



# 欧洲能源危机下英国电网电力保供措施 对中国的借鉴启示

朱瑞<sup>1</sup>, 刘卓然<sup>1</sup>, 靳晓凌<sup>1</sup>, 师珣瑶<sup>2</sup>

(1. 国网能源研究院有限公司, 北京 102209; 2. 华北电力大学 经济与管理学院, 北京 102209)

**摘 要:** 俄乌冲突给欧洲能源供需格局带来深刻变革, 英国电网 2022 年冬季的电力供应安全受到严峻挑战。英国电网在冬季来临之前, 已对极端情况予以充分考虑, 其中包括一次能源供给受阻叠加欧洲大陆电力支援能力不确定等情况, 有针对性地提出了应对措施, 并在每年定期的迎峰度冬报告中向社会发布, 取得了积极成效。从中国源网分开经营、电力体制机制逐渐成熟、区域性供需结构矛盾不时发生的实际情况看, 这种基于电网企业对能源电力供给极端情况的分析十分必要, 在极端情景的分析范式、应急资源的充分储备、公共信息的及时发布方面, 能够为中国新型电力系统建设下的电力保供工作提供充分借鉴。建议源网荷各方市场主体与政府部门协同发力, 在电力系统极端情况运行模拟、需求响应资源准备和信息透明化建设方面取得更进一步的成效。

**关键词:** 欧洲能源危机; 英国电网; 新型电力系统; 电力保供

**DOI:** 10.11930/j.issn.1004-9649.202308040

## 0 引言

俄乌冲突给欧洲能源市场带来深刻变革, 欧盟国家加速摆脱对俄罗斯的能源依赖, 尤其是在北溪管道受到破坏后, 整个欧洲的能源供给受到巨大冲击<sup>[1-3]</sup>。欧洲转向通过液化天然气 (liquid natural gas, LNG) 进口补足管道气来源不足, 激烈的 LNG 资源竞争<sup>[4-5]</sup>进一步推高了欧洲天然气价格, 欧洲荷兰产权转让设施天然气价格指数 (TTF) 2022 年 8 月平均值达到 234.1 欧元/(MW·h), 是上一年同期的 5.3 倍<sup>[6]</sup>, 反映出天然气市场供需的极度不平衡。

天然气市场的失衡给电力供应也带来较大影响。对于英国电网来说, 天然气发电是电力的主要来源, 2022 年 6 月—2023 年 4 月, 天然气发电量占英国总发电量的 37.7%, 进口电量占同期发电量比重从 2022 年 10 月的 3.4% 开始攀升, 在

11 月出现净出口由正转负, 到 2023 年 4 月仍保持净进口情况, 且进口电量占同期发电量比重已扩大至 13%, 最高曾达到 14.1%<sup>[7]</sup>。英国电力所面临的危机前所未有, 2022 年 10 月 6 日, 英国国家电力公司电力系统运营分公司 (Electricity System Operator, ESO) 发布了《冬季展望报告》<sup>[8]</sup>, 对 2022 年冬季 (2022 年 10 月 31 日—2023 年 3 月 31 日) 英国电力供需情况进行了极端情景推演, 并提出了一系列应对措施, 这能给中国当前复杂而艰巨的电力保供工作带来一定启示。

本文旨在研究英国电网针对极限场景所采取的措施, 分析总结其中对中国电力保供工作有启发的有益做法, 并提出相关工作建议。首先分析了英国去年冬季所面临的极限情景, 其次梳理了英国电网所采取的应对措施, 最后结合中国电力保供工作, 提出相关建议。

## 1 英国电网电力保供面临的形势

### 1.1 英国电网基本情况

英国较早提出了弃煤计划, 从 20 世纪 90 年代的 30% 以上, 逐步降低燃煤发电的比例, 逐渐形成以天然气、核电和可再生能源为主的电源结

**收稿日期:** 2023-08-09; **修回日期:** 2023-10-16。

**基金项目:** 国家电网有限公司科技项目 (构建新型电力系统下电网投资决策关键技术研究及应用, 1400-202257234A-1-1-ZN)。



构<sup>[9]</sup>。天然气、风能、核能也成为英国电力主要来源，在保证英国自身需求的同时，还经跨国输电通道同欧洲大陆保持电网连接，长期保持净出口状态。高比例的燃气机组和跨国电力交易，也是英国在保持高比例可再生能源消纳并维护自身能源电力稳定供应的关键。

英国电网与多国电网互联，形成欧洲互联电网。为促进经济发展、提高能效和保障可再生能源消纳，加强各国间电网互联成为欧洲共识。英国电网作为欧洲互联电网的重要组成部分，主网架以 400 kV、275 kV 及 132 kV 为主，并通过 13 条跨海输电线路与丹麦、法国、荷兰等国家相连<sup>[10-13]</sup>，如图 1 所示。

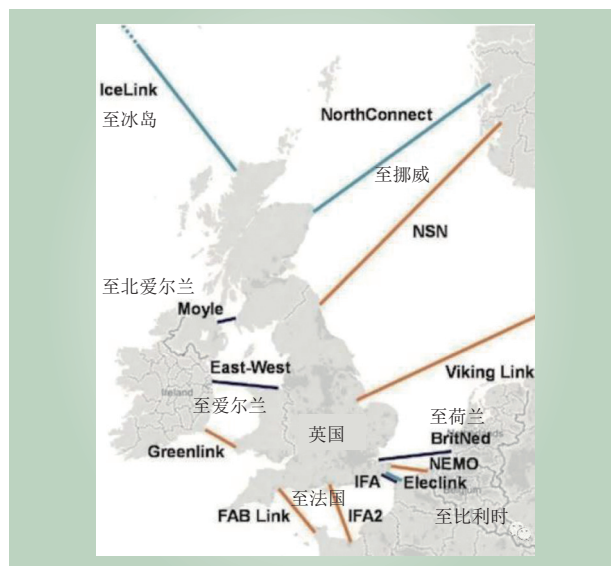


图 1 英国跨海输电线路

Fig. 1 Transmission lines across the sea of UK

英国的电力保供工作的极端情景在俄乌冲突发生后发生变化，需要考虑一次能源不足和供需情势反转下的欧洲大陆的电力支援能力。英国的电源结构以天然气、核电、可再生新能源为主，长期保持电力盈余，扮演向其他欧洲国家出口电力的角色<sup>[14]</sup>。俄乌冲突前电网的传统安全风险主要来自新能源的波动性和不确定性，英国的调峰电源较为丰富，其能源电力安全能够得到有效保障。英国总装机量达 113.9 GW，以天然气、风力发电为主，其中天然气装机 27.6 GW，占比约 24%，风电装机 28.3 GW，占比约 25%，光伏装机 15.4 GW，占比约 14%<sup>[15-16]</sup>。燃气机组、调峰机组、储能是保证系统可靠性的重要依托，到 2022

年底，其装机容量约占总装机容量的 36%，燃煤发电装机则从 2015 年的 22% 逐步降低至 1%，如图 2 所示。从供需角度来看，2022 年英国电力进出口情况发生了重大变化，总发电量约 386 TW·h，总用电量约 396 TW·h，进口 43.4 TW·h，出口 33.8 TW·h，从传统的电力出口国转向电力进口国<sup>[17]</sup>。天然气发电、风电、核电是英国电力主要来源，合计发电量占比达到 75% 以上。随着俄乌冲突的发生，英国的电力安全除了受到传统风险的威胁，还将受到天然气资源来源不足、进口电力不足等新的风险影响<sup>[18]</sup>。

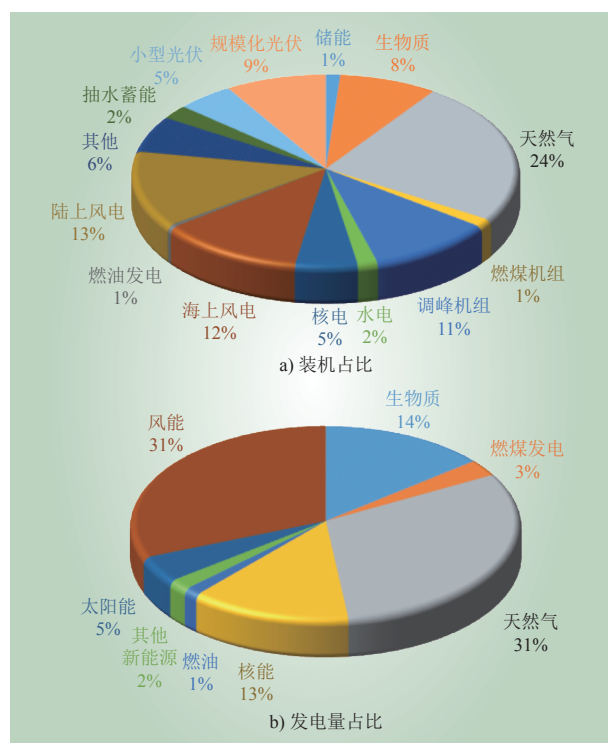


图 2 2022 年英国装机和发电结构

Fig. 2 UK power installation and generation structure in 2022

英国的电力体制机制经历了私有化和市场化改革，电力保供工作的政策举措都建立在市场化的体制机制之下。英国涉及能源电力安全的能源宏观政策制定由英国商务、能源与产业战略部 (BEIS) 负责。天然气与电力市场管理局 (GEMA) 是政府能源主管部门，负责制定能源发展战略，起草电力法案并负责执法。其中，天然气和电力市场办公室 (OFGEM) 主要负责电力市场及电网政策落实情况等电网业务监管<sup>[19]</sup>。英



国国家电力公司则负责电力系统的具体运营，有权根据电网公司的预测直接向市场发布“夏季展望”“冬季展望”等关于能源电力供需形势的分析报告，并可以在报告中声明所面临的风险及为了降低风险将要在市场中采取的行动。

由于俄乌冲突给欧洲天然气市场带来的不确定性，英国国家电力公司在 2022 年《冬季展望报告》中模拟了天然气短缺下发电站供应受限的断电风险，预测英国部分地区可能将拉闸限电。而实际上，在冬季风力发电量下降和寒潮导致用电需求最高时期，英国国家电网仅通过启用冬季备用的 2 台燃煤机组填补电力供应缺口，未造成具体的断电事故。

## 1.2 英国 2022 年冬季的供需概况

英国在 2022 年冬季中，“迎峰度冬”电力需求较往年相比略有所下降，并且因为是暖冬，天然气需求不足。在入冬前，一方面，英国电网面对越来越严峻的天然气市场供需紧张形势，做了天然气严重不足的极端情景假设；另一方面，英国电网就从电力出口国向电力受入国的转变，也对可能发生的跨国电力支援中断表现出了担忧。英国电网冬季展望报告主要就来自欧洲大陆电力支援能力受阻和天然气等一次燃料供给受限等做了极端情景假设分析。

英国电网就 2022 年冬季用电情况的预测，受整体经济不景气影响，保持悲观态度。最大预测值为 45.4 GW，最大电力负荷将不会超过 46 GW，都较 2021 年最大负荷 46.8 GW 和 2020 年最大负荷 46.4 GW 要低，最大负荷预测如图 3 所示。实际上，受冬季风力发电量下降和寒潮影响，英国冬季最大负荷达 47.1 GW<sup>[20]</sup>。

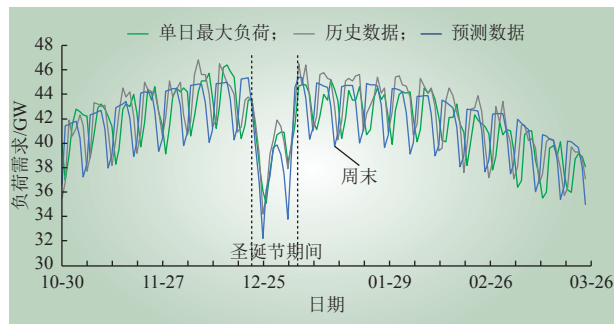


图 3 英国 2022 年冬季电力需求预测

Fig. 3 Prediction of winter power demand in the UK of 2022

电网供给侧风险主要来源于欧洲大陆电力支援能力不足和天然气等一次能源供给不足。如不考虑上述风险，各类电源最小可用容量约 62.4 GW，考虑寒冷天气及旋转备用下，英国最大用电需求约 58.7 GW，可保有 6.3% 的系统裕度，英国电网 2022 年冬季电力供给能力如图 4 所示。

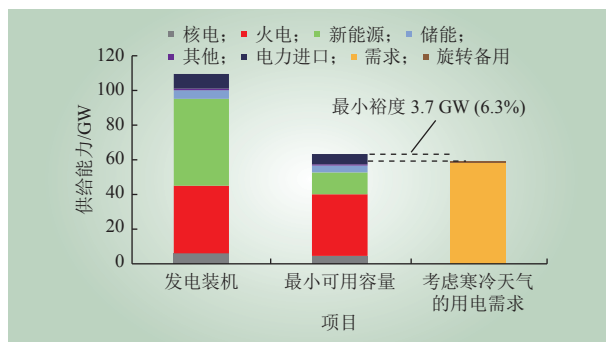


图 4 英国 2022 年冬季电力供给能力

Fig. 4 Winter power supply capacity of 2022 in the UK

## 2 英国电网面临的极端情景及采取的措施

### 2.1 英国电力保供考虑的极端情景

ESO 对极端场景的分析建立在 2 类极端场景叠加的基础上，极端场景的预演分析体现了对可能风险的关切，分析结果重点在于对电力供应能力和对用户用电可靠性的影响。极端场景建立在供需基础场景的分析上，并在此基础上，一是叠加了电力进口不足的场景，二是叠加了天然气供给减弱的极端场景。总体的判断是，在基础场景上基本能满足用电需求，依然具有较好的充裕性，但是在 2 个极端场景的叠加下，将导致 2022 年 11 月—2023 年 1 月（除圣诞节期间）会造成轮流限电的情况。

在英国电力供应保持稳定的基础场景下，ESO 分析最小可用容量依然能够保持 6.3% 的充裕度。在此基础上叠加电力进口大规模受阻的单一因素，实际是考虑了英国从法国、比利时和荷兰进口电力完全中断，仅从挪威进口一定规模的电力，并保持本土对北爱尔兰和爱尔兰的出口稳定，届时挪威进口电力为 1.2 GW，并对北爱尔兰和爱尔兰出口 0.4 GW。此时，ESO 可通过与 EDF（法国）、DRAX（英国）和 Uniper（德国）3 家能源公司签署的多份应急合同，调用市场化



资源以外的 2 GW 煤电机组，并能够通过部署 2 GW 需求响应服务来予以应对。在以上应对措施基础上，将导致电力系统裕度从 3.7 GW 降至 3.3 GW，充裕度也从最大用电负荷的 6.3% 下降至 5.7%。在此种情况下，ESO 通过考虑用电需求、风机出力及停电的变化，进行了分月度的电力系统充裕度生产模拟。结果显示，英国电力系统整体充裕，若考虑 90% 置信度的日内波动下，2022 年 12 月—2023 年 1 月（不包括圣诞节）偏紧，预期负荷损失将达到 0.5 h/年，结果如图 5 所示。从英国电力系统裕度实际情况看，实际运行情况基本没有落在预测区间内。

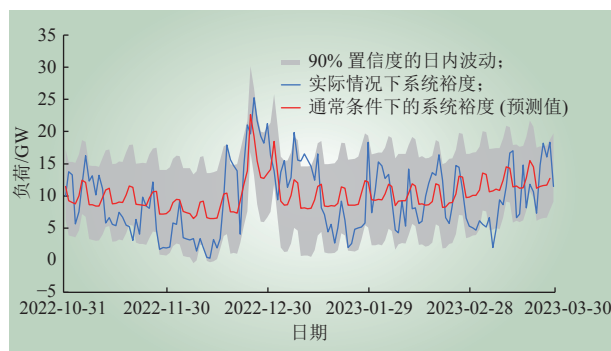


图 5 单一因素影响下的电力系统充裕度

Fig. 5 Power system adequacy under the influence of a single factor

天然气的供应是 ESO 担心的另一主要因素。在此基础上英国电力供应在极端场景考虑时，除了电力进口受阻，进一步叠加了英国本土天然气供给不足的场景。进一步假定，10 GW 天然气发电机组在 2023 年的 1 月的两周内不可用。在此基础上进行生产模拟可知，这将使电力系统裕度在此期间多次降低到负值。由此产生的后果是，ESO 将不得不对部分用户实施每天约 3 h 的轮流停电措施，如图 6 所示。

这样的极端情景选择，有其现实合理性。进口困难和天然气供应不济是影响英国 2023 年冬季电力供应的两大重要因素。从电力进口情况看，互联线路的安全可靠性和电力来源国的能源困境直接影响英国电力进口，尤其需要考虑英国东南部连接法国、比利时海底电缆完全退出的可能，以及法国、比利时、荷兰、挪威等供应受阻的情况。从天然气供给情况看，英国 2022 年冬季 47.4% 的可靠电力容量来自燃气机组，约占天然气总需

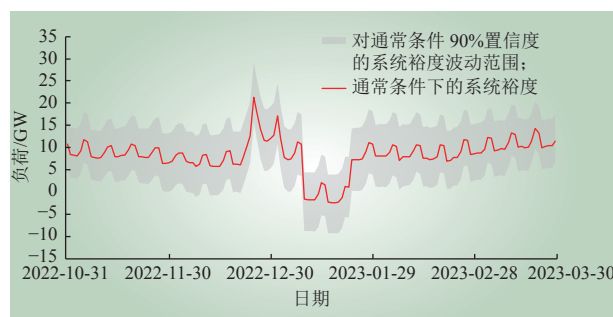


图 6 双重因素叠加下的电力系统充裕度

Fig. 6 Power system adequacy under the dual-factor influence

求量的 23%。在需求高峰期主要由 LNG 和欧洲大陆进口气进行调节，高达单日供应量的 37%。寒冬期间，英国单日天然气需求约 4.81 亿  $\text{m}^3$ ，LNG 约 1.04 亿  $\text{m}^3$ ，占其高峰期单日供应量 21.6%，欧洲大陆来源的天然气约 7500 万  $\text{m}^3$ ，占其高峰期单日供应量 15.6%。10 GW 天然气发电容量损失大致相当于用气高峰期间 LNG 和欧洲大陆天然气进口完全中断，其反映了供应链上游的极端情景。但受 2023 年冬季俄乌冲突等地缘政治因素影响，天然气进口充满不确定性。

## 2.2 英国电网企业所采取的措施

英国电力系统运营商针对极端情景所采取的措施与国内有比较类似的地方，关注疏通需求响应，并积极调用煤电等提供保障。由于发电企业的电力资源配置基本由市场机制决定，因此 ESO 将专注于为系统提供需求响应资源和纳入市场交易的额外电力资源。

在需求响应方面，ESO 就 2022 年 11 月—2023 年 3 月运行的需求响应服务与能源行业进行协商，要求供应商提供的容量为 1~100 MW，至少响应 30 min，并于 2022 年 10 月份开始对投标的供应商进行测试。

在煤电保障方面，在英国商业、能源和工业战略部要求下，ESO 与 EDF（法国）、DRAX（英国）和 Uniper（德国）3 家能源公司签署了多份应急合同，使他们能够在市场化手段用尽以后，为英国电力系统提供总计约 2 GW 的额外煤电可用容量，并通过提供辅助服务中的备用服务参与英国电力市场。

英国“迎峰度冬”为应对极端场景，充分考虑了能够采取的措施。作为对极端场景的应对，



ESO 有信心部署至少 2 GW 的需求响应，这将占最大负荷的 4.4%，与可调用额外的火电机组基本具有相同的份额。2 项举措综合相当于为英国电力系统减少了约 4 GW 的电力供应缺口，能够基本应对跨国电力输送受阻的问题。

### 3 对中国电力保供的主要借鉴

#### 3.1 极限情景的分析范式

ESO 针对极限情景多因素叠加的极端情况推演的分析范式值得被充分借鉴。以“历史数据+预测数据”结合的方式，首先明确边界条件，确定今冬电力供给和需求的基本面信息；其次逐次叠加供给侧电力进口、一次能源等影响因素，按日进行供需情况模拟，分析出极限情景的电力最大缺口及影响因素，明确应对措施发挥的作用和用户影响。

2023 年“迎峰度夏”“迎峰度冬”期间，中国一些区域供需形势仍然偏紧，尤其要根据各地区电力供需的特点，重视可能出现的多因素叠加、交互影响带来的电力保供的风险<sup>[21]</sup>，在极限情景推演中重点考虑以下 3 个方面因素，及其叠加带来的极端场景。

1) 极端天气方面，2023 年大气环流异常，气候预测难度较大，极端天气不确定因素较高。尤其较多气象预报认为今冬可能是整体偏暖，反而可能会导致应对极端天气的疏忽大意，场景分析要充分考虑台风、霜冻等极端天气对关键设施破坏带来的电力供应影响以及短期寒潮带来取暖负荷激增对电力需求的影响。

2) 一次能源供给方面，受国际天然气市场需求旺盛的影响，要充分考虑天然气供给不足的场景，尤其是华东地区，其燃气机组装机约 4 500 万 kW，占全国燃气机组容量约 40%。虽然在总装机中占比不足 1.7%，但是多处于经济发达和冬季无供暖地区，影响力大。

3) 近端输电通道支撑方面，从去年夏天欧美和国内川渝地区电力短缺情况看，供给不足往往带有区域性特点，短期内难以从临近地区得到充足支撑，依赖于跨省跨区输电通道的资源大范围配置和互济。除电网设备外，极端场景下，要重点考虑送端电源对充裕性和关键时间段的支撑

能力。

#### 3.2 应急资源的充分储备

充分借鉴 ESO 应对极端场景所采用的调动需求侧资源的有效措施，尤其要进一步发挥中国有效市场和有为政府协同发力的制度优势，进一步重视需求响应资源的高效配置。ESO 报告指出紧平衡期间，将向容量市场下发调用容量资源的通知，并且在现有市场机制以外，储备了在商业合同用尽后可调用的煤电机组及需求响应资源，预计可提供相当于预测最大负荷 8.8% 的容量支撑。

以市场手段调节电网尖峰负荷边际波动，经济性和科学性显著，有利于资源的高效配置。中国负荷高峰具有峰值高、持续时间短、温度负荷占比高的特点，需要的电源及电网投资规模较大、效率低。以市场化手段调用需求响应资源将降低对备用容量和灵活性电源的投资需求，能够充分利用需求侧资源促进供需平衡，避免了大规模投资成本疏导后带来的设备利用效率下降和全社会用电成本增加。

虽然得益于中国需求响应资源潜力大，但是更加需要市场手段形成长效激励机制。中国电动汽车保有量大，截至 2022 年 6 月底，全国新能源汽车保有量达 1 001 万辆，以每辆车 3.3 kW 的放电功率、40 kW·h 的电池容量计算，相当于 3 000 万 kW、13.3 h 的储能（4 亿 kW·h 的电量）。中国夏季空调负荷占比高，以上海为例，2022 年最大空调负荷预计将超过 1 400 万 kW，占全社会最大用电负荷的 40% 以上，电力紧张的川渝地区空调负荷超过 50%。电动汽车充电负荷和温度调节负荷都能作为可调节负荷构成巨大且有效的需求响应资源池。但目前需求响应规模仍然有限，主要在于缺乏市场化手段形成可持续性激励措施，仍然依赖于政府财政支出，可推动协调现有峰谷电价差和现有市场机制，尽快落实需求响应的长效激励机制。

此外，中国未来 20 年内退役煤电机组规模较大，也需要提前研究，提早准备，为新型电力系统建设提供充裕的应急备用资源。预计从 2021 年末至 2030 年，按 30 年设计寿命估算须退役的煤电机组容量预测约 1 亿 kW，到 2040 年预计达到 5.5 亿 kW 以上。从短期看，对于“三北”“三华”地区现有“关而不拆”煤电机组，及时组织



并网测试, 确保调用资源切实可用。从长期看, 根据《关于开展全国煤电机组改造升级的通知》, “十四五”期间“关而不拆”煤电机组须保持 1 500 万 kW 应急备用能力, 对应需要加快构建“关而不拆”的煤电机组的激励和补偿机制, 进一步细化规定, 并推动制定在极限情景下可降低能效、环保方面的标准要求。

### 3.3 公共信息的及时发布

英国每年定期对外发布《Winter Outlook Early View (冬季早期预测)》<sup>[22]</sup>《Winter Outlook (冬季展望报告)》《Winter Review and Consultation (冬季回顾与咨询报告)》等 3 种“迎峰度冬”系列报告, 争取广泛社会支持, 并及时回溯、科学总结、提出建议。本次冬季展望报告发布后 4 天, 得到了法国电网运营商 (RTE) 的积极回应, 称其将在关键时刻为英国提供电力。

中国也可推动建立电力行业制定者同公众的广泛联系, 促进相关电力迎峰度夏政策受到社会广泛认同与支持。越是在电力紧平衡的时期, 越需要全社会节能节电的良好氛围, 越需要参与有序用电的市场主体和全体民众的广泛支持。随着产业结构的调整和居民对舒适性追求的提高, 负荷尖峰时期, 工业的主导地位已然发生动摇, 限制大规模用户用电所发挥的作用正在减弱, 越来越需要聚合全社会方方面面的零散资源。尤其在电力局部区域紧平衡、风险因素层出不穷的当下, 日常就要形成倡行节约的良好用能用电习惯。因此, 越来越需要政府、能源电力主管部门及时准确地向社会发布供需情势, 培育厉行节约的社会氛围, 在紧平衡时间段, 鼓励全社会共同发挥作用。

公开透明的信息披露容易在电力保供期间形成政府、企业、用户的良好合作。随着民生保障需求的持续增加, 电力保供压力逐渐增大, 且保供工作的系统性越来越强, 一次能源供应保障、应急抢修、极端天气应对等方面越来越需要不同行业间、政府部门间进行协调。以行业协会等组织和政府部门共同作为主导, 定期进行电力保供形势研判和分析并公开透明发布, 能够更好地促进各方形成相互信任、相互支持的良好合作。

## 4 结语

通过学习借鉴英国电网企业对英国迎峰度冬的应对措施及其发布的迎峰度冬报告, 中国电力系统研判极端情景、储备源荷侧备用资源以及加快电网开放都有助于电力保供。由此提出以下相关建议, 以期在电力保供期间形成电力系统中各企业的整体合力提供支持和帮助。

1) 建议各省政府部门组织电力企业, 协同相关咨询单位及企业, 充分考虑跨省跨区输电通道受阻、极端天气、一次能源供给不足等极端情况, 尤其考虑多因素叠加的极端情况, 按日进行电力供需情况模拟, 明确需要重点关注的时间段和场景, 有针对性地设计极限情景演练方案, 尤其需要提出多种因素叠加的最坏情况及其应急预案。集约资源, 科学应对, 尽可能做最坏准备, 才有可能争取不坏的结果。

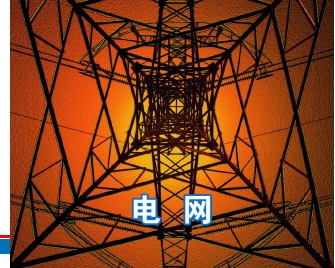
2) 建议地方能源主管部门, 对于可能产生电力硬缺口的省份, 进行跨省跨区电力支援的源网荷储联合调控运行的模拟, 重点保障人财物等各类资源准备, 提前为送端电源应发尽发创造条件。

3) 建议电网企业和地方政府部门之间加强协调, 以公平开放的手段, 开展需求响应, 备足专项资金, 确保激励力度, 鼓励更多用户在电力保供期间积极参与需求响应。对于具有需求响应机制和退役煤电机组调用条件的地区, 备足政府专项资金, 保证有效激励。

4) 建议政府能源电力主管部门及时并如实向社会发布电力保供情况报告, 争取社会的广泛理解和支持。并推动在每年迎峰度夏、迎峰度冬期间, 形成向社会定期发布相关情势分析报告的常态化机制。

### 参考文献:

- [1] 刘满平. 俄乌冲突重构全球能源供给版图 [J]. 国企管理, 2022(12): 18-19.  
LIU Manping. Russia-Ukraine conflict reconstructs the global energy supply map[J]. China State-Owned Enterprise Management, 2022(12): 18-19.
- [2] 祝晓义. 能源安全视角下的欧盟与俄罗斯能源关系 [D]. 济南: 山东大学, 2015.  
ZHU Xiaoyi. Energy relations between EU and Russia from the



- perspective of energy security[D]. Jinan: Shandong University, 2015.
- [3] 陈小沁. 欧洲能源联盟建设及对未来俄欧能源关系的影响[J]. 俄罗斯学刊, 2019, 9(2): 44–58.
- CHEN Xiaoqin. The construction of European energy union and its influence on the future energy relations between Russia and Europe[J]. *Academic Journal of Russian Studies*, 2019, 9(2): 44–58.
- [4] 蒋奇, 黄绪春, 夏启明. 欧盟第三阶段天然气市场自由化改革及其对俄欧天然气合作的影响[J]. 国际石油经济, 2011, 19(9): 29–35, 109.
- JIANG Qi, HUANG Xuchun, XIA Qiming. The 3rd-phase reform of the EU gas market liberalization and its impacts on the natural gas cooperation between Russia and Europe[J]. *International Petroleum Economics*, 2011, 19(9): 29–35, 109.
- [5] 张锐. 欧盟与俄罗斯能源“脱钩”的出路选择和成本估量[J]. 决策与信息, 2022(6): 79–86.
- ZHANG Rui. The way out and cost estimation of energy decoupling between EU and Russia[J]. *Decision & Information*, 2022(6): 79–86.
- [6] 欧洲荷兰产权转让设施天然气价格指数, 彭博财经数据库[EB/OL]. (2021-10-19)[2023-06-25]. <https://www.bnef.com/interactive-datasets/2d5d59acd9000045>.
- [7] 进口电量, 英国国家电力公司电力系统运营分公司月度运行情况报告[EB/OL]. (2023-05-15)[2023-06-25]. <https://www.nationalgrideso.com/>.
- [8] National Grid ESO. 2022-23 Winter Outlook[EB/OL]. (2023-06-15)[2023-06-25]. <https://www.nationalgrideso.com/>.
- [9] IEA. World Energy Outlook 2022[EB/OL]. (2022-10-27)[2023-06-25]. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>.
- [10] 国网能源院有限公司. 2022 年国内外电网发展分析报告[M]. 中国电力出版社, 2022.
- [11] 王盛, 谈健, 史文博, 等. 英国新型电力系统建设经验以及对我国省级电网发展启示[J]. 综合智慧能源, 2022, 44(7): 19–32.
- WANG Sheng, TAN Jian, SHI Wenbo, *et al.* Experience of new power system construction in Britain and its enlightenment to the development of provincial power grid in China[J]. *Integrated Intelligent Energy*, 2022, 44(7): 19–32.
- [12] 马晋龙, 孙勇, 叶学顺. 欧洲海上风电规划机制和激励策略及其启示[J]. 中国电力, 2022, 55(4): 1–11, 92.
- MA Jinlong, SUN Yong, YE Xueshun. Planning mechanism and incentive strategies of European offshore wind power and their enlightenment[J]. *Electric Power*, 2022, 55(4): 1–11, 92.
- [13] 李敬如, 万志伟, 宋毅, 等. 国外新型储能政策研究及对中国储能发展的启示[J]. 中国电力, 2022, 55(11): 1–9.
- LI Jingru, WAN Zhiwei, SONG Yi, *et al.* Research on new type energy storage policies of overseas countries and inspirations to energy storage development in China[J]. *Electric Power*, 2022, 55(11): 1–9.
- [14] IEA. Energy policies of IEA countries: United Kingdom 2019 Review[EB/OL]. (2019-10-04)[2023-06-25]. <https://www.iea.org/reports/energy-policies-of-iea-countries-united-kingdom-2019-review>.
- [15] 朱寰, 徐健翔, 刘国静, 等. 英国储能相关政策机制与商业模式及对我国的启示[J]. 储能科学与技术, 2022, 11(1): 370–378.
- ZHU Huan, XU Jianxiang, LIU Guojing, *et al.* UK policy mechanisms and business models for energy storage and their applications to China[J]. *Energy Storage Science and Technology*, 2022, 11(1): 370–378.
- [16] 景锐, 周越, 吴建中. 赋能零碳未来——英国电力系统转型历程与发展趋势[J]. 电力系统自动化, 2021, 45(16): 87–98.
- JING Rui, ZHOU Yue, WU Jianzhong. Empowering zero-carbon future experience and development trends of electric power system transition in the UK[J]. *Automation of Electric Power Systems*, 2021, 45(16): 87–98.
- [17] National Grid ESO. Electricity ten year statement (ETYS)[EB/OL]. (2023-05-06)[2023-06-25]. <https://www.nationalgrideso.com/research-and-publications/electricity-ten-year-statement-etys>.
- [18] National Grid ESO. Future energy scenarios[EB/OL]. (2023-05-06)[2023-05-30]. <https://www.nationalgrideso.com/future-energy/future-energy-scenarios>.
- [19] 刘树杰. 我国电力监管组织体系的框架设计[J]. 中国电力企业管理, 2003(12): 15–18.
- LIU Shujie. Framework design of China's electricity regulatory organization system[J]. *China Power Enterprise Management*, 2003(12): 15–18.
- [20] National Grid ESO. 2022-23 winter review and consultation[EB/OL]. (2023-06-14)[2023-07-29]. <https://www.nationalgrideso.com/>.
- [21] 谭显东, 刘俊, 徐志成, 等. “双碳”目标下“十四五”电力供需形势[J]. 中国电力, 2021, 54(5): 1–6.
- TAN Xiandong, LIU Jun, XU Zhicheng, *et al.* Power supply and demand balance during the 14th five-year plan period under the goal of carbon emission peak and carbon neutrality[J]. *Electric Power*, 2021, 54(5): 1–6.
- [22] National Grid ESO. 2022-23 winter outlook early view[EB/OL]. (2022-07-27)[2023-06-25]. <https://www.nationalgrideso.com/>.

**作者简介:**

朱瑞(1990—),男,博士,从事国际能源电力、电力系统技术经济分析、农村能源研究, E-mail: [williamhere@163.com](mailto:williamhere@163.com);

刘卓然(1995—),男,博士,从事电力经济、电力供需、电力安全研究, E-mail: [liuzhuoran@sgeri.sgcc.com](mailto:liuzhuoran@sgeri.sgcc.com).

cn;

靳晓凌(1979—),女,通信作者,博士,高级工程师(教授级),从事智能电网、配电网发展规划、电网发展分析与评价、电网安全风险管控等研究, E-mail: [jinxiaoling@sgeri.sgcc.com.cn](mailto:jinxiaoling@sgeri.sgcc.com.cn)。

(责任编辑 许晓艳)

## Inspiration of the UK ESO Power Supply Sustainability Measures under European Energy Crisis to China Power System Operator

ZHU Rui<sup>1</sup>, LIU Zhuoran<sup>1</sup>, JIN Xiaoling<sup>1</sup>, SHI Yuyao<sup>2</sup>

(1. State Grid Energy Research Institute Co., Ltd., Beijing 102209, China; 2. School of Economics and Management, North China Electric Power University, Beijing 102206, China)

**Abstract:** The conflict between Russia and Ukraine has brought profound changes to the European energy market, and the security of the electricity supply of the UK national grid in the winter of 2022-2023 has been severely challenged. Before the arrival of winter, the UK power grid has fully considered the extreme situation of the blocked supply of primary energy and the uncertainty of the power support capacity of the European continent, and put forward targeted countermeasures, which are released to the society in the annual report on the preparations for the peak of winter power demand, achieving positive results. From the de facto situation of separately-operated source and grid, gradually-matured power system and mechanism, and occasional conflicts in regional supply and demand structures in China, this kind of analysis of energy and power supply based on grid enterprises is very necessary, and it can provide sufficient reference for guaranteed power supply under the construction of new power system in China, in terms of the analysis paradigm of extreme scenarios, adequate reserve of emergency resources, and timely release of public information. It is suggested that the various source-grid-load players in market and the government departments work together, and achieve further progress in the operation simulation of power system under extreme conditions, the preparation of demand-responsive resources and the improvement of information transparency.

This work is supported by Science and Technology Project of SGCC (Research and Application of Key Technologies for Power Grid Investment Decision-making under Construction of New Power System, No.1400-202257234A-1-1-ZN).

**Keywords:** European energy crisis; UK national grid; new power system; power supply sustainability