

我国电网调度自动化系统的发展与现状

潘莹玉

(河南省驻马店地区电业局, 河南 驻马店 463000)

摘要: 简述了我国电网一次系统概况、电网调度体制状况,回顾了我国电网调度自动化的发展历史,分析了其现状,并对发展动向做了介绍。

关键词: 调度自动化; 发展; 现状; 动向

中图分类号: TM734 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2000)06-0058-05

电网调度自动化系统是确保电网安全、优质、经济地发供电,提高电网调度运行管理水平的重要手段,是电力生产自动化和管理现代化的重要基础。

1 电网调度自动化系统概述

1.1 我国电力一次系统情况简介

我国电力系统是随着我国电力工业的发展而逐步形成的。国民经济的迅速发展,我国的电力工业得到相应的增长,逐步形成以大型发电厂和中心城市为核心、以不同电压等级的输电线路为骨架的各大区、省级和地区的电力系统。目前,全国电网已经基本上形成了 500 kV 和 330 kV 的骨干网架。大电网已覆盖全部城市和大部分农村;以三峡为中心的全国联网工程开始启动,我国电网进入了远距离、超高压、跨大地区输电的新阶段。1987 年全国发电装机容量跃上了 1 亿 kW 的台阶;从 1978 年起到 1999 年,我国装机容量平均每年增加近 10GW,1997 年年底全国装机容量达到了 254GW 的水平,年发电量也超过了 1100TWh,成功地实现了持续高速增长。自 1981 年中国的第一条 500kV 输电线路投入运行以来,500kV 的线路已逐步成为各大电力系统的骨架和跨省跨地区的联络线。

目前,我国已形成的主要电力系统有:

大地区跨省电网: 东北电网、华北电网、华中电网、华东电网、西北电网、南方互联电网、西南互联电网;

直属省级电网: 山东、福建、云南、贵州、四川(包括重庆)、新疆、西藏和海南省电网及包括香港、澳门地区电网和台湾省电网。

三峡工程的开工建设,使以三峡为中心的全国大区电网互联的步伐加快。目前,三峡电力系统正在紧张施工,福建、华东电网的联网工程也已展开,将形成由华中、华东、四川、重庆和福建电网组成的

强大中部电网;华北、华中电网今年就有望实现联网运行。我国电力网已经由 80 年代中期以高参数、大机组、高电压为特征,发展到以大区电网互联、建设全国统一联合电网为特征的崭新阶段。

1.2 我国电力系统调度机构的设置

我国电力调度机构按五级设置,即国家电力调度中心(国调)、大区电网调度中心(网调)、省电力调度中心(省调)、地区电力调度(地调)和县电力调度(县调)。各级调度间实现分层控制、信息逐级传送,实现计算机数据通信,在主干线并已基本形成了网络;按照电力系统“统一调度,分级管理”的原则,各级调度有其明确的管理范围及主要职责。

1.3 电网调度自动化的主要内容

电网调度自动化是早期的电力系统远动及通信系统在引入计算机以后扩充功能而形成的一套辅助调度人员工作的自动化系统,是以数据采集和监控系统(SCADA)为基础,包括自动发电控制(AGC)和经济调度运行(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)等几部分在内的能量管理系统(EMS)。它收集、处理电网运行实时信息,通过人机联系把电网运行状况集中而有选择地显示出来进行监控,并完成经济调度和安全分析等功能。其主要作用有:一、电力系统的安全监控,二、提高系统的运行水平,三、经济运行参数的辅助计算,四、报表自动打印。

调度自动化系统一般由信息采集、信息传输、信息处理与人机联系几个子系统所组成。调度自动化系统的主要设备有远方终端装置(RTU)、通信设备及调度主机(微机系统)等。

2 我国电网调度自动化系统的发展

我国电网调度自动化系统的发展大致经历了 50 年代的萌芽期、60 年代的试点、70 年代的起步、80

年代的大发展时期和 90 年代的成熟期等几个阶段。

2.1 早期的远动系统

远动即远距离动作,是对物体或各种过程进行远距离测量和控制的综合性技术,包括传统的遥测、遥信、遥调和遥控,即所谓“四遥”功能。

50 年代初期,远动技术开始运用于我国电力系统。到 50 年代中后期,一些国产远动设备开始在华北、东北、华东等电网运行,如 CF-56、BPT-53、SF-58 等型号远动装置,它们都在电网运行和事故处理中发挥了一定的作用。

远动技术在电力系统的应用,使电力调度结束了传统的仅靠电话进行调度指挥的历史,使电网实时信息进入调度室,调度员可迅速掌握和控制调整系统的运行工况,及时发现电力系统事故,为调度计划和运行控制提供了科学的依据,减少了调度的盲目性和失误。

2.2 60 年代试点工作

1958~1960 年,东北与京津唐电力系统分别成立了自动化委员会,开始了试点工作。1958 年,东北电力系统首先采用机电型远动装置收集模拟信息,用模拟计算机进行自动调频和经济调度。60 年代末,在华北、东北、华东电力系统的调度中开始应用电子计算机。当时国内计算机工作还很落后,在自动调度上开展的,实质上是围绕着模拟式系统频率及有功功率自动调整工作。京津唐、东北电网及广东的流溪河水电厂等都为此做了大量的工作,东北电网还研制了系统模拟机,进行电网自动发电控制和经济调度的试验,使系统频率达到 (50 ± 0.1) Hz 水平。由于火电装备原因,没有实现自动经济调度。

这些试点工作为今后电网调度自动化在全国的开展积累了宝贵的经验。

2.3 70 年代调度自动化工作在全国启动

到了 70 年代,随着计算机的推广应用,我国大多数地区逐渐开展电网调度自动化工作。

计算机在电网中首先应用于数值计算;随后,华北、华东、东北三大电网开始了计算机的安全监控。1978 年,我国第一个全国产化的电网计算机监视系统 SD-176 在东北电网投入运行。该系统投运后取得了良好的效果,其它一些电网也相继开展了计算机电网监视工作,全国电网调度自动化从此出现了发展的新局面。到 80 年代初期,全国已有 25 个网、省、地调不同程度地实现了信息收集、自动显示、故障报警、制表打印等功能。

2.4 80 年代大发展时期

80 年代是我国电力工业大发展时期。电力工业的飞速发展,电网结构的复杂化,对电网调度自动化提出了更高、更迫切要求。为了适应电力事业飞速发展对远动及自动化技术的需要,迅速改变我国相对落后的局面,七八十年代以来电力系统陆续引进了一些国外先进的远动和自动化设备及系统,如能源部调通局引进了日本日立系统、湖北省调引进了瑞典 ASEA 系统、安徽省调引进了 BBC 系统、云南省调引进了 SCI 系统等等,尤其引人注目的是华北、华东、东北、华中四大电网调度自动化引进系统。这些系统及设备的引进,一方面满足了当时电力生产的急需,缩短了我国电力调度自动化与世界先进国家的距离,另一方面也为我们提供了可贵的借鉴,促进和推动了国内远动和调度自动化技术的发展和进步。

2.5 我国电力系统调度自动化的成熟期

90 年代国际上采用的是开放式分布式调度自动化系统。在应用上,国调中心、西北网调及湖南、福建等省调分别引进了 SIMENS、CAE、ABB、VALMET 等公司的开放式调度自动化系统;与此同时,国内电力科学研究院、电力自动化研究院等单位也开发了开放式调度自动化系统,在一些地区投入运行,取得了良好的效果。

为了实现各级调度自动化之间的信息交换,中国电力数据通信网于 1997 年开通,实现了国调和网调、省调一级网互联,部分网调与省调建立了二级网互联,少数地区实现了三级网互联;1998 年,中国电力信息网开通。目前,国调的数据网已连接国际互联网(Internet),并与各网局、大多数省局开通了电子邮件等多项服务。

各大区电力系统及部分省级和地区电力系统也进行了电力系统调度的控制自动化的研究和实践,不同程度地实现了信息的收集、传输、处理、显示、打印等功能。1990 年前后,要求所有大区、省级及 50 个地区电力系统的调度所实现不同程度的用计算机监视和控制的自动化调度系统,到 2000 年,全国各级调度都要根据各自功能的要求,建立自动化调度系统,上下级调度间实现计算机通信网络,组成一个分层控制的调度系统。

3 我国电网调度自动化系统的现状

经历了近半个世纪的发展,我国电网调度自动化有了长足的进步,无论在理论还是在实践上都取

得了可喜的成就,为我国电力事业的发展尤其电力系统自动化的进程做出了重大贡献,电网调度自动化系统已名符其实地成为现代电网安全稳定运行的三大支柱之一;同时,也还不同程度地存在着一些问题,有待于我们的进一步努力。

3.1 我国电网调度自动化取得的成就

3.1.1 远动技术大大普及

我国电网调度自动化技术从无到有,从小到大,从最简单的1:1远动遥测装置发展到了今天高度智能化的微机远动系统;从业人员百倍地增加,人员素质大大加强,设备普及率和信息的完整性、准确性不断提高,各项统计指标逐年上升。目前我国110kV以上变电站、大中型发电厂及相当一部分35kV变电站、小型发电厂都不同规模地上有远动及自动化系统。

3.1.2 科研和生产水平令人瞩目

从引进、消化、吸收国外先进技术到开发出自己的产品、系统,我国远动及调度自动化的科研和生产不断迈上新台阶。目前我国已拥有一大批堪称世界级高素质电力系统远动和自动化专业人才,形成了以高等院校、科研院所及企业科研为主体的科研队伍,理论研究成果卓著,新理论新方法不断被提出,并能及时不断地转化为生产力;涌现出了一批在科研和生产上都具相当实力的企业,其软硬件研制开发能力、产品制造能力、工艺及规范化水准和系统集成能力都达到了较高的水平,不仅能满足国内各级市场的需要,而且已具备和发达国家产品及系统进行市场竞争的能力。据估计,我国变送器、远动终端、调度自动化系统等生产厂家已达上百家之多,很多产品已形成了标准化、模块化、系列化。我国省级以上调度机构中有多家使用国内开发的SCADA/EMS系统,很多产品的功能和性能已达到国际同类系统的先进水平,一些方面还要优于引进系统。从总体上看,我国电网调度自动化系统装备水平基本上达到国际90年代中期的水平。

3.1.3 调度自动化实用化工作成绩显著

到目前为止,全国网局、省局调度自动化系统中的SCADA部分基本上都通过了实用化验收;国调电网调度自动化系统也已于1996年2月通过了实用化验收。全国已有90%左右的地调和30%左右的县调SCADA部分通过了实用化验收。90%以上的电源和220kV及以上电网的实时信息得到有效和准确的采集,尤其厂站基础自动化设备可靠性和管理水平明显提高,它提供的实时信息已经成为各级调

度员进行电网安全经济调度的主要依据;以自动打印报表取代了人工抄表,改变了落后的电话调度方式,缩短了电网故障处理时间,产生了显著的经济效益。

3.1.4 运行管理及各项统计工作达到了较高水平

远动及调度自动化系统的发展和普及,使运行管理的规范化、科学化被提到议事日程。原水电部、电力部等都颁发了相应的规程,对远动及自动化系统的运行管理起到了很好的指导和促进作用。各网、省局为加强系统的运行管理,也先后制订了一系列有关的规定、制度和考核办法。这些规章制度的有效实施,对于划清专业、部门之间的工作界面,理顺工作关系,提高工作效率,加强系统的运行管理有着重要的作用,大大促进了远动及调度自动化系统的运行管理水平;各项统计分析工作的整体质量和水平普遍得以提高,基本做到了数据统计准确,问题分析清楚,重大情况及时反映,并按时报。

3.1.5 其它

AGC功能实际应用已显成效。到1999年9月底,我国35个网、省电网调度自动化系统中已有31个配置了AGC功能,其中多数达到了实用,取得了良好的效果,在提高电网运行控制水平和管理水平,减轻调度人员和现场人员劳动强度等方面发挥了重要作用。

水调自动化的建设和应用工作有了较大进展。到1998年年底,我国有70多座大中型水电厂配置了水情自动测报系统,基本实现了水情信息的自动采集、传输和处理,并自动进行水文预报和水库调度方案的计算,为保证水电厂的安全渡汛和经济运行发挥了重要作用,取得了较好的经济和社会效益。一些水调自动化系统实现了全网水电厂水情信息的自动收集和分析,并能根据给定的边界条件进行网内的水库群优化调度方案计算,为进行科学的水库调度决策和全网的水库群优化调度及水、火电的优化调度提供了有力的技术支持,并取得了显著成绩。

发电侧电力市场技术支持系统研究也取得了阶段性成果。编制了《发电侧电力市场技术支持系统功能要求(试行)》、《电力市场运行规则(参考本)》等文件,一些支持系统也在一些试点省市已建成或在建中。

3.2 目前我国电网调度自动化系统存在的主要问题

3.2.1 远动通道问题

通道问题一直是困扰着远动系统的大问题,尤其是近年来微机远动的发展和普及,远动设备自身

的可靠性大大增强,通道的可靠性低和通道不足已成为影响远动系统运行率的主要障碍。从1998年全国电网调度自动化系统运行情况分析,远动系统故障中59.74%是由于通道的原因引起。不少系统甚至只有上行通道而没有下行通道,致使“四遥”系统变成事实上的“两遥”系统;而与此同时,还比较普遍地存在着数字通道模拟使用、高速通道低速使用、一发两收或多收等现象,降低了通道的利用率,形成了一方面是通道紧张,另一方面又是通道的浪费和数据流向的不尽合理。

3.2.2 设备功能的利用问题

现代远动设备有着很强的各种先进功能,但由于种种原因不少功能形同虚设,甚至有些基本功能也未得以充分发挥。如遥控功能,不少系统只是象征性地上了一两个点,以表明此系统具备了遥控功能;真正具备实用化遥调功能的系统也不是很普遍。此外,象刀闸信息量接入少、不能渗入保护信号等情况也相当普遍。

3.2.3 通信规约应进一步规范和严格

早在1989年,原能源部就制订了《电力系统实时数据传输应用层协议(试行方案)》,之前已有了部颁《问答式远动规约(试行)》和《供电网微机远动(循环式)规约及说明》的规定,《电力系统远动传输Polling规约》也于1997年年底发布,1998年5月1日正式实施,但由于规定不甚严密或厂家不能严格遵守规约、宣传贯彻不力等原因,执行中形成了各厂商都依规约规定但产品却自成体系,不能相互通信的局面。如目前使用的各种RTU中,通信规约各式各样,所谓的同类循环式或问答式规约,却由于信息字处理结构、通信工作方式(异步或同步、双工或半双工或单工)的不统一,使各厂家的产品不能兼容。这种局面使各系统之间无法互换,接口问题更难以解决。因此,国家有必要严格通信规约,包括RTU与主站的通信、RTU与当地功能通信、RTU与RTU的通信、主站与模拟屏的通信、主站转发通信等。

3.2.4 实用化达标验收后的问题

实用化工作的开展提高了电网调度自动化系统的应用水平,为此我们付出了辛勤的努力。但不能认为自动化达标就万事大吉,可以高枕无忧了。我们应提高自己的认识:调度自动化实用化验收,其标准只是初级的SCADA系统标准,只是调度自动化基本的功能和需要。事实上,目前我国电网调度自动化系统的应用水平还远远不能满足现代化大电网

安全、优质、经济运行的要求,不能满足电力调度生产管理需要,也不能满足现代电网商业化运营的要求。随着电力行业改革的深化和向商品化运营转型的迫切要求,随着现代科学技术的发展和电网的扩大及结构的复杂化,调度自动化系统必将向更先进更完善的层次迈进。

3.2.5 产品的先进性和实用性、经济性问题

一些厂家和用户都在某种程度上存在着片面追求产品的先进性而忽视其经济性和实用性倾向,忽视基础工作。厂家产品一个劲地更新换代,用户也跟着跑:刚运行的产品马上又要更新,否则就落后了;甚至有些产品在订货时还是最新产品,投运时已面临淘汰。

4 电网调度自动化的发展动向

电力工业体制改革的进一步深化,电力市场的探索,不断对电网调度自动化提出新的要求,电网的运行和控制越来越依赖于完善、先进和实用的调度自动化系统;同时,现代科学技术日新月异,许多新理论、新方法、新器件不断出现,也为电网调度自动化技术的不断进步和设备的不断更新提供了技术和物质的保证。

现代电网调度自动化系统的内涵也在不断丰富、发展,不仅包括EMS、DMS以及电能自动计量系统、水调自动化系统等,还将包括电力市场技术支持系统的有关内容。

4.1 遥视功能

随着变电站综合自动化的发展进程,无人值班、无人值守变电站不断增多,生产现场的可视化及环境监控问题,如防火、防盗、防渍、防爆等就显得不容忽视,而远动系统传统的“四遥”功能——遥测、遥信、遥控、遥调却不能支持这一目的。于是,具备警戒作用的“遥视”功能便成为现代远动系统的一项新内容。现代计算机技术、多媒体技术和通信技术的发展,已能成熟地实现图像、声音信号的数字化,以及对音像信号的处理和远距离传送,从而使远动系统增加“遥视”在技术上成为可能。

遥视功能主要是实现在调度中心观看生产现场的实景,同时还应具备警戒甚至能启动安全设施的功能,如启动消防系统、排水系统、音响警告非法闯入者等。目前,国内市场已出现此类产品,如SID-9A型多媒体遥视警戒系统等。

4.2 变送器、RTU将成为历史

传统的远动、SCADA系统及保护、故障录波等

设备和系统是按分散功能考虑的,所谓“集中控制、功能分散”型。分布式控制系统进入电力系统,将改变过去一个功能模块管理多个电气设备和间隔单元的模式,而是将多种设备功能集于一体。与之相应的产品已有电力综合监控仪和分布式断电保护装置、综合自动化系统等。如电力综合监控仪,可用以取代常规检测仪表和切换开关,也可取代各种电量变送器及变送器柜,并可取代 RTU 全部硬件。它可单独使用,也可分散置于高压开关柜、低压开关柜中。过去各设备的功能现在主要由软件来实现,就地采集的数据根据需要可用于多种用途,从而减少了设备投资,增加了可靠性。

4.3 电力市场的发展对远动技术的要求

电力市场的发展,要实现电力的市场竞争,除立法、组织、经营、管理的改革外,电力系统自动化和信息化是技术手段,这是远动技术将面临的重大变革。如预报竞争入网电价及用电要求、用电量申报、电价变动实行对用户透明等;而且,管理和自动化的信息都要求图声并举。因此,自动化的终端和渠道将和管理信息系统(MIS)的终端和渠道共同实现宽带联网,以便能及时可靠地处理用户和供电点之间的各种信息传递,使电网能公开开放,电力供需之间能自

由选择,实现快速查询、处理的服务机制。远动技术不但涵盖自动化和管理信息的内容,也将包括市场竞争,如调度员洽商、决策、调解等内容。

参考文献:

- [1] 电力系统自动化编辑部. 建国 40 年来我国电力系统自动化技术的发展. 电力系统自动化, 1989, (5).
- [2] 蔡洋, 王积荣等. 我国电网调度自动化大发展的十年. 电力系统自动化, 1992, (6).
- [3] 王平洋. 电力市场与远动技术. 电力系统自动化, 1997, (4).
- [4] 叶念国. 关于电力系统自动化的几个热点话题. 电力自动化产品信息, 1998, (5).
- [5] 蔡洋. 新要求 新发展——面向 21 世纪的电网调度自动化. 电力系统自动化, 1998, (12).
- [6] 向力, 石俊杰等. 1998 年度全国电网调度自动化工作综述. 电力系统自动化, 1999, (7).
- [7] 提高电力系统的技术水平 保证电网安全稳定经济运行 第 26 届中国电网调度运行会技术报告节选. 电力系统自动化, 1999, (24).

收稿日期: 1999-12-15; 改回日期: 2000-03-16

作者简介: 潘莹玉(1963-),男,高工,从事电力系统通信研究工作。

Development and current situation of power dispatching automation system in China

PAN Ying-yu

(Zhumadian Local Power Bureau, Zhumadian 463000, China)

Abstract: The general situation and power dispatching system for primary system in China are presented in this paper. The development history of dispatch automation for power network in China, the current situation and its developing trend are also described.

Key words: dispatching automation; development; current situation; trend

(上接第 48 页) 际,小电源大多从中压侧并入系统,因此,可在中压侧设方向元件,相当于原 110kV 侧装的方向过流改装于 35kV 侧,经过这样改造后,上述问题基本可解决了。

4 结论

目前我区已有一个 110kV 变电站改造过,没有

再发生上述事故,详细分析论证这里不再赘述。

收稿日期: 2000-01-14

作者简介: 熊世泽(1945-),男,高工,主要从事电力系统继电保护的研究工作。

Discussion and solving to the problems of backup protection for 110kV transformer in three windings

XIONG Shi-ze

(Xinyang Power Bureau, Xinyang 464000, China)

Abstract: The normal modes of the backup protection for 110kV transformer in local power network are analysed and discussed in this paper. The problem and application, limitation of the two-side backup protection scheme are pointed out practically. The solving way is proposed for operation.

Key words: transformer; backup protection; discussion; solving