



电力云资源池基础架构的设计和实施

杨宁¹, 罗华永¹, 李兴¹, 尚枫¹, 陈涛¹, 王国霞²

(1. 国网信息通信产业集团北京中电普华信息技术有限公司, 北京 100192;

2. 北京科技大学, 北京 100083)

摘要:云计算技术的出现对信息化建设起到了巨大的推动作用,成为电力企业信息化的必然选择,但如何使云计算在电力企业安全着陆是一个巨大问题。首先提出了电力云的概念,明确了资源池技术是云计算在企业落地的技术之一。然后结合电力企业自身特点对资源池的基础架构进行研究,提出了电力云资源池的能力设计原则、资源池基础架构设计原则,并针对电力企业的特殊性,阐述了电力云资源池基础架构的实施方案,通过数据中心资源池的基础架构设计可以清楚地了解资源池的关键要素以及这些要素的组装方式,对资源池的规划和部署具有极大的实践意义。

关键词: 云计算;资源池;电力云;信息化建设

中图分类号: TP301

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2017073

Design and implementation of electric cloud's resource pool

YANG Ning¹, LUO Huayong¹, LI Xing¹, SHANG Feng¹, CHEN Tao¹, WANG Guoxia²

1. Beijing China-Power Information Technology Co., Ltd.,

State Grid Information & Telecommunication Group, Beijing 100192, China

2. University of Science & Technology Beijing, Beijing 100083, China

Abstract: Cloud computing promotes the information construction and becomes an inevitable choice for electric enterprise. How to make cloud computing land is a huge problem for electric enterprise. The concept of electric cloud was proposed and it was confirmed that resource pool was one of the technologies to make cloud computing land in electric enterprise. According to the characters of electric enterprise, the designing principle about the capacity and the base schema of resource pool was proposed. And the implementation plans of the resource pool were given. The key factors of resource pool and their assembling methods can be known clearly from the base schema of resource pool, there is great practical importance on the planning and strategy of resource pool.

Key words: cloud computing, resource pool, electric cloud, information construction

1 引言

电力企业经历了“十一五”期间推进信息化“SG186工

程”和通信网络的全面建设,信息化工作取得显著成效。随着电力企业“两个转变”的深入推进,要求业务响应更快速、管控更集中、服务更优质、工作更协同,对一体化企业

收稿日期:2016-10-08;修回日期:2017-02-28

基金项目:北京工程实验室建设基金资助项目(No.京发改[2014]2400);国家电网实验室建设基金资助项目

Foundation Items: Beijing Engineering Laboratory Construction Funds (No. JDRC[2014]2004), China-Power Laboratory Construction Funds

级信息系统的建设与运维提出了更高的要求。智能电网方面,电网智能化的实现需要对各环节产生的数据进行集中管理、分析、挖掘、反馈,需要进一步提升高性能计算、海量数据存储域处理和大并发数据访问能力;“三集五大”方面,随着人才物集约化管理,大规划、大建设、大运行、大检修、大营销业务不断优化提升,管控集约化、流程标准化、专业深度融合、业务管理连续高效等要求需要人们进一步提升平台集中服务,快速支撑应用发展,实现业务集中部署,提高服务器资源利用率,满足海量数据存储和处理要求,支持大并发用户访问,整体降低系统建设、运营成本。

根据智能电网、“三集五大”等业务提出的信息化需求,电力企业也对云计算技术进行了大量的研究^[1-4],认为云计算是电力企业信息化的必然选择,通过云计算可以加快硬件、软件向集中、按需服务方向演进,建立更加高效、便捷、安全、可靠的企业级云服务体系。

云计算可提供如下3个层次的服务。

(1)基础设施即服务(IaaS)

通过 Internet 向用户提供计算机基础设施服务,比如虚拟服务器、存储设备等。对电力企业而言,可以实现硬件集中服务,将分散利用的服务器、存储等硬件设备按照统一、标准的模式集中对外提供服务,降低管理运维成本,提高资源可靠性与利用率,实现服务的快速响应。

(2)平台即服务(PaaS)

向用户提供业务开发运行和部署的平台,比如操作系统、软件运行环境、数据库等,用户不用关心底层的基础设施,只关心自己的应用即可。对电力企业而言,实现平台集中服务,通过平台的集中与统一保证应用架构一致,从而更容易实现应用集成与融合,支撑应用大集中,为应用系统开发与运行提供更加集中、简便且安全可靠的平台服务。

(3)软件即服务(SaaS)

向用户提供最终应用,用户不需关心基础设施和平台,只关心应用本身即可。对电力企业而言,可实现应用集中服务,将分散部署的应用系统进行集中部署与运维,提高对业务的快速响应能力,降低系统管理与运维成本,满足集约化管理需要。

电力企业根据自身需求提出了建立电力云的目标。电力云建设的第1步就是开展 IaaS 层建设,重点就是完成基础设施资源池的建设,所以基础设施资源池是整个电力云体系建设的基础,也是电力云在电力企业落地的方式之一。

资源池技术本身是一项较新的技术,有关资源池的规划和实施并没有系统的方法可供遵循。同时电力企业又具有自身的特殊性和重要性,都加剧了资源池规划和建设的难度。本文在理解云计算的基础上,结合电力企业的自身特点重点研究了电力企业中资源池的基础架构,阐述了资源池建设如何规划、资源池如何建设部署,同时对该建设部署的投资收益进行分析,说明了该资源池规划和建设部署的可行性和有效性,目前,业界没有成熟的资源池规划和部署方案,而该资源池的规划和部署会给企业带来了极大的借鉴。

2 电力云和资源池的概念及电力企业的特点概述

电力云是云计算在电力系统中一种具体应用,是结合电力企业应用实践研究并提出来的概念。电力云,是通过硬件资源、平台组件、应用软件的集中服务,为电力企业及电力客户、合作伙伴提供集中统一、按需服务、弹性扩展、安全可控的云计算服务模式,提升资源应用效率、提高信息处理能力、增强集约化管理水平,降低系统建设运营成本。

资源池的概念经过几年的发展,成为了云计算 IaaS 层面能够真正完整落地的基础架构新型应用方式。所谓“池”,就是一个集合,而资源池就是将数据中心的硬件和软件等资源进行整合,当有业务应用需要相应资源时,只需向资源池提出申请即可获得,使用完成后资源被释放回池中^[5-7]。资源池完全围绕业务系统,把所涉及的硬件资源进行通用化、平台化、模块化的整合,完全打破了传统架构下各个烟囱的孤岛状态。资源池技术使得业务系统不用关心自身运行在哪台物理服务器上,即使有新增资源,也仅仅是整个池的补充,而不隶属于某个业务系统^[8-11]。

电力企业是国民经济建设的基础性工业,和国民经济发展、人民生活水平息息相关。一个国家的能源安全 and 经济发展都依赖电力企业,所以电力企业除了具有一般企业的特征,还有其自身一些特殊性。

(1)服务范围广

毫无疑问,电力企业的业务覆盖范围遍及全国的各个角落,地域之广泛,用户数量之巨大是其他企业所无法比拟的。

(2)企业的产品和服务比较特殊

电力企业的产品就是能源和电力,服务也是和能源和电力相关的,它们都是生活必需也是生产基本条件。同时电能本身具有不可存储的特点,但对电能的需求会随着用



户的需求而变化,这就要求电力企业不仅要掌握电能的需求量,还要适时调整和控制电能的供应,这就要求在电能生产的各个环节,发电、输电、配电、用电、调配电等各个环节的控制数据要实时、同步、精准等。

(3) 电力企业社会地位的特殊性

电力企业作为国家的支柱产业,不仅是一个国家经济发展的基础,也是人民生活水平的保证,所以电力企业较其他企业肩负更大的社会责任、政治责任和经济责任。

(4) 电力企业的管理是典型的分级管理模式

我国的电力企业以国家电网公司和南方电网公司为一级管理单位,下面逐级设立省级电网公司和市级电网公司。

(5) 基础设施的建设较为成熟

电力企业信息化建设经历了不算短的时间了,由于认识误区,部分电力企业存在重硬件轻软件的问题,购买机器、搭建网络,建成了良好的硬件基础。

3 电力云资源池基础架构设计

3.1 资源池能力设计总原则

“池”字会让人们想到流动的水,这就意味着资源池的性能目标就是改变资源架构模式和资源供给模式,将传统的以业务应用为单位、按最大负载估算规模的资源供给模式,改变为共享、动态调度的资源供给模式,这样使得资源不再被某一业务应用所占用,而是可以在不同业务应用之间“流动”。所以,资源池能力设计总原则有以下几个。

(1) 标准化原则

电力云中资源池设计的软/硬件类型和业务应用类型复杂多样,标准化是实现资源在业务间“流动”的基础。同时,资源架构的标准化可以把最有效实用的架构解决方案固化在工业设计中,如此,不仅不同要素得到了最大限度的配合,还可以使最佳解决方案长久发挥作用并易于扩展。

(2) 柔性化原则

柔性考验的是系统适应外部环境变化和内部变化的能力,资源池的柔性原则是对标准化原则的补充,是指资源可被调度、可按需求动态分配和组装,从而满足不同需求的能力。

(3) 弹性原则

弹性原则是对资源运行状态下的能力要求,指的是根据应用和软/硬件的负载需求,对运行环境中软/硬件资源配置或数量进行动态调整。而在资源池中实现弹性是一件

很复杂的工程,比如:资源配置改变的瞬间,如何做到用户无感知的资源动态调整;运行状态下,对于经常出现的瞬时峰值,如何做到各种负载参数的平滑升降。

(4) 资源池管理系统要具备“动手能力”和“思考能力”

管理系统的“动手能力”是资源池柔性原则的体现,指的是资源池管理系统对资源各个组成部分的控制和组装。而管理系统的“思考能力”是资源池弹性指标的体现,是指管理系统可以智能化的对资源进行调度,分析得出最佳的资源分配和使用策略。

3.2 资源池基础架构的设计原则

资源池基础架构承担着如何将服务器、存储器、网络和其他架构形成池化,并为满足资源需求以有效的方式被调度和组装的角色。结合电力云自身的特殊性,资源池基础架构在进行设计时,要考虑如何统一规划、如何建池、建几个池、每个池多大、各个池如何分布、池与池之间是否有区别、各个池和池之间如何管理等一系列问题,需要设计一个统一规划蓝图,然后依据这个蓝图对各方面进行设计和实现。在设计统一规划蓝图时,要综合考虑如下原则。

(1) 分层设计原则

分层设计原则是解决复杂问题常用方法,可以化繁为简,同时也具有便于后期维护、便于扩展等优点。对于资源池的规划而言,也符合电力企业典型的分级管理的特点。

(2) 功能性原则

池中同一功能区从逻辑上作为一个整体考虑,作为一个整体提供应用跨池调度。另外,考虑电力企业数据的特殊性,具有不同性能的设备在同一池中。这一原则也可以认为是分层设计原则的进一步细化。

(3) 一致化原则

构成某个或某类资源池的构成组件尽量一致,以减少管理上的差异,降低管理工作的复杂度。例如硬件资源是否进行虚拟化,可以分为虚拟机池和物理机池。虚拟机池将硬件资源通过虚拟化技术进行抽象,并统一管理;物理机池将硬件资源直接提供应用,不进行虚拟抽象化。

(4) 易扩展原则和易管理原则

资源池的建成不应形成固化的边界,随着需求的增长易于扩展。这就要求池化要以最小化的标准单元来进行,每个标准单元是组成资源池的一个最小细胞,并且每个最小细胞基本保持一致,若干个最小细胞组成一个池。标准单元不仅使得池易于扩展,也方便了功能上的统一,更降低了管理的复杂度。

4 电力云资源池基础架构的设计与实施

国家电网公司在 2010 年启动了资源池项目,经过几年的建设—修正—再修正,目前已经形成了相对完备的设计和实施方案。根据对电力云资源池的设计分析,提出了资源池的 6 层物理模型,该模型从高到低是包含和被包含的关系,如图 1 所示。

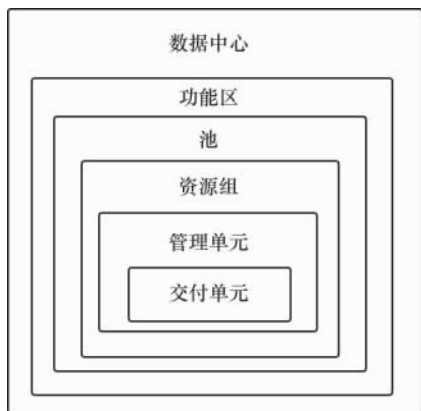


图 1 资源池 6 层物理模型

在详细介绍物理模型前,先给出几个相关定义。

(1) 最小交付单元

最小交付单元通常由 1~2 个机柜、若干台 x86 服务器、1 台存储设备、2 台网络交换机和两台 SAN 交换机组成,是 x86 虚拟机池中的最小单位。

(2) 管理单元

若干个最小交付单元组成一个管理单元,通常由一个虚拟化管理平台进行管控,是虚拟化管理平台进行故障迁移的最大管理边界。

(3) 虚拟化比率

虚拟化比率指单台物理服务器上可以运行的虚拟机数量。虚拟化比率与应用类型、物理机配置、虚拟化规格都有关系,因此在不同应用、不同物理机配置、不同虚拟机规格要求的情况下,其虚拟化比率是不同的。

(4) 高性能组

高性能组通过使用高配置服务器、光纤存储来保证交付单元性能,估算较低的虚拟化比率来保证应用能更流畅地运行,承诺提供更高的交付性能。高性能组的虚拟化比率设定为 1:3。

(5) 高密度组

高密度组通过使用高配置服务器,基于万兆网络的存储设备,估算较高的虚拟化比率来保证系统正常运行,承

诺提供更高的交付密度。生产灾备区采用虚拟化比率为 1:8,测试区为 1:20。

(6) 二级存储

二级存储安装在最小交付单元中的存储设施,区别于用于核心业务数据的一级存储设施。

资源池 6 层模型中的数据中心,按其规模,分为集中式数据中心和省级数据中心,集中式数据中心分布在北京、上海、西安,省级数据中心分布在 27 个省(市)公司。不同数据中心拥有的权限、数据重要性、池的性能等都有所区别。

资源池 6 层物理模型中其他各层的情况如下。

(1) 交付单元

交付单元是组成管理单元的最小单位,一般以机柜为单位交付。按照功能要求,支付单元在硬件配置方面有所区别,比如典型 x86 虚拟机池在集中式数据中心的交付单元有高性能交付单元、高密度支付单元和混合交付单元,省级数据中心对应省级高性能交付单元。

(2) 管理单元

管理单元由多个支付单元组成,这些交付单元共用一组管理组件,使得同一管理单元内部的服务器均能访问同一个管理单元内的存储设备,管理单元由交付单元的大小和数量确定。通常一个管理单元可管理的物理服务器不超过 200 台。当管理的交付单元数量达到一定规模后,需要增加交付单元时,需增加相关配套管理组件才能使整个资源组平滑扩展。在一个管理单元内部,不同交付单元共用一组管理组件,服务器和存储能相互访问便于虚拟机在相互兼容的不同标准单元进行迁移,可以有效减少管理的复杂性和资源开销。

(3) 资源组

资源组由多个同类型的管理单元组成,比如 x86 虚拟机池的资源组在集中式数据中心按照应用登记保障规范分为三级和二级,按照资源的性能承诺分为高性能和高密度;在省级数据中心按照应用等级保障规范分为三级和二级等。同一功能区的池包括多个资源组;x86 物理机池的资源组在集中式数据中心和省级数据中心按照应用等级保障规范分三级和二级;小型机的资源组按照应用等级保障规范分三级和二级,按照资源的性能承诺包括高性能和高密度。

(4) 池

池由多个资源组组成,在考虑池的设置数量以及如何分池时,不同功能区中的池应从资源种类(电力企业内部资源异构现象突出,要规划不同种类的资源池)、应用架构



(考虑需求的层次化)、应用等级保障(根据不同用户群体和需求,提供不同服务等级的资源池)、管理需求(对不同的管理需求规划不同的池,比如高可用管理、测试区、监控和日常操作管理等)及安全需求(不同安全标准的池满足不同安全需求)等方面来综合考虑,所以在功能区内部,按照硬件设备是否进行虚拟化,可以分为虚拟机池和物理机池,按照不同虚拟化架构还可把虚拟池分为 x86 虚拟机池、IBM 小型机池、HP 小型机池;物理机池按照硬件类型分为 x86 物理机池、IBM 小型机物理机池、HP 小型机物理机池。由于云资源管理系统可以屏蔽这些机型的差异并进行包装提供统一资源服务,所以最终的池设计包括的池有:x86 虚拟机、x86 物理机池、小型机池存储池。

(5) 功能区

功能区由多个池组成,数据中心按照功能可分成不同分区,集中式数据中心分为生产区、灾备区、开发测试区,省级数据中心可分为生产区和测试区。不同数据中心的同一功能区从逻辑上作为一个整体考虑。

通过电力云中资源池 6 层物理模型的描述,给出在一

个数据中心资源池基础架构设计的全景图,如图 2 所示,可以看出一个资源池包含哪些要素以及哪些要素是如何组装在一起的。

其中服务器域最小单位 x86 虚拟机池是“交付单元”,相同等级保障的设备放在一个管理 IP 地址网段中,有利于资源统一调度;x86 虚拟机池中 8 个交付单元组成一个管理单元,虚拟化管理组件管理;二级存储都涵盖在交付单元内,存储集中供应 x86 物理机和小型机,主要用于数据库的应用;云资源管理系统采用一级部署模式。

5 结束语

本文对电力云资源池基础架构进行研究,提出了电力云资源池的性能设计原则和基础架构设计原则,并给出了电力云资源池的基础架构的设计实施方案,为资源池的规划部署提供了有价值的参考。

随着人们对资源池认知的进一步深入,资源池必将成为大型企业构建新一代“云数据中心”的基础,资源池在国

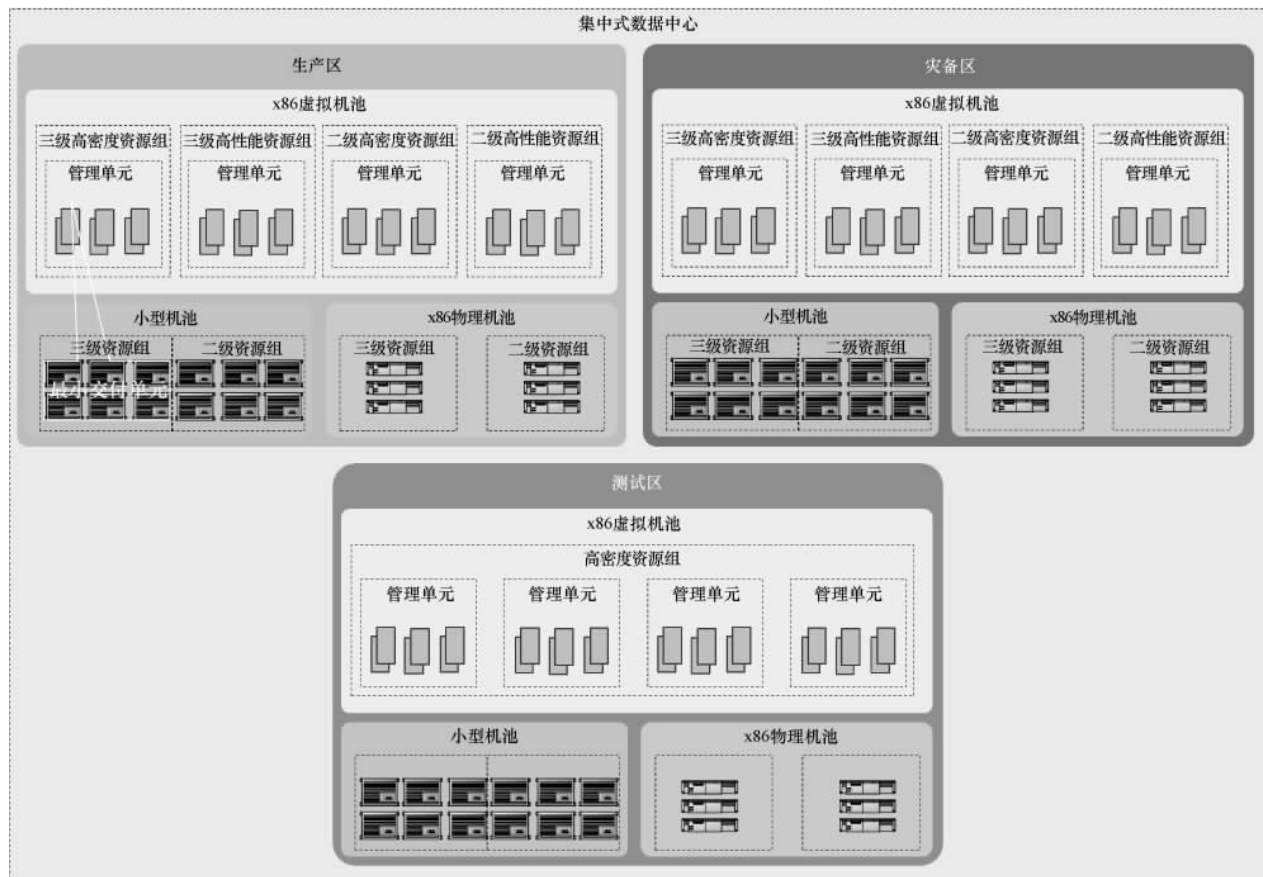


图 2 某数据中心资源池基础架构全景

内大型企业中将有广阔的发展空间。在未来几年中,大型企业的资源池建设将会呈现出一个持续的规模和效能不断上升的趋势,而资源池未来发展的趋势将会是实现更多层次、更大范围的资源灵活调配,从云计算的 IaaS 层逐渐向 PaaS 以及 SaaS 层发展。网络资源池——软件定义网络、软件资源池、资源调度等技术将会为资源池的进步提供更有力的技术支持,也是本文进一步的研究方向。

参考文献:

- [1] 朱征,顾中坚,吴金龙,等.云计算在电力系统数据灾备业务中的应用研究[J].电网技术,2012,36(9):43-50.
ZHU Z, GU Z J, WU J L, et al. Application of cloud computing in electric power system data recovery[J]. Power System Technology, 2012, 36(9):43-50.
- [2] 王德文.基于云计算的电力数据中心基础架构及其关键技术[J].电力系统自动化,2012,36(11):67-71.
WANG D W. Basic framework and key technology for a new generation of data center in electric power corporation based on cloud computation[J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(11):67-71.
- [3] 沐连顺,崔立忠,安宁.电力系统云计算中心的研究与实践[J].电网技术,2011,35(6):171-175.
MU L S, CUI L Z, AN N. Research and practice of cloud computing center for power system [J]. Power System Technology, 2011, 35(6):171-175.
- [4] 赵俊华,文福栓,薛禹胜,等.云计算:构建未来电力系统的核心计算平台[J].电力系统自动化,2010,34(15):1-8.
ZHAO J H, WEN F S, XUE W S, et al. Cloud computing: implementing an essential computing platform for future power systems[J]. Automation of Electric Power Systems, 2010,34(15):1-8.
- [5] 王健伟.一种全新的IT建设架构——统一资源池[J].数据通信,2011(5):10-12.
WANG J W. A new IT construction framework: resource pool [J]. Data Communication. 2011(5):10-12.
- [6] 百川,钱敏谨.利用虚拟化技术构建资源池是实现云计算的第一步[J].中国制造业信息化,2010(12):34.
BAI Y C, QIAN M J. Build resource pool using virtualization technology is the first step to implement computing cloud [J]. Information of Manufacturing Industry, 2010(12): 34.
- [7] 张科,董亮,邹澄澄.利用云计算技术建立电力信息系统硬件资源池[J].湖北电力,2014,38(6):1-3.
ZHANG K, DONG L, ZOU C C. Using technology of cloud computing build hardware resource pool of electric power information system[J]. Hubei Power, 2014, 38(6):1-3.
- [8] 姚岳.运营商务平台云计算资源池建设方案探讨[J].电信技术,2015(4):39-45.
YAO Y. Research on resource pool for carrier's service platform based on cloud computing [J]. Telecommunications Technology, 2015(4): 39-45.
- [9] 董亮,詹伟,袁慧,等.湖北省电力公司云硬件资源池系统建设实践[J].信息与电脑,2015(15): 87-90.
DONG L, ZHAN W, YUAN H, et al. The construction practice of Hubei Province's power enterprise's hardware resource pool[J]. China Computer & Communication, 2015(15):87-90.
- [10] 李小康. IaaS 资源池管理平台的设计与实现[D].北京:北京邮电大学,2013.
LI X K. Design and implementation of resource pool management platform for IaaS private cloud[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2013.
- [11] ENISA. An SME perspective on cloud computing [EB/OL]. (2010-09-05). [2016-07-08].<http://www.enisa.europa.eu/activities/risk-management/files/deliverables/cloud-computing-sme-survey>.

[作者简介]



杨宁(1982-),男,国网信息通信产业集团北京中电普华信息技术有限公司工程师,主要研究方向为大型企业私有云技术研究与应用。

罗华永(1980-),男,国网信息通信产业集团北京中电普华信息技术有限公司工程师,主要研究方向为大型企业私有云技术研究与应用。

李兴(1977-),男,国网信息通信产业集团北京中电普华信息技术有限公司工程师,主要研究方向为大型企业私有云技术研究与应用。

尚枫(1981-),男,国网信息通信产业集团北京中电普华信息技术有限公司项目经理,主要研究方向为云计算、基础软件。

陈涛(1964-),男,国网信息通信产业集团北京中电普华信息技术有限公司项目经理,主要研究方向为云计算。

王国霞(1974-),女,北京科技大学博士生、讲师,主要研究方向为云计算技术及应用和个性化信息获取。