

配电网抢修指挥平台研究及典型建设探讨

王民昆¹, 吴雪琼², 张国芳¹, 温丽丽¹, 郭亮¹

(1. 国网四川省电力公司, 四川 成都 610041; 2. 国电南瑞科技股份有限公司, 江苏 南京 210016)

摘要: 随着智能电网建设的深入开展, 社会对高质量和高可靠性的电能供应提出了更高的要求。通过建设配电网抢修指挥平台全面提升配抢专业化管理水平、提高供电可靠性以及提升优质服务质量。以配电生产业务为主线, 分析“三集五大”模式下配电网生产管理现状, 提出适应于抢修指挥应用的智能配电网生产指挥体系。分析了抢修平台业务功能应用, 结合多个供电公司在具体项目上的实施经验, 根据企业现有业务系统的适应性、资源共享性等方面, 从平台部署模式、移动作业接入模式、平台建设模式 3 个角度探讨了抢修指挥平台的典型建设模式, 并对各建设模式优缺点做出分析, 为供电公司运行检修工作提供有力支撑。

关键词: 配电网抢修指挥; 配电检修体系; 典型建设模式

Abstract: With the deep development of smart grid construction, the society has put forward higher requirements for high quality and high reliability of power supply. Through the construction of repairing command platform of distribution network, the overall professional management level, the reliability of power supply and the service quality are improved. Taking the distribution network production as the main line, the current situation of distribution network production management under "three sets of five" mode is analyzed, and the intelligent distribution network production command system is put forward. In view of platform deployment mode, mobile access pattern and platform construction mode, the typical construction model of repairing command platform is discussed, and the advantages and disadvantages of different construction modes are analyzed, which can provide a support for the operation and maintenance of electric power supply company.

Key words: repairing command of distribution network; maintenance system of power distribution; typical construction mode

中图分类号: TM727 文献标志码: A 文章编号: 1003-6954(2016)02-0069-05

DOI:10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2016.02.016

0 前言

随着社会的进步和科学技术的高速发展, 社会对电能供应的质量和可靠性提出了更高的要求。城市越发达其承受停电干扰的能力越差, 即使是短时间的停电扰动, 大则引起一定规模的经济影响, 小则对居民的日常生活带来不便, 长时间停电则会造成社会的不安定以及较大的经济影响。不断提高供电可靠性、减少停电时间以提高客户满意度一直是电力公司追求的共同目标, 而提高配电网运行指挥水平无疑是实现这一目标的重要手段。

同时, 电网规模的日益扩大, 电力公司生产任务越来越多, 生产和检修计划工作也因此变得更加复杂, 电力公司对生产计划的精益化管理要求也越来越高。分析和研究配电网生产检修的关键环节、影响设备检修效率的制约因素和设备状态信息获取方

法, 对生产和设备检修计划进行科学合理的优化和提升, 建立配电网抢修指挥平台, 实现配电网生产检修的业务流程优化与闭环管控, 有效提升电网可靠性, 减少重复停电, 降低售电损失, 提升设备效能、电网效能和人员效率, 提升客户满意度和企业社会形象, 是当前投入少、见效快、效益高的重要的创新举措。

下面以建设配电网检修专业化和运维一体化的管理体系为指导思想, 研究和提出适应于配电网生产抢修管理的统一信息模型及交互技术, 提出配电网生产抢修指挥体系架构, 研究基于全网拓扑的故障研判机制和配电网故障停电快速协调指挥机制, 实现配电网运行检修的统一指挥和调度。

1 配电检修体系研究

配电网运维检修和故障抢修等业务涉及到调

度、营销、运检等多个部门的协同工作,高效、合理的指挥体系是实现配电网生产业务高效开展的保障,同时,也为配电网抢修指挥平台的开发提供指导作用。配电网检修体系研究以配电网生产业务为主线,分析“三集五大”模式下配电网生产管理现状;梳理计划检修、停电管理、故障抢修等核心业务流程;明确各业务部门之间的边界和衔接关系,在分析、总结现有配电网生产指挥体系的基础上,提出适用于抢修指挥应用的智能配电网生产指挥体系。

为提高科学决策效率和供电可靠性,以配电网生产管理流程为主线、以运行机制为支撑、以组织结构为保障、以指挥平台为工具,提出配电网生产指挥体系。

配电网生产指挥体系的建设步骤为:

- 1) 依据计划类和非计划类工作的内容建立合理的流程;
- 2) 基于流程建立体系的运行机制;
- 3) 建立管理组织体系;
- 4) 基于信息和技术支撑建设指挥平台。

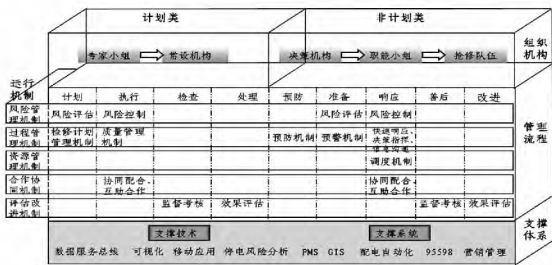


图1 配电网生产指挥体系架构图

2 配电网抢修指挥平台建设

通过对配电网抢修指挥业务应用研究,开展配电网抢修指挥平台建设,整合配电网自动化信息、PMS/GIS信息、95598信息、GIS信息、用电信息采集信息、GPS信息、视频信息实现生产业务应用、故障抢修指挥、日常应用,全面提高配电网运维、检修及故障抢修管理水平,充分利用配电网生产需要的相关设备信息、电网模型和空间信息,实现风险超前防范和生产科学管理,深化配电网状态管理,技术上推进配电网运维管理、检修抢修和技术改造标准化管理,全面提高配电网运维、检修和技术改造工作质量。

2.1 基于SOA架构的信息集成架构

建设松耦合架构模式的智能互动抢修服务指挥

系统,通过符合IEC 61968标准的数据交互总线与相关业务系统以SOA松耦合方式集成,封装数据和功能以服务的方式在总线上发布,信息交互标准遵循IEC 61970/61968规范,做到业务数据“源端唯一、全局共享”,在信息融合贯通的基础之上,实现配电网生产和抢修的综合应用。

配电网生产抢修指挥平台基于SOA架构的信息集成,从上、下游已经建立的应用系统中获取相关的应用服务,达到信息共享的目标。按照符合IEC 61968/61970信息标准,各个应用系统之间的信息集成和业务应用必须依据“源端唯一、全局共享”原则进行。通过信息交互实现配电网生产抢修指挥平台与相关应用系统之间的资源共享和功能整合。

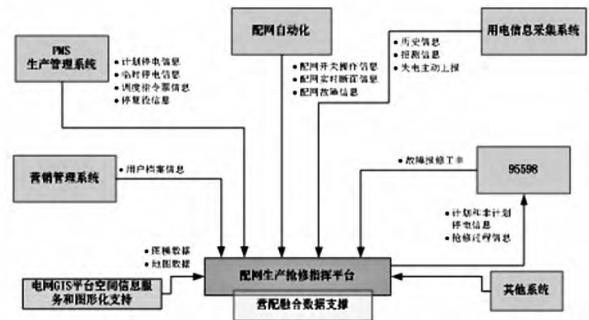


图2 系统接口交互集成图

2.2 灵活的配用电业务系统信息融合

现有电网建设构架中营配业务涉及的多套业务系统均有涉及中低压配电模型,以“源端唯一”原则为基础,将生产管理系统定位为中压配电设备台帐的数据源、将电网GIS平台定位为中低压网络拓扑的数据源、将营销管理系统定位为用户模型的数据源,空缺的低压设备台帐的数据源将通过抢修平台中的低压数据管理模块完成。除营销管理系统外,其他均是生产业务部门应用系统,生产维护的中低压设备模型与营销维护的低压用户模型将通过统一的用户集实现贯通,从而实现中低压一体化的网络模型。

2.3 实现多端发起、协同参与的故障研判分析

采用基于报修信息的实用化配电网实时故障定位方法,以电网拓扑结构为基础,以报修信息为辅助,实时定位可能的故障源。支持多端故障发起,多方协同参与(自动化、用采、95598等)、动态配置研判策略、灵活运用各方信息来源实现精确定位的故障处理机制。同时,对研判分析的结果提供量化的评价指

标 更好地提供辅助决策功能。研判过程如下:

接到 A 用户报修工单后,系统首先判断是否是在正在执行的计划停电范围内,如果是,直接回复 95598,如果不在范围内,判断是否在已知的故障停电范围内,如果是则派单或者合并工单,如果不是,则通过用电采集系统实时召测用户的电量信息,如果有电量信息则判断是用户内部故障,如果不是,则召测同用户集下的任意 B 用户,如果 B 用户有电,则判断故障点处于 A 用户与用户集之间,如果 B 用户也没有电,则召测同一变压器下的其他用户集中的 C 用户的电量信息,如果 C 用户有电,则判断是 A 用户所处的低压线路发生故障,如果 C 用户也没有电,则召测该变压器的实时电量信息,如果没有电,则初步判断是该变压器故障。采用此研判策略来逐步缩小抢修人员现场查找故障的范围,缩短故障恢复时间。

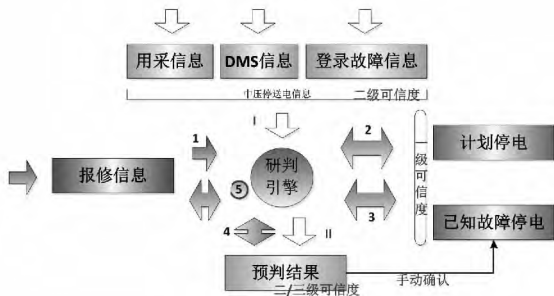


图 3 基于中低压网络的统一研判模型结构图

2.4 抢修指挥应用

配电抢修指挥平台依据业务模型对配电网故障事件进行相应的数据分析、挖掘,从而快速、准确地为决策人员展现出该故障对用户的影响、供电损失、停电范围以及故障预案、事态发展和相应的资源调配方式等。建立标准化抢修流程,实现抢修作业全流程管理,实现“一个用户报修、一张服务工单、一支抢修队伍、一次到达现场、一次完成故障处理”的闭环抢修指挥应用。

2.5 智能移动作业管理应用

抢修移动应用指集成无线互联、手持终端等技术,通过安全接入平台,将抢修移动作业应用与配电网生产抢修指挥一体化管理紧密结合。系统之间信息充分整合与交互,实现抢修移动 PDA 或平板电脑通过公网与配电网生产抢修指挥一体化管理中心服务端的通信,从而实现电网运行故障的快速响应及处理,提升电网安全生产风险的预防及控制能力和

电网故障的应急响应能力,从而提高配电网可靠性。

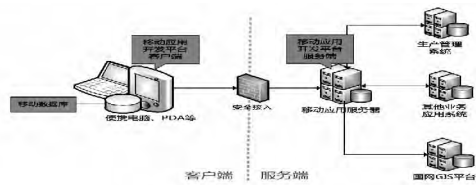
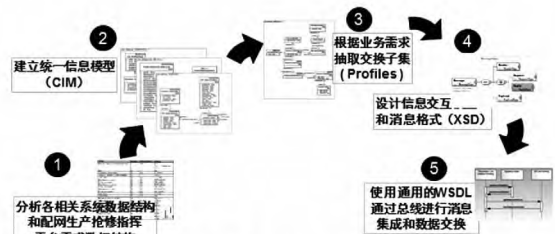


图 4 移动应用示意图

3 关键技术

1) 配电生产检修多业务消息模型构建及交互机制设计。平台基于配电生产检修多业务数据需求,与 IEC 61968 和 IEC 61970 标准规定的 cim 模型比对、映射。在全局的公共信息模型上进行统一扩展,并且发布至各系统,使各系统具备统一的信息模型。各系统以 SOA 架构,基于消息交互规范封装数据和功能,并以服务的方式在总线上发布,构成配电生产信息交互模型。



实现基于统一信息模型的营销系统应用集成与互动

图 5 消息模型构建示意

2) 配电网事故预案智能匹配规则及方法。采用基于业务规则管理的预案管理技术,以结构化的业务规则数据表示业务行为,将传统事故预案的文本管理模式,转变为对象化、结构化的业务规则;并根据电网结构变化,实现对事故预案的版本化管理,支持建立对预案的创建、编辑、测试、发布和作废的全生命周期管理,使得事故管理预案和传统数据信息一样成为电力企业的重要资产。利用规则引擎实现配电网事故处置预案的快速匹配,在集成包括 EMS、DMS、和营销、95598 等相关停电信息的基础上,开发高性能的规则引擎,综合高效地分析海量停电信息,快速选择出匹配触发规则的事故处置预案,智能化地辅助监管人员进行处置措施编制。

3) 高可靠的智能移动终端自校验技术。移动作业终端在配电网抢修指挥业务中的应用越来越重要,抢修过程中通过服务端与移动端的视频、照片、工作状态等信息的互动实现了调度中心与作业现场

的协同办公,基于 GIS 和移动技术的抢修指挥应用当前已经在天津、重庆、成都等城市开展试点工作。试点中发现由于移动通信信号不稳定、移动信号屏蔽等问题,造成极易发生工单丢失、工单状态不同步等问题。平台采用高可靠的智能移动终端自校验技术,优化智能移动终端与服务端数据交互机制,从账号登陆机制、数据同步机制、工单派发机制、工单反馈机制和断网处理机制几个方面加固抢修指挥应用服务端与移动端的交互,保证了抢修业务流程的闭环管理,为山区、信号较弱地区的抢修工作提供了技术解决手段,提高抢修效率,保障供电可靠性。

4) 以效能最优为目标的检修计划优化平衡技术。基于效能最优的停电计划优化技术紧扣停电计划的编制、协调与平衡 3 个环节,建立了“部门优化”、“协调优化”、“全局优化”3 层优化算法框架,通过部门优化帮助基本部门利用拓扑分析、约束优化等技术,自动分析停电计划中的错漏问题;通过协调优化,自动动态提醒不同生产部门捏合相关的停电工作;通过全局优化,在前两层优化的基础上,综合考虑重复停电、电网安全、人力资源等因素进行总体优化。通过这 3 层优化,可以减少重复停电、提升部门之间协调效率、平衡工作量,从而提升计划检修中的效能。

4 典型建设模式分析

随着智能电网的建设,电网公司系统内部、省公司开展了配电检修相关研究和建设工作,如天津、上海、浙江、江苏、福建、宁夏等地区。平台建设基于营配融合数据,开展了故障报修工单管理、生产指挥应用、停电研判、抢修指挥、检修计划优化、分析与决策等功能应用,根据各地区信息化建设情况、抢修业务流程采用不同模式进行抢修指挥平台建设,并取得了一定的成果。

4.1 平台部署(一/二级)模式分析

1) 一级(直辖市)部署模式

一级(直辖市)部署模式是配电抢修指挥平台单独建设,在电力公司一级部署在安全 IV 区,与电力公司一级部署的业务系统通过信息交互总线进行互联互通,每个地区公司的 EMS、DMS 通过信息交互总线将实时数据传递给生产抢修指挥平台,实现接单、研判、派单、统计分析等功能。地区以及县级

抢修调度指挥人员通过远程工作站模式统一登录使用。一级部署方式具有实施周期短、后期维护简单等特点,适用于大规模推广建设。

2) 二级(地市)部署模式

二级(地市)部署模式是平台部署在地区公司安全 III 区,通过信息交互总线与一级部署的业务系统通过信息交互总线进行互联互通,只接入该地区实时系统的实时数据,实现接单、研判、派单等功能。同时在电力公司建设一级抢修指挥平台,实现省级范围内的抢修业务数据的统计分析功能。该种建设模式满足了地市公司覆盖范围内的抢修指挥业务应用需求,不同地市公司应用遵循统一设计标准,能够结合辖区内管理模式,提出个性化需求,满足差异化应用。

4.2 移动作业接入模式分析

基于移动作业平台技术的在线手持终端,与抢修业务流程紧密联系,通过无线 3G 网络,实现调度主站与抢修现场 PDA 手持终端的抢修互动,并支持在移动作业终端上查看地理图信息。智能移动作业应用建设过程中,从物理、边界、终端、网络、带宽冗余、主机、应用进行全方位、立体化设计,采用不同移动作业终端接入方式,实现信息安全防御,及抢修中心与现场作业互动。

1) 以安全接入平台模式接入

平台主站接入国网统一建设的安全接入平台,通过 3G 无线网络与 PDA 等抢修终端设备交互。安全接入平台采用一级部署,实现了公网与电力信息大区的安全隔离,主要应用于电力抄表、电力线路巡检作业、应急作业处理等电力信息的安全接入。

采用该模式建设移动作业应用需要综合考虑电力公司安全平台建设情况,以及现有信息接入量、网络带宽冗余是否能够满足抢修指挥平台信息流量需求。在网络流量满足抢修平台建设需求的情况下,直接利用现有网络实现移动作业应用,大大节约了建设成本,提高了建设速度。

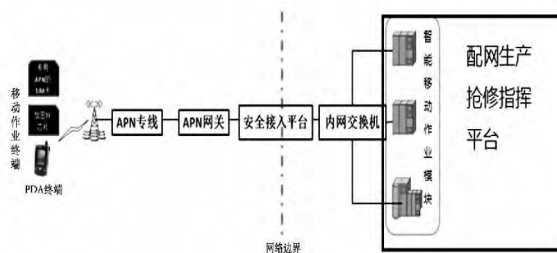


图 6 安全接入平台接入模式

2) 以 3G、VPN 或外网服务器模式接入

在需要新建作业终端接入平台主站的电力公司,可通过建设 VPN 专网和接入 3G 网络,实现移动作业应用。在已通过内外网服务器通信实现公网与电力信息大区交互的电力公司,可以采用利用已有外网服务器模式实现移动作业应用。独立建设移动作业信息接入网络,灵活性较高,网络资源使用也较为自由,但是 VPN 专网线路的铺设、流量包费用等会提高项目的建设成本及建设周期。

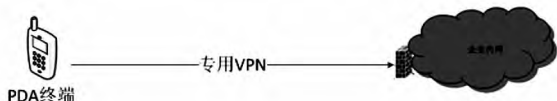


图 7 专网 VPN、3G 接入模式

4.3 平台建设模式分析

在配电网建设整体解决方案中,采用“一条总线,一个平台,两个应用”的建设思路。一个总线,即通过信息交互总线实现业务数据交互;一个平台,即一体化支撑平台,是实现系统开发和运行的基础,包含数据管理、信息传输与交换、公共服务等层次,为配电网调度控制应用提供横向集成、总线贯通的技术支撑;两个应用,即配电网运行监控和配电网抢修指挥。

1) 配抢一体化建设

配抢一体化建设模式,在一体化支撑平台下,针对面向安全 I 区的实时监控调度业务需要,开展配调管理、图模维护、馈线自动化及高级应用功能建设;针对面向安全 III 区的抢修指挥业务需要,实现工单管理、计划停电分析、故障停电研判等功能。平台建设对电网 GIS 平台、生产管理系统、营销管理系统提出了信息集成要求,通过系列接口标准,实施信息整合,为抢修指挥应用提供技术支撑。

绵阳、成都两城市抢修平台采用配抢一体化建设模式,其优点是能够共用基础软件、通信设备、部分硬件服务器及安防设备,建设周期短,投资省,降低系统间协调联络难度。建议前期未进行配电自动化系统建设的地区,考虑这种模式进行建设。

2) 抢修指挥平台独立建设

抢修指挥平台独立建设是指配电网运行监控与抢修指挥彼此分离独立建设,在安全 I 区建设配电

主站,III 区建设抢修平台,依托信息交换总线实现信息流交互与应用集成整合。

银川、吉林等地抢修平台采用平台独立建设模式,其优点是彼此之间独立性高,应用之间受影响性小。建议前期已进行配电自动化系统建设的地区,可考虑按照这种模式进行建设。

5 结 语

以上从平台部署模式、移动作业接入模式、平台建设模式 3 个角度介绍了抢修指挥平台的建设模式,并结合各个电力公司应用情况对各建设模式优缺点做出分析。

以“一个用户报修、一张服务工单、一支抢修队伍、一次到达现场、一次完成故障处理”为目标,建设标准化配网抢修指挥平台。在建设过程中重点关注营配数据融合、抢修业务全流程协同、系统间信息交互、运维管理体系建设 4 方面的问题。根据以上几种方案的优缺点,各公司可以根据自身公司的特点以及外围各系统的建设情况,因地制宜地选择适合自身的模式。

参考文献

- [1] 国家电网公司. 国家电网公司关于印发“三集五大”管理通则的通知[R].
- [2] 国家电网公司. 关于印发《配网生产抢修指挥平台功能规范》的通知[R].
- [3] 国家电网公司. 配电网调度控制系统技术规范(征求意见稿)[I].

作者简介:

王民昆(1973),高级工程师,从事电力系统自动化技术研究及管理;

吴雪琼(1984),工程师,从事电力信息交互集成、配电自动化技术研究和产品开发;

张国芳(1985),工程师,从事电力系统自动化技术研究及管理;

温丽丽(1982),工程师,从事电力系统自动化技术研究及管理;

郭亮(1982),工程师,从事电力系统自动化技术研究及管理。

(收稿日期:2015-08-12)