

电力调度防误系统开发

朱兴柯,白彪

(云南电网公司 思茅供电局,云南 思茅 665000)

摘要: 调度自动化系统普遍不具备防误闭锁功能,全凭调度员的个人素质与经验手工填写操作票,这使调度员客观上失去了技术防误。调度防误系统根据内嵌的调度智能专家规则库及 PAS 系统的计算分析结果对调度人员的具体操作进行全面的防误检查,并根据正确的操作顺序生成可执行的操作票,它又有别于传统的变电站“五防”系统,强调调度运行操作防误,不针对具体断路器、隔离开关的操作,而针对大设备状态的转变。调度防误系统可减少乃至杜绝误操作的可能性。

关键词: 调度防误; 防误规则; 应用

中图分类号: TM 76

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)05-0096-05

0 引言

由于电力系统运行管理的特殊性和设备操作次序的规则性,电力系统虽然规定了电力“五防”细则,但是每年仍发生许多因操作人员误操作而导致的重大事故,造成人员伤亡、设备损坏、大面积停电,甚至引起电网的振荡和瓦解,经济损失惨重^[1]。

目前,变电站的微机防误闭锁装置已经在电力系统内得到推广使用,对现场运行人员防止误操作起到了前所未有的作用^[2-4]。随着调度自动化系统由数据采集和监控(SCADA)系统向能量管理系统(EMS)的不断推进,引入具备防误检查功能的模拟预演系统已成为可能^[5-6],EMS 已经具备这种功能,因此,调度员希望有一套贯穿这 4 个环节,并能够帮助进行任务票正确性把关的实用智能任务票系统^[79],从而实现调度工作从经验型向分析型的飞跃。现介绍在云南思茅地调成功开发及应用的电力调度防误系统。

1 系统设计方案^[10-13]

调度员防误系统作为调度自动化系统的一个工作站,它的运行依赖于 SCADA 系统正确的设备参数、图形、实时数据,以及 PAS 系统正确的网络拓扑结果、状态估计结果和潮流计算结果。实时数据来自实时 SCADA 系统,数据库使用现有的调度自动化系统数据库。

1.1 调度防误规则定义的设计

调度防误规则是调度防误系统的核心,调度员使用调度模拟操作功能方便地在图形界面上进行模拟操作,所有调度操作均按照防误规则进行全面的防误检查。调度员不针对某个具体设备操作,而是对整个电网设备状态的转变进行操作^[10-11],它比传统变电站“五防”有了更丰富的内容和灵活性。

1.1.1 调度防误基本规则

调度防误基本规则:防止系统解列引起电压、频率波动或电网瓦解;防止带电挂接地线;防止安全措施不全需可工作;防止向工作地点误送电;防止带接地线(接地开关)送电;防止非同期并列;防止误合环;倒母线防误检查;倒变压器防误检查;防止误分(合)断路器;防失压检查。

1.1.2 调度防误基本任务

调度防误基本任务:设备运行状态变更;倒母线;倒负荷;合环、解环;并列、解列。

1.1.3 调度防误操作对象

调度防误操作对象:线路、变压器、母线、CVT、断路器、隔离开关、接地开关、其他设备。

1.1.4 自定义规则

除了固定的防误检查规则以外,系统还必须具备用户自定义规则功能,更加灵活方便。某一断路器或隔离开关的拉合操作必须以某厂站的某几个断路器或隔离开关的实时状态为前提。要求具备的特点有以下方面:

a. 规则针对的是某个具体设备,不是针对所有的设备;

b. 特殊规则目标设备类型可以是断路器,也可以是隔离开关;

c. 条件设备类型一般情况下可以是断路器,也可以是隔离开关,也可考虑遥测计算;

d. 条件设备可以与目标设备不在一个厂站;

e. 条件设备可以有多个,可以是不同厂站的或不同设备类型的;

f. 定义特殊规则的设备在操作时也要进行常规防误检查。

电网调度运行操作灵活性较大,同样的电网操作可以有不同的操作方案,不仅要求调度防误规则的制定要有一个普遍的原则,还要在杜绝误操作的前提下有适应不同的电网调度操作方案的特殊规则。

防误检查的工作过程:事先将操作运行规程、电力设备的图形连接关系及所有断路器、隔离开关、接地刀闸等设备的参数和操作规则保存在数据库里,当调度员在图形界面上进行开合模拟操作时,系统按照上述流程检验每一步操作是否符合规则进行防误检查。

如果操作违反防误规则,系统将禁止操作该设备,并以文字和声音2种形式提示操作员,同时锁住当前点取的操作对象,使操作无效,错误信息可定位到元件级;如果操作未违反防误规则,只引起报警则只以文字和声音2种形式提示操作员,由调度员决定是否继续操作;如果操作正确,系统自动将该操作项登记在操作票上。

典型调度防误规则如图1~5所示。

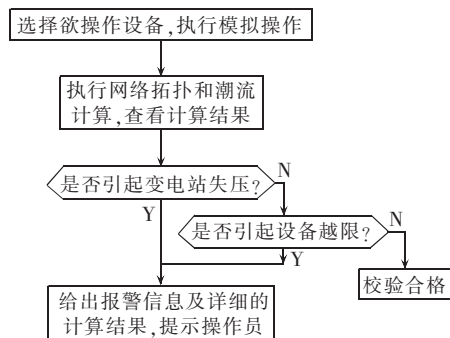


图1 防失压、防越限检查规则

Fig.1 Check rules of voltage loss and violation prevention

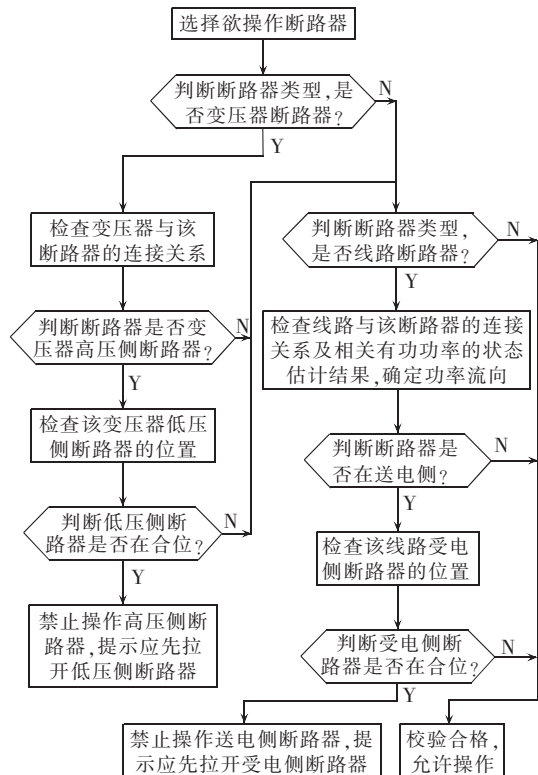


图2 防误拉断路器检查规则

Fig.2 Check rules of breaker-off misoperation prevention

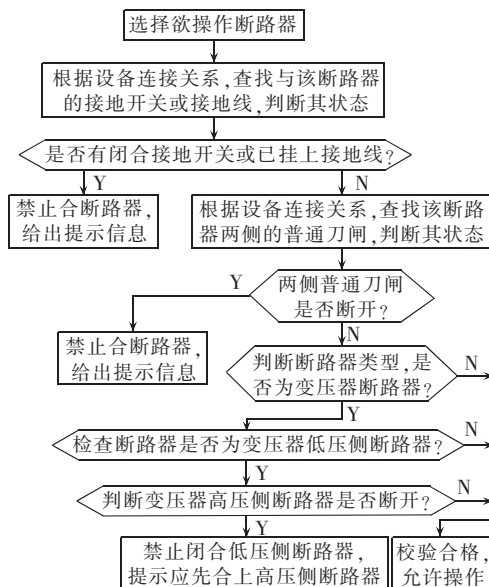


图3 防误合断路器检查规则

Fig.3 Check rules of breaker-on misoperation prevention

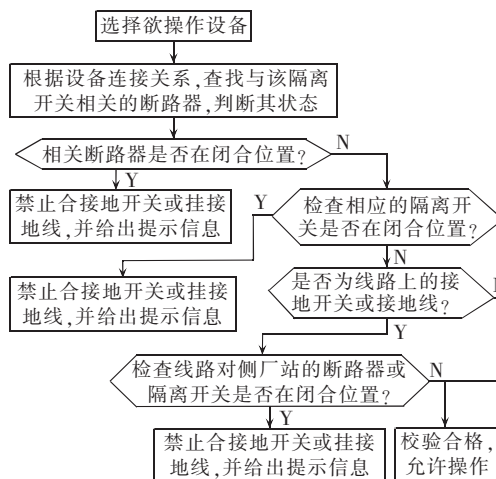


图4 防误合接地刀合接地线检查规则

Fig.4 Check rules of grounding misoperation prevention

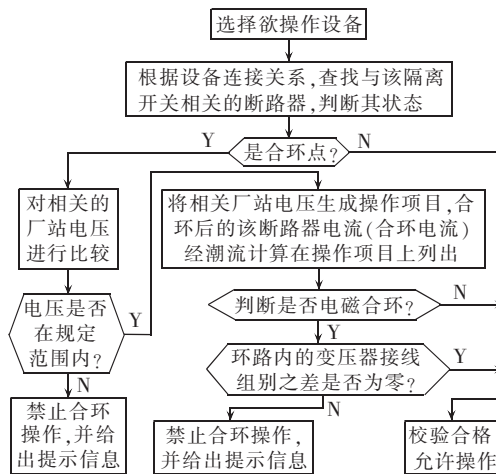


图5 合环操作检查规则

Fig.5 Check rules of loop-closing misoperation prevention

1.2 系统运行平台

操作系统为 Unix;数据库为 Sybase 数据库;SCADA 和 PAS 平台为调度自动化系统 SCADA、PAS 系统。

1.3 系统程序模块

系统功能含界面、模拟操作、防误、操作票生成、模拟演示、审票、查询、统计、打印、维护共计 10 个功能模块。

1.4 系统数据结构

系统需要厂站参数表(TOPO_RTUPARA)、联络线表(TOPO_CONNLINE)、线路表(TOPO_LINE)、母线表(TOPO_MX)、断路器表(TOPO_KG)、地线表(TOPO_DX)、隔离开关表(TOPO_DZ)、变压器表(TOPO_BYQ)、PT 表(TOPO_PT)、电容器表(TOPO_DRQ)、电抗器表(TOPO_DKQ)、操作票头表(CARD_HEAD)、操作票体表(TASKSTEP)、用户权限表(USERTAB)、系统结构(SYSADDR)数据库作为防误系统的数据结构。

1.5 系统安全

调度防误系统作为一个独立的模块运行,与 SCADA 及 PAS 系统通过网络读取数据,数据库采用独立的表空间,与 SCADA 及 PAS 系统的数据库部分相互独立,界面运行独立,不对 SCADA 系统及 PAS 系统产生任何影响,可独立在调度员工作站上运行。

系统提供一套完整的机制保证系统的安全运行,其中对用户的身分认证与权限管理是最重要的内容。每个用户至少要被授予一个角色,角色为权限的集合,也是用户身份的表示。模块权限、数据权限角色分配及增加权力仅属于系统管理员。

1.6 系统网络结构图

系统网络结构图如图 6 所示。

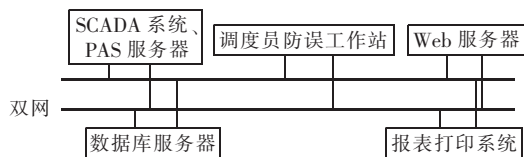


图 6 系统网络结构图

Fig.6 System network structure

1.7 系统集成后的总体结构

系统集成后的总体结构如图 7 所示。

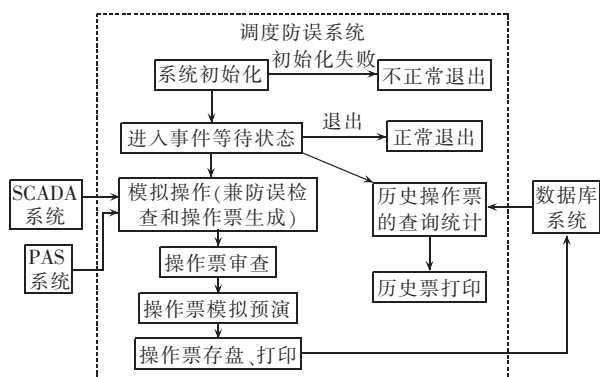


图 7 系统总体结构

Fig.7 Block diagram of system overall structure

1.8 系统操作及数据流程

系统操作及数据流程如图 8 所示。

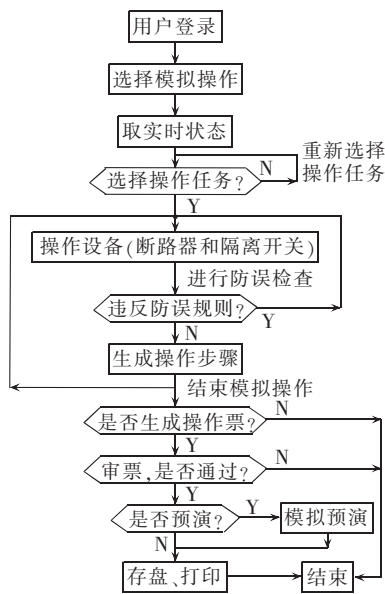


图 8 系统操作流程

Fig.8 Flowchart of system operation

2 系统总体功能

为调度员提供图形化的模拟操作功能,是利用基于人工智能和专家系统开发的调度操作规则库、SCADA 系统的实时数据和静态信息、PAS 系统的分析计算结果对调度员的操作进行全面的防误检查,从而最大程度减少乃至杜绝误操作的可能性,同时根据正确的操作顺序生成可执行的操作票。另外还提供操作票模拟演示、培训练习、操作票管理等其他功能,形成一套功能完善、性能可靠的电网调度防误操作计算机辅助支持系统。

3 系统特点

a. 提供可方便地在图形界面上进行操作的内嵌防误校验规则的模拟操作系统,所有操作均可在一次接线图上利用鼠标点击设备图元实现。

b. 利用人工智能技术和专家系统设计理论,建立规范化的调度操作规则库。

c. 充分利用 SCADA/PAS 系统的强大功能,在部分防误检查中充分考虑 PAS 系统计算结果,使防误检查更全面、更准确、更有参考意义。

d. 系统提供智能化的网络建模工具。系统可利用厂站单线图电网的结构信息,采用拓扑搜索算法自动生成电网结构数据库,并通过选择图元录入对应设备的参数,实现图形和数据库的一体化。

e. 数据库管理系统具有良好的安全性、透明性和严格的一致性。

f. 基于 SCADA 系统平台,可配置在 SCADA 系统的任一个或多个节点上运行,配置灵活,符合客户/服务器体系结构。

g. 信息共享。与 SCADA、PAS 系统共享网络服务、数据库服务、图形支持等资源,拓扑关系自动生成。

h. 成功采纳了资深调度人员丰富的经验,并结合了EMS的分析结果,可以辅佐运行人员的调度工作,有利于电网的安全稳定运行。

4 分系统功能

4.1 模拟操作功能

模拟操作功能是本系统的核心,利用该功能,调度员可以方便地在图形界面上进行模拟操作,所有操作均需进行全面的防误检查。

4.2 开票功能

a. 智能生成综合令操作票。可生成的票类型基本能包括地调调度规程中列出的类型。根据电力系统的主要接线方式,调度员在图形界面下选择操作对象后,系统自动分析并显示所选设备当前的工作状态(运行、备用、检修等),方便调度员根据设备当前状态选择相应的操作任务。按照运行方式采取设置操作目标状态的方法自动进入票编辑界面进行综合令操作票的自动生成,保证出票的准确性。

b. 智能生成逐项令操作票。系统采取网络分析和逐级搜索的方法,具有设备状态分析显示功能,如联络线停/送电操作,模拟调度员开票的思维过程,选择操作对象后,系统自动分析并显示联络线连接的各厂站当前工作状态,结合操作目标状态设置等方法使开一张票只需很少操作,并保证了一次成票的比例和准确率。

c. 智能生成倒闸操作票。智能生成倒闸操作票模拟值班调度员的思维方法,学会运用并自觉积累值班调度员的经验,遵循电网倒闸操作规程,充分考虑倒闸操作的“五防”要求和PAS系统的计算结果,由计算机依据操作任务和电网的实际状态自动生成准确无误的操作票。保护的投退可以类似与断路器的开合由用户任意设置,也可依据默认值进行投退。保护压板号同保护装置自动关联。

d. 图形化单步生成操作票。“图形化单步生成操作票”系统是在图形界面下由调度员用鼠标顺序点取操作对象,系统根据调度员点取的对象自动生成相应的操作内容。系统根据内部提供的防误规则随时跟踪用户操作,错误操作以文字和声音2种形式提示用户,并锁住当前点取的操作对象,使操作无效,可以满足调度员拟写操作票的要求。

e. 典型操作票自定义维护。典型票无需定义复杂的拓扑关系,也不需要严密完善的推理过程。通过自动生成和单步模式生成的操作票都可以保存为典型票,减少了调度员的键盘输入工作量。定义好的票以数据库表的形式存储于服务器上,保证系统的安全性、一致性和易维护性。

4.3 操作票模拟预演

调度员给定操作票后,系统建立一个演示环境,将厂站接线图及操作内容对应显示在计算机屏幕上,自动按照操作票中的操作顺序在厂站的主接线图上模拟显示断路器、隔离开关、接地开关和保护装置等设备的变位操作,产生一个直观的操作过程,期

间进行防误检查,以文字和声音2种形式提示用户。

4.4 操作票培训练习

系统利用图形和推理方面的功能,建立一个为调度员进行模拟操作的界面,培训方法采用历史票和任意票培训方法相结合。历史票培训是对应一张给定的操作票,依据所提示的操作任务,被培训者用鼠标在主接线图上选择合适的断路器、隔离开关、接地刀闸和保护装置的状态,操作与库中一致,在信息窗口显示正确的操作票,否则给出错误提示;任意票培训方法类似于单步生成操作票的方法。

4.5 操作票的管理功能

系统利用通用报表制作工具灵活设计所需格式的报表,自动识别生成的操作票类型。除可对生成的操作票进行显示、审查、存取、分类、查询统计、自动编号及自定义打印,还可做新票、历史票、已执行、作废等标记,满足调度员的日常管理工作。

4.6 实施效果

自2006年5月该系统应用以来实现了调度流程中的工作票拟票、审核、预发、执行全过程的人机联合把关,既减轻了调度员的工作强度,又使思茅地调电网调度自动化系统的水平上了一个新的台阶,为电网调度的安全操作增加了一道技术屏障,确保了思茅电网的安全稳定运行。

5 结语

调度微机防误系统的开发和使用是电网发展的客观需要,防误系统的开发需和原调度自动化系统保持紧密、有机的结合,在调度自动化软件中,设计一个电网防误和调度命令票专家子系统,使防误调度贯穿于整个调度全过程,确保电网安全、经济、优质的运行。

参考文献:

- [1] 国家电力调度中心. 全国电网典型事故分析(1988-1998)[M]. 北京:中国电力出版社,2000.
- [2] 顾拥军,皮卫华,杨乘胜,等. 变电站防误闭锁应用分析[J]. 继电器,2005,33(2):66-70.
GU Yong-jun, PI Wei-hua, YANG Cheng-sheng, et al. Application analysis of anti-mistake defense system in substation[J]. Relay, 2005, 33(2): 66-70.
- [3] 马银山. 电气倒闸操作及误操作分析[J]. 中国电力,2003,36(增刊):43-46.
MA Yin-shan. Analysis of electric operation and operational errors[J]. Electric Power, 2003, 36(Supplement): 43-46.
- [4] 周志敏,周纪海,纪爱华. 电气运行操作必读[M]. 北京:电子工业出版社,2004.
- [5] 冯永青,孙宏斌,朱成骥,等. 基于信息理论与技术的地区电网辅助决策系统设计[J]. 电力系统自动化,2004,28(4):58-62.
FENG Yong-qing, SUN Hong-bin, ZHU Cheng-qi, et al. Design of an auxiliary decision-making system for sub-transmission power network based on information theory and techniques[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(4): 58-62.
- [6] 吴琼,刘文颖,杨以涵. 智能型电网调度决策支持系统的开发与实现[J]. 电力系统自动化,2006,30(12):79-83.
WU Qiong, LIU Wen-ying, YANG Yi-han. Development and

- (责任编辑:汪仪珍)

白彪(1978-),男,傣族,云南思茅人,助理工程师,从事电力系统调度自动化和计算机信息工作。

ZHU Xing-ke, BAI Biao

(Simao Power Supply Bureau, Yunnan Electric Power Grid Co., Ltd., Simao 665000, China)

Abstract: Current dispatch automation systems normally have no anti-misoperation blocking function and the dispatch operation sheet is generated manually depending on the ability and experience of dispatcher, which could not prevent the misoperation technically. Dispatch anti-misoperation system checks dispatcher's operation according to the embedded intelligent dispatch expert rules and the result of PAS calculation and analysis, and generates executable dispatch operation sheet according to correct operating sequence. Being different from the 5-prevention system of substation, it emphasizes the prevention of improper dispatch operation for the state change of large device, instead of those of breakers or isolation switches, which reduces or even eliminates the possibility of dispatch misoperation.

Key words: dispatch misoperation prevention; anit-misoperation rules; application

