

# 一体化调度, 领先欧美电网三五年

## ——2013国家科技进步二等奖“特大电网一体化调度控制系统关键技术及规模化应用”综述

“这是中国电网调度领域取得的重大成就,项目的创新成果达到国际领先水平,增强了中国在电网调度领域的国际话语权。”这是国际电工技术委员会主席克劳斯·乌赫勒对中国自主研发的“特大电网一体化调度控制系统关键技术及规模化应用”的评价。

2014年1月,特大电网一体化调度控制系统关键技术及规模化应用获得2013年度国家科学技术进步二等奖。项目已经成功应用于国家电网32个省级以上主调、9个省级独立备调和57个地级调度,覆盖了全部等级保护四级系统,实现了特大电网多级调度控制业务一体化协同运作,促进可再生能源有效消纳。一体化调度控制系统关键技术已成为特大电网调度须臾不可或缺的技术手段。

### 【研发需求】

电力是国民经济的命脉,服务千家万户。电力系统是迄今为止最复杂的人造系统之一。电以光速传输,不易储存,发电、输电、用电瞬时完成,且须保持实时平衡,现代电力系统的生产运行高度依赖电网调度控制技术,它已成为电网运行控制的重要工具。

### 中国特大电网已形成

国际特大电网运行组织(VLPGO)将装机容量超过6000万千瓦的电网称为特大电网。

目前,中国电网已成为世界上运行电压等级最高、用电量最大、可再生能源装机最多、交直流混联的特大电网。截至2012年年底,全国装机容量达到11.45亿千瓦,其中,风电装机达7600万千瓦。中国电网与美国、欧洲电网一起,成为全球最大的三大电网。

特大电网的特点是覆盖多个区域,由多个调度机构共同完成运行控制,系统运行呈现紧密化特征,全网调度控制协同运行。

作为国家的重要基础设施,电网安全直接关系到国家安全。特大电网的上述特性要求中国采用一体化调度控制系统。

### 可再生能源并网电量逐年增长

截至2013年年底,国家电网风电和光伏发电并网装机容量已分别达到7037万千瓦和1546万千瓦,同比增长24%和360%,国家电网已成为世界风电并网规模最大、光伏发电增长最快的电网。

近年来,中国风电、水电等可再生能源并网电量逐年增长,尤其是2013年,分布式光伏发电项目如雨后春笋般在全国出现。来自江苏省能源局的数据显示,至2013年年底,江苏省分布式光伏累计装机容量

达65万千瓦,居全国第一。

中国能源资源与负荷中心呈逆向分布,风电、水电等可再生能源大规模并网,客观上需要通过大电网的调度来实现更大范围内的资源优化配置。这就对电网的分析、预测和控制能力以及自动化水平提出了更高要求:电网不仅要采用一体化调度控制技术手段,保障自身安全经济运行,还需要攻克全网实时工况共享与联合运行控制、重大电网事故的多控制中心实时运行工况共享的重大技术难题。

【技术创新】为破解特大电网遇到的技术难题,项目采用一体化和标准化的技术原则,立足自主创新,在国际上率先研发出特大电网一体化调度控制系统,首次研发了适应大电网调度控制业务“横向集成、纵向贯通”的一体化支撑平台,攻克了多项技术难题,形成国内外多项技术标准。

### 攻克四大难题

2004年5月,由国网公司、国网电科院、中国电科院等联合产学研等40多家单位,组成团队联合攻关。项目累计投入科研经费1.1亿元,并得到国家“核高基”项目支持。立项之初,研发团队就深知,要想实现多级调度协同运作和大电网协同控制等目标,必须同时解决四大难题:

复杂大电网的安全运行。从国际上看,近十年来,美加“8·14”、欧洲“11·4”等大停电事故给社会造成了巨大损失。事故分析表明,全网故障信息共享、在线跟踪分析、调度协调控制等手段的缺乏,是导致事故逐步发展扩大的重要原因。因此,复杂大电网的

安全运行难题亟须破解。

大范围经济与低碳调度。原有基于局部平衡的发电调度方式,已经难以适应特大电网大容量远距离输电、可再生能源大规模并网和节能减排等要求,因此,特大电网需要突破大范围经济与低碳调度的技术难题。

调度控制的安全防护。网络空间如今已成为信息战场,震网、火焰病毒等定向攻击国家基础设施内部网络,使原有基于边界防护的安全体系受到威胁,电网亟须创新内部安全防控和备用调度技术,解决调度控制的安全防护难题。

标准统一的一体化平台。特大电网运行需要实时工况全网共享和调度控制多级协调,调度中心原十余套独立业务系统无法有效支持,亟须研制一体化支撑平台,破解电网模型、图形、实时数据全网共享和业务高效协同的技术难题。

### 取得五大突破

提出了CIM/E和CIM/G等技术标准,研发了基于广域总线技术、分布式实时数据库和大电网模型统一管理的一体化支撑平台,解决了特大电网多控制中心实时运行工况共享的重大技术难题。

研发了多级调度协同的大电网实时监控、综合智能告警和安全控制技术,实现了国家电网500kV及以上电网故障的全网联动实时告警,率先解决了特大电网运行中多级调度协调控制和故障联合处置的技术难题。

首次研发了基于特大电网实时运行工况、事件触发、多级调度互动的在线动态安全预警技术,提高了特大电网安全状态评估的实时性,解决了长过程多重连锁故障预警处置的重大难题,实现了多调度中心协同运行的在线安全预警。

建立了兼顾经济、节能、安全的发电调度优化模型,研发了多目标、多时间尺度、多级协调的超大规模经济调度优化技术。提出日前、日内、实时发电计划的自适应滚动优化技术和精细化安全校核方法,提升了更大范围电力资源优化配置的能力和可再生能源消纳能力。

首次研发了基于国产软硬件设备的满足国家等级保护四级安全要求的电网调度控制系统,构建了省级以上分组分布式备调体系,基于分层VPN建立了调度专用数据网双平面,构建了更加坚强的电力二次系统纵深安全防护体系,有效提高了电网调度抵御重大自然灾害和集团式网络攻击的能力。

### 国际上尚未研发出同类技术

特大电网一体化调度控制系统首次研发了适应大电网调度控制业务“横向集成、纵向贯通”的一体化支撑平台,攻克了多级调度协同的大电网智能告警和协调控制、全网联合在线安全稳定分析、安全约束机组组合等重大技术难题,实现了特大电网多级(国网省)调度控制业务的一体化协同运作,促进了可再生能源有效消纳。

最终,项目形成IEC国际标准2项、国家标准1项、行业标准7项、企业标准24项、国际专利3项,获授权发明专利10项、软件著作权4项、发表论文135篇。项目被评为2013年度国家科技进步二等奖、国家战略性新兴产业,关键技术获2011和2012年度中国电力科学技术奖一等奖以及第十四届中国专利奖优秀发明奖。

经查阅资料得知,美国、欧洲已于2003年开展特大电网一体化调度控制技术研发,但至今尚未形成成熟的技术产品。

### 【应用效果】

特大电网一体化调度控制系统关键技术及规模化应用是电力行业的重大自主创新,实现了国际电网调度控制领域的中国引领,保障了特大电网安全、经济、节能和环保运行,对我国经济社会发展和国家安全具有重大意义。

### “社会效益难以估量”

2009年,特大电网一体化调度控制系统完成项目研发并投入运行,随后在国家电网省级以上调度控制中心全面推广应用。截至2013年年底,项目成果已成功应用于国家电网32个省级以上调度和57个地级调度,覆盖了全部等级保护四级系统,成为特大电网调度不可或缺的主要技术手段。

经查阅项目应用证明书可见,应用情况及社会效益显示:“2010年12月,国网智能电网试点工程完成现场验收并投入运行,系统成熟稳定、运行安全可靠……一体化电网调度控制系统的建成投运,大大提升了国家电网调度技术装备水平,提高了驾驭大电网能力,为保证电网安全稳定运行和可靠供电发挥了重要作用,社会效益难以估量。”

从2010年到2012年,国家电网消纳风电电量分别为472、706、939亿千瓦时,年均增长率超过30%,风电装机达5549万千瓦;2012年并网水电发电量5186亿千瓦时,水能利用率提高7.1%。

福建省调用系统后,年均降低发电煤耗1%,降低3.6亿千瓦时,节水增发1.4亿千瓦时;江苏省应用系统后,年均降低发电煤耗1.9%,减少二氧化碳排放392.6万吨。

一连串的数字表明,特大电网一体化调度控制系统促进了可再生能源的有效消纳,对促进清洁能源利用和新能源并网消纳发挥了重要作用,为节能减排提供了技术支撑,实现了巨大的社会效益。

### 安全意义重大

华中电网有限公司系统应用情况及社会效益显示:“通过一体化机制,依托系统实现华中—华北互备调度功能,健全了电网备用调度应急保障体系,各调功能投入日常运行,多次成功实战演练。通过纵深安全防护体系的应用,系统安全性、可靠性大大提升,投运以来,运行稳定、安全可靠。”

2012年,特大电网一体化调度控制系统成功报警了500余次电网故障,成功抵御处置了22次严重电网故障冲击,保障了1.2万余项主网设备计划停电工作的顺利实施,实现了220千伏以上348座变电站和1134条线路的安全投运。

案例和数字证明,系统的应用保障了国家电网的安全稳定经济运行,保障了特大电网的安全经济运行。此外,在电网安全生产、迎峰度夏及迎峰度冬等方面发挥了重要作用,圆满完成了十八大、国庆60周年、上海世博会、“两会”“神九”发射等国家重大保电任务。

### 【各方评价】

该项目技术路线正确,应用前景广泛,经济效益和社会效益显著。具有自主知识产权的研究成果在基于统一平台和四大类应用的一体化系统体系架构、大电网综合智能分析与告警、面向特高压同步大电网的网络分析和在线稳定分析、多级多时间尺度调度计划的一体化决策与安全校核等方面达到国际领先水平。

——中国电机工程学会组织的“智能电网调度技术支持系统关键技术研发与应用”科技成果鉴定会专家组

这是世界级的成果,是中国和世界智能电网领域的巨大进步!

——国际电工技术委员会(IEC)主席克劳斯·乌赫勒

中国国家电网率先实现了VLPGO白皮书提出的新功能,领先欧美电网三到五年。

——国际特大电网运行组织(VLPGO)秘书长阿兰·史蒂文

# 智慧城市的下一个目标是“接地气”

从概念炒作到稳步发展,从产业转型到服务民生。

智慧城市历经了云里雾里的一段路程,今天已经成为我国信息产业发展的主旋律,推动着我国云计算、物联网、大数据和大带宽的落地和应用,也支撑着以人为本的新型城镇化建设这一新课题。如何有效提升城市竞争力,对经济、产业和民生产生实实在在的影响,做到“接地气”,是发展智慧城市的下一个目标。

曙光正是以此为目标稳步开展智慧城市业务。

作为中国第一家城市云计算中心的建设者,曙光经过近十年的经验积累,在智慧城市领域形成了设计咨询、建设运营、合作参与等丰富多元的业务模式,并拥有众多成熟的基础设施产品、应用软件和解决方案,积极为各城市信息化发展贡献一份可以信赖的“中国力量”。

曙光认为,以应用牵引智慧城市建设,让技术最终服务于城市管理、民生幸福、产业升级和经济提升,是中国智慧城市良性发展的必由之路。

未来,曙光愿与您一同建设智慧与美好的城市未来。

城市云计算解决方案由曙光与英特尔联合提供。



了解曙光: 010-56308000 www.sugon.com

Sugon 是曙光信息产业股份有限公司(简称“曙光”)在中国及全球范围内有关国家或地区注册的商标,享有法律保护。  
本广告涉及的资料、数据及图片,曙光公司保留在不事先通知的情况下变更的权利。英特尔、英特尔标识、至强和 Xeon Inside 是英特尔公司在美国和其他国家的商标

Server · Storage · Solution · Service  
服务器 · 存储 · 解决方案 · 信息服务