

课程报告

****

**题 目 虚拟化云计算平台的能耗管理**

学生姓名 时 佳 乐

学 号 201933050014

学 院 应用技术

专 业 计算机科学与技术

指导教师 李天目

**二Ｏ二二 年 五 月 四 日**

目 录

[1 绪论 1](#_Toc102675712)

[2 虚拟化技术 1](#_Toc102675713)

[2.1 介绍 1](#_Toc102675714)

[2.2 具体技术 2](#_Toc102675715)

[3 虚拟化云平台的能耗监控与测量 2](#_Toc102675716)

[3.1 基于软件或硬件的直接测量方法 2](#_Toc102675717)

[3.1.1 基本原理 2](#_Toc102675718)

[3.1.2 优势 3](#_Toc102675719)

[3.1.3 缺陷 3](#_Toc102675720)

[3.2 基于能耗模型的能耗估算方法 3](#_Toc102675721)

[3.2.1 基本原理 3](#_Toc102675722)

[3.2.2 优势 3](#_Toc102675723)

[3.2.3 缺陷 3](#_Toc102675724)

[3.3 基于虚拟化技术的能耗测量方法 4](#_Toc102675725)

[3.3.1 基本原理 4](#_Toc102675726)

[3.3.2 优势 4](#_Toc102675727)

[3.3.3 缺陷 4](#_Toc102675728)

[4 总结 4](#_Toc102675729)

[参考文献 4](#_Toc102675730)

[致谢 5](#_Toc102675731)

虚拟化云计算平台的能耗管理

时佳乐

南京信息工程大学应用技术学院，江苏 南京 210044

摘要：云计算引领了计算机科学的一场重大变革，但与此同时，也不可避免地带来了日益凸显的能源消耗问题。因此，云计算能耗管理成为近几年的研究热点。云计算系统的能耗测量和管理直接关系到云计算的可持续发展，能耗数据不仅关系到能耗模型的建立，而且也是检验云计算资源调度算法的基础。当前云计算环境的4种能耗测量方法：基于软件或硬件的直接测量方法、基于能耗模型的估算方法、基于虚拟化技术的能耗测量方法、基于仿真的能耗评估方法，分析和比较了它们的优势、缺陷和适用环境，在此基础上，从虚拟化层和云平台层两个层次总结了目前能耗管理机制方面取得的进展；并对能耗管理算法进行分类比较。

关键词：虚拟化；云计算；能源管理

**Power consumption management for the virtualization cloud computing platform**

Shi Jia-Le

School of Applied Technology，NUIST，Nanjing 210044，China

**Abstract：**Cloud computing is ushering in a major revolution in computer science， but at the same time， it has inevitably brought with it a growing problem of energy consumption. Therefore， cloud computing energy consumption management has become a research hotspot in recent years. Energy consumption measurement and management of cloud computing system is directly related to the sustainable development of cloud computing. Energy consumption data is not only related to the establishment of energy consumption model， but also the basis for testing cloud computing resource scheduling algorithm. Four current energy consumption measurement methods in cloud computing environment： Direct measurement method based on software or hardware， the estimation method based on the model of energy consumption， energy consumption measuring method based on virtualization technology， energy consumption evaluation method based on the simulation， analysis， and compares their advantages and defects and applicability， on this basis， from two levels of virtualization and cloud platform layer summarized the progress in the current energy consumption management mechanism; The energy consumption management algorithms are classified and compared.

**Keywords：**Virtualization; Cloud Computing; Energy Management

# 1 绪论

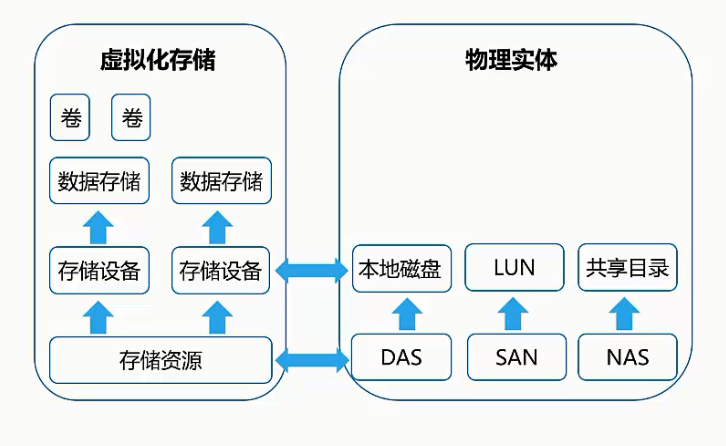
2009年初IBM公司向全球人类提出了一项新的理论——“智慧地球”。即在这个时刻发生变化的世界里，我们拥有着大量流动资源，这些资源是不平均且不断处在动态变化中的，如果我们想好好的管理和利用这些资源，这就需要我们的世界变得智慧。高速发展的计算机信息技术融入整个世界的运转让我们的地球变成了地球村，计算机信息技术指导人们智慧的管理着资源。虚拟化和云计算作为智慧信息技术的重要组成部分，成为了当今世界备受瞩目的项目，它不断地渗透到信息产业的各个领域。

近年来，数据中心的高能耗逐渐成为一个突出的问题，尤其是随着云计算时代的到来，更多的计算资源和存储资源集中在云端，给能耗的高效管理带来更大的挑战。据统计，2006年美国6000个左右的数据中心，消耗了大约610亿千瓦时的电能，总值高达45亿美元，超过了当年美国所有彩色电视机的总能耗。来自美国能源部的数据表明，数据中心的能耗占全美所有能耗的1.5％，并且对电能的需求仍在以每年12％的速度增长。此外，IDC市场研究公司对全球所有企业电能花费的评估结果表明，每年全球的企业大概要花费400亿美元在能耗上。[1]数据中心的高能耗问题不仅造成电能的浪费、系统运行的不稳定，同时也对环境造成不良影响。美国联邦机构已经指出高能耗问题将对空气质量、国家安全、气候变化、电网可靠性等方面造成严重影响。

# 2 虚拟化技术

## 2.1 介绍

虚拟化技术是云计算平台的基础，其目标是对物理计算资源进行整合或划分，自它提出之日时就获得了广泛应用，现在甚至成为云计算管理平台中的关键技术层面。按照虚拟化实现的层次，可以将其分为完全虚拟化和半虚拟化技术，这二者的区别就在于是否修改虚拟操作系统以获取特定指令。虚拟化技术为云计算管理平台的资源管理提供了资源调配上的灵活性，从而使得云计算管理平台可以通过虚拟化层整合物理资源或划分物理资源。

图2.1 云计算虚拟化概念

虚拟化的本质和目的：物理硬件与软件分层，实现更高的资源利用率和开放性。将资源抽象化封装成标准的输入输出接口，简化对资源访问、管理和表示，实现资源使用和资源具体实现之间的松耦合。

虚拟化的本质和目的：物理硬件与软件分层，实现更高的资源利用率和开放性。将资源抽象化封装成标准的输入输出接口，简化对资源访问、管理和表示，实现资源使用和资源具体实现之间的松耦合。基于虚拟化技术的云计算管理平台大多具有如下功能：应用定义、服务管理、集群管理以及物理机-虚拟机管理。应用定义模块的功能是为云计算管理平台的最终使用者定义需要的机器类型，可以创建、修改、删除每一种机器类型；一组机器的集合被成为实例，云管理平台的用户可以对实例进行整体管理，也可以对实例中的机器进行启动、关闭以及删除等单独操作。服务管理模块管理云计算管理平台中的所有服务，包括对账户、用户以及租户的管理、事件服务的管理、安全服务的管理等。集群管理模块能够在地理位置分散的机器，为全部关键应用、服务等集中分配资源，从而提供了一个单一而又有效的管理环境，降低了管理总成本。云管理平台可以同时管理物理机和虚拟机，对物理机提供的是启动、关闭等基本功能；对虚拟机提供的则是整个生命周期的管理，包括创建、运行、维护以及迁移等[2]。

## 2.2 具体技术

计算单元在虚拟的基础之上而不是真实的基础之上运行，虚拟化技术可扩大硬件容量，简化软件重新配置过程，包括硬件虚拟化、虚拟机、内存虚拟化、网络虚拟化、桌面虚拟化。

网络虚拟化（IaaS）：抽象出一个网络虚拟层，将网络资源从硬件中剥离出来，由网络虚拟层来实现原有设备的路由、IP、ACL、拥塞控制等能力，并对应用层提供API，实现网络能力与硬件解耦。

存储虚拟化（IaaS）：为物理的存储设备提供一个抽象的逻辑视图，用户可以通过这个视图中的统一逻辑接口来访问被整合的存储资源。

服务器虚拟化（PaaS）：指将虚拟化技术与服务器融合，在单一服务器上创建若干个可独立使用的虚拟服务器或者整合多个服务器，创建逻辑一体化的单个服务器并为每个虚拟化提供抽象化的硬件资源，实现虚拟机之间良好的隔离性和安全性。

桌面虚拟化（PaaS）：解决个人电脑的桌面环境与物理机之间的耦合关系。经过虚拟化的桌面环境被保存在远程的服务器上，当用户使用具有足够显示能力的兼容设备在桌面环境上工作时，所有的程序与数据都运行和最终保存在这个远程的服务器上。

高级语言虚拟化（SaaS）：解决的是可执行程序在不同体系结构计算机间迁移的问题。由高级语言编写的程序将编译为标准的中间指令，这些指令在解释执行或编译环境中被执行。

应用虚拟化（SaaS）：指把应用对底层系统和硬件的依赖抽象出来，解除应用和OS、硬件的耦合关系[3]。

# 3 虚拟化云平台的能耗监控与测量

## 3.1 基于软件或硬件的直接测量方法[4]

### 3.1.1 基本原理

直接测量能耗的方式主要有两种：

（1）使用额外的物理仪器获取从电源供给到整个系统的电量或能耗是一种最为直接的方法。具体的连接方式是将能耗测量装置（如功率表）串联在外接电源和系统之间；同时，需要将数据线从测量装置连接到终端设备上的接口上，以便将实时数据记录下来。其中，一个简单、直接的方式是使用电流计和电压计的组合对SUT进行测量,这种方法直接得到的是供电电压和经过系统的直流电流,根据式子得到系统功率*P*：

|  |
| --- |
| P = V \* I |

其中，V是供电电压，I是经过系统的直流电流。此外，一些供应商开发的智能电源模块（smart power strip）附带功耗感知和测量功能，并且提供数据传输接口（如RS232、USB和基于以太网的接口）[5]。

（2）一些技术成熟的厂家和开发商会为自己的服务器产品开发能耗数据采集（DAQ）系统，一些机构也在此方面进行过研究，例如，加州大学伯克利分校开发的Ganglia。通过这类系统软件，我们可以准确地获取系统性能指标的动态变化以及实时的功耗数据。不仅如此，DAQ系统支持高频的数据采集，一些实验中会设置高达1kHz的采集频率。但DAQ系统很多情况下是由开发商定制的，也就是说，一些监测系统只能安装在特定类型集群上。

### 3.1.2 优势

（1）结果准确、可信；

（2）适用于系统整体测试和评价。

### 3.1.3 缺陷

（1）低部署难度和细测量粒度难以兼得[6]。

## 3.2 基于能耗模型的能耗估算方法

### 3.2.1 基本原理

因为直接测量整个系统的能耗过于粗略且不利于虚拟化，而获取所有组件各自的能耗难以实施，那么考虑部分组件来估计总体能耗，利用关键资源的利用率（如CPU的利用率）与系统整体能耗建立关联，实时估计系统能耗的变化。利用工作节点组件模型进行能耗估算的基本步骤如下：

（1）建立能耗模型：这是最关键的步骤，任务是建立一个具体的数学模型。组件的指标可以是CPU的利用率、内存的吞吐量、网络的带宽以及磁盘的读/写字节数。一般来说，考虑到模型的可用性和建模的难易度，往往仅选择最重要的组件来进行建模，即不考虑相对能耗贡献率较低的其他组件。最直观的估计方法是使用单个组件资源进行建模，如CPU利用率。但是，根据CPU利用率一项指标来估算系统能耗存在较大的误差，忽略除CPU外的其他组件的能耗会导致能耗估算不准确，现在更多的学者使用多个组件的能耗之和来估算系统总体能耗；

（2）获取组件的指标：建立以系统组件为自变量的能耗模型后，必须要通过某种手段获得组件的指标，比如可以通过能耗监测系统获取CPU利用率、内存吞吐量等指标，而在虚拟机的操作环境下，也可以利用监测软件实时地获取虚拟机的资源占用率。

（3）评估系统能耗情况：得知组件的指标后，一般来说有两种方式进行总体能耗评估：第1种方式是利用单一组件来完成，比如直接通过CPU的利用率来计算能耗，这种方式有其科学依据，并且在计算密集型任务下有较好的准确度；更多的情况是综合多个组件的能耗来估计系统总体的能耗，一些文献指出，CPU和内存是能耗贡献最多的两个组件，而为了保证精确度，甚至可以考虑更多的组件[7]。

### 3.2.2 优势

（1）灵活性高；

（2）单一类型任务负载下的功耗估计比较可靠。

### 3.2.3 缺陷

（1）准确性不足；

（2）复杂或混合任务负载下建模困难。

## 3.3 基于虚拟化技术的能耗测量方法

### 3.3.1 基本原理

虚拟化技术提高了云计算基础设施的利用率，并且允许对物理资源进行灵活的配置，因此一种比较好的解决方案就是在虚拟机环境中进行模型验证或算法实验[8]。

虚拟机环境为实验者提供诸多便利。首先，虚拟机的CPU核数、内存和磁盘大小等参数可以动态配置，这极大地方便了实验环境的调控。同时，有很多技术相对成熟的虚拟机能耗监测软件，可以实时获取较为准确的能耗数据和各类资源利用率，可以为实验者建立组件能耗模型提供基础。

在虚拟化环境下，我们无法直接获取虚拟机的能耗，因为虚拟机实际上属于软件层面，VM通过占用资源（如CPU和硬盘空间）的方式产生能耗。因此，在虚拟化环境下，我们需要采用间接的测量机制来监测VM的能耗。

### 3.3.2 优势

（1）虚拟机配置灵活；

（2）测量粒度细；

（3）虚拟化环境下的能耗可视化。

### 3.3.3 缺陷

（1）数据准确性有限；

（2）虚拟机的低功耗效率。

# 4 总结

在本次课程设计中，能够很明显地体现出我对这门课还有很多不太理解和不太熟悉的地方，因此还需要多加学习。这份课程设计主要介绍的是虚拟化云计算平台的能耗管理，在第一节主要介绍了虚拟化技术具体包含哪些技术，第二节大篇幅地介绍了一部分的能源管理和测量的方法，其测量方法其实还有很多，此处主要介绍的是自己稍微有查阅资料后比较理解的。总体而言，介绍的也都相对比较宽泛简单，日后也需要多多进行查阅资料和进行学习。

# 参考文献：

[1]万成威,王霞,王猛.虚拟CPU负载预测算法性能评估[J].电讯技术,2022,62(04):445-449.

[2]刘赟.虚拟化云计算平台能耗管理分析[J].电子世界,2016(17):34.DOI:10.19353/j.cnki.dzsj.2016.17.019.

[3]张丽华.基于云计算的能效评估方法研究[J].昆明冶金高等专科学校学报,2019,35(01):70-71+82.

[4]宋杰,李甜甜,闫振兴,那俊,朱志良.一种云计算环境下的能效模型和度量方法[J].软件学报,2012,23(02):200-214.

[5]金秋.浅谈虚拟化云计算平台的能耗管理[J].电脑知识与技术,2021,17(08):202-203.DOI:10.14004/j.cnki.ckt.2021.0693.

[6]张瑛.虚拟化云计算平台的能耗管理[J].电子技术与软件工程,2019(05):168.

[7]谢佩章.虚拟化云计算平台的能耗管理的探讨[J].中国战略新兴产业,2017(20):92.DOI:10.19474/j.cnki.10-1156/f.001246.

[8]徐梓荐.虚拟化云计算平台的能耗管理分析[J].信息化建设,2016(04):103.

# 致谢

因为疫情的原因，学校封校已经很长时间了，因为南京已经很长一段时间形势良好，学校的部分课程也可以线下上课了，当然大部分还是因为上课人数相对较多，因此也没有开放。本门课程在课上，主要对云计算进行了一定理论上的理解，对于实际的使用上，同时也要用到其他科目的知识和技能，总体来说，也是比较综合的一门科目。

首先，感谢老师对这门课的辛勤付出，每次课都有上传好视频和ppt讲解。其次，感谢同学们的互相帮助，遇到不会的题目，互相讨论，查阅资料，一起解决问题，众人拾柴火焰高，慢慢地把问题解决。最后，同样也要感谢坚持的自己，认真上课，认真作业，遇到不会的会去查阅资料，询问同学，尽自己的能力去理解自己不太懂的知识点。

对于现在的自己，找好未来的方向是很重要的，到现在为止，我还处于相对迷茫的状态，因此还不知道以后想要做什么，希望自己赶紧找好目标，做出做好人生的选择。