

城轨云运营生产系统测试报告

签发时间：2018年4月

签发版本：第一版 (V1.0)

签发人： 

城市轨道交通列车通信与运行控制国家工程实验室由交控科技股份有限公司牵头，采用“政产学研用”协同创新模式，联合北京交通大学、北京市轨道交通建设管理有限公司、北京地铁车辆装备有限公司共同申报，并经国家发改委批复成立的第一个国家级城轨信号系统科技平台。白皮书是国家工程实验室的重大研究成果发布形式之一，旨在为城市轨道交通建设业主方提供决策依据，为设计方提供设计指南，为运营方提供运营维护指导。

《城轨云运营生产系统测试报告》白皮书是以呼和浩特城市轨道交通系统设备云计算测试为基础，旨在共享测试结果，为城市轨道交通系统设备应用提供数据支持。

对本书有任何问题或建议，欢迎与我们联系。

联系电话：010-52824660；邮箱：whitepaper@bj-tct.com

城轨云运营生产系统测试报告

前 言

党的十九大报告提出，加强水利、铁路、公路、水运、航空、管道、电网、信息、物流等基础设施网络建设，并明确提出建设“交通强国”，为新时代交通运输发展指明了奋进方向。随着我国城市轨道交通跨入蓬勃发展的黄金机遇期，城市轨道交通呈高速化、密集化、多样化、网络化和智能化的特征。

当前，世界各国广泛采用以信息化促进城市轨道交通发展的战略，信息化已覆盖城市轨道交通的建设、运营、管理、安全、服务等各个领域。我国强力推进“互联网+城市轨道交通”战略，信息化建设也已进入大规模开发和应用阶段。云计算、大数据等新一代信息技术在城市轨道交通行业逐渐得到应用，自动化、信息化和智能化已成为城市轨道交通发展的必然趋势。

为进一步探索城市轨道交通系统设备应用方案，呼和浩特市城市轨道交通建设管理有限公司组织城市轨道交通建设的设计单位、相关系统集成商及云平台厂家等优势资源，针对城市轨道交通系统设备应用云计算技术进行专项研究及测试。

本研究报告以呼和浩特市城市轨道交通系统设备云计算测试为基础，旨在共享测试结果，为城市轨道交通系统设备应用提供数据支持。

本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

主要编写人：刘占英、张振义、陈瑞军、王彪、樊艳、刘海建、王伟、李致兴、文翔、张瑞雪、彭勇、宋小莉、于志胜、张继伟、张少华、刘伟

主要审查人：李中浩、邢智明、喻智宏、赵红礼、黄曼全、韩勇、张世铭、李晓刚

目 录

1	术语.....	1
2	概述.....	2
2.1	云平台应用技术概述.....	2
2.2	云平台技术应用及发展情况.....	3
2.3	云平台技术优势及发展意义.....	4
3	云平台系统技术研究.....	5
3.1	系统架构.....	5
3.2	测试规模.....	7
3.3	测试资源.....	7
3.4	测试主要内容.....	8
3.5	测试用例及结论.....	9
3.5.1	云平台运营管理.....	9
3.5.2	开放视频云存储统一纳管.....	10
3.5.3	桌面云功能.....	10
3.5.4	网络统一承载功能.....	11
3.5.5	云平台安全功能.....	11
3.5.6	云平台运维管理功能.....	12
4	业务系统云平台技术研究.....	13
4.1	信号 ATS 子系统.....	13
4.1.1	系统架构.....	13
4.1.2	测试规模.....	14
4.1.3	测试资源.....	14
4.1.4	测试主要内容及目的.....	14
4.1.5	测试用例及结论.....	15
4.2	ISCS 子系统.....	17
4.2.1	系统架构.....	17
4.2.2	测试规模.....	19
4.2.3	测试资源.....	19
4.2.4	测试主要内容及目的.....	20
4.2.5	测试用例及结论.....	21
4.3	PIS 子系统.....	24
4.3.1	系统架构.....	24
4.3.2	测试规模.....	25
4.3.3	测试资源.....	26
4.3.4	测试主要内容.....	26
4.3.5	测试用例及结论.....	27
4.4	CCTV 子系统.....	29
4.4.1	系统架构.....	29
4.4.2	测试规模.....	30
4.4.3	测试资源.....	31
4.4.4	测试主要内容及目的.....	31
4.4.5	测试用例及结论.....	32
4.5	ACS 子系统.....	35

4.5.1	系统架构	35
4.5.2	测试规模	38
4.5.3	测试资源	38
4.5.4	测试主要内容及目的	39
4.5.5	测试用例及结论	40
4.6	AFC 子系统	42
4.6.1	系统架构	42
4.6.2	测试规模	43
4.6.3	测试资源	44
4.6.4	测试主要内容及目的	45
4.6.5	测试用例及结论	45
4.7	公专电话子系统	47
4.7.1	系统架构	47
4.7.2	测试规模	49
4.7.3	测试资源	50
4.7.4	测试主要内容及目的	50
4.7.5	测试用例及结论	51
附录 1	参与单位及主要技术人员名单	56

1 术语

序号	名词	解释
1	ATS	列车自动监控系统 (Automatic Train Supervision)
2	CCTV	视频监视系统 (Closed Circuit Television)
3	OCC	控制中心 (Operating Control Center)
4	TCC	轨道交通指挥中心 (Traffic Control Center)
5	ICT	信息和通信技术 (Information and Communication Technology)
6	ISCS	综合监控系统 (Integrated Supervisory and Control System)
7	AFC	自动售检票系统 (Automatic Fare Collection stemsy)
8	PIS	乘客信息系统 (Passenger Information System)
9	ACS	门禁系统 (Access Control System)
10	SPEC	系统性能评估测试 (Standard Performance Evaluation Corporation)
11	TCO	总拥有成本 (Total Cost of Ownership)
12	IT	信息科技和产业 (Information Technology)
13	VDC	虚拟数据中心 (Virtual Data Center)
14	VPC	虚拟私有云 (Virtual Private Cloud)
15	HA	高可用性集群 (High Available)
16	IaaS	基础设施即服务 (Infrastructure as a Service)
17	vCPU	虚拟处理器 (virtual CPU)
18	SDN	软件定义网络 (Software Defined Network)
19	EIP	企业信息门户 (Enterprise Information Portal)
20	CBTC	基于通信的列车控制系统 (Communication based Train Control System)
21	FEP	前置处理机 (Front End Processor)
22	NAS	网络附属存储 (Network Attached Storage)
23	MLC	多线共用 AFC 线路中心 (AFC Line Center System Shared by Multi-line)
24	ACC	清算管理中心 (AFC Clearing Center)
25	IAD	IP 语音及统一通信解决方案的综合接入设备 (Integrated Access Device)

2 概述

随着国民经济的持续、快速、健康发展及新型城镇化战略积极、稳妥、有序的推进，我国城市轨道交通跨入蓬勃发展的黄金机遇期。截至 2017 年 7 月，全国共有 58 个城市的轨道交通建设规划获得批复，规划总里程达 9000 多公里。城市轨道交通高速化、密集化、多样化、网络化和智能化的特征日益显现。

当前，世界各国广泛采用以信息化促进城市轨道交通发展的战略，信息化已覆盖城市轨道交通的建设、运营、管理、安全、服务等各个方面。我国强力推进“互联网+城市轨道交通”战略，信息化建设也已进入大规模开发和应用阶段。云计算、大数据等信息技术在城市轨道交通行业逐渐得到应用，自动化、信息化和智能化已成为城市轨道交通发展的必然趋势。

为充分吸收、借鉴国内外信息技术，进一步规范城市轨道交通信息系统建设，弥补信息化规范缺失，创新信息化体系，强化信息系统安全。工业和信息化部委托中国城市轨道交通协会，研究编制《智慧城轨信息技术架构及信息安全规范》（以下简称：IT 架构规范）。以期适应当前城市轨道交通发展的态势，满足工程建设规模化，融资方式多样化，线网布局网络化，运输制式多元化，运营方式智能化，支撑技术信息化的特点，助力城市轨道交通快速发展；适应当前信息技术发展的趋势，创新 IT 总体架构，搭建云计算平台，挖掘大数据潜值，提升应用水平，整合通信网络，强化信息安全，健全标准规范，使城市轨道交通信息化居于世界领先地位。并按轨道交通专业的特点和信息技术发展的趋势，为既有信息系统功能创新、系统升级，为研发具有智慧运营、智慧服务、智慧管理的信息系统，为全面实现智慧城市轨道交通提供重要的技术支撑。

2.1 云平台应用技术概述

当前城市轨道交通建设的加快，要求业务系统快速上线，缩短开通运营周期；运营效率的提升，要求各业务系统之间的信息交互更加频繁，实时性要求更高；运维管理的简化，要求实现所有业务系统的信息和通信系统（ICT）资源集中管理，可视化监控。打破传统“信息孤岛”，构建以云计算为核心的新 ICT 平台，是城市轨道交通可持续发展的关键。伴随轨道交通管理水平的提升以及新技术的应用，轨道交通自动化系统建设规模不断扩大，计算机类设备的数量显著增多。计算机类设备普遍采用商用级设备，其网管功能较弱，配置、管理复杂，并且各个系统单独设置，为城市轨道交通机电设备系统的运营、维护和管理带来了诸多不便。以传统方案为例，一条线路综合监控系统（ISCS）、视频监视系统（CCTV）、自动售检票系统（AFC）、乘客信息系统（PIS）、车辆段安防系统、信号 ATS 系统等系统全线共需设置服

服务器上百台，台式计算机上百台，并配套多套存储设备。采用云计算技术，可以充分提高系统硬件资源的利用率，节省耗电成本和空间成本，降低工程总体造价。同时，若轨道交通各业务应用系统都按照云计算的统一标准进行开发实施、注册部署，以便对各类业务工作进行标准化管理，从统一运维的角度对系统进行规范管理，在大大降低管理成本的同时，也大量的节约系统的运行成本，进一步提高了轨道交通项目的建设水平。

2.2 云平台技术应用及发展情况

城市轨道交通自动化系统主要包括通信系统（含视频监视系统、乘客信息系统）、信号系统、综合监控系统、自动售检票系统、电力监控系统、环境与设备监控系统、火灾自动报警系统、门禁系统等。上述系统都是围绕行车安全监控与管理、乘客安全监控与管理的自动化系统，用于保障城市轨道交通在安全管理下可靠运营。

通过对既有线路控制中心及典型车站、换乘站的信号系统、综合监控系统、乘客信息系统、视频监视系统等系统的服务器、工作站的 CPU 规格型号、负载、内存负载、磁盘利用率、增长率进行统计,可得出以下结论:

(1) 采用传统服务器部署架构，CPU 负载率均满足相关设计规范“主要设备 CPU 平均负载不高于 20%，最高负载不高于 30%”的要求。

(2) 各站点均独立设置服务器，车站级服务器占比总服务器数量 90%以上，但 CPU 利用率较低，部分占用率低于 5%。同时因系统级别为“容错级”即系统容忍单点故障，服务器等关键设备均采用 1+1 备份方式，导致 CPU 资源的严重浪费。

(3) CPU 计算能力随着技术的进步越来越强，以 CPU SPEC 测试值为衡量基准，CPU 系统性能评估测试值（SPEC）平均值小于 200。而城市轨道交通业务系统因其需求的稳定性变化较少，即系统对于计算能力需求相对稳定，在未来项目实施时将面临更高的 CPU 资源浪费。

(4) 个别设备 CPU 负载率较高，如中心信号通信服务器，均值超过 60%，长期工作于高负载率工况将降低设备寿命。而传统硬件架构，不具备性能动态调整功能，调整计算能力的唯一手段是更换性能更高的硬件设备，投资大实施难度高。

针对上述情况，考虑采用云技术与资源充分利用的虚拟化技术，一台 2 路服务器大约可以提供给 20 个虚拟桌面正常使用，具体到综合监控服务器，一台 4 路高配的服务器可以供大约 15 个运行综合监控系统的车站服务器正常运行，考虑到服务器容错/动态负载等功能可保证 10 个车站的正常运行。

通过以上分析，采用云计算技术，可以充分提高系统硬件资源的利用率，节省耗电成本和空间成本，降低工程总体造价。

若城市轨道交通各业务应用系统都按照云计算的统一标准进行开发实施、注册部署，可以方便的对各类业务工作进行标准化管理，从统一运维的角度对系统进行规范管理，在大大降低管理成本的同时，也大量的节约系统的运行成本，进一步提高了轨道交通项目的建设水平。

未来，站在城市轨道交通总体高度考虑自动化系统的建设，更大范围的信息（资源）共享，更高层次的系统集成，将会提高整个工程的建设水平，云技术的应用将成为城市轨道交通自动化系统未来的发展方向。未来，基于云平台架构，可以构建基于该平台的 PaaS 层服务，实现各业务系统数据的智能联动，真正提升城市轨道交通行业的信息智能化，为构建智慧城轨奠定基础。

2.3 云平台技术优势及发展意义

城市轨道交通云平台建设，其成果有助于提升整个城市轨道交通信息化建设水平，推动城轨智能化、智慧化发展。城市轨道交通是一个专业性很强的领域，对专业人才的依赖非常高，随着城市轨道交通建设的加快，资源与人才的缺失难以支撑；而通过云平台建设，构建强大的信息化系统，大幅减轻人工作业量，降低对专业人才的依赖程度。此外，通过云方案科研成果的推广应用，可以实现各专业系统间信息实时共享，从而大幅提升轨道交通运营效率与安全管控；尤其是未来从线路到线网运营模式转型过程中，提供统一的平台支撑。

城市轨道交通业务系统采用传统的物理部署方案，业务独享资源，资源利用率低；通常各业务系统：CPU 资源利用率约 5%到 10%，存储资源利用率低于 36%，网络资源利用率小于 50%；

由于各业务系统采用烟囱式建设模式，设备种类、数量多，系统投资大，运营效率低，维护成本高：人均维护大于 100 台，人力维护费占运营成本 12%；各系统独立设备独立运行，数据中心能源利用率低于 20%。采用云技术方案，实现各业务系统的云化部署，可节省约 35%到 75%的总拥有成本（TCO）：约降低 40%的软硬件投资，70%到 80%的运营维护成本；云化部署方案可极大提升运营部署效率，使得部署时间从小时级缩短到分钟级；另外各业务系统可进行资源的统一管理调度，动态按需调整资源分配，提升资源利用率。

3 云平台系统技术研究

结合中国城市轨道交通协会研究编制的 IT 架构规范的具体要求，落实城市轨道交通云平台搭建方案并进行云平台运营管理、视频云存储、桌面云、网络承载、信息安全等方面的相关测试。

3.1 系统架构

云平台系统整体架构图如下：

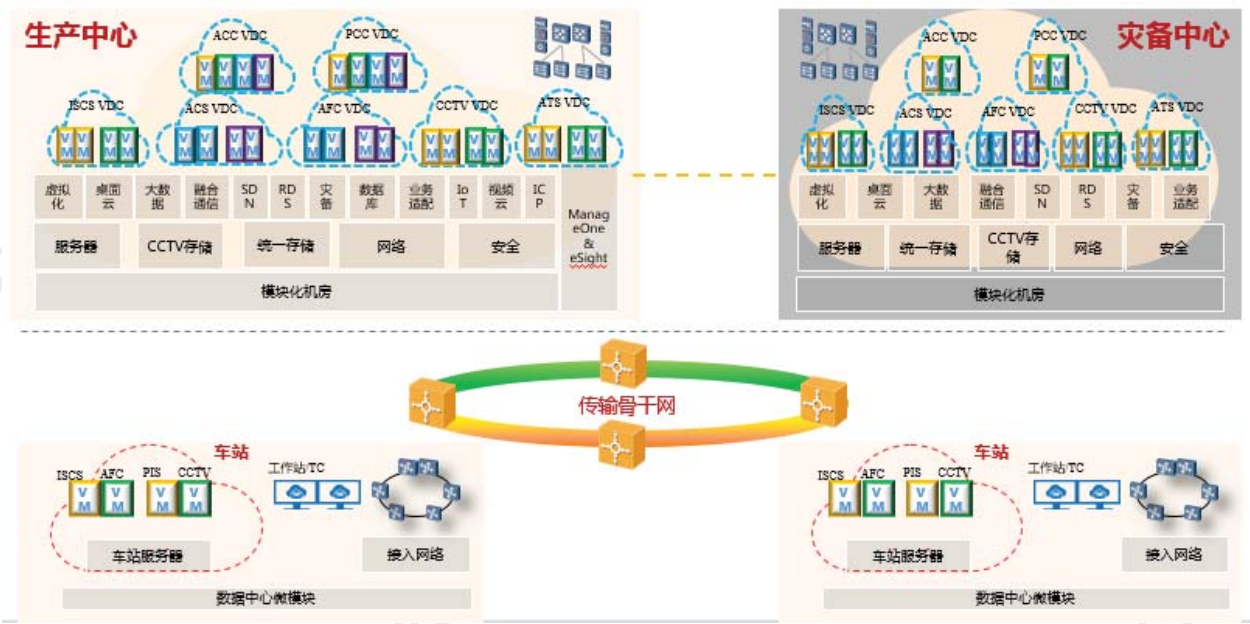


图 1 云平台系统架构示意图

生产中心运营生产系统云平台作为线网级云平台，在生产中心统一部署轨道交通领域运营生产系统（包括：综合监控系统、自动售检票系统、乘客信息系统、视频监控系统、门禁系统、公务电话系统、专用电话系统、列车自动监视系统）所需的计算、存储、网络、安全资源，并将车站传统应用服务功能上移至云平台虚拟资源中。将运营生产系统传统架构下中心级、车站级资源云化统一部署，可简化数据业务处理流程，实现资源有效利用、运维集中化管理。

生产中心运营生产系统云平台设置在线网运营指挥中心，作为轨道交通运营生产系统的主服务中心，对各业务系统的业务数据进行集中收集、处理与存储，同时部署业务云桌面系统，为线网中心调度员、车站调度员、站长与值班员提供云桌面服务。

生产中心部署统一的云平台，承载综合监控、自动售检票、乘客信息、视频监控、门禁系统、公务电话、专用电话、列车自动监视系统等业务。根据各业务系统融合承载独立运维的原则，在主数据中心

划分不同业务分区，实现精细化安全管控与敏捷化运维管理。

灾备中心为运营生产系统云平台的灾备数据中心，作为轨道交通运营生产系统的数据备用服务中心，在生产中心故障情况下，通过业务接管对各业务系统的业务数据进行集中收集、处理与存储，实现城轨 IT 资源的提供模式由传统竖井式转变为以资源共享的 IT 云服务方式，从而实现 IT 基础架构模块与业务模块松耦合、资源池的模块化交付横向扩展，通过云平台保证资源的快速交付和统一管理，支撑业务快速上线、融合运营、统一运维。

车站及车场运营生产系统云平台作为车站/车场本地区域的云资源池，为部分轨道交通运营生产系统业务车站降级网元部署提供所需的计算、存储资源。当车站/车场与生产中心业务系统通信异常时，由本地降级网元提供业务的降级接管运行，保证线路运营不间断；车站/车场运营生产系统云平台可纳入生产中心线网级云平台的统一管理，通过云平台保证资源的快速交付和统一管理，支撑业务快速上线、融合运营、统一运维。

骨干传输网是城市轨道交通综合自动化系统、专用通信系统及安防系统网络的基础承载平台，不但综合自动化系统、专用通信系统和安防系统及其各子系统的信息需其传输，而且还需为相关专业提供可靠的、冗余的、可重构的、灵活的传输信道。

云平台测试环境部署网络架构图如下：

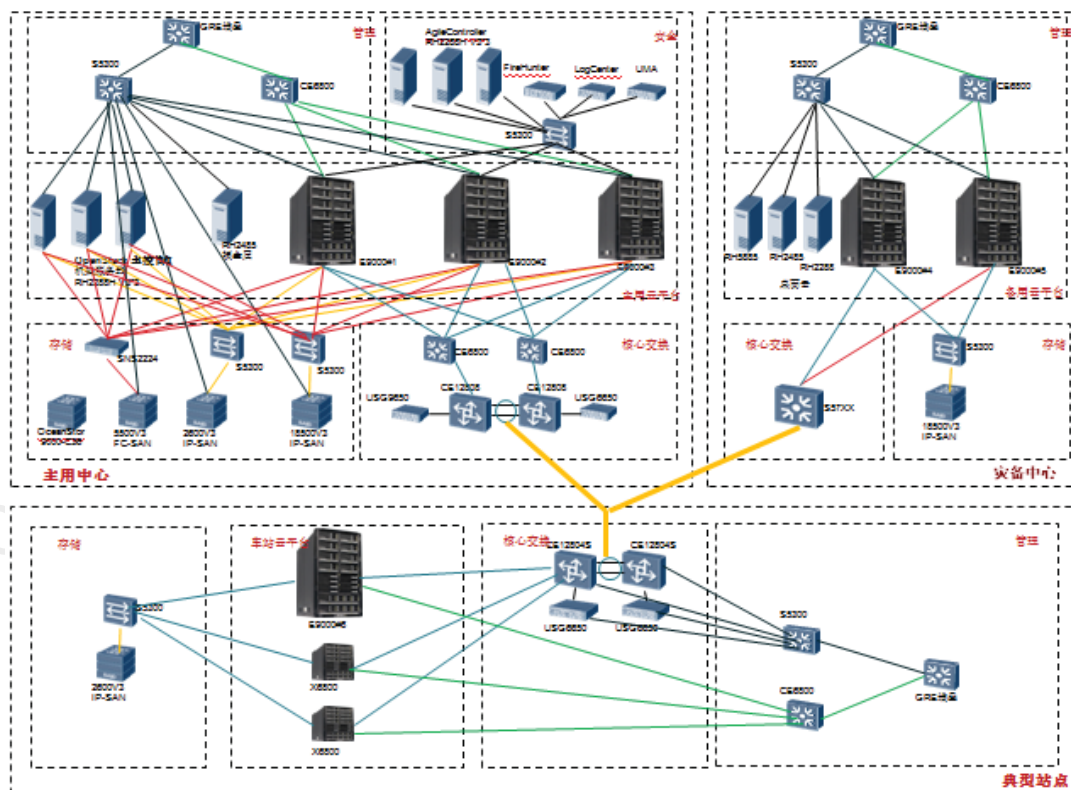


图 2 云平台系统架构示意图

3.2 测试规模

针对 ATS、ISCS、PIS、CCTV、ACS、AFC、公专电话等业务系统的云化测试需求梳理如下：

- 列车自动监控系统 ATS 云化部署可行性、云化后系统功能、性能、可靠性等方面，同时需对云平台特性与业务系统的结合进行验证测试；
- 综合监控系统 ISCS 云化部署可行性、云化后系统功能、性能、可靠性、不同厂家线网、线路的异构融合等方面，同时需对云平台特性与业务系统的结合进行验证测试；
- 视频监控系统 CCTV 云化部署可行性、云化后系统功能、性能、可靠性、不同厂家线网&线路的异构融合等方面，同时需对视频云存储的功能、性能、可靠性、异构进行验证测试；需对 H. 264、H. 265 两种不同视频编码格式分别进行测试；
- 门禁系统 ACS 云化部署可行性、云化后系统功能、性能、可靠性、不同厂家线网&线路系统异构等方面，同时需对云平台特性与业务系统的结合进行验证测试；
- 乘客信息系统 PIS 云化部署可行性、云化后系统功能、性能、可靠性、不同厂家线网&线路异构等方面，同时需对云平台特性与业务系统的结合进行验证测试；
- 自动售检票系统 AFC 云化部署可行性、云化后系统功能、性能、可靠性、不同厂家线网&线路异构等方面，同时需对云平台特性与业务系统的结合进行验证测试；
- 公专电话系统云化部署可行性、云化后系统功能、性能、可靠性等方面；

3.3 测试资源

云平台测试硬件设备清单资源如下：

场景	设备类别	设备名称	设备型号	数量	备注
服务器	超融合基础设施	FusionCube E9000#1	CH121	10	构建计算资源池，供各业务系统部署；
			CH222	3	
	刀箱服务器	FusionCube E9000#2	CH121	4	
			CH222	6	
	刀箱服务器	FusionCube E9000#3	CH222	7	
			CH242	1	
	刀箱服务器	FusionCube E9000#4	CH121	4	
			CH222	3	
			CH242	2	
	刀箱服务器	FusionCube E9000#5	CH121	4	
			CH222	2	
			CH242	2	

场景	设备类别	设备名称	设备型号	数量	备注
	刀箱服务器	FusionCube E9000#6	CH121	2	
			CH222	3	
	机架服务器	X6800	X6800	2	
	机架服务器	RH2288	RH2288V3	8	
	瘦客户端	TC	CT6100	2	
	机架式服务器	RH5885	Rh5885V2	1	
存储	高端存储	固态存储阵列	OceanStor 18500	2	用于云平台异地容灾测试
	低端存储	IPSAN	OceanStor S2600V3	1	用于数据存储
	中端存储	IPSAN	OceanStor 5500V3	2	用于数据存储
	视频云存储	分布式 NAS 存储	Oceanstor 9000	6	用于视频存储
	FC 交换机	FC 交换机	SNS2224	1	
交换机	核心交换机	CE12800	CE12808	4	核心交换
	汇聚交换机	CE6800	CE6851	4	汇聚交换机
	接入交换机	S5700	S5720HI	4	接入交换机
	敏捷控制器	AgileController	AgileController	3	
安全	防火墙	USG9600	USG9610	1	核心安全
	防火墙	USG6600	USG6650	2	汇聚安全
	审计运维	UMA	UMA-OMA	2	
	日志审计	LOG Center	LOG Center	1	
	沙箱	沙箱	RH2288V3	1	
	防火墙	USG5500	USG5500	2	车站接入安全

3.4 测试主要内容

云平台主要测试内容如下：

序号	测试类型	测试内容	测试目的
1	云平台运营管理功能	虚拟数据中心（VDC）管理、服务管理、拓扑管理等（共计 11 项测试）	主要验证基于云平台虚拟数据中心（VDC）资源隔离、云主机服务、云硬盘、裸金属、云主机备份服务、云主机HA特性、资源弹性伸缩、热迁移特性等特性
2	桌面云功能	桌面云双屏显示、桌面云时延、桌面云带宽等（共计 4 项测试）	主要验证桌面云应用可为各业务系统提供桌面接入服务的能力
3	网络统一承载功能	租户管理、VPC 管理、物理拓扑展示等（共计 10 项测试）	主要验证基于软件定义网络（SDN）可配合云平台实现VPC网络部署，且可实现不同业务系统虚机的二三层互通， 40G骨干网络可满足业

序号	测试类型	测试内容	测试目的
			务流量的统一承载等功能
4	云平台安全功能	边界防护、访问策略管理、访问策略控制等（共计 14 项测试）	主要验证云平台提供的访问控制、病毒及攻击防御、安全防护、漏洞扫描、安全审计等多种安全功能，支撑各业务系统云化方案适配对应的安全等保要求
5	云管平台运维管理功能	拓扑管理、资源管理、性能管理等（共计 6 项测试）	主要验证云平台运维管理功能的全网IaaS层资源的拓扑管理、资源管理、各种物理及虚拟资源的性能监控、报表管理与告警管理等功能

3.5 测试用例及结论

3.5.1 云平台运营管理

云平台运营管理功能相关用例测试结果汇总如下表所示：

测试项	测试目的	结果
虚拟数据中心（VDC）管理	验证 ISCS、PIS、CCTV、ACS、AFC、ATS、公专电话等专业系统可基于 VDC 实现系统资源隔离	通过
服务管理	验证基于云平台服务管理功能可定义各专业服务发放模板	通过
配额管理	验证基于云平台可对各业务系统 VDC 进行资源配额管理	通过
云主机服务	验证各业务系统云主机批量发放及克隆服务，提供各业务虚拟机的批量发放	通过
云硬盘服务	验证云平台可为各业务系统提供云硬盘存储服务	通过
物理机服务	验证基于云平台可为 ISCS 系统历史服务器提供数据库物理机服务	通过
云主机备份服务	验证云主机备份服务提供 ACS 门禁系统异地灾备能力	通过
云主机 HA	验证云主机 HA 提供 ISCS、ATS 业务系统高可靠性设计机制	通过
云主机规格调整（垂直扩容）	测试在线变更云主机的虚拟处理器（vCPU）规格，提升系统维护效率与资源调度灵活性	通过
云主机热迁移	验证云主机热迁移，提升业务系统维护效率	通过
各业务压力运行	验证 ISCS、CCTV、PIS、AFC、ACS、ATS、公专电话业务系统并发压力测试时，云平台运行稳定	通过

通过云平台运营管理功能测试结果，可形成如下结论：

安全性：基于云平台虚拟数据中心（VDC）特性可实现 ISCS、PIS、CCTV、ACS、AFC、ATS、公专电话等专业系统的系统资源隔离，确保业务安全；

提升部署效率：基于云平台服务管理、云主机服务、裸金属服务及克隆特性可极大提升业务系统的部署效率；以 ISCS 为例可将传统物理架构下 5~6 天的工作量，缩短到 1~2 天；

提升资源使用率：基于云计算的虚拟化技术可提升物理资源使用率，减少设备数量及机房空间；系统资源使用率传统模式下不足 10%，云化后可提升到 40%到 50%；

优化业务可靠性设计：基于云主机备份服务及云主机 HA 特性可为业务系统高可靠性设计提供新的措施与途径；

提升运维效率：基于云平台资源弹性伸缩、热迁移特性可极大提升平台的运维效率，极大减少运维对在线业务的影响；

3.5.2 开放视频云存储统一纳管

开放视频云存储统一纳管功能用例测试结果如下表所示：

测试项	测试目的	结果
开放视频云存储统一纳管	验证开放视频云存储支持通过云平台进行统一纳管，实现基于云平台的统一集中调度管理存储资源	通过

基于开放视频云存储统一纳管功能测试，开放视频云存储可基于标准 manila 协议纳入标准 OpenStack 云平台的管理，通过云平台可对开放视频云存储进行集中资源调度管理，从而监控视频 CCTV 存储可统一纳入云平台存储资源池。

3.5.3 桌面云功能

桌面云功能相关用例测试结果汇总如下表所示：

测试项	测试目的	结果
双屏显示	验证桌面云终端支持 ISCS 及 ATS 业务系统调度工作站的双屏显示	通过
桌面云接入时延	验证桌面云时延满足 ISCS、ATS 业务系统调度工作站显示要求	通过
桌面云终端接入网络带宽	验证 ISCS 调度台桌面云终端接入网络带宽占用情况	通过
桌面云外设兼容性	验证桌面云兼容 ACS、公专电话等系统外设接入	通过

通过桌面云功能测试结果，可形成如下结论：

基于桌面云应用可为 ISCS、ATS、ACS、PIS、CCTV、AFC、公专电话等业务系统提供桌面接入服务；

双屏显示：桌面云终端支持 ISCS、ATS 等业务系统双屏显示需求；

桌面云性能：各业务系统采用桌面云方式接入，各业务系统运行过程中无卡滞现象，终端接入带宽不会对骨干网造成额外影响；

外设兼容性：桌面云终端具有广泛的外设兼容性，可满足 ISCS、ACS、ATS、AFC、PIS、公专电话等业务系统的外设适配需求。

3.5.4 网络统一承载功能

网络统一承载功能相关用例测试结果汇总如下表所示：

测试项	测试目的	结果
租户管理	支持针对各业务系统分别创建网络管理租户；	通过
VPC 管理	支持针对各业务系统创建并下发 VPC 网络配置；	通过
不同组网情况下业务虚机的网络二三层互通	同业务同网段的虚拟机二层之间互通	通过
	同业务不同网段的业务虚拟机三层之间互通	通过
	不同业务同网段的业务虚拟机二层之间互通	通过
	不同业务不同网段的业务虚拟机三层之间互通	通过
	支持业务虚拟机通过 Snat 访问外部网络	通过
	支持外网主机可以通过企业信息门户（EIP）访问业务虚拟机	通过
	支持不同业务跨逻辑路由器的三层互通	通过
统一承载	基于骨干网络实现 ATS、ISCS、CCTV、PIS、AFC、ACS、公专电话业务流量的统一承载	通过

通过网络统一承载功能测试结果，基于 SDN 网络可配合云平台实现 VPC 网络部署，且可实现不同业务系统虚机的二三层互通，满足 ATS、CCTV、ISCS、PIS、ACS、AFC、公专电话等业务流量统一承载能力。

3.5.5 云平台安全功能

云平台安全功能相关用例测试结果汇总如下表所示：

测试项	测试目的	结果
访问控制	基于五元组的策略管理，实现各系统与周边系统的边界防护	通过
	基于用户的策略管理，实现不同业务系统间的访问策略管理	通过
	安全策略组管理，实现不同业务系统间访问策略控制	通过
	基于应用协议的访问控制，对 ISCS 系统异构厂家间 Modbus 协议安全过滤	通过
安全防护	病毒防御功能，为各业务系统提供病毒防护功能	通过
	入侵防御，为各业务系统提供入侵防护	通过
	自学习网站建模	通过
	未知威胁检测，为各业务系统提供未知威胁检测防护	通过
漏洞扫描	漏洞扫描，针对各系统数据库漏洞进行扫描防护	通过
安全审计	图形终端审计，对各业务系统图形终端进行用户策略控制	通过
	日志审计，对平台系统安全日志进行审计	通过
	日志报表，查看平台安全日志报表	通过
	平台安全日志查看	通过
	LogCenter 日志审计	通过

基于云平台安全功能测试结果，通过云平台提供的访问控制、安全防护、漏洞扫描、安全审计等多种安全措施可为各业务系统提供边界防护、病毒及攻击防御、系统与数据库安全漏洞扫描及安全运维审计等多种安全功能，支撑各业务系统云化方案适配对应的安全等保要求。

3.5.6 云平台运维管理功能

云平台运维管理功能相关用例测试结果汇总如下表所示：

测试项	测试目的	结果
拓扑管理	验证支持拓扑管理	通过
资源管理	验证系统支持资源管理	通过
性能监控	验证系统支持性能监控	通过
报表功能	验证支持立即查看报表	通过
告警管理	验证支持多个维度视角来浏览查看告警，可以查看活动告警、正在处理的告警、历史告警，可以查看告警详情、处理情况等信息	通过
云平台逻辑集中管理	验证云管平台支持主用中心云平台、灾备中心云平台、车站物理分散的 IaaS 资源可进行统一接入管理；	通过

通过云平台运维管理功能测试结果，基于云平台运维管理功能可实现全网 IaaS 层资源的拓扑管理、资源管理、各种物理及虚拟资源的性能监控、报表管理与告警管理，同时基于云管平台可实现对物理分散资源的逻辑集中管理。

4 业务系统云平台技术研究

结合中国城市轨道交通协会研究编制的 IT 架构规范的具体要求，结合不同业务系统的系统特点及不同业务系统云平台应用需求，开展不同业务系统云平台应用研究及相关测试。

4.1 信号 ATS 子系统

4.1.1 系统架构

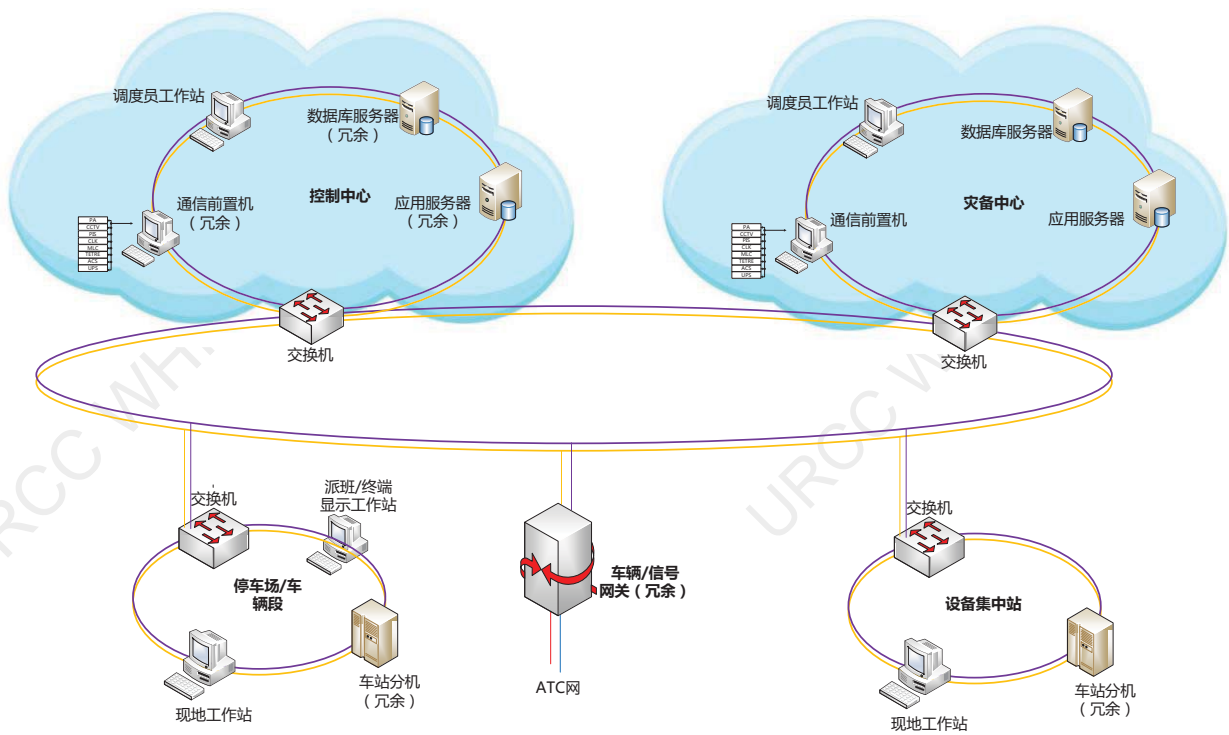
信号 ATS 子系统云平台架构主要包括控制中心系统、灾备中心系统，车站采用本地部署。

控制中心系统：包含 1 套冗余的应用服务器、1 套冗余的网关计算机、1 套冗余的通信前置机、1 套数据库服务器、1 套调度工作站。

灾备中心系统：包含 1 套应用服务器、1 套通信前置机、1 套数据库服务器、1 套调度工作站。

车站系统：包括 2 套冗余的车站分机、2 套现地工作站，及配套的相关辅助工具组成。

架构图如下：



4.1.2 测试规模

4.1.2.1 线路测试

➤ 功能测试测试规模

测试平台的系统部署规模原则上至少满足：控制中心 1 套、灾备中心 1 套、1 个车辆段或停车场、2 个正线集中区。

➤ 性能测试测试规模

测试平台的系统部署规模原则上至少满足：控制中心 1 套、灾备中心 1 套、1 个车辆段或停车场、10 个正线集中区、20 列车。

4.1.2.2 参测厂家

- 交控科技股份有限公司
- 卡斯柯信号有限公司
- 浙江众合科技股份有限公司
- 通号城市轨道交通技术有限公司
- 上海自仪泰雷兹交通自动化系统有限公司

4.1.3 测试资源

应用系统	应用子系统	vCPU	内存	虚拟机硬盘	共享存储
控制中心					
中心 ATS	服务器(应用、通信等) (冗余)	16 核	64GB	1T	
中心 ATS	数据服务器	16 核	64GB	1T	2T
中心 ATS	工作站	8 核	8GB	1T	
灾备中心					
中心 ATS	服务器(应用、通信等) (单系)	16 核	64GB	1T	
中心 ATS	数据服务器	16 核	64GB	1T	2T
中心 ATS	工作站	8 核	8GB	1T	
车站	车站分机及现地工作站 (套)	物理资源			
段/场	车站分机及现地工作站 (套)	物理资源			

4.1.4 测试主要内容及目的

本次信号专业测试主要围绕验证云 ATS 的功能完整性及相关优化开展,并以云平台与 ATS 深度结合为核心。测试主要分为两个部分:ATS 自身功能测试、云 ATS 结合测试。

ATS 自身功能测试是以确保线路实际运行中的功能全覆盖原有系统;重叠部分的功能实现的强一致性为最终目的,对 ATS 在各种场景及故障态的情况下都进行测试,此外还包括性能方面的压力测试,尽

量做到全面、完善的系统级验证。

云 ATS 结合测试是以深度将原有信号系统 ATS 与云计算技术、云平台产品深度整合，优化现有系统性能、降低系统成本为最终目的进行，将云平台的各项功能特点及 ATS 对应在各种场景应用的可能，尤其是站在线路运营方的角度都进行了充分假设与讨论，最后确定了包括业务连续性，运维方便性等多个方面的功能结合测试，此外还加入了性能测试，做到将云与 ATS 的特点与优势得到充分发挥。

4.1.5 测试用例及结论

信号 ATS 子系统测试用例针对单条线路进行相关云平台测试工作，具体内容及结论如下：

测试分类	主要测试内容	预期结果	是否通过
云平台相关功能测试	提供虚拟机之间隔离保护	任意虚拟机发生故障均不会影响同一个物理机上的其它虚拟机运行	通过
	监测功能	对 CPU、内存、网络、磁盘等指标的实时数据统计，并能反映目前物理机、虚拟机的资源	通过
	动态资源调整	系统运行时，根据业务负载状况自动均衡虚拟机数量	通过
	CPU 亲和关系设置	设置虚拟机 vCPU 和物理 CPU 绑定多虚拟机间共享、独占 CPU 核心	通过
	支持软件定义的分布式存储	共享存储资源池统一管理	通过
	物理机高可靠功能测试	主机硬件发生故障时，该主机上的虚拟机可以自动在集群内的其它物理机上恢复运行，以实现虚机的冗余部署以及“1:N”备份	通过
	虚拟机高可靠功能测试	虚机发生故障时，系统可以根据当前资源使用情况，使虚机在资源充裕的物理节点上，自动恢复运行	通过
	虚机主动迁移	实现虚拟机在集群内或不同物理机之间迁移，保障业务连续性，记录业务中断时间	通过
	复位控制/管理节点	复位控制/管理节点对系统无影响	通过
	复位计算节点	复位计算节点对系统无影响	通过
	复位存储节点	复位存储节点对系统无影响	通过
	复位虚拟机	复位虚机对系统无影响	通过
	对物理机资源进行管理	收集物理主机硬件基本配置信息、添加、移除物理主机，对物理主机进行开关机、重启、运行状况监控等操作	通过
	权限管理	支持对角色的数据权限、操作权限进行划分，不同角色可对应不同的数据查看权限及资源操作权限	通过
	资源状况报表	提供资源池、物理机、虚拟机、存储池资源报表以及操作日志报表功能，并支持导出功能	通过

测试分类	主要测试内容	预期结果	是否通过
	云端 ATS 与本地车站分机的网络性	网络延迟和吞吐量满足系统要求	通过
	云端主机间的网络性能	网络延迟和吞吐量满足系统要求	通过
ATS 功能性 能测试	列车识别功能	验证列车各类型识别号的显示正常	通过
	CBTC 级别列车追踪	验证 CBTC 级别下列车追踪功能正常	通过
	遥控 CBTC 级别列车自动触发进路	验证遥控 CBTC 级别列车自动触发进路功能正常	通过
	站控 CBTC 级别列车自动触发进路	验证站控 CBTC 级别列车自动触发进路功能正常	通过
	两车密集追踪的触发进路	验证两车密集追踪的触发进路功能正常	通过
	设置自动进路	验证设置自动进路功能正常	通过
	人工办理进路	验证人工办理进路功能正常	通过
	信号机重开	验证信号机重开功能正常	通过
	信号封锁解封	验证信号封锁解封功能正常	通过
	道岔单锁单解	验证道岔单锁单解功能正常	通过
	区故解	验证区故解功能正常	通过
	区段封锁解封	验证区段封锁解封功能正常	通过
	区段切除	验证区段切除功能正常	通过
	列车自动折返功能	验证列车自动折返功能正常	通过
	终端发车列表管理功能	验证终端发车列表管理功能正常	通过
	基本派班管理	验证基本派班管理功能正常	通过
	出段分配车次号	验证出段分配车次号功能正常	通过
	列车识别号管理	验证列车识别号管理功能正常	通过
	运行图显示	验证运行图显示功能正常	通过
	遥控站控转换功能验证	验证遥控站控转换功能正常	通过
	总人解	验证总人解功能正常	通过
	跳停功能测试	验证跳停功能正常	通过
	扣车功能测试	验证扣车功能正常	通过
	CBTC 级别列车追踪过程中的 ATS 中心故障测试	验证 CBTC 级别列车追踪过程中的 ATS 中心故障测试，车站可对 CBTC 车追踪进行监控	通过
	CBTC 通过能力测试	验证 CBTC 通过能力测试，满足 20 列车 2 分半间隔的系统压力测试。	通过
	主备控制中心切换	验证主备控制中心切换功能正常，切换时间小于 1s	通过
云桌面测试	云桌面测试	验证云桌面满足系统要求，无卡顿现象	通过

经过测试，从云平台相关功能、ATS 功能及性能分别对 ATS 子系统与云平台的兼容性进行考量，信号 ATS 系统软件支持云平台的应用部署，同时，云平台可满足 ATS 子系统的应用环境要求。

4.2 ISCS 子系统

4.2.1 系统架构

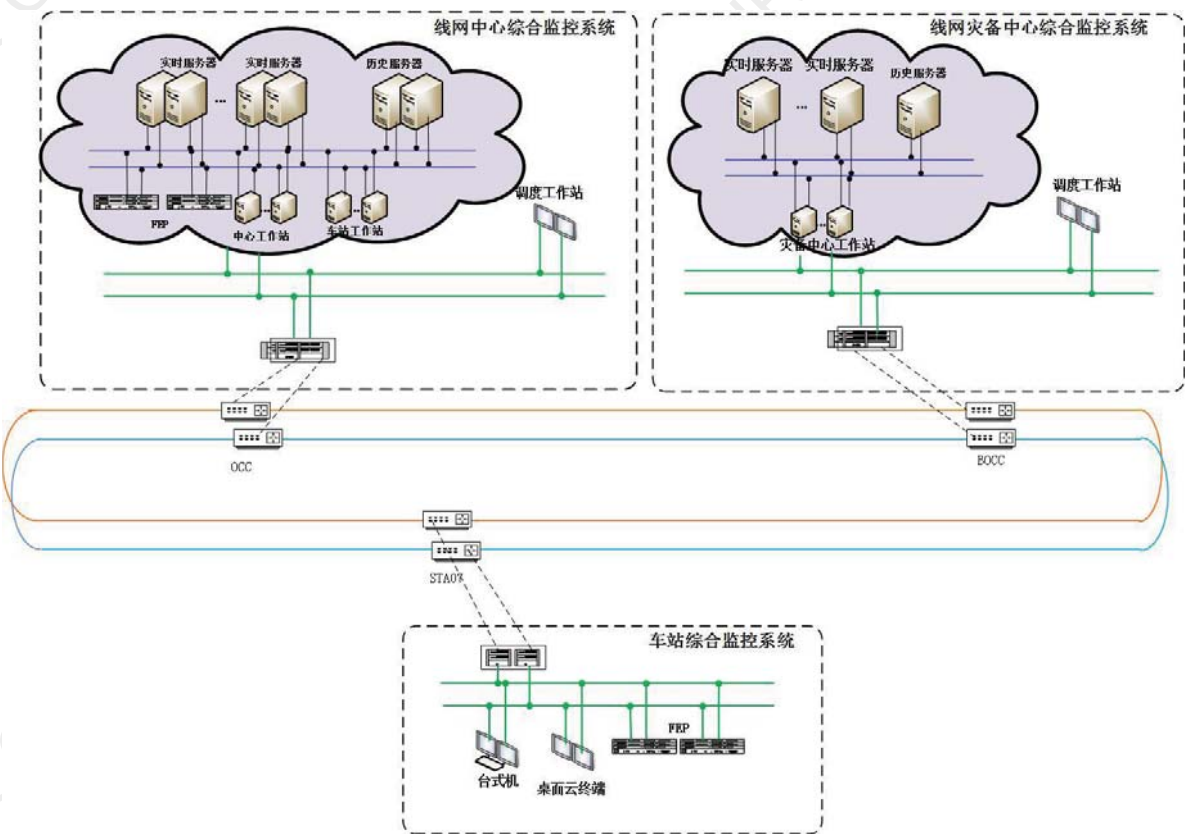
4.2.1.1 线路业务系统云平台架构

综合监控系统云平台架构主要包括控制中心系统、灾备中心系统和车站系统。

控制中心系统：包括一套冗余的中心 FEP、控制中心桌面云终端（多台）。云平台上部署全线所有车站的实时服务器、中心实时服务器、历史服务器及控制中心调度工作站和车站操作员站。其中实时服务器和历史服务器为双机冗余配置。

灾备中心系统：包括一套冗余的中心 FEP、灾备中心桌面云终端（多台），其中云平台上部署灾备中心实时服务器、历史服务器及灾备中心调度工作站。其中，实时服务器和历史服务器为双机冗余配置。

车站系统：包括一套车站级冗余 FEP，一台台式机，一台桌面云终端。



4.2.1.2 线网业务系统云平台架构

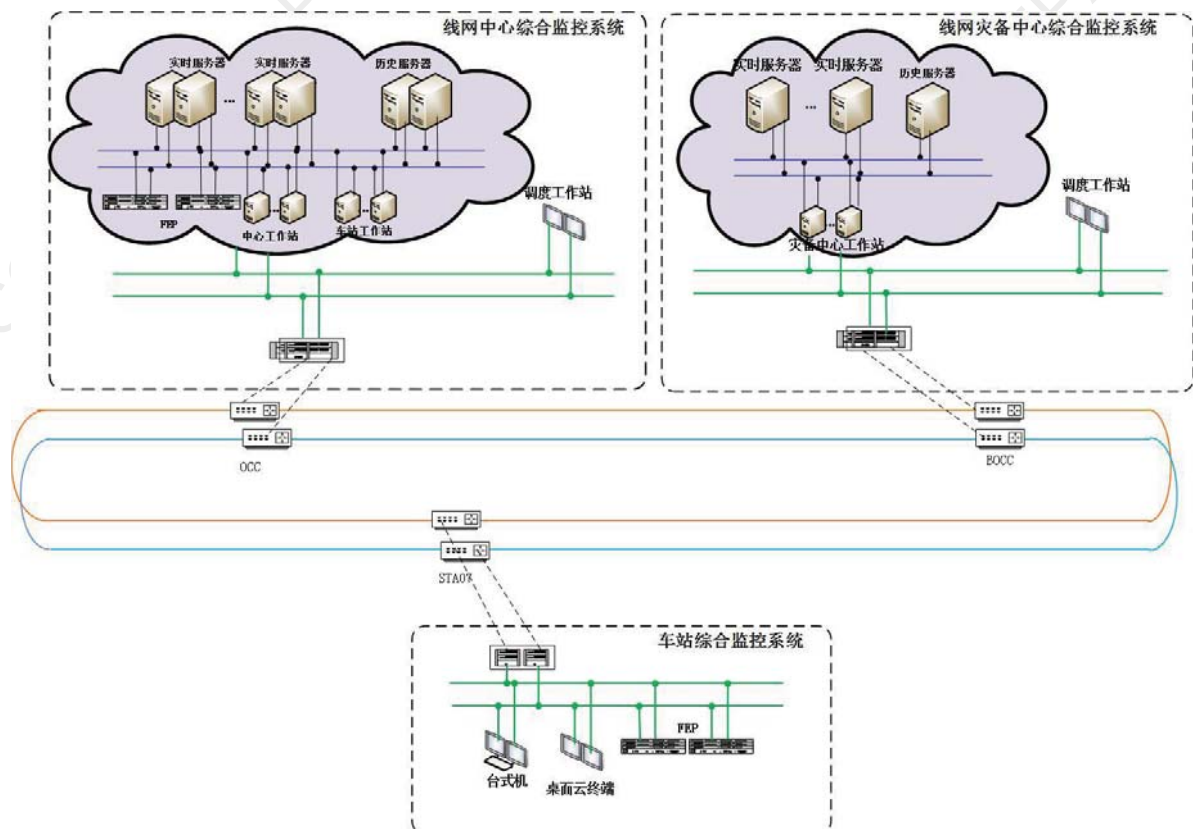
4.2.1.2.1 同构架构

在线网云平台上，综合监控系统同构架构主要包括控制中心系统、灾备中心系统及车站系统。

控制中心系统：将实时服务器、历史服务器、控制中心操作员站部署在线网中心云平台上。其中，实时服务器为双机冗余配置且按照扁平化部署，3 到 4 个站部署一套实时服务器。控制中心还部署一套冗余 FEP 及桌面云终端。

灾备中心系统：将实时服务器、历史服务器、灾备中心操作员站部署在线网中心云平台上。其中，实时服务器和历史服务器的部署同控制中心，但为单机配置。

车站系统：包括一套车站级冗余 FEP，一台台式机，一台灾备服务器，一台桌面云终端，该桌面云终端对应的操作员站主机部署于线网云平台上。

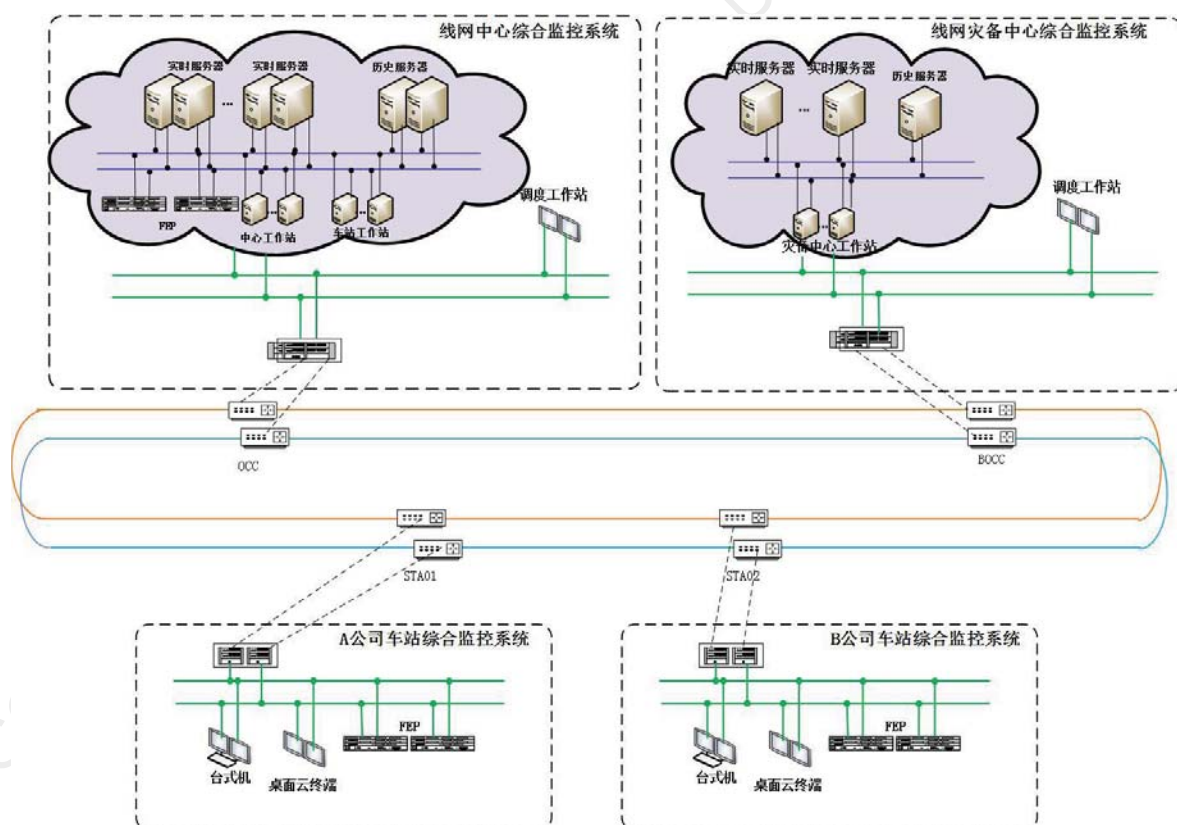


4.2.1.2.2 异构架构

在线网云平台上，综合监控系统异构架构主要包括控制中心系统、灾备中心系统及车站系统。

控制中心系统、灾备中心系统和车站系统的部署方案同同构架构。

控制中心系统、灾备中心系统中的综合监控软件平台与车站系统的软件平台部署为不同厂家的。两者之间通过标准的 IEC104 和 MODBUS TCP 协议通信。



4.2.2 测试规模

4.2.2.1 线路测试

线路测试的测试规模为一个控制中心、一个灾备中心、二十个车站，数据规模为一个车站 1.5 万点，全线共三十万点，其中 80%为开关量点，其他为模拟量点。

4.2.2.2 线网测试

线网测试的测试规模为一个控制中心、一个灾备中心、十个车站，数据规模为一个车站 1.5 万点，全线共十五万点，其中 80%为开关量点，其他为模拟量点。

4.2.2.3 参测厂家

- 北京和利时系统工程有限公司
- 同方股份有限公司
- 深圳达实智能股份有限公司

4.2.3 测试资源

4.2.3.1 线路测试

系统	设备类型	数量	vCPU	内存	存储
----	------	----	------	----	----

系统	设备类型	数量	vCPU	内存	存储
控制中心	实时服务器	6	24	64G	300G
	历史服务器	2	24	64G	6T
	工作站	3	4	8G	100G
	FEP	2	2	4G	100G
灾备中心	实时服务器	1	16	16G	300G
	历史服务器	3	32	32G	7T
	工作站	3	4	8G	100G
	FEP	2	2	4G	100G
车站	FEP	56	4	8G	100G
	实时服务器	40	8	8G	300G
	工作站	39	4	8G	100G

网络资源：骨干网为两张独立的环网，带宽为 1G。

4.2.3.2 线网测试

系统	设备类型	数量	vCPU	内存	存储
控制中心	FEP	1	4	8G	100G
	实时服务器	4	16	16G	300G
	历史服务器	2	32	32G	7T
	工作站	2	4	8G	100G
灾备中心	实时服务器	1	16	16G	300G
	历史服务器	3	32	32G	7T
	工作站	2	4	8G	100G
车站	FEP	2	4	8G	100G
	应用服务器	2	8	8G	300G
	工作站	10	4	8G	100G

网络资源：骨干网为两张独立的环网，带宽为 1G。

4.2.4 测试主要内容及目的

4.2.4.1 线路测试

线路测试的主要目的是验证传统综合监控系统上云的可行性，包括功能、性能及与其他云化子系统之间的接口是否能满足综合监控系统的要求。主要测试内容包括传统综合监控系统云平台部署、综合监控系统的主要监视和控制功能、报警日志功能、趋势功能、历史数据存储及与其他子系统的接口测试等。

4.2.4.2 线网测试

4.2.4.2.1 同构测试

同构测试的主要目的是验证综合监控系统线网云化部署的可行性，包括功能、性能等是否能满足综合监控系统的要求。主要测试内容包括优化后的综合监控系统云化部署、综合监控系统的主要监视和控制功能、报警日志功能、趋势功能、历史数据存储等。

4.2.4.2.2 异构测试

异构测试的主要目的是验证综合监控系统异构架构下的可行性，包括功能、性能等是否能满足综合监控系统的要求。主要测试内容包括车站与线网中心之间的通信测试、综合监控系统的主要监视和控制功能、报警日志功能、趋势功能、历史数据存储等。

4.2.5 测试用例及结论

4.2.5.1 线路测试

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
通讯测试	104协议测试	通讯正常	通过
	Modbus TCP/IP测试	通讯正常	通过
功能测试	基本功能	线路级、车站级遥信、遥测、遥控、遥调等基本功能正常	通过
	报警	车站级报警，线路级平台报警同步	通过
	事件	车站级产生事件，线路级平台事件同步	通过
车站降级	车站降级基本功能	车站降级平台遥信、遥测、遥控、遥调等基本功能正常	通过
	车站降级联动功能	车站降级平台联动功能正常下发	通过
PIS接口测试	屏幕状态显示	屏幕在线/离线状态显示正确	通过
	普通信息发布	信息填写/发布/显示功能正常	通过
	紧急信息发布	信息填写/发布/显示功能正常	通过
CCTV接口测试	摄像机状态显示	摄像机在线/离线/故障状态显示正确	通过
	单画面摄像机调取	单画面切换/摄像机切换功能正常	通过
	四画面摄像机调取	单画面切换/摄像机切换功能正常	通过
	云台摄像机控制	转动/变焦功能正常	通过
ACS接口测试	设备状态监视	设备在线/离线状态显示正确	通过
AFC 接口测试	设备状态监视	设备在线/离线状态显示正确	通过
与 ATS 接口	定位列车	故障车定位正确	通过

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
	查找列车	根据车组号查找列车功能正常	通过
	设置/缓解紧急制动	设置/缓解紧急制动功能正常	通过
	设置全自动驾驶	设置/解除全自动驾驶功能正常	通过
	设置临时限速	设置/取消临时限速功能正常	通过
	设置雨雪模式	设置/取消雨雪模式功能正常	通过
	办理/取消进路	办理/取消/进路功能正常	通过
	交自动控	交自动控功能正常	通过
	交人工控	交人工控功能正常	通过
	信号重开	信号重开功能正常	通过
	设置停站时间	设置停站时间功能正常	通过
	设置运行等级	设置运行等级功能正常	通过
	扣车/跳停	扣车/跳停功能正常	通过
	区段切除	区段切除功能正常	通过
	新建列车	新建列车功能正常	通过
	平移列车	平移列车功能正常	通过
	删除列车	删除列车功能正常	通过
	修改列车识别号	修改列车识别号功能正常	通过
	设置头码	设置头码功能正常	通过
性能测试	遥测变位响应时间	车站级与中心级遥测变位响应时间< 2秒	通过
	遥信变位响应时间	车站级与中心级遥信变位响应时间< 2秒	通过
	控制操作响应时间	车站级与中心级控制操作响应时间< 2秒	通过
	数据压力测试	车站数据连续刷新, 变位频率10000次/秒, 中心与车站显示正常	通过

综合以上测试结果, 线路级综合监控的功能特性验证项全部通过, 综合监控系统与自动售检票、安防系统、乘客信息系统、门禁系统、列车自动监视系统等业务系统接口正常, 功能、性能、可靠性方面均符合预期。综合监控系统可在云平台下并发加压运行, 系统运行稳定。

4.2.5.2 线网测试

4.2.5.2.1 同构测试

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
功能测试	基本功能	遥信、遥测、遥控、遥调等基本功能正常	通过
	报警	报警信息能正常显示、确认、筛选、推图	通过
	事件	事件信息能正常显示、筛选	通过
	顺控	顺控功能正常下发	通过
	联动	联动功能正常下发	通过
	历史数据存储	历史数据存储和查询功能正常	通过
冗余测试	主从服务器切换	冗余切换功能正常, 切换时间<3秒	通过

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
	主从FEP切换	冗余切换功能正常，切换时间<3秒	通过
	线网中心与灾备中心切换	切换功能正常	通过
车站降级	车站降级基本功能	车站降级平台遥信、遥测、遥控、遥调等基本功能正常	通过
性能测试	遥测变位响应时间	遥测变位响应时间< 2秒	通过
	遥信变位响应时间	遥信变位响应时间< 2秒	通过
	控制操作响应时间	控制操作响应时间< 2秒	通过
	数据压力测试	数据连续刷新, 变位频率20000次/秒, 服务器300秒内CPU平均利用率小于30%, 内存平均利用率小于30%	通过

综合以上测试结果，线网级综合监控系统，在与车站系统同构的情况下，其主要功能全部测试通过，性能满足综合监控相关要求。综合监控系统可在线网云平台下并发加压运行，系统运行稳定。

4.2.5.2.2 异构测试

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
通讯测试	104协议测试	通讯正常	通过
	Modbus TCP/IP测试	通讯正常	通过
功能测试	基本功能	线网级、车站级遥信、遥测、遥控、遥调等基本功能正常	通过
	报警	车站级报警，线网级平台报警同步	通过
	事件	车站级产生事件，线网级平台事件同步	通过
车站降级	车站降级基本功能	车站降级平台遥信、遥测、遥控、遥调等基本功能正常	通过
	车站降级联动功能	车站降级平台联动功能正常下发	通过
性能测试	遥测变位响应时间	车站级与中心级遥测变位响应时间< 2秒	通过
	遥信变位响应时间	车站级与中心级遥信变位响应时间< 2秒	通过
	控制操作响应时间	车站级与中心级控制操作响应时间< 2秒	通过
	数据压力测试	车站数据连续刷新, 变位频率10000次/秒, 中心与车站显示正常	通过

综合以上测试结果，线网级综合监控系统，在与车站系统异构的情况下，其主要功能全部测试通过，性能满足综合监控相关要求。综合监控系统可在线网云平台下并发加压运行，系统运行稳定。

4.3 PIS 子系统

4.3.1 系统架构

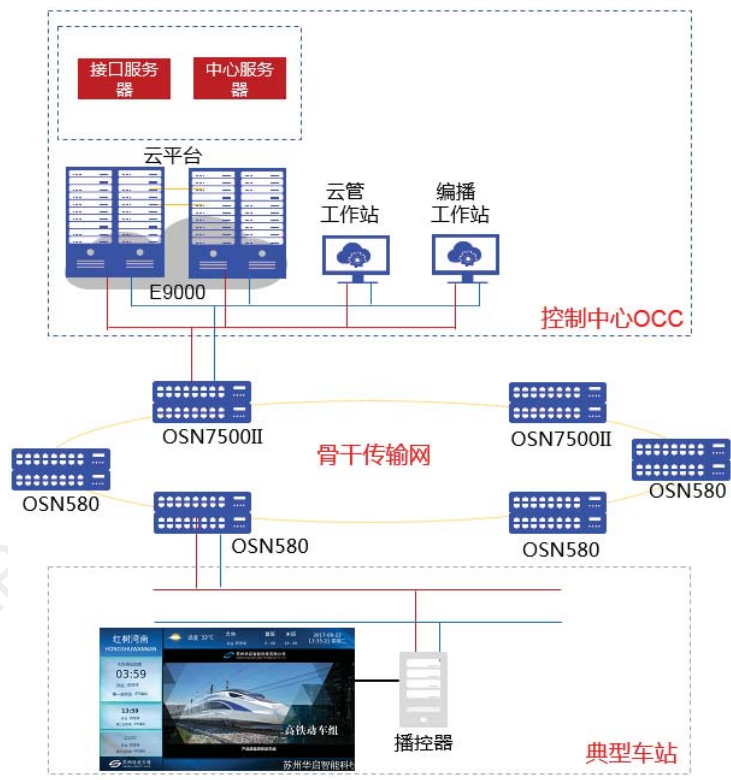
4.3.1.1 线路业务系统云平台架构

PIS 系统云平台架构主要包括控制中心系统、灾备中心系统和车站系统。

控制中心系统：包括控制中心桌面云终端（多台）。云平台上部署全线所有车站的接口服务器、中心服务器。其中中心服务器和接口服务器为双机冗余配置。

灾备中心系统：包括控制中心桌面云终端（多台）。云平台上部署全线所有车站的接口服务器、中心服务器。

车站系统：包括一套车站级冗余播放控制器。



4.3.1.2 线网业务系统云平台架构

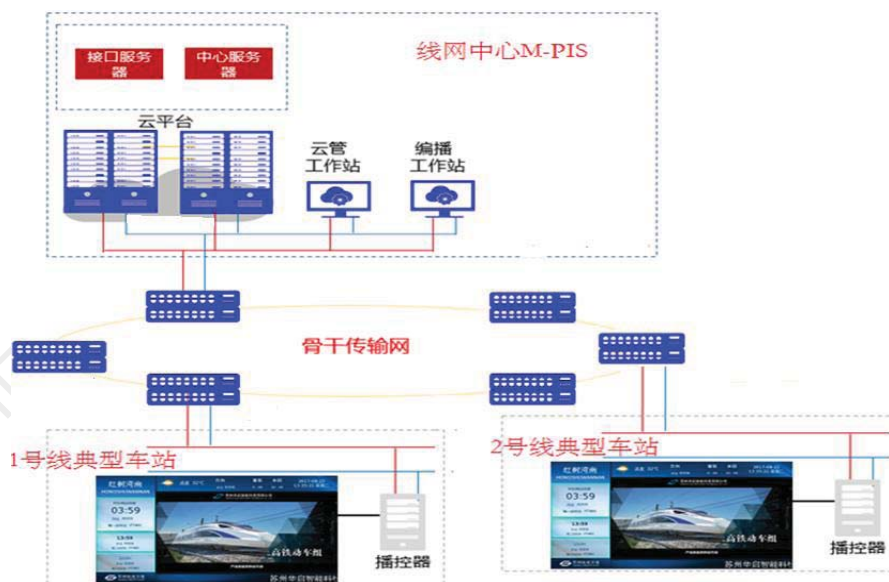
4.3.1.2.1 同构架构

在线网云平台上，PIS 系统同构架构主要包括控制中心系统、灾备中心系统及车站系统。

控制中心系统：将中心服务器、接口服务器、控制中心操作员站部署在线网中心云平台上。

灾备中心系统：将中心服务器、接口服务器、灾备中心操作员站部署在线网中心云平台上。其中，中心服务器和接口服务器的部署同控制中心，但为单机配置。

车站系统：包括一套车站级冗余播放控制器，一台灾备服务器(含与车站 ISCS 接口联通功能)。



4.3.1.2.2 异构架构

在线网云平台上，PIS 系统异构架构主要包括控制中心系统、灾备中心系统及车站系统。

控制中心系统、灾备中心系统和车站系统的部署方案同同构架构。

控制中心系统、灾备中心系统中的 PIS 系统软件平台与车站系统的软件平台部署为不同厂家的。两者之间通过标准的 REST 和 MODBUS TCP 协议通信。

4.3.2 测试规模

4.3.2.1 线路及线网测试

PIS 系统云平台测试组网按照 1 个中心服务器、1 个接口服务器、2 个桌面云工作站、20 个站台播控器（4 台物理设备、16 台模拟设备）进行搭建。

4.3.2.2 参测厂家

- 苏州华启智能科技有限公司
- 北京冠华天视数码科技有限公司
- 上海鸣啸信息科技股份有限公司
- 北京经纬信息技术公司

4.3.3 测试资源

线网级系统：

设备名	vCPU	内存	硬盘
中心服务器	16	32G	1T
接口服务器	2	8G	512G
云工作站	2	8G	512G

车站级系统：

设备名	vCPU	内存	硬盘
播放控制器	2	8G	512G
物理工作站	2	8G	512G

4.3.4 测试主要内容

测试重点进行了线网中心/车站两层模式下 PIS 系统采用云平台方案验证。开展 PIS 系统基于云平台部署实施的验证、基本功能是否正常可用、系统性能、信息网络安全是否满足 PIS 业务需求，以及不同 PIS 厂商异构模式下的可行的性验证。

本次测试的测试内容主要分为以下几部分：

- 用户管理功能验证；
- 车站管理功能验证；
- 设备管理功能验证；
- 媒体管理功能验证；
- 广告主与合约管理功能验证；
- 版式和播放计划管理验证；
- 运营消息管理；
- 异构测试；
- 性能方面测试；
- 联合压力测试；
- 信息网络安全。

4.3.5 测试用例及结论

4.3.5.1 线路测试

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
通讯测试	Restful协议测试	通讯正常	通过
	Modbus TCP/IP测试	通讯正常	通过
功能测试	基本功能	用户管理、车站管理、设备管理、媒体管理、广告主与合约管理等基本功能正常	通过
	运营消息发布	运营消息发布的功能正常	通过
车站降级	车站降级基本功能	车站降级用户管理、车站管理、设备管理、媒体管理等基本功能正常	通过
	车站降级联动功能	车站降级平台联动功能正常下发	通过
ISCS接口测试	屏幕状态显示	屏幕在线/离线状态显示正确	通过
	普通信息发布	信息填写/发布/显示功能正常	通过
	紧急信息发布	信息填写/发布/显示功能正常	通过
ATS接口测试	到站信息获取	列车的到站/离站/首班/末班等显示正确	通过
	冗余测试	与ATS接口冗余功能正常	通过
性能测试	工作界面操作响应时间	操作过程响应时间< 2秒	通过
	紧急消息的发布	从中心发布到终端显示响应时间< 2秒	通过
	普通媒体发布响应时间	从中心到车站下发的响应时间< 10秒	通过
	数据压力测试	发布的数据持续刷新, 变位频率10000次/秒, 播控器显示正常	通过

综合以上测试结果, 乘客信息系统 (PIS 系统) 的功能特性验证项全部通过, 乘客信息系统与综合监控系统、列车自动监视系统等业务系统接口正常, 功能、性能、可靠性方面均符合预期。乘客信息系统在云平台下并发加压运行, 系统运行稳定。

4.3.5.2 线网测试

4.3.5.2.1 同构测试

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
功能测试	基本功能	用户管理、车站管理、设备管理、媒体管理、广告主与合约管理等基本功能正常	通过
	运营消息发布	运营消息发布的功能正常	通过
	事件	事件信息能正常显示、筛选	通过
	历史数据存储	历史数据存储和查询功能正常	通过
冗余测试	主从中心服务器切换	冗余切换功能正常, 切换时间<3秒	通过
	主从接口服务器切换	冗余切换功能正常, 切换时间<3秒	通过

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
	线网中心与灾备中心切换	切换功能正常	通过
车站降级	车站降级基本功能	用户管理、车站管理、设备管理、媒体管理、广告主与合约管理等基本功能正常	通过
性能测试	界面易用性	操作界面审美上令人愉悦、易操控、快速响应	通过
	响应性能	信息发布到显示终端响应时间足够迅速(<1s)	通过
	用户体验效果	整个PIS系统视频显示不能出现明显断点、失帧、抖动、马赛克等	通过
	数据压力测试	数据连续刷新, 变位频率20000次/秒, 服务器300秒内CPU平均利用率小于30%, 内存平均利用率小于30%	通过

综合以上测试结果, 线网级乘客信息系统, 在与车站系统同构的情况下, 其主要功能全部测试通过, 性能满足综合监控相关要求。乘客信息系统可在线网云平台下并发加压运行, 系统运行稳定。

4.3.5.2.2 异构测试

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
通讯测试	Restful协议测试	通讯正常	通过
	Modbus TCP/IP测试	通讯正常	通过
功能测试	基本功能	用户管理、车站管理、设备管理、媒体管理、广告主与合约管理等基本功能正常	通过
	运营消息发布	运营消息发布的功能正常	通过
车站降级	车站降级基本功能	车站降级用户管理、车站管理、设备管理、媒体管理等基本功能正常	通过
	车站降级联动功能	车站降级平台联动功能正常下发	通过
性能测试	工作界面操作响应时间	操作过程响应时间< 2秒	通过
	紧急消息的发布	从中心发布到终端显示响应时间< 2秒	通过
	普通媒体发布响应时间	从中心到车站下发的响应时间< 10秒	通过
	数据压力测试	发布的数据持续刷新, 变位频率10000次/秒, 播控器显示正常	通过

综合以上测试结果, 线网级乘客信息系统, 在与车站系统异构的情况下, 其主要功能全部测试通过, 性能满足综合监控相关要求。乘客信息系统可在线网云平台下并发加压运行, 系统运行稳定。

4.4 CCTV 子系统

4.4.1 系统架构

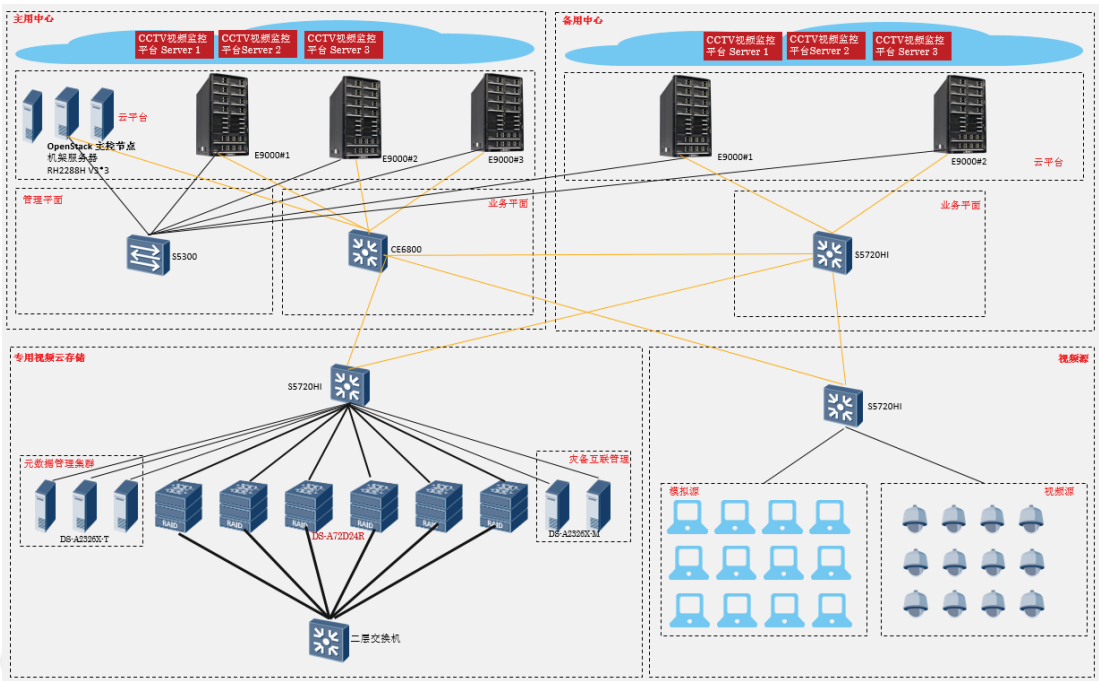
4.4.1.1 线路业务系统云平台架构

视频监控系统云平台架构主要包括控制中心系统、灾备中心系统和车站系统。

控制中心系统：包括一套云存储系统（1 套视频云存储、1 套 NAS 集群云存储分别进行测试）。云平台上部署全线所有车站的中心视频服务器、网管服务器、数据库服务器、存储服务器及控制中心调度工作站。

灾备中心系统：包括一套云存储系统（1 套视频云存储、1 套 NAS 集群云存储分别进行测试）。云平台上部署全线所有车站的中心视频服务器、网管服务器、数据库服务器、存储服务器及控制中心调度工作站。

车站系统：包括一套车站级降级设备，一台台式机，一台桌面云终端。



4.4.1.2 线网业务系统云平台架构

4.4.1.2.1 同构架构

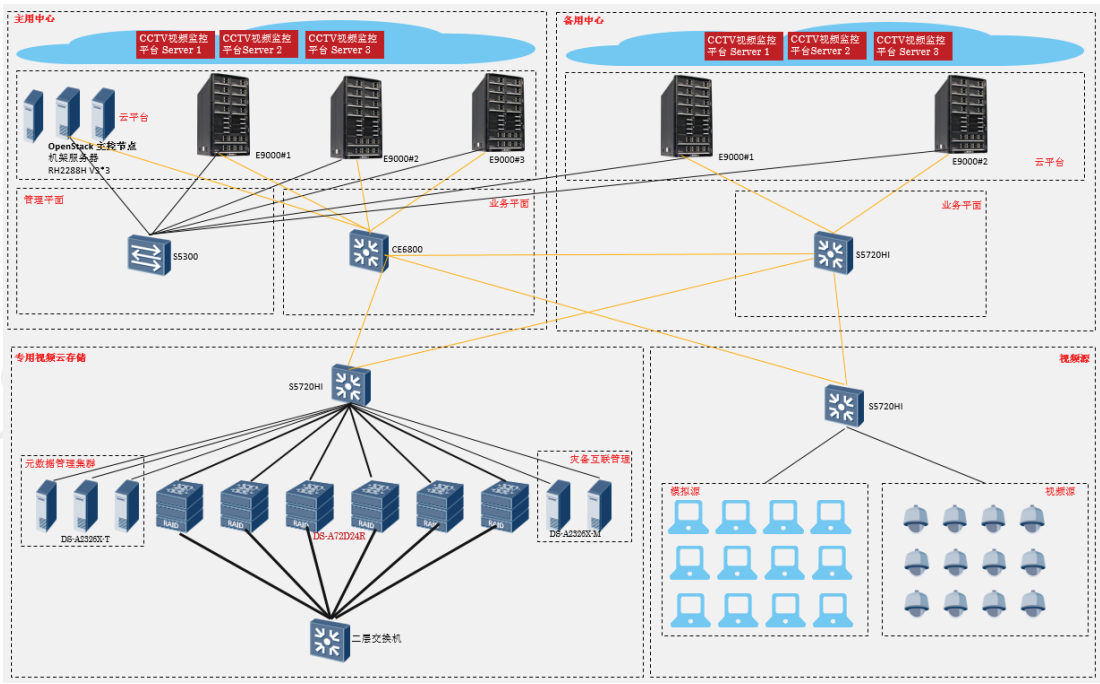
在线网云平台上，视频监控系统同构架构主要包括线网中心系统、灾备中心系统及车站系统。

线网中心系统：将中心视频服务器、综合管理服务器、存储服务器、控制中心操作员站部署在生产

线网中心云平台上。

灾备中心系统：灾备中心视频服务器、综合管理服务器、存储服务器、灾备中心操作员站部署在灾备线网中心云平台上。

车站系统：包括一套车站前端视频模拟器，一台台式机，一台桌面云终端，该桌面云终端对应的操作员站主机部署于线网云平台上。



4.4.1.2.2 异构架构

在线网云平台上，视频监控系统同构架构主要包括线网中心系统、灾备中心系统及车站系统。

线网中心系统、灾备中心系统和车站系统的部署方案与同构架构相同。

前端摄像机、后端存储产品分别采用不同厂家设备，并进行对接测试。存储分为视频云存储和 NAS 集群云存储两种。摄像机支持 H264 和 H265 两种格式，分别进行对接测试。采用 H265 格式时，遵循修改后的 GB28181 协议文档。

4.4.2 测试规模

4.4.2.1 线路及线网测试

测试模拟 10 个车站和 2 个车辆段（每个车站 120 路摄像机）来设计，共计 1400 路前端摄像机。分别对生产中心、灾备中心进行模拟。涉及网络故障的时候，原有指向线网中心的数据业务需要存到灾备，当生产中心故障恢复后，灾备中心的数据需要回传到生产中心；设计互联云（HA 环境）来管理数据回

传。

客户端安装模拟码流的测试工具，模拟 10 个车站的摄像头数据写入到最小规模 6 台云存储节点组成的云存储系统中。测试过程中，功能测试基于平台、客户端、网管软件来进行，压力测试和性能测试需用测试工具来模拟。

4.4.2.2 参测厂家

- 北京竞业达数码科技股份有限公司
- 杭州海康威视数字技术股份有限公司
- 浙江宇视科技有限公司

4.4.3 测试资源

云环境资源：

应用系统	设备类型	节点数量	vCPU	内存	虚拟机硬盘	共享存储
线网中心/控制中心						
视频监控 (CCTV 存储系统)	视频监控平台	3	24	64	500	
	存储系统管理节点	3	24	32	1024	
	存储服务器	6	24	32	120	
	客户端	0	24	16	1024	
	NAS 卷	1				100T
	NAS 卷	11				15T
灾备中心						
视频监控 (CCTV 存储系统)	存储系统管理节点	3	24	32	1024	
	存储服务器	6	24	32	120	
	互联云管理服务器	2	24	32	1024	
	客户端	0	24	16	1024	
	NAS 卷	1				100T
	NAS 卷	11				15T

4.4.4 测试主要内容及目的

4.4.4.1 线路测试

线路测试的主要目的是验证传统视频监控系统上云的可行性，包括功能、性能及是否能满足视频监控系统的要求。主要测试内容包括，基本功能测试、可靠性测试、性能测试等，其中基本功能测试涵盖 CCTV 系统在云架构实现的基本功能，可靠性测试主要验证系统在降级情况下的响应速度、功能完整性等，性能测试主要验证系统在满负载情况下的运转性能。

4.4.4.2 线网测试

4.4.4.2.1 同构测试

同构测试的主要目的是验证视频监控系统线网云化部署的可行性，包括功能、性能等是否能满足视频监控系统的要求。主要测试内容包括优化后的视频监控系统云化部署、基本功能测试、可靠性测试、性能测试等。

4.4.4.2.2 异构测试

异构测试的主要目的是验证视频监控系统异构架构下的可行性，包括功能、性能等是否能满足视频监控系统的要求。主要测试内容包括验证平台、前端设备、存储等之间的兼容性、互联互通性。

4.4.5 测试用例及结论

4.4.5.1 线路测试

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
平台与客户端 基本功能测试	计算资源部署	部署正常	通过
	平台部署	部署正常	通过
	存储系统识别存储资源	正常识别	通过
	集群管理	管理正常	通过
	实时监控	实时监控正常	通过
	云台控制	云台控制正常	通过
	录像转存测试	录像转存正常，功能完成正常实现	通过
	录像回放	录像回放正常	通过
	视频上墙	硬件解码正常显示，画面分割可切换	通过
	视频直存	车站级视频存储正常	通过
	视频下载	视频下载功能正常	通过
桌面客户端测试	云桌面性能测试	实现视频多画面解码	通过
	PC 客户端性能测试	实现视频多画面解码	通过
灾备和可靠性测试	循环覆盖写/删除写测试	录像系统实现循环覆盖，删除写无碎片	通过
	车站级历史流补录	实现车站级历史流补录	通过
	降级模式灾备中心测试	降级模式灾备中心切换正常	通过
	容灾备份测试	容灾备份功能正常	通过
	虚拟卷在线扩展测试	虚拟卷在线扩展正常	通过
	存储接入服务器在线扩	存储接入服务器在线扩展正常	通过

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
	展测试		
	存储主机扩展柜在线扩展测试	存储主机扩展柜在线扩展正常	通过
	单节点单硬盘故障测试	云存储单硬盘故障录像不丢失	通过
	多节点多硬盘故障测试	测试多节点多硬盘故障冗余率，为后期招标做数据支撑	通过
	单存储节点故障测试	云存储单节点故障录像不丢失	通过
	多存储节点故障测试	云存储多节点故障测试 6 个节点，掉两个节点不丢失录像	通过
	存储接入服务器故障测试	存储接入服务器故障不影响业务	通过
	管理服务器故障测试	管理服务器故障不影响业务	通过
	稳定性测试	48 小时带压力测试，整系统无故障点，运行良好	通过
性能测试	视频下载性能测试	验证下载性能	通过
用户安全管理测试	用户密码安全测试	对用户密码安全性测试符合等保二级要求	通过
	用户权限管理测试	用户权限管理测试符合等保二级要求	通过
	系统日志管理	系统日志管理符合等保二级要求	通过

经在云平台环境下部署 CCTV 系统资源及平台，分别对测试平台与客户端在云架构系统的基本功能（视频预览、回放、录像、云台控制、备份、负载均衡等）；测试系统在降级情况下以及部分异常出现时的可用性和系统稳定性；测试平台、前端、存储之间的互联互通，测试结果满足系统要求。

4.4.5.2 线网测试

4.4.5.2.1 同构测试

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
平台与客户端基本功能测试	计算资源部署	部署正常	通过
	平台部署	部署正常	通过
	存储系统识别存储资源	正常识别	通过
	集群管理	管理正常	通过
	实时监控	实时监控正常	通过
	云台控制	云台控制正常	通过
	录像转存测试	录像转存正常，功能完成正常实现	通过
	录像回放	录像回放正常	通过
	视频上墙	硬件解码正常显示，画面分割可切换	通过

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
	视频直存	车站级视频存储正常	通过
	视频下载	视频下载功能正常	通过
桌面客户端测试	云桌面性能测试	实现视频多画面解码	通过
	PC 客户端性能测试	实现视频多画面解码	通过
灾备和可靠性测试	循环覆盖写/删除写测试	录像系统实现循环覆盖，删除写无碎片	通过
	车站级历史流补录	实现车站级历史流补录	通过
	降级模式灾备中心测试	降级模式灾备中心切换正常	通过
	容灾备份测试	容灾备份功能正常	通过
	虚拟卷在线扩展测试	虚拟卷在线扩展正常	通过
	存储接入服务器在线扩展测试	存储接入服务器在线扩展正常	通过
	存储主机扩展柜在线扩展测试	存储主机扩展柜在线扩展正常	通过
	单节点单硬盘故障测试	云存储单硬盘故障录像不丢失	通过
	多节点多硬盘故障测试	测试多节点多硬盘故障冗余率，为后期招标做数据支撑	通过
	单存储节点故障测试	云存储单节点故障录像不丢失	通过
	多存储节点故障测试	云存储多节点故障测试 6 个节点，掉两个节点不丢失录像	通过
	存储接入服务器故障测试	存储接入服务器故障不影响业务	通过
	管理服务器故障测试	管理服务器故障不影响业务	通过
性能测试	稳定性测试	48 小时带压力测试，整系统无故障点，运行良好	通过
	视频下载性能测试	验证下载性能	通过
用户安全管理测试	用户密码安全测试	对用户密码安全性测试符合等保二级要求	通过
	用户权限管理测试	用户权限管理测试符合等保二级要求	通过
	系统日志管理	系统日志管理符合等保二级要求	通过

综合以上测试结果，在采用车站、线网中心（灾备中心）同构架构下，对系统灾备和功能进行了针对性测试，车站降级模式和灾备中心降级及恢复进行了测试，测试结果满足预计结果，满足 CCTV 应用需求。

4.4.5.2.2 异构测试

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
异构系统对接测试	异构前端设备互联测试	前端不同厂家摄像机可接入平台，并可实现以上基本功能	通过
	异构存储设备互联测试	不同厂家存储可以实现录像及回放功能	通过

综合以上测试结果，在前端神、存储设备异构的情况下，满足 CCTV 应用需求。

4.5 ACS 子系统

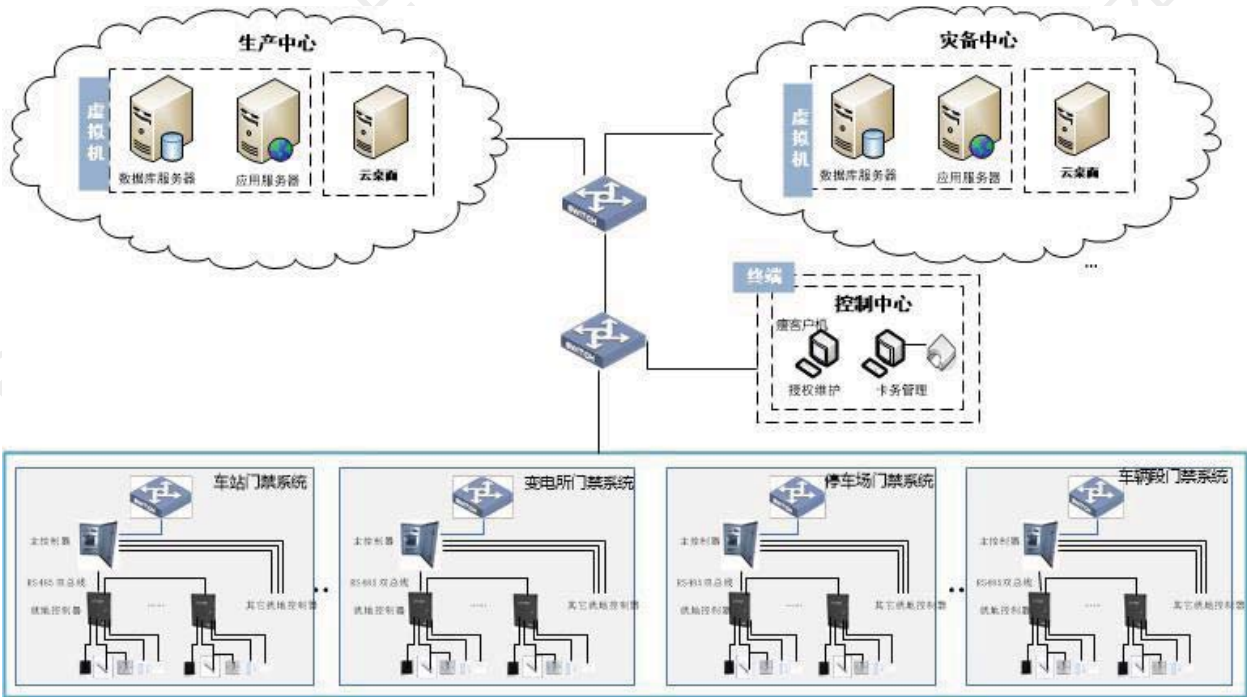
4.5.1 系统架构

4.5.1.1 线路业务系统云平台架构

ACS 门禁子系统主要功能是为城市轨道交通的生产和管理工作中各类专业设备用房、办公室房、各主要通道实现通行控制 and 安全管理。

实现对线路门禁系统（以下简称线路门禁）进行集中统一信息管理、数据交换、网络控制的平台。同时，为满足可以移动管理、移动监控的需要，线路中央平台的整体服务功能部署在云上，数据也集中存放在云服务器上。

基于云计算的 ACS 子系统部署架构主要由线路 ACS 平台系统软件组成；车站级系统包含主控制器、就地控制器、门禁读卡器以及门锁设备等。ACS 子系统部署架构如下图所示。



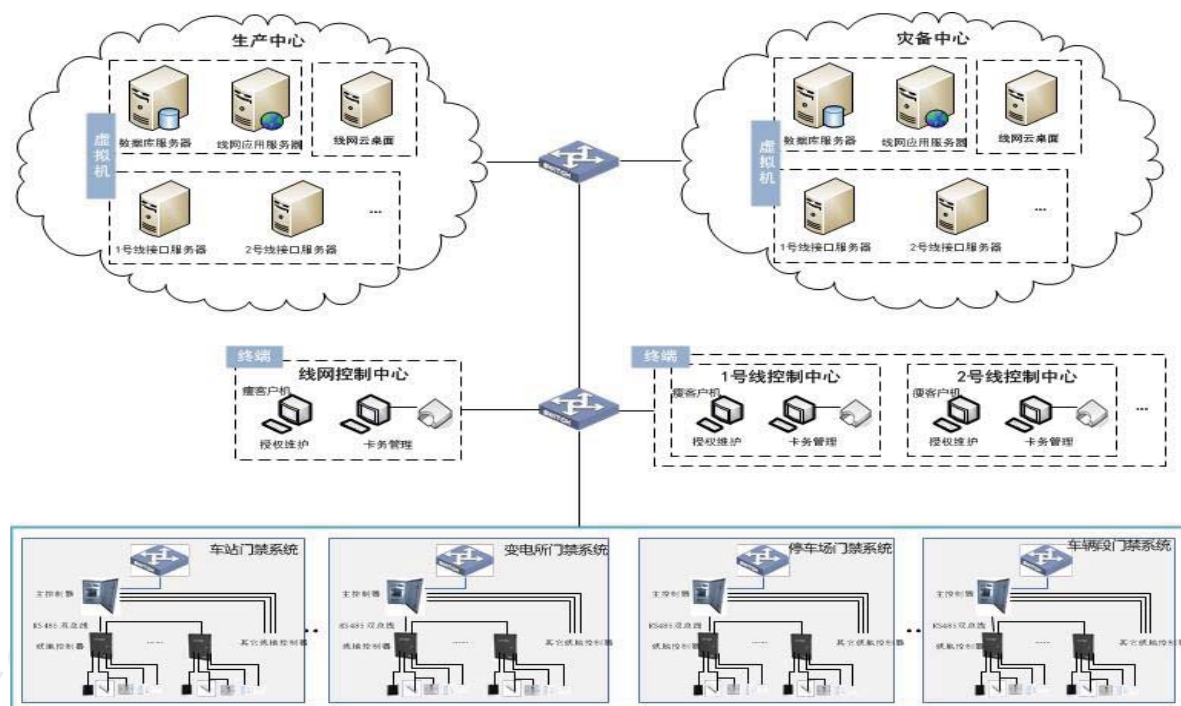
线路 ACS 云平台主要负责管理全线路部门、人员、卡片等基础数据，以及设备数据、发卡信息、门禁授权信息、门禁进出记录、报警信息等数据进行交互，实现门禁授权以及运营数据汇聚监控等功能。

4.5.1.2 线网业务系统云平台架构

4.5.1.2.1 同构架构

城市轨道交通 ACS 门禁一卡通中央平台、线路门禁系统采用一家厂家产品，ACS 门禁一卡通中央平台对各线路门禁系统（以下简称线路门禁）进行集中统一信息管理、数据交换、网络控制。同时，为满足可以移动管理、移动监控的需要，中央平台的整体服务功能必须部署在云上，数据也集中存放在云服务器上。

基于云计算的 ACS 子系统部署架构包含线网 ACS 平台系统软件、线网 ACS 通讯服务软件，各线路通讯接口服务程序；车站级系统包含主控制器、就地控制器、门禁读卡器以及门锁设备等。ACS 子系统部署架构如下图所示。



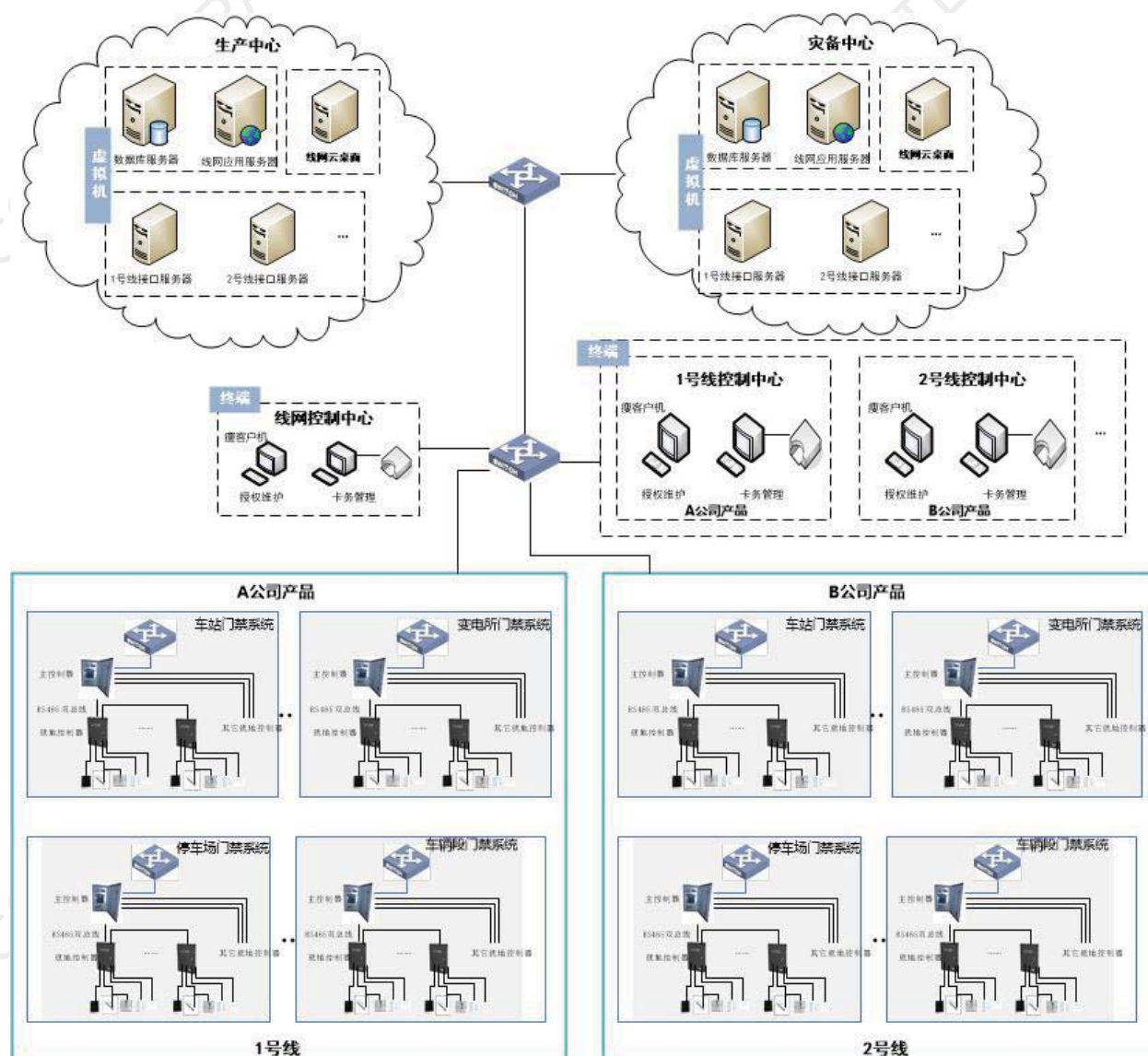
线网 ACS 云平台主要负责管理全线网部门、人员、卡片等基础数据，以及设备数据、发卡信息、门禁授权信息、门禁进出记录、报警信息等数据进行交互，实现跨线路门禁授权以及运营数据汇聚监控等功能。

线路通讯服务系统主要负责本线路的 ACS 业务数据与线网平台系统的对接管理和数据交互。

4.5.1.2.2 异构架构

城市轨道交通 ACS 门禁一卡通中央平台是为了实现对采用不同厂家产品的不同线路的门禁系统(以下简称线路门禁)进行集中统一信息管理、数据交换、网络控制的平台。为满足可以移动管理、移动监控的需要,中央平台的整体服务功能部署在云上,数据也集中存放在云服务器上。

基于云计算的 ACS 子系统部署架构包含线网 ACS 平台系统软件、线网 ACS 通讯服务软件,各线路通讯接口服务程序;车站级系统包含主控制器、就地控制器、门禁读卡器以及门锁设备等。ACS 子系统部署架构如下图所示。



4.5.2 测试规模

4.5.2.1 线路测试

线路测试的测试规模为一个生产中心、一个灾备中心、20 个车站，以一台门禁主控制器以及一套就地级设备（就地控制器、门锁、开门按钮、紧急出门按钮等）现场模拟，其他由模拟器模拟 20 站发卡数据接入中心线路平台。

4.5.2.2 线网测试

线网测试的测试规模为一个生产中心、一个灾备中心、10 个车站，以一台门禁主控制器，以及一套就地级设备（就地控制器、门锁、开门按钮、紧急出门按钮等）现场模拟，其他由模拟器模拟 10 个站接入线网平台。

4.5.2.3 参测厂家

- 深圳达实信息技术有限公司
- 安朗杰安防技术（中国）有限公司
- 爱克信智能股份有限公司
- 北京竞业达数字系统科技有限公司

4.5.3 测试资源

4.5.3.1 线路测试

系统	设备类型	数量	vCPU	内存	存储
生产中心	线网 DB 服务器	1	8	8G	300G
	线网应用服务器	1	8	8G	300G
	线路通讯服务器	1	8	8G	300G
灾备中心	线网 DB 服务器	1	8	8G	300G
	线网应用服务器	1	8	8G	300G
车站	主控制器	1	/	/	/
	就地控制器	2	/	/	/
	读卡器	1	/	/	/
	密码读卡器	1	/	/	/
	发卡器	1	/	/	/
	电磁锁	2	/	/	/
	开门按钮	2	/	/	/
	紧急按钮	2	/	/	/

4.5.3.2 线网测试

系统	设备类型	数量	vCPU	内存	存储
生产中心	线网 DB 服务器	1	8	8G	300G
	线网应用服务器	1	8	8G	300G
	线路通讯服务器	4	8	8G	300G
灾备中心	线网 DB 服务器	1	8	8G	300G
	线网应用服务器	1	8	8G	300G
车站	主控制器	4	/	/	/
	就地控制器	8	/	/	/
	读卡器	4	/	/	/
	密码读卡器	1	/	/	/
	发卡器	1	/	/	/
	电磁锁	2	/	/	/
	开门按钮	8	/	/	/
	紧急按钮	2	/	/	/

4.5.4 测试主要内容及目的

ACS 线网中央平台基于呼和浩特轨道交通公司的内部网络和云平台网络，整个系统只设线网一个中心数据，原则上每条线路设一个线路通讯服务器（虚拟机），线路通讯服务软件由线路门禁产品厂家开发，向下实现与设备通讯，并根据接口规范与线网侧应用服务软件对接。

线网 DB 服务器和线网应用服务器，支持合并部署和分开部署。本次测试中采用的是分开部署方式，分别部署在两台线网平台虚拟机上。线路通讯服务器部署在线路系统虚拟机中，客户可通过瘦客户机登录线网平台、线路平台虚拟机，而卡务相关的工作通过瘦客户机在线网平台云桌面上完成。

4.5.4.1 线路测试

线路测试的主要目的是验证线路 ACS 系统云化后的可行性和适配性，对系统功能、兼容性、安全性进行验证，包括功能、性能是否满足门禁业务的需求。主要内容包含系统部署测试、门禁业务测试、云桌面测试、接口测试以及性能测试等。

4.5.4.2 线网测试

4.5.4.2.1 同构测试

测试的主要目的是验证同构下线网 ACS 系统云化后的可行性，包括功能、性能是否满足门禁业务的需求。主要内容包含同构测试、云桌面测试、灾备测试及安全等保测试等。

4.5.4.2.2 异构测试

测试的主要目的是验证异构下线路 ACS 系统云化后的可行性，包括功能、性能是否满足门禁业务的需求。主要内容包含异构测试、云桌面测试、灾备测试及安全等保测试等。

4.5.5 测试用例及结论

4.5.5.1 线路测试

分类	测试用例	是否通过
系统部署测试	数据库安装、启动	通过
	数据库导入	通过
	业务管理客户端连接数据库	通过
	监控数据连接数据库	通过
	监控服务连接数据库	通过
	通讯服务器安装、启动、停止	通过
	检查设备在线情况	通过
	设备授权后，通讯服务器自动下载权限	通过
	监控服务安装、启动、停止、暂停	通过
	监控服务与通讯服务器通讯	通过
	监控数据服务安装、启动、停止、暂停	通过
	监控客户端注册成功时连接监控数据服务	通过
监控客户端功能测试	监控客户端安装	通过
	监控客户端身份注册	通过
	有报警信息时，监控客户端监控信息显示	通过
	远程开门	通过
	刷卡开门	通过
业务管理客户端功能测试	业务管理客户端安装	通过
	业务管理客户端连接数据库	通过
	部门信息增加	通过
	人员增加	通过
	门禁授权	通过
ACS与ISCS接口互联测试	综合监控系统调度台工作站监控门禁控制器在线状态	通过
	有报警信息时，综合监控系统调度台工作站监控信息显示	通过
	综合监控系统调度台工作站远程开门	通过
中央服务器数据同步压力性能	中央服务器与车站服务器数据同步 2 小时内产生的大量数据时云系统资源消耗	通过

经测试证明，ACS 线路系统在云平台可正常部署，云桌面显示效果良好，ACS 系统相关管理软件可正常安装及运行，并可实现云桌面发卡；在系统性能和接口互联方面满足门禁业务需求。

4.5.5.2 线网测试

4.5.5.2.1 同构测试

分类	测试用例	是否通过
同构测试	新建人员及部门	通过
	门禁授权下载反馈	通过
	增加门禁权刷卡开门测试	通过
	删除门禁权刷卡开门测试	通过
	门禁事件接口测试（刷卡开门成功）	通过
	门禁事件接口测试（刷卡开门无权）	通过
	门禁事件记录查询	通过
云桌面测试	云桌面启动/退出	通过
	云桌面显示效果	通过
	云桌面操作	通过
	数据库、相关软件安装及运行	通过
	云桌面发卡	通过
灾备测试	灾备系统数据同步和数据一致性测试	通过
	生产系统数据同步和数据一致性测试	通过
安全等保测试	线网平台客户端软件的登录与操作	通过
	操作权限	通过
	操作日志查询	通过

经测试证明，同构下 ACS 线网平台系统在云平台可正常部署，云桌面显示效果良好，ACS 系统相关管理软件可正常安装及运行，并可实现云桌面发卡；同厂家 ACS 系统在云平台可正常部署，系统间数据互通正常；ACS 线网平台系统与门禁管理软件在云平台可正常部署，可限制登录账户的权限并记录和查询操作日志；依靠云平台的容灾可实现门禁系统的备份，并可实现生产系统与灾备系统的手动切换。

4.5.5.2.2 异构测试

分类	测试用例	是否通过
异构测试	新建部门及人员	通过
	门禁授权下载反馈	通过
	增加门禁权刷卡开门测试	通过
	删除门禁权刷卡开门测试	通过
	门禁事件接口测试（刷卡开门成功）	通过
	门禁事件接口测试（刷卡开门无权限）	通过
	门禁事件记录查询	通过
云桌面测试	云桌面启动/退出	通过
	云桌面显示效果	通过
	云桌面操作	通过

分类	测试用例	是否通过
	数据库、相关软件安装及运行	通过
	云桌面发卡	通过
灾备测试	灾备系统数据同步和数据一致性测试	通过
	生产系统数据同步和数据一致性测试	通过
安全等保测试	线网平台客户端软件的登录与操作	通过
	操作权限	通过
	操作日志查询	通过

经测试证明，异构 ACS 线网平台系统在云平台可正常部署，云桌面显示效果良好，ACS 系统相关管理软件可正常安装及运行，并可实现云桌面发卡；多厂家 ACS 系统在云平台可正常部署，系统间数据互通正常；ACS 线网平台系统与门禁管理软件在云平台可正常部署，可限制登录账户的权限并记录和查询操作日志；依靠云平台的容灾可实现门禁系统的备份，并可实现生产系统与灾备系统的手动切换。

4.6 AFC 子系统

4.6.1 系统架构

4.6.1.1 线路业务系统云平台架构

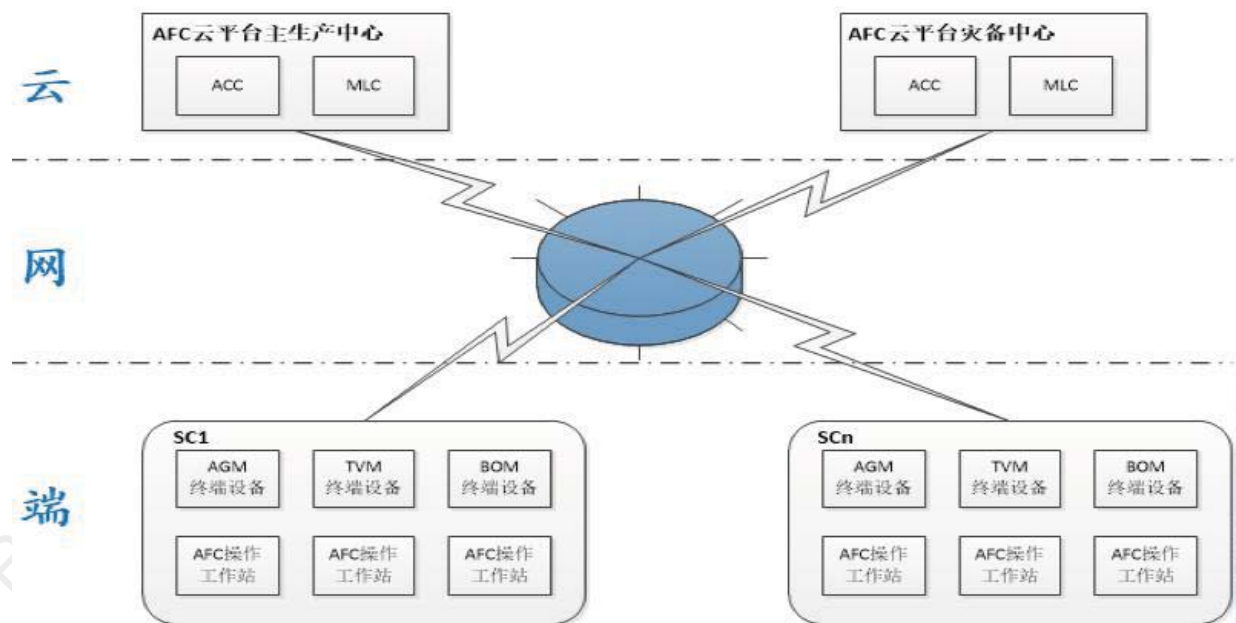
AFC 系统的测试方案分别采用同构与异构两种方式展开。这两种方式的主要区别为：同构方式为各集成商采用自己定义的接口进行测试；异构方式为制定系统主要功能的标准接口，不同厂家依据此标准接口进行开发、测试。

本次测试内容包含了同构下的百万级数据系统性能测试；异构下基于标准接口的系统功能测试（ACC-MLC、MLC-SLE）、百万级的数据传输性能、数据处理性能测试、网络安全测试、云桌面测试、降级情况下的系统功能测试。

注：AFC 系统的测试同构异构指的是由单一厂家进行从上到下的测试；异构为不同厂家各自分工完成测试。线路级的同构指的是同一厂家同时完成 MLC 与 SLE 的相关功能测试。异构只的是不同厂家分别承担 MLC 或 SLE 的相关测试。

4.6.1.2 线网业务系统云平台架构

4.6.1.2.1 系统架构图



4.6.1.2.2 同构架构

同构架构系统架构从上到下依次为：线网级系统、车站级系统。

线网级系统分为：ACC 系统、MLC 系统、ACC 工作站、MLC 工作站。

车站级系统分为：自动检票机、自动售票机、半自动售票机、自动查询机等。

同构架构为不同厂家采用各自定义的接口进行相应功能实现及相关测试。

4.6.1.2.3 异构架构

异构架构系统架构从上到下依次为：分为线网级系统、车站级系统。

线网级系统分为：ACC 系统、MLC 系统、ACC 工作站、MLC 工作站。

车站级系统分为：自动检票机、自动售票机、半自动售票机、自动查询机等。

异构架构为不同厂家采用统一的标准接口进行相应功能实现及相关测试。

4.6.2 测试规模

4.6.2.1 线路测试

测试模拟一条线路 20 个站，每条线路模拟超过 1000 台设备连接合计 10000 台设备对 MLC 服务器进

行并发连接负载测试。

4.6.2.2 线网测试

测试 MLC 与 ACC 各集成商进行了百万级的数据传输性能测试；MLC、ACC 分别进行了百万级交易数据处理性能测试。

4.6.2.3 参测厂家

- 中国软件与技术服务股份有限公司
- 上海华虹计通智能系统股份有限公司
- 浙江浙大网新合众轨道交通工程有限公司
- 北京京投亿雅捷交通科技有限公司
- 上海华铭智能终端设备股份有限公司
- 方正国际软件（北京）有限公司

4.6.3 测试资源

4.6.3.1 线路测试

应用系统	应用子系统	vCPU	内存	虚拟机硬盘	共享存储
清分中心					
AFC	数据库服务器	48 核	256GB	600GB	500GB
AFC	通信前置机服务器	32 核	128GB	2000GB	
AFC	应用服务器	64 核	256GB	1200GB	
控制中心					
AFC	数据库服务器	32 核	128GB	600GB	500GB
AFC	通信前置机服务器	32 核	64GB	1200GB	
AFC	应用服务器	32 核	64GB	600GB	
灾备中心					
AFC	数据库服务器	32 核	128GB	600GB	500GB
AFC	通信前置机服务器	32 核	64GB	1200GB	
AFC	应用服务器	32 核	64GB	600GB	
车站					
AFC	车站服务器	320 核	640GB	6000GB	

4.6.3.2 线网测试

应用系统	应用子系统	vCPU	内存	虚拟机硬盘	共享存储
清分中心					
AFC	数据库服务器	48 核	256GB	600GB	500GB
AFC	通信前置机服务器	32 核	128GB	2000GB	
AFC	应用服务器	64 核	256GB	1200GB	
控制中心					
AFC	数据库服务器	32 核	128GB	600GB	500GB
AFC	通信前置机服务器	32 核	64GB	1200GB	

应用系统	应用子系统	vCPU	内存	虚拟机硬盘	共享存储
AFC	应用服务器	32 核	64GB	600GB	
灾备中心					
	数据库服务器	32 核	128GB	600GB	500GB
	通信前置机服务器	32 核	64GB	1200GB	
	应用服务器	32 核	64GB	600GB	
车站					
AFC	车站服务器	320 核	640GB	6000GB	

4.6.4 测试主要内容及目的

4.6.4.1 线路测试

线路测试的主要目的是验证传统 AFC 系统上云的可行性，包括功能、性能及与其他云化子系统之间的接口是否能满足 AFC 系统的要求。主要测试内容包括传统 AFC 系统云平台部署、AFC 系统的主要监视和控制功能、其他子系统的接口测试等。

4.6.4.2 线网测试

4.6.4.2.1 同构测试

同构测试的主要目的是验证 AFC 系统线网云化同构部署的可行性，包括包括功能、性能等是否能满足 AFC 系统的要求。主要测试内容包括优化后的 AFC 系统云化部署及在云化部署下各层级系统的稳定性及数据处理性能、数据传输性能、设备并发连接性能、系统降级时的相关业务功能测试。

4.6.4.2.2 异构测试

异构测试的主要目的是验证 AFC 系统线网云化异构部署的可行性，包括包括功能、性能等是否能满足 AFC 系统的要求。主要测试内容包括优化后的 AFC 系统云化部署及在云化部署下各层级系统的稳定性及数据处理性能、数据传输性能、设备并发连接性能、系统降级时的相关业务功能测试。

4.6.5 测试用例及结论

4.6.5.1 线路测试

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
功能测试	TCP/IP通信测试	通讯正常	通过
	FTP文件传输	文件传输正常	通过
	设备连接监控	可以监控终端设备的连接状态	通过

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
	数据管理	接收设备上传的各类数据	通过
	运营配置信息	配置车站运营相关信息	通过
	车站模式	对车站运营模式的监控及下发	通过
	参数管理	可以进行参数下发、同步	通过
	网络存活	保持与设备之间的网络连接	通过
车站降级	车站降级情况下设备状态传输	车站与MLC离线时，车站工作站可以接收并监控设备状态	通过
	车站降级控制命令下发	车站与MLC离线时，车站工作站可以向车站内终端设备下发控制命令	通过
云桌面测试	MLC 系统交易数据导入	可以通过云桌面将交易数据导入到MLC	通过
网络安全	业务安全验证	满足系统的业务安全相关测试	通过
	系统安全验证	满足系统的安全性相关测试	通过
	网络安全验证	满足网络安全等相关测试	通过

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
车站降级	车站降级情况下设备状态传输	车站与MLC离线时，车站工作站可以接收并监控设备状态	通过
	车站降级控制命令下发	车站与MLC离线时，车站工作站可以向车站内终端设备下发控制命令	通过
云桌面测试	MLC 系统交易数据导入	可以通过云桌面将交易数据导入到MLC	通过
网络安全	业务安全验证	满足系统的业务安全相关测试	通过
	系统安全验证	满足系统的安全性相关测试	通过
	网络安全验证	满足网络安全等相关测试	通过

经过测试，在云平台下部署的系统功能测试，设备并发压力测试、数据处理能力、系统安全防护测试、车站离线时的降级服务功能，满足在云平台下的系统功能及性能需求。

4.6.5.2 线网测试

4.6.5.2.1 同构测试

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
同构测试	TCP/IP通信测试	通讯正常	通过
	FTP文件传输	文件传输正常	通过
	设备连接监控	可以监控终端设备的连接状态	通过
	数据管理	接收设备上传的各类数据	通过
	运营配置信息	配置车站运营相关信息	通过
	车站模式	对车站运营模式的监控及下发	通过

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
	参数管理	可以进行参数下发、同步	通过
	网络存活	保持与设备之间的网络连接	通过

经过测试，针对于 ACC 与 MLC 的数据上传，采用中间件方式及 FTP 方式，均能满足性能要求，可以保证数据的快速、准确从下位系统上传至上位系统。

4.6.5.2.2 异构测试

测试项	测试子项	预期结果	是否通过
异构测试	TCP/IP通信测试	通讯正常	通过
	FTP文件传输	文件传输正常	通过
	设备连接监控	可以监控终端设备的连接状态	通过
	数据管理	接收设备上传的各类数据	通过
	运营配置信息	配置车站运营相关信息	通过
	车站模式	对车站运营模式的监控及下发	通过
	参数管理	可以进行参数下发、同步	通过
	网络存活	保持与设备之间的网络连接	通过

经过测试，针对于 MLC 与 SLE 的异构测试，在制定标准接口下不同 AFC 厂家直接的异构功能测试。满足在未来城市轨道交通建设中其他参与厂家的顺利接入。

4.7 公专电话子系统

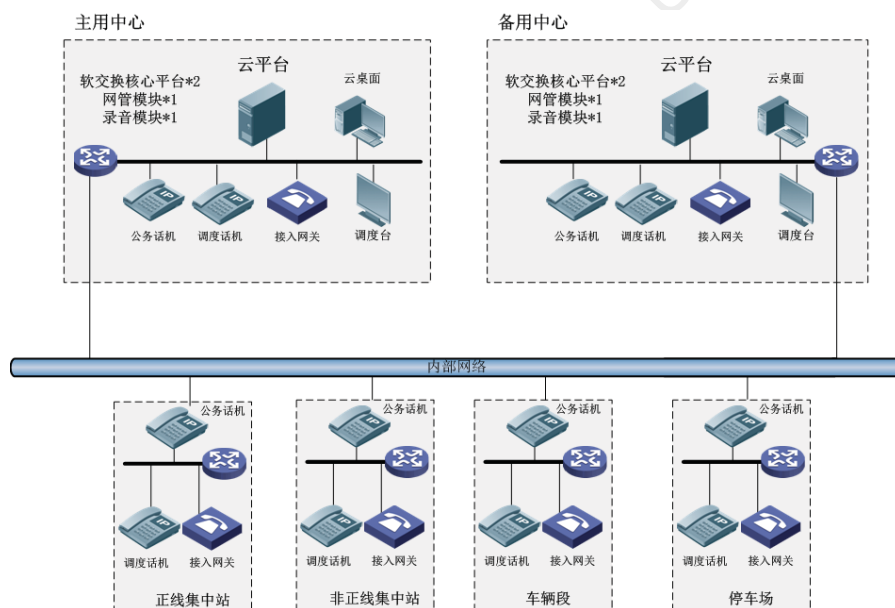
4.7.1 系统架构

4.7.1.1 线路业务系统云平台架构

公专电话子系统线路业务系统的最小可运行系统云平台部署架包括：主用中心、灾备中心、正线集中站、正线非集中站、车辆段、停车场。

其中在主用中心和灾备中心分别部署统一通信系统所有网元，并为控制中心和车站提供通话服务，具体部署核心软交换平台 2 个（冗余）、录音模块 1 个、网管模块 1 个、云桌面 1 个和调度台 1 个、公务电话 1 部、调度电话 1 部；在正线集中站、正线非集中站、车辆段、停车场分别部署公务话机 1 部、调度话机 1 部、接入网关 1 台。

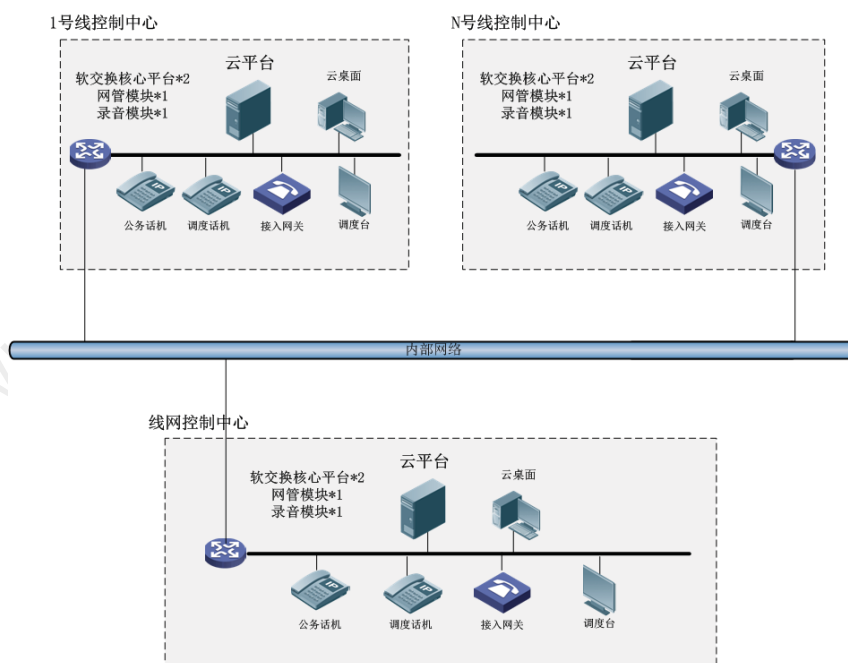
线路业务系统架构如下图所示：



4.7.1.2 线网业务系统云平台架构

线网业务系统的最小可运行系统云平台部署架包括：1 号线控制中心、2 号线控制中心、N 号线控制中心和线网控制中心。

其中在线网控制中心及每个线路控制中心均部署统一通信系统所有网元，具体部署核心软交换平台 2 个（冗余）、录音模块 1 个、网管模块 1 个、云桌面 1 个和调度台 1 个、公务电话 1 部、调度电话 1 部；



4.7.2 测试规模

4.7.2.1 线路测试

线路业务系统云平台测试设备包括中心核心软交换平台、录音模块、网管模块、调度台、公务电话、调度电话；车站公务话机、调度话机、IAD 网关和模拟话机等。

功能测试与性能测试规模相同，规模如下表所示：

测试设备规模	设备数量
平台注册用户数	≥10000 线
核心软交换平台	3
录音模块	1
网管模块	1
调度模块	1
中心调度台	1
中心公务电话	1
中心专用电话	1
车站公务电话	1
车站专用电话	1
车站 IAD	1

4.7.2.2 线网测试

线网业务系统云平台测试设备包括中心核心软交换平台、录音模块、网管模块、调度台、公务电话、调度电话；车站公务话机、调度话机、IAD 网关和模拟话机等。

功能测试与性能测试规模相同，规模如下表所示：

测试设备规模	设备数量
平台注册用户数	≥10000 线
核心软交换平台	3
录音模块	1
网管模块	1
调度模块	1
中心调度台	1
中心公务电话	1
中心专用电话	1
车站公务电话	1
车站专用电话	1
车站 IAD	1

4.7.2.3 参测厂家

- 昆明塔迪兰电信设备有限公司
- 河北远东通信系统工程有限公司

➤ 北京佳讯飞鸿电气股份有限公司

4.7.3 测试资源

4.7.3.1 线路测试

设备类别	设备名称	数量
测试话机	公务话机	2
	调度话机	2
	模拟话机	1
网关	AG 网关	1

云平台资源：

类型	规格	数量
软交换平台	vCPU:4 核；内存：16GB；硬盘：80GB	3
录音模块	vCPU:4 核；内存：8GB；硬盘：200GB	1
网管模块	vCPU:4 核；内存：8GB；硬盘：80GB	1

4.7.3.2 线网测试

业务系统资源：

设备类别	设备名称	数量
测试话机	公务话机	2
	调度话机	2
	模拟话机	1
网关	AG 网关	1

云平台资源：

类型	规格	数量
软交换平台	vCPU:4 核；内存：16GB；硬盘：80GB	3
录音模块	vCPU:4 核；内存：8GB；硬盘：200GB	1
网管模块	vCPU:4 核；内存：8GB；硬盘：80GB	1

4.7.4 测试主要内容及目的

4.7.4.1 线路测试

为验证公专电话系统上云的可行性，包括功能、性能等是否能满足系统的要求。线路业务系统云平台主要测试内容包括系统云平台部署、系统主要功能、灾备功能、云桌面、网络安全等。

4.7.4.2 线网测试

为验证公专电话系统上云的可行性，包括功能、性能等是否能满足系统的要求。线网业务系统云平台主要测试内容包括系统云平台部署、系统主要功能、灾备功能、云桌面、网络安全等。

4.7.5 测试用例及结论

4.7.5.1 线路测试

分类	测试用例	是否通过
云平台相关功能测试	软交换系统业务网元云化部署	通过
	虚拟机克隆	通过
	测试虚拟机关机	通过
	测试虚拟机重启	通过
	资源监控	通过
	计算节点 HA 测试	通过
	虚拟机迁移	通过
	云桌面 FusionAccess 管理	通过
	云调度台	通过
	云调度台切换	通过
灾备测试	系统主备中心数据同步及备份	通过
	系统主备中心容灾	通过
	冗余切换（多点备份）	通过
基本业务功能	拨号呼叫	通过
	快速呼叫	通过
	重拨	通过
	免提	通过
	分组功能	通过
	同组呼叫	通过
	同组状态显示	通过
	自动应答	通过
	选择应答	通过
	呼叫保持及恢复	通过
	呼叫排队	通过
	呼叫转接	通过
	呼叫转移	通过
	来电显示功能	通过
	通话状态显示	通过
	链路维护功能	通过
	历史通话记录	通过
	无应答转移	通过
	遇忙回叫	通过
	无应答回叫	通过
	统一外显号码	通过
	遇我会议	通过

分类	测试用例	是否通过
	一机多号	通过
	一号多终端	通过
	语音寻呼	通过
调度功能	一键直呼	通过
	同组	通过
	热线	通过
	强插	通过
	强拆	通过
	监听	通过
	固定会议	通过
	临时会议	通过
	会议控制	通过
	会议保密鉴权	通过
	会议协议	通过
	视频调度	通过
	并席	通过
	调度台配置管理	通过
	紧急呼叫	通过
	应急分机	通过
	夜服分机	通过
	驻留	通过
	标签页	通过
录音功能	网络查询	通过
	录音功能	通过
	检索回放功能	通过
统一通信功能	个人通讯录	通过
	企业通讯录	通过
	组群	通过
	主持人会议	通过
	自动退出	通过
	增删会议成员	通过
	桌面视频功能	通过
	邮件传真	通过
	话务台测试	通过
	语音邮箱	通过
网管功能	网管网络维护	通过
	网管告警	通过
云桌面测试	软交换系统云桌面 FusionAccess 管理	通过
	录音系统云桌面 FusionAccess 管理	通过
	网管系统云桌面 FusionAccess 管理	通过
网络安全测试	注册密码复杂度要求	通过

分类	测试用例	是否通过
	闭锁机制	通过
	呼出字头控制	通过
	字头黑白名单	通过

4.7.5.2 线网测试

分类	测试用例	是否通过
云平台相关功能测试	软交换系统业务网元云化部署	通过
	虚拟机克隆	通过
	测试虚拟机关机	通过
	测试虚拟机重启	通过
	资源监控	通过
	计算节点 HA 测试	通过
	虚拟机迁移	通过
	云桌面 FusionAccess 管理	通过
	云调度台	通过
	云调度台切换	通过
灾备测试	系统主备中心数据同步及备份	通过
	系统主备中心容灾	通过
	冗余切换（多点备份）	通过
基本业务功能	拨号呼叫	通过
	快速呼叫	通过
	重拨	通过
	免提	通过
	分组功能	通过
	同组呼叫	通过
	同组状态显示	通过
	自动应答	通过
	选择应答	通过
	呼叫保持及恢复	通过
	呼叫排队	通过
	呼叫转接	通过
	呼叫转移	通过
	来电显示功能	通过
	通话状态显示	通过
	链路维护功能	通过
	历史通话记录	通过
	无应答转移	通过
	遇忙回叫	通过
	无应答回叫	通过
	统一外显号码	通过
	遇我会议	通过

分类	测试用例	是否通过
	一机多号	通过
	一号多终端	通过
	语音寻呼	通过
调度功能	一键直呼	通过
	同组	通过
	热线	通过
	强插	通过
	强拆	通过
	监听	通过
	固定会议	通过
	临时会议	通过
	会议控制	通过
	会议保密鉴权	通过
	会议协议	通过
	视频调度	通过
	并席	通过
	调度台配置管理	通过
	紧急呼叫	通过
	应急分机	通过
	夜服分机	通过
	驻留	通过
	标签页	通过
录音功能	网络查询	通过
	录音功能	通过
	检索回放功能	通过
统一通信功能	个人通讯录	通过
	企业通讯录	通过
	组群	通过
	主持人会议	通过
	自动退出	通过
	增删会议成员	通过
	桌面视频功能	通过
	邮件传真	通过
	话务台测试	通过
	语音邮箱	通过
网管功能	网管网络维护	通过
	网管告警	通过
云桌面测试	软交换系统云桌面 FusionAccess 管理	通过
	录音系统云桌面 FusionAccess 管理	通过
	网管系统云桌面 FusionAccess 管理	通过
网络安全测试	注册密码复杂度要求	通过

分类	测试用例	是否通过
	闭锁机制	通过
	呼出字头控制	通过
	字头黑白名单	通过

经过测试，公专电话系统部署在云平台上，云平台相关功能测试可正常运行，系统的基本业务功能、调度功能与录音功能均可正常运行。在云平台下的系统灾备、数据冗余、数据迁移、统一通信、云桌面功能、网络安全功能、系统性能等均满足公专电话系统需求。

附录 1 参与单位及主要技术人员名单

专业	参与单位	主要技术人员
建设单位	呼和浩特市城市轨道交通建设管理有限公司	刘楠
建设单位	呼和浩特市城市轨道交通建设管理有限公司	刘昊乐
建设单位	呼和浩特市城市轨道交通建设管理有限公司	胡晓伟
建设单位	呼和浩特市城市轨道交通建设管理有限公司	刘芽
设计单位	中国铁路设计集团有限公司	周建美
设计单位	中国铁路设计集团有限公司	卢静
设计单位	中国铁路设计集团有限公司	南迪
设计单位	中国铁路设计集团有限公司	黄楠楠
设计单位	中国铁路设计集团有限公司	邓欣辰
设计单位	中国铁路设计集团有限公司	王奕凯
设计单位	中铁第一勘察设计院集团有限公司	赵岩
设计单位	中铁第一勘察设计院集团有限公司	刘卫利
设计单位	中铁第一勘察设计院集团有限公司	刘皓凡
设计单位	中铁第一勘察设计院集团有限公司	郑涛
云平台	华为技术有限公司	孙伟
云平台	华为技术有限公司	蒋云鹏
云平台	华为技术有限公司	倪魁
云平台	华为技术有限公司	杜鹏
云平台	华为技术有限公司	刘新元
云平台	华为技术有限公司	汪佳
云平台	华为技术有限公司	施海建
云平台	华为技术有限公司	白雪峰
云平台	华为技术有限公司	张全明
信号 ATS 系统	交控科技股份有限公司	栾永帅
信号 ATS 系统	交控科技股份有限公司	周驰楠
信号 ATS 系统	交控科技股份有限公司	吕飞
信号 ATS 系统	交控科技股份有限公司	张强
信号 ATS 系统	交控科技股份有限公司	杜恒
信号 ATS 系统	交控科技股份有限公司	王力
信号 ATS 系统	卡斯柯信号有限公司	陈景柱
信号 ATS 系统	卡斯柯信号有限公司	宋诗超
信号 ATS 系统	卡斯柯信号有限公司	张辉
信号 ATS 系统	卡斯柯信号有限公司	周公建
信号 ATS 系统	浙江众合科技股份有限公司	陈梦捷
信号 ATS 系统	浙江众合科技股份有限公司	黄夏萍
信号 ATS 系统	浙江众合科技股份有限公司	邱乔平
信号 ATS 系统	通号城市轨道交通技术有限公司	刘羿
信号 ATS 系统	通号城市轨道交通技术有限公司	陈伟嘉

专业	参与单位	主要技术人员
信号 ATS 系统	上海自仪泰雷兹交通自动化系统有限公司	高翔
ISCS	北京和利时系统工程有限公司	宋小莉
ISCS	北京和利时系统工程有限公司	智艳利
ISCS	北京和利时系统工程有限公司	商民超
ISCS	同方股份有限公司	江开雄
ISCS	同方股份有限公司	邓旭平
ISCS	同方股份有限公司	王汉
ISCS	同方股份有限公司	王铮
ISCS	深圳达实智能股份有限公司	王明进
ISCS	深圳达实智能股份有限公司	宋志刚
ISCS	深圳达实智能股份有限公司	于越
ISCS	深圳达实智能股份有限公司	田晓乐
ISCS	深圳达实智能股份有限公司	黄雪尧
PIS	苏州华启智能科技有限公司	彭勇
PIS	苏州华启智能科技有限公司	戴利民
PIS	苏州华启智能科技有限公司	邢庆峰
PIS	北京冠华天视数码科技有限公司	陈晓光
PIS	北京冠华天视数码科技有限公司	徐玉龙
PIS	北京冠华天视数码科技有限公司	刘波
PIS	上海鸣啸信息科技发展有限公司	徐云龙
PIS	上海鸣啸信息科技发展有限公司	樊家明
PIS	上海鸣啸信息科技发展有限公司	李辉
PIS	北京经纬信息技术公司	汪晓臣
PIS	北京经纬信息技术公司	张胜阳
PIS	北京经纬信息技术公司	黄志威
PIS	北京经纬信息技术公司	孙同庆
CCTV	北京竞业达数码科技股份有限公司	曹伟
CCTV	北京竞业达数码科技股份有限公司	张继伟
CCTV	北京竞业达数码科技股份有限公司	冯建辉
CCTV	浙江宇视科技有限公司	张辉
CCTV	浙江宇视科技有限公司	李卫
CCTV	浙江宇视科技有限公司	苏鑫
CCTV	杭州海康威视数字技术股份有限公司	熊银梅
CCTV	杭州海康威视数字技术股份有限公司	吴俊
ACS	深圳达实信息技术有限公司	汪广
ACS	深圳达实信息技术有限公司	许耀宇
ACS	深圳达实信息技术有限公司	陈国琦
ACS	安朗杰安防技术（中国）有限公司	张鹏
ACS	安朗杰安防技术（中国）有限公司	谭子毅
ACS	深圳市爱克信智能股份有限公司	张宏
ACS	深圳市爱克信智能股份有限公司	胡艳华
ACS	深圳市爱克信智能股份有限公司	冯毅

专业	参与单位	主要技术人员
ACS	北京竞业达数字系统科技有限公司	邱海松
AFC	中国软件与技术服务股份有限公司	于志胜
AFC	北京京投亿雅捷交通科技有限公司	安帮民
AFC	北京京投亿雅捷交通科技有限公司	潘喜林
AFC	北京京投亿雅捷交通科技有限公司	余家虎
AFC	上海华铭智能终端设备股份有限公司有限公司	王国清
AFC	上海华铭智能终端设备股份有限公司有限公司	林钰
AFC	浙江浙大网新众合轨道交通工程有限公司	林琼
AFC	浙江浙大网新众合轨道交通工程有限公司	刘苗苗
AFC	上海华虹计通智能系统股份有限公司	沈伟龙
AFC	上海华虹计通智能系统股份有限公司	胡志
AFC	上海华虹计通智能系统股份有限公司	王子文
AFC	方正国际软件（北京）有限公司	刘云江
AFC	方正国际软件（北京）有限公司	王波
AFC	方正国际软件（北京）有限公司	李超
AFC	方正国际软件（北京）有限公司	郭智敏
AFC	方正国际软件（北京）有限公司	代云帅
公专电话	昆明塔迪兰电信设备有限公司	刘伟
公专电话	昆明塔迪兰电信设备有限公司	蔡树培
公专电话	昆明塔迪兰电信设备有限公司	洪毅
公专电话	昆明塔迪兰电信设备有限公司	缪杰
公专电话	昆明塔迪兰电信设备有限公司	吕彦璋
公专电话	河北远东通信系统工程有限公司	张伟
公专电话	河北远东通信系统工程有限公司	吕航
公专电话	河北远东通信系统工程有限公司	刘志豪
公专电话	河北远东通信系统工程有限公司	姚君红
公专电话	河北远东通信系统工程有限公司	安进朝
公专电话	北京佳讯飞鸿电气股份有限公司	殷权宏