

文章编号: 1005-8451 (2015) 10-0001-05

# 云计算在铁路信息化基础设施建设中应用研究

李 博

(中国铁路总公司 科技管理部, 北京 100844)

**摘要:** 本文介绍云计算在铁路信息化基础设施整合和建设中应用方案, 阐述云计算在铁路领域应用的必要性, 分析铁路总公司级和铁路局级基础设施存在的突出问题以及对云计算技术的需求, 并提出应用目标和应用模式, 铁路业务系统迁移云平台方案。

**关键词:** 铁路信息化; 云计算; 基础设施; 总体架构; 数据中心

**中图分类号:** U29 : TP39      **文献标识码:** A

## Application of Cloud Computing in railway information based infrastructure construction

LI Bo

(Department of Science and Technology, China Railway, Beijing 100844, China)

**Abstract:** This paper introduced the application project of Cloud Computing in the railway information based infrastructure integration and construction, described the necessity of Cloud Computing in railway field, analyzed the main problems which were existed in the infrastructure of railway corporation level and railway administration level, also analyzed the requirement to Cloud Computing. According to the obtained requirements, the goal of applying cloud computing in China's railway and the corresponding mainframe, together with key technologies, were also given to improve the efficiency on the hardware and the software, provide the basis of the information systems and enhancing the economy performance.

**Key words:** railway information based; Cloud Computing; infrastructure; general framework; data center

随着高速铁路的快速发展, 中国铁路总公司更需关注经济效益、运营效率和服务水平。云计算、大数据等新技术的应用, 能够提升铁路信息化水平, 创造稳定、敏捷的基础运行环境, 提高服务水平、实现个性化的服务、开展多元化经营、达到提高企业经济效益的目的。

云计算、大数据、物联网等新技术的快速发展, 结合高速铁路发展的业务需求, 急需建立一个弹性计算能力强、基础设施共享度高、云资源智能动态调配、按需分配的基础性支撑平台—铁路云计算平台, 以提高铁路基础设施的利用率, 促进铁路业务系统之间的互联互通, 支撑铁路业务快速发展, 充分挖掘铁路数据潜在的价值, 最终达到提高企业经济效益的目的。因此, 大力建设中国铁路总公司的高效、绿色、节能的云计算数据中心是实现铁路现代化和智能化

的迫切需要, 也是中国铁路信息化发展的合理选择。

### 1 云计算的基本概念

云计算是指运用虚拟化技术将分散的计算资源、存储资源、网络资源, 通过现有网络集中起来, 形成逻辑统一的资源池, 可实时监控云计算平台和动态调配云资源, 并以弹性的、按需的、可扩展的方式向用户提供服务。

云计算<sup>[1-2]</sup>基本特点为弹性计算、按需分配、灵活、安全、高扩展、高可用、高可靠等; 主要类型分为公有云、私有云和混合云; 开源软件和平台主要包括: Xen、KVM、OpenStack、Abicloud、Eucalyptus 和 Enomalism。云计算发展所面临的问题主要包括: 缺乏相关国家标准和行业标准, 网络带宽、数据安全、数据隐私<sup>[3]</sup>以及数据中心的能耗问题<sup>[4-5]</sup>。基础架构主要分为3层: 基础设施即服务(IaaS, Infrastructure as a Service)、平台即服务(PaaS, Platform as a Service)、软件即服务(SaaS,

收稿日期: 2015-02-27

基金项目: 中国铁路总公司科技研究开发计划重大课题(2013X009-A-1),  
(2013X009-A-2)。

作者简介: 李 博, 副研究员。

Software as a Service)。IaaS 层将底层的计算、存储和网络资源以服务的形式提供给客户；PaaS 层主要将操作系统、数据库、中间件等资源以服务方式提供给用户；SaaS 层主要将应用以 Web 的方式给用户提供服务。

在铁路领域中，已有相关工作主要集中云计算和铁路信息化建设<sup>[6~10]</sup>，本文在分析铁路领域信息化存在问题的基础上，提出对云计算技术的业务需求，应用目标和应用模式，以及铁路业务系统迁移云平台方案。

## 2 铁路信息化基础设施现状分析

目前，铁路信息化建设主要集中在运输组织、客货营销和经营管理 3 大领域，实现快速发展，并取得较大成绩，尤其是高速铁路、运输调度、客货营销、运输生产、安全监控、经营管理、安全保障和信息化管理水平等方面的信息化建设。

但铁路信息化基础设施仍存在一些问题，主要表现在以下几个方面：

(1) 铁路总公司级和铁路局级部分机房建设年代较早，设计标准较低，所占面积较小，分布过于分散，电力紧张，且存在众多的安全隐患。安全性、节能性、绿色环保等远远不能达到现代数据中心要求；硬件设备繁多，平台杂乱，支撑能力弱，运维难度大。铁路硬件系统主要包括：小型机、X86 服务器、IBM/EMC 存储、F5、防火墙和网络 Cisco 等；操作系统主要包括：Unix、Linux 和 Windows 等；数据库主要包括：Oracle、DB2、MySQL、MS SQL 和 Sybase 等。

(2) 铁路业务系统多采用独立建设模式，且硬件资源和软件资源配置按高峰期配置，导致硬件共享率低、重复投资建设、资源利用率低、局部资源不足等现象，且资源缺乏统一分配和调度，无法满足硬件设备共享的基本要求。

(3) 铁路业务系统的数据备份和容灾体系未建立，没有及时进行数据备份，且灾备和备份的基础设备不足；此外，铁路业务系统的通信网络包括铁路内网、外网、专网和安全生产网，但不能很好实现各子网络之间的数据交换。此外，“铁路总公司—

铁路局—站段”通信网络带宽严重不足；铁路的业务系统上线周期长，不能及时响应市场快速变化。

(4) 铁路云计算、大数据等新技术的标准体系不够完善，缺乏在铁路领域应用的总体规划。

## 3 云计算在铁路信息化基础设施建设中应用的需求分析

### 3.1 总体需求

随着铁路体制的改革，中国铁路总公司从管理的政府部门转变为运输服务的国有企业，其职能也需进行相应的转变，即在保障铁路安全的基础上，不断提升铁路的服务水平，提高企业的经济效益。总体战略的制定和实施需建立在科学、合理的理论之上，而铁路云计算平台能提供科学的战略辅助决策，且能降低企业重大投资项目的风

### 3.2 环境需求

#### 3.2.1 铁路云计算平台的弹性能力

根据铁路业务系统或用户对计算、存储、网络等硬、软件资源的动态申请，实现对计算资源、存储资源、网络资源的动态增加和减少，大幅度提高硬件设备的利用率。

#### 3.2.2 铁路异构资源精细化资源监控

对铁路领域不同品牌的服务器、存储设备、网络设备、操作系统、数据库、中间件等资源进行实时监控，以及现有资源集中化的统一管理和精细化监控。

#### 3.2.3 铁路云资源全生命周期的管理

运用虚拟化技术对铁路硬件资源进行池化，形成铁路计算池、存储池和网络池，对云资源全生命周期管理，主要包括资源申请、资源审核、资源分配、资源使用、资源完成和资源释放等。

#### 3.2.4 跨数据中心的云资源调度和监控管理

铁路云计算平台管理资源是所有铁路数据中心资源，需实现跨多个数据中心的计算、存储和网络资源最优分配和智能调度。

#### 3.2.5 降低不同硬件设备运维管理的难度

铁路硬件资源涉及不同类型计算设备、存储设备、交换机、路由器等，需对不同 IT 设备统一管理，降低整体的运维管理难度。

### 3.2.6 铁路云计算平台的计费管理

铁路云计算平台可根据用户的需求,为铁路用户提供云托管、弹性计算等服务,并根据用户使用CPU个数、内存、数据盘大小、带宽、使用时间等参数,给出所需的使用费用。

## 3.3 业务需求

### 3.3.1 铁路业务系统快速部署

铁路云平台可实现铁路业务系统自动化、快速的部署,大幅度缩短业务上线时间,以增强企业对市场的响应能力。铁路云计算平台需提供铁路现有业务系统和新建系统快速部署服务和系统配置服务,以及保证铁路各业务系统正常、安全、持续在铁路云计算平台中运营。

### 3.3.2 铁路业务系统的数据分析和挖掘管理

铁路数据分析和数据挖掘是提高铁路业务效益的依据,通过数据分析算法和数据挖掘算法得到有价值信息,促使铁路新业务发展和业务创新。

### 3.3.3 支撑铁路业务和数据迁移

将铁路现有业务信息系统和数据平稳、安全、完整、快速迁移至铁路云计算中心,并支撑铁路业务和数据在铁路云计算数据中心内部之间的迁移;在节假日期间,云计算平台支撑铁路客票系统大并发互联网访问,方便旅客的互联网购票行为,提高旅客购票的用户体验。

## 3.4 安全需求

云安全管理主要包括数据安全管理、网络安全管理、接口安全管理、应用安全管理、云资源监控告警、虚拟机隔离、虚拟网络隔离、虚拟备份与恢复等。主要功能是保证铁路云平台在不同层面上能安全、稳定、可靠的运行。

## 4 应用方案

### 4.1 总体应用目标、原则和思路

以铁路信息化总体规划为指导,以铁路业务系统基础设施共享和整合为目标,以云计算、虚拟化等新技术为支撑,运用虚拟化技术整合现有计算资源、存储资源和网络资源,建立弹性的、按需的、共享的、资源动态分配的铁路云计算平台,以提高铁路基础设施的利用率,促进铁路业务系统之间的互联互通,

支撑铁路业务快速的发展,充分挖掘铁路数据潜在价值,提高铁路企业经济效益,最终全面提高铁路信息化水平。

云计算在铁路信息化基础设施建设中遵循的原则:坚持统一领导、统一规划、统一标准、统一建设、统一管理的“五统一”建设原则,以及采用安全、可靠、先进、经济、适用、成熟的云计算技术;坚持自主建设,整体规划,分步实施。

云计算在铁路信息化基础设施建设的思路为:建立铁路总公司和铁路局2层架构方式,基础设施主要集中在“铁路总公司—铁路局”级,实现“铁路总公司—铁路局—站段”3级模式向“铁路总公司—铁路局”2级模式的转变。

基于云计算的铁路领域基础设施整合的建设思路主要包括:

(1) 实现铁路现有通信网络连通,即整合铁路外网、铁路内网和铁路专网,并大幅度提高铁路通信网络的带宽,为铁路业务系统数据传输和数据中心的数据传输提供高速的网络通道。

(2) 运用云计算和虚拟化技术实现铁路现有硬件资源整合,即实现计算服务器整合,存储整合,网络设备整合。

(3) 建设安全、可靠、绿色、环保的铁路云计算管理和监控平台,具备弹性计算、资源高度共享、资源智能调配、按需分配等特点,以提高铁路信息基础设施的使用率,并支撑资源需求变化大的铁路业务系统正常、持续的运行。

(4) 开展云计算在铁路客运和货运领域的应用示范。

(5) 完善铁路云计算相关标准、管理办法和配套制度。

### 4.2 总体架构和逻辑架构

结合铁路业务信息系统的架构及信息化发展趋势,铁路云计算平台采用“铁路总公司级—铁路局级”2级架构,将铁路主要的业务集中于铁路总公司级数据中心。铁路总公司级数据中心主要采用“两地三中心”模式,即在同一城市中建立“双活”总公司级数据中心,总公司级数据中心之间通过高速光纤连接,可实现资源智能分配和调度,此外,在

另一城市中建立异地备份数据中心,用于铁路业务系统和数据的备份和灾备。铁路总公司级数据中心与铁路局数据中心通过高速光纤进行连接。铁路云计算数据中心的总体架构如图1所示。

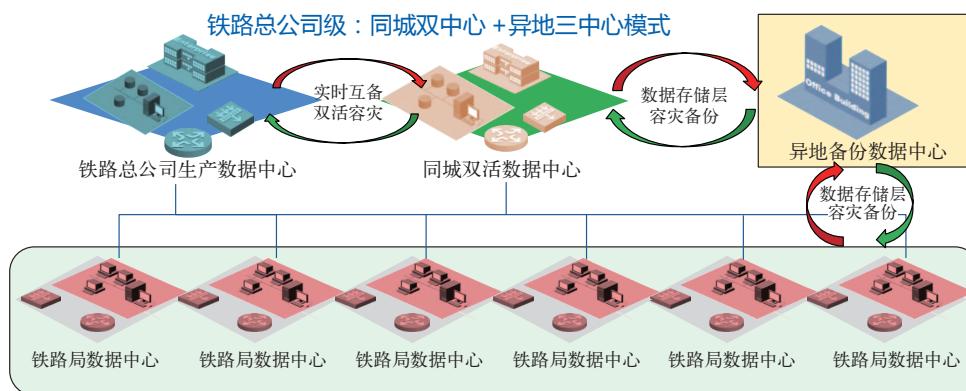


图1 铁路云计算数据中心的总体架构

铁路云计算平台的逻辑架构主要分为运行环境层、虚拟化层、云资源层、云资源管理层、铁路业务系统层和用户层,如图2所示。

### 4.3 关键技术

#### 4.3.1 大规模、细粒度的资源监控技术

针对大规模的服务器、存储设备、网络设备、操作系统、数据库、中间件等资源,可提供大规模、细粒度的资源监控技术,实现资源设备的全生命周期管理,以及全方面的资源监控。数据中心资源主要包括:路由器、交换机、安全设备、无线设备、语音设备、服务器、存储、

打印机、UPS、PC等设备。数据中心资源从分区拓扑、楼层拓扑、机房拓扑和机架拓扑等多个维度实现数据中心资源的统一管理和监控。

#### 4.3.2 云平台的资源分配技术

铁路云平台的资源分配技术主要涉及单个数据中心的资源分配技术和跨数据中心的资源分配技术。分布式铁路云平台资源调度本质上是一个离散和连续的双层优化问题;通过分析铁路局数据中心之间通信拓扑结构图,对分布式云平台资源分配问题进行建模,建立云资源分配的目标函数和约束条件,再运用智能优化方



图2 云计算在铁路领域的逻辑框架

法寻找资源分配的最佳方案，并给出资源迁移的流向和数量大小，使空闲资源最佳分配到申请资源的数据中心。

#### 4.3.3 铁路云计算数据中心的节能技术

铁路云计算数据中心的所需电量是十分惊人的，且所花费的电费也是巨大的，通过智能电源管理技术，动态地控制数据中心的计算设备、存储设备等，从而降低数据中心的耗电量和巨额电费。

### 5 铁路业务系统云迁移

借鉴国内外云计算实施成功经验，先将非核心、安全等级不高的业务系统迁移至云平台，再将大并发、弹性资源需求的业务系统迁移至云平台，公司核心业务系统暂时不迁移至云平台。从安全、业务特性的角度，建议分多批迁移至云平台上。

由于云计算平台具有较强弹性和资源整合能力，大量批处理和数据密集型的铁路业务系统、大并发访问的铁路业务系统、弹性申请资源的铁路业务系统、与互联网交互紧密相关系统、所需计算、存储、网络资源较少或周期性变化的业务系统、快速上线或业务变化快的系统、常用简单的办公软件比较适合于云计算平台，如图3所示。传统复杂业务系统和敏感业务系统在云平台实施和迁移时难度较大。

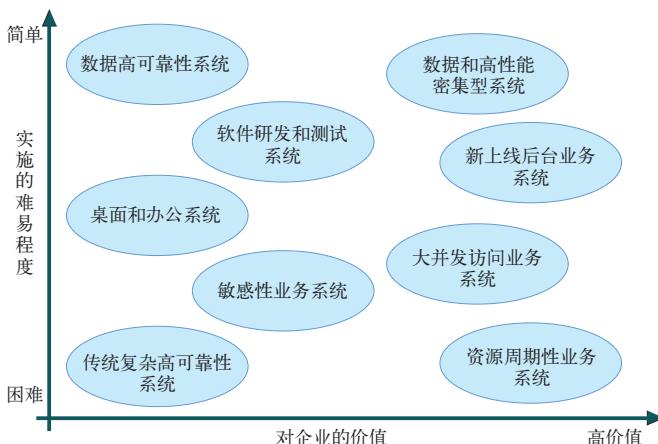


图3 铁路业务系统迁移至铁路云平台评估

由于云计算平台的安全性问题，建议铁路业务系统的核心数据和财务数据，以及敏感性业务或安全等级高的业务系统不迁移至云平台上；高实时、高交互、高性能、高可靠性、高密集的铁路业务系统，或软件 License 与物理硬件已绑定，依赖特殊加密卡、

特别视频卡等外围设备，所需的资源超过云计算资源池的铁路业务系统不迁移至云平台上。

### 6 结束语

本文主要研究云计算在铁路信息化基础设施建设中应用方案，介绍云计算的基本概念和基本特点，深入分析铁路信息化基础设施方面存在的问题，针对所提出的问题，分析铁路信息化基础设施建设对云计算技术的业务需求，讨论云计算总体应用目标、应用原则、应用思路、总体框架、逻辑框架，关键技术和迁移方案等，为铁路领域云计算建设和铁路云计算数据中心建设起到借鉴和参考作用。

#### 参考文献：

- [1] 陈康, 郑纬民. 云计算系统实例与研究现状 [J]. 软件学报, 2011, 20 (5) : 1337-1348.
- [2] 张建勋, 古志民, 郑超. 云计算研究进展综述 [J]. 计算机应用研究, 2010, 27 (2) .
- [3] 张水平, 李纪真, 张凤琴, 等. 基于云计算的数据中心安全体系研究与实现 [J]. 计算机工程与设计, 2011, 32 (12) : 3965-3968.
- [4] Moreno-Vozmediano R, Montero RS, Llorente IM. Key challenges in cloud computing: Enabling the future Internet of services[J]. IEEE Transactions on Internet Computing, 2013, 17 (4) : 18-25.
- [5] Kliazovich D, Bouvry P, Khan SU. GreenCloud: A packet-level simulator of energy-aware cloud computing data centers[J]. The Journal of Supercomputing, 2012, 62 (3) : 1263-1283.
- [6] 刘军, 史天运, 李平, 马小宁. 铁路云计算数据中心总体框架研究与设计 [C]. 第九届中国智能交通年会, 2014.
- [7] 张巍, 汤立. 我国铁路云计算技术发展策略的思考 [J]. 中国铁路, 2012 (10) : 13-16.
- [8] 哈兰. 铁路云计算应用及信息安全性问题研究 [J]. 信息系统工程, 2013 (6) : 86-88.
- [9] 金锦辉, 毛中亚, 郭其一. 铁路智能交通系统的云计算 [J]. 交通信息与安全, 2011, 29 (4) : 62-65.
- [10] 樊子锐, 冯晶晶, 丁朴. 云计算在铁路信息化中的应用研究 [J]. 铁路通信信号, 2011, 47 (10) : 53-55.
- [11] 张然. 云计算技术在铁路信息化建设中的应用前景 [J]. 铁路通信信号工程技术, 2013, 10 (2) : 27-29.

责任编辑 陈蓉