

地区电网运行方式辅助分析系统的研究和应用

吴强^{1,2}, 殷伟², 姜学宝²

(1.华北电力大学,北京 102206;2.苏州供电公司,江苏 苏州 215004)

摘要:利用现有系统的图形、数据库、模型一体化信息,开发一个图形化的电网运行方式预安排平台。在此平台上,运行方式人员可以方便地从调度信息管理(OMS)系统获取停电申请单的相关信息,并根据停电申请单信息自动置位到该申请单对应的未来研究态,在此研究态下运行方式人员可以根据自己的思路进行电网运行方式预安排或者调用历史运行方式安排记录,确认后该平台软件可以自动调用安全校核专家算法进行客观评价分析和防误逻辑检查,从而确保电网运行方式安排的安全性和合理性,辅助运行方式人员的决策。

关键词:图库模一体化;运方安排;防误逻辑检查;安全校核

中图分类号: TM727

文献标志码: B

文章编号: 1009-0665(2013)02-0043-04

随着调控一体化工作的推进,苏州五县(市)的110 kV电网的调控权由县(市)调调度管辖改为苏州地调调度管辖,从而导致日检修运方安排工作量增大至少100%,而苏州地调负责日检修运方安排的人员没有增加。在日检修运方安排时,需要查阅大量的数据,很费时费力。通过运行本系统,可以明显提高了日检修运方安排工作效率,减轻日检修运方员工作强度,以适应大量增长的工作任务。系统通过运行历史总结经验形成一套安全校核体系,结合负荷情况,能够对日检修运方员的安排内容进行安全校核,客观的评价是否会造成越限、是否会造成110 kV变电站同电源供电等。特别是日检修运方员对新增的各县(市)的110 kV系统需要一个熟悉的过程,在此过程中,稍有疏忽就有可能出现不合理的运行方式,存在安全隐患,通过软件的校核功能,可以有效消除该隐患。通过本系统的应用,使运方安排工作从手工阶段过渡到图形化、智能化阶段,符合电网应用智能化的趋势。

1 系统方案及功能

1.1 系统的图形化管理功能

系统提供了登录管理、图形列表查找、链路显示等功能。

(1) 系统设计了日检修运方员登录界面,只有认证用户才能使用本系统。

(2) 系统提供变电站、联络图目录列示功能,可以从变电站、联络图目录界面上点击名称链接到对应的一次主接线图上。从变电站一次主接线图中也要提供快速链接到其他相关图形的功能。变电站目录界面提供按拼音字母查找功能、按输入查询的功能等。

(3) 系统提供方便、快捷的设备查找功能,可以通过输入以“全字匹配”或“包含”等方式方便地查找

到所要的目标,双击目标可以自动定位到该设备。同时,在各画面之间,通过关联的线路或者设备可以直接链接到相关的画面上,方便画面之间的切换。

(4) 系统提供供电支路的单独显示功能,通过双击或菜单方式,方便地显示某条线路供电的所有分支及联络情况,并经过裁剪和排版后自动在一屏上显示,并实现随着运行方式的变化而变化。系统提供复杂链路的简化显示功能,将相关的连接在一屏上显示,实现复杂线路的简化显示。

(5) 系统具备图形抓屏移动和放大等功能,将模拟图中变电站进行分类排列,方便调度员查找。

(6) 提供图形化年度运行方式和夏季运行方式管理的界面,在此界面上,运方员可以自由地进行运行方式置位,置位完成后,将确认的年度或夏季运行方式保存在数据库,日后可以切换或调用此运行方式。

1.2 电网运方安排及安全校核功能

(1) 运方置位操作功能。提供系统各种设备(包括开关、刀闸、线路等设备)的变位操作菜单,以便运方员根据自己的意图进行运行方式的置位。操作内容包括开关运行改为冷备用、热备用,开关热备用改为运行、冷备用,开关冷备用改为运行、热备用,拉开、合上刀闸,线路冷备用改为检修、线路检修改为冷备用等。

(2) 运方分析、校核功能。运方分析、校核功能通过校核算法来体现,对运方手工置位的运行方式通过该算法来分析,给出校核的结论。该算法需要总结运方员进行运行安排的工作经验,需要针对不同的运行方式、不同接线方式整理出影响运方安排合理性、合理性的若干要素,对这些要素进行分析研究后形成计算机算法^[1,2]。在运方员进行置位操作后,按照当前实时数据(汇总折算后的数据)进行安全校核。

是否有设备越限(主变、线路等),根据实时数据的汇总(统计最近一个月或其他实效内的最大负荷),结

合线路或主变的最高限额进行校核,看该运行方式下是否存在设备越限的情况(接近限额的80%也给出提醒)。是否会造成110 kV变电站(如某变电站1号、2号主变)同电源供电。若某110 kV变电站同电源供电,则可能会因为上级电源故障而造成全站失电,需要尽量避免。这也是本系统重点校核的内容。

(3) 运方安排数据的存储管理。存储每个设备的运方安排记录,在下次进行该设备运方安排时,可以调取,自动执行其运方调整步骤,并按照当前实时数据进行安全校核,实现历史记录的重复使用。

(4) 历史运方的调用和自动置位。存储已发生的运方安排,并可以检索并调用,对未来态已经存储的运方安排按照时间顺序自动置位,实现运方安排的连续性和预置功能。

(5) 年度运方的存储和调用管理。有些运方安排是建立在年度运方的基础上,而不是当前系统的实际运行方式,故系统提供了年度运方的存储和调用管理,提供图形化年度运行方式管理的界面,在此界面上,运方员可以自由地进行年度运行方式置位,置位完成后,自动将确认的年度运行方式保存在数据库。在需要查看年度运行方式时,通过按钮可以切换至年度运行方式显示模式,并可在此模式下进行相应运方安排工作。

(6) 夏季运方的存储和调用管理。同上述(5),提供夏季运方的存储和调用管理,以方便运方员查看夏季运行方式及开展相应的运方安排工作。

1.3 系统用户权限及数据库管理功能

(1) 用户和权限管理,包括用户及权限认证管理。

(2) 系统参数设置管理,包括电压等级颜色、系统备份参数设置等。

(3) 数据备份管理,实现数据库定时异地全备份功能,可以将系统数据库中的所有数据以文件方式备份至服务器之外的计算机上,可以设定时间,每天定时备份。提供备份数据的恢复工具,方便数据恢复^[1]。

(4) 数据统计查询等功能,提供多种统计数据的查询,如年度各主变或线路等最大负荷等(通过读取实时系统的参数来获得),为运方员或其他相关人员提供一些常用的查询统计功能^[1]。

2 系统设计方法

2.1 系统体系结构设计

2.1.1 硬件结构设计

系统硬件为运方员配置专用的工作站计算机,接入地调的调度防误操作系统所在的三区网络,运方安排工作生成的数据存储在调度防误操作系统的服务器中。为了保证数据工作的网络安全性,通过硬件防火墙为系统提供网络防护。硬件运行结构如图1所示。

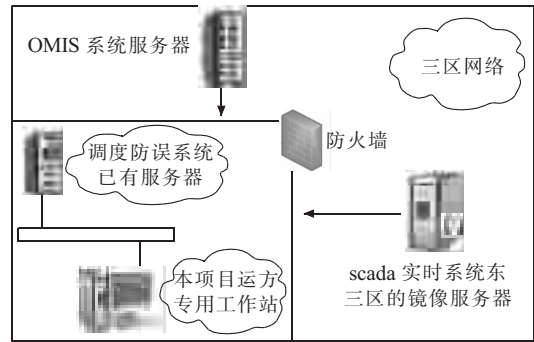


图1 系统硬件运行结构图

其中,运方工作站要求配置内存4 G以上、双CPU(2.0 G以上主频)、硬盘150 G以上、独立显卡(显存512 M及以上)。防火墙设备要求采用千兆网防火墙,要具有强大的病毒过滤功能,包括网页防毒、电子邮件防毒、文件传输防毒、病毒过滤日志等;提供URL访问控制、抗攻击设置、防火墙日志等防火墙功能;基于路由的SSL VPN,在通过IP层面的连接充分保障应用兼容的同时,还提供了细粒度的访问控制,保证用户的全网访问。

2.1.2 软件架构设计

系统软件主要包括“大运行”体系下地区电网运行方式辅助分析软件及2个接口程序(与OMS系统、与SCADA系统)，“大运行”体系下地区电网运行方式辅助分析软件通过读取地调已有的调度防误操作系统图模数据,为运方员提供一个图形化运方工作界面,与OMS系统接口实现从OMS系统读取申请单及运方批复内容的回写,与SCADA系统的接口实现从SCADA系统在三区的镜像服务器中读取准实时数据,用于显示和分析计算^[1]。系统软件架构如图2所示。

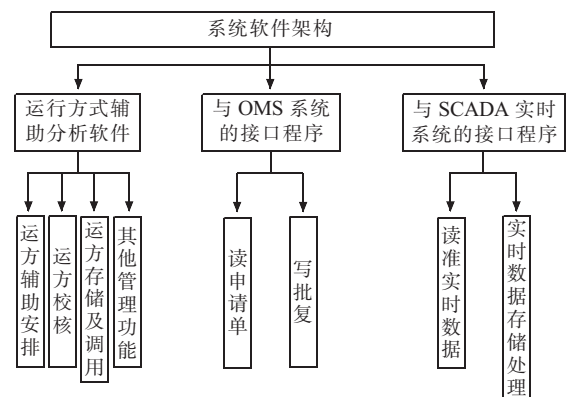


图2 系统软件架构图

2.2 关键技术设计和实现

2.2.1 逻辑校核专家算法的研发

该技术内容实现了运方安排内容的校核,考察运方安排是否满足当前防误模拟屏的防误逻辑,是否会引起设备过载等。主要校核的内容一是考察安排的内容是否满足调度倒闸操作规定;二是要保证在操作过

程中不能发生设备过载;三是对运方安排的设备最终状态进行验证^[2]。

同时,安全校核遵循的原则:(1)按方式调整的顺序先后自行逐行验证,不需要人工干预。(2)验证结论应与操作方法对应,停电操作要提供停电范围供核对。(3)合解环后经过合解环潮流分析估算和简单负荷电流计算,合理的调整方式,均不能发生设备越限。

安全校核算法设计思路:(1)在操作执行过程中,检查操作的正确性,即防误逻辑检查。按照调度倒闸操作规定,为各种操作设定不同的约束条件,当执行这些操作的时候,逐一验证操作是否满足这些约束条件。这些约束条件是依据网络拓扑自动生成的,不是维护的、指定的,是计算机按照接线方式分析的结果。(2)在操作执行后,检查操作结果的正确性。按照操作任务目的,来检查操作后的状态是否满足任务目的。包括是否会过载、合解环是否会出现得失电情况、是否有保电任务、操作执行后设备的最终状态是否正确等。(3)校核时自动取该运方安排开工时的时间断面进行防误逻辑检查,以保证能够验证在时间上存在重叠的多个运方计划安排之间是否存在影响。包含的内容一是其他已开运方是否影响到本次运方安排;二是本次运方安排是否对其他已开运方造成影响。

举例说明苏州运方安排时重点考虑的是否会造成变电站同电源供电的判别,该判别最为复杂,系统在设计时采用了四层逻辑分析。例如金山变1号主变检修,只剩2号主变在运行的时候,要检查2号主变供电范围内的所有110 kV变电站是否存在同电源供电的情况。例如:检查新升变的1号、2号主变是否都由金山2号主变供电的,假如是,要提出提醒,新升变1号、2号主变是金山变2号主变同一电源供电,运行方式不合理。其关键就是在运方安排后检查新升变的2台主变是由同一电源供电的。首先搜索到这2台主变供电的110 kV母线,假如是同一母线供的,且正好另一母线在检修(无电状态),则提示。假如不是同一母线,再向上追溯是否是某220 kV变电站的同一主变供电,假如是,而且该220 kV变电站的另一台主变在检修,则提示;假如不是同一主变供电,再向上追溯是否是某220 kV同一母线供电的,假如是,且该变电站的另一条220 kV母线在检修,则提示;假如不是220 kV同一母线供电,则再向上追溯,看是否是220 kV同一条线路供电的,假如是,且该变电站其他的220 kV线路正在检修,则提示。总共是4级搜索,220 kV线路以上就不再考察了。另外逻辑校核算法还判断运方安排是否满足调度防误逻辑,包括是否存在检修的情况、是否会造成保电用户失电等。

2.2.2 运方安排未来研究态的正确置位

该技术内容主要是为运方员提供方便、快捷的使用界面。这个界面是一个图形化的操作界面,图形数据取的是当天实时《防误型调度模拟屏管理系统》的断面,在此断面上,将前面已经生成的运方计划按照时间先后依次置位,形成最终图形界面,运方人员可以在此界面上再生成新的运方计划安排,按照停电时间插入到已有的运方计划安排中,也可以手工切换到任一已生成的运方计划安排的断面。

在任一时间断点来看,已经安排好的检修申请和还需要处理的检修申请的量都是很大的,靠运方人员记忆已处理的检修申请很难,在进行的运方安排时又必须兼顾已经安排好的检修申请,运方人员在处理互相有时间制约、互相有影响的检修申请时,必须要预先清楚的知道申请停电时间时的状态,传统的工作方式要做到预先知道很费力,只能靠运方人员的记忆和思考。而通过计算机来处理就很方便。在设计新的运方计划时,系统自动将时间断面切换到新的计划停电时间断面,将在此时间断面之前已处理的检修申请内容全部进行置位,从而给使用人员一个超前的图形化界面,使用人员这时候看到的运行方式就是将要设计的运方计划开始前的状态。

2.2.3 智能匹配技术的开发

主要是有两方面使用此技术,一是与调度自动化(SCADA)系统的接口,一是与调度管理(OMS)系统的接口。从SCADA系统或OMS系统读取的信息要通过设备名称与本系统进行匹配^[3]。例如:开关、线路等通过三方面要素进行匹配,变电站名称、编号、命名,只有这三点全部正确才能匹配上,本系统从OMS系统或文件中读取申请单后,使用文字智能识别技术对申请单上的内容进行智能识别,从而获得正确的停电设备名称、调度批准停电时间、是否检修操作和备注说明等信息。在软件正确识别后,点击“生成运方安排”按钮,即可以自动调用日检修运方安排生成模块,进入运方生成流程。

3 系统应用效果

3.1 系统图形化提高工作效率

随着调控一体化的推进,苏州五县(市)的110 kV部分的调控权将划归苏州地调,从而导致日检修安排工作量增大至少100%,而苏州地调前负责日检修和运方安排的人员没有增加。在日检修运方安排时,需要查阅大量的数据,很费时费力。通过本系统,能够明显地提高日检修运方安排工作效率,减轻运方员工作强度,以适应大量增长的工作任务(增加了苏州各县、市管辖的110 kV部分)。

例如某出线断路器检修。运方安排时若采用合解

环方式来进行,运方人员传统的做法是:(1) 根据现有图形资料,查看有几个可以合解环的点,平均通常需要花费 5~10 min。(2) 记下所有合解环点对侧的线路,平均通常需要花费 5~10 min。(3) 查看当前该断路器所带线路的负荷情况,1 min。(4) 查看所有可以合解环点对侧线路的负荷情况、额定值,必要时,还需要查看对侧线路所在系统主变的负荷情况,甚至要考虑线路、主变三天或七天内的负荷峰值。平均通常需要 10~60 min。(5) 最后分别来对可以合解环的路径进行分析哪个方案比较好(通常也会凭借经验判断),最终确定一个最佳方案。这一步若是仔细分析、计算,可能需要花上数小时。

所以综合以上几步的时间,对于支线较多的复杂线路,若用严肃、规范、可靠的态度去做,可能需要几个小时。即便是凭借经验,也需要核对很多资料,花费的时间也很多。然而,采用系统软件,从流程开始到最终运方安排方案的生成,最多只需要几分钟,甚至更少。且计算机处理的数据:(1) 在图形上查看可以合解环的路径,并进行手工模拟置位操作,平均不超过 1 min(通过相关链接显示功能,可以清晰地查看相关的连接清冷)。(2) 得出所有合解环点对侧的线路,平均不超过 1 s。(3) 获取当前该开关所带线路的负荷,通过接口程序去 OPEN3000 实时系统查询,不超过 1 s。(4) 获取所有可以合解环点对侧线路的负荷情况、额定值,以及对侧线路所在系统主变的负荷情况,不超过 1 s。(5) 对该合解环的路径方案进行防误和潮流分析验证,不超过 10 s。

软件总计算时间不会超过 2 min。因此,通过系统来验证合解环方案具有较高的效率,能够有效地提高运方安排的工作效率和安全性。

3.2 系统自动化提升日运方安排安全性

系统通过总结经验形成一套校核体系,结合负荷情况,能够对运方员的安排内容进行安全校核,客观的

评价是否会造成越限、是否会造成 110 kV 变电站同电源供电等。特别是运方员对新增的各局局的 110 kV 系统需要一个熟悉的过程,在此过程中,稍有疏忽就有可能出现不合理的运行方式,存在安全隐患,通过软件的校核功能,可以消除该隐患。

3.3 系统智能化提升调度管理水平

通过系统应用,使运方安排工作从手工阶段过渡到图形化、智能化阶段,符合电网应用智能化趋势^[3]。

4 结束语

该系统目前已经在江苏省电力公司苏州供电公司的地调部门投入使用,为运方人员拟写的运行方式安排提供了一种客观的辅助分析和校核手段,改变了以往完全凭经验主观判断的状况,为保证电网的安全、稳定、经济、优质运行提供了科学的服务手段。今后,在此系统的基础上,还需进一步开发智能应用,使计算机能够按不同操作场所或按不同先后顺序,自动生成一套正确的、科学合理的日检修运方安排,实现运方调整的最优方案。这样既能确保运行方式安排科学合理,又能极大地减轻日检修运方人员的工作强度、提高工作效率,从而进一步提高电网安全运行水平。

参考文献:

- [1] 李于剑. Visual C++ 实践与提高(图形图像编程篇)[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2001.
- [2] 王世祯. 电网调度运行技术[M]. 沈阳: 东北大学出版社, 1997.
- [3] 王成山, 王守相, 郭力. 我国智能配电技术展望[J]. 南方电网技术, 2010, 04(1): 7-12.

作者简介:

- 吴强(1978),男,江苏吴江人,工程师,从事电网调度和生产运行管理工作;
殷伟(1971),男,江苏常熟人,高级工程师,从事电网调度运行管理工作;
姜学宝(1977),男,江苏东海人,高级工程师,从事电网调度运行技术工作。

Research on assisted analysis System of Regional Power Grid Operation Mode and Its Application

WU Qiang^{1,2}, YIN Wei², JIANG Xue-bao²

(1. North China Electric Power University, Beijing 102206, China; 2. Suzhou Power Supply Company, Suzhou 215004, China)

Abstract: Taking advantage of the existing system graphics-database-model integration information, a graphical power grid operation mode preliminary arrangement platform is developed. On this platform, operation mode personnel can easily get relevant information about power cut application from operation information management system (OMS), and set to the corresponding future research state automatically according to the application information. In this study state, operation mode personnel can make preliminary arrangement for operation mode according to their own ideas or call history record of mode operation arrangement. After confirmation, the platform software can automatically call security check experts algorithm for objective evaluation analysis and make anti-misoperation logic check.

Key words: graphics-database-model integration; operation mode arrangement; anti-misoperation logical check; security correction