

配电管理系统(DMS)及其应用功能

陈竟成 张学松 于尔铿

(中国电力科学研究院 100085 北京)

摘要 结合我国地区电网调度管理体制,将地区电网调度自动化功能以 10 kV 为界分为地区调度和配电控制管理两部分,前者采用部分能量管理系统(EMS)功能,后者采用配电管理系统(DMS)功能;介绍了 DMS 的适用范围、特点、结构及与其他系统的集成关系;叙述了 DMS 应用软件的功能和特点;讨论在配电系统中引入地理信息系统(GIS)的必要性以及 GIS 与 DMS 的结合方式、GIS 与 DMS 的动态数据交换、GIS 在线和离线应用功能;最后强调了在 DMS 开发与实施中需要重视的几个问题。

关键词 配电自动化 配电管理系统 能量管理系统 用户信息系统 地理信息系统

分类号 TM 734

0 引言

电力系统自动化沿着元件自动化—局部自动化—子系统(岛)自动化—综合自动化(管理系统)的道路发展^[1]。管理系统指的是对不同自动化系统的综合管理,其特征是以数字计算技术代替模拟计算技术,大部分功能由软件来实现,这是现代电力系统自动化技术的一次飞跃。简单地说,用于网、省调度中心的能量管理系统(EMS)主要针对发电和输电系统,其主要功能是数据收集与监控(SCADA)、能量管理(发电控制及发电计划)、网络分析;而用于配电调度中心的配电管理系统(DMS)主要针对配电和用电系统,其主要功能是 SCADA、负荷管理及控制、网络分析。EMS 与 DMS 最主要的区别在于一个用于发电和输电,一个用于配电和负荷。

目前我国地区电网分两级调度管理:地区调度(简称地调)和配电控制中心(简称配调),前者管理输电线、输电变电站和配调(500 kV~35 kV),后者管理配电线、配电变电站、馈线和负荷(10 kV~220 V)^[2]。地调管辖的电网属于次输电系统(sub-transmission system)^[3],需要不含能量管理部分的 EMS 功能,配调管辖的配电系统需要 DMS 功能^[4]。虽然也有将地调管辖的 110 kV~35 kV 系统称为高压配电网,但从功能上说可将其纳入 EMS。因此,本文讨论的 DMS 主要针对配电控制中心所管辖的 10 kV 中压配电系统和 220 V 低压配电系统。

1 DMS 的特点和结构

1.1 DMS 的特点

如上所述,EMS 管理发电和输电,DMS 管理配

电和用电,前者集中,后者分散,后者的技术思想来源于前者,但又有其自身的特点。

1.1.1 DMS 与 EMS 的相同点

- 通过 RTU 收集实时信息,并实现运行监视和控制功能(SCADA);
- 用显示器作人机交互手段进行监控;
- 配置网络分析软件,帮助调度员分析当前状态,指导未来运行;
- 存储历史数据,供制表、检索和分析历史事件用;
- 与其他系统联系,共享数据和分析成果。

1.1.2 DMS 与 EMS 的不同点

- 配电网为辐射状,输电网为网状或多环状;
- 配电设备沿线分散配置,输电设备多集中在变电站;
- 配电网内要求安装的 RTU 数量通常比输电网多一个数量级;
- 配电网的数据库规模(万级)比输电网的数据库规模(千级)大一个数量级;
- 配电网的网络接线经常变化,检修更新频繁;
- 配电网具有多种通信方式;
- 配电系统比输电系统自动化技术水平低。

1.2 DMS 的纵向集成和横向集成

如图 1 所示,从电力系统的发、输、配、用电纵向层次来看,分别有用于发电侧的能量交易(energy trading)系统,用于输电网的 EMS,用于配电网的 DMS 和配电自动化(DA)、变电站综合自动化(integrated substation automation)、馈线自动化(feeder automation)系统,用于用电侧的需求方管理(DSM)系统。因此,与 EMS 不同,实现一个功能

完整的DMS要求与多个系统集成,纵向要与EMS, DA, DSM 等系统集成,横向要与地理信息系统 (GIS)、用户信息系统(CIS)、管理信息系统(MIS)等集成。而实现各单项自动化系统集成的途径是走开放系统结构(OSA)、实现多应用系统开发厂家产品集成的道路。

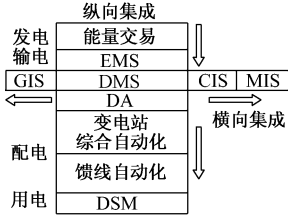


图1 DMS的纵向集成与横向集成

Fig. 1 Horizontal and vertical integration in DMS

1.3 DMS的功能结构

DMS的功能结构示于图2。图的上半部分表示数据源部分,这是DMS工作的基础,图的下半部分表示各种应用功能,其中部分功能需要GIS平台。

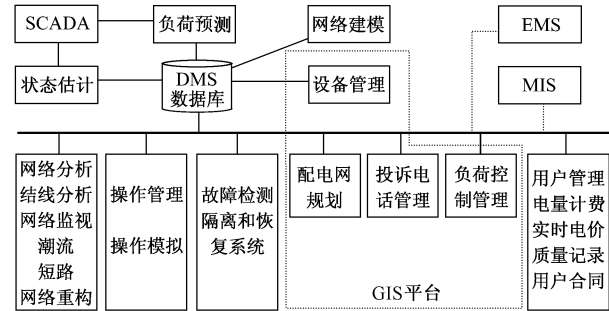


图2 DMS的功能结构

Fig. 2 Functional structure of DMS

2 DMS应用软件功能

2.1 DMS应用软件功能概述

简单地说,DMS应用软件功能包括3部分:网络分析功能(网络建模、结线分析、动态网络着色、配电潮流、网络重构、负荷预测、短路计算),停电管理功能(故障检测、隔离与恢复,操作命令管理,工作命令管理),GIS应用功能(设备管理(FM)、投诉电话管理(TCM)等)。

2.2 网络建模

用于建立和维护配电网络数据库,为其他应用软件如配电潮流、短路计算、网络重构等定义配电网的网络结构。配电网络建模不宜照搬输电网络建模方法,而应考虑提供对辐射状馈线结构的专门描述,以适应DMS研究与开发的需要,并为用户提供方便直观的网络建模方法。此外,配电网络建模还应考虑和FM系统集成,以便能直接从FM数据库生成

网络数据库。

2.3 结线分析

网络结线分析将网络的物理模型(结点模型)转化为数学模型(母线模型),这只是一个模块,用于潮流、网络重构和短路计算等网络分析软件。网络结线分析主要有两个步骤:母线分析和电气岛分析。母线分析是将闭合开关联接在一起的结点集合化为母线;电气岛分析是通过线路和变压器将母线联接为岛。配电网络结线分析采用和输电网有所不同的搜索控制策略,对变电站开关和馈线开关变位作分别处理,以提高结线分析速度和效率。

2.4 动态网络着色

以结线分析为基础,可以实现配电网的各种着色功能,包括电气状态着色、电压等级着色、馈线跟踪与着色、环路着色、电源跟踪与着色、电路跟踪与着色、子树着色等功能,其中每种着色功能的颜色和效果都应该能够在线修改或重定义。

2.5 配电潮流

对辐射形和环形网络提供平衡(单相)或不平衡(三相)潮流算法,能够在控制下对整个配电网络进行潮流分析,也能够自动计算部分系统潮流。在研究方式下,调度员可启动潮流程序以便研究对付突发事件的策略。为保证在各种实时和研究方式下都能得到收敛潮流解,配电潮流应能提供多种潮流算法。

2.6 网络重构

网络重构的目标是在满足网络约束和辐射状网络结构的前提下,通过开关操作改变负荷的供电路径,以便使网损最小,或解除支路过载和电压越限,或平衡馈线负荷。网络重构能计算为减小配电网损而必须在馈线之间重新分配的负荷,并且能报告所识别的可以减小网损的开关操作。计算结果提供给操作命令票系统,供调度员决策执行或自动执行。

2.7 负荷预测

应用考虑气象修正的负荷预测模型,可以预测未来1d至1周的每小时、每15min的系统负荷值,然后使用可自动校正的负荷分配系数把该预测值分配到各变电站、馈线及负荷点。负荷预测应用了线性外推、线性回归和神经网络等算法。配电负荷预测可能要考虑分类预测。

2.8 短路计算

在规定的短路故障条件下,计算各支路电流和各母线电压,用以校核开关遮断容量和检查继电保护定值是否合适。利用稀疏导纳矩阵、阻抗矩阵技术和优化排序三角因子表,采用不对称分量法计算。

2.9 操作命令票

针对正常、故障和检修操作,给出倒闸操作的命

令票,并加以校核和执行,包括命令票准备、生成、记录和执行等功能。操作命令票系统与结线分析、配电潮流和动态网络着色集成,能够使调度员预演操作过程。

2.10 故障检测、隔离与恢复

根据开关跳闸信息和故障指示信息,应用专家系统方法对配电网馈线中发生的故障进行及时准确的分析和判断,并提出正确有效的停电恢复对策,以帮助调度员准确确定故障位置,隔离故障区域,尽量恢复非故障区域的供电,将故障损失降到最低。特点是能够在综合考虑开关操作次数、馈线裕度、负荷恢复量、用户优先级、网络约束等因素下,提出优选的恢复方案。

2.11 投诉电话管理

接受用户的投诉电话,通过用户数据库把电话标识与低压网络部分匹配,以便识别对应的中压/低压变压器,并将适当的投诉电话标签与 DMS 网络数据库中的设备关联,分析结果可显示在地理图和单线图上。投诉电话管理系统包括电话输入、电话分析、电话处理、电话回答、电话记录/报告等功能。

3 GIS 及其与 DMS 的结合

3.1 配电系统中引入 GIS 的必要性

在输电网调度自动化系统中,一般提供给调度员的是电力系统的电气接线图,所显示的是电力系统中各电气设备之间的电气连接,而不反映它们的地理位置及其关系。在中压配电网中,仅为调度员提供这样的电气接线图是不够的。一方面,调度员可能需要直接面向用户,根据用户提供的信息(如投诉电话)进行分析处理,这样就需要有关电气设备的地理信息、用户的地理信息以及电气设备与用户之间的相对地理位置;另一方面,可能需要在地理背景图中显示实时电网信息(如电流、电压、功率、温度等)以及配电管理系统中应用软件(如配电网潮流、负荷预测、网络重构)的分析计算结果,以便让调度员更直观、更形象地看到配电网运行状态的变化及其影响范围。此外,配电系统的设备管理、规划设计、负荷管理、故障排除、供电恢复、用户报装、电量计费、馈线增容等都要用到地理信息和地图。因此,在配电系统中引入地理信息系统是当前技术发展的方向,是配电自动化及配电管理系统的一个重要特征。

3.2 GIS 与 DMS 的结合方式

GIS 与 DMS 有两种结合方式:一体式和连接式。

一体式,即在 GIS 平台上开发 DMS,优点是 DMS 与 GIS 具有相同的界面风格,且 DMS 能方

便、直接地利用 GIS 平台提供的空间数据分析功能。但目前无论从响应速度、支持程度,还是从软件的可靠性、系统性来说,GIS 都不能完全支持 DMS。

连接式,即 DMS 仍建立在专用支撑平台上,通过计算机网络在数据库级实现 GIS 与 DMS 的动态数据交换,因此能保证 GIS 与 DMS 的相对独立性和完整性,是目前广为采用的方式。

3.3 GIS 与 DMS 的动态数据交换

GIS 与 SCADA/DMS 之间的动态数据交换及数据流向如图 3 所示。SCADA/DMS 向 GIS 提供电网实时信息和应用软件分析计算结果,以便为 GIS 在线应用功能提供实时数据支持,并利用 GIS 画面显示动态信息;GIS 向 SCADA/DMS 提供某些输入信息,例如人工置数、状态设置、设备参数等。

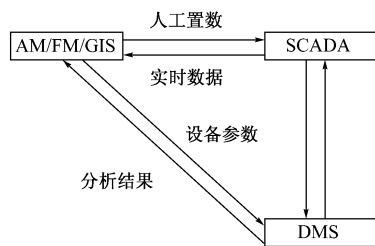


图 3 DMS 与 GIS 的数据交换

Fig. 3 Data transfer between DMS and GIS

GIS 与 SCADA/DMS 之间数据传送可采用定时发送、人工请求发送、按状态变化发送等方式,两个系统之间数据传送及交换的内容、方式、约定需要具体讨论确定。

3.4 GIS 应用功能

3.4.1 GIS 在线应用功能

- a. 在地理接线图上动态显示 SCADA 实时数据;
- b. 在地理接线图上以空间连接关系分析为基础,实现动态网络跟踪与着色功能;
- c. 运行投诉电话管理系统;
- d. 动态显示带电区、停电区、恢复路径等;
- e. 显示 DMS 网络分析软件的计算结果。

3.4.2 GIS 离线应用功能

- a. 配电管理:配电运行设备管理、运行记录和报告、系统查询等;
- b. 变电管理:变电设备管理、运行管理、图纸管理、综合管理等;
- c. 输电管理:线路路径管理、杆塔管理、图纸管理等;
- d. 用户管理:业务报装系统、电能量计量系统、电费管理系统等。

4 DMS 开发与实施中需要重视的几个问题

目前配电自动化和配电管理系统在我国尚属于起步阶段,以下提出在开发和实施 DMS 中需要重视和研究的几个问题,以供参考。

a. 硬件平台:可结合地区经济水平和实施规模,考虑选择工作站或 PC 机。

b. 软件平台:由于 DMS 实时性比 EMS 要求低,加之数据库规模较大,因此除选用专用平台外,可考虑选择商用平台(Windows, Windows NT)和关系数据库(SQL Server, Oracle 等)。

c. 实施步骤:DMS 的功能实现要以配电自动化、变电站自动化为基础,在初期可考虑在自动化程度较高的小区实施局部功能,然后再行推广。

d. 功能划分:应该弄清 DMS, DA 等各自实现的功能,区分它们的特点和不同。例如对于故障检测、隔离和恢复系统, DA 主要利用分段器、重合器所组成的柱上断路器,通过开关功能和保护时间配合来实现故障的自动定位、隔离和恢复; DMS 则主要根据 SCADA 收集的故障信息,通过智能软件来实现故障定位、隔离和恢复,因此可以处理特殊情况及复杂网络,前者依赖于硬件技术的发展,而后者则依赖于智能软件的发展。

e. 系统集成:应研究配电自动化和配电管理系统的体系结构,实现系统的横向和纵向集成。

f. GIS 应用:在配电系统中引入 GIS 是配电自动化和配电管理系统的一个重要特征, GIS 作为 DMS 的局部平台,可以实现 DMS 的某些功能,如设备管理、配电网规划、投诉电话管理、负荷控制与管理等,但 DMS 的大多数功能,尤其是网络分析和控制功能,仍需要建立在专用平台上, DMS 与 GIS 之间的关系应该是连接式和互补式。

g. 网络模型:现阶段对 10 kV 网络是否要考虑

三相模型,仍需斟酌,从软件设计和算法实现角度来说,考虑三相模型并不难,但现阶段要取得三相模型的参数和量测数据不太现实。

h. 分析算法:应该专门研究配电网的各种有效算法,为 DMS 的开发和实施提供基础,例如各种实时和研究方式下的潮流收敛问题,故障恢复中恢复方案的快速形成和评价问题等。

i. 数据准备:DMS 能否成功实现,在很大程度上取决于能否建立完整、一致的配电网数据库。由于配电网接线复杂、变化频繁,因此数据准备和维护就显得尤为重要。一方面 DMS 厂商应提供方便、易用的数据库生成和维护工具;另一方面 DMS 用户应保证定期校验和更新数据库,并且保证数据入口的唯一性。

参考文献

- 1 王明俊,于尔铿,刘广一. 配电系统自动化及其发展. 北京:中国电力出版社,1998
- 2 于尔铿,陈竟成,张学松,等. 地区电网调度自动化系统的应用功能. 电网技术,1998,22(3)
- 3 于尔铿,刘广一,周京阳. 能量管理系统(EMS). 北京:科学出版社,1998
- 4 Cassel W R. Distribution Management Systems: Functions and Payback. In: IEEE/SM PWSR. Seattle, WA:1992

陈竟成,男,1965 年生,博士,高级工程师,从事能量管理系统与配电管理系统的研究与开发工作。

张学松,男,1969 年生,博士,工程师,从事能量管理系统与配电管理系统的研究与开发工作。

于尔铿,男,1938 年生,教授级高级工程师,博士生导师,国家有突出贡献专家,研究领域包括能量管理系统、配电管理系统、电力市场。

DISTRIBUTION MANAGEMENT SYSTEM AND ITS APPLICATION FUNCTIONS

Chen Jingcheng, Zhang Xuesong, Yu Erkeng

(Electric Power Research Institute of China, 100085, Beijing, China)

Abstract Combining with the dispatch management mechanism for the district power network, the dispatch automation functions for the district power systems in our country should be divided into two parts by the voltage level of 10 kV, i. e. the district part above 10 kV and the distribution part at and below 10 kV. The former utilizes partial energy management system (EMS) functions and the latter utilizes the distribution management system (DMS) functions. The features and functions of DMS are described, and the horizontal and vertical integration of DMS with other systems, including EMS, CIS (customer information system) etc is discussed. The application functions of DMS and GIS (geographical information system) are introduced respectively, and the integration and data transfer between DMS and GIS are also discussed. Finally, some main issues in developing and realizing DMS are emphasized.

Keywords distribution automation distribution management system (DMS) energy management system (EMS) customer information system (CIS) geographical information system (GIS)