

资源极度匮乏 尝试屡遭失利

日本能源转型路在何方？

■本报驻日本特派记者 朱玥颖 本报实习记者 杨沐岩



9 月底，日本经济产业大臣西村康稔前往加拿大交换合作备忘录，确保加拿大为日本提供新能源汽车电池生产不可或缺的镍、钴和锂等原材料。此前，他远赴非洲，访问纳米比亚、安哥拉、刚果（金）、赞比亚和马达加斯加寻求电池生产的“重要矿物”供应。

日本至今已经历多次能源结构调整，但能源资源禀赋的匮乏使其一直无法摆脱对进口能源的依赖。如今，伴随日本核电进退维谷的是化石能源回归，加上全球能源供应格局发生变化，日本新一轮能源转型前途未卜。

●● 核电“大跃进”下的不安

日本第一次能源转型要追溯到二战结束后的经济复兴时期。当时，日本能源需求大幅增加，为此，日本政府出台政策将能源供应重点从国内煤炭转向海外石油。10 年间，日本能源自给率从 58%骤降到 15%。由于近 80%的能源需求依赖进口原油，第一次石油危机爆发令日本经济在战后首次出现负增长。由此，日本意识到严重依赖进口能源的风险，为减少对石油的依赖，日本政府开始推动包括核能和天然气在内的能源多样化转型。

1970 年至 1985 年，日本建成 15 座核电站，共计 30 多台核发电机组，总装机容量达 2300 多万千瓦。此后十多年，日本核电增速也并未放缓，截至 20 世纪 90 年代末，日本共建成核电站 51 座，发电能力约为 4292 万千瓦，占全国总发电量的 37%，成为仅次于美国、法国的世界第三核电大国。但此后由于接连出现严重的核电事故，日本社会对核能利用的看法随之变化。随着 1986 年切尔诺贝利核事故发生，日本反核运动迎来高潮。此后，围绕日本核电接连爆



图为日本民众抗议核污染水排海。 本报驻日本特派记者 岳林炜/摄

出的一系列丑闻进一步加剧了日本社会对核电的反感情绪。尽管日本政府自千禧年以来一直致力于恢复民众对核电的信心，但 2011 年的福岛核事故最终让日本社会对核电的信任彻底崩溃。

●● 能源转型“失去的十年”

2011 年福岛核事故至今，日本又经历一次新的能源转型，但这次不是向前而是后退：核电机组大量停机迫使日本回到了依赖进口石油和天然气的老路上。

日本经济产业省资源能源厅公布的数据显示，目前，日本电力供应仍严重依赖石油和天然气。2021 年，日本非化石能源发电占比仅为 27.1%，天然气发电在总发电量中的占比几乎等于全部新能源电力的占比。

这一背景下，日本对能源供应充满焦虑。日本政府发布的 2023 版《能源白皮书》指出：“一次能源自给率仅为 13.3%的日本正面临危机。”特别是在获取液化天然气(LNG)方面，国际液化天然气进口国集团年度报告显示，日本长期合同确保的 LNG 输入量自 2020 年起逐年下降。而随着亚欧 LNG 现货价格指数的关联加强，

在欧洲大肆抢购导致 LNG 现货价格飙升局面下，未来两年，日本必然会面临 LNG 进口价格上涨。

日本经济产业省石油·天然气课长早田豪在接受采访时表示：“日本公共和私人机构需要共同努力，通过重新启动核电站、最大限度利用火力发电站，并为节约电力和天然气提供奖励，以避免电力和天然气供需紧张局面的出现。但问题是这些紧急措施能持续多久？”

●● 风光项目开发陷入困境

日本也曾利用扶持政策要求电力公司以高价收购太阳能等可再生能源所发电量，从而推动企业入局光伏产业。日本的夏普、京瓷、松下和三菱电机在本世纪初一度成为世界范围内的光伏头部企业。然而，好景不长，此后的十年间，日本企业逐渐被挤出光伏产业主流。近年来，日本本土太阳能电池板制造企业日渐萎缩，目前只剩京瓷和夏普两家制造商。另据日本环境省估计，到 2040 年，光伏电池板报废量将达到每年 80 万吨。由于产业链不完善，如何处理报废面板也成为困扰日本的难题。

此外，日本还曾将海上风电开发视为

能源转型的王牌，计划到 2030 年，海上风力发电量达到 1000 万千瓦，并于 2040 年提高至 3000 万千瓦。但是，即便海上风电发电量能够达到 1000 万千瓦，也只占日本总发电量的不到 2%。

同时，有分析人士指出，日本陆上多为山脉丘陵，海上又缺少浅水区域，风能资源开发潜力有限。因此，日本风电开发只能围绕浮式海上风电，不仅成本高昂还要考虑到台风多发造成停机的损失。另外，由于对渔业的影响，海上风电开发还要征求日本渔业团体的意见。

今年 9 月，日本东京地方检察院以贿赂众议院议员的罪名起诉日本风力开发股份有限公司前任社长，日本经济产业省也宣布停止对该企业的补助。作为日本风电行业的先驱，日本风力开发股份有限公司在日本国内经营着 30 多家风电厂，装机容量超 56 万千瓦，此次的贿赂丑闻不仅对企业的经营活动造成重大打击，也使日本海上风电项目前期规划的科学性、项目竞标的公平性受到质疑。

●● 新一轮转型推进艰难

重重压力下，日本不得不重新规划绿色能源转型方案，《实现绿色转型基本方针》(以下简称《方针》)随之诞生。日本政府今年对《方针》进行修订，规定重新启动核电站，开发新一代核电机组，支持对氢氨的研究利用、促进能源保障并引进可再生能源等一系列能源转型措施。同时，法案也引入了辅助绿色转型的经济措施，包括 10 年内发行 20 万亿日元的绿色转型债券、促进超 150 万亿日元的公共和私人绿色转型投资，还有对碳排放收费的“碳定价”措施。

8 月，日本经济产业省、环境省等相关政府部门在绿色转型实施会议上表明，将利用绿色转型国债募集总额超过 1.2 万亿日元资金，用以支持对氢能生产利用和下一代核电机组研发的投资。

全球成品油供给趋紧

■本报记者 王林

9 月 21 日，俄罗斯正式对车用汽油和柴油出口实行临时限制，禁令立即生效且没有明确结束日期；10 月 6 日，俄罗斯解除了一项通过管道向海港出口柴油的禁令，但仍然保持对汽油出口的限制。与此同时，壳牌位于欧洲的最大炼油厂——鹿特丹炼油厂 9 月下旬因发生煤气泄漏不得不部分停运维修；美国炼油商瓦莱罗公司位于得克萨斯州的一处炼油厂发生火灾被迫停运，加上全球炼油厂普遍进入秋季维护期，全球成品油市场供不应求情况日趋严峻，市场预计新一轮价格上涨在所难免。

■俄临时限制汽柴油出口

彭博社消息称，俄罗斯 9 月从波罗的海和黑海港口出口的柴油量较 8 月削减近 25%，是 5 月以来的最低发货量。

事实上，今年 5 月以来，俄罗斯一直考虑禁止燃料出口，并从 9 月开始将炼油厂补贴减半。根据俄罗斯联邦统计局数据，截至 9 月 18 日，俄罗斯今年汽油和柴油零售价格总体涨幅达到 9.4%。

在强化本土供应、国内炼油厂维修、卢布持续疲软背景下，俄罗斯成品油市场面临较大压力。俄乌冲突爆发前，俄罗斯炼油厂每日出口 280 万桶石油产品，目前已经降至 100 万桶左右。国际文传电讯社报道称，自俄罗斯 9 月向俄罗斯提供了 6 万吨柴油和 6 万吨汽油。

另据美国 CNBC 新闻网报道，目前，全球柴油库存已处于较低水平，俄罗斯作为全球主要原油出口国、最大柴油供应国之一，此次无限制禁止向大多数国家出口汽柴油，将打乱冬季来临前的全球成品油市场，导致供应短缺进一步加剧。

■全球柴油供应短缺加剧

尽管俄罗斯已解除部分柴油出口禁令，但柴油市场仍明显供不应求。油价网分析称，柴油产能不足依然是普遍情况，这可以追溯到疫情时期，当时由于需求萎缩，大量炼油厂倒闭，尽管疫后消费反弹，大部分产能却已经“永久消失”。

眼下，大部分炼油厂仍在努力提产，但季节性维护又带来新压力。9 月前两周，俄罗斯柴油出口下降 1/3。由于炼油厂维修工作在 9 月下半月至 10 月中旬达到峰值，柴油产量受到的影响预计还将持续。

值得关注的是，壳牌鹿特丹炼油厂因设施故障于 9 月 20 日停产维修，2.5 万桶/日柴油产

能“消失”；10 月 6 日，瓦莱罗公司旗下炼油厂发生火灾，29 万桶日产能被迫关闭。

全球航运数据分析公司开普勒首席原油分析师 Victor Katona 表示，随着欧洲地区少数几家先进炼油厂停产，9 月柴油供应量或比 8 月日平均水平下降 9%—10%。

事实上，欧洲柴油市场供应紧张已持续一段时间，随着失去俄罗斯这个主要供应商，加上炎热夏季抑制产能，欧洲石油产品库存低于往年同期水平。

此外，美国和新加坡的可观测柴油库存目前也低于季节性正常水平，经合组织国家的库存则低于 5 年前水平。美国能源信息署数据显示，10 月初，美国馏分油库存比近 5 年的平均水平低 13%。

■石油产品价格持续增长

“柴油供应紧张可能促使炼油厂优先考虑生产这种燃料，从而给汽油、航空燃油生产带来影响，进而拉高其他石油产品价格。”能源咨询公司 Rapidan Energy 全球石油服务主管 Clay Seigle 表示。

随着供应缺口日趋扩大，全球各地柴油、汽油、航空燃油价格均呈上扬态势。彭博社汇编数据显示，9 月，西北欧基准柴油期货相比原油溢价突破 35 美元/桶。

根据美国汽车协会数据，截至 9 月下旬，美国汽油平均价格达到 3.881 美元/加仑，而去年同期为 3.678 美元/加仑。美国汽油价格跟踪公司 GasBuddy 调查发现，美国消费者在汽油上的花费比一年前多了 6800 万美元。

GasBuddy 石油分析主管 Patrick De Haan 表示：“如果炼油厂停产持续下去，特别是现在正进入维护季，可用的产能锐减，预期中的供应缺口只会逐渐扩大。”

与此同时，航空公司也因为航空燃油价格上涨而面临盈利挑战。9 月以来，芝加哥、休斯顿、洛杉矶和纽约的航空燃油价格比两个月前上涨了 30%。通常情况下，这些成本会通过更贵的机票转嫁给消费者，但今年机票价格低于去年。花旗分析师斯蒂芬·特伦特表示：“价格涨得太快了，航空公司根本来不及反应。”据美国联合航空公司预计，其第三季度航空燃料成本将从 2.8 美元/加仑升至 3.05 美元/加仑。

国际航空运输协会和标准普尔全球商品洞察汇编数据显示，8 月初，航空燃油平均价格为 119.82 美元/桶，而 7 月初仅为 97.78 美元/桶。

美国能源部日前发布最新报告指出，美国工业领域整体减排动力不足，在实现气候目标方面“偏离正轨”，其中，石油精炼、钢铁、化工、水泥、铝、玻璃、食品饮料加工、纸浆和纸张这 8 个关键工业领域脱碳进程严重滞后。美国能源部认为，尚未成熟的脱碳技术和庞大的资金需求是工业领域脱碳最大的阻碍。

工业减排贡献“少得可怜”

据了解，美国的目标是到 2030 年将排放量较 2005 年水平减少 50%，到 2050 年实现净零排放。但根据美国能源部数据，2020 年，全部工业排放二氧化碳占美国一次能源相关二氧化碳排放量的 30%，相当于 13.6 亿吨二氧化碳当量；2021 年，仅上述 8 个工业领域排放量就占美国温室气体排放总量的 14%；2023 年，这一占比进一步升至 25%。

碳排放量最高的 5 个行业分别是石油精炼、化工、钢铁、水泥和食品饮料，这些行业约占美国工业领域能源相关二氧化碳排放量的 51%。其中，石油精炼和化工领域排放量最大，占 8 个工业领域排放总量的 60%以上、占全美排放总量的 7%。水泥行业也是减排重点对象，约占美国二氧化碳排放量的 1%—2%，占全球二氧化碳排放量 8%。

美国能源部指出，为确保工业领域同步实现气候目标，美国需要利用示范项目降低公共和私人投资风险，缩小现有技术 with 脱碳解决方案之间的成本差距。同时，将工业脱碳战略整合到资本规划、设施改造和设备停机时间中，并通过电气化等高潜力替代技术或生产方案使工业脱碳组合多样化。此外，从政府层面，美国应加快审批输电和清洁能源项目，建设或扩大区域枢纽和公共基础设施，并通过提供财政支持和税收抵免等优惠条款，鼓励更多商业脱碳示范项目落地，降低投资成本。

技术和资金均存挑战

美国化学理事会表示，工业领域脱碳进展缓慢的常见原因包括脱碳技术手段不成熟且成本高、客户对低碳产品需求不明或不确定，以及大部分企业不愿成为“出头鸟”。

美国能源部预计，如果推动脱碳顺利，到 2030 年，8

美国工业领域脱碳严重滞后

■本报记者 王林



个工业领域可以减少多达 40%的排放量，同时仍能保持 10%的企业回报率；但如果仍未解决技术和资金挑战，2030 年之后，这些工业领域脱碳行动将步履维艰。

需要注意的是，水泥行业脱碳解决方案在美国目前仍处于试点阶段，但是，到 2050 年，美国水泥行业排放量需要减少 60%—70%才可能踏上净零路径。对此，美国波特兰水泥协会首席执行官迈克·爱兰表示，水泥行业需要大胆采用碳捕获和储存技术、增加替代燃料和能源效率措施使用等。

美国能源部指出，工业领域脱碳面临的挑战除了技术投资回收期长、基础设施缺乏，还有资金难题，预计 8 个工业领域可能需要高达 1.1 万亿美元的支出来部署脱碳技术，才可能实现到 2050 年净零排放目标。

“可部署的脱碳技术以及处于示范和研发阶段的技术都迫切需要投资。”美国能源部长詹妮弗·格兰霍姆表示，“鉴于大多数项目开发 and 融资都落在私营部门身上，应敦促政府扩大与私营部门的对话和合作，以加速关键技术商业化和部署。”

脱碳方案需“因业制宜”

业内人士认为，具有成本效益又能优化燃料或电力消耗的能源效率解决方案，可以帮助工业领域减排，但具体技术仍因行业而异，包括实时能源管理系统、废热回收等。

美国能源部表示，电网脱碳是减少工业领域排放的一个关键因素，到 2030 年，清洁电力行业有望减少 15%的工业排放；石油精炼行业可以通过提高工艺和现场蒸汽及发电的能源效率，使用低碳能源和电力降低能源和原料的碳足迹；钢铁行业则应该加速向低碳和无碳燃料过渡，并扩大工业电气化，尝试开展氢钢生产、铁矿石电解、碳捕获和利用储存技术等变革性技术试点；水泥行业可以尝试改进现有流程以减少浪费，同时，采用突破性技术和创新化学解决方案，提高材料和能源效率，并配合碳捕获和利用储存技术使用；食品和饮料行业的脱碳方案包括改善能源效率、热泵技术、电气化等。

据美国可再生热能合作组织预计，到 2035 年，通过应用热泵技术，可以使美国本土食品和饮料加工业几乎完全脱碳。另外，化工行业有望成为最早采用氢气进行工业加热的行业之一，而水泥行业则有望成为绿氢应用前景最广的行业。