

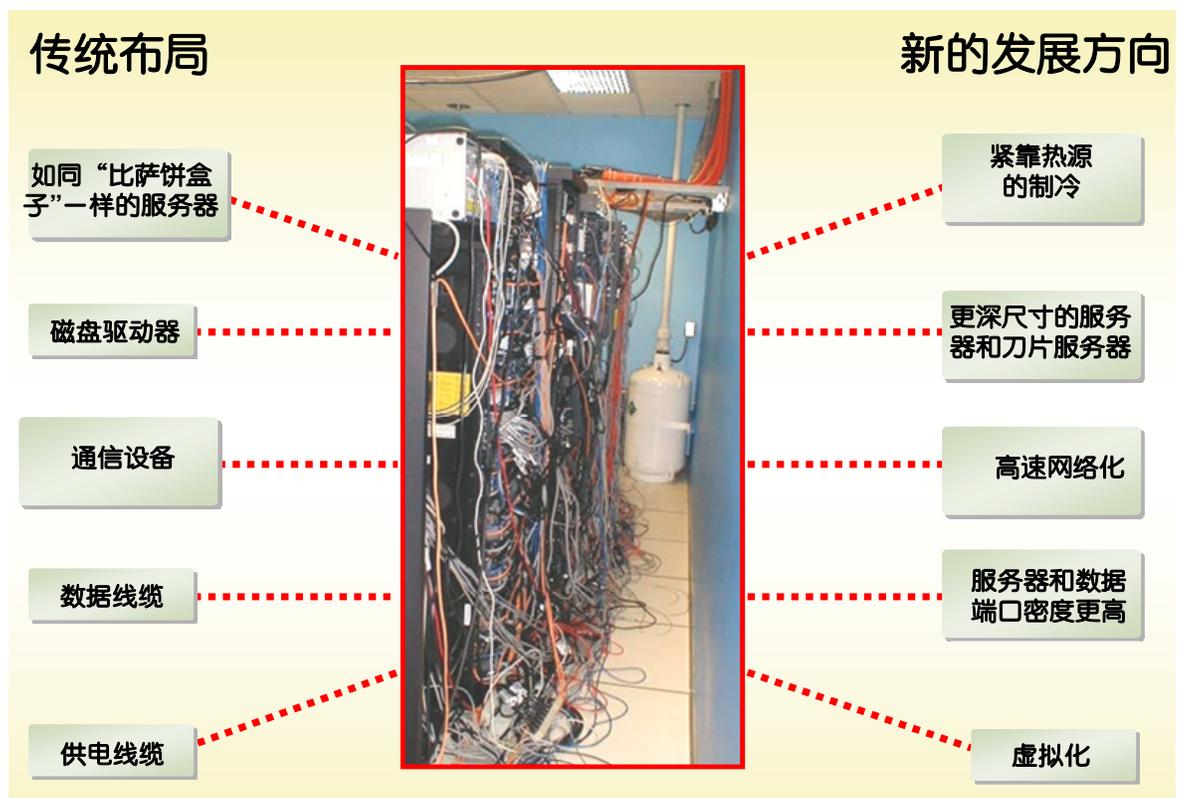
简介

许多数据中心专业人士都认为拥挤的机柜内空间会对效率、正常运行时间、以及数据中心的总体观感产生不利影响。而其中又以对正常运行时间的影响最为关键，它时常会因为人员操作不当而受到影响。当系统操作人员或企业员工在打开机柜柜门后看到一个拥挤不堪的景象时，往往会对错综复杂的线缆感到无从下手。有时，可能会发生不小心错拔插头或是在移动设备时将插头不小心碰掉的意外。

数据中心效率与能耗息息相关，而能耗又取决于机柜的输入电量，以及清除机柜内设备产生的热量所需的制冷量。机柜的结构和布局对散热效率有着重要影响。

此外，机柜的总体观感也是数据中心整体整洁度和专业性的直接反映。如果机柜里的线缆就像是藤蔓一样无序交错在一起，留给客户、投资者、高管和外访者的一定不是好印象。（请参见图 1）

图 1
机柜拥挤状况的困境



新的发展方向，比如虚拟化、高密度刀片服务器以及高效节能，都需要针对机柜内的设备和布线制定和执行综合全面的管理方案。幸运的是，**新型机柜设计和尺寸为管理这种多需求的新型数据中心环境提供了必要的灵活性和空间。**本白皮书将介绍如何采取五个关键步骤，通过改进机柜的内部布局，延长机柜的正常工作时间、提高效率并改善整体观感。

> 是否是自行布线？

有些数据中心会安排内部工作人员来完成机柜内的线缆布线工作。还有些则要求供应商来执行线缆安装和敷设。结构复杂的线缆布线项目，其工作量非常大，供应商在机柜内布线方面具有更高的技术水平。用户工作人员的主要工作则可能是侧重于机柜的维护以及安装后的运行管理。

大多数情况下，高密度机柜配置模式大致分为两种。第一种是部署 1U / 2U 服务器的机柜。第二种是部署刀片服务器的机柜。

针对搭载 1U / 2U 服务器的第一种机柜配置模式，数据中心人员必须要面对许多的线缆管理工作。此类机柜可以搭载多达 40 台的服务器。现阶段的一些服务器，如果进行最高密度配置，可能每

第 1 步： 规划更高密度部署

台上面会有多达 10 个网络数据端口。这类服务器大部分需要使用两根网络线缆和两根电源线。刀片服务器，由于其对输入电源需求较大，因此需要配置一台大型机架安装式配电条。同时，由于刀片服务器会用到许多需要从机柜后面接入的热插拔模块，因此要务必确保机柜背面接入畅通无阻。

在部署刀片服务器或开展虚拟化之前，首先需要进行评估以选择合适的机柜。在进行规划时，数据中心机柜是否适合支持高密度部署是首当其冲要考虑的问题。

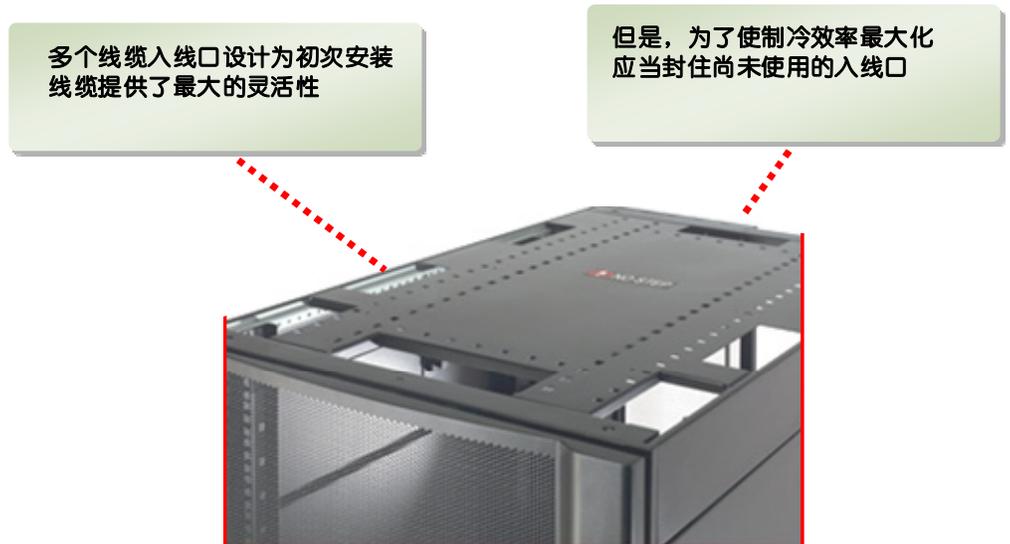


图 2

可用的机柜进线口对高密度部署至关重要

高密度机柜应该提供以下条件

- 前后门上的通风面积至少达到 60%
- 机柜背面至少有两个线缆进线口是用来敷设竖向的进线（参见图 2）
- 标准机架的进线口总面积应至少达到 22,580 平方毫米（35 平方英寸），高密度网络化应用应至少达到 45,161 平方毫米（70 平方英寸）
- 能够用于行级制冷解决方案（如果每机柜的密度预计达到 10 kW 及以上，应考虑使用这种解决方案）
- 机柜的正面应当可以密闭起来以隔离回风通道（即，支持使用盲板）
- 能够与周围其它机柜连接
- 应提供侧板以防止相邻柜体之间的气流出现混合
- 机柜的背面可以安装多条垂直安装的机架式配电条

垂直安装的PDU
使气流畅通无阻

开放式空间，
便于维护



图 3

垂直安装的机架式配电条对
电力线缆进行管理

前几代的机柜柜门一般也都有通风孔，但通常不支持高级线缆管理选项、气流管理和配电。新一代机柜则能够适应更高密度的供电和制冷解决方案。

第 2 步： 计算机柜供电 需求

用户用来确定每个机柜的最大电源需求有以下两种方法：

1. 估计算机柜内设备的用电量。这种方法一般用于极高电力负载工况，比如企业级服务器、刀片服务器或高速网络设备。设备铭牌上的额定值有时可能会造成误导。施耐德电气旗下APC提供的用电量估算工具可以帮助确定更精确的读数（[点击此处](#)了解详情）。需要注意的是，IT设备一般需要专属配电。
2. 在数据中心总用电量的基础上估算机柜的最大用电量。比如，如果数据中心向IT负载输电 1 MW，而IT负载包含 100 个机柜，那么大部分机架的最大用电量估计在 10 kW左右。这样计算起来非常容易。这种方式常用于复杂多样的计算环境以及具体IT设备难以预测的情况。用户通过在接近最大用电量的机柜内限制安装服务器来管理环境。请使用施耐德电气Trade-Off Too™权衡工具中的[数据中心功率计算器](#)，帮助计算数据中心的供电需求。

>使用彩色线缆

机柜内基本上都是使用黑色电源线和彩色数据线缆。关于线缆颜色与线缆功能之间的相关性，目前还没有制定统一的标准。但是，使用彩色线缆可以简化机柜内设备的管理工作。比如，橙色线缆表示网络通信线缆，灰色线缆代表管理系统线缆，绿色线缆代表冗余网络线缆，红色线缆代表的是关键系统的供电线缆。



左侧为电源线

右侧为数据线缆

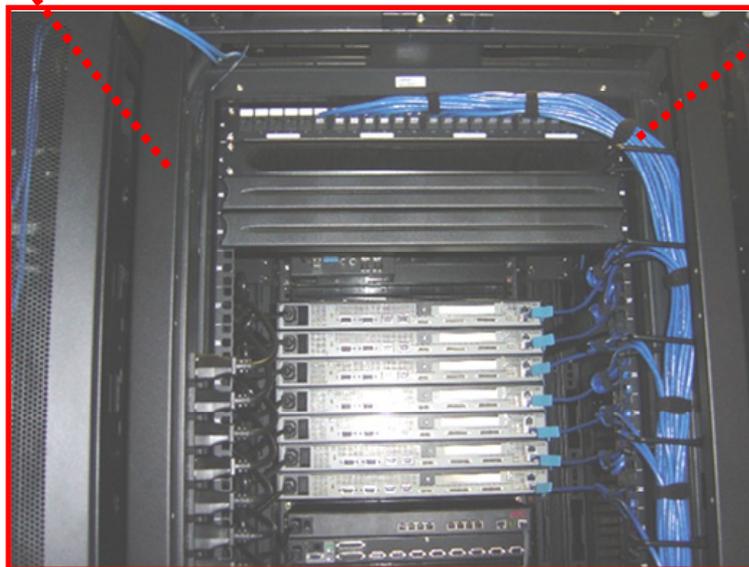


图 4

电源线和数据线缆标准
布线示例



资源链接

第 29 号白皮书

高密度的机柜供电可选方案

无论选择哪种估算方式，估算出的供电需求都将决定机柜所需的输入电源线和插头配置（请参见第 29 号白皮书《高密度的机柜供电可选方案》，了解不同输入电源线各自的优缺点）。

所有配电条都应当具备测量支路断路器的输入电流的功能。这样用户可以确定电路是否接近最大容量或者断路器是否临近跳闸。容量管理软件，比如施耐德电气旗下 APC 的容量管理器，可以提供机柜数据以跟踪 IT 资产和可用空间以及供电情况。

机柜内配电

在选择机架式配电条时，用户可以选择单个大型的配电条也可以选择多个小型的配电条。如果为每个机柜选用一个大型的配电条（如 10kW），那么配电条的安装总量会比较少。但是，每条输入线缆的尺寸会比较大并且机架式配电条可能需要安装内部断路器，因此整个规模会比较大。但如果为每个机柜选用多个小型的配电条，那么可能会占用更多的机柜背后空间，同时也会用到垂直理线架。5.7kW 以下的机架式配电条对中低密度机柜来说是一个不错的选择。

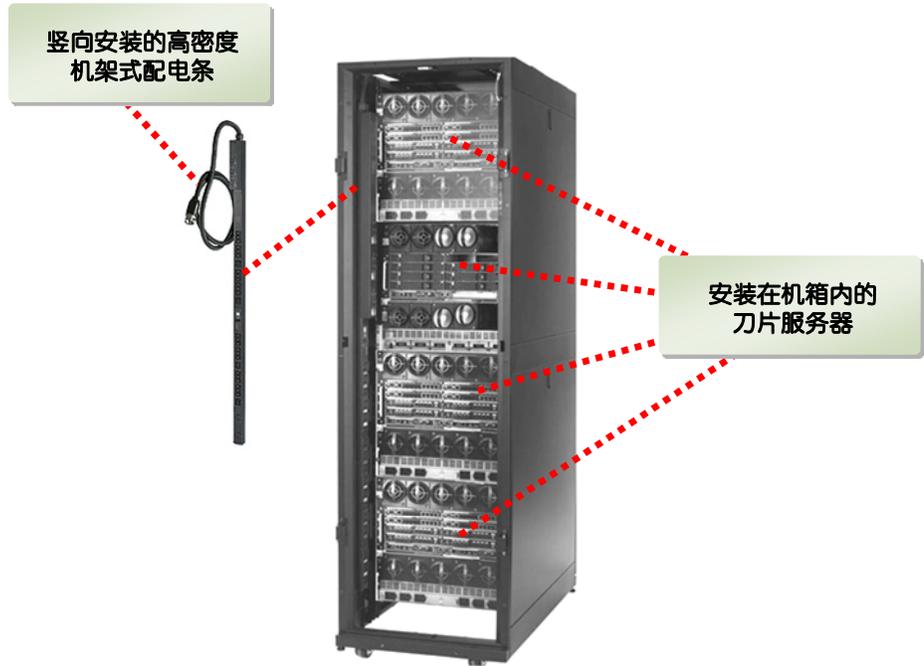


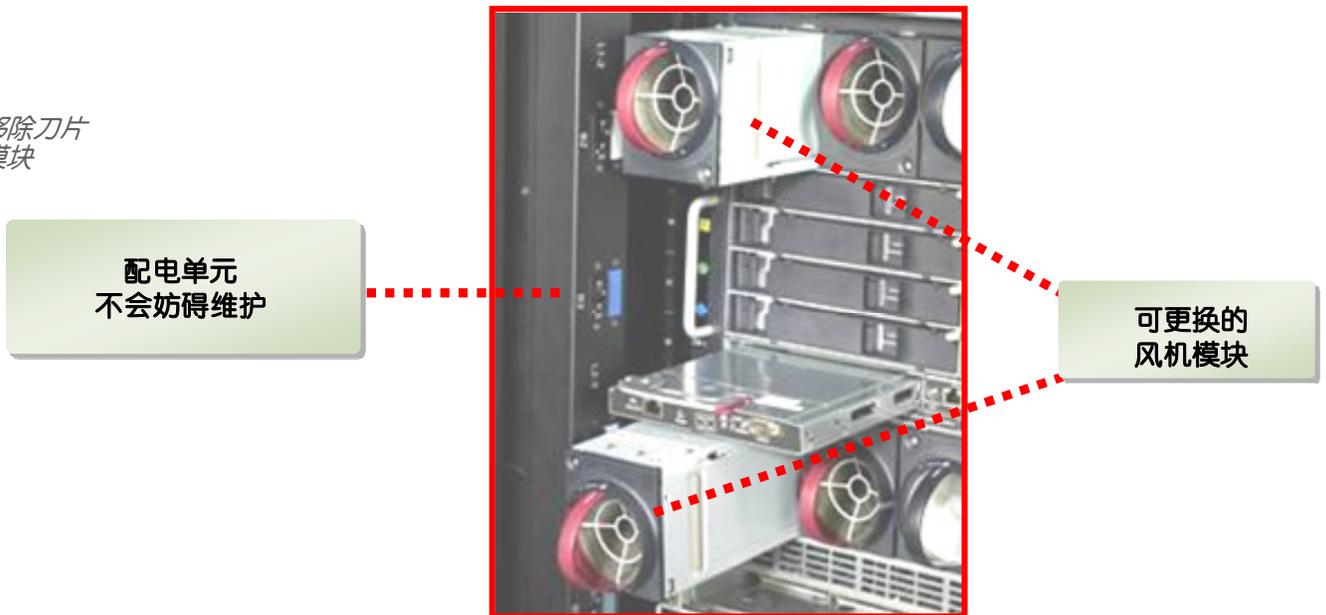
图 5

具有四个刀片服务器机笼和高功率密度机架式配电条的机柜

如果用户选择配置冗余电源并选用 2N 供电系统，机柜内的空间管理将显得更为重要。比如，2N 供电系统需要两个垂直机架式配电条，并且每台服务器的电源线都需要配置双份。

图 6

从机柜后部移除刀片服务器风扇模块



刀片服务器

刀片服务器一般需要使用高功率容量的高密度机架式配电条，但是用到的插座较少。一个带有四个最新刀片服务器机笼的机柜，其耗电量达到 20 kW，但只需要 12 个插座。

刀片服务器机笼的前面和后面要求留有一定的空隙便于增减组件的操作。比如，在机箱背面安装或更换风机模块、电源模块和管理模块时，就时常透过机柜背面留出的维护空隙进行操作（请参见图 6）。也就是说，选定的机柜和机架式配电条必须为这些组件留出空隙。

虚拟化

与传统数据中心环境相比，虚拟化服务器环境需要更高的功率密度并且负载变化不定。当服务器虚拟化后，每台服务器的耗电量将随着负载的增减而相应变化。在过去，机柜耗电量只有在机柜内添加新的服务器时才会变化，但是在动态的虚拟化环境里，即使没有发生物理变化，耗电也可能会增加。

由于虚拟化使每台服务器的性能和效率都达到最大，同时每台服务器几乎都可能接近峰值状态运行，因此功率密度会随之上升。也因而，对每台服务器的功率监控变得越来越重要。

>单路供电和双路供电

与单路供电机柜相比，双路供电需要双倍的机架式配电条。如果采用双路供电，两个机架式配电条要安装在机柜背面的同一侧，另一侧则用来进行线缆管理。配电条最好能够满足机柜内所有设备的供电需求和插座使用数量。如果要求配置 2N 冗余，则需要两个机架式配电条。如果还有更高的冗余配置要求，最好选用加深机柜以便容纳更多的配电条并且所有机架式配电条都要求安装在机柜的同一侧。

第 3 步： 选择正确的 机柜尺寸

如今，最为常用的机柜尺寸为 600 mm (24 in) 宽，1070 mm (42 in) 深和 42U 高。这种机柜之所以备受青睐，是因为它的宽度与标准数据中心地砖的宽度相同且深度也非常适合布置数据中心机柜内的热/冷风道。同时，其外部尺寸也便于在数据中心的部署机柜。

表 1

按功率密度范围推荐使用的机柜尺寸

功率密度范围	应用	推荐机柜尺寸
2 ~ 5 kW /机柜	1U/2U 服务器，混合环境	600 mm (24 in) by 1070 mm (42 in)
5 ~ 8 kW /机柜	1U/2U 服务器，混合环境	600 mm (24 in) by 1070 mm (42 in)
8 ~ 15 kW /机柜	2U/4U 虚拟化服务器，刀片服务器	750 mm (30 in) by 1070 mm (42 in) 或 600 mm (24 in) by 1070 mm (42 in)
16 kW 以上 /机柜	刀片服务器	750 mm (30 in) by 1070 mm (42 in) 或 600 mm (24 in) by 1070 mm (42 in)
2 ~ 16 kW 及以上	高密度网络设备	750 mm (30 in) by 1070 mm (42 in)

此类机柜的尺寸经过恰当设计，可以有效保护并支持中等密度的 IT 设备。但是，在高密度机柜（5 kW 及以上）应用中，它并非最佳选择，因为高密度配电条和增加的线缆负载会使机柜内显得过于拥挤混乱（请参见表 1）。

标准机柜支持的密度可达到 8 kW。对于高密度环境来说，需要使用宽度大于 600 mm (24 in) 或深度大于 1070 mm (42 in) 的机柜，以便为增加的数据线缆和电源线提供更多敷设空间。网络化应用通常会选择加宽机柜，同时如今的高密度服务器应用也将其作为常规的选择方案。总体

来说，加宽机柜可以为设备和线缆提供最好的布局灵活性。对于平面布局较为独特的数据中心，加深机柜比加宽机柜更合用或者需要使用两台以上的配电条时，也可以选择加深机柜。

加宽机柜的宽度一般为 750 mm。750 mm (30 in) 宽的加宽机柜每一边可以提供 152mm (6 in) 的额外空间，可用来安装竖向电源插线板以便更好的管理线缆。在传统 600 mm (24 in) 标宽机柜里，较深的服务器往往会对气流流动形成阻碍。拥挤的空间还会影响可用性并且为线缆布线造成困难。加宽机柜可以解决所有这些问题，不但可以提供充分的维护空间还可以让废热路径更加通常通畅。

深 1200 mm (48 in) 的加深机柜与传统 1070 mm (40-42 in) 深的标准机柜相比可以起到与加宽机柜相同的作用，也可以在机柜背面提供更多空间以便安装多台机架式配电条并且简化线缆管理。如果数据中心规定采用宽为 600 mm (24 in) 的标宽机柜，同时又需要更多的内部空间，便可以考虑采用 1200 mm (48 in) 的加深机柜。

使用大号机柜的缺点是它需要占用更多的数据中心面积。但是，高效的室内设计可以让数据中心充分利用所有机柜空间，使机柜的垂直空间发挥最大作用。此外，如果是对空间限制不高的虚拟化项目或纯刀片服务器安装，也可以考虑使用大号机柜。

在规划机柜内的线缆布线时，首先应确定线缆从机柜的顶部还是底部进线。如果从顶部进线，需要仔细考虑机柜顶部进线口的位置以及它们与垂直线缆槽之间的距离。如果从底部进线，则需要考虑底部是否存在可能干扰线缆进线路径的障碍物（比如安装在机柜底部的大型设备）。

如果线缆从机柜底部进线，那么线缆很可能被敷设在高架地板下。用户不能看到线缆另一端的位置，这样后期的移动或变更会较为困难。如果线缆从机柜顶部进线，高架线缆更易于跟踪线缆走向和进行变更。

管理高密度环境内线缆最有效的办法是使用机柜行专属的集线器或交换机来敷设线缆。这些装置一般安装在机柜的顶部或底部。集线器或交换机的一端连接负责数据中心这一区域的核心交换机或路由器。核心交换机一般安装在另一个机柜里。这种方法非常有效，因为它将机柜内的线缆布线与数据中心其余线缆分开。

第 4 步： 实施智能化的 线缆管理

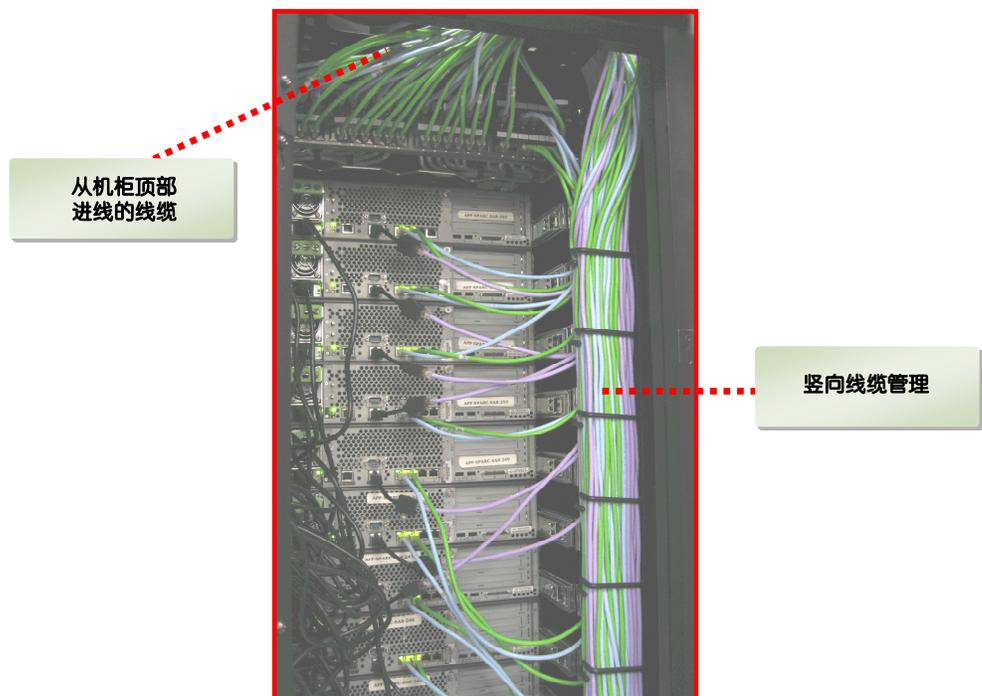


图 7
带有整齐的垂直线缆管理和
配电条的机柜

集线器和 IT 设备之间由不同长度的接插线连接。从集线器或设备到机柜侧板的线缆采用水平敷设，机柜侧板上的线缆采用垂直理线架（请参见图 7）。由于大多数 IT 组件在背面设计有网络线缆终端，线缆都从机柜背面走线。

用户通常将数据线缆捆束整理至机柜背面右侧，将供电线缆敷设在机柜背面左侧。当所有服务器机柜都采用相似标准时，机柜管理会更加方便。此外，还应注意计算垂直理线架的总量，确保机柜内有足够空间。

此外，线缆管理配件也需要进行考量以便适应空间限制和合适的线缆弯曲半径（防止线缆内部出现损坏）。如果使用的是较粗的 6 类或 6A 类线缆，这点尤其重要。请参见第 137 号应用说明《NetShelter SX 线缆管理指南》里的线缆选型表，了解如何选择线缆布线配件。

（http://www.apcc.com/prod_docs/results.cfm?DocType=App%20Note&Query_Type=10）。

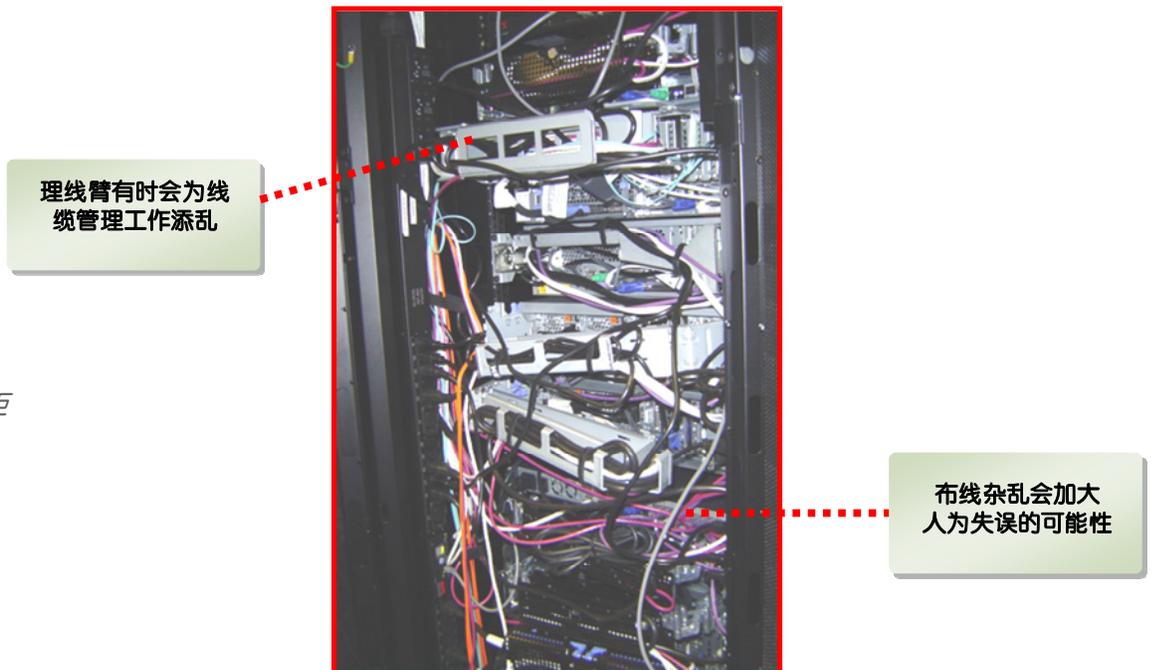


图 8

带水平线缆管理混乱的机柜

如果机柜内部署光纤线缆，用户可能需要在机柜背面安装光纤线轴以卷绕光纤。假设既需要线轴又需要垂直理线架，如果要敷设较多的光纤和铜质线缆则应当选择加宽或加深机柜。

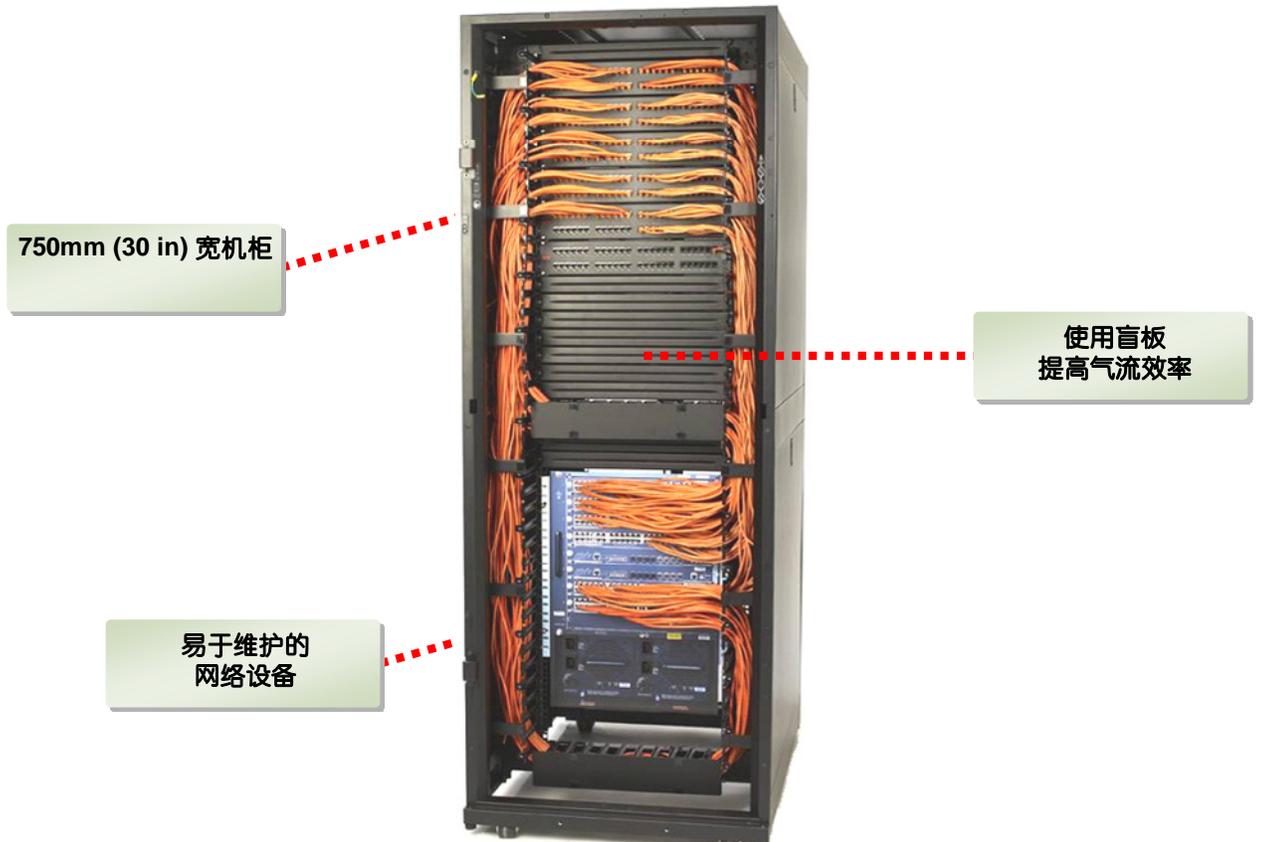
如果线缆过长，可以在每台服务器的背面使用理线臂来帮助保护和支撑线缆。但是，理线臂也有缺点。它们可能会对机柜背面的机架式配电条构成干扰，还可能每在每台服务器的出风区域形成“气坝”阻碍服务器的出风路径。（请参见图 8）

网络机柜

网络机柜通常由一到两个交换机将线缆配送到每台服务器机柜内。这些网络机柜比标准机柜更宽，并且由于需要捆束大量的线缆，而特别要用到理线架。这些机柜内的交换机带有可从正面拆除的配件，比如风机托盘。因此，线缆不能挡住交换机的正面。此外，交换机通常采用侧向通风制冷而不是前后通风制冷，因此机柜必须能够将冷风送达交换机的侧面。请参见第 50 号白皮书《侧向气流机架设备的冷却方案》了解详情。

资源链接
第 50 号白皮书
侧向气流机架设备的冷却方案

图 9
高密度建网应用



第 5 步： 线缆管理实现 高效制冷

大多数机柜内安装的服务器从机柜的正面吸入冷风，再从机柜背面排出热风。这要求机柜的前后门必须开有通风孔。对于高密度环境，机柜门上通风孔的比例应占到门表面面积的 60%。

机柜正面的开口必须采取措施封住以防止吸入排出的热风。一个简单的办法是安装气流管理盲板将所有未使用的机柜空间盖住（请参见图 9）。气流管理盲板无需工具即可快速轻松的安装。此外，许多机柜配有进线口或其它装置已将线缆从机柜正面引到机柜背面。

如果不使用这些气流管理装置，那么热风有可能进入机柜并在机柜内混合。线缆进线口必须紧挨挡板或垫圈，以便使高密度环境内的送回风达到最佳效果。

图 10

采用热通道气流遏制系统的
close-coupled™ 紧靠热源的制
冷



一些网络设备组件（比如路由器和交换机）采用热冷风两侧通风的制冷模式。这需要特殊设备来解决这种模式下会遇到的问题。风机辅助模块可以从正面吸纳冷风然后将冷风送到侧边位置，此外还有其它一些装置，比如特制的风管组件，也可以执行这一功能。

机柜的功率密度高于 5 kW 时，可以使用机房空调制冷也可以使用热通道遏制系统制冷（参见图 10）。热通道遏制系统对于低密度机柜也非常奏效，因为低密度区域实际上最需要热风进行遏制。机柜离空调机组越远，热风逃逸得越多，越容易与冷风混合到一起，会对数据中心的总体效率产生负面影响。请参见第 130 号白皮书《数据中心行级和机柜级制冷架构的优势》了解详情。

高密度制冷（5 kW 及以上）通常选用“close-coupled™”紧靠热源的制冷系统。紧靠热源是指将制冷源安装在尽量紧靠机柜内服务器的位置，可以按行也可以按机柜安装。事实上，热通道遏制区域（包括门和天花板）内可以包含多行机柜以便更好的控制气温和热风的排放。关于紧靠热源的制冷的选择指导请参见 TradeOff Tool™ 权衡工具中的数据中心 InRow™ [气流遏制系统选择器](#)。

资源链接
第 130 号白皮书
数据中心行级和机柜级制冷架构
的优势



结论

利用本文介绍的五个基本步骤，可以在数据中心机柜内轻松部署更多的设备、供电和制冷系统。在机柜内规划和管理设备和线缆布线可以帮助提高效率（减少耗电），适应高密度环境（提高正常运行时间，以及每平方米实现更高的效率），同时对数据中心的整体观感也有所提升。

在部署过程中让物理基础设施/机柜制造商参与其中将会有所帮助，特别是在电源、制冷和线缆选型方面。



关于作者

Joe Kramer 是施耐德电气旗下的关键电源和制冷服务业务部门机架和配电产品部的总经理。Joe 在数据中心基础设施领域拥有 15 年丰富的经验，其中 11 年在施耐德电气旗下 APC 从事机柜和配电产品设计工作。在加入施耐德电气之前，Joe 曾供职于东芝公司和 Systems Enhancement 公司，拥有密苏里州大学（University of Missouri）电气工程学士学位。



点击图标打开相应
参考资源链接



高密度的机柜供电可选方案

第 29 号白皮书



侧向气流机架设备的冷却方案

第 50 号白皮书



数据中心行级和机柜级制冷架构的优势

第 130 号白皮书



浏览所有 白皮书

whitepapers.apc.com



数据中心功率选型计算器

权衡工具 1



数据中心 InRow™ 气流遏制系统选择器

权衡工具 10



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