



特别报道

阿根廷能否复制
美国的页岩繁荣

6版

“三精”团队
打造海外优质工程

7版

地热发电成
全球能源行业新“风口”

8版

编者按:9月15日,由国家地热能中心主办、中国石化承办的2023年世界地热大会,将全球目光聚焦在地热产业发展进入繁荣期的中国。地热能大部分来自地球深处的可再生热能,起于地球的熔融岩浆和放射性物质的衰变,还有一小部分能量来自太阳,大约占总地热能的5%。地热能不仅是无污染的清洁能源,如果热量提取速度不超过补充速度,那么其还是可再生的。在全球追求碳中和的今天,地热能的开发利用成为全球能源领域的热点,并为能源转型提供了一个上佳之选。

本版图片由 视觉中国 提供



全球地热正“热” 绿色未来会来

全球地热能开发利用重视程度与日俱增

有研究显示,能源消费中近50%的份额与建筑行业相关。在既要低碳节能、又要提升能源消费水平的双约束条件下,建筑选择可再生能源供暖制冷成为必然路径。作为可再生能源家族的后起之秀,地热正成为建筑用能的重要选择

●罗佐县

有研究显示,能源消费中近50%的份额与建筑行业相关,各类建材的生产、运输,建筑的建造和运行都是能耗大户。其中建筑的运行环节耗能占能源消费总量的比例约20%,具体环节包括供暖制冷、建筑照明、内部炊事等,而供暖制冷能源消费占大头。无论是商用建筑还是民用住宅,供暖制冷情况都是评估建筑运行质量的重要标志,其产生的能源消费具有典型的刚需特点。

从发展趋势来看,经济发展和民众生活水平提高必将进一步扩大建筑运行用能规模。能源消费一旦提升到一定水平,使其下降几乎不可能,因为消费不可逆。同时在全球“碳中和”目标的驱动下,节能减排又成为各国能源管理政策的首选目标。在既要低碳节能、又要提升能源消费水平的双约束条件下,建筑选择可再生能源供暖制冷就成为必然的路径。在此形势下,地热作为可再生能源家族的后起之秀,正成为建筑用能的重要选择。

地缘政治冲突带来的能源短缺坚定了欧美发展绿色低碳能源的决心

美国能源部地热技术办公室发布的《地热愿景:驾驭我们脚下的热能》产业规划认为,地热资源遍布美国,可广泛用于供热和发电,有助于增加美国能源的多样性,进一步提升能源安全保障程度。美国能源部预计,到2050年,通过有效提升地热技术发展水平,美国浅层地热利用规模有望由200万户扩大至2800万户,占2050年美国住宅空调市场23%的份额。美国能源部据此提出五大关键技术领域攻关任务和重点过程计划,包括资源评估、地下信号探测、地热钻井和井筒、地热资源回收,以及地热资源和设施的监测、建模和管理。美国总统拜登的新政出台后,包括地热在内的新能源发展大幅提速。

欧洲深部地热技术与创新平台近年发布了深部地热战略研究与创新议程,提出《深部地热能实施路线图》,明确了2030年前欧盟地热发展的任务、目标和工作内容,以及2050年实现欧盟深部地热发展愿景,提出开发高性能、低成本和可持续的深部地热能技术的“推进计划”,期望到2050年,深部地热能可满足欧洲预计电力需求的50%和供热需求的80%。

针对当下建筑能源利用效率低下及深层地热分布资源受限等现实,欧盟发展地热重点考虑的是资助相关项目着手开发具有特殊潜力的浅层地热系统,待其成功后再大面积推广。欧盟目前正在开展的由西班牙巴伦西亚理工大学牵头,土耳其、以色列和其他国家的科研机构共同参与的浅层地热开发利用项目GEOCOND就是典型代表。在欧盟资助的7个国家共同支持下,GEOCOND项目的主要目标是降低地热能的利用成本。公开资料显示,项目进展基本达到预期目标。

当前欧盟建筑存量的75%都有提升能源利用效率的可能,建筑节能潜力巨大。建筑用能运行效率提升,对于欧盟经济绿色脱碳及应对全球气候变暖意义重大。目前,英国正在建设地热发电项目,以加速脱碳转型,并为社区供应能源,预计到2050年将建成360个地热发电

厂,每年可产生1.5万吉瓦时的电力;法国地质与矿产局估计,未来地热能有望满足法国70%的供暖需求,而当前仅为1%。

地缘政治冲突带来的能源短缺状况进一步坚定了欧美发展绿色低碳能源的决心。欧美一方面重视化石能源的清洁化供应,另一方面推进新能源发展的力度更大。鉴于建筑供暖制冷能源消费规模大、能耗占比高,能源替代成为重要的政策再优化切入点,地热能的地位再次提升,发展速度也因而加快。地热能受重视的主要原因是供应稳定性和分布广泛性。虽然太阳能、风能和海洋能也属于无限供应的清洁可再生能源,但受季节变化等因素限制,并不是随时随地可用。相比之下,地热能,特别是浅层地热能在世界各地广泛存在,不受季节变化和气候条件影响,可就地取材为建筑供暖制冷。人们平常忽略的地热能其实是身边几乎可供无限利用的清洁可再生能源,其潜力正被逐渐挖掘出来。

“既要安全、也要低碳”成为我国能源行业转型发展遵循的基本原则

预计2027年前全球地热能市场价值将达到94亿美元,复合年增长率为5.9%。在此趋势下,欧美发展地热能的作法对我国有一定的借鉴意义。

我国是能源消费大国,目前能源消费中的煤炭占比在57%左右,远高于世界平均水平。我国同时是地热能直接利用大国,但地热能利用在总能源消费中占比

较低,与其资源潜力并不匹配。我国提出2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和的目标,这决定了“既要安全、也要低碳”成为我国能源行业转型发展遵循的基本原则。

在我国已全面建成小康社会、向第二个百年奋斗目标迈进的重要时期,提升人民生活水平、优化产业结构是高质量发展的重要标志。随着我国城市化水平持续提升,以及新农村建设稳步推进,让城乡建筑依托可再生能源实现供暖制冷是助力高质量发展的重要举措。据自然资源部资料,全国地源热泵供暖制冷面积从2010年的1亿平方米高速增长至2020年的8亿平方米,年均复合增长率20%,到“十四五”末将增至9亿平方米,地热开发具有良好的发展基础,包括中国石化在内的一批企业在从事地热供暖事业。

从发展趋势看,未来的供暖制冷不仅北方地区需要,而且南方地区也需要,特别是由于历史原因,部分夏热冬冷地区过去一直未能实现集中供暖,导致极端严寒天气来袭时民众生活广受影响。如今随着经济发展水平的提升,夏热冬冷地区冬季集中供暖的呼声与日俱增。如果依靠化石能源保障冬季供暖,势必增加整体能源供应和碳减排压力,与地区经济发展的“双碳”方向和基本要求不匹配。发展可再生能源在夏热冬冷地区赋能、实现供暖制冷的同时,不增加能源供应压力和环境压力,是理想又现实的选择。因此,推广地热能供暖制冷,在发挥地热能供应充分、分布广泛的优势方面意义重大。



我国地热产业 发展进入繁荣期

●王迪 罗佐县

地缘政治冲突造成的欧洲天然气供应紧张拉动了地热需求。在地热发电方面,目前欧洲共有142个运营的地热发电厂,总装机容量为3.5吉瓦。预计未来5年,欧洲将钻30多口地热发电井。在地热供暖方面,2022年天然气紧缺推动欧洲地源热泵市场需求创历史新高,地源热泵系统安装超过1413万台,预计到2030年欧洲地源热泵安装量为3000万台,可替代350亿立方米天然气。

作为全球能源消费大国,我国在推动地热产业发展方面与欧洲的考量有相似之处。一方面希望通过发展地热产业减少化石能源进口,另一方面希望利用地热绿色低碳特点,实现“双碳”目标。2023年,国家能源局发布了地热相关的12项标准,将进一步规范地热产业。8月,国家发改委联合十部门出台《绿色低碳先进技术示范工程实施方案》,提出未来浅层/中深层地热能供暖制冷和大容量高效地热能及干热岩发电是示范工程建设的重点方向。各省地热能发展也在提速,河北省出台了《河北省新能源发展促进条例(草案)》,支持清洁供暖等多元利用。未来中国的地热能开发利用,将呈现浅层+中深层齐头并进的发展态势。

地热产业发展有更大潜力和空间

地热产业发展战略和路线需要进一步明确。地热能稳定性高,连续供应效率是风能的4倍、太阳能的5倍,是我国建设新型电力系统和提升人民生活质量、实现清洁供暖制冷的重大战略选择。目前,我国已出台的地热政策多数是指导性的,项目建设主要以分散式的住宅建筑供暖制冷为主,未形成阶梯式、规模化的可持续发展路线规划,还需进一步提高产业化水平。

地热资源勘查和开发数据需要进一步强化。高质量的地热产业发展需要更精准的资源勘查。我国已具备地热资源开发潜力,但当前地热资源勘察评价投入还不能满足地热产业快速发展的需要。根据《全国地质勘查通报》(2021)数据,2021年我国地热勘探投资为5.25亿元,仅占非油气资金投入额的3%,与2020年相比减少了18%,仅对京津冀少数地区及共和盆地干热岩项目进行了重点投资。由于资源评价工作缺失,地热开发企业只能依靠不完整的地热数据,或借鉴油气勘探数据,有时还要出资对重点区域进行资源勘查评价,加剧了勘查风险,增加了开发成本。

地热项目的经济性需要进一步的政策支持。我国西藏羊易电站发电成本约3元/千瓦时,而上网电价仅为0.25元/千瓦时,且未申请到任何电价支持政策,长期处于成本倒挂状态。此外,我国新版《资源税法》将地热列为能源矿产,对地热从量征收“地热矿产资源税”和“水资源费”。羊易电厂年地热流体循环量为547万立方米的地热资源,每年需要缴纳至少547万元的资源税,增加了项目运营成本。与此同时,地热供暖制冷定价体系也需要进一步完善。理论上看,地热项目的高成本并非无解。技术进步带来的规模化、碳税政策、碳交易、财税政策、供暖制冷一体化调整优化都可降低地热项目的成本。

地热能利用的关键技术需要进一步突破。浅层地热能利用引起冷热负荷不平衡,中深层砂岩储层回灌难限制了地热供暖制冷。我国地热发电设备引用奥玛特有机朗肯技术,但技术研发进展处于停滞状态。青海共和盆地的干热岩发电项目遇到很多技术挑战,如诱发地震活动、高温钻井能力不足或注入井和生产井之间的连通性不足等,该项目累计投资3.8亿元,2021年实现发电6000多小时,但未达到商业化的经济水平。闭环地热系统(AGS)安全可靠,具有产生巨大社会效益和经济效益的潜力,但我国尚未有相关技术研发。

地热产业发展如何乘势而上

明确地热发展路线,探索地热能利用“多元”路径。建议各省市针对地热资源特点和实际用能需求,因地制宜打造地热重点项目,并提出具体可行的保障措施,基于目前的指导性政策进一步细化地热产业发展路线规划并实施,将地热能定位为实现气候目标的关键因素之一。应加大地热能优势宣传,提供以可持续、气候友好的方式利用地热能的机会,政策制定应聚焦多元推进清洁发电、清洁供暖制冷。

加大资源评价力度,开发和利用所有可利用的地热能。开展重点区域地热资源详查和精细评价,现阶段尤其要重视京津冀大气污染传输通道的“2+26”城市、汾渭平原的11个城市资源评价。对“西藏一四川一云南”一带的高溫地热资源开展规模和品位的详查,加快推进滇藏川地热发电,支撑我国高溫地热发电。我国是以中低温地热资源为主,高溫地热资源为辅,目前中低温地热资源开发利用程度还远远不够。应加大对构造带和沉积盆地的地热勘探和开发力度,有效利用废弃矿山、油气井、浅层地热能,形成“深浅结合、供暖+制冷+发电+其他”的梯级产业发展新模式。

改善地热产业扶持框架,提高地热项目的经济性。从国家层面建立前期投资的风险缓解方案,将有助于开发商减少地热地质勘探的地下风险。此外,协调和简化地热能项目的许可程序将促进项目的高效开发,并且针对地热利用的特点,出台相关的政策促进地热产业发展。在经济性方面,一方面对新建大型商业建筑的低碳供暖制冷技术予以刚性政策约束,另一方面支持供暖制冷项目建立基于市场供需的定价系统。在地热供暖制冷技术规范方面,应提倡地热供暖制冷一体化,通过延长周期提高地热项目的经济性。借鉴风光项目初期开发补贴政策,对地热发电项目予以用地、融资、补贴及上网电价等方面政策扶持,促进地热发电项目的商业化发展。

推进技术创新和研发,支撑地热开发利用规模化。紧跟发达国家的地热发电技术研发步伐,我国需要对高溫地热资源勘探、干热岩发电、超高温临界状态下钻井工程、地热发电等一系列卡脖子技术开展前瞻性科技攻关,探索研究闭环地热系统在我国开发利用的技术可行性。加大浅层地热开发利用科研研发力度,在复合式地源热泵系统运行和策略优化、热泵国产化效率提升等方面,开展浅层地热能技术攻关,建立浅层地热能开发评价指标体系,指导政府和投资者因地制宜开发利用浅层地热能。打造典型的干热岩示范试验项目,给予相关技术攻关的政策支持,证明项目技术的可行性,增强决策者和其他利益相关者的信心。持续开展地热资源评价、高效钻井和地埋管高效能等技术和材料的攻关,提高地热能开发利用效率。提高从地热盐水中提取矿物的技术水平,探索地热制氢的可行性,扩大地热能应用范围。

(作者单位:中国石化经济技术研究院)