

地热供暖系统运行分析及优化

杨艳红

中国城市建设研究院有限公司 北京 100000

摘要:我国地热资源主要为中低温水热型地热田,具有分布广泛、储量巨大、开发利用难度较低等特点,已经成为一种新型的可再生能源。为了充分利用地热资源,根据“品味对口,梯级利用”的用能思想实现地热能的梯级利用提升能转化效率。通过一些企业近些年的生产运行情况,潜水泵、热泵机组等耗能热泵是地热供暖系统能效优化的关键。本文就此展开了探究。

关键词: 地热能源; 供暖系统运行; 地热供暖

Operation analysis and optimization of geothermal heating system

Yanhong Yang

China Urban Construction Research Institute Co., Ltd. Beijing 100000

Abstract: Geothermal resources in China are mainly medium-low temperature hydrothermal geothermal fields, which have wide distribution, huge reserves and low difficulty in development and utilization, and have become a new type of renewable energy. In order to make full use of geothermal resources, according to the energy use idea of “taste matching, cascade utilization”, the cascade utilization of geothermal energy is realized to improve the energy conversion efficiency. Through the production and operation of some enterprises in recent years, energy-consuming heat pumps such as submersible pumps and heat pump units are the key to the energy efficiency optimization of geothermal heating system. This paper explores this question at this point.

Keywords: Geothermal energy; Heating system operation; Geothermal heating

引言:

中国目前已成为地热利用中经济效益最好的国家之一。在华北和东北地区,天津已开采到80 T 以上的热水。据不完全统计,截至2020年底,天津滨海新区有地热探矿权10个,地热采矿权89个。滨海新区地热资源的利用方式涉及供暖、生活用水、温泉洗浴、农业种植、养殖等,地热开采井81眼,回灌井34眼,地热采灌系统33处。2020年地热流体开采总量773.11万立方米,回灌总量314.39万立方米,总体回灌率40.67%。其中主力开采热储层馆陶组开采量668.27万立方米,回灌量257.19万立方米,回灌率38.5%;雾迷山组开采量57.58万立方米,回灌量57.2万立方米,回灌率99.34%,供热面积达到653.12万平方米,且供暖方式已由单一的直接供暖向间接供暖(利用换热器)、地板式采暖以及热泵技术配合其他能源的调峰技术供暖等多种方式发展。

一、地热开发的制约因素

1. 资源禀赋

地热资源虽是清洁能源,但其开发利用极其依赖于当地的地热资源条件。故而,市场开发需立足各地地热资源条件,推动地热市场规模化发展。近年来各新能源研究院在资源勘查方面做了大量工作,主要集中在北方中深层地热,对北方区域市场开发起到了很大的推动作用,但浅层地热特别是南方冬冷夏热地区还缺乏系统性勘查,对不同类型的地热资源可开发性需要进一步研究,细化开发类型,增强指导作用。近年来,随着对重点地区的地质认识不断深化,地热勘探井成功率逐年提升,助力地热开发利用快速拓展。但在资料相对缺乏、构造复杂、±也层发育变化快、地热储层非均质性较强的区域,地热钻探失利的情况依然时有发生;在南华北盆地的太康隆起、南襄盆地,汾渭地堑系的运城盆地等区带

尚未取得勘探突破;南方地区四川、贵州、湖南、安徽及江苏等省的地热资源认识仍处于初步阶段,制约了新区域、新城市的快速拓展。

2. 市场需求

一直以来,在强制供暖线以北生活的人们已经习惯冬季供暖;但是在强制供暖线以南生活的人们没有用暖习惯。近年来,随着人民生活水平的提高和冬季极端天气频发,一些南方地区的居民也出现了供暖需求^[1]。无用暖习惯地区的人们受一直以来的生活习惯和对地热能认知有限的影响,对集中供暖仍持有不同态度,虽有用暖需求,但地热市场规模化开发仍需要培育和引导。

3. 政策导向

在北方地区,经过多年的开发应用,人们已经逐渐接纳了地热供暖,个别地区也出台了一些相关配套支持政策,促进了地热的开发利用,但仍缺乏自上而下的系统性政策支持。在南方地区,人们除了没有用暖习惯外,更是缺乏相应的政策支持,制约了地热的规模化开发利用。政策性制约是目前地热开发利用行业面临的关键性问题^[2]。一是各地区没有对地热行业统一认识,对于行业合规性管理还存在很多职责不清的问题,造成我们在包括办理矿权等方面的工作较难推进,比如天津地区虽然资源好但是矿权批复很难、河北地区对地热开发“一刀切”的问题等。二是环保政策日趋严格,地热项目中的回灌等技术问题尚未得到全面解决,规模化开发面临技术难题。三是地热水资源税的收取增加了地热项目的投资成本,对地热资源的开发利用造成较大影响,降低了地热项目的市场竞争力。

4. 技术攻关

我国存在大量的砂岩地热资源,是许多地区(例如河南省开封地区)地热资源开发的重点区域。但是,防砂和回灌问题一直是影响砂岩热储开发中的重要因素。

经过多年的研究和应用,防砂和回灌均取得了较好的技术成果,目前新钻井的出砂问题基本解决,大部分砂岩回灌井回灌能力能够满足供暖项目运营需求^[3]。但是目前来看,仍然存在出砂层位认识不清、挡砂精度与地层颗粒匹配性差以及出砂后治砂工艺成本高等问题;回灌方面回灌层堵塞、回灌能力逐步衰减以及现场管理技术力量薄弱等问题,都影响了砂岩热储的可持续有效开发。

二、地热供暖系统运行及优化措施

1. 重视二次侧循环温度对站内能耗的影响

如表1所示,地热供暖系统的能量主要由地热能间接换热负荷与热泵梯级利用负荷两部分组成,能量消耗主要来自于热泵系统。由于该站在设计阶段全国地热供暖项目运行模式还在摸索之中,末端用户主要以散热片为主,采暖循环供回水设计为43/50℃。考虑2℃的夹点温度,经由板式换热器间接取得热量较少,为满足末端供暖负荷需要热泵机组提供较大的负荷。地热供暖项目末端多数为近年来新建建筑,户内末端多为地暖,因此根据JGJ142-2012,在二期建设时将采暖循环运行温度降至35/45℃。

表1 不同供回水温度下供暖负荷占比情况

| 回水温度 (°C) | 间接供暖负荷 (kW) | 热泵负荷 (kW) | 总热负荷 (kW) |
|-----------|-------------|-----------|-----------|
| 43 | 895.51 | 3437.5 | 4333.01 |
| 35 | 1918.95 | 2337.5 | 4256.45 |

如图1所示,降低二次侧循环温度后间接供暖的负荷显著增大,综合考虑项目入住率、逐时气温变化等情况,间接供暖可满足建筑70%以上的供热负荷,显著降低热泵开启时间,有助于减少系统能耗,提高地热供暖经济性。

2. 二次侧系统对站内能耗的影响

该地热站采用枝状管网,接入11个供暖用户,分布

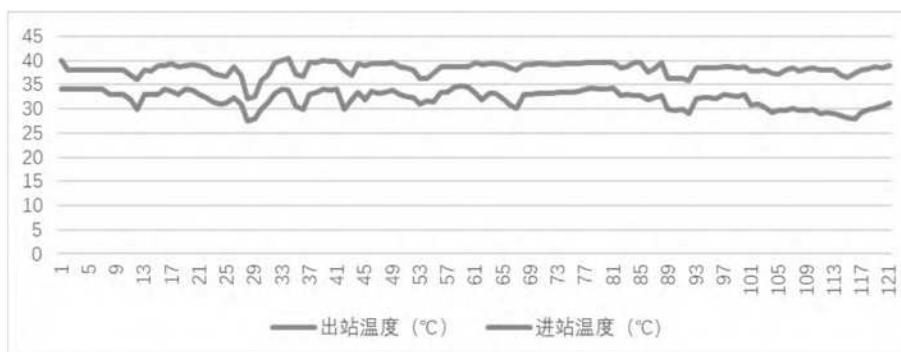


图1 某地热站二次网循环水进出站温度

于3公里供暖管线沿线。如图2所示,二次侧保持6~8℃的供回水温差,且循环温度未随气温变化发生调整,未采用“大流量、小温差”的运行策略。

$$Q = \Delta t C_p V \rho$$

Q——热负荷, kW

Δt ——温差, °C

C_p ——水的比热容, J/kg

V——循环量, m³/h

ρ ——水的密度, 1000kg/m³

根据质调节的基本思路,将气候补偿器与二次层系统进行关联,将采暖循环供回水温差由实际运行温差的6~8℃增大至10℃的设计工况,采用“大温差、小流量”的运行模式,采暖循环量减少20~40%,并根据气温变化情况调整机泵负荷,则采暖循环能耗可降低20%以上。

3. 设备运行策略对站内能耗的影响

如图2所示,在地热站满负荷运行时主要能耗由二次侧耗电与热泵机组耗电组成,其中热泵耗电占比超过80%。地热能间接换热负荷是由地热流体经过板式换热器与采暖循环流体直接进行热交换,全过程中仅需要一次网和二次网的水泵做功,系统能效比均在10以上。热泵梯级利用受限于热泵机组性能,能效比大多不超过5。根据实测数据分析,地热供暖全系统能效比平均可达8以上,远高于纯热泵供能系统与燃煤燃气锅炉供热系统^[4]。因此在实际的供暖运行过程中,常在中低负荷时开启更多地热井,并按照气温变化情况调整二次网循环温度,进而增大间接换热负荷提供的能量,减少热泵机组开启时间,通过合理安排站内设备运行策略,可显著降低系统运行能耗。

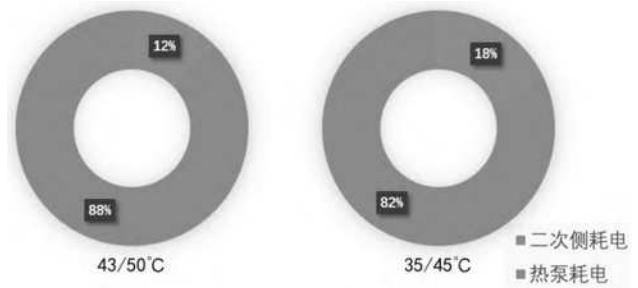


图2 不同供回水温度下电负荷占比情况

三、结束语

总之,地热供暖系统通过开采中深层地热水,采用“地热间接供暖+热泵调峰”能源梯级利用的技术路线为用户提供供暖服务。我国地热资源品味与集中供暖系统循环温度接近,结合当地社会经济情况地热供暖在我国得到大规模发展。但是,地热供暖属于民生工程,周期长、收益慢,要提高企业投资效益,需要不断优化设备选型配置、采取节能控制等措施来降低成本。

参考文献:

- [1] 马金星, 张小刚, 姚翔宇, 李垚. 咸阳市某小区中深层地热供暖系统设计应用[J]. 暖通空调, 2022, 52(S2): 200-204.
- [2] 黄思浩, 赵小双, 王令宝, 卜宪标, 李华山. 公共建筑储热式地热供暖系统多目标协同优化[J]. 新能源进展, 2022, 10(05): 431-439.
- [3] 李华山, 赵小双, 黄思浩, 卜宪标, 王令宝. 考虑热储特征的地热梯级供暖系统经济性及环境效益[J]. 新能源进展, 2022, 10(05): 456-462.
- [4] 牛海瑞, 王俞文, 刘健, 宋新强. 地热清洁供暖系统中成本管理及能效提升策略探究[J]. 石油石化绿色低碳, 2021, 6(06): 72-76.