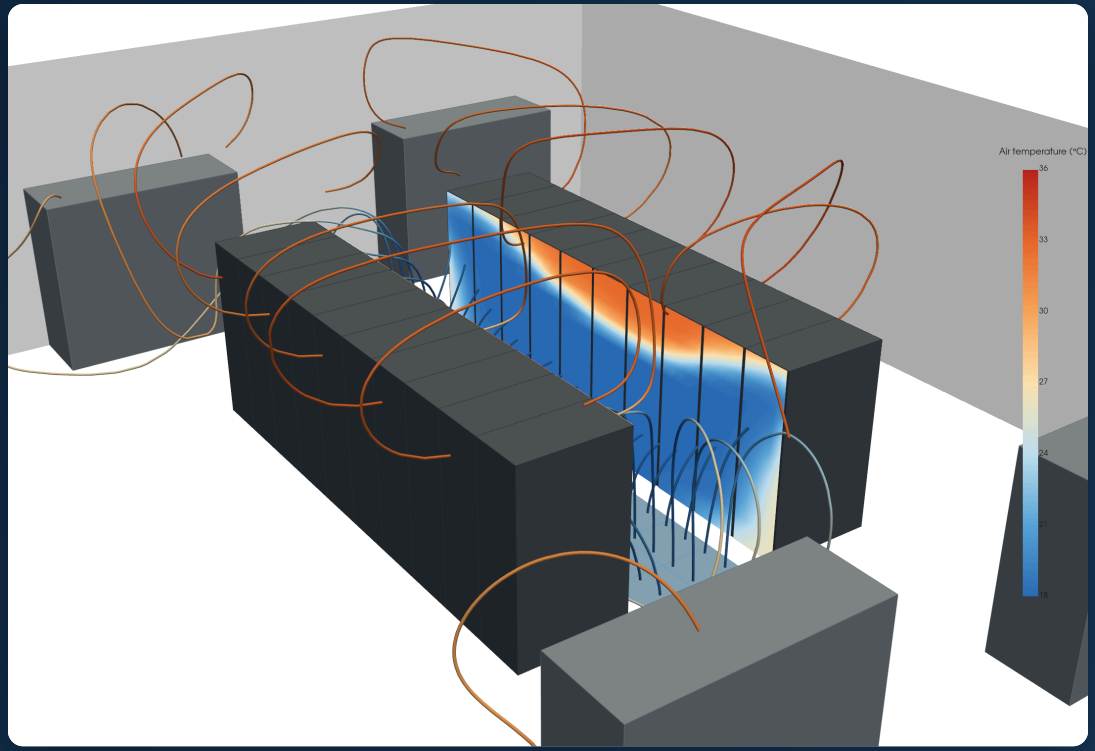
热仿真与 CFD

从三维模型到经过校核的温度场——数据中心、液冷与散热设备的建模与热模拟。

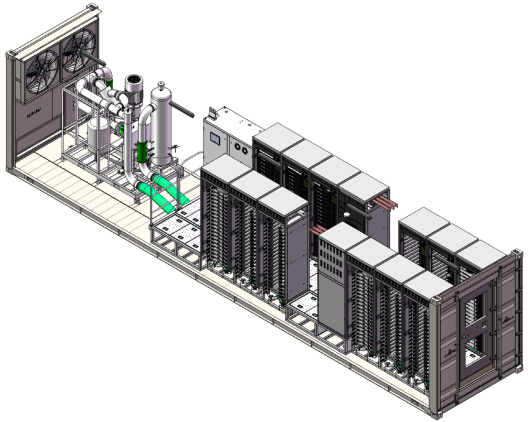
三维建模与简化 · 网格与求解 · 共轭传热 CHT · 机房气流组织 · 液冷冷板 · 热风回流 · 集装箱散热 · 中英文报告

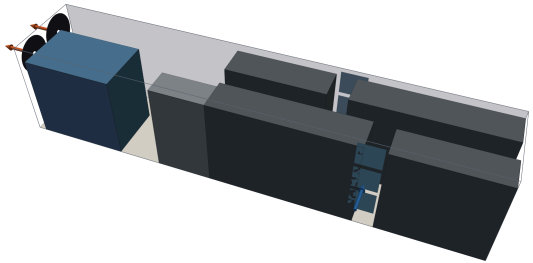


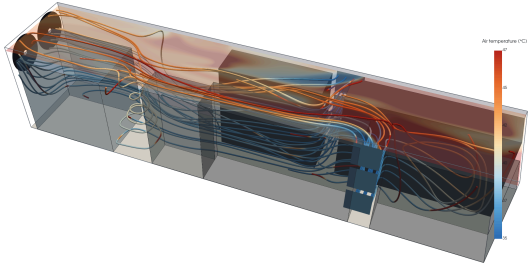
本作品集中的云图均为本人用 ANSYS Fluent 2026 R1 求解、Python 后处理的真实结果；示例算例标注「示例」。

电话 +86 151 6711 6563

从三维模型到 CFD







① 三维模型

客户的 SolidWorks / STEP 模型，数千个零部件，原样只读打开。

② CFD 简化模型

按真实位置和尺寸把设备抽象成热源、风机、进风口；去掉螺栓、线缆等不影响流动的细节。

③ 计算结果

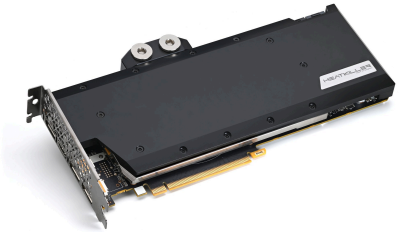
温度场、气流路径、局部热点，以及每台设备的进风温度。

建模原则：影响流动和换热的几何（开口、风道、热源、遮挡）按真实尺寸保留，其余简化——网格量可控，结果可信。

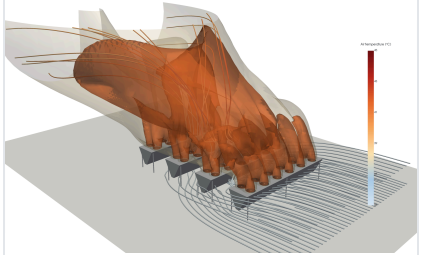
可承接的仿真类型

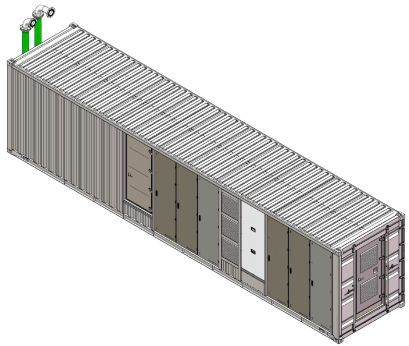


示意照片，非本人项目 · Carl Lender, CC BY 2.0, Wikimedia Commons



示意照片，非本人项目 · Phiarc, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons





数据中心机房

- 冷热通道、地板送风
- 机柜进风温度 / ASHRAE 校核
- 空调故障（N+1）与扩容

液冷与设备级

- 冷板、换热器共轭传热
- 芯片温度、流道压降
- 分配管流量均匀性

散热设备群

- 干冷器 / 冷却塔热风回流
- 风向、风速、间距、挡风墙
- 布置方案比选

集装箱 / 模块化

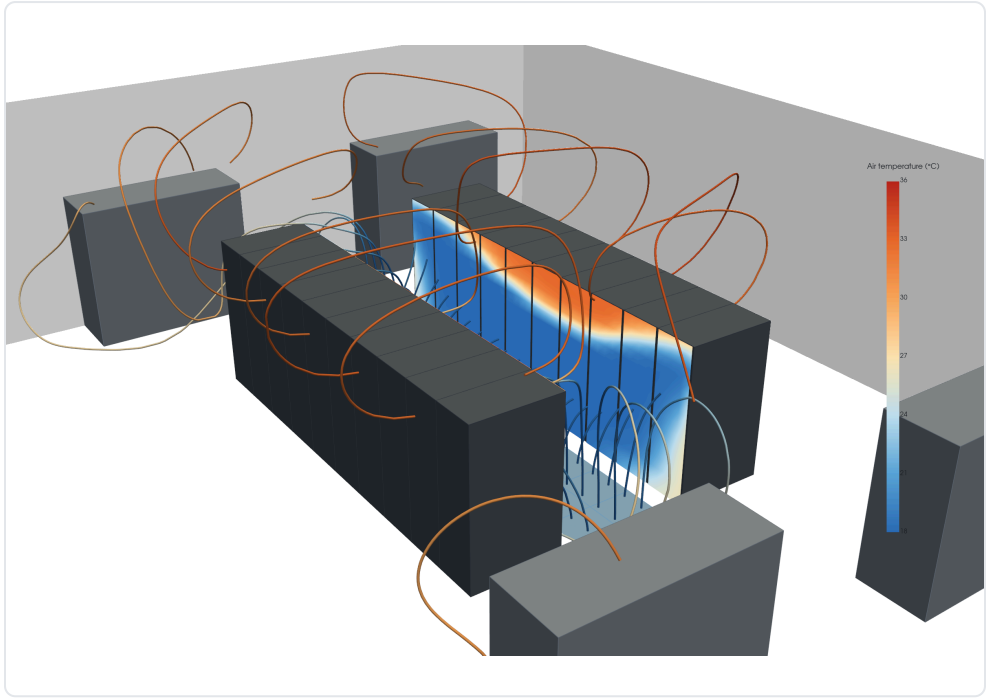
- 箱内气流与设备散热
- 进排风口布置
- 极端环境温度校核

常用物理模型：湍流（k-ε / SST k-ω）· 浮力 · 共轭传热 · 风机与多孔介质 · 稳态 / 瞬态

数据中心机房气流组织

示例算例

两排 20 个机柜（159 kW）、冷通道地板送风，送风量为机柜风量的 90%。对比开放冷通道与封闭冷通道。



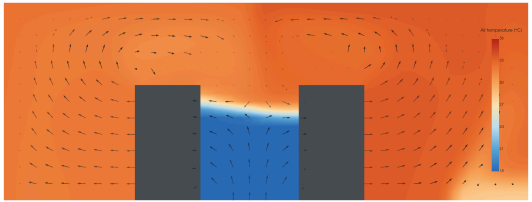
开放冷通道：冷风从开孔地板上升（蓝），柜后热风从柜顶绕回冷通道（橙），B 排机柜前面上部被加热。

33.0 ℃
开放冷通道：机柜进风最高

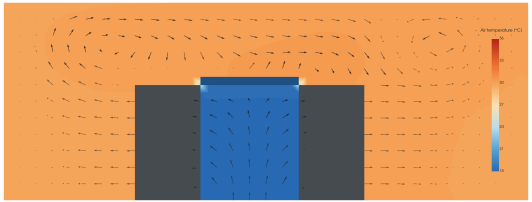
28.9 ℃
封闭冷通道：机柜进风最高

10.9 万
六面体网格

0.015%
能量平衡误差



穿过冷通道的横截面：柜顶的热回流在冷通道上方形成，超过 ASHRAE 推荐上限 27 ℃。

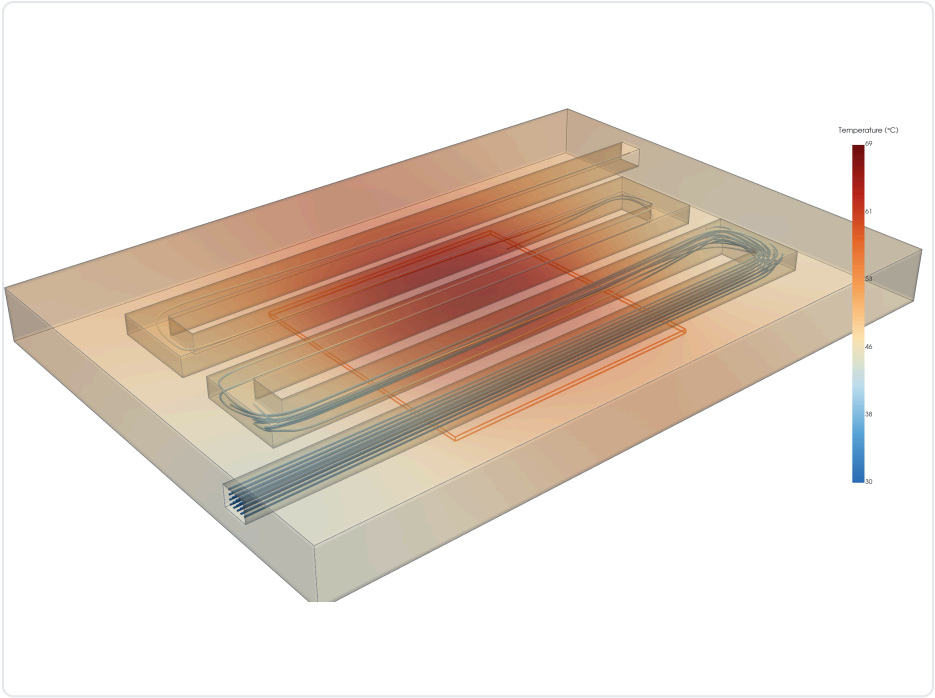


封闭冷通道（顶板两端各留 0.15 m 漏风缝）：中间机柜进风基本保持送风温度；最高 28.9 ℃ 出现在排两端、靠近漏风缝的机柜——送风量还需提到不低于机柜风量。

液冷冷板共轭传热

示例算例

铜冷板内 5 程蛇形水道，底部 40 × 40 mm 芯片 600 W，进水 30 ℃、0.6 L/min。水与铜同时求解（CHT）。



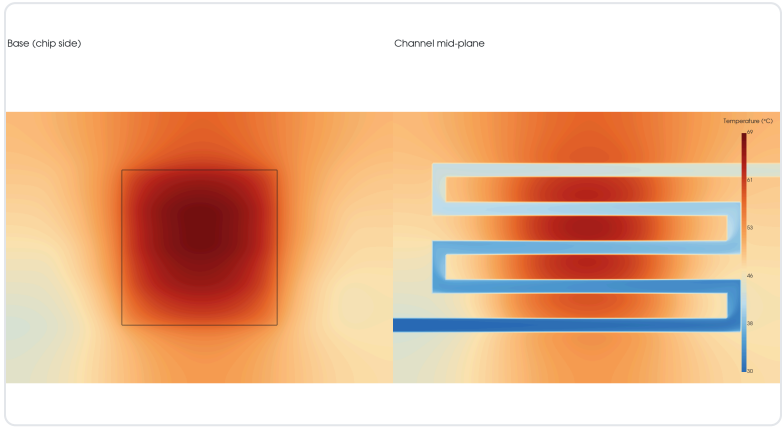
铜板半透明显示，流线为水道内的水流，按温度着色：沿蛇形流道逐程升温。

68.6 ℃
芯片面最高温度

14.4 K
进出水温升

4.4 kPa
冷板压降

< 0.001%
热平衡误差

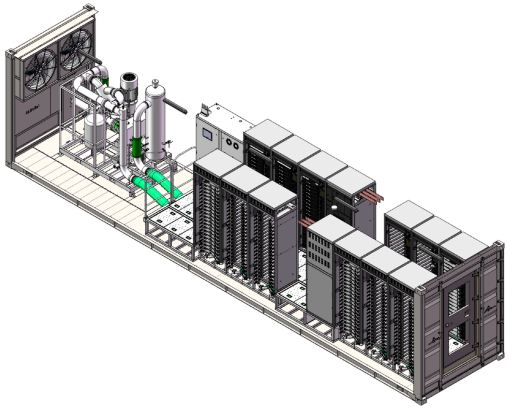


左：芯片侧底面温度；右：水道中面温度——热点位置和流道布置一目了然，可据此优化流道。

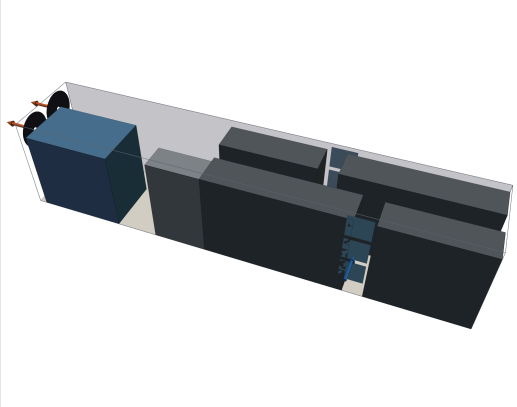
40 尺液冷集装箱：箱内散热 工程模型

按真实三维模型简化：液冷机柜、配电柜、CDU 作为热源，侧面百叶进风、端部 2 台风机排风。

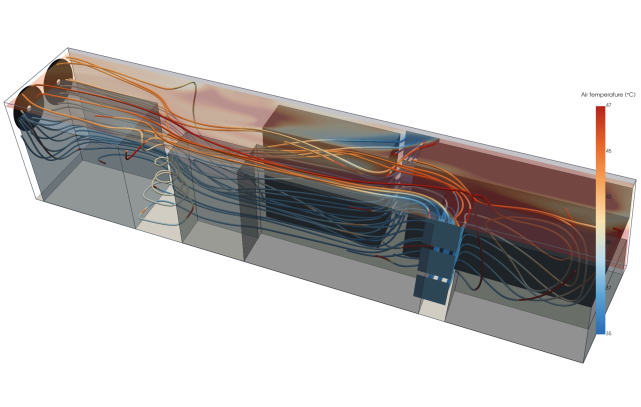
7,542 m³/h	42.0 ℃	1.3 m/s	0.006%
进风量（6 个百叶）	排风温度（环境 35 ℃）	百叶有效迎面风速	能量平衡误差



真实三维模型（约 5000 个零部件）



CFD 模型：设备按实际位置和尺寸抽象



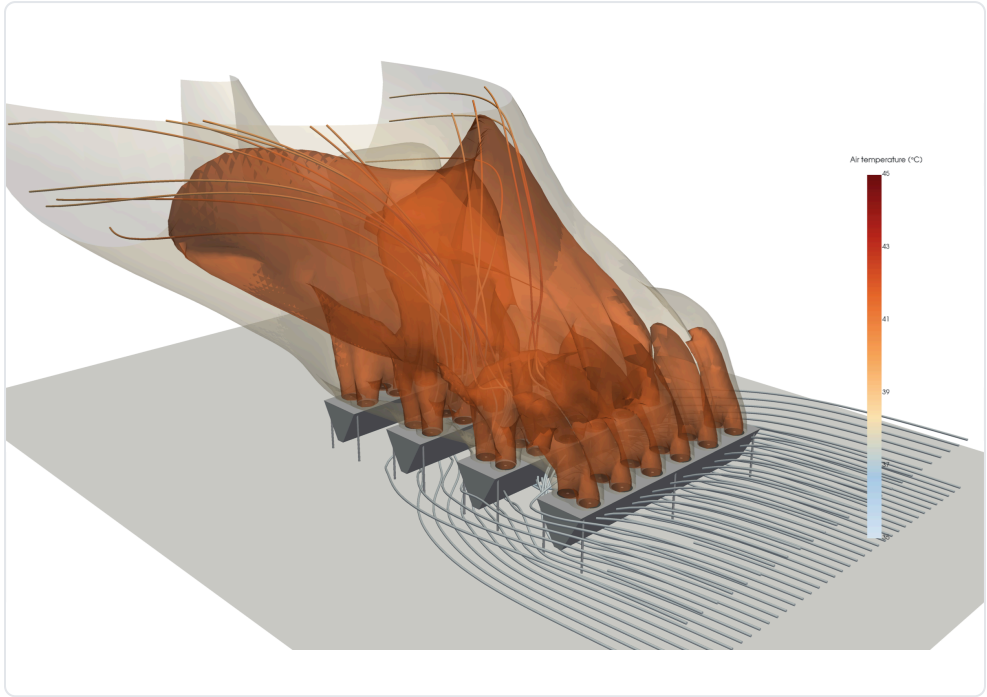
箱内气流与温度

结论：进风集中在箱体中部，风机对端（右）气流弱、回流升温，是箱内最热区域——可在对端增设进风百叶或导流板。热负荷（合计 17 kW）、风机风量为假设值，设备按表面散热简化，用于展示建模与分析流程。

干冷器群热风回流

示例算例

4 台 V 型干冷器（各 1000 kW）并排，环境 35 ℃，比较静风与 3 m/s 横风下的热风回流。



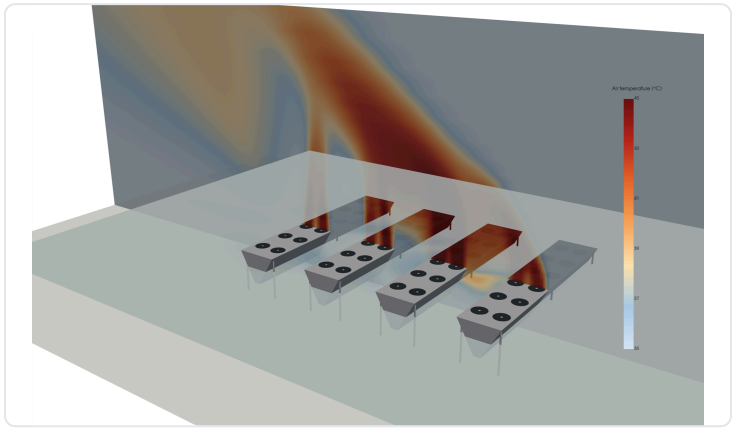
横风下的热羽流（等温面 38 / 41.5 ℃）与上风向流线：羽流被压向下游机组。

0.14 K
静风：最大进风温升

0.96 K
横风：最不利机组温升

41.0 ℃
横风：局部最高进风

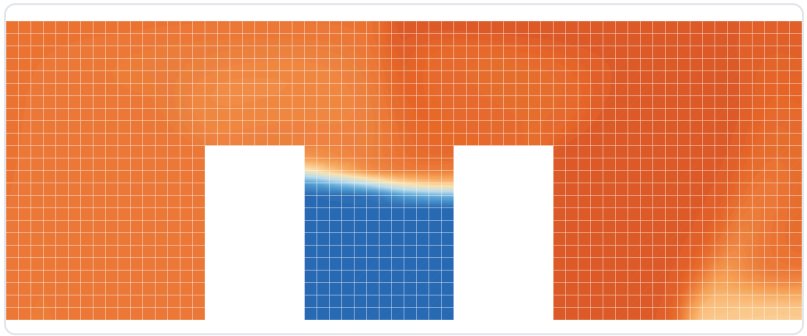
< 0.001%
能量平衡误差



穿过风机中心的竖直温度切面。

交付前的校核

算例	网格	迭代	能量平衡
机房（开放 / 封闭）	10.9 万	1200 / 1500	**0.015% / 0.21%**
液冷冷板 CHT	44.8 万	600	**< 0.001%**
集装箱箱内散热	24.1 万	500	**0.006%**
干冷器群（横风）	55.3 万	500	**< 0.001%**



机房横截面上的六面体网格（0.15 m）与温度：所有设备边界都落在网格线上。

能量平衡

每个算例核对进出口热量，误差见下表。

网格敏感性

关键结果在加密网格上复算，变化量写进报告。

经验公式对比

管内换热、压降与 Gnielinski、Darcy 等公式对比；套管换热算例与 Gnielinski 相差 7.6%。

近壁网格

共轭传热交付前检查 y^+；需要时第一层网格 30 μm（$y^+ \approx 0.5$）。

边界条件清单

所有假设（负荷、风量、环境温度）列表给客户确认。

合作方式

1

发来资料

三维模型或图纸、设备参数、关注的问题。

2

确认方案

回复建模范围、工况和需要确认的假设。

3

建模计算

中间结果同步；关键假设先确认。

4

交付报告

中 / 英文报告、云图、数据表，交付后答疑修改。

交付内容

- 仿真报告（PDF / Word，中文或英文）
- 三维云图、切面图、流线图（PNG）
- 关键结果数据表（Excel）
- 算例文件（按需）

说明

- 示例算例用于展示能力，不涉及任何客户数据。
- 您的模型和资料严格保密，不会用作样例。

→ 发来模型和需求，免费评估工作量

电话 +86 151 6711 6563

微信　WhatsApp　Telegram