

基于可编程控制器的变电站 防误操作专家系统

钟景承 张均澍 涂光瑜 华中理工大学(430074)

宋小舟 姚刚 魏庆安 许继电源公司(461000)

【摘要】 本文介绍了一种变电站防误操作专家系统,该系统将常见类型的误操作转化为可被计算机识别的知识,并藉此作为误操作的判断依据。在此基础上,建立了数据库、知识库和相应的推理机,并与可编程序控制器(PLC)联结成一个整体,PLC除了具备开关量采集功能外,由其专用语言编制了一套防误程序,使得PLC既可单独实现防误功能,又可与上位机联合实现防误功能。该系统既可用于变电站防误操作的培训仿真,又可用于实时的在线防误监视。

【关键词】 防误操作 专家系统 变电站 可编程序控制器

引言

电力系统运行设备的倒闸操作是一项既复杂、繁琐而又重要的工作,往往包括一、二次设备的操作,操作项目有时多达几十项,而且工作经验性强,因此对操作人员要求很高,操作人员一旦受环境、情绪和健康因素的影响,难免出错,当遇上紧急情况或需要频繁操作时,发生错误的几率更高。误操作轻则导致设备损坏,小范围停电,重则造成人员伤亡,甚至系统瓦解。为了防止误操作,电力部门制订了严格的操作制度和操作规程,各地也设计、制造了多种机械式、电磁式防误闭锁装置。尽管如此,误操作仍时有发生,并占了厂、站电气事故的三分之一强。防误操作一直是一个十分迫切但始终未能妥善解决的问题。

人工智能技术的重要分支——专家系统的发展为解决防误操作提供了有利条件。众所周知,电力系统是一个复杂、巨大的灰色系统,存在许多不能用一般算法和数学模型求解的问题。例如倒闸操作,它是操作人员智力和体力的劳动,只能用一种类似于自然语言的方式来表达。专家系统的“解”明确地存放在知识库中,一旦待求解问题的知识库建立起来,推理机可以模拟专家思维解决该领域的问题。目前,在防误操作领域,专家系统主要用于开写操作票。正确的操作票是防误操作的基础,专家系统将操作人员从繁琐的操作票中解放出来,把主要精力放在电气设备的运行监视上。但是,即使有正确的操作票和现场监视等措施。由于操作过程中疏忽大意及无意识失误也有可能造成事故,同时出于对操作人员进行培训和对操作过程进行仿真的需要,有必要建立一个可以对操作过程进行实时监视的专家系统,在以开写操作票为主要目的的专家系统的基础上更进一步。

1 系统组成

本文研究的系统是以一个 220kV 变电站为蓝本建立,共有开关量 238 个,开关量的采集

收稿日期:1995-12-06

《继电器》1996年第2期 21

由 PLC 实现,如果需要,可增加模拟量的采集。系统组成如图 1 所示:

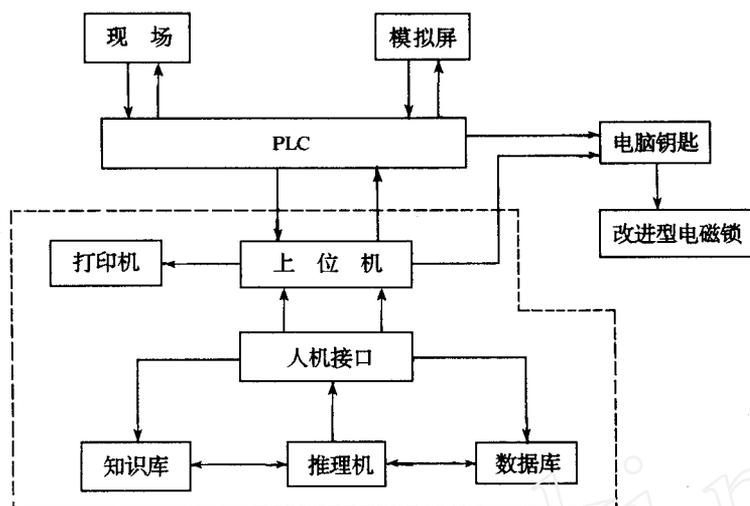


图 1 防误操作专家系统组成框图

输入 PLC 的开关信号来自现场或中控室模拟屏,模拟屏由玻璃马赛克制成,屏上由相应颜色的灯来模拟现场开关的运行状态,它可用于培训仿真或实际防误。PLC 采集开关量,可通过串行口向上位机输送开关信息,也可接受上位机发出的指令,它具有防误程序,可脱离上位机单独运行。上位机采用 486 微机,它通过人机接口与专家系统的推理机、知识库和数据库相连,操作任务通过人机接口输入并驱动专家系统运行。电脑钥匙可接收来自 PLC 或上位机发出的操作顺序,持电脑钥匙到现场可以按正确操作顺序打开对应的电磁锁,如果错误操作电磁锁,电脑钥匙发出报警。电脑钥匙与电磁锁有一套严格的编码机制以保证一一对应。

2 防误知识的表示

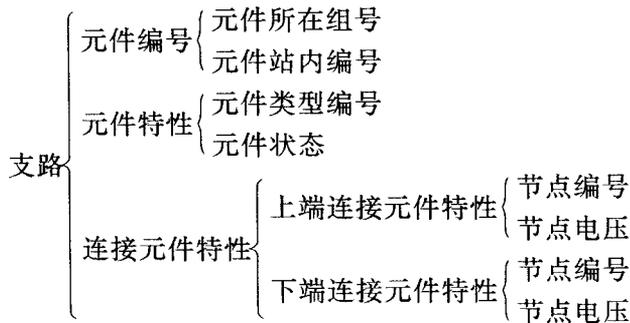
电力系统的典型误操作有五种主要类型:

- (1)带负荷拉刀闸。
- (2)带电挂地线。
- (3)带地线合刀闸、开关。
- (4)误拉合开关。
- (5)误入带电间隔。

实现微机型防误操作专家系统的基础,是将这几种主要误操作类型转化为能被计算机识别的知识。首先,计算机要能识别当前变电站的运行方式、接线方式及开关、刀闸的状态。而对任意一种变电站,其接线总可以抽象成网络。网络由节点和支路构成。定义节点为接线图中所有开关、刀闸断开时连接在一起的一部分导线,定义任两节点之间的开关(刀闸)为一条支路。对每条支路,可以用下面的数据结构进行描述:

考虑到变电站中倒闸操作总是在由操作任务决定的某个间隔中进行,因此有必要给这些间隔编上组号。元件的站内编号实际上记录了该元件在数据库里的索引号。元件的类型编号用来区分不同的元件类型如母线、刀闸、开关和地刀等。对节点电压定义了两条规则:(1)如果某条支路闭合,其上下节点电压值由闭合前节点电压值最高或最低的节点决定。(2)如果某条

支路断开,上下节点的电压由与之相连的支路状态和相连支路的节点电压决定。



由这种结构定义的支路可以连结成任意网络,也就是说,适用于各种接线方式。通过一个程序可以接需要的网络输入一个链表,供计算机推理时使用。

有了节点和支路描述的网络后,可以方便地归纳出用于推理机的防误规则,这些规则都是产生式规则,具有 IF(条件) THEN(结论)的形式。例如:

IF(元件组号不等于欲操作元件组号)
THEN(将发生误入带电间隔)

3 数据库和知识库

数据库分成动态数据库和静态数据库。动态数据库中存放开关量信息。这些信息将随现场采集的信号或模拟屏的信号动态地改变,可以实时地反映开关量的真实情况。

但是为了保证数据库里的开关状态与现场保持一致,设计了两个一模一样的动态数据库,一个可用于仿真、培训,称仿真库,另一个则只有在实时防误过程中随现场状态的变化而改变,称实时库。每次运行专家系统以前将实时库的内容复制到仿真库中以保证仿真库的实时性。静态数据库主要存放开关(刀闸)的组号、站内编号、名称和类型号等信息。动态数据库和静态数据库之间建立了索引,保证信息的对应关系。

知识库存放防误规则,每条规则对应不同的索引号,索引的适当组合构成几种误操作类型的规则集合,由推理机查询这些集合即可推断是否将要发生误操作,以便及时发出警告。

为了提高推理的效率及系统的通用性,建立了一个黑板结构,即中间数据库。黑板存放几种典型接线的网络描述。当操作人员从人机接口输入操作任务后,首先根据操作任务决定网络类型并调用数据中相应开关的信息完善网络的描述,使该网络包含操作任务中待操作及相关联开关(刀闸)的动态和静态信息,然后才交给推理机作防误推理,在推理过程中元件的信息可及时回送数据库以保证实时性。

当本专家系统用于不同变电站时,只需改变数据库中开关(刀闸)的编号、名称并重新建立索引即可使用,这将大大缩短开发的周期并保证较好的通用性。数据库、知识库、黑板、推理机和人机接口的关系如图2所示。

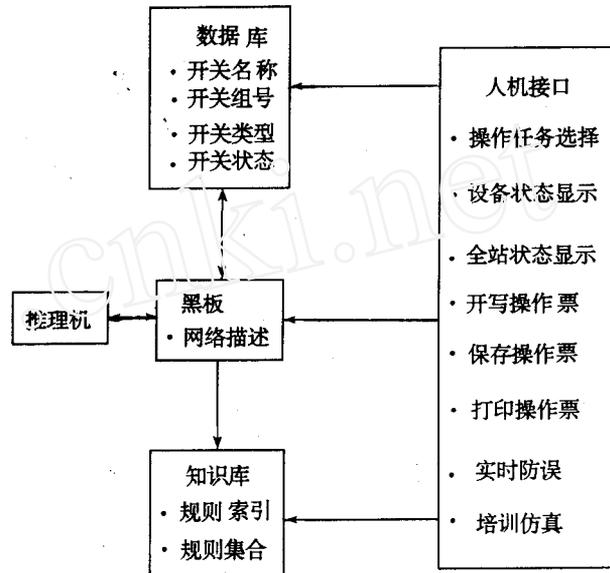


图2 专家系统内部框图

4 推理机

推理机是专家系统的核心,其工作机理模拟操作人员思维,工作过程与现场操作过程类似。首先,由操作人员通过人机接口选择操作任务。根据任务,计算机选用适当网络类型并检查执行前开关(刀闸)的状态,如果发现初始状态不符合操作任务的要求,计算机报警并返回。整个推理机工作过程框图如图3所示。

当初始状态检查通过后,计算机将生成开关(刀闸)的目标状态并调用推理机,以后每当操作了一个开关(刀闸)的闭锁装置,推查机对当前的状态和操作后的状态进行推理,检查有无与误操作规则相符的情况发生,如果有,报警并发出闭锁信号,直至操作正确为止,然后根据该步操作后的状态进行网络的回溯修改,再进入下一个开关(刀闸)的操作。重复此过程直至开关(刀闸)状态与目标状态相符为止。如是实际防误,要向电脑钥匙发出正确操作的开关(刀闸)序列,由电脑钥匙指导现场操作。

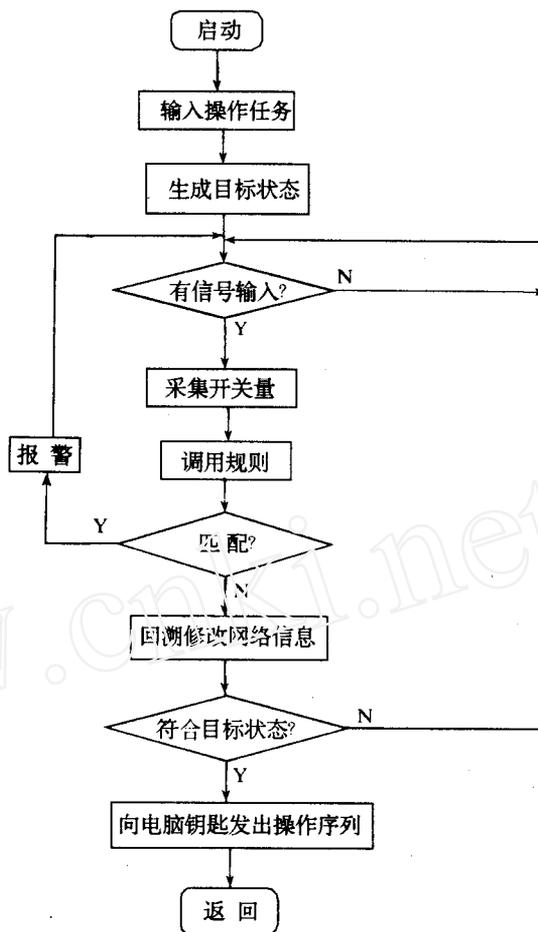


图3 推理机框图

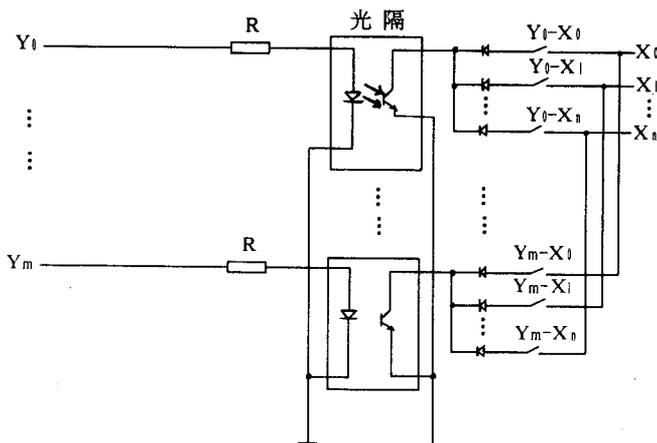


图4 开关量采集电路原理图

5 可编程序控制器(PLC)

可编程序控制器(PLC)具有比通用计算机更强的与生产过程相连的接口,因而具有更突出的适应生产环境的高可靠性;它有方便的、适合于控制调节且易于掌握的编程语言和开发工具软件;模块化结构使用户可方便地扩充开关量的采集点、增加模拟量的采集及多种特殊模块。实践证明,PLC具有比单片机构成的同样功能装置更高的可靠性和更强的灵活性。

PLC既可与上位机联合运行,又可单独运行。无论处于哪种方式,PLC都具备开关量采集和防误两大功能。

开关量的采集采用循环扫描,矩阵输入的方法,电路原理图如图4所示。

可编程控制器的不同输出继电器(Y_0 、 Y_1 …… Y_m)按一定顺序循环接通,输出高电平,则输入继电器(X_0 、 X_1 …… X_n)上的开关信息为对应某组输出继电器决定的开关状态,其他组输出继电器此时断开,输出低电平,闭锁对应的开关。这样用 m 个输出继电器和 n 个输入继电器可实现 $m \times n$ 个开关量的矩阵输入。

当PLC判断有开关量变化时,记录相应Y和X的位置,然后转入相应的防误程序中,如果判断正确,记录该位置,否则报警;直至恢复到操作以前的状态才允许下一步操作。当PLC上电时还带有初始状态检查程序,只有初始状态正确时才允许操作,否则将一直报警。当操作完毕PLC可向电脑钥匙发出正确操作的开关序列,用于指导现场操作。程序框图如图5所示。

对应位的防误程序实际上是一系列子程序。由于PLC的编程语言实际可转化为由继电器常开和常闭触点组成的电气关联图,因而极其容易用顺序操作来实现防误操作。

6 系统功能

本专家系统具备以下功能:

(1)实时显示变电站的运行状况。

应用户要求,本系统具备监视功能,根据采集的开关信息对数据库动态刷新,在计算机屏幕上既可显示全站的开关(刀闸)状态,又可显示与操作任务有关的开关信息。(下转33页)

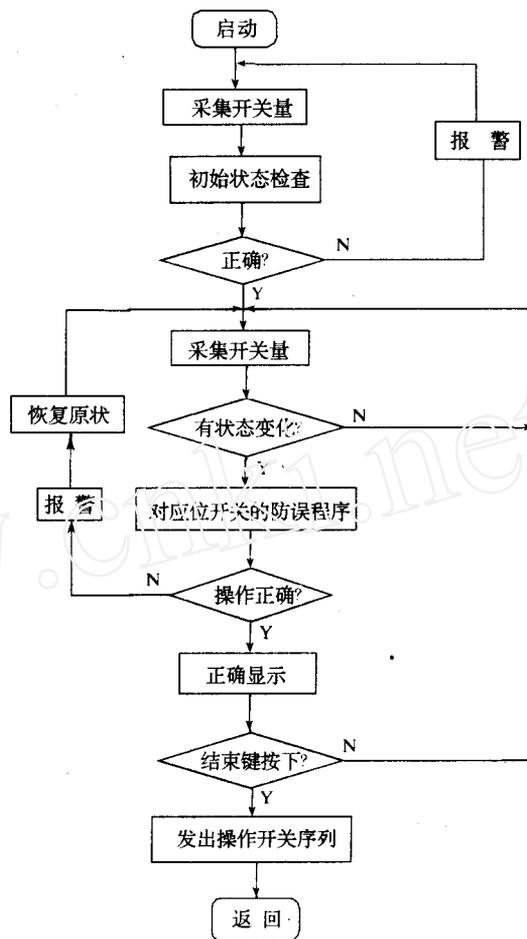


图5 可编程序控制器程序框图

- b. 动作特性可调成圆、橄榄圆；
- c. 可实现全阻抗、偏移阻抗和方向阻抗；
- d. 具有 PT 断线监视功能；
- e. 三相式 0° 接线方式。

4.7 零序差动保护组件

零序差动保护具有高灵敏度和极高的对三次谐波的抑制能力。可作为高阻差动使用，也可作为有选择性的变压器接地保护。

5 结论

采用微机式变压器保护是提高变压器保护的水平和性能的一个主要途径，它有利于电网的安全、可靠运行，必将在电力系统中发挥重要作用。

参考文献

- 1 赵依军、胡戎编著. 8098 单片机原理及系统设计技术. 华工理工大学出版社
- 2 山东工学院、山东省电力工业局著. 电力系统继电保护(内部参考书)



(上接 25 页)

(2)生成、显示、保存和打印操作票。

根据操作任务,通过人机接口选项控制,系统能自动生成与现场状态相符的操作票,如果需要可以保存和按标准格式打印操作票。

(3)模拟培训功能

能对变电站运行人员提供键盘和模拟屏进行仿真培训的功能,同时通过键盘和模拟屏还可以检验手写操作票的正误。

(4)防误监视

能向电脑钥匙输入正确的操作顺序,由电脑钥匙指导现场操作,具有实时防误功能。

7 结论

本系统可以方便地适用于各种接线方式的变电站,具有很强的实用性。采用可编程序控制器采集开关量并实现防误功能,满足了变电站对防误可靠性的要求。本系统同时具有多种功能,可以大大提高变电站的自动化程度。上层软件采用 C 语言编写,可方便地与其他应用系统接口。

