

自主创新成就科技腾飞路

——记“特大电网一体化调度控制系统关键技术及规模化应用”项目团队

■林静

2014年1月,在国家科技奖励大会上,“特大电网一体化调度控制系统关键技术及规模化应用”项目被授予2013年度国家科技进步二等奖。该项目已经成功应用于国家电网32个省级以上调度中心和57个地级调度中心,覆盖了国家电网公司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,促进了大规模可再生能源有效消纳。一体化调度控制系统关键技术已经成为特大电网调度须臾不可或缺的技术手段。

砥砺前行 攻克四大难题

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2013年年底,全国装机容量达到12.47亿千瓦,中国电网与美国、欧洲电网一起,成为全球最大的三大电网。

特大电网覆盖区域广,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。而“一体化调度控制系统关键技术”项目组之所以能够赢得殊荣,是因为该成果直接解决了特大电网调度控制运行过程中的四大难题。

一是复杂大电网的安全稳定运行。业内人士深知,电网本身的安全稳定和实时平衡很难维持,稍有不慎,就会出现系统故障或造成重大停电事故。世界上出现的多次大停电事故,都与其调度系统缺乏全网故障信息共享、在线跟踪分析,以及调度协调控制等技术手段有关。在我国,主要电网分布为五大区域(华北、华东、华中、东北、西北)电网及南方电网。如此庞大的电网联在一起,如果缺乏统一的优化调度和协调控制,局面将不可收拾。

二是大范围经济调度与节能低碳调度。随着新能源的发展,我国风电装机容量和发电量已居于世界第一位。到2014年3月底,风电装机达到7463万千瓦,占我国总装机的6%。在北方某些省区,风电比重已接近30%。要想适应我国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,新的特大电网必须要突破大范围经济调度和节能低碳调度的重

大技术难题。

三是电网调度控制的安全防护。雷电、山火、台风、大雾等自然灾害,以及恐怖袭击、网络攻击等人为破坏对电网运行皆有损害。尤为值得一提的是,如今,网络空间已经成为信息战场,“斯诺登”事件再一次表明,没有硝烟的网络战争一直在进行。震网、火焰病毒等定向攻击国家重要基础设施内部网络,基于边界防护的安全体系受到威胁,亟须建立完善纵深安全防护体系,解决电网调度控制系统的安全防护难题。

四是标准开放的一体化平台。原省级以上电网调度中心都配置有十余套各自独立的自动化业务系统,如能量管理系统(EMS)、水调自动化系统、电能量计量系统,以及调度计划系统等,这些系统都有各自的服务器、传输总线、数据库、图形界面等,没有统一开放的技术标准,互不兼容。这样的系统难以支持横向集成和纵向贯通,难以支持多级电网的协调控制和优化调度,难以满足纵深安全防护和等级保护的要求。因此,迫切需要结合最新IT技术,研发出新一代智能电网调度控制系统。

这样的四大难题摆在项目组成员面前,他们没有现成的国外先进经验可以借鉴。对他们来说,既是艰巨挑战,同时也是重大机遇。正是凭借着一腔科研攻关的热血和耐心,他们才砥砺前行,打好了一场又一场攻坚战。

科技领衔 突破层层瓶颈

科技是改变世界的重要力量,要想取得技术上的突破,绝非一日之功,坚实持久的积淀才能让科技研发之路走得更远。纵观电网调度控制技术的发展,我国大体经历了3个阶段。第一阶段,引进了“四大网”能量管理系统(EMS)及开发技术;第二阶段,自主开发的开放式调度自动化系统CC-2000和OPEN-3000调度自动化系统迅速占领了国内市场的大部分份额;第三阶段,通过国家电网公司专列系列重大科技项目,统一组织开发新一代的智能电网调度控制系统(D5000)。

2008年初,我国大范围冰灾对电网造成严重破坏,“5·12”汶川地震更是电力设施造成毁灭性破坏,但当时的调度自动化系统难以满

足多级调度联合处置重大电网事故的要求。

地震发生后,国家电网公司快速反应,立即开展了新一代调度控制系统的研发,并成立了由国家电力调度控制中心牵头、以中国电力科学研究院和国网电力科学研究院为主、各网省电力公司全面参与、相关大专院校和设备制造商等联合攻关的项目团队,项目也得到了国家“核高基”和“863”专项的大力支持。

联合攻关项目组成立后,各成员日夜兼程地开展工作,用近两个月的时间确定了攻关目标:开发一套新一代调度控制系统,以满足特大电网多级调度一体化运作和建立备用调度体系的业务需求。这一全新的控制系统就叫D5000,其中D指调度(Dispatching),5000意为2000加3000,希望能够产生大于5000的效果。D5000的原型系统是将CC-2000的优势模块(传输总线、前置采集等)与OPEN-3000的优势模块(实时数据库、实时监控等)各自抽出来,再结合最新IT技术,重新构建一套全新的基本原型系统。为解决四川备调的急需,联合开发组用原型系统搭建了四川电网备用调度系统,在现场投入试运行。

其后,这一技术方案被进一步发展和改进,各项技术指标和应用功能均取得数量级的突破和创新。2009年7月,华中测试小系统顺利通过了工厂验收测试,基础平台和基本应用1.0版正式诞生;同年9月上旬,华北测试小系统通过了验收测试;2010年1月,国调与华中、华北和华东网调测试小系统成功实现了互联互通,国调系统成功进入调度大厅,实现了“三华”系统的远程浏览。

一个月后,联合开发组进驻武汉,D5000基础平台和基本应用的1.0版也在华中试点工程现场实施。六个月后,支撑平台的各个模块都经过了现场实际工程环境的考验和验证,功能、性能都进行了完善提升。经由各网省调专家组成的现场验收组的两轮测试验收,华中D5000系统投入试运行,D5000的2.0版本也开始形成。

在统一的D5000平台上,10家单位分别进行了各自应用功能的试点,华中电网继续试点基础平台和基本应用,华北电网试点实时监控与预警功能,华东电网试点调度计划与安全校核功能,四川电网试点备用调度和水电自动化,江苏电网试点实时监控和调度管理……国

调试点整体功能性能并负责总体协调。

这是D5000应用功能的全面上线,经过一年的艰苦奋战,10个试点工程全部上线运行,一个平台和四大应用全面完成,形成了2.3版本,具备全面推广应用的条件。

全面应用 彰显社会效益

“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·乌赫勒如此评价D5000系统。国际特大电网运行组织(VLPGO)秘书长阿兰·史蒂文率全球15个最大电网的理事会成员参观后评价道:“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3~5年。”

根据国家电网公司华中分部的D5000系统应用证明书显示,该系统为调控人员提供了全方位的电网运行全景感知、实时监控、在线分析等技术手段,能支撑电网故障的“事前预控、事中告警、事后分析”,确保电网安全“可控、能控、在控”。另一组数据或许更能为此作证——仅2012年,D5000系统就成功报警了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。

此外,D5000系统所实现的新能源监测、发电预测、发电计划、安全校核、日内调度和在线安全分析等功能,对促进清洁能源利用和新能源并网消纳也发挥了重要作用。据统计,从2010年到2012年,国家电网消纳风电电量分别为472亿、706亿和939亿千瓦时,年均增长率超过30%;2012年并网水电发电量5186万千瓦时,同比增长27.9%,水能利用率提高7.1%;完成跨区跨省交易电量6054.9亿千瓦时,同比增长14%。

自2009年投入运行以来,D5000在国家电网省级以上调度控制中心得以全面推广和应用。截至2013年年底,D5000系统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,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,实现了巨大的社会效益。在十八大、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中,D5000也交上了优秀的答卷。

在中国电机工程学会组织召开的科技成果鉴定会上,由清华大学卢强院士和武汉大学程时杰院士任主任的鉴定委员会对D5000系统的鉴定意见为,“一体化支撑平台的主要成果为国际首创”;“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。”

当D5000逐渐成为焦点,该项目所取得的成绩也受到了关注。早在2003年,美国和欧洲已经开始展开新一代电网调度控制技术的研发,但至今尚未形成成熟的技术产品。与之相比,D5000系统已经在国家电网全部省级以上调度和部分地市调度上线运行,项目形成了IEC国际标准2项、国家标准1项、电力行业标准7项、企业标准24项,主要包括《电网通用模型描述规范》《电力系统图形描述规范》《电网设备通用数据模型命名规范》等。相关成果获得国际专利3项、国家发明专利授权14项、软件著作权4项、发表论文135篇。除2013年度国家科技进步奖二等奖外,该项目还被授予国家战略性新兴产业。其中的关键技术分别获得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优秀奖发明奖。

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。作为国家的重要基础设施,电网安全直接关系到国家安全。在电网科技的研发之路上,正是这些项目组成员全身心投入到科学研究过程中共同奋进,秉持追求卓越、执着探寻的科研精神,凝聚了强大的攻关合力和源源不断的创新动力,才让中国的电网科学技术不断向上攀升,以绝对实力和信心突破世界级的重大技术难题,不仅保障了国家电网的安全稳定运行和大规模可再生能源的有效消纳,也赢得国内业界同仁的尊重,更以国际领先水准闪耀全球。

环境信息对接论：环境领域新命题

■陈城 潘锋

是谁,拥有一个不变的信念,多年潜在环境规划领域构筑着一个美丽的梦想。

又是谁,陶醉在环境信息对接研究的时空里,借助环境信息对接的因果变化,探究其相互作用,摸索可感知和可开发利用的环境信息对接论。

作为中国政法大学法律应用研究中心研究员,环境策划师吴道宪,伴随着改革开放的春风,以独到的慧目匠心,在跨越时空的视野里,不断追逐着环境领域的新命题——环境信息对接论。

信息对接牵动梦想

环境信息对接论是环境策划师吴道宪十几年来针对人居环境研究摸索探求的理论结晶。

人居环境是以人与自然的和谐为中心,以生产、生活、工作、商业和居住环境等为研究对象的新学科。面对加速发展的城镇化进程,城市人口越来越密集,商业贸易越来越发达,这些都需要不断对城市建设进行必要改进。城市建设是一个系统工程,仅靠一个行业、一个学科或一个专业已经远远不够了。

吴道宪出生在历史文化名城雷州,长在人才辈出的南山村。很小的时候,他常常会突发奇思妙想,产生别具一格的想法。在人生的成长中,他逐渐认识到环境与人的关系是多么的密切,又是多么的重要。他已经深深地感悟到了环境与人的辩证关系:人离不开环境,人与环境密切相关,只有研究环境,才可以更好地懂得人,要懂得人就必须深入研究环境,而研究环境的目的,就是为了改造环境,让环境为人们的生活和健康服务。带着这样的辩证思想,他不断提升自己的人生命题,他总是这样提醒自己,国家昌盛才是中华民族最伟大的富强,人民的美好生活才是最伟大的幸福。在探索、研究和实践“环境信息对接”这一环境领域新命题的道路上,吴道宪希望通过努力,创造更多更好的环境信息,来建设和改造更多、更好的人居环境、商业环境和工作环境,实现社会和谐发展的一个美丽梦想。

为此,吴道宪用了十几年的时间,走进了一个他曾经十分陌生而又充满挑战的跨学科研究领域——环境信息对接论研究。他默默研究了五千年的中华优秀传统文化精髓,研读了六经之首的《易经》,研究了现代《环境学》《环境概论》《环境建筑学》《环境与人居》等环境理论著作以及一大批西方环境理论典籍,博古今之精华,取中西之精粹,不断解析环境信息对接的奥秘,并逐渐形成了环境信息对接论这一独特的理论观念。他认为,环境不是孤立的、静止的,而是运动



2007年,吴道宪应邀在北京大学“中国国学与建筑环境研讨会”上作环境信息理论学术报告。

的、发展的,时时刻刻释放出信息;同时,环境释放出来的信息是对应的、互动的,也是相互渗透的;信息和信息之间又是每时每刻进行对接交流的。环境信息对接研究的不断深入,激励着吴道宪开始了十余年不留余力的深入研究,并期望发现环境信息对接理论的真谛。通过类比象征的手法,运用联系发展的思维观点,他认为环境信息对接理论包括三个方面的主要内容,即有形环境信息对接、无形环境信息对接和信息对接能量释放。

有形环境信息对接

对于有形环境信息对接,吴道宪将其归纳为是固有形态释放的信息在一定时空里进行对接交流,这种交流又是直观对接的一种互动模式。也就是说,有形环境在信息对接交流中表现得最为直接、最为丰富,无处不在并以一种相对稳定的方式释放出来,被人们接纳、吸收、归类 and 加以利用。这就如同我们看到太阳一样,太阳的形状、颜色,以及太阳发出日照等信息,都直接通过人们的眼睛这一视觉器官传递给大脑,人的大脑就从中获取了相关的信息数据、信息符号和信息属性,随之大脑给予储存、记忆和即时做出反应。如当遇到强光时,人们就会马上闭上眼睛,这种意识流的生成就

是有形环境信息对接的结果。

吴道宪认为,有形环境的信息对接有其自身的表现特征。这种特征是在特定的时空里表现出来的,是能看得见、摸得着的空间实体形态,就像人们看到自然界中的日月星辰、山石田土一样,所有形态都是实实在在的物理形态,因此在有形环境的空间世界里有什么样的实体,就会传递出什么样的环境信息;有什么样的环境信息,就会有与之相对应的实体。人同样也是有形的实体,人体本身也是信息源,人体在接收信息时同样发出信息,与周围的环境信息相对接,这就像站在桥上看风景的人自己就是一道风景。所以,有形环境信息对接是对应的、互动的,是每时每刻不断交流的一种直观对接互动模式。

无形环境信息对接

有形环境信息对接是环境信息对接的一个方面,而另一个方面则是无形环境信息对接。吴道宪认为,无形环境信息对接与有形环境信息对接有着截然不同的表现形式,有形环境是能看得见、摸得着的固有形态,而无形环境是看不见、摸不着的,人们只能凭感觉、感知和感悟,就像人们周围空间的“气场”。无形环境信息是以一种无形、无色又看

不见的能量存在于自然界和人体之间。而人体也是一个气场,也不停地释放着信息,释放的信息与外界的气场进行对接交流。因此,外界的气场与人体有着千丝万缕的联系。传统中医药有着2000多年的历史,在璀璨的中华医药文化中,气功为许多人所熟悉,人们所感受到的来自气功的“力量”,实际上就是一种无形环境信息交流。

以地球和人体为例,吴道宪表示,地球是一个大“气场”,人体便是置于其中的小“气场”。地球的“气场”和人体“气场”随时产生交汇对接,由交汇点形成信息,这种信息不断地被传递着。在信息流的作用下,地球气场就与人体气场相互对接,人体气场不断汲取来自大自然的“营养”。研究表明,气场每时每刻都在运动,在对应、在交接。人体在这样的一个环境之中实现了与自然的交汇,追求着人与自然的和谐相处。同样,人与人之间的交流往来,也可以被认为是环境与环境之间的一种信息对接过程。

信息对接中的能量转化

当点燃一堆篝火,人们就能看见一簇火光,感受到光的热量,获得光的照明。这些能量、光照的信息通过人体的皮肤、眼睛等感知器官由神经传入大脑,由大脑进行分析判断并从中获取来自外界的信息。吴道宪认为,不论是有形环境信息对接,还是无形环境信息对接,对接的结果始终离不开人。我们生活在一个纷繁复杂的社会环境中,人与自然,人与人每时每刻都离不开环境的多元化交流,这种多元化的交流方式使人们获得了更多的信息。这种信息有的是正能量,有的是负能量,由此影响着人的思维方式和行为模式。随着社会的不断发展,科学技术突飞猛进,环境信息对接错综复杂,影响着人们的生活工作和身体健康状况。当前环境污染、生态破坏严重,越来越多的不良环境威胁着人类的生存空间,更需要加强环境保护和生态保护力度。

吴道宪在整个研究过程发现,良好的环境传递释放出来优质的信息,如孩子考上大学、个人职务晋升等,这些信息释放出来的是正能量,而这种正能量带给人们的是正面、向上、充满生机、蒸蒸日上的人生体验,正能量为人们的身心健康发展和生活工作提供了源源不断的积极动力。而劣质环境传递释放出来的糟糕的信息,如工作遇到挫折、生病住院等,这种信息所释放出来负能量带给人们消极、消沉、垂头丧气、萎靡不振的人生体验。负面信息阻碍着人们的身心健康成长,影响着人们的命运和未来走向。但吴道宪认为,对此

要辩证地看待,环境信息对接释放出来的正面信息或负面信息是可以相互转化的。良好的环境如果受到破坏,其释放出来的信息也会变成负面;如果对劣质的环境加以科学合理的改造,使其转变成为好的人居环境,也同样可以释放出良好的、积极向上的正能量。因此,在城市人居环境建设、商业地产改造中,在充分利用原有良好环境的同时,也应积极改造不良的劣质环境,使其转变为良好环境并带来令人向上的环境信息。

吴道宪特别强调,自然环境与人工环境客观上存在着很大的区别,城市建设规模的不断扩大,新建筑的不断出现,对于高楼大厦这样的人造环境,由于人们的设计理念和设计水平的不同,会产生不同的环境信息,这种差异会給使用者造成截然不同的感受。如同每个人都愿意在一个宽敞明亮的办公室里工作,而不愿意呆在地下室里一样,这一点在城市建筑特别是写字楼、商场的规划设计中显得尤为重要。正在潜心研究环境信息对接论的环境策划师吴道宪,正在把环境信息对接学理论应用到实践中去,指导了“金基城”等现代建筑的环境建设和改造,取得了良好的效果。遵循科学原理打造良好的人居生活环境,为企业的环境改造和环境建设不断带来商业繁荣是吴道宪的终生追求。



金基城整体改造后,成为广州繁华的商业中心之一。