安全管理永无止境

文 / 本刊记者 王为民

5 月 20 日，国家电网公司召开安全生产紧急电视电话会议暨迎峰度夏工作部署会，国家电网公司董事长、党组书记舒印彪在讲话中指出，要深刻吸取安全事故教训，居安思危、警钟长鸣，采取紧急措施，坚决遏制事故多发频发苗头，全面提升本质安全水平，确保电网安全稳定运行和电力可靠供应。

安全是企业的“生命线”，没有安全，一切都无从谈起。尽管我们时时强调安全的重要性，但安全事故却时常发生在我们身边。

5 月 13 日，全国多家中石油加油站出现无法进行网络支付，只能进行现金支付的情况。中石油有关负责人表示，怀疑受到病毒攻击，具体情况还在核查处置中。

其实在 5 月 12 日，国家网络与信息安全信息通报中心就发出紧急通知：新型“蠕虫”式勒索病毒爆发，包括我国在内的 100 多个国家和地区的数万台电脑遭到攻击。

近年来，包括信息安全风险在内的各种威胁已经给个人和社会带来严重影响。有海外媒体曾报道，Adobe 软件被某黑客发现的一个漏洞，最终以 7.5 万美元的价格出售；一个 ios 的漏洞，市场售价最高能达到 25 万美元。

对于关系国家能源安全和国民经济命脉的能源行业而言，更是成为安全威胁最大的行业之一。随着人们对电力的依赖程度增加，一旦因安全问题发生大规模停电事故，导致的危害可能会颠覆你的想象。

2003 年美加大停电，导致 5000 多万居民饱受停电之苦，地铁停运，供水中断、工厂停工、商店停业……原有的社会秩序陷入混乱，经济损失惨重；2006 年欧洲大停电事故，导致法国约 15 个地区突然陷入一片黑暗，约 500 万法国人的电力供应被切断；2016 年，乌克兰部分地区的电力系统遭受黑客攻击，成千上万的家庭只能在黑暗中度过。

相比之下，中国电网连续多年未发生停电事故，保持了大电网安全运行的记录，是世界上最安全的电网之一。国家电网公司作为关系国家安全和国民经济命脉的中央企业，多年来始终坚持安全第一，持续强化本质安全，把大电网安全作为重中之重，有效避免大范围停电事故发生。

安全是电网企业的“生命线”

去年年底，中央印发《中共中央国务院关于推进安全生产领域改革发展的意见》。这是新中国成立以来第一个以党中央、国务院名义出台的安全生产工作的纲领性文件。

电网是安全生产工作的重中之

国家电网公司仿真中心。摄 / 为民

重，电网安全涉及到各行各业千家万户的利益，关系改革发展和社会稳定大局，任何时候都不能放松，无论如何强调都不为过。

在 5 月 20 日召开的国家电网公司安全生产紧急电视电话会议暨迎峰度夏工作部署会上，舒印彪在讲话中强调，要充分认识当前安全生产面临的严峻形势，切实增强抓好安全工作的责任感和紧迫感，深刻吸取事故教训，坚决扭转基建安全被动局面，并以此为契机，全面提高安全生产水平，确保电网安全度夏，切实维护公司持续健康发展的良好势头。当前，公司正处在电网建设高峰期，要采取坚决有力措施加强基建安全管理，要用两个月的时间，全面开展基建现场反违章专项行动，梳理排查整治突出问题，采取有力措施弥补管理短板，切实扭转基建安全生产被动局面。

会议强调，再过不到一个月，电网将全面进入迎峰度夏阶段，与往年相比，今年国家电网公司在度夏期间将面临严峻形势。一方面，电网结构性矛盾突出，发生大面积停电的风险始终存在；另一方面，防灾抗灾形势不容乐观，清洁能源消纳矛盾依然突出。要扎实做好迎峰度夏各项工作，标本兼治，强化队伍建设，不断提升本质安全水平。

中国安全生产科学研究院工业安全研究所副所长时训先在接受记者采访时表示，随着我国电网规模和复杂程度不断提高，保障电网安全运行压力越来越大。同时，我国电网运行外部环境不佳，经常遭受外力等破坏，还存在一些较大安全隐患，严重威胁电网安全。如果这些风险管控不住，也有可能发生大面积停电事故。抓好安全生产工作，既是央企履行责任、践行“六个力量”的内在要求，也是贯彻落实中央要求、服务党和国家大局的实际行动。

统一管理是前提

“结合近年来国际上发生的大停电事故分析不难发现，电网运行系统主体利益多元、协调调度体系松散以及抢修恢复不及时等，是导致停电和恢复供电时间长的主要原因。”中国电科院电力系统所所长李柏青告诉记者。

以 2003 年美加大停电为例。ITC（美国国际贸易委员会）和爱迪生电力公司在密歇根州失电前 2 分钟仍不知道电网出了问题，30 分钟后爱迪生公司电网系统崩溃。事后，ITC 追踪到大停电以前的数据，认为如果能够早一点得到关于大停电的一些异常信号，就可能有时间采取应急措施，制止这次事故的发生。

其实，早在上世纪 1965 年和 1977 年，该地区就曾经发生过 2 次大面积停电事故。这反映出当地在电力体制设计、电网运营尤其是规划调度上存在系统性和深层次问题。

据统计，美国电网有 3 个同步电网，约 200 个独立电网，调度中心有 40 多个，并且电网资产和运行调度相分离。换句话说，调度中心缺乏对电网的统一规划和统一调度。

“这就好比武侠小说里的江湖门派，大家自成体系，相互间缺乏及时有效的信息交换，一旦遇到问题，调度运行和事故处理过程就显得比较被动。”李柏青解释说。

国网能源研究院电网所代贤忠博士也表达了类似的观点。他说，美国，印度、巴西等国家的停电事故都暴露出这样的问题，即缺乏协调组织各地区电力运行的统一电力系统和调度中心，各地区自成体系，自我防护，导致很难做到事前预警，后期处理时也缺乏有效沟通，使得停电事故波及面广、恢复时间长。

代贤忠告诉记者，美加大停电后美国电力行业有人士指出，应该尊重电网的运行规律，将众多小的输电网合并成5个跨州界的区域性电网。同时，建立更加科学的机制，促进电厂和电网的配套发展，保障电力系统安全可靠。

李柏青认为，电网要保持发电、输电、用电的瞬时平衡，在客观上就必须要求实行统一规划、统一调度、统一管理，保证电网安全与经济运行。

中国安全生产科学研究院工业安全研究所副所长时训先告诉记者，我国从法律上确立了电网实行统一调度、分级管理的基本原则，保证了电网运行、管理、指挥的协调和统一。我国电网在发展过程中，坚持电网管理与电力调度不可分的原则，奠定了电网安全运行的基础，形成了一套行之有效的电网安全管理模式，使供电可靠性逐年提高。

为确保电网的安全稳定运行，多年来，国家电网公司以有效控制大电网安全运行风险为目标，构建了“统一调度、分级管理”的电网一体化管理体系和国际领先的电网调控技术体系，制定强制性技术标准，规范电网参与者的责任和义务，形成了我国独特的电网运行管理优势和技术优势，与国外大电网稳定事故频发情况形成了鲜明对照。

此外，电力市场化交易量不断增加，电网调度机构将承担保证电网安全运行和市场有序运作的双重任务。国家调度控制中心某负责人在接受记者采访时表示，当前市场交易对电力物理特性考虑不足，尤其是大用户直接交易只是单纯的电量交易，需要进一步建立市场化的电力平衡机制，完善交易模式，确保电网调度运行的安全与稳定。

“确保电力体制改革工作顺利推进，必须坚持市场交易服从电网安全的原则，在确保电网安全运行的基础上，科学界定电网调度和交易的职责分工，确保市场化条件下调控机构对电网安全的保障能力。”这位负责人说。

遵循电网发展规律

当前，电网快速发展，风电和光伏等新能源大量并网，远距离跨区输电规模持续增长，电网格局与电源结构发生重大改变，尤其在当前电网处于“强直弱交”过渡期，电网特性和结构发生深刻变化。充分认识和了解电网发展的规律和特点，是保障电网安全的重要基础。

李柏青表示，随着直流输电技术的广泛应用，容量持续增加，故障对系统冲击面大，增加了电网运行安全风险，电网稳定形态更加复杂，稍有不慎就会引起大面积停电。

2016年，国家电网特高压运行规模达到“六交五直”，是世界上唯一同时运行特高压交、直流的电网。其中，直流输电容量占世界总容量的46%，跨区跨省输电能力超过1.6亿千瓦，特高压交直流互联、电力大规模跨区输送已成为国家电网典型特征。与此同时，华北、华东、华中等地部分500千伏变电站短路电流超标，给大电网安全稳定运行带来风险。

“直流具有大容量和远距离传输的优势；交流具有网络功能，可以灵活的汇集和输送分配电力，直流和交流是相辅相成的关系，只有科学搭配，才能保障电网整体运行的安全、经济、高效。” 李柏青解释说。

中国工程院院士薛禹胜在接受记者采访时表示，从国内外近年来发生大面积停电的统计分析和机理来看，电网结构不合理，是发生事故的关键原因之一。自上世纪90年代以后，随着500千伏主网架的加强，同步电网规模逐步扩大，我国电网一直未发生全网性的崩溃事故，足以证明电网结构对保障电网安全的重要性。

除了电网结构复杂外，电源结构深刻变化和电力电子大量应用，使得电网运行面临新的挑战。

目前，以风电、光伏为代表的

新电源发展迅猛，受端电网电压稳定问题日趋严重。“十二五”期间，风电年均增长33%，太阳能装机年均增长178%。我国已成为世界第一风电、太阳能装机大国。电力电子化特征凸显，设备发生连锁故障风险增加，电网稳定形态更加复杂。

可以预见，未来电力需求将进一步快速增长。在“一带一路”国际合作高峰论坛上，我国提出，抓住新一轮能源结构调整和能源技术变革的趋势，建设全球能源互联网，实现绿色低碳发展，共享能源发展的成果。随着国内能源开发的中心不断西移、北移，西部和北部能源基地向东中部负荷中心输电的规模越来越大、距离越来越远，现有电网格局已无法适应全国范围能源优化配置，尤其是清洁能源大规模开发利用的需要。

代贤忠认为，针对特高压交直流电网特性的深刻变化和面临的安全稳定运行风险以及未来电网发展需要，应该坚持分层分区、结构清晰、安全可控、经济高效原则，加快特高压电网建设，尽快构建东西部同步电网。同时，进一步调整完善区域电网主网架，提升各电压等级电网的协调性和相互支援能力，探索大电网之间的柔性互联，加强区域内和省间电网的互济能力。

国家电网公司安质部某负责人对记者表示，针对电工制造企业涉及产品类型广泛、安全生产风险大等情况，国家电网公司于2012年启动了安全设施标准化建设，把统一标准作为安全管理的硬约束。同时，贯彻落实资产全寿命周期管理理念，严格设备选型、招标、监造、安装、运行、维护全过程质量控制和监督，提高电网设备安全发展质量和水平，构建预防为主安全管理体系，提升安全管控能力和本质安全水平。

发挥技术保障优势

国家电网公司运行管理着世界最大的电网，保障这张“大网”可控在控，除了强化管理和电网本身结构坚强外，强有力的技术支撑手段必不可少。

“认识、感知、控制电网，必须知道电网的运行状态，对电网出现的问题心里有底，知道用什么方式管理。”李柏青说道。国家电网公司多年安全运行的经验证明，通过采用仿真分析技术，对电网的特性进行全面、深入、高效的分析，有助于提高对电网的认知水平，提升电网运行管控能力，真正摸透电网的“脾气”。

去年，国家电网公司建立了中国最大的仿真平台——国家电网公司仿真中心。该中心由数模混合仿真实验室、超级计算中心、多时间尺度仿真软件以及国家电网仿真计算数据中心等4部分组成，是认知交直流互联电网运行特性的基础研究平台，也是支撑电网工程建设和运行的强有力的仿真工具。

以超级计算中心为例，该中心总共有810台服务器，近24000个计算核心，理论峰值计算能力超过每秒900万亿次，这是目前世界上首个电力系统专用的超算中心，具备海量的电网仿真计算能力。

例如，如果要完成9000个电网仿真作业，只需要30分钟就全部完成计算，和过去使用台式机的计算方式相比，速度提升3000倍以上。

随着国家特高压骨干电网的建设，我国将建成世界上最庞大、最复杂的电网，形成举世少有的大容量交直流并列运行、受端局部电网多个直流落点，并可能出现多端直流输电的格局，其中的许多关键技术都没有先例可以借鉴，必须依靠仿真试验进行安全稳定分析研究。

目前，国家电网仿真中心已经建立包括全国2600余台发电机、20余条直流输电系统、5大区域电网负荷的精细化模型，能实现多级电网调度和规划数据的规范管理、统一校核和信息共享，为特高压电网规划、建设和安全稳定运行提供技术保障。

面对世界上规模最大、结构最复杂的特高压交直流互联电网，确保我国电网安全稳定运行的难度和复杂性在世界范围内前所未有。国家电网公司充分发挥技术优势和建设运营管理能力，确保了我国特高压交直流互联电网整体安全稳定运行，进一步提升了电网大范围优化配置能源资源的能力，为经济社会稳定发展提供了重要支撑。