

油气田地热开发前景潜力分析

雷群 王红岩 魏伟 赵群

(中国石油勘探开发研究院廊坊分院)

雷群等. 油气田地热开发前景潜力分析. 天然气工业, 2008, 28(12): 127-129.

摘 要 全世界地热资源丰富, 开发利用潜力巨大, 地源热泵技术和地热发电技术的进步加速了地热资源开发利用的步伐。中国中、低温地热资源十分丰富, 地热直接利用走在世界前列, 地热发电具有一定的基础。中国石油矿权区面积广, 区内地热资源总量大。介绍了我国地热资源分布及特点, 分析了我国地热资源开发存在的问题, 阐述了中国石油地热利用的进展和模式, 中国石油具有地热资源开发利用的先天优势, 其部分石油钻井可转换为地热开发井, 油田采出水也可进行地热资源开发。中国石油地热资源开发利用应坚持依托油田, 发挥优势, 降低能耗, 改善油区工作和生活环境。

关键词 油气田 地热能 开发 利用 地热钻井 热泵 发电

一、地热产业发展现状

1. 地热资源以直接利用和发电为主

人类对地热的利用已有数千年历史, 但只是在 20 世纪地热资源才作为能源大规模用于供暖、工农业用和热发电。根据温度的不同, 地热资源的利用范围也不相同, 可分为地热发电和直接利用两各方面。地热直接利用包括住宅供热、医疗保健、水产养殖、温室种植、温泉洗浴和旅游度假、农业灌溉和工业利用等。

直接利用高温地热资源的天然蒸汽发电至今已有近百年历史。最早开发并投入运行的是 1913 年意大利拉德瑞罗发电站。此后, 新西兰、菲律宾、美国、日本等一些国家相继开发地热资源, 各种类型的地热电站不断出现, 但发展速度不快。至 20 世纪 70 年代后, 由于世界能源危机发生, 矿物燃料价格上涨, 使得一些国家对包括地热在内的新能源和可再生能源开发利用更加重视, 世界地热发电装机容量才逐年有较大增长^[1]。其中, 美国地热发电装机容量居世界首位, 菲律宾居第二位^[2]。

2. 技术更新换代促进地热产业发展

地源热泵是一种利用地下浅层地热资源(也称地能, 包括地下水、土壤或地表水等)的既可供热又可制冷的高效节能空调系统。热泵技术应用, 加速了地热资源的开发利用, 拓宽了地热利用的资源范

围^[3]。美国有 30 万台地热热泵在运转, 每年可提供 8 000~11 000 GW·h 功率于供暖或空调^[1]。瑞士是一个传统意义上没有地热资源的国家, 但采用热泵技术后, 已可提供 228 GW·h/a 的热功率于地采暖。目前, 全世界热泵利用已占地热直接利用的 33%^[2]。地热发电技术快速发展, 利用温度不断降低。闪蒸技术及双工质发电技术的应用, 使用于发电的地热温度已经由高于 150 °C, 拓展到低于 100 °C 的中、低温地热资源。

新技术、新工艺不断更新换代, 地热开发利用温度不断降低, 从高热区向中低温区拓展; 地热发电的发展速度增长不大, 直接利用发展速度增长迅速; 地热直接利用中, 地热直接供暖明显减少, 热泵供暖和制冷快速发展; 地热水产养殖及温室利用显著减少, 地热洗浴休闲快速增长。

二、我国地热资源丰富, 开发利用总量大

1. 我国地热资源分布及特点

我国高温地热资源的分布主要受构造活动带控制: ①环太平洋地热带, 如我国的台湾省; ②地中海—喜马拉雅地热带, 如藏、川、滇省区; ③裂谷型地热带, 如东部的胶、辽半岛, 华北平原及东南沿海等地区。而中低温地热资源则主要分布在大型的沉积盆地。据中国地调局 2006 年所做的统计, 我国每年

作者简介: 雷群, 1963 年生, 教授级高级工程师, 中国石油高级技术专家, 博士; 现任中国石油勘探开发研究院副院长、兼廊坊分院院长。发表学术论文 40 余篇, 编写专著 9 部, 多次获得国家级及省部级奖励。地址: (065007) 河北省廊坊市中国石油勘探开发研究院廊坊分院。电话: (010) 69213526。E-mail: lqn_828@163.com

在 2 000 m 以浅可采热量达 $68.5 \times 10^8 \text{ m}^3$, 折合标煤 $3 285 \times 10^4 \text{ t}^{[5]}$ 。从地热的区域分布看, 最丰富的是以西藏为代表的中南地区, 其次是华南及华北地区。目前, 国土资源部正式审批的地热田 103 个, 初步评价的地热田 214 个。我国地热田规模以中、小型为主, 大、中型地热田仅 55 处, 占 7.5%。小型地热田 683 处, 占总数的 92.5%。其可利用热能仅 1 008.05 MW, 占总量的 23.3%, 每个地热田平均可开采热能仅 1.48 MW^[5]。

2. 我国地热能源利用发展快速

据中国能源研究会地热专业委员会统计, 到 2005 年, 我国直接利用地热资源的热能为 12 604.6 GW·h, 设备容量 3 687 MW, 分别居世界第一和第三位。热泵技术的应用加速了我国地热资源开发利用的步伐。我国的地源热泵应用在不到十年的时间里实现了跨越式的发展。截至 2006 年底, 全国地源热泵的利用面积已达 $3 000 \times 10^4 \text{ m}^2$, 在京、津地区的应用最多, 仅北京市的应用面积就超过了 $800 \times 10^4 \text{ m}^2$ 。但目前我国地热资源直接利用中医疗洗浴与娱乐健身所占比例最大, 其中供热、医疗洗浴与娱乐健身占 65.2%, 采暖占 18.0%, 种植与养殖占 9.1%, 其他占 7.7%。我国地热发电产业已具有一定基础。目前, 全国地热发电装机总量为 32.08 MW, 其中 88% 都在西藏, 仅西藏羊八井地热电厂总装机容量就达 25 180 kW, 年平均发电量为 $9 500 \times 10^4 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。

3. 我国地热资源开发存在的问题

我国地热资源利用在近年来取得了很多重要的成果, 但仍然存在一些问题。我国地热资源勘查评价程度低, 资源勘查投入不足; 地热资源开发利用规模化、产业化水平不高, 资源利用率低, 并且浪费比较严重; 部分地区地热资源开采过度集中, 过量开采现象严重, 造成地热水位持续下降, 严重影响地热资源可持续利用; 水源热泵、地源热泵技术研究和应用推广有待加强。

三、中国石油地热利用进展及模式

1. 中国石油矿权区地热丰富, 开发利用优势明显

中国石油管辖有大庆、辽河、新疆、长庆、塔里木、吉林、华北等 14 家油田, 登记探矿权面积 180 多万平方公里, 占全国矿权面积的 40% 以上, 其中包括了地热资源丰富的大多数盆地。初步测算, 中国石油所属主要沉积盆地 2 000 m 深度以内所储存的地热资源总量, 相当于 $4 000 \times 10^8 \text{ t}$ 标准煤的发热量 (温度利用下限 25 °C); 若以其中 1% 作为可开采量

计算, 则可开采地热资源总量约相当于 $400 \times 10^8 \text{ t}$ 标准煤的发热量。考虑到地温—深度的对应增加关系, 2 000 m 以下的地温更高, 地热资源总量将更为可观。

中国石油的部分石油钻井可以转化为地热井, 用于地热开发。中国石油共钻井 20 多万口, 只需对其中的部分探井稍加改造, 即可用于地热开发。现有油田采出水应用潜力十分巨大。目前老油田采出程度高含水已达 80%~90%, 采出水处理迫在眉睫。每年油田产水超过 $5 \times 10^8 \text{ t}$, 平均温度 40~50 °C。若利用采出水 5 °C 的温差, 每年提取热量 $3.2 \times 10^9 \text{ kW} \cdot \text{h}$; 若利用热泵技术, 能提供能量 $4.26 \times 10^9 \text{ kW} \cdot \text{h}$, 相当于 486.5 MW 的加热能力。

2. 中国石油地热资源开发利用进展

早在 20 世纪 70 年代, 在石油勘探过程中发现的地热资源, 就引起了中国石油各油区的重视, 并着手加以利用。目前在中国石油的部分油区, 对地热资源的利用已形成了一定的规模, 并取得了较好的效益。

华北油田对废弃井霸 9 井的地热开发是一个典型的成功实例。目前已建成霸 9 井 1 500 m² 井场一座, 温室大棚 28 座。辽河油田建成了首个地热利用示范工程。水源井的地热水汇至水处理站, 进行地下水除铁处理和换热。换出热量用于加热采暖回水。大庆长垣北部地区蕴藏着丰富的中低温地热资源。经地质录井、完井电测、完井试水等成果解释, 该区地热井水温 42~62 °C, 日产热水量为 400~678 m³/d^[6-7]。主要用于供热和农业。

中国石油勘探开发研究院廊坊分院在评价区内地热资源条件的基础上, 设计了地热综合利用示范工程方案。区内存在 4 套热储层: 新近系明化镇组和馆陶组的孔隙热储层、寒武—奥陶系和中元古界长城—蓟县系的裂隙岩溶热储层。热异常区地热水温度为: 埋深 500 m, 地热水温 29.1~30.3 °C; 埋深 1 000 m, 地热水温 44.5~47 °C; 埋深 2 000 m, 地热水温 75~80.3 °C; 埋深 3 000 m, 地热水温 99.2~113.6 °C。根据地下热储层条件, 制定了 3 种地热示范工程实施方案。①钻井 4 口, 利用 100 m 以浅的低温地热资源, 采用水源热泵机组对游泳馆进行供热; ②钻井 6 口, 利用 150 m 以浅地热资源, 对办公区 (面积 $3.7 \times 10^4 \text{ m}^2$) 进行供热或制冷; ③钻井 1 口, 利用 2 000 m 以浅地热资源, 对居民洗浴、公用设施进行集中供热或制冷。

3. 中国石油地热产业发展模式

(1) 依托油田,发挥优势,降低能耗

各油田在矿权区内具有详细的地质资料可以利用,降低了地热资源的勘探成本;油区内部分废弃开发并经适当改造后,可转化为地热开发井;用地热能替代油气开发过程中的能源消耗;开发地热资源对油区供暖、供热将改善油区职工办公及生活条件。开发油区地热资源,替代自用油气。采用热泵技术,利用油田采出水替代加热炉,利用地热进行伴热输油,减少油田内部油气资源的消耗。

(2) 利用地热资源,改善油区工作环境

开发油区地热水资源,根据热源区的用户实际,用于洗浴、供暖、种植养殖业。中国石油所属机关、科研院所、厂矿企业等,都适合进行浅层地热资源开发的推广,对节能减排、降耗会起到巨大的作用。

(3) 在地热资源丰富区,利用中、低温地热发电

华北油区为例,其潜山地热条件较好,中部的中央隆起构造带是大型地热田,2 000 m 和 3 000 m 深度的温度分别为 80~90 °C 和 105~135 °C,产水量一般可达 1 000 m³/d,适合开展地热发电。目前,华北油田已成功在留北、雁翎油田进行了大排量提液实验,正在作地热发电的下一步准备,一旦成功可以在华北油田的其他潜山油田进行推广。

四、中国石油地热开发前景

1. 地热是中国石油主要的新能源业务之一

地热资源基础雄厚,开发潜力巨大。中国石油矿权区内主要盆地,2 000 m 以浅深度以内所储存的地热资源总量,相当于 4 000×10⁸ t 标准煤的发热量(温度利用下限 25 °C)。2003 年中国石油科技部门启动了“可再生能源战略发展”项目,地热是中国石油主要的可再生能源技术投资中方向之一。

2. 中国石油自身能源消耗量大,节能减排空间大

中国石油每年在油气开发过程中能源消耗大量能源,根据 2006 年能源消耗统计数据,每年中国石油能耗超过 1 000×10⁴ t 标准煤的能源。积极利用地热资源,采用热泵技术替代加热炉,利用前景广阔,也将是节能减排和降耗的重要手段。

3. 开发地热资源是客观形势需要

近年来,我国经济持续快速增长,对石油的需求

日益增加。目前,我国石油进口依存度接近 50%,开发替代能源已是大势所趋。中国石油作为我国能源的主要生产者和供应商,在应对我国能源和环境面临的挑战中,还应肩负起环保节能的社会责任,应成为发展可再生能源的重要力量。开发利用地热资源是保障国家能源供应安全、建设资源节约型和环境友好型社会的需要,也是提高自身市场竞争力、实现可持续发展的需要,是一举多得的重要举措。

4. 制定了“十一五”地热业务发展规划

中国石油已经根据自身的实际情况,制定了“十一五”地热业务发展规划。力争到 2010 年底达到 100×10⁴ t 标煤的节能指标。

五、结束语

我国地热资源的直接利用量已位居世界第一,地热发电正在取得进展,地热产业发展迅猛,产业链渐趋完整,并正在向环保、可持续方向发展。中国石油拥有丰富的地热资源,以及专门的人才、技术和资金优势,具有比其他行业更为坚实可靠的地热开发利用的优势和基础。开发利用地热资源既是保障国家能源供应安全、建设资源节约型和环境友好型社会的需要,也是提高自身市场竞争力、实现可持续发展的需要,具有广阔的发展前景。

参 考 文 献

- [1] 汪集旻. 国内外地热资源开发利用发展趋势及我国地热可持续发展的前景[C]. 北京: 中国矿业联合会地热开发管理专业委员会, 2000.
- [2] 张克冰, 赵素萍, 薛江波. 国内外地热资源开发利用的现状与发展思路[J]. 科技与教育, 2002(8): 58-61.
- [3] 黄奕云, 陈光明, 张玲. 地源热泵研究与应用现状[J]. 制冷空调与电力机械, 89(24): 6-10.
- [4] 田廷山, 李明朗, 白冶. 中国地热资源及开发利用[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2006.
- [5] 中国地质调查局水文地质环境地质部. 我国地热资源及其开发利用现状[R]. 北京: 中国地质调查局水文地质环境地质部, 2006.
- [6] 徐凤阁, 王传江, 吴福玉. 黑龙江省林甸县地热资源开发现状和发展前景[J]. 地热能, 1999(5): 4-6.
- [7] 孙艳龙, 高大勇. 大庆油区地热资源钻井技术探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2004(10): 43-50.

(修改回稿日期 2008-11-10 编辑 罗冬梅)