

文章编号:1005-0523(2018)01-0123-07

面向阿里云的铁路供电信息系统迁移研究

刘仕兵,刘欢,王小艺,曾聿田

(华东交通大学电气与自动化工程学院,江西 南昌 330013)

摘要:在云计算和供电信息系统的基础上,重新构建了面向阿里云云计算的沈阳局供电信息系统框架。从两个角度阐述,一方面是国内铁路行业的上云情况及通过参与沈阳铁路局现有供电信息系统的规划设计,发现系统运行缓慢、前期建设成本高、后期维护困难等问题。另一方面是对阿里云的全面深度学习,从而对其云基础设施产品进行二次组合创新构成混合云模型。最后将两方面进行结合形成云环境下的混合云信息系统框架,该框架为铁路供电部门高效综合办公和生产调度提供了云平台条件,并且很好地体现了阿里云云计算的大规模、虚拟化、高可靠性、高可扩展性等特点。为信息系统的云迁移提供可行性的探索。

关键词:云计算;阿里云;混合云架构;供电信息系统;云迁移

中图分类号:TP399

文献标志码:A

自2013年3月,中国铁路总公司成立后,铁路领域改革的步伐越来越快。铁路迎来了一个更高速的发展时期,伴随着互联网技术的发展,特别是云计算和大数据技术的成熟,铁路系统的信息化被各个路局提上了日程,经过多年的发展已经成为铁路日常工作的重要支撑^[1]。

与普通政务云^[2]业务迁移^[3]不同的是铁路供电部门的信息系统还融合了自身的生产系统,具有一定的复杂性,例如应急抢修的突发临时使用等。需要云计算和云存储提出更高级的要求。12306系统采用云计算^[4]也取得了很好的效果。

近年来由于铁路线路的不断增多,摄像头采集像素的不断升级等因素的影响,使得既有的信息管理系统出现了不同程度的卡顿甚至宕机问题。而铁路供电段电力、变电、接触网等保证铁路正常运营的系统是不容出错,这就需要一个足够稳定和流畅的系统环境满足不断增加的业务质量需求。本文以中国铁路沈阳局集团有限公司(以下简称沈阳局)供电处大数据供电信息系统为研究对象,阿里云云计算为研究平台进行系统的迁移探究。

1 云计算的基本情况介绍

1.1 云计算

美国国家标准与技术协会(NIST)对云计算有一个权威和经典的定义^[5],其核心思想是将大量用网络连接的计算资源统一管理和调度,构成一个计算资源池向用户按需服务^[6]。从现阶段可以预见的云计算架构有3个里程碑的发展阶段:1.0阶段主要面向的对象是数据中心管理员,技术特点主要是虚拟化技术的引进;2.0阶段主要面向的对象是云租户和云用户,技术特征是基础设施的云化;3.0阶段面向的对象是IT应用的开发者,技术特征是智能化,应用云化。3个阶段的关系如图1所示。

大数据与云计算的关系密不可分,刘峰博等^[7]以北京市轨道交通为例,通过大数据技术进行应急辅助决策。顾炯炯提出了一套基本的云计算体系架构如图2。这一套云计算的体系架构可以同时适用于公有云、私有云、混合云的典型场景。也涵盖了未来云计算可能的发展情况。很大程度上指明了云计算的发展程度。

收稿日期:2017-10-13

基金项目:江西省教育厅科技项目(GJJ150530,GJJ160488)

作者简介:刘仕兵(1970—),男,教授,研究方向为电气化轨道交通接触网技术,供电信息化管理技术、监控技术。



图1 云计算3个发展阶段
Fig.1 Three development stages of cloud computing

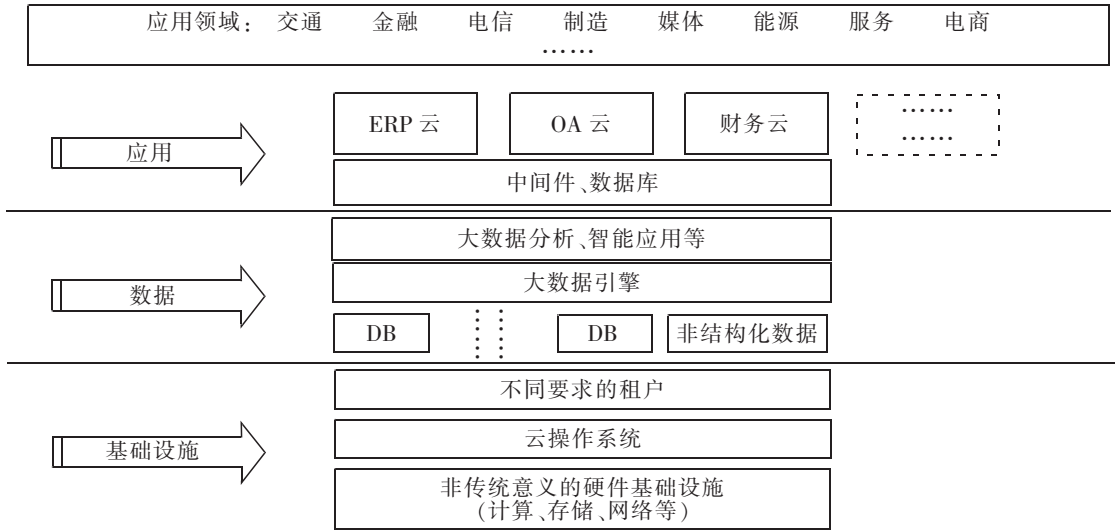


图2 云计算体系架构图
Fig.2 Cloud computing architecture diagram

与此系统相关的上下文角色包含:云租户、云应用开发者、云服务运营者、云设备提供者4个方面的生产者。这保证了一套云计算架构能够平稳落地。

1.2 阿里云

阿里云是阿里巴巴集团研发的一款公共、开放的云计算服务平台,其计算存储地域包含青岛、北京、张家口、新加坡、东京、迪拜等国内外14个城市,具有全国最大内容分发网络(CDN),遍布全国700多个CDN节点,提供多线的BGP骨干网接入和CN2高速网络。平台核心为飞天云OS,其体系架构如图3所示。云OS是融云数据存储、云计算服务和云操作系统为一体的云智能移动操作系统,基于Linux内核以及Web Kit、OpenGL和SQLite等开源库,为上层的飞天开放服务提供计算、存储和调度等方面的底层支持,包括协调服务、远程过程调用、安全管理、资源管理等构建分布式系统常用的底层服务^[8]。

飞天平台相比于Hadoop有自身独特的特色,平台在设计之初就定义为通用大规模和基于WebEPI提供服务,并且做到数据中心地点透明化^[9]。经过阿里巴巴系统及12306系统,飞天平台能够处理每天百亿级网页,亿万级邮件的数据,并且实现实时三拷贝数据防灾。图3也基于飞天系统添加了移动端的基本框架。

基于阿里云自身的系统,对外提供了包括弹性计算服务(ECS)、负载均衡服务(SLB)、对象存储服务(OSS)、关系型数据库服务(RDS)、开放结构化数据服务(OTS)、大数据计算服务(ODPS)等等近百种服务。

1.3 国有企业上云研究情况

国内外很多大型企业研究员提出了很多值得学习和借鉴的云计算及大数据平台搭建移植办法。李博^[10]从总公司的层面提出了构建完全自主的铁路基础设施并采用从铁路总公司到铁路局子公司的2级架构系

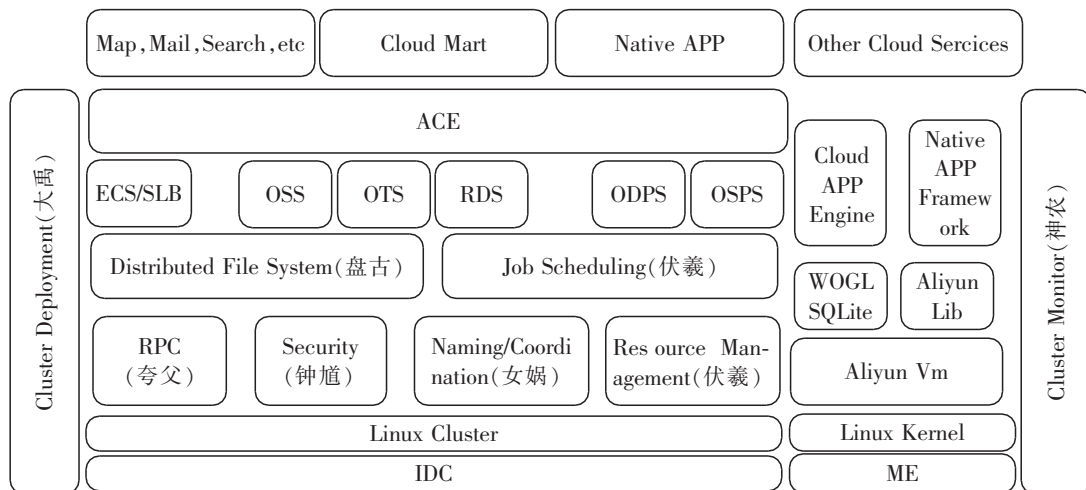


图 3 阿里云飞天体系架构(含移动设备)

Fig.3 Ali cloud flying system architecture (including mobile devices)

统,数据中心采用两地三中心模式,迁移采用分批次分重要程度进行。卢鑫等^[11]对高速铁路信号系统云平台系统进行了数据层和业务层的划分,数据层采集信息,业务层存放云基础设施通过检测网传输信息到路局、车间、工区。邵国安^[12]从安全的角度出发,对铁路云计算的认为则是除了铁路运输调度系统和 GSM-R 等与生产有关的网络和信息系统,其他的系统应该统一在一个网络内。李少华等^[13]基于混合云对云安全方面提出了转型到应用和业务条带化上来。孙强强^[14]对混合云的安全问题从虚拟机迁移安全、流量控制、应用安全、数据加密和密钥管理、身份及访问管理、服务监控及合规验证 6 个方面提出了建议。赵岩等^[15]采用 OpenStack+Docker+AWS 构建陕西旅游电子商务的私有云系统。Anderson de Souza Ribeiro 等^[16]用层次分析法(AHP)从财务分析、目标战略、技术和治理架构 4 个标准进行衡量一套云计算系统的选择。曹子建等^[17]基于云的 ICT 基础设施提出了面向成本化的优化模型,能够更加有效地分配云计算资源。

从当前环境看,国有大型企业的云计算平台领域比较混杂,还没有形成一个有效的规范体系。以铁路系统为例,总公司或者路局只是对各个系统安全性要求进行严格规范,以保证业务能够正常进行。具体的实现方案各路局甚至同一路局不同站段都是千差万别,而且各个站段的进展也大不相同,有些路局已经进入了云计算 2.0 时代,有些还是初步探索阶段。

2 供电信息系统的发展现状与上云改造

2.1 供电段信息系统的发展现状

以本次探究对象沈阳局大数据供电信息管理系统(以下简称供电信息系统)为例来说明。最新版的供电信息系统第一阶段已于 2016 年 12 月底完成,现在正处于数据收集录入阶段。供电信息系统的建设目标为瞄准供电专业实际需求,结合现代化技术,引入大数据云计算理念,构建由安全管理、专业管理、综合管理、应急抢修、基础管理五大平台、24 个子系统、95 个模块的供电系统,实现规范化、标准化、常态化。现有系统是沈阳铁路局管辖范围内所有供电处及站段,地理区域跨及沈阳、吉林、锦州、大连、长春、通辽、白城等,硬件设备各段配备服务器、硬盘、刀箱、交换机、防火墙、机柜、UPS、KVM 等辅材设备。

5 个平台中需要特别说明的是应急抢修和基础管理中的图纸资料、专业管理、综合管理中的物资管理。应急抢修需要对临时出现的供电故障进行显示、规划抢修、搭建实时指挥平台,应急抢修出现的次数较少,但是使用时却需要与 SCADA、视频等耗费网络资料的系统对接,并且从海量的图纸、地图信息中规划处抢修线路、装备,甚至人员名单,与指挥中心实时数据交换。基础管理中的图纸资料数据量庞大,沿铁路线路的接触网一杆一档都需进行照片及相应信息存储。随着铁路线路的不断新建,产生一杆一档资料也越来越多,并且需要在故障时能够筛选出对应的杆号信息。专业管理中的接触网、牵引变电、电力专业有大量的相互交

叉设备履历联动调用,并且需要实时更新检修规划,当中的接触网作业车更是需要与 GPS、GIS,实时视频进行显示和回传,需要很强的网络处理能力。物资管理的目标是实现管辖范围内所有仓库(包括检修和抢修)的无纸化办公,利用 RFID 技术自动识别包括人在内的所有物资生产资料,并且细化到安全帽,扳手等资料,这样的细化要求也需要更大的存储空间和计算能力。

现在供电信息系统的网络环境分为三部分,一个是互联网,一个是各段的内部网络,另一个是总公司的路局网。具有一定的复杂性,本次迁移探究以互联网为主,对段内网和路局网进行架构层设计。

总的来说,沈阳局的供电信息系统依然采用传统的 IT 构建方式,全量的 IDC 机房管理,通过纵向扩展服务器的配置进行系统性能提升。虽然在软件系统上已经进行了分布式思维的运用,但是实际的使用推广需要一定的时间。值得肯定的是这套系统将供电段内的业务从专业方面到财务,绩效考核甚至餐厅订餐都包含在内。为今后统一化管理提供了极大的便利,从根源上治理了一个业务一套系统的问题。

2.2 结合阿里云的上云改造

阿里云目前是国内最大的云服务提供商,核心的平台和技术都是基于开源软件进行自主研发,具有很好的可靠性。当前云计算的部署模式一般分为公有云、私有云、混合云,有些地方也提出了行业云的概念。公有云虽然是未来发展的必然方向,但是当前的环境下,各个企业为了资源的合理利用往往会采用混合云的部署模式。混合云指在公有云的模式下将企业已有的硬件资源再利用,将部分服务部署在这些资源上。基于沈阳局供电信息系统的实际情况,本次研究过程采用混合云的模式。使用专线或者 VPN 将自建的数据中心打通。具体的方案将在后文的系统设计中体现。

传统 IT 构建方式是将系统部署到本地服务器和本地存储,企业在信息化的过程中,也是为了部署各类信息系统不断架设单独的服务器、存储和网络。信息化建设一方面在服务器、存储等方面需要不间断的巨大投入;另外一方面设备资源在高峰时期往往出现性能瓶颈,低峰时期的闲置又会造成很大的浪费,投入和产出并不能成正比^⑥。而采用云计算后可以将更多的精力放在本身的业务系统上,并且能够极大地缩短系统的上线时间。

3 供电段信息系统的上云案例

3.1 系统架构设计

基于当前沈阳局供电信息系统的开发架构进行云计算的架构迁移。坚持 3 个需求,既要保护现有投资,现有架构不动;又要利用云的灵活性、弹性、低成本;而且还要安全可靠、高质量。实现过程中使用阿里云的弹性计算、网络、存储、数据库、安全方面的服务和技术。云上系统如图 4,大致可以分为容灾层、计算存储层、用户层,使用专有网络 VPC(virtual private cloud)进行部署,和本地传统 IDC 数据中心通过高速通道(express connect)进行互联保证云上云下畅通。

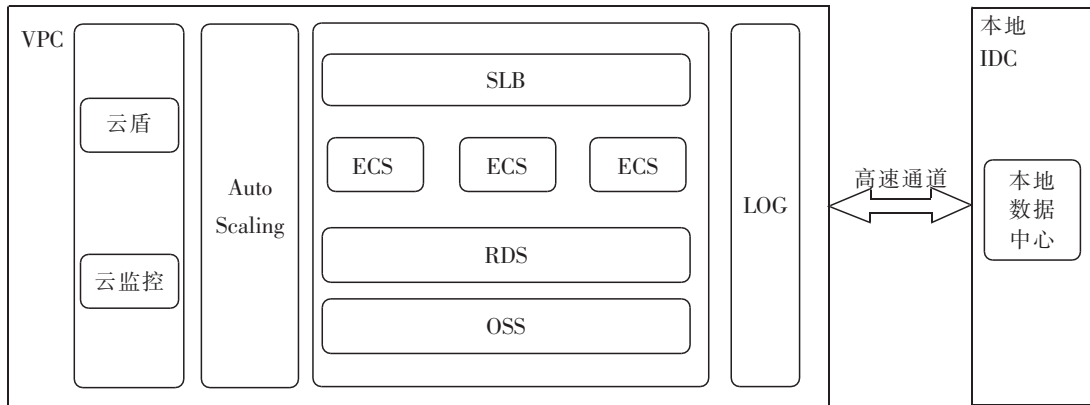


图 4 系统混合云架构
Fig.4 System hybrid cloud architecture

3.2 安全容灾层

目前云平台最让人担心的问题是安全问题,但是从技术的角度出发,云平台已经具备足够的安全防护。云盾服务是一个综合性的安全服务,包括网络、数据库、web 等,并且基础功能是免费使用,提供 4 层防御体系,包括 DDoS 检测/防御、web 层攻击检测/防御、web 漏洞发现/修复、主机漏洞发现/修复、主机防入侵的实时防护能力数据库的安全防御,结合云监控能够保证 24 h 的监控,并可以设置实时手机短信提醒。能够最大限度的降低安全管理的人工成本。

将应用迁移到云计算的平台上,最想利用的就是平台无缝的自动化和充足的虚拟资源。弹性伸缩(auto scaling)可以起到一个自动横向增加 ECS 实例数量解决业务的高峰时段高资源消耗问题,高峰期过后又会自动释放 ECS 实例降低成本。例如在应急抢修过程中需要很高的计算资源,系统就会自动按照配置开启 ECS 并提供服务。抢修完成后就会自动释放开启的 ECS 实例。结合 SLB(负载均衡)中健康检查功能的使用可以有效配置同城不同区域容灾,详细内容见 SLB 介绍部分。

3.3 计算存储层。

该层是最主要的部分,主要包括负载均衡(server load balancer,SLB)、云服务器(elastic compute service,ECS)、关系型数据库(relational database service,RDS)、对象存储服务(object storage service,OSS)、日志服务(log service,Log)。

SLB 在系统中承担着转发流量到后端的 ECS 服务,并且通过健康检查,自动隔离异常的 ECS 实例,解决 ECS 实例的单点问题。此外,SLB 服务还具备 TCP 与 HTTP 抗 DDoS 攻击的特性。其基础架构如图 5。采用集群部署,可实现会话同步,以消除服务器单点故障,提升冗余,保证服务的稳定性。阿里云当前提供 4 层(TCP 协议和 UDP 协议)和 7 层(HTTP 和 HTTPS 协议)的负载均衡服务。4 层采用 LVS+keepalived 方式实现,7 层采用阿里自主研发的 Tengine 集群^[18]。

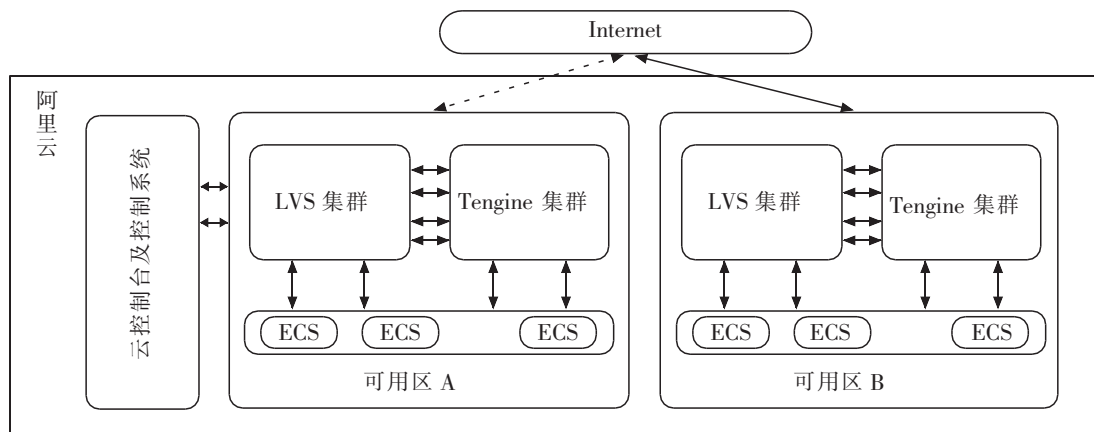


图 5 负载均衡基础架构

Fig.5 SLB architecture

供电信息系统采用负载均衡的另一个重要原因是可以实现同城容灾,当主可用区 A 的机房发生电力或者其他故障时,按照图 5 中虚线标注,SLB 会将客户的请求自动转发到可用区 B 上,能够很好地解决一个机房出现故障导致服务不可用的问题。SLB 同时还提供跨城市的全国容灾,但是供电信息系统主要地域都是在东北部分,不需要采用这样的方式来部署。

ECS 可以理解为一个虚拟的服务器组建,包含了正常的 CPU、内存、操作系统、磁盘、带宽等。在使用中可以根据实际情况进行系统升级或者释放。ECS 的自定义镜像和快照对于系统的同步部署和横向扩展提供了很好的技术支持。沈阳供电信息系统中所有的 ECS 实例都是无状态的实例,只进行计算及服务转发,也包含了供电信息系统后期的 APP 服务扩展接口。

供电信息系统的 RDS 使用 mysql 版本,和现有系统是一样的数据库存储方式,方便直接迁移。OSS 存储服务用于存放供电信息系统海量的基础资料,尤其是带有图片的一杆一档资料。采用 OSS 进行文件上传不需要额外费用,可以采用 API 接口进行调用。

LOG 的日志服务通过配置将所有日志文件存储到 OSS 中,记录用户的任何一次操作,为今后的供电信息预测提供海量的数据基础。

下面对混合云的技术实现进行分析。供电信息系统预计采用 VPC+高速通道的方式实现混合云的方案。专有网络 VPC(virtual private cloud)是阿里云提供的一个与其他网络逻辑上隔离的服务,我们可以在 VPC 上选择自己的 IP 地址范围、划分网段、配置路由表网管等等。通过隧道技术,将 VPC 内的设备加上独有的隧道 ID 标识,保证不同的 VPC 内 ECS 间无法通信,进行天然的隔离。阿里团队给出 VPC 逻辑架构如图 6^[18]。

交换机、网关、控制器是 VPC 中重要的组件。其中交换机和网关是管控数据通路,控制器完成配置通路,两者互不干扰。交换机采用分布式节点,网关和控制器则是集群部署,多机房互备。

在云上 VPC 和本地 IDC 机房之间通过高速通道来实现内网互通。高速通道(express connect)通过物理专线在物理层面上接通数据中心和阿里云,然后建立虚拟边界路由器和虚拟路由器接口来打通 IDC 数据中心和 VPC 链接。

将供电信息系统采用图 4 的混合云架构改造后,流量的路径如下:用户从 SLB 进入,SLB 根据请求将客户端信息分发到后端健康的无状态 ECS 实例,无状态的实例根据系统请求从 RDS 或者本地 IDC 中及 OSS 中提取相应信息反馈到客户端,完成整个响应。通过云监控可以设定 CPU 的利用率,SLB 及弹性伸缩在业务访问量过大即 CPU 利用率高于 80%时通过短信通知相关人员,并且系统自动启动相同镜像、快照生成的无状态 ECS 增加计算能力,缓解系统压力。

3.4 用户层

也称应用层,指搭建在计算存储层的 web 或 app 应用。现阶段主要是满足基本需求,后期会加入更多具有高效率的云计算应用。比如云桌面、云客服等等。

3.5 实施方案

综合分析供电信息系统的 24 个子系统,计划将综合管理平台下的财务管理、办公 OA 和基础管理平台下的人力资源管理的数据库和存储存放在本地数据中心。其余模块存放在 VPC 中。因为办公 OA、财务、人力等基础信息使用的频次不高,计算量不大,所以放置在本地数据中心。

考虑到沈阳局的地域性,实际系统应该采用华北 2 北京数据中心,RegionId 为 cn-beijing。SLB、RDS、OSS、CMS、高速通道等都选择在华北 2 地域下的任意可用区。

已有的供电信息系统采用 LAMP 环境搭建,因此在 ECS 中也用 LAMP 环境,只是将以前的 suse 更换为阿里系统兼容更好的 CentOS。实施过程中最重要的是将文件存储、数据库存储、app 文件进行分开处理,配置 http 服务的端口及路径。

4 总结

通过对最新的沈阳局供电信息系统的调研实践,详细阐述了供电信息系统基于阿里云平台的整体架构、实现原理及实施的方案要点,构建了混合云环境下的新系统平台。系统很好地借用了阿里集团多年来的技术经验,将供电信息系统借用云的天然优势,整合到云环境下,为后期的智能化服务打下了坚实的基础。

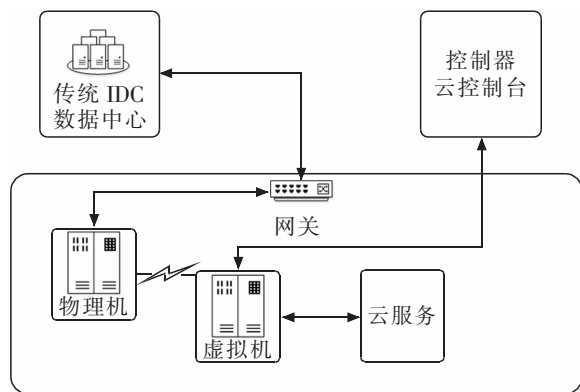


图 6 VPC 逻辑架构

Fig.6 VPC logical architecture

参考文献:

- [1] 于正水. 基于云计算的铁路信息系统数据中心的研究[J]. 铁路计算机应用, 2011, 20(1): 23-25.
- [2] 杨柳, 卓必强, 汪杨海, 等. 基于云计算环境的业务系统迁移研究与实践[J]. 信息系统工程, 2017(4): 27-30.
- [3] 张华峰. 政务云应用迁移探讨[J]. 中国新通信, 2017, 19(12): 117-118.
- [4] 12306 借阿里云扛过春运或引发央企新一轮信息化革命[J]. 浙江人大, 2015(4): 2.
- [5] 顾炯炯. 云计算构架技术与实践[M]. 2 版. 北京, 清华大学出版社, 2016: 9.
- [6] 张光亚. 基于 Microsoft Azure 的实验室设备管理系统的设计与实现[J]. 电脑知识与技术, 2017, 13(15): 192-195.
- [7] 刘峰博, 干叶婷, 周峰. 大数据技术在轨道交通应急辅助决策系统中的应用设计[J]. 华东交通大学学报, 2016, 33(2): 56-62.
- [8] 骆小龙, 虞开森, 余金铭, 等. 基于阿里云的台风路径实时发布系统研究[J]. 计算机时代, 2015(2): 15-18.
- [9] 唐洪. 飞天开放平台[EB/OL]. [2017-10-13]. 北京, CSDN, <http://www.csdn.net/article/2013-12-05/2817724-bdtc2013-aliyun>.
- [10] 李博. 云计算在铁路信息化基础设施建设中应用研究[J]. 铁路计算机应用, 2015, 24(10): 1-5.
- [11] 卢鑫. 基于云平台的电务综合监督系统部署研究[J]. 铁路通信信号工程技术, 2016, 13(3): 17-21.
- [12] 邵国安. 云计算在电子政务和铁路应用中的安全要求[J]. 中国铁路, 2015(5): 7-10.
- [13] 李少华, 耿贞伟, 权鹏宇. 基于混合云的业务应用系统安全防护研究[J]. 网络安全技术与应用, 2017(1): 86-87.
- [14] 孙强强. 混合云模式中的安全问题研究[J]. 电力信息化, 2014, 12(7): 40-44.
- [15] 赵岩, 陈永当, 曹阳. 混合云对陕西旅游电子商务的支持研究[J]. 电子测试, 2015(7): 162-165.
- [16] ANDERSON SOUZA RIBEIRO. The deployment of systems in cloud computing environment: a methodology to select and prioritize projects[J]. IEEE Latin America Transactions, 2017, 15(3): 557-562.
- [17] CAO ZIJIAN. Optimal cloud computing resource allocation for demand side management in smart grid[J]. IEEE Transactions on Smart Grid, 2017, 8(4): 1943-1955.
- [18] 阿里云. 产品帮助中心文档[EB/OL]. [2017-10-13]. 杭州, 阿里云, <https://help.aliyun.com/product>.

Transfer Research on Ali Cloud-Oriented Railway Power Supply Information System

Liu Shibing, Liu Huan, Wang Xiaoyi, Zeng Yutian

(School of Electrical and Automation Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: Based on cloud computing and power supply information system, this paper reestablished the Ali cloud computing-oriented framework of power supply information system of Shenyang Railway Bureau. Firstly, this paper discussed such problems as system slowness, high pre-construction cost and difficulties in post maintenance by taking into account the cloud situation of domestic railway industry and by the planning and design of the existing power supply information for the Shenyang Railway Bureau. Then, the second combination of cloud products was carried out to form a hybrid cloud model through comprehensive and in-depth learning of Ali cloud. Finally, the two aspects were combined to form a hybrid cloud information system framework under the cloud environment. This framework may provide railway power supply departments with the cloud platform conditions for their efficient and comprehensive administration and production scheduling, representing characteristics including large scale, virtualization, high reliability and scalability, which develops a feasibility study on cloud migration of information system.

Key words: cloud computing; Ali cloud; hybrid cloud architecture; power supply information system; cloud migration