

# 油气田数据中心智能温控运维探讨

文/倪宁晖 刘砚峰 倪 乐

中国石油化工股份有限公司华东油气分公司

**摘要：**为深入贯彻国家绿色节能要求，采用新设备、新技术及优化管理等手段，使数据中心机房设备性能不断提升，同时更加节能环保。针对模块化数据中心应用管理实践，利用智能温控系统实施机房环境控制精细管理，实现数据中心机房节能降耗，提高了数据中心运维的现代化水平，助力企业降本增效。

**关键词：**数据中心；节能；绿色；模块化；智能温控

数据中心IT设备高度集成化，机房管理者面临能耗、散热以及噪声等多方面挑战。随着我国社会经济发展转型升级，绿色可持续、节能减排已成为重大国家战略，因此高性能机房管理越来越受到重视。为深入贯彻国家对节能降耗和污染减排的要求，采用新设备、新技术及优化管理等手段，以先进的理念规划，设计建设更具弹性、更节能及更便捷灵活的数据中心是大势所趋，新一代高效智能型模块化数据中心应运而生，采用节能效果更好的新型材料及部件，在降低系统整体能耗的同时，全面提升数据中心供配电、智能温控系统的可靠性和节能性，实现供配电及制冷的联动控制，并对机房进行自动化智能管理，极大地节省电能，达到系统节能环保的目标，有效降低数据中心运行成本，实现了绿色高效节能，助力企业降本增效。

## 智能温控

采用标准化的接口和微模块架构，华东油气办公科研中心遵循国际标准建立的Fusion Module 2000新一代智能微模块数据中心，将供配电、温控、机柜通道、布线及监控等集成在一个模块内，安装简易，高效低耗，满足电力供应，通信端口等灵活扩展配置，安全可靠；同时模块化数据中心通

过智能温控管理系统ECC800的 i<sup>3</sup>@AI (iPower、iCooling、iManager) 技术，集成了机柜级微环境监测系统，对机房进行监控及自动控制，机房微模块电源转换率高达95%。

智能温控管理系统ECC800能够提供可视化智能管理，可实现数据中心的多层级、精细化能耗管理及故障告警功能，支持新媒体数据机房地本地及远程监控各主流厂家的IT设备运行情况，且人机交互界面友好，通过多种视图精确定位能源额外损耗点，实现机房节能降耗。智能温控系统采用两种方式访问：一种是支持Web方式；另一是支持无线移动应用App进行配置操控。

### 1. Web 访问方式

利用联网监控计算机Web访问智能管理系统，为确保数据传输安全，采用SSL加密传输；通过平面视图查看/管理设备布局视图、系统表盘PUE值（包含瞬时PUE值和平均PUE值），呈现系统变化趋势曲线图。可点击中央区域的多模块监控平面视图实时查看级联ECC800的状态，如一体化配电柜、空调系统、IT机柜、多功能传感器、交流执行器、天窗执行器、WiFi转换器、eLight执行器等具体模块的运行信息、运行参数及运行控制等，也可以查看当前的活动告警。Web访问方式如图1所示。

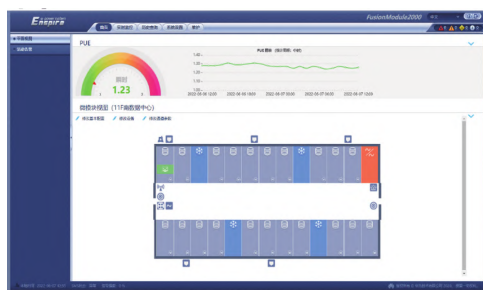


图1 Web访问方式

从实时监控菜单可以查看空调系统、主板设备、配电、通道、温湿度传感器、电加热、排水设备、加湿器、机柜、实时监测和控制设备的运行信息，以及运行参数和运行控制等。

历史查询菜单可查看历史告警、操作日志、门禁事件及数据导出的信息。

系统设置菜单可以实现对网络安全证书、系统参数、视频管理、网管应用、微模块级联、PUE配置、联动控制、告警参数、性能参数、事件通知及信号名称修改的编辑设置。

维护菜单可获取ECC800和南向设备（向下的接口设备，即提供给其他厂家或运营商进行接入和管理的接口，如多功能传感器、天窗执行器等）的版本信息、在线系统升级、电子标签、用户管理、配置文件、故障信息及App软件包，支持参数同步，实现南向设备数据的快速导入、接入包管理、配置向导，支持软件升级；支持配置向导功能，按照向导进行简单参数设置。

## 2. 无线App操控智能温控系统

ECC800支持PAD无线接入数据机房智能管理系统，通过App同样可以便捷地对数据机房设备和环境参数进行实时监测和配置，智能机房配置的PAD为电容屏，支持多点触控，操控便捷，机房管理人员可通过PAD智能管理App设置智能温控系统参数。App访问方式如图2所示。



图2 App访问方式

## 应用实例

油气田数据中心机房投入使用后，随着服务器机房和网络机房IT设备的不断增加，所需功耗急剧上升，机房的电费支出成为公司经营过程中重要的成本之一。安全环保部门对数据中心能耗进行检查评估，提出进一步降低机房能耗的要求。机房管理部门随后对机房环境、设备情况进行了详细评估。

### 1. 数据中心能耗分析

数据中心能耗分析绕不开PUE（Power Usage Effectiveness）值，即电源应用效率。PUE值已成为国际上通行的数据中心电力使用效率的衡量指标，是指数据中心所有能耗与IT负载能耗之比。当前，国内外数据中心机房PUE值通常小于2。PUE值越接近1，表明能效水平越好，数据中心的绿色化程度越高，说明数据中心的电大部分都被服务器、网络设备及存储设备等IT设备消耗掉。通过ECC800数据机房智能控制系统分析，利用对微模块内部环境、动力设备等的实时监测，获取三相电的相电压、线电压、相电流、频率、功率因数、有功功率、无功功率、谐波率及负载不平衡等电力参数，进而通过PUE软件接口实时计算出模块数据中心的动态PUE值和、平均PUE值。经监测，机房的PUE值近1.6，还有进一步降低的空间。

统计显示，数据中心机房服务器、存储和网络通信等IT设备产生的能耗通常约占机房总能耗的50%，在确保IT设备安全、可靠运行的前提下，使用低能耗的IT设备是解决机房能耗的首要选项；机房中的供电系统、照明能耗约占机房所需的总能耗的10%，选用低损耗的供电设备及功耗较低的照明设备（如LED灯），也是降低机房能耗的行之有效的办法；而数据中心机房中的空调系统因制冷、通风、加湿所产生的能耗约占机房所需的总能耗的40%，选用制冷效率高的空调系统或合理利用自然冷源取代空调系统，可大大降低机房能耗。数据中心机房投入正式运行已两年，故设备系统、供电系统、照明系统的节能降耗空间非常有限，只有空调系统的节能是重点挖掘的方向。机房中的空调机组负载主要来自于IT主机设备、外辅设备的散热，而空调系统本身的耗电量是最主要的，机房中采用的传统风冷制冷方式是较耗电的运行方式。通过对空调系统一系列的优化，机房空调系统的冷量不浪

费,可以大幅提高空调系统的利用率,有效降低机房的PUE值。

## 2. 智能温控应用

智能化温控系统通过有效监控空调设备的耗能状况,对空调设备数据进行采集和统计分析,采取有效措施节能减排,为提高空调系统的运行效率,降低能耗提供了先进的技术手段。模块化数据中心通过ECC800数据机房控制器V100R002C10智能温控系统的空调群控模块,将所有的可控设备连接到控制中心,借助安放在数据中心机房空间、空调机柜、管道内的各种感测元件,实时读取机房运行中的各种数据,根据科学的控制策略,对机组内各部件进行操控并协作一致,达到精准的温湿度和节能环境控制。与传统机房相比,数据中心机房减少了30%左右的能耗。智能温控系统如图3所示。

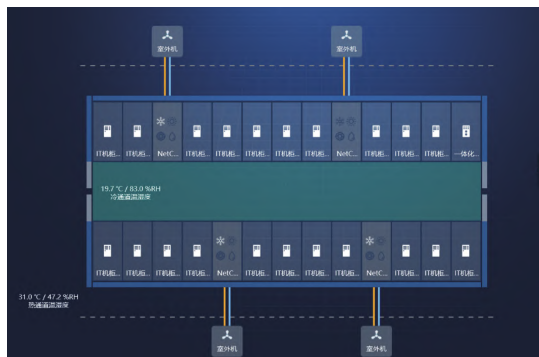


图3 智能温控系统

以服务器机房为研究对象,机房配备华为NetCol5000-A042空调设备,采取精密送风和密封冷/热通道隔离等节能降耗技术,避免冷热气流的混合,降低气流串扰导致的热岛效应,避免了冷量和风力损耗。同时使用列间空调设备,采用制冷设备的近热源设计,提高制冷效率,解决了局部热点的问题,实现了IT设备按需供电与制冷,使供电和制冷系统的容量与负载需求更为匹配,提高了工作效率,减少了过度配置。但机房内部设备系统24 h不间断高负荷运行,即使在冬季,也可能存在需要供冷散热的状况。为进一步降低PUE值,通过V100R002C10智能温控系统对服务器机房的室内外环境温度、冷通道送风温度、PUE观察值、机房总功耗分别进行了空调群控系统设置,并最终确定空调系统最佳应用参数,见表1。本群组空调机组是4台(机组型号组同),对于安装了多个空调机

组的模块化机房,空调的参数设置要统一,避免空调之间的不同步。

表1 空调机组参数设置

| 主要参数   | 参数设置                    |
|--------|-------------------------|
| 温湿度传感器 | 温湿度控制类型;温度设定点;湿度设定点     |
| 系统概要   | 当前温度;当前湿度;额定电源电压;实测电源电压 |
| 压缩机    | 压缩机排气温度;压缩机排气压力;压缩机吸气压力 |
| 群控     | 是否有空调群控                 |
| 群控设置   | 本空调群组机组数目;本空调群组运行机数目    |

空调群组最初默认设定4台空调设备全员运行,为降低能耗,在保障设备安全运行的同时,减少机组内运行空调设备的数量,根据机房内环境进行切换轮巡,既保证机房冷源的稳定性,又对空调零配件有一定保护作用,同时降低空调机组运行能耗。

经过分析,对空调智能群控系统机组采用主备冗余配置为3主+1备组合(即本机组4台空调设备,3台运行,1台备用,7日轮巡)、2主+2备组合(即本机组4台空调设备,2台运行,2台备用,7日轮巡),在冷通道送风温度分别设定22℃、23℃的情况下进行了交叉对比试验。

经过数月的试验最终确定:夏天采取群控系统3主+1备组合,冬季采用空调群控系统2主+2备组合,冷通道送风温度设定为23℃,空调能效达到最佳。服务器机房实时系统输入总功率平均为32.6 kW,瞬时PUE平均值从1.6左右降低到1.3。

## 3. 节能效果分析

通过智能化温控系统,在降低系统整体能耗的同时,全面提升了数据中心供电、智能温控系统的可靠性和节能性,实现供配电及制冷的联动控制,极大地节省了电能,有效提高了能效;同时,数据中心在日常管理工作中严格执行一系列制度,多措并举,如定时清洗空调机组过滤网、清洗外机,提升空调制冷效果及运行效率;提高机房盲板安装率,有效控制热空气短路循环,降低机房热点温度等。

2022年1—10月,办公科研中心精密机房能源使用能效等级指数为1.345 kW·h,低于引导值(1.6 kW·h)。从社区提供的用电报表分析看出,2022年精密机房每月耗电量同比都有不同程度的下降,经济效益明显(节省机房电费近20万元,节省空调零部件损耗5万元),机房管理采取的一系列

措施取得了良好的效果，有效降低了数据中心运行成本，实现了绿色高效节能，助力企业降本增效。

表2 精密机房同期用电量对比  
(单位: kW·h)

|    | 2021 年    | 2022年     | 节约用电    |
|----|-----------|-----------|---------|
| 一月 | 178 878   | 169 541   | 9 337   |
| 二月 | 174 397   | 170 084   | 4 313   |
| 三月 | 191 333   | 185 454   | 5 879   |
| 四月 | 207 267   | 179 208   | 28 059  |
| 五月 | 232 017   | 202 041   | 29 976  |
| 六月 | 231 508   | 209 033   | 22 475  |
| 七月 | 233 033   | 237 250   | - 4 217 |
| 八月 | 244 124   | 220 385   | 23 739  |
| 九月 | 228 807   | 201 782   | 27 025  |
| 十月 | 213 090   | 191 451   | 21 639  |
| 总计 | 2 134 454 | 1 966 229 | 168 225 |

当然，数据中心机房PUE值无论如何优化，都是大于1的乘数因子。因此，数据中心要追求做到全局能耗优化，须进一步考虑降低服务器等IT设备的能耗，在设备更新换代时应用更加低耗节能的IT

设备，同时部署相应的动力环境监控系统实时监测控制才是更加有效的方法。当前，碳达峰、碳中和已经成为我国生态文明布局的一大原则，绿色、节能、环保已成为当今社会的潮流，从长远来看，推进新一代数据中心向绿色节能方向转变，既是加强生态文明建设，实现“双碳”目标的题中之意，也是促进信息建设可持续健康发展的必然选择。**EA**

参考文献

[ 1 ] 李皎明. 数据中心发展趋势及测试方案[J]. 电信网技术, 2011(3): 6.

[ 2 ] 邵正忠. 基于PUE的通信机房能效评测方法研究[J]. 通信电源技术, 2011(6): 30-33.

[ 3 ] 谷立静, 周伏秋. 我国数据中心能耗及能效水平研究[J]. 中国能源, 2010, 32(11): 42-45.

[ 4 ] 阮顺领, 卢才武. 虚拟化数据中心全局能耗优化调度方法, 计算机工程, 2013(12): 303-307.