

# 基于统一平台技术的智能操作票系统的应用

罗 劲

(成都电力局,四川 成都 610016)

**摘 要:**利用网络平台、智能仿真技术,完成变电站多功能智能操作票系统。系统支持操作票自动规则校验及操作票自动执行功能,以及智能操作票在各种模式下的实现方式。

**关键词:**典型操作模式;智能操作票;专家系统;系统模式

**Abstract:** The multifunctional intelligent operation order sheet system in substation is realized by using network platform technology and intelligence simulation technology. The system can accomplish automatic rule checkout, execute the operation order sheet automatically, and implement the intelligent operation order sheet in all kinds of modes.

**Key words:** representative operation mode; intelligent operation order sheet; expert system; system mode.

中图分类号:TM732 文献标识码:B 文章编号:1003-6954(2008)02-0028-02

## 1 三种典型操作模式的介绍及比较

随着电力系统无人值班变电站改造的不断深入和集控站模式的推出,常规有人值守变电站逐渐退出,对变电站的设备操作将从以就地操作为主逐渐过渡到可以在就地、当地监控、集控中心等任意地点安全操作。作为变电倒闸操作中重要组成部分的倒闸操作票,其使用效率的高低,将直接影响到变电运行的工作效率。下面以三种典型操作票开票模式之间优、缺点的比较,介绍了变电站智能操作票系统的设计原理、技术特点、体系结构和系统功能。

### 1.1 常规有人值守变电站开票模式

该模式是目前使用较为广泛的电气设备倒闸操作模式。其运行方式是:在接到调令,确定操作任务后,由变电站值班员填写操作票,经值班长审批,按值班调度员命令执行倒闸操作。该方式只能在站端受命,方式单一。

### 1.2 无人值守变电站开票模式

无人值守的变电站,一般由操作队人员完成,和有人值守变电站相似,仍然实行到变电站就地操作。调度值班员利用调度自动化 SCADA 系统对变电站进行监控,一般只进行分闸、合闸及调压等单一的操作。该模式存在明显的缺点:各变电站站端不具备填写、打印操作票的功能,连续操作、送电操作还需先回中心打印操作票,再下站操作,这增加了值班员的工作量;如遇调度根据电网运行情况临时调整调令时,值班员就需回中心修改操作票,若时间紧急,便只能用

手填写操作票进行操作。这种操作方式既增加了运行值班员的工作量,又大大降低了工作效率。

### 1.3 集控中心智能操作票开票模式

该方式是一种集合操作的模式。接到调令后,集控中心操作队人员在中心填写操作票,操作票填写完毕后,可就地出票后携带操作票到站操作,也可通过系统网络传输至变电站站端微机出票操作,也可在变电站当地直接出票操作。各站站端智能操作票专家系统与中心主站系统联网,实现数据、信息即时共享的功能。该模式能减轻运行值班人员的工作负担,提高工作效率,提高变电运行管理水平。

## 2 系统技术原理及特点

### 2.1 统一的支撑平台

智能操作票系统采用全新的面向对象技术和模块设计方法,把系统分成两部分。一是底层支撑平台,包括网络通讯子系统、数据库子系统、图形界面子系统、报表管理子系统和系统管理子系统;二是上层应用软件,包括操作票智能生成系统、操作票执行系统、操作票管理系统,人员权限管理系统等。实现了统一操作界面、统一维护修改、统一管理。

### 2.2 专家系统

系统运用专家系统的思想来设计,通过建立典型间隔模型(单母线间隔、双母线间隔、旁路间隔等等)、运行方式模型(运行状态模型、检修状态模型、热备用状态模型、冷备用状态模型)等数学模型实现知识库的建立;通过采集 SCADA 系统的遥信信息来获取各

关键点状态量进行知识获取,推理机利用这些拓扑数据来匹配并激活相应的规则,进行正向推理和反向推理,得出当前的运行方式和间隔类型,并寻找相关的知识项,最终形成满足条件的操作票;同时,系统具有自学习功能。

专家系统及推理机技术比较复杂,下面简要介绍其实现原理:

专家系统一般由知识库、知识获取、推理机、数据库等几部分组成。

知识库是专家系统的核心,它主要是根据专家知识和经验形成的一系列规则。根据分析对象的不同,知识库将划分为不同的模块,知识的表达方法也有多种。本系统拟采用产生式规则的表达方法。

推理机是根据输入的信息,结合知识库的规则进行推理。目前有多种经典的推理策略,本系统拟采用正向推理及反向推理及混合式推理策略。

数据库存放推理所需的各种数据和结论,实现数据的存储、管理和信息交换等功能。专家系统的数据库也可以用于管理、参考等方面。

知识获取是专家系统的重要组成部分,它是将实际中不断出现的新问题经过总结后添加到知识库中。常用的方法有机械式学习、专家指导学习、通过实例学习等。由于实现机器自学习存在相当大的难度,本系统主要通过机械式学习和专家指导学习的方法实现规则的动态维护。

### 2.3 基于实时信息和图形的系统

系统采用基于调度 SCADA 图形和操作票图形生成技术,解决了操作票的实时性要求,保证了操作票生成、预演、执行、检验的正确性。图形系统采用面向对象技术开发的全图形、全汉化系统,功能丰富、操作简洁、显示灵活、反应快速。同时,提供功能强大、操作方便的图形编辑器,各种电力系统中的对象可由图元表示,图元可用户自定义和生成。

### 2.4 信息整合

系统通过统一平台技术实现了操作票专家系统、五防系统、监控系统,变电站综合自动化系统的信息整合。

### 2.5 系统主要特点

1) 基于电网模型的自动成票推理:操作票系统可以根据用户指定的操作主设备和操作目的,根据电力设备当前运行状态,自动推理出一张操作票。操作的主设备可以是一次设备和部分二次设备。

2) 多种成票方式:系统提供多种成票方式。最常用为点图成票,即在网络接线图或厂站接线图上选中要操作的设备,系统自动生成一张符合要求的操作票。

3) 图形预演:系统可以根据指定的操作票执行操作预演,模拟操作票的执行过程。在预演中如果发现不符合安全操作的情况,将提示用户。

4) 安全校核:无论是自动生成还是手工生成的操作票,系统都将在编辑完成时、预发前和执行时都进行安全校核,以避免误操作带来的事故。

5) 危险点分析:系统还可以对操作票执行后所带来的后果进行危险点分析。如果系统发现执行某个操作票会产生危险点,将提示使用人员。

6) 全过程流程化管理:系统管理操作票生成、审核、签发和执行的整个生存周期。包括控制操作票执行流程中的每一步活动中有各种角色对操作票的访问权限;记录拟票人、发令人、拟票时间、发令时间等等,控制每个活动的流转方向等。

7) 自动生成运行值班日志:系统可以根据运行人员工作自动生成每班的运行值班日志。

8) 操作票与运行值班日志的查询管理:可以查询、统计历史操作票,并能分析出开票正确率等信息。

## 3 系统模式

### 3.1 集控中心模式

在集控中心模式下,集控中心值班员接到调度任务后,使用操作票智能生成系统开出操作票后,首先应用五防规则进行校验,通过校验后确认当前操作人和监护人是否具有相关的操作权限。通过权限确认后,则从第一步开始逐步解析操作步骤,并将遥控指令发送给调度监控系统(命令格式:目的设备地址 站号,设备点号),操作项目)。同时记录操作人、监护人信息和操作时间。

集控中心的调度监控系统接收到五防机的遥控指令后,解析命令格式,获取目的变电站信息和目的设备信息后,经由电力远动通道,向变电站设备或综合自动化装置发送遥控命令,执行操作。

遥控操作完成后,将操作的反馈信息和当前目的设备的状态信息发回五防系统,五防系统对操作结果进行检查,如果操作没有成功,则中断本张操作票的执行;如果操作成功并且实时状态 (下转第 71 页)

将相关数据代入(2)、(3)式,以电流互感器标定电流的80%作为负载平均电流,得到线路的有、无功功率损耗分别为:

$$\Delta P_l = 3I^2 r_l 10^{-3} = 3 \times 320^2 \times (0.240\ 850 \times 9.45) \times 10^{-3} = 699.2\ \text{kW}$$

$$\Delta Q_l = 3I^2 x_0 10^{-3} = 3 \times 320^2 \times (0.462\ 203 \times 9.45) \times 10^{-3} = 1\ 341.8\ \text{kvar}$$

将采样时间35 d共840 h代入上式,得到理论有功损失有、无功电量为:

$$\Delta W_p = 3 \times 320^2 \times (0.240\ 850 \times 9.45) \times 840 \times 10^{-3} = 587\ 325.63\ \text{kW} \cdot \text{h}$$

$$\Delta W_Q = 3 \times 320^2 \times (0.462\ 203 \times 9.45) \times 840 \times 10^{-3} = 1\ 104\ 432\ \text{kvar} \cdot \text{h}$$

从计算获得的有、无功损耗量值看,均比采样期间主、副计量装置实际记录量差值1.78%和20.85%高,这是因为理论线路损耗功率计算存在技术偏差以及线路参数理想化处理所致。以上推算主要是表达

趋势推演,虽不够精确,但其线路上存在高达20.85%的损耗是毋庸置疑的。

## 4 结论

“三氮线”长期输送较大电量,负荷侧功率因数在0.96以上,在传输这么大的电能时,线路上产生的无功损耗量值,从以上的分析计算看,并与其用电基数相比,以及加权平均功率因数数值相比,其合理性得到证实。

综上所述,线路电抗所产生的无功损耗是确实存在的,站、厂之间的35kV输电线路在传输电力时的电抗值以及电抗性质(容、感性)是影响两端无功电量的重要因数。而线路电抗的性质,以及负载力率的变化相叠加将反映在主、副计量装置的量值上,了解两侧无功电量的组成,可以为以主表计量信息为计费依据提供更有力的技术支持。

(收稿日期:2008-01-29)

(上接第29页)保持一致,则继续下一操作步骤的执行(所有步骤循环执行)。

在执行过程中,如果出现操作失败或实时状态不一致的情况,则随时中断本张操作票的操作。

### 3.2 有人值守变电站模式

在有人值守变电站模式下,直接在变电站端开票;交由五防系统进行规则校验,确认当前操作人和监护人是否具有相关的操作权限。通过权限确认后,则从第一步开始逐步解析操作步骤,并将遥控指令发送给当地监控系统(当地功能)。(命令格式:目的设备地址(站号,设备点号),操作项目)。同时记录操作人,监护人信息和操作时间。

当地功能系统接收到五防机的遥控指令后,解析命令格式,获取目的设备信息后,直接向变电站设备或综合自动化装置发送遥控命令,执行操作。

遥控操作完成后,将操作的反馈信息和当前目的设备的状态信息发回五防系统,五防系统对操作结果进行检查,如果操作没有成功,则中断本张操作票的执行;如果操作成功并且实时状态保持一致,则继续下一操作步骤的执行(所有步骤循环执行)。

在执行过程中,如果出现操作失败或实时状态不一致的情况,则随时中断本张操作票的操作。

### 3.3 并发操作模式(远方和就地同时操作)

在实际的过程中,可能会遇到这样的情况,集控中心和变电站端同时对变电站的设备进行操作。这个时候就必须要考虑就地操作和远方操作的优先级问题。

原则上,就地操作的优先级最高,其次是远方的遥控操作。即先按照变电站端的开票→规则校验→自动执行这一流程进行就地操作;操作完成后将信息反馈到五防系统;接着按照集控站的自动执行流程,执行远方的操作任务。

## 4 具体运用

新都供电局下辖1个集控中心,1座220 kV变电站,5座110 kV变电站,4座35 kV变电站。基于统一平台的变电站智能操作票系统的投运,进一步提高了变电站的安全防误水平和综合自动化应用水平,充分发挥了计算机网络技术、通信技术和自动控制技术的潜能。该系统的应用使操作票开票工作和倒闸操作这一系列复杂、繁重的工作,变为由计算机辅助自动控制完成,进一步促进电气一、二次设备自动控制水平的提高和电力系统自动化应用水平的提高。该系统在新都局的成功试运行,对成都电业局的其他分局配置该系统的工作具有指导意义。

(收稿日期:2007-12-08)