

基于分布式控制理念的大型 制冷系统蒸发器控制方案

黄志华, 2021年04月

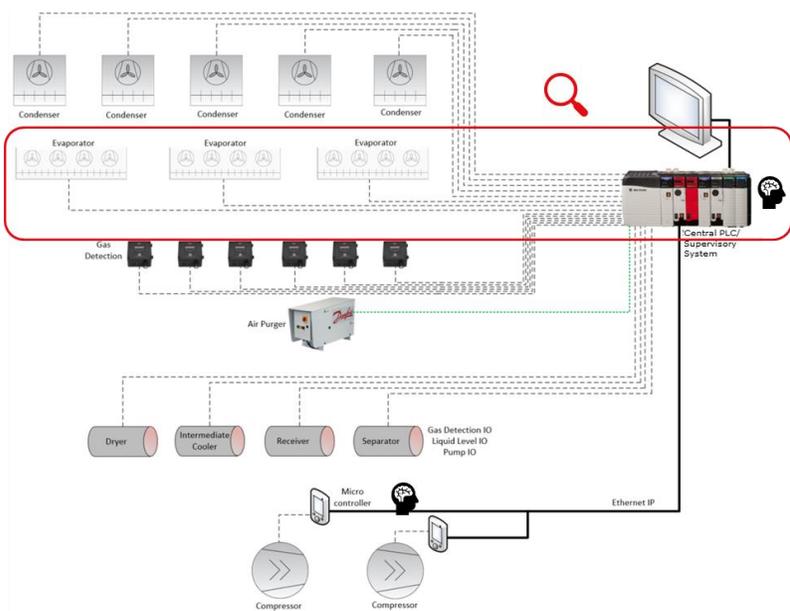


内容

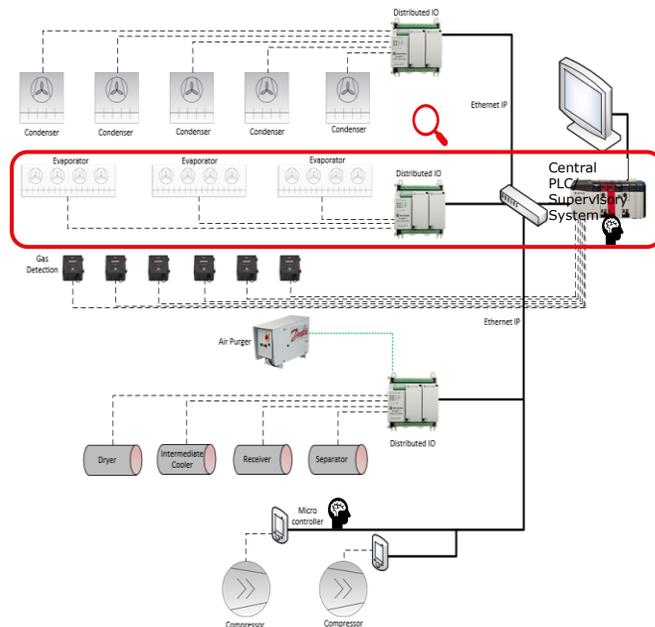
- 制冷系统中的集中控制与分布式控制
- 大型制冷系统的蒸发器控制方案
 - EKE400蒸发器控制器
 - 子系统应用（桶泵、直膨、重力系统）
- 总结



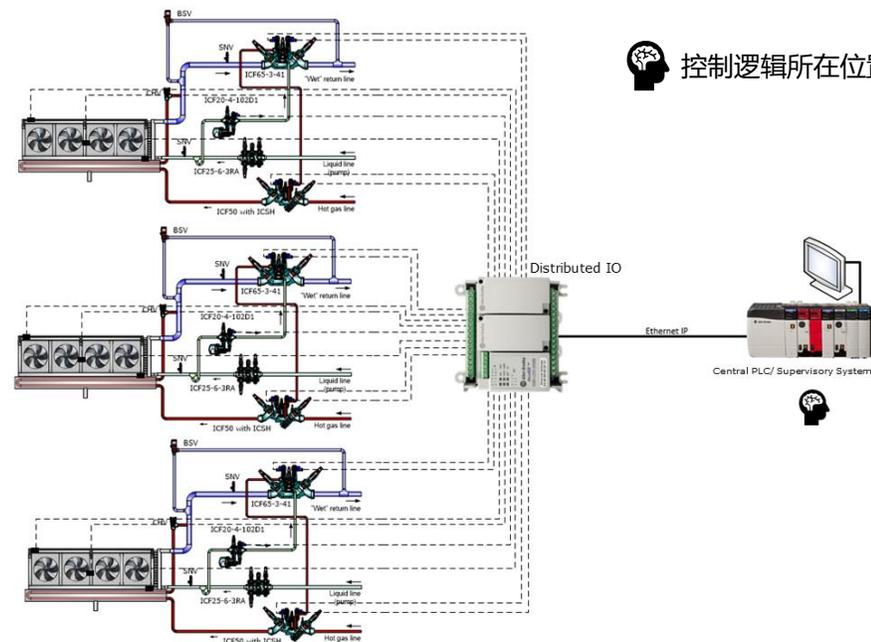
制冷系统中的集中控制的发展



- 所有蒸发器的控制由中央控制器（PLC）完成
- 长距离的线缆及相应安装
- 集中风险
- 软件升级牵一发动全身，复杂度高
- 扩展性差

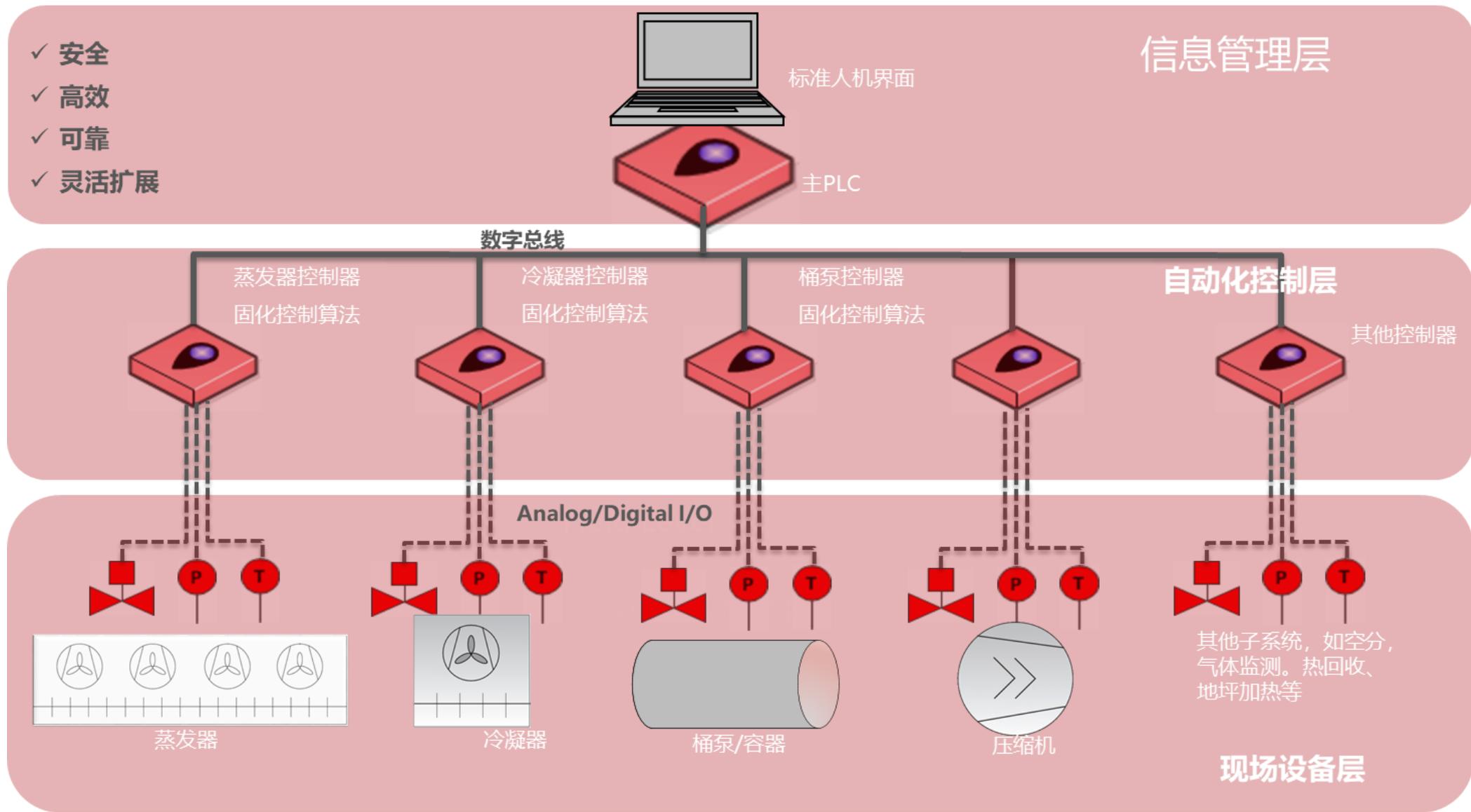


- 采用远程IO减少线缆复杂度

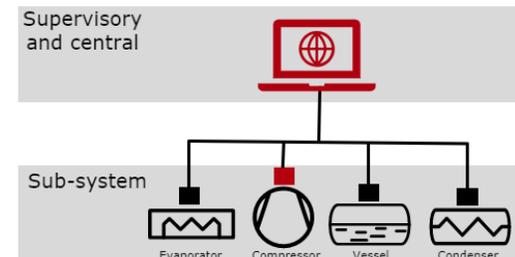
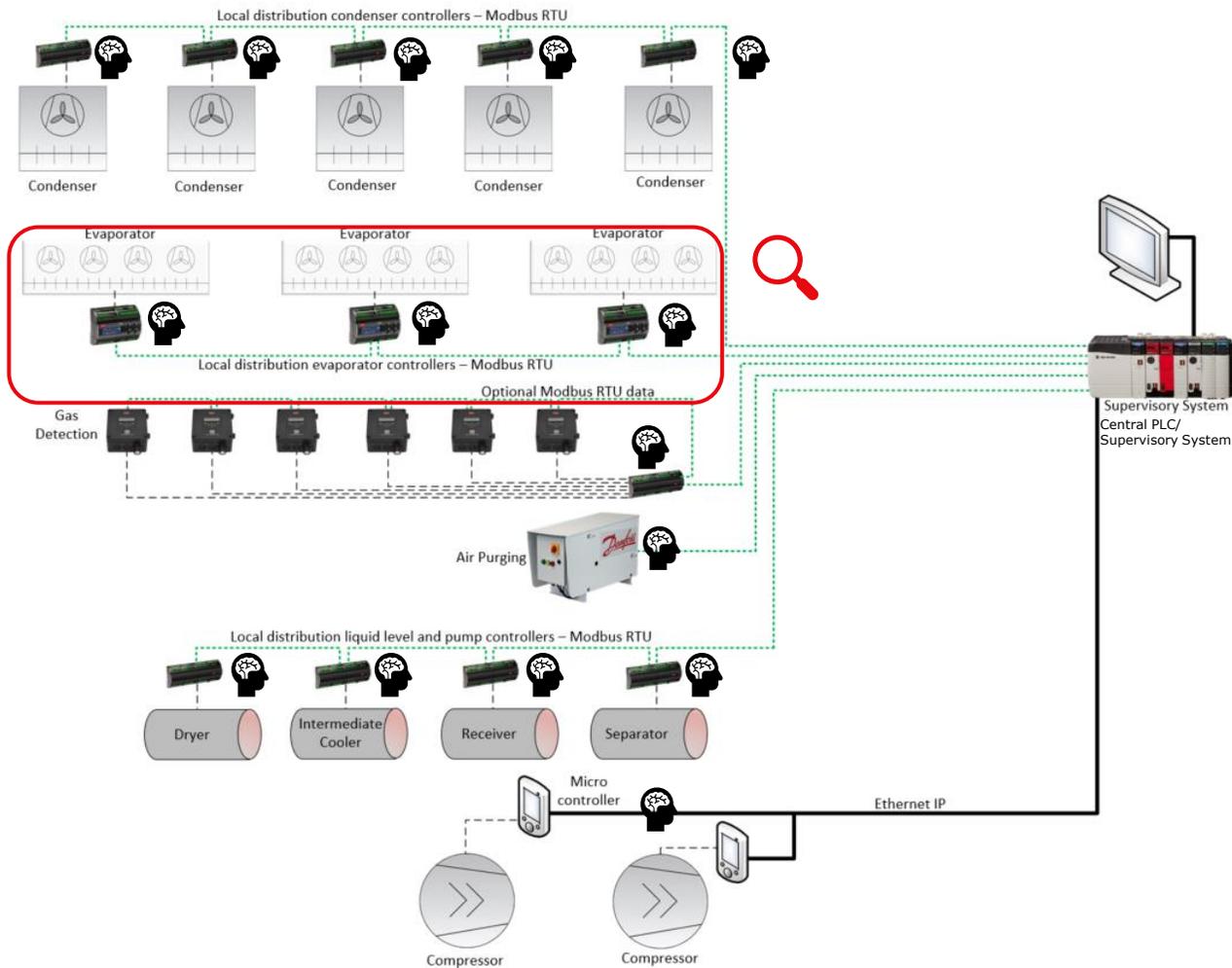


- 采用远程IO减少线缆复杂度
- 采用功能区分的控制器（PLC）实现子系统控制

丹佛斯分布式控制架构



采用蒸发器控制器的分布式控制系统



- 一个EKE 400控制一个蒸发器 (阀组)
- 开放的通讯系统
- 更加可靠, 不受其他控制系统故障影响
- 标准化的解决方案, 无需编程, 便于调试
- 易于扩展, 维护, 变更

 控制逻辑所在位置

内容

- 制冷系统中的集中控制与分布式控制
- **大型制冷系统的蒸发器控制方案**
 - EKE400蒸发器控制器
 - 子系统应用（桶泵、直膨、重力系统）
- 总结



子系统关键控制器 – EKE400



蒸发器控制器

EKE 400 产品系列

- 专为工业及大型商用制冷应用设计
- 控制和优化除霜程序和性能
- 适用于氨、CO₂、HFC、HFO等蒸发器温度控制
- 适用于变温控制及温度精确控制
- 支持各种除霜方法:热气除霜通过压力控制或喷淋除霜, 电除霜, 或水/盐水除霜
- 方便的操作菜单并支持丹佛斯阀门配置
- 多语言菜单选择
- LED图形显示选项
- 通过现场总线通讯, 易于与PLC集成通讯
- 支持软件更新升级
- 遵照工业制冷行业内/IIAR关于安全除霜的建议

子系统关键控制器 – EKE400



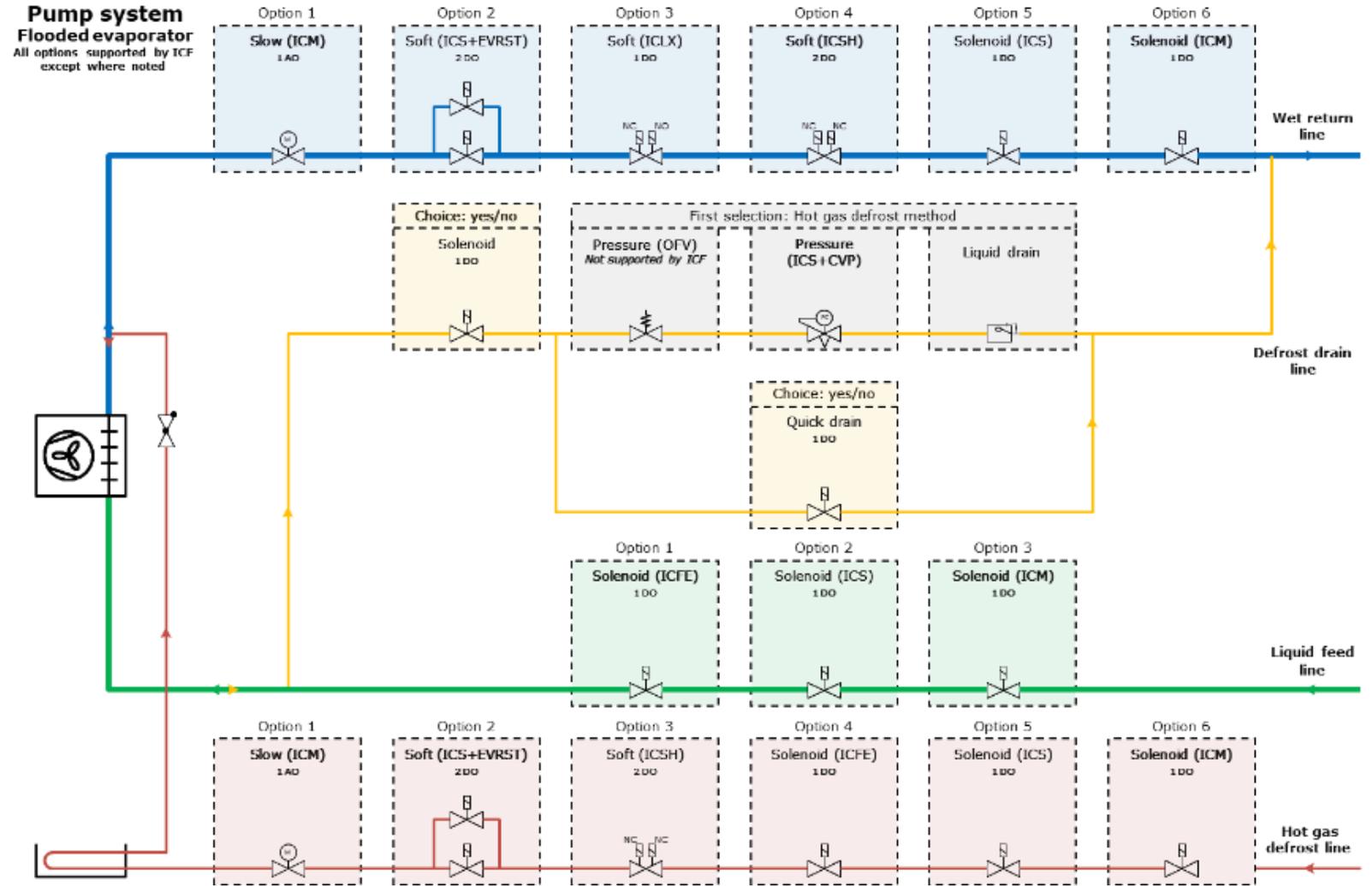
蒸发器控制器

技术参数

| 技术参数 | |
|--------------|--|
| 供电电压 | 85 – 265 V AC, 50/60 Hz. 20 – 60 V DC 24 V AC \pm 15% 50/60 Hz |
| 8 AI – 模拟量输入 | AKS 32R, 1-5 V, 比例压力传感器 AKS 33, 0/4-20 mA 压力传感器 Pt 1000, 温度传感器 |
| 8 DI – 数字量输入 | 无电压(干触点) |
| 8 DO – 数字量输出 | 6 – 继电器输出 2 – 固态输出 |
| 4 AO – 模拟量输出 | 0-10 V DC |
| 数据通讯 | MODBUS RS 485 用于PLC通讯 CANBUS 用于EKE 400之间的内部通讯 |
| 认证 | CE, UL |

子系统关键控制器 – EKE400

- 方便的操作菜单并支持丹佛斯阀门配置
- 多语言菜单选择

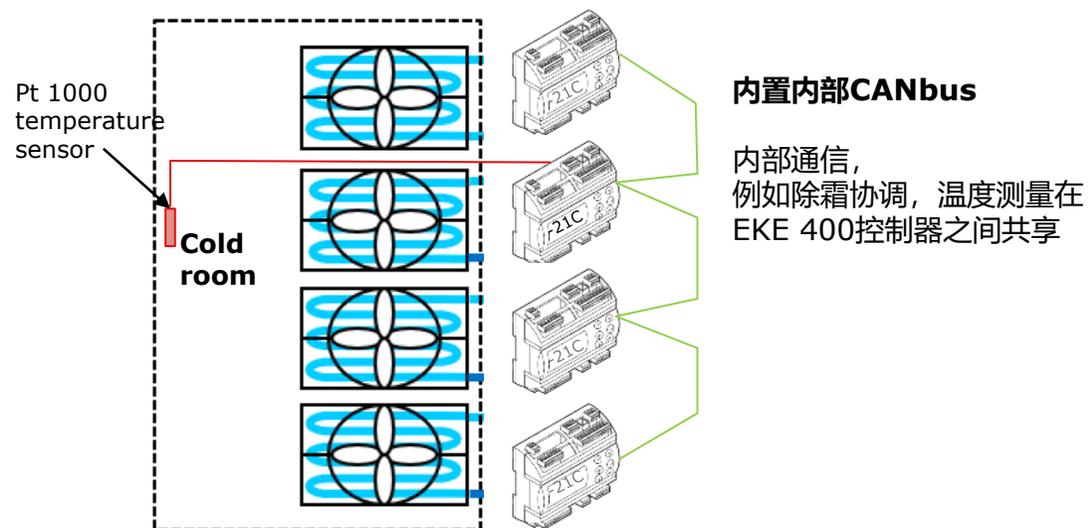




应用举例

冷风机控制采用 丹佛斯 **ICF** 阀组和 **EKE 400**

易于内部通讯并协调多个EKE400控制器

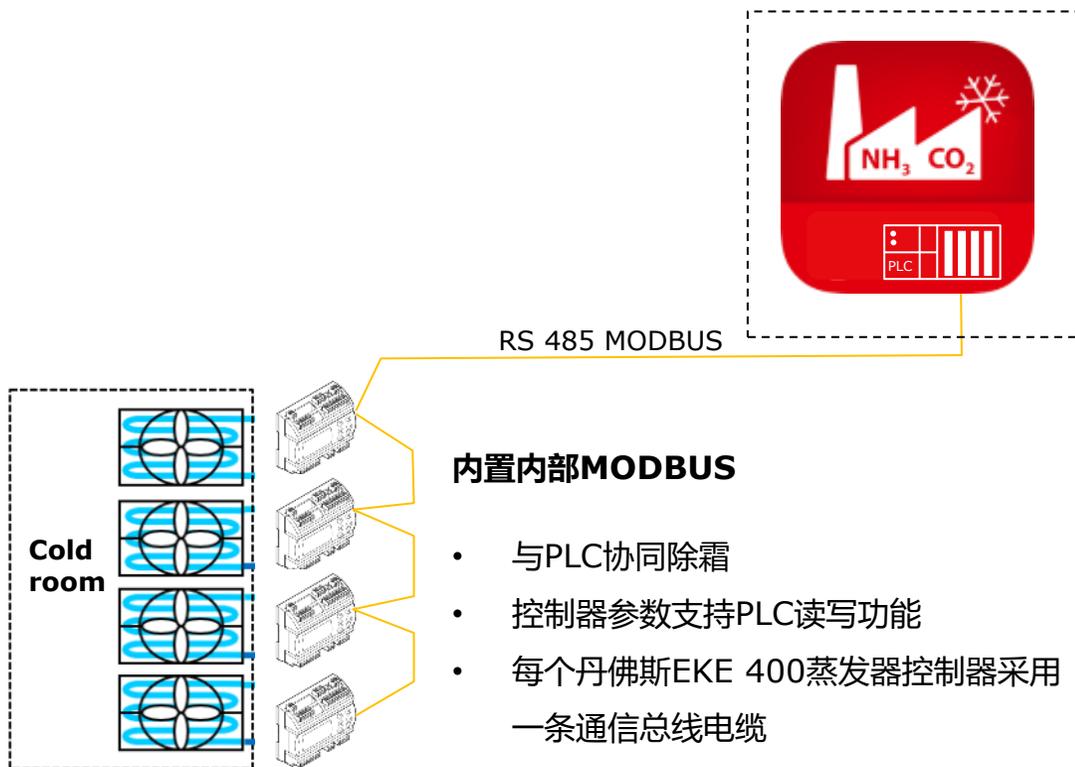




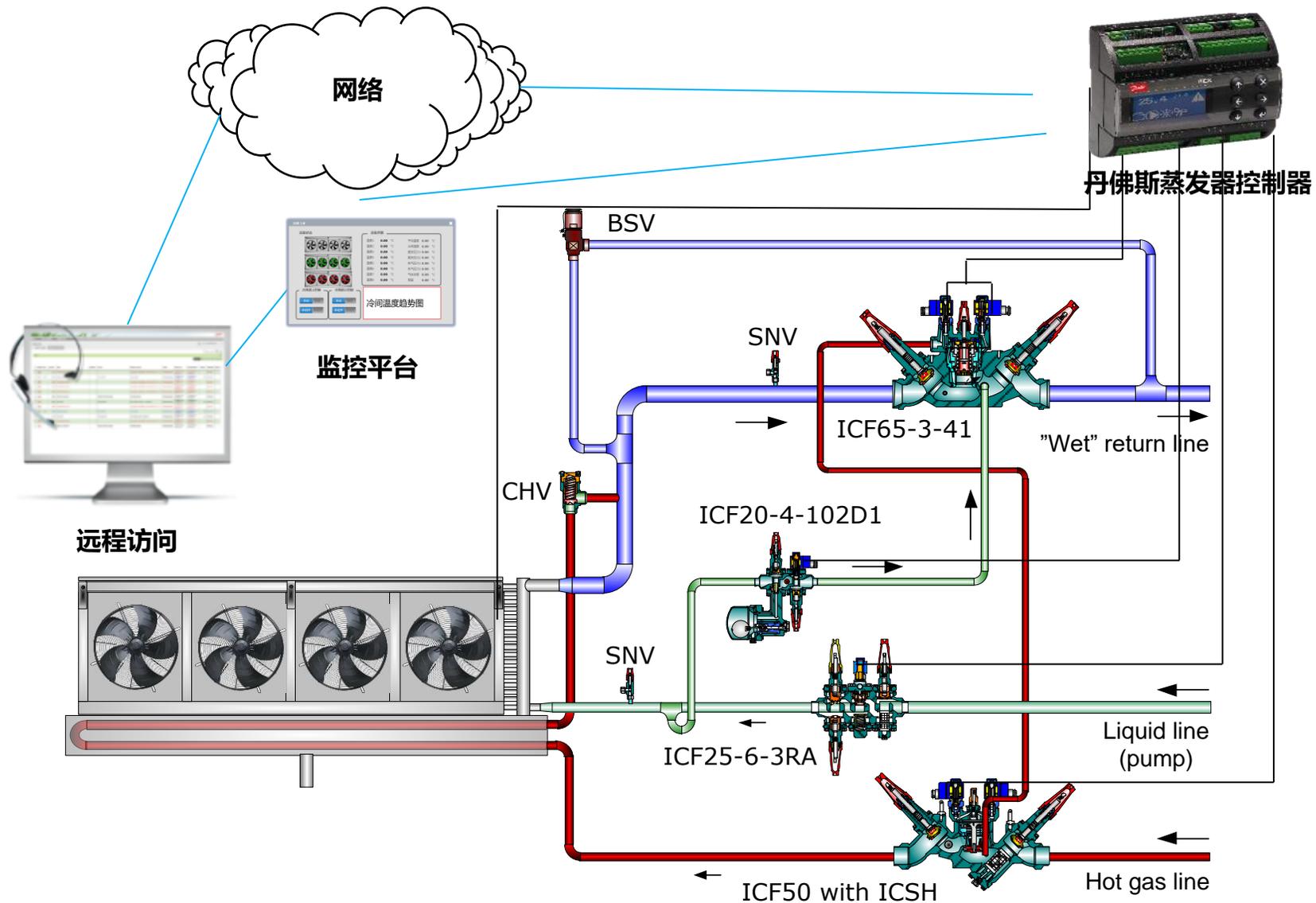
应用举例

冷风机控制采用 丹佛斯 **ICF** 阀组和 **EKE 400**

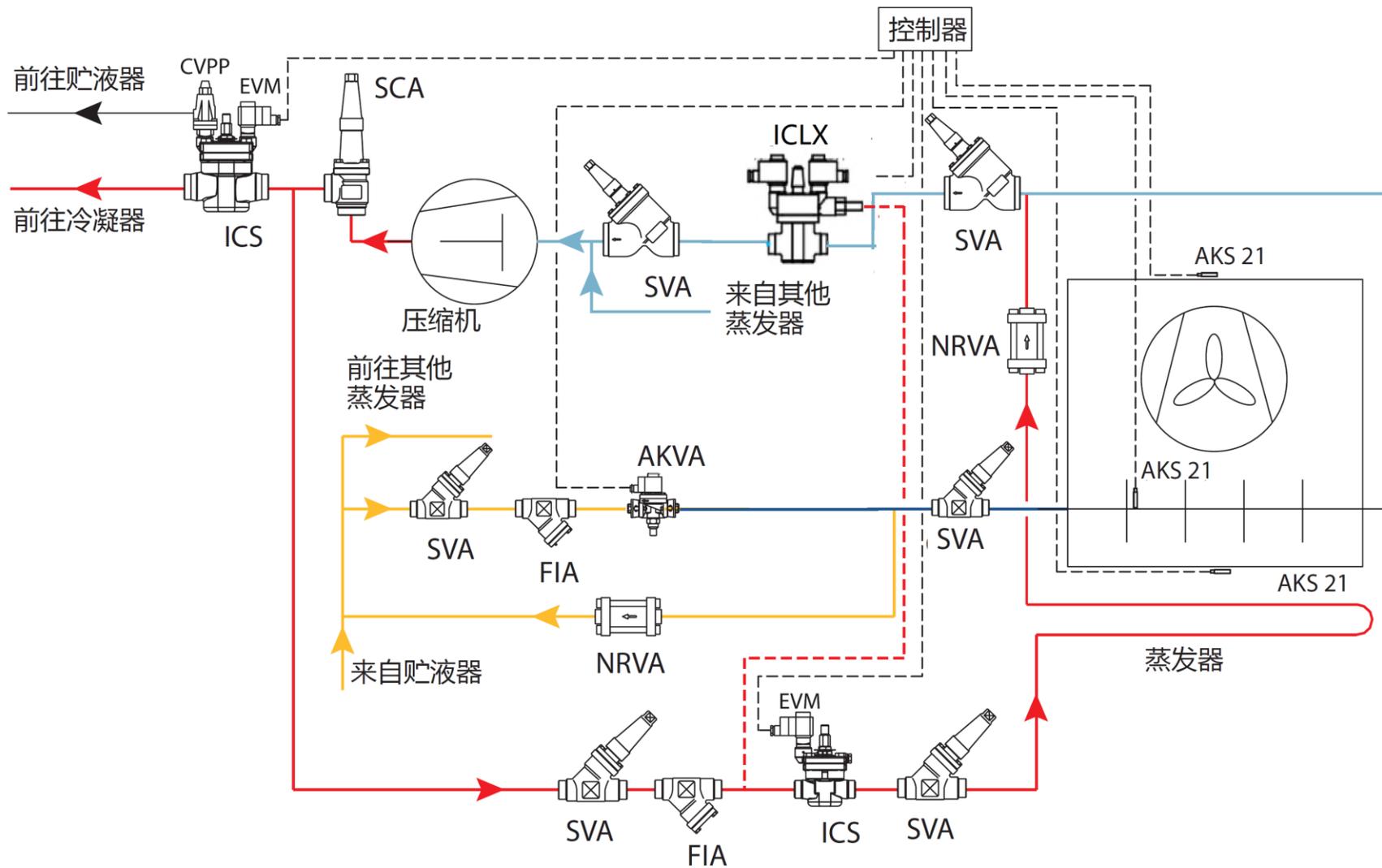
便于与主控制PLC通过MODBUS集成



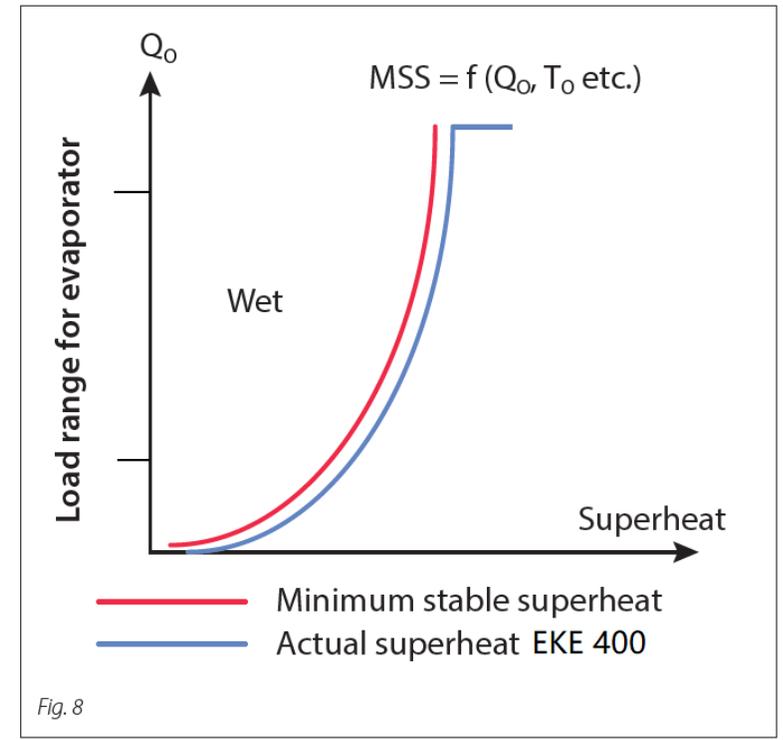
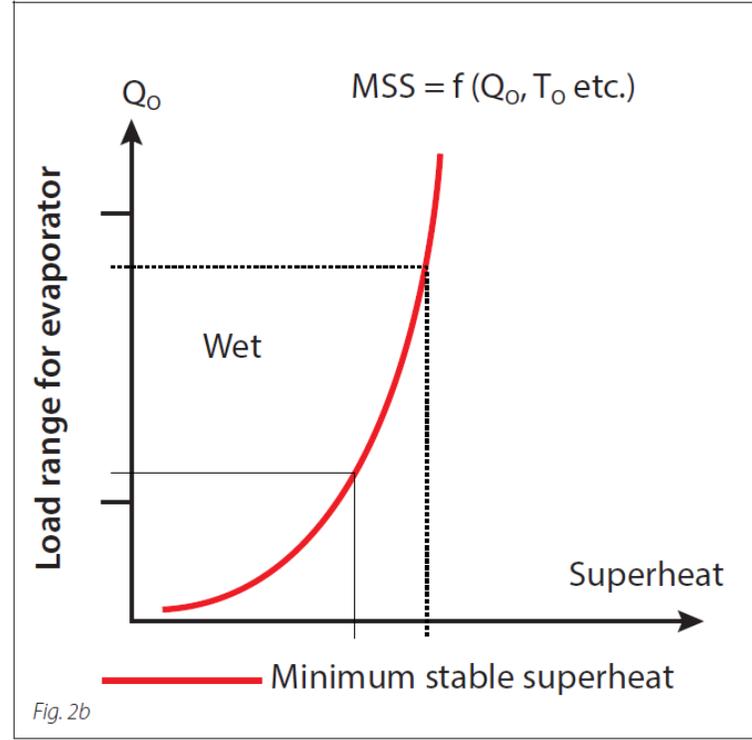
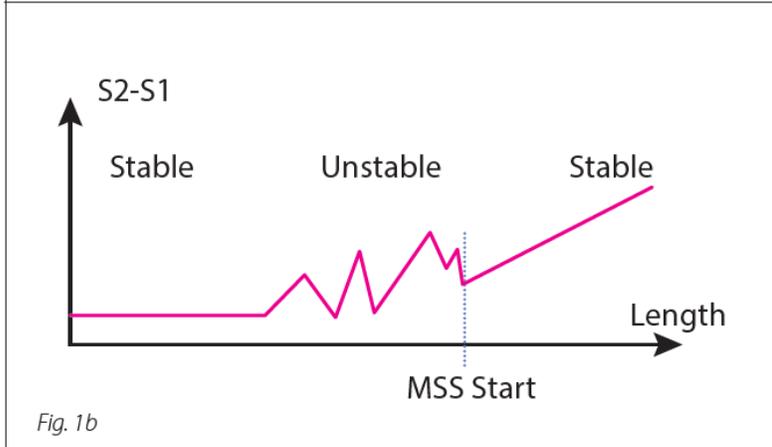
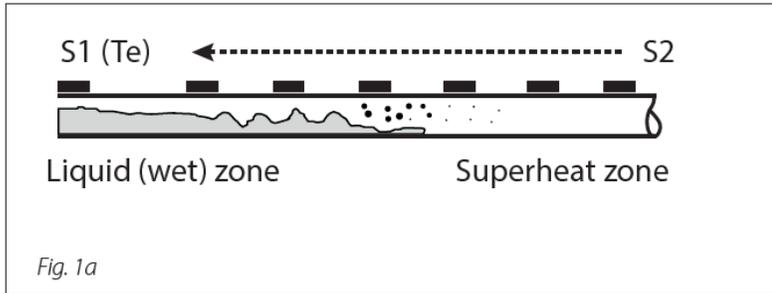
冷风机子系统 (桶泵, 热气融霜)



冷风机子系统（直膨，热气融霜）



子系统关键控制器 – EKE400的DX控制



子系统关键控制器 – EKE400的DX控制

- 适用于氨、二氧化碳与HFC

丹佛斯对电子膨胀阀的控制已有35年历史，历经五代

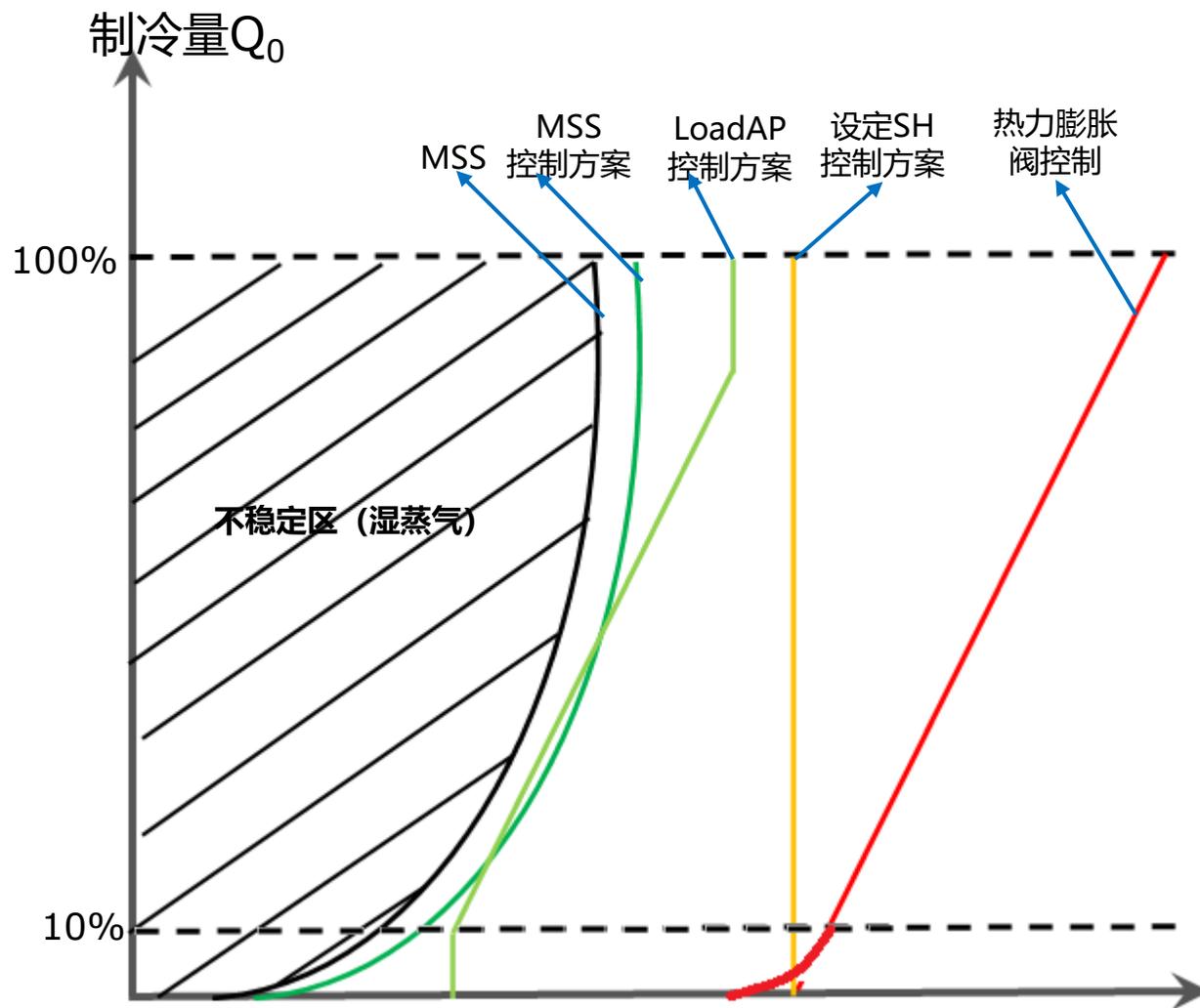
- 基于负荷变化的控制方案 (LoadAP)

LoadAP是“load defined reference”的缩写，可以根据负荷的情况动态调整过热度设定值来对电子膨胀阀的开度进行调节。LoadAP是一种程序内建的MSS曲线控制应用。该控制方案将提升直接膨胀蒸发器子系统的鲁棒性并且与制冷系统形成更好的匹配度

- 最小稳定过热度控制方案 (MSS)

控制器根据最小稳定过热度进行调节，尽可能获得最低的稳定过热度设定 (可以设置最小和最大过热度)

- 设置固定的过热度 (Fixed SH)



子系统关键控制器 – EKE400

更高蒸发器的供液效率，更大制冷量，更好的节能效果

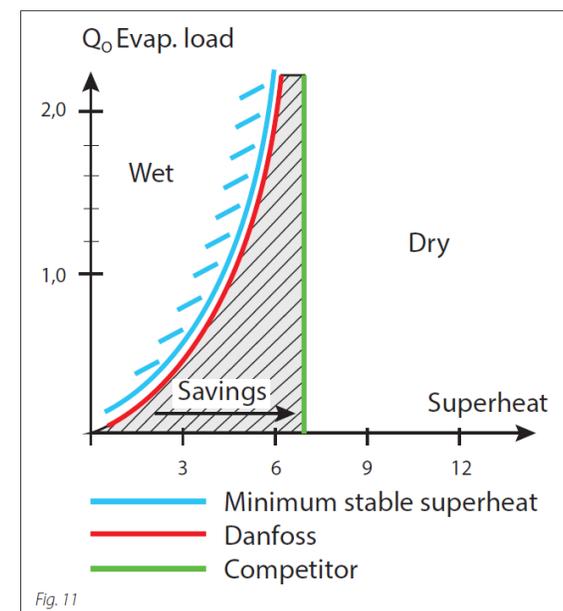
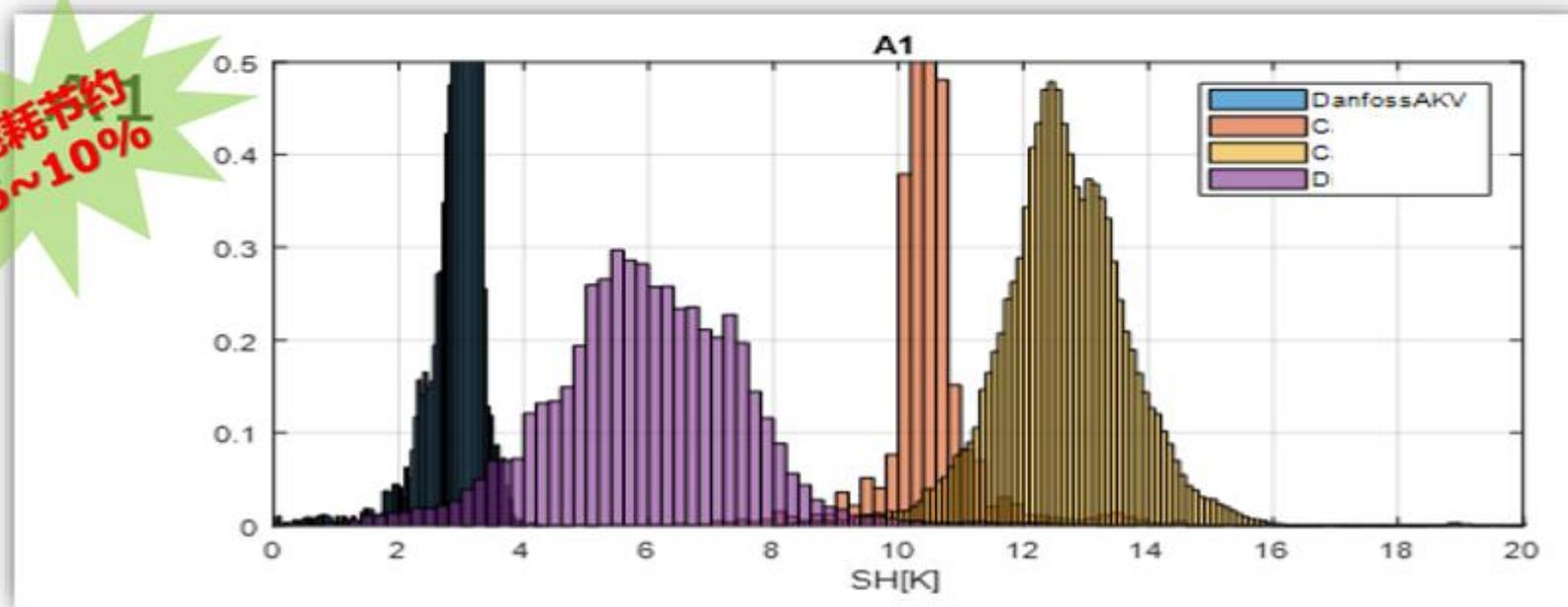


6-10% 能耗节省

与电子膨胀阀控制器竞品对比结果：

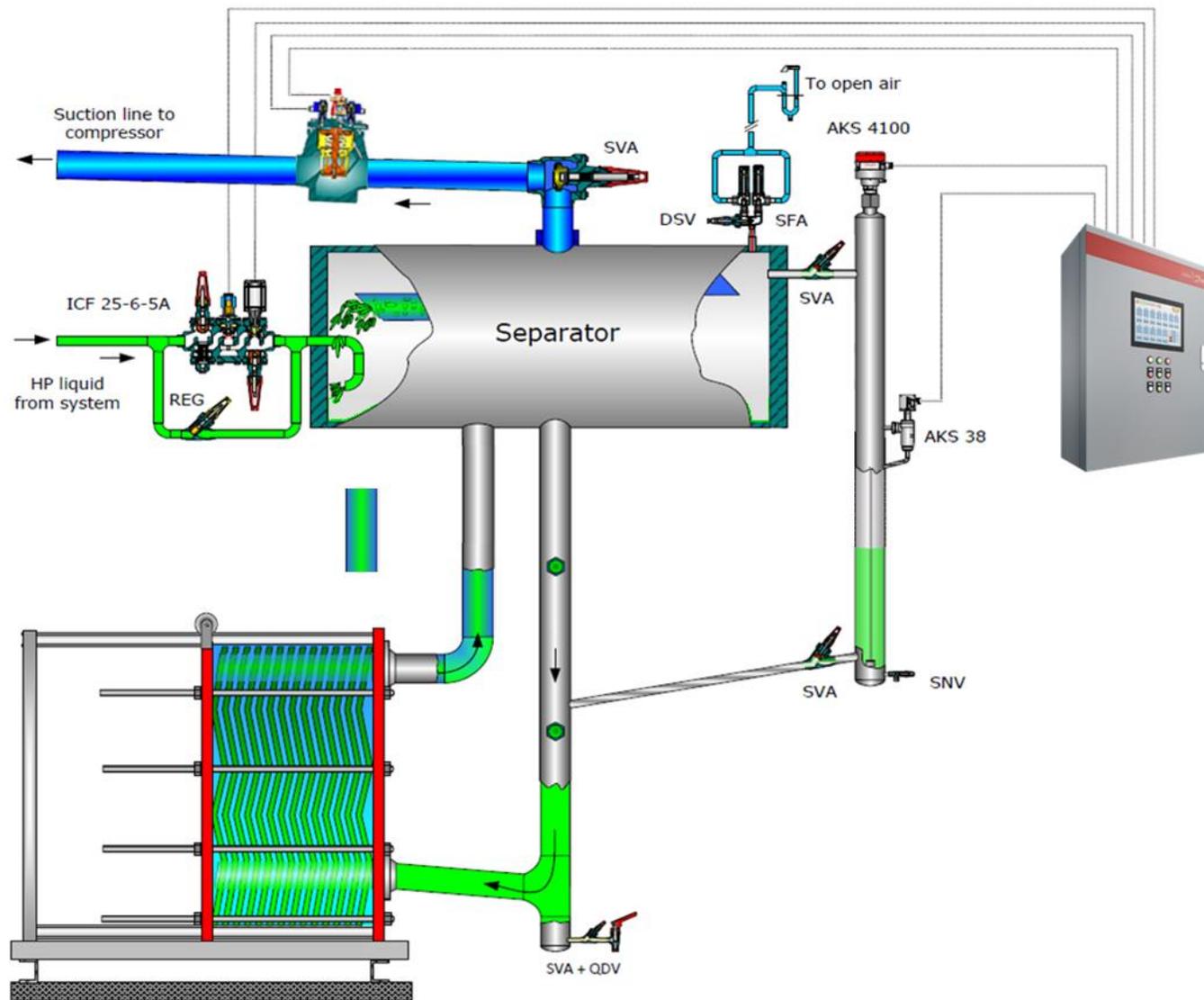
- Danfoss 自适应过热度调节 SH -> 3 K
- “自适应过热度调节” SH -> 6 K
- 混合过热度调节 SH -> 默认值 10 K (Best case 7 K)

能耗节约
6~10%



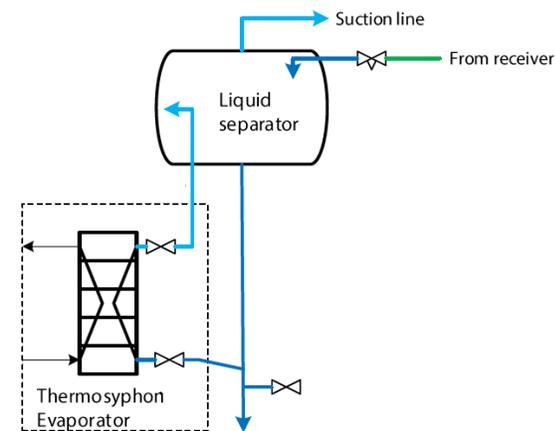
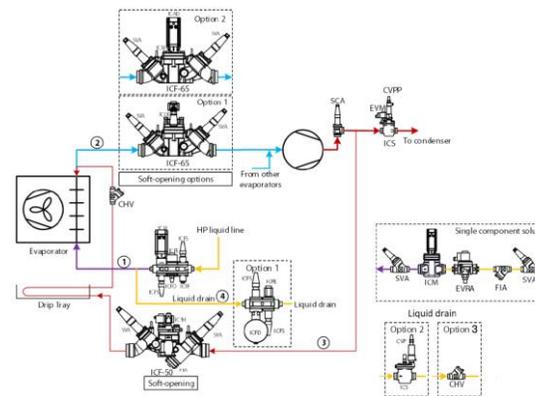
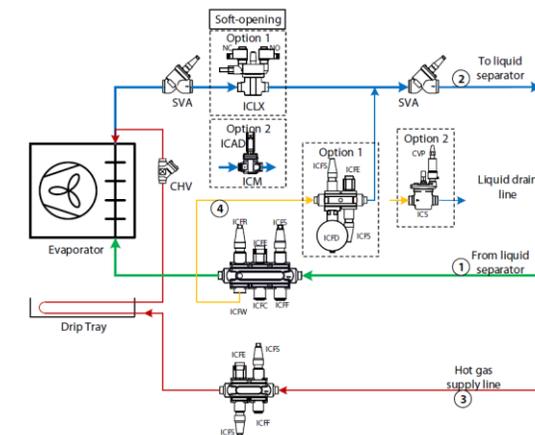
EKE控制重力供液子系统蒸发器

- 温度的精确控制
 - 压力相关型CVE导阀，不受吸气压力影响的精确温控
 - ICS宽广的调节范围
 - 温度精确控制逻辑

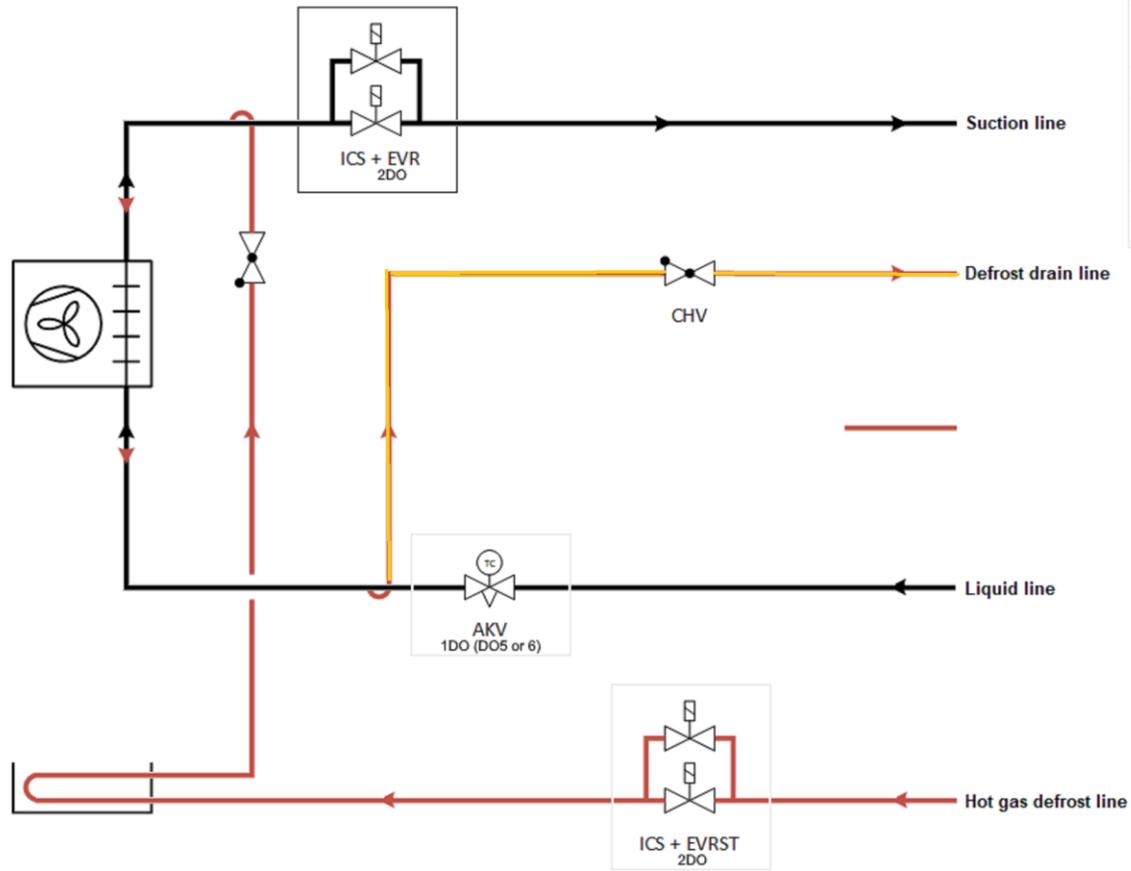


EKE 400实现分布式控制理念

- 基于丹佛斯控制平台的工业级产品设置，覆盖工业和商用需求
- 兼容多种制冷剂以及多种应用的控制逻辑，R717, R744, HFC & HFO
- 冷间控制器的分布式控制理念
- 针对丹佛斯阀门的优化控制（PWM, 步进、电动），兼容各种制冷剂阀门
- 对于直膨系统，结合丹佛斯阀门和传感器的优化控制：
 - MSS, 最小稳定过热度控制方案
 - LoadAP, 基于负荷的过热度方案
 - MTR, 结合参考过热度的温度连续调节方案
- 支持多种除霜方案
- 快速设定，便于调试（CoolConfig）
- 开放的通讯功能（丹佛斯内外）



子系统关键控制器 – EKE400



Digital outputs:

Position of AKV valve (if selected):

| Digital output | Active at | Function |
|------------------|-----------|--------------|
| Digital output 1 | On | HGsoft ICS |
| Digital output 2 | On | HGsoft EVRST |
| Digital output 3 | On | WRsoft ICS |
| Digital output 4 | On | WRsoft EVRST |
| Digital output 5 | On | LFAKV |
| Digital output 6 | On | Fan output |
| Digital output 7 | On | |
| Digital output 8 | On | |

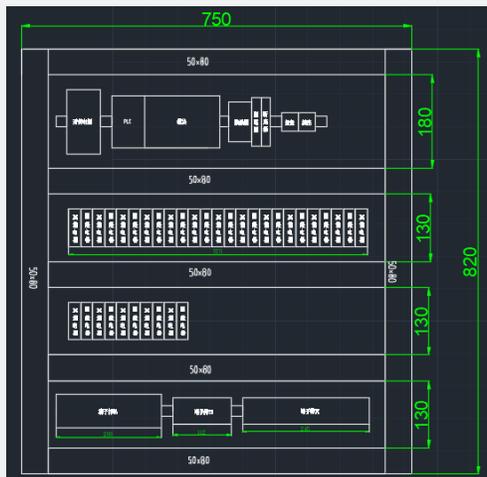
Digital inputs:

| Digital input | Active at | Function |
|-----------------|-----------|--------------|
| Digital input 1 | On | Cool On/Off |
| Digital input 2 | On | Forced close |
| Digital input 3 | On | Forced cool |
| Digital input 4 | On | |
| Digital input 5 | On | |
| Digital input 6 | On | |
| Digital input 7 | On | |
| Digital input 8 | On | |

Analog inputs

| Analog input | Function | Type | Min | Max |
|----------------|-----------------|--------|-------|-------|
| Analog input 1 | Ther. air | PT1000 | -50.0 | 200.0 |
| Analog input 2 | Pe Evap. press | 0-5 V | -1.00 | 6.00 |
| Analog input 3 | S2 suction pipe | PT1000 | -50.0 | 200.0 |
| Analog input 4 | | | | |
| Analog input 5 | | | | |
| Analog input 6 | | | | |
| Analog input 7 | | | | |
| Analog input 8 | | | | |

丹佛斯蒸发器控制子系统 – 基于EKE400的控制箱集成方案



针对冷间进行蒸发器全面控制

- 针对工业制冷应用的灵活配置
- 分布式冷间独立控制箱
- 集成蒸发器控制器
- 冷间温湿度监测
- 冷间温度控制
- 热气除霜（支持升级智能除霜）
- 开放的数据通讯（Modbus TCP/IP或Modbus RTU）
- 控制器的可持续性和可扩展性
- 现场HMI（可选）
- 即插即用

冷间控制柜

Air cooler Control Panel

可靠智能的控制逻辑、强大的交互界面、简洁的设置以及高速通讯协议，实现控制水平的全新升级

分布式

实现各冷间独立控制
并通过网络连接互相
协调，为系统温度控
制保驾护航。



产品功能特点

冷间控制柜可根据冷间运行状态管理冷间内蒸发器阀组和冷风机的运行，达到最优制冷效果。

根据客户需求针对冷风机和阀组进行优化控制，对系统的除霜控制遵循 IIR 热气除霜的最佳实践进行，确保系统安全、高效、流畅地运行。



制冷控制

有效控制系统，保证冷间温度

可选
电磁阀控制



冷间状态

冷间温度监控
采集冷间温度，实时监控与记录

可选
冷间温度监控：
实时监控与记录，采取相应措施，保证库内较高的空气相对湿度，降低无包装肉类冻结等产品产生的干耗增加系统控制；
0°C 以下低温应用，采用电伴热，检测回液温度，控制电伴热的开关，避免冻裂



冷风机状态

运行状态的实时监控
报警状态的实时监控
手自动状态的实时反馈

可选
蒸发压力监测
过电流报警保护实时反馈



柜体简洁设计

可根据客户需求更改
形状尺寸、材质（不锈钢）颜色
冷间温度 LED 显示



开放的通讯功能

协议：real-time Ethernet, ADS TCP, Modbus TCP, TCP/IP, UDP/IP, EAP (EtherCAT Automation Protocol), Modbus RTU (需额外增加通讯模块)
接口：RS485 (需额外增加通讯模块)、以太网、光纤 (经转换器)



融霜控制

多种融霜方案及控制方法，安全高效控制系统融霜

可选
盘管温度：用于温度智能除霜控制，判断蒸发器结霜情况有效进行融霜



安全监控

紧急停止：安全作业
冷间呼吸按钮 / 报警按钮：人员误锁在冷间内或有系统紧急情况时，用于人员手动报警反馈

可选
电源断电反馈
采集气体浓度信号：
及时监测库内制冷剂泄漏情况，
保证人身安全 (低 CO₂ 高利得泄漏)
避免大量经济损失 (福利得泄漏)
外部报警的引入反馈：例如：消防报警引入
报警输出装置：例如：输出三色报警灯



节能监控

冷库门开关监测：监控冷库门状态，降低外界热流影响，保证库温稳定

可选
变频控制风机转速：根据冷风机应用选配
智能电表：带 RS 485 通讯，直接与上位机、控制器连接，采集能耗

内容

- 制冷系统中的集中控制与分布式控制
- 大型制冷系统的蒸发器控制方案
 - EKE400蒸发器控制器
 - 子系统应用（桶泵、直膨、重力系统）
- **总结**



丹佛斯工业制冷解决方案

灵活便捷

基于模块化平台的
智能解决方案
减少系统复杂度,
增加系统可靠性

创新

创新性设计确保系统
安全和效率
同时提升食品安全和
质量



Flexline™ 阀门配置 包含三种系列的主阀，覆盖系统基本应用，高性能应用，确保工业级的系统解决方案得以实现

手阀系列



SVL Flexline™

- 截止阀，过滤器，调节阀，单向阀以及检修阀

自控阀门系列



ICV Flexline™

- 电磁阀ICS (on/off)
- 控制阀ICS (modulating)
- 热气阀 (ICSH)
- 吸气气动阀 (ICLX)

高性能解决方案

ICF Flexline™, sensors and controls

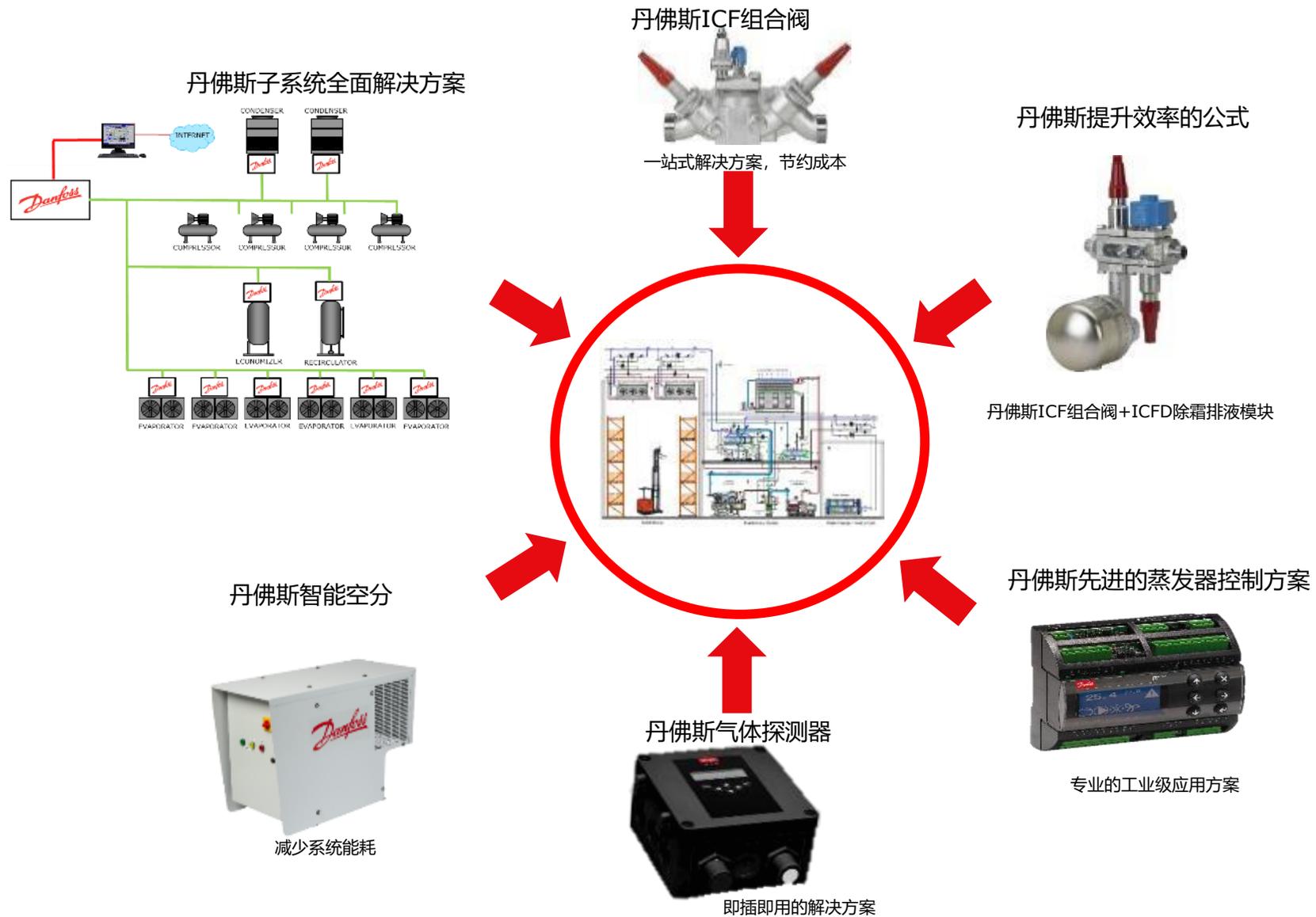
- ICF组合阀
- 电动阀ICM，驱动器ICAD，
- 液位传感器AKS4100
- 气体检测子系统解决方案
- 智能空分

丹佛斯半焊式板换



- 不仅仅是一个换热器
- 系统应用技术
- 优异的换热性能
- 可靠的设计 - 安全耐用

丹佛斯分布式自动控制解决方案确保大型制冷系统的安全和高效



ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

Danfoss