

基于智能电网应急管理系统设计及实现

程军强

(欧亚高科系统集成有限公司,河南 郑州 450000)

摘要:电力与人类生产生活和社会经济发展的关系密切,然而,冰灾、地震、台风等自然灾害的频繁发生和各种人为因素时刻威胁着电力系统的安全稳定运行。在传统的电网可靠性和应急管理研究中,主要是针对电网发生故障情况后,通过电力系统电源与负荷的动态平衡,来达到电网稳定运行的目的,然后通过人工的形式或人工辅助的形式查找故障、消除故障、恢复运行。这就不可避免地会引起用户电能中断,降低电网的供电可靠性。

关键词:智能电网;应急管理系统;电网可靠性;应急管理

智能电网的研究在中国刚刚起步,但发展非常迅速。面对正在全世界电力工业兴起的智能电网战略与技术,笔者感到它必将掀起一场世界范围内的技术革命,并对世界各国的能源战略和能源技术产生深远的影响^[1]。中国电力工业经过几十年的快速发展,已经进入了以大机组、高电压、高自动化为特征的大电网时代。截止2009年底,全国发电装机容量8.74亿千瓦,同比增长10.26%,全国220千伏及以上输电线路回路长度39.94万千米,同比增长11.29%;220千伏及以上变电设备容量17.62亿千伏安,同比增长19.40%。目前,我国电网规模已超过美国,跃居世界首位。鉴于电力系统与人类生产生活和社会经济发展的密切关系,提高电网的可靠性,防止电网大面积停电事故的发生,一直是各国电力系统专家始终需要面对和研究的重要课题^[2]。各类电网大面积停电事故的发生,不仅给电力工业造成了巨大的破坏,也给人类社会带来了沉痛教训和重大灾难。多年来,俄罗斯、美国等国外电网多次发生大面积停电事故,给国民经济造成极大损害,给经济社会发展和人民的生活带来极大影响。我国虽然没有发生电力系统本身引起的大面积停电事故,但是自然灾害引发的电网事故仍时有发生,尤其是重大自然灾害造成的严重后果不容忽视。

多年来,在研究分析电网发展和典型电网大面积停电事故的基础上,各国专家在电网可靠性这一领域研究并形成了很多提高电网可靠性、防止和应对电网大面积停电事故的措施和成果。这些研究的措施和成果主要集中在两个方面^[3],一个方面是对由电网系统本身原因造成的电网大面积停电事故的研究;另一方面是对由电网外界因

素造成的电网大面积停电事故的研究。当前,在提高电网可靠性,防止电网大面积停电事故的发生方面,各国都是从电网建设的本身入手,一方面是通过加强电网建设,防止电网大面积停电事故的发生;另一方面是通过提高应急响应能力,尽快恢复电力供应。为适应电网发展的需要,满足人类和社会对电网发展的需要,近年来国家非常重视电网的应急抢险工作,先后发布一系列的安全文件和实施细则,对建立起一整套规范的应急指挥系统提出了不少的方案^[4]。如何提高电力系统的抗风险、抗灾害能力成为了现今发展智能电网建设的一个瓶颈问题,所以研究应急管理的办法和整套体系结构对增强电网的可靠性,保障人民日常生活的有序进行有着极其重要的意义。

1 业务流程

根据电网系统的特点和浙江省电力公司有关应急管理的规定、系统流程和应急预案,同时考虑到应急管理系统与现阶段电网实际情况的衔接问题,本文对电网应急管理体系的各个阶段进行了划分。整个应急管理系统分为四个状态,包括预防、预备、响应和恢复,这四个状态最终形成闭环管理^[5]。

当电网灾害或故障发生后进行处置指挥的系统称为电网灾害和故障处置指挥系统,有信息接入、信息处理、指挥调度、现场处置、处置结束等环节。当电网灾害或故障发生后,通过在线监测系统将信息通过信息接入口单元输入,通过信息处理单元进行处理并做出故障处理的判断,再经过指挥调度单元发出预警、故障隔离、应急处置、故障修复等指令,然后由现场处置单元根据指令自动处置,现场处置结束后,将信息进行反馈。其中指挥调度--处置--反馈--指挥

调度是一个反复的过程,直到电网灾害或故障被处理完毕,恢复正常。

2 系统总体架构

应急管理系统总体架构分为:电网基础信息、电网运行环境信息、灾害/故障现场反馈信息(即在线监测系统)通过数据采集系统集中输入到数据中心,再由数据中心将信息通过数据交换层(即过程层)输入应急管理系统进行一系列的综合处理,然后通过信息管理接口、分析结果接口、灾害预警接口反馈到终端用户。在由智能化变电站和智能化线路组成的智能电网中,由于各种在线监测系统和电子式电压、电流互感器或光电压、电流互感器的广泛应用,所有的信号和数据都为数字信号,并通过 GOOSE 网络传输,由中心 CPU 根据预先设定的条件进行自动处理。

因此,整个数据采集、传输、分析和综合处理过程都自动进行,重大情况下也可以进行人工干预,但系统会自动给出辅助决策的意见。系统架构特点:

(1)充分利用服务器资源,减轻网络负载,提高系统功能。基于 .NET Framework 架构,将大部分逻辑运算和处理功能集中在应用服务器实现,数据库服务器负责基础数据的存储管理,实现用户界面和业务层的分离,方便系统分步,减少客户端依赖,增强系统的可扩展性和数据的安全性。

(2)采用全图形人机界面,全面汉化,软件设计采用面向对象的技术,保证软件的可靠性、可继承性、可维护性和可扩展性。

(3)采用网格技术,根据属地管理、地理布局、现状管理、方便管理、管理对象等原则,事例优化各种监测和抢修人力资源和物质资源,建立起覆盖全时段、全方位的精确、敏捷、高效、智能、可视化的电网应急管理体系。

3 应急管理系统三层结构

3.1 系统三级结构

系统的 GIS 平台提供有 WEB 服务功能,能够实现在内部的以 100 兆以太网浏览、各种查询和统计的服务;系统将根据用户的级别和权限提供不同的查询范围,让用户对 GIS 平台中的各种信息浏览、查询和统计,并自动生成设定的报表。GIS 平台的 WEB 信息发布功能有:图形化对多种信息(电网基础设施、电网灾害监测信息、电网灾害信息、电网预警信息等)的融合显示,及时通报各种监测信息、预警信息,现场反馈,灾害处理情况的反馈、提交归档等功能。ArcGIS 采用 .NET 企业级的分布式体系框架,具有高扩展性、弹性配置、跨平台、保护原有投资的功能。整个系统分为展示层、服务器层和数据层三个部分。其中展示层为客户端;服务器层包括 WEB 服务器、应用服务器和空间数据处理服务器;数据层为空间数据库服务器。

系统将地理信息、各种灾害监测和灾害故障及相关信息及时通过 WEB 方式发布。用户可以在浏览器中查看、缩放、移动地图,查看电网基础数据和各种电网运行灾害监测及电网灾害预警信息等。系统留有与其它系统的接口,其它系统均可调用特定接口获取和展示应急管理的各种数据结果、分析成果、预警信息等。

3.2 数据流程图

电网运行环境监测信息数据由数据中心统一采集,按照系统的需求对数据进行相应的处理,提交有效的信息给应急系统应用的数据源,电网应急管理系统对这些信息结合电网基础信息及空间、地理信息进行综合处理,实现应急管理的高级应用。电网各运行终端和相关部门对各种电网运行环境监测系统进行完善,保证其数据的完整性和有效性。

3.3 系统主要功能结构设计

应急管理系统的主要功能分为信息收集、状态描绘、GIS 应用、灾害预警、信息管理、指挥调度、故障分析等主要模块,模块与模块之间相互独立,这些模块都通过相应接口与数据中心进行关联。

(1)数据采集模块主要负责采集电网运行状态、环境条件等相应信息,对电网内部的系统数据进行整合。它由电力数据网采集原始数据,并和气象地质等部门联网传输环境信息,采用平台与数据

相隔离的原则,通过相应的接口采集从而对数据进行合理存储。在数据采集模块中,针对不同的数据源,设计针对性的采集模块,分别进行采集工作,主要有内网信息采集模块、结构化信息采集模块、系统文件资源采集模块和空间信息源数据的采集模块。

(2)数据预处理主要是指对采集的数据进行标准化处理,统一规划到浙江省电力数据中心服务器存储,便于后续模块进行处理。程序根据预处理规则进行数据的标准化,预处理规则支持正则匹配等几种方式。数据预处理的本质属于数据的“深度采集”,是电网信息数据的智能分析处理。利用网页内容分析、自动聚类、自动排重等智能化处理技术,对采集到的海量数据信息进行挖掘整合,最终按照统一规范的组织形式存储到数据库中,供系统其他模块及管理人员分析研究使用。数据预处理的操作质量很大程度上决定最终故障预警和系统评估的质量,是整个系统的重要基础。

(3)数据分发模块主要负责对预处理后的数据进行分析,并根据一定的规则分发给相应的应急系统。利用 GIS 平台软件的丰富功能,对数据编辑分析、空间信息的管理、图形显示、电网拓扑结构分析等进行重构。需要与 GPS 系统相集成,使得地理信息实时可靠。

4 系统性能测试

系统性能测试的目的就是希望能以最少的人力和时间发现潜在的各种错误和缺陷。测试原则是根据应急管理系统的实际运行环境和人力配置,对系统内模块功能、模块和模块之间的通信、系统与调度主站通信、数据库的调用等进行模拟测试,保证系统的质量和可靠性。由于本次测试是一个对完整系统平台的测试,它所包括的范围不仅仅是软件,还包括软件所依赖的硬件、外设甚至包括一些特殊数据、支持软件及其接口等,从而确保系统中的软件与各种依赖的资源能够协调运行,形成一个完整系统。本次系统测试有 3 个主要目的:验证系统交付的模块和性能能否达到要求;定位产品的容量以及边界限制;定位系统性能瓶颈。

测试结果反应出:(1)在进行性能测试时没有任何异常报出,测试通过,整个过程中程序比较稳定,在合理的测试条件和机器性能条件下,测试没有出现系统服务器崩溃的情况出现,应急管理系统平台性能较稳定。(2)在 1G 的大数据前提下,地图加载、查询、空间分析等操作时,100 个用户并发加载 1G 大小的地图平均响应时间 157 秒,响应速度较快;查询多用户并发时最长的平均响应时间也才 30 多秒,其中还包括在客户端进行的操作时间,对大数据而言,响应时间较快;预警事故的评估与分析,针对最恶劣的环境状况时,响应时间 132 秒,2 分钟就能对所有可能发生的事故分析完成,速度相对而言也较快。(3)事故预警完成的速度和准确率都较高。

5 结束语

基于智能电网的应急管理系统的建设涉及到信息学、管理学、电力系统故障分析和软件工程等多方面的学科综合,在系统设计阶段必须根据自身发展的需要做出合适的选择和找到解决方案,针对 ArcGIS 作为基础平台来对系统进行设计提出了三层架构的总体设计方针。

参考文献

- [1]傅强.智能电网应急通信管理系统研究与设计[J].电子测试,2018,(7):83-85.
- [2]刘梓涵.智能电网应急通信管理系统的研究与设计[J].通讯世界,2019,26(6):184-185.
- [3]黄永平,蔡利群,温景和,等.电网智能移动应急管理系统的设计与研究[J].科技资讯,2015,13(21):39,41.
- [4]李锐,陈颖,沈沉,等.深圳电网应急管理体系方案及应用[J].电工电能新技术,2011,30(2):59-65.
- [5]王天根,金跃跃,朱文和.基于物联网技术创建电网应急物资的新型管理模式[J].物流技术,2010,29(10):1-3.

作者简介:程军强(1978-),男,汉族,河南信阳人,工程师,硕士,研究方向:系统集成与电子智能化。