

从温泉疗养到绿色供能： 地热能如何逐“热”前行

云南保山腾冲热海风景区地热资源丰富。视觉中国

■中国城市报记者 康克佳

春节假期，位于云南省保山市的腾冲热海风景区吸引了不少前来“泡汤”的游客，这里作为我国中高温地热资源最丰富的地区之一，被誉为温泉观赏和洗浴的热门旅游地。

“说到地热能，大家最先想到的多数是温泉。实际上，温泉只是地热能众多利用方式之一。”长期从事地热能开发工作的从业者刘森告诉中国城市报记者，我国地热资源丰富，如腾冲这样优质的地热资源还有很多，如果仅停留在温泉开发有点可惜。

作为清洁能源中的一员，地热能不仅储量大、稳定性高，而且在使用过程中几乎不产生污染物，符合绿色低碳的发展理念，在“双碳”目标的指引下，产业规模化发展迎来机遇期。

我国地热资源丰富

地热能是由地壳抽取的天然热能，这种能量来自地球内部的熔岩，并以热力形式存在。“通俗来说，地球内部就像个不停燃烧的大锅炉，在地质

条件成熟的情况下，热能会以热蒸汽、热水和干热岩等形式聚集呈现，达到可开发利用条件就成为了地热能。”北京市地质矿产勘查院副院长刘少敏说。

由于地球内部一直在不停地释放热量，因此，地热能取之不尽用之不竭，是可循环利用的清洁能源，也是未来能源结构调整、发展清洁能源的主力军之一。

“我国地热资源丰富，资源量约占全球地热资源的1/6，开发利用潜力巨大。目前，我国地热直接利用装机容量和地热能利用量均居世界首位。”中国地质科学院水文地质环境地质研究所副总地质师、自然资源部地热与干热岩勘查开发技术创新中心主任王贵玲说。

中国城市报记者查阅资料发现，按照2017年原国土资源部中国地质调查局组织对我国地热资源摸底调查结果显示，我国地热能总量折合标准煤约12500亿吨，每年可开采量折合标准煤达18.65亿吨。其中开采难度较大、目前暂不具备大规模开采条件的干热岩资源，资源储量更是高

达856万吨标准煤。根据国家地热能中心2023年度工作会议资料显示，全国336个主要城市浅层地热能年可采资源量折合7亿吨标准煤，中深层地热能年可采资源量折合超过18亿吨标准煤，干热岩地热能资源潜力巨大。

地热能利用形式多样

近年来，随着我国生态文明建设不断推进，大气污染治理和北方清洁供暖的力度不断增强，地热能开发利用规模持续扩大，不少省份将清洁供暖的发展目标瞄准了地热能。

2022年6月，国家能源局等九部门联合印发的《“十四五”可再生能源发展规划》明确提出，积极推进地热能规模化开发，到2025年地热能供暖等非电利用规模达到6000万吨标准煤以上的发展目标。2023年世界地热大会发布报告显示，截至2021年底，我国地热供暖（制冷）能力达13.3亿平方米，温泉年利用能力6665兆瓦。

中国城市报记者梳理发现，如今，北京、山东、河北、河南等省份积极布局地热能供暖（制冷）项目。

“发展地热产业不仅对于调整能源结构、节能减排、改善环境具有重要意义，也有利于培育新兴产业、带动相关装备制造和工程技术业务发展。”2023年世界地热大会组委会名誉主任、中国石化董事长马永生介绍，2023年中国石化的地热供暖能力预计突破1亿平方米，服务区域将增至10余个省份的60余座城市。

地热能在农业领域发挥的作用也不容忽视，根据2023年世界地热大会发布报告显示，截至2021年底，我国地热农业年利用能力1108兆瓦，利用地热能进行水产养殖已遍布20多个省，形成了一定规模。

在业内人士看来，全国地热资源开发利用形成了西南、华南发电，华北、东北供暖与养殖，华东、华中、西北地区康养的基本格局。未来，北方地区地热清洁供暖、长江中下游地区地热供暖（制冷）、青藏高原及其周边地热发电仍是产业发展热点。

地热发电未来可期

地热除了可以供暖（制

冷）外，在不少业内人士看来，地热发电也极具发展空间。

“地热能开发利用大有可为。”在中国石化集团新星石油有限责任公司新能源研究院院长杜利看来，相比天然气、生物质、煤炭等，中深层地热能供暖在优质资源区开发利用的经济性有明显优势，运行成本较低。同时，地热又是本土能源，是天然气、煤炭以外服务采暖的重要能源供应形式。

“目前，地热能的开发利用大致可分为直接利用和地热发电两种。对于浅层地热资源，以及中低温的水热型地热资源，通常以直接利用为主，如地源热泵、地热供暖、温泉康养、农业养殖等。对于高温水热型地热资源，地热发电则是价值更高的利用方式。”在刘森看来，相比风力、水力、光伏等“看天吃饭”的清洁能源，地热发电受天气的影响极小，最大的优势就是稳定。

中国城市报记者在采访过程中了解到，无论是直接利用还是地热发电，对于水热型地热资源，其利用技术的核心都是“取热不耗水”，即从开采井中将蕴含热量的地热水抽取出来，利用换热器吸收水中的热量，随后再将失去热量的冷水通过回灌井重新注入取水层。经过一段时间，地下热源会将冷水重新加热，等待再次开采。

“在整个过程中地下热源就像一台锅炉，通过不断加热地下水，实现地热能的循环利用。这种地热资源开采方式要求必须对抽取的地热水进行100%回灌，以实现‘采灌平衡’，保证地热资源可持续利用，还有部分地热发电技术直接利用地热蒸汽进行发电，对地下水的抽取量更低，近乎为零。”刘森说。

产业发展需克服诸多挑战

尽管业界普遍认为，地热能发电在稳定性和发电容量上都极具优势，但现实却是地热发电发展与风光发电相比相差甚远。

由于地热发电投入门槛高，工程设计、安装难度大，如何实现地热能的可持续发展和商业化应用，仍需克服诸多挑战。

并且，我国地热能资源

虽然储量丰富，但分布不均，开发难度较大，因此需要严格的环境评估和社会风险评估。

“目前，在我国最适合地热发电的地区，水电、太阳能发电等是主力，且电力供应充足，一定程度上压缩了地热发电需求，导致了地方政府对地热发电缺乏积极性。”在中国科学院地质与地球物理研究所地热资源研究中心主任庞忠和看来，地热发电建设成本较高，长期运营中维护和运营成本相对较低。更重要的是，在“双碳”目标下，作为五大“非碳”能源之一的地热能资源有其利用价值，亟须获得与风光水等能源同等的重视。应通过政策引导和支持，尽快开展商业化应用，形成规模化开发，进一步助力我国相关产业绿色低碳转型和高质量发展。

让地热能能够更好地在构建新型电力系统中发挥作用，仅仅思想重视还远远不够，政策支持才是破题关键。“我国地热发电需要降低成本，如果没有政策支持，就无法与其他能源竞争。光伏和风电经过10余年的政策补贴，发电成本逐年下降，最终实现了平价上网。”庞忠和说。

除了政策支持外，地热能技术研发和设备制造也须加强。以低温余热发电技术为例，目前标准和行业标准尚不完善，缺乏统一的标准体系和技术规范，不同厂家设备技术性能存在差异，产品质量较难对比评估，增加了采购选型难度和风险，不利于行业良性竞争发展。

值得关注的是，2023年8月，中国石化在海南省海口市部署的我国最深地热科学探井——福深热1井顺利开钻，该井钻探设计井深5000米，是我国目前最深的地热探井，将引领我国深层地热资源勘探开发技术走向国际前列。

香港中文大学（深圳）城市地下空间及能源研究院兼地热能科学技术（大理）研究院院长张大伟建议，可以勘察调查先行，在全国进行地热能资源调查，摸清资源底数，制定发展规划。同时，开展科研理论和技术攻关，对地热能利用所需重大关键技术特别是技术装备等进行研发，还可通过建设示范项目进行试点示范，带动产业发展。



位于海南省海口市的琼北深层地热（干热岩）福深热1科学探井，该井钻探设计井深5000米，是中国目前最深的地热探井。

中国石化石油工程技术研究院供图