

开发地热新能源,构建清洁低碳、安全高效的能源体系

地热资源是贮存在地球深部的清洁可再生能源,包括浅层地热能资源、水热型地热资源和干热岩型地热资源三种类型,具有储量大、分布广和开发利用安全、稳定、清洁、高效的特点。随着社会对能源危机、环境保护的深入关注以及我国实现能源生产消费革命的迫切需要,加快推动地热资源的科学开发利用,缓解资源能源紧缺形势,已成为保障国家能源安全和可持续发展的战略选择。

我国地热资源丰富。据初步评价,我国 336 个地级以上城市浅层地热能资源年可开采量折合标准煤 7 亿吨,可满足约 300 亿平方米建筑物供暖需要;估算水热型地热资源年可开采量折合标准煤 18.84 亿吨,中—高温发电潜力 996 万千瓦,年发电量可达 800 万度;全国干热岩远景资源量折合标准煤 856 万亿吨,是未来煤和石油等化石能源枯竭后最具潜力的战略接替能源。

丰富的地热资源为广大人民群众带来了福祉。早在 3000 多年前,我国便有地热利用的记载,西周时期的西周王褒温汤碑即有“地伏硫磺,神泉愈疾”的记载,盛名已久的华清池更是见证了周幽王举烽火戏诸侯的典故、秦始皇温泉遇神女的传说以及唐明皇与杨贵妃的爱情故事。历史上对地热资源的开发利用大多限于对温泉的直接利用上,且主要用于医疗和洗浴方面。新中国成立以后,我国开始进行系统性地热资源勘查与开发,将我国的地热资源开发利用推向了一个新阶段。20 世纪 70 年代,在李四光教授的倡导下,我国掀起了地热开发的高潮,区域地热资源普查、地热资源开发利用、地热基础理论方面都取得了显著的进展,北京、天津和西安等地区相继开展了低温热水温室种植、水产养殖、疗养—洗浴和取暖等地热综合利用的试验研究,包括羊八井在内的一批地热电站也先后建成运营,这一系列成就鼓舞了国家和地方的能源决策部门,加速了我国地热资源的开发过程。

1999 年国土资源大调查实施以来,中国地质调查局先后组织完成了 336 个地级以上城市浅层地热能调查,31 个省(区、市)地下热水资源调查,启动了干热岩资源调查,基本查明我国地热资源赋存条件、分布特征与开发利用现状,初步评价了全国地热资源量,并重点实施了京津冀地热科技攻坚战与青海共和盆地干热岩勘查与试验性开发科技攻坚战,将我国的地热资源开发利用推向了一个新阶段。截止到 2017 年底,我国地源热泵装机容量已超过 2 万兆瓦,位居世界第一,年利用浅层地热能折合标准煤 1900 万吨,实现供暖(制冷)建筑面积超过 5 亿平方米;全国水热型地热供暖建筑面积超过 15 亿平方米;地热能发电装机容量为 2728 兆瓦,排名世界第 18 位;青海共和盆地 3705m 深处钻获 236℃ 的干热岩体,是我国在非现代火山活动区首次发现高温干热岩型地热资源,未来有望在干热岩型地热能开发技术方面取得突破。

为进一步推动我国地热资源的开发利用,2013 年 1 月 10 日国家能源局、财政部、国土资源部、住房和城乡建设部联合发布了《关于促进地热能开发利用的指导意见(国能新能[2013]48 号)》,提出要加强地热资源勘查,支撑地热资源规模化开发。在国家“十三五”规划建议中也首次提出加快发展地热能等新型清洁能源,深入推进能源革命,优化能源供给结构,提高能源利用效率,建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系,维护国家能源安全。近些年来,陕西、山东、河南等地也陆续出台了促进地热能利用的相关政策。政策的利好带动了社会各层面对地热新能源的关注,推动了我国地热产业的发展,我国地热勘查、开发及地热科技等相关工作呈现出以下新的态势:

第一,地热勘查逐渐走向精细化。我国大部分地区地热资源调查精度仅为 1:1000000,只有天津、北京、鲁北平原、关中盆地、青藏铁路沿线和珠江三角洲等达到 1:250000 的精度;少数地热田,如羊八井、羊易、雄县等个别的地热勘查达到 1:50000 精度,重点地热开发区没有或很少开展正规的地热勘查工作。基础地质勘查工作薄弱,后备资源不足,严重影响了地热资源勘查开发规划的制定、资源的利用以及地热产业健康发展。近些年来,中央及地方各级政府都加大了经费的投入,地热资源勘查工作逐步“升温”,精细化勘查评价成为当前地热勘查工作的主流。以山东省为例,近些年来共实施各类地热勘查项目 150 多个,施工地热井 400 多眼,提交地热田 40 余个,在多个地区实现了地热勘查工作的重要突破,山东也因此进入了一个前所未有的地热资源勘查开发新时代。另外,随着技术的进步,地热勘查逐步向高精度、量化、3D 化方向发展,如利用 3D 地震解译地热区地质结构、利用 MT 和 TEM 方法刻画三维热结构、利用组合地球物理方法评价进行地热资源勘探等。

第二,地热开发逐渐走向集约化。我国地热能的开发利用以供暖和旅游疗养为主,除西藏羊八井、河北霸州等少数地区将地热资源进行梯级开发,分别用于发电、采暖和温室种植外,大多数地区地热资源利用比较单一。这种粗放式的利用造成水位持续下降,例如西安某地区地热井水位已降到 200m 以下;冬季供暖尾水排放大于 35℃,造成了化学和热污染,增加了城市污水处理的成本。近些年来,地热梯级利用和采灌均衡条件下开发利用逐渐受到重视,水热型地热资源的开发逐步由粗放式的“乱采乱排”转变为采灌均衡“取热不取水”的可持续开发利用。以雄安新区为例,中国地质调查局组织实施了雄安新区地热清洁能源调查评价工作,建成了地热资源梯级综合开发示范基地,形成了京津冀地区可复制、可推广的高效利用新模式,未来雄安新区的地热资源开发将会以分布式清洁热力系统的能源子站和分区热力管网为主,区块化、规模化是地热开发的主要模式。

第三,装备及技术逐渐走向自主化。要实现地热资源的规模化科学开发利用,装备及技术的自主化至关重要。近些年来,我国地热从基础调查到相关研究呈飞速发展的势头,包括热泵技术、封闭式井下换热技术、超长重力热管技术、热电技术、高温钻探设备、室内物理模拟设备等在内的多项卡脖子的技术或装备实现了自主创新。以热泵技术为例,以大型热泵机组开发应用为主导的产业发展模式已在国内蓬勃兴起,大型地源热泵、水源热泵和高温热泵以及多功能热泵已成为中国式热泵技术和引领热泵行业发展的新亮点。这些热泵的关键核心技术已全部由我国专家攻克,并具有完全的自主知识产权。另外,从 2018 年开始,中国地质调查局、青海省、中石化三方联合推进青海共和干热岩 EGS 科技攻坚,有望最终突破干热岩勘查开发重大科技难题,实现干热岩勘查开发重大仪器国产化,建立中国可复制推广的经济型、规模化干热岩开发示范工程。

我国地热能资源基础雄厚,市场空间广阔,是具有发展潜力的朝阳产业。伴随着我国地热能勘探、开发及利用技术持续创新,地热能装备水平不断提高,我国地热能产业体系已显现雏形,浅层地热能利用快速发展,水热型地热能利用持续增长,干热岩型地热能资源勘查开发开始起步。但是,我们也应清醒的看到,虽然我国在地热资源勘查、开发等相关技术装备方面取得了很大进展,但与固体矿产、石油、天然气、煤田、地下水等资源相比,我国地热资源勘查开发技术仍相对落后。我国深部地热资源勘探开发、地热成井与热储改造关键技术储备还处于起步阶段,没有形成成熟的“找热”技术,缺乏系统的地热资源探测技术体系(钻完井、循环液、测井、固井)与评价方法(参数、软件);缺乏规模化、可持续的地热资源提取技术(储层建造、井下换热),以及地面高效利用技术(发电装备、回灌、防腐防垢、梯级利用),急需加大投入,取得关键技术问题突破及设备研发。

21 世纪人类面临可持续发展的新考验,面临资源匮乏,环境变化及灾害频繁等巨大挑战。人类必须向地球深部进军,这已成为全球科学家的共识。为响应“向地球深部进军”的号召,贯彻落实党中央、国务院“推动开展地球深部探测研究”的重要指示和批示精神,自然资源部会同教育部、中国科学院、中国地震局,联合中石油和中石化等部门,提出了“地球深部探测重大科技项目”建议。作为我国“地球深部探测计划”的一个重要组成部分,我国地热探测与地热能利用方案也已拟定。依据该方案,深部地热资源探测将揭示深部地热资源赋存机理,形成地热资源探测与开发利用技术体系,评价地热资源量,搭建地热资源科学开发利用平台,提出区域地热资源科学开发利用战略布局,其目标是,到 2030 年,建立地热能探测与规模开发成套技术,突破干热岩高效利用核心技术,为地热能占国家一次能源消费总量达 3% 提供科技支撑。深部地热资源探测的实施,有望最终促进我国地热能的大规模开发利用及产业化,助力构建我国清洁低碳、安全高效的现代能源体系。

值此李四光倡导中国地热能开发利用 50 周年之际,本专辑刊登了近年来我国在浅层地热、水热型地热资源、干热岩地热资源勘查评价及开发利用等方面的部分科研成果,同时向建党 99 周年献礼,以飨读者。博观而约取,厚积而薄发。希望广大地热工作者勇于承担时代赋予我们的重任,继续加强地热学科研究,助力地热产业的发展壮大,为实现中华民族的伟大复兴作出新的贡献。

王贵玲

2020 年 7 月 1 日