

中兴通讯股份有限公司

江苏中车数字科技有限公司

中国移动通信集团江苏有限公司南京分公司

5G 云 XR 多人协同在列车制造运营领域的应 用

引言

中兴通讯是全球领先的综合通信解决方案提供商，为全球 160 多个国家和地区的电信运营商和行业客户提供创新技术与产品解决方案。基于在 5G、云 XR 等领域的深入理解和丰富实践，中兴通讯推出了 5G 云 XR 创新平台产品 ZTE XRExplore。

江苏中车数字科技有限公司是中国中车旗下子公司，专业为企业提供一流智能制造全面解决方案的企业。公司拥有完善的创新和研发机制，以联接，数字，智能，效率，质量，柔性的经营理念，通过“平台+产品+服务”模式，构建了“中车工业数字平台”以及“智能物流、智能制造、智能运营”等三大解决方案阵营。公司致力于为国内外制造企业转型升级提供全面的技术支撑、业务咨询以及一站式，精益化，智能化，平台化服务。助力企业提高资产运营效率，推动生产力不断提升，驱动企业持续改进。

中国移动通信集团江苏有限公司南京分公司，下辖江宁、浦口、六合、溧水、高淳县（区）分公司，被评为“江苏省企业信息化建设示范企业”。

一、项目概况

1. 项目背景

5G 时代，网速限制将被彻底解除，用户可随时随地观看视频，VR、AR 等

XR 业务将走出科技馆，走向真实的行业 and 用户，借助沉浸式科技，用户将拥有看待世界的全新视角，看见原本看不见的，看懂原本看不懂的，做到原本不能做的。

5G 网络使得接触资源的速度加快，帮助用户高效选择出适合的资源。借助 5G 大带宽与低延时的能力，将 XR 内容云化，可以提供更加高效便捷内容分发能力。

在 5G 网络的支撑下，用户不能身处何地，都可通过网络即时获取到所需的 XR 内容资源。5G 网络的成熟，将使不同行业和类型的用户更加便捷地开展部署 XR 业务，并将促进多形态 XR 业务与内容不断丰富。

2. 项目简介

ZTE XRExplore 创新平台基于端边云架构，提供边缘识别、边缘渲染和推流，降低对终端性能要求和终端功耗，可大大提升业务质量和体验；平台提供丰富的 3D 内容展示、云 VR 沉浸式业务和 AR 增强现实业务，可应用于多人协作设计、培训、远程指导等多种场景。

江苏中车结合 ZTE XRExplore 平台在两个场景提出了具体的应用需求

1. 数字孪生场景

江苏中车面向客户进行机车产品和核心部件的市场推广和技术讨论时，大部分环节只有二维图纸和碎片化的文字介绍，无法直观，生动和快速体现机车和核心部件的价值所在，生产数据和实际运营数据脱节，无法数字化展现和打通媒介，亟需 XR 解决方案。

2. 故障检修场景

面对复杂的机车故障检修时，往往需要江苏中车技术人员，现场维修人员，机车管理人员等多角色现场参与定位和解决，需要耗费大量的人力，物力，财力以及时间成本，亟需远程解决方案。

3. 项目目标

1. 针对产品展示场景，结合 ZTE XRExplore 创新平台，存储海量数字模型，随时随地，使用多终端以数字孪生方式展现全量机车产品和核心部件的生产制造全生命周期数据，联通 PHM 系统检测实时回传数据，通过检测数据与生产数据对比分析，提供机车改造优化的效率。

2. 应对故障检修场景，结合数字孪生功能和远程专家指导功能，使能参与故障解决的多方人员可以随时随地，使用多终端方式异地同时组会讨论，协商解决方案，实现实时 AR 远程指导，完成故障定位和检修，提高故障解决效率，节省人力，物力，财力和时间成本。

二、项目实施概况

1. 项目总体架构和主要内容

基于在 5G、XR 技术等方面的雄厚积累，中兴通讯推出了以 PAD/手机/VR 和 AR 眼镜客户端、边缘云 XR 渲染平台和中心云管理平台为主体的三级系统架构设计。系统具备故障弱化能力，在中心管理平台不可用的情况下，保证现有的边缘服务不中断。系统利用边缘云 XR 渲染平台计算能力，释放终端压力，保证 XR 顺畅运行，改善体验。

ZTE XRExplore 产品采用了端、边、云的系统设计架构，在部署时可以灵活的端、边、云分离部署，也可以合设部署。

系统架构如下：



图 1 系统架构

中心管理平台可以部署在云端（公有云或私有云），也可以部署在边缘侧。中心管理平台提供了中心门户、用户管理、内容管理、业务管理、智能运维、智能运营等功能模块；

边缘-云渲染平台采用分层架构，底层是 GPU 服务器和网络设备，通过边缘云平台为云渲染平台提供弹性计算服务、GPU 虚拟化服务、存储服务和虚拟网络服务。中间是云 XR 能力层，提供了云 XR 渲染、云 XR 推流、工作流编排、会控及媒体处理、视频流分发等能力组件。上层是面向各行业的云 XR 应用服务层，提供了门户、会议 AS、数据服务、应用服务和接口机等功能模块；

终端包括 XR 眼镜及显示屏等。XR 眼镜客户端包括 Master 角色和 Slave 角色，Master 角色的 XR 眼镜可以操控模型，Slave 角色的 XR 眼镜只能接收推流的视频。当 XR 眼镜客户端为 Master 角色时，眼镜客户端为主控客户端，其观看的 3D 模型经过云渲染后的视频流第一视角实时通过云渲染平台的云 XR 内容分发模块分发给 Slave 类型客户端进行同步观看。云 XR 推流模块分发给所有 Slave 角色客户端。

结合江苏中车的数字孪生和故障检修场景，ZTE 基于云 XR 的能力中台，研发了云 XR 协作应用，既能满足海量数字孪生模型的场景打通生产数据和检测数据，又能实现多方异地协同以 XR 方式解决复杂故障的场景。

2. 网络架构

中兴通讯 XRExplore 产品借助于公司在其它视频类产品（如：IPTV/ OTT/ CDN、视频会议和安防等视频产品）可靠性方面的深厚积累（如在双机部署、异地容灾、N+1 备份、产品安全方面等有成熟的部署经验），在产品化规模部署和安全性方面具有显著优势。

下图为中兴通讯 XRExplore 产品的部署架构图。

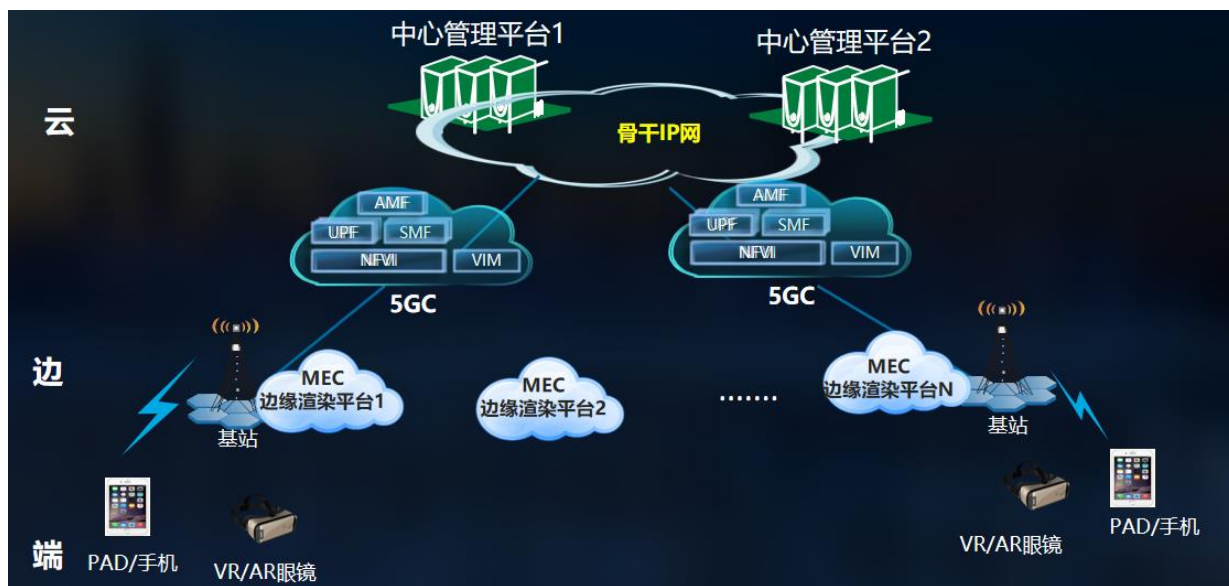


图2 产品部署网络架构图

结合江苏中车场景，具体部署情况如下：

端侧支持各类异构终端，通过无线网络灵活接入系统。边侧基于私有云部署，存储海量三维模型数据并提供可视化算力支持，以数字孪生方式展现机车产品和核心部件的生产制造全生命周期数据，支持拖拉、旋转、标记、涂色等多人操作。中心管理平台进行用户管理、内容管理、应用管理，为智能运维提供支持。

3. 具体应用场景和应用模式

针对产品展示场景，结合 ZTE XRExplore 创新平台，存储海量数字模型，随时随地，使用多终端以数字孪生方式展现全量机车产品和核心部件的生产制造全生命周期数据，通过检测数据与生产数据对比分析，提供机车改造优化的效率。

1) 5G+XR 数字孪生系统，产品质量分析会多人同场景沉浸式协作。

主要功能和业务：

- 多人协同，提高多部门跨地域会议效率；
- 生产制造全生命周期数据管理；
- PHM（预测与健康）系统数据结合分析；
- 检测数据与生产数据对比分析。



图 3 多人协作

2) XRExplore 平台在工业领域远程指导的应用

应对故障检修场景，结合数字孪生功能和远程专家指导功能，使能参与故障解决的多方人员可以随时随地，使用多终端方式异地同时组会讨论，协商解决方案，实现实时 AR 远程指导，完成故障定位和检修，提高故障解决效率，节省人力，物力，财力和时间成本。

XRExplore 平台结合 5G 与边缘计算功能后，可以充分发挥大带宽低时延特性，实时传输远程高清视频。现场人员佩戴 AR 眼镜后，可以实时回传现场结合 AR 信息的高清视频，后方专家端可以对回传信息进行冻屏、标注并结合语音信息流完成对现场的实时指导，指导效果如身临其境，大大提升了工业领域运维、装配等工作的工作效率。

三、下一步实施计划

当前阶段主要完成多人协同应用在列车产品质量分析方面的落地，后续将重点推动多人协同应用场景在列车市场推广、售后维护等环节的落地应用。

四、项目创新点和实施效果

1. 项目先进性及创新点

1) 端、边、云架构：基于在 5G 技术方面的雄厚积累，推出了以 VR 和 AR 眼镜客户端、边缘云 XR 渲染平台和中心云管理平台为主体的三级系统架构

设计。系统具备故障弱化能力，在中心管理平台不可用的情况下，保证现有的虚拟课堂服务不中断。无需接入头盔线缆连接，利用边缘云 XR 渲染平台计算能力，释放终端压力，保证 XR 顺畅运行改善体验。

2) 良好的终端兼容性：与核心芯片厂家包括高通，三星，Intel，瑞芯微，全志，炬力等深度合作，支持上百家 VR/AR 设备厂家，同时可以通过提供 SDK 接入其它未验证对接过的 VR 和 AR 终端。边端渲染与系统底层深度优化，与边端渲染配合终端 APP 都是基于 OpenGL 编程，效率高，功耗低，使用稳定。

3) 良好的应用兼容性：既支持 SteamVR、HTC 平台 VR 应用，也支持基于自有 SDK 开发的 VR 应用，并同时支持 AR 应用。

4) 完善的云平台管理：中心云提供学校管理，用户管理，产品管理，终端管理，内容管理等功能。边缘云提供虚拟课堂教学资源动态管理、终端统一接入和状态管理等功能。具有丰富的电信级 BOSS 系统对接运营经验。

5) 云 XR 渲染：云渲染平台支持虚拟化部署，物理资源由虚拟化平台进行动态调度和统一管理。支持一路虚机多路渲染，满足大规模并发和物理资源的充分利用。多种关键技术保障效果稳定，低时延体验。包括 STP 姿态预测，DTR 异步时间扭曲和 SLAM 技术等。

6) 云 XR 识别：云 XR 平台支持内容边端识别，在现实场景下叠加 3D 模型或者视频进行虚实融合。满足 AR 景点秀、博物馆文物识别等识别类应用的需求。

7) 云编辑和编排：支持中心云和边缘云 XR 内容的在线编辑、离线编辑和内容场景化编排，极大地增强了教学互动体验。

8) 支持音视频一体化会议：老师和学生可通过内置会议系统进行教学讨论和课堂互动，解决了佩戴头盔对环境声音不敏感的问题。

9) 灵活的教学培训模式：实现了同时支持云 VR 和云 AR 的一人互动操作 3D 模型多人观看，多人独立操作 3D 模型，多人协作针对同一 3D 模型的操作。即完美契合了集中教学的教师给学生上课演示的典型场景，也满足了独立操作及多人协作的灵活教学培训场景。

10) 丰富的内容资源：中兴通讯联合数十家业内领先的 XR 内容提供商提

供数千个优质的 XR 内容，支持 34 种 3D 模型格式（OBJ，FBX 等），视频，动画和图片等各种内容类型。

2. 实施效果

本项目阶段性成果

1) 在 2019 年 10 月 17 日举行的世界智能制造大会上，江苏中车数字科技有限公司联合中兴通讯展示数字孪生技术在机车核心部件上的应用。



2) XR 应用场景：

实现产品质量分析多人协同评审和工业现场巡检指导的应用。

3) 5G 云 XR 与传统对比方案对比：

- ✓ 5G 大带宽低时延，确保视频质量和视频交互的上传和分发时延。
- ✓ 云 XR 边缘渲染平台，实现计算上移，可满足满足模型的渲染和呈现，降低对终端能力的要求。
- ✓ 不同地域、不同专业多人协同分析评审，提升工作效率。
- ✓ 5G+云 XR 打通了 PHM 等平台和人机可视化交互之间的数据通道。