

电力灵活性调节能力如何跟上转型步伐?

■本报记者 李丽雯

“到2030年,中国电力系统灵活性需求将达到2022年的3倍以上,因此市场建设也应与时俱进,跟上以风光为代表的清洁能源扩张步伐。”国际能源署在近日发布的《满足2030年中国电力系统灵活性需求:“十五五”规划电力市场政策工具箱》(以下简称“报告”)中做出如此预测。

高间歇性、随机性、波动性的新能源发电占比逐年升高,以传统火电、抽水蓄能、新型储能、虚拟电厂、需求侧响应等手段为代表的灵活性调节资源需求快速增长。业界普遍认为,要跟上清洁能源发展步伐、保障电力系统安全低碳转型,加快建设全国电力交易体系、形成合理的价格机制将是推动灵活性调节资源发展的关键所在。

■ 系统灵活性需求大幅提升

近年来,我国以风光为代表的新能源发电装机快速增长。据国家能源局最新统计数据,今年前三季度,我国可再生能源发电新增装机达到2.1亿千瓦,同比增长21%,占新增装机的86%。其中,风电新增3912万千瓦,太阳能发电新增1.61亿千瓦。

截至目前,我国风光发电装机已经超过12亿千瓦。根据国际能源署预测,我国可再生能源发电装机还将持续增长,到2030年这一数字还将持续提高,届时可再生能源发电占比有望超过39%以上。

在此背景下,电力系统的灵活性调节需求也将大幅增长,亟需跟上清洁能源发展步伐。报告指出,电力系统灵活性对于保障电力安全起到了至关重要的作用,灵活性调节将有助于电力系统不受供应波动以及其他干扰因素影响。主要受到光伏大面积并网及其“昼夜夜停”特征影响,出力随机性高且保证出力低对电力稳定供应带来挑战,中国电力系统灵活性需求快速增加。



“从电力需求侧来看,中国电力需求仍在刚性增长,随着交通、工业等行业电气化加速推进,预计到2030年中国电气化率有望达到34%左右,而供应侧的清洁转型节奏也在加快,‘十四五’以来中国新能源装机量保持每年2亿千瓦以上的增长。供需两端的变化对我国电力系统的灵活性需求将进一步增加。”中电联规划发展部主任张晶洁指出。

■ 激发灵活性挑战仍存

尽管需求高涨,但在国际能源署能

源分析师白恺蜜看来,目前,要进一步激发系统灵活性还存在一定障碍,包括储能部署不足,基础设施智能化、数字化程度有待提升,以及省间输电线路相对滞后等。

报告认为,要同时满足气候和经济发展目标,电力系统应尽快进行基础设施升级,推动智能电网以及储能设施落地,同时也需要提高能源效率领域相关投资,并加快部署先进预测工具,为市场机制形成提供助力。

不过,灵活性调节能力的加强并不能一概而论。报告也指出,受到中国不同地

区能源供应结构不同以及气候差异影响,要补足电力系统调节能力还需要因地制宜,以更加定制化的方式加强灵活性调节资源部署。

以西北部地区为例,甘肃、青海、宁夏等地区拥有相对较高的可再生能源发电装机占比,同时也面临着消纳能力不足的挑战,在国际能源署看来,西北地区电力市场应在时间和空间层面充分反映出电力价值,同时加快建设省间电力传输线路,借助市场力量降低弃风弃光水平,确保电力系统高效运转。

“我国北方地区拥有丰富的风光资源,

同时水资源相对不足,系统调节目前还依赖煤电。”国家电投经济技术研究院副院长裴善鹏表示,“市场机制将在增强电力系统灵活性方面发挥基础作用,市场力量调节之下,煤电厂就有能力根据供需情况以及电价变化调节发电量,减少对传统调度手段的依赖。”

■ 电力市场建设应与时俱进

国际能源署指出,为进一步激发灵活性调节能力,电力市场设计亟需形成有效的价格机制,合理的价格机制将有助于反映出实时电力价值,更好地调动企业积极性,推动抽水蓄能等新兴灵活性调节技术应用和发展。

白恺蜜强调,中国现货市场正在飞速发展,这正是增强中国电力系统灵活性的关键所在。通过改变调度方式,可以满足中国电力系统绝大多数灵活性需求。

实际上,我国能源新业态投资正加快释放,电力系统灵活性调节能力提升已是大势所趋。根据国家能源局数据,今年以来,我国新型储能完成投资额同比增长21.0%,抽水蓄能完成投资额同比增长45.5%。近期发布的《关于大力实施可再生能源替代行动的指导意见》明确,要多元提升电力系统调节能力,加强灵活电源、抽蓄和新型储能应用,推进长时储能发电、热电耦合、中高温热利用。

面向未来,报告指出,随着抽水蓄能、电化学储能等调节资源快速发展,到2030年非化石燃料有望满足近60%的电力系统短期灵活性需求。精心设计的电力市场机制改革对于释放灵活性资源以及提高电力系统运行效率至关重要,而在电力现货市场以及配套服务运行良好的前提下,统一的全国电力交易市场体系也有望“解锁”更多灵活性调节资源,实现更加高效的跨省区资源共享。

新型电力系统建设催生新型“支付宝”

■陈丽莎

黄伟杰、赵蜜属于“第一批吃螃蟹的人”。近年来,浙江新能源发展迅猛,一系列围绕“结算”“交易”的问题也悄然冒头。从事综合能源分布式光伏投资业务的黄伟杰、赵蜜深感压力——新业态必须要有匹配的新模式。经历一次次的现实“摩擦”后,两人一拍即合,一个新事物也由此在浙江诞生。

■ “史无前例”的细分应用场景

2020年,在宁波奉化西坞街道余家坝村,新任的书记余昊喆领到了一个“从天而降”的“礼包”,价值10.2万元。

晴空。阳光洒下,光伏板在回响。当地街道通过建设公益光伏消薄项目获得收益分红,也让余家坝一举摘掉了村集体经济薄弱的帽子。

靠着这笔分红,余昊喆对村里的农房进行了改造。和余家坝村一样,光伏产业已成为当地很多经济薄弱村的重要收入。

但消薄背后也隐藏着不少矛盾。其中之一便是电费结算。部分经济薄弱村的光伏收益由于结算问题,迟迟得不到兑现。

“用电是不是多计算了?电费结得准不准?这些都容易产生争议。”在基层从事电力营销工作的郭哲军,经常会接触到光伏电站投资商或用户对电费电价的争议诉求。

他回忆,曾经有个村,用企业的屋顶投资光伏,但因为双方对电费有争议,费用就拖了好几个月。但事实上,光伏结算也仅是问题浮现的冰山一角。

随着新型电力系统建设加速,“大电网+微电网”呈现出融合发展的态势,分布式光伏、用户侧储能、虚拟电厂等新业态不断涌现。观察眼前这些能源用户末端,可看到源、网、荷、储多形式的组合,存在多个投资主体,合同关系复杂,再加上工商业电价的浮动变化,末端各类费用计收难度大、纠纷多。

新需求来了,但仍缺乏准确结算各投资方与终端用户相关费用及利益分成的有效手段。

“以往,电力营销系统针对的都是表前。每家每户都知道的表前电网、燃气等,都有一套成熟、标准化的业务逻辑。”但眼下不一样了,在国网浙江综合能源公司数字化部主任黄伟杰看来,用户侧的光伏、储能等,属于表后的“非标准化”应用场景。

以储能为例,网侧储能,是安装在电表(计量装置)之前的储能系统,与电网直接相连。表后储能,则是安装在电表之后的储能系统,通常位于大工业、工商业等用户侧,呈现小规模、分散式的特点。两者形态不一,结算模式自然也有差异。

“‘结算托收’,这四个字看起来容易,但做起来很难。”黄伟杰感叹这项工作是在摸着石头过河,“我们要掌握物联设备配置、营销体系、电费专业、光伏行业、虚拟电厂、市场化售电……每一

项背后都是一个完整的专业知识体系。”

换言之,现在面向新能源发展的服务模式,其复杂度和覆盖度已远超传统的电力营销体系。“史无前例”的全新细分应用场景,也意味着需要匹配全新的商业模式,才能摆脱发展中的掣肘。

■ “它就像‘能源支付宝’”

从最早出现的光伏结算困境出发,2019年起,黄伟杰便与同事赵蜜开始着手设计“智慧光伏数字化管理平台”。2020年7月,该平台上线,并在奉化试点,服务于国网浙江综合能源公司投建的分布式光伏项目的监测运维及电费结算托收。

郭哲军奔走于政府、企业、乡村,通过推广平台,撮合了一笔笔“结算”落地。“有个结算遇到问题,我们帮他们把账算清楚了。”作为国网浙江智慧光伏(浙江)分中心负责人,他努力让投资方和用户都认可。

从无到有,从内到外,纵向横向都在拓展。2021年7月,该平台升级为“阳光掌柜”,作为一种更全面的能源数字化服务新模式,可对外提供费用计收、便捷支付、负荷聚合、交易申请等一站式用户侧服务。

赵蜜现在担任国网浙江综合能源公司数字化部总监,仍在不停研究如何让“阳光掌柜”更好用。

通过人工智能算法,赵蜜说,他们将表前结算规则与表后商业模式智能适配,目前已打造57种光伏、6种储能、32种非电网直供等用户末端各组合类型的计算策略库,实现远程电量抄核、自动电费结算、账单核对及银行授权代扣等。

王刚志的企业位于奉化区万檀小微园,从事机械零配件生产,薄利多销,对用能成本敏感。通过使用“阳光掌柜”,该园区实现用电数据的分项计量和线上集抄,园内的企业能看到总表电量、分表电量、电价、电费等详细信息,从技术上解决了结算不清导致转供电随意加价的问题。王刚志欣喜地发现电费在“肉眼可见”地减少。

在宁波海曙,奇强精密冲件有限公司自2024年1月应用“阳光掌柜”以来,对储能设备运行进行实时监测,实现储能计量、电费结算精准化。截至10月底,今年已累计结算电量12.83万千瓦时,为企业降低运营成本8万余元。

截至目前,“阳光掌柜”已累计服务光伏用户10000多家、储能用户600多家、非电网直供终端用户951家,终端用户均价降低0.4元/千瓦时以上,降低用电成本8990万元。

“它就像‘能源支付宝’。”黄伟杰说,“阳光掌柜”聚焦用户末端各方核心需求,打通银行、供电、企业和用户间的链接,从根本上改变了传统运营管理模式,降低运营成本。能源、业务、数据、资金,都可在高效流转。

宁波奉化区委改革办相关负责人认为,这样的应用有效解决了结算堵、回款慢等难题,优化

了当地光伏产业的发展生态。

针对用户侧海量的离散型负荷,“阳光掌柜”还拓展资源聚合功能,向已有客户延伸提供绿电聚合交易、绿证代理及负荷聚合交易等申请服务,解决用户因电量、负荷规模小而导致入市交易成本高或无法准入的问题。

■ 捕捉变化中的市场动向

正如拉动经济的三驾马车——投资、消费和出口,在三者的此消彼长中,消费一直是基础性存在。电力的供给与消费也同理。用户侧因其点多面广,有着强大的影响力。在新型电力系统建设中,这种特点也愈加明显。

在黄伟杰眼里,“阳光掌柜”就是在支撑新型电力系统在用户侧的落地。它不是一个简单的结算系统,而是一个庞大的生态系统,囊括了不同类型的综合能源服务商业模式。

电网侧关心“供需平衡”。但用户侧的底层逻辑是关心“量价平衡”,也就是什么时候用什么便宜。而寻找这个平衡点的背后就是费用计算,需要一种控制策略。

经济基础决定上层建筑。底层逻辑也决定了能否向上生长。在市场中,两两互动必然产生商业关系,商业关系必然产生结算,解决这一环至关重要。“阳光掌柜”提供了这一解决方案。

“除了在实践的风光储能,我们现在还在探索‘阳光掌柜’在冷/热电气三联供、虚拟电厂等新领域的应用,扩大结算场景,为促进商业模式规模化运行扫清底层障碍。”黄伟杰表示。

“阳光掌柜”已运营服务5年,通过业务模式创新、优化及市场推广,目前应用已覆盖浙江全省。

丰富计算类型、聚合更多资源……但这仍是第一步。

黄伟杰在思考,现在“阳光掌柜”构建的前端已越来越完备,但后端是更大的天地。适应这项数字化业务的服务标准体系,要如何构建?

从本质上讲,“阳光掌柜”由n套独立完整的功能模块组成,横跨能源行业。监测、计收、聚合等事项,通过平台就能完成,但如果监测发现问题,谁来提供线下运维服务?单打独斗,显然不行。

这也是“阳光掌柜”要深耕的后半篇文章。扩大合作范围,提升平台的生态价值,纳入到电网更广泛的营销服务体系之中,对接领域内外的企业服务商,延伸新能源运维、资产、绿证等细分领域场景,真正实现线上线下深度融合,让多方共赢。

市场瞬息万变,且错综复杂。善于从问题中寻找机遇,是浙江历来的风格。“应用也只是第一步,有体系化的服务才能持续。”黄伟杰的思虑,在郭哲军那里也看到了。

不久前,郭哲军刚参加完一场政府组织的消薄电站电费争议协调会。“虽然有‘阳光掌柜’了,但没有一劳永逸的事。”郭哲军说,市场在变,永远有新问题出现。

■刘世增 杨斌

在蔚蓝的天空下,电网宛如巨人的血脉,悄无声息地为现代社会输送着源源不断的能量。在云南的崇山峻岭之间,一项电力巡检的新革命正在悄然进行,一架搭载着30公斤检修工具的重载无人机,正平稳地飞向高耸的输电铁塔,标志着电力系统在推进输电线路智能化巡检转型方面取得重要进展。

清晨,南网超高压公司大理局(以下简称“大理局”)的一群小伙子整装出发,直奔±800千伏新东直流0004#塔,作业塔位距离停车区5公里,高度差近1千米。与以往不同的是,这次他们不再需要肩扛手提沉重的检修工具和材料。一架挂载重物的重载无人机呼啸而过,平稳地将检修所需的物资运送到作业点。

“以往在这种地形复杂的山区进行设备检修,搬运工具和材料是一项艰巨的任务,需要耗费大量的人力物力。”现场作业人员感慨地说,“现在有了重载无人机,我们的工作效率得到极大提升。”

重载无人机凭借其独特的技术优势,在电力运维领域展现出了非凡的能力。它不仅覆盖范围更广,而且能够在复杂地形和恶劣天气条件下持续作业,极大地提高了巡检效率与质量。该无人机已成功应用于输电线路的多个领域,化身辛勤的电“医生”,搭载检测设备开展高海拔线路X光无损检测,对电网进行精准的诊断和维护。

“破冰”“灭火”都手拿把掐。在直流线路重冰期,重载无人机可搭载专业除冰工具,迅速高效地完成覆冰线路的物理除冰工作,有效防范因沉重覆冰对杆塔、线路造成的安全隐患。在山高火发期,它又化身“空中消防战士”,背上灭火弹冲进火场,将火势迅速扑灭。而在检修期,它更是运维人员的得力助手,帮助他们轻松完成各种检修任务。

重载无人机的应用不仅提高了电力线路运输效率,还显著增强了作业的机动性。得益于其灵活的起降特性,无人机能够在山区复杂地形中自如作业。同时,通过减少人工投入和传统运输设备的使用,运维成本也得到有效控制。据初步测算,采用重载无人机作业模式后,同等工作量的综合成本可降低40%以上。

在高海拔地区,恶劣的自然环境和复杂的地形地貌给电力运维人员带来极大的安全风险。重载无人机的应用不仅降低了运维人员的劳动强度,还最大限度地避免了高空作业等高风险操作,有效保障了现场作业安全。运维班班长颜世成表示:“经过多次实践,重载无人机成为我们工作的好搭档,安全又靠谱。”

在大数据与人工智能的加持下,重载无人机更是成为了智慧电网的重要组成部分。它能够收集并处理海量的巡检数据,通过机器学习算法自动识别和分析设备状态,预测故障趋势,为电网的预防性维护提供科学依据。这种基于数据的智慧运维模式不仅提高了电网的可靠性和稳定性,还延长了设备的使用寿命,降低了运维成本。

接下来,随着技术的不断革新和进步,重载无人机在电力运维领域的应用场景将不断拓展。电力巡检将步入一个更加智能化、高效化、安全化的新时代。重载无人机不仅是对传统巡检模式的一次革命性突破,更是推动电力行业向更加绿色、智能方向发展的强大动力。

重载无人机革新电力巡检,显著提升劳动生产率