# 轨道交通基于 Wi-Fi 6 技术车地回传解决方案探析

# 康有余

(长沙市轨道交通集团有限公司 湖南 长沙 410000)

摘要:车载视频在运营事件调查中发挥的作用日益重要,根据《反恐法》的要求,对车载视频的存储时间按90天考虑,在停车场设置视频回传系统,将车载视频信息回传到地面保存,以满足90天的存储需求,并可在停车场实现视频检索与回放调看。

关键词: 轨道交通; 车地回传; 802.11ax; Wi-Fi 6

## 1 现状分析

根据相关规定:"重点目标的管理单位应当建立公共安全视频图像信息系统值班监看、信息保存使用、运行维护等管理制度,保障相关系统正常运行。采集的视频图像信息保存期限不得少于九十日。"其中须履行的场所包含了政府机构、银行、城市大型活动场所、机场、火车站、城市轨道交通站等重点目标,其视频录像由30天以上须调整为90天以上。而地铁车辆视频存储时间一般为30天,如果需要满足存储要求,只能采用转储到地面存储的方式。但是因为视频容量较大,数据如何传输落地存在困难。

目前,主要依赖人工通过 U 盘拷贝的方式将车辆 视频存储数据转存到地面存储的方式满足存储时间的 要求,需要专人维护,数据转储时间长、人工维护工作量大(如:人工操作读写、License 维护、U 盘管理等),且存在感染病毒风险。同时,由于频繁的插拔,导致 U 盘以及车载设备板卡故障率较高,造成上百万元的设备 损耗费用。鉴于以上种种问题,迫切的需要通过新技术,实现车载各种数据的统一、自动、安全地转储,减少人工投入、降低设备损坏。由于受制于现有车地无线网络,目前车载视频仅能在车辆上存储。为方便车载视频查询与调看,为运营事件调查提供支持,同时为满足车辆智能运维需求,需要在车辆段库内设置一套车地无

线设备,用于回传列车的车辆健康管理数据,并将车载视频监视录像回传到车辆段地面存储(满足90天存储需求)。

# 2 功能及需求分析

## 2.1 系统具备功能

通过无线传输的方式将机车存储的视频数据转储到 地面存储设备,通过地面存储设备满足 90 天的数据存储要求。

车载设备在机车行驶作业时持续采集机车各 NVR 数据并存储在其内置的硬盘中,当机车返回停车场处于 无线基站覆盖范围时,车载 Wi-Fi 6 设备与轨旁 Wi-Fi 6 基站自动建立 5G 信道的连接,车载设备发起转储,快速把此前采集并存储的车载视频数据转储到地面,整个过程自动完成,无需人工干预。

机车存储的视频等信息,高效、安全地转储到地面, 以实现全程管理机车生命周期、机车运用保障、健康管 理与、提高机车运用效率。

# 2.2 需求分析

按照 B 型车 6 节编组,每节车厢 4 个高清摄像头,车头车尾司机室各 2 个高清摄像头,单列车 28 个摄像头工作 18h,计算一天的数据量(表 1)。

车辆回库后停留时间一般在  $4 \sim 5$  个小时,回库带电时间一般可保证 2h 左右,回传时间按照 2h 计算(表 2)。

表 1 列车全天数据量

序号	摄像机数量 / 列车	单位	列车运行时间(s)/ 天	转存码流(Mbps)	单列车数据量(GB)/天	备注
1	28	台	64800	2M (H.265)	487.3	单列车运载 时间 18h
2	28	台	64800	4M (H.264)	974.6	单列车运载 时间 18h

#### 表 2 单列车回传需求

视频回传速率平均要求								
序号	转存码流 (Mbps)	回传文件大小 (GB)	回传平均速率要求 (Mbps)					
1	2M (H.265)	487.3	498					
2	4M (H.264)	974.6	996					

注:目前车辆一般已采用 H.265 方式编码;传输速率=摄像头个数 × 码流 × 运行时间/回传时间

#### 3 Wi-Fi 6 技术特点

## 3.1 802.11 技术发展史

从 1997 年到 2018 年, Wi-Fi 技术在这 22 年间总共经历了六代技术革新。每一代的技术提升都促进了带宽提升、接入用户数提升、接入效率提升及安全性提升(图 1、图 2)。802.11ax 设计之初就是为了适用于高密度无线接入和高容量无线业务,比如室外大型公共场所、高密场馆、室内高密无线办公、电子教室等场景。

## 3.2 802.11ax 关键技术

#### 3.2.1 调制方式

采用了更高阶的 1024-QAM 正交幅度调制方式,增加系统容量,降低时延,提高多用户高密场景下的效率。

## 3.2.2 OFDMA 频分复用技术

在此种技术下 802.11ax 支持上下行多用户模式(也可称为 MU-OFDMA),通过更细的信道资源分配,提供更好的 QOS 保证。

#### 3.2.3 DL/ULMU-MIMO 技术

在802.11ax 中进一步增加了 MU-MIMO 数量,可支持 DL 8x8 MU-MIMO,借助 DL OFDMA 技术(下行),可同时进行 MU-MIMO 传输和分配不同 RU 进行多用户多址传输,既增加了系统并发接入量,又均衡了吞

## 叶量。

### 3.2.4 SR 空间复用

引入 BSS-COLOR 和 CCA 门限动态调整,可 以降低信道干扰对信号发 送的影响,解决同信道干 扰,达到信道资源的共享,

提高信道使用效率。

#### 3.2.5 目标唤醒时间 (TWT)

允许设备协商各自的唤醒时间和睡眠时间,减少空口竞争,同时 TWT 还增加了设备睡眠时间,延长设备使用周期、相比可节省 7 倍的电源消耗。

# 3.3 802.11ax 空口理论速度计算

基于以上技术在 160MHz 频宽下,采用 8x8 MIMO,通过公式: Wi-Fi 速率 = 空间流数量 × 1/(Symbol+GI) × 编码方式 × 码率 × 有效子载波数量,计算可得出 802.11ax 最大理论速度为 9.6Gbps。

## 4 组网方案及承载业务分析

# 4.1 组网方案

一般来说,基于 WLAN 技术的轨道交通车地无线通信网络典型结构包括车载子系统和地面子系统。

车载子系统主要包括车载 WIFI 6 AP、车载交换机、车载缓存服务器(含车载视频回传软件)等设备组成。车载 AP 设备、车载缓存服务器与车载交换机均采用双千兆网口链路聚合提高传输带宽,视频回传软件与车载 NVR、地面子系统视频管理平台进行对接,实现数据传输功能。当车辆出库行驶过程中,车载子

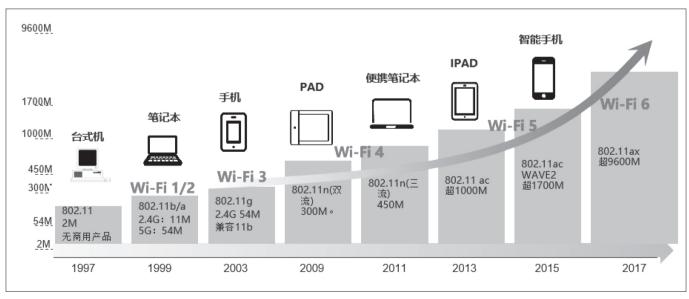


图 1 Wi-Fi 技术演进图

系统同步读取车辆存储 的视频数据,待车辆回 库后车载子系统与地面 子系统建立连接将缓存 的数据传输至地面进行 存储。

地面子系统主要包 括无线控制器、轨旁 WIFI 6 AP、万兆核心交 换机、视频存储业务交 换机、视频存储后端交 换机、无线接入交换机、 视频安全网关、业务服 务器(含无线业务管理 平台、视频监控管理平 台)、视频存储设备(按 90 天存储时间配置)等 设备组成。接入交换机 与轨旁 WiFi 6 AP 设备 进行光纤连接汇聚从车 载回传的视频数据,接 入交换机、视频存储业 务交换机均连接至核心 万兆交换机进行数据交 互; 地面视频监控平台 与车载无线回传平台进 行数据连接,接收车载 回传的视频数据, 能够 调看地面已经存储的视 频数据,同时与车辆基 地智能化车辆基地视频 监控系统进行接口,实 现智能化视频监控对车

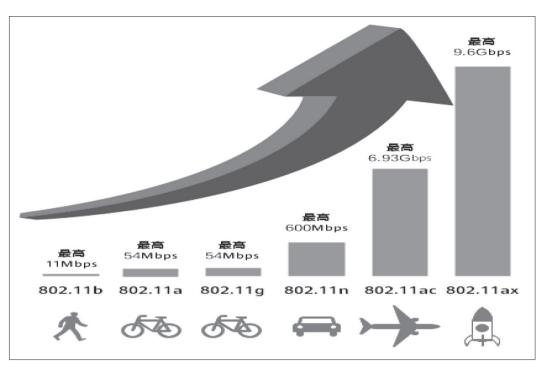


图 2 Wi-Fi 技术吞吐量演进图

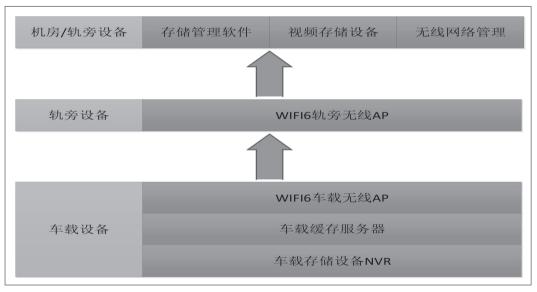


图 3 回传系统架构图

载视频回传数据的调看(图3)。

考虑系统的先进性和设备集中管理的高效性,本方案建议采用无线控制器 +FITAP 组网方案,实现车辆到地面的视频等数据传输。

考虑到全向天线在360°范围内信号均匀辐射,没有方向性,易与周边WLAN造成干扰,且覆盖距离近,定向天线以一定角度范围内信号辐射,具有方向性,覆盖距离较远。车载AP只需扫描某一方向的轨旁AP并连接,故车载AP和轨旁AP均选择定向天线。

## 4.2 承载业务分析

按单列车 28 个高清摄像头工作 18h 计算可得出每 天所产生的数据总量为 487.3GB(列车视频按 H.265 编码),按照最高 9.6Gbps 的理论速度计算仅需约 406s(约7min)即可完成全部数据传输。目前各公司的成熟产品所能达到的理想环境下实际速度大概在 1.1~ 1.6Gbps(因无线传输的速率较快,配置车载及地面高速缓存服务器显得尤为重要),因此完成所有数据传输时间大概在 64~ 41min。

(下转第77页)

察炉温的变化,如发现炉温异常应及时解决。除此之外, 工件热处理前应进行裂纹等缺陷检查,避免热处理过 程中引起工件失效。

## 参考文献:

- [1] 管真, 孙永庆, 李莉, 等. 15-5PH 不锈钢的氢脆敏感性 [J]. 金属热处理, 2019, 44(12): 226-232.
- [2] 高晓婷,任卫斌.15-5PH马氏体沉淀硬化不锈钢的最佳固溶保温时间[J].金属热处理.2013.38(02):119-123.
- [3] 李树梁,周贤良,华小珍,等.15-5PH 不锈钢长时效时间对组织和力学性能的影响[J]. 失效分析与预防,2013,8(06):331-336+355.
- [4] 彭新元,周贤良,华小珍.15-5PH不锈钢的时效硬化行为及耐蚀性能[J].中国有色金属学报,2017,27(05):988-996.
- [5] 余强,范云鹰,刘振宝,等.时效处理对15-

5PH 沉淀硬化不锈钢组织及性能的影响 [J]. 金属热处理,2013,38(09):16-21.

- [6] 张秀丽,陈明昕,刘振宝,等. 热处理工艺对 15-5PH 沉淀硬化不锈钢的力学性能与耐蚀性的影响 [J]. 钢铁. 2014, 49(08):70-75.
- [7] 张书雄. 热处理对 15-5PH 不锈钢组织与性能的影响 [D]. 镇江: 江苏科技大学, 2012.
- [8] 黄鑫. 15-5PH 马氏体沉淀硬化不锈钢高温抗氧化行为的研究 [D]. 扬州:扬州大学,2013.
- [9] 史利三.17-4PH 马氏体沉淀硬化不锈钢锻造开裂问题的解决措施[J].价值工程,2015,34(19):148-149. [10] 曹慧,郭玉利,张发.热处理工艺对15-5PH 沉淀硬化不锈钢组织性能研究[J].内蒙古科技与经济,2017(18):74-75.

**作者简介:** 王洲(1989.10-), 男, 汉族, 河北保定人, 本科, 工程师, 研究方向: 理化分析及无损检测等。

# (上接第75页)

#### 5 结语

综上分析,按单列车 28 个高清摄像头每天存储工作 18h,采用 Wi-Fi 6 方案组网,按最低传输速度 1.1Gbps (约 59min 完成上传) 计算,可满足列车回库后视频回传需求。随着 WIFI 技术的发展及芯片处理能力的不断提升,未来 Wi-Fi 6 方案传输速度将不断提升,传输时间将进一步降低。

#### 参考文献:

[1] 谢益民,魏骏,曹顺良.城市轨道交通Wi-Fi 网络建设探究[J]. 计算机应用与软件,2015,32(7):129-

#### 132.

- [2] 田伟. WLAN 技术在地铁通信领域中的应用研究 [J]. 科技信息,2014(10):155-156.
- [3] 凌毓. WIFI6 技术解读及其对 5G 发展的影响分析 [J]. 信息通信,2020(2):268-269.
- [4] 郑磊. WiFi6 与 5G 技术的性能对比与应用分析 [J]. 科技创新导报,2019,16(16):144-151.
- [5] 黄宇,李雨汝.WiFi 6 技术现状综述[J].中国无线电,2021(5):90-91.

**作者简介:** 康有余 (1987.01-), 男, 汉族, 四川岳池人, 本科, 中级职称, 研究方向: 轨道交通设备。