

V-LOGGeeek
维极百课

效率与效益齐飞 数据中心制冷架构要这么玩

严瀚

维谛技术中国区热管理解决方案部 总经理



We are Vertiv™



盈利要素

IDC Profitability analysis



制冷架构

Cooling system structure



玩转架构

Learning structure



节能真谛

The essence of energy saving



《V-LoGeek维极百课》栏目相关内容版权所有©维谛技术



1

数据中心盈利要素

Data center Profitability analysis

赚1块钱费多少电?

云计算竞争的加剧
人工服务成本上升
能效未有大幅提升

2017

市场规模946.1亿元

消耗电能1221.5亿千瓦时

单位耗电 **1.291 kWh/Y**

2018

市场规模1228亿元

消耗电能1607亿千瓦时

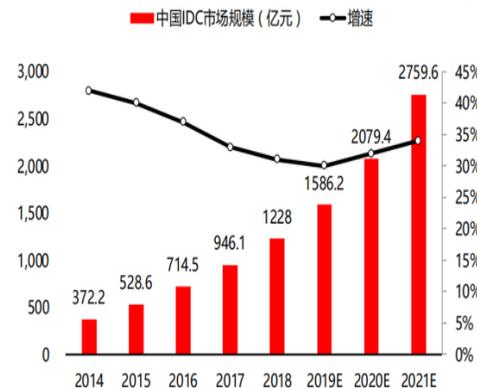
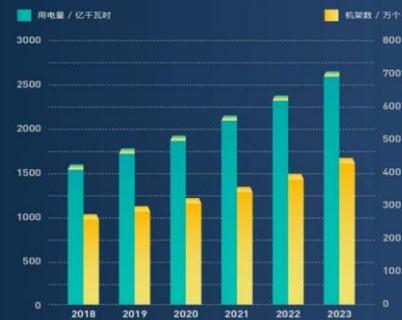
单位耗电 **1.309 kWh/Y**

数据来源： IDC圈、招商银行研究院 《IDC行业报告：新一代信息技术的核心基础设施》

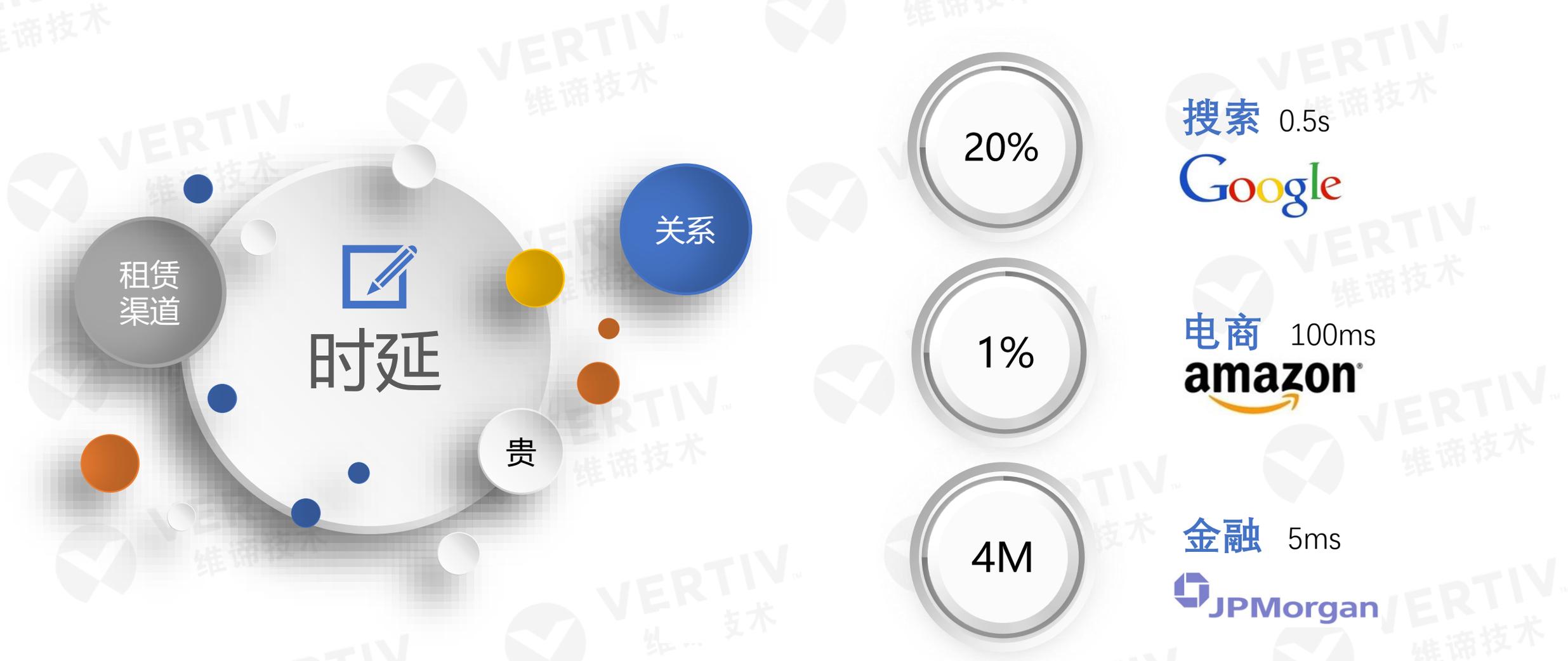
中国数据中心能耗与机架数预测

未来5年 (2019-2023)
中国数据中心总能耗增长 **66%**
中国数据中心总能耗年均增长率 **10.64%**

2023年,中国数据中心总能耗预计为2,667.92亿千瓦时,超过澳大利亚全国2018年用电量



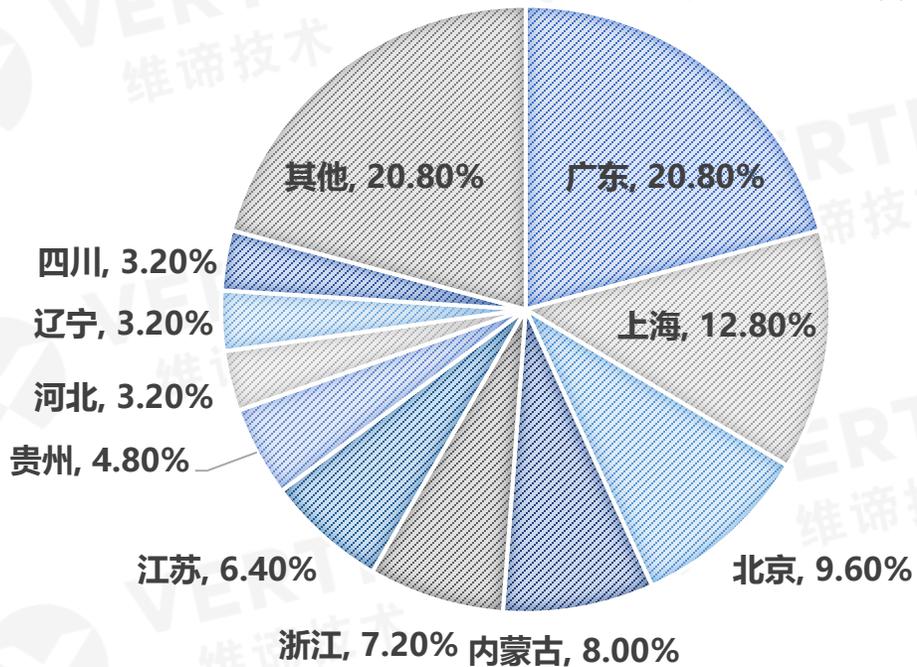
为什么客户青睐北上广深的数据中心?



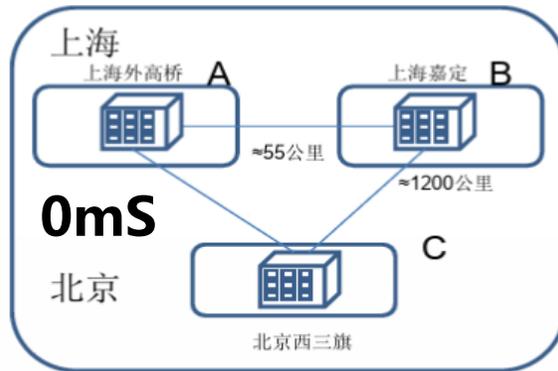
不同业务需求时延决定选址

2018年中国大规模数据中心区域分布情况

数据来源：中商研究院



北上广深占比: 43.2%
环北上广深地带占比: 60.0%



工商银行两地三活架构



阿里巴巴张北



苹果乌兰察布/贵安



中国数据中心平均电价是多少？

内蒙古 0.38

宁夏中卫 0.36

贵州 0.35

河南 0.34

四川雅安 0.34

河北 0.388

乌兰察布 0.26

北上
广深

电价分为峰/平/谷

峰 0.9859 元/kWh 6H

平 0.5477元/kWh 8H

谷 0.2629元/kWh 8H

0.562元/kWh

中国数据中心平均电价估算

0.4元/kWh

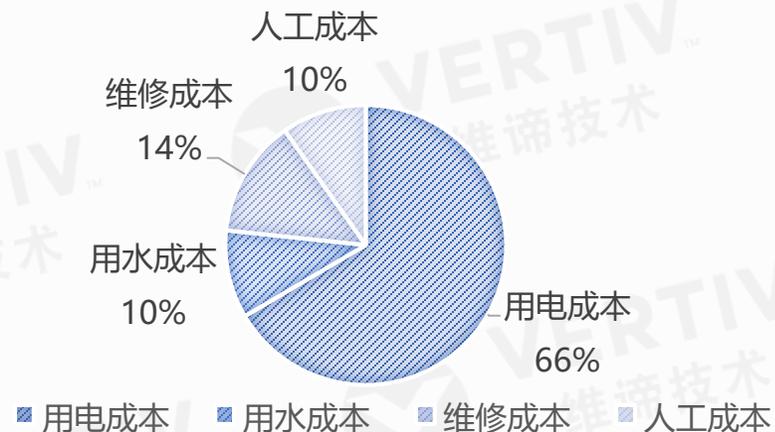


数据中心系统OPEX包含哪些部分？

数据中心运维成本



数据中心空调系统 维护成本结构



模型基础：电费0.56元/度 水费4.5元/吨
开式离心冷冻水系统运维成本结构
不考虑建筑租赁及土地购买成本



中国数据中心利润几何?

2018年IDC总耗电量	电价	用电成本	IDC规模	用电成本占比	电费占OPEX百分比	OPEX成本	平均毛利率
M kWh	Y/kWh	M RMB	M RMB	%	%	M RMB	%
1608	0.34						
1608	0.4						
1608	0.56						

2018年IDC总耗电量	电价	电费成本	IDC规模	电费成本占比	电费占OPEX百分比	OPEX成本	平均毛利率
M kWh	Y/kWh	M RMB	M RMB	%	%	M RMB	%
1608	0.34						
1608	0.4						
1608	0.56						

OPEX结构改善
平均利润率提升



PUE 固定
影响因素: 电价/
水价/OPEX结构

备注: 不考虑建筑租赁及土地购买成本/相关税费/财务成本

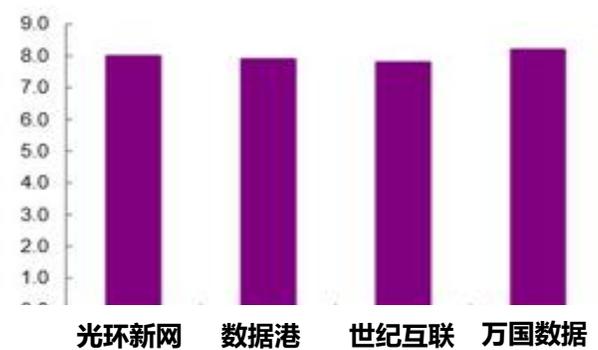


低PUE=赚更多？不一定

序号	区域	电价	PUE	单机柜耗电	全年时间	全年用电成本	用电成本占OPEX百分比	OPEX	整柜出租价格	毛利率
单位		Y/kWh		kW	H	Y/Year	%	Y	Y	%
1	一线城市	0.56	2							
2	一线城市	0.56	2							
3	一线城市	0.56	1.8							
4	一线城市	0.56	1.5							
5	一线城市	0.56	1.3							
6	一线城市	0.56	1.3							
7	一线城市	0.56	1.3							
8	二三线	0.4	1.3							
9	二三线	0.4	1.2							
10	政策地区	0.34	1.2							



国内IDC公司机柜平均租金/年 (单位: 万元)



资料来源: 公司财报/光大证券研究部

- 1
电价
- 2
出租方案
- 3
PUE



IT负荷变化与空调系统矛盾： 需要变冷量空调系统与之**匹配**

1641

规模数据中心统计量

995.2

我国服务器总保有量

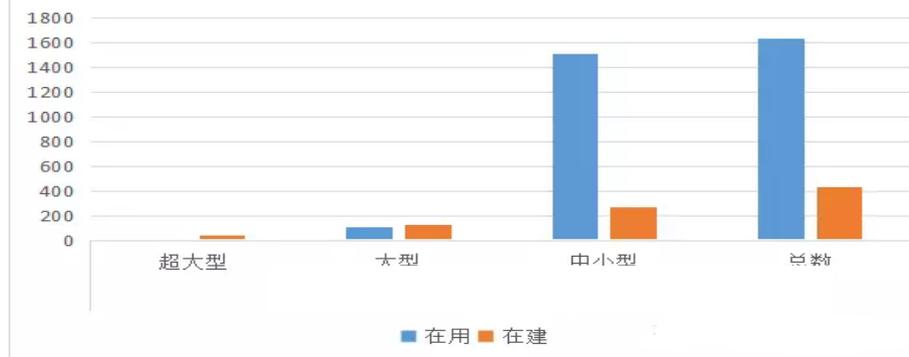
50.69%

数据中心平均上架率

29.01%

超大数据中心上架率

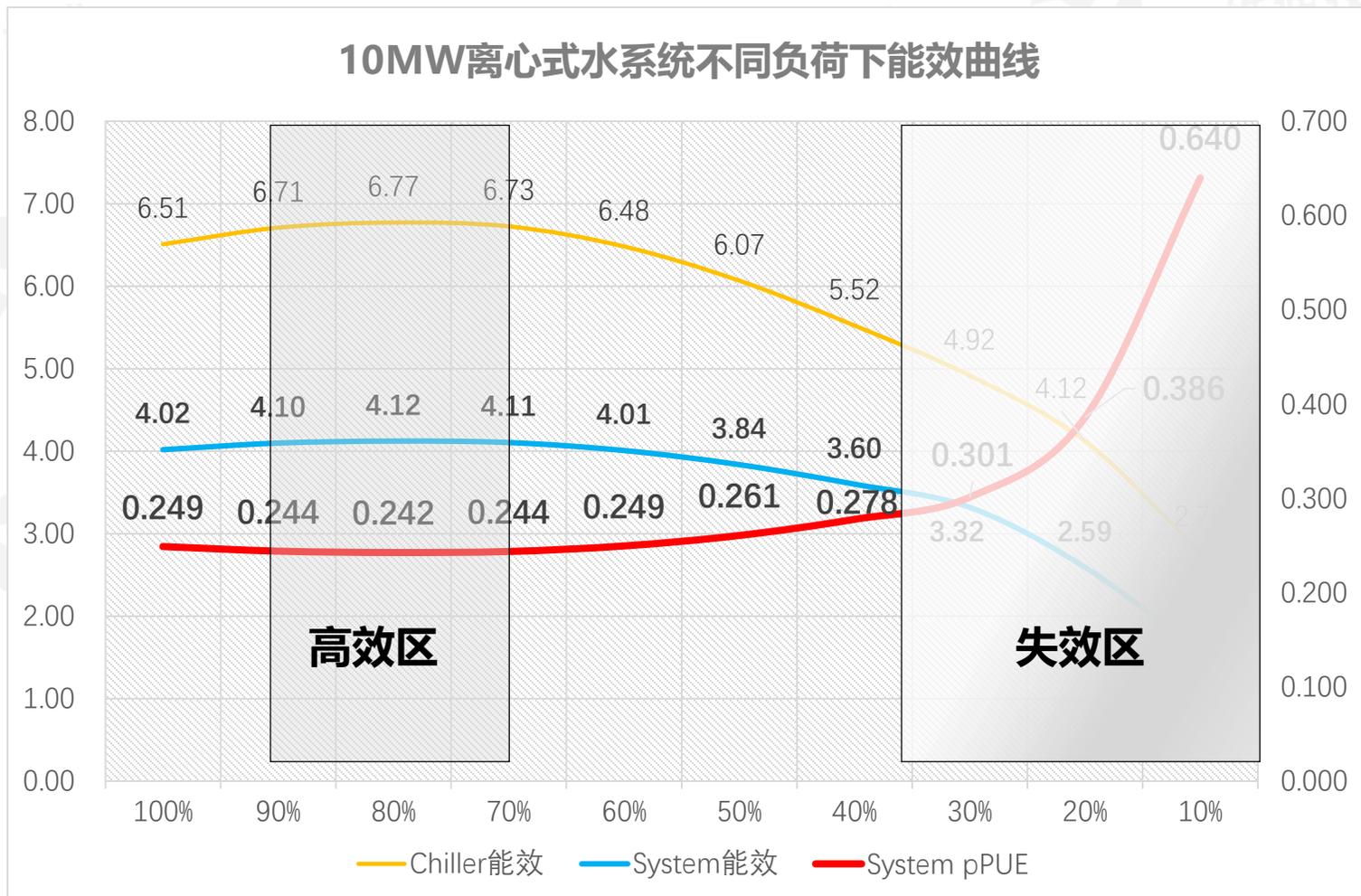
我国数据中心建设数量统计 数据中心建使用情况1



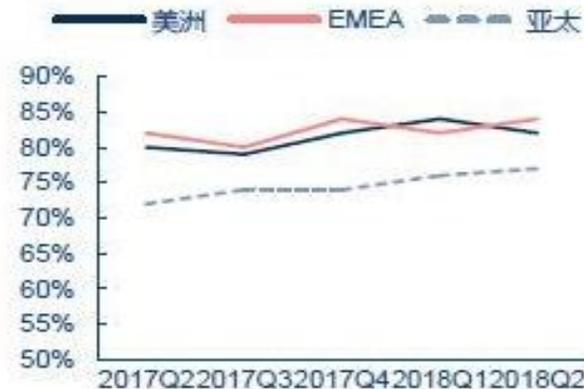
数据来源：中国信通院《全国数据中心应用发展指引（2017）》



为什么负载率对PUE影响很大?

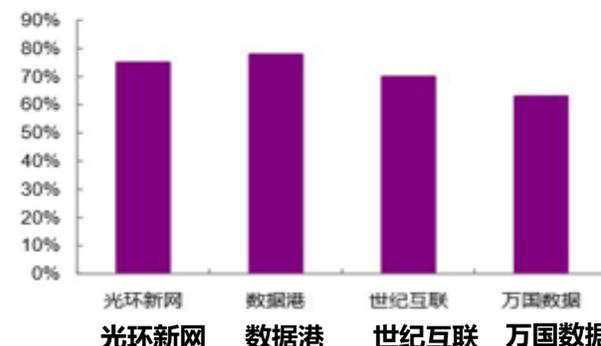


Equinix公司机柜出租率



资料来源: 公司财报/中信证券研究部

国内IDC公司机柜出租率



资料来源: 公司财报/光大证券研究部



影响数据中心盈利的五大要素



水电网价

运维结构

PUE

IT上架率

出租方案



我们大多数数据中心无法随心所欲选址!



PUE越低，绝对能耗越低，数据中心越具有成本优势。运维结构中，可优化用水成本/维修成本/人工成本，提高IT上架率，使得系统效率达到设计高效区间。



出租方案依靠营销与技术架构关系不大!



数据中心盈利模型受多种因素制约，互相影响，互相制约，应以业务目标、业务性质、业务定位为出发点平衡各个要素。



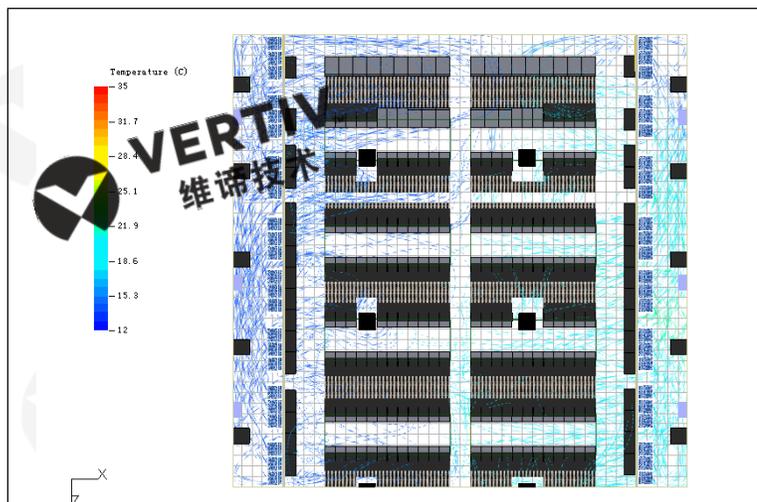
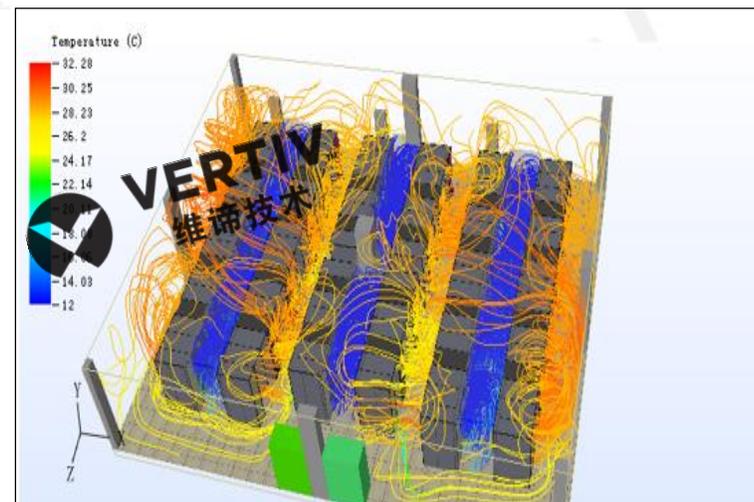
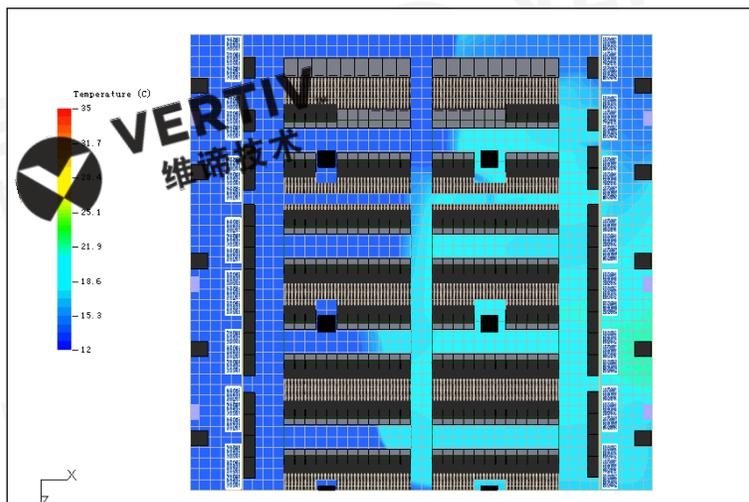
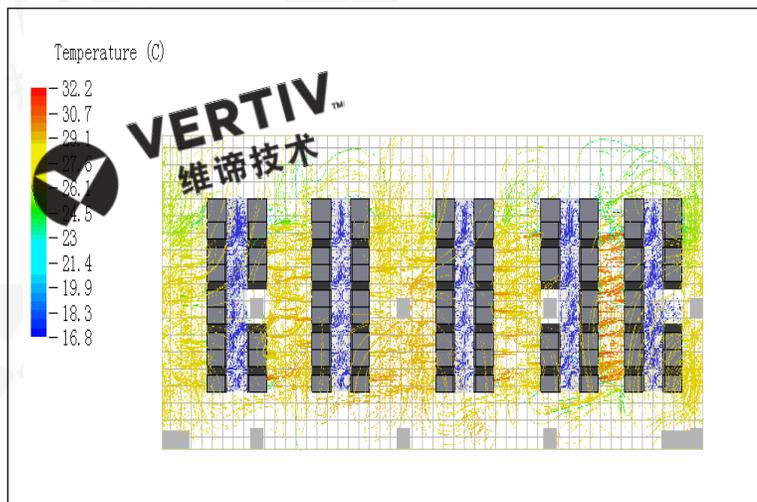
2

数据中心制冷架构

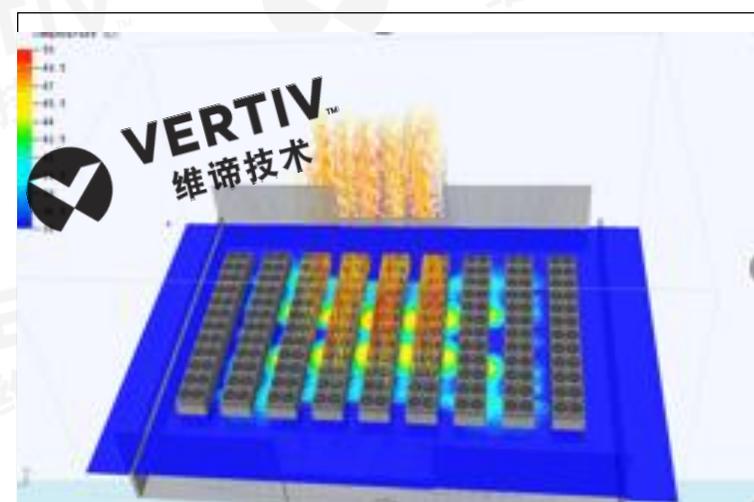
Data Center Cooling System Structure



什么是数据中心制冷架构?



通过一定的制冷方式及温湿度设计, 使得整个数据中心形成合理的室内、室外温度、湿度及热量传输介质流量、压力动态平衡状态的模型, 即称为数据中心制冷架构



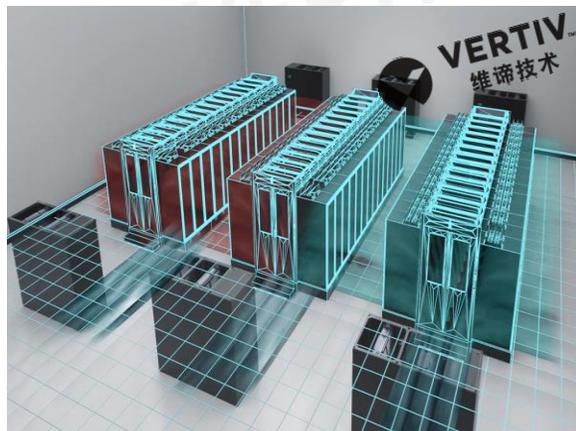
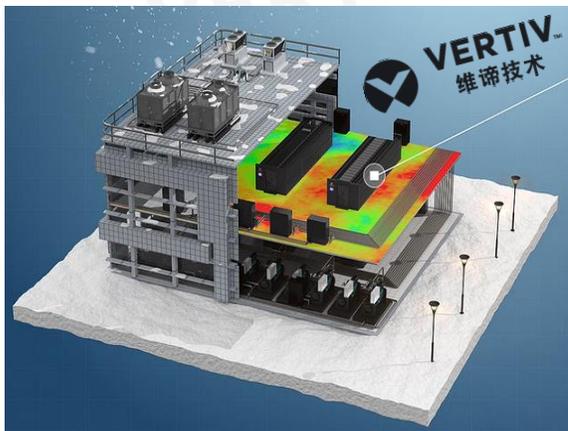
数据中心制冷架构四要素

动态平衡

调节能力

传输循环

控制逻辑



动态平衡：效率需要全局考虑架构因素互相制约

-45 ~ 50°C



80 ~ 90°C



24 ~ 40°C

8 ~ 30°C



-10 ~ 40°C



16 ~ 38°C



15 ~ 37°C

12 ~ 24°C



24 ~ 40°C

11 ~ 33°C

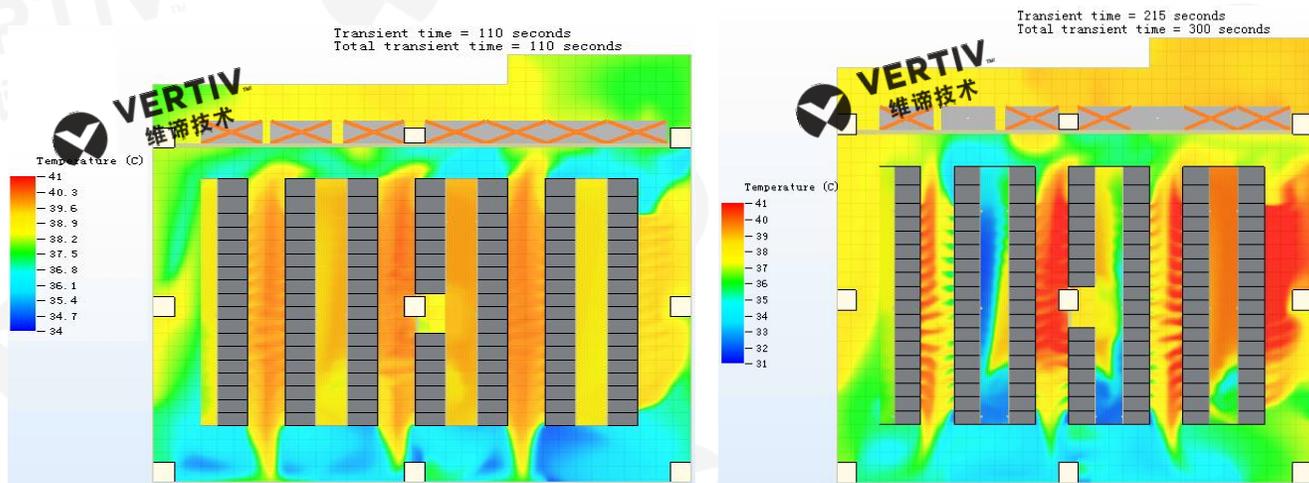
10 ~ 32°C

7 ~ 18°C

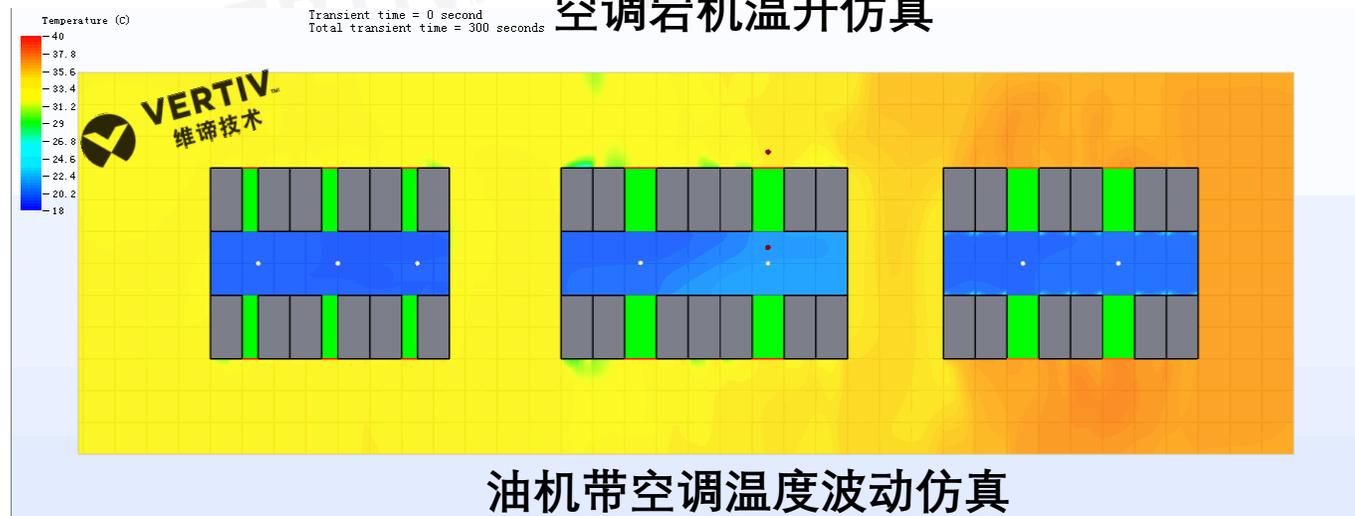
14 ~ 30°C



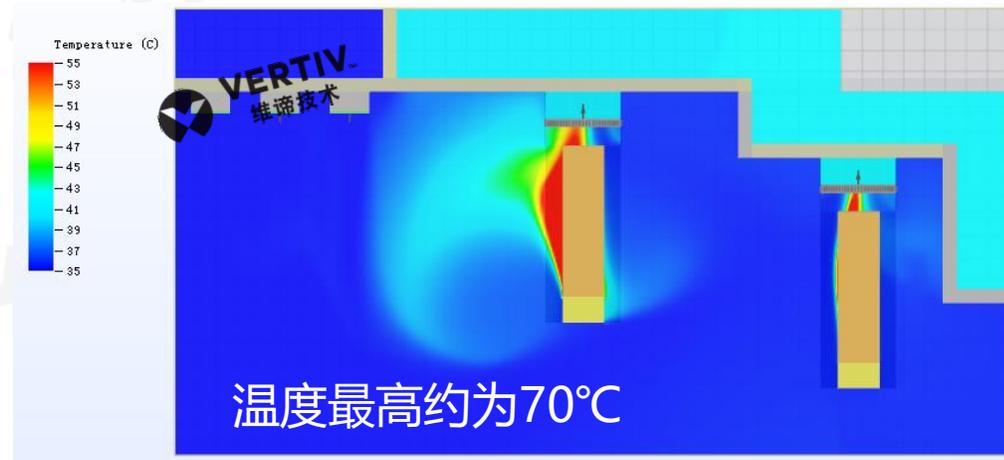
动态平衡：系统安全牵一发而动全身



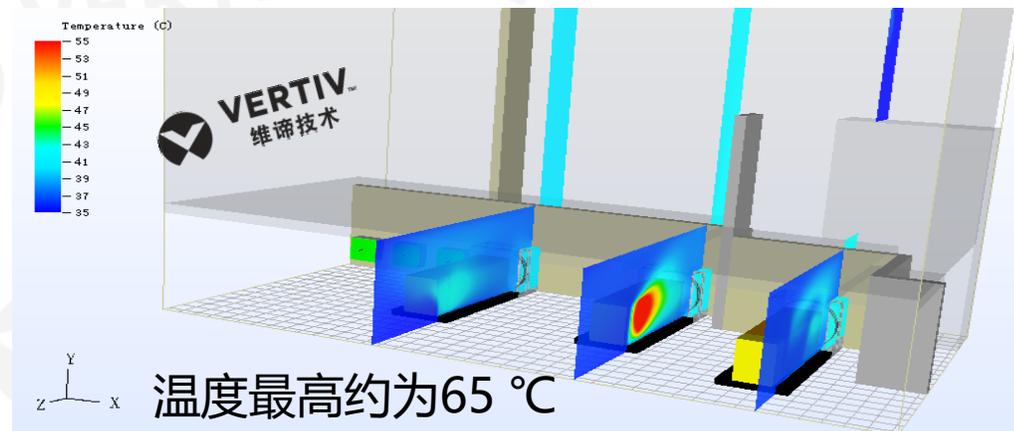
空调宕机温升仿真



油机带空调温度波动仿真



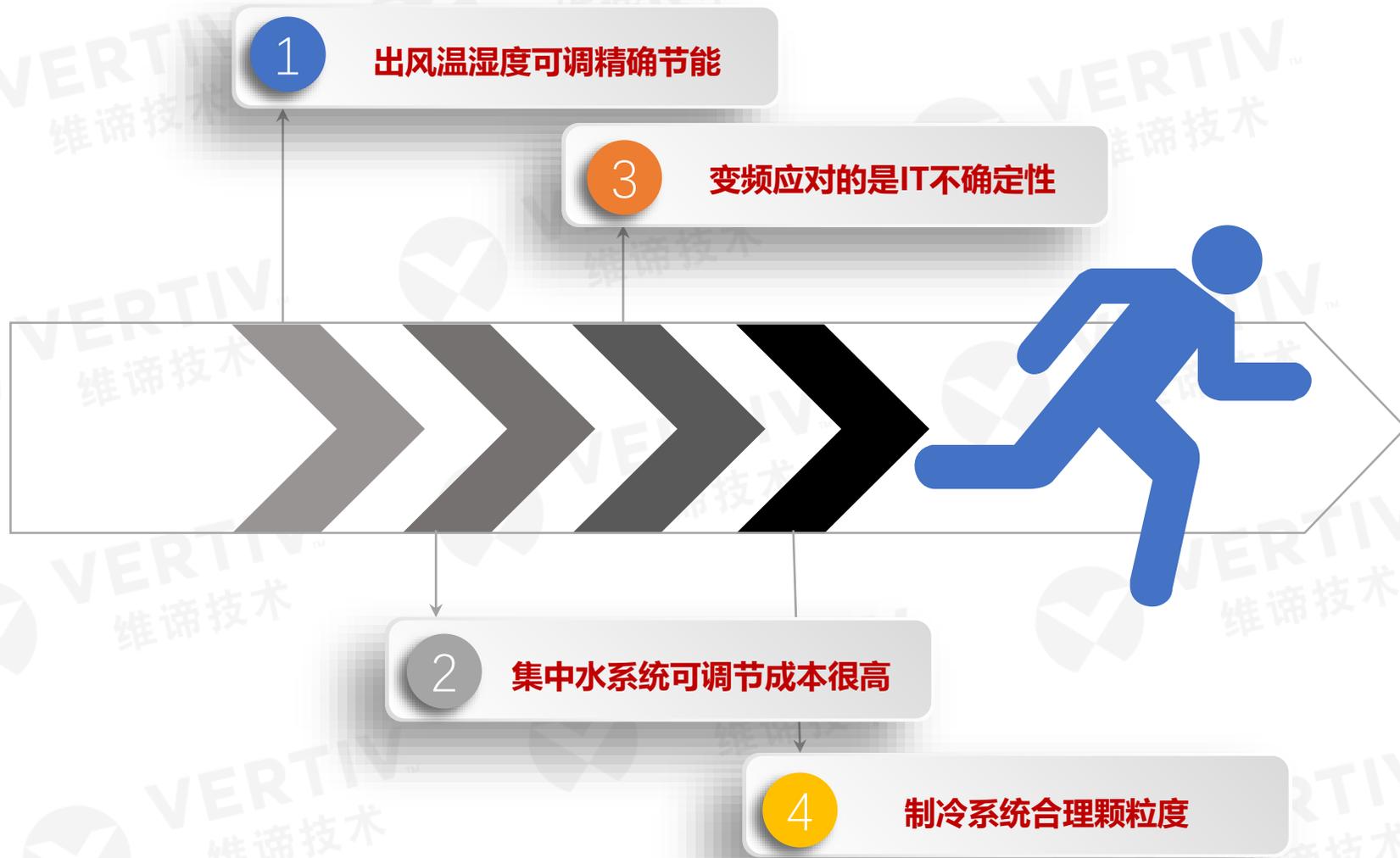
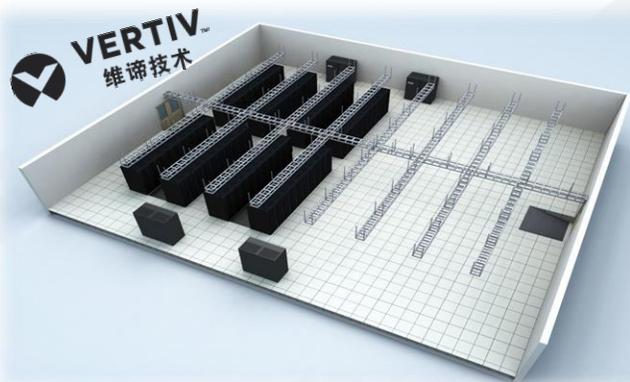
1600KVA×2 油机温升仿真



1000KVA×3 油机温升仿真



制冷架构为IT服务，调节能力决定系统能效



调节能力无法适应IT案例：长期大马拉小车

PUE 2.8



系统豪华2N配置



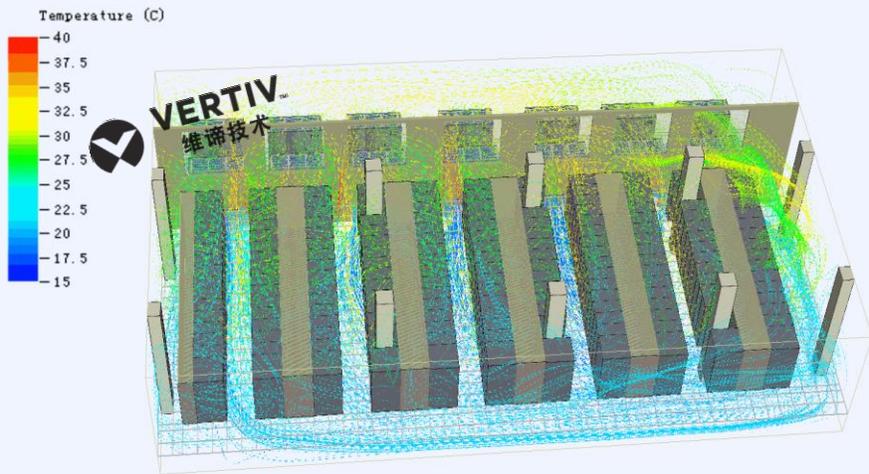
负载5年低于30%



供配电低载效率低



风与水传输问题核心：流体粘性摩擦带来的阻力

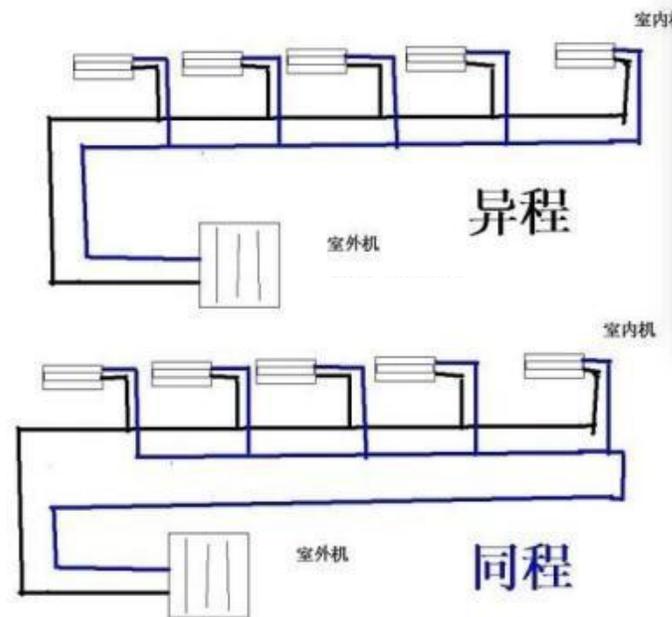


空气无法按想像直线行进

空气本身也是一种有一定粘性的流体出风机调出口空气快速流动与周围摩擦产生紊流
气体紊流受风速/密度/温度等影响差异很大

水阻力给实际带来很大问题

系统水路设计尽可能的采用同程式设计
实际分配由于阻力不可能平衡产生问题
管路结垢后会对流速产生不可逆转影响



自然冷源传输方案设计

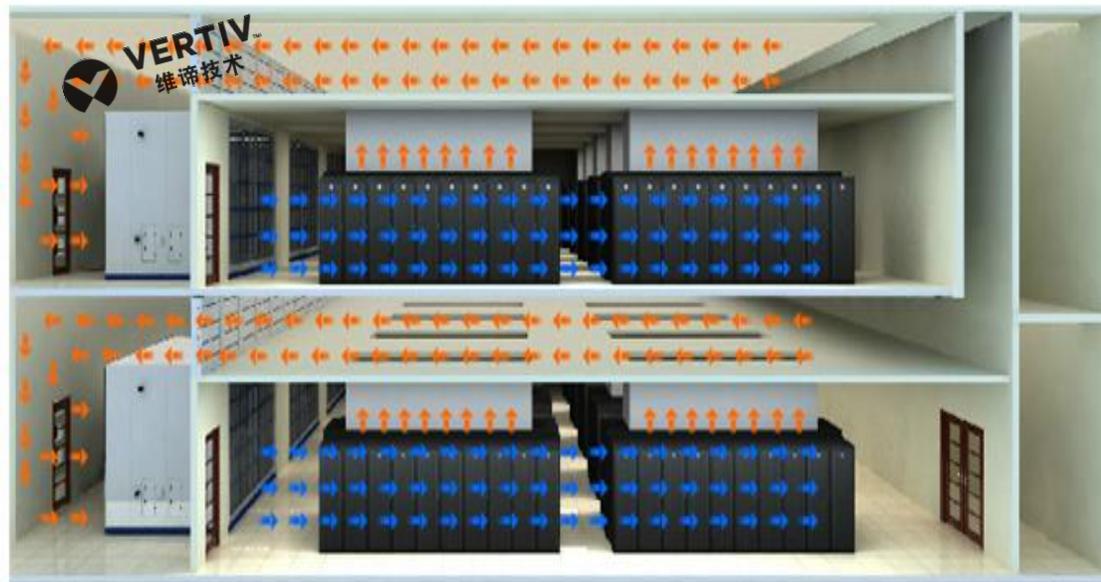
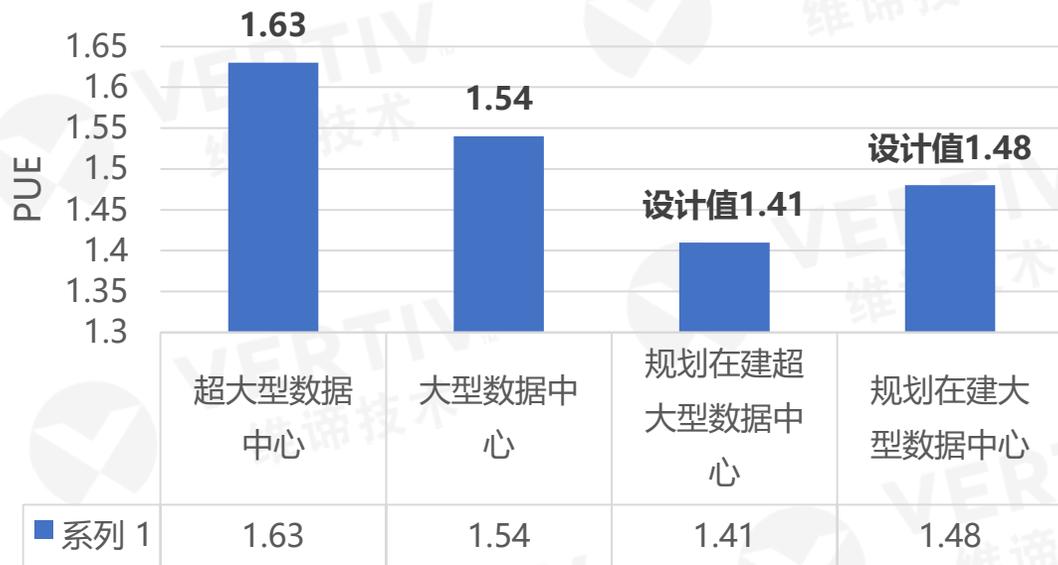
理论和实际的差异

自然冷效果计算时取逐时气象数据计算存在较多死区实际中无法进行自然冷却集中系统无法实现如臂使指般灵活自如

效率与安全的矛盾

自然冷源利用有许多方法其效率很高但实际由于安全问题限制很多无法采用自然冷源切换控制不好反而会成为灾难

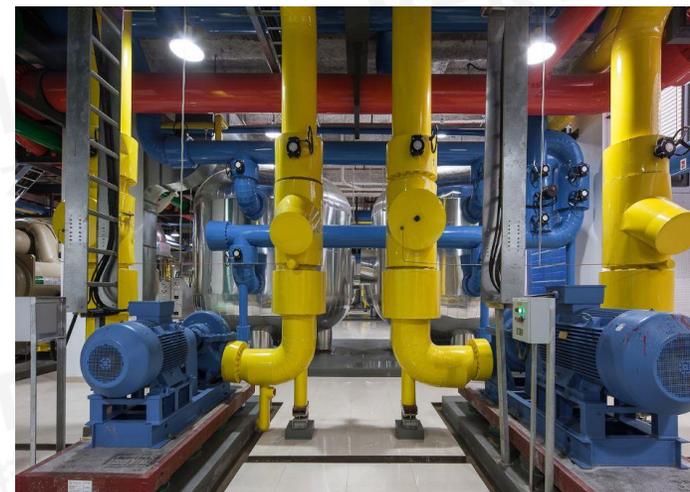
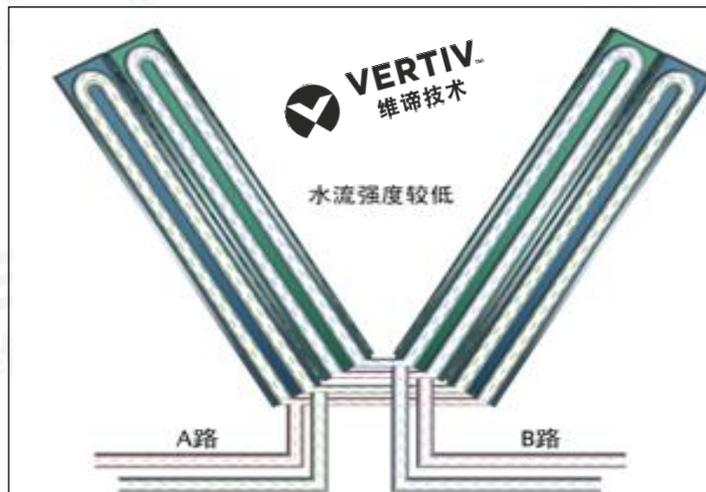
数据中心设计与实际值



控制逻辑：避免无法落地的控制

集中系统与分布业务
需求的矛盾不可调和

冷机无法做到随需求启停
冷机无法按需要调节水温
无法根据某区域需求调节
无法随自然冷源精确调节



控制逻辑：全自动降低运维工作量



架构的复杂程度



自动化成本高昂



多变量互相影响



无控制逻辑实现

冷却塔
(3+1)

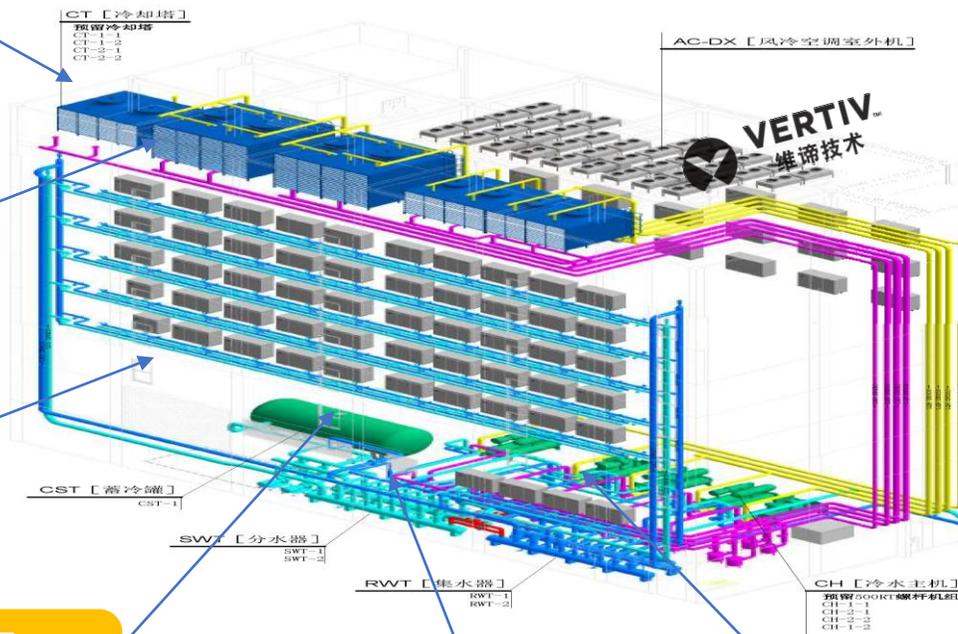
冷却水泵
(3+1)

末端空调
(100+)

阀门
(1500+)

冷冻水泵
(3+1)

冷机
(3+1)



3

制冷架构如何玩转

How To Use Cooling System Structure

制冷架构需要可落地



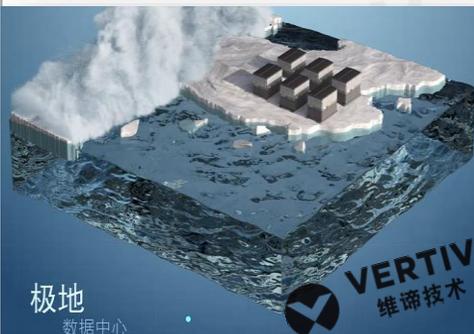
PUE
1.2



雪山



PUE
1.1

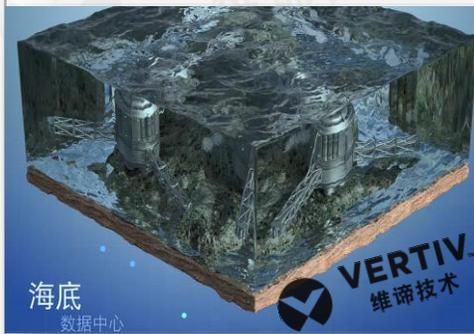


极地

数据中心



PUE
1.0



海底

数据中心



PUE
0



太空

数据中心



优先满足业务的需求



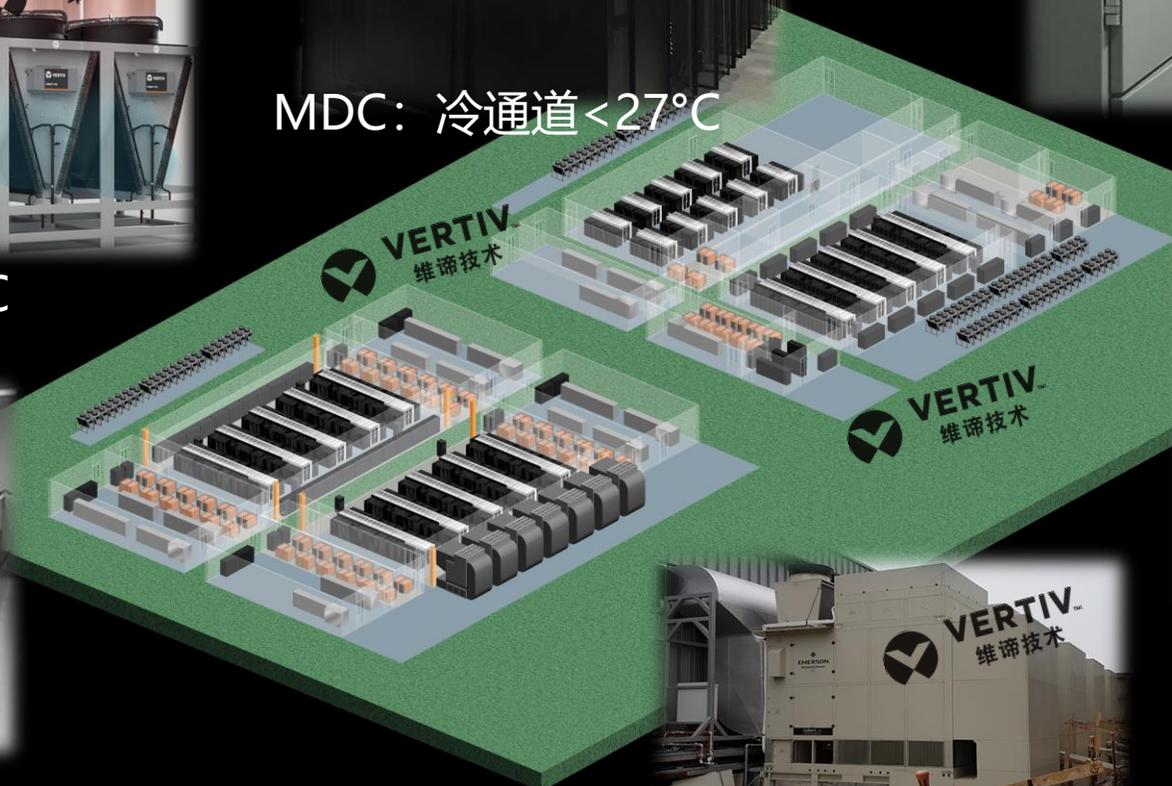
环境温度 < 50 °C



MDC: 冷通道 < 27°C



供配电: 环境温度 < 30°C



环境温度 < 25 °C

25 < 送风温度 < 27°C



外资金融: 冷通道 < 25°C
部分金融: 回风温度 < 24°C
COLO: 送风温度 25 °C
政府: 18 < 送风温度 < 24 °C



运行逻辑以可靠为先



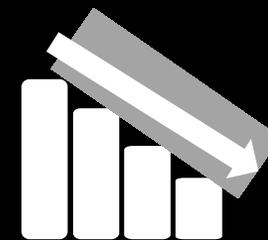
湖水自然冷



盘管腐蚀



双盘管设计



忽略可靠

微生物形成**生物粘泥**沉积在换热器金属表面，使传热效率迅速降低，水头损失增加，并且会引起严重的**垢下腐蚀**，从而造成换热设备不可逆损坏



投资与建设速度匹配



初期制冷需求33%

项目规划满配12个微模块
每个模块100kW的IT设备
初期需求建设4个模块33%

初期投资高达78%

采用风冷冷冻水系统建设
双管路系统100%投资到位
冷机投资67%末端投资33%

系统脏堵100%报废

运行现场湿度无法控制
系统施工未注意焊渣进入
主机与末端均不能正常工作



模块化满足快速建设



预制化 与建筑相配合

- **定义**：预先在工厂生产
- **特点**：标准化、模块化
- **价值**：现场工程最小化
- **注意**：需要与建筑契合



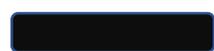
全时自然冷连续利用



冷冻水系统



全时自然冷



全机械制冷



部分自然冷



完全自然冷



架构与热密度相匹配

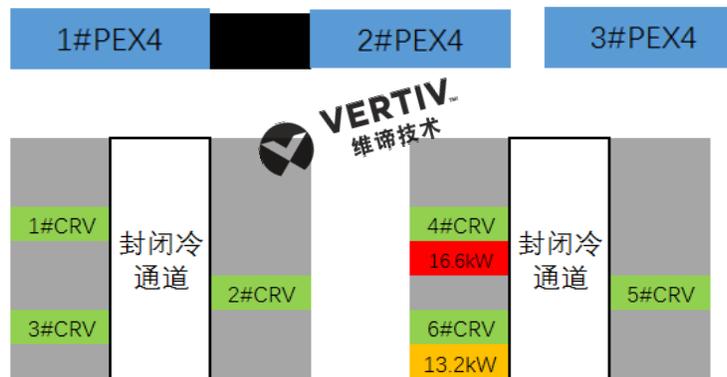


功率密度提高带来制冷/IT成本升高

目前IT架构X86服务器性价比极高
高密制冷方案如液冷成本高于常规5倍

功率密度提高带来不必要的安全隐患

空调制冷方案或无法解决高密度散热问题
热密度聚集空调宕机服务器宕机速度加快



减少对人员干预需求



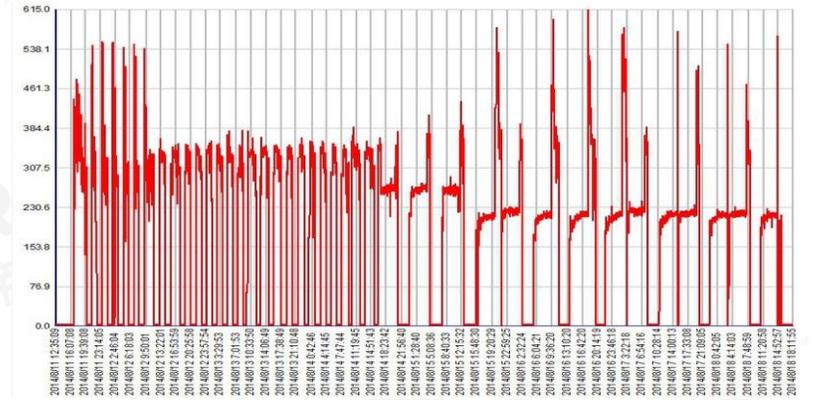
调查事故总数



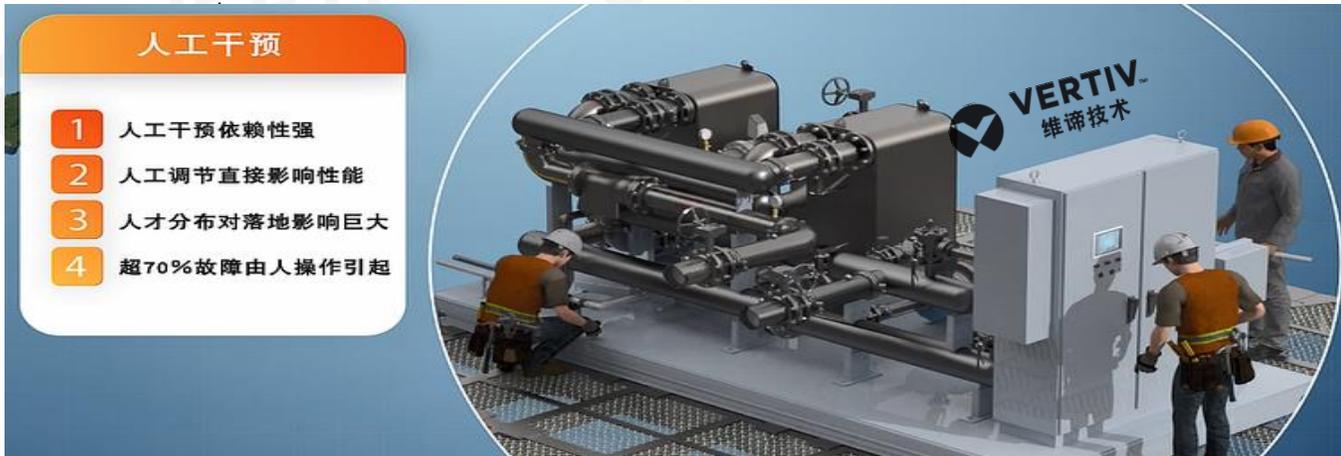
完全宕机事故



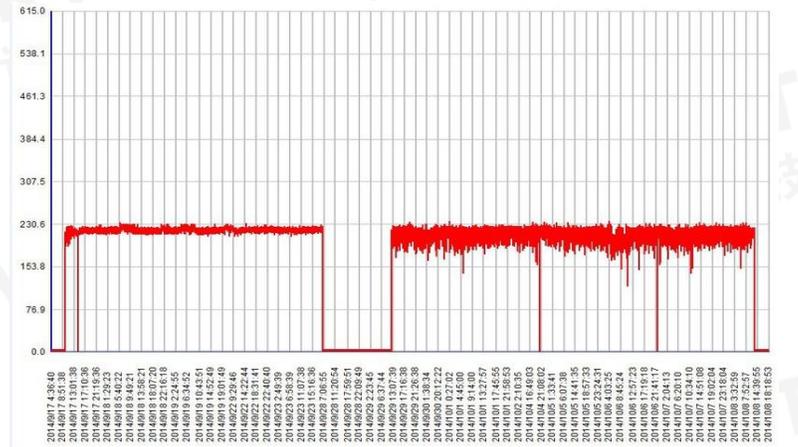
人为造成比例



未经人工调节的实际冷机工作波动



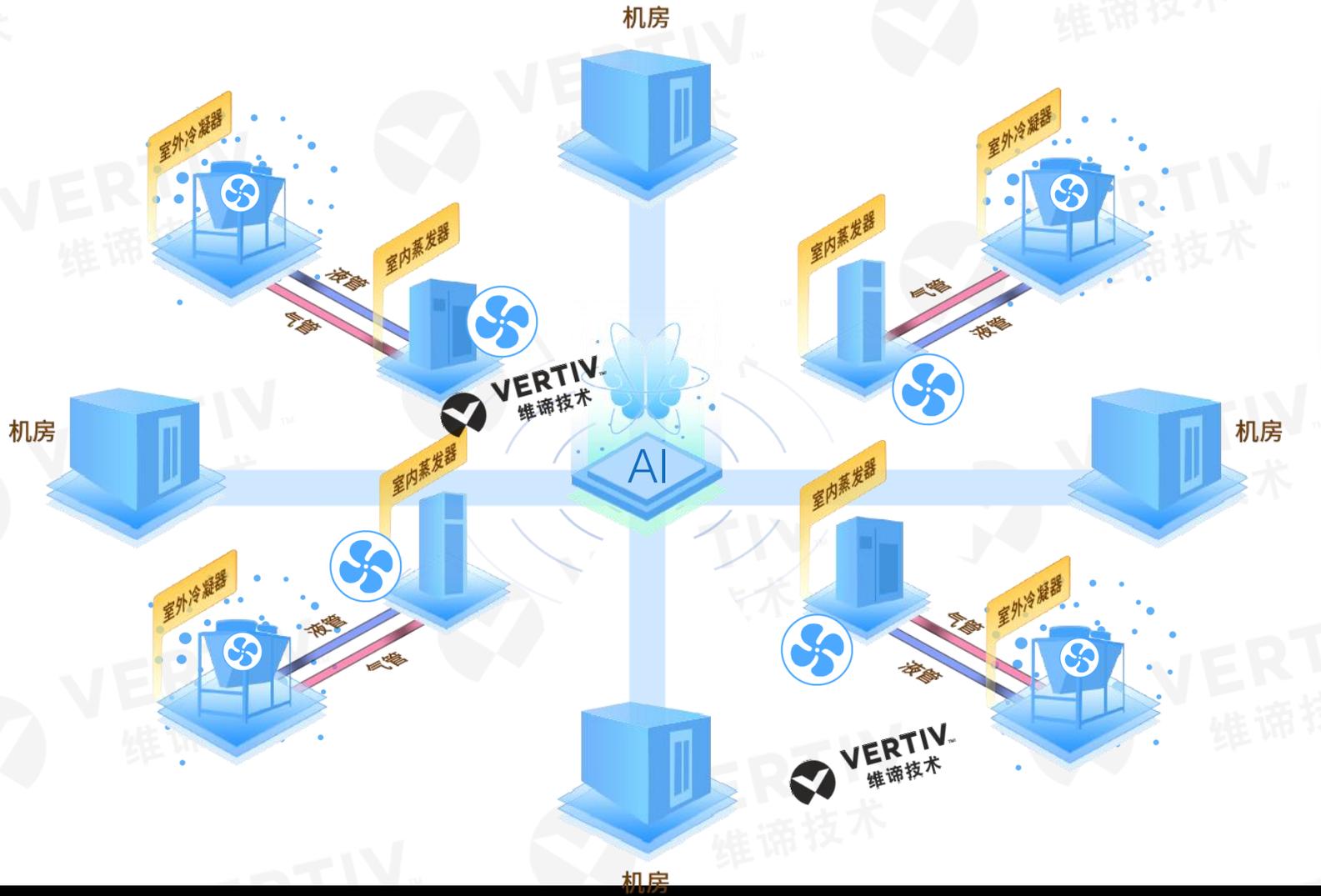
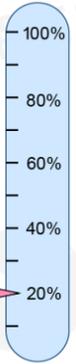
数据来源: UPTIMEINSTITUTE



人工调节直接影响系统性能



系统智能化自动控制

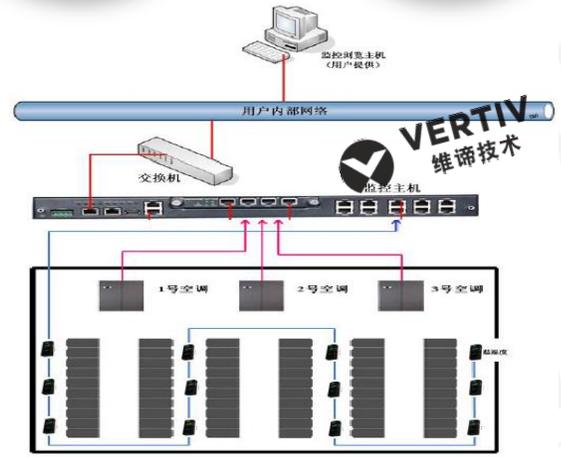


神经网络学习

01
OPTION

02
OPTION

主动预测未来



可持续成长制冷架构

数据中心寿命多少年? **>50年!**
空调系统寿命多少年? **8-10年!**

技术革新为数据中心**焕发青春**
可更新可持续升级的**才是王道**



中国建设银行洋桥数据中心
艾默生精密空调系统使用报告

中国建设银行洋桥数据中心使用了艾默生网络能源公司提供的机房精密空调共 39 台。

精密空调系统由北京银泰物业管理有限责任公司负责日常维护。
自 1997 年 6 月及 2007 年 10 月投入运行以来,设备运行稳定,厂家技术培训及时,用户对售后服务工作满意。

中国银行黑山扈 1998年
工商银行西三旗 2000年

北京银泰物业管理有限责任公司

2009年4月23日



中国电信: 启用1998年7月



福建人寿: 启用2001年5月



美国DLR: 启用2003年3月



《V-LoGeek维极百课》栏目相关内容版权所有©维谛技术



制冷架构与资源匹配

1

投资180亿元，总规划100万kW数据中心，**3300**
万吨/年的耗水量 / 周边还有若干类似数据中心



电厂水改空：投资**29**亿元改造，只为节省**900**
万吨/年的耗水量 保护水资源 / **水资源总量堪忧**



玩转制冷架构十二大技能



安全盈利能力 +100%

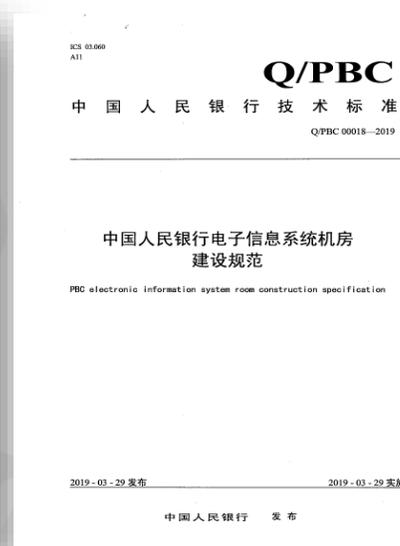


4

数据中心节能真谛

Data Center Energy Saving Core Strategy

适合的架构适应不同客户的需求



空调系统应根据当地气候条件、机房规模、空调系统综合能效等因素，**选择合理的空调冷源方案**，达到节约能源、降低运行成本的目的



当**水源不能可靠保证**机房运行时，也可采用两种冷源组合的方式，包括水冷机组与风冷机组的组合，水冷机组与直膨胀式机组的组合等



机房专用空调可采用电制冷方式，也可采用**电制冷与自然冷却相结合**的方式。宜采用**送风温度控制**。



以数据中心整体TCO最优为目标

做大



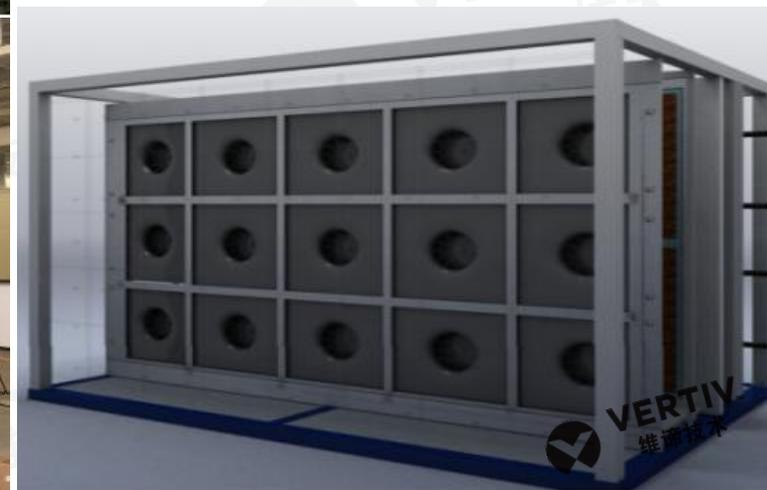
做强



EFC300间接蒸发冷却



DSE400氟泵一体化自然冷却

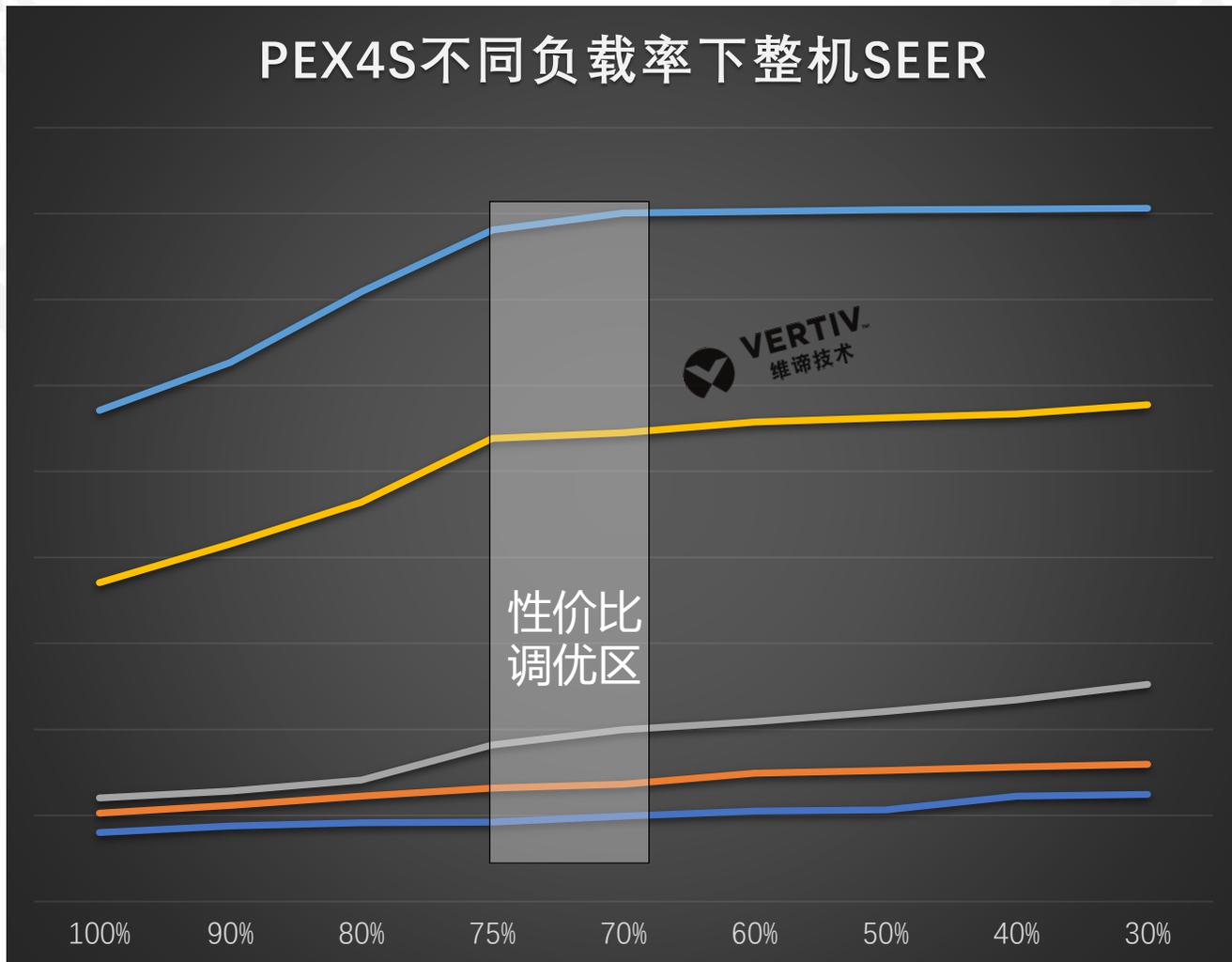


AHU450新风一体化风墙



保持每个机房实时效率始终最高

PEX4S不同负载率下整机SEER



PEX4S全变频氟泵方案

无水极致节能&全时自然冷典范
广泛适用于各类型数据中心



EFC间接蒸发冷却方案

预制化空调系统典型代表
适合于土地成本低廉/干燥区域



DSE一体化自然冷却方案

EFC的无水升级版/无需用水
适合于土地低廉/扁平化数据中心

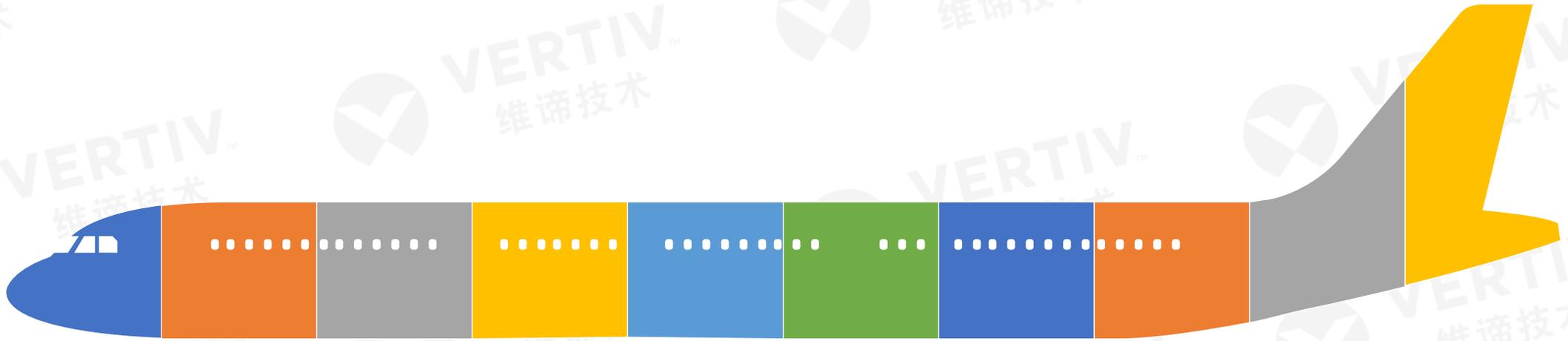


AHU风机阵列送风方案

高效风机送风/风冷/冷冻水/新风
末端高初投资降低TCO的典型代表



全球业务运营范例



38亿美金

量身定做

美洲87个 EMEA 73个 APAC 40个
机柜数目超过20万个
根据客户需求定制机房

49%毛利

TCO为本

每个项目都按照TCO考虑方案
空调初投资高于国内2-3倍
机柜出租率达到77%-83%

13%市场

效率为王

乐于接受新事物新方案
大胆假设，小心论证
考虑实际情况升级方案



制冷架构节能真谛



扬帆起航

架构匹配
客户需求

以TCO最
优为目标

实时效率
始终最优



下期预告

4月23日

《从T-Block、巴拿马谈数据中心供配电未来》

黄坤振 维谛技术中国区 C&I 解决方案部总监



- 官方微信 -



- 个人微信 -

