

浅谈自动化技术在电力系统的应用和发展趋势

刘兆瑞¹, 李航², 张兴波²

(1. 中国电力工程顾问集团公司 华北电力设计院工程有限公司, 北京 100120;

2. 北京国际系统控制有限公司, 北京 100083)

摘要: 自动化技术在电力系统中的应用极大地保障了电网运行的稳定性、安全性和经济性, 提高了电网运行的效率, 保证了电能质量, 对电力系统的发展有着深远的影响。介绍了电力系统自动化的基本内容和其重要性, 分析了自动化技术在电力系统中的发展趋势。

关键词: 电力系统; 自动化技术; 发展方向; 智能化

中图分类号: TP29

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2013)10-0001-03

Application and development trend of automation technology in the power system

Liu Zhaorui¹, Li Hang², Zhang Xingbo²

(1. North China Power Engineering Co., Ltd, China Power Engineering Consulting Group Corporation, Beijing 100120, China;

2. Beijing Systems Control International Inc., Beijing 100083, China)

Abstract: Application of automation technology in the power system ensures the stability, security and economical efficiency of the power grid, enhances the efficiency of power grid, guarantees the quality of electric energy and exerts a profound and lasting influences upon the development of the power system. The paper introduces the contents and the importance of automation technology in the power system, and analyzes the development trend of automation technology in the power system.

Key words: power system; automation technology; development trend; smart

电力系统自动化是自动化技术在电力方面的一种应用形式, 指在电力系统中应用各种具有自动检测和控制功能的装置, 通过这些装置来保证电力系统安全、可靠、经济的运行, 提供质量合格的电能^[1]。

1 电力系统及其自动化的基本内容

电力系统自动化包括发电控制自动化、电力调度自动化、电力系统信息自动传输系统、配电自动化和电力管理系统自动化等。目前, 发电控制自动化(AGC)与配电自动化(DAS)已经得到了很大的发展。电力调度自动化具有在线检测、故障模拟等特点^[2]。如今, 变电站综合自动化(即建设综自站)已经实现了无人值班模式。

1.1 发电控制自动化

发电控制自动化系统主要应用在发电厂, 系统包括动力机械的自动控制系统以及自动发电量控制系统和自动电压控制系统。火电厂需要控制锅炉汽机等热力设备, 大容量的火力发电机组自动控制系统包括了计算机在线检测和数据库、机炉协调控制系统以及锅炉自动

控制系统等; 水电厂需要控制水轮机、调速器以及水轮发电机励磁控制系统等。

1.2 配电自动化

配电自动化主要是变电站以及与之相关的输配电线路, 为了联系发电厂和电力用户而存在的。变电站依赖自动化技术, 实现了二次设备的数字化、网络化、集成化。在实现的过程中, 自动化技术得到了充分的利用, 采用光缆或光纤代替电力信号电缆, 提高了抗干扰性。同时, 变电站实现了计算机屏幕化以及运行管理和记录统计的自动化。众多组成部分实现了自动化管理, 使得变电站的整体自动化得以实现, 满足了变电站的运行监视及操作任务, 同时也是电网调度自动化的一个重要组成部分。可以说, 要实现电力生产的现代化, 一个重要的、不可缺少的环节就是实现变电站的自动化。

1.3 电力系统信息自动传输系统

电力系统信息自动传输系统简称远动系统。其功能是实现调度中心和发电厂之间的实时信息传输。远动系

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 1

综述与评论 Review and Comment

统由远动装置和远动通道组成。远动装置按功能分为遥测、遥信、遥控三类；而远动通道具有很多形式，包括微波、载波、高频、声频和光导通道。

1.4 电力调度自动化

电力调度自动化系统是以数据采集和监控系统(SCADA)为基础,包括自动发电控制(AGC)、经济调度运行(EDC)、电网静态安全分析(SA)、调度员培训仿真(DTS)以及配电网自动化(DA)等几部分在内的能源管理系统(EMS)。它收集、处理电网运行实时信息,通过人机界面将电网的运行状况集中而有选择地显示出来进行监视和控制,并完成经济调度和安全分析等功能。电网调度自动化系统是基于电网调度控制中心的计算机网络系统,其他的主要部分有服务器、工作站、打印设备、大屏幕显示器、调度范围的发电厂和变电站终端设备(RTU或综合自动化系统),以及通过电力系统专用广域网连接的下级电网调度中心和测量控制等装置。这些设备形成了一个电网的调度自动化系统,实现实时数据的采集、电网运行安全分析监控、电力系统状态估计、电力负荷预测、经济运行参数的辅助计算、报表自动打印等功能。

1.5 电力管理系统自动化

电力管理系统通过自动化技术来实现,主要包括电力计划管理、财务管理、生产管理、人事劳资管理、设备管理、项目管理和资料检索等系统。这些系统支撑着了电力企业日常生产的正常运行。

2 自动化技术在电力系统中应用的重要性

自动化技术在电力系统中的应用可以很好地保证电力系统运行的稳定和安全,提供高质量的电能。

2.1 保证高质量电能和电力系统的安全运行

高质量的电能是国家经济发展和人民日常生活所必需的。电力系统通过应用自动化技术检测并解决电网中的各种质量问题,经过电力调度中心、配电网自动化设备等,逐级地减少电网上的污染,为用户提供高质量的电能。电力质量问题包括很多内容,例如用电设备被损坏、谐波无功对电网的污染、电压工作不正常、电流发生偏差等问题。如果没有自动化技术的应用,没有自动化设备的在线检测、控制,仅靠人为查找问题的所在再解决问题来保证电能质量,需要耗费大量的人力、物力和财力,而且时间成本非常高。而利用自动化设备和通信技术,当问题出现时可以及时发现问题点,并采取远程控制的方式予以解决,从而保证电力系统的安全运行和电能的质量。

2.2 确保电力系统运行的经济性

为了降低电网的损耗,保证电力系统运行的经济性,在电力系统中增加自动化设备非常必要。随着我国技术和经济的不断发展,电力自动化系统主要运用自动化技术、计算机技术、通信技术等。电力系统中需要实时

采集、处理的数据量和信息量都十分的庞大,而且有许多影响因素,检测的范围很广,采用的闭环控制内容极为丰富。自动化技术的应用使电力系统的运行质量和效率得到了很大的提高,并减少了由于电网损坏所带来的费用支出,提高了电网的经济性。

3 自动化技术在电力系统的发展趋势

自动化技术在电力系统的发展趋势主要有:

(1) 供电方式及一次设备

由于地域与经济发展因素的影响,我国的配电网在管理上划分为城市电网(大中城市)与农村电网(乡村、县城)。城市电网以电缆网方式为主,农村电网以架空线方式为主^[1]。配电网的供电方式由电源点、线路开关设备、网架(线路联结)三部分决定,电源点、网架以不同方式组合,架构了多种多样的供电方式,如单电源辐射状供电、双(多)电源互备供电、双(多)电源环网供电、网格状供电等,而线路开关设备(如环网柜、重合器、分段器、断路器、负荷开关等)提供了功能各异的供电配合方案。城市电缆网多采用环网柜(配负荷开关、真空断路器、SF6断路器)作为配电线路主设备,农电架空线网多采用重合器、分段器、断路器、负荷开关等作为配电线路主设备。以线路开关设备区分的供电方案主要有:电缆环网柜方案、架空重合器方案、分段器(自动配电开关)方案、断路器方案、负荷开关方案等。

(2) 远动系统及二次设备

配电自动化系统的远动主要实现 FTU、TTU 对线路开关、配电区(变压器)的监控^[1]。远动系统及设备的可靠性功能主要包括保护动作、环网控制、远方控制、就地手动控制等四方面。配电自动化远动系统的主要问题是线路电源(仪表与操作电源)和传输规约,设计适用于户外环境的、可靠的不断电电源是实现配电自动化的一个难题。目前变电站采用的 CDT、POLLONG 规约均不适用于配电自动化系统,而由于配电线路设备的地理分布性和控制的复杂性广泛采用 IEC101、IEC104 等规约。同时,数字化变电站建设加快了远动系统和二次设备的更新,大量数字信号处理技术应用在自动化系统当中。高性能、具有实时性的二次设备不断地更新换代,与实时操作系统和实时数据库技术结合起来,提高了电力系统的可靠性。

(3) 灵活多变的通信技术以及设备

电力系统自动化的通信方案包括主站对子站、主站对现场单元、子站对现场单元、子站之间以及现场单元之间的通信的广义范围。目前实施的完整配电自动化通信方案指主站对子站、主站对现场单元以及子站对现场单元的通信。根据区域不同、条件不同,采用的通信媒介也是多种多样的,例如光纤、电力载波、有线电视、微波、扩频等。同时,随着计算机网络的高速发展,以太网以其传输数据量大、传输速度快的优势被应用到电力自

综述与评论 Review and Comment

动化系统中。目前, Ethernet+TCP/IP 协议是以太网最典型的应用形式。电力系统自动化未来的发展方向会结合电力工业应用实际, 以以太网技术为基础, 研究出新兴的以太网为核心的总线技术。IEC61850 标准(即新一代变电站网络通信协议), 适用于分层的 IED 和变电站自动化系统。该协议采用面向对象建模技术, 面向设备建模和自我描述, 以适用功能的扩展。该标准的推出使变电站信息建模标准化成为可能, 实现了信息的共享。

(4) 主站网络及软件功能

电力系统自动化主站的功能包括 SCADA 实时监控、GIS (地理信息系统) 在线管理、电网经济运行分析等。主站框架要突破传统的单一调度自动化系统 C/S 模式, 以 P-P-C/S-B/S 一体化架构, 充分体现分布式网络管理一体的综合集成系统特点。计算机网络与软件平台技术充分体现功能与开放性, 并提供与异构系统的跨平台接口, 与调度、负控、MIS、CIS 等自动化子系统实现无缝集成。

(5) 电力自动化系统的智能化发展

目前, 电力系统自动化方面的发展有了新的领域, 就是智能电网概念的提出。在绿色节能意识的驱动下, 智能电网成为世界各国竞相发展的一个重点领域。所谓智能主要体现在: 可观测, 主要依靠量测、传感技术; 可控制, 可对观测状态进行控制; 嵌入式自主的处理技术; 实时分析, 可实现数据到信息的提升; 自适应; 自愈^[3]。智能电网的特征是自愈、安全、经济、清洁。智能电网能够自动检测、分析故障, 实现故障隔离和系统的自我恢复, 从而抵御自然灾害或人为的外力破坏, 保证电网的安全运行, 提高用户的用电质量; 同时提高能源利用效率, 减少电能损耗, 降低投资成本和运行维护成本。达到这些要求, 就需要自动化设备具有很高的智能化, 以提升自动化设备的采集、观测、时效、甚至预判的能力。扩大自动化装置的内部功能, 使其能在完成针对电网的在线检测的功能外, 提高设备对电网的信息处理、存储和通信

的能力, 并且在设备之间形成互动, 能够全局把握电网情况, 监控、预判电网的状态, 同时利用自动化设备的实时系统和实时数据库技术, 根据不同情况完成电网的各项操作, 达到智能化。智能电网最为突出的功能是系统的自愈功能, 这项功能的实现是把自动控制理论(如模糊控制、自适应控制、专家系统、神经网络控制等)与先进的自动化系统和设备相结合, 对电网中各组成元件以及网络自动地采集、检测、分析、决策和操作, 使电网像一个免疫系统一样运行, 保证电网正常、安全、稳定地运行。

伴随着新型电力自动化设备中应用最新的网络通讯技术、计算机技术、自适应理论、综合自动控制理论、人工智能和模糊控制等理论和技术, 自动化技术在电力系统应用得到了极大的发展, 新型电力自动化设备拥有了智能控制的特点, 很大程度上提高了电力系统自动化的安全性和可靠性。

参考文献

- [1] 张雷, 李大伟. 电力系统配电网自动化的应用现状与展望[J]. 职业技术, 2008(7):80.
- [2] 刘飞. 电力系统自动化的发展趋势[J]. 科技致富向导, 2012(4):332.
- [3] 唐亮. 论电力系统自动化中智能技术的应用[J]. 硅谷, 2008(2):52.

(收稿日期: 2013-02-21)

作者简介:

刘兆瑞, 男, 1955 年生, 高级工程师, 主要研究方向: 工业自动化及企业管理。

李航, 男, 1982 年生, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 自动控制、计算机控制技术。

张兴波, 男, 1964 年生, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向: 计算机应用及自动化。