

省级电网企业节能减排措施研究

在发电侧、电网侧和用户侧的节能减排措施详细调研工作基础上,创新提出了电网企业节能减排措施的传统类、拓展类和创新类三个层次,并重点对传统类和拓展类节能减排措施进行差距性和重要性评估,对创新类措施进行了前瞻性探讨。以广东电网有限责任公司为例,研究最终确定了广东电网传统类、拓展类和创新类16项节能减排重点措施。

杨世哲 郭 斌/广东电网有限责任公司电力科学研究院



杨世哲/工程师

环境问题与气候变化已成为世界各国普遍关注的话题。我国是发展中国家,采取有效措施解决能源损耗问题,关系到我国社会的和谐发展和可持续发展。电网企业是我国工业中的重要组成部分,做好电网企业的节能减排意义重大。

2011年11月,国务院印发了《“十二五”节能减排综合性工作方案》,该方案从节能减排总体要求和主要目标、强化节能减排目标责任以及调整优化产业结构等多方面提出了具体的要求。同时,国务院还公布了“十二五”各地区节能目标、化学需氧量排放总量控制计划等多份附件,节能减排和环境保护俨然成为产业升级、经济结构转型的重中之重,也标致着这项工作已成为当前国家经济社会发展所面临的一项重要而紧迫的任务。

电力行业作为国民经济发展中最重要、基础能源产业,既是全社会温室气体的排放大户,也是减排大户,已被国家纳入重点节能减排领域。国家电监会非常重视电力行业节能减排,提出电网企业可以从发展和应用智能电网、降低

线损、加强需求侧管理、进一步优化节能调度以及相应的设备整治等方向来进行节能减排。

为了使省级电网企业有效开展节能减排实践,本文以广东电网公司为案例进行了电网企业节能减排措施研究,旨在通过研究为我国各省级电网企业进行节能减排措施规划提供方法和分析思路上的参考。

研究思路的确立

电网企业在节能减排领域一般通过降低线损、建立节能评价体系、提高负荷利用率、优化调度以及加强脱硫装置的运行与建设为手段来实现。广东电网有限责任公司电力科学研究院认为传统的节能减排措施确实能够有效地降低能耗与排放,但其潜力随着多年的实践开始下降,为了进一步推进节能减排工作,电网企业需要探索其他的节能减排措施。为此,本次研究在考虑传统节能减排措施的基础上,拓展了节能减排的措施分类,将节能减排扩展性研究和前瞻性研究纳入本次范围内。三类措施如下。

1) 传统类。在现有电网企业普遍应用的,对两个3‰等指标有直接意义的措施,如节能环保调度、煤耗在线监测、电网经济运行、技术降损、管理降损、节能培训和节能诊断等。

2) 拓展类。对电网企业两个3‰指标无直接关联,但根据国家节能减排规划和所在地能源发展规划,需要做且对

关键词/Keywords

电网企业·
节能减排·
措施研究·

电网企业有影响,将来可能大面积应用的措施,如新能源并网、分布式电源并网、合同能源管理和新能源汽车等。

3) 创新类。根据国家节能减排方向,探索目前应用很少或未应用,具有前瞻性,通过创新手段对节能减排方向起到引领性的措施。如用户侧大数据应用、能效电厂、区域能源网(中心)、微电网(微能源网)和碳交易。

另外,电网企业自身具有企业的特性,其资源有限,如何在有限的资源基础上发挥节能减排工作的边际效应是一个现实问题。本文引入了评估手段,结合电网企业的特点对各种节能减排措施进行差距性和重要性区分,为企业规划节能减排工作提供客观依据。具体的评估包括差距性分析和重要性分析,其中差距性主要体现在电网企业与自身目标的差距及与国内同业的差距,重要性分析则是评估各项措施的节能减排潜力及对电网企业的重要程度。

传统类与拓展类节能减排措施分析

目前国内外发电侧、电网侧和用户侧节能减排措施主要有优化电源结构和工艺设备与技术等方面共十几项措施,对这些措施进行了潜力与差距度分析,分析结果表明:发电侧节能减排措施中节能环保调度、大规模核电并网、新能源并网发电和分布式能源并网;电网侧节能减排措施中3C绿色变电站建设与运维、绿色采购、电网经济运行及SF₆回收;用户侧节能减排措施中节能诊断、节能改造、节能评估及新能源汽车与相关技术。以上共12项措施在差距性评估中差距较大,在重要性评估中重要程度较高,对广东电网有限责任公司来说是需要重点研究的措施。

1. 发电侧节能减排措施

发电侧节能减排措施主要有优化电源结构和工艺设备与技术两个方面共十几项措施需要分析,首先对发电侧节能减排措施进行了相关度评估,确定节能环保调度与支撑技术,发电权交易,大规模核电并网等6项相关度较高的措施。然后对这6项措施分别进行差距性评估和重要性评

估,差距性评估包括两个维度的评估:①与自身目标的差距。②与国内同业的差距。重要性评估从该措施对于广东电网的重要程度和在广东区域的节能潜力两个方面来进行分析。

为使评估结果定量化,将差距程度、重要程度都分为5个等级,其分值分别为1、2、3、4和5。当差距程度或重要程度为最大时,其分值均为5,当差距程度或重要程度最小时,分值均为1。

如图1所示,通过对发电侧节能减排措施的差距性评估和重要性评估进行矩阵分析发现,节能调度、大规模核电并网、新能源并网发电和分布式能源并网这4项措施对广东电网有限责任公司来说是重点研究的措施。



图1 发电侧节能减排措施总评估(矩阵分析)

2. 电网侧节能减排措施

电网侧节能减排措施,按照电网企业生产经营活动价值链分类,共有优化电网结构、3C绿色变电站建设与运维、绿色采购、电网经济运行、技术降损、管理降损、办公节能和SF₆回收8项措施需要进行分析。首先进行差距度评估,然后进行重要性评估(评估维度方法同发电侧)。

如图2所示,通过对电网侧节能减排措施的差距性评估和重要性评估进行矩阵分析发现,3C绿色变电站建设与运维、绿色采购、电网经济运行和SF₆回收这4项措施对广东电网有限责任公司来说是需要重点研究的措施。

3. 用户侧节能减排措施

用户侧节能减排措施分为节能咨询与服务、新能源汽车与相关技术两大类共6项措施,节能咨询与服务包含节能培训、节能诊断、节能改造、



图2 电网侧节能减排措施总评估（矩阵分析）

节能评估和合同能源管理5项措施。首先仍是对措施进行差距度评估，然后进行重要性评估（评估维度与方法同发电侧）。

如图3所示，通过对用户侧节能减排措施的差距性评估和重要性评估进行矩阵分析发现，节能诊断、节能改造、节能评估、新能源汽车与相关技术这4项措施对广东电网有限责任公司来说是需要重点研究的措施。

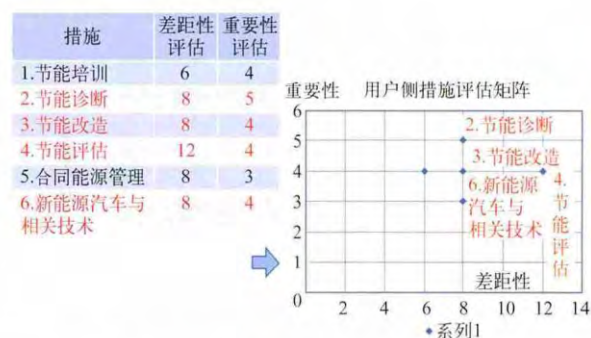


图3 用户侧节能减排措施总评估（矩阵分析）

创新类节能减排措施分析

电网企业的核心业务以电力运营为主，随着当前国内外对互联网、物联网及多种能效的综合运用，对电网企业将来业务有可能会产生一定的影响。为了主动应对市场与社会发展环境的变化，本文认为凡是符合下述条件之一的，电网企业均可以结合自身现状开展前瞻性研究：①国家政策鼓励，或明确要求，与电网有一定关系的。②行业内出现技术或应用新发展趋势。③省级电网企业有条件，且该业务大，在当地具备市场前景和经济价值。

通过对广东电网进行上述分析，得出对以下

6项创新类措施进行前期研究。分别是：基于汞污染与PM2.5治理的环保调度；基于大数据的智能用电互动服务平台；能效电厂综合应用；微电网（微能源网）应用；区域能源网（中心）应用以及碳交易。

1. 基于汞污染与PM2.5治理的环保调度

汞对人体健康危害极大，可通过呼吸、皮肤接触和食物链等方式进入人体。易导致胎儿中枢神经系统先天缺陷、儿童语言和运动能力发育迟缓、儿童自闭症及成年人心血管疾病，包括心脏病等。据统计，全世界每年向大气中排放汞4 400~7 500 t，其中自然过程（如火山爆发等）占20%；人为活动（如电厂燃煤等）占80%。我国电厂燃煤已经成为最大的人为汞污染源。2011年2月，国务院正式批复《重金属污染综合防治“十二五”规划》，指出到2015年，重点区域铅、汞、铬、镉和类金属砷等重金属污染物的排放，比2007年削减15%；2013年1月，经过4年谈判，包括中国在内的147个国家就全球首个汞减排公约《水俣公约》签署，要求各国限制燃煤发电厂汞排放。2013年底，国家环保部《汞污染防治技术政策》完成内部审议。2014年3月，国家汞污染防治中心建立。这一系列活动标志着汞污染治理已纳入正式议程。

通过美国及欧洲国家对工业汞排放控制经验表明，控制燃煤电厂汞排放将显著地降低生物群中汞，进而减少人类对汞的摄入。目前，业内部企业已开展相应的研究，广东电网有限责任公司电力科学研究院拟协助广东电网有限责任公司发挥现有资源与技术优势，从基于汞治理的节能环保调度、电厂脱汞治理两方面入手进行汞排放治理。

PM2.5主要来源于直接排放和二次反应生成，其对人体健康危害也是极大。PM2.5的监测在国外较早，1997年，美国提出对PM2.5进行监测，2010年，美国和欧盟一些国家将PM2.5纳入国标并进行强制性限制；国内在2012年开始正式进行监测，截至2013年底在全国已建成612个监测点。电网企业在减少PM2.5排放涉及多项措施，其中如何调配清洁能源发电作为最有潜力的重要措施之一，

业内研究空间较大。广东电网有限责任公司电力科学研究院拟开展相关研究,从节能环保调度方向,研究如何通过PM2.5的在线监测,实现清洁发电调度;从协助企业治理方向,研究发电企业、用户如何从技术角度减少PM2.5排放,更为有效开展相关治理活动。

2. 基于大数据的只能用电互动服务平台

随着第三次工业革命到来,当前已进入大数据发展新时代。国内外部分著名IT企业已经率先进入大数据研究、开发与应用,引导着行业的发展。此外,能源行业对IT投资逐渐加大,部分供电企业也通过建立移动终端客户服务平台来扩展业务,推出了多种形式的掌上电力。这些都给电网企业拓展大数据业务带来机遇,此外,从国家和社会层面来讲,用户侧能量管理是智能电网的一个重要组成部分,减少电能的使用是提高能源利用效率的最直接方法,用户侧能源管理系统必然会受到国家政策的支持和社会的鼓励。

在面临机遇的同时,也面临着来自大客户直供电、能源公司或大客户自身实行能源管理的挑战,以及电力改革呼声越来越大,监管越来越严的挑战。因此,电网企业应主动迎接挑战,进行大数据开发与应用尝试。

广东电网有限责任公司因数据工作开展较好,具备良好的大数据应用条件。内部主要优势:①发电侧。调度信息与节能减排在线监测的完善性,节能监控发电企业的基本运营信息。②电网侧。近几年开展的数据工程、电子化移交及各业务信息平台的贯通,保证了各项数据基础的即时、真实且有效。③用户侧。拥有较为完善的客户资料、用电情况等信息。有的用户在线监测系统(佛山、珠海和深圳)已深入到企业里每个环节、每个设备的用电情况。

目前,电力大数据主要应用在智能电网上,通过获取人们的用电行为信息,实现科学的电力需求管理。未来,电网企业应先深入开展智能用电服务互动平台开发与应用,再视情况进行跨行业拓展。智能用电服务互动平台通过依托用户侧能源管理系统搭建的一个多媒体信息控制平台,家

庭和企业可以通过手机或网络账号获悉家庭用能情况及节能建议;实现对设备的集中控制,以调整用户侧的负荷及用户自身储能设备的充放电;有利于节约能源、确定用户用电安全、削弱和转移负荷以及提高电网的稳定性和安全性的目的。

智能用电服务互动平台的优化管理模式包括:支持基建决策,升级客户分析,提高智能控制,加强协同管理;对外可以创新业务,展现形象,丰富广东电网增值业务,提供更系统服务。

3. 能效电厂的综合应用

能效电厂是一个虚拟电厂,特点、优势较为明显,国内外部分地区逐步开始应用。从美国的实践来看,开展能效电厂成效颇丰。美国佛蒙特州通过开展电力需求侧管理工作,减少了约1/2电力负荷的增长,有良好的投资效益。为此,州政府支持收取更多的系统效益费,已占电费的3.5%,为全美最高。美国加州30年来GDP翻两番,人均用电量不变。

当前,能效电厂在我国仍属于试点探索阶段。2005年,江苏省经贸委与江苏省电力公司在总结前几年电力需求侧管理经验的基础上,开展能效电厂建设,启动了我国首个容量为60万kW的能效电厂建设。2006年初,国家发改委、财政部和亚洲开发银行(以下简称“亚行”)开始合作开展能效电厂机制研究,2008年9月,签署了第1批项目《贷款协议》和《项目协议》。2010年6月7日,广东省亚行贷款节能减排促进(能效电厂试点)项目第二批子项目在广州举行签约仪式。2012年3月28日,广东省亚行贷款节能减排促进(能效电厂试点)项目第三批子项目签约。

国家对于能效电厂的建设提出了先试点推进再推广的要求:《国务院关于加强节能工作决定》(国发【2006 28号】)要求推进能效电厂建设,提高电能使用效率。《“十二五”节能减排综合性工作方案》(2011年8月)要求以建设技术支撑平台为基础,开展城市综合试点,推广能效电厂。预计未来几年能效电厂将快速增长,作为我国能源结构中的重要组成部分,电网企业应该积极推进能效电厂。

4. 微电网（微能源网）应用

微电网作为大电网的有力补充，是一组由微电源、负荷、储能系统和控制装置构成的系统单元。通过电力电子装置将发电容量小于500 kW的分布式电源和储能装置组织在一起，就近向用户提供电能。可经济有效解决偏远地区的供电，延缓电网投资，有效减少电能的远距离传输、多级变送的损耗；可避免单一供电模式造成的地区电网薄弱和大面积停电事故，提高供电系统安全性、灵活性和可靠性；可实现节能减排；可促进电力市场发展，实现市场利益主体多元化；可实现为不同要求的电力用户提供不同的电能质量，即定制电力，有利于提高供电企业的服务水平。

20世纪末，美国提出微电网的概念，欧洲、日本也进行了相应研究与应用。当今，微电网是第三代电网的重要组成部分，发展微电网有利于提高电网对分布式新能源的接纳能力，提高电网整体抗灾能力，解决偏远地区的供电问题，节能降耗，提高能效，带动相关产业的发展。

随着国家对可再生能源发展的重视程度不断提高，微电网的发展将成为未来电网发展的一种趋势。2006年，国家颁布《可再生能源法》及一系列配套法规，目前已将可再生能源提到国家能源战略的高度；到2020年，我国可再生能源消费量要达到能源消费总量的15%，其中电力的20%来自可再生能源。近年来，政策方对于微电网日趋重视。根据相关规划，“十二五”期间全国计划建设30个微电网示范工程。据了解，截止2013年底，全球微电网供应商收入达到40亿美元（约合人民币242.13亿元）。但在中国，由于受成本高等因素制约，这一市场处于空白。河北、天津、河南、浙江和珠海等地已经在进行微电网示范项目的研究及建设。未来5~10年，微电网的市场规模、地区分布和应用场所分布都将会发生显著变化。近年来国内一些微电网示范项目商业化运行已取得突破。据记者了解，国内首个兆瓦级分布式光伏智能微电网系统广东珠海东澳岛太阳能电站运营3年来，在政府取消补贴的情况下，居民用电价格大幅降低，电站年获利润突破200万元。

电网企业公司发展微电网具有环境、资源、技术、资金和人才等优势：①广东省内经济发达，工业园区林立、大学校园众多、商业楼宇和居民楼发展密布，可以发展工业/商业/居民并网型微电网。②全国首个兆瓦级分布式光伏智能微电网商业化运行示范项目取得成功，说明广东在发展微电网上有技术、资金和人才优势。③广东电网有限责任公司电力科学研究院已建成微电网实验室并开展大量的技术研究工作；最后，广东电网销售电量居全国第一，在发展微电网上具有资金优势。

5. 区域能源网（中心）应用

区域能源网（中心）是通过整合区域内不同用户的能源需求，实现能源综合利用、均衡配置和规模采购效益。

区域能源网（中心）充分利用区域内所有产能设备的余热、余气和余压，通过冷热电三联供（分布式能源供给）模式，进行能源的多次充分使用。例：燃气发电，为能源一级利用；烟气在余热锅炉内加热成高温高压蒸汽再次进行发电，为能源二级利用；利用汽轮机抽出的低压蒸汽，经蒸汽管道输送至区域制冷站，在制冷站内制出6℃的冷水输送至各个用户进行空调器制冷，为能源三级利用。能源供给一般由燃气冷热电三联供项目、调峰蓄能项目、土壤源和再生水源热泵项目、分布式太阳能项目及配套供热及供冷管网构成。可以为客户供冷、热、电、水蒸汽和压缩空气等单一能源或多种能源。

区域能源网（中心）诞生于20世纪70年代，主要在美国、日本应用。近几年，随着对建筑节能的日益重视，区域能源项目在我国北京、深圳、苏州、无锡和泰州等城市逐渐发展起来，基本实现冷热电三联供。

未来，区域能源中心有可能成为能源重要组成部分，将极大改变区域内能源的供需结构，对电网传统业务形成一定挑战。广东电网可以根据区域内的能源中心分布，进行前期研发。

6. 碳交易

碳交易是为促进全球温室气体减排，减少全球CO₂排放所采用的市场机制，即把CO₂排放权作

为一种商品,从而形成了CO₂排放权的交易。交易机制:清洁发展机制(CDM)、排放贸易(ET)和联合履约(JI)。碳交易的型态:配额交易、项目交易。碳市场交易流程:前期开发、碳资产开发和碳资产项目管理。

与中国市场不同,国外碳排放交易机制成熟,且增长稳定。国际碳排放权交易成交额从2007年的600亿美元上升到2012年的1 909亿美元,而2012年我国碳排放交易市场规模才398.11万美元,碳交易市场潜力巨大。

目前,我国5个碳交易试点市场交易规则体系基本完善,碳交易试点市场成效明显,2015年将在全国建立统一市场。2013年,全国5个碳交易试点的配额总量高达8亿t,广东碳市场配额量达3.5~3.88亿t。

市场成熟以及政策推动是我国碳排放交易发展的主要外部前提,面对碳交易的机遇与挑战,广东电网可通过节能增效,为将来的碳交易做好充分准备。

碳交易的实施会提升电网企业的运行成本。作为排放大户的火力发电企业,碳交易的施行势必导致火电企业发电成本增加。而备受高价电煤煎熬的火电企业很可能将这部分成本传导给电网企业,推升上网电价。2002~2011年,我国国内生产总值年均增长率为10.7%,全社会用电量年均增长率为11.1%。未来一段时期内,我国电力需求仍将快速增长;另一方面,来自国家的减排压力有增无减。2014年,上海证券交易所金融创新实验室发布的一份研究报告显示,60%的沪市公司已经设立单独的部门来承担环境、能源消耗以及公司减排的具体责任,实现气候目标的各种激励机制;超过85%的公司在日常生产管理中已经开始重视温室气体的排放;65%的公司已经着手设立具体的减排目标;57%的样本公司制订了详细的减排计划并鼓励有关减排活动的投资。

碳交易使电网企业面临电力供需形势发生较大变化的局面,碳交易的施行将会推升能源消耗成本,促进地区经济结构调整,使高耗能产业向低成本地区转移,电力供需形势发生变化。

碳交易工作在促进远距离输电技术发展方面也具有较为显著的作用,也促进智能电网的建设和发展,才能适应多元发电的接入与输送。

从电力企业自身来看,也要提前为应对节能减排做好准备。在制定发展战略时要考虑碳排放约束,要研究碳市场环境下的发展策略和投资规划,考虑碳价的影响及碳资产管理等问题;对于电网企业,碳交易还可能对电力交易的开展、发电计划的制订及电网调度运行等方面产生影响,需要在企业经营管理方面进行适应和调整。

结束语

通过对传统类、拓展类和创新类3个类别的措施进行分析,初步得出广东电网有限责任公司需对下属16项措施进行节能减排管理体系研究。

1) 传统类。节能环保调度(发电侧)、电网经济运行(电网侧)、绿色采购(电网侧)和节能服务(用户侧)。

2) 拓展类。大规模核电并网(发电侧)、分布式能源并网(发电侧)、新能源并网(发电侧)、发电侧污染排放治理技术(发电侧)、SF₆回收(电网侧)、3C绿色变电站建设与运维(电网侧)和新能源汽车与相关技术(用户侧)。

3) 创新类。基于大数据的智能用电互动服务平台、能效电厂综合应用、微电网(微能源网)应用、区域能源网(能源中心)应用和碳交易。

参考文献

- [1] 钟海旺,等.广东电网节能发电调度潜力分析[J].电网技术,2008(23):3-5.
- [2] 杨勇,曹睿.美国节能减排的主要做法[J].国外能源,2010(4).
- [3] 徐健.强化节能减排战略中的市场机制——对广东启动碳排放权交易试点的分析[J].投资研究,2013(9).
- [4] 王文,彭永华,张继红,等.重庆电网节能减排与发电市场的协调机制设计[J].电网技术,2009(10).

(收稿日期:2014-09-16) EA