

智能操作票系统完整解决方案

袁贵川¹ 庞晓艳¹ 张宏图¹ 王超¹ 肖志强², 陈登科³

(1. 四川电力调度中心, 四川 成都 610041; 2. 北京用尚科技有限公司, 北京 100085;
3. 宁波四维科技有限公司, 浙江 宁波 315020)

摘要: 提出完整的智能操作票系统解决方案, 包含专业电力图形系统、防误校验模块、智能推理模块、基本出票模块、审核批准模块、执行模块这六大模块。方案中存在以下亮点: ①点图成票、逐步校验; ②提出智能推理票理论, 即自动分析操作任务, 分解操作步骤; ③增加掌上电脑(PDA)执行, 并且扫描对应设备条形码的措施, 来防止工作人员走错间隔、误操作设备。

关键词: 智能操作票; 防误校验; 智能推理票; 掌上电脑(PDA)执行; 条形码

Abstract: A complete solution of intelligent operation ticket system is put forward, which contains six modules: power graph system, anti-misoperation checkout module, intelligent reasoning module, issuing ticket module, auditing and approving module and execution module. There are some high lights in this solution, first of all, clicking the graph to issue an operation ticket and gradually checking the errors; secondly, proposing a theory of intelligent reasoning ticket which can automatically analyze the operation task and decompose the procedures; thirdly, adding the measures of personal digital assistant execution and scanning the bar code of the corresponding equipment to prevent operators going into wrong interval and operating the false equipment.

Key words: intelligent operation ticket; anti-misoperation checkout; intelligent reasoning ticket; personal digital assistant execution; bar code

中图分类号: TM731 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2011)04-0087-04

0 引言

在电网安全运行中, 操作票的编制、审核、批准、下令等操作是电网调度日常生产的重要工作, 同时也是发电厂、变电站等运行部门重要的工作内容, 操作票的正确与否直接关系到操作的正确与否, 关系到设备、人身和电网安全。电气误操作可能造成设备损坏、人身伤亡, 甚至引起电网振荡瓦解, 导致大面积停电等严重后果^[1-2]。

如何能够更加全面、有效防止运行电气设备误操作引发的人身和重大设备事故, 杜绝误操作事故发生, 始终是电力部门面临的重大课题。除加强操作安全管理外, 如何从技术手段上提高电网倒闸操作的安全性和规范性也是近期研究的热点。

在不断的革新中, 基于电网仿真的智能防误系统作为当前先进的高效防误技术^[3-6]已逐渐被认可并得到应用。这里提出的智能票解决方案有着严密的解决思路, 首先是以图形系统为基础, 建立电气设备拓扑图形, 图形系统含有智能防误校验功能, 系统

可以点图成票, 还可以生成智能推理票, 减少人工手工录入, 为操作票的编写提供专家级建议, 还可以对操作票进行潮流校验。在操作票的执行过程中, 厂站智能操作票还可以下载到掌上电脑(PDA)^[7], 以PDA正确扫描条形码来进一步加强操作票的安全执行措施。

1 操作票系统现状

通过对全国各地电力公司操作票系统使用情况调查发现, 各地使用操作票系统参差不齐, 是否使用操作票系统来开票, 操作票系统智能程度和该地区的经济以及地区开放程度是相关联的, 直辖市、省会等发达地区大部分都拥有自己的操作票系统, 但是操作票智能程度也有差别; 而一些相对欠发达的地区电力公司, 不具备电力专业的操作票系统, 通过使用社会上普及率很高的word、excel等办公软件来编制操作票, 完全通过人工编写, 信息化水平有待提高。以下分层次介绍了操作票系统使用现状。

1) 不具备操作票系统, 在word上设计好操作票的格式, 每次出票前, 完全手工逐条命令录入, 写票时

完全凭经验与技能,出票速度慢,出票合格率有待提高,而且纸质版操作的存储和查找都是一项复杂而难办的工作,尤其是随着电网规模不断扩大,调度人员工作更加繁重。

2) 具备简单的操作票系统,摆脱了非专业电力软件来开票的现状,实现在计算机上操作票的整个流程,包含操作票的编制、审核、批准、通知、下令操作、统计查找等功能,将调度人员从繁琐的日常劳动中解脱出来。现有操作票系统虽实现了计算机出操作票,但是缺少智能防误校验功能模块,安全性有待提高。

3) 具备智能防误操作票系统,同时也可以点图成操作票,出票过程中带有防误校验功能,实现了操作的智能防误校验,极大地提高了操作票出票的效率和安全性。

4) 传统的操作防误系统,主要采用手工定义操作逻辑的方式,生成校验规则。这样,对于每一可能需要进行安全校验的操作均要建立相应的设备状态逻辑条件,维护工作量大且复杂。并且从原理上讲,很难将设备安全操作的状态条件逻辑式写完整。这种防误方式,对于简单的变电站还能勉强应付;但是对于复杂的变电站、集控中心的防误操作,就显得力不从心;对于调度操作票的防误,就更加无能为力。

智能操作票系统是不是还有更安全与科学的防护解决方案呢?现场五防闭锁装置不能完全满足要求,是不是仍然潜在走错间隔、误操作设备的危险呢?

2 智能操作票系统解决方案

基于以上操作票系统使用现状的研究,特提出了一套完整严密的智能操作票系统解决方案,有效地防止误操作,维护电力系统的安全与稳定^[8-10]。

2.1 智能操作票系统解决方案流程图

智能操作系统解决方案流程图见图1。

2.2 专业的电力图形系统

1) 专业的电力图形系统优势在于设计完全针对电力工作人员需求,图形编辑平台融合主流画图软件 Visio 以及 Auto CAD 作图软件的特性,易学易用。

2) 所有的一次、二次设备,都可以画在图上,支持一次、二次设备图形显示;而且画图即建模,图形系统可以模拟每个设备的真实物理属性,自动处理五防规则,简单来说,画图即建模;或者图形来源也可以由原有系统比如 EMS 系统对接而来,同样自动处理设

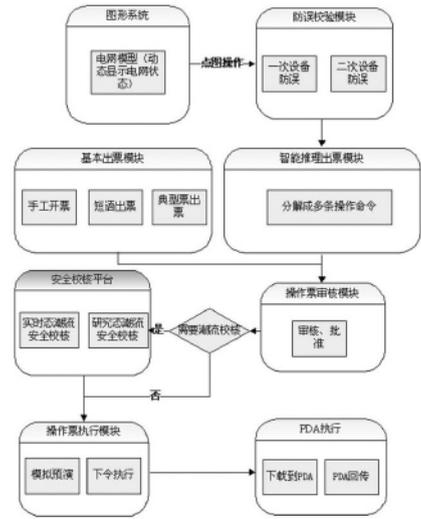


图1 智能操作系统解决方案流程图

备的五防规则。

3) 图形系统具有模拟仿真特性,通过与拓扑模块的无缝结合,可以实现电气设备的带电状态着色,动态显示开断设备的开断、拉合状态;与实时监控测量系统结合,可以显示设备的实时状态以及监测数据,而且还支持图形上的各种挂牌操作。向工作人员完全真实、实时显示电网运行状况,让调度以及运行人员不用到现场便可了解设备接线方式以及运行状态,为操作票编制等工作提供了真实环境数据支持。

2.3 防误校验模块

基于电网仿真的防误技术孕育而生。通过对电网的仿真和操作规程的建模,建立电网中电气设备之间的拓扑关联关系,对电网中的潮流进行模拟,从而得到电气操作安全与否。

根据电网的拓扑关系,自动生成安全校验算法,利用“点图成票、辅助生成、逐步校验、所见所得”的思想,点图自动生成操作票。在操作票命令生成的瞬间,系统根据防误校验功能,针对电气设备的五防规则,对生成的命令进行五防校验,符合五防规则即可生成命令,违反五防规则给出警告。

根据电网的拓扑关系,自动将电网分解为多个设备单元(比如分为多组出线)。工作人员根据设备的运行情况,维护设备单元的危险点。实际对这些设备单元进行操作时,根据操作的性质(通电、断电等),自动对设备存在的危险点进行提示警告。

将二次设备(或者是一些有特殊安全性要求的设备)的操作和其他设备的状态进行挂钩。当对这些设备进行操作时,自动对所需的条件进行检查,并对可能的危险进行提示警告。

2.4 智能推理出票模块

智能推理票是将一条操作术语,通过点图成票方式生成多条操作命令,并对自动生成的操作票进行安全校核、危险点分析的过程。智能推理票的生成系统首先分析操作命令,考虑到电压等级、接线方式、运行方式、可能的相关操作等因素,对操作任务分解成多条操作命令,再根据当地操作习惯调整操作序列,最终生成操作命令。

智能推理出票方式在防误的基础上智能代替工作人员来考虑操作票任务的执行步骤和顺序,提高了出票的合理性和安全性。

2.5 基本出票模块

除了以上说的点图成票方式,智能票系统解决方案还提供基本常规出票方式:在必要的时候可以直接手工编写操作命令;或者可以将按照正常的运行方式填写的经过审核的操作票,保存成典型票,那么遇到类似的任务时,可以直接调用该张典型票,不改动或者稍微做下改动,直接进入操作票的审核节点,完成操作票的编写;还有一种解决思路即用历史票出票,已经执行完毕的操作票如果遇到同样类似的任务,可以直接从历史票中找到该张票,稍微做些改动,也可以直接进入审核阶段。

2.6 操作票审核、批准模块

操作票审核、批准模块的设计从制度和流程的角度提高了操作票的安全性与准确率。在审核批准节点,严格设置权限,提供批准、打回、取回、再提交等灵活功能,还提供签名制度,体现权责分明。经过审核批准之后的操作票才能进入到下令环节。

审核节点还可以加入潮流安全校验功能,包含实时态安全潮流校验和研究态潮流安全校验,确保操作不会发生事故。

2.7 操作票执行模块

智能操作票解决方案中,对即将要下令执行的操作票进行图形化模拟预演,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,将提示用户及早发现操作票的安全隐患,避免事故的发生。

执行时采用在线实时同步的执行系统,可执行预下令、通知、下令、回令等,在执行过程中还能进行下令间断、恢复、作废、中止等操作,并具备签字盖章功能。提供实时监护工具,必须在监护人监护的情况下才能成功执行下令、回令、终止等操作。

但是操作票命令都是下发给厂站人员或者由运

行部人员来操作,一般传统的做法需要使用纸张打印的方法执行,仍然潜在走错间隔、误操作设备的危险。

本方案中提出将操作票下载到掌上电脑(PDA),实现执行前先扫描设备条形码,核实时方能操作设备的方法,防止了工作人员走错间隔、误操作设备的危险。执行过程中,采用逐项执行、越项执行提醒等防误措施,执行完毕后回传到PC电脑,刷新本张操作票执行状态。

3 智能操作票系统解决方案优势

1) 利用“点图成票、辅助生成、逐步校验、所见所得”的思想,实现了操作票的点图自动生成。

2) 先进的算法,采用模式识别和一次操作模拟安全校验专家算法,能适应任意厂站接线方式、电网结构和运行方式,做到了一次设备操作逻辑的免维护,确保了电气设备操作安全。

3) 智能推理出票方式在防误的基础上智能代替工作人员来考虑操作票任务的执行步骤和顺序,提高了出票的合理性和安全性。

4) 掌上电脑(PDA)与设备条形码的扫描配合使用,确保工作人员走错间隔、误操作设备的危险情况不会出现。

4 结 语

电力系统中操作票的编制、审核、批准、下令等活动关系着整个电网的安全与稳定,正是因为操作票如此关键,如何能够更加全面、有效防止运行电气设备误操作引发的人身和重大设备事故,杜绝误操作事故发生,操作安全管理是电力部门关注的焦点。根据操作票系统在全国各地使用情况参差不齐的情况下,提出了完整的智能票系统解决方案。方案中的亮点即为专业的电力图形系统,自动维护五防规则,利用先进的安全校验算法,实现点图成票,瞬间进行安全校验;同时推出智能推理票思想,帮助写票人自动分析操作任务,分解操作步骤;最后一步在执行的过程中使用PDA下载现场对照操作票并且扫描对应设备条形码来防止走错间隔、误操作设备的情况出现,为智能操作票系统解决方案提供最后一道防线。

参考文献

[1] 潘家玮. 浅谈如何防止误操作事故[J]. 科技创新导

报, 2009(20): 176.

- [2] 韦红斌. 浅谈防止误操作的对策[J]. 湖州师范学院学报, 2009(S1).
- [3] 张健, 朱永利, 李东. 操作票专家系统的研究现状及其前景[J]. 电力情报, 2002(1): 61-64.
- [4] 张健, 朱永利, 杨子强等. 适用于变电站操作票推理的面向对象知识表示法[J]. 电力自动化设备, 2002, 22(1): 63-65, 81.
- [5] 翟学明, 谢萍, 戚宇林等. 电网调度操作票专家系统中的知识表示方法[J]. 华北电力大学学报, 1998, 25(3): 98-102.
- [6] 张永生. 变电站智能操作票专家系统的开发应用[J]. 华东电力, 2000, 28(9): 23-25.
- [7] 李焕中. 电厂可视化操作票及PDA防误操作系统的设计[J]. 科技资讯, 2009(28): 25-26.
- [8] 邢晓敏, 赵东, 王兴奇. 通用型电气倒闸综合防误系统的研发[J]. 科技资讯, 2007(28): 8.
- [9] 邢晓敏, 王兴奇. 新型防误闭锁装置在智能操作票专家

系统中的应用[J]. 科技资讯, 2006(14): 8-9.

- [10] 马文建. 变电站仿真培训系统中操作票专家系统开发与实现[D]. 华北电力大学(河北), 2009.

作者简介:

袁贵川(1977) 毕业于浙江大学, 硕士, 长期从事电力系统调度运行工作。

庞晓艳(1968) 女, 高级工程师, 硕士, 主要从事电力系统运行、电网稳定管理等方面研究工作。

张宏图(1973) 男, 高级工程师, 硕士, 主要从事电力系统运行管理等方面研究工作。

王超(1976) 男, 工程师, 硕士, 主要从事电网调度运行、电力市场等方面研究工作。

肖志强(1978) 男, 工程师, 硕士, 主要从事电网调度运行、智能防误等方面研究工作。

陈登科(1981) 男, 江苏宁波人, 工学学士, 主要从事电力系统高软设计工作。

(收稿日期: 2011-05-10)

(上接第60页)

3 解决措施

针对此次事故暴露的问题, 故障的根本原因在于直流分压器送至保护的信号不冗余, 因此, 若直流系统保护的启动与保护出口单独各自使用相应的传输系统时, 即使个别元件异常, 也不会导致保护启动与保护出口程序的同时出口, 从而导致直流系统的闭锁, 最多也只是引起相应 PPR 系统退出备用, 而冗余的 PPR 系统仍然能够保证在真正故障出现时及时切除故障, 保障直流输电系统设备的安全。

按照上述思路对德宝直流系统的直流分压器进行相应的冗余改造, 系统结构如图 2 所示。

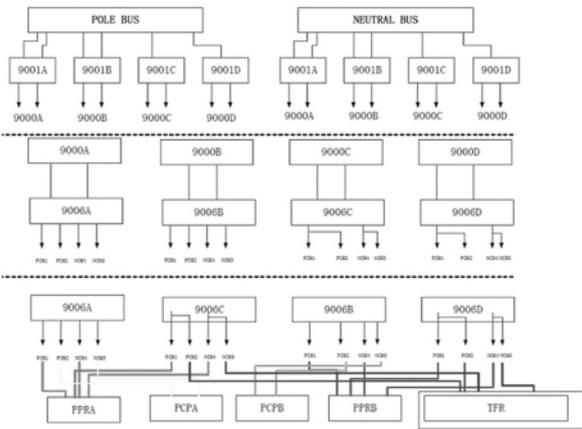


图2 冗余结构改造方案

由图 2 可见, 通过在每极直流分压器的两个接口柜上各增加一套 IX.9000-G2 OPDL 系统, 即极母线

直流分压器增加两个远端模块 9001, 中性母线直流分压器增加两个远端模块 9001, 直流分压器接口柜 A 和直流分压器接口柜 B 上分别增加一套本地模块 9000 和模拟输出模块 9006, 极保护 PPR 上的保护启动和保护出口程序不再使用同一个远端模块 9001 传输过来的电压信号, 这样能够有效避免一个远端模块采集信号的波动造成极保护的启动程序和出口程序同时满足跳闸条件, 增加了系统运行的稳定性。

4 结 语

根据德宝直流输电系统由于直流分压器导致的系统闭锁情况分析, 结合直流输电系统在电网稳定中的枢纽地位, 建议在有条件的情况下慎重考虑直流控制保护系统中各个监测量的冗余策略, 必要时可采取增加冗余度的方法, 确保直流输电系统运行的可靠性。

参考文献

- [1] 吴泽辉, 张鹏, 左干清. 高电压直流系统电压波动的分析与处理[J]. 电力系统自动化, 2008, 32(5): 104-107.
- [2] 郭树永, 郝江涛. 天生桥换流站高压直流分压器雨闪事故分析[J]. 四川电力技术, 2008, 31(2): 36-37.
- [3] 陕华平. ±500 kV 龙泉换流站极 I 极母线直流分压器故障导致直流系统闭锁原因分析[J]. 华中电力, 2010, 23(2): 42-44.
- [4] 饶洪林, 姚其新, 饶磊. 龙泉、江陵换流站直流分压器闪络原因分析及对策[J]. 华中电力, 2010, 23(1): 55-57.

作者简介:

胡翔(1976) 毕业于四川大学, 硕士, 长期从事电力系统调度运行工作。

(收稿日期: 2011-05-09)