

丹佛斯数据中心液冷架构： 从核心部件到系统应用的全面解析

刘印心， 丹佛斯（中国）投资有限公司



The Danfoss logo is a red rectangular box with the word "Danfoss" in white, stylized script font.

- 全球数据中心液冷市场概况

- 丹佛斯数据中心液冷架构

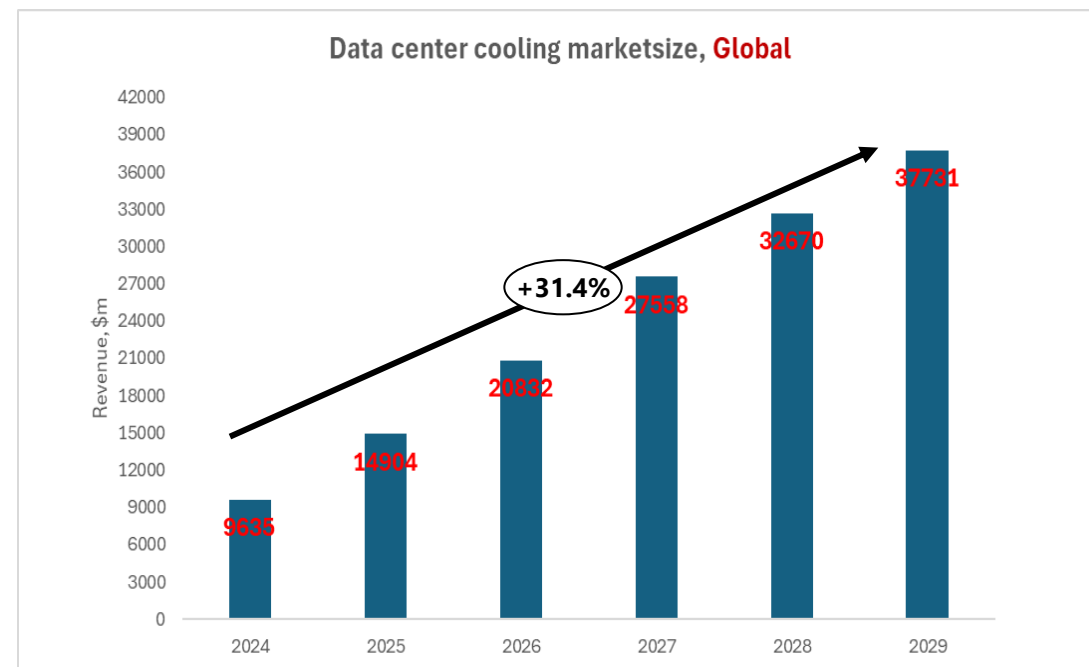
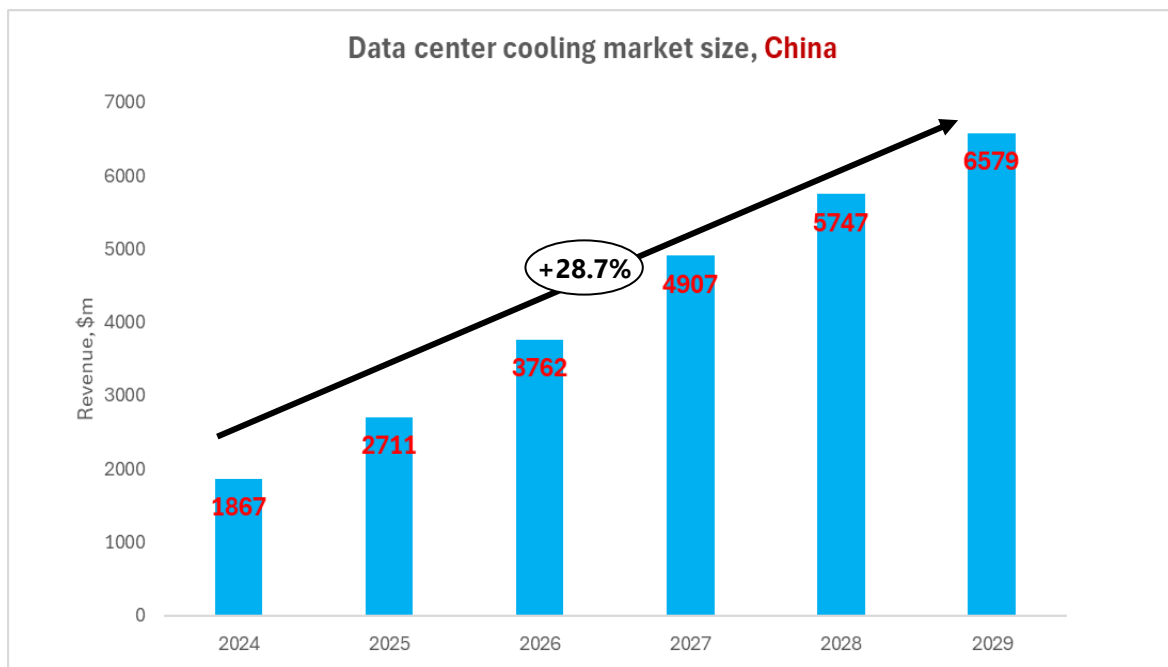
- 丹佛斯液冷系统产品组合

- 液冷系统数字仿真技术

- 风液融合解决方案

数据中心冷却市场概况

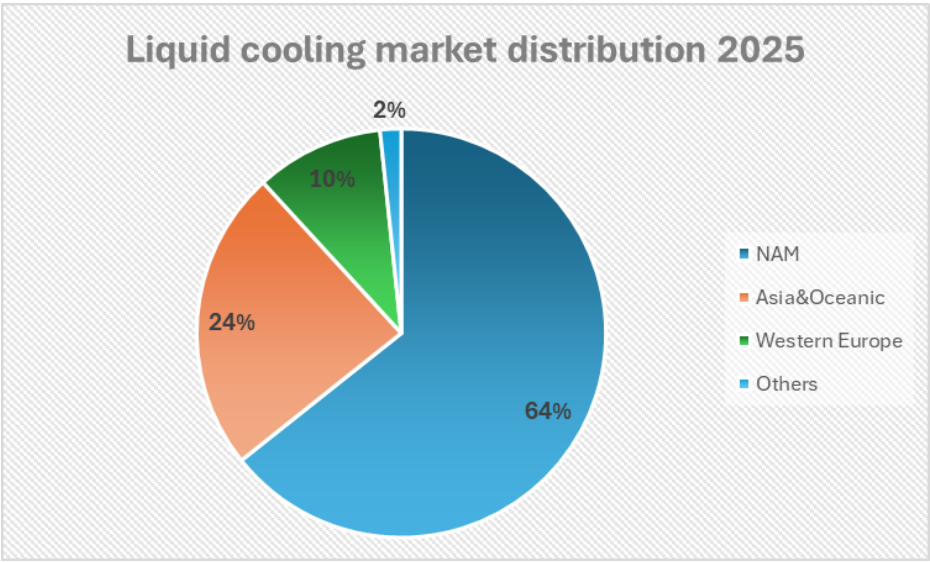
- 全球数据中心冷却市场和中国数据中心冷却市场 2024-2029的 CAGR +31.4% & +28.7%
- 2024 – 2027增幅巨大, CAGR ~38-42%
- 中国区市场份额稳定在全球20%左右。



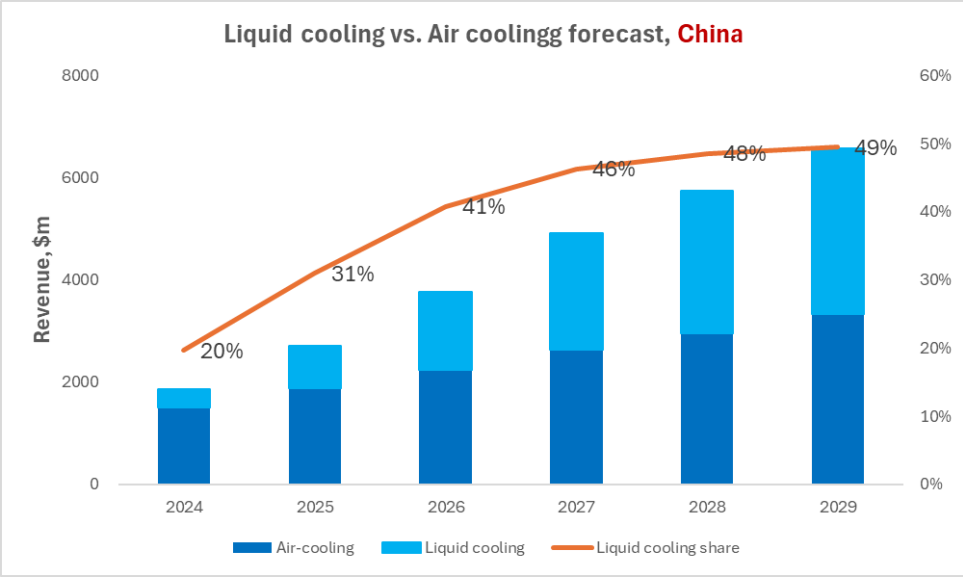
数据来源: Omdia

数据中心冷却市场概况

- 全球数据中心液冷市场自2023年开始爆发
- 预计液冷市场占比由2024年20%增加到2029年~50%。
- 北美是最大的液冷市场，占到全球的64%+，亚太是第二大市场，占比24%，西欧占到10%



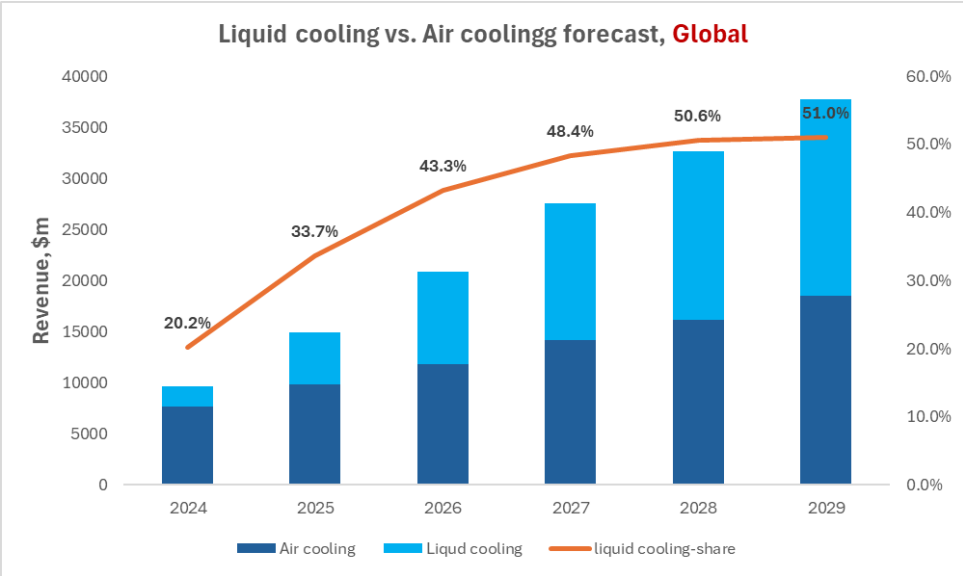
数据来源: Omdia



CAGR: +55%

CAGR: +17%

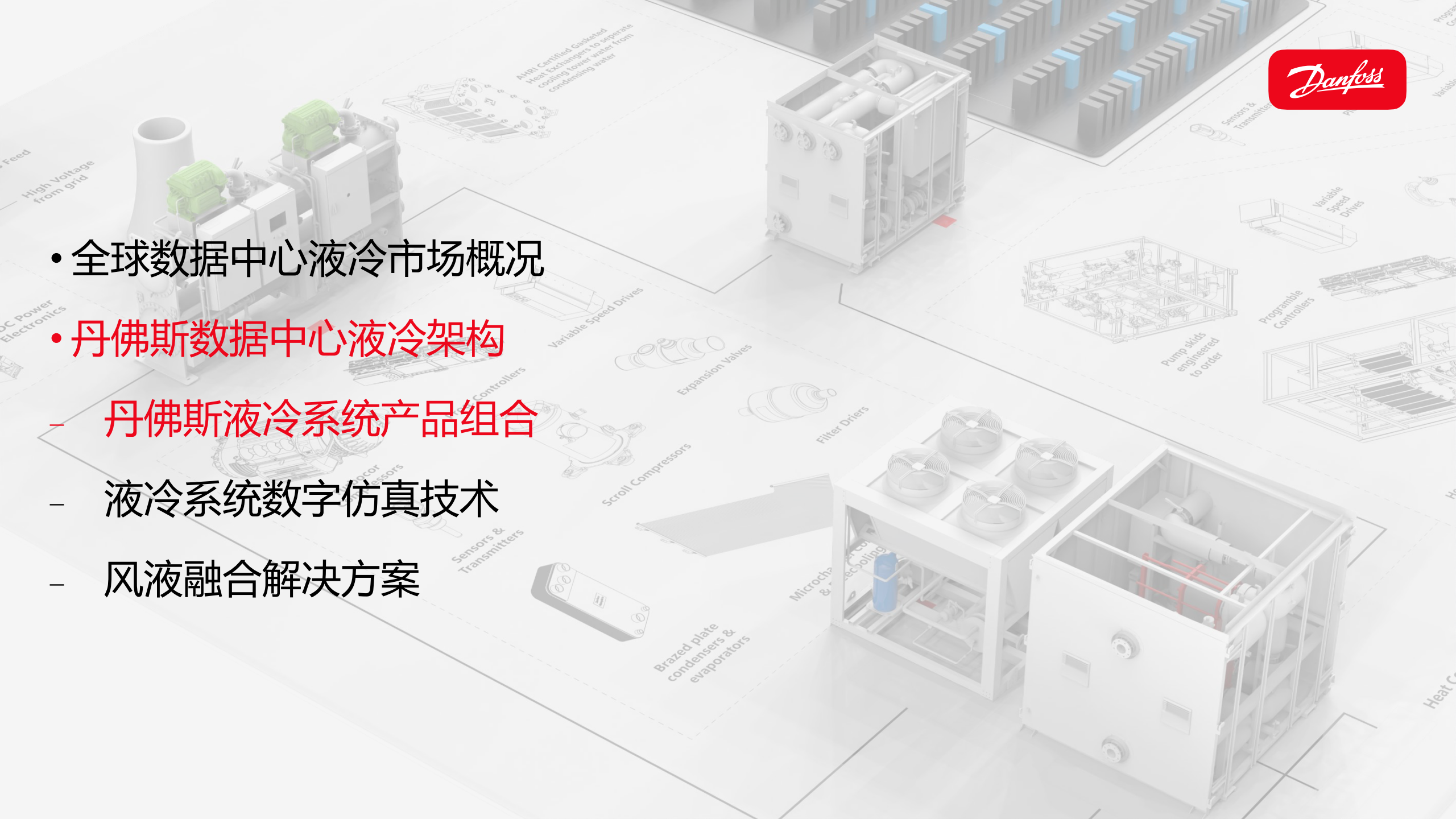
风冷→ to Hybrid& liquid cooling Solutions



CAGR: +62%

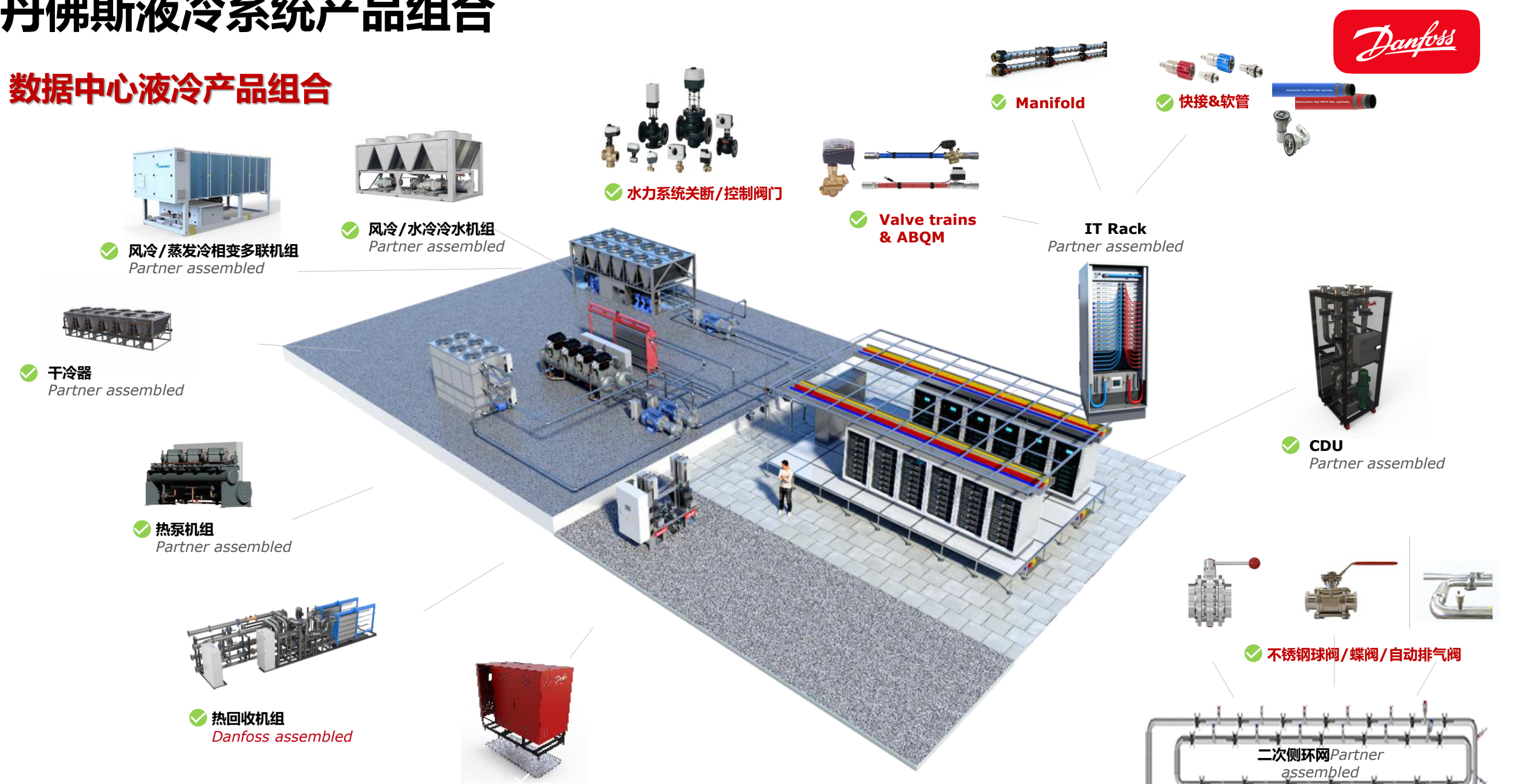
CAGR: +19%

- 全球数据中心液冷市场概况
- 丹佛斯数据中心液冷架构
 - 丹佛斯液冷系统产品组合
 - 液冷系统数字仿真技术
 - 风液融合解决方案



丹佛斯液冷系统产品组合

数据中心液冷产品组合



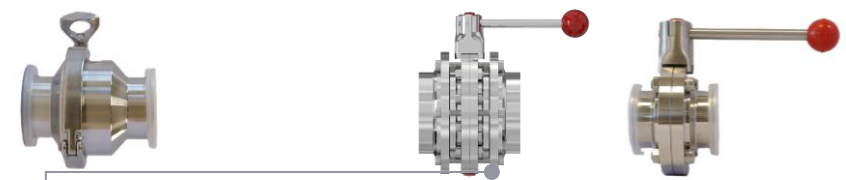
丹佛斯液冷系统产品组合

数据中心液冷产品组合一 CDU



不锈钢止回阀
高压止回阀/低压止回阀
DN15-100

不锈钢焊接蝶阀
DN15-200; 1/2"-8"



排气阀 迷你球阀 压力传感器



变频器 iC2



不锈钢两片式电动调节球阀
DN15-125
压差无关性电动调节阀
DN15-250



过滤器



Alsmart 控制器



Novocon数字化执行器

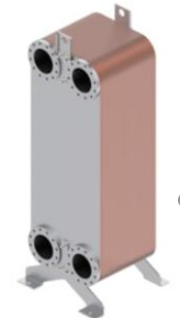
AME模拟量执行器



温度传感器



钎焊式板式换热器

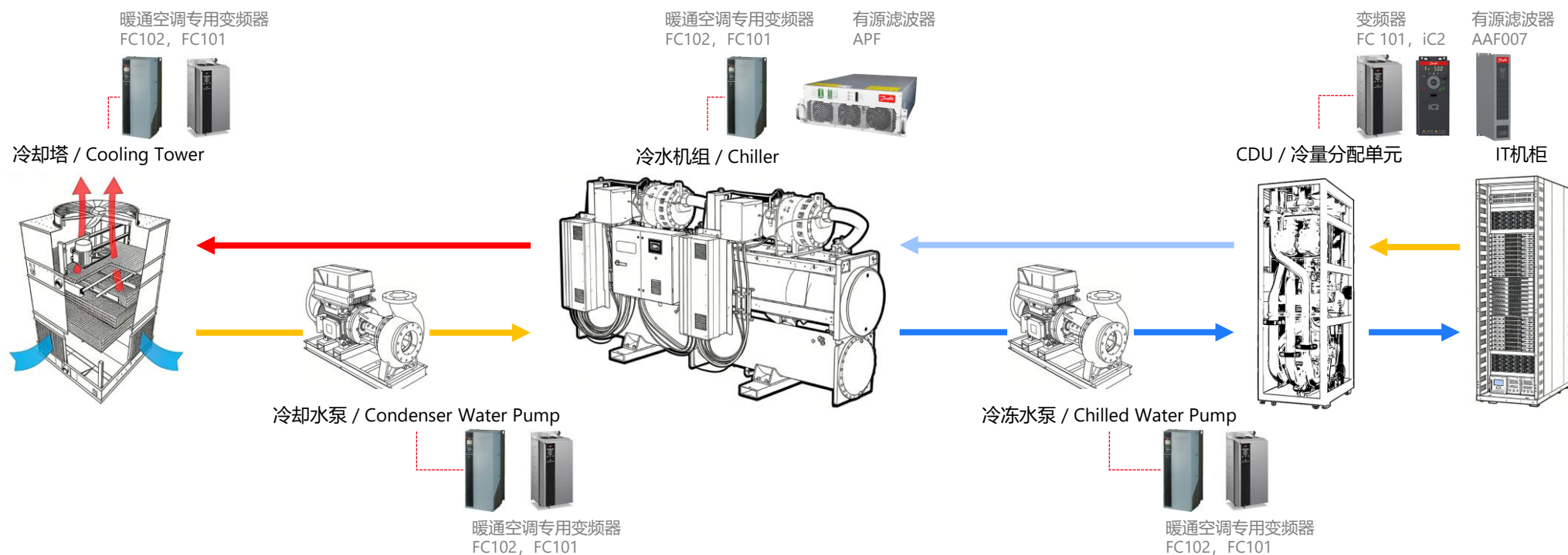


丹佛斯液冷系统产品组合



丹佛斯变频器方案

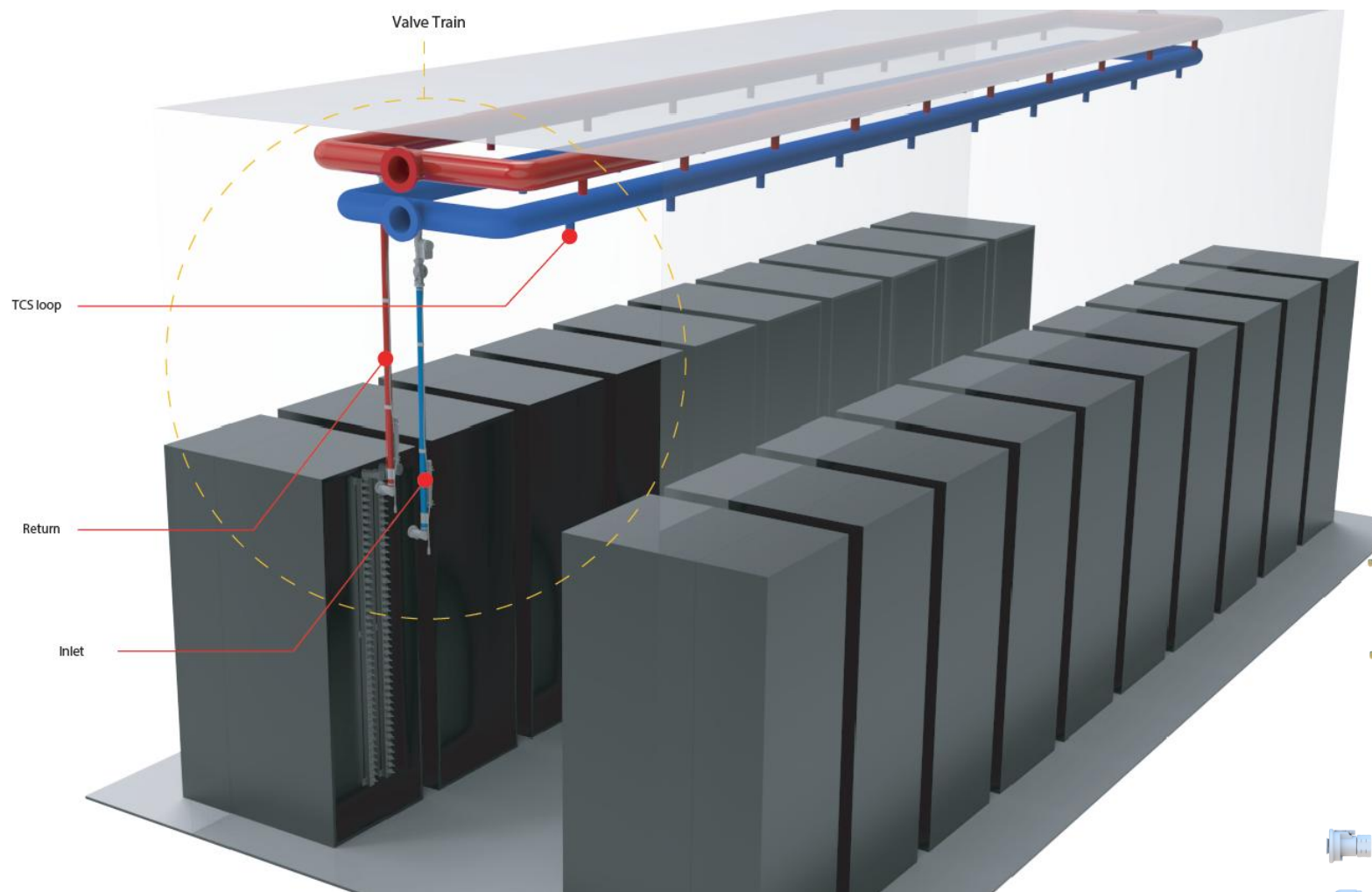
- HVAC&R专用变频器，功率范围达1000 kW（3 x 380V AC），覆盖各种数据中心冷却系统应用（压缩机、泵、风机）
- 有源和无源谐波治理方案，可保证设备满足IEEE-519等标准对低谐波的要求THDi<5%
- 高寿命设计、IATF 16949质量规范生产，保证数据中心冷却系统的长时间稳定可靠运行
- 专有的电机自适应AMA和自动能量优化AEO功能，在部分负荷和满负荷时可提高3-5%的系统能效
- UL、CE、SEMI F47等认证，兼容A2L制冷剂



丹佛斯液冷系统产品组合

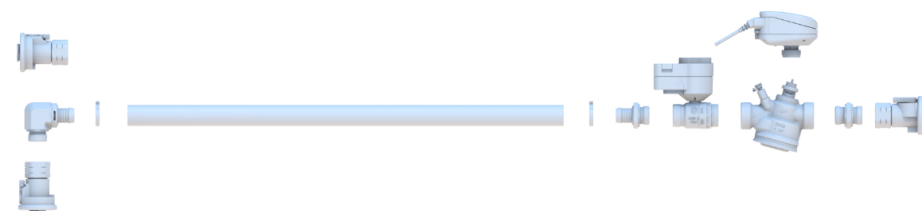


数据中心液冷机柜水力控制模块CoolTrain®



特点

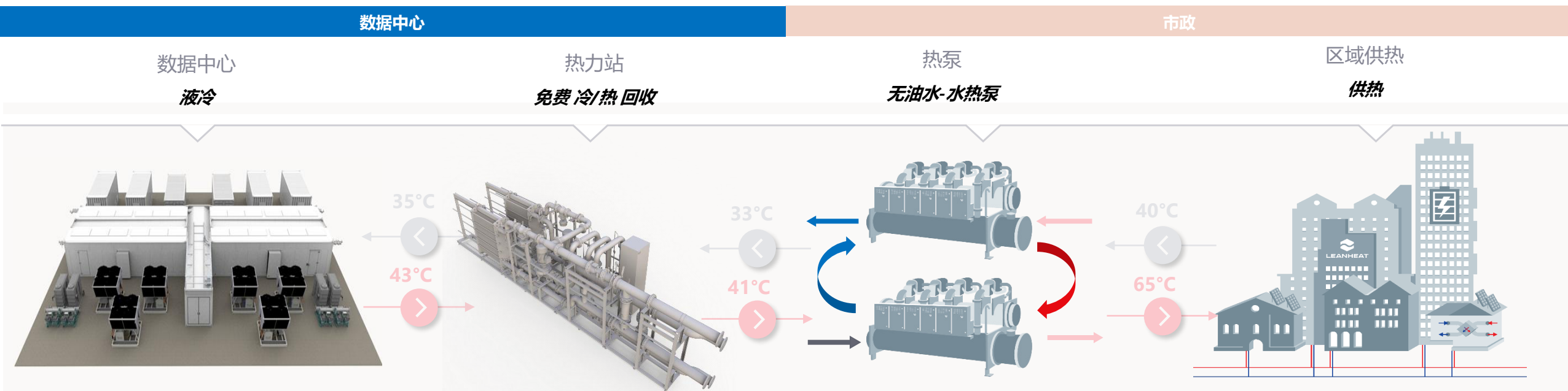
- 预组装并经压力测试
- 无泄漏、无滴漏连接
- 按 ISO4406 标准清洁
- 压差无关动态平衡调节阀 (PICV)，可设定最大流量或变流量控制
- 基于已知阀门开度和阀座两端设定压差监测流量
- NovoCon 数字执行器，支持 Modbus 和 BACnet 通讯协议
- 安全功能——进出口端隔离功能



丹佛斯液冷系统产品组合

Danfoss

数据中心余热回收



免费制冷
~20 COP

- 数据中心供热站可在仅为热泵应用成本 40% 的条件下实现免费制冷/余热回收，并且对系统整体供热效率的影响较小。
- 免费制冷耗电仅由水泵提供，并由回收热量驱动。
- 该方案适用于数据中心自主管理其供热与制冷系统的场景。

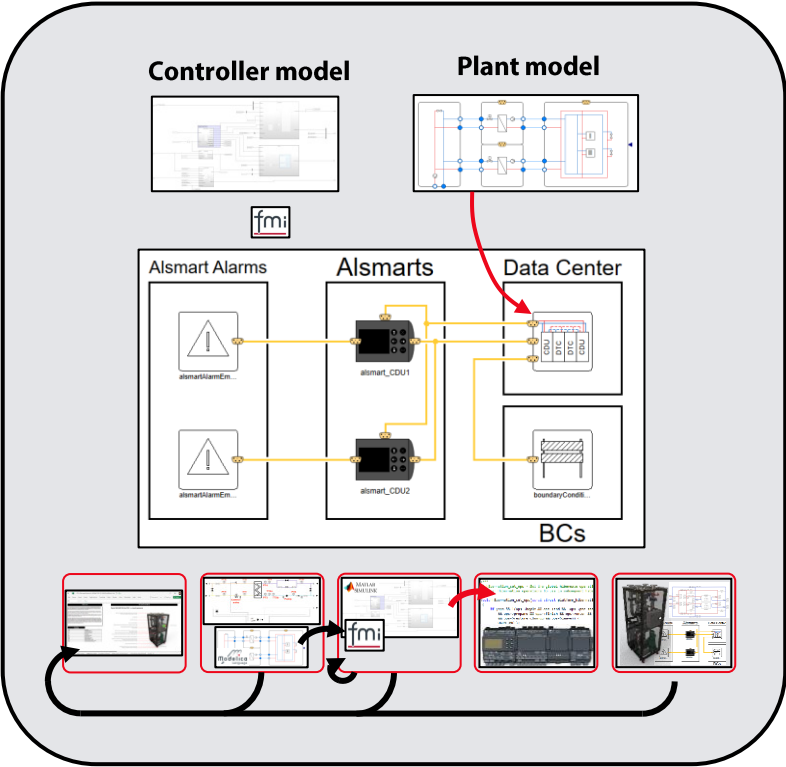
供热
~7.0 COP

- 全球数据中心液冷市场概况
- 丹佛斯数据中心液冷架构
- 丹佛斯液冷系统产品组合
- 液冷系统数字仿真技术
- 风液融合解决方案

液冷系统数字仿真技术

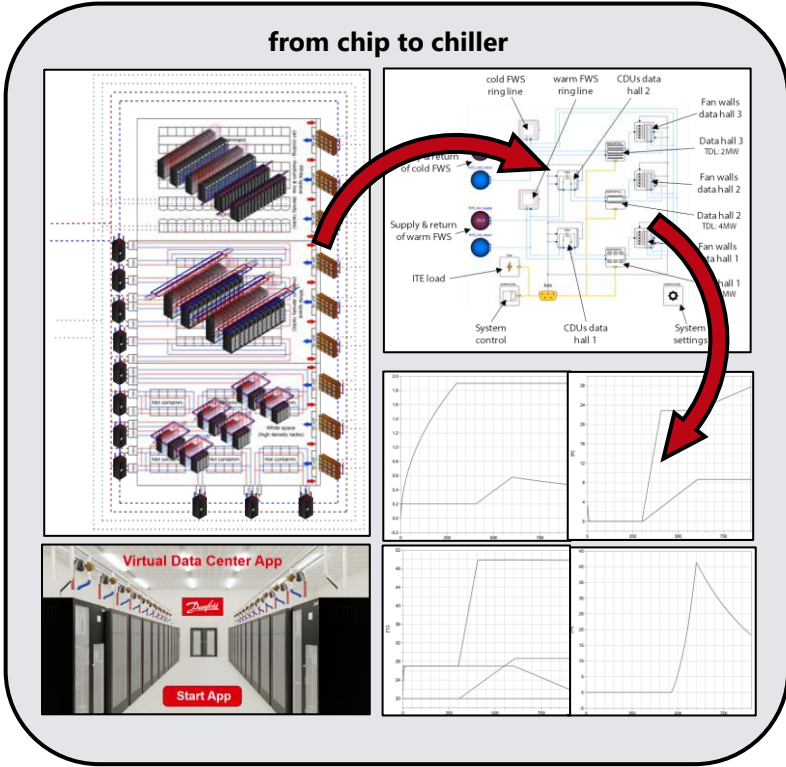
概述 – 模型及仿真技术应用

基于仿真模型开发优化控制器



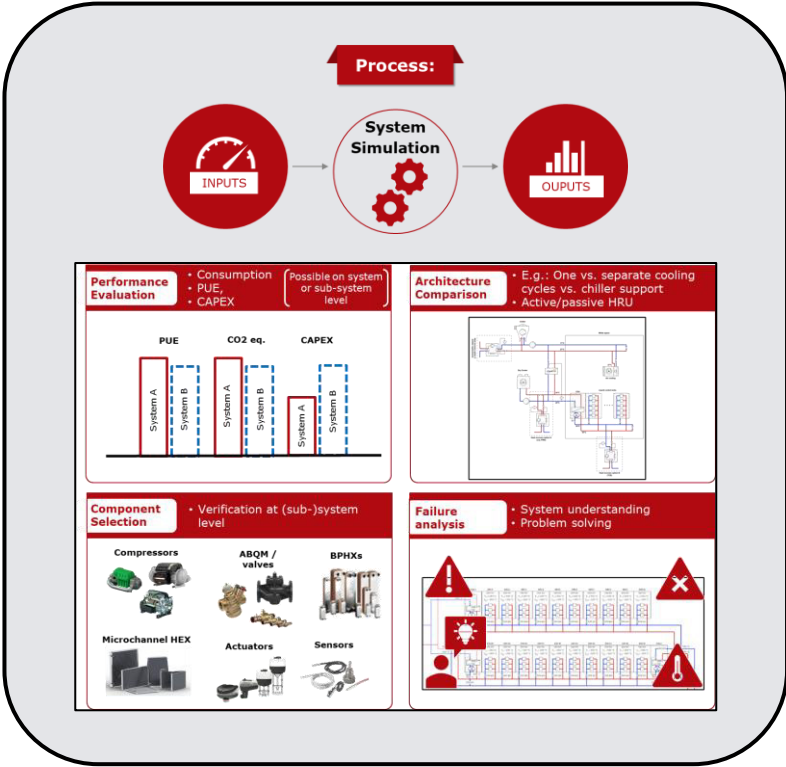
- + 赋能研发项目
- + 优化测试流程
- + 简化调试

数字孪生及虚拟系统



- + 虚拟系统创新应用
- + 在不同场景中展示设备组件对于系统性能的影响

仿真服务

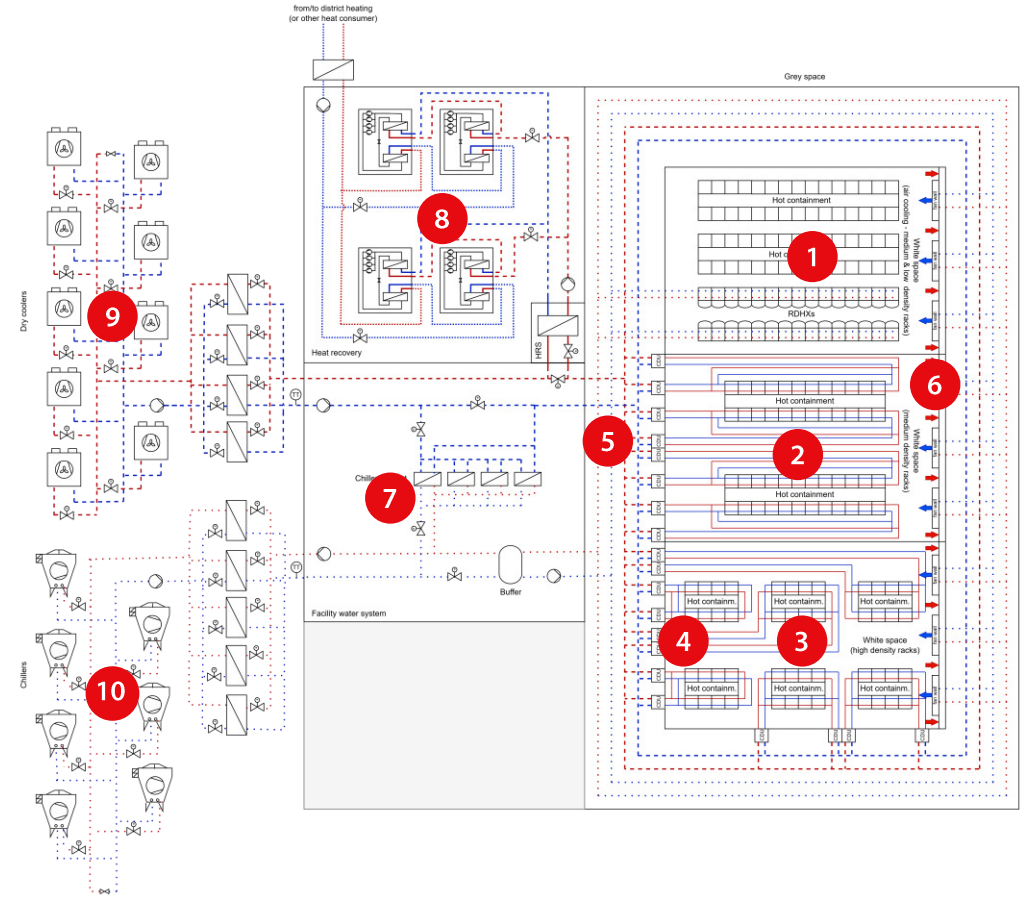


- + 帮助客户实现减碳
- + 对Capex及Opex进行预测，指导客户投资

液冷系统数字仿真技术

案例模型 – 风液独立，COLO数据中心

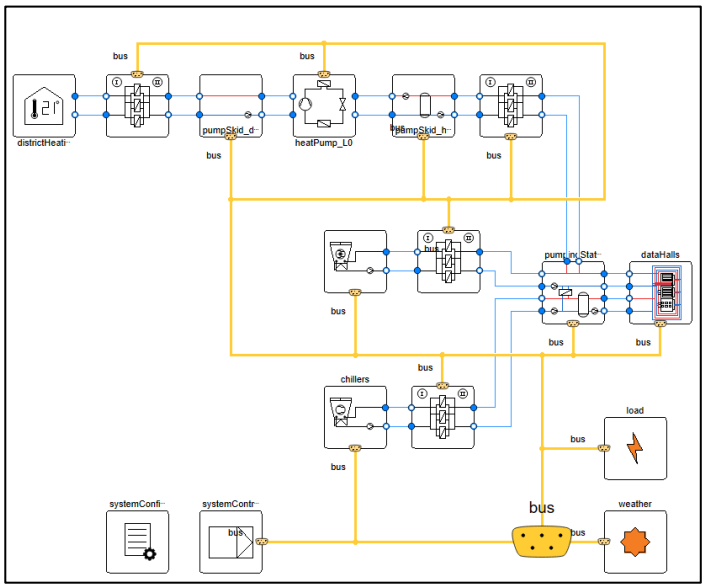
Danfoss component performance in the holistic systems



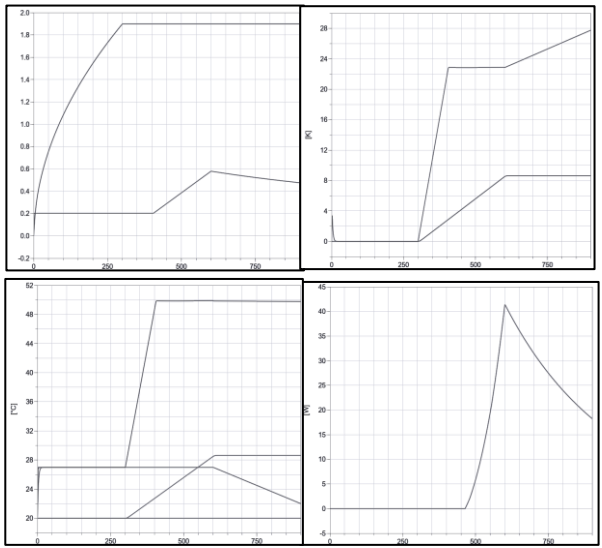
图例

- 1 白区- 风冷，低功率密度机柜
- 2 白区- 液冷，中功率密度机柜
- 3 白区- 液冷，高功率密度机柜
- 4 二次侧环路及CDU
- 5 一次侧管路，风冷及液冷两路系统
- 6 风墙
- 7 泵组及冷机
- 8 热回收机组
- 9 干冷器
- 10 冷机

根据系统架构建立仿真模型

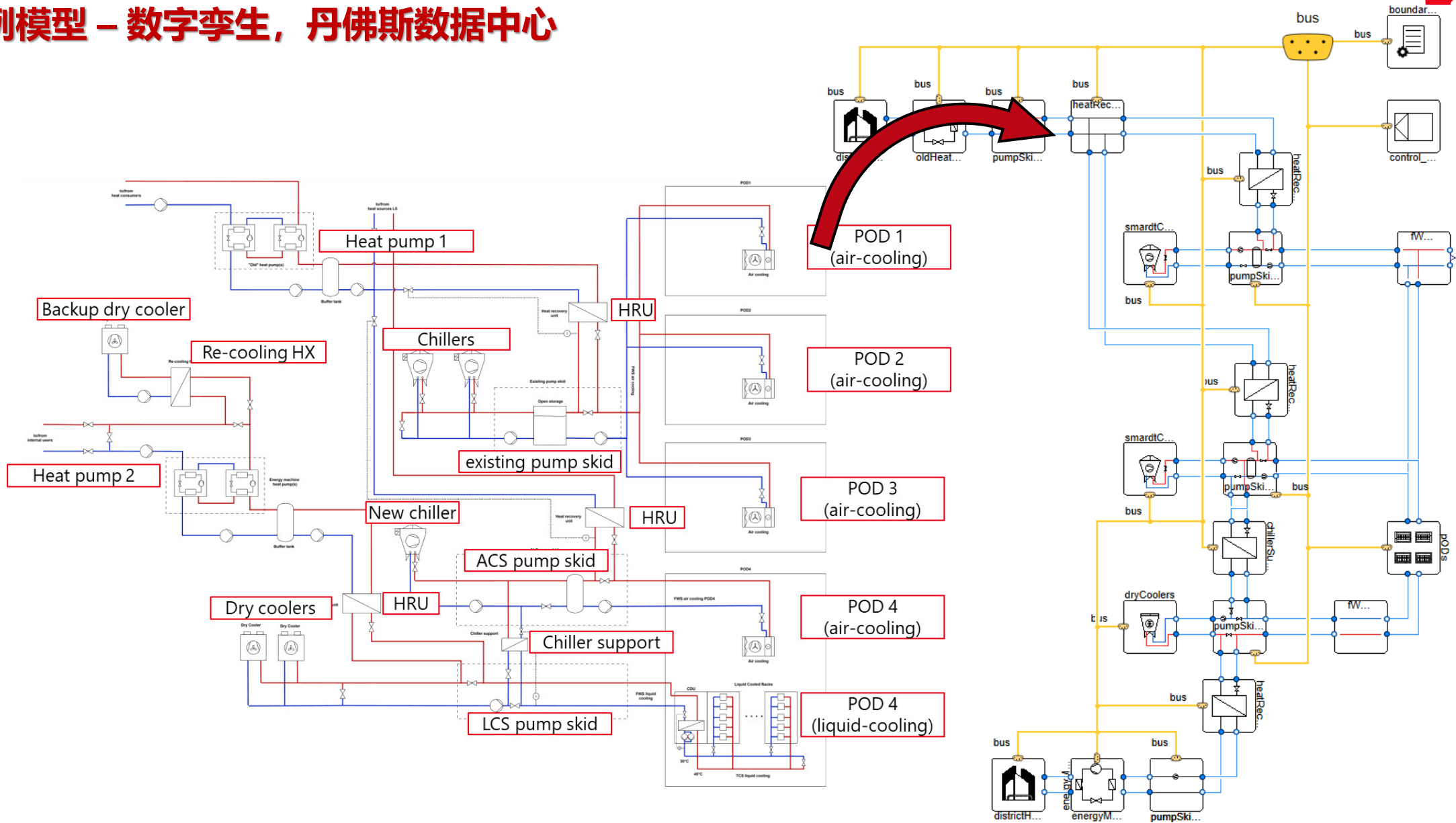


评估系统性能及效率



液冷系统数字仿真技术

案例模型 – 数字孪生，丹佛斯数据中心



- 全球数据中心液冷市场概况
- 丹佛斯数据中心液冷架构
- 丹佛斯液冷系统产品组合
- 液冷系统数字仿真技术
- 风液融合解决方案

为什么风液融合？

芯片/机柜功率密度发展需求

AI 服务器单机柜功率密度从十几千瓦发展到百千瓦到兆瓦级，传统风冷难以应对。

高效/可持续发展需求

数据中心业主越来越注重可持续发展的需求，除可再生能源利用之外，还需要极致的PUE，WUE 以及余热回收。

业务灵活性需求

客户的多样性、业务模式的多样性和市场的快速发展需要数据中心基础设施能兼顾业务灵活性。

快速交付的需求

市场快速发展，机遇稍纵即逝。快速交付促进模块化、预制化、工程产品化。

丹佛斯数据中心风液融合解决方案



风液独立解决方案:

- 已知风液比的数据中心
- 风冷机柜/液冷机柜分区部署
- 易于模块化部署, 兼顾初投资 and 市场需求

液冷负荷

极端工况下
低压比磁悬浮风冷冷水机组
补冷 + 备用

大型可拆高效板式换热器
隔离 + 换热

关断/水力平衡/流量控制

- 高质量关断阀门
- 水力平衡与控制组合
- 高效变频器

液冷二次侧不锈钢阀件

- 不锈钢蝶阀
- 不锈钢球阀
- 不锈钢自动排气阀

风冷负荷

磁悬浮相变多联系统
风冷磁悬浮冷冻水系统



高效风墙末端

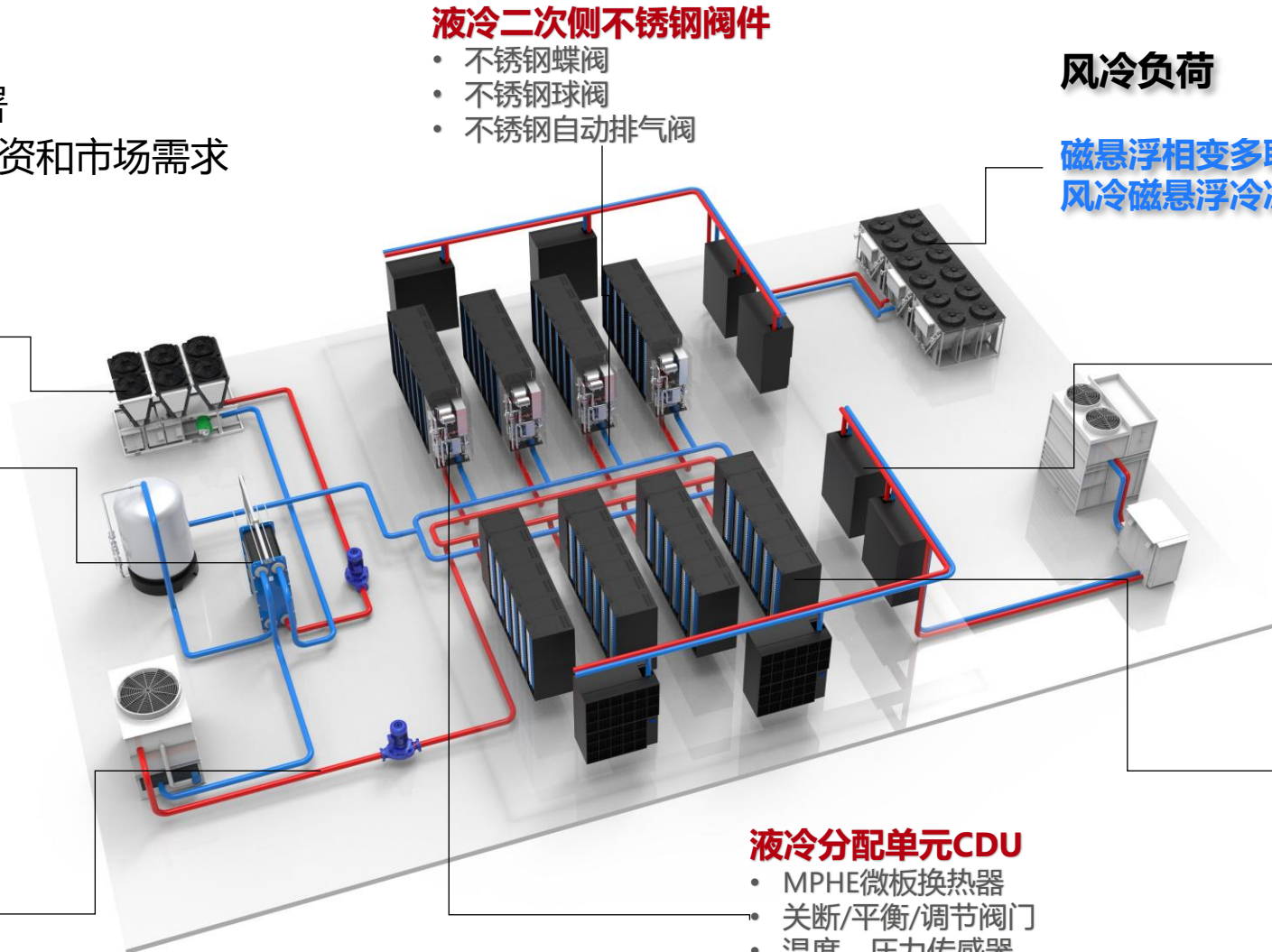
- MCHX微通道换热器
- ETS 无油电子膨胀阀
- 温度、压力传感器

冷板式液冷机柜 流体连接件

- UQD通用快换
- UQDB通用盲插快换
- BMQC盲插快换
- FD83 主管线双互锁快换接头
- EHW194橡胶管

液冷分配单元CDU

- MPHE微板换热器
- 关断/平衡/调节阀门
- 温度、压力传感器
- VLT®FC 系列变频器



丹佛斯数据中心风液融合解决方案



风液同源解决方案:

- 未知风液比的液冷数据中心
- 中心风冷机柜/液冷机柜灵活部署,
- 室外冷源一次布置到位, 兼顾客户多样性。

风冷负荷 低压比双盘管水冷直膨机组

- 全系列低压比变频涡旋压缩机
- 电子膨胀阀、球阀、压力开关
- MCHE微通道换热器/蒸发器&自然冷却盘管
- MPHE 微板式冷凝器
- 温度压力传感器
- 水系统电动两通阀

关断/水力平衡/流量控制

- 高质量关断阀门
- 水力平衡与控制组合
- 高效变频器

冷板式液冷机柜 流体连接件

- UQD通用快换
- UQDB通用盲插快换
- BMQC盲插快换
- FD83 主管线双互锁快换接头
- EHW194橡胶管

CoolTrain®

液冷二次侧不锈钢阀件

- 不锈钢蝶阀
- 不锈钢球阀
- 不锈钢自动排气阀

液冷分配单元CDU

- MPHE微板换热器
- 关断/平衡/调节阀门
- 温度、压力传感器
- VLT®FC 系列变频器

丹佛斯数据中心风液融合解决方案

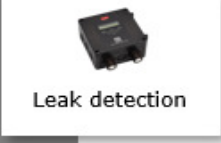


Danfoss 数据中心产品组合



Danfoss 数据中心解决方案

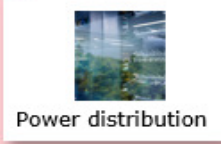
Grey space cooling



White space cooling



Power supply



Other



丹佛斯数据中心风液融合解决方案



Danfoss 数据中心产品组合



Danfoss 数据中心解决方案

模块化设计及部署：快速响应市场变化，缩短交付周期

高效节能，降低OPEX：磁悬浮技术、微通道换热器、变频控制，全面提升系统能效

高可靠性：全系列阀件、传感器、控制器，保障系统稳定运行

降低TCO：通过优化和高效组件，帮助客户降低总拥有成本

扫码下载报告



