

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2017.05.007

# 基于云计算的智慧校园双活数据中心架构设计<sup>①</sup>

刘冬邻

四川外国语大学 教育技术中心, 重庆 400031

**摘要:** 为适应高等院校的发展对数据中心提出的新要求, 依据传统数据中心存在的问题, 通过对虚拟化及云计算和存储双活、网络安全等技术的研究, 设计了基于云和各种网络及应用安全技术的高可靠双活数据中心架构方案. 在四川外国语大学智慧校园双活数据中心建设中实际应用该架构和建设策略, 建成的双活数据中心运行良好, 可靠性显著提高.

**关键词:** 智慧校园; 数据中心; 存储双活; 高可靠

**中图分类号:** TP393.02

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-5471(2017)05-0041-06

如今, 各高校越来越重视信息化建设, 构建了如办公自动化、教务管理、人事管理、财务、后勤、数字图书馆等应用系统. 学校每天的教学、管理都离不开这些信息系统<sup>[1]</sup>, 网络和应用的重要性可想而知, 短暂的网络中断和应用故障都会对学校的教学、管理造成重大影响. 目前, 多数高校都建设了数据中心, 整个校园的信息化硬件设施基本上都集中在数据中心, 各种业务系统也都运行或整合在了数据中心. 因此, 数据中心的安全、可靠、效率就直接影响到全校师生的数字化应用, 这对数据中心的安全性、可靠性以及资源调配和业务部署灵活性都提出了更高的要求. 本文基于以上问题, 以四川外国语大学智慧校园建设为例, 探究安全、可靠、灵活的高校智慧校园数据中心架构的设计与实施.

## 1 传统数据中心存在的问题

当前, 数据中心主要通过对服务器采用虚拟化技术构建起抽象的逻辑资源池, 根据应用的实际需求灵活分配需要的 CPU、内存、磁盘、I/O 等资源<sup>[2]</sup>. 相对于用独立的服务器服务于某个应用的早期数据中心时代, 这种方式提高了资源利用率, 简化了计算资源的配置管理, 实现了一定程度的服务器计算资源整合, 传统数据中心架构如图 1 所示.

但传统的数据中心架构未考虑应用的全面性、访问的安全性、数据的标准化、网络与存储系统的可靠性等需求, 存在如下问题:

1) 缺乏虚拟化的总体规划<sup>[3]</sup>. 缺乏对服务器硬件资源量、能承担的负载、实际业务应用资源需求的

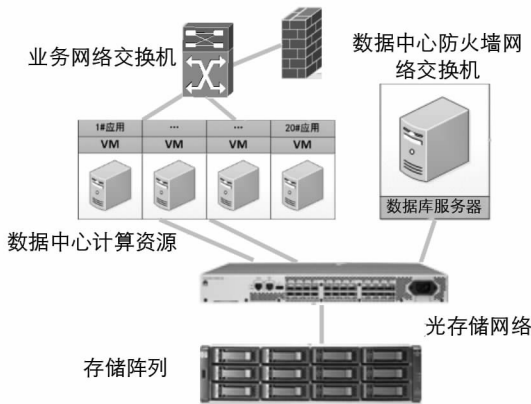


图 1 传统数据中心架构

① 收稿日期: 2016-07-05  
基金项目: 重庆市教育科学规划课题(2011-KS-015); 四川外国语大学数字化校园基础设施建设工程项目(15A5130); 四川外国语大学 IPv6 建设项目(15A5131).  
作者简介: 刘冬邻(1979-), 男, 四川广安人, 硕士研究生, 工程师, 主要从事计算机网络与应用研究.

深入及全面的研究规划；缺乏虚拟化的系统管理和测试环节，没有后续的持续优化。资源和应用绑定在一起，所有应用必须依据业务量峰值对资源进行配置，资源利用率低。当应用系统使用的资源无法满足需要或出现故障时，系统将无法正常运行。

2) 虚拟化带来的网络与系统安全问题。采用服务器虚拟化技术，需要对原来的网络结构进行必要的调整以满足虚拟化要求。但是，服务器虚拟化以后，虚拟服务器不是直接连接到物理交换机上，而是连接在一个虚拟交换机上，不能通过在传统防火墙上设置安全隔离区的方式来保护这些运行着各种重要业务系统的虚拟服务器。当一个虚拟应用服务器遭到网络黑客或病毒攻击时，其他虚拟应用服务器也将面临被攻击的风险。当黑客攻下某台物理服务器虚拟出来的虚拟服务器后，该物理服务器虚拟出来的其他虚拟服务器也很容易受到攻击，因为所有来自同一台物理服务器的虚拟机都是互联的<sup>[4]</sup>。

3) 网络与存储系统可靠性问题。没有建立冗余的后端存储网络和冗余的前端应用接入网络，当网络的某个节点出现故障，都会导致多个应用系统的业务中断。没有高度冗余、实时双活的存储系统，一旦唯一的存储系统出现故障，就会导致整个数据中心业务中断，重要数据面临极大的风险，而且短时间内无法恢复。

4) 各种应用系统部署、运行及扩展问题。传统数据中心内的各种应用业务连续性差，高负载应用经常崩溃，如每学期的选课、评教应用。随着应用不断建设，数据中心各类服务器、存储系统越来越多，结构越来越复杂，业务部署不灵活，应用扩展弹性差。

传统数据中心从系统架构的科学性、安全性、可靠性、灵活性及经济性，直至集中管理的要求已经不能满足当前智慧校园建设的需要。

## 2 云计算简介

### 2.1 云计算的主要特点

1) 虚拟化。云计算支持用户在任意位置使用各种终端获取应用服务，所请求的资源都来自“云”。应用在“云”中某处运行，用户无需了解也不用担心应用运行的具体位置，简化了应用的使用。

2) 高可靠性。云计算中心在软、硬件层面采用了诸如数据多副本容错、心跳检测和计算节点同构互换等措施来保障服务的高可靠性<sup>[5]</sup>，还在设施层面上的能源、制冷和网络连接等方面采用了冗余设计，以进一步确保服务的高可靠性。

3) 高可扩展性。“云”资源可以根据应用的需要进行调整和动态伸缩。

### 2.2 云计算的技术支撑

云计算主要有 5 大类技术支撑：高性能芯片、高速网络、Web 技术、移动设备、虚拟化技术<sup>[6]</sup>。虚拟化是表示计算机资源的抽象方法，通过虚拟化可以简化基础设施、系统和软件等计算机资源的表示、访问和管理，并为这些资源提供标准的接口来接受输入和提供输出。虚拟化技术有很多种，如网络虚拟化、内存虚拟化、桌面虚拟化和应用虚拟化等。

## 3 双活数据中心架构分析

### 3.1 双活数据中心模型

传统数据中心采用备份模式，2 个数据中心地址一样，或者利用域名进行切换，系统间关系复杂，切换影响较大，通常是生产中心宕掉，灾备中心才能起来，2 个中心同时起来会发生冲突。双活数据中心就是同时处于运行状态的 2 个数据中心，相互之间互为备份。在虚拟化、云计算及高速网络技术支持下，可以方便、快速地把应用从 A 数据中心迁移到 B 数据中心，双活数据中心模型如图 2 所示。

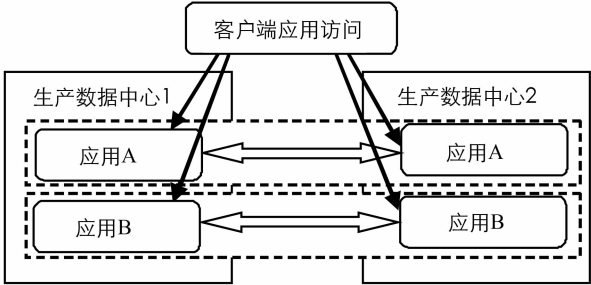


图 2 双活数据中心模型

双活数据中心建设是一个复杂的系统工程，包括数据、系统、业务、网络、服务器等基础设施资源的多个方面。通过采用云计算、数据库和存储等各种技术，可以实现数据中心存储、数据库、应用、网络、传输等 5 个层级双活<sup>[7]</sup>。同时通过业务均衡负载、数据同步写入，双活数据中心不仅能提供日常业务服务，还能够分担生产系统的负载，做到既备且用，提高数据中心的资源利用率。当一个站点发生故障时，另外一个站点可实时接管所有业务，实现应用级双活无感知切换，业务零中断，数据零丢失。

### 3.2 智慧校园双活数据中心的需求

- 1) 高速可靠的网络链路。2 个数据中心都需要高速可靠的光纤网络链路，分别为 Internet 用户和内网用户提供业务访问服务。
- 2) 跨数据中心的高可用服务器集群。以减少服务器中断时间为目的，实现故障屏蔽的服务器集群，集群中 2 节点同时运行各自的应用并且相互监控对方的情况，当一台主机宕机后，预先设定好的另一台主机立即接管它的一切工作。
- 3) 双活存储系统。主机集群可通过虚拟存储网关构建的存储集群，同时访问同一个虚拟卷，上层主机集群可跨站点部署在 2 个数据中心，任何数据中心存储故障，存活数据中心自动接管业务。
- 4) 机房基础设施。完善的机房基础设施，有先进的机房空调、不间断电源、自给供电系统、消防、监控等设备。

## 4 智慧校园双活数据中心设计与实现

### 4.1 高可靠计算系统

采用虚拟化技术重构数据中心计算架构，将物理服务器资源虚拟化，构建 CPU、内存、网卡等计算资源池。根据产品说明书建立实际运行环境，模拟业务系统实际运行，获取各个业务系统对所需应用服务器软、硬件资源的配置需求，形成业务系统的配置管理数据库 CMDB<sup>[8]</sup>。硬件配置主要包括对虚拟服务器的 CPU 架构、计算能力、内存容量、操作系统磁盘类型及容量、存储空间、网络带宽等资源的需求；软件配置主要包括操作系统及版本、Web 服务器或者其他服务器应用平台、数据库系统、开发及管理工具、其他实用软件及网络配置信息。业务系统对虚拟化硬、软件资源的需求，要考虑正常业务状态和峰值业务状态的需求，还要考虑业务量的增加，操作系统、数据库系统及业务系统升级拓展的需要。

四川外国语大学采用 VMware (Virtual Machine ware) vSphere 虚拟化平台技术，将数据中心转换为显著简化的云计算基础架构。以共享存储为基础，通过在我校新老校区的数据中心部署多台 ESXi 主机，将本次新购并均分在 2 个数据中心的 12 台具有 8 路高性能 CPU、512G 大容量内存的 x86 架构服务器，建成 VMware vSphere 服务器集群<sup>[9]</sup> (vSphere HA 集群架构如图 3)。集群启用 vSphere HA 功能，以保证当任一主机或单数据中心故障时，业务虚拟机可以自动切换到正常的主机运行，数据无丢失，业务中断时间趋近于零。启用 VMware DRS(分布式资源调度)功能使业务虚拟机可跨数据中心自动实现负载均衡，并实现主机资源均衡分配使用。在实际运行过程中，可以根据实际业务需要添加、移动、变更、预制和重置各种计算、存储等资源。

### 4.2 高可靠存储系统

在四川外国语大学新老校区 2 个数据中心各部署 1 台虚拟存储网关、3 台存储阵列、1 台存储主机，2 台可提供 10 GE 与 GE 链路的冗余以太网交换机及 4 台光纤交换机。由于新老校区数据中心距离小于 25 km，采用单模光纤直连 2 个站点。如果数据中心距离大于 25 km，则采用密集波分复用(DWDM)设备，实现心跳、FC SAN(存储域网络)业务的汇聚和远距离数据传输。2 个数据中心的虚拟存储网关组成跨站点双活集群，统一接管 2 个数据中心的磁盘阵列，构建跨站点的存储资源池，利用虚拟网关镜像卷技术，实

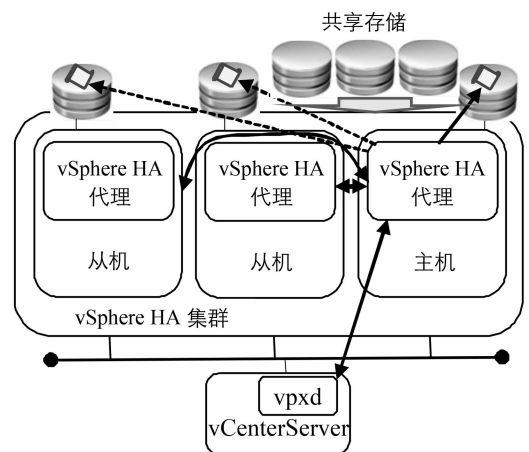


图 3 vSphere HA 集群架构

现 2 个数据中心的互备保护, 为上层应用提供跨数据中心访问的共享数据卷, 实现 Oracle RAC(实时应用集群)集群和 VMware 集群跨站点部署<sup>[10]</sup>. 第三方仲裁站点使用第三方仲裁存储单元, 通过 IP 或(光纤通道)网络连接到双活数据中心的虚拟存储网关设备. 每个数据中心的 1 台阵列和第三方仲裁存储单元各提供 1 个 1 GB 的 LUN(逻辑单元号), 共 3 块仲裁盘供虚拟网关仲裁使用, 实现的异地双活存储架构如图 4.

高校主要的信息数据有教师、学生等校园网用户基础数据、各种教学业务数据、一卡通等生活数据、科研管理等结构化类型数据, 还有音视频教学资源、电子图书等非结构化数据. 在存储系统规划过程中, 对于高可靠要求的结构化存储采用异地双活技术进行规划设计. 对于学校非结构化数据则采用大容量的 SAN 和 NAS(网络附属存储)存储系统进行处理.

4.3 高可靠网络架构

数据中心前端业务网络采用 2 台万兆交换机, 以集群的方式实现和校园网核心的万兆高速连接. 2 个数据中心各 1 台万兆交换机, 各物理服务器均连接至集群的 2 台万兆交换机上, 实现负载和链路冗余, 提高业务网络的可靠性. 校园网核心也部署 2 台万兆交换机并实现集群和虚拟化, 数据中心和校园网核心之间通过多条链路交叉连接实现链路负载和冗余.

数据中心后端存储网络采用 4 台冗余光纤交换机实现 FC-SAN 组网, 水平平面实现新老校区 2 个数据中心的业务连接, 垂直平面实现服务器与双活存储的数据传输, 数据中心网络拓扑如图 5 所示. 采用 VLAN(虚拟局域网)技术, 通过划分不同子网, 建立 ACL(访问控制列表)对业务通信与虚拟化内部通信进行隔离, 以保护物理服务器之间的安全通信及各业务应用系统的数据安全性, 为数据中心内各应用系统提供安全、稳定的高带宽网络环境.

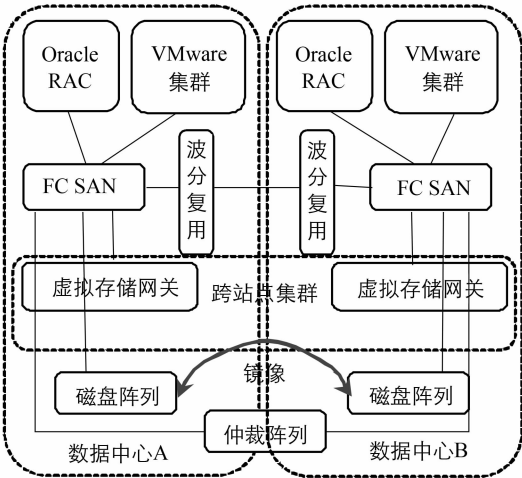


图 4 智慧校园异地双活存储系统架构

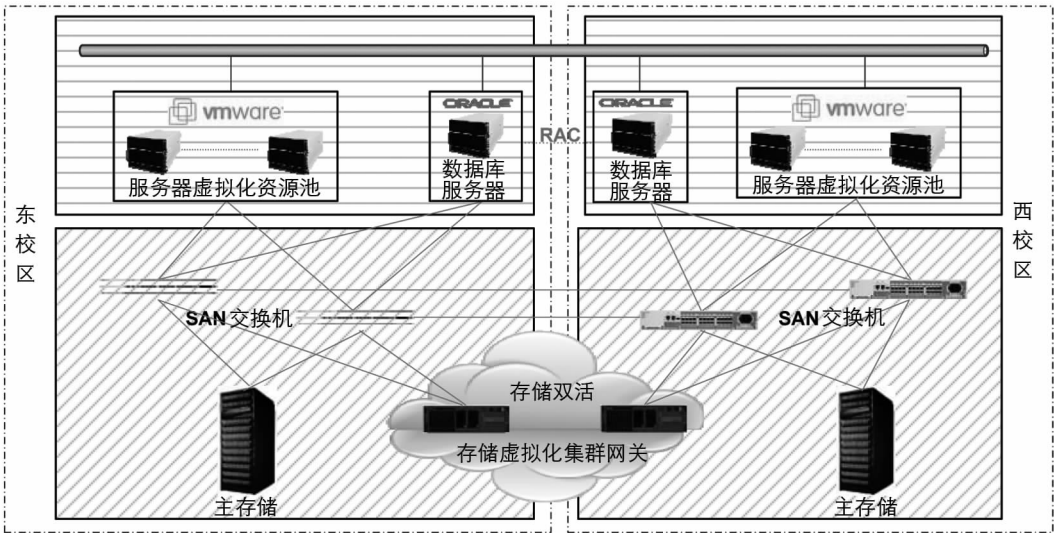


图 5 数据中心网络拓扑

4.4 网络安全设计

为满足智慧校园对大带宽、高可靠而且安全网络环境的需要, 对校园网主干及出口进行扁平化改造, 将 3 层网络结构中核心层与汇聚层合并为核心汇聚层, 在该层部署超大容量交换机, 2 台设备进行 CSS(集群交换机系统)集群, 同时在校园网出口和数据中心业务前端部署高性能综合安全网关设备, 为校园网和数据中心提供 2~7 层的安全防护. 在新老校区数据中心分别部署 1 台数据中心级别的超大容量交换机, 部署远距离 CSS 集群功能, 提高数据中心网络的高可靠性, 数据中心网络拓扑及安全域划分如图 6 所示.

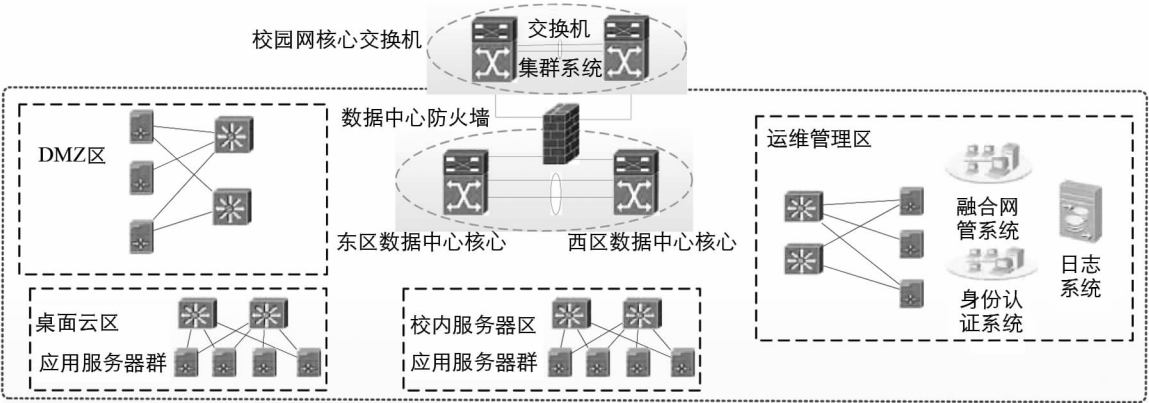


图 6 数据中心安全域划分

根据应用类型对数据中心网络业务进行功能分区划分，主要划分为 DMZ(非军事区)区、桌面云区、云计算区、网盘区、运维管理区等。各个区域规划不同类型的应用，分区之间根据需要进行适当的安全访问控制，设计不同的安全策略，形成不同的安全域。区内安全重点针对云计算安全域下面的 3 大服务器区域，如内部的一卡通、财务、教务应用服务器群，它们分别属于经济类及教学类，因此区内应该进行隔离；而对外的门户网站及招考系统也应该只开放基础的端口和应用，其他端口应隔离；其他服务器区、不同院系、不同部门的系统应该分开管理，避免出现大范围跳板攻击。

4.5 智慧校园双活数据中心架构实现

通过以上设计、建设，在四川外国语大学新老校区各建成 1 个数据中心，每个数据中心都建设有同样的物理服务器、网络、存储资源。服务器资源通过主备虚拟化管理平台集中管理，构建起统一管理、使用的计算资源池，发生故障时新老校区的业务系统可以快速、自动地恢复到 2 个数据中心的某一资源上。在新老校区运行的存储系统通过存储虚拟化集群技术，建成异地双活存储系统<sup>[11]</sup>，进一步提高存储可靠性和系统业务连续性。设计冗余的网络拓扑结构，通过高速光纤链路连接 2 个异地数据中心，建成 1 个高可靠的双活数据中心平台，实现的高可靠双活数据中心架构如图 7 所示。

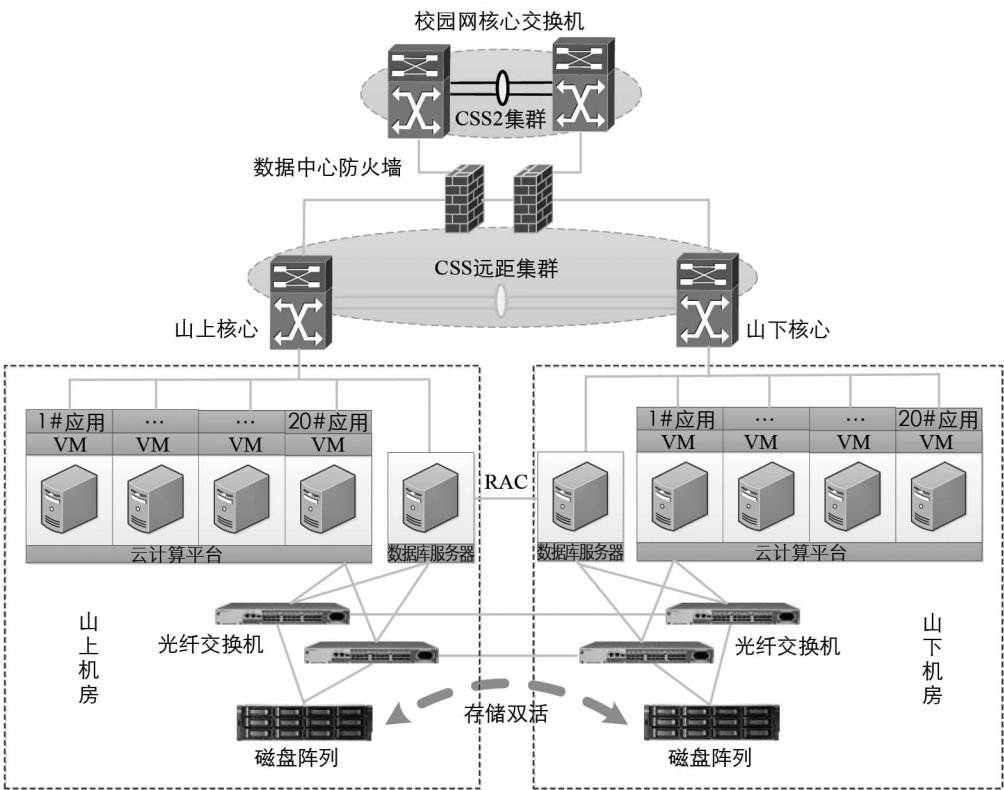


图 7 高可靠双活数据中心架构

## 5 结 语

本文研究虚拟化、云计算、网络安全、集群等技术,在平台高可靠性、稳定性、安全性、扩展灵活性的要求指导下,设计出了双活数据中心的高可靠计算系统架构和异地双活存储架构,构建了高速、可靠的传输网络及安全策略,并在四川外国语大学智慧校园双活数据中心建设项目中成功应用。在数据中心的建设和维护上,今后还有如下问题需要继续研究:①集中统一、高效、智能的双活数据中心运维管理系统<sup>[12]</sup>,保证不间断地对数据中心的各个物理主机、虚拟机、虚拟机的 CPU、内存、存储设备、存储双活状态、网络交换集群、网络资源分配等情况进行有效监控,以保证智慧校园高效、稳定地运行;②采用新的技术和方法完善智慧校园数据中心架构,为师生提供安全、可靠的个性化网络应用和实验平台。

### 参考文献:

- [1] 顾名字. 基于 P2P 及 B/S 搭建教育云平台与流量管理分析 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2015, 40(7): 124—129.
- [2] 王 燕. 智慧校园建设总体架构模型及典型应用分析 [J]. 中国电化教育, 2014(9): 88—93.
- [3] 邓小霞, 段国云. 高校教育信息化建设数据中心的设计及探索 [J]. 现代计算机, 2015(12): 40—43.
- [4] 周相兵, 马洪江, 苗 放. 一种基于云计算的旅游云构架模式研究 [J]. 重庆师范大学学报(自然科学版), 2013, 30(2): 79—86.
- [5] 黄志宏, 巫莉莉, 钟焯荣, 等. 聚合增强型以太网环境下的数据中心建设 [J]. 重庆理工大学学报(自然科学版), 2013, 27(8): 70—75.
- [6] 孟凡立, 孙 荣, 徐 明. 高校虚拟化数据中心建设探究 [J]. 实验室研究与探索, 2012, 31(12): 62—66.
- [7] 朱 超. 基于虚拟化技术构建高校分布式云计算数据中心 [J]. 武汉工程大学学报, 2011, 33(4): 100—102.
- [8] 涂光友, 喻 玲. 高校数据中心服务器系统分析 [J]. 中山大学学报(自然科学版), 2009, 48(3): 238—240.
- [9] 宗 平, 朱洪波, 黄 刚. 智慧校园设计方法的研究 [J]. 南京邮电大学学报(自然科学版), 2009, 30(4): 15—19.
- [10] 百度文库. 构建永不宕机的信息系统——华为双活数据中心 [EB/OL]. (2012—01—25) [2015—10—02]. <http://wenku.baidu.com/link?url=3QIFzEhFQsGVGu92JDw4YlfCj6e8iqpjDRTH8Cf3N65VMdn77dbroG89g1iwDrmLgn63i7qy631TlP3uG42wCpAoz14DqPkeZW20ilj9-aO>.
- [11] 孟凡立, 徐 明, 张 慰. 基于云计算的高校数据中心设计与实现 [J]. 现代教育技术, 2012, 22(3): 99—103.
- [12] 黄海峰, 宋爱波, 樊 维, 等. 数据中心多目标虚拟机管理研究 [J]. 华中科技大学学报(自然科学版), 2015, 43(5): 56—62.

## On Architecture Design of Active-Active Smart Campus Data Center Based on Cloud Computing

LIU Dong-lin

*Educational Technology Center, Sichuan International Studies University, Chongqing 400031, China*

**Abstract:** In order to adapt to the development of colleges and Universities, the problems of traditional data center are analyzed. Through the research of virtualization, cloud computing and dural storage, network security and so on, high reliable active-active data center architecture is designed based on cloud computing and variety of network and application security technology. In the construction of smart campus active-active data center of Sichuan International Studies University, practiced the architecture and construction strategy. The active-active data center runs well and the reliability improved Significantly.

**Key words:** smart campus; data center; active-active (HA) storage; high reliability

责任编辑 夏 娟