

# 空调工程中冷热源选型分析

李 阳<sup>1</sup> 田 力<sup>2</sup>

1. 2. 陕西同济土木建筑设计有限公司 陕西 西安 710000

**摘 要:** 随着人们生活水平的提高, 每年大量能源用于室内采暖和供冷以满足人们对室内舒适性的要求。据统计, 我国建筑能耗约占到全国总能耗的26.7%左右。众所周知, 暖通空调能耗是建筑能耗的重要组成部分, 作为空调系统的能量源泉, 冷、热源系统能耗约占空调能耗的60%。传统冷、热源方案的确定一般受客户需求、负荷特性及建筑功能等多种因素影响, 多种冷、热源组合方案的论证尤为重要。鉴于此, 本文以榆林某公共建筑空调工程项目为实例, 结合当地气象能源条件多角度论证, 确定最佳冷热源方案, 以此希望对冷热源方案的组合形式提供参考。

**关键词:** 空调工程; 冷热源选型; 冷热源影响因素

## Analysis of cold and heat source selection in air conditioning engineering

Li Yang<sup>1</sup>, Tian Li<sup>2</sup>

Shaanxi Tongji construction architecture design co., ltd, Shanxi xi an, 710000

**Abstract:** A large amount of energy is used for indoor heating and cooling to meet people's requirements for indoor comfort with the improvement of people's life. Statistics show that building energy consumption accounts for about 26.7% of the country's total energy consumption. Of the whole energy consumption, Building energy consumption possesses a large proportion, and the HVAC part occupies a lot, accounting for about 60%. The selection of cold and heat source schemes is diverse and complex. It is generally affected by customer demand, load characteristics, building functions and other factors. Considering this, this article takes an air conditioning project of a public building in Yulin as an example, the best cold and heat source scheme is determined based on the local meteorological and energy conditions. We hope to give some ideas for the combination of cold and heat source schemes in the HVAC industry.

**Key words:** air conditioning engineering; Selection of cold and heat source; Influence factors of cold and heat sources

### 引言

我国能源总消费中建筑能耗占比达27.6%, 建筑能耗中暖通空调系统和生活热水系统耗能比例接近60%。公共建筑中, 冷热源的能耗占空调系统能耗40%以上。当前各种机组、设备类型繁多, 电制冷机组、溴化锂吸收式机组及蓄冷蓄热设备等各具特色, 地源热泵、蒸发冷却等利用可再生能源或天然冷源的技术应用广泛。由于使用这些机组和设备时会受到能源、环境、工程状况使用时间及要求等多种因素的影响和制约, 因此应客观全面地对冷热源方案进行技术经济比较分析, 以可持续发展的思路确定合适合理的冷热源方案。<sup>[1]</sup>

### 1 项目简介

空调工程位于榆林, 建筑面积43000平米, 建筑总高61.5m, 其中裙房高22.2m。建筑功能包含办公、会议、职工食堂以及数据机房等。

### 2 用户冷热需求及负荷特性

榆林气候分区属于寒冷A区, 当地气温夏季相对高、冬季寒冷, 需供暖供冷, 供暖时间长。根据用户要求, 供冷采用空调方式, 并设置新风; 考虑当地生活习性, 供暖采用地板辐射供暖方式, 并利用夏季已有的新风系统供应新风。本建筑中约有1/3建筑面积的功能房间需24h使用, 供热季前后室外气温不稳定、温差大, 因此需在供热季前后一段时间(下称供热过渡季)持续供暖。空调冷负荷4794kW; 数据机房冷负荷1040kW; 供热季地暖热负荷高区1200kW、低区1500 kW, 散热器供暖热负荷及新风热负荷: 4000kW; 供热过渡季地暖热负荷高区660kW、低区860 kW。其中地暖热负荷计算时, 室外供暖计算温度取值: 供热季取-15.1(℃), 供热过渡季取0(℃)。

### 3 冷热源配置方案分析

#### 3.1 用户需求及负荷特性

用户经营管理模式为集中管理,需设置集中冷热源。供热过渡季需供暖,供热季以外时间段也需热源。室内供暖有地暖、新风、散热器供暖,且地暖系统需分高低区,热源需提供不同参数热媒。约有30%的冷热负荷需24h不间断供应,其余70%使用时间基本一致,冷水机组需采用大、小机搭配。地暖热负荷供热过渡季约占供热季的55%~57%。地暖供热过渡季热负荷占空调冷负荷的31%。数据机房冷负荷占空调冷负荷的比例为21.6%,数据机房冷负荷占供热负荷的比例为15.5%,数据机房散热量占总热负荷比例较小。

### 3.2 冷热源特性

本建筑无可利用的废热或工业余热,也无可供利用的合适可再生能源;有城市集中供热管网,城市电网及燃气供应充足。榆林夏季空调室外计算露点温度为17.3(℃),干旱缺水,无法利用间接蒸发冷却作为冷源。建筑内无同时供冷供热需求,没有采用水环热泵的条件。因多联机分散管理与本建筑集中经营管理模式不匹配;随着室外温度降低,供热量随之不断衰减;另多联机无法与水系统兼容,因此无法采用多联机。结合用户需求及负荷特性,冷源可供选择的有水冷冷水机组、风冷热泵机组、直燃机;热源可供选择的有城市集中供热、燃气锅炉、风冷热泵机组、直燃机;

### 3.3 燃气锅炉及直燃机在本项目中应用受限

燃气锅炉及直燃机需设置机房及泄爆口,且机房及泄爆口(泄爆口需直对室外)不能布置在人员密集场所的周边,以确保人员安全性<sup>[2]</sup>;仅能布置在地下一层靠外墙部位;但布置在地下一层靠外墙部位时,影响车位布置经济性,所以不适合设置在在地下一层靠外墙部位;直通室外的疏散楼梯出现在绿地,影响形象及美观;锅炉房烟囱高度需高出烟囱周围半径200m范围内最高建筑物3m以上,烟囱排放白色烟雾,影响形象及美观;且直燃机对水质要求极高,使用寿命周期相比较短,因此本项目热源不采用锅炉房及直燃机组供热。

### 3.4 冷热源配置方案分析

本建筑供冷采用空调,供暖采用地暖,且供热过渡季也需供暖。集中供热仅在供热季提供热源,无法满足供热过渡季供热需求,需另配置热源。供热过渡季地板辐射供暖室外计算温度为0(℃),此时风冷热泵机组热量衰减20%,因此热源初步采用“供热季采用集中供热+风冷热泵机组仅在供热过渡季使用”搭配。

风冷热泵机组可同时供冷,当风冷热泵机组供应1520kW(660+860)热量时,相对应可供应1766kW冷量,该供冷量在空调总冷负荷4794kW中占比为36.8%。

榆林夏季空调室外计算干球温度为32.2(℃),夏季空调室外日平均温度26.5(℃),风冷热泵机组制冷室外环境温度温度为35(℃),风冷热泵机组实际运行环境温度较长时间段内低于标况35(℃),有利于提升机组性能系数COP,总负荷位于80%~100%比例之间运行时间较短,风冷热泵机组仅在63.2~100%负荷区间运行,缩短其运行时间,可提高机组整体运行能效。因此冷源初步采用“水冷冷水机组(优先使用)+风冷冷水机组”搭配。

地暖系统总高度61.5m,大于50m需分高低区,供热过渡季风冷热泵机组供热也需分区供应,风冷热泵机组可供设置的位置有首层园区绿地内、裙房屋面、塔楼屋面。当低区风冷热泵机组设置于塔楼屋顶61.5m时,低区地暖盘管超压,并考虑管线布置,风冷热泵机组需布置在同一位置,因此塔楼屋面不可行。用户本身对本建筑的外管及形象有严格要求,不允许园区首层绿化内出现风井、设备等,因此绿化内也不可行。当设置于裙楼屋面22.2m时,地暖低区为0~22.2m,地暖高区为22.2~61.5m,高低区承压均满足要求;裙房屋面女儿墙可遮挡机组,机组不影响建筑形象及美观;机组位置距塔楼33m,距裙房顶层庭院2.5m,机组噪声对裙房顶层庭院影响较大,通过选用低噪声机组,以及在机组周边设置降噪屏,降低对裙房庭院的噪声影响。

数据机房总散热量1040kW,且其与本办公存在建设时间差、回收热量占比小(15.5%)、数据机房规模小,因此数据机房散热量不回收。

### 3.5 冷热源配置方案确定

热源选择:供热过渡季高区地暖热负荷660kW,低区地暖热负荷860kW,需设置高区风冷热泵机组供热660kW、低区风冷热泵机组供热860kW;供热季由集中供热提供高区地暖热负荷1200kW,低区地暖热负荷1500kW,新风热负荷及散热器热负荷4000kW(为简化换热站内换热机组数量及类型,且散热器负荷较小,因此与新风热负荷合设系统)。冷源选择:高区风冷热泵机组供冷776kW、低区风冷热泵机组供冷990kW,水冷冷水机组供冷3028kW。

### 3.6 冷水机组参数确定

冷源机组供回水参数:风冷热泵机组与水冷冷水机组联合制备冷冻水,冷冻水供回水选用6/12(℃)与选用7/12(℃)相比,有利于降低输送能耗,但冷水机组制冷能力降低约7%左右,性能系数降低约6%。无论是从设备商制造端看,或从实际项目运行端看,风冷热泵机组冷冻水供回水温度大多为7/12(℃),且风冷热泵机组与水冷冷水机组联合制备冷冻水。综上,本空调工程冷冻水

供回水温度选用7/12(℃)。

风冷热泵机组类型：风冷热泵机组可选风冷模块(涡旋)或风冷螺杆，根据上述供冷供热量，风冷模块需5台150/132kW(高区)、7台150/132kW(低区)，风冷螺杆(考虑到供热负荷调节及机组互备性，各区各设2台)需2台388/330kW(高区)、2台495/430kW(低区)。从性能系数COP看风冷螺杆3.28高于风冷模块3.19，约2.8%。在噪音方面，风冷模块单台噪音71dB(A)，12台合成噪音81.8 dB(A)，风冷螺杆单台噪音80dB(A)，4台合成噪音86.1dB(A)，风冷模块由于风冷螺杆，但均需降噪。从台数方面，风冷模块远多于风冷螺杆，占地面积大；虽然台数多，便于灵活调节，但受限于水泵台数原因，调节受限。综上，风冷选风冷螺杆。

水冷冷水机组类型：水冷冷水机组有普通机组、高效机组、变频机组。部分负荷下各机组能效对比：冷却水温随机组负荷减少而降低时，机组负荷小于90%时，变频高于普通，机组负荷小于60%，变频机组高于高效机组；冷却水温恒定，机组负荷小于60%时，变频高于普通机组，负荷在20%~100%变化时，变频低于高效<sup>[3]</sup>。本空调工程33%的负荷需24h供应，水冷冷水机组单机运转时，机组负荷均在60%以上，此时高效机组能效高于变频机组。各机组价格：变频机组 > 高效机组 > 普通机组。变频机组变频器耗电满负荷机组COP低、变频产生谐波电流对电气有不良影响等因素。综合考虑负荷特性、冷却水温、变频器影响等因素可知，在不同负荷范围段内、不同冷却水温范围段内，普通机组、高效机组、变频机组能效在三者中最高的负荷、冷却水温范围段有不同时长，高效机组、变频机组能效时长综合优于普通机组，高效机组时长最长，考虑本项目空调系统性价比，

因此本项目采用调节性能好，价格适中的的高效水冷螺杆冷水机组。

### 3.7 冷热源机组选型

冷水机组的选用：选用2台1514kW的高效螺杆式水冷冷水机组和2台388(330)kW、2台495(430)kW风冷热泵(螺杆)机组。其中风冷螺杆过渡季供热。

换热机组的选用：选用2台2000kW的高效成套板换机组供新风热水及散热器热水，1台1200kW的高效成套板换机组供高区地暖热水，1台1500kW的高效成套板换机组供低区地暖热水。

### 结束语

在空调工程冷热源选型中，需分析用户需求、负荷特性、各类型冷热源特性、建筑形象及美观、项目所在地气象参数、项目用途特性、冷水机组的性能影响因素等影响条件。通过分析对比各类因素的不利影响及有利影响，设计更为合理的、更易落地、更适合的冷热源选型方案。

### 参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部，中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》条文说明(GB 50736-2012)[Z].2012-01-21: 127.
- [2] 中华人民共和国住房和城乡建设部，国家市场监督管理总局.《锅炉房设计标准》(GB 50041-2020)[Z].2020-01-16: 8,55.
- [3] 本书编委会，徐伟.《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范技术指南》[M].北京：中国建筑工业出版社，2012: 465-466.