

虚拟化与云计算： 优化电源、制冷和管理 使效益最大化

第 118 号白皮书

版本 4

作者 Suzanne Niles
Patrick Donovan

摘要

IT 虚拟化可以说是云计算的引擎，会对数据中心物理基础设施（DCPI）产生巨大的连带影响。由虚拟化导致的更高的功率密度会使任何现有设施的制冷能力面临前所未有的挑战。首先，通过整合物理服务器可以降低总体能耗的同时也会导致数据中心电力使用效率（PUE）变差。其次如果缺乏对机柜级的电源和制冷状况的了解和考虑，那么随时间和位置变化的动态负载也可能加剧宕机的风险。最后，高度虚拟化环境本身的容错性也会改变对物理基础设施冗余等级的要求。本文将讨论虚拟化的特殊影响，以及应对这些挑战的可行的解决方案。

简介

毫无疑问, IT 虚拟化 – 对物理服务器、网络和存储资源的虚拟化 – 已经极大地增加了运算能力的利用和规模。实际上, 虚拟化已经变成驱动云计算的强大的技术引擎。尽管这种技术和服务的交付模型的益处得到认知和理解, 且不断地被加以利用, 但是其本身对数据中心物理基础设施 (DCPI) 的影响却没有得到应有的重视。本文将描述虚拟化对数据中心物理基础设施的影响, 并提供应对这些影响的可行的解决方案。

这些影响中, 绝大多数并不是全新出现的, 而且当前也存在能成功处理这些影响的策略。在本文中 will 涉及到四种 IT 虚拟化的影响和特性:

- 1. 高密度的产生** – 较高的功率密度, 至少在某些机柜中, 很大程度上来自于虚拟化。高密度的区域将会使制冷系统面临挑战, 如果放任不管, 那就可能会威胁到整个数据中心的可靠性。
- 2. IT 负载降低会影响 PUE** – 虚拟化之后, 数据中心的电力使用效率 (PUE) 很可能恶化或者说变差。尽管实际的情况是对物理服务器进行整合可以降低整体的能源使用。如果供电和制冷没有按新的较低的整体负载重新适度规划, 作为衡量物理服务器效率的参数 PUE 就会变差。
- 3. 动态 IT 负载** – 虚拟化的 IT 系统, 特别是高度虚拟化的云计算数据中心, 其负载会因时间和地点的不同而变化。为了保证这类系统的可用性, 最为重要的就是在发生变化之前, 对机柜级电力和制冷系统的健康程度加以考虑。
- 4. 降低对冗余的要求成为可能** – 高度虚拟化的数据中心是按高级别 IT 容错度设计和运营的, 这样就可能降低对物理基础设施冗余度的需求。这种作用可能会对数据中心的规划和投资成本产生巨大的积极的影响。

本文以典型的高度虚拟化环境下的具有动态负载的云计算数据中心为背景, 探究这些特性所产生的影响。文章结尾处的列表提供数据中心虚拟化前后在这些问题上整体以及详细的信息。

高密度的产生

虚拟化可以降低机房内的整体功耗, 与此同时, 虚拟化的服务器也会按组部署和分类, 这种方式会在机房内形成高密度区域, 并可能导致“热区”的产生。由于物理服务器可以按 10:1 或者 20:1, 甚至更高的比例整合, 制冷所面临的挑战会突然加剧。随着物理主机承载越来越多的虚拟主机, 其 CPU (中央处理器) 的使用率也会增加。尽管两者之间并不是呈线性关系, 但是物理主机的功率随着 CPU 的利用率的升高而升高。典型的未虚拟化的服务器的 CPU 的使用率约为 5%-10%。另一方面, 虚拟化的服务器可以达到 50% 或者更高。在 CPU 利用率分别为 5% 和 50% 时, CPU 的功耗变化约为 20%, 取决于具体的服务器。此外, 虚拟机将经常提高对处理器和内存的需求, 相对于未虚拟化的服务器, 这也会进一步提高功耗。大规模的虚拟服务器分组和集群也能导致功率密度大幅提高, 从而导致冷却问题。不仅密度的升高, 虚拟化还会让虚拟机动态迁移, 开机或者关机, 其结果是物理负载因时间和地点不同而变化。动态负载的影响将会在本文后面的章节中继续加以讨论。

冷却高密度机柜阻止形成“热区”的方法

较高的机柜功率密度需要数据中心运营者检查现有的制冷基础设施, 从而得出制冷基础设施是否能够为负载提供足够的冷量。现有几种冷却高密度机柜的方法, 本文中介绍两种最基本的方法。最简单常见的方法是将高密度设备分散地部署在整个数据中心, 而不是将它们放在一个地点。按这种方法分散负载, 没有任何机柜的功率会超过其设计额定功率, 而且制冷的效果也会变得更加易于预测。采用这种策略, 最显而易见的益处就是不需要不是额外的供电和制冷基础设施。但是, 这种方法也存在几个比较大的缺陷, 包括浪费更多的占地空间, 更高的布线成本, 由于不受遏制的气流路径导致的较低的用电效率, 以及机柜内空间的闲置浪费。综上所述, 这种简单的方法可以在满足以下条件时作为一种可行的方法:

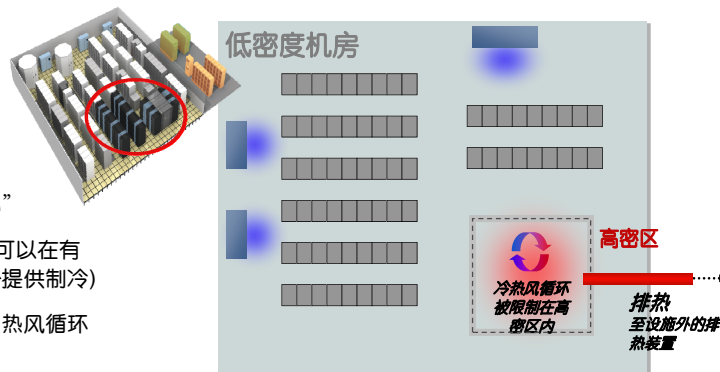
- 虚拟化后的数据中心平均功率密度 (kW/机柜 or watts/平方米机房面积) 等于或小于虚拟化前的平均功率密度 (假设虚拟化前有足够的制冷容量)。
- 数据中心经理对物理服务器以及其所在空间承担完全管理义务。
- 现有机柜内有足够的机柜空间 U 来分散地部署高密度设备。

还有一个更高效的方法可以隔离高密度的设备与低密度的设备，将其封闭在一个单独的区域。这种高密度区包括将高密度的系统整合至一台机柜或者成行机柜。专属的制冷（包括机柜级和行级空调）配合气流遏制系统（包括冷、热通道气流遏制）都可以被用于隔离高密度区，这样就能确保高密度机柜（行）能够在任何时候得到其所需的稳定的制冷。这样做的优势，例如高效地利用空间和高效率，可以达到每台机柜的最高密度。而且，对于需要实现高密度的设备摆放的机构或组织，应更倾向于这种方法。图 1 展示了这种高密度区的概念。

图 1

高密度区是解决现有虚拟化数据中心中高密设备的一种可行方案

- 机房内的高密“岛”
- 具有专属制冷的“微型数据中心”
- 不散热至机房的其它部分 (或许可以在有富余制冷容量时为机房其它部分提供制冷)
- 通过缩短路径和气流遏制，冷、热风循环被限制在高密度区内



高密度区的重要基本特征包括：

- 缩短送回风路径（当不对气流进行遏制时）最小化送回风混合发生的几率，同时使用变速风机减小风机能耗。
- 风机变频调速紧随动态负载随时间地点不同而变化。
- 将机柜成行摆放，将冷风和废热隔离。

利用有专属制冷系统的高密度区将高功率密度的设备隔离能够简化管理，获得更稳定的制冷性能，以及提高能效。除此之外，高密度区产生的热量还是相对独立于机房的其它部分。更进一步，当对气流加以遏制时，高密度区还可能反过来为数据中心的其它区域提供制冷容量。

获取关于独立、隔离的高密度区更详细的信息，请参阅第 134 号白皮书《[在低密度数据中心中部署高密度区域](#)》。获取更多关于各种高密度设备部署方法的信息，请参阅第 46 号白皮书《[超高密度机柜和刀片服务器的冷却策略](#)》。

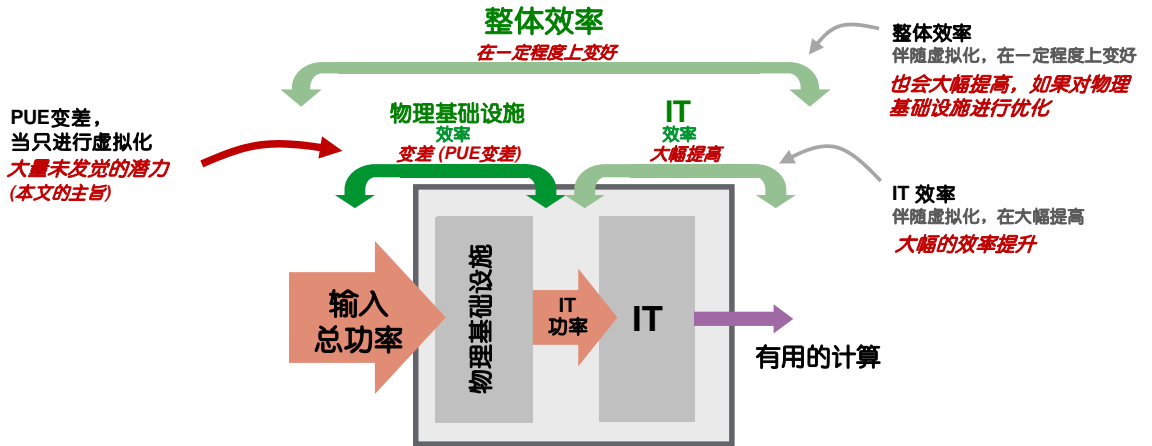
IT 负载降低对 PUE 的影响

虚拟化的一个受到广泛追捧益处就是进行服务器整合之后可以降低能源成本。而事实上由此产生的节约相当显著。试想一个 1 MW 的数据中心有 1000 台 250W 的物理服务器，每度电 \$0.11。每年运行这些服务器的能源成本将会是 \$240,000（ $250W/1000 \times 0.11 \times 24 \text{ 小时} \times 365 \text{ 天} \times 1000 \text{ 服务器}$ ）。当这些服务器以 10:1 的比例进行虚拟化，CPU 的使用率将从 5-10% 上升至 60% 的水平。采用比较保守的 10:1 整合比例，虚拟化的服务器的 CPU 将运行在 60% 左右（与之前相比）。这样所产生的能源成本将会是 \$60,000（ $600W/1000 \times 0.11 \times 24 \text{ 小时} \times 365 \text{ 天} \times 100 \text{ 服务器}$ ）¹。服务器能源成本节约为 76%。所以虚拟化被视为数据中心的“绿色”科技，并被广泛推广。在能源使用大幅下降的同时，运算能力与虚拟化前持平甚至获得提高。

¹ 相同的主机在 CPU 的使用率为 60% 时，功耗约为 300W。总功耗 600W 中额外的 300W 是由为了配合虚拟化负载而添加的处理器和内存等资源所带来的。值得注意的是用于 NAS 或 SAN 等存储设备的能耗会有所升高，但是整体的 IT 能耗节约仍然是非常显著的。

会令人惊讶的是, 在这种绿色节能的背景下, 应用最广泛的数据中心能效参数, PUE, 却会在服务器整合之后变差。也许有些人会认为这是 PUE 这个参数的一个不足之处。其实, 作为能效参数, 它并不是用来反映由能耗大幅降低带来的环境上的益处。因此需要首先明确的是 PUE 被定义为测量数据中心物理基础设施效率 (例如供电和制冷), 而不是 IT 运算的能效。PUE 不应该被用于或被认为衡量某一数据中心环保或者说低能耗的指示。它的目的是显示供电和制冷系统被用于支持 IT 负载的效率。图 2 显示虚拟化对数据中心效率的影响。

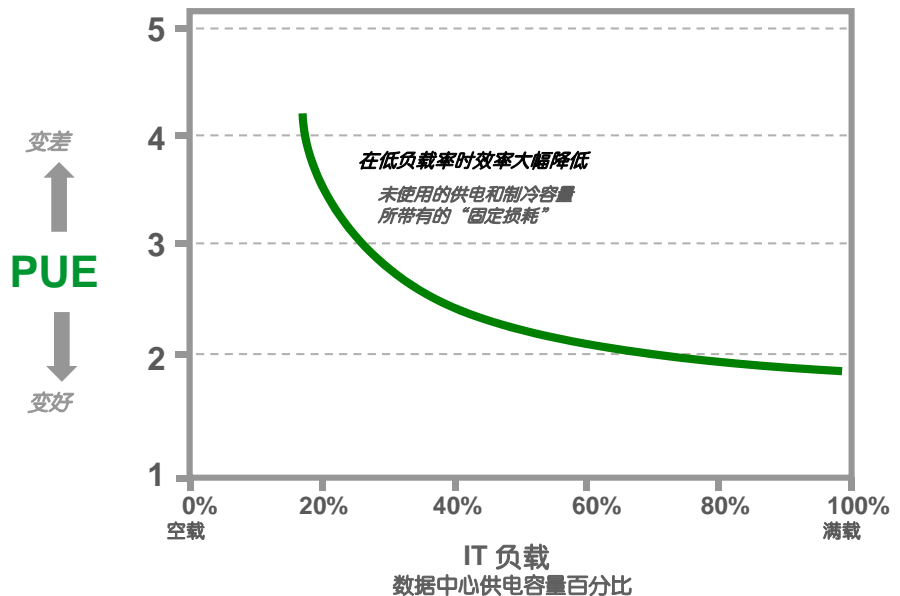
图 2
虚拟化对数据中心效率的影响, PUE 以及数据中心整体效率



虚拟化在效率曲线上的表现

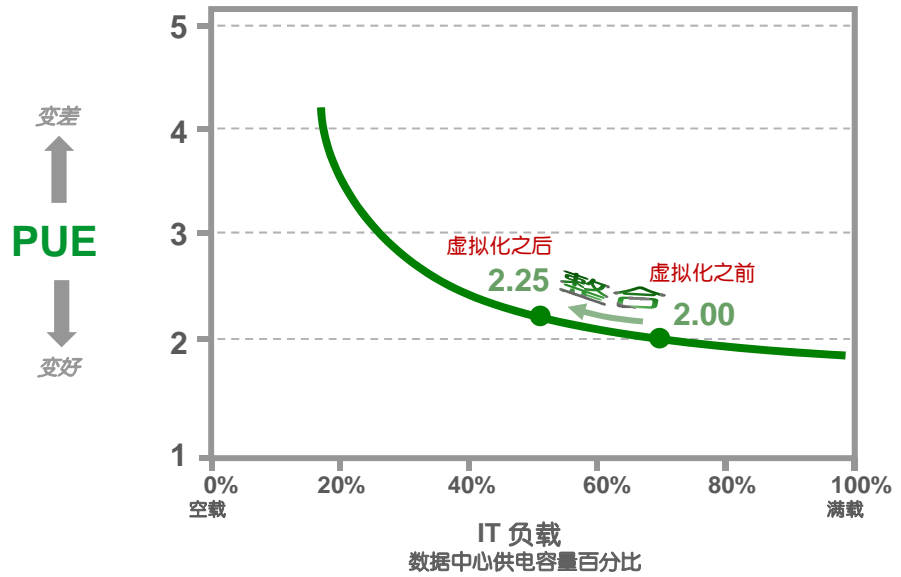
如果不改变供电和制冷基础设施, 使之保持与虚拟化之前一样, 那么 PUE 将会在服务器和存储设备进行物理整合之后变差。供电和制冷容量中固有的损耗称之为“固定损耗”。这部分供电和制冷损耗不会因为负载的不同而不同。供电和制冷的容量越大, 那么存在的固定损耗就越多。随着 IT 负载规模缩小 (例如整合), 固定损耗在数据中心能源使用中所占的比重就越高, 这就导致 PUE 变差。这同时也意味在较高 IT 负载率下的 PUE 要好于在较低 IT 负载率下的 PUE。图 3 所示的是 PUE 曲线上显示的效率和 IT 负载之间的关系。

图 3
典型数据中心能效曲线



任何一个数据中心的 PUE 曲线都不同，取决于各自的设备和所配置的系统的效率。但是曲线的形状和趋势都是相似的。图 4 显示 PUE 整合影响。

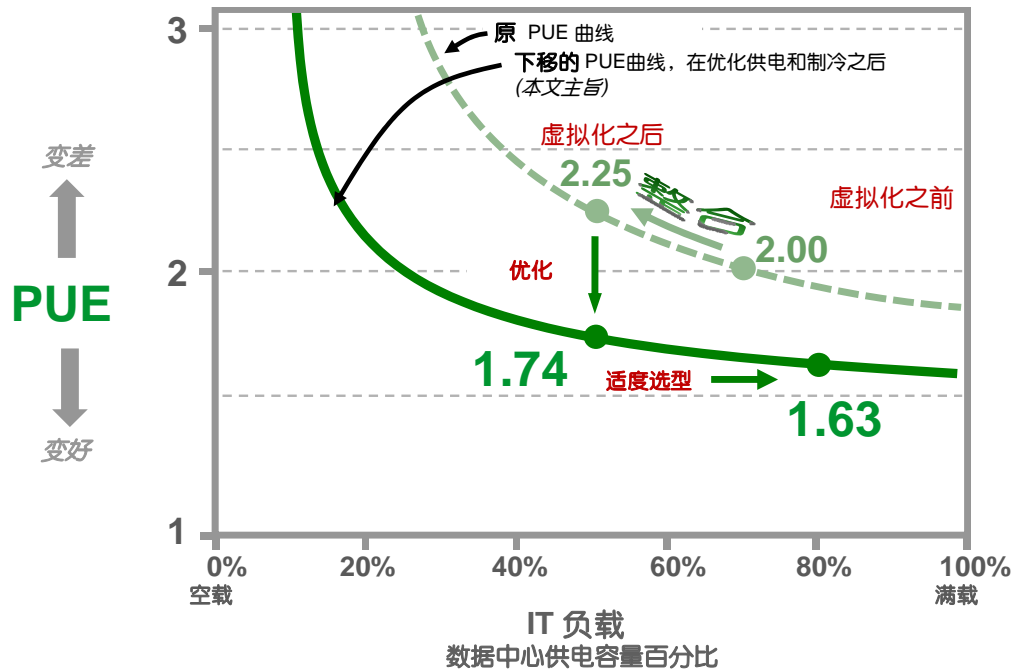
图 4
整合使负载率降低，
使 PUE 沿曲线上移



注意：这些 PUE 数据是基于传统数据中心，带有高架地板，房间级定频制冷设备和非模块化的 UPS。

为了改善虚拟化之后的 PUE，数据中心的基础设施效率曲线必须通过优化供电和制冷系统，减少容量过大造成的浪费，以及与新的、更低的负载相匹配等措施得到改善（图 5）。除了效率上的改善之外，通过减少不再使用的供电和制冷容量优化供电和制冷系统，还会对电费方面的支出有直接的影响。本文后的附录中通过案例分析量化分析 PUE 的变化。

图 5
优化供电和制冷可以改善虚
拟化之后的效率曲线



了解更多关于效率和负载的数学关系，请参阅第 113 号白皮书《数据中心效率建模》。

通过降低固定损耗改善 PUE

通过虚拟化实现最大的节能效益，优化电力和制冷基础设施应该包括以下因素来最小化固定损耗，并最大化整个虚拟化项目中的电气效率：

- 缩减电力和制冷容量来与负载相匹配（例如关闭制冷单元或者移除模块化 UPS 中的功率模块）
- 变频调速风机和水泵在低负载时降低转速
- 更高效的设备，执行同样的工作消耗更少的电能
- 采用气流遏制和较短送回风路径的制冷架构（例如封闭冷通道或者热通道，或者用行级制冷取代房间级制冷）
- 容量管理系统，平衡需求和释放搁浅容量
- 采用盲板减少冷风和废热的混合

尽管缩减供电和制冷容量可以带来最为显著的节约，但其也可能是最难在现有数据中心里实现和实施的。对于某些系统，缩小容量可能是无法实现的。这样的系统并不像模块化的设计那样易于分割。对于基础设施系统来说，这就产生了新的问题和开销，替换现有设备或者重大的修改。由于各系统之间包括支持区内的运行的设备之间存在连带性（例如风冷冷水机），这样可能导致降低容量的时间和能力受到干扰。用来重新规划和选型供电和制冷基础设施的成本超过供求相匹配所带来的效益。因此对于现有数据中心，更可行的选项应如以下所列：

- 采用盲板减少冷风和废热的混合
- 机柜采用冷热通道布局
- 安装气流遏制系统
- 调节风机转速或者关闭不用的制冷装置
- 移除模块化 UPS 中的功率模块

过度欠载产生的影响

除非降低供电和制冷系统的规模，将负载率带回到正常运行工况限制之内，否则过度欠载将会削弱能源成本节约的益处，甚至带来风险进而影响可用性。

制冷（热负荷过低）

- 压缩机会因为压头过高而安全关机
- 压缩机制冷周期的缩短而导致频繁开机和关机，降低压缩机寿命
- 由于运行在限度之外会使质保失效
- 为了维持正常工况，压缩机将高热气态制冷剂旁通造成效率低下，电力浪费

发电机（电气负载过低或者发电机数量过多）

- 系统中的燃料不完全燃烧，导致污染或者火灾的风险
- 对油机进行保温的热水浪费
- 对多余的燃料存储、检测和维护的成本

对于现在处于设计阶段的新建数据中心，按负载的大小适度规划供电和制冷系统尤为重要。在这个阶段采取措施意味着更低的前期投资成本和数据中心投入使用后更优的能效。如附录中所示，现有的数据中心也可以节约巨大的能源成本和改善 PUE，这需要通过实施上述的措施使供电和制冷系统更高效的运行来完成。

标准化和模块化更易于实现适度规划

暂不考虑之前讨论的现有数据中心中的可行性问题，过度规划容量会使效率低下且产生浪费。而如侧栏中所描述的那样，供电和制冷系统欠载还有其它不良的影响。新面市的供电和制冷解决方案可以使现有数据中心的容量保持与实际需求相匹配。这在很大程度上是因为其容量是可伸缩的。可扩展性，或者说可伸缩性是由标准化和模块化衍生出来的。给传统的非模块化系统添加容量需要现场进行工程设计和将来自不同厂商的各种组件进行拼装。之后再对这些系统进行改装或者移除容量则既要花费额外的成本，又具有破坏性，还很消耗时间。通过设计供电和制冷系统，并使之具有标准化，预组装和测试，以及模块化的特性，添加或者移除容量将变得非常容易而且风险很小。例如通过移除 UPS 的功率模块，可以快速和安全的减少其容量。这些操作可以在不干扰供电的情况下或者无需专业人员进行操作的情况下完成。移除功率模块降低了固定损耗，从而改善 PUE。这些模块可以暂时存放起来，然后在稍后负载增加以后重新投入使用。当前的制冷系统通常也是可扩展的。例如变速风机能够随着负载的增加或者减少风机转速。随着虚拟化之后 IT 负载的降低，风机可以运行在一个很低的转速降低平方律损耗（与负载成平方关系的损耗），这样也可以改善 PUE。可扩展的物理基础设施与实时管理系统相协调，可以按需提供适量的供电和制冷容量。在数据中心虚拟化之后，适度规划和选型也能得到实现。

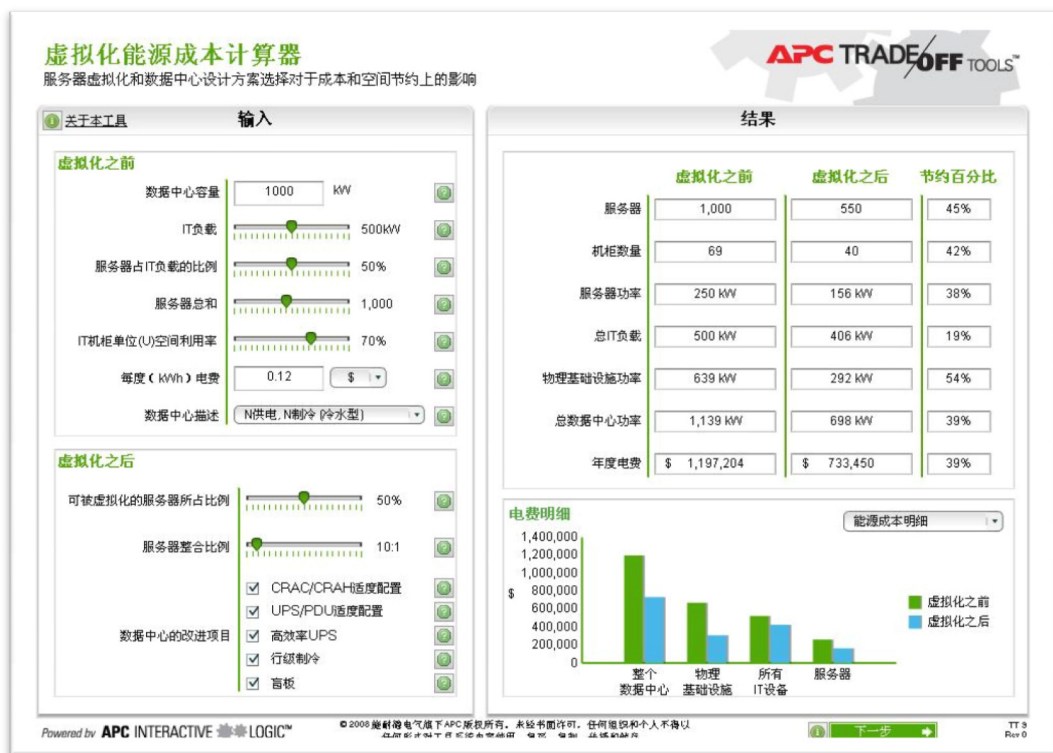
那么通过适度规划和选型基础设施究竟能够带来多少节约？

TradeOff Tool™ 权衡工具计算虚拟化带来的节约

图 6 显示 TradeOff Tool™ 权衡工具：**虚拟化能源成本计算器**。此交互式工具可以显示数据中心虚拟化之后，在 IT、物理基础设施和能源成本上的节约。此工具让用户输入数据中心的容量，负载，服务器数量，能源成本等各种信息。

图 6

TradeOff Tool™ 权衡工具
计算虚拟化带来的节约



降低能耗对市电和能源服务协议的影响

突然的功耗降低可能会对市电和电气服务造成一些意想不到的影响。那么这些与服务提供商合同和协议需要重新进行审视和讨论，以达成新的协议，这样可以避免因为违反协议而受到损失或者遭到电力部门、楼宇业主和服务提供商的罚款，从而使节能的成果化为乌有。

- **市电合同** - 与市电提供商的合同中可能存在最低用电量的条款，如果用户用电量低于设定值将会受到罚款。
- **物业协议的能源条款** - 某些物业协议包含用电费率的高低等级，或者按面积收取。这种协议需要重新进行商讨，才能保障虚拟化带来的节约真正进入用户的口袋。
- **设备服务合同** - 服务合同也应该在移除某些供电和制冷设备之后重新商讨，这样可以避免为已经不再使用的设备继续支出服务费用。

动态的 IT 负载

虚拟机的创建和迁移都可能在很短时间内完成，而且越来越趋于自动化。这需要严格的管理以及行之有效的措施对机柜级的基础设施状态和容量进行监测。如果不这样，那么虚拟化技术为云计算带来的软件层面的容错性将不复存在。可喜的是，业界已经有合适的工具来简化和实施这种措施。

物理主机上的电力负载会因虚拟负载在不同的时间、不同的主机之间创建和迁移，并不断变化。当处理器进行运算，而功耗随之变化；或者随硬盘存储与读取，所有物理或虚拟主机上的电力负

载不断变化。这种变化还会在供电管理系统随运算需求变化而自动执行开启和关停设备时,变得更加显著。为供电设定额定值的规定可以减少这种变化。这样主机或虚拟机的最大功耗就可以受到约束从而对处理器进行约束。在任何额定值,由于数据中心物理基础设施通常按最高IT设备的额定值进行规划选型,在虚拟化比例比较低的时候,这种变化就不会引起物理基础设施容量的问题。

高度虚拟化的环境例如大型的云计算数据中心,与非虚拟化数据中心相比其负载变化幅度会更大,频率会更高。除非具有优良的规划和高效的管理,这些巨大变化会引起潜在的容量问题,或者违反与容量余量相关的规范。

呈不断上升趋势的是,数据中心管理软件自动地创建和移动虚拟机。这种独特的功能可以帮助虚拟化数据中心更具容错性。如果虚拟机或者主机崩溃导致软件应用的故障,其它的虚拟机能够很快地恢复工作负载,最小化用户的宕机时间。自动化的虚拟机创建和迁移在云计算中能够最大限度的提高运算能力的可扩展性。**需要注意的是,这种突然的、快速的虚拟机迁移也会使IT负载暴露在供电和制冷的问题面前,使其承担风险。**

DCIM 软件和虚拟机管理器相集成确保虚拟机安全运行

数据中心基础设施管理(DCIM)软件能够监测和报告供电和制冷系统的健康程度和容量。这种软件还能追踪IT设备和物理基础设施之间的各种关系。好的虚拟机管理需要了解物理和虚拟服务器所安装的机柜内的供电和制冷系统。这种了解是非常重要的,因为如果缺乏了解就不能确保虚拟机创建和迁移至具有足够和健康的供电和制冷资源的主机上。

由于存在大量的需求,依靠人为操作来处理DCIM软件提供的信息并作出反应已经不能适用于管理容量。人为介入会存在人为失误的风险,是导致宕机的最大原因。这里所指的人为失误是由没有计算某一地点的供电和制冷可用性状态而导致的。自动化的DCIM信息监测和措施执行可以最大限度地减少风险。

数据中心基础设施管理(DCIM)软件能够提供实时的、自动化的管理,如图7中所示。VM管理器和DCIM软件以及由两者之间集成产生的互动能够确保服务器和存储设备在需要的时间和地点得到供电和制冷。

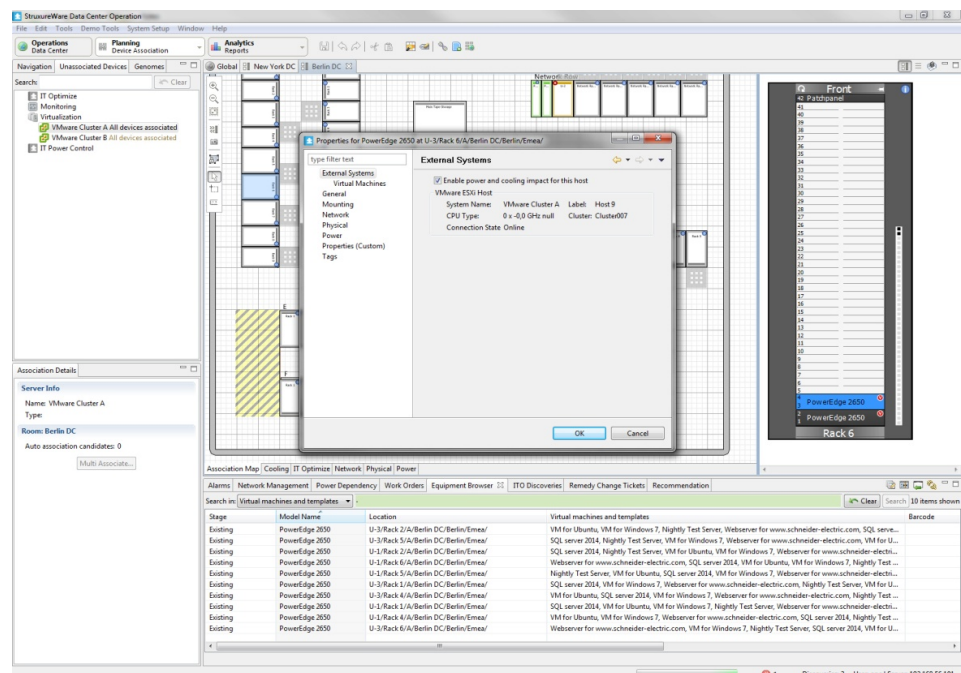


图 7

数据中心基础设施管理软件与虚拟机管理器相集成的案例:施耐德电气的StruxureWare™,在数据中心运行中使用,是数据中心基础设施管理套件StruxureWare的一部分,并与虚拟机管理器直接集成,例如VMware的vSphere™和Microsoft的虚拟机管理器,以确保虚拟资源能创建和迁移至有足够电力和制冷容量的位置

虚拟机在物理服务器之间的创建和迁移通常是为了获得足量的处理器，内存或者存储资源。而有效地管理系统可以使虚拟机的迁移依据实时的机柜级物理基础设施容量和健康程度。当 DCIM 软件与虚拟机管理器相集成，虚拟机就可以安全地且自动地迁移到有足够供电和制冷容量来处理额外负载的区域。反之，虚拟机在机柜间的迁移会造成电源和制冷方面的麻烦。例如，如果某个机柜突然断电、风机故障或者丧失冗余，虚拟机管理器应该得到告警，而处于危险状态的虚拟机可以迁移至数据中心其它地方安全的和健康的机柜。所有这些操作都能够实时地自动进行，而不需要人为介入。数据中心基础设施软件与虚拟机管理器相集成是确保虚拟负载和物理主机受到保护的一项极为重要的功能。这样将会更易于保持服务等级，而数据中心人员也不会再在监测供电和制冷基础设施上花费太多的时间。

在供电和制冷容量被缩减或适度选型规划至虚拟化整合后的负载相匹配的时候，集成所扮演的角色就更加的重要。因为预留的容量越小，所能容纳虚拟机错误和失误的空间就越小。在负载不断快速变换的环境下保持高效的、度身的数据中心需要管理系统能与虚拟机管理器实时地自动配合工作。

同时，也不应忘记的是在建立与虚拟机管理相关的 IT 措施时也应该考虑供电和制冷系统。要实现这样的运行方式需要数据中心基础设施管理软件与虚拟机管理器相集成。根据供电和制冷容量、健康度和荣誉度，措施规范应对其所接纳的应用或者虚拟机的范围和界限予以规定。

降低对冗余的要求

如前面之前“IT 负载降低对 PUE 的影响”章节中所说，一个 IT 虚拟化对降低供电和制冷容量的益处广为人知。但是不太为人所知的是，IT 虚拟化同样可以降低物理基础设施的冗余度。通过使用管理得当的虚拟机来提供容错性，这样基础设施冗余的降低可以简化设计，降低投资成本，并且为将来 IT 增长时部署其它设备节约空间。

高度虚拟化的环境在容错能力和恢复能力方面与 RAID 磁盘阵列相似。如果一旦出现问题，负载包括所有的虚拟机和虚拟存储设备都能自动地并且快速地通过网络迁移到安全的区域。这种通过转移资源来维持不间断服务的过程对用户来说必须是可见的。但是，根据 IT 实施的质量和虚拟机管理软件集成的深度，当迁移发生时，终端客户可能会经历短暂的不可见期。但是通常来说，在几台服务器或者几台机柜不可用的时候，服务等级仍然能够有效地达成。

具有这种容错性以后，在高虚拟化的数据中心环境中对高冗余性(2N 或 2(N+1))的供电和制冷系统的需求会有所降低。假设某台 UPS 的故障不会导致业务中断，那么就不需要为其配置备用的冗余 UPS 系统。原先规划建设 2N 冗余的供电和制冷系统，也许现在就可以考虑建设两个 N+1 的数据中心取而代之。建设两个 500 kW 的 N+1 供电和制冷冗余的数据中心所需的投资比建设一个 1 MW 的 2N 供电和制冷冗余的数据中心的成本低 35%。高度虚拟化环境下的容错能力使降低物理基础设施的冗余度成为了一种切实的选择。在做出这种决定之前，IT 管理人员和设施管理人员应当全面的考虑如果物理基础设施故障或者不可用，其对业务连续性所可能产生的影响。这就意味着应该重新考虑和审视 IT 管理系统和制度以确保它们在降低物理基础设施冗余的情况下，有能力提供所需的服务等级和容错能力。物理基础设施的冗余性与虚拟 IT 环境的容错性相匹配，也是正确规划选型的一种方式。这种方式的正确规划选型能够进一步减少能耗，投资成本和固定损耗，从而改善数据中心基础设施效率 PUE。

了解更多 UPS 冗余的相关知识，请参阅第 75 号白皮书《[比较 UPS 系统设计配置方案](#)》。了解更多基础设施设计对数据中心投资成本的影响，请使用 TradeOff Tool™ 权衡工具：[数据中心投资成本计算器](#)，点击本文最后资源章节提供的链接。

结论

数据中心 IT 资源虚拟化会对相关的物理基础设施产生影响。如果无视这些影响和可能产生的后果, 虚拟化和云计算带来的巨大收益就会受到限制和削弱, 在某些情况下这种限制和削弱是非常严重的。在服务器虚拟化之后会形成高密度的区域, 热区的产生会导致硬件故障。因此要利用各种方法来确保制冷系统具有足够的措施和容量来可靠地冷却高密度设备。虚拟化整合之后 PUE 会显著的变差。通过对供电和制冷系统进行优化能够使之与降低后的 IT 负载相匹配, 这样可以恢复和改善 PUE。如果采用可扩展和模块化的系统优化的实施会非常简易。动态的负载因为时间和地点的不同而变化, 如果不实施机柜级供电和制冷的监控, 会产生风险。仔细地规划和实时地管理可以确保虚拟机运行在供电和制冷都有保障的基础设施上。通过构建合理的虚拟机运行规范, 以及将数据中心基础设施管理软件与虚拟机管理软件相集成, 数据中心可以运行自动化的实时管理。最后, 虚拟机管理软件可以通过管理虚拟机实现的高容错性, 从而减少对冗余供电和制冷基础设施的依赖。这种策略的应用能够节省大量的时间, 空间, 电力能源和初投资成本。实施本文所描述的解决方案能够为高度虚拟化的数据中心带来高度的可用性, 能效和扩展的灵活性, 进而满足高度动态运算的电力需求。




关于作者


Suzanne Niles 是施耐德电气数据中心科研中心的高级战略研究员, 加入数据中心科研中心之前, Suzanne 在卫斯理女子学院 (Wellesley College) 从事数学方面的研究, 而后在麻省理工学院 (MIT) 获得计算机科学学士学位, 并发表关于手写输入识别的毕业论文。Suzanne 拥有超过 30 年针对不同阶层听众, 包括上至软件说明书, 摄影图片, 下至儿歌的多元化的教学经验。

Patrick Donovan 是施耐德电气数据中心科研中心的高级战略研究员。Patrick 在关键供电和制冷系统的研发和技术支持领域拥有超过 16 年的工作经验。他先后参与了施耐德电气信息技术事业部多项获奖的电源保护、能效以及高可用性的解决方案的开发。



 [数据中心行级和机柜级制冷架构的优势](#)
第 130 号白皮书

 [在低密度数据中心中部署高密度区域](#)
第 134 号白皮书

 [数据中心供电和制冷容量管理](#)
第 150 号白皮书

 [数据中心的电力效率建模](#)
第 113 号白皮书

 [比较 UPS 系统设计配置方案](#)
第 75 号白皮书

 [浏览所有白皮书](#)
whitepapers.apc.com

 [虚拟化能源成本计算器](#)
权衡工具 9

 [数据中心投资成本计算器](#)
权衡工具 4

 [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, 或登陆
www.apc.com/support/contact/index.cfm

附录：案例分析

本案例研究采用 TradeOff Tool™ 权衡工具：虚拟化用能成本计算器。为简化示例，假定 1 MW 数据中心是按 70% 负载率运行，而没有供电和制冷的冗余，电费开支为 140,000 美元（图 8）。

数据中心采用 10:1 的比例进行服务器虚拟化。由于采用了过度规划，供电和制冷基础设施此时为欠载状态，以降低的效率运行（PUE 为 2.25），原因即本文所述的固定损耗。如果不对供电和制冷基础设施进行任何改进，总电费开支能缩减 17%。但是如果能缩减 UPS，配电和制冷系统使之与负载相匹配，并对气流（例如安装盲板）加以遏制，那么 PUE 将会获得改善而降低至 1.63，同时节约电费支出 40%。值得注意的是与仅实施虚拟化相比，数据中心的负载率将因为适度规划选型的原因而增加。而且当缩减物理基础设施与更低的 IT 负载相匹配时，还意味着数据中心整体额定容量减少。

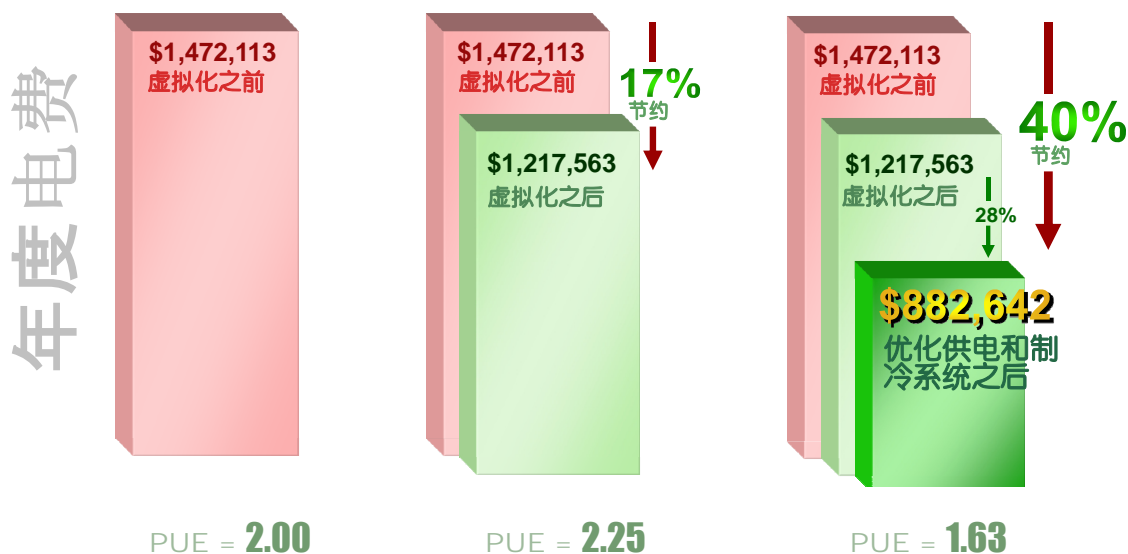


图 8

通过案例分析对比虚拟化后不进行基础设施优化之间的不同

PUE = 2.00

a. 虚拟化之前

数据中心容量：1,000 kW
 总 IT 负载：700kW
 数据中心负载率：70%
 服务器负载：490 kW (占 70% 的 IT 负载)

房间级制冷
 冷热通道布局
 未使用精密机房空调
 UPS：传统型，满载效率 89%

450mm 深高架地板，150mm 用于布线
 分散安放的打孔地板
 未使用盲板

PUE = 2.25

b. 虚拟化之后 (只进行服务器整合)

数据中心容量：1,000kW
 总 IT 负载：515 kW
 数据中心负载率：52%
 按 10:1 比例对物理服务器虚拟化

100% IT 虚拟化
 服务器负载：305 kW (占 59% IT 负载)

DCPI 配置无变化

PUE = 1.63

c. 虚拟化之后 (优化供电和制冷系统，适度选型)

数据中心容量：515 kW
 总 IT 负载：515 kW
 数据中心负载率：100%

UPS：高效率，满载效率 96%
 行级制冷（无气流遏制）
 添加盲板
 按需适度规划和选型 CRAC, CRAH, UPS 和配电

注意：在这里取得的收益中，90% 的节约是通过优化现有系统（添加高效 UPS，行级制冷和盲板）实现的。其余 10% 是通过按需适度规划和选型 CRAC, CRAH, UPS 和配电。