

# IDC机房空调末端智能群控可视化

## (柔性综合控制节能)

杭州尚灵信息科技有限公司

# 数据中心“双碳”行动目标



工业和信息化部关于印发《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023年）》的通知

工信邮通信〔2021〕76号

工业和信息化部等七部门关于印发信息通信行业绿色低碳发展行动计划（2022-2025年）的通知

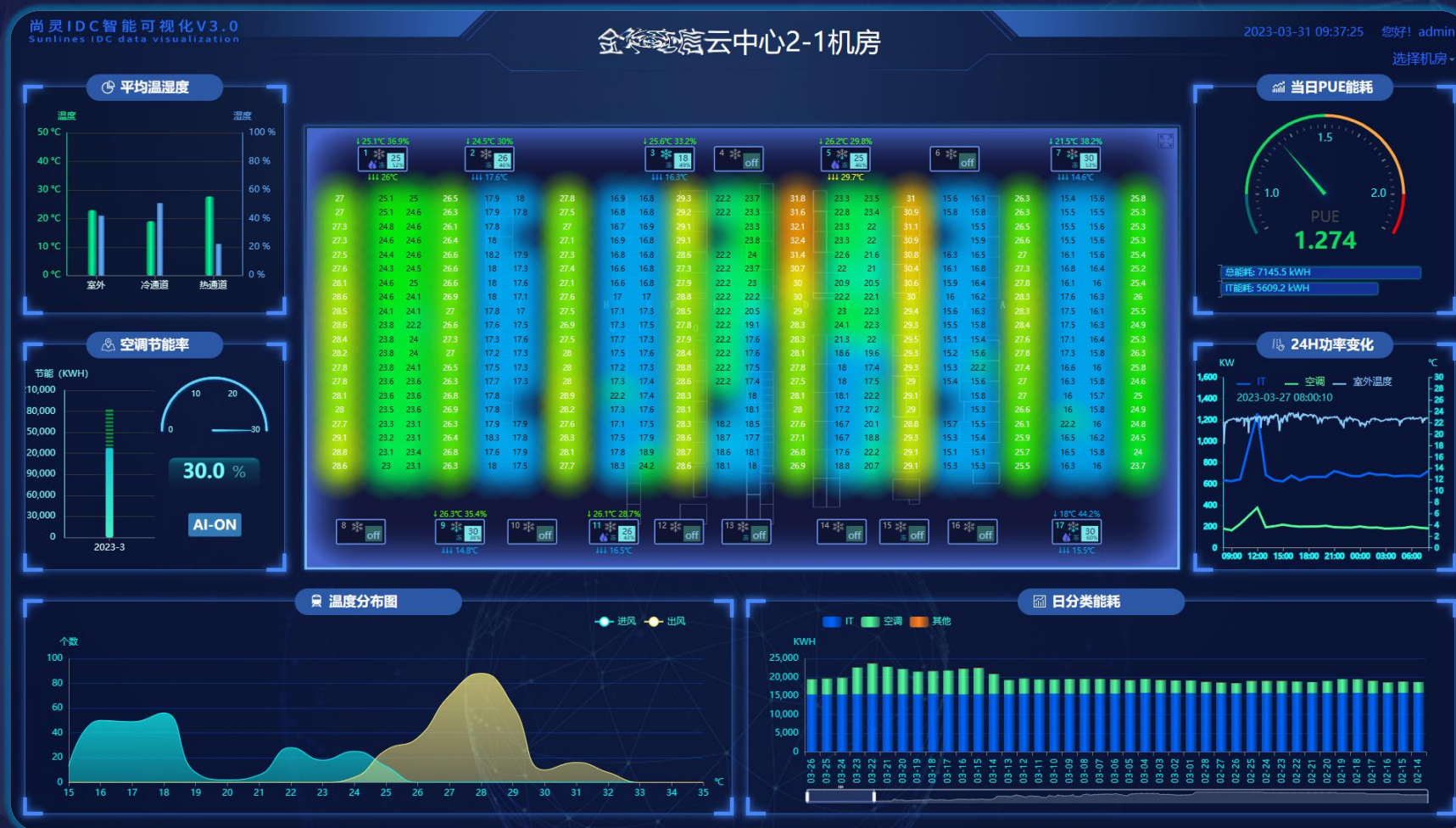
发布时间：2022-08-25

新建大型及以上数据中心PUE降低到1.3以下。  
新建边缘数据中心PUE一般不高于1.5。  
加速改造升级“老旧小散”数据中心。

最终实现到2025年，全国新建大型、超大型数据中心电能利用效率（PUE）降到1.3以下，改建核心机房PUE降到1.5以下。



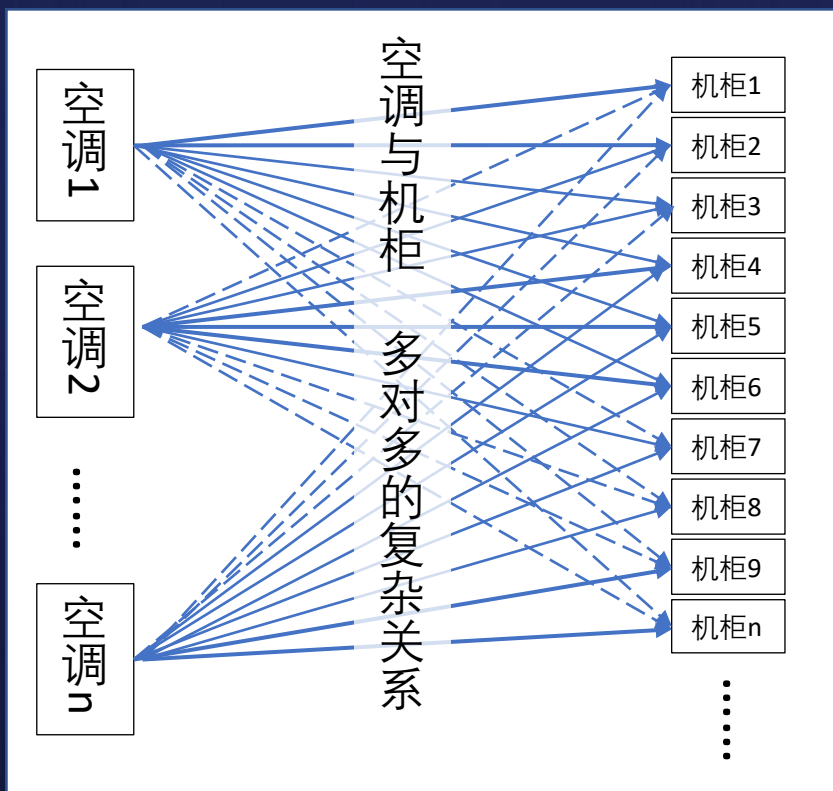
## 我们共同的目标！



# 空调与机柜进风温度之间的关系

多台空调对应多组机柜进风温度的关系：

空调启停->出风温度变化->风道内各空调送风温度相互影响->机柜进风温度变化->机柜发热导致机柜出风温度变化->机柜出风相互影响导致空调回风温度变化->温度变化影响各空调启停



# 节能从末端做起!

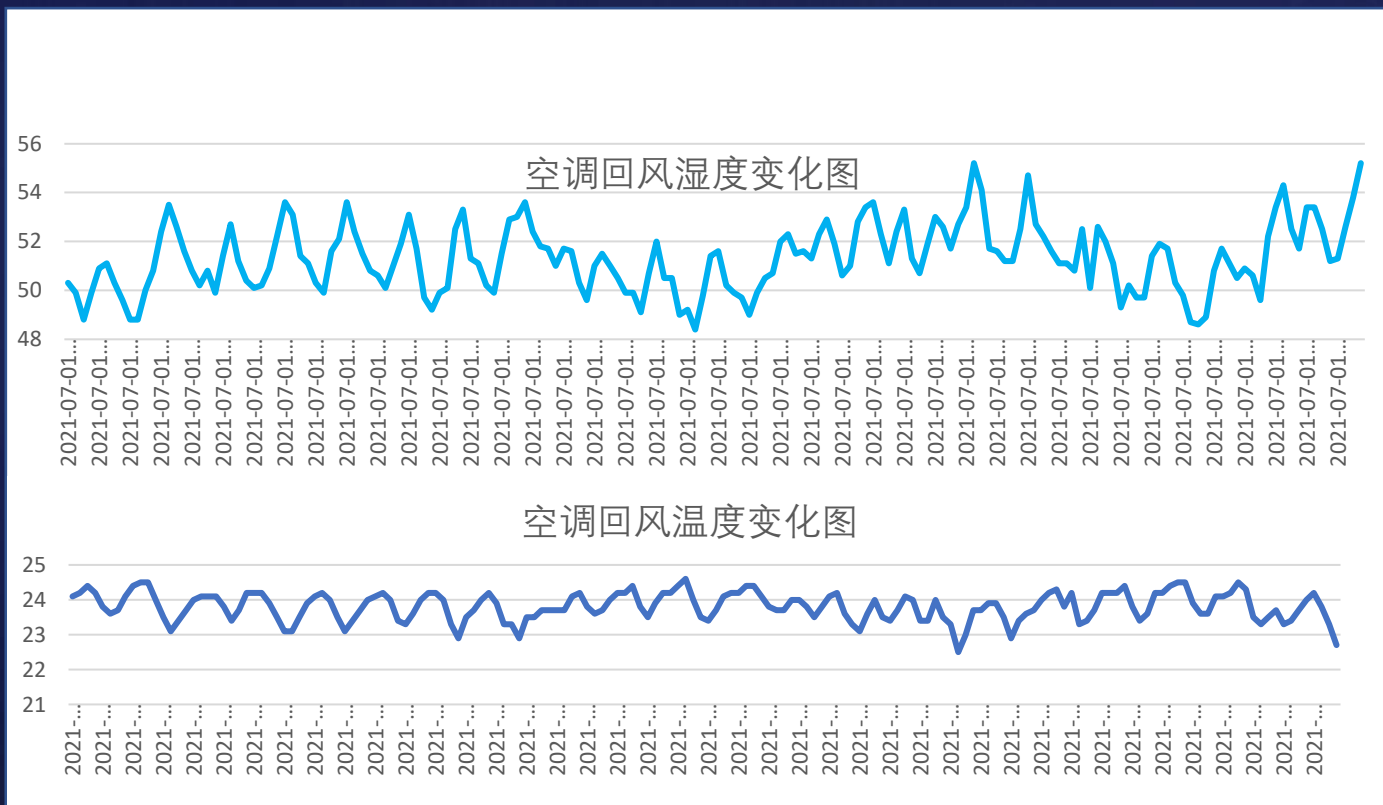


冷热通道分离带来温湿度控制的挑战!  
数据中心气流组织的多变性导致热岛、盲区的频繁出现。

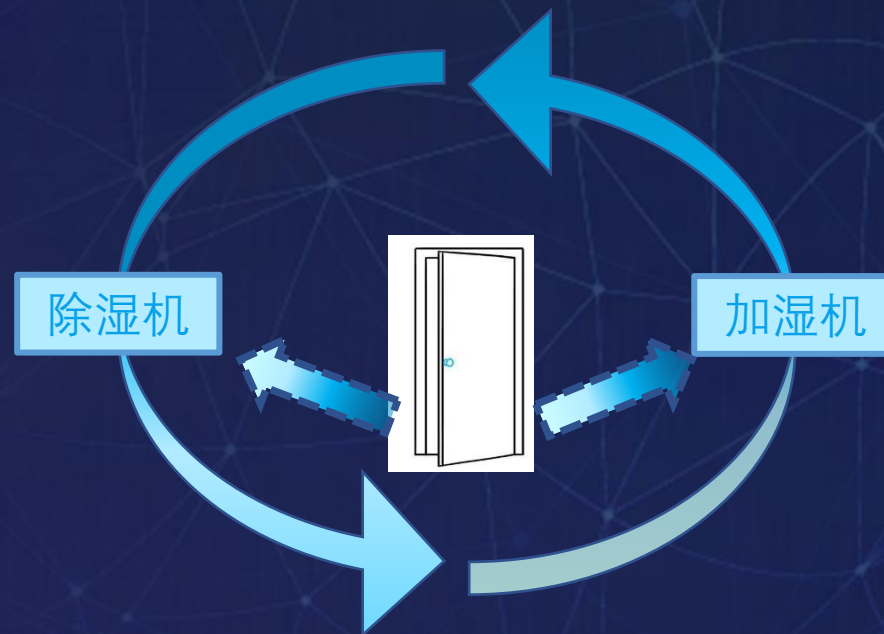
## 机房空间温度与湿度之间的关系

在绝对湿度不变时：

相对湿度会随着温度升高而降低，或者随着温度降低而升高，并且相比温度而言变化幅度大。



机房内某空调回风温度实测变化图



机房内绝对湿度变化因素图

机房内各点因为温度不同而导致相对湿度不同。即使是空调的回风口的温度也在不断变化，不同空调的回风点的温度更加不一样。温度升高、降低和加除湿设备导致湿度相互影响，常使机房加除湿混乱。这一混乱现象隐性而常被忽视。

# 实测某机房某时间点不同空调的加除湿动作



同一时间点7台空调，其中4台加湿、2台除湿，导致能耗浪费！

- 一共7台空调
- ◆ 空调1: 回风温度23.4°C 湿度39% 加湿
  - ◆ 空调2: 回风温度23.7°C 湿度52% 除湿
  - ◆ 空调3: 回风温度23.6°C 湿度44% 加湿
  - ◆ 空调5: 回风温度24.9°C 湿度38% 加湿
  - ◆ 空调6: 回风温度24.9°C 湿度38% 加湿
  - ◆ 空调7: 回风温度22.1°C 湿度55% 除湿

## 气流组织因素与影响

常见因素：

- 盲板封堵——漏风导致冷池失压热风串入
- 高风速失压——离空调较近区域因风速过快而出现热岛
- 远端失压——离空调较远、空调死角等区域缺少风压
- 空调附近冷风短路——空调附近或者内部有冷风泄漏导致空调传感器探测到低温引起空调不能正常制冷
- 服务器倒置安装——引起冷通道热岛现象
- 冷风通道阻塞——出现热岛
- 特殊规格服务器漏风——非标准服务器周围出现大面积空缺
- 多台空调彼此干扰——空调A制冷导致较低温度的空气回到空调B，使空调B不制冷形成一串高温区域并回到空调A，如此循环死锁

.....



气流组织问题在机房普遍存在，而且每个机房都有自己的个性问题！

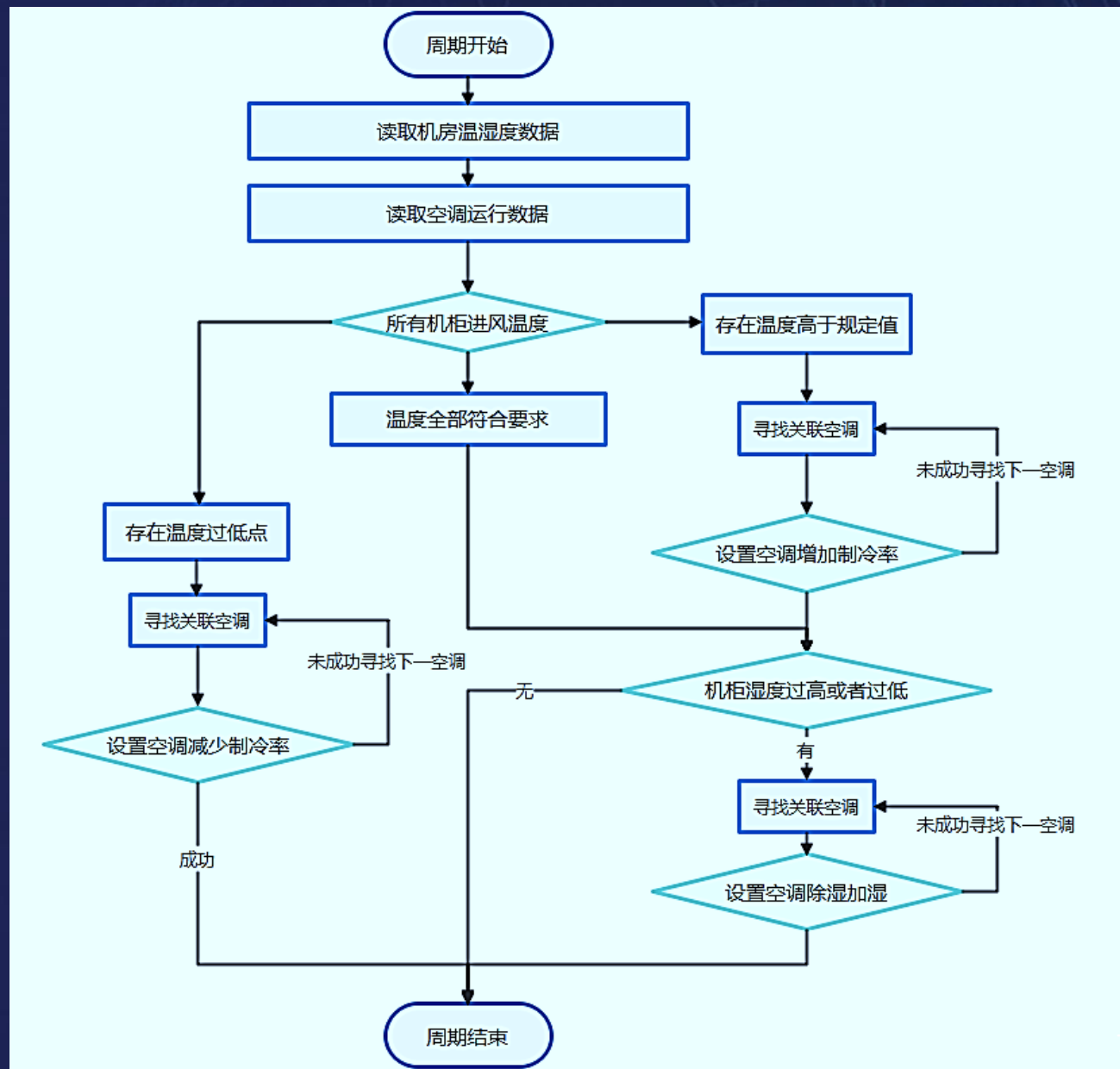
# 柔性调控算法设计

## 考虑因素

- 确定调控范围，不能无极限调控；
- 充分评估调控的后果，进行必要监测判断；
- 设置合理步长，逐级调控，既要确保效果可控，又要避免引起其他设备状态波动；
- 设置合理间隔，避免过度频繁调节导致空调失控；
- 在确保安全的前提下，一切调控以节能优先为原则。

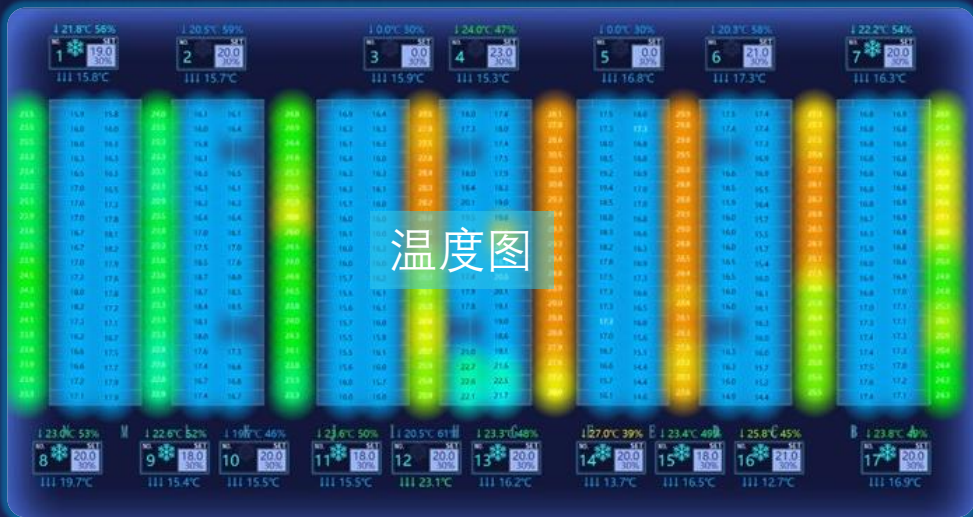
## 控制思路

- 尽量提升冷池温度
- 避免不必要加除湿
- 提升冷热通道温差

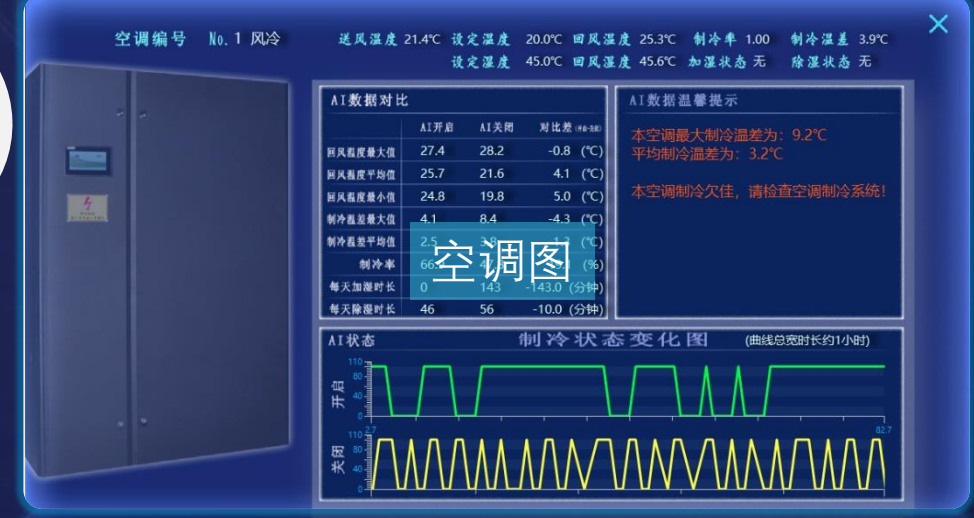




# 数据中心可视化技术 Data Center Visualization Technology



大到全局

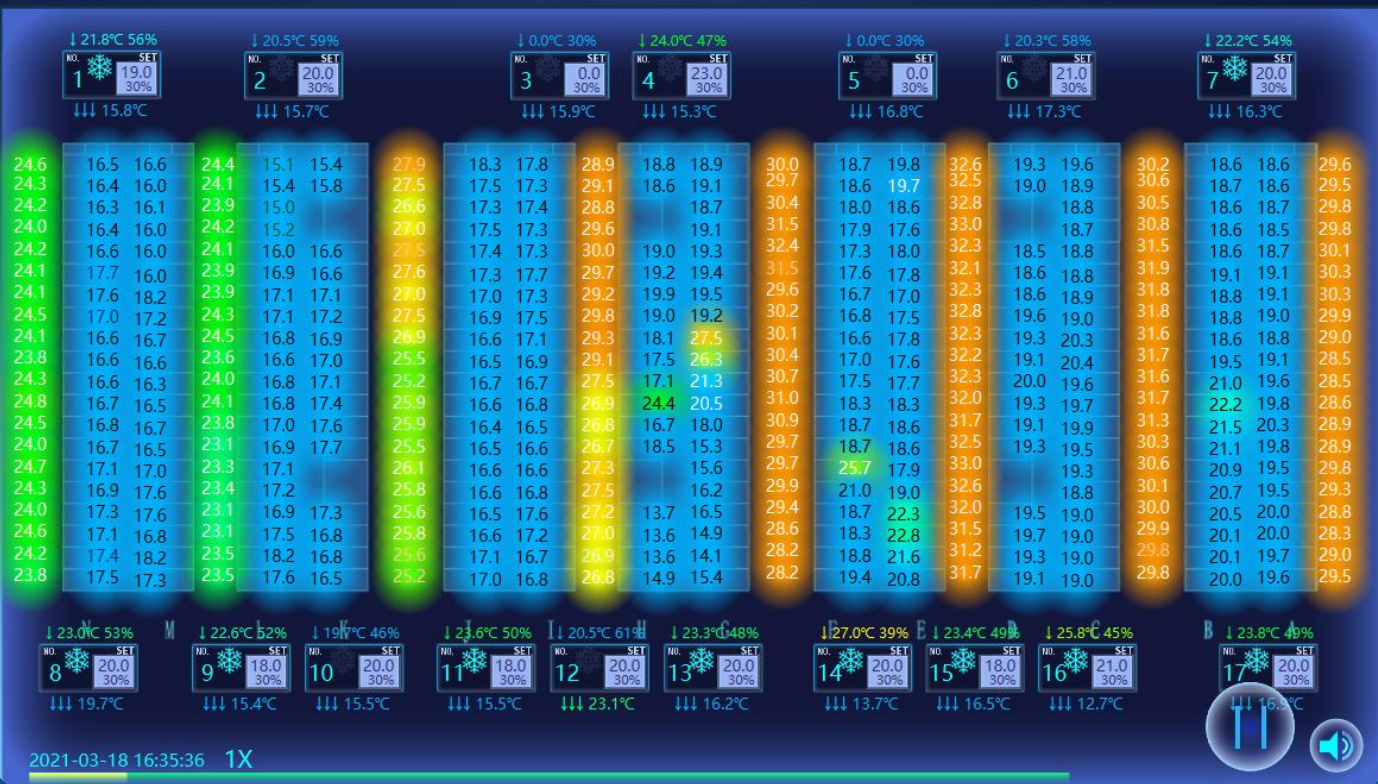


细至入微





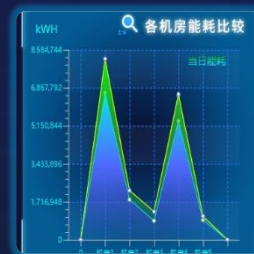
机架数: 268 设计 / 实时总功率(kW): 1206.0 / 0.0 设计 / 实时平均机架功率(kW): 4.5 / 0.0



## 节能从技术到服务!

- ◆ 智能分析空调能效状况, 提前发现隐患!
- ◆ 能一目了然发现热岛、漏风问题, 从而发现气流组织问题;
- ◆ 机柜在架率可视化, 实现服务器上、下架管理;
- ◆ 节能不仅是技术问题, 也是维护问题!

历史回放



以能耗分类构成形式  
构建实时配电图  
也称为配电数字孪生系统

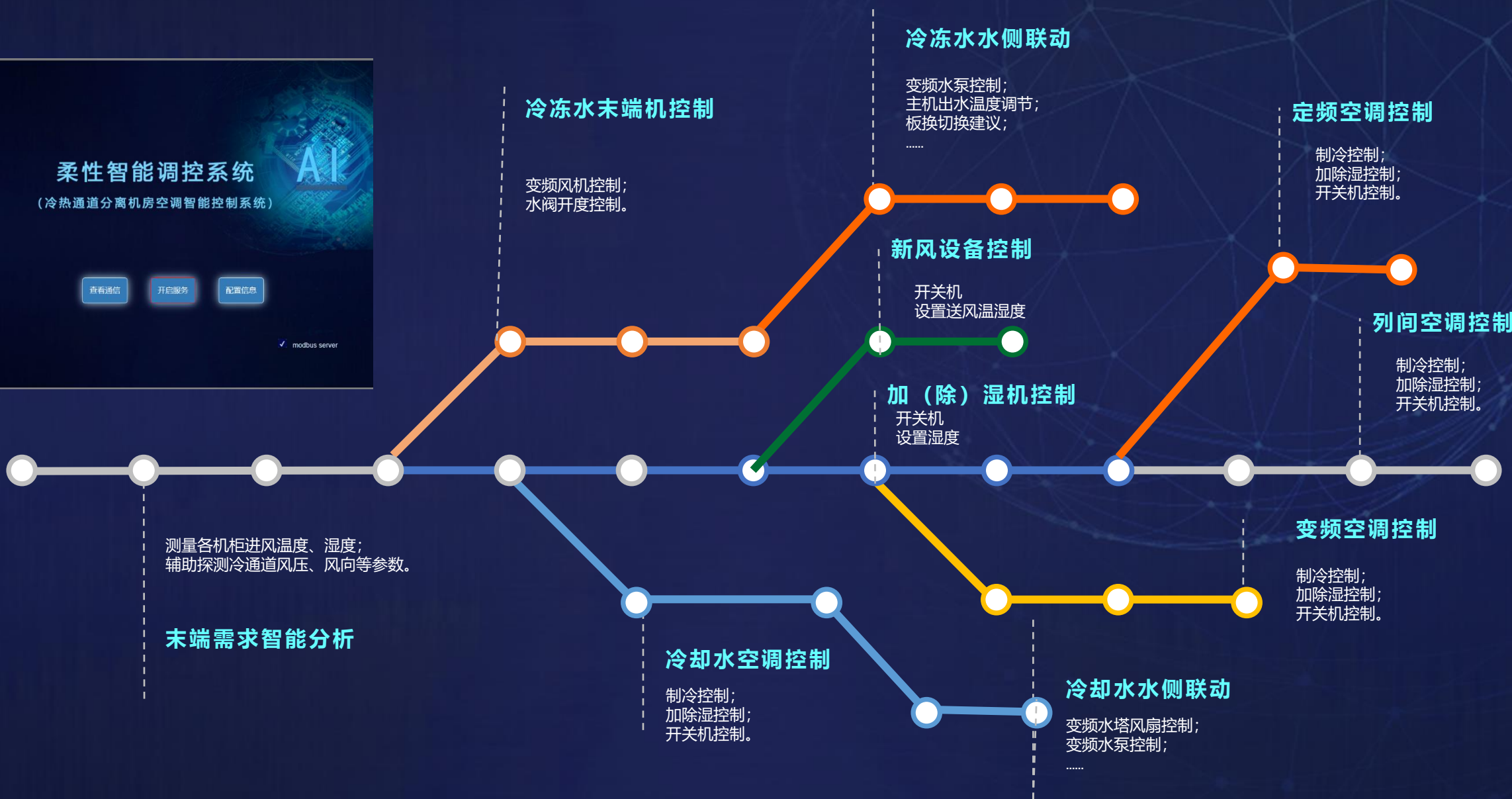
- 所有能耗均能直接追溯到实际电表；
- 所有数据实时更新；
- 配电图自由缩放、平移；
- 所有（开关）电表能耗指定时间段查询；
- 所有查询结果表格导出；
- 节能明明白白。



# 空调末端群控技术

Air conditioning terminal group control

多种空调、多类空调群控技术!



# 部署十分简易

- ◆ 无需改变机房任何设备
- ◆ 不影响原有动环等系统
- ◆ 可利用原有能耗仪表
- ◆ 支持远程、云端部署



# 机房在柔性调控可视化技术下整改

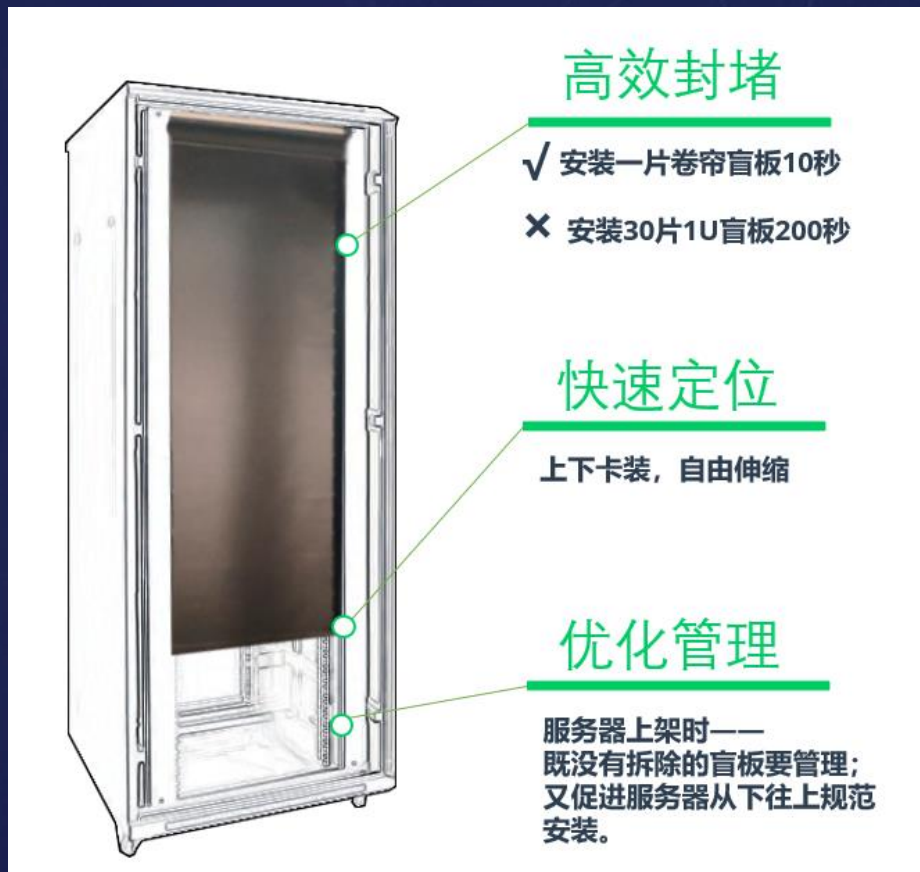
机房个性化风道优化整改：

下图为机房送风盲区引流整改



新型柔性盲板/卷帘盲板实现空置机柜高效封堵：

下图为模拟机柜快速封堵图



收起效果



机柜安装现场图

# 机房恒温恒湿新风设备

## Room fresh air equipment



### 技术参数

性能参数	型号	SLXF-070111	SLXF-120111	SLXF-150111	备注
风量(m <sup>3</sup> /h)		7000	12000	15000	
显冷量(KW)		21.1	33.2	45.2	室内空气-室外空气焓值>=10KJ/KG
能效比(EER)		14.06	8.14	7.46	
风量功耗比(W/m <sup>3</sup> )		0.28	0.34	0.40	
最大静压(Pa)		200	210	220	
最大加湿量(Kg/h)		20	30	35	室外温度25℃, 湿度35%
室内侧噪声db(A)		<=63	<=65	<=73	
室外侧噪声db(A)		<=53	<=54	<55	
电流(A)		3.0	6.2	9.2	
耗电量(KW/h)		1.97	4.08	6.06	
主机尺寸(mm)		1530*820*1710	1700*920*1810	2300*940*1995	
排风尺寸(mm)		800*500	800*500	800*500	
进风尺寸(mm)		700*650	800*730	900*800	
回风尺寸(mm)		80*510	80*580	800*650	
室外空气使用条件	粒子浓度(2.5微米粒子)<50000粒/升, 室外空气焓值<47KJ/KG				
系统过滤效率	5微米粒子过滤效率优先于99.8%; 0.5微米粒子过滤效率优于95%				
工作电源	AC220V, 功率2500W (以SLXF-070111为例)				
环境温度	-5℃~55℃				
通讯方式	半双工, RS485				
平均无故障时间	大于20000H				

备注: • 显冷风-温差\*1.2\*风量/3600 (单位: KW)

• 可定制其他风量机型。

## 技术一：等焓线控制

1. 采用普通温湿度传感器；
2. 硬件实时计算焓值；
3. 采用焓值进行室外工作条件设定；
4. 温湿度恒定范围的送风调节

$$\text{焓值} = 1.01t + (2500 + 1.84t)d \quad (\text{kJ/kg干空气})$$

式中：

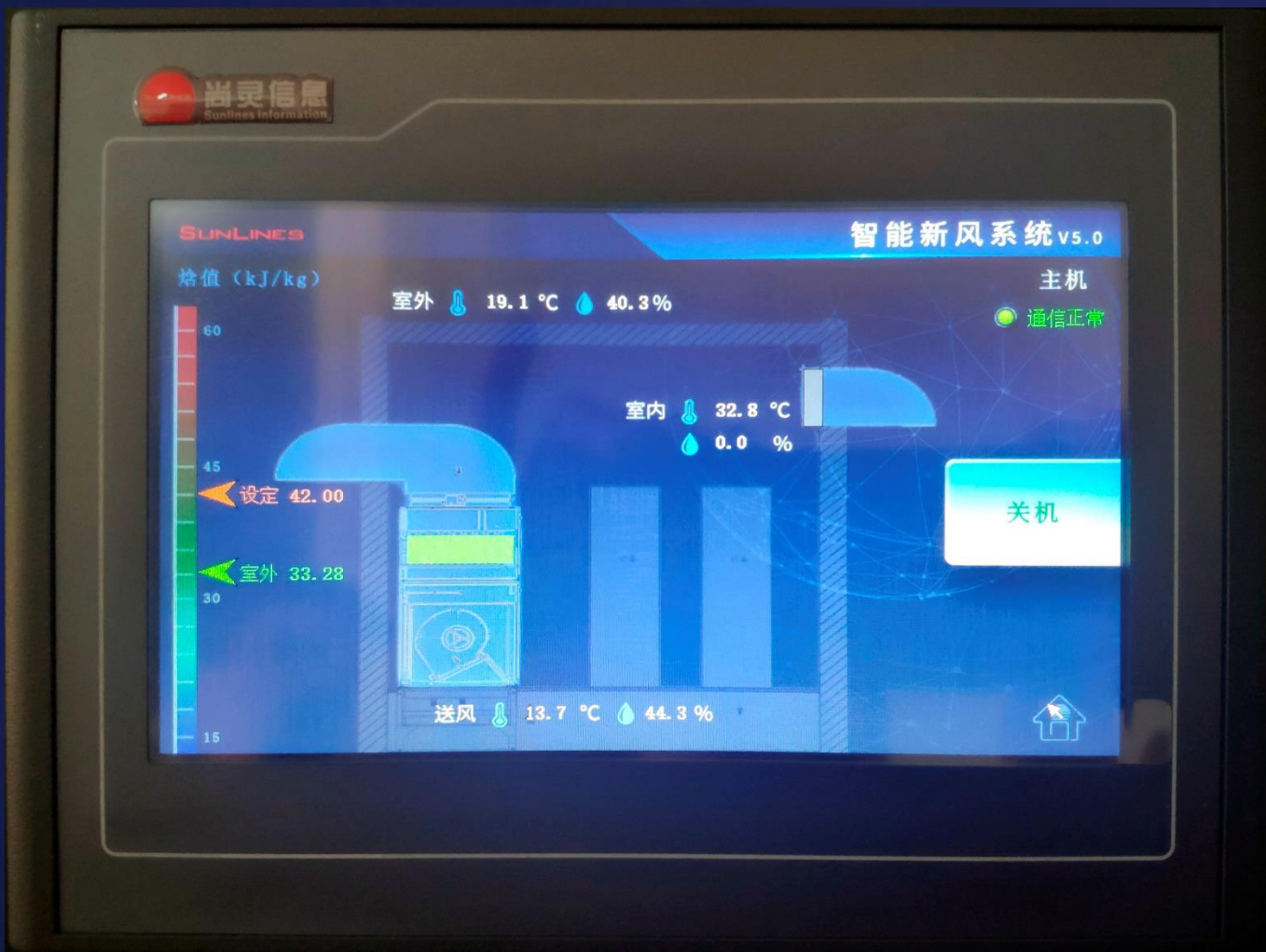
t—空气温度℃

d—空气的含湿量kg/kg干空气

1.01—干空气的平均定压比热 kJ/(kg.K)

1.84—水蒸气的平均定压比热kJ/(kg.K)

2500—0℃时水的汽化容潜热 kJ/kg





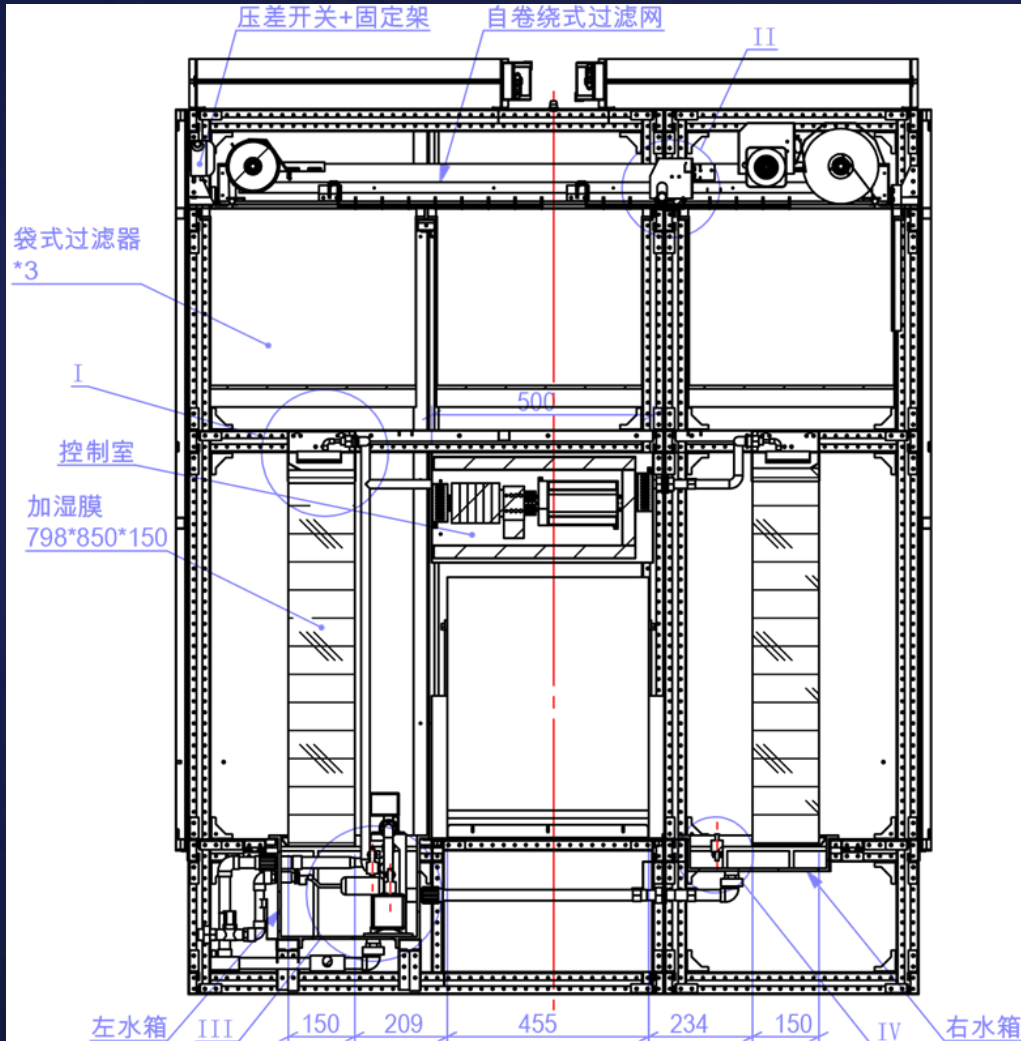
## 技术二：混风加湿

1. 自动混风到选定的焓值区间；
2. 通过加湿降温调节到合适温湿度点。

(需要较大的体积，增加了结构成本)

市面上其他的处理办法：

- 1、先给回风加湿然后混风
- 2、新风过滤后直接送风，外置加湿器加湿
- 3、.....



技术三：多种过滤

1. 洁净度：普通粉尘粒子过滤问题；
2. 沿海防盐雾处理问题；
3. 腐蚀性工厂附件的防硫化问题。



20090907551 中科理化环境分析研究  
Physical and Chemical Research Center of Science and Environment

检测报告  
Test Report

报告编号: 中科检字(2012)年第071713号  
Report Number

委托单位(或个人): 杭州尚灵信息科技有限公司  
Customer

检测类别: 委托检测  
Test Category

检测项目: 混合过滤器  
Test Item

检测单位盖章:  
Official Seal



《盐雾过滤检测报告》



2007110161Z  
有效期: 2010年12月19日止  
浙江省质量技术监督局核发



(2007)浙(浙)威监检字161号  
有效期: 2010年12月19日止  
浙江省质量技术监督局核发



检测报  
TEST REPO

报告编号: 100111110  
REPORT NO.

产品名称: 智能通风节  
NAME OF SAMPLE

委托单位: 杭州尚灵信息科  
CUSTOMER

受检单位: /  
INSPECTED ENTITY

检测类别: 委托  
TEST CATEGORY

浙江方圆检测集团  
ZHEJIANG FANGYUAN TEST



20090907551 中科理化环境分析研究中心  
Physical and Chemical Research Center of Science and Environmental Analysis

检测报告  
Test Report

报告编号: 中科检字(2012)年第071714号  
Report Number

委托单位(或个人): 杭州尚灵信息科技有限公司  
Customer

检测类别: 委托检测  
Test Category

检测项目: 混合过滤器  
Test Item

检测单位盖章:  
Official Seal



《二氧化硫过滤检测报告》



G4卷绕过滤器

荣誉证书

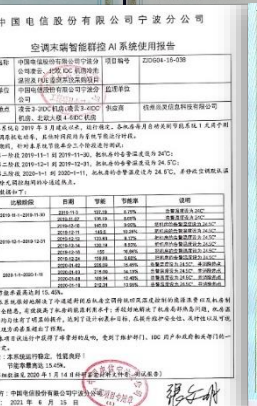
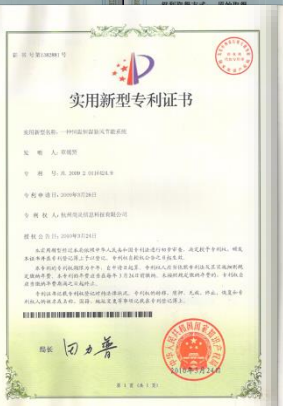
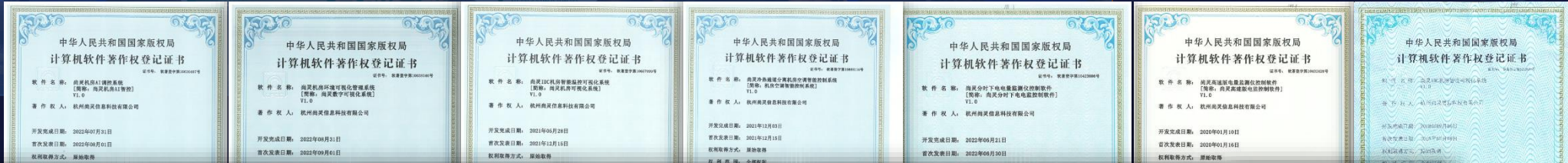
杭州尚灵信息科技有限公司:

你司申报的“自动卷绕过滤网系统”  
入选“通信行业创新产品与解决方案”(第一批)

中国通信企业协会  
通信网络运营委员会  
二〇一五年十月

# 专利 & 证书

## Patents & Certificates



# 案例

## 金华某互联网大楼2021年状况

### 金华某互联网大楼

- **位置:** 金华市婺城区
- **面积:** 主体建筑地上共4层
- **数量:** 5个数据中心机房, 实际机柜948个
- **电源:** 两路市电电源, 同时工作、互为备用

### 机房能耗数据

#### ■ 机房2021年能耗分类数据:

序号	机房名称	年总能耗	年IT能耗	年空调能耗	年其他能耗
1	2-1机房	987.6	697.2	154.2	136.2
2	2-2机房	338.3	223.9	72.3	72.6
3	3-2机房	267.6	177.1	68.9	41.6
4	4-1机房	852.1	527.9	139	115.2
5	4-2机房	156.9	92.8	48.3	35.8
6	汇总	2602.5	1718.9	482.7	401.4

#### ■ 空调配置情况:

机房内配置冷冻水空调2组+冷却水空调1组, 互为备用。

#### ■ 送风方式:

机房内气流组织为地板下送风, 封闭冷通道。

#### ■ IT上架率:

机房	设计功率	实际功率	上架率
2-1机房	1072	934.87	87.21%
2-2机房	700	204.71	29.24%
3-2机房	340	192.16	56.52%
4-1机房	1072	663.5	61.89%
4-2机房	608	141.36	23.25%

IT功率  
约2000KW

PUE  
1.514

实施前制冷系统年均  
电费超270万元

# 案例

## 金华某互联网大楼IDC机房实施节能措施后状况

### 金华某互联网大楼

- 位置：金华市
- 面积：主体建筑地上共4层
- 数量：5个数据中心机房，实际机柜948个
- 电源：两路市电电源，同时工作、互为备用

### 机房能耗数据

#### ■ 机房2022年能耗分类数据：

序号	机房名称	当年总能耗	当年IT能耗	当年空调能耗	其他能耗
1	2-1机房	738.09	611.60	95.60	30.89
2	2-2机房	200.75	149.96	30.62	20.17
3	3-2机房	271.50	220.61	41.09	9.80
4	4-1机房	526.68	376.47	119.32	30.89
5	4-2机房	165.88	114.85	33.51	17.52
6	汇总	1806.37	1376.85	320.23	109.29

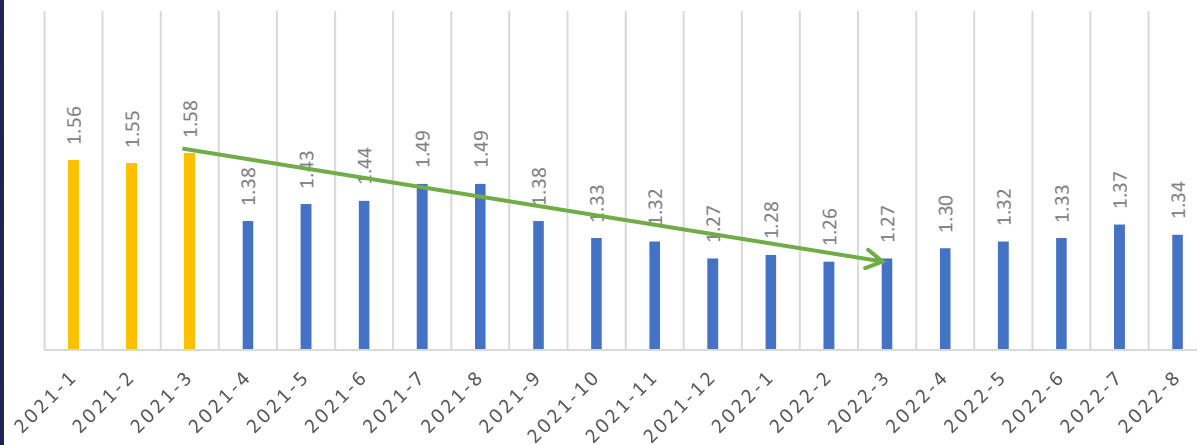
#### ■ 空调配置情况：

机房内配置冷冻水空调2组+冷却水空调1组，互为备用。

#### ■ 空调末端群控系统建成时间：

2021年4月1日。当月大楼PUE明显下降，1年来大楼持续优化，效果显著！

#### ■ 大楼PUE变化图：



#### 大楼情况小结

年均节能率  
约38%

当年大楼PUE  
1.29

年均节约电能  
超196.3万KWH

# 金华某互联网大楼IDC机房节能实践

## 建设空调AI末端群控系统

测量冷通道内温度、湿度；  
测量地板下温度、湿度，气压；  
自动调控空调运行实现冷通道升温 and 减少不必要的加除湿。



## 服务器规范性整改

解决服务器安装不规范导致风阻增大；  
解决服务器倒置安装问题；



## 卷帘盲板的应用

在大面积空置机柜采用卷帘盲板，大大提高了封堵效率；降低了封堵成本；  
结合其他盲板的封堵工作，大大改善了机房的气流组织。



# “金华某互联网大楼节能历程”

## 空调状态寻优

发现解决空调制冷效率降低问题；  
发现空调不正常的制冷开关跳闸问题；  
发现并优化富余空调关机节能。



## 空调管路改造

通过对1号楼中央空调主系统管路改造，直接减少一套冷冻水系统运行，大大提高了空调系统的效率，减少了备用空调能耗的浪费









## 多节能措施综合应用


冬季发挥板换功能、关闭冷冻水机组；  
春秋冬季补充室外冷源直接冷却；  
多措并举，相互促进，密切协作。







# 以柔性调控可视化系统为基础解决机房各类问题

机柜名称	问题类别	问题描述	现场图片
B02	安装不规范	带散热风扇交换机侧装，且服务器机柜侧安装。服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
B03	安装不规范	带散热风扇交换机侧装，且服务器机柜侧安装。服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
B06	安装不规范	设备安装靠后	
B08	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
C04	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
C05	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	

C06	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
C07	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
C08	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
C12	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
C13	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
D04	安装不规范	服务器间隔为0.5U,盲板无法安装	

D05	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
D06	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
D07	安装不规范	服务器间隔为0.5U,盲板无法安装	
D08	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
D11	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
D12	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	

D13	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
D14	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
D15	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
E15	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
F03	安装不规范	服务器托架安装偏靠下，盲板定位扣无法对准机柜方孔，导致盲板无法安装。	
G01	网线走线不规范	网线扎线杂乱，导致盲板无法安装	

## 节能实施工作中解决各类问题：

服务器倒装59起



服务器安装不规范1560起



盲板封堵6500多起



穿线问题820多起

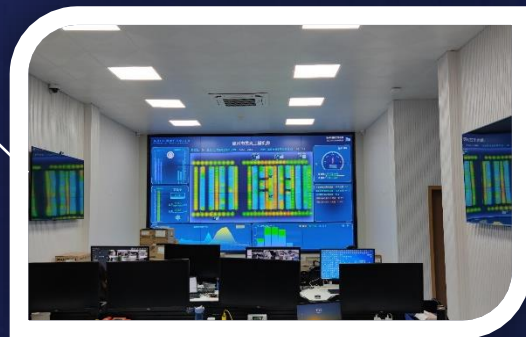
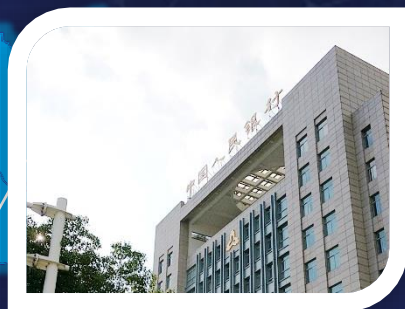


负压引流110多起  
隔热封堵12起  
机柜进风堵塞5起



# 案例分布

应用于160多个各类IDC机房!





# Part06: 典型案例

宁波电信凌云数据中心机房

## 宁波电信凌云IDC中心 可视化智能调控系统



该项目共包含10个IDC机房。

建设时间：2018.1-2019.11分3期  
建成

建设内容：机房温度、空调、能耗可视化；回风控制方式空调智能调控；送风控制方式空调智能调控

# Part06: 典型案例

宁波电信北欧IDC中心

## 宁波电信北欧IDC中心 可视化智能调控系统



该项目共包含1个IDC机房。

建设时间：2018.1

建设内容：机房温度、空调、能耗可视化；冷冻水回风控制方式  
空调智能调控；

# Part06: 典型案例

广东惠州市电子政务云基地

惠州市电子政务云基地  
Huizhou E-government Cloud Base

## 广东惠州IDC中心可视化智能调控系统

该项目共包含6个IDC机房。

建设时间：2020.5-2020.8

建设内容：机房温度、空调、能耗可视化；回风控制方式空调智能调控；

# Part06: 典型案例

马鞍山人民银行IDC中心

## 马鞍山人民银行IDC中心可视化智能调控系统

该项目共包含1个IDC机房。

建设时间：2020.5-2020.5

建设内容：机房温度、空调、能耗可视化；回风控制方式空调智能调控；



# Part06: 典型案例

金华电信互联网大楼

金华电信互联网大楼  
一号楼、三号楼



该项目共包含6个IDC机房。

建设时间：2020.12-2021.4

建设内容：机房温度、空调、能耗可视化；冷冻水空调回风控制方式智能调控；

# Part06: 典型案例

## 宁波电信二期升级项目

## 宁波电信北欧、凌云二期项目



该项目共包含7个IDC机房。

建设时间: 2021.6-2021.7

建设内容: 机房温度、湿度、空调、能耗可视化; 风冷、冷冻水空调回风控制方式智能调控;

# Part06: 典型案例

惠州电信二期项目

## 广东惠州升级扩建机房



该项目共包含6个IDC机房。

建设时间: 2021.7-2021.8

建设内容: 机房温度、空调、能耗可视化; 风冷空调回风控制方式智能调控; 机柜能耗及详细电参数展示和查询。

# Part06: 典型案例

滁州人民银行IDC中心

## 滁州人民银行IDC中心 可视化智能调控系统

该项目共包含1个IDC机房。

建设时间：2021.9-2021.10

建设内容：机房温度、空调、能耗可视化；风冷空调回风控制方式智能调控；机柜能耗及详细电参数展示和查询。



SHOT ON MI 8  
AI DUAL CAMERA



# Part06: 典型案例

湖州电信红旗局、德清英溪

## 湖州电信红旗与德清英溪AI与精确送风项目



该项目共包含2个IDC机房。

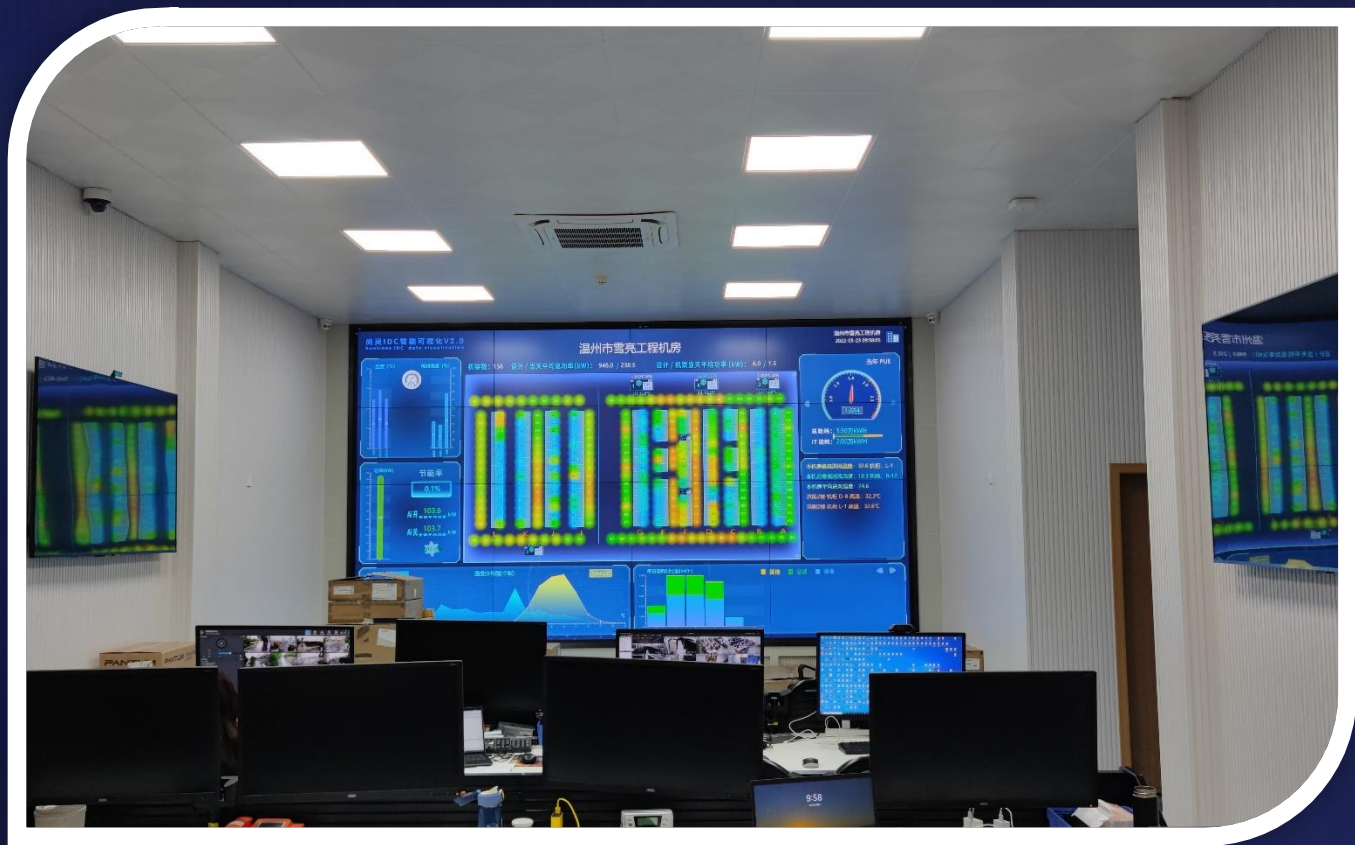
建设时间：2021.10-2021.11

建设内容：机房温度、空调、能耗可视化；风冷空调回风控制方式智能调控；精确送风系统建设。

# Part06: 典型案例

温州电信鹿城大楼公安“雪亮”工程

温州电信鹿城大楼公安“雪亮”工程项目  
一期+二期



该项目共包含2个IDC机房。

建设时间：2020.3（一期）、  
2022.5（二期）

建设内容：机房温度、空调、机  
柜功率、能耗可视化，AI智能调  
控。

# Part06: 典型案例

金华电信义务电商云计算中心机房

## 义乌电商云计算中心



该项目共包含4个IDC机房、1个数据机房。

建设时间：2022.6-2022.7

建设内容：机房温湿度、空调、能耗可视化；风冷定频空调及冷却水空调智能调控；机房内气流组织优化；大型柜式新风系统安装。

# Part06: 典型案例

金华电信三江支局综合楼机房

## 中国电信(金华三江支局)综合楼



该项目共包含3个IDC机房、4个数据机房。

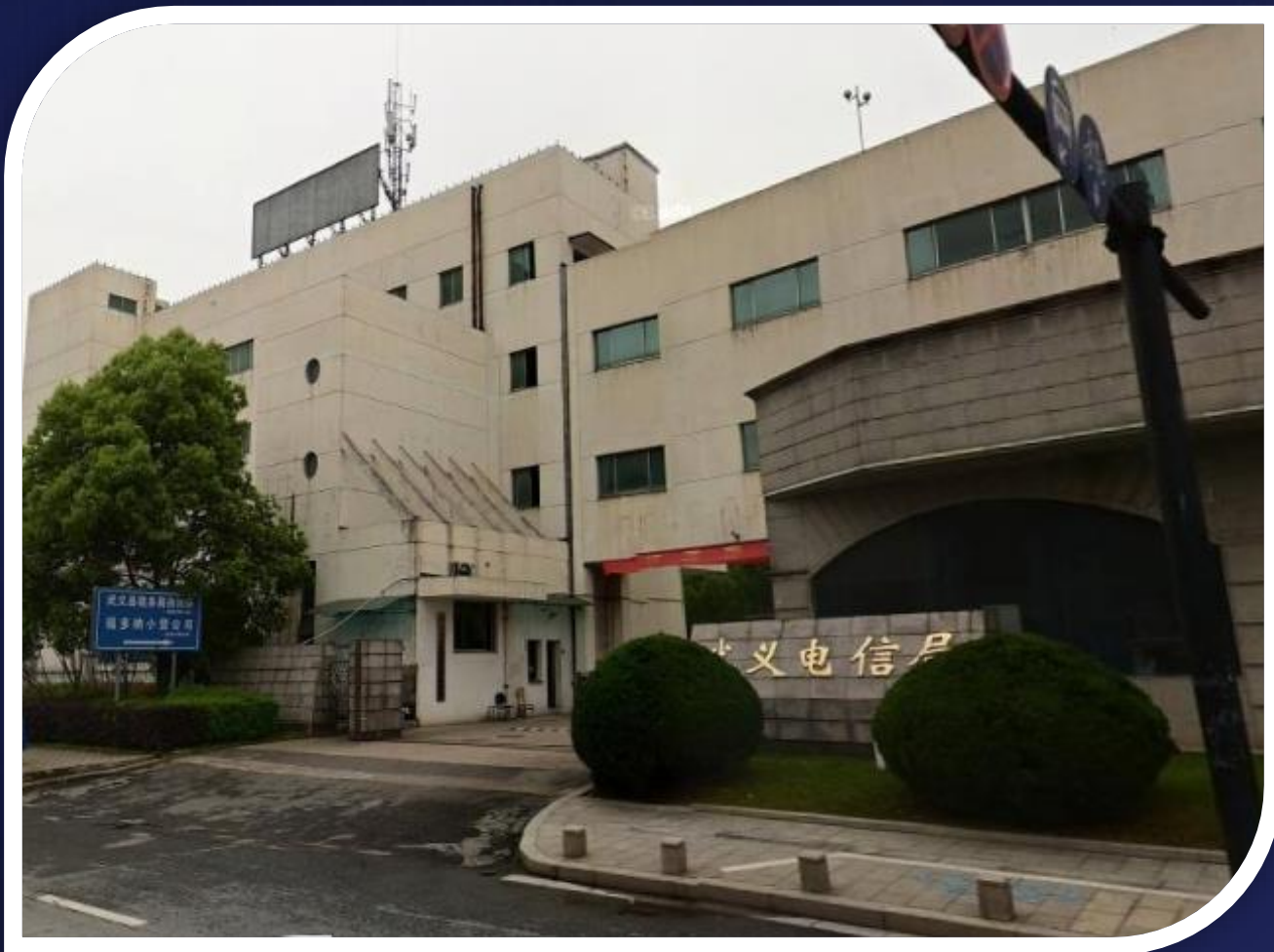
建设时间：2022.6-2022.7

建设内容：机房温湿度、空调、能耗可视化；风冷定频空调及风冷变频空调智能调控；老旧大型柜式新风系统优化改造；机房内气流组织优化。

# Part06: 典型案例

金华电信武义城东局数据中心机房

## 武义城东局



该项目共包含1个IDC机房、1个数据机房。

建设时间：2022.6-2022.7

建设内容：机房温湿度、空调、能耗可视化；风冷变频空调及风冷定频空调智能调控；大型柜式新风系统新装及老旧大型柜式新风系统优化改造；机房内气流组织问题优化。

# Part06: 典型案例

金华电信永康城中局数据中心机房

## 永康城中局



该项目共包含1个IDC机房、一个数据机房。

建设时间：2022.6-2022.7

建设内容：机房温湿度、空调、能耗可视化；风冷定频空调智能调控；老旧大型柜式新风系统改造优化；机房内气流组织问题优化。

# Part06: 典型案例

宁波电信宁海电信局数据中心机房

宁波宁海电信局  
政务云机房



该项目共包含2个IDC机房

建设时间：2022.9

建设内容：机房温湿度、空调、  
能耗可视化；风冷变频列间空调  
智能调控。

S u n i l i n e s

# 非常感谢 您的观看

---

杭州尚灵信息科技有限公司

