

地热能资源站数字化技术的应用及建设

靳方誉¹ 方城² 段展¹

1. 河南山水房地产有限公司 河南郑州 450000

2. 河南豫地新能源有限公司 河南郑州 450000

摘要:地热能作为一种零碳、清洁能源,其开发利用对于碳中和具有重要价值,已被社会广泛认可,但因地热能产业数字化、智能化水平比较落后,一定程度上阻碍了其更大规模和更高质量的开发利用。本文结合实际案例,深入研究了数字化在地热能资源站的应用,揭示了数字化技术对资源站的贡献,比如提升整体系统的性能,降低整体能耗,优化运营管理,实现环保和高能效机房的效果等,为国家能源供应体系的转型升级和能源数字化改革贡献了自己的力量。

关键词:地热;资源站;数字化技术;应用及建设

引言

地热能作为一种零碳、清洁能源,其开发利用对于碳中和具有重要价值^[1]。但因地热能产业数字化、智能化水平比较落后,一定程度上阻碍了其更大规模和更高质量的开发利用。山东省物化探勘查院刘杰^[2]介绍了地质环境监测系统的建设,重点介绍了地理管和地下水两种不同换热方式热泵工程各自前端数据采集系统中地质环境监测设备的布置,主要的监测项目、监测精度、频率要求,以及利用监测数据可以进行的分析内容等。上海华电闵行能源有限公司的周金顺^[3]等针对分布式能源企业盈利能力低的问题,提出了分布式能源站智能化建设的架构体系,利用现代化信息技术、大数据、物联网、机组一键启停技术、一体化管控平台等科技手段建设智能化的分布式能源站,让其成为企业增强盈利水平的重要途径。上海建工集团工程研究总院的卜真良^[4]结合工程实际,对数字化在制冷机房改造中的应用进行了研究,对项目改造的难点进行分析,提出了相应的针对性解决方案,为其它工程提供了借鉴。由此可见,目前数字化信息技术在能源项目中逐步被重视,与国家提出的“智慧能源”相契合,本文提出的地热能资源站数字化技术的优化应用符合国家能源供应体系转型升级和能源数字化改革的时代背景,具有一定的现实意义。

作者简介:靳方誉(1990.10-),男,本科,学士学位,目前为工程师。

一、项目简介

该项目位于郑州市郑东新区,总建筑面积88940.54 m²,地上部分54334.86 m²,地下部分33714.68 m²,包含住宅,商业,便利店,地下停车场,社区综合用房等功能区,属于综合类建筑,这些建筑各自使用时间不同,需要对各区域用能提出新的规划。该项目机房设备装机总容量为917.2 kW,采用交流380V供电,(水)地源热泵机组两台提供冬季采暖和夏季制冷,安装4台电气设备控制柜,所有控制柜设计远程节能控制所需监测和控制节点,根据需求进行远程控制或者就地控制各种水泵和用电设备的启停。

二、资源站设计

资源站在设计时考虑商业及住宅使用时间互补性和同时使用系数,夏季机房综合冷指标为50 W/m²,总冷负荷为2945 kW;冬季综合热指标为40 W/m²,总热负荷为2356 kW。机房位于地下二层,系统配置2台(水)地源热泵机组,其中一台设计为地源工况,另一台设计为水源工况,两台主机满足水源及地源工况,并可在两种工况间切换。夏季制冷时,蒸发器进出口水温度为12/7℃;冬季制热时冷凝器进出口水温度为40/45℃。用户侧冬夏季供回水温差都为5℃,地理管系统夏季供回水温度为30/35℃,冬季供回水温度为9/5℃;井水系统设计夏季供回水温度为18/29℃,冬季供回水温度为17/6℃。两台机组使用井水时,额定制冷量为1512 kW,输入功率245 kW, COP: 6.1;额定制热量为1629 kW,输入功率335 kW, COP: 4.8。使用地理管工况时,额定制冷量为1492

kW, 输入功率242 kW, COP: 5.9; 额定制热量为1571 kW, 输入功率331 kW, COP: 4.7。其它的设备主要有: 空调和地埋管循环泵各三台, 全自动软水器, 地埋管和空调定压补水真空脱气机组各一台, 空调侧和埋管侧微泡排气除污装置各一台, 共同保障系统的正常运行。地热能源站实景图如图1所示。



图1 能源站实景图

2021年9月, 国家发展和改革委员会与国家能源局等八部委联合发布的《关于促进地热能开发利用的若干意见》指出: 对集中程度不高的供暖需求, 在满足土壤热平衡情况下, 积极采用地埋管地源热泵供暖供冷^[5]。结合当地实际情况, 本项目夏季系统运行开启两台热泵机组, 系统运行以地源热泵机组为主。冬季系统满负荷运行时, 开启一台地源热泵机组, 不足部分开启井水工况热泵主机, 最大限度减少对地下水资源和环境造成的损害。

三、控制系统组成

此次的地源热泵基本实现了全自动控制, 空调机房设置PLC控制柜和液晶的触摸显示屏, 并内置智能节能监控软件, 动态人机界面采用液晶显示屏作为显示和操作界面, 预设置不同工况下的智能节能监控程序, 可以在液晶触摸显示屏上实现一键启停, 能够根据空调机房系统设备的运行工艺进行自动开启、关闭和节能调节。显示屏能够显示机房内空调系统的动态工况界面, 查询各个仪表的参数。热泵的蒸发器和冷凝器出水口安装电动蝶阀, 供回水管安装压力、温度传感器, 回水总管安装流量传感器, 井水管供回水总管安装温度传感器, 供水总管安装了流量传感器; 地埋管水系统供回水总管安装压力、温度传感器, 回水总管安装流量传感器。室外安装室外温度传感器。供电系统采用220/380V, 负荷用电采用三级负荷, 无功功率补偿方式采用集中补偿, 无功补偿功率因数到0.9以上。选用的为绿色、环保经国家认证的电气产品, 并选用高性能的配电设备, 高品质的

电缆电线降低自身的损耗, 配电系统合理分配与平衡负荷, 单相负荷分配尽量做到单相负荷平衡。

四、控制方案分析

(一) 启停控制

本系统采用一键启停控制, 根据设备运行特性和运行时间, 通过软件对受控设备进行相应的逻辑控制, 操作人员通过液晶显示屏上的一键启停实现系统的开关机。自动运行可以按照预设的管理软件逻辑顺序, 自动开关相应的水源热泵机组, 电动蝶阀, 循环水泵, 并按照设定温度进行节能调节; 热泵机组和水泵之间是连锁关系, 按照工艺顺序进行自动启停控制。系统采用落地式膨胀水箱定压, 补水采用软化水, 全自动软化补水系统设在水泵房, 根据设定压力值, 由电节点压力表控制补水泵的启停。末端控制采用液晶控制面板控制风机盘管的档位和电动阀, 电动阀和风机盘管的开启与关闭进行联动。

(二) 变流量控制

空调水系统采用变流量设计, 根据供回水管间的压力差或供回水管温差改变循环泵的转速, 循环水泵采用自动变速控制。通过热泵机组或冷水机组最小流量不得低于额定流量的70%。当系统末端所需流量低于额定流量的70%时, 开启供回水总管间的压差旁通阀。制冷系统的冷冻水和冷却水循环采用变频调速水泵, 根据实际情况对水泵转速进行调整, 减少冷冻水流量, 降低水泵电功率的消耗。空调末端设备接电动两通阀, 根据室内温控器控制空调内冷热水流量, 房间室温均能进行自动控制, 控制水流速和风速在经济流动范围内。

(三) 中央监控管理系统

热泵机组、热量表、水表和智能电表提供标准通讯接口, 通过总线连接至PLC控制, 用于采集各种运行参数, 并控制、调节相关设备。热泵系统和空调系统采用自动监测和控制, 优化运行, 最大限度实现节能。系统监测和控制的内容主要包括: 热泵机组和水泵的启停控制、频率调节, 手自动状态、运行状态、故障报警、运行频率反馈信号的采集, 热泵机组出水温度和温差调节, 各种供回水温度、压力、流量监测, 电动阀的开关控制和监测。室外温湿度采集, 系统生产热量和补水水量监测, 各控制柜电参数采集(包括电量、电压、电流、功率因数等)。热泵机组运行参数采集(包括负荷率、出水温度、COP值等)。

所采用的中央监控管理系统能够与现场仪表相同时间间隔于测量精度连续记录、显示各个系统运行参数和

设备状态，并能够计算和定期统计系统的能量消耗、各台设备连续和累计运行时间，并改变各控制器的设定值，依据节能控制程序自动进行系统或设备的启停，设立权限控制安全机制，设置与其它弱电系统数据共享的集成接口。此系统对热泵机组蒸发器/冷凝器进出口温度和压力，水泵进出口压力，分集水器温度、压力（或压差）；水过滤器前后压差；水井系统回水量；系统冷量的瞬时值和累计值等进行监测。在对热泵机组冷热量的瞬时值和累计值进行监测时，能够结合监测情况提出优先采用冷、热量优化控制运行台数的方式。另外，采用自动方式运行时，空调水系统中各相关设备及附件与热泵机组进行电气连锁，顺序启停。并随时对设备运行状态进行监测和故障报警。还可以对空调的供回水温度及压差和冷却水最低回水温度进行监测和控制。通过供回水温差、室外温湿度、负荷预测自动调节水泵的运行频率和热泵机组的出水温度。在满足使用需求的情况下进行节能调节。

（四）计量系统

在能源站设置了供回水温度计、压力表和冷量计量表。设置总供冷量及分业态、分环路冷量计量装置，自动计量冷量的消耗。本建筑中的住宅部分采用当量空调计量表控制系统，按照分户计量，按量收费的标准，当量空调表用于采集风机盘管的运行状态，所有风机盘管都必须经过当量空调表控制。空调计量系统管理平台设在物业管理用房。

（五）智能控制方案

本系统通过采集室外温湿度参数，末端负荷热量参数，空调系统水温度、压力、流量等参数结合空调供回水温度实现空调机组的台数控制和自动加减载控制。结

合实际情况，本项目共采用了6种智能节能管理的监控方案：1）机组1对应地理管，机组2对应水井。2）机组2对应地理管，机组1对应水井。3）机组1对应地理管。4）机组2对应地理管。5）机组1对应水井。6）机组2对应水井。这些方案可以根据用户的具体需求进行仅有地理管或者仅有水井或者协调运行的模式，极大提高了运行的灵活性。

结语

通过实际案例介绍了数字化在能源机房领域的应用，对地热能源站数字化的应用及建设提出了相应的解决方案，并介绍了在建设过程中各设备的启停控制，水流流量的控制以及中央监控管理系统和计量系统等。与传统能源站相比，这种形式降低了整体能源的消耗，实现了环保和高能效的机房效果。随着科技的不断进步，未来数字化技术在能源站将拥有更广泛的应用场景，我们也期待未来进一步提升能源站的智能化水平。

参考文献

- [1] 马冰，贾凌霄，于洋，等.世界地热能开发利用现状与展望[J].中国地质，2021，48（06）：1734-1747.
- [2] 刘杰.浅层地热能开发利用地质环境影响与监测系统建设研究[J].山东国土资源，2018，34（01）：49-55.
- [3] 周金顺，鞠明.燃气分布式能源站智能化建设思考[J].华电技术，2019，41（11）：80-84.
- [4] 卜真良.数字化技术在运行中的制冷机房改造中的应用[J].建筑施工，2021，43（11）：2388-2390.
- [5] 国家能源局.关于促进地热能开发利用的若干意见[Z].国能发新能规〔2021〕43.