



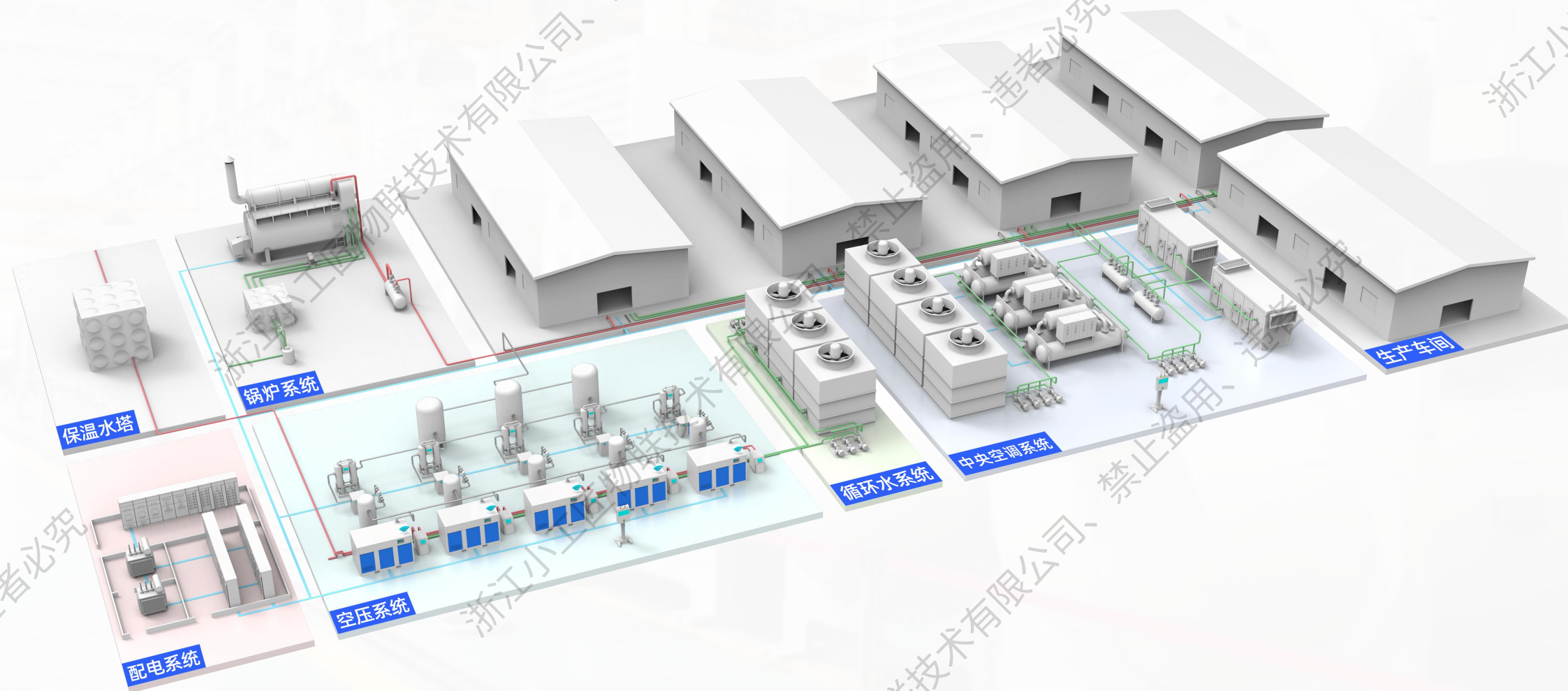
MOGULINKER
5TH ANNIVERSARY

云智控3.0

中央空调系统AI数字化管理方案



现场制造设备



现场制造设备（公辅车间）AI智能化架构图



典型用户场景



工业企业

精密制造

电力电子

生物制药

食品饮料

汽车制造

冷冻冷藏

数据中心

... ..

在工业企业中，中央空调用于环境保障与工艺冷却，能耗约占企业总能耗的**10~30%**

公共建筑

医院

商场

学校

大型酒店

机场

写字楼

地铁

... ..

不论是公共建筑还是商业建筑，中央空调系统是保证环境舒适度的重要设施，其能耗占建筑总能耗 **40~60%**

典型用户画像



01

水冷蒸汽压缩式中央空调

暂不支持风冷式、吸收式中央空调

02

用于保障环境温湿度

暂不支持用于工艺设备冷却且对水温要求高的场景

03

主机有通讯接口

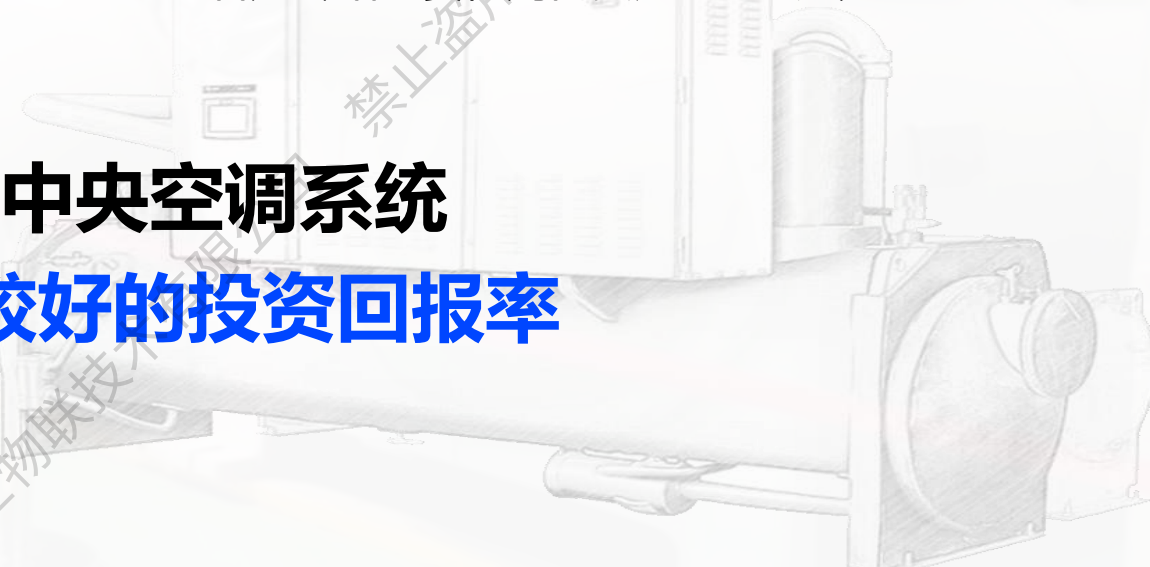
支持通讯接口被占据的场景

04

主机年电费高于100万元

若是冷站电费，则需要超过150万元

满足上述四个条件的中央空调系统
云智控大概率均能实现**较好的投资回报率**





小工匠物联

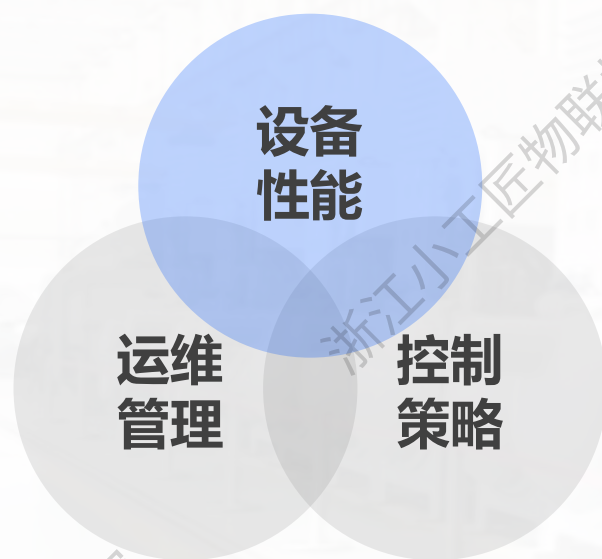
中央空调系统管理现状

01

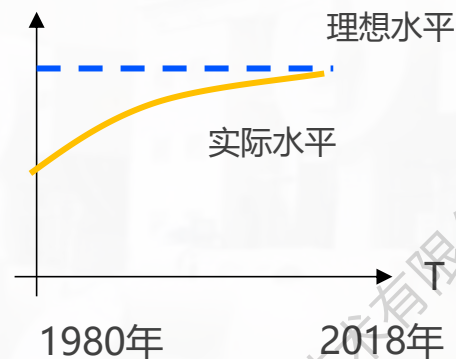
中央空调系统运行与管理现状



总体能效水平 $\approx$ 设备性能 $\times$ 运维管理 $\times$ 控制策略

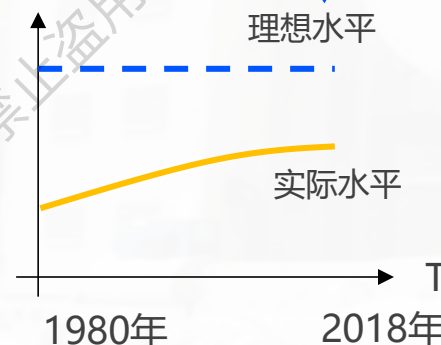


设备性能



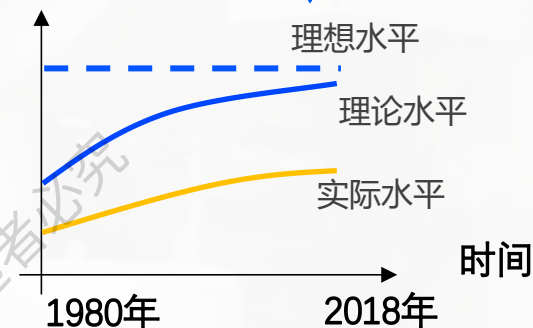
- 随着理论技术的成熟与加工工艺的提升，设备性能已大幅度提升

运维水平



- 受限于运维管理人员的专业水平，在设备故障的检测与诊断方面能力欠缺，导致目前的运维水平远未达到理想水平

控制水平



- 工程师对空调系统运行无法实时感知，制定的控制策略通用性、迭代性以及可靠性都很差，达不到理想状况

中央空调系统管理痛点



运维水平低

- 故障发现不及时，供冷质量差
- 隐性故障难以察觉，系统长期带病运行，直至拖到大修
- 人工操作效率低、误操作多，造成能源大量浪费和设备异常停机

控制水平低

- 设备启停依赖经验，系统运行时长与开机组合不合理
- 未能基于末端负荷特征进行水温优化，无法实现按需供冷
- 各设备间控制孤立，未能实现设备间组合寻优与智能化优化控制

研究表明，由于现场运维管理水平与控制水平低下，造成中央空调系统能源浪费达**10-30%**

有关中央空调系统节能方案的演变



小工匠物联

节能1.0

物理节能

通过新老设备更换，更换掉老化的、低效的、过时的硬件设备，从而提升用能效率。

弊端：成本高，无法诊断故障以及排除人工操作失误带来的不准确性而导致耗能增加。

节能2.0

本地控制器

加装多类硬件检测设备，主机旁装一个本地的控制柜，通过已设置好的算法调控运行参数，从而提升用能效率。

弊端：成本高，部署周期长，无法诊断故障，本地服务器，算法不能及时更新，后期维保难保障。

节能3.0

AI管理系统

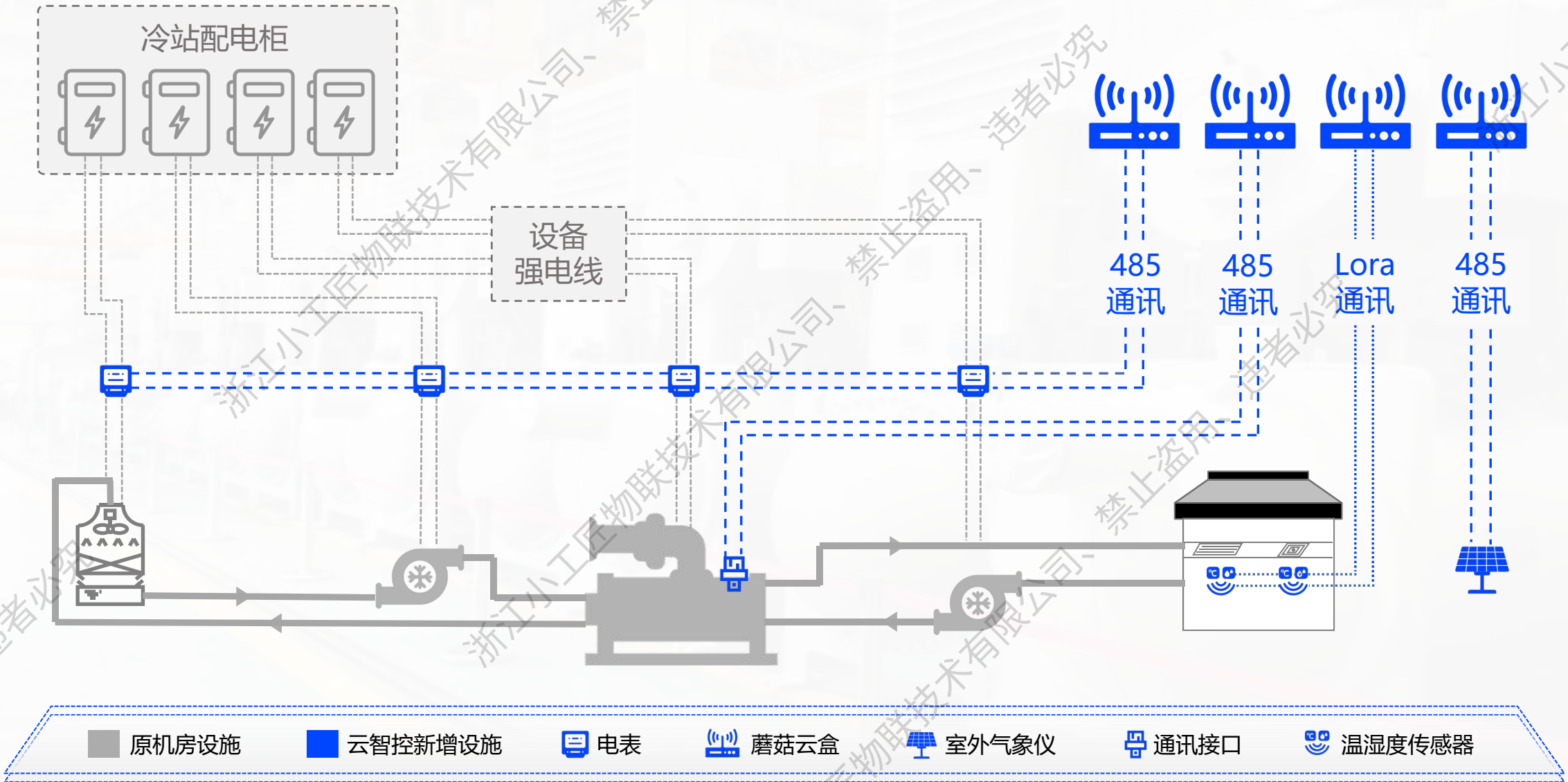
通过物联网、云计算以及边缘计算技术，取代笨重的本地控制柜和PLC，应用人工智能算法实现**科学决策与算法实时更新**，提供**智能运维管理与智能控制等多方位服务**，是目前最先进的空调节能方案



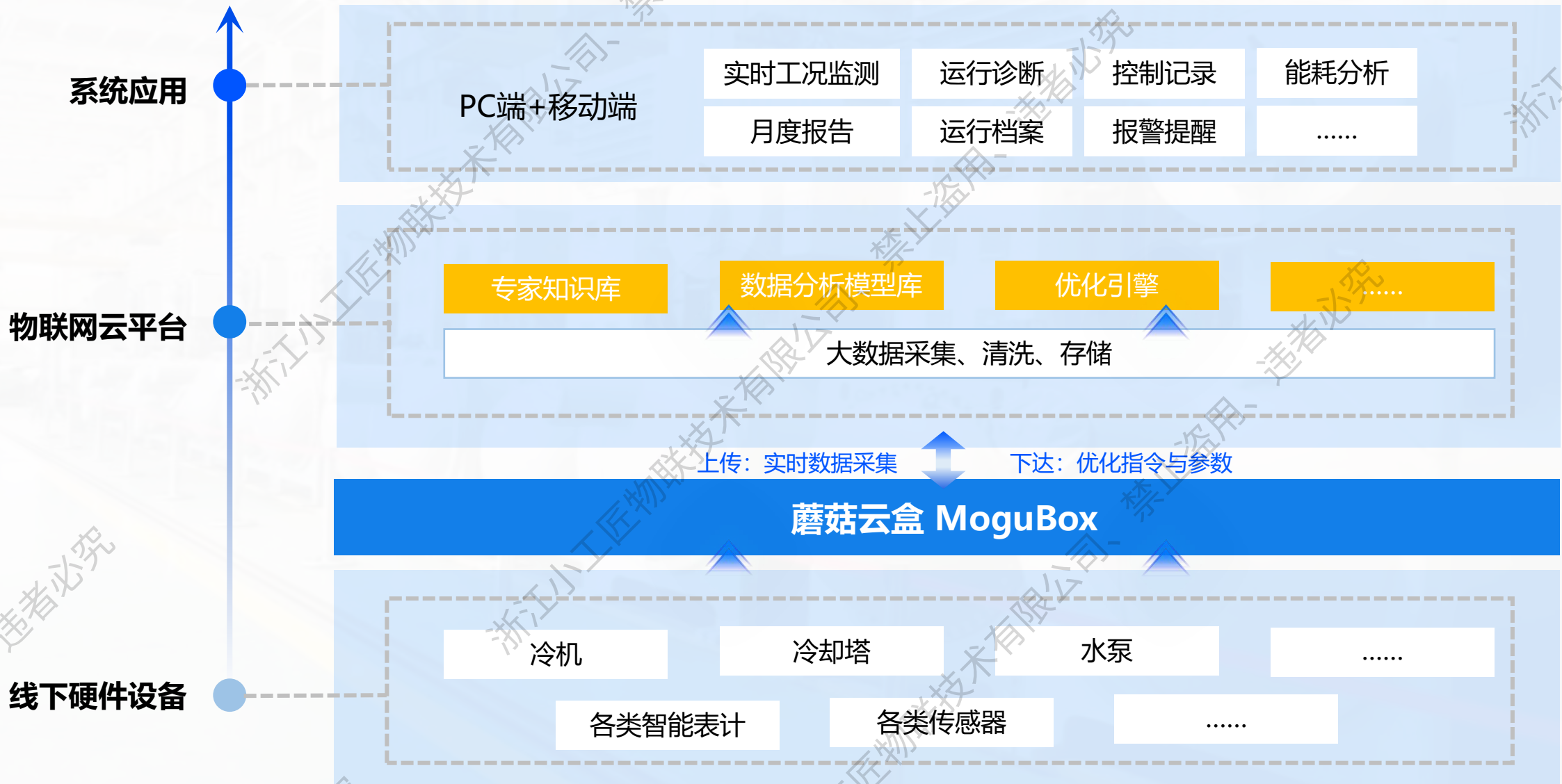
新一代AI管理：云智控3.0

02

中央空调AI云智控系统硬件拓扑图



中央空调AI云智控系统技术架构



中央空调AI云智控系统技术路径



2.AI云智控系统与传统系统对比



传统控制

通用性差

传统控制策略是统一的，难以匹配单个项目的个性化特征

迭代性差

传统能管系统为本地系统，无法迭代

可靠性差

传统系统传感器布置点多，设备故障率高，稳定性差

VS

蘑菇物联AI云智控

通用性好

基于设备历史运行数据的通用算法及特征模型，能为个性化的空调系统匹配个性化的算法

迭代性好

系统控制策略、算法可根据具体应用场景、设备运行状态不断迭代更新，适用设备的变更及长期运行后性能的衰减

可靠性好

硬件投入少，设备故障率低，实时对传感器进行自诊断，及时修复，服务质量有保障

AI云智控给中央空调系统带来的**四大功能价值**



数字化机房 ●

机房组态：机房拓扑、设备运行状况、报警状况

环境监控：实时监控、历史数据查询、热舒适性评价

智能化控制 ●

水温智能优化控制：先验规则+数据驱动相结合，实现按需供冷

设备启停智能优化：设备启停组合排期、实时动态优化

预测性维护 ●

故障诊断：系统故障诊断、冷机隐性故障诊断、传感器故障诊断

能效分析：能效统计、能效诊断与评价、设备更换选型与评估

系统性节能 ●

控制节能：智能优化控制实现设备节能降耗

管理节能：通过数字化与预测性维护实现省人省电双重目标

节能量确认：交叉对比法让节能量可测量

云智控中央空调大屏

累计消耗电量

356.3 kwh



累计电费成本

231.6 万元



累计节省电量

78.2 kwh



累计节省电费

50.8 万元



累计节能率

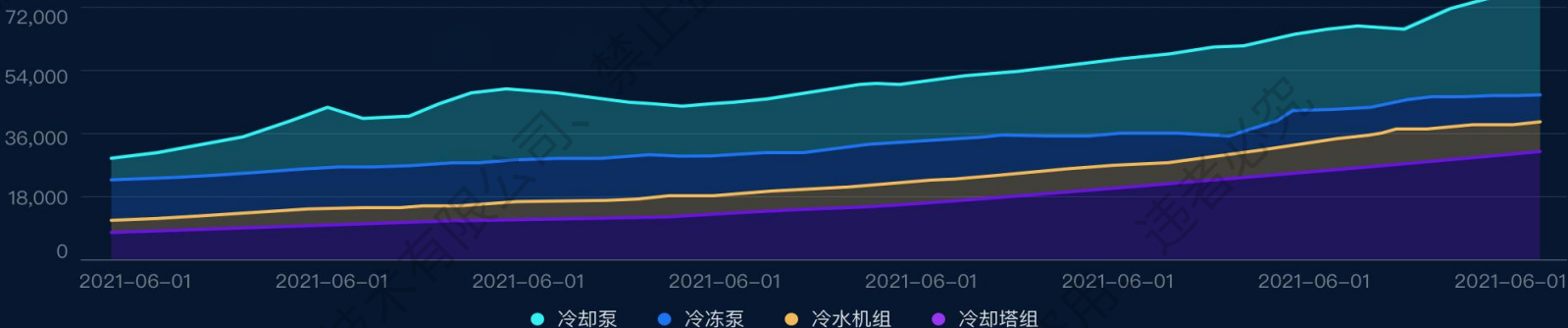
18.9 %



能耗监测



能耗监测



3#站

机房监测

冷站运行状态: 运行 设备报警状态: 运行

冷却水回水温度(°C): 29 冷却水供回水温度(°C): 29

冷冻水回水温度(°C): 29 冷冻水供回水温度(°C): 29

98 分

当前环境适宜度

监测点数量: 41

温度超标个数: 6

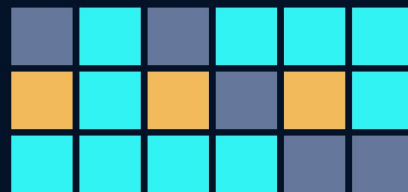
监测点离线个数: 5

温度热力图



● 温度正常 ● 温度超标 ● 供冷停止

温度热力图



● 温度正常 ● 温度超标 ● 供冷停止

XXX机房组态监控平台

设备运行状态

12

0

0

运行

停机

离线

1#主机

运行

冷冻水温度设定: 7.3 °C

负载率限制设定: 50 %

功率: 163.2 kW

2#主机

运行

冷冻水温度设定: 7.3 °C

负载率限制设定: 50 %

功率: 163.2 kW

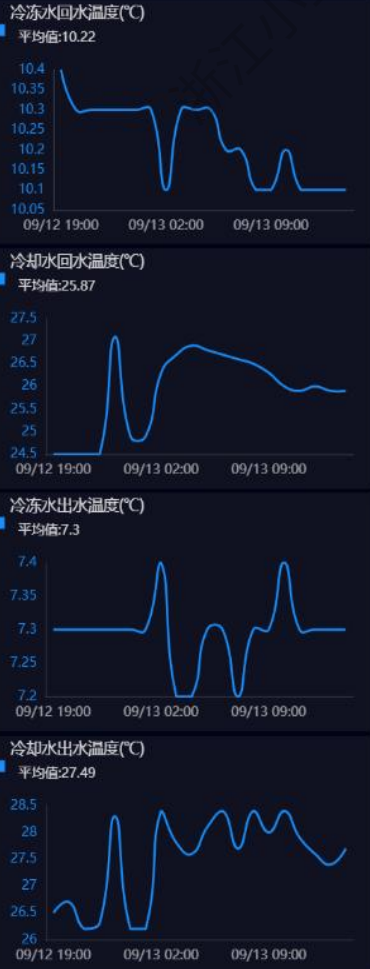
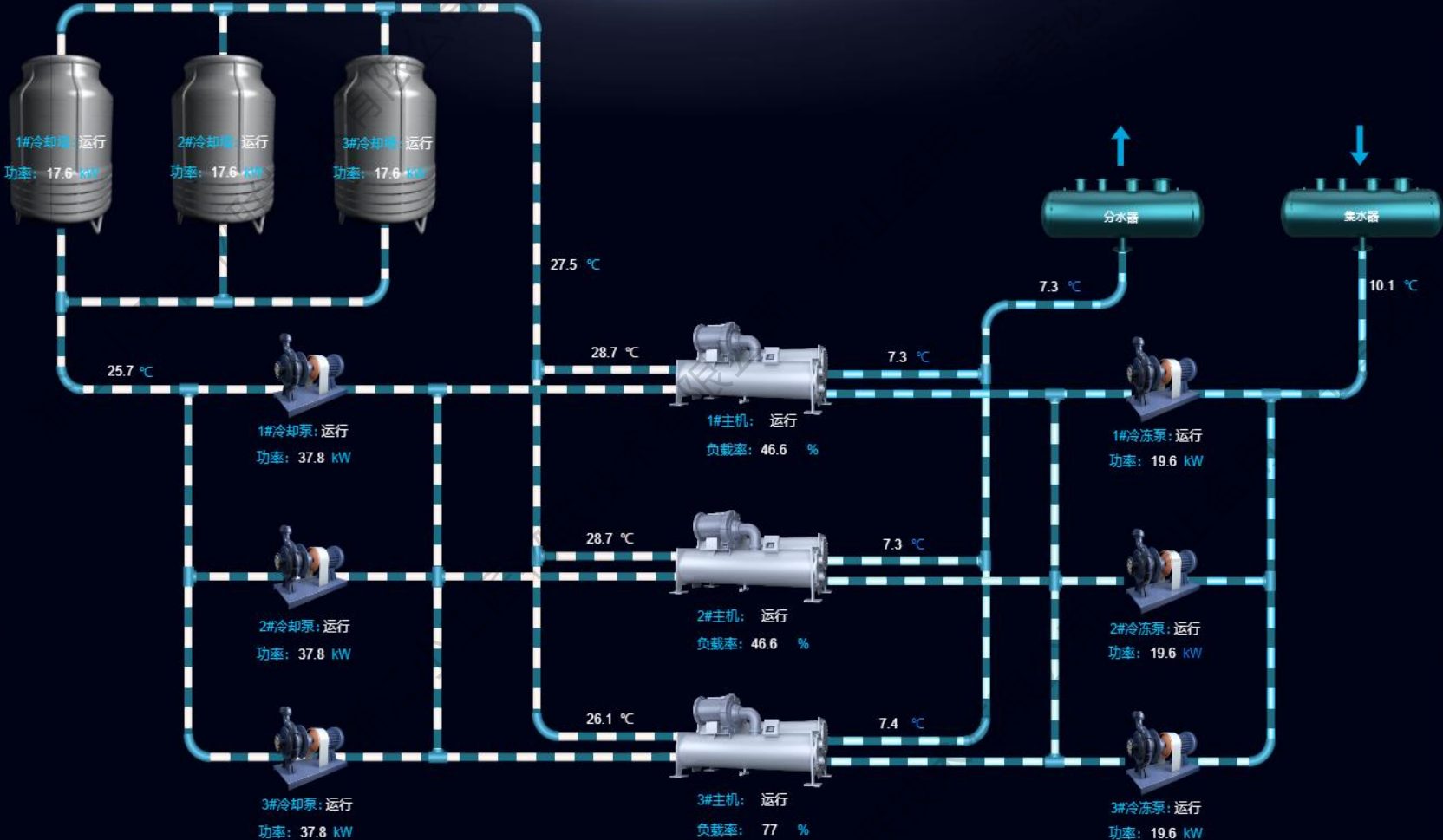
3#主机

运行

冷冻水温度设定: 7.3 °C

负载率限制设定: 75 %

功率: 292.6 kW



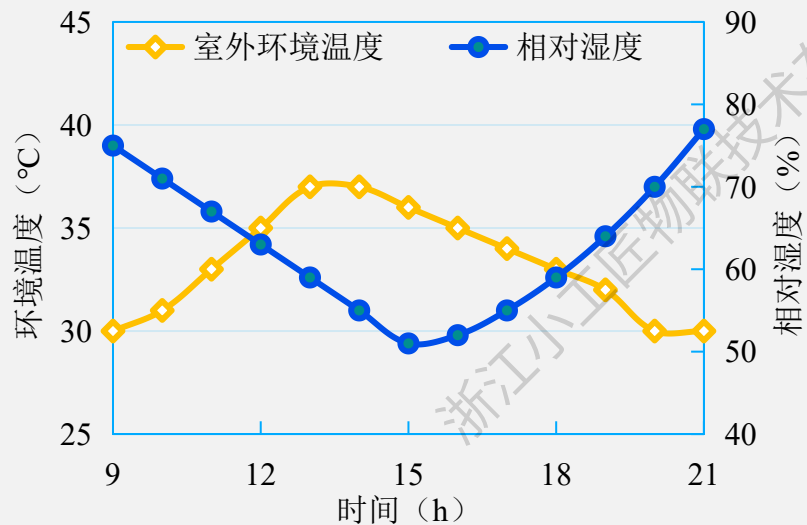
小工匠物联



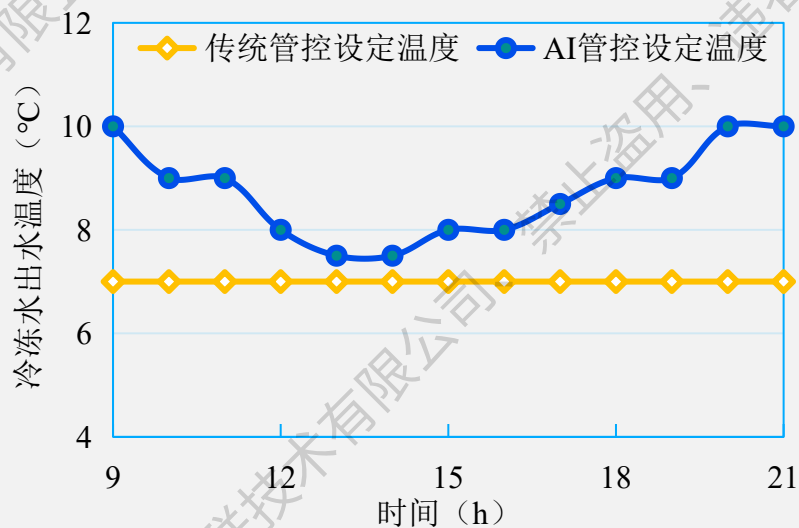
2. 智能化控制——冷冻水温度优化



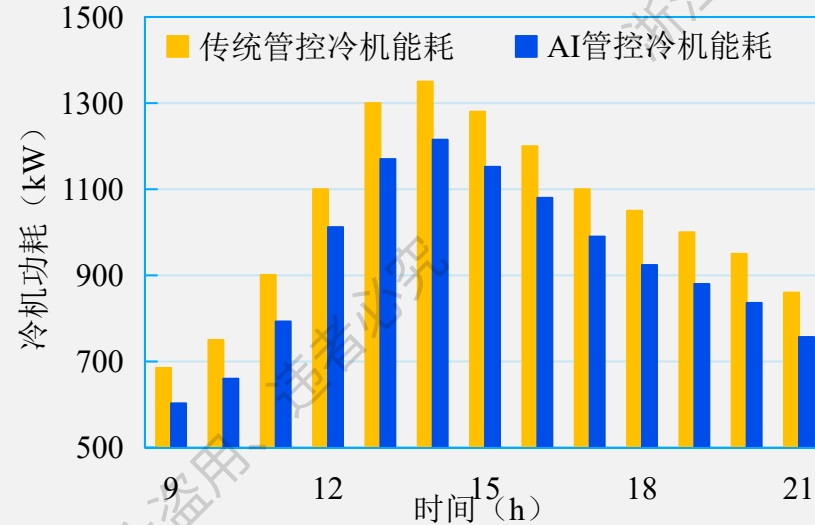
相同的工况



不同的控制策略



节能效果展示

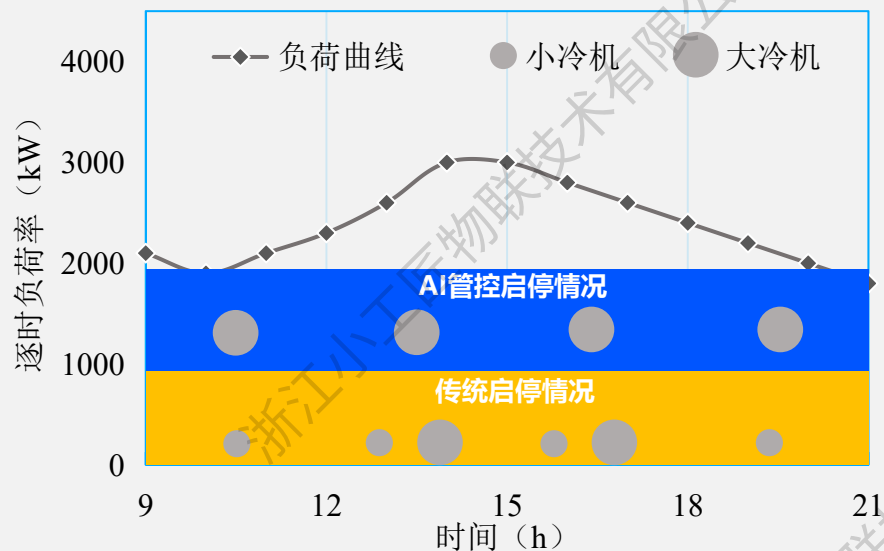


基于大数据与AI技术对冷机特性、建筑负荷特征以及环境参数的耦合分析，在保证环控要求前提下，寻求变工况下的最优冷冻水出水温度，从而达到更优的节能降耗效果。

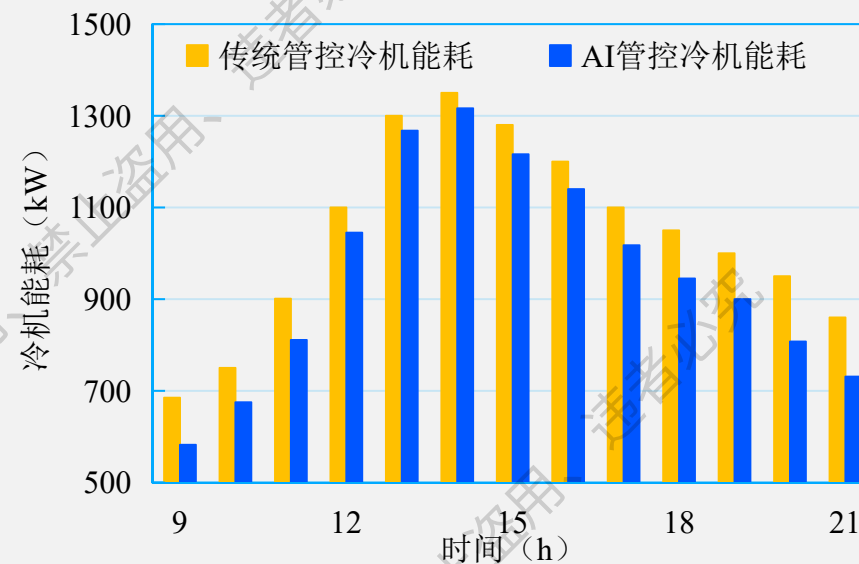
2. 智能化控制——冷机启停组合优化



不同冷机启停策略



节能效果展示



结合建筑围护结构特征以及气象数据，采用人工智能算法进行冷负荷预测，同时通过每台冷机历史运行数据，建立不同冷机不同负载和运行工况下的性能模型，基于负荷预测结果以及冷机性能模型，确定不同工况下的冷机启停最优组合，以此达到节能降耗效果。

3. 预测性维护

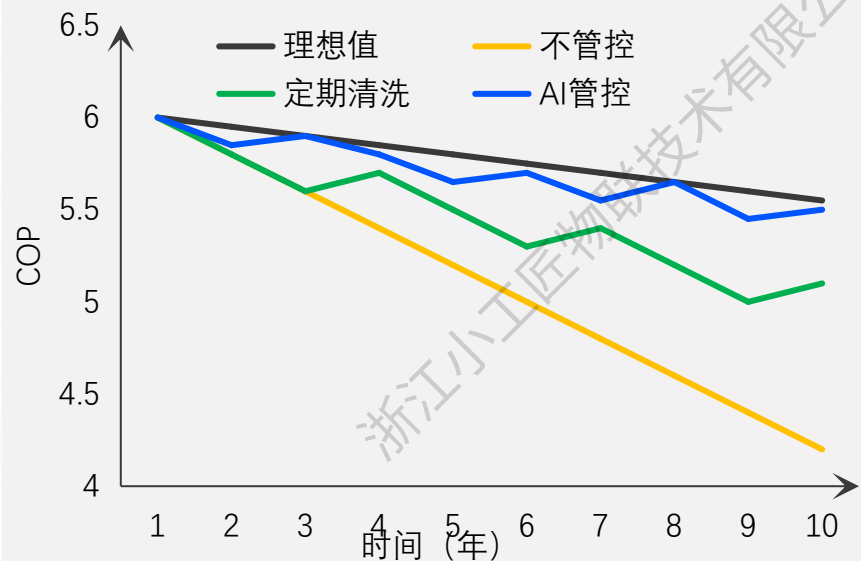


对象	算法名称	算法描述
✔ 系统	水力平衡	诊断冷冻水系统水力平衡问题
	水侧旁通	诊断冷却水/冷冻水是否存在旁通
	运行不匹配	水泵运行台数不匹配、冷却塔运行台数不匹配等
✔ 主机	两侧水流量衰减	判断冷却侧和冷冻侧水流量是否存在衰减
	两器水侧结垢	判断蒸发器和冷凝器换热效率是否衰减严重，是否需要通炮
	冷媒充注量不适	诊断主机冷媒充注量是否偏离合适区
	不凝性气体	诊断制冷系统内部是否存在不凝性气体
✔ 末端	油充注量不适	诊断制冷系统内部润滑油充注情况
	末端监测点诊断	诊断末端组空过冷与过热问题，并找出根源

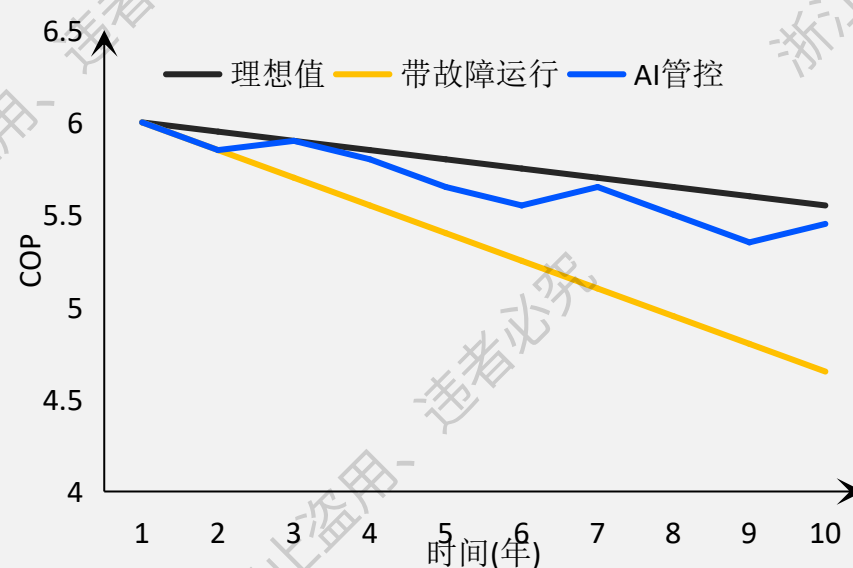
3. 预测性维护示例：通过故障诊断提升冷机性能



冷凝器&蒸发器结垢



不凝性气体



云智控（历史数据+机器学习）：

- 实时分析，**确定最佳时间节点**
- 历史数据分析，**确定最佳清洗周期和方案**
- 基于对历史数据的学习，**确定清洗后COP提升效果**

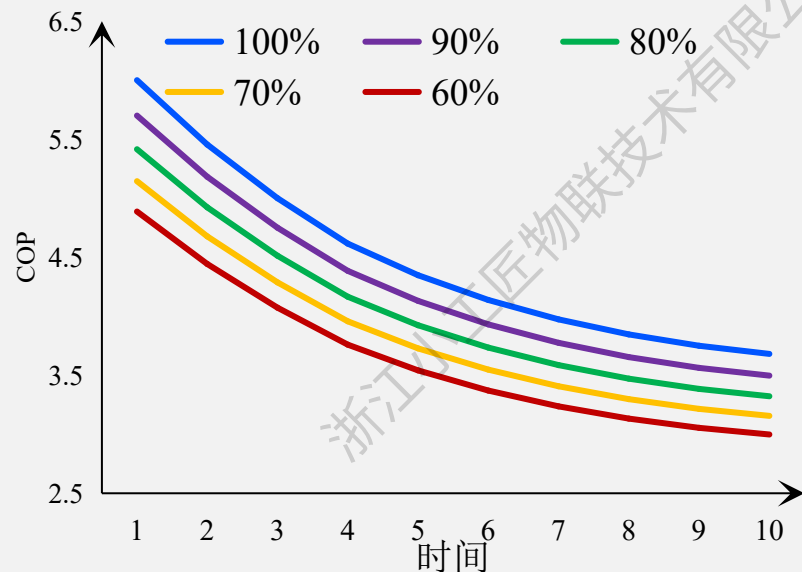
云智控（历史数据+AI+动态热力学特征）：

- 基于实时热力学特征，**判定系统是否存在不凝性气体**
- 根据压缩机热平衡模型，**判定不凝性气体的影响**
- 基于对历史数据的学习，**判定故障处理后效果**

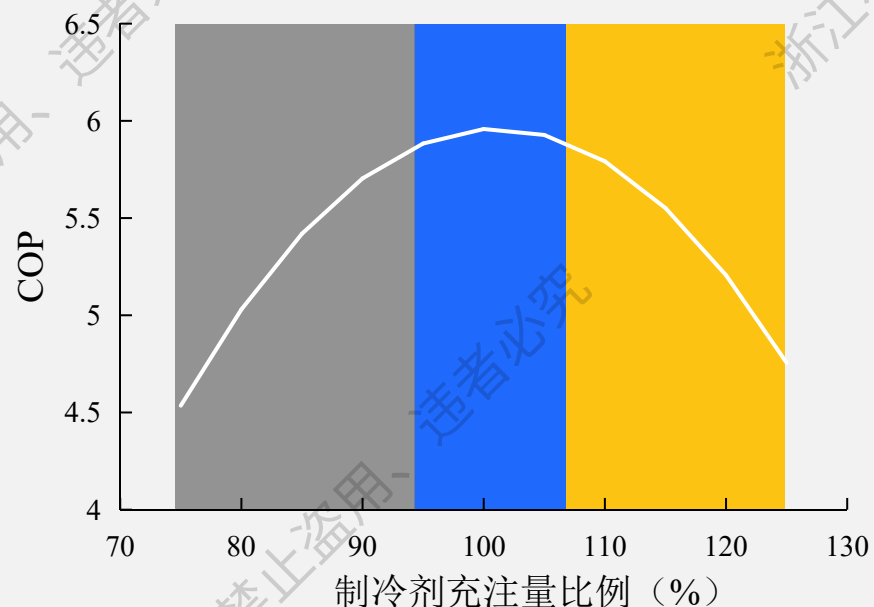
3. 预测性维护示例：通过故障诊断提升冷机性能



冷凝器流量不足



制冷剂泄漏&充注过量



云智控（专业模型+机器学习）：

- 通过压缩机热平衡法计算冷却水实时流量，判定**是否存在流量衰减**
- 结合实时COP与历史数据分析，判定**流量衰减对COP的影响**
- 结合冷站群控，判定**流量衰减原因**（冷凝器结垢、水泵衰减、冷却塔喷头堵塞等）

云智控（专业模型+历史数据分析）：

- 基于冷凝器出口过冷度、蒸发器液位及过热度、大阀门结霜情况判断**制冷剂是否泄漏或充注过多**
- 结合实时COP和历史数据判断制冷剂充注偏离带来的影响
- 基于历史数据的学习，确定**制冷剂偏离的确定值**

4. 整站节能



智能化控制

- 基于**建筑负荷特征与气象特征**，实时优化冷冻水出水温度，实现按需供冷。
- 基于**负荷预测结果与历史运行数据**，优化设备开关机组合，实现设备组高效运行。

预测性维护

- 系统层面**诊断出水侧旁通与运行不匹配等故障**，避免因管理失误所造成的能源浪费。
- 设备层面**诊断出冷机深层次的隐性故障**，确保设备不带病运行、不低效运行

深度能效分析

- 科学评价**设备能效衰减情况及衰减原因**，为需更换的设备提供选型指导和经济性评估
- 基于**长期运行数据**，精准评估冷却塔、水泵以及末端变频改造以及群控改造**节能空间**，通过数据驱动，精准改造实现精准节能



4. 整站节能



提供中央空调整体物联网解决方案，通过云端服务器动态更新与优化边缘服务器参数与模型，边缘服务器对系统与设备进行实时控制，云端实现运维管理价值，边缘端实现节能价值

3大优势

中央空调云智控

01. 无侵入 · 安全可靠

无设备更改、不停电，生产运营影响降至最低
通过数据分析诊断安全隐患，实现预测性维护

02. 精准监控 · 节费效果科学评估

植入标准智能表计，用电数据直观展示
业内通用的交叉对比法，节费效果在线直观对比

03. 轻部署 · 用户低投入

外设智能终端如传感器、物联网设备等2天内完成部署
上线便可节能，节费效果立竿见影



小工匠物联

中央空调系统案例

03

成功案例——某电子工厂



类型	台数	厂家及型号	制冷量	每天运行时间
离心式水冷机组	3	约克	2000冷吨	24H
离心式水冷机组	3	麦克维尔	1200冷吨	15H
螺杆式水冷机组	2	顿汉布什	300冷吨	15/24H

其它设备情况:

冷却泵、冷冻泵各11台，冷却塔8台（每台4个风机），末端分为两部分，生产车间为全空气系统，办公楼以及宿舍为新风+风机盘管系统。

运行情况:

空调系统分为用于生产的工艺空调以及用于办公生活的舒适性空调，其中工艺空调系统全年运行，固定出水温度为7℃，而舒适性工况则只在5~9月份运行，冷冻水设定温度为7℃



成功案例——某电子工厂



小工匠物联

月度报告

年度报告

节能评估设置

月度节能结果

选择时间: 2021-06

97.00 万kWh
消耗电量

72.75 万元
电费成本

10.00 万kWh
节省电量

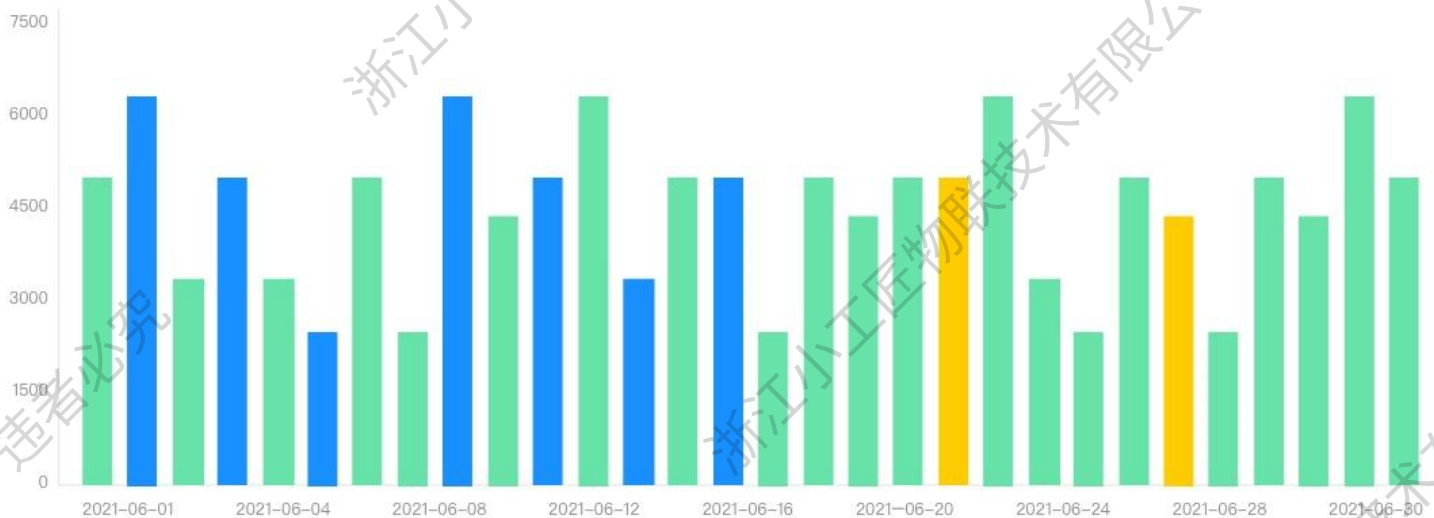
7.50 万元
节省电费

10.00 %
节能率

每日电量详情

单位: kWh

● 节能工况日21天 ● 初始工况日7天 ● 其他工况日2天



结论:

在不侵入、不增加设备同时保证舒适性的前提下, 通过中央空调AI管控平台对冷机进行运行优化, 结果显示在6月份, 可节约电费约

7.5万元, 年可节约电费约**50万元**。

成功案例——某生物制药厂



类型	台数	厂家及型号	制冷量	每天运行时间
离心式水冷机组	2	开利	1200冷吨	24H
螺杆式水冷机组	1	特灵	300冷吨	16H

其它设备情况:

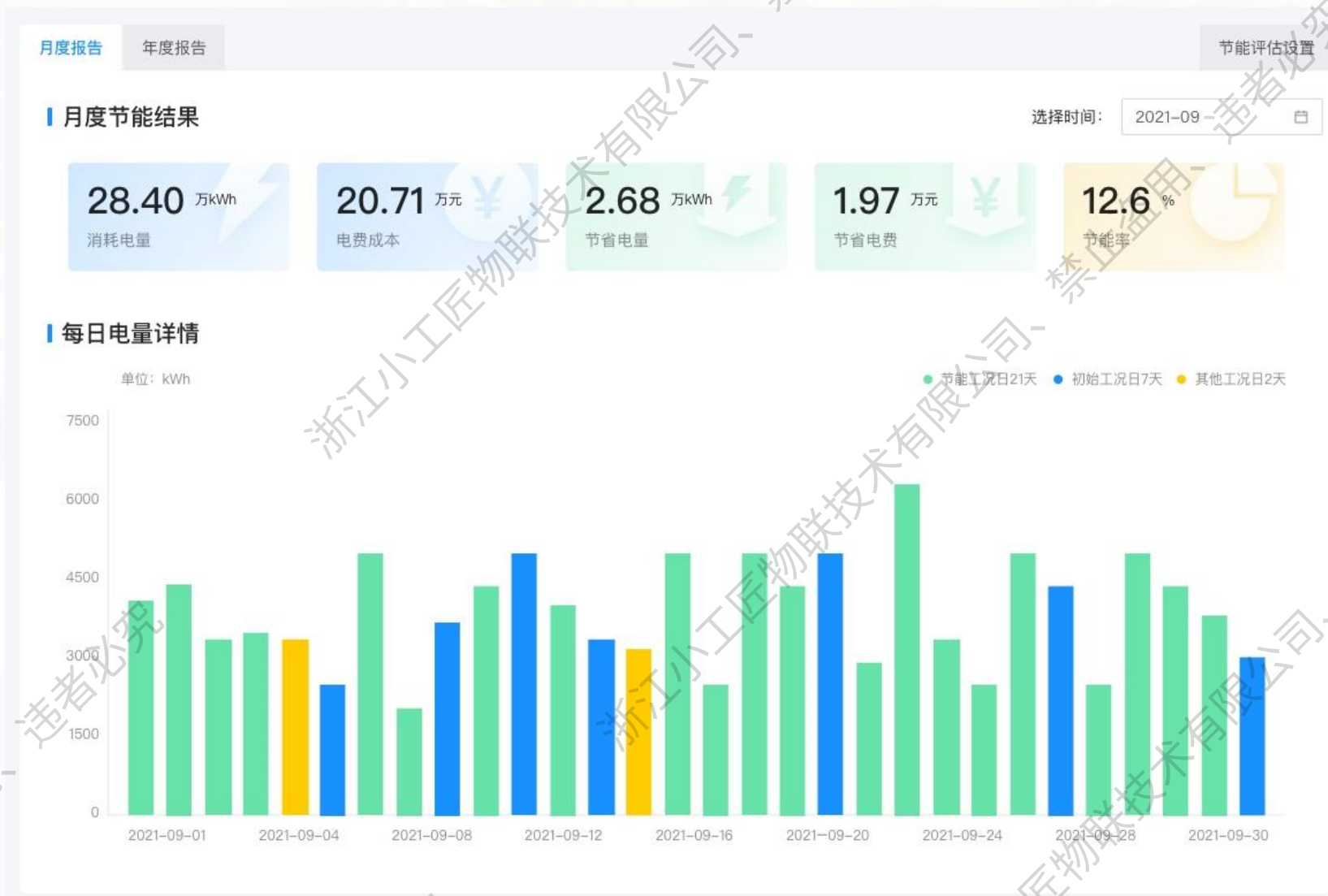
冷却泵、冷冻泵各4台，冷却塔4台（每台2个风机），末端形式为组空，主要用于给生产车间供冷，生产车间为全空气系统，部分车间为全新风系统

运行情况:

空调系统仅在制冷季5~10月运行，在室外温度高于33℃时，空调24小时运行，其它工况每天运行16小时，晚上11点~早晨7为关机阶段，开机运行时水温设定值固定为7℃



成功案例——某生物制药厂



结论:

在不侵入、不增加设备同时保证舒适性的前提下, 通过云智控平台对冷机进行运行优化, 结果显示在9月份, 可节约电费约**1.97万元**, 年可节约电费约**12万元**。

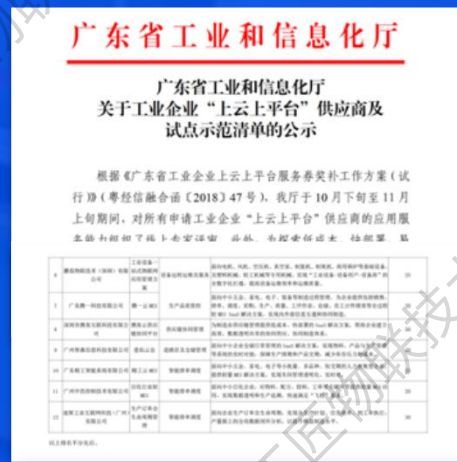


小工匠物联

蘑菇物联技术支持

04

- 信软司2018年度**企业上云**典型案例
- 工信部2019工业互联网APP**优秀解决方案**
- 工信部2020企业上云**典型案例**
- 空气压缩机行业工业互联网标识解析二级节点 (**国内唯一**)
- 广东省工业互联网12家“**试点示范**”供应商之一
- **国家**高新技术企业、深圳双软企业
- 拥有超**100**项自主知识产权, 69项发明专利
-
- 阿里云首届工业APP大赛全国总冠军
- 2019智博会·中新工业APP创新应用大赛一等奖
- 入选**阿里云**IoT心选 (全国仅10家)
- 入选**华为云**严选 (全国 < 300家)
- 入选**微软**加速器 (全球入选率≤1.8%)
- 入选**腾讯云**千帆计划、**研华**WISE-PaaS战略伙伴
-





小工匠物联

MOGULINKER

5TH ANNIVERSARY

数字驱动

是迈向精细化管理的必经之路

