

[控制系统]

基于营配调一体化的配网接线图三图联动研究

文/江苏省电力公司扬州供电公司 韩旭雯 杨金喜 吴佳佳

开展了调度防误系统图与生产管理系统PMS单线图、地理信息系统GIS图模统一的研究，利用基于网络拓扑的防误判断、智能票与图形更新机制的关键技术，实现了单线图、网络图和GIS图三图联动功能，能够适应营配调一体化基本要求，全面提升配网调控工作效率。

随着电网的不断发展与各专业分支的细化，由于各部门信息沟通的不及时，企业经常出现信息和数据的重复处理。“信息孤岛”的出现，造成了数据的更新不同步甚至不一致。应用无法整合，资源难以共享，严重影响了信息系统整体效益的发挥。配调直接面对广大用电客户，网络多为辐射状手拉手结构，配电设备沿线分散布置，网络拓扑关系复杂，运行方式多变，实时掌握整个配网网络显得尤为重要。调度防误操作管理系统是根据配网调控工作特点，有针对性地开发出的一套防误操作管理系统，具备友好的图形化模拟操作界面，填补了调度自动化系统的空白点。以往配电的单线图和调度的防误图是分开单独维护的，调度员想要查看设备的PMS台账就很麻烦。营配一体化系统的出现，有效利用现代信息技术将其整合成了完整统一的信息平台，开发和利用两者的信息资源，实现信息的共享与交互，提高电网的经营和管理水平、强化自身核心竞争能力。

由此，开展了调度防误系统图与生产管理系统PMS单线图、地理信息系统GIS图模统一的研究，实现了单线图、网络图和GIS图三图联动功能，适应营配调一体化基本要求，为调度员提供一个图形化的配网调度模拟操作工作平台，为配网调度工作提供了一个更有效的辅助手段。

基于营配调一体化防误系统简介

扬州供电公司积极开展了“大运行”体系全面建设工作和优化配网调控运行管理试点工作。系统经过改造提升完成了数据来源唯一性改造，实现配网设备全覆盖，通过日常联络图的维护和置位操作，形成配网可以真实反映配网实时联络关系和状态的系统平台，并实现了与生产管理系统PMS、调控管理系统OMS、地理信息系统GIS的互联互通。系统由相对独立的配网调度管理工具提升为营配调一体化系统的重要组成部分，如图1所示。

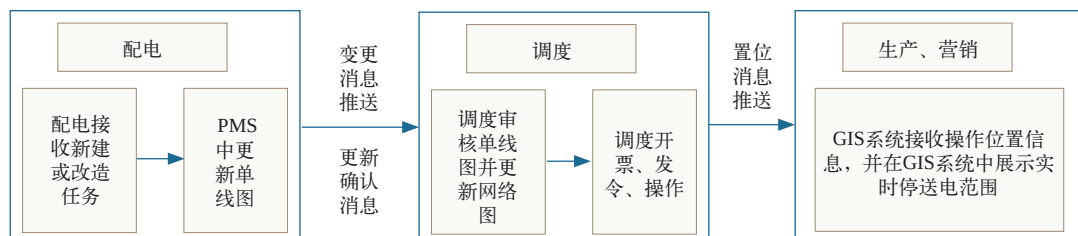


图1 单线图、网络图、GIS图联动

调度防误操作管理系统与PMS、OMS建立接口，共享数据，系统运行结构如图2所示。

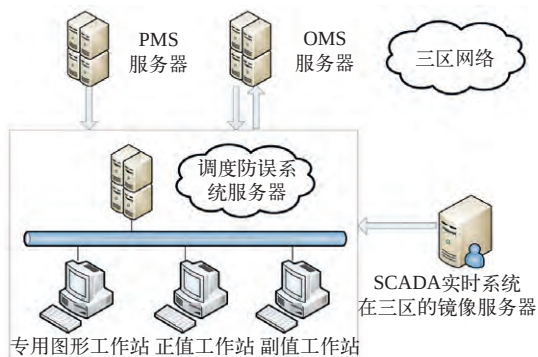


图2 防误调度系统运行结构

与PMS建立接口，在调度防误操作管理系统中即可查看PMS中相关图形资料，操作简单方便。当线路进行检修、割接改造或者处理事故的时候，调度人员能够快速、准确地从系统获得相关资料。当搜索发生事故的杆号、用户名称等资料，可以快速定位到该事故点所在的线路具体位置。单击事故点，即可查看该点所在线路的相关链路图、送电范围图和本线链路图等，在打开的链路图上，能够方便地查看停电倒闸或者转移负荷方式，以及各段线路上的用户情况。

与OMS建立接口，同时实现了基于网络拓扑的智能开票功能以及与OMS的互联互通。系统生成的调度操作任务票可发送至OMS，并在OMS中审核时或发令操作后可返回本系统进行校核或正式预演，形成闭环管理流程，提高调度员拟票工作效率，加快事故处理速度，减少用户停电时间，提高用户满意度。

应用本系统，调度员可以从蜘蛛网般的网络中方便准确地查看某一条配电线路与其相关线路(含开闭所)的全部链路，单独显示在一个屏幕上，

并具备防误调度的闭锁功能，调度员可以进行发令之前的预演，确保发令正准无误，起到把关审核作用。调度发出的每一条指令都在本系统得到体现，从而可以确保调度部门有一个准确反映配网实时接线方式和运行状态的系统。

系统主要模块

1. 防误操作管理模块

在操作票的模拟预演过程中，通过结线分析（拓扑分析）和相关计算，验证调度操作令的正确性。对是否带负荷断合刀开关、带电挂地线、带地线送电、合环、双电源或重要用户失电等情况进行判断并予以提示，实现智能化成票功能和自动防误逻辑校核功能，以及设备状态按照指令票实际操作步骤自动变更或着色功能。

2. 智能操作任务票功能模块

通过基于网络拓扑的图形搜索技术，实现操作指令票的5种生成手段，包括全智能开票、点图成票、手工开票、按典型票开票和按历史票开票。建立了与OMS的接口，与OMS交互衔接。开好的操作票通过推理正确后，发送至OMS进行流转，实现了智能操作任务票与OMS操作任务票的闭环管理流程，如图3所示。在流转过程中，“审核签名”前可以送回系统进行动画演示和校核，校核结果反馈至OMS，为审核签名提供参考。在OMS中进行“监护”后，同样可以返回本系统，进行发令前的正式预演，一方面在即将发令操作前再次验证操作票的正确性，另一方面正式改变设备的状态，以保证设备与现场的一致性。

3. 图形管理模块

防误系统图形管理模块中，采用更新任务的方式处理图形的新建与编辑。PMS单线图对应的变更图可以直接传送至本系统，并对其进行更新提醒。防误系统能够方便接收PMS图，并将其入

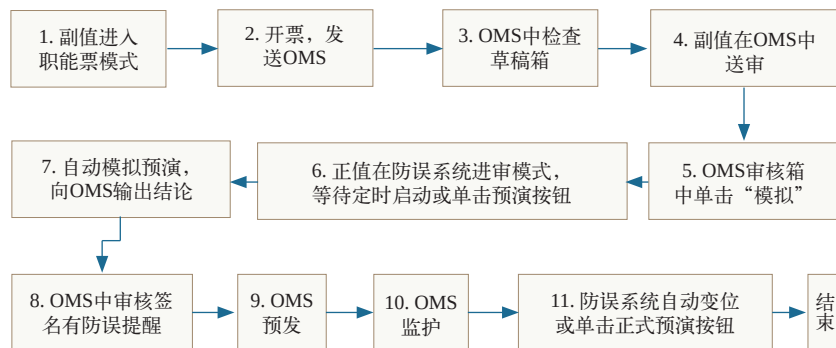


图3 智能操作任务票与OMS的闭环管理流程

库。为了保证图中设备台账数据来源唯一性，防误系统图里每个设备具备与PMS唯一对应的ID属性信息，实现与PMS的模型一致。防误系统图中设备能够与PMS图中设备自动匹配和校验，确保网络结构与PMS图完全一致。

4. 图形共享服务功能模块

防误系统建立了营配调一体化运方检修系统接口，防误系统图中模拟操作的结果可以反映到营销部门所使用的GIS中。营销部门可以准确获得实时的配网检修停电范围，实现图形信息的共享。另外，防误系统构建好的配网联络图可以通过标准SVG格式输出，共享给其他系统使用，也可以方便地输出为CAD等格式或打印。

系统关键技术研究

系统重点研究了基于网络拓扑的防误判断、全智能成票和图形更新机制。

1. 基于网络拓扑的防误判断

采用数学推理分析的方式进行防误判断，根据网络拓扑结构自动判断是否满足操作规则，操作规则不需要人工维护。通过系统的图形化模拟调度，提供停电范围提示、保电提示和双电源供电提示等功能。

2. 全智能成票

全智能成票技术主要分为智能开票技术、优先排序算法和安全校核。根据当前运行方式，通过网络拓扑分析，提取相关专家规则，自动搜索

可行的供电路径，并根据优选排序算法排除一些不可行的方案、按照优劣顺序最终给出一些可行方案供调度员决策选择。调度员在确认选择后，由系统自动生成操作任务票，经过安全校核后即可发送到OMS。

(1) 智能开票的设计

利用网络拓扑路径搜索技术，读取电网图形接线，根据设备之间的连接关系，创建网络拓扑模型。根据操作设备对象的连接情况，按照指定的搜索条件找到满足要求的断开点，从而得到物理上可行的供电操作路径。

通过网络拓扑路径搜索，可以找到设备停复役的合解环操作路径，当调度员选择、确定了操作路径之后，软件就要根据所选的路径，自动生成一系列操作任务票，完成智能开票。

(2) 优选排序算法

成票过程要兼顾合解环两侧的线路情况、重合闸、保护的情况以及线路以上主变等设备的运行情况，才能最终生成正确的操作任务票，这就需要对各种设备、各种运行方式下的操作票生成规则进行研究。利用优选排序算法对通过网络拓扑搜索技术获取理论上的供电方案进行排序，包含两个方面内容，即排除算法和优选算法。

1) 排除算法。不满足给定条件之一时就予以排除；给定条件是根据电网运行条件、调度规程整理出来的，如图4所示。

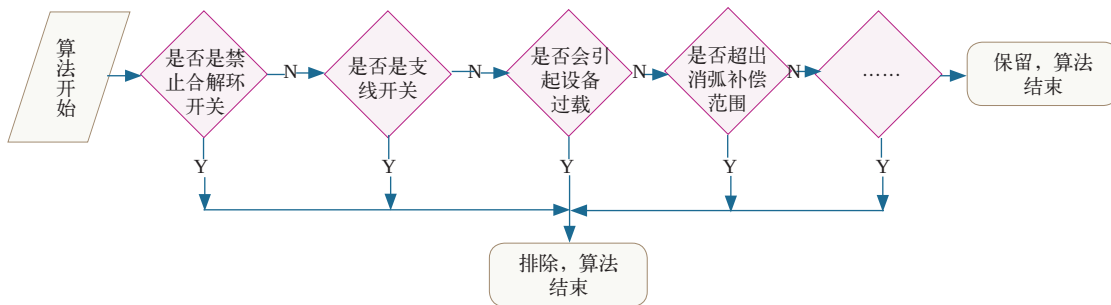


图4 排除算法

2) 优选算法：对排除后剩下的方案进行排序。优先顺序按照电网运行条件、方式变化前后的潮流分布和调度员调度经验整理出若干要素，对这些要素设定不同等级的权值。然后对各个方案计算其权值，通过权值大小进行排序，如下表所示。总权值 $\sum R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_n$ ，权值越大越优先。

(3) 操作票安全校核

在操作执行过程中，检查操作的正确性，

调用系统防误逻辑校核模块逐一验证每一步操作

表 优选算法方案

等级	条件	权值
等级1	负荷电流小于额定值的80%	$2 \times 1\,000(R_1)$
等级2	两路电源保持	$4 \times 1\,000(R_2)$
等级3	开闭所或变电站开关	$8 \times 1\,000(R_3)$
等级4	同一母线	$16 \times 1\,000(R_4)$
等级n	…	…

以合理安排自己的时间,预先进行图形维护,并可以保证系统图形的及时更新,不会造成图形更新滞后或者超前的现象。另外,系统提供“预更新”功能,方便对更新任务进行审核、开票。

(2) 自动与PMS匹配和校验

配电网图上新增的设备可以直接来源于PMS

台账，也可以通过名称、编号等自动与PMS设备台账进行匹配、关联，且进行逻辑关系的校验（校验规则包括开关前后、左右连接关系是否正确），若存在无法关联或连接关系不对的现象，则本次更新任务只能暂存，不能直接更新；匹配和校验合格，系统向PMS发送单线图合格消息，确认此次推送的单线图更新信息，流程如图6所示。



行数据的同步更新，较好地满足了营配调三方数据共享的需求。实现了配网单线图、网络图、GIS图的三图联动功能，在此基础之上初步实现了计划停电、实时故障停电的范围展示，这些功能的实现为线损统计分析、故障研判等营配调高级应用提供了技术支撑，为保证电网的安全、稳定、经济、优质运行提供了科学的技术手段。EA

(编辑: 杨得润)

www.eage.com.cn