expert system consists of man-machine interface, a knowledge base and an inference engine. It is easy to operate and functions well. Utilizing this expert system's shell, when the knowledge base is further enlarged, the whole 6502 fault inquiry's expert system will be developed and utilized to the best advantage.

Key words: electric centralization; fault inquiry; expert system