

美国酝酿新法案助推地热能开发

■本报记者 王林

1月17日，美国众议院能源和商务委员会通过一项法案，旨在将地热能与石油和天然气置于同等地位。油价网撰文称，美国出台新法案将使地热能行业“平起平坐”，尽管目前有关细节仍在酝酿中，但此举无疑将掀起新一轮地热能开发浪潮，并为新技术的商业化落地带来更多助力。

■ 提供更多便利

据了解，美国大多数地热能项目都在公共土地上，多年来一直受美国国家环境政策法的约束。该法规于2005年重修时明确规定，过去5年进行过钻探、或完成了钻探环评批准的公共土地，进行任何钻探活动均不受审查，但这只适用于油气项目，不包括地热能项目。

因此，新法案将给美国地热能产业带来重大影响。据悉，新法案由内华达州民主党众议员苏茜·李和加利福尼亚州共和党众议员米歇尔·斯蒂尔共同提出，寻求通过修订美国国家环境政策法来加速地热能开发。

米歇尔·斯蒂尔表示：“新法案将有助于美国更容易地开发更可持续、更清洁、更可靠的能源，为国家能源安全和独立进一步铺平道路。”他强调，地热能开发可以创造更多就业机会，促进中小型城镇和农村地区的经济发展。

苏茜·李也认为，新法案将消除阻碍地热能在可再生能源丰富地区发展的繁文缛节，通过加大地热能开发，美国家庭能源成本将进一步降低。

美国能源信息署指出，与同等发电量的化石燃料发电厂相比，地热能发电厂排放的二氧化碳会减少99%，硫化物减少97%。

此外，与风能和太阳能等清洁能源不同，地热能是一种高度可靠的基本负荷能

源，几乎不受天气、季节、昼夜等因素的影响，可以全年24小时不间断发电，而且可以通过与“风光”电力互相补充，提高电网的安全性和灵活性。除发电外，地热能可在供暖制冷、农业干燥、工业加热、浴池游泳等领域也拥有广阔发展前景。

■ 利用严重不足

不过，全球范围内，地热能潜力虽然巨大，但利用却严重不足。地热能研究机构ThinkGeoEnergy统计数据表示，截至2023年1月，美国是全球最大地热能发电国，拥有装机3704兆瓦。即便如此，根据美国能源信息署数据，截至2022年，地热能仅占美国公用事业总发电量的0.4%。欧洲地热能发展同样如此，该地区地热能发电装机量在电力装机总量中的占比也不足1%。

美国是最早开发利用地热能的国家和地区之一。早在1904年，美国就在加利福尼亚州建成了世界上第一座商业化干蒸汽式地热发电站。目前，美国最大地热发电项目位于加利福尼亚州北部，包含18个地热电站，合计装机容量达到845兆瓦。

美国地质调查局评估称，美国在4公里深度以下的可开发地热资源总量，大约相当于美国目前电力装机容量的30倍。

然而，昂贵的钻井和生产成本、复杂且多样化的地质条件、不确定性的环境影响等一直是地热能开发面临的主要挑战，其中，高成本无疑是最大障碍。

国际可再生能源署指出，2021年至2022年间，地热能的全球平准化度电成本已降至56美元/兆瓦时。尽管这一数字仍远高于公用事业规模太阳能发电项目的36.6美元/兆瓦时和陆上风电项目的40.9美元/兆瓦时，但在一年内就降低了22%足以证明地热能发展的未来前景。



美国首个增强型地热系统发电厂。

■ 新技术仍需商业化

值得关注的是，一项从页岩油气开发中借鉴的新技术，正在加速走红地热能开发领域。这个名为增强型地热系统的技术，目前尚处于起步阶段，全球约有40多座相关示范工厂。

据了解，地热能根据资源特点可以初步分为浅层地热、水热型地热、干热岩地热和岩浆地热能，其中储量最大、分布最广的是干热岩型地热资源，但由于干热岩位于地下数千米，且没有天然的热传导介质，开采难度非常大。例如，美国许

多地区就是这种干热岩，缺乏渗透性或流体，无法自然产生地热能。

增强型地热系统在开发水力压裂等手段在干热岩中建造一个具有渗透性的人造热储，大大增加了岩石渗透率，然后通过至少两口井与地下热储连通，其中一口井向地下热储注水，吸热后从另外一口井流出。

相较于单井地热技术，增强型地热系统具有采热量大的显著优势。不过，由于大规模造储和钻井工程，需要大量前期投资，且结构严重、热储短路等技术问题尚未解决。

2023年底，美国首个增强型地热系统发电厂Project Red开始向内华达州电网输送电力。这个由科技巨头谷歌和地热能初创技术公司Fervo Energy联合开发的项目，总装机为3.5兆瓦，足以为2600户家庭提供电力，主要向拉斯维加斯公用事业公司NV能源提供地热能电力。

美国能源部认为，如果增强型地热系统可以成为一种广泛的地热能开发技术，到2050年，地热能可以为美国电网提供90吉瓦稳定且灵活的电力。据悉，美国能源部已投资1.65亿美元用于增强型地热系统的商业研发，以期在2035年前将该技术成本大幅降低90%。

法国光伏发展前景不明

■本报记者 董梓童

法国电网运营商Enedis最新发布数据显示，2023年全年，法国光伏新增装机规模约3.14吉瓦，较2022年增加30%，再创历史新高。截至2023年底，法国光伏发电累计装机规模超过17吉瓦。

不过，法国光伏发展成绩看似亮眼，但仍然落后于德国等其他欧洲国家。由于2020年法国没有完成可再生能源目标，且法国政府没有采取任何弥补措施，目前可能面临欧盟的经济处罚。值得注意的是，上述背景下，法国一方面宣布将加快支持光伏产业发展，并发布利好政策；另一方面，却在最新能源法案草案中剔除可再生能源，甚至没有设定具体装机目标，给可再生能源未来发展带来不确定性。

● 装机创新高 发展目标不断更新

根据Enedis的数据，2023年第四季度，法国光伏发电新增装机规模为921兆瓦。传统旺季需求保持火热，带动法国去年光伏新增装机总量大幅增长。同时，Enedis透露，目前公布的还不是最终确定数据，预计实际数据将更高。

法国太阳能协会主席丹尼尔·布尔表示：“我们合理预测，2024年，法国光伏发电新增装机规模将进一步扩大至4吉瓦以上，光伏产业成绩持续夯实。”

但在行业媒体Recharge看来，法国光伏产业发展成绩并不值得吹嘘，在可再生能源推广方面，法国仍落后于其他欧洲国家。在欧盟碳中和目标下，法国面临较大的可再生能源发展压力。2022年，法国提出到2026年光伏发电累计装机规模达到20吉瓦，当时测算数据显示，要实现这一目标，法国每年需要部署约2吉瓦的光伏。

不过，去年，法国更新了光伏发展目标：到2030年，光伏发电累计装机规模达到60吉瓦，较2019年提出的40吉瓦目标增加了20吉瓦。此外，法国还提出，到2050年，光伏发电累计装机容量达到100吉瓦。

光伏装机目标的不断提升，给法国光伏产业发展提出了更高要求。要完成2030年目标，法国每年需要部署6吉瓦以上的光伏；要完成2050年目标，法国则每年需要部署3吉瓦以上的光伏。

● 比重处低位 拟加大项目拍卖量

户用光伏一直是法国光伏装机主力。Enedis报告指出，2023年，法



法国光伏企业FSI员工正在安装户用光伏项目。

国光伏发电新增装机创新高主要是受户用光伏拉动，户用光伏新增装机规模达到2.26吉瓦，同比翻了一番。

为进一步促进光伏装机需求，法国推出了不少支持政策。比如，对户用光伏实施上网电价，允许向电网出售光伏电力。此外，为持续激发用户安装户用光伏热情，增加电网盈余电力，还直接向安装户用光伏的电力提供补贴。原本仅有100千瓦以下装机规模的户用光伏项目可获得补贴，2022年10月起，法国政府将容量限制提升至500千瓦。

此外，法国政府还希望进一步促进集中式地面电站光伏发电项目的落地。2024年，法国计划公开拍卖总规模达12.48吉瓦的集中式地面电站光伏发电项目，相比此前拍卖规模翻了数倍。2020年至2022年，法国集中式地面电站光伏发电项目拍卖规模分别为1.26吉瓦、2.64吉瓦和1.66吉瓦。

从目前光伏对法国发电贡献来看，未来产业还有很长一段路要走。截至2022年底，法国风电和太阳能发电占电力结构的比重为13%，远低于核能的63%。另外，水电和天然气发电分别占11%和10%。

Recharge提出，不管从能源安全还是碳中和的角度，法国都不能只依靠核电。2022年，由于天气炎热，核电冷却水不足，法国核电发电量降至33年来的最低水平。而要促进可再生能源发展，法国也需要更多投入。有数据显示，要实现2030年装机目标，法国每年需要投资660亿欧元，目前投资额远远不够。

● 政策或倒退 市场担忧情绪渐浓

1月上旬，法国宣布拟修订能源法

案，并对外公布了草案。新能源法案更新了核电发展目标，但并没有设定新的风电和光伏发展目标。这让舆论开始担忧未来法国光伏产业发展前景。

法国政府认为，新法案重申了发展核电的承诺，未来将至少新建6座、至多新建14座反应堆，以实现向清洁能源过渡，并实现气候目标。但有批评人士指出：“法国新能源法案是一种倒退，为进一步支持核电，甚至不再设定其他可再生能源目标，以此避免风电和太阳能发电影响核电发展。”

法国可再生能源联盟主席安妮·乔治林表示，虽然草案提出将在促进可再生能源发展方面作出努力，但草案没有设定可再生能源发展目标，“这令人震惊”。

专攻法国环境法的律师阿诺·戈斯直言：“如果只量化了核电目标，市场和企业就可能优先考虑发展该领域，有余力才会发展风电、太阳能发电等可再生能源领域。”

不过，法国能源转型部官员表示：“没有设定可再生能源目标的说法是错误的，日后将设定可再生能源发展目标。”

法国经济部长布鲁诺·勒梅尔也声称，法国将加快可再生能源部署，同时也会制定一个长期的可再生能源发展计划和相关目标。业界认为这是法国政府对新能源法案缺乏对可再生能源考虑、过度强调核电的看法作出的回应。

据悉，拟议的新能源法案将提交法国内阁，随后审议决定。截至目前，法国政府尚未透露在新法案中增加可再生能源目标的信息，市场担忧情绪仍存。

近日，德国电网监管机构联邦网络管理局公布的2023年能源行业运行情况显示，2023年，德国风能、水能、太阳能、生物质能等可再生能源的发电占比首次超过一半，达到55%，同比增长6.6个百分点。2023年，德国可再生能源装机容量增长超过17吉瓦，累计装机容量增幅约为12%。

可再生能源发电占比创纪录

据德国联邦网络管理局发布的数据，2023年，德国可再生能源发电量达到251.2太瓦时，较2022年同比上涨7.5%。其中，陆上风电发电量约为118.7太瓦时，同比上涨18%；光伏发电量基本与2022年持平，为55.2太瓦时；同时，海上风电发电量同比下滑4.9%，发电总量约为23.5太瓦时。除风光发电表现不俗外，2023年，德国水力发电量也快速增长，同比涨幅达18%。

相比之下，包括煤炭、天然气、核电在内的传统能源发电总量明显下降，约为197.2太瓦时，同比下降24%。其中，煤炭发电下降明显，硬煤、褐煤发电量同比下滑幅度分别为36.8%和24.8%。另外，自2023年2月起，德国核电发电量就呈现下滑趋势。2023年4月，德国关停境内最后一座核设施，核电彻底退出德国电力舞台。

但值得注意的是，数据显示，2023年，德国天然气发电量高速增长，同比涨幅高达31.3%。德国联邦网络管理局分析指出，德国天然气发电量快速增长有以下几个原因，一是2023年天然气价格较往年明显下降，天然气发电设施盈利水平明显提升；二是碳价走高推高了煤炭发电成本，天然气发电竞争力提升；三是天然气发电的高灵活性让其成为更高效的调峰能源。

用能成本走高令经济承压

陆上风电和光伏成为推高德国可再生能源发电占比的“主力”。公开数据显示，2023年，德国光伏发电装机容量增长14.1吉瓦，较2022年几乎翻倍，即使2023年德国天气情况并不利于光伏发电，光伏出力仍保持平稳。其中，地面和屋顶光伏装机容量增幅均十分突出。截至2023年底，德国光伏发电装机总量已达81.7吉瓦。

同期，德国陆上风电装机容量增加了2.9吉瓦，不过，新增项目的同时也有部分项目到期退役，累计装机容量为60.9吉瓦。

德国经济部长罗伯特·哈贝克在一份声明中指出，德国可再生能源发电首次突破

德国可再生能源发电占比首次过半

■本报记者 李丽雯

50%大关，意味着简化项目规划和审批的措施发挥了作用。

整体来看，德国可再生能源发电占比的历史性突破，一方面来自可再生能源装机容量增长，另一方面也受到经济活动走弱、德国整体电力负荷有所下降、电力需求总量下滑的影响。

德国联邦网络管理局称，2023年，德国电网负荷总量为456.8太瓦时，较2022年下降5.3%，整体发电量为448.5太瓦时，同比下滑9.1%。为满足电力负荷需求，2023年德国总计进口54.1太瓦时电力，电力进口量同比上涨63%，而电力出口量同比下滑24.7%。

路透社指出，尽管德国是欧盟最大的经济体，但2023年该国能源成本持续走高，给经济带来通胀压力。德国联邦统计办公室最新报告显示，受补贴政策调整影响，2023年，德国用能价格上涨4.1%，是引发经济通胀的主要因素之一。

绿电增速或难达预期水平

过去两年，德国联邦政府接连调整能源政策，对清洁能源发展的支持力度空前，但从实际情况来看，俄乌冲突引发的能源危机余波未平，未来，德国可再生能源发展更面临多重挑战。

从德国联邦政府设置的目标来看，2030年，德国需将风电和光伏发电占比提高到80%，陆上风电装机总量需达到115吉瓦，光伏装机总量需达到215吉瓦，每年光伏新增装机容量需超过19吉瓦，陆上风电年新增装机容量则需超过7.7吉瓦，远高于目前德国每年风光装机容量增速。

德国联邦网络管理局主席克劳斯·穆勒表示，虽然2023年德国可再生能源发电创纪录，但在陆上风电方面并没有达到预期。

与陆上风电相比，德国海上风电发展遭遇的阻碍更为明显。在德国联邦网络管理局看来，海上风电出力不足一是由于相关输电基础设施建设迟缓，二是德国现存海上风电场停运维护。更有数据显示，2023年，德国仅新增投运了一座海上风电场，装机规模仅有0.3吉瓦，而这已是连续两年海上风电装机容量“推进缓慢”了。

另根据欧洲风能协会消息，2023年，德国政府开启了多轮海上风电项目招标活动，项目总装机容量至少8.8吉瓦，但由于德国政府仍采取饱受争议的“动态招标程序”，开发商不得不为争取开发权而出价竞标。该机构指出，“无上限”出价竞标最终只会让成本转嫁到消费端，更让本就陷入泥沼的欧洲风电供应链承担风险。