

# On the Direction and Methods of Energy Conservation and Carbon Reduction in Civil Aviation Information Centers

Guofeng He

Guangzhou Huijin Energy Efficiency Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

## Abstract

In order to further enhance the energy utilization level of the civil aviation information center, an energy-saving diagnosis was carried out on a certain civil aviation information center. Through data collection, on-site investigation and data verification, a comprehensive analysis was conducted on the current status of energy utilization and the energy management system. Problems existing in energy use were identified, energy-saving potential was explored, and energy-saving measures and suggestions were proposed. To provide guidance for reducing energy consumption and production costs, improving the economic benefits of civil aviation, and achieving sustainable development in production and the environment.

## Keywords

Reduce energy consumption, energy management system

## 论民航信息中心节能降碳方向与方法

何国锋

广州汇锦能效科技有限公司, 中国·广东广州 510000

## 摘要

为了进一步提升民航信息中心的能源利用水平,对某民航信息中心开展节能诊断,通过资料收集、现场调研和资料核查,综合分析能源利用现状及能源管理体系,排查用能方面存在的问题,挖掘节能潜力、提出节能措施和建议,为降低能源消耗和生产成本、提高民航经济效益提供指引,实现生产和环境可持续发展。

## 关键词

降低能源消耗,能源管理体系

## 1 案例民航概况

该民航信息中心总建筑面积 33327 平方,总投资 23820 万元,首层至 2 层为办公楼数据中心机房区和公区服务区,其中 2 层设屋顶花园,3 至 7 层为办公区,地下 1 层为设备用房及公共课室、员工餐厅(不设厨房),地下 2 层为地下车库及部分设备用房,设平战两用人防地下室。数据机房部分,共有 5 个数据机房,建筑面积为 2300m<sup>2</sup>,1 个 UPS 机房,建筑面积为 400m<sup>2</sup>。

## 2 节能降碳方向与方法

### 2.1 冷源系统节能优化改造

#### 2.1.1 统现状

目前,水冷冷水机组系统为该民航信息中心大楼的主供冷源,包括 2 台制冷量为 2110kW 变频离心机和 1 台制冷量为 1041kW 的工频螺杆机,供冷区域包括数据中心和办公区域,两者共用一套冷冻水管网系统,为满足办公区域要求,冷冻水按 7 度出水运行,系统配置了基础自控系统,冷冻水泵和冷却水泵配置了变频器,5 台冷却塔采用工频运行。

为了提升数据中心的供冷的保障性,于 2021 年于大楼顶部加装 2 台制冷量为 1330kW 的风冷螺杆机组专供数据中心,系统另行配置了一套自控系统,冷冻水泵采用变频控制运行,冷冻水标准工况按 7 度出水运行。

目前系统在节能运行方面存在以下情况及问题:

①数据中心和大楼办公楼层共用一套空调系统和管网系统,为了迁就办公温度环境要求,冷冻水采用常规的 7-12 度供回水温。目前实际运行中,结合数据中心的特点,可适当将数据中心相关的空调系统冷冻水出水温度提高至 10-12 度,从而大大提升冷水机组的制冷效率,达到高效供冷的目的。

②变频离心冷水机组的实际运行状况不佳,现场调研时,存在压缩机进口导叶开度很小,而运行频率很高的情况,未发挥出变频机组优异的部分负荷性能。可能原因是由于冷却水回水温度偏高,导致压缩机两侧压力增大,压缩机导流叶片关小,同时提高频率来满足压缩机压头的需求,压缩机电机功率也相应增加了;除冷却水温度较高之外,机组的冷凝器趋近温差较大,换热效率低引起的。

③冷冻水泵和冷却水泵均配置了变频器,目前采用人

工设定运行频率的方式运行,基于运行人员经验,设定为45Hz,不随机组运行负荷的变化而变化。

④冷却塔由5个塔体拼接而成,共用一个接水盘,风机采用工频运行,无法根据冷却水温度做相应的负荷调节。由于共用接水盘,不便停塔,导致日常维保差,目前冷却塔填料老化、结垢、长苔严重,部分已破损,塔内下水孔很多由于长满青苔,影响淋水,严重影响换热效率。

现场调研时,发现个别冷却塔存在旁通问题,如1#塔阀门开启,但其风机未开,冷却水旁通回到接水盘,得不到充分冷却。在环境温度22度,温度65%工况下,冷却塔出水湿球温度达到25.5度,换热温度大,冷却效果并不理想。

### 2.1.2 解决方案

为了解决以上存在问题,进一步提升供冷效果和制冷能效水平,特别是提升数据中心的空调系统能效,达到有效降低PUE的目的,建议对水冷冷水机组系统进行优化改造。

①实现数据中心与办公楼供冷系统的分离:为了充分利用数据中心的供冷需求特点,提升系统制冷效率,将现有水冷冷水机组系统及管网分离,实现独立供冷,将数据中心空调系统的冷冻水供水水温提升至10~12度,办公区域空调系统保持不变,具体方案如下:

I.新增1台300RT超高效变频螺杆机,配合现有其中1台离心机作为数据中心主供冷源,天面风冷机组作为备用冷源;现有另1台离心机和1台变频螺杆机专供办公区域;

II.实现冷冻水泵及冷冻水回水管网的分离和管道驳接;

III.实现冷却水回水管网的分离,新增1套数据中心专用高效冷却塔,配套新敷设冷却水供水管网,风机采用变频控制,接入空调自控系统;原冷却塔进行填料更新和风机变频改造,专用于办公用空调系统。

②对原有空调群控系统进行功能配套升级和系统深化,有效解决目前基于人工经验进行运行的问题,实现对两套供冷系统的智能控制及紧急互联功能。

## 2.2 智能调节送风地板改造

### 2.2.1 系统现状

为了防止静电对机房内IT设备产生不良影响,数据中心选择使用防静电地板来控制静电的产生与耗散。防静电地板具体以下几个优势:使新增地下设备安装简单化,为设备的配置改变和扩充提供了较大的灵活性;机房内设备可在防静电地板下进行自由的电器连接,便于维修;能够很好的保护各种电缆、电线、数据线及插座;利用地板下的空间作为空调的静压风库等。

随着高密度机房设备的不断增多,数据中心的冷却基础设施必要能够适应更高的要求,向变化频繁的热负荷提供更优异的能源利用效率。而传统的防静电地板由于无法实现风量及角度等调节以适用节能及负荷变化的要求,无法满足实际的应用需求,本项目IT机房冷通道内采用的防静电地

板也存在同样的问题。

### 2.2.2 解决方案

为了更好地解决地板精准送风的要求,建议对现有IT机房冷通道防静电地板实现改造,采用智能调节送风地板。

为了提升系统运行的智慧化,建议选用智能调节送风地板,采用EC风机变频调节进行调节,实现送风系统的自适应调节。

通过配置高精度传感器采集设备温度,然后通过微电脑分析自动调整EC风机转速,工作过程中,当系统的温度传感器检测到当前温度超过系统要求的范围时,系统自动打开并调节温控风扇旋转转速,实现按需供应气流,可有效解决数据中心难处理热点问题。

通过智慧调节送风地板,可以不同区域的针对性精准送风和控温,有效处理进行局部热点和高热治理。同时通过控制手段的完善,可以改变以往为满足机房长期温度要求而采用更低温度的情况,可适当提升空调送风温度,改善空调温度控制策略,从而有效降低空调系统能耗。

目前,IT机房内冷通道内一半的送风地板为传统带孔地板,另一个为不带孔防静电地板,为了消除局部热点,后期新增了30台EC风机温控地板。

建议在实施冷通道封闭的基础上,将冷通道内现有1/3的送风地板改为EC风机温控地板,其它的不带孔防静电地板改为普通的带孔防静电地板,实现冷通道内的整体的智能高效送风,同时有效解决局部过热问题。

## 2.3 冷通道封闭改造

### 2.3.1 系统现状

目前5个IT机房内大区域机柜都已实施了冷通道封闭改造,剩余4个区域仍未实施冷热通道分离,采用下送风,大开间侧回风的方式。

在使用过程中,受各种因素制约限制,有可能造成机房气流组织不合理、不畅通,由于IT设备是靠机房空调送入的低温风与其散热充分交换,带走热量,降低机架内温度,气流组织起到热交换媒介纽带作用,当热交换的纽带不顺畅、不合理时,无法真正将机架设备降温。

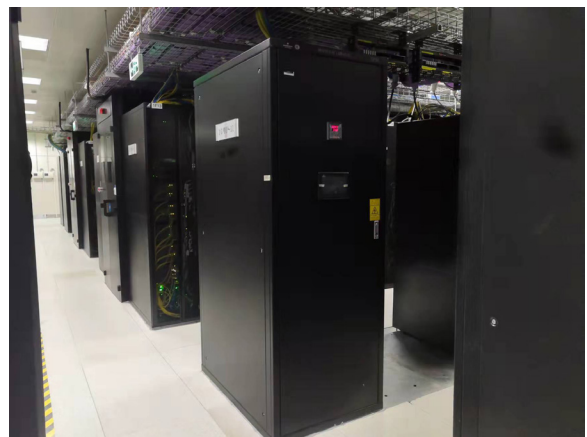


图2-6 未实施冷通道封闭的机柜

### 2.3.2 解决方案

针对以上情况，结合现场布置条件，建议对剩余 8 列机柜（共 4 个冷通道）实施冷通道封闭改造，同时对送回风口进行调整，可有效改善机房内的气流组织。通过冷通道封闭，将机柜的进风区域和出风区域物理分隔开，通过封闭机柜冷通道，最大限度地减少气流的冷热抵消，温度场将得到均匀改善，从而有效地降低 IT 机柜内的运行温度，同时提高冷风效率，有效地降低空调系统能耗。

如下图所示，当封闭冷通道后出风区域与进风区域

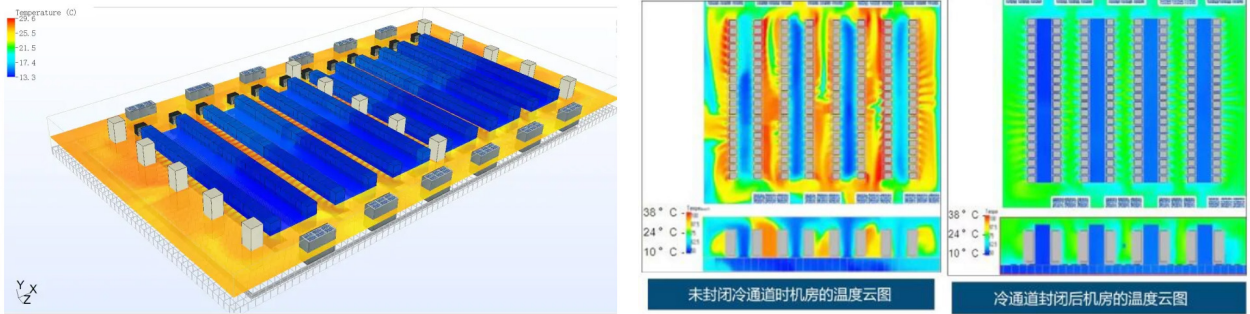


图 2-7 冷封道封闭前后温度云图对比

## 3 基于 CFD 技术的机房气流组织优化

### 3.1 系统现状

目前二、三、四楼的 IT 机房已实施了冷通道封闭。在使用过程中，由于 IT 设备或其他设备布置不均匀、送风管网设计及后期运行管理、未实施冷热通道封闭等各种因素影响，有可能造成机房气流组织不合理、不畅通。由于 IT 设备是靠机房空调送入的低温风与其散热充分交换，带走热量，降低机架内温度，气流组织起到热交换媒介纽带作用，当热交换的纽带不顺畅、不合理时，无法真正将机架设备降温。

的温度差距变得非常明显，且整个机房的最高温度点仅 29.6°C，达到了机房最高热点不超过 36°C 的控制目标；热通道区域的温度分布也比没有冷通道封闭情况下，温度有明显下降，而且分布更加均匀，说明冷通道封闭后对于减少冷热抵消具有积极的作用。

实施冷通道封闭之后，有效地改善了气流组织情况，使得空调向每个机柜输送的冷量近乎一致，从而确保每个机柜得到几乎同样的冷却效果，避免严重的制冷负载失衡现象。

实际运营管理过程中，运维人员定期进行人工测温、新增末端挡板、门板密封条等方式消除局部热点及冷点，并配置进行系统优化。

### 3.2 解决方案

针对以上问题，考虑基于计算流体力学（CFD）技术，结合各目标数据机房内 IT、空调等设备布置情况进行建模，对典型运行工况进行数值模拟，了解机房内的速度场及温度场分布，分析区域内发热源与空调送风系统之间的耦合情况，指导机房内各 IT 设备的优化布置，空调机组的优化运行，以及送风量、送风温度等调整优化。

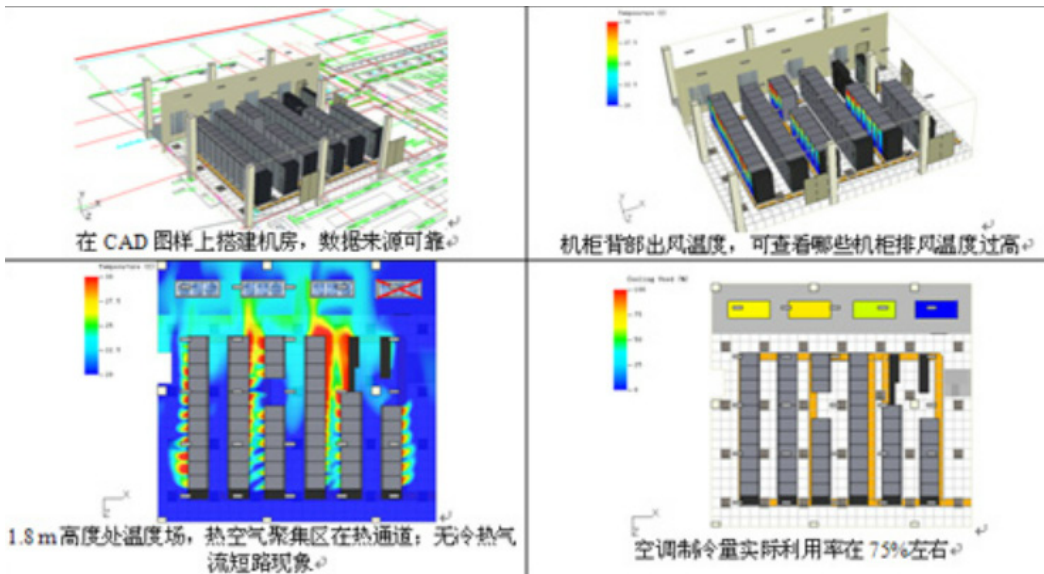


图 2-8 CFD 模拟示意图

I. 现状典型工况下机房的温度场和速度场数据模拟, 并进行机房的气流组织分析;

II. 结合现状工况分析结果, 基于可调参数进行重新建模(IT设备布置调整、冷通道封闭等布局变化需重新建模), 进行多模型、多参数的指向性多工况数值模拟;

III. 对各调整工况数值模拟结果进行对比分析, 提出设备布置及空调运行优化建议。

V. 结合业务发展情况, 模拟预测不同机架上架率工况下的温度场及速度场的变化, 为后续新增IT设备布置及空调运行控制提供建议。

根据CFD模拟结果, 出具相应的分析报告, 包括但不限于以下内容:

①机房布局优化: 如在条件允许情况下, 不合理摆放机房设备的调整;

②气流组织优化: 冷热空气气流组织分析, 有无气流组织的短路。空调最佳气流路径的设计调整, 如优先关掉冷通道末端的多余精密空调。

③空调设定优化: 通过机房空调利用率情况, 关闭多余精密空调、调整合理的空调设定温度、水冷机房还可以调

整冷水机组的供水温度。

④局部热点/冷点消除: 切断热空气回流到机柜入口的途径。

应用本系统。

## 4 总结

通过对该民航信息中心的实地调研、资料收集、能源评估, 找出节能潜力部位, 提出节能解决方案。节能诊断报告中, 共提出节能解决方案5项, 预计投资额806.58万元, 按上架率100%工况考虑, 预期节能量289.31万kWh/年, 预计每年节省金额202.52万元(按平均电价0.7元/kWh计算), 按改造前PUE为1.70为基准, 实施改造后, 预计PUE可下降到1.4。

## 参考文献

- [1] 罗家东,刘胜群.基于节能降碳需求的新能源制造型企业设备更新策略研究[J].中国设备工程,2025,(19):5-7.
- [2] 赵波,赵鹏程,胡娟,等.用于波动性新能源大规模接入的氢储能技术研究综述[J].电器与能效管理技术,2018,(16):1-7.
- [3]张富刚,樊越甫,刘方,等.氢燃料电池在电力系统后备电源的应用研究[J].高压电器,2012,48(02):76-80.