

数据中心或网络机房内降低冷却性能的可避免错误

第 49 号白皮书

版本 2

作者 Neil Rasmussen

> 摘要

在数据中心或网络机房内安装冷却系统时，通常会出现一些可避免的失误，进而会降低可用性并增加成本。这些无意的疏忽会导致形成热区、降低容错能力、效率和冷却性能。尽管用户均安排了设施操作员来解决冷却问题，但实际上许多问题均由 IT 设备的不当部署造成，超出了他们所能控制的范围。本白皮书详细分析了这些典型错误，阐述了其原理和影响，并介绍了一些简单的解决方案。

目录

[点击内容即可跳转至具体章节](#)

简介	2
基本空气流通要求	3
机柜内的空气流通	3
机柜布局	6
设备分布	7
冷却设置	8
送风口与回风口布局	8
通过策略加以预防	10
结论	11
资源	12

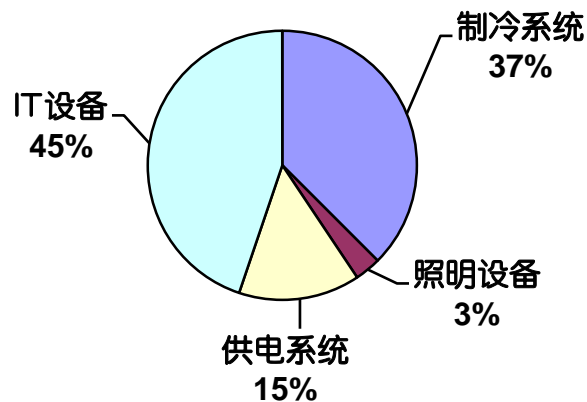
简介

多数数据中心和网络机房都存在各种基本的设计和配置缺陷，这可能会导致无法获得既定的冷却性能，同时阻碍冷空气的流通。这些问题通常不会被发现，因为计算机机房通常以远低于设计目标的功率密度运行。然而，全新 IT 设备功率密度的增加，使得数据中心逐渐接近其设计极限，进而暴露出了无法提供有效冷却性能的问题。

低效冷却性能除可能降低系统可用性外，还可能导致成本大幅增加。本白皮书详细阐述了一些常见设计缺陷，它们可能将冷却系统的效应降低 20% 或更多。Lawrence Berkeley 国家实验室和 APC 公司进行的独立研究显示，在一个消耗功率如图 1 所示的典型数据中心内，冷却系统消耗的功率相当于整个 IT 负载消耗的功率。冷却效率降低 20%，便可能导致整个功率消耗增加 8%，这对于一个使用寿命为 10 年的 500 kW 数据中心而言，额外浪费的电力成本约为 70 万美元。然而，这一严重的浪费本可以避免，同时根本不会或只会造成很少的成本。

图 1

典型数据中心功率消耗分布



多种问题导致用户需要对数据中心的冷却系统进行进一步优化。这些问题来源包括冷却设备自身的设计和规范问题，以及整套系统向设备提供冷空气的过程等。本白皮书重点介绍了与冷空气分配相关的冷却问题，以及与 IT 设备部署相关的设置问题，主要考虑因素如下：

- 这些均为实用、可行的且经过验证的解决方案
- 许多补救措施已应用于当前的数据中心内
- 重要的改进措施无需或只须很少的投资即可完成
- IT 人员和设施员工均可以采取相应补救措施
- 解决方案不受设施或地理区域的限制。
- 这些问题均可以通过简单的政策加以解决

本白皮书将常见缺陷分为五类，并按顺序逐一阐明：

- 机柜内的空气流通
- 机柜布局
- 设备分配
- 冷却设置

- 送风口与回风口布局

对于每一类缺陷，文章均介绍了一系列问题，并简单阐述了问题的原理，以及它对可用性和总拥有成本的影响。该类信息在表中做了相应的汇总。

文章最后介绍了一些能够显著提高数据中心的可用性和大幅降低总拥有成本策略。

基本空气流通要求

机柜内及周围的空气流通对于冷却性能至关重要。理解机柜空气流通的关键是掌握基本原理，即 IT 设备受两种因素的影响：

1. 经调节的空气由设备进气口进入；
2. 设备气流的输入和输出不受限制。

经常发生并导致无法实现最佳情况的两个主要问题是：

1. CRAC 气体在到达设备进气口之前与废热混合在一起；
2. 设备空气流通受到障碍物的阻隔。

文章下一部分介绍了导致产生这两个问题的实施决策，以及可用来解决这些降低可用性和提高成本的问题的通用解决方案。

机柜内的空气流通

尽管机柜通常被认为是一种机械支架，但它对于防止设备排出的废热重新循环进入设备进气口至关重要。废热将被轻微增压，再加上设备进气过程中的吸力，将可能导致废热被重新吸入设备进气口。这一结果的影响要远远大于废热浮力的影响。人们通常认为后者能够使得废热从设备中被排出。机柜及其盲板提供了一个自然屏障，能够显著延长空气再循环路径的长度，进而减少进入设备进气口的废热量。



资源链接
第 44 号白皮书

利用气流管理盲板改善机柜冷却效果

尽管所有主要的 IT 设备制造商均强烈建议使用盲板，但实际上 90% 或更高比例的数据中心都忽略了这一点。空气再循环问题可能导致 IT 设备的温度上升 15°F 或 8°C。有关这一结果及实验数据的详细说明，请参阅第 44 号白皮书《利用气流管理盲板改善机柜冷却效果》。盲板可以改善机柜空气流通效果，如图 2 所示。安装盲板是一个极其简单的流程，可以极低的成本应用于几乎所有数据中心。

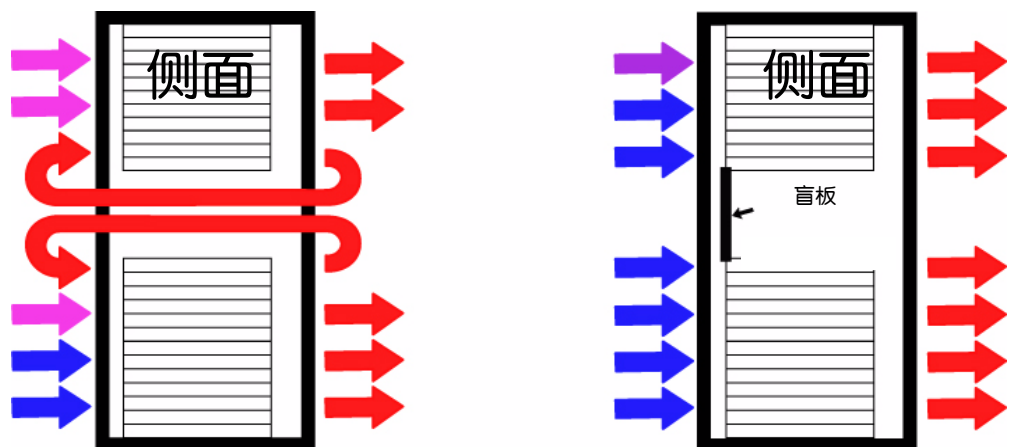


图 2

没有盲板的空气再循环

2A.

无盲板

2B.

有盲板

许多机柜配置均暴露出了一些其它缺陷，可造成与缺乏盲板类似的结果。使用宽机柜和嵌入滑轨使得空气可以通过机柜滑轨侧面进行循环。使用托架安装 IT 设备会阻碍盲板的使用，从而为废热的再循环提供了完全开放的路径。

一些标准的 19 英寸机柜在滑轨周围、机箱的顶部和底部均提供了内置的空气循环路径。在这种情况下，安装盲板不能完全控制空气的再循环。许多机柜的设计不能适用于高密度 IT 环境中。采用标准机柜和盲板可以大幅减少空气再循环比例，并降低热区的数量。

通过使用盲板和选择可以有效控制循环的机柜对于降低热区温度的优势显而易见，并可显著提高系统可用性。然而，还有一些优势虽然不太明显，但却非常重要，需要进行说明。

循环对容错能力的影响

与合理实施的系统相比，循环非常严重的机柜系统会导致系统容错能力和可维护性大幅降低。在大多数安装中，冷却性能均通过一系列服务于通用供气通分系统的 CRAC 组件提供。在此类配置中，当其中一个 CRAC 系统由于故障或维护停止工作时，其它 CRAC 组件将能够自动接替其工作，继续提供冷却功能。空气循环可在以下几方面减弱这一容错能力：

- 循环造成较低的 CRAC 回流空气温度，可能导致其余 CRAC 组件以较低的性能工作，进而无法满足冷却性能要求；
- 剩余系统无法提供克服循环效应所需的较高供气速度，从而导致循环增加和设备温度过高。

循环对总拥有成本的影响

温度过高和容错能力导致的系统可用性问题使标准机柜和盲板的使用成为一个令人关注焦点。然而，循环导致的 TCO 后果极其严重，使得这一情形最为突出。

与冷却性能相关的最大生命周期成本是运行冷却设备和风扇需要消耗的功率的成本。数据中心冷却消耗的功率（瓦特或吨）不受循环的影响，但冷却系统的效应却会受到显著的负面影响。这意味着循环将会加大与电力相关的成本。相应成本组合如图 3 所示。

图 3 列举了通过解决循环的主要症状（即热区）所带来的结果。两个解决热区最常用的方案是降低 CRAC 供气温度，或增强 CRAC 性能，或二者兼用。这些方案可能需要耗费大量不可预知的成本，如图所示。然而，本白皮书介绍的通过设计和政策控制循环的方案，将仅需很少的成本，并能够避免产生图中所示的结果。

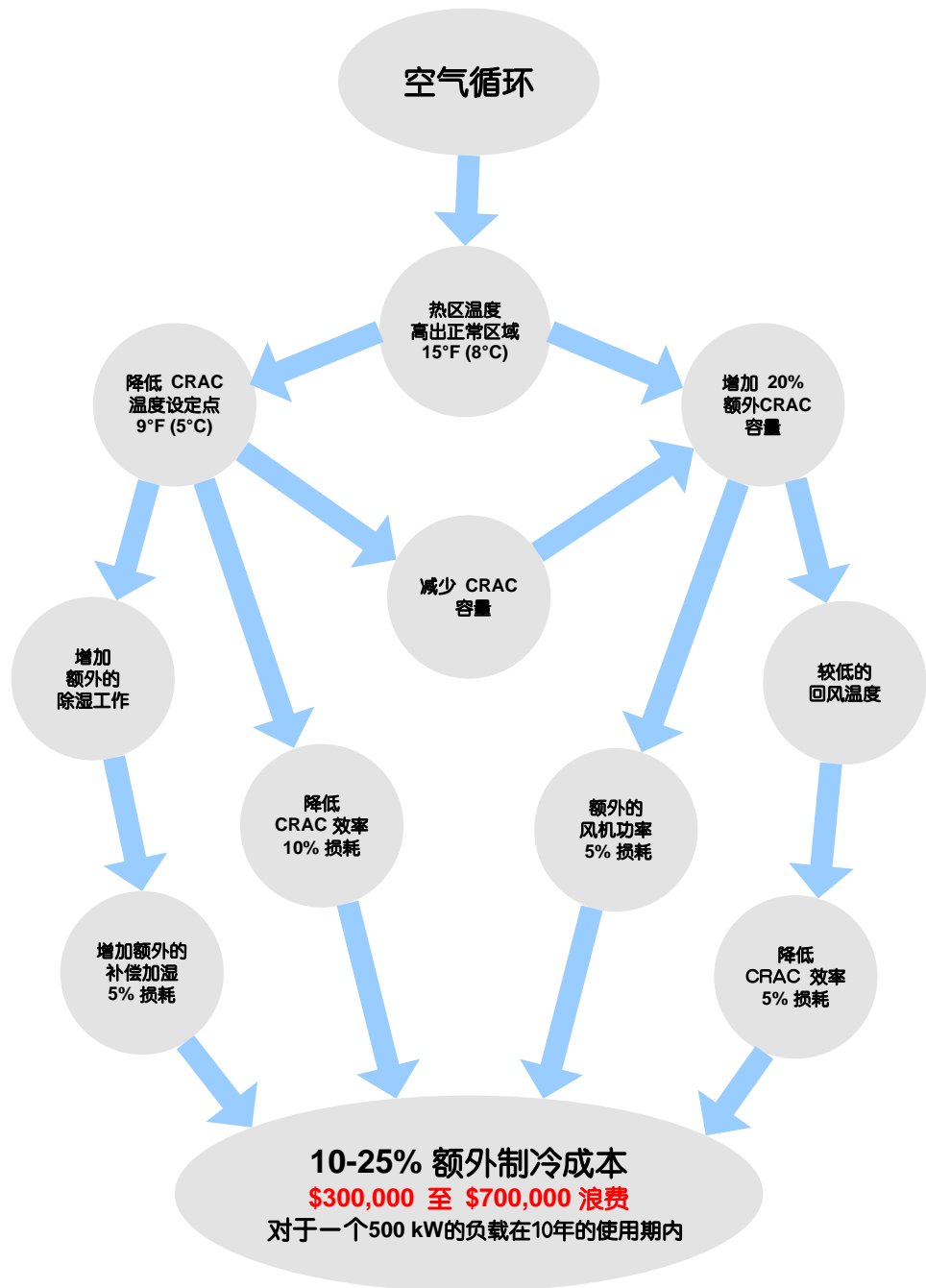


图 3
循环造成的财务后果级联图

空气流通的限制使得设备无法获得新鲜空气，进而导致温度升高。此外，机柜前端或后端的气流限制还会加大在没有盲板的机柜空间内的空气循环情况。

因此，至关重要的一点是需要使用带有出色通风性能并在其后端拥有足够空间的机柜，以避免线缆阻碍空气的流通。用户有时选择使用浅机柜，认为它能够将增加地面空间利用率，但由于线缆阻碍空气流通所造成的散热限制，将导致无法充分利用密度。


表 1

机柜空气流通设计缺陷及后果总结

设计缺陷	可用性后果	TCO 后果	解决方案
<ul style="list-style-type: none"> 没有盲板 在托架上安装设备 使用没有滑轨挡风条的 584mm (23 英寸) 机柜 	<ul style="list-style-type: none"> 形成热区，特别是在机柜顶部 冷却冗余能力降低 	<ul style="list-style-type: none"> 电力成本 降低了 CRAC 性能 耗水量 加湿器维护 	<ul style="list-style-type: none"> 使用盲板 不使用托架 使用在滑轨外没有开放空间的机柜 在宽机柜上，为滑轨添加挡风条
<ul style="list-style-type: none"> 机柜下方线缆通道没有挡风条 	<ul style="list-style-type: none"> 形成热区，特别是在机柜顶部 高架地板静压降低 冷却冗余能力降低 	<ul style="list-style-type: none"> CRAC 效率降低 	<ul style="list-style-type: none"> 为机柜下方的线缆通道使用挡风条或垫圈
<ul style="list-style-type: none"> 玻璃门 没有通风口的门 	<ul style="list-style-type: none"> 过热问题 加重了没有盲板导致的后果 	<ul style="list-style-type: none"> 降低空间和机柜利用率 	<ul style="list-style-type: none"> 为前后门添加通风口
<ul style="list-style-type: none"> 使用风扇托盘和吊扇 	<ul style="list-style-type: none"> 优势几乎可以忽略不计，此类投资应用于其它更实用的目的 	<ul style="list-style-type: none"> 浪费资本 浪费电力 	<ul style="list-style-type: none"> 不使用风扇托盘或吊扇
<ul style="list-style-type: none"> 浅机柜 	<ul style="list-style-type: none"> 线缆障碍物导致温度过高 	<ul style="list-style-type: none"> 降低空间和机柜利用率 	<ul style="list-style-type: none"> 使用带有足够深度的机柜，以允许空气自由穿过线缆

除了上述控制机柜空气流通的被动方案外，带有风扇系统的机柜也可用来控制机柜空气的分配。一些机柜风扇系统，诸如风扇托盘和吊扇等，具备的优势微乎其微。其它风扇系统，如将底层空气输向机柜前端的系统，或从机柜后端排出废热的系统，可以有效改进机柜内的空气流通，减少循环和提高机柜功率使用容量。有关这些系统的详细说明，请参阅第 46 号白皮书《超高密度机柜和刀片式服务器散热策略》。

通过将专为改进供气风扇组件设计的机柜标准化，可以有效满足未来的高密度要求。

 资源链接
第 46 号白皮书
超高密度机柜和刀片式服务器散热策略

机柜布局

上一部分介绍的合理机柜空气流通控制对于有效的冷却至关重要，但离目标还有一段距离。机柜空间的合理布局对于确保机柜拥有适当温度和数量的空气非常重要。空气到机柜的流通是关键。

合理机柜布局的目标也是控制循环，即避免 CRAC 空气在到达设备进气口前与废热混合在一起。具体设计原理基本相同：尽可能将废热与设备进气口气体隔离。

这一问题的解决方案应用甚广。通过将机柜按行排列，同时扭转机柜交叉行的方向，可以大幅降低循环现象。这一解决方案的原理在 Uptime Institute 的白皮书中进行了详细介绍，书名为《更改冷热通道可为服务器群带来更可靠的冷却性能》。

除冷热通道系统具备的明显优势外，调查还指出，大约 25% 的数据中心和网络机房将每行机柜面向统一方向。将机柜置于统一方向可能导致严重的循环问题，几乎肯定会出现“热区”，同时系统运行成本也将大幅提高。具体成本将根据安装情况的不同而有所差异，详细信息请参阅图 3。

冷热通道技术的有效应用不仅仅是将机柜变为交叉行。在使用冷热通道技术的 75% 的安装中，有 30% 未能合理安排空气分配和回流系统，从而不能为机柜行有效供气。这一部分将在稍后的“送风口与回风口设计”部分中介绍。

对于机柜朝向统一方向、且未使用冷热通道技术的环境，APC 的调查显示大多数均是按照管理层指示放置，目的为保持数据中心的美观。调查认为如果能够确定指示造成的后果，则可以避免做出此类决策。

对于机柜朝向统一方向的系统而言，本文中介绍的多种技术的效果将会大打折扣。如果未能使用交叉行，那么解决这一环境中的热区的一个有效办法将是，为受影响的机柜提供一个补充供气设备。

表 2

机柜布局设计缺陷和后果总结

设计缺陷	可用性后果	TCO 后果	解决方案
• 机柜朝向统一方向未实施冷热通道技术	<ul style="list-style-type: none"> • 热区 • 冷却冗余能力降低 • 冷却性能降低 • 加湿故障 	<ul style="list-style-type: none"> • 消耗过多功率 • 耗水量 • 加湿器维护 	<ul style="list-style-type: none"> • 使用冷热通道布局
• 没有按行排列	<ul style="list-style-type: none"> • 问题如上 	<ul style="list-style-type: none"> • 如上 	<ul style="list-style-type: none"> • 将机柜按行排列
• 按行排列，但不紧凑	<ul style="list-style-type: none"> • 问题如上 	<ul style="list-style-type: none"> • 如上 	<ul style="list-style-type: none"> • 减少机柜间缝隙 • 不要隔离机柜
• 机柜朝向统一方向未实施冷热通道技术	<ul style="list-style-type: none"> • 热区 • 冷却冗余能力降低 • 冷却性能降低 • 加湿故障 	<ul style="list-style-type: none"> • 消耗过多功率 • 耗水量 • 加湿器维护 	<ul style="list-style-type: none"> • 使用冷热通道布局

设备分布

设备的位置，特别是高功率设备的位置，可能显著增加数据中心面临的压力。当高密度、高性能服务器被组合成一个或多个机柜时，便会出现高密度设备群。这种情况可能导致数据中心非常容易出现热区，并要求操作员采取正确措施，诸如降低空气温度设置点或添加 CRAC 组件等。这些措施进一步加剧了图 3 中总结的后果。

基于这些原因，尽可能分散放置设备将可以带来显著优势。同时幸运的是，分散放置设备不会受到光纤和以太网连接的影响。IT 人员通常会将设备放置在一起，并认为此种方法更为方便。对于这些人员，需要向其介绍分散放置设备可以带来的可用性优势和成本节省。

其它方法也可以帮助高功率机柜避免受到负面冷却影响。如欲了解有关这一主题的更详细论述，请参阅第 46 号白皮书《超高密度机柜和刀片式服务器散热策略》。

资源链接
第 46 号白皮书

超高密度机柜和刀片式服务器散热策略

表 3

设备分布设计缺陷和后果总结

设计缺陷	可用性后果	TCO 后果	解决方案
集中放置设备	<ul style="list-style-type: none"> • 热区 • 冷却冗余能力降低 	<ul style="list-style-type: none"> • 消耗过多功率 	<ul style="list-style-type: none"> • 尽可能分散放置设备

冷却设置

上一部分探讨了降低 CRAC 空气温度设置点的负面影响。当 CRAC 输出气体温度最高时，空调性能也将达到最高。理想状态下，如果没有循环，CRAC 输出气体温度将与计算机设备的 18-21°C (65 - 70 °F) 一致。这一假设不切实际，实际中 CRAC 输出气体温度通常比计算机进气温度略低。然而，如果能够遵循本文介绍的空气分配时间，则可以将 CRAC 温度设置点设为最高。为了最大限度地提高容量和优化性能，CRAC 设置点不应低于维持设备进气温度所需的点。

尽管 CRAC 温度设置点由空气分配系统决定，然而湿度却可以调整到任意最佳值。如果湿度值高出要求，可能导致恶劣后果。首先，CRAC 将导致水分凝结，降低空气湿度。除湿功能会显著降低 CRAC 设备的空气冷却性能。然而更糟的是，加湿器需要更换通过空气获得的水分。在一个典型数据中心，这一情况每年会浪费数千加仑的水。同时加湿器也是一个主要的散热源，必须进行冷却，从而会严重降低 CRAC 设备的冷却性能。当存在空气循环时，将更是雪上加霜，因为较低温度的 CRAC 气体会更容易凝结。因此至关重要的一点是：切勿使数据中心的湿度值高出需求。

一些数据中心，包括大多数早期数据中心，均含有高速纸张打印机或幅面打印机。这些打印机会产生大量静电。要消除这些静电，数据中心的湿度必须保持在 50% 左右。然而，对于没有高速幅面打印机的数据中心而言，则湿度应保持在 35% 左右，以消除静电。将数据中心的湿度值设为 35%，而不是 45% 或 50%，可以节约大量的水和能源，特别是在空气循环非常严重的环境中。

对于采用带有加湿器的多个 CRAC 设备的数据中心而言，可能还会发生其它问题。在此类环境中，最常见的问题便是两个 CRAC 设备可能互相抵消湿度。当以下条件为真时，便可能发生上述情况：两个 CRAC 的回流气体温度不一致，或两个设备的湿度传感器校准不一致，或两个 CRAC 设备被设定成不同的湿度值。一个 CRAC 设备会降低空气的湿度，另一个则会增加空气的湿度。这一运行模式极其浪费，而且数据中心操作员也不易发现。

无意义的 CRAC 湿度抵消问题可通过以下方法解决：A) 使用中央湿度控制；B) 协调 CRAC 设备的湿度值；C) 关闭 CRAC 中的一个或多个加湿器；或 D) 使用不工作区设定。这些技术各具自己的优势，本文将不进行详细论述。如果带有独立 CRAC 的系统发生上述问题，最可行的办法为确认系统设定是否相同，或校准是否相同，同时扩大不工作区湿度设定（大多数 CRAC 设备均提供了这一功能）。通常，将不工作区值设定为 +/-5%，便可以纠正这一问题。

设计缺陷	可用性后果	TCO 后果	解决方案
湿度设定过高	形成热区 冷却冗余能力降低	消耗过多功率 耗水 加湿器维护	将湿度设定为 35-40%
多个 CRAC 设备在同一空间内互相抵消湿度	冷却冗余能力降低 冷却性能降低	消耗过多功率 耗水 加湿器维护	将所有设备的湿度不工作区值设定为 5% 使用中央加湿器 关闭不必要的加湿器

送风口与回风口布局

机柜气流和机柜设计是引导空气以最大限度改进冷却效果的关键因素。但要确保最佳冷却效果，还有一个关键因素，即送风口与回风口设计。这些通风口的位置不当会使 CRAC 空气在到达负载设备前与废热相混合，从而引发上述各种性能问题和额外成本。输送或回风口位置不当的情况很常见，几乎会消除所有冷热通道设计优势。

送风口的关键在于将其置于尽可能邻近设备进气口处，将冷空气限制在冷通道内。对于地板下空气分布，意味着要将通风砖置于冷通道内。架空分配与高架地板分配系统一样有效，但关键还是

将分配通风口置于冷通道上部，而且这些通风口的设计必须要能引导空气直接向下进入冷通道（而不是横向进入扩散风口）。在架空或地板下系统中，任何通风口若位于不操作设备的位置，均应关闭，因为这些通风口会阻止回风进入低温 CRAC 设备，从而会除去湿气并降低 CRAC 性能。

回风口的关键在于将其置于尽可能邻近设备排气口的位置，并从热通道收集热空气。在某些情况下，使用架空吊顶强制通风，这样回风口便可轻松与热通道进行协调。当使用高敞开式整回风天花板时，最好的方法是将 CRAC 设备的回风口置于天花板尽可能高的位置，并用管道系统展开回风口，以协调回风口与热通道。甚至只有少数几个回风口、与热通道强制协调的粗糙回风系统也比房间侧面的单一大型回风口效果要好。

对于没有高架地板或管道系统的小房间，上游或下游 CRAC 装置通常位于墙角或墙边。在这些情况下，很难协调冷通道的冷空气输送与热通道的热回风。在这些情况下性能会受到影响。但以下方法可能会提高这些系统的性能：

- 对于上游设备，将其置于邻近热通道的末端，尽可能地远离 CRAC 设备。
- 对于下游设备，将其置于冷通道（用于将空气吹入冷通道）的末端，并添加吊顶强制通风口或悬挂管道系统回风口，回风口位于热通道上方。

一项关于位置不当的回风格栅的调查显示，根本原因主要是：个人感觉一些通道热一些通道冷，认为这种条件不当，试图通过将冷气口移到热通道并将热气口移到冷通道来加以调整。设计合理的数据中心旨在达到最佳状况，即冷热空气分离，但人们却认为这是一种缺陷，他们会采取措施来混合空气，因而降低了系统性能并增加了成本。这是一种误解，其实热通道就是为热空气而设计的。

当然，在构建数据中心时最容易安排和分配回风口。因此，在设计通风系统前，必须确保在机房布局中行的位置和方向分配合理。

> 封闭地板上的布线切口

在高架地板环境下的布线切口会引起绝大多数的非预期的空气泄漏，而且应该被封闭。基于对许多数据中心的测量，由于没有封闭敞开的地板，50-80%的有价值的冷风无法到达 IT 设备的进风口。这部分损失的冷风，又叫作气流旁路，导致 IT 设备热点的产生，制冷效率低下和不断上升的基础设施成本。

上述很多数据中心忽略密封这些切口认为制冷不足是导致过热问题的根源，因此安装额外的制冷单元来消除过热的问题。实际上，这些补偿措施都是不需要的

一个使额外的制冷容量的成本最小化的方法就是封闭布线切口安装高架地板护孔环和垫圈可以增加高架地板下的静压差。同时也会改善打孔地板和地板栅格送风能力。



表 5

送风口与回风口设计缺陷后果总结

设计缺陷	可用性后果	TCO 后果	解决方案
<ul style="list-style-type: none"> 热回风位置不在热通道上方 吊顶灯带有回风口，且位于冷通道上方 	<ul style="list-style-type: none"> 热区，特别是在机柜顶部 冷却冗余降低 	<ul style="list-style-type: none"> 电气成本 降低了 CRAC 容量 加湿器维护 耗水量 	<ul style="list-style-type: none"> 将热回风口置于热通道上方 不要使用在冷通道上有回风口的灯，或阻塞回风口
<ul style="list-style-type: none"> 架空送风口在热通道上方 热通道中的通风地板砖 	<ul style="list-style-type: none"> 热区 冷却冗余降低 	<ul style="list-style-type: none"> 电气成本 降低了 CRAC 容量 加湿器维护 耗水量 	<ul style="list-style-type: none"> 对于架空输送，始终将送风口置于冷通道上方 对于高架地板，送风口始终置于冷通道中
<ul style="list-style-type: none"> 通风地板砖附近无设备 架空送风口敞开，上方无设备 高架地板内的外部孔用于管道、线缆和通道 	<ul style="list-style-type: none"> 小 	<ul style="list-style-type: none"> 电气成本 降低了 CRAC 容量 	<ul style="list-style-type: none"> 封闭通风口，或在无设备的位置打开
<ul style="list-style-type: none"> 在高天花板区域，回风口位置低 	<ul style="list-style-type: none"> CRAC 容量降低 冷却冗余降低 	<ul style="list-style-type: none"> 电气成本 降低了 CRAC 容量 加湿器维护 耗水量 	<ul style="list-style-type: none"> 将吊顶用于回风口强制通风，或延长管道以收集顶点的回风

通过策略加以预防

按照本白皮书的指导，可以制造具有更高可用性、更少热区、操作更经济的新数据中心。其中描述的一些技术可在现有数据中心实施，但其它技术在真实系统中不可行。当然，首先是尽可能避免出现这些问题。APC 调查显示，冷却系统设计的大部分缺陷都是无心造成的，如果机构或 IT 人员了解适当空气分配对数据中心的性能、可用性和成本的重要性，则不会造成这些缺陷。制定规则可以向相关各方有效传达主要影响因素。

表 6

数据中心设计规则建议

规则	理由
使用冷热通道机柜设计	冷热空气分离会减少热区，改进容错，并极大降低耗电量。众所周知，如果所有机柜行均朝向同一方向，前面一行的废热将可能被输入后面一行，从而会导致过热，并极大降低空调性能。
在所有机柜未使用的位置使用盲板	盲板会防止设备的废热返回到设计进气口，从而避免出现热区，并延长设备寿命。所有服务器和存储制造商都规定要使用盲板。
在活动地板砖中所有机柜下方线缆孔使用密封垫或刷	高架地板空气分配系统旨在向设备进气口提供冷空气。这些进气口位于机柜前部。机柜下方的开口会向设备排气口输送冷空气，并绕过设备，这会降低冷却系统的性能。
不要试图更正热通道的温度。它们本应是热的。	热通道旨在将废热与冷设备进气口分离。任何消除此功能的企图都会影响系统设计，降低设备可靠性，并增加操作成本。从设备排出的气本应很热，热通道旨在使热空气返回到空调系统。使热通道保持热量，有助于确保冷通道的设备进气口保持冷却。
将机柜标准化	机柜支持冷却系统的基本功能，不仅仅是机械支持。机柜所具有的特性可防止废热进入设备进气口，提供适当的通风，提供无气流阻塞的布线空间，并使高密度附架冷却设备的更新成为机柜标准的组成部分。
将高密度设备分散布置	在一个位置集中大功率设备会影响这些设备的运行，并会增加数据中心的操作成本。集中大功率设备会影响送气系统的容错。整个数据中心温度和湿度控制的改变可能会降低冷却性能并增加冷却成本。

制定规则可促进建议性讨论。除了制定规则，通过信号或标记也可达到沟通目的。例如，在热通道中的机柜后部作上标记，如图 4 所示。IT 人员通常会将热通道视为异常问题或缺陷。此标记有助于他们了解为什么数据中心的一个区域比另一个区域热。

图 4
用于显示热通道用途的标记

此处是热通道

为了最大限度地提高 IT 设备的可用性，此通道应保持热度。机架安排和消隐面板的使用可防止设备废气返回到设备进气口。这可降低设备工作温度，延长设备寿命，节省能量。

结论

空气分配系统作为数据中心的一部分，没得到应有的理解和重视，设施操作员和 IT 人员通常会迫于各方压力对气流采取措施，因而对可用性和成本造成无心的负面影响。

由于过去数据中心功率密度低，错误的气流实施不会造成严重问题。然而近来功率密度的提高开始需要测试冷却系统的容量并增加加热区和冷容量的限制。

诸如将所有机柜朝向同一方向等的决定，大多数情况下是出于美观方面的考虑；但是随着用户和客户经验更丰富，他们就会了解气流的不当实施是无经验的表现，有悖原设计意图。

制定一系列简单的规则，并提供简单的理由，可使 IT 和实施人员达到有效沟通，从而最大限度提高可用性和优化总拥有成本（TCO）。



关于作者

Neil Rasmussen 是施耐德电气旗下 IT 事业部—APC 的高级创新副总裁。他负责为全球最大的用于关键网络设备（电源、制冷和机柜等基础设施）科技方面的研发预算提供决策指导。

Neil 拥有与高密度数据中心电源和制冷基础设施相关的 19 项专利，并且出版了电源和制冷系统方面的 50 多份白皮书，其中大多白皮书均以十几种语言印刷出版。近期出版的白皮书所关注的重点是如何提高能效。他是全球高效数据中心领域闻名遐迩的专家。Neil 目前正投身于推动高效、高密度、可扩展数据中心解决方案专项领域的发展，同时还担任 APC 英飞系统的首席设计师。

1981 年创建 APC 前，Neil 在麻省理工学院获得学士和硕士学位，并完成关于 200MW 电源托克马克聚变反应堆的论文。1979 年至 1981 年，他就职于麻省理工学院林肯实验室，从事飞轮能量储备系统和太阳能电力系统方面的研究。



资源

点击图标打开相应
参考资源链接



利用气流管理盲板改善机柜冷却效果

第 44 号白皮书



超高密度机柜和刀片服务器散热策略

第 46 号白皮书



浏览所有 白皮书

whitepapers.apc.com



浏览所有 TradeOff Tools™ 权衡工具

tools.apc.com



联系我们

关于本白皮书内容的反馈和建议请联系：

数据中心科研中心

DCSC@Schneider-Electric.com

如果您是我们的客户并对数据中心项目有任何疑问：

请与您的 **施耐德电气** 销售代表联系