



南京亚派软件技术有限公司  
Nanjing APAITEK Software Technology Co., Ltd

地址 江苏省南京市江北新区新科四路 4-8 号  
总机 (025) 58742165  
网址 www.apex-power.net  
邮箱 info@apex-power.net

400-0818-200



扫码关注亚派科技



扫码关注亚派软件

## 基于实际性能模型的 中央空调节能优化控制系统SYS

南京亚派软件技术有限公司  
NANJING APAITEK SOFTWARE TECHNOLOGY CO.,LTD

# 目录

1	产品总览	02
2	平台简介	05
3	系统拓扑结构	06
4	中央空调整体性能寻优软件	07
5	部分案例	11
6	设计上图	13

## 公司概况

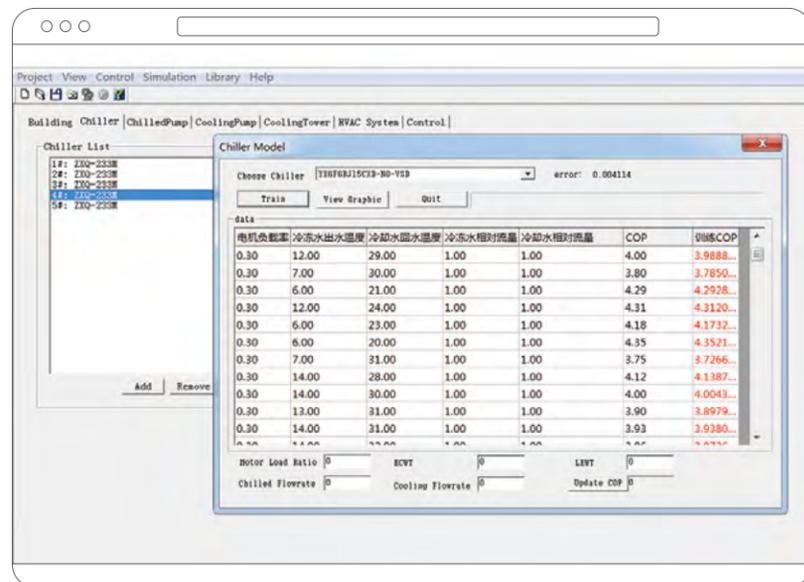
南京亚派软件技术有限公司，成立于 2011 年，位于南京江北新区，认定为国家级高新技术企业、双软企业，公司专注于智慧能效领域的产品技术创新与软件平台研发，致力于成为世界一流的智慧能效解决方案服务商。

亚派软件依托国家级高新技术创新平台为载体，以大量自主知识产权的研发实力为基础，以平台化、模块化、可视化、组态化技术融合为思路，成功研发出基于 AI+IOT 的智慧运维平台 ThinkBOS，平台涵盖了智慧能源管理系统 (EMS)、节能中央空调整能系统 (SYS)、设备设施运维管理系统 (FM)、BIM 三维可视化运维平台等子系统，为客户提供覆盖全生命周期的智慧能效一体化综合解决方案。

SYS 中央空调节能优化控制系统

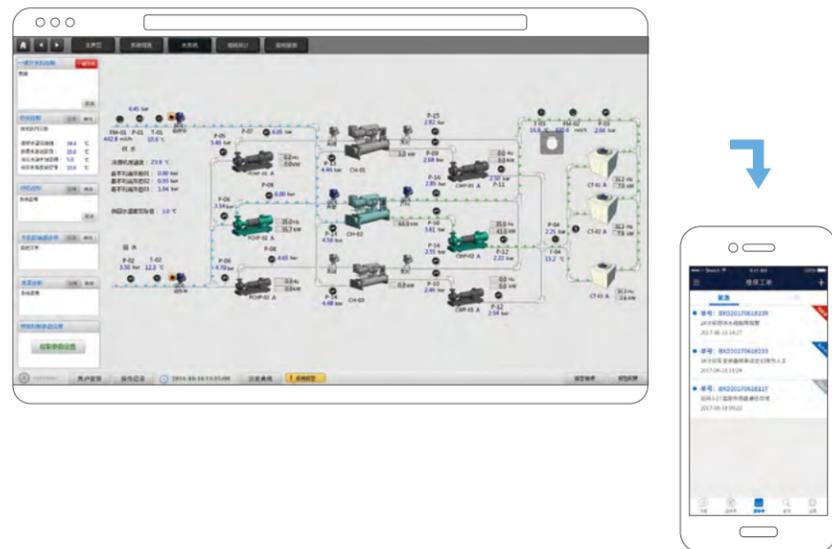
一. 中央空调系统建模与寻优仿真工具 SYS

- 动态建立中央空调系统设备模型
- 基于数据校核模型的实时全工况仿真工具
- 动态寻优系统最低能耗运行控制参数
- 实时对比优化工况与常规工况差异
- 优化计算并输出系统最优控制设定



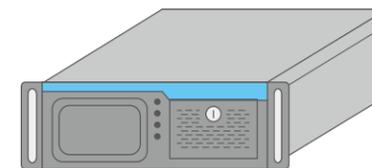
二. 中央空调节能优化控制软件

- 空调系统一键控制与优化
- 空调系统实时节能量计算
- 系统运行历史回放
- 系统运行能效管理
- 内置默认报警库，自动进行数据校核、安全与故障预警、节能报警等，包括主机防喘振保护、水泵防水锤开机曲线保护、最小压差保护、趋近温度过高报警、最低流量保护、最低出水温度保护等，为优化控制保驾护航
- 报警触发自动生成工单执行



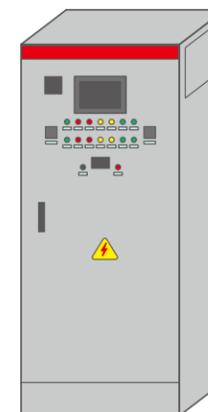
三. 中央空调节能优化控制硬件

- **SYS 节能优化控制服务器**  
中央控制服务器以工业控制计算机为硬件基础，安装有核心节能优化控制软件SYS。该软件动态建立基于实际数据的设备性能模型，通过从控制层的通讯服务器或 PLC 控制器获取空调系统的实时工况数据，进行系统整体性能寻优计算，并将优化计算结果传递给系统优化控制柜执行，使空调系统实现全局节能优化运行。



SYS 节能优化控制服务器

- **中央空调节能优化控制柜**  
实时采集系统运行参数，实时动态协调优化各设备的控制与管理，确保整个空调系统运行能耗最低。



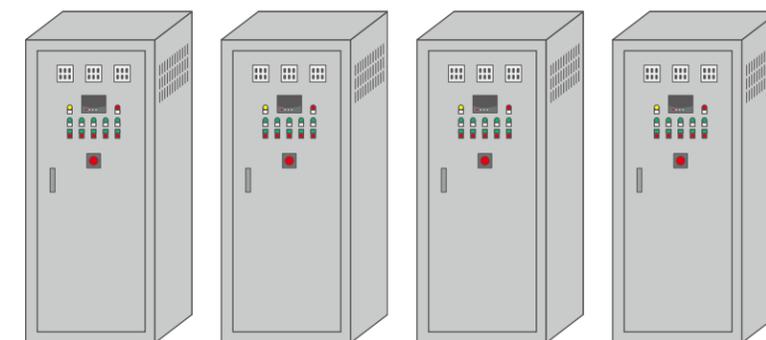
中央空调节能优化控制柜  
(尺寸 2000x800x600)

- **冷冻水泵智能控制柜**  
在确保系统末端冷负荷的前提下，实时动态优化调整冷冻水泵运行台数和运行频率，实现最优的末端压差及温差控制，确保其运行调节使整个空调系统运行能耗最低。

- **冷却水泵智能控制柜**  
实时动态优化调整冷却水泵运行台数和运行频率，实现最优的冷却水温差控制，确保其运行调节使整个空调系统运行能耗最低。

- **冷却塔智能控制柜**  
实时动态优化调整冷却塔运行台数和风机运行频率，实现最优的冷却塔出水温度控制，确保其运行调节使整个空调系统运行能耗最低。

- **空调末端智能控制柜**  
实时动态优化调整空调箱各风机运行频率、风阀、水阀状态，实现最优的送风温度、风阀水阀开度及回风控制，确保其运行调节使整个空调系统运行能耗最低。



冷冻水泵控制柜      冷却水泵控制柜      冷却塔控制柜      空调末端控制柜

# 基于实际性能模型的中央 空调节能优化控制系统 SYS

平台简介

系统拓扑结构

中央空调整体性能寻优软件

部分案例

设计上图

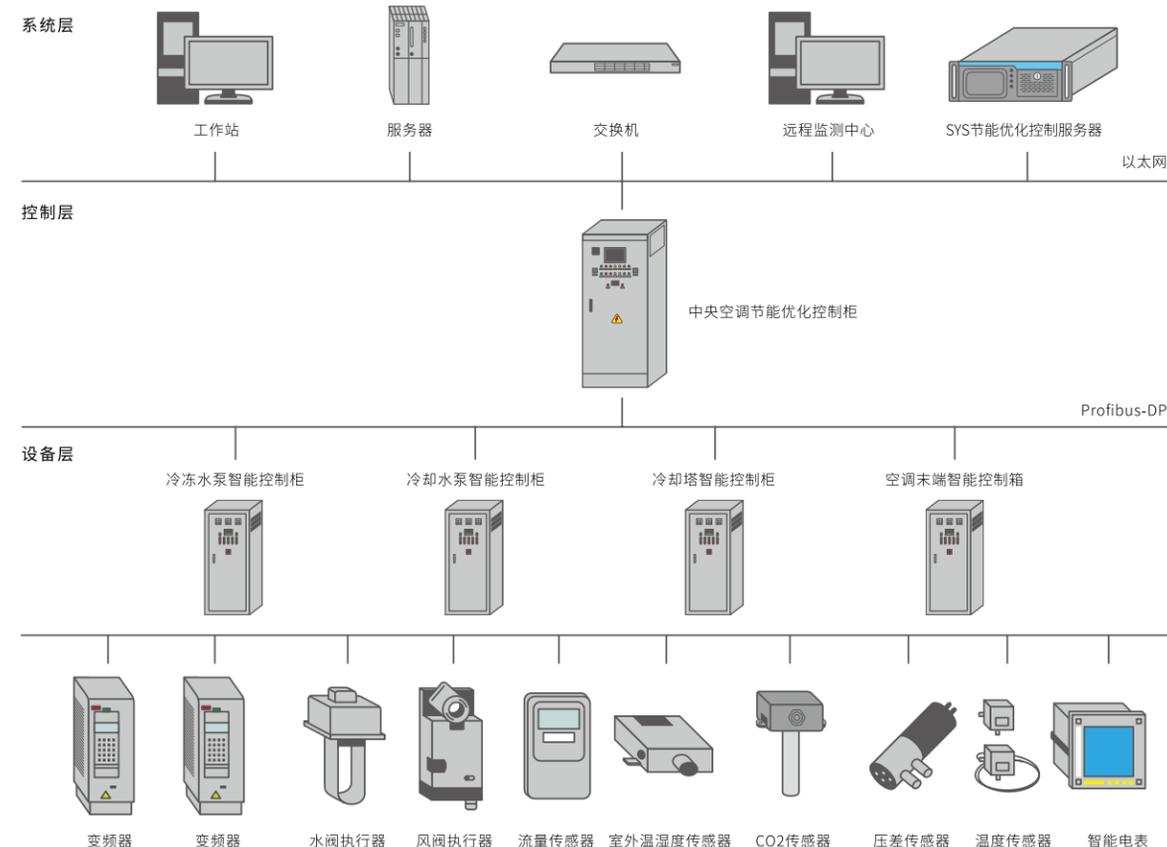
## 平台简介

中央空调系统设备运行是相互耦合、彼此影响联系的，对于同一个冷负荷需求，系统可以有很多种不同的运行参数组合来满足。由于空调系统的耦合特性，空调系统中的水系统、风系统任何一个控制参数的改变，对系统中各设备的能效都将产生或正（能耗降低）或负（能耗上升）的影响。亚派中央空调风-水节能优化控制系统是将中央空调系统作为一个整体来考虑，通过采集系统实际运行参数，动态建立系统设备模型（包括冷水机组、水泵、冷却塔、管路水力及空调末端风系统能耗模型），掌握水系统与风系统之间、风水系统内部各设备间的耦合影响与联系，在保证需求的前提下，对系统进行实时优化模拟计算，动态寻优在该工况下系统最低能耗时各设备的最优运行控制参数，从而实现系统层的节能优化控制。

## 遵循标准

- 《地铁设计规范》 GB50157-2013
- 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB50736-2012
- 《公共建筑节能设计标准》 GB50189-2015
- 《中央空调水系统节能控制装置技术规范》 GB/T 26759-2011
- 《智能建筑设计标准》 GB/T 50314-2015
- 《民用建筑电气设计规范》 JGJ16-2008
- 《空气调节系统经济运行》 GBT 17981-2007
- 《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》 GB50150-2016
- 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》 GB50168-2006
- 《综合布线系统工程设计规范》 GB 50311-2016
- 《外壳防护等级（IP 代码）》 GB/T 4208-2017
- 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303-2015
- 《建筑节能工程施工质量验收规范》 GB50411-2007
- 《智能建筑工程质量验收规范》 GB 50339-2013
- 《信息技术互连国际标准》 ISO/IEC 11801
- 《电气控制设备》 GB 3797-2016
- 《工业循环冷却水处理设计规范》 GB/T 50050-2017

## 平台架构



### ■ 系统层

采用 100M 自适应以太网 (ETHERNET) 和工业标准数据通路。中央控制服务器以工业控制计算机为硬件基础，安装有核心节能优化控制软件 SYS。该软件动态建立基于实际数据的设备性能模型，通过从控制层的通讯服务器或 PLC 控制器获取空调系统的实时工况数据，进行系统整体性能寻优计算，并将优化计算结果传递给设备控制子站执行，使空调系统实现全局节能优化运行。

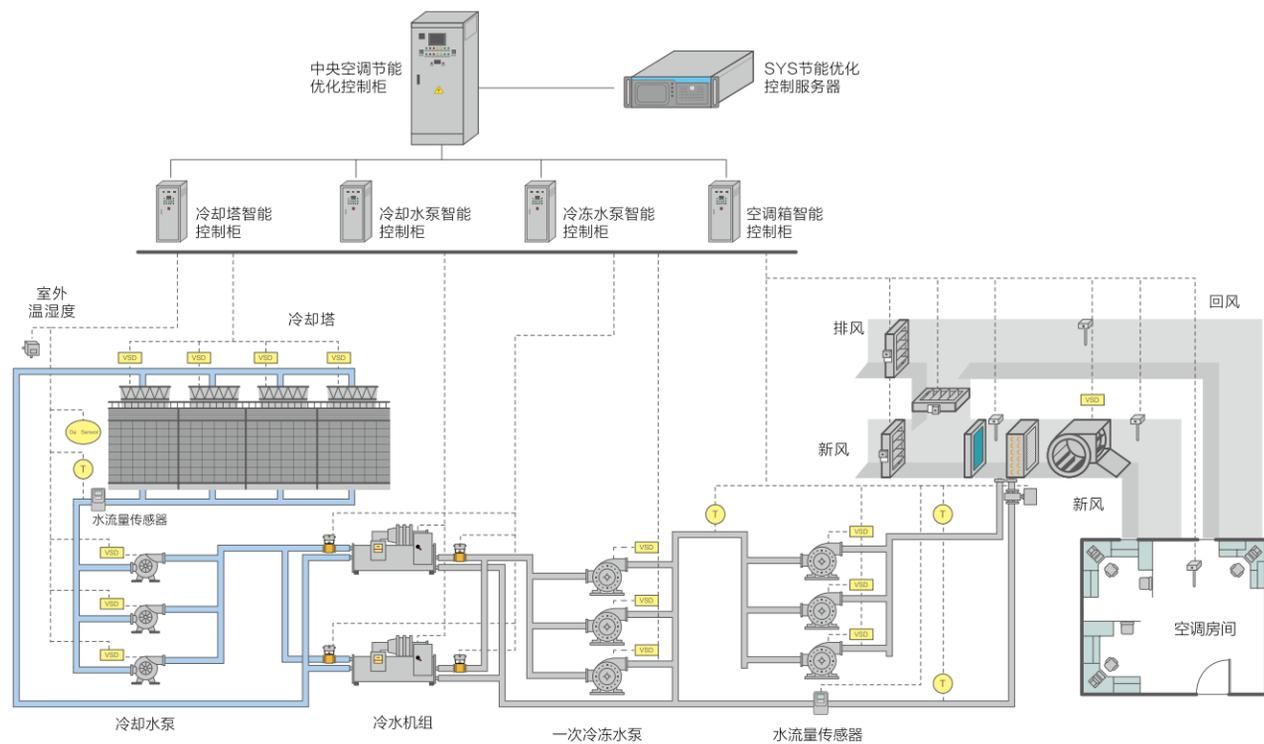
### ■ 控制层

控制层实现设备层数据采集与传输，同时也是系统层优化管控指令的下发通道；控制层设备是整体系统的数据采集与中转中心，由系统及设备智能控制柜组成。

### ■ 设备层

设备层主要包含了空调节能管控所需各类传感检测与控制执行器设备，传感检测设备以温度、压力、流量、电量等设备为主，智能控制执行器设备则包括水阀、风阀以及变频器等设备；

### 系统拓扑图

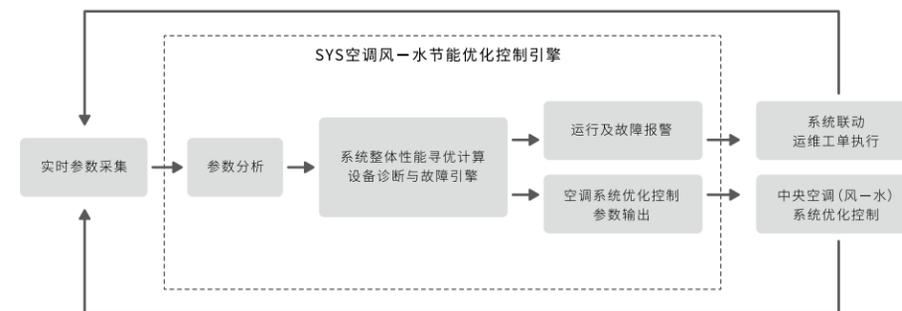


SYS 节能优化控制服务器作为系统层优化大脑，主动、动态、从系统层优化平衡空调系统设备间相互关系，在保证需求的前提下，对系统进行实时优化模拟计算，动态寻优在相应工况下空调系统最低能耗时各设备的最优运行控制参数，通过对空调系统设备参数的调整，从而实现系统层节能优化控制。

### 中央空调节能优化控制软件

### 中央空调系统建模与寻优仿真工具 SYS

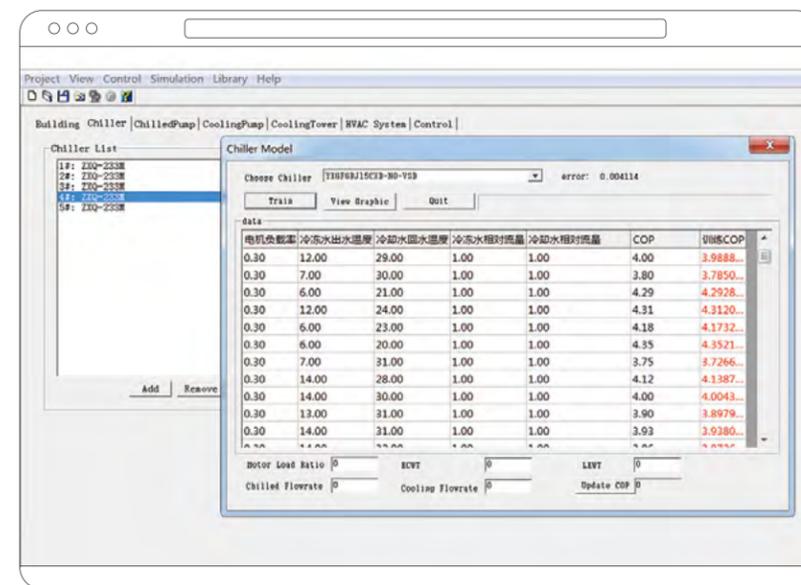
基于 SYS 中央空调节能优化控制引擎的空调节能模拟分析工具，如下图所示，将中央空调系统作为一个整体来考虑，通过采集系统实际运行参数，动态建立系统设备模型（包括冷水机组、水泵、冷却塔、管路水力及空调末端风系统能耗模型），掌握水系统与风系统之间、风水系统内部各设备间的耦合影响与联系，在保证需求的前提下，对系统进行实时优化模拟计算，动态寻优在该工况下系统最低能耗时各设备的最优运行控制参数，从而实现系统层的节能优化控制。



### ■ 基于物理特性的系统建模

专业高精精度的冷机性能模型  
基于物理特性及实际运行数据的全系统建模

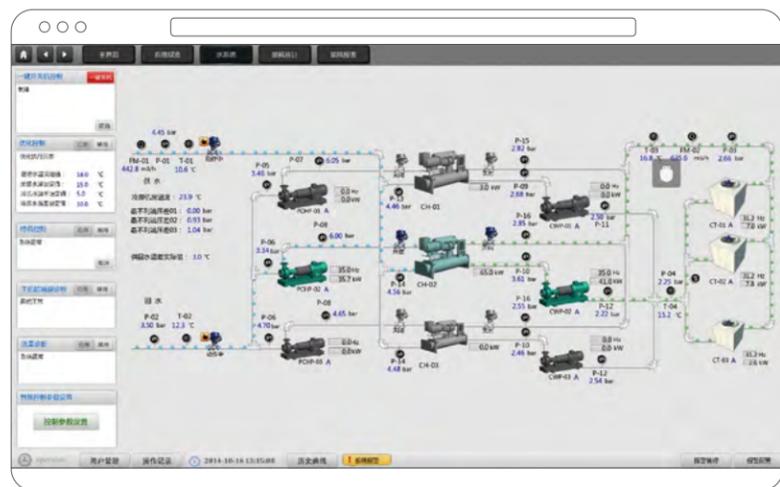
### 系统性能优化仿真



### ■ 实时全工况的系统优化仿真

基于数据校核模型的全系统仿真工具；  
实时对比优化工况与常规工况差异；  
优化计算并输出系统最优控制设定；

### 系统一键优化管控



#### ■ 一键优化控制

一键实现系统优化启停与优化控制点设定；  
 一键优化系统能效，节能控制的大脑，可对接不同 BA 系统，自动校核与优化控制；  
 系统节能率可达 20%~40%；

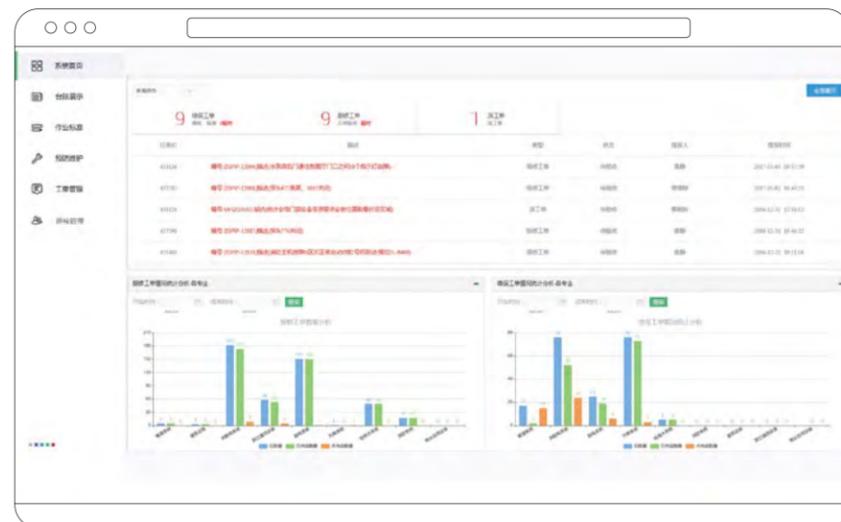
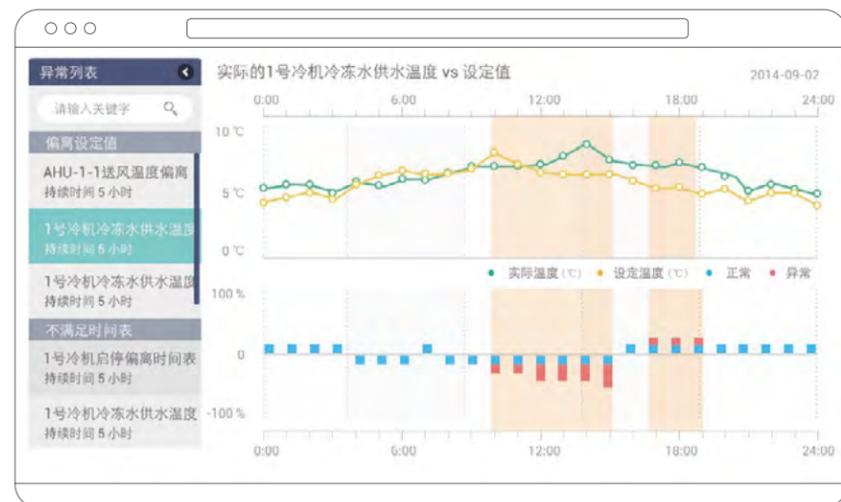
#### ■ 能效管理

系统可以对所有用能设备的能耗能效及系统的各项参数进行显示，包括实时数据、历史数据和汇总后数据（小时、日、周、月和年）等。

#### ■ 实时节能量计算

基于基准能耗模型与实际能耗，精确计算实时节能量；

### 故障诊断与运维工单



#### ■ 故障诊断与报警工单

系统诊断报警功能，内置默认报警库，自动进行数据校核、安全与故障预警、节能报警等，包括主机防喘振保护、水泵防水锤开机曲线保护、最小压差保护、趋近温度过高报警、最低流量保护、最低出水温度保护等，为优化控制保驾护航；  
 报警触发自动生成工单执行；

#### ■ 运维工单

日常巡检、维修与保养信息化作业流程，智能生成工单；  
 日常运维工作的量化考核与绩效，提高 30%+ 效率；

SYS 智能管控与常规智能控制对比		
分类	SYS 节能优化控制系统	常规节能控制系统
节能目标	以整个空调系统能效最高为目标（冷水机组 + 冷冻泵 + 冷却泵 + 冷却塔 + 空调末端），综合考虑各设备之间的耦合关系与相互影响；	设备均单独的进行控制，无法考虑机房系统设备间的相互影响，不具备整体性能优化；
控制原理	系统智能“大脑”，基于系统整体全局优化控制，在不同室外状况以及系统负荷下，利用校核的系统模型实时寻找整个系统运行的最佳效率点，实现系统层全局优化控制	冷水机组、冷冻泵、冷却泵、和冷却塔各自形成独立的闭环控制，实现简单的变频和加减机控制。根据固化的经验控制模式，不具备整体性能优化；
仿真平台	专业仿真模拟软件，基于实际数据及物理规律建立设备及系统模型，可根据当地气候状况以及系统负荷进行全年 8760 小时的计算，对比空调系统改造前后节能效果；根据实时工况输出实时优化控制策略；	无
冷水主机	动态适应负荷变化进行机组优化调配，结合天气、舒适度及系统效率调节供水温度，智能负荷预测防止暂态过程引起频繁加减机；有效的冷水机组智能喘振保护；	不做冷机优化控制，仅做冷机监视功能，不具备整体性能优化；
冷冻水泵	根据系统末端负荷，确保最不利末端压差，基于水泵和系统能效模型，综合考虑输配效率和冷机效率，优化水泵台数和频率；	独立的闭环控制，简单的辅机和主机联控。根据供回水压差调节水泵频率，不具备整体性能优化；
冷却水泵	综合考虑系统效率，基于水泵和系统能效模型，优化水泵台数和频率，调节流量与温差；	独立的闭环控制，简单的辅机和主机联控。根据回水温度调节水泵频率，不具备整体性能优化；
冷却塔风机	根据室外干湿球温度、系统排热量，基于冷却塔和系统能效模型，优化风机台数及频率，实时优化出塔水温；	独立的闭环控制，台数及频率根据人为设定的出塔温度调节，不具备整体性能优化；
空调箱风机转速及水阀风阀控制	根据室外干湿球温度、室内干湿球温度、室内 CO2 水平、需求冷量、冷站水系统及空调箱风系统的物理模型，动态调整空调箱各风机运行频率、风阀水阀状态。	独立的闭环控制，温度设定点或频率人为设定，不具备整体性能优化；
实时节能量评价	基于基准能耗模型与实际能耗，精确计算实时节能量；	无节能量，或者节能量根据经验估算，无切实计算依据。
数据校核与智能诊断	对流量、温度、压力、冷热量等参数进行平衡校核，从而发现系统中的可疑故障；对各项能效异常现象进行在线诊断，如设备运行效率过低、突发性的能耗突变、持续性损耗等现象；	无
报警与保护	主机防喘振保护、最低流量保护、最低出水温度保护、水泵防水锤开机曲线保护、最小压差保护、趋近温度过高报警等；提供操作记录查询、故障报警及故障查询、操作员访问权限、远程监管服务、水泵故障自动切换等；	缺乏
兼容性与稳定性	与传统 BAS 控制系统各大品牌完全兼容（BACnet、modbus、OPC、Profinet 等标准协议），专注于控制策略标准化产品；经过国家评测、3C 认证、具有自主专利与著作权；	封闭，兼容性差，或缺乏实践检验；
便利性	一键控制与优化、管理报表与分析；手机端应用远程掌控；	-

## 典型案例



### 北京地铁昌平南延线

- **基本情况：**北京市轨道交通昌平线南延工程，北起西二旗站（既有站）南侧，南至蓟门桥站南侧停车折返线端部，线路长 12.6km，高架约 0.2km，地下及过渡段约 12.4km。新建车站 8 座，换乘站 5 座。
- **实施内容：**搭建车站通风空调节能优化控制系统，实现车站通风空调系统运行的节能优化调控。
- **客户价值：**实现水系统、大系统节能优化调控，确保年综合节电率不低于 20%

### 上海地铁 10 号线新江湾城站

- **基本情况：**新江湾城站是上海地铁 10 号线的双岛式车站，2010 年 4 月 10 日开通运营。车站通风空调系统运营能耗约为 106 万度电每年，能耗较高；作为智慧车站建设中智慧节能子系统，要求改造节能率不低于 35%。
- **实施内容：**完成新江湾城站通风空调系统设备改造与节能控制系统建设，实现车站内中央空调系统的风水联动调节。
- **客户价值：**优化通风空调运行模式，实现环控系统整体节能率达 48.64%（项目节能率由（武汉）国网电力科学研究院提供第三方审核认定）



### 石家庄地铁 2 号线一期

- **基本情况：**石家庄市轨道交通 2 号线一期工程，线路全长约 15.569km，设置车站 15 座，共设置换乘站 5 座。项目采用蒸发冷凝式中央空调系统。
- **实施内容：**搭建车站通风空调系统节能优化控制系统，实现车站 A 端及 B 端对应的通风空调系统的节能优化调控。
- **客户价值：**提供服务期为 15 年的合同能源管理服务，确保年均综合节电率不低于 38%，并承担系统后期的运维服务。

### 南昌地铁 3 号线

- **基本情况：**南昌市轨道交通 3 号线全长 28.5km，车站全部采用地下敷设方式；线路共设 22 座车站，车站中央空调系统全部采用风水联动节能控制系统。
- **实施内容：**搭建车站通风空调节能优化控制系统，实现车站通风空调系统运行的节能优化调控。
- **客户价值：**实现水系统、大系统节能优化调控，确保年综合节电率不低于 35%



## 无锡超算中心

- **基本情况:** 截止到 2019 年, 科技部批准建立的国家超级计算中心共 7 家, 无锡国家超算中心是其中之一, 配置有被称为“国之重器”的超级计算机—神威太湖之光。有 3 个冷站系统, 共有 15 台克萊門特离心机冷水机组, 30 台冷冻水泵, 12 台冷却水泵, 设有自然冷却系统, 末端共 56 台精密空调。
- **实施内容:** 系统能效最高出发, 建立系统性能模型, 实时优化水系统各设备运行控制设定点, 实现系统能效最优。基于系统性能特性模型, 实时优化系统控制点, 动态调整水泵频率, 平衡冷冻水流量。
- **客户价值:** 项目运行 PUE 可达 1.21, 节能率 16.7%, 年节电费用 145 万元。



## 江苏省苏北人民医院

- **基本情况:** 苏北人民医院又名扬州大学附属苏北人民医院、南京医科大学扬州临床医学院。医院前身是美国浸礼会 1900 年创办的扬州浸会医院, 江苏省首批三级甲等综合性医院。
- **实施内容:** 建立后勤运维平台, 实现数据监测、故障报警、状态异常报警、视频实时监控及联动、手机 APP 查看, 并支持多业务场景如巡检、维修操作处理, 达到对设备安全管理的闭环控制。
- **客户价值:** 提升运行管理效率, 效率提高 20%, 空调系统优化节能 20% 以上。



## 杭州华润万象城

- **基本情况:** 杭州万象城占地 150 亩, 总建筑面积 80 万平方米(含地下), 以 Shopping Mall 为核心, 建成集大型购物中心、甲级写字楼、超五星级酒店柏悦、高尚住宅悦府服务式公寓等为一体的都市综合体项目。
- **实施内容:** 实现项目楼宇自控系统修复, 建设中央空调节能优化控制系统。实现中央空调系统节能优化管控, 实现冷水机组, 冷冻水泵、冷却水泵, 末端空调机组的寻优调制; 实现项目新风系统控制优化。
- **客户价值:** 空调系统综合节能率 20% 以上。

## 重庆华润万象城

- **基本情况:** 重庆华润万象城位于重庆市九龙坡区谢家湾正街 55 号, 南面是杨家坪商圈, 东临长江, 北靠龙腾大道, 临近轨道交通 2 号线谢家湾站。重庆华润万象城项目分 A、B 两个地块, 建筑高度 49.40m, 总建筑面积约 50 万平方米, 地上 6 层, 局部含夹层, 地上建筑面积 32.4 万平方米; 地下 4 层, 地下建筑面积 17.9 万平方米, 地下室为大型地下停车场、超市、零售商业及设备用房。
- **实施内容:** 实现项目中央空调系统冷站的节能优化改造, 同时实现项目空调末端的运行优化调节。
- **客户价值:** 空调系统综合节能率 20% 以上。



# 设计上图

## 设计说明

### 1

SYS 中央空调风水节能优化控制系统以整个空调系统能效最高为目标 (冷水机组 + 冷冻泵 + 冷却泵 + 冷却塔 + 空调末端), 综合考虑各设备之间的耦合关系与相互影响, 在不同室外状况以及系统负荷下, 实时动态寻找空调系统运行的最佳能效控制参数, 实现系统全局优化控制;

### 2

SYS 中央空调水系统节能优化控制主要负责对通风空调水系统中的各类设备 (制冷机组、冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔风机、电动水阀等) 进行直接控制, SYS 中央空调风系统节能优化控制主要负责对风系统中的各类设备 (空调末端送风机、新风机、回排风机、电动风阀、电动水阀等) 进行直接控制, 另外还需接收建筑智能化系统 (BA\BAS 系统) 的全局控制指令, 将设备运行状态、环境参数等信息上传给建筑智能化系统 (BA\BAS 系统) 进行统一监视管理。

### 3

SYS 中央空调风水节能优化控制系统主要包括冷冻水泵控制单元、冷却水泵控制单元、冷却塔风机控制单元、空调箱风机控制单元、水阀风阀控制单元、现场信号采集箱、传感器、系统软件、风水联调控制柜等组成。

### 4

SYS 中央空调风水节能优化控制系统遵循“人性化”的设计理念, 提供汉化的中文软件界面, 以及直观的图形和图表, 并具有图形化编程功能和程序在线模拟功能, 系统上设有控制参数显示和设置界面, 可根据实际需求自行调整和修改。具有能耗曲线、主机及系统效率曲线、动态趋势图, 运行曲线图、操作和故障记录、以及各种数据报表等的显示打印功能等。



