

基于云计算技术的城市轨道交通 综合监控系统部署方案

周增惠, 孔国权, 张喜元

(温州市铁路与轨道交通投资集团有限公司运营分公司, 浙江温州 325000)

摘 要: 为解决传统城市轨道交通综合监控系统部署方案中服务器资源利用率低、软件系统兼容性差、运维成本高、可管理性低等问题, 以温州市轨道交通 S1 线一期工程为背景, 构建基于云计算技术的城市轨道交通综合监控系统, 介绍其系统架构、软硬件配置及应用效果, 以期为类似工程提供参考和借鉴。

关键词: 城市轨道交通; 综合监控系统; 云计算; 应用

中图分类号: U29-39

随着云计算、大数据、物联网等新技术的发展, 城市轨道交通机电设备和运营系统的智能化、信息化程度及安全性要求越来越高, 综合监控系统 (ISCS) 的规模也随之不断增大, 其使用的服务器、存储设备、网络资源、终端数量大幅增加。而传统 ISCS 部署方案中服务器利用率低、系统兼容性差、扩展不便、空间占用率高等劣势日益凸显, 亟待解决。为解决上述问题, 本文以温州市轨道交通 S1 线一期工程为背景, 构建基于云计算技术的城市轨道交通 ISCS, 并介绍其应用情况, 以期为类似工程提供参考和借鉴。

1 线路概况

温州市轨道交通 S1 线一期工程全长 53.507 km, 呈东西走向布设, 西起桐岭站, 东至双瓯大道站。全线近期设置车站 18 座, 其中地面车站 2 座, 高架车站 13 座,

地下车站 3 座; 桐岭站附近设桐岭车辆段, 瓯华站东端设灵昆车辆段, 温州站附近设运行控制中心 (OCC)。

2 传统 ISCS 部署方案及其劣势

在传统部署方案中, ISCS 通常采用分层分布式架构, 由中央级综合监控系统 (CISCS)、车站级 (含车辆段等) 综合监控系统 (SISCS)、主干网络等组成。SISCS 一般设置车站级服务器 (冗余配置)、存储设备、综合监控工作站、网络设备及其组建的车站级局域网系统, 并提供千兆接口与主干网络连接。

传统 ISCS 部署方案的特点是数据服务采用分布式, 以各车站 / 车辆段作为数据收集和处理的中心, 各站点均配置 1 套冗余的实时服务器, 用于对本站范围内的被监控设施设备进行实时的数据采集、报警分析、运算控制、事件记录等, 而 OCC 负责对所有车站的数据进行汇集、处理、存储和管理。

这种部署方案存在以下劣势。

(1) 服务器资源利用率低。在建设 ISCS 的过程中, 通常会考虑到其未来业务发展及突发需求, 因此在选择服务器及存储、网络等硬件设备时留有一定比例的余量, 以满足其性能和容量承载需求。但实际情况是, 硬件资源上线后, 系统在一定时间内的负载并不太大, 使较高配置的硬件资源浪费严重。

(2) 软件系统兼容性差。系统对新增的业务需求反应不灵敏, 无法灵活有效地调配系统资源以适应需求的不断增加。由于不同子系统对所需的运行环境和硬件资

作者简介: 周增惠 (1988—), 男, 工程师

源配置存在较大差异,因此要在传统基础架构上整合新旧子系统,并同时兼顾其可靠性、稳定性及运维管理等,难度非常大。而较常见的做法是新增与子系统配套的计算、存储和网络等硬件资源,从而导致成本的增加及硬件资源的浪费。

(3) 运维成本过高。传统 ISCS 除硬件成本较高外,其 OCC 和车站设备还存在占用空间大、线缆多、耗电量大、人力成本高等问题,导致其运维成本大幅提升。

(4) 可管理性低。传统 ISCS 的硬件设备数量众多,难以进行有效管理,而且新设备和新应用的部署时间长,也增加了系统重建和应用的难度。

3 基于云计算技术的ISCS部署方案

在温州市轨道交通 S1 线一期工程设计初期,考虑到其车站多为地面或高架车站,各子系统监控模式较为简单,全线监控点数较少,为减少投资,降低工程实施

难度,简化系统结构,提高资源利用率,降低耗电量及维护成本,该工程采用了全国首创的基于云计算技术的 ISCS 部署方案,通过对资源进行一体化管理,提升系统的整体服务水平。

3.1 系统架构

在基于云计算技术的 ISCS 部署方案中,中央级和车站级服务器的功能均由位于 OCC 的云计算服务器群组通过虚拟化技术实现,各车站不再单独设置车站服务器,仅设交换机和前置处理机(FEP)。全线各站被监控设施设备的实时数据均通过主干网络汇集到 OCC,由 OCC 的云计算服务器群组统一进行处理、存储和管理,云计算服务器群组除负责对中央及车站各集成、互联子系统的轮询数据进行反馈外,还需及时响应中央及各车站调度人员下发或上传的控制指令。系统架构如图 1 所示。

在 CISCs 中部署 2 套云计算服务器群组,1 套主用,

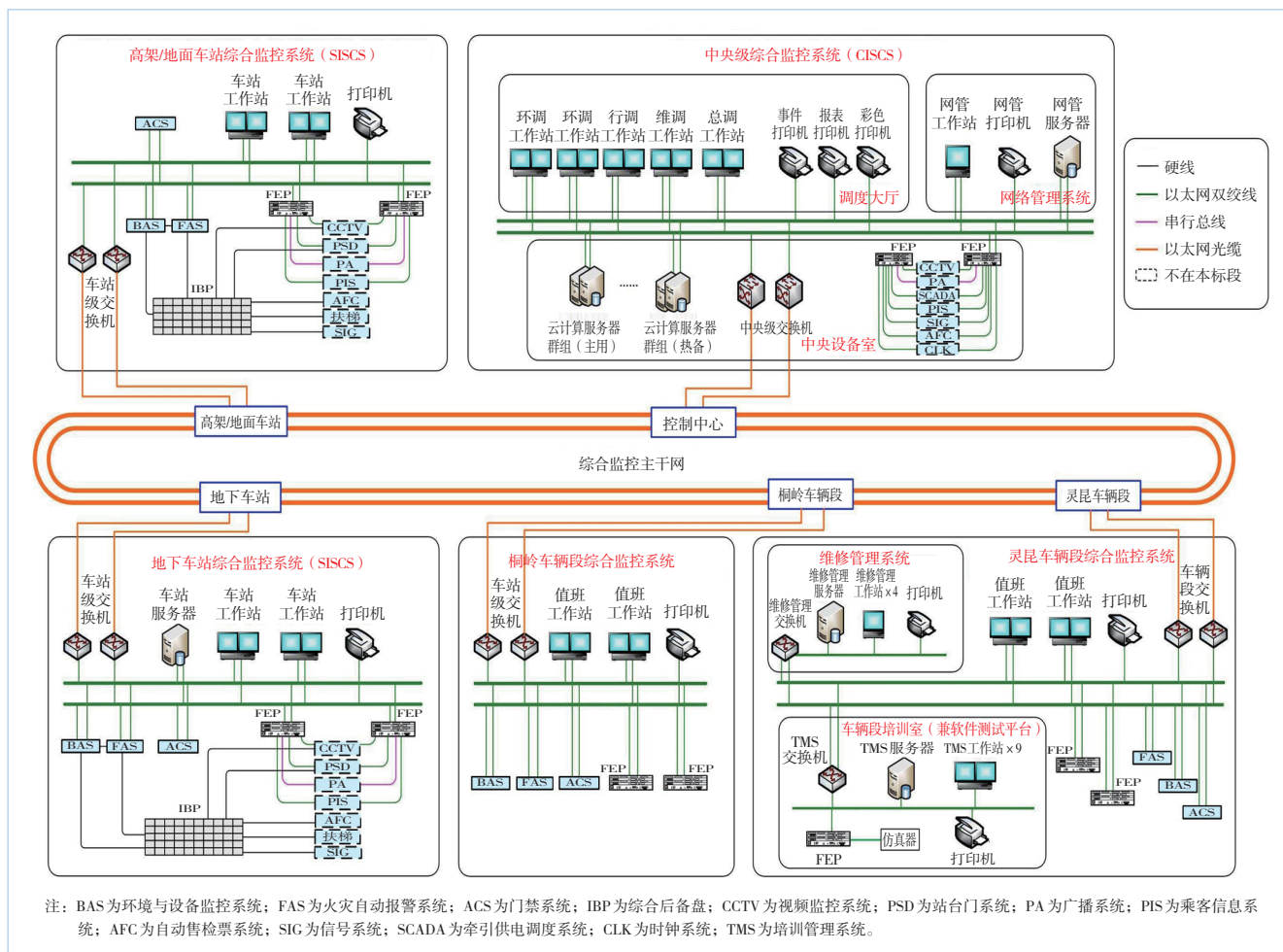


图 1 温州市轨道交通 S1 线一期工程 ISCS 架构

1 套备用,均连接中央交换机,二者之间通过冗余链路互联。这 2 套云计算服务器群组利用华为 FusionSphere 云平台管理软件对中央及车站级服务器进行虚拟化,形成弹性的数据中心资源池,从而可实现对资源的自动化调度和统一管理,提高服务器的资源利用率和计算效率,以及降低维护成本。其分别搭建如下虚拟服务器设备:2 台中央级实时服务器、2 台中央级历史服务器、20 座车站(包括 2 座地面车站、13 座高架车站、3 座地下车站和 2 座车辆段)的车站级实时服务器。

为确保 SISCS 的可靠性,在各地下车站均配置 1 台车站级服务器,在高架和地面车站中各配置 1 套工作站,实现主用服务器群组上的车站级虚拟服务器与车站级控制站(即地下车站中的服务器与高架或地面车站中的工作站)的双机冗余。在 CISCS 或主干网络发生故障时,车站级控制站可作为冗余备份,管理和处理相关数据,保证 SISCS 的正常运行。

3.2 软件配置

温州市轨道交通 S1 线一期工程采用的 ISCS 软件平台是在上海宝信软件股份有限公司 iRail 软件基础上开发出来的,具有分布式、基于客户/服务器结构的特点。该软件与云计算服务器虚拟化软件(即华为 FusionSphere 云平台管理软件)具备良好的兼容性,可满足城市轨道交通 ISCS 对实时性、安全性、可靠性、易运维部署等的需求。系统的实时服务器安装操作系统(含虚拟化软件)、虚拟机组(组内各虚拟机均含操作系统及 iRail 软件);其历史服务器安装操作系统(含虚拟化软件)、实时历史数据库 iHyperDB 及关系数据库 MySQL。

3.3 硬件配置

本工程中的云计算服务器群组采用华为 FusionCube 9000 融合基础设施一体机(由模块化可插拔刀片服务器组成),其配置如下,详见表 1、表 2。

(1) 共配置 3 个刀片服务器机架,其中主用服务器群组配置 2 个,备用服务器群组配置 1 个。

表 1 云计算服务器群组资源分布		
群组类型	资源	
	计算节点	存储节点
主用服务器群组	6	3
备用服务器群组	5	3

表 2 单个节点配置			
节点类型	配置		
	vCPU/个	内存/GB	硬盘
计算节点	80	256	2 GB×300 个
存储节点	32	128	11 GB×900 个

(2) 共配置计算刀片(即计算节点)11 个,其中主用服务器群组配置 6 个,备用服务器群组配置 5 个。

(3) 共配置计算存储融合型刀片(即存储节点)6 个,其中主用和备用服务器群组各配置 3 个。

(4) 实配 10K SAS 硬盘的裸容量总和为 59.4 TB,其中主用和备用服务器群组各 29.7 TB。

4 应用效果

基于云平台技术的 ISCS 自 2019 年 9 月在温州市轨道交通 S1 线一期工程中开始应用至今,取得了良好的效果,降低了 ISCS 业务与服务器硬件资源的高度耦合,使其由传统的双机热备向集群分布式发展,解决了海量数据存储、数据碰撞、数据挖掘方面的瓶颈问题,为建立线路级和线网级数据中心奠定了基础。其具体体现在以下方面。

(1) 投资方面。由于该系统采用最新的云计算技术,能够对资源进行动态调配(如针对业务量大的车站,可在典型资源配置的基础上动态增加 CPU、内存、磁盘空间及网络等资源的分配),并提高各服务器的平均利用率(实际从 5%~15% 提高到 60%~80%),因此使系统软、硬件设备的投资成本减少了约 20%,并同时减少了用房、耗电、空调和人力等隐性成本。

(2) 项目实施方面。①通过简化 ISCS 各子系统间的接口和工作协作程序,实现业务的快速部署,减少项目投资;②以典型车站作为模板,通过克隆复制技术,可在 30 min 内完成 20 个车站级实时服务器的业务部署;③将服务器重建和应用加载的时间从 120~140 h 缩短到 30~50 min,从而可实现零宕机硬件维护和升级,大幅降低项目的部署难度;④云计算技术可支持系统业务的弹性并行扩展,有利于城市轨道交通线路的分段建设开通和新业务的部署。

(3) 运营维护方面。①该系统可对服务器资源进行统一管理及动态调配,数据迁移效率高,有利于保护数

据,提高系统的兼容性和易维护性;②可减少各车站的设备数量,从而降低运维难度,减少运维的人力成本;③可在系统软件平台上直观显示服务器群组、虚拟机、主备切换等的性能指标,如CPU、内存、网络流入流出量、读写速率等,便于维护人员在出现故障时应急处理,从而提高其故障处置速度;④通过报警故障统计归类分析,促进城市轨道交通运营维护模式从计划检修向策略检修过渡。

5 结语

基于云计算技术的 ISCS 在温州市轨道交通 S1 线一期工程中的成功应用,为该方案走向市场创造了条件,相信该方案将会在城市轨道交通行业中得到广泛应用。

参考文献

- [1] 肖奇峰·现代城市轨道交通综合监控系统的设计分析[J]·通讯世界,2018(5):38-39.
- [2] 罗军舟,金嘉晖,宋爱波,等·云计算:体系架构与关键技术[J]·通信学报,2011(7):3-21.
- [3] 张光建,冯天麒·城市轨道交通综合监控系统布局研究[J]·科技风,2021(7):94-96.
- [4] 柴军·城市轨道交通基于云平台的综合监控系统与传统综合监控的对比分析[J]·交通世界,2021(Z2):19-20,38.
- [5] 严崎,王正·城市轨道交通综合监控系统分析[J]·农家参谋,2020(4):265.
- [6] 曾啸,王强·南京地铁综合监控系统云平台设计方案研究[J]·电气化铁道,2020(S1):209-212,218.
- [7] 牟群·综合监控系统在城市轨道交通工程中的应用[J]·安装,2020(9):31-32.
- [8] 翁伊炯·云服务在地铁综合监控系统中的应用[J]·机电信息,2019(6):26-27.
- [9] 胡松斌·地铁综合监控系统的构成及优化[J]·价值工程,2019(19):227-229.
- [10] 单莘,祝智岗,张龙,等·基于流处理技术的云计算平台监控方案的设计与实现[J]·计算机应用与软件,2016(4):88-90,121.
- [11] 胡波,路红娟,李冰,等·基于云平台的综合监控系统建设方案[J]·城市轨道交通研究,2018(7):158-160.

- [12] 丁建隆·关于搭建城市轨道交通行业云的思考与探索[J]·都市快轨交通,2016(3):1-3,7.
- [13] 王超·基于云平台的地铁综合监控系统建设研究[J]·产业科技创新,2020(32):27-28.
- [14] 汪杰,李钰,汪敏·一种基于云的城市轨道交通综合自动化系统方案研究[J]·现代城市轨道交通,2015(3):21-24.
- [15] 黄小权·基于云平台的地铁综合监控系统[D]·浙江杭州:浙江工业大学,2017.
- [16] 乔良树·基于云计算的轨道交通综合监控系统研究[J]·中国高新科技,2017(12):18-20.
- [17] 杨承东,徐余明·基于云计算技术的城市轨道交通综合监控系统架构方案[J]·城市轨道交通研究,2020(5):6-9.
- [18] 梁国威·综合监控系统在城市轨道交通工程的应用[J]·通讯世界,2018(4):239-240.
- [19] 褚红健,李佑文,蔡一磊,等·基于云平台部署的城市轨道交通综合监控系统研究[J]·现代城市轨道交通,2020(8):58-64.
- [20] 马云飞,王铮·地铁综合监控系统联动控制功能的应用[J]·现代城市轨道交通,2018(1):8-13.

收稿日期 2021-03-05

责任编辑 苏靖棋

Integrated monitoring system deployment plan of urban rail transit based on cloud computing technology

Zhou Zenghui, Kong Guoquan, Zhang Xiyuan

Abstract: In order to solve the problems of low utilization rate of server resources, poor compatibility of software system, high operational and maintenance cost and low manageability in the deployment scheme of traditional urban rail transit integrated monitoring system, this paper takes Wenzhou rail transit line S1 phase I project as the study case, constructs an integrated monitoring system of urban rail transit based on cloud computing technology, and introduces its system architecture, operational and maintenance mode software and hardware configuration and application effect, in order to provide reference for similar projects.

Keywords: urban rail transit, integrated monitoring system, cloud computing, application