

# 利用气流管理盲板 改善机架冷却效果

## 第 44 号白皮书

版本 4

作者 Neil Rasmussen

### > 摘要

开放式机架和机架机箱中的未使用的垂直空间会使热空气无限制地循环，从而导致设备进风气流温度升高，降低了热交换效率。使用盲板可以减少这一问题的发生。本白皮书说明并量化了盲板对冷却系统效果的影响。

### 目录

[点击内容即可跳转至具体章节](#)

简介	2
废热再循环	2
为何气流管理盲板没有普及	2
异常气流的其它影响因素	3
实例	5
结论	8
资源	9
附录 A：试验条件说明	10

## 简介

安装在机架中的信息技术设备自身通过从数据中心或网络机房吸取环境空气来进行冷却。如果允许废热返回到设备进气口，则会出现异常的过热情况。数据中心和网络机房的设计应避免设备吸收热空气，这可通过广泛应用的安装惯例或利用预先设计的系统来实现。

机架内部本身就存在废热循环进入设备进气口的可能。这主要是由于废热返回设备上部或下部，再返回进气口而引起的。这一现象并未引起用户的广泛重视，却是实际数据中心设备过热的主要原因。

本白皮书说明了该问题是如何出现的，举例说明所产生的影响，并表明此问题的出现会极大影响设备的冷却效果。而且，本文还说明和量化了使用气流管理系统中的盲板来减少此问题的优势。

## 废热再循环

IT 设备制造商深刻认识到了废热再循环会导致过热现象并且意识到了使用气流管理盲板带来的优势。实际上，IT 设备制造商建议用户有必要使用气流管理盲板。以下内容节选自康柏服务器安装指南：

### 盲板

**注意：**务必使用盲板填充机架中的垂直空间，以保持正常气流的流向。使用没有盲板的机架会引起异常冷却，进而导致热损伤。如果机架中的任何垂直空间未装满组件，则组件之间的空隙会引起通过机架和整个组件的气流混流。在这些空隙装上盲板就阻挡了热气流的回流。

图 1 所示在常用机柜中气流是如何供给的。在图 1A 中，是未安装气流管理盲板的机柜气流。在图 1B 中，是安装气流管理盲板改良机柜气流。

图 1

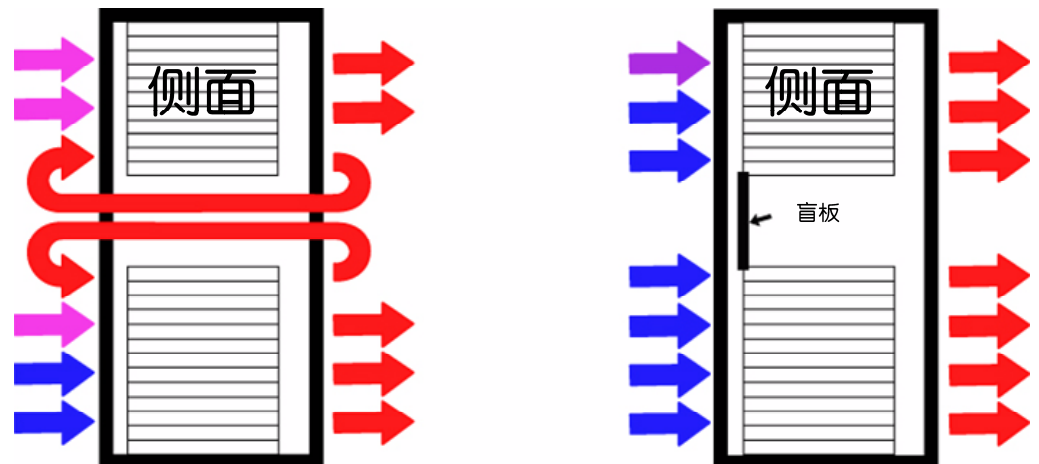
典型机架中的气流举例如图 1 所示。

### 1A(左)

显示了未安装盲板的机架气流。

### 1B(右)

安装盲板会改变气流。



值得注意的是如果再循环造成过热情况，但并未停止此再循环操作，则唯一可行的解决办法是降低进入该机房的大量空气的温度，尝试平衡这一影响。这会降低空调系统的运行效率，主要空调系统会生成更多的凝结物（水），还导致系统需要再加湿。由于空调系统低温运行，将导致电力成本大幅增加，同时还给数据中心的人员带来不舒适。

## 为何气流管理盲板没有普及

气流管理盲板之所以没有普及是因为下面两个因素。一是该知识领域几乎空白，人们对机架中盲板作用有很多的误解。通常会认为盲板的作用仅仅是为了美观而已。该白皮书将该误解进行解释和澄清。

第二个因素是安装困难。安装气流管理盲板需要四颗螺丝，四个套管，四个锁紧螺帽才能将其固定住。因此便成为机架配置过程中耗时费力的工作。人为因素带来的安装盲板过程中因为小的螺丝螺母跌落会带来潜在的停机时间。而且，用螺丝固定的成套盲板通常提供不同的 U 高度。例如，

一套机箱可能包含 1, 2, 4 和 8 U。这就代表着不仅仅要提供正确数量 U（机柜单位）的高度，同时也需要合理的组合这些面板来填满所需的空空间。而这些因素都会减慢数据中心配置或者更新的时间。

有一些采用咬合到机架外壳方形孔方式，安装时不需要工具的盲板明显的减少了安装时间和人力成本。而且，通过标准化为 1U 的盲板，机架很容易普及而且将空的空间划分为不同尺寸 1, 2, 4 和 8U。例如，如果需要机架 3U 的空间，手头仅仅有 2U 的盲板，必须等 1U 的面板才能完成安装任务。例如，施耐德旗下 APC 公司 AR136BLK 型面板，如图 2A 和 2B 所示，是满足该要求的一个解决方案。

图 2A

咬合式盲板



图 2B

咬合部分特写



考虑在用 100 个机架的数据中心所需的材料和安装盲板的人工成本，假设每个机架平均有 10U 的空间（整个需要 1000 个盲板）。表 1 给出了安装 1U 咬合式面板和传统螺丝固定盲板的成本差异。当使用咬合式气流管理盲板时，可以获得 41% 的材料成本节约和 97% 人工成本节约，从而达到 48% 的总成本节约。

## 异常气流的其它影响因素

未使用的机架空间中不安装盲板只是导致废热再循环的一种途径。机架中安装的其他类型设备也可能导致废热返回机架前部。此外，一些机架设计本身不能将进气与废热分开。表 2 中概述了漏气的主要影响因素及如何对其进行控制。此表可以作为现有数据中心的审核表，或用于评估所提议的数据中心和网络机房设计。表 2 建议在选择机架和显示器等设备时，应该同时考虑到机架气流问题。表 2 中所列控制原则的实施对于确保最佳而可靠的机架冷却系统至关重要。

表 1

100 个机架的盲板成本比较

传统螺丝固定式盲板						
	1U 咬合式面板	组合方式	1U 式	2U 式	4U 式	8U 式
每 U 典型盲板成本	\$4.00	\$4.67	\$12.00	\$7.25	\$6.13	\$4.00
1000U 盲板成本	\$4,000.00	\$4,667.00	\$12,000.00	\$7,250.00	\$6,125.00	\$4,000.00
每个盲板 平均安装时间 (秒)	4.3	300	300	300	300	300
安装 1000U 所需时间 (小时)	1.2	22.2	83.3	41.7	20.8	10.4
基于每小时\$25 的劳动 成本, 安装 1000U 的 总劳动力成本	\$29.76	\$555.56	\$2,083.33	\$1,0141.67	\$520.83	\$260.42
<b>物料成本</b>						
1U 咬合式面板的 总物料成本	\$4,000.00					
螺丝固定式面板的 平均物料成本	\$6,808.33					
<b>劳动力成本</b>						
1U 咬合式面板的 总劳动力成本	\$29.76					
螺丝固定式面板的 总的平均劳动力成本	\$892.36					
<b>节省比例</b>						
采用 1U 咬合式面板的 物料成本节省 (%)	41.2%					
采用 1U 咬合式面板的 劳动力成本节省 (%)	96.7%					
平均而言, 安装 1U 咬合式面板的时间快过安装传统螺丝固定式面板 30 倍。						
分析假设:						
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 每个机架平均需要 10U 的空间, 总共 100 个机架。或者是需要 1000U 的盲板需要安装</li> <li>• 42 个 1U 的盲板需要 3 分钟的安装时间</li> <li>• 每个传统螺丝固定式面板需要 5 分钟安装时间</li> <li>• 每个传统是面板有 4 个安装孔</li> <li>• 每套组合式安装包含 1U, 2U, 4U 和 8U 各一个。安装 1000U 需要 67 套。</li> </ul>						

表 2

机架中气流再循环引起的过热现象影响因素及其控制方法

影响因素	结果	控制
未使用的垂直机架空间	空隙会使废热返回设备进气口，因而导致过热问题	在未使用的机架位置使用盲板
从机箱侧面插入的机架滑轨	侧面空隙会使废热返回设备进气口，因而导致过热问题	不要将 23 英寸 (584mm) 机架与 19 英寸 (483 mm) 滑轨一起使用 使用滑轨和机箱侧面之间没有空隙的机架
托架上的显示器	显示器周围的空隙会使废热返回设备进气口，因而导致过热问题	使用薄“flip-top”型 LCD 显示器 打开机架安装挡板安装 CRT 显示器
托架上的立式服务器	服务器周围的空隙会使废热返回设备进气口，因而导致过热问题	使用机架安装服务器 注意：机架中立式服务器的功率密度非常低，这会减少此问题的发生
用于从前面至后部穿过电缆的垂直机架空间	电缆周围的空隙会使废热返回设备进气口，因而导致过热问题	使用带有灵活刷子或防护罩的盲板，便于电缆穿过，从而可减少漏气
机架前后门带有通风限制	门的气流阻力带来了压力损失，因而使上述影响更加明显	使用贯通的前后门。 不要使用带玻璃的门，或贯通有限的门
机架间的空隙	空隙会使废热返回设备进气口，因而导致过热问题	尽可能将机架紧密连在一起

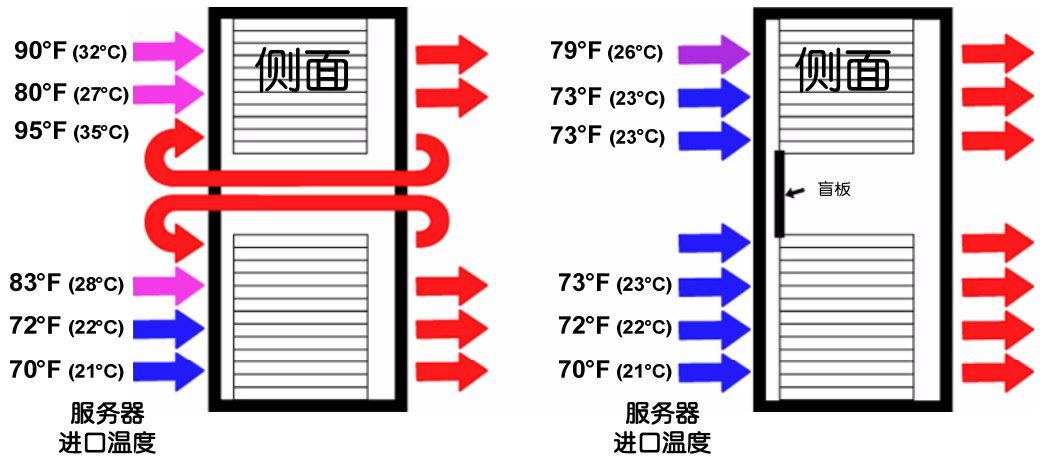
## 实例

使用盲板的诸多优势可通过测量典型情况下在服务器中实际安装机架的效果来进行量化。此试验的条件在附录 A 中给予了说明。图 2 中显示了通过安装盲板而减少服务器进气口的升温情况。

**图 3**  
安装盲板对服务器进气口温度的影响

**3A (左)**  
使用盲板前

**3B (右)**  
使用盲板后



这一数据在表 2 中进行了总结。此数据显示，温度最低的服务器位于机架底部，不会受到使用盲板的影响。温度最高的服务器位于未利用的垂直机架空隙的正上方，安装了盲板可使其进口温度降低至少 11 °C (20 °F)。

**表 3**  
实验数据显示了盲板对服务器进气口温度的影响。

无盲板	35°C (95°F) – 温度最高的服务器	21°C (70°F) – 温度最低的服务器
有盲板 (同样服务器)	23°C (73°F)	21°C (70°F)
温度差异	12°C (22°F)	0°C (0°F)

限定的测试示例代表了一种情况，其中大量高密度机架紧挨着排放为一长行。实际上，高功率密度的高机架通常与低功率密度的机架位置邻近，而这些低功率密度的机架通常排成短行。盲板降低温度的效果在这些情况下会被削弱。为了验证此效果，温度测量是在实际网络机房中进行的，其中存在混合功率密度的机架行和较短的机架行。在各种情况下观察通过使用盲板盖住邻近未利用的垂直机架空间而引起的服务器进气口温度降低的效果。实际测量的温度降低幅度在 2.8°C 到 8.3°C (5 °F 到 15 °F)之间。

了解空气循环规则，结合试验结果，则会得出以下一般结论：

- 在实际情况中，使用气流管理盲板会使 IT 设备的工作温度降低 12°C (22 °F)。
- 邻近于未利用空间和在此空间正上方（用盲板盖住）的设备中使用盲板的优势最明显。
- 使用气流管理盲板可以减少过热情况，以及避免数据中心和网络机房内的“热区”问题的发生。
- 当添加了气流管理盲板后，即使空调送风温度较高，也可获得相同的服务器进气口温度；这会减少除湿工作，并提高空调效率。
- 设备制造商提供了有关正确利用气流管理盲板的指导。

### > 电缆出入切口的密封

在高架地板的情况下，电缆出入切口会带来不必要的空气泄漏，应该密封。这种所谓的旁路气流会使 IT 设备出现热点，使制冷设备效率降低同时增加了基础设施成本。

相信在忽略地板切口的密封的许多场合下，制冷容量的不足会是一个问题。结果，需要购买更多的制冷设备。而实际上，这些额外的设备根本不需要。

减少因额外制冷的成本的一个可供使用的方法就是密封电缆出入切口。高架地板的密闭孔的安装不仅可以防止空气泄漏，同时还可以增加高架地板下的静态压力。这样冷空气就完全在打有孔的地板下流动。



## 结论

如果废热流回进气口，则会导致机架环境中的 IT 设备过热。在允许甚至支持空气再循环的机架中，可能会发生各种情况，并由此导致过热问题。

如果使用正确设计的机架和机架安装设备，则引起空气再循环的主要原因是机架空间空闲。使用盲板填充未占用的空间，可解决这一问题。

本白皮书提供了一张项目检验表，供您在设计新数据中心或网络机房时参考，也可用于检查现有的数据中心或网络机房。遵循这些指南，可大大减少再循环引起的过热问题，进而提高空调系统的效率。



### 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 10 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



浏览所有 白皮书

[whitepapers.apc.com](http://whitepapers.apc.com)



浏览所有 TradeOff Tools™ 权衡工具

[tools.apc.com](http://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](mailto: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

## 附录 A: 试验条件说明

本试验的目的是创造一个类似于实际数据中心的环境。该试验在单机架中进行，使用 30 个 1U 服务器模拟器。每个 1U 服务器模拟器均包含一个真实 1U 服务器机箱，其中配有电源和风扇，但 CPU 主板用电阻负载替换。每个模拟服务器负载设定为接近 150 W。30 个服务器模拟器被放在一个 42U 高、1067 毫米（42 英寸）深的 APC NetShelter VX 机柜中。总负载为 4.5 kW。这样安排服务器模拟器，可使机架上半部留下一个约 11 U 的空间。从第 2 U 高的位置开始，每隔第 7 U 的位置监视一下入口温度，到第 41 U 高截止。

要模拟一排机架中试验机架的实际情况，假定一行中的所有机架都相同，试验机架的位置邻近一长排的中央。假定气源是机架前部均匀分布的活动地板通风砖。在这种情况下，相邻机架之间的所有水平气压梯度矢量近似地忽略不计，机架间的横向空气流动大约为零。而且，假定机架成排排列，冷热排交替。因此，相邻排之间的气压梯度近似地忽略不计，各排之间的横向空气流动约等于零，直接跨过各排之间的中间位置。要在实验室用一个机架模拟上述数据中心条件，需按图 1 所示进行分区。这些分区可平衡气压梯度，而无需实际安装及运行大量机架。

服务器进气口温度通过带有“T”型温差电偶的 Agilent 34970A 数据记录器测量，该温差电偶的精度为  $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ ，它安装在进气格栅前方 50 毫米处。整体空气温度在分区入口和分区排气口进行测量，如图 A1 所示。

图 A1  
实验设置

试验中入口的自由空气温度为  $21^{\circ}\text{C}$  ( $70^{\circ}\text{F}$ )。试验中整体排气口温度为  $35^{\circ}\text{C}$  ( $95^{\circ}\text{F}$ )。

