

部署小型服务器机房和微型数据中心的可行方案

第 174 号白皮书

版本 1

作者 Victor Avelar

摘要

小型服务器机房和分支机构办公地点通常杂乱无章、不安全、温度较高、无人监控且空间受限。这些因素可能导致系统宕机，或者至少会导致引起管理人员注意的“险肇事件”。实际经历这些事件后，会发现其实有一些有效的方法，可以提高小型服务器机房和分支机构内 IT 运行的可用性。本白皮书讨论了如何切实改善供电、制冷、机柜、物理安全、监控和照明等方面，并将高达 10kW IT 负载的小型服务器机房和分支机构作为讨论重点。

简介

小型企业或分支机构通常将 IT 设备部署在狭窄房间内、机柜里甚至办公室区域。无论是小型企业主或是分支机构经理，他们对这一现象的解释通常是“我们只有寥寥几台 IT 设备，所以就直接放在这里了。”同样，对于较大型企业而言，如果 IT 设备故障造成的危险程度较低时，该理由通常也被认为是合乎情理。但是，随着企业规模不断扩大，对 IT 的依赖性将日益增加，因而对 IT 设备的宕机也越来越敏感。

一个对某小型食品经销商采访的案例证实了这种敏感性。随着该食品经销商客户的不断增加，他们意识到没有 IT 系统的支持根本无法准时、精确地完成订单。这些系统宕机不仅会中断销售计划，甚至还会导致餐馆要等到最后时刻才能下单。只要有几次无法按时交付，餐馆就会寻找新的经销商。下列是该研究所发现的一些系统宕机示例：

- 错误地拔掉服务器电源。IT 管理人员误以为将正确的电源线连接到塔式服务器。交错的电源和网络布线，大大增加了这种错误的可能性。后来，双电源成为关键 IT 设备的标准配置，以避免这种人为失误。
- 由于室温过高导致偶发设备故障或重启。
- 高温导致的服务器错误致使系统强制关机。
- 短暂的断电过程导致少量 IT 设备关闭。后来才发现设备一直未接通已安装的 UPS 电源。最可能的原因是机柜后的布线杂乱无章。
- 清洁工拔掉服务器电源，插到吸尘器上。
- 停电造成一个分支机构 IT 机柜的所有系统宕机，IT 管理人员到达后才发现 UPS 已经持续发出信号，提示必须更换损坏的电池。

微型数据中心可以解决以上以及其它问题。微型数据中心是一个独立的安全计算环境，包括所有的存储、处理和所需的网络以运行客户的应用。它通常以一个单体柜来运输，而且包括所有必须的供电、制冷、安防以及相关的管理工具（DCIM）。微型数据中心是在工厂中完成组装和测试的。它们的 IT 负载范围为 1-100kW。微型数据中心的益处在于能够按需扩容、缩短计算延迟以及降低导致整个数据中心宕机的风险（比如：单点故障）。与离散式 IT 架构类似，如果在将来需要更多的容量，可以通过添加微型数据中心来实现。标准化这些微型数据中心的更多益处包括缩短部署时间、简化管理以及降低运维和投资成本

使微型数据中心成为可能的一些趋势包括：

- 压缩 – 云架构下的 IT 设备虚拟化使通常需要 10 个 IT 机柜变成了现在只需要一个。
- IT 的整合与集成 – 服务器、存储、网络设备以及软件都在工厂进行集成实现“开箱即用”的体验
- 缩短延迟 – 缩短集中式数据中心（比如：云）与应用之间延迟的欲望、业务需求或甚至至关重要的需求日益强烈。
- 部署速度 – 获得竞争优势或确保业务
- 成本 – 在很多情况下，微型数据中心能够通过“既定成本”降低配电（比如：开关柜）与制冷（比如：冷水机）的成本，与新建数据中心相比，可节省大量集中的投资成本。

微型数据中心当前被用于满足实时或近于实时应用的数据处理需求。例如，工厂自动化（比如：机器人），与工业自动化（比如：起重机）。一些应用要求通过网络集线器进行现场数据处理，比如：石油与天然气的开采、建筑工地以及大型采矿场。微型数据中心为大容量的应用提供了分布式网络。欲了解关于微型数据中心的更多信息，请参阅第 223 号白皮书 [《微型数据中心成本优势》](#)。

对于许多企业尤其是小型企业而言，需要经历一次宕机事件或一系列险肇事件才会最终通过投资来提高 IT 设备运行的有效性。在许多情况下，这会推动新的 IT 升级项目。升级项目是评估支持 IT 系统所需物理基础设施的最佳机会，但是，研究表明，IT 经理通常没有时间来研究并确定合适

的解决方案。本白皮书旨在打破这种时间约束，并总结如何最切实地改进小型服务器机房和微型数据中心内高达 10kW IT 负载的供电、制冷、机柜、物理安全、监控和照明等方面。接下来的两节内容提供了有关各支持系统的指南，并描述了配置工具如何节省配置和订购物理基础设施解决方案所需时间。

支持系统

本章节总结了应用这些物理基础设施子系统的最佳实践：

- 电源
- 制冷
- 机柜
- 物理安全
- 监控
- 照明

电源

小型服务器机房的电源包括 UPS 和配电系统。该应用的 UPS 系统通常为在线互动和双转换式，分别可承载高达 5KVA 及以上负载。应注意容量约大于 2,200VA 的 UPS 不能插入 5-20 插座（即家用插座）。例如，3kVA 的系统通常需要 L5-30 插座，而 5kVA 的系统则需要 L6-30 插座。此处“L”代表“锁式”插头，第一个数字表示电压，第二个数字表示额定电流。容量约大于 6kVA 的 UPS 系 247 配电盘进行硬接线。安装新插座或进行硬接线需要寻找电气承包商。如果无法找到电气承包商，另一种替代方法是使用多个低容量的 UPS 系统。欲了解关于 UPS 拓扑结构的更多信息，请参阅第 1 号白皮书 [《不同类型的 UPS 系统》](#)。

配电有两种基本的方法：

- 将 IT 设备插入 UPS 后端的插座
- 把 IT 设备插入机架式配电单元（机架式 PDU），该机架式 PDU 插入 UPS。该方法要求 IT 设备安装在机柜上。

当与机柜共同使用时，如图 1 所示，由于电源线无需相互交错，线缆管理变得简单且更有条理。另一优点在于，机柜后端无线缆缠绕，可改善前后气流循环，从而冷却 IT 设备。当需要对插座进行远程管理时，部分机柜 PDU 需具备测量功能，且配置用于切换的插座从而远程重启被挂起的服务器。



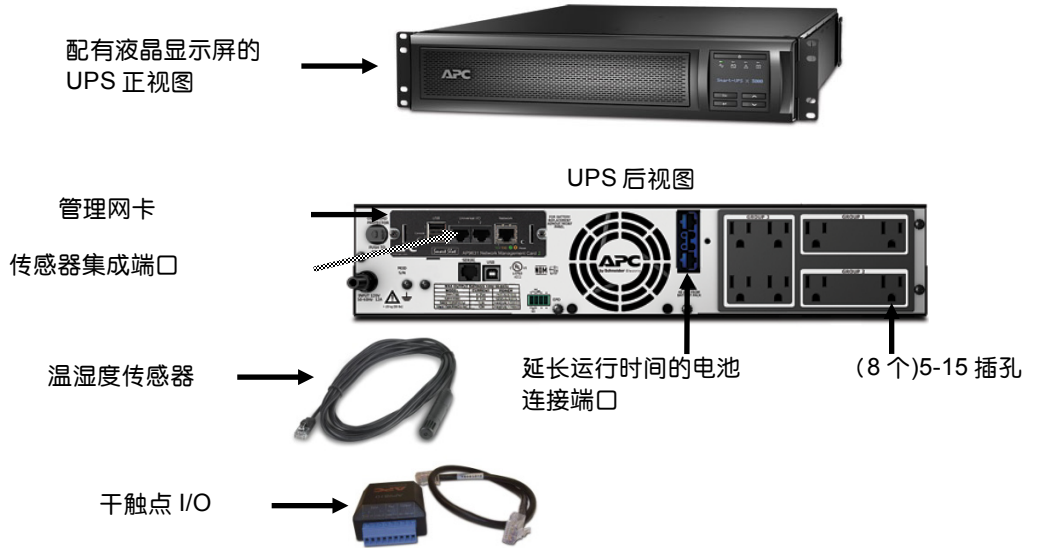
图 1

安装在机柜中的配电单元

建议将冗余式 UPS 系统用于关键的双线连接设备，如服务器和域控制器。确保冗余电线插入独立的 UPS 或机架式 PDU 中。如果各 UPS 插入单独的电路中，且各电路均由独立的断路器供电，则可提高系统稳定性。建议使用配有集成网络管理网卡的 UPS 系统，因为该 UPS 系统可实现关键的远程 UPS 监控，比如电池电量低、电池损坏、电池供电、过载、低运行时间等。可通过电子邮件或 HP Openview 等网络管理系统发送警报，也可通过相同的管理卡进行环境监控。至少需要一个温度传感器跟踪机柜或 IT 设备前端的送风温度。其他传感器包括可测量湿度的探头。如需进入服务器机房，则需安装干触点 I/O 传感器，以便在服务器机房门被打开时告知管理员。其他的干触点传感器还包括水探测器。图 2 所示为具有这些功能的 UPS 示例。

图 2

图例为可插入 5-15 插座且装有集成管理网卡 1,500VA UPS
(点击图片获取更多信息)



制冷

美国采暖、制冷与空调工程师技术委员会 (ASHRAE) TC9.9 公布了 IT 设备的推荐和容许工作温度，旨在提供更好的指导以确保设备的可靠性和性能，同时将冷却系统的效率最大化。2011 年发布的关于分类 1 设备的《ASHRAE 热指南》数值 (见表 1)。

表 1

ASHRAE TC9.9 中的工作温度限值

工作温度	温度范围
推荐温度	64.4-80.6°F (18-27°C)
容许温度	59-89.6°F (15-32°C)

小型机房或办公区域有五种不同的散热方式，分别是：

热传导：热量从四周墙壁传走

被动式通风：热量通过无风机的排风口或格栅流入冷却器

风机辅助通风：热量通过有风机的排风口或格栅流入冷却器

舒适性制冷：热量由楼宇的舒适性制冷系统排除

专用制冷：热量由专用空调排除

上述五种方式在性能、限制因素和成本方面各不相同。最佳的制冷解决方案很大程度上取决于 IT 设备的位置及其 IT 负载的大小 (kW)。以下是需要回答的三个基本问题：

1. 相邻房间内是否装有空调能够持续维持目标温度？
2. 房间的墙壁、吊顶或地板是否具有较大得热量？（如：外墙由于太阳直射得热）
3. 室内设备消耗的功率是多少？

>楼宇舒适性制冷系统

在理想情况下，楼宇的舒适性制冷系统能够全年冷却 IT 设备，但实际上，在温度较低的天气条件下，当加热系统开启而空调关闭时，情况并非如此。此外，服务器机房或 IT 机柜很少受自身恒温器控制，因此通过降低区域温度来帮助冷却过热 IT 设备将会对周围区域内的人员产生不良影响。

对于位于气候温暖地区的楼宇，问题 1 的答案很可能为“否”，因为楼宇的空调系统一般会在周末和假期设置成较高温度，以节约能源。如果是这种情况，建议使用专用的制冷系统。但是，如果答案为“是”，则转至问题 2。如果问题 2 的答案为“是”，则建议使用专用的制冷系统；如果答案为“否”，则转至问题 3。

根据问题 3 的答案，所建议的制冷方案有 4 种。如果 IT 负载小于 400 瓦，则采用热传导制冷绰绰有余，无需其它制冷装置。如果 IT 负载为 400~700 瓦，则只有当房间能够安装排风口时，被动式通风才能充分发挥作用。有时若门或窗为指定防火等级，则不可能出现该情况。如果 IT 负载是 700~2000 瓦，风机辅助通风就足够了，但前提同样是房间能够安装排风口。如果 IT 负载超过 2000 瓦，建议采用专用的制冷系统。

专用制冷解决方案包括当存在回风通道时（如吊顶），可使用一体型风冷机组（图 3）。如果可以连接楼宇的冷冻水、冷凝水或乙二醇回路，则可采用利用其中一种冷却流体的专用制冷系统（图 4）。如果外墙或屋顶与 IT 机房的距离在 100 英尺（30m）以内，建议采用风冷系统。

图 3

一体型风冷冷却机组示例

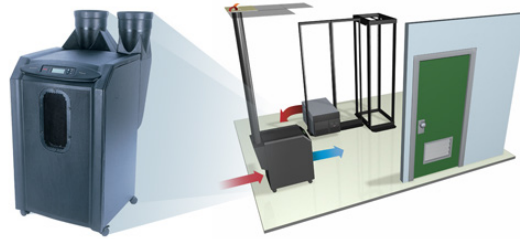


图 4

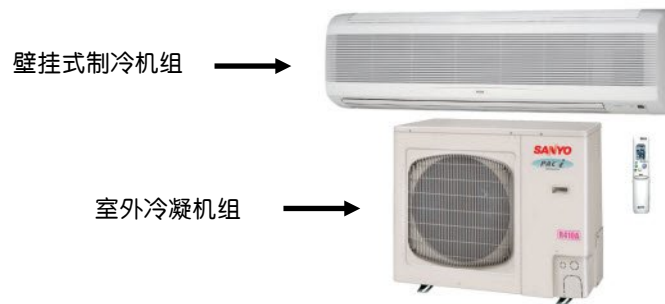
吊顶式冷冻水冷却机组示例



风冷系统包括两大部分：通常挂于墙壁高处的“冷却机组”，以及位于屋顶或楼宇一侧的“冷凝机组”。此类机组需要在墙壁上钻孔，以便铺设制冷管道。尽管使用该方案会受距离限制，但在大部分情况下，其可为机组提供每瓦 0.30 至 0.40 美元的较经济解决方案。根据安装经验，该解决方案的成本与材料成本大致相同，因此总成本约为每瓦 0.60 至 0.80 美元。图 5 为所谓的“小型分体式”系统示例。当距离超过制冷管道限制时，需使用乙二醇冷却系统。小型分体式风冷系统制冷量为 2kW~10kW，是针对小型机房的常用且高效的解决方案。

图 5

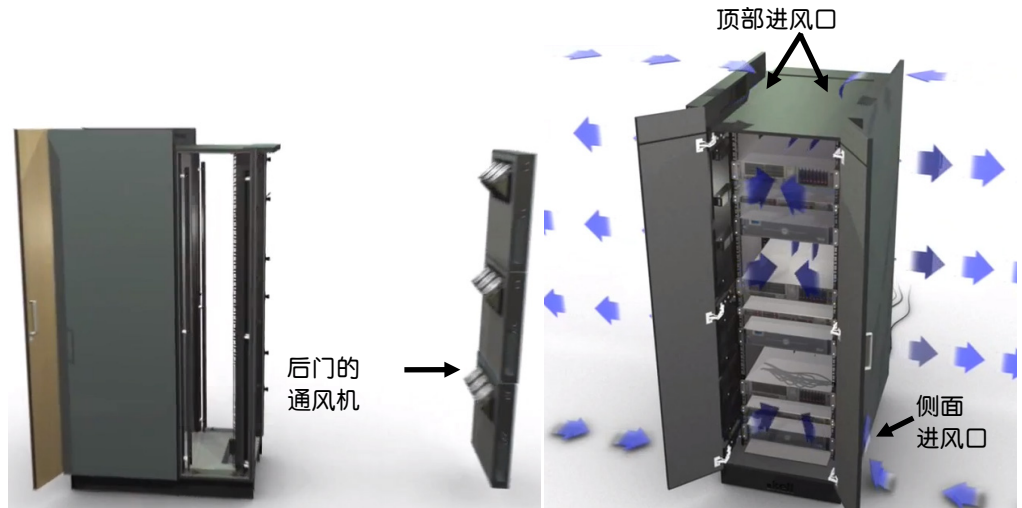
小型分体式空调系统示例



有时只能将 IT 设备放置于已占用的办公空间内，比如分支机构办公区域。在这种情况下，所建议的解决方案是将 IT 设备安装在专门设计了集成通风、降噪和配电功能的安全机柜中。此类机柜能够使功率高达约 4kW 的设备实现通风，这将在后文“机柜”一节中进行讨论。图 6 举例说明了此系统的通风气流。

图 6

办公环境内 IT 机柜的通风
气流示意图



进行可靠制冷的一种最佳实践是在机柜（进风口面向机柜正面）中部署 IT 设备，使用盲板封住未安装设备的间隙。该做法有助于避免设备热宕机，并减少使用容量过大的空调使空间过冷。如果不将设备置于机柜中，通常会出现其中一个服务器的热回风被吹入到另一个服务器的进风口处。

总而言之，IT 设备部署越有序，就越容易通过分离冷热气流来冷却设备。欲了解有关冷却方面的更多信息，请参阅第 68 号白皮书 [《IT 配线间和小型机房的制冷策略》](#)。

机柜

对于小型企业而言，证明机柜额外成本的合理性并非易事，但当该成本支出决策是整个升级项目的一部分时，“做对决策”就变得容易很多。精心设计的机柜可实现可用性、组织性、线缆管理、物理安全、制冷效率、配电简易性和专业化等目的。机柜是 IT 设备的基础结构，其能够实现有序部署，从而在排除故障问题时可减少人为失误。例如，集成配件令线缆管理变得更加容易，使布线不会杂乱无序。可拆卸侧面板同样可提升线缆管理的简易性。

建议采用负载大于 2kW 的机柜，因为它们有助于隔离冷热气流，也就是说，IT 设备可吸入温度较低的冷风（盲板也是改善气流的关键）。若没有侧面板或柜门，机柜就变成无法分离气流的 4 柱机架。但是，如果使用 4 柱机架，同样建议采用盲板。机柜的门锁也能提供物理安全，这对于开放的办公区域或未上锁的服务器机房尤其重要。如果为了冷却房间而故意将门保持敞开，则会存在很大的问题。图 7 显示了配有可拆卸面板的机柜示例。

如制冷一节所述，在开放办公区域内的 IT 设备应该安装在专门设计的具有集成通风、降噪和配电功能的安全机柜中。降噪功能可降低 IT 设备风机的噪声，避免办公室工作人员分心。图 8 为采用降噪设计的机柜图片。通过集成配电，更易于跟踪电源线缆，从而降低拔错线缆的可能性。

图 7

配有可拆卸侧面板的机柜
示例



图 8

内置降噪材料的机柜示例



物理安全

IT 设备的操作需要人来完成，然而研究一致表明，对因事故和失误导致的大部分宕机负有直接责任的都是人为因素——包括操作不当、设备标签错误、物件坠落或溢出以及其它不可预见事故。如果宕机成本显著，则即使对于小型企业或分支机构，物理安全也十分重要。如果宕机成本较高，则必须对服务器机房或机柜门上锁。若某 IT 设备所在空间为关键区域，则建议采用安防摄像机。部分摄像机配有集成环境感知传感器和附加端口，适用于各种传感器类型，包括干触点、烟雾探测器、流体检测仪以及开关门等传感器。集成传感器应该包括温度、湿度和运动检测。

带运动检测的摄像机可自动检测并记录运动，将拍摄到的视频记录与通行或环境警告进行比对，从而快速分析根本原因。例如，一旦未经授权的人员通过开门或运动检测进入时，可通过 SMS 或电子邮件提醒 IT 管理员。摄像机应允许通过智能手机访问查看图像和环境数据。

图 9

集成温度、湿度、露点、气流和运动传感器的单体安防摄像机



监控

小型服务器机房应采用两种监控类型：UPS 监控和环境监控。UPS 监控属于基本监控，其成本在过去几年已大幅下降，因此 UPS 系统应始终采用该方法。对于 IT 团队人员较少的小型企业，以及未配备本地 IT 人员的分支机构，UPS 和环境监控尤其重要。在这种情况下，管理人员能够通过电子邮件远程接收到关键 UPS 警报，如电池供电、电池更换、过载及其它环境事件，包括高温、水位传感器等。图 10 显示了 UPS 网络管理卡的网页示例。

UPS 管理的另一个重要组成部分是能够安全关闭关键服务器操作系统的关机软件。在大多数情况下，UPS 系统附带的软件经常用于显示电压异常，可实现基本的电源监控。除了 UPS 监控，IT 管理人员还应坚持进行环境监控，尤其是在未安装空调的服务器机房内。对 UPS 监控和基本环境监控，建议使用装有管理网卡的 UPS 系统，如图 2 所示。对于更关键的环境，建议至少使用一台具有运动检测功能的安防摄像机，如图 9 所示，在“物理安全”一节中已经讨论过，该摄像机也能够提供更先进的环境监控。确保监控摄像机能够支持智能手机远程监控并通过电子邮件和 SMS 发出警告。

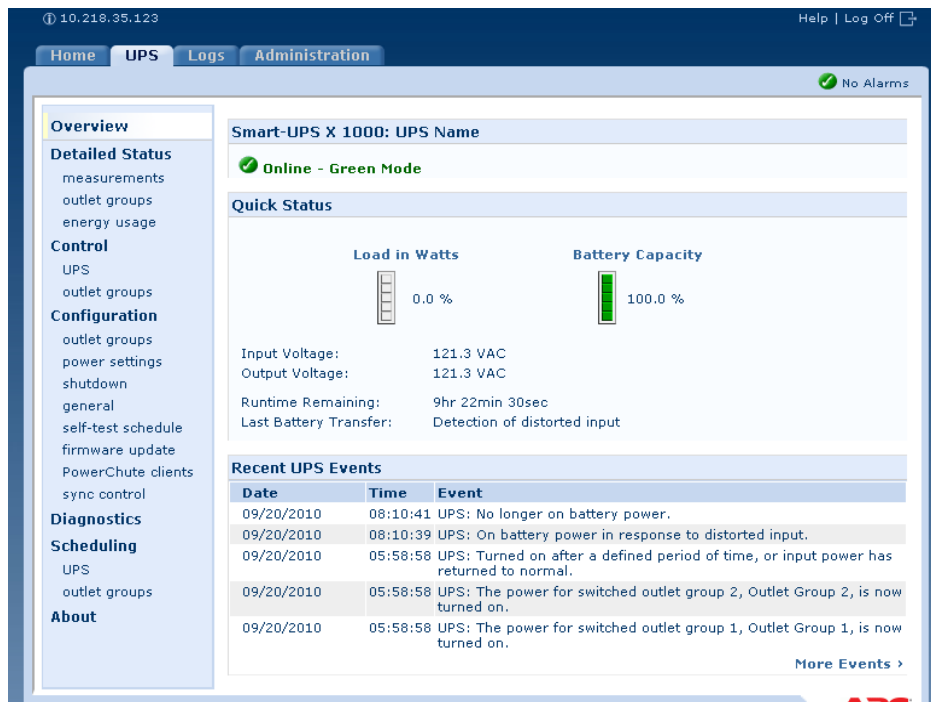


图 10

集成 UPS 网络管理卡的网页示例

照明

在空间较小的环境中，照明一般不列入 IT 设备的计划之内，因此 IT 设备往往最终安装在弱光位置。许多问题都是由于未能看清标签和设备连接而导致的，尤其是当安装在空间狭小的机柜或小型机房内时。即使投入资金安装专门的照明设备，也通常找不到合适的安装位置从而能够清楚地照亮设备。该问题的一个十分有效的解决方案是提供低成本的头灯，免手持即可实现狭窄空间内的 IT 设备的可视性。通常，这种灯悬吊在封闭 IT 机柜内部的挂钩上，以便在需要时可用，同时也不会被无意拿走。图 11 为头灯示例。



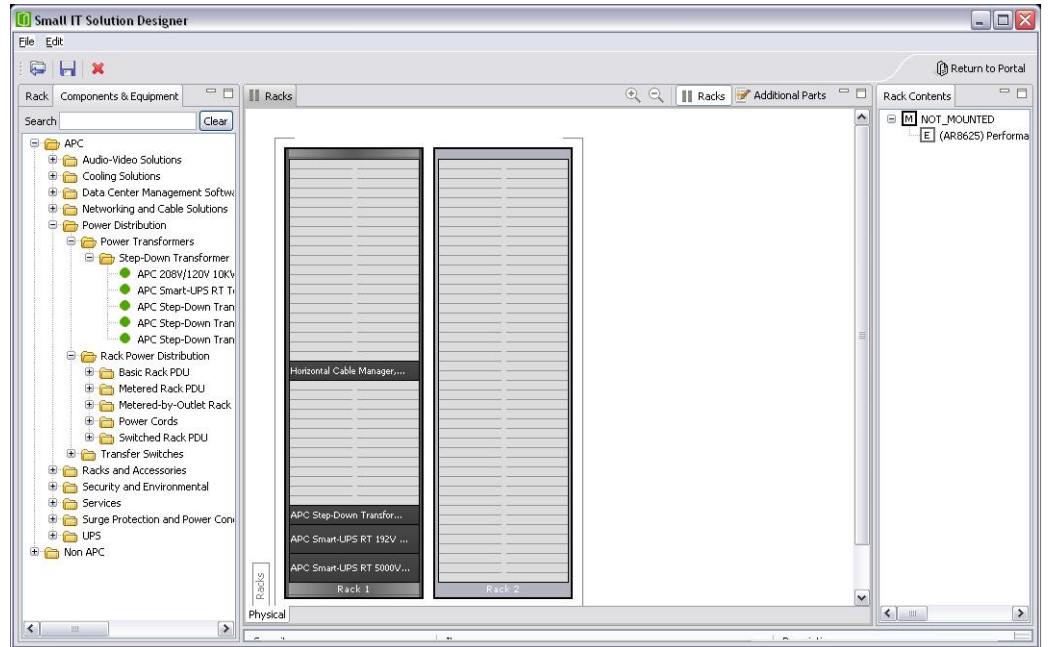
图 11

小型服务器机房或机柜内使用的头灯示例

配置工具

我们的研究表明，IT 经理没有时间研究并确定适当的解决方案。配置工具让 IT 经销商可以从选项菜单中直接挑选，不必研究特定解决方案需使用哪些配件、服务、螺丝和托架等，从而解决了这一难题。分别购买 UPS、机柜、软件、管理卡、服务和保修期延长等无疑需要花费更多时间。考虑到所有部件、服务和保修之间的关联性，配置工具可创建特定解决方案所需的材料清单。通过此类工具下订单后有两种基本的装运方式：每件物品均可独立装箱发运或者与安装在机柜内的各种组件一起发货。选择标准化、预配置的解决方案能够加快发货速度，因为此类解决方案一般存有现货。图 12 显示了配置工具的示例。

图 12
物理基础设施配置工
具的示例



结论


我们与成千上万的小型企业 and 分支机构数据机房的合作经验表明，大多数机房杂乱无章、不安全、温度较高、无人监控，且空间受限。这些情况通常会导致不可避免的宕机和造成不便。该环境下的 IT 经理很少有时间调查研究基础设施的最佳实践。本白皮书旨在打破这种时间约束，并总结如何最切实地改善小型数据机房和微型数据中心内高达 10kW 的 IT 负载的供电、制冷、机柜、物理安全、监控和照明等情况。




关于作者

Victor Avelar 是施耐德电气数据中心科研中心的高级研究员。Victor 致力于数据中心的设计和运营方面的研究。并且通过向客户提供风险评估和设计实践方面的咨询，来优化数据中心环境的可用性和能效。Victor 于 1995 年从伦斯勒理工学院 (Rensselaer Polytechnic Institute) 获得了机械工程学的学士学位，然后在巴布森学院 (Babson College) 获得 MBA 工商管理硕士学位。Victor 是 AFCOM 和美国质量学会的会员。



 [不同类型的 UPS 系统](#)
第 1 号白皮书

 [IT 配线间和小型机房的制冷策略](#)
第 68 号白皮书

 [微型数据中心成本优势](#)
第 223 号白皮书

 [浏览所有
白皮书](#)
whitepapers.apc.com/cn

 [浏览所有
TradeOff Tools™ 权衡工具](#)

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

如果您作为我们的客户需要咨询数据中心项目相关信息：

请与所在地区或行业的施耐德电气销售代表联系，或登录：
www.apc.com/support/contact/index.cfm