

某机场冷、热源方案在新政策、新技术要求下的分析研究

李建忠

民航机场规划设计研究总院有限公司华北分公司 北京 100621

摘要:在碳达峰、碳中和的国家战略下,在能源供给紧张的现实条件下,在民航局推动建设绿色机场的行业背景下,研究基于利用绿色能源的机场供冷供热系统,有助于减少机场污染物排放,有利于自然资源循环利用,减少化石能源使用水平。本文分析地热供热供冷的可行性,供有地热资源的地区借鉴。基于当时的条件,虽然最终机场业主选用了技术更为成熟稳妥的直燃机+燃气锅炉方案,未选用地热余热方案,但是在当今的发展环境和条件下,重新分析研究地热梯级利用的方案有很大推广价值。

关键词:机场;地热;直燃机;燃气锅炉

1 研究背景

第一,2020年9月22日,相关文件提出:“中国将提高国家自主贡献力度,采取更加有力的政策和措施,二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和^[1]。”2021年3月5日,相关工作报告中指出,扎实做好碳达峰、碳中和各项工作,制定2030年前碳排放达峰行动方案,优化产业结构和能源结构。碳达峰则指的是碳排放进入平台期后,进入平稳下降阶段,也就是二氧化碳排放量“收支相抵”。碳中和,是指企业、团体或个人测算在一定时间内,直接或间接产生的温室气体排放总量,通过植树造林、节能减排等形式,抵消自身产生的二氧化碳排放,实现二氧化碳的“零排放”^[2]。

第二,我国正处于新时代新发展阶段,国家还将继续大力发展城镇化,能源供给已经成为经济社会发展的主要支撑因素,我国能源供给不足、不平衡的局面面临巨大压力。机场是地区经济发展的重要基础设施,随着航空业务量的迅猛增长,机场规模越来越大,单体50万平米以上的航站楼越来越多,同时机场周边的临空产业也发展迅速,因此以机场为核心的建筑群规模的急剧增长,机场及其周边附属设施成为新的能源消耗大户,更是污染物排放的大户。建设低耗能、低排放的机场设施势在必行。

第三,同一时期,民航局提出建设四型机场(平安机场、智慧机场、绿色机场、人文机场)的新要求,已发布《推进四型机场建设行动纲要(2020-2035年)》,其中建设绿色机场,实现可持续发展是建设四型机场^[3]的主要任务。

因此在这样的背景下,研究机场建筑群低能耗、低排放的供冷供热形式尤为重要。

2 工程概况

本建设项目是在原有机场设施的基础上,新建12万m²航站楼以及近2万m²的各项配套设施。为此,在新航站区新建供热、制冷站一座,作为新航站区的冷热源,新建供热、制冷站建筑面积2000m²。新航站区总供热负荷13300kw,其中空调热负荷9400kw、采暖热负荷1800kw(考虑预留发展)、

生活热水负荷2100kw。航站楼总冷负荷13940kw,其余配套建筑均采用多联机制冷空调系统。

3 方案介绍

本次比选方案为:地热梯级利用方案;直燃机+燃气锅炉方案;电制冷加燃气锅炉方案;冰蓄冷+燃气热水锅炉方案;冰蓄冷+电蓄热方案。

3.1 地热梯级利用的方案

本方案为地热井+水源热泵机组,本期计划开采两对四口2800米地热井(两口为开采井,两口为回灌井),单井流量为120~140m³/h,出水温度为85℃,作为本期新航站楼的主要热源,通过水源热泵的综合利用将回灌水的温度降至12℃左右,然后回灌到回灌井,保持地下水的基本平衡。相关地热数据参考机场附近地区地热开采项目的基础数据。地热供暖方案为采用地热结合水源热泵供暖与燃气锅炉相结合的多元供暖方式。地热井直接换热可提供约3500kw热量,水源热泵机组部分可提供约为7050KW热量。本次设计选用3台水源热泵机组,单台机组的供热负荷为2350KW。地热井结合水源热泵系统的总供热负荷约为10550KW左右。本期供热站总供热量16150kw。

航站楼夏季空调冷负荷为13940KW。冬季供热时使用的水源热泵机组,夏季可以作为航站楼空调系统的部分冷源。为此还需设置制冷设备提供剩余的冷负荷,本次设计计划采用两台离心式冷水机组,单台机组的制冷量为4650KW,功率为850KW,制冷站总装机容量为13950KW。

3.2 直燃机+燃气热水锅炉方案

本工程计划在供热、制冷站内设置3台,单台供热量为3500kw,制冷量为4650kw的直燃型溴化锂机组。直燃机只为航站楼提供冷、热负荷。航站区其它建筑的采暖和生活热水分别由设在站内两台供热能力为2800kw的燃气锅炉解决。供热、制冷站本期供热总负荷16100kw,供冷总负荷13950kw。

3.3 电制冷机组+燃气热水锅炉方案

本方案计划在新建的制冷站内设3台制冷量为4650KW的离心式冷水机组,总装机容量为13950KW。冬季供热采用燃

气锅炉方案, 选用三台燃气锅炉, 两台作为采暖和空调的热源, 单台供热量7000kw, 一台作为生活热水热源, 单台供热量2800kw, 总供热量为16800kw。

3.4 冰蓄冷+燃气热水锅炉方案

本方案夏季采用双工况螺杆式电制冷冷水机组, 夜间利用低谷电制冷蓄冰, 白天由冷水机组联合蓄冰装置融冰为空调系统供冷, 冬季由燃气热水锅炉提供空调热源和全年生活热水。站房内设置1台550RT基载主机, 4台530RT的双工况冷水机组, 3台燃气锅炉, 单台供热量7000kw, 1台生活热水锅炉供热量2800kw, 供热量和供冷量与方案三基本相同。

3.5 冰蓄冷+电蓄热方案

本方案夏季采用双工况螺杆式电制冷冷水机组, 夜间利用低谷电制冷蓄冰, 白天由冷水机组联合蓄冰装置融冰为空调系统供冷, 冬季采用电锅炉夜间利用低谷电蓄热, 白天由电锅炉联合蓄热装置为空调系统供热。另设置1台2800KW燃气锅炉提供全年生活热水。站房内设置1台550RT基载主机, 4台530RT的双工况冷水机组, 1台1000KW基载电锅炉, 3台1800KW电锅炉。供热量和供冷量与方案三基本相同。

4 方案的比选

比选的主要基础数据: 燃气使用费2.2元/Nm³; 电费: 高峰价0.94元/kWh, 平峰价0.60元/kWh, 低谷电价0.278元/kWh, 开采地井价格1500元/m。

4.1 建设投资和运行费用比较

表1 不同供能方案建设投资及运行费用对比表

(单位: 万元)

序号	冷热源形式	建设投资	运行费用
1	地热梯级利用方案	4800	900
2	直燃机+燃气热水锅炉	2900	1200
3	电制冷机组+燃气热水锅炉	4500	1230
4	冰蓄冷+燃气热水锅炉	4120	1070
5	冰蓄冷+电蓄热	5200	830

4.2 系统运行寿命周期内年平均费用比较

按照20年的系统运行寿命周期考虑, 设备折旧残值为20%, 贷款利息按照6% (复利) 考虑, 寿命周期内平均费用的计算公式: $M=R(1+i)^n/n-0.2M/n+Y$ 。M—系统运行寿命周期内的年平均费用, R—系统及设备初投资, Y—一年运行费用, n—寿命周期, 20年, i—贷款利率, 6%, 通过计算 $M=0.15R+Y$ 。

表2 不同供能方案在运行生命周期的平均费用

序号	冷热源形式	系统运行生命周期 (20年) 内年平均费用
1	地热梯级利用方案	1620
2	直燃机+燃气热水锅炉	1635

续表:

序号	冷热源形式	系统运行生命周期 (20年) 内年平均费用
3	电制冷机组+燃气热水锅炉	1905
4	冰蓄冷+燃气热水锅炉	1688
5	冰蓄冷+电蓄热	1610

电制冷是最常规的供冷方式, 但也同样存在加重对上一级供电需求的问题。因此进一步综合考虑可靠性、环保、操作方便等因素, 地热梯级利用方案和直燃机+燃气锅炉方案较为突出。

5 结论

直燃机方案系统简单可靠, 属于成熟的系统型式, 初投资负担较小, 能源风险小, 运行较为可靠, 但是随着使用时间的推移, 系统衰减严重是直燃机的主要问题^[4]。

地热梯级利用方案, 最主要的缺点就是系统复杂, 而且需要较高的运行管理水平, 对自控方面有比较高的要求。同时对回灌技术要求较高, 以防止地下水水位下降对方案带来的风险。

本项目虽然业主最后选择了市场上更为普遍的直燃机+燃气锅炉的方案, 但是地热方案作为新能源, 其绿色且基本无污染的优势明显, 在地热资源丰富的地区有很好的示范意义。初步估算直燃机+燃气锅炉的年耗气量在247.13万Nm³, 按照每标准立方燃气燃烧产生0.2kg的碳排放量估算年碳排放量在494吨。本方案碳排放很少, 仅一部分调峰燃气锅炉使用所产生的排放。两方案对比初步估计, 本方案比直燃机+燃气锅炉方案年减少碳排放400吨以上。因此, 在当前环境保护日益加强的形势下, 碳排放规划已经成为我国经济社会发展的重要标志和内涵, 今天重新分析研究地热梯级利用的方案, 在地热资源丰富的地区尝试使用此方案, 有利于发挥本方案的优势和作用, 为建设美丽新中国做出贡献。

参考文献:

- [1]张永生,董舵,肖逸,等.我国能源生产、消费、储能现状及碳中和条件下的变化趋势[J].科学通报,2021,66。
- [2]李开省.碳中和目标下航空能源转型研究[J].航空科学技术,2021,32(09)。
- [3]陈斌.我国机场建设领域的创新实践与思考[J].民航管理,2021,(01)。
- [4]徐晓慧.天然气直燃机在高层建筑地下室的设置[J].浙江建筑,2005,(22):122-123。

作者简介: 李建忠, 男, 1973年12月, 河北保定, 民航机场规划设计研究总院有限公司华北分公司, 本科, 高级工程师。研究方向: 建筑节能。