

城市轨道交通通信系统多媒体融合调度的研究与应用

一、背景与挑战

城轨交通行业通信系统中公务电话、专用电话、专用无线、视频监控、广播等子系统与运营指挥调度生产工作密切相关。当前各子系统独立建设，系统缺少融合，信息无法高效共享。调度员或车站值班员需要操作多种不同的调度终端才能完成各项调度任务，不仅增加了操作的复杂性，还降低了运营调度效率。同时，多个独立系统的建设和维护需要更多的成本，设备安装也占用较多空间，不符合城轨运营调度集约化、智能化的发展需求。

二、解决方案与创新点

多媒体融合调度系统全面遵循 NGN 网络技术架构，结合有线通信、无线通信、视频通信、数据通信等相关技术，为用户提供语音、视频、数据等多媒体调度业务的一体化解决方案。

多媒体融合调度系统采用分布式架构，可以为基于不同技术体系、通信制式的设备和系统提供无缝的互操作性，其基本设计原理是创建一个具备弹性伸缩、接口标准、业务开放等特点的分布式系统，该系统独立于特定的底层硬件和软件，并能够很好地处理各种业务所需要的同步通信协议。

多媒体融合调度系统与公务电话、专用电话、专用无线、视频监控、广播五个子系统进行对接，实现语音调度、视频调度、广播调度等多系统业务融合，构建上下联动、横向呼应、高效运行的一体化指挥体系，为用户指挥调度提供技术支撑，同时能够让多个用户在不同地点，同时进行可视化的多层次指挥调度。

在调度指挥中心、车站/车辆段车控室部署融合调度台，作为调度员、车站值班员的唯一调度操作设备，完成公务电话、专用电话、专用无线、视频监控、广播五个子系统的调度操作功能。

（一）系统架构

系统分为平台和终端两部分，平台提供各类系统能力的接入和汇聚功能，终端实现各种功能的呈现与交互。

1. 平台架构

多媒体融合调度平台对上提供丰富的标准接口与各部门通信业务应用系统对接，对下连接各类系统，实现多渠道信息的接入并有效融合指挥调度业务，总体架构图如下所示。

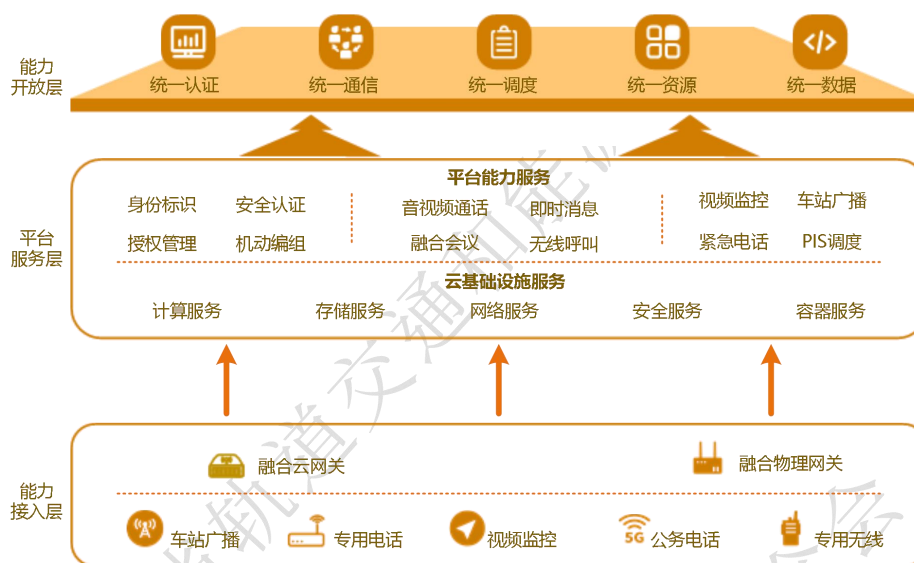


图 1 多媒体融合调度平台架构

能力开放层主要为上层应用（融合调度台、融合 APP、第三方业务系统等）提供统一的通信服务接口，接口定义简单，使用方便。

平台服务层包括系统的核心服务。通过多媒体融合调度平台服务器，为多媒体融合调度系统提供资源纳管、音视频融合、数据融合等支撑。

接入层主要实现多媒体融合调度系统与其他通信系统接入功能，通过部署不同类型的接入网关，实现各类通信系统的接入。接入层整合的不同体制通信系统，主要有公务电话、专用电话、专用无线、视频监控、广播五个通信子系统，可根据用户需要增加或减少接入的子系统，比如公务电话系统也可完成接入。

2. 终端架构

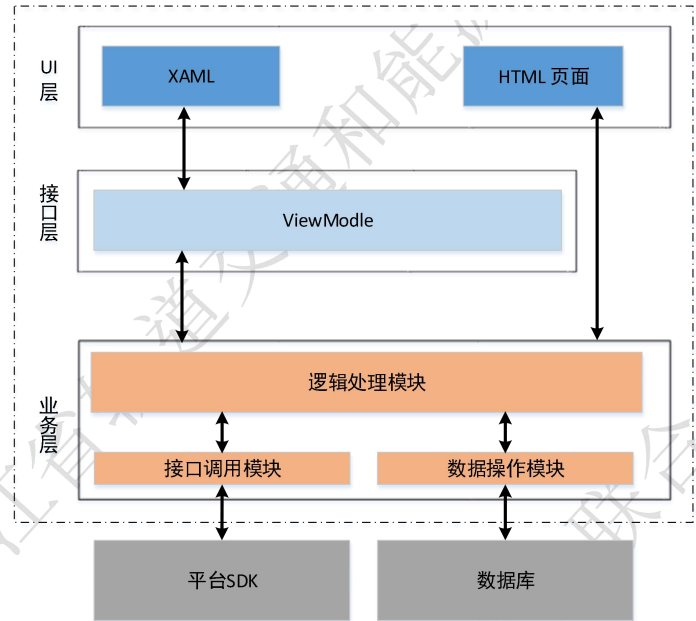


图 2 多媒体融合调度终端架构

UI 层主要负责业务数据呈现、用户的操作交互、用户提示、数据格式校验等功能，并且提供如：通用列表、标签页、导航条、分割容器、树、自动完成功能的下拉列表、弹出窗口、下拉列表数等丰富的界面构件。接口层为 UI 层提供数据支撑。

UI 层和接口层采用 WPF 的 MVVM 方式，它的核心是 MVVM 中的 VM，也就是 ViewModel。ViewModel 负责连接 View 和 Model，保证视图和数据的一致性。使得展现逻辑和控制逻辑以及业务逻辑完全分离，从而降低了 UI 层和业务逻辑层之间的耦合度。当数据发生变化时，WPF 会自动发出通知去更新 UI。

业务逻辑层对数据进行验证并处理界面和业务逻辑。分

为逻辑处理模块、接口调用模块、数据库操作模块。逻辑处理模块：根据前端请求处理逻辑业务。此模块包括各个业务模块。接口调用模块：用于处理和 SDK 之间的接口，包括数据的解析和组装以及调用。数据操作模块：用于对数据的增删改查操作。

(二) 系统拓扑

多媒体融合调度系统拓扑图如下所示。

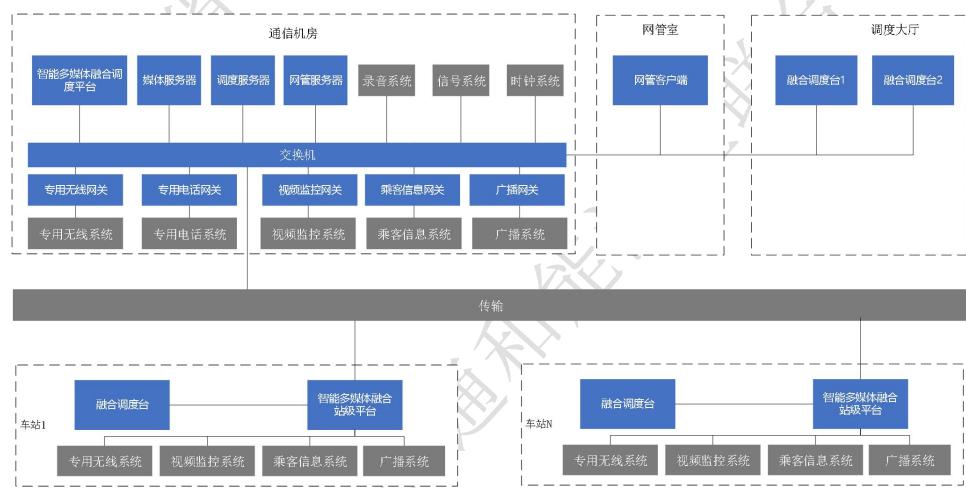


图 3 多媒体融合调度系统拓扑

在调度指挥中心部署多媒体融合调度平台服务器，媒体服务器、网关设备与公务电话、专用电话、专用无线、视频监控、广播五个子系统进行对接，通过系统接口实现对各通信子系统功能的调用。同时与录音系统对接，实现对融合调度台参与的所有音视频呼叫的录音功能。

在调度指挥中心部署部署调度服务器，负责与信号系统、时钟系统对接，实现列车位置信息交互和时间同步；与多媒体融合调度平台服务器，媒体服务器共同为融合调度台提供后台服务支持，实现对各通信子系统业务的同一调度指挥。

在调度指挥中心、车站/车辆段车控室部署融合调度台，作为调度员、车站值班员的唯一调度操作设备，完成公务电话、专用电话、专用无线、视频监控、广播五个子系统的调度操作功能。

（三）创新点

多媒体融合调度系统以资源整合、集约建设、稳步推进为原则，以多业务统一接入、智能联动、集中管控为目标，实现公务电话、专用电话、专用无线、视频监控、广播等多种异构系统的接入，实现多种系统的互联互通，满足统一调度指挥需求，使得调度员或车站值班员操作一种调度终端即可实现多种系统的功能，集电话调度、集群调度、视频监控、广播等功能于一体。打破了传统系统壁垒，促进了不同系统的联动和信息共享，提高了运营调度效率，降低了建设成本维护成本，节约了安装空间，推动了城轨运营调度集约化发展进程，切实实现了城轨运营降本增效的要求。

1. 高可靠性研发平台

系统采用电信级交换平台，BHCA 达 132 万，支持系统冗余，系统内部网络采用双星型网络拓扑结构，支持网络冗余，系统具备机架管理功能，支持板卡自检，故障检测、故障定位，风扇转速检测。

2. 支持云部署方案

平台采用标准云架构（IaaS、PaaS、SaaS）的分层设计原则，提供基础设施、交换平台、行业应用等不同业务服务，

各层之间通过开放的主流标准接口技术向上层提供服务，并通过应用适配接口来转换不同的应用请求。

3. 接入方式灵活

通过部署不同类型的网关，实现不同种类信号的接入，可以部署的网关包括：音频接入网关、数字中继网关、综合接入设备、集群接入网关、视频监控平台接入网关、视频会议接入网关、视频信号接入网关、电台接入网关等。

4. 统一编码，相互融合

支持将不同的音视频资源统一编码，能够实现各种不同类型音视频资源相互共享。

5. 强大的音视频处理能力

系统支持 G. 711A、G. 711U、G. 729、G. 723、G. 726_32、G. 722、AMR、H264、H265、VP8、VP9 等多种音视频编解码能力。

6. 国产化、自主可控

平台支持国产化，兼容飞腾、鲲鹏服务器与麒麟操作系统。所有的服务及应用均具有完全的自主可控能力。

三、成果与效益

杭州地铁运营有限公司联合河北远东通信系统工程有限公司，在杭州地铁 3 号线汤家村站试用多媒体融合调度系统，以资源整合、集约建设、稳步推进为原则，实现了多种异构通信系统的互联互通和统一调度指挥，有效解决了传统调度模式的痛点。

多媒体融合调度系统的部署减少了调度区域约 80%的操作终端数量，调度区域空间节省约 4 平方米/站。在成本节约方面，对比融合通信改造前可节省公务电话、专用电话、专用无线、视频监控、广播等系约 8 万元/站（以杭州地铁 3 号线车站为例，可节省约 312 万元），终端维护成本降低 60%，备件库存减少 50%。

同时，多媒体融合调度使得各系统之间的信息传递更加迅速和准确，指挥人员可以更快速地做出决策，从而缩短应急响应时间，相比传统调度系统可缩短时间约 20%。



图 4 多媒体融合调度操作界面

四、可复制性与展望

多媒体融合调度系统打破了传统系统的壁垒，实现了多系统的融合联动，为城市轨道交通运营调度提供了高效、便捷的解决方案，提升了行业整体运营效率和服务质量，在轨道交通行业技术上达到省内领先水平，起到了省内首台套领

先作用。

（一）可复制性

技术通用性：系统支持新线建设与既有线改造，适配不同品牌子系统。

实施灵活性：可按“单站试点 - 线路推广 - 线网整合”逐步推进，降低改造风险，适合不同规模城市轨道交通网络。

标准兼容性：遵循 GB/T28181、SIP 等国标与行业规范，便于与其他系统对接。

（二）未来展望

技术融合：引入 AI 视频分析（如客流预测、异常行为识别）、5G 专网（低时延传输）、数字孪生（虚实映射调度），提升智能化水平。

应用拓展：从运营调度向乘客服务延伸，实现 APP 一键求助、个性化信息推送等功能。

行业辐射：推广至铁路、机场、城市应急等领域，构建跨场景融合通信生态。如东台市 2001 工程信息化项目、河北省应急通信保障能力提升工程等，为不同行业的指挥调度提供了有益借鉴。

目前，该系统已获得融合通信媒体软件著作权、融合通信业务软件著作权，发表多篇关于融合调度系统论文。荣获河北省高新技术企业协会科学技术奖“一等奖”，并被认定

为国际先进水平的省级科学“技术成果”。这些技术成果为多媒体融合调度系统在轨道交通领域的研发与应用提供了坚实的驱动力，并持续为城市轨道交通的高效运营和智能化发展提供有力支持。

五、项目团队

负责人	姓 名	张柯军		专 业	通信工程	
	出生年月	1983 年 11 月		联系电话	15068118384	
	职务职称	通号公司副总经理/高级工程师		学历学位	硕士	
	工作单位	杭州地铁运营有限公司		Email	zhangkejun@hzm metro. com	
	项目分工	课题负责人				
成员 2	姓 名	许 晶		专 业	工业自动化	
	出生年月	1977 年 9 月		联系电话	13857104606	
	职务职称	通号公司总经理/高级工程师		学历学位	本科/学士	
	工作单位	杭州地铁运营有限公司		项目分工	技术负责人	
成员 3	项目分工	屠李忠		专 业	电子信息工程	
	姓 名	1985 年 3 月		联系电话	13989470333	
	出生年月	通号公司部长/中级工程师		学历学位	--	
	职务职称	杭州地铁运营有限公司		项目分工	组织方案策划	
其他成员	姓 名	出生年月	职务职称	专 业	工作单位	项目分工
	孔金文	1988 年 11 月	中级工程师	交通运输	杭州地铁运营有限公司	项目实施
	刘乐忠	1986 年 9 月	高级工程师	通信工程	杭州地铁运营有限公司	项目实施
	任 波	1988 年 7 月	中级工程师	网络技术	杭州地铁运营有限公司	项目实施
	王佳达	1986 年 11 月	中级工程师	网络工程	杭州地铁运营有限公司	项目执行
	黄 斐	1992 年 8 月	中级工程师	工程管理	杭州地铁运营有限公司	项目执行

	裴小平	1987 年 7 月	助理工程师	通信专业	杭州地铁运营有限公司	项目执行
	何琳涛	1986 年 9 月	中级工程师	计算机科学与技术	杭州地铁运营有限公司	项目执行
	张理想	1981 年 5 月	中级工程师	通信工程	杭州地铁运营有限公司	项目实施
	颜文学	1982 年 11 月	高级工程师	电子信息工程	河北远东通信系统工程有限公司	项目执行
	张继永	1983 年 8 月	高级工程师	通信工程	河北远东通信系统工程有限公司	项目执行
	高志勇	1994 年 2 月	工程师	电子工程专业	河北远东通信系统工程有限公司	项目执行
	李静武	1991 年 3 月	工程师	电子工程专业	河北远东通信系统工程有限公司	项目执行

主办单位: 杭州地铁运营有限公司 钱家辉 15158133013

协作单位: 河北远东通信系统工程有限公司 颜文学
17736925739