

冰岛地热资源开发利用现状

武选民¹, 柏琴¹, 苑惠明², 葛秀珍², 赵玉军²

(1. 中国地质调查局, 北京 100011; 2. 中国地质调查局水文地质环境地质调查中心, 保定 071051)

摘要: 文章介绍了冰岛地热资源最新调查结果、地热资源管理模式与开发利用现状。提出了我国地热资源当务之急是理顺管理体系、加强地热资源基础调查评价、开展地热应用新技术新方法研究以及国家应予以适当资金扶持等建议。

1 冰岛自然地理与地质背景

冰岛位于北大西洋靠近北极圈的海域, 是欧洲第二大岛国, 面积 $10.3 \times 10^4 \text{ km}^2$, 人口约 30 万。岛内年均降水量 2 000 mm, 人均拥有水资源是欧洲人均的 600 倍。岛内冰川与火山并存, 地震与地热孪生, 全岛 11.5% 的面积被冰川覆盖, 有火山 200 多座, 其中活火山 30 余座, 仅历史上有记载的火山喷发就有 150 多次。冰岛位于北美和欧亚构造板块的边缘地带, 两个板块每年以 2 cm 的速度飘离^[1], 是地球上很少能在海平面上看到山脉漂流的地方之一。特殊的地质构造使冰岛成为世界上地热资源丰富的国家之一。

2 冰岛地热资源概况

冰岛对地热温度的分类指标与其他国家有所不同, 冰岛将地下 1 000 m 左右、温度低于 150 °C 的地区定为低温地区; 温度高于 200 °C 的地区定为高温区。冰岛地热田的分布与火山位置密切相关。从西南向东北斜穿全岛的火山带上, 分布有高温蒸汽田 26 个, 低温地热田约 250 个, 天然温泉 800 余处。

冰岛地壳厚度 0~10 km 范围内的地热资源总量为 3 亿 TWh (1 TWh 相当于 1 亿度电); 地壳厚度 0~3 km 范围内的总量为 3 000 万 TWh; 技术上可利用的为 100 万 TWh。若将全部地热能用来发电, 每年可发电 800 多亿度^[1]。

3 冰岛地热资源管理模式

冰岛地热资源的勘查与开发由国家统一管理, 不允许私有公司参与其中。冰岛地热管理机构包括: 国家能源局、国家地质调查局和能源公司。

国家能源局负责地热能源勘探和开发政策的制定, 为社团、公司等提供建议, 下设 3 个独立的部门: (1) 能源管理处, 主要负责能源统计与分析; (2) 联合国大学地热培训部^[2], 主要承担对发展中国家地热工程师的培训任务, 1979~2006 年, 我国已有 64 人获得培训; (3) 水文服务处, 代表国家和能源机构监测和管理国家水资源(包括地质灾害等)。

冰岛地质调查局是为政府、国家电力产业、外国公司提供地热基础数据的服务性机构, 不能直接从政府获得经费, 只能以承担项目的形式, 通过合同从政府、能源公司、公用事业机构等部门来获得工作经费。每年的工作经费约为 600 万美元。

能源公司是负责全国水力和地热资源勘查开发、能源生产与经营的机构。目前, 能源公司拥有 Krafla, Svartsengi, Blue Lagoon, Reykjanes, Nesjavellir, Hellisheidi 等地热电站, 以及为居民住宅、工农业生产等进行供热供暖的工程系统。能源公司需要施工的地热钻井则由商业企业承包完成。

4 冰岛地热资源开发利用现状

冰岛在长期利用地热过程中, 摸索出一套科学高效的梯级利用技术。即从地热井中抽出高温热水和蒸汽, 经分离后用高温蒸汽进行发电; 用高温热水将低温地表水(多为湖水)加热至 80 °C 左右后输入市区, 供居民住宅、游泳池等采暖使用; 通过热交换器冷却后的地热水含有大量对人体有益的矿物质, 则用于温泉疗养区的洗浴保健; 此后的地热水温度依然较高, 经处理后用于绿色温室种植、养殖业的供热。

4.1 冰岛 87% 的家庭使用地热取暖^[1]

在 20 世纪 30 年代, 首都雷克雅未克市政府就开始有计划地使用地热资源为城市进行区域供暖。目前, 该市建有 10 个自动化热力站, 供热管道 400 多公里, 近 20 万居民已 100% 实现了地热供暖。冰岛除了 26 个为城市进行区域供热供暖的系统外, 还建有 200

个较小的乡村供热公司。全岛 87% 的家庭实现了地热取暖, 全国每年可因此节约燃料开支上亿美元。

4.2 地热发电占国家总发电量的 19% 以上

冰岛是利用地热发电较早的国家之一。近年来, 由于高耗能产业的迅速发展, 对电的需求不断增加, 促使地热发电有了很大进展。目前, 地热发电站装机容量总计 200MW_e, 排名世界第八位。2005 年地热发电总量是 1 658GWh, 占国家总发电量的 19.1% (菲律宾达 20%), 但加上水力发电, 冰岛可再生能源发电占总发电量的 71%, 居世界第一^[3]。2006 年开始, 对现有部分地热发电站进行扩容和两个新发电站的建设, 将增加装机容量 210MW_e。电力生产带动了以铝业为龙头的高耗能产业的发展, 截至 2004 年, 冰岛铝产品出口额占国家总出口额的 25%, 将进入世界铝业生产大国的行列。

4.3 温室种植和渔业养殖

1924 年起, 冰岛开始尝试建设地热温室, 发展生态农副业, 获得成功。2002 年, 全国温室总面积达 19.5 万 m², 生产的西红柿、黄瓜可满足国内 70% 的市场需求。20 世纪 80 年代中期开发的地热养殖业, 通过缩短鱼苗孵化和生长周期, 提高产量, 大大加速了渔业的发展, 目前年收获鱼产量近 200 万 t, 是世界人均产鱼量最高的国家。

4.4 洗浴保健和特色旅游业

全冰岛约有 160 个游泳池, 其中有 130 个利用地热能加热。大多数是全年开放的露天游泳池, 主要用于娱乐和游泳训练。冰岛拥有火山口、熔岩流、热气孔、热泥池及间歇泉等独特的火山地热景观, 依赖独特的地貌和众多温泉疗养区, 每年吸引着大量外国游客。2004 年赴冰岛旅游人数已逾百万, 前景十分看好。

4.5 工业生产上的利用

冰岛西部 Reykholar 地区的海藻制造厂 (Thorverk 公司) 直接利用地热资源进行生产, 自 1976 年投入生产以来, 每年生产约 2 000~4 000t 的墨角藻和海藻粉。在冰岛利用地热能烘干鱼产品已有约 25 年的历史, 每年出口烘干的鳕鱼达 15 000t。近几年又兴起宠物食品的烘干行业, 每年生产宠物食品约 500t。冰岛南部 Grimsnes 地区的 Haedarendi 地热田, 在地热流体中每年生产商业使用的液态 CO₂ 约 2 000t。

4.6 融雪

自 20 世纪 80 年代以来, 在冬季, 地热能用于加热路面和融化积雪逐渐得到推广, 家庭用约 35℃ 的水进行人行道和停车场除冰。当路面冰层较厚时, 大多数

融雪系统都有可能使用 80℃ 的热水除冰。全国融雪系统的总面积约为 74 万 m², 首都的约为 55 万 m²。

5 启示与建议

我国利用地热资源的历史长达两千多年, 特别是近几十年来地热开发利用规模日趋扩大。但总的来看, 我国的地热资源勘查、开发利用技术等与国际上存在一定差距, 诸多方面亟待加强和完善。冰岛等国家在长期开发利用地热资源历程中所形成的技术和管理模式, 对我们至少有如下启示:

(1) 理顺管理体系是当务之急。我国目前这种多部门管理地热的模式, 在一定程度上制约着地热产业的健康发展。按照地热资源的自然属性, 理顺地热管理体系, 实行统一管理, 健全完善相关法律法规, 当务实现我国地热资源有序开发与有效保护的首要问题。

(2) 地热资源基础调查评价亟待加强。时至今日, 我国尚未完成系统的地热调查评价工作, 全国地热资源总量、开发潜力等总体状况不详。现有研究程度无法满足国家层面进行宏观规划、科学指导的需求。在以往工作的基础上开展全国地热资源调查评价, 查明我国地热资源的地质背景、区域分布规律、开发利用前景等状况是一项迫切任务。

(3) 大力开展新技术新方法研究。我国地热类型多、成生的地质背景差异大, 国外技术不宜照搬。要借鉴国外, 利用国际平台培养人才, 加大适合我国国情的技术与方法的研究力度, 如综合利用钻探、回灌、地源热泵与监测技术等。技术方法的突破是实现地热资源高效开发与可持续利用不可缺少的重要环节。

(4) 国家应给予适当的资金扶持。地热资源埋藏相对较深, 开发工程建设前期勘查、地热井钻探等费用高、风险大。目前, 单纯依靠商业投入, 在一定程度上限制了我国地热能源利用产业化发展。冰岛政府对能源公司采取贷款与核销相结合的“地热基金”模式值得借鉴。建立国家财政与开发单位共同承担前期投入的风险机制, 将会大力促进我国地热产业的发展。

参考文献:

- [1] National Energy Authority and Ministries of Industry and Commerce. Geothermal Development and Research in Iceland[M]. 2006.
- [2] United Nations University. Geothermal Training Programme: Geothermal Training in Iceland[R]. 2005.
- [3] Ingvar B Fridleifsson. Geothermal Development in Iceland and China[M]. 2002.