



英特尔® 云构建计划指南： 基于英特尔® 平台的云设计与部署

与 Dell* 和 VMware* 携手实现基于策略的功耗管理



英特尔™ 至强™

英特尔® 至强® 处理器 5500 系列
英特尔® 至强® 处理器 5600 系列

目标受众和目的

该参考架构面向寻求功耗管理解决方案的数据中心管理人员和企业 IT 专业人员，旨在帮助他们实现全新或现有数据中心的功效提升。本文所述的方法和结果可作为参考，帮助理解借助软硬件组件实施的基于策略的功耗管理解决方案。读者将能够根据本文提供的参考架构开发合适的功耗管理解决方案。

vmware®



目录

要点综述	3
简介	3
服务器功耗管理	4
测试平台蓝图	5
设计注意事项	5
物理架构	5
硬件说明	5
安装与配置	6
VMware 组件	6
功耗管理插件程序组件	7
基于策略的功耗管理应用案例	8
应用案例 1：实施服务器功耗监控和调度	8
目的	8
先决条件：	8
执行步骤	8
结果	8
应用案例 2：优化机架密度/使用	11
目的	11
先决条件：	11
执行步骤	11
结果	12
应用案例 3：优化工作负载的功耗	12
目的	12
先决条件：	12
执行步骤	12
结果	12
应用案例 4：灾难恢复 / 业务连续性	13
目的	13
先决条件：	13
执行步骤	13
结果	14
组合使用模式 — 基于策略的功耗管理应用案例	14
应用案例 5：通过为多个服务类提供电源感知支持，实现功耗数据中心能耗降低	15
目的	15
先决条件：	15
执行步骤	15
结果	16
注意事项	16
架构考虑事项	16
存储	16
可扩展性	16
网络连接	16
功耗管理	16
硬件	16
正在研发中的其它使用模式	16
散热功耗管理	16
插件程序的开发和利用	17
术语	17
附录 A：服务器功耗管理	17
英特尔功耗管理技术	17
英特尔® 智能功耗节点管理器	17
VMware® 分布式电源管理（DPM）：	18
附录 B：戴尔® 云解决方案	18
戴尔 PowerEdge C 系列服务器	18
附录 C：VMware 功耗管理插件程序	19
功耗管理插件程序	19
附录 D：改进功耗管理	20

要点综述

为了支持向云的演进，英特尔与最终用户携手创建了云架构应用模式的开放数据中心路线图，旨在解决主要的 IT 难题，构建以透明性为基础的更安全、高效和简单的云架构。本文旨在说明基于英特尔、Vmware 和戴尔解决方案的功耗管理参考架构。基于策略的功耗管理是指以提供能效为目的的使用模式。

基于策略的功耗管理使用模式旨在提高每瓦工作效率，从而降低总拥有成本（TCO）。管理要求包括提供实时监控服务器、机架、区域和数据中心功耗的功能。这意味着需要能够基于功耗和散热资源管理机架、区域或数据中心内的总功耗。基于功耗和散热资源的负载迁移策略可带来更大优势。

在该参考架构中，我们利用了英特尔® 智能功耗节点管理器¹（英特尔® 节点管理器）技术和英特尔® 数据中心管理器（英特尔® DCM）²软件开发套件，通过在资源低利用率期间将工作负载动态迁移至更少的服务器上或通过取消激活不必要的主机的方式实现功耗节省。

VMware vSphere 和英特尔® 节点管理器结合使用，并使用各自的软件开发套件（SDK）。借助英特尔® DCM，功耗管理“插件程序”（即，集成组件）扩展了云和虚拟化资源管理引擎（如 VMware vCenter* Server）的功能，从而优化资源分配。测试中使用的插件程序旨在重点说明英特尔® 节点管理器的一种可行的使用模式。理想情况下，功耗管理特性应直接

集成至管理程序或其它包含所有其它系统参数（除功耗外）的管理应用/插件程序。以下我们将详细说明功耗管理应用案例及相关的试验结果和数据。

- 1. 实时的服务器功耗监控：**执行功耗感知安排任务。虚拟机从功耗受限的系统被重新分配至集群或不同集群内功耗不受限的系统中，以便提高系统利用率和性能。
- 2. 优化机架密度：**使可用的计算资源最大化。在我们动态控制服务器功耗的实验中，我们能够实现 30% 至 50% 的服务器密度增加，并保持每机架相同的总功耗。[‡]
- 3. 优化工作负载的功耗：**通过优化应用负载的功耗以提高功效。确定各应用负载需要达到的性能目标。通过实验确定满足该应用负载性能指标时可实现的最低功耗配额（即最低功耗策略值）。该应用实例旨在依据服务承诺标准调整应用负载性能和相应功耗。根据我们在实验室和用户环境的技术验证实验，我们发现，对于非处理器密集型工作负载，我们能够使服务器功耗降低约 20%，同时不影响性能，[‡]对于处理器密集型工作负载而言，在功耗同样降低 20% 的情况下，性能降低 18%。当功耗降低 10% 时，性能降低 14%。[‡]
- 4. 灾难恢复/业务连续性保障：**当机房设备故障导致供电不足时，根据服务器所运行的关键业务优先级，分配有限的供电配额。当我们显著减少供电配

额时，经测试，运行处理器密集型应用的服务器功耗大幅降低同时，运行时间延长约 35%。[‡]对于运行 I/O 密集型工作负载的服务器，功耗降低同时，性能影响最低。[‡]

- 5. 降低数据中心能耗：**按照不同用户应用的优先级，通过功耗配额调度进一步实现不同的服务承诺标准。以测试应用为例，工作负载运行八小时可节省 25% 的能耗。[‡]

功耗控制策略可能仅是实现降低能耗所需使用的各种技术手段之一，例如，在某些应用环境中，某一功耗控制策略的激活条件可能很少触发。多种技术手段的同时运用可进一步降低能耗，例如，按照应用负载的变化动态调整功耗控制策略与选择性地将空闲设备关机等技术手段的综合运用。当然，同时应用多种技术手段可能会增加管理复杂度（如需要实施闭环功耗控制系统）。

云计算模式为提高数据中心效率提供了更多的机会。基于策略的功耗管理使用模式可为满足功耗管理要求提供显著的帮助。

简介

为了打破灵活性降低且成本增加的趋势，IT 服务的全新模式——云计算已浮出水面。云计算是一种基于大量设备构成，可按需调度，自我管理，动态扩充，高效灵活的计算资源池，向用户交付计算服务的应用模式。这种方法将应用和信息从复杂的底层的基础设施中提取出来，以便 IT 部门支持和实现业务价值。云计算架构多数构建

于虚拟化基础之上。作为虚拟化领域经客户证明的领导者，Vmware 帮助制定云计算相关标准。通过与英特尔、戴尔及其它行业佼佼者携手，VMware 帮助各种规模的业务应用迁移至高能效云计算中，从而构建 IT 领域的新时代，最终解决 IT 成本和复杂性综合问题。

云计算的核心是提供基础计算的能力，将网络和存储基础设施作为可在一个或多个数据中心内动态可扩展的高效、共享的资源池。在这基础上，将能获得更高级的关键能力，如基于策略的功耗管理、有保障的服务质量、自制联合与数据中心自动化。英特尔与软件领域的领导者携手合作，实现基础设施即服务（IaaS）方面的核心创新。英特尔已启动一项计划，快速支持企业和服务提供商确定设计（包括参考架构）、部署和管理方面的最佳方法。对于需要利用现有数据中心基础设施向客户提供云服务的企业 IT 部门和云服务提供商而言，本指南作为英特尔® 云构建计划项目的一部分，提供涵盖技术规划和部署注意事项的全面解决方案的概述。

无论对于组织内部（私有云）还是组织外部（公有云），除了高度可扩展和灵活的计算基础设施等极具吸引力的运营优势外，云计算模式为部署新服务和新客户端设备提供了巨大的潜力，且目前已处于初级采用阶段。数据中心内的可扩展性和灵活性，与计算能力提高和应对潜在安全威胁的需求增加有着直接的关联。为了实现云

计算愿景，需要采用新技术解决安全和功效问题。这些将成为从微处理器到应用堆栈的整个架构的基础。本文重点说明节能及相关的模式。

据环境保护署提交给政府的报告称，2006 年，美国数据中心消耗的能源占全国的 1.5%，到 2011 年，这个比例将加倍。³ 如果存储、网络和计算资源继续以预计的速度增长，那么利用新的节能使用模式将势在必行。更高的服务器利用率、更出色的网络吞吐率和存储流量以及根据数据类型和需求优化的存储，是最大限度利用现有资源获得出色效率的一些方式。

几家公司还在继续探寻方法，旨在更高效利用现有数据中心电力资源来提高计算能力、降低功耗成本和减少碳排放量。一直以来，组织机构掌握的有关日常实际服务器功耗的详细信息十分匮乏。一般而言，数据中心计算能力以铭牌注明的功率、峰值服务器功耗或基于电力负荷的近似值为根据。但实际上，数据中心实际工作负载的功耗远低于系统规格。这种情况造成数据中心散热和电力容量被过度部署，由此导致总拥有成本（TCO）增加。更好地了解和控制服务器功耗使组织机构能够更高效地利用现有的数据中心设施。如果将所有这些应用于数万台服务器上，则所节省的成本会相当可观。

本文开头对服务器功耗管理技巧进行技术概括。然后详细介绍各种使用模式并阐明其使用目的和使用先决条件，并对执行的

测试案例及结果进行说明，其中包括测试流程截图。最后，我们将阐述架构考虑事项及其它部署使用模式。

服务器功耗管理

过去，功耗问题往往在完成服务中心服务器部署后才被考虑到。不幸的是，这种观点现在依然存在。例如，许多工厂将设施费用与总建筑支出混合在一起，这导致数据中心成本不明确。

尽管服务器已越来越高效，但封装密度和功耗也在快速飙升。结果是，功耗及其相关的散热特性所带来的成本成为了运营成本的主要部分。数据中心的功耗和散热挑战包括：

- 由于功耗和散热要求提高，总运营成本增加
- 单个服务器、机架和数据中心设施内散热和功耗的物理限制
- 缺乏了解服务器和机架的实际功耗
- 管理组件复杂，来自多家厂商的子系统的接口和管理应用互不兼容

这些数据中心管理挑战可转化为以下要求：

- 在所有数据中心等级（系统、机架和数据中心）上的实施功耗监控和控制功能。一旦物理或虚拟服务器大幅扩展，在每个服务器实现功耗监控和控制将变得更加尤其重要。
- 机架级别上的功耗统计和机架群组内的功耗管理，可确保总功耗不超过各机架的功耗预算值。

- 在机架行或数据中心等级上进行更高等级功耗统计和控制，以便在可用的平均功耗和散热资源内管理功耗预算。
- 通过管理服务器、机架、机架行和数据中心等级的功耗，优化每瓦产出效率，进而降低 TCO。
- 所有服务器采用标准化的功耗测量和管理解决方案，可促进实现数据中心能耗的优化管理。例如基于功耗的应用负载均衡或应用负载迁移应用，以及资源池功耗和制冷设施的联动管理等。

测试平台蓝图

英特尔与戴尔携手部署测试平台。该测试平台采用戴尔生产的专用于功耗和空间敏感的数据中心的基于超大规模计算的 PowerEdge* C 服务器。测试平台旨在提供灵活的环境，模拟商用数据中心与云计算使用模式相关的方面。

设计注意事项

特性包括：

- 支持节点管理器系统配有符合高级配置与电源接口（ACPI）标准的电源，支持实时的功耗监控。
- 1 GbE 和 10 GbE 网络，在虚拟机迁移过程中获得最佳的性能。
- 多个 VLAN，模拟跨站点虚拟机迁移。

物理架构

图 1 显示为测试平台部署架构。该架构配置有三种不同的 VLAN。VMware vCenter* Server、VMware vSphere Client 和英特尔® DCM 共享相同的服务器，驻留于一个 VLAN

硬件说明

OEM ESXi* 主机	Dell* PowerEdge C1100 ⁴ （2 插槽 1U 机架服务器）	双路英特尔® 至强® 处理器 E5570 @ 2.93 GHz（12 GB RAM、250 GB SATA HDD）
		标准基板管理控制器（支持 IPMI 2.0） DCMI、iKVM 和 PXE 支持 符合英特尔® 智能功耗节点管理器标准
		两个热插拔冗余高效电源（650 瓦）— 符合 ACPI
	软件	VMware vSphere Hypervisor* (ESXi 4.1)
OEM ESXi 主机	Dell* PowerEdge C2100 ⁴ （2 插槽 2U 机架服务器）	双路英特尔® 至强® 处理器 E5620 @ 2.40 GHz（12 GB RAM、500 GB SATA HDD）
		标准基板管理控制器（支持 IPMI 2.0） DCMI、iKVM 和 PXE 支持 符合英特尔® 智能功耗节点管理器标准
		两个热插拔冗余高效电源（750 瓦）— 符合 ACPI
	软件	VMware vSphere Hypervisor (ESXi 4.1)
管理服务器	Dell* PowerEdge R710（2 插槽 2U 机架服务器）	双路英特尔® 至强® 处理器 X5670 @ 2.93 GHz（16 GB RAM、500 GB SATA HDD）
	软件	Microsoft* W2K8, IIS, .NET 2.0
		VMware vCenter Server 4.1, VMware vSphere Client 4.1
		VMware vSphere Web Services SDK
		Intel® Data Center Manager 1.5.6, DCM SDK 1.5.6
Data Store NFS Server	Dell PowerEdge R710 (2-socket 2U Rack Server)	双路英特尔® 至强® 处理器 X5670 @ 2.93 GHz（48 GB RAM，配置为 1.7 TB RAID 的 6x300 GB HDD）
	软件	Red Hat* Enterprise Linux* 5.4

表 1：硬件说明

之上，并共享存储。两个戴尔系统均采用支持 ESX® 节点集群的 VMware vSphere Hypervisor (VMware ESXi 4.1)，并驻留于单独的 VLAN 之上。

安装与配置

VMware 组件

以下安装和配置基础设施的简要步骤，以运用以上章节所述戴尔 PowerEdge® 服务器所支持的英特尔功耗管理功能

以下设置步骤假定读者已基本了解如何安装和配置 Windows Server® 2008 R2 Enterprise、VMware vCenter Server 和 VMware vSphere Client。

- Windows Server 2008 配置
 - 在兼容的硬件上安装 Windows Server 2008。⁵
 - 通过选择 WebDAV Publishing (WebDAV 发布)、Application Development (应用开发)、Basic Authentication (基本验证)、Windows Authentication (Windows 验证) 以及 IIS Management Compatibility (IIS 管理兼容性) 服务，配置 Web Server 互联网信息服务 (IIS) 功能。
 - 您查看支持的多用途网际邮件扩充协议 (MIME) 类型时，确保 IIS 经过配置可处理 ASPX 页面。如果未经配置，则为 ASPX 页面创建一个新的 MIME 类型。⁶
- 安装 VMware vSphere Hypervisor 主机
 - 在主机上安装 VMware ESX 4.1 或 VMware ESXi 4.1。两种版本的 VMware 管理程序支持英特尔® 智能功耗节点管理器。

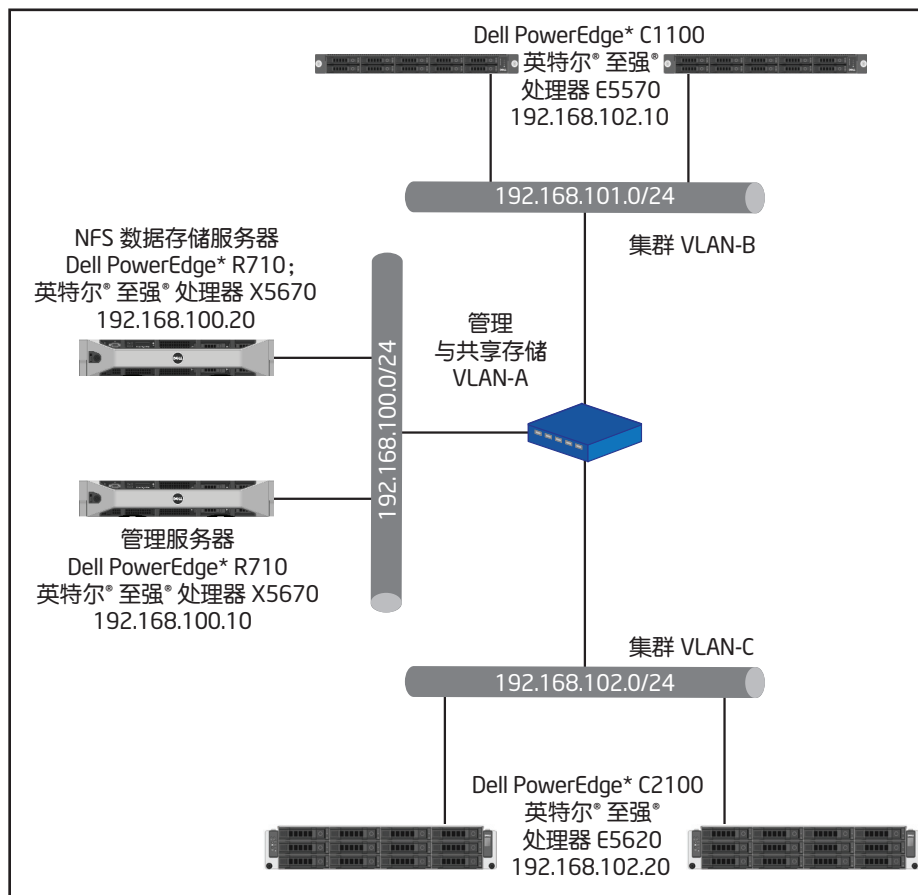


图 1：测试平台的物理架构

- 安装 VMware vCenter Server 和 VMware vSphere Client
 - 利用默认设置安装 VMware vCenter Server 4.1，除非进行以下更改：
 - 将默认 HTTP 端口更改为 81，将 HTTPS 端口更改为 444（或选择其它端口号）。注意：由于 Microsoft IIS 运行于将使用默认 HTTP 和 HTTPS 端口的相同系统之上，因此需要更改端口号。
- 安装有默认值的 VMware vSphere Client 4.1
- 配置 VMware vCenter Server
 - 创建两个不同的集群。一个 VLAN 配置上的主机将添加至一个集群内，

在第二个 VLAN 配置上的主机将添加至第二个集群上。

- 在集群上配置“手动”模式分布式资源调度程序 (DRS) 设置，并基于将添加至集群中的 ESX 主机配置“增强型 vMotion 兼容性 (EVC)”设置。例如：如果您的集群仅包含英特尔® 至强® 处理器 5500 系列和 5600 系列服务器，那么您可以选择“英特尔® 至强® 酷睿™ i7”作为 EVC 模式配置。该模式将支持虚拟机在英特尔® 至强® 处理器 5500 系列和 5600 系列系统之间灵活迁移。
- 确保所有实时虚拟机迁移所需的配置均已完成。⁷

功耗管理插件程序组件

英特尔® DCM 1.5.6 安装

- 对于戴尔系统，确保使用英特尔® DCM 1.5.x 或更高版本。除了启用 RMI 端口以实现调用 DCM web 服务接口外，安装时保持默认设置。

- 安装后，确保图 3 中的配置在“Configuration -> Global”（配置 -> 全局）选项下进行设置。

- 安装完成后，按照 VMware vCenter Server 中创建的集群/服务器主机结构，在英特尔® DCM 进行完全相同的配置。当您在 DCM 参考 UI（默认状态下安装）上配置服务器群组 and 节点时，确保满足以下条件：

- 在英特尔® DCM 创建的服务器群组名称应与 VMware vCenter Server 中创建的服务器集群名称匹配。
- 在英特尔® DCM 创建的服务器节点名称应与 VMware vCenter Server 中创建的服务器主机名称匹配。
注意：英特尔® DCM 和 VMware 用于集群和主机的术语各不相同。

功耗管理插件程序安装

- 在配置有 IIS 的服务器上安装插件程序。更改需要安装插件程序的默认虚拟目录。
- 成功安装后，您需要在安装目录上配置 Web.Config 文件。以下属性应在 Web.Config 文件中更改：
 - VMware vCenter Server 的 URL
 - 英特尔® DCM 安装的 URL
 - 插件程序安装的 URL

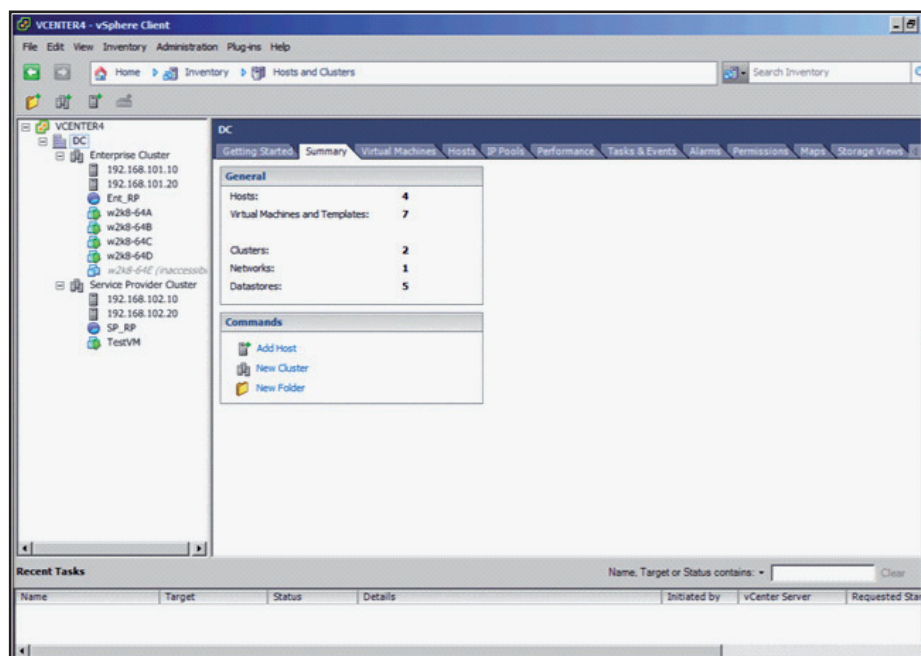


图 2：VMware vSphere Client 用户界面

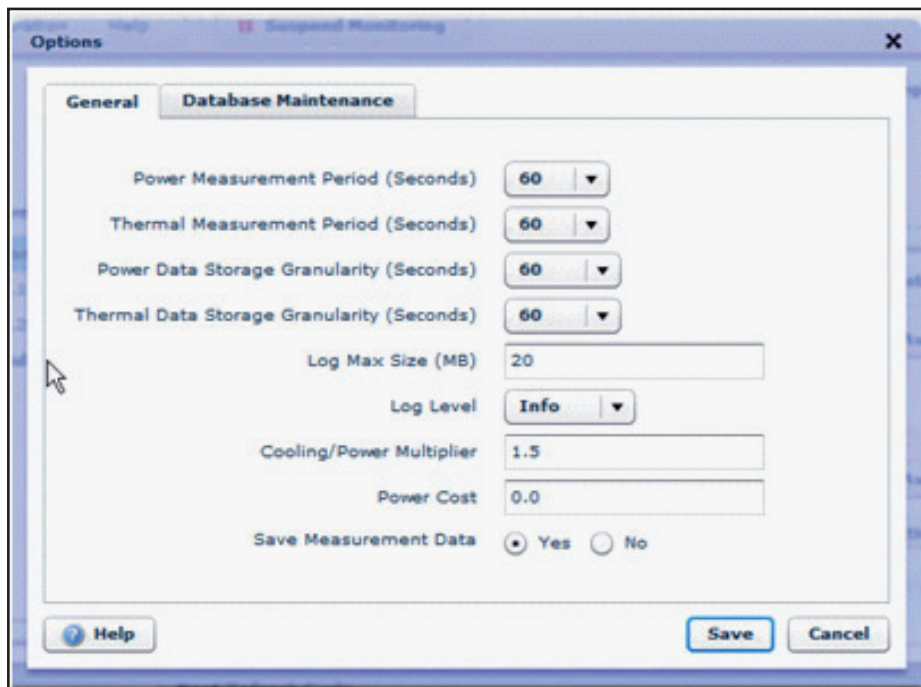


图 3：英特尔® DCM 全局选项配置

- 使用 Managed Object Browser (MOB) 工具注册插件程序。MOB 工具是 vCenter Server 安装组件的一部分。如欲了解详细步骤，请参阅：<http://communities.vmware.com/docs/DOC-9203>
- 通过 VMware vSphere Client 登录 VMware vCenter Server。点击在配置 VMware vCenter Server 过程中创建的数据中心名称。与安装插件程序有关的新选项卡将显示于 VMware vSphere Client 的右侧窗口。

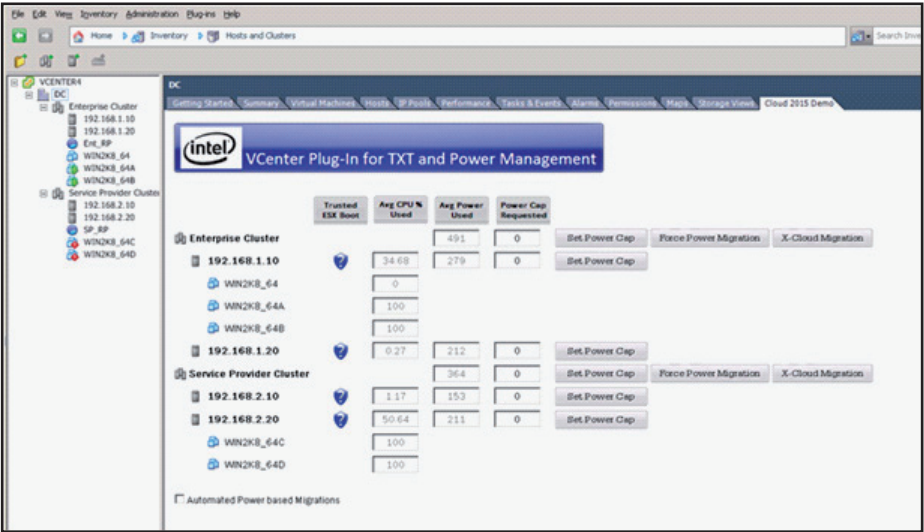


图 4：功率不受限制情况下的初始化配置

基于策略的功耗管理应用案例

应用案例 1：实施服务器功耗监控和调度
功耗监控是一项关键功能，有助于我们了解工作负载并寻找可提高数据中心能效的机会。

目的

实时功耗监控提供给我们进行资源调度时相关的功耗参考数据。如依据实时功耗数据调度处理业务负载的虚拟机以实现优化和平衡功耗余量。虚拟机可从有功耗限制的系统迁移到没有功耗限制的系统来实现更将的系统利用效率和性能。

服务器功耗监控有助于我们寻找和管理数据中心热点，并由此降低硬件故障几率。对以往的功耗数据进行分析有助于我们开发预测模型，用于数据中心规划。这些预测模型基于实时数据，因此非常精确。

先决条件：

- 一个集群，包括具有功耗监控功能的 ESX 主机
- 工作负载配置于创建于 ESX 主机之上的虚拟机上，以提高主机利用率
- 安装和配置功耗管理插件程序

执行步骤

- 利用插件程序 UI 直接在集群等级上或在单个服务器等级上设置主机上的功耗限值。如果在集群等级上设置功耗限值，则 DCM 将基于以往节点使用情况自动设置单个节点的功耗限值。
- 对配置于运行于主机虚拟机之上的工作负载进行初始化。
- 增加工作负载，使工作负载运行所在的一台主机由于虚拟机需求增加而无法达到指定的功耗限值。示例场景包含一个三层级应用，在这个应用中，随着越来越

- 越多的用户通过 Web 服务器的虚拟机集群请求数据，DB 虚拟机的使用量不断增加。
- 配置插件程序，自动分配工作负载或手动点击迁移按钮。
 - 注意：可以再设置一个场景，这样就有两个集群，每个集群具有至少一台 ESX 主机。其中一个集群中的 ESX 主机应限制功耗，另一台不限制功耗。然后用户可点击“X-Cloud Migration”选项。

结果

- 功耗受限的主机上的高利用率虚拟机将迁移至功率不受限制的low利用率主机上。如果所有主机均为功耗受限状态，则将显示错误提示。
- 图 4 显示的是没有功率受限情况时的初始配置，这时，虚拟机接受运行工作负载所需的所有周期。

- 图 5 显示主机 “192.168.1.10” 是功率受限的主机，因为该主机无法维持 200 瓦的功耗策略标准。相同集群中的另一台主机（“192.168.1.20”）功率不受限制。

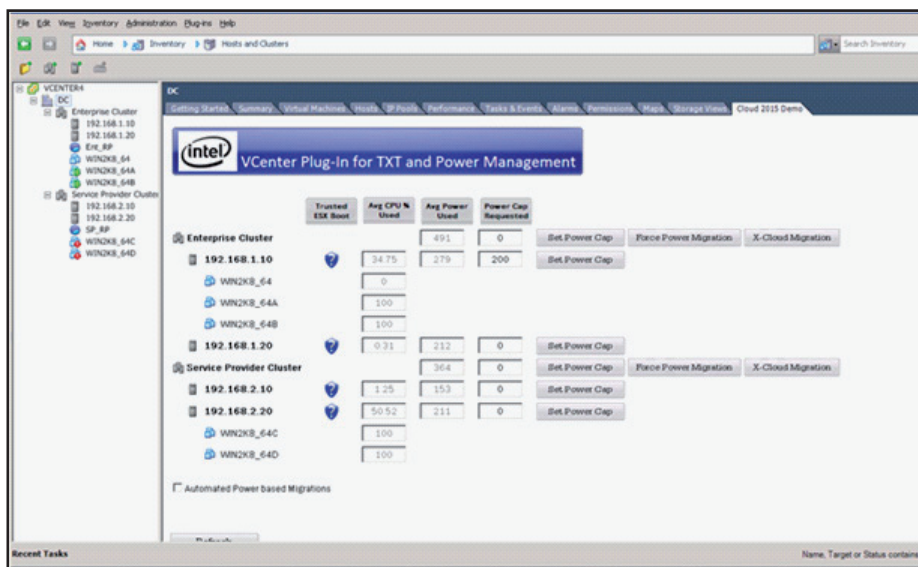


图 5：功率受限的主机无法达到 200 瓦的功耗策略标准

- 用户点击 “Force Power Migration”（强制功率迁移）后或使用 “Automated Power based Migration”（自动化功率迁移）选项后，“192.168.1.10” 上的高利用率虚拟机将迁移至 “192.168.1.20” 上。

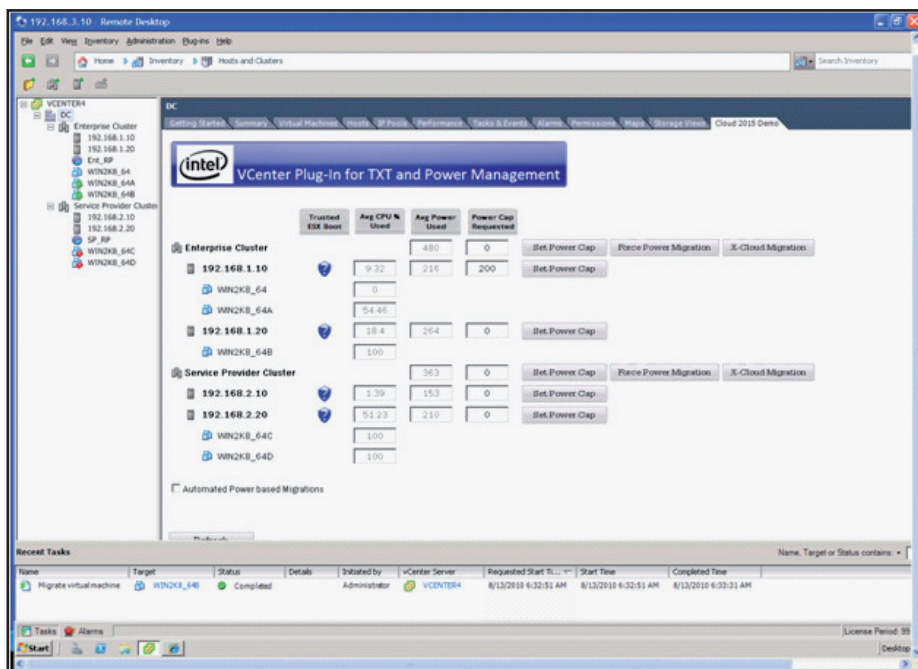


图 6：强制功率迁移

- 现在，我们可以设置另一个场景，展示跨集群迁移。此处，我们设定一个功率受限的主机，其功率限值为 190 瓦。

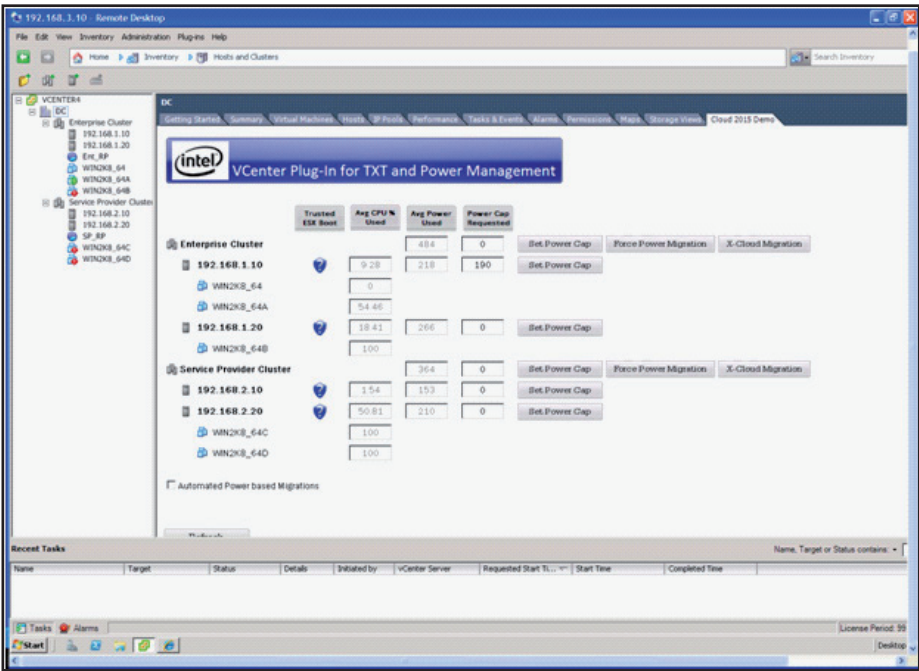


图 7：功率受限的主机

- 图 8 显示了高利用率虚拟机（“Win2K8_64A”）的迁移，图 9 显示了已成功完成的迁移。

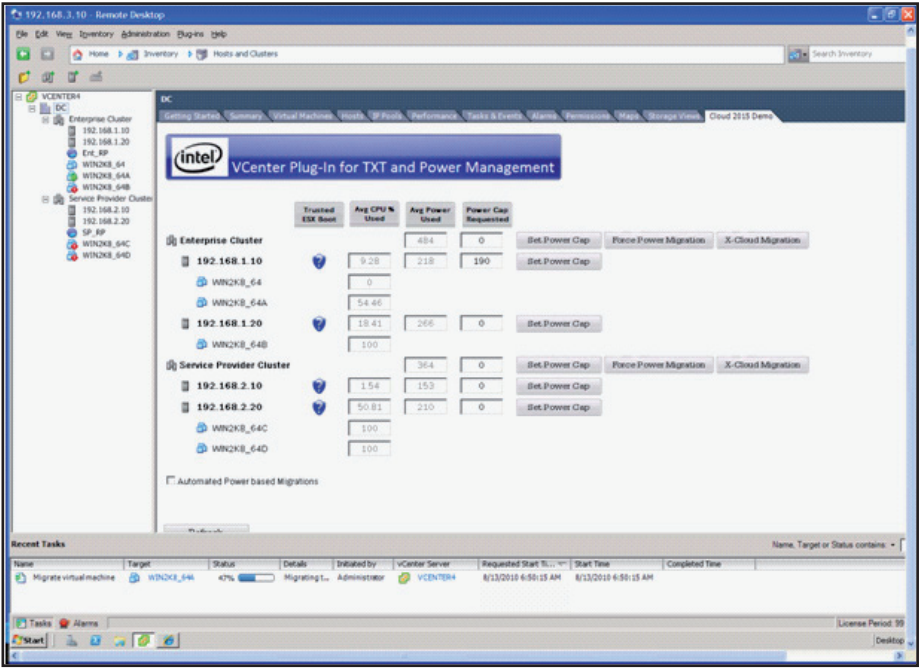


图 8：高利用率虚拟机迁移过程

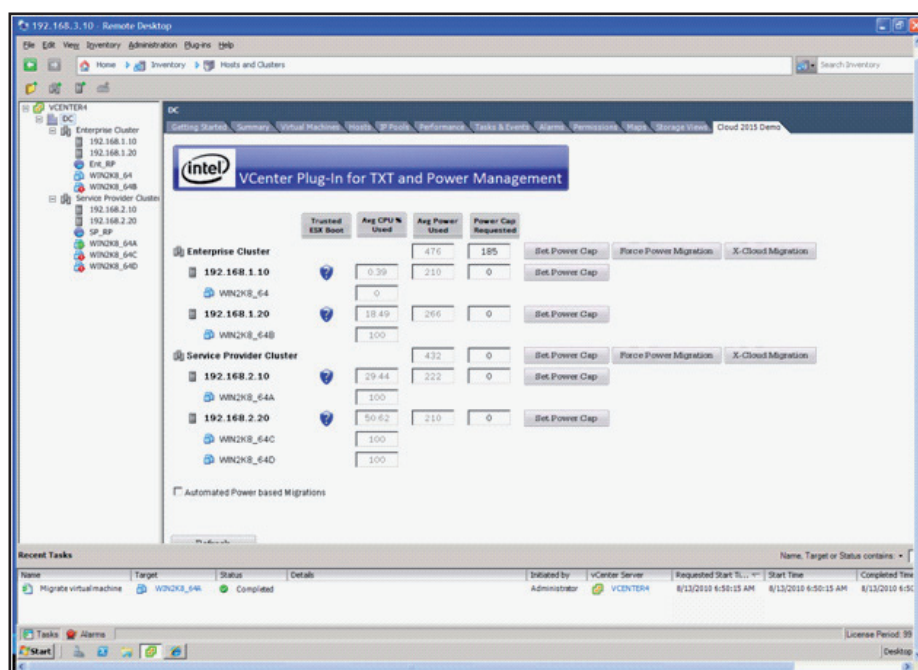


图 9：成功迁移高利用率虚拟机

应用案例 2：优化机架密度/使用

目的

收集实时功耗数据是功耗监控的重要功能。没有该数据，那么服务器功耗的最佳近似值来自于制造商提供的规格。如要将铭牌数值作为指导，需要留出大量的安全冗余度。为了达到安全冗余度，会导致数据中心供电超额拨备，且无法使用到该限制功率。这就导致数据中心供电超额拨备，同时导致为 IT 设备冷却过量，结果造成总拥有成本增加。

采用功耗监控数据使功耗管理按量进行，确保服务器总功耗数量与数据中心功耗相差无几。这对于较老式数据中心的改善尤其有效。

典型的数据中心为客户分配供电配额，此应用案例旨在优化机架利用率，即在功耗限值允许的情况下在一个机架内放置尽可能多的服务器，从而最大程度提高不含互锁机制的管线阶层微处理器（MIPS）的效率。激活机架功耗策略时，所有设备都可能在功耗限制状态下运行。但该组设备的 MIPS 总效率将比其它无功耗限制运行的任意设备组合更高，后者的汇聚功耗仍受到机架功率配额的限制。

先决条件：

- 要了解工作负载的 SLA 要求，以便根据各种功率限值测量性能增益/损失。

执行步骤

- 查明机架中每台服务器的功耗，并计算出机架的总功耗。
注意：此处假定每台服务器铭牌标示的功率相加总和与分配给机架的功率配额相等。
- 计算功耗时，还可捕捉与正在运行的工作负载的 SLA 有关的数据（如：响应时间、利用率等）。
- 利用英特尔® DCM 制定机架功耗策略。起初降低功率限值，然后以预定义的步进值提高限值。在每次步进时，捕捉与 SLA 有关的性能数据。

- 继续提高性能低于 SLA 要求时的功率限值。捕捉前一个值，功率为该值时，性能满足 SLA 要求。这将成为仍满足 SLA 要求的最佳功率限值。

结果

分配给机架的总功率限值与分配给机架的功率配额之间的差值为可再向机架添加多少具有类似功率限值的服务器提供了指导，使分配的功率不会超过功率配额。由于我们将继续向机架添加服务器，因此系统的总性能将进一步增强，而功耗仍保持在主机提供商分配的范围内。

在我们的试验中，尽管服务器密度增加 30% 到 50%，但功耗仍保持在相同的范围内。[‡] 服务器密度比例的增加依赖于工作负载和 SLA 要求。

如欲了解英特尔与其它公司合作进行的案例研究的更多信息，请参阅：<http://software.intel.com/sites/datacentermanager/whitepaper.php>

应用案例 3：优化工作负载的功耗

目的

IT 组织（包括英特尔 IT 部门）面临着巨大的数据中心功耗和散热挑战。因此，许多公司都在寻找旨在更高效利用现有数据中心功率的可选方法。优化工作负载功率是实现出色功效的一种方法。

功耗优化需要采用一个包含各种工作负载配置文件的表格和不能超越的性能损失目标。开发人员进行一系列实验，说明达到性能目标前可采取的控制。之后，在正常的运行中，应用工程师会根据之前的测量结果设定功耗控制目标。由于我们已知晓采取这些控制所带来的影响，因此现在可以说系统已经过优化。

这种方法的主要优势是根据服务等级要求提供实际的服务质量（QoS）。超过 SLA 通常不会为提供商带来额外的奖励，并反映出无需额外的支出。另一方面，低于 SLA 交付水平可能会导致客户的行为不符合规定。

先决条件：

- 在基础设施上设置 IT 工作负载。对于该使用模式，我们采用两类不同的 IT 工作负载。其中一个 I/O 高度密集型 DB 工作负载，另一个是处理器密集型工作负载。

执行步骤

- 对配置于运行于主机虚拟机之上的 I/O 密集型工作负载进行配置。
- 在没有对功耗进行任何控制的情况下运行工作负载，捕捉工作负载的运行时间。
- 现在，增加功耗控制，并循序渐进地增加功耗限值，直到运行时间增加将要超过基本值为止。当工作时间不受任何影响并且超过该值运行时间将要增加的时间点上记下功耗限值。
- 对处理器密集型工作负载重复以上三个步骤。

结果

对于不受处理器性能限制的工作负载，如 I/O 密集型和内存密集型工作负载，我们可以利用英特尔® 节点管理器 and 英特尔® DCM 在不会对整体性能造成任何影响的情况下减少为服务器处理器供电。这样，我们可以降低服务器功耗，并且仍满足服务等级协议（SLA）。

对于非处理器密集型工作负载，我们可以实现在不影响性能的情况下，使服务器功耗降低高达 20% 左右，如图 10 所示。²

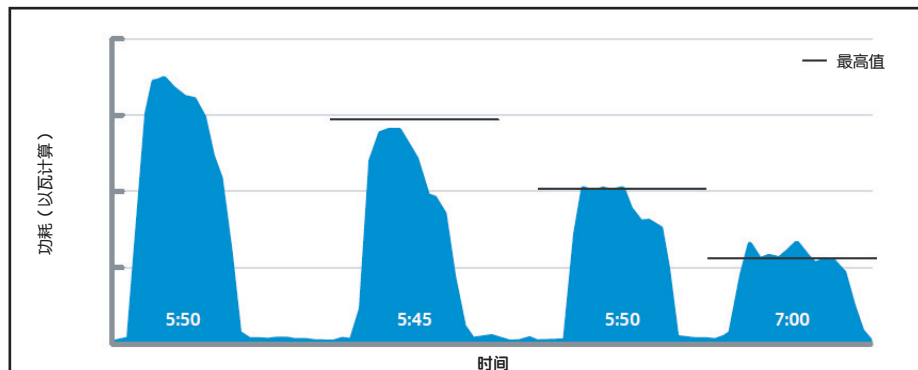


图 10：功耗控制对 I/O 密集型工作负载运行时间的影响

对于处理器密集型工作负载，在同样降低 20% 功耗的情况下，我们发现运行时间延长了 18%。并且功耗每降低 10%，运行时间都会延长 14%。²

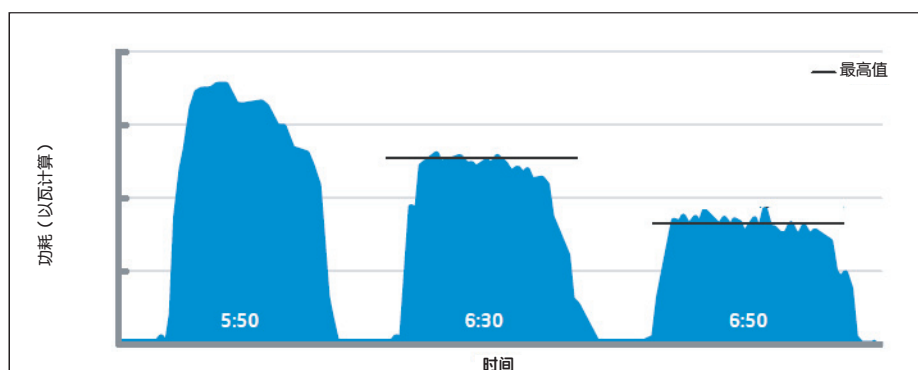


图 11：功耗控制对处理器密集型工作负载运行时间的影响

应用案例 4：灾难恢复 / 业务连续性

目的

一旦我们采用服务器功耗监控来表现应用工作负载的运行情况，那么我们便可扩展使用模式，帮助在断电的情况下保持业务连续性。我们可利用功耗控制分配保存在服务器中的电量，并优先处理关键业务工作负载。

先决条件：

- 处理器密集型和 I/O 密集型工作负载均经过配置。

执行步骤

- 模拟局部断电。
- 根据剩余的电量，采用功耗控制分配保存在服务器中的电量，支持所有工作负载继续运行。

结果

由于基于断电的功耗控制非常严格，因此服务器的性能将会受到严重影响。

图 12 显示出运行处理器密集型工作负载时功率受限和不受限之间的差异。当显著降低运行处理器密集型工作负载的服务器的功耗限值时，运行时间延长约 35%。²

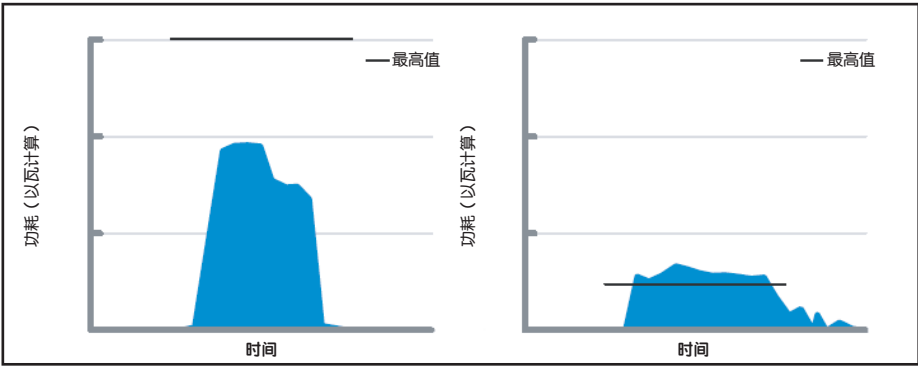


图 12：功率受限和不受限的 CPU 密集型工作负载

图 13 显示出运行 I/O 密集型工作负载的服务器的功耗情况。在这个场景中，性能影响最低。

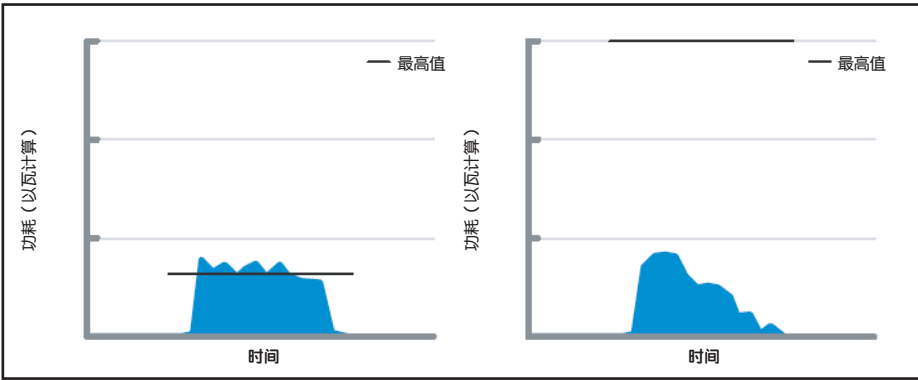


图 13：功率受限和不受限的 I/O 密集型工作负载

组合使用模式 — 基于策略的功耗管理应用案例

仅通过功耗控制降低能耗的情况非常有限。如要大幅降低能耗，需要持续的功耗降低。如果正在实施的策略像保护器一样进行功耗控制，那么策略很少能派上用场。在持久的控制规定下会实现一些能源节省，但这些节省受到控制范围或删除控制策略以优化性能的限制。

动态功耗管理策略充分利用内置于虚拟云数据中心内的更大自由度及高级平台功耗管理技术支持的动态行为。功耗控制等级将不断变化，并将成为控制变量。不仅仅是功耗管理，选择性的设备关机也能使能耗降低。动态策略带来的弊端是复杂度增加：如果控制等级成为控制变量，这意味着需要实施机制来发挥这种控制的作用。

云服务工作负载可能展现出或多或少的可预测模式，在工作时间要求处于峰值状态，在早晨短短的几个小时里处于低谷。实际上，一天中要求的变化幅度达 10:1 的情况并不多见。

想象一下，在峰值要求达到以上提及的 10:1 时，一个利用七台服务器运行的工作负载有多少。

如果七台服务器24小时全天候运行（正如现在大部分数据中心的标准一样），甚至如果我们将功耗控制应用于最低的策略时，那么我们利用当前技术所能实现的最好结果是使峰值功耗降低 50-60%。在处于要求低谷时（工作负载要求低于峰值要求的 10%），这种运行模式非常低效。这就是为什么多部分传统数据中心在利用率为 10-20% 的情况下终止运行的原因。

理想情况下，如果每设备运行工作负载的所需功耗保持不变，那么当工作负载要求低至峰值要求的 10% 时，功耗也将低至 10%。这种概念被称为功耗比例计算。对于每种已知技术而言，功耗比例计算有一个最低值。对于目前一代服务器而言，闲置服务器的要求最低值约为峰值的 50%。这表示，服务器虽然已启动，但没有执行任何任务，消耗的功耗为峰值功耗的 50%。

所幸，我们可以在这些条件下利用服务器的其它状态。如果我们知道服务器将在一段时间不使用，那么我们可将其置于睡眠状态。准确地说，我们可以将其置于 ACPI S5（软关机）或 ACPI S4（休眠）状态。当不使用服务器时，管理应用可将服务器置于睡眠状态，并在需要使用时重新开启。睡眠状态下的服务器能够使功耗相比峰值状态降低 90% 多。

用实际生活中的一个场景打比方，当我们离开房间时，我们关上灯。如果这个方法很明智，为什么我们还会看到数据中心的服务器 24 小时全天候启动呢？这是因为大部分传统应用会在物理服务器关机时中

断。但是，在低要求时间段内支持将虚拟机动态整合至更少物理主机以及在高要求时间段支持扩展时，在虚拟化环境中不会出现这种情况。

假定此时工作负载需要七台服务器完成。在一天的任意时刻，除了要求最高的时间段，一些服务器将关闭，“暂停”运行。如前文所述，对于一组服务器而言，服务器暂停运行可以使闲置功耗从 50% 降低至 10% 或更低。这样，我们可获得切实的能源节省。

仍需采取功耗控制：当要求最低时，尽管只有一台服务器运行，但系统仍处于过度配置状态。采用功耗控制可在不导致 QoS 大幅下降的情况下进一步降低功耗。同样，由于服务器在不连续的阶段开启，因此当一台服务器被激活时，系统可能处于过度配置状态。采用功耗控制将使功耗供需平衡。此外，系统可能会支持多个服务类，因此在任意给定的时间，可能会有两个或多个服务器子池，每个池分配有一个具有相关 SLA 的特定服务类。总体可用功耗分配于不同的服务类中，具有最高 SLA 的服务类获得最多的可用功耗。同时应用多个应用案例被称为组合使用模式。

应用案例 5：通过为多个服务类提供电源感知支持，实现功耗数据中心能耗降低目的

考虑两个工作负载服务类：高优先级和中优先级工作负载。高优先级运行于功耗不受限制的服务器之上，它们使用所有所需功率，以尽可能快的速度运行。中优先级工作负载被分配至功耗受限的服务器。尽

管运行缓慢，但仍处于运行状态。客户根据所选的服务类支付费用。

这种使用模式的主要目的是显示出在不同用户中实施多个 SLA 的能力。

先决条件：

- 根据日常周期要求预测结果，安排服务器暂停和运行。按小时安排暂停和运行足以支持大多数工作负载。
- 根据工作负载类别将功率配额分配给主动服务器子池。这些配额可基于功耗要求预测结果进行设置。如果配额基于应用的关键性能指标（KPI），则功率分配更精确。
- 设置一个机制，用以将工作负载标记为特定的服务类，并将该工作负载转至一组适当的 ESX 主机上。

执行步骤

- 了解和调节步骤
 - 在无功耗管理机制的情况下使应用运行几个日常周期以确定功耗基准，即，在无功耗控制的情况下 24 小时全天候运行设备。记下该运行模式下的基本功耗值。
 - 为暂停和活跃服务器子池设定分配安排表。重新运行工作负载进行设定，以便不存在过度分配或分配不足情况。分配按每天的时间或以更复杂的机制进行，作为使用 KPI 监控的控制反馈循环。
 - 覆盖功耗控制安排，设定不同的服务类，并形成功耗曲线。

- 重新运行系统几天，确保功耗分配算法与工作负载要求之间没有不匹配情况。
- 执行阶段
 - 部署之前经调节的系统并监控 KPI 几周，确保没有特例异常情况（corner case）存在。
 - 此时可发布系统进行生产。

结果

工作负载运行八小时，能耗降低约为 25%。

注意事项

架构考虑事项

存储

为了获得经济高效性和简化性，将一个网络文件系统（NFS）存储（NAS）作为共享存储系统存储虚拟机镜像。对于其他生产部署，需要基于性能、成本及其他要素，包括存储域网络（SAN）或网络连接存储（NAS）采用其他存储技术及拓扑技术。

可扩展性

应考虑可扩展性的两个不同方面。首先，我们需要考虑构建测试平台的 VMware vSphere 4（ESX4.x）底层基础设施的可扩展性。借助 VMware vSphere 4.0，Vmware 大幅提高了产品的可扩展性。如欲了解 Vmware 性能增强的更详细信息，请访问：http://www.vmware.com/files/pdf/vsphere_performance_wp.pdf

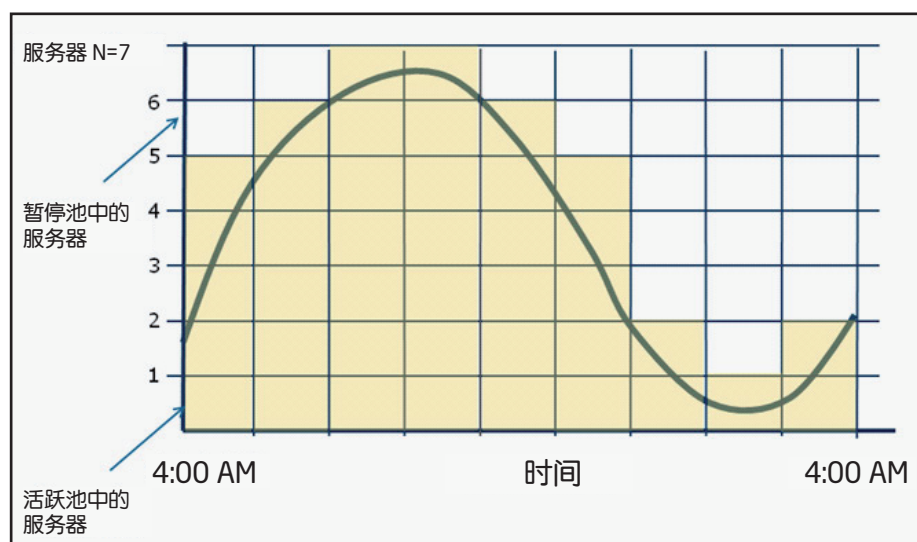


图 14：日常功耗要求曲线和活跃与被动池中的服务器

第二，如要采用英特尔® DCM，单独的服务器可管理多达 5000 台 VMware vSphere Hypervisor 主机。⁸

网络连接

我们利用基础设施测试平台的 1 Gb 连接支持服务器控制台/虚拟机网络，利用 100 Mbps 链路连接 BMC 支持带外（OOB）功耗管理。根据客户要求和模式，生产环境可能会充分利用 10 Gb 网络支持虚拟机网络。

功耗管理

在认真分析各种功耗控制下的工作负载性能后，应考虑进行功耗管理。如上所述，支持许多使用模式的功耗管理解决方案能带来很多好处。同时，在许多场景中，功耗管理可能并非最佳选择。例如，如果高敏感性生产工作负载是处理器密集型工作负载，并且主机利用率极高，功耗控制可能会严重影响系统性能。

硬件

完整讨论处理器和总体服务器性能考虑事项已超出本文研究范围。但是，请注意，运行于虚拟平台内的虚拟机的性能受处理器架构因素和处理器特定特性集的严重影响。使用具有虚拟化和 I/O 支持特性集的高性能服务器处理器，如支持强烈推荐的英特尔® 节点管理器的英特尔® 至强® 处理器 5500/5600 系列。如欲了解有关英特尔® 虚拟化技术的更多信息，请参考：www.intel.com/technology/virtualization/ 和 download.intel.com/business/resources/briefs/xeon5500/xeon_5500_virtualization.pdf

正在研发中的其它使用模式

散热功耗管理

在当今的数据中心内，散热配置在静止状态下确定，散热使用模式与实际要求不相符。针对使用模式对气流流入机架进行优化，并由试错法确定。

借助充分利用全新散热传感器和事件的英特尔平台，可大幅减少数据中心散热。利用来自服务器群组的有关气流、服务器进气和排气温度的实时数据，可为这些服务器提供最佳的机架气流和温度。

借助散热的优化和传感器新值，我们可在将工作负载分配给温度更低的系统时避免平台热点。由于能阻止热量跳变，因此这有助于提高服务器的可用性。如要测定平台热点，可使用“散热容限”值。散热容限的值越高，系统越热。

插件程序的开发和利用

本文讨论的插件程序为英特尔展示其全新的平台功能和相关的使用模式提供了灵活性。通过利用管理程序厂商的各自集成 API 或任意其他 ISV 提供的云/虚拟管理应用，展示的插件程序概念可延伸至其他管理程序厂商。

本文使用的插件程序旨在强调英特尔® 节点管理器对特定使用模式的价值。理想情况下，这种特性应直接集成至管理程序或其它管理应用/插件程序中，以便发挥平台特性的全部优势，因此，它支持其它使用模式，可为最终用户带来价值。

与英特尔® 节点管理器集成可通过利用英特尔® DCM API 实现。英特尔® DCM API 通过 Web 服务发挥作用，并可集成至任何企业软件管理控制台中。相反，英特尔® DCM 利用英特尔® 节点管理器管理每个节点上的功耗。英特尔为支持主要使用模式提供源代码。

术语

英特尔® 智能功耗节点管理器 (Intel® Intelligent Power Node Manager)：处于英特尔® 至强® 处理器 5500 系列服务器（及更高型号）平台之上的节点管理器。它为每台服务器提供功耗和散热监控及基于政策的功耗管理。功能通过集成底板管理控制器（BMC）上的标准智能平台管理接口（IPMI）发挥作用。这需要一个仪表化电源，如 PMBus*。

英特尔® 数据中心管理器 (Intel® Data Center Manager)：英特尔® 数据中心管理器将节点管理器功能延伸至机架和服务器群组中，有助于 IT 用户获得机架密度提高、资本和运营支出降低等优势。

VMware* 分布式电源管理 (VMware DPM)：如要了解在低资源利用率期间进一步大幅整合工作负载实现服务器整合从而降低功耗的更多相关信息，请访问 <http://www.vmware.com/products/drs/>

SDK：软件开发套件

QoS：服务质量

KPI：关键性能指标

SLA：服务等级协议

附录 A：服务器功耗管理

英特尔功耗管理技术

微处理器可能是服务器中最需要能源的组件，一直以来，是功耗管理战略的重点。许多新兴技术，如固态硬盘，具有大幅降低功耗的潜力，未来，内存功耗管理可能也将纳入其中。

英特尔® 智能功耗节点管理器与英特尔® DCM 旨在满足典型的数据中心功耗要求，如上所述。

节点管理器部署于英特尔® 服务器芯片组之上（从英特尔® 至强® 处理器 5500 系列平台开始）。⁹ 节点管理器为每台服务器提供功耗和散热监控及基于政策的功耗管理。功能通过集成底板管理控制器（BMC）上的标准平台管理接口（IPMI）¹⁰ 发挥作用。节点管理器需要采用符合 PMBus 标准的仪表化电源。¹¹

英特尔® DCM SDK 可为数据中心内的服务器、机架和服务器组提供功率和散热监控及管理能力。管理控制台厂商（ISV）和系统集成商（SI）可将英特尔® DCM 集成到其控制台或命令行应用中，并提供超值功率管理特性。英特尔® DCM 功能可部署于支持节点管理器的 OEM 平台之上。这些技术支持全新的功耗管理模式，并可最大程度降低工作负载的性能影响。

英特尔® 智能功耗节点管理器

英特尔® 至强® 处理器通过电压和时钟频率调整来控制功耗。时钟频率的降低可降低功耗，降低电压同样也可实现功耗降低。这种调整通过一系列独立的级实现，每一级具有特定的电压和频率。英特尔® 至强® 处理器 5500 系列可支持 13 个功率级数。这些级数基于 ACPI¹² 标准定义，俗称为 P 状态。P0 通常为无功耗限制的正常运行状态。P1、P2 等等以此类推的状态为功耗控制状态。

此外，电压和时钟频率调整还会影响系统整体性能，并因此限制应用。控制范围受

每个微处理器几十瓦功率的限制。对于每个微处理器而言，这似乎并不明显，但如果将控制措施应用于大型数据中心内的数千个或数万个微处理器上，那么每月可能会节省数百千瓦小时功率。

节点管理器是支持节点（服务器）等级上带内/带外功耗监控和管理的 BMC 的芯片组扩展。一些主要的特性包括：

- 实时功耗监控
- 平台（服务器）功耗控制
- 功耗阈值告警

图 15 节点管理器功耗管理控制闭环显示的是英特尔 NM 服务器功耗管理控制闭环。

VMware* 分布式电源管理（DPM）：
众所周知，通过虚拟化整合物理服务器可带来巨大的成本优势，这是由于硬件维护和功耗需求降低。通过在低资源利用率期间动态整合工作负载，VMware* 分布式电源管理（DPM）¹³ 还可实现更多功耗节省。虚拟机迁移至更少的物理服务器上，可以将无

需使用的主机关闭。当工作负载要求增加时，重新开启主机，虚拟机迁移回服务器上。VMware DPM 是分布式资源调度程序（DRS）的可选特性。

VMware DPM 与英特尔 NM 技术完美结合有助于支持功耗管理使用模式的部署，如本文所述。集成 VMware 和英特尔 NM 可通过英特尔开发的插件程序实现。

附录 B：戴尔* 云解决方案

戴尔为客户提供构建云计算数据中心的解决方案和服务。这些解决方案和服务包括：

- 全新集成的云基础设施解决方案，包括测试前、装配前、充分支持的软硬件以及支持公共和私有云构建程序的服务，轻松快速地部署和管理云基础设施。
- 全新的戴尔云合作伙伴计划（Dell Cloud Partner Program）与领先的独立软件厂商（ISV）合作为客户提供易于购买和部署的云解决方案和面向戴尔平台优化的蓝图。

- 全新的戴尔 PowerEdge* C 系列服务器采用超大规模设计，支持高密度计算性能，可大幅降低能耗和运营成本。
- 全新的戴尔云服务包括咨询、部署和支持，可在客户采用云计算模式时帮助其规划、管理模式和降低复杂度。

戴尔 PowerEdge C 系列服务器

戴尔将其 PowerEdge 服务器家族延伸到全新的 C 系列。这些新服务器的设计灵感来源于戴尔的 DCS 业务，具有优化的功能和功耗特性，可满足客户在 HPC、Web 2.0、游戏、社交网络、能源、SaaS 提供以及公共和私有云构建方面的要求。全新的 PowerEdge C 服务器包括：

- **PowerEdge C1100：**更大内存、更出色的功效、集群优化的计算节点服务器（1U/2S、高达 144 GB RAM、英特尔® 至强® 处理器 5500、2 x 1 GbE 英特尔 82576 Kewala 卡）：要求最大程度提高内存灵活性的功耗和空间敏感客户的理想之选。

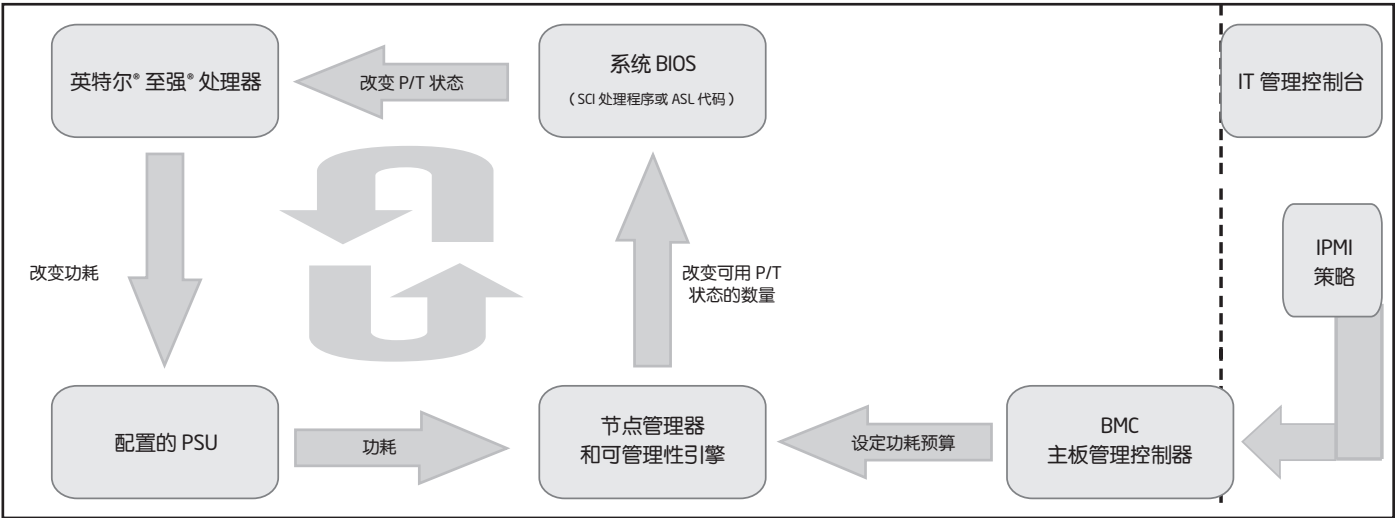


图 15：节点管理器功耗管理控制闭环

- **PowerEdge C2100**：高性能数据分析、云计算平台和云存储服务器（2U/2S、高达 144 GB RAM、英特尔® 至强® 处理器 5500/5600 系列、2 x 1 GbE 英特尔 82576 Kawa 卡）：可出色满足扩展数据中心环境的要求。在此类数据中心中，内存和存储密度最为重要：Hadoop、Map/Reduce、Web 分析、数据库。
- **PowerEdge C6100**：4 节点云和集群优化共享基础设施服务器（2U/多达 4 个 2S 服务器节点[热插拔]、英特尔® 至强® 处理器 5500/5600）：可满足超大规模构建模块要求，支持性能关键的高性能集群计算（HPC）、Web 2.0 环境和云构建程序。

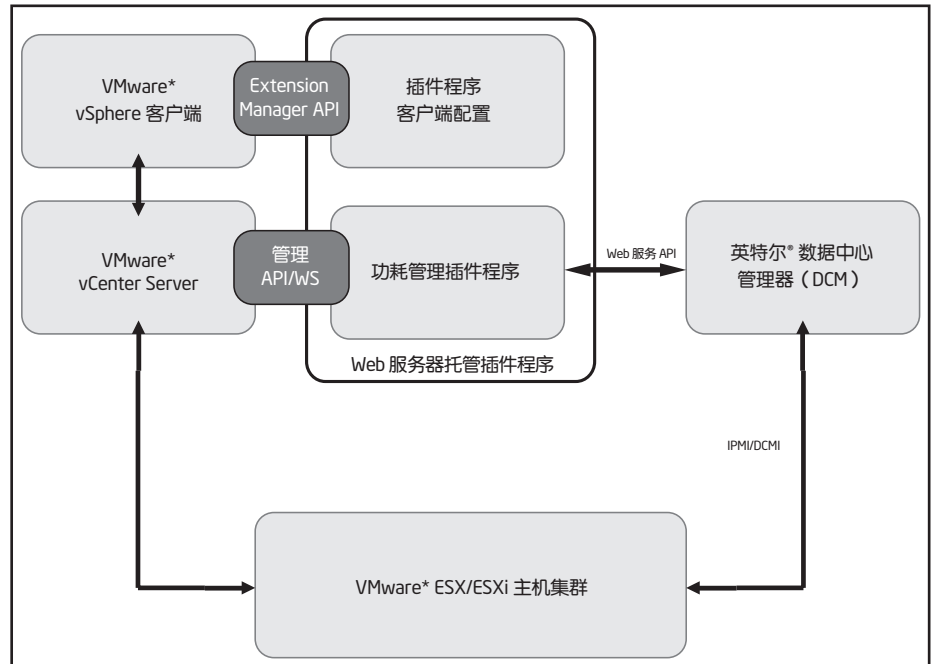


图 16：功耗管理“插件程序”架构

附录 C：VMware 功耗管理插件程序

通过 VMware vSphere Client 插件程序¹⁴ 自身的特定菜单选择或工具栏图标（支持访问外部基于 Web 的功能），VMware 为第三方开发商和合作伙伴提供扩展 VMware vCenter Server 的能力。Extension Manager 是一项服务界面，支持集中化管理 VMware vCenter Server 系统的插件程序（有时称为附加组件）。

插件程序包括服务器和客户端组件。服务器组件可提供更多 VMware vCenter Server 功能。例如，VMware vCenter Server 中的 Storage Monitoring Service 利用来自 VMware vCenter Server 数据库的信息提供有关存储的报告等级服务。文本和图形用户界面（UI）项目扩展 VMware vSphere Client 能力，支持用户与服务器的交互。例如，VMware vSphere Client 中的存储选项卡和几个上下文菜单可提供有关存储的报告。

功耗管理插件程序

在目前的虚拟化环境中，资源优化决定主要基于依赖于工作负载的处理器和内存利用率。功耗管理插件程序扩展资源管理引擎支持云和虚拟环境（如，VMware vCenter Server）的能力，提供支持英特尔 NM 和英特尔® DCM 平台功能的经高度优化的资源分布机制。

插件程序的主要理念是展示服务器功耗如何作为利用 vSphere Web Services 和英特尔® DCM SDK 的资源分配和迁移决策的关键参数。一些管理程序管理工具包括 VMware vCenter Server，它们不会将功耗作为资源分布算法中的参数。插件程序展示通过利用 VMware vSphere Web Services 和英特尔® DCM SDK 从功率受限的主机迁移至不受限的主机。插件程序支持管理员利用 UI 为采用英特尔® DCM SDK 的服务器制定功耗策略，而不是采用单独的工具进行功耗

管理。此外，插件程序还有助于管理员在服务器等级或机架等级上制定功耗策略。

图 16 说明了插件程序的高等级架构。左侧的组件是 VMware vCenter Server 和 VMware vSphere Client。VMware vSphere Client 是 VMware vCenter Server 的前端。中间部分由已开发的功耗管理插件程序（Web 应用）组成。插件程序通过 Extension Manager 界面注册 VMware vCenter Server。图表的右侧部分是安装有英特尔® DCM 的服务器。应用用于管理支持英特尔 NM 的服务器的功耗。该 DCM 工具可与 VMware vCenter Server 在同一个服务器上共存。为了清晰起见，它们显示于不同的框内。图表底部显示支持英特尔 NM 技术的 ESX 主机的集群。插件程序的功能通过 VMware vCenter Server 与英特尔® DCM API 发挥出来。

附录 D：改进功耗管理

在数据中心内部署功耗管理功能必将在现有应用所处的环境中发生。花费大量精力定义绿色环境中功耗架构的情况很少。因此任何功耗管理架构需要具有符合大多数原有环境标准的灵活性，从而把握所有部署机会。集成功耗管理功能的便利的提取方法是采用可插拔模块。这种提取方法可在多种等级上实施：通过利用 IPMI 或数据中心可管理界面（DCMI）标准在单一节点等级上实施或在节点池等级上实施。可利用软件实体，如英特尔® DCM SDK 或 VMware vCenter Server，将节点池的聚合功耗管理功能整合至一个逻辑实体中。专用插件程序通过单一节点的 IPMI 或 DCMI 或通过一组节点的 DCM 或 VMware vCenter Server 插入至应用中。

例如，附录 C 所示的具有 VMware vCenter Server 的插件程序。以下我们将说明具有 DCM 的插件程序示例。假定云存储应用运行于一个机架的一组服务器之上。架构可扩展，这使得架构可扩展至多个机架或一行机架内。此外，假设为了简化起见，采用直连存储设备（DASD）。

1. 云存储应用可在部署于以行排列的多台物理机架内。我们假设控制这行机架内设备功耗行为的管理应用是行功耗管理器。行功耗管理器可连接至构建管理系统（BMS）应用。该应用可用于监控整个数据中心内的功耗管理。

行功耗管理器采用大量策略，将专门的指令应用于每个存储设备中。例如，如果行由一个 5 千瓦分支电路供电，则行功耗管理针对每个存储机架采用一个 5 千瓦功率保护器。如果没有该保护器，则需要采用其它分支电路，从而导致大量闲置功耗产生。

2. 除了采用特定的功耗管理技术外，还有许多有助于降低功耗的新兴技术。其中一种方法是将硬盘替换为固态硬盘（SSD）。与典型机械硬盘的 10 至 15 瓦功耗相比，SSD 在闲置状态下消耗的功率不到 1 瓦，通常情况下不到 5 瓦。由此可以看出，使用 SSD 有助于降低功耗基准。
3. 机架策略引擎监控功耗，它监控为硬盘供电的配电装置（PDU）的用电量和

功耗。它使用英特尔® DCM（控制服务器功耗）例程报告的服务子系统。

4. 实施可能仅为存储子系统提供监控功能。在这种情况下，通过调整机架内服务器的功耗，设备策略引擎需要满足设备的功率配额要求。
5. 存储应用节点控制子系统内的机架策略引擎将功率目标分配给英特尔® DCM。该功率目标可给予工作负载条件和更高等级上策略动态变化。
6. 英特尔® DCM 将所有功率配额分配给服务器子系统，并在机架的服务器之间进行划分。
7. 节点管理器例程相应地设置 P 状态，以符合英特尔® DCM 实施的配额。

在该参考架构中，英特尔® DCM 在图 17 的 5 号组件中扮演的角色非常重要：它支持以极低的成本在应用内实施节点控制算法，支持应用运行。在我们的实验中，英特尔® DCM 的应用界面通常不到一周时间即可部署完成，即使部署团队此前并未采用 API。所需的是一些 Web 服务呼叫。大多数工

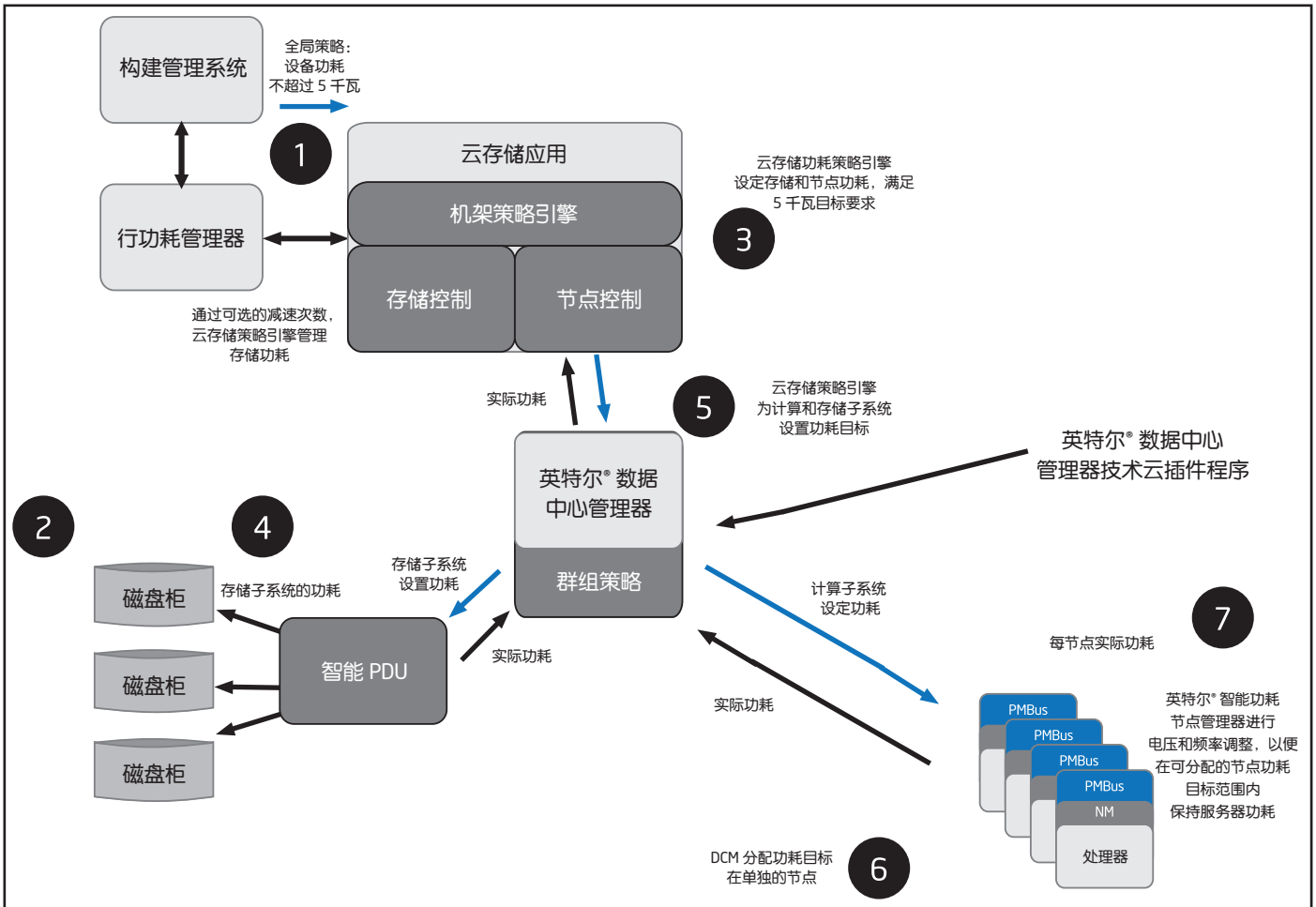


图 17：具有数据中心管理器的功耗管理“插件程序”架构

作旨在验证新功能。由于建立界面所需的工作很少，因此出于实用目的，英特尔® DCM 作为插件程序模块，快速将功耗管理功能添加至基于云的应用中，即云存储应用。该功能在无需重新构建初始应用的情况下，以任何基础方法即可添加。

最后，改进注意事项与将功耗功能连接至关键性能指标和服务等级协议有关。许多应用，尤其是与服务导向型行业（如电信）有关的应用用于监控关键性能指标（KPI）。设定功耗管理支持性能和功耗之间明确的平衡，则功耗管理插件程序为应用提供了有力

的补充：一旦插入插件程序，则监控 KPI 上的功耗管理影响非常简单，并可确保应用性能保持在既定服务等级协议之内。

尾注

1. 英特尔® 智能功耗节点管理器, <http://www.intel.com/technology/intelligentpower/index.htm>
2. 英特尔® 数据中心管理器, <http://software.intel.com/sites/datacentermanager/index.php>
3. EPA 提交给美国国会的有关服务器和数据中心能效的报告, http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/downloads/EPA_Report_Exec_Summary_Final.pdf
4. 戴尔 PowerEdge C 系列, <http://www.dell.com/content/topics/topic.aspx/global/products/landing/en/poweredge-c-series?c=us&l=en&s=gen&sredirect=1>
5. Windows 硬件兼容性列表, <http://www.microsoft.com/whdc/hcl/default.mspx>
6. 创建全新的 MIME 类型, 支持 ASPX 处理, <http://support.microsoft.com/kb/326965>
7. VirtualCenter VMotion 要求, http://pubs.vmware.com/vi3/resmgmt/wwhelp/wwhtml/common/html/wwhelp.htm?context=resmgmt&file=vc_create_cluster.7.4.html
8. 英特尔® DCM 可扩展性, <http://software.intel.com/sites/datacentermanager/datasheet.php>
9. 英特尔® 至强® 处理器 5500 系列, <http://www.intel.com/itcenter/products/xeon/5500/index.htm>
10. 智能平台管理界面, <http://www.intel.com/design/servers/ipmi/ipmi.htm>
11. PMBus*, <http://pmbus.org/specs.html>
12. 高级配置与电源界面, <http://www.acpi.info/>
13. VMware 分布式电源管理概念及使用, www.vmware.com/files/pdf/DPM.pdf
14. 从 VC “插件程序” 开始, http://www.vmware.com/support/developer/vc-sdk/vcplugin/vcplugin_technote_exp.pdf

如欲了解有关云解决方案部署的更多信息，
请访问：www.intel.com/cloudbuilders

法律声明

Δ 英特尔处理器号不作为衡量性能的标准。处理器号主要区分各处理器家族内部的不同特性，不同处理器家族之间的处理器号不具有可比性。如欲了解更多信息，请访问：www.intel.com/products/processor_number

² 英特尔内部测量。性能结果基于在指定电脑系统上执行的特定测试。系统硬件、软件或配置的任何不同都可能影响实际性能。如欲了解更多信息，请访问：<http://www.intel.com/performance>

性能测试和等级评定均使用特定的计算机系统和/或组件进行测量，这些结果反映了那些测试所测定的英特尔产品的大致性能。系统硬件、软件设计或配置的任何差异都可能影响实际性能。购买者应进行多方咨询，以评估他们考虑购买的系统或组件的性能。如欲了解有关性能测试和英特尔产品性能的更多信息，请访问：http://www.intel.com/performance/resources/benchmark_limitations.htm

本文所提供之信息均与英特尔® 产品相关。本文件并未明确地或隐含地、不可反悔地或以其它方式授予对任何知识产权的许可。除相关产品的英特尔销售条款与条件中列明之担保条件以外，英特尔公司不对销售和/或使用英特尔产品做出任何其它明确或隐含的担保，包括对适用于特定用途、适销性，或不侵犯任何专利、版权或其它知识产权的担保。除非经英特尔书面同意，否则英特尔产品并非设计用于或有意用于任何英特尔产品发生故障可能会引起人身伤亡事故的应用领域。

英特尔可以随时在不发布声明的情况下修改规格和产品说明。设计者不得依赖于标记为“保留”或“未定义”的任何特性或说明。英特尔保留今后对其定义的权利，对于因今后对其进行修改所产生的冲突或不兼容性概不负责。此处信息可能随时更改，恕不另行通知。请勿使用本信息来对某个设计做出最终决定。

文中所述产品可能包含设计缺陷或错误，已在勘误表中注明，这可能会使产品偏离已经发布的技术规范。英特尔提供最新的勘误表备索。订购产品前，请联系您当地的英特尔销售办事处或分销商了解最新技术规范。如欲获得本文或其它英特尔文献中提及的带编号的文档副本，可致电 1-800-548-4725，或访问英特尔网站：<http://www.intel.com/>

版权所有 © 2010 英特尔公司。保留所有权利。英特尔、Intel 标识、Xeon、至强、Xeon inside、英特尔智能功耗节点管理器、英特尔数据中心管理器以及英特尔虚拟化技术是英特尔公司在美国和其他国家（地区）的商标。

VMware 是 VMware 在美国和其他国家（地区）的商标。文中涉及的所有其他商标和名称可能是其各自所有者的商标。

*文中涉及的其它名称及商标属于各自所有者资产。

