

# 基于超高速移动通信技术的城市轨道交通应用

陈志雄

武汉地铁集团有限公司 湖北武汉 430070

**摘要:**城市轨道交通是一个复杂的系统,其涵盖诸多专业、技术以及部门岗位,既相对独立又相互联系,若部门之间无法及时沟通,很可能导致城市轨道交通延误、停运甚至瘫痪问题。为了拉近各部门之间的密切关联,可将超高速移动通信技术(Enhanced Ultra High Throughput,英文缩写EUHT)应用其中,利用技术优势强化通信效果。本文以该技术的概述意义为基础,剖析超高速移动通信技术结构,提出超高速移动通信技术在城市轨道交通中的具体应用,以供参考。

**关键词:**超高速移动通信技术;城市轨道交通;具体应用

## Application of urban rail transit based on ultra-high speed mobile communication technology

Zhixiong Chen

Wuhan Metro Group Co., Ltd., Wuhan 430070, Hubei

**Abstract:** Urban rail transit is a complex system encompassing multiple professions, technologies, and departmental roles. These aspects are both relatively independent and interconnected. Without timely communication between departments, there is a significant risk of urban rail transit delays, service suspensions, and even system breakdowns. This paper aims to strengthen the close relationships between various departments. To achieve this, Enhanced Ultra High Throughput (EUHT) mobile communication technology can be employed to enhance communication effectiveness. Based on an overview of this technology, the paper dissects the structure of EUHT technology and proposes specific applications of EUHT in urban rail transit for reference.

**Keywords:** Ultra-high speed mobile communication technology; Urban rail transit; Specific application

### 前言:

为了减轻城市交通负担,众多城市已经将交通建设重心从地上转移至地下,这种交通方式可以有效缓解近年来用地紧缺和交通压力等问题。而超高速移动通信技术作为一种新型技术,随着科技进步已成为世界上首个由我国自主研发的超高速无线通信系统,能够为城市生活提供更多便利,为地区发展、交通建设、土地资源利用提供有效帮助。

### 一、超高速移动通信技术概述及意义

#### 1. 概述

EUHT(Enhanced Ultra High Throughput)超高速移动通信技术是一种先进的超高速无线通信系统,旨在满足高稳定性、低时延和高移动性的要求<sup>[1]</sup>。相关的基站、SOC终端芯片、产品和系统已经过测试,广泛应用于高

铁、城轨、农村家庭宽带等领域。这一技术特点主要表现在以下几个方面:

- (1) 覆盖6GHz以下频段,可扩展至毫米波范围;
- (2) 覆盖600-800MHz宽带U波段和3.4-3.6GHz 5G待机范围,未来可能覆盖毫米波频段;
- (3) 超高峰值吞吐量,峰值吞吐量3.48Gbps;
- (4) 超高速,行驶速度可达500km/h;
- (5) 超低延迟,间隙延迟小于1毫秒,终端双向延迟小于10毫秒。

#### 2. 意义

该技术在轨道交通中的应用意义如下:

- (1) 提高稳定性,超高速移动通信站可利用基站覆盖无线网络,隧道内一个基站的覆盖范围可达1.2公里。此外,基站组网的原理非常灵活,不仅可以

行速度安排基站布局，还可以增加或减少基站网络的重叠长度，确保在高速工作环境下的顺利切换。

(2) 提高传输能力，该技术利用基站布局将社区划分为若干个小区域，极大地提高频率空间的复用，提高数据传输能力。结合LTE技术的应用，第四代超高速移动通信技术为高达100Mbit/s的无线宽带奠定技术基础。

(3) 降低网络成本，超高速移动通信包括多种业务，不仅包括基本的语音业务，还包括大量相关数据、音频、视频和图像的高速传输。因此，它可以完全替代Tetra集群通信和WLAN网络，从而实现语音规划，保证CBTC系统的运行和无线专网不间断运行，强大的网络功能不仅避免创建单独的网络，还降低连接成本。

## 二、超高速移动通信技术基础

### 1. 数据传输

超高速移动通信技术在城市轨道交通中的应用需要建立数据传输系统，利用超高速移动通信技术建立多级或点对点的传输通道，将多个传输通道整合起来建立轨道间通信，可以充分发挥超高速移动通信技术在城市轨道交通中的作用<sup>[2]</sup>。此外，根据控制中心获得的ATS (Automatic Train Supervision) 指令，分析每列列车的运行状态，自动复现每列列车的到站信息，可以更好地了解列车的运行信息。

### 2. 通信接口

通信传输系统作为轨道运输的重要组成部分，必须满足两个基本要求：一是充分把握通信发展方向，保障轨道运输安全，通信接口的设计直接影响通信传输系统的运行和轨道车辆的安全，因此，必须不断更新和进一步处理通信技术，以确保城市轨道交通的良好运营。二是数据传输系统的最佳选择是比较成熟的IP Over SDH (Internet Protocol Over Synchronous Digital Hierarchy)，就是将以太网信号封装在SDH线路中的一种传输制式，该系统具有稳定可靠、通信灵活、适用性强等优点，但SDH在多点 and 一点之间的信息传输方面仍然不尽如人意，为了弥补差的传输系统，技术人员可以使用IP技术，利用IP技术有效地消除这种缺陷，将这两种技术结合起来可以实现技术互补，目前，IP Over SDH技术已逐渐成为城市轨道交通通信系统的首选技术方案，特别是SDH传输技术中SDH传输网的核心网元，通过光纤、卫星信号或微波同步接收和传输信息的网元，网络块的主要功能是接收、传输和交换信息，通过各个网络块组成传输网络，达到信息传输的目的。

SDH通信技术能够有效满足城市轨道交通网络科学管理的要求，还可实现网络动态维护、业务运行实时监

控等功能。可见，只有真正保证城轨互联互通水平，采用先进的通信技术和通信网络，才能使通信网传输系统成倍增加，更好地服务城轨运营，更好地服务于城市居民的生产生活。在SDH技术的实际应用中，可以用来同时传输多个业务数据。通过网络和链路的使用，可以保证信息的及时传输，从每个车站或停车场到另一个车站或控制中心，或从控制中心到每个车站或停车场。

## 三、超高速移动通信技术在城市轨道交通中的具体应用

### 1. EUHT 车站设施

在每个站都配备EDU，保证EDU与中心的双向数据传输，主要控制站辖内EDU的接入<sup>[3]</sup>，同时向中心汇报各站设备的状态，接受中心的指示(如图1)。同时，对该站所辖的所有EBU进行诊断、维护和升级，并将结果提交给中心设施。每个站都有一个固定站、一个移动站和一个便携站，还有专用的ECU和ERU通信系统空间。车站的每个大厅、出入口、列车控制室及其机械层均由天花板天线覆盖。EDU站点负责访问站点区域内的EBU，并将站点内的信息上传到中央网络管理服务器。EUHT系统在站点上安装两个EDU，一个连接到黄色网络，另一个连接至蓝色网络。EDU站和EBU间隔设备的结合形成了一个星形网络，完成了沿线EBU设备与EUHT中心之间的连接。此外，ECU站是EUHT的集中数据处理单元，实现基带非实时处理、无线电资源管理、本地和远程操作、ERU运行状态监控、告警数据加载等功能。ECU设施通过两条主光纤线路连接到EDU设施，可以连接到四个ERU，最终的工作范围取决于设计文件和现场施工结果。

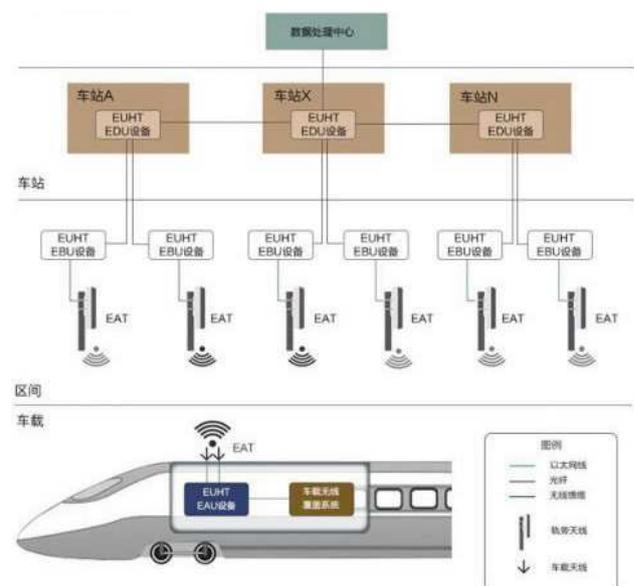


图1 EUHT架构图

## 2.EUHT应用环境

轨道车辆与地面之间的无线通信作为确保安全运营的重要组成部分,具有以下生产服务:基于通信的列车运行管理系统,实现车辆的安全运营管理功能;列车运行监控系统,确保关键设备系统在运行期间的安全运行;一种集成视频监控系統,用于实时下载车辆中的视频图像;旅客信息系统,用于在网络异常时提醒旅客和发布业务服务信息。要满足上述众多业务,以往的LTE-M地铁地面无线电通信系统使用1.8GHz频段和10Mbit/s带宽,经测试,上下行数据吞吐量在2-8Mbps左右。根据需求分析,要综合支持列车运行控制、列车运行状态监控、视频监控运行、旅客信息系统运行等,平均需要吞吐量约40-70Mbps。在最小单体网络运营条件下,5Mbit/s的LTE-M通信速率无法满足不同运营复杂的带宽需求。EUHT技术实施后,可以提高数据量和数据传输速度,实现大数据文件的实时传输,此外,车载视频实时传输至控制中心,使EUHT技术能够在现有带宽内提供更快的通信速度。在满足综合带宽应用需求的同时,逐渐转向可视语音通信、大数据传输和超高清视频流。

## 3.EUHT承载业务

为了保证车辆地面信息传输的连续性,通信系统的场强必须通过连续覆盖来保证。其无线覆盖包括直通线、出入口、出入段线、区间/咽喉区、区间/车库区,可满足时速高达100公里的列车数据传输需求。信号传输通道采用独立的物理通信通道。EUHT具有网管功能,系统拥有优秀的网管工具。它的控制中心可以及时监控系统中各个对象的运行和故障,以及无线资源、硬件资源和业务应用的性能,为相关业务提供带宽以满足业务需求。带宽分配如下:

CBTC列车管理服务, CBTC信息传输仍在继续,基于单列车的传输能力,上行和下行均要求512Kbit/s。

宽带集群服务, 集群调度语音服务带宽为512Kbit/s,用于上行链路和下行链路,确保10个并行语音呼叫。集群调度视频服务的带宽至少为4-6Mbit/s。

列车视频监控服务, 通常情况下, 每辆列车需要以4Mbit/s的传输速度使用H.264编码将40张图像上传到控制中心。

培训PIS视频服务, 车载多媒体信息包括实时多媒体信息和实时多媒体信息, 列车带宽至少为8Mbit/s。

联系网络发现系统运行, 车辆地面数据传输速度至少为1Mbit/s。

综合运维任务, 特别是视频采集、远程故障分析和图像搜索的传输速度为8Mbit/s。

为旅客提供招募和帮助服务, 旅客紧急信息必须按照单条2Mbit/s上行链路的容量要求及时传输。

## 4.EUHT天线矩阵

基于多用户波束成形原理, 大型天线阵列在空间上是隔离的, 并在同一频率资源上同时发射数十个信号<sup>[4]</sup>。通过充分利用空间资源, 可以更好地利用宝贵稀缺的带宽资源, 将网络带宽提升数十倍。超高速移动通信技术的优势可以有效地应用于大型天线阵, 其特性为不同用户提供合适的服务提供资源, 利用这一优势, 使通信数据传输更加安全可靠。超高速移动通信技术的应用将使他们能够在未来的城轨通信中使用大量的设备。

超高速移动通信技术应用于大型天线阵列。根据信号的相干性, 实现单元间的波束赋形。利用波束成形技术的方向性获取列车运行位置信息, 使列车运行更安全、更平稳。因此, 将超高速移动通信技术应用于大型天线阵, 不仅可以充分扩展系统的带宽, 还可以有效提高通信质量。在复杂的环境条件下保持良好的通信性能具有重要意义。

## 四、结束语

总而言之, 城市轨道交通的快速发展不仅得益于其适用于高交通压力下的城市交通, 还得益于先进的移动通信技术。没有保障城市轨道交通的高科技移动通信技术, 就不可能保证城市轨道交通安全运营。尽管随着科学技术的发展, 但仍需加强对轨道交通移动通信技术的研究, 将移动通信技术服务于城市轨道交通, 以此推动城市快速进步和发展。

## 参考文献:

- [1] 刘晓舟.5G移动通信技术在城市轨道交通车地无线通信系统中的应用探讨[J].数字技术与应用, 2022, 40(9): 57-59.
- [2] 白晶晶, 郜燕君, 张小艳.5G移动通信技术在城市轨道交通车地无线通信系统中的应用探讨[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术, 2022(9): 0201-0203.
- [3] 贾杰.5G移动通信技术在城市轨道交通车地无线通信系统中的应用探讨[J].交通科技与管理, 2021(1): 0037-0038.
- [4] 陆海亭, 付保明, 梁志正, 孙春洋.5G在城轨无线专网中的应用探索[J].无线互联科技, 2022, 19(9): 10-12.