

“5G+MEC” 在应急通信领域应用研究

李雪磊

中国电信股份有限公司 新疆维吾尔自治区分公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]心系“国之大者”，坚定履行建设网络强国和数字中国的使命责任，把创新发展作为深耕应急通信的一大路径，坚决落实云改数转战略，开展应急通信技术创新、装备创新、业务创新，并依据新疆电信 5G 应急通信车在各地州部署及软硬件配置的实际情况，通过三个场景深度应用研究：大型直播赛事 UPF 分流场景、5G 应急指挥调度平台、北疆 5G 应急车辆 VR 产品推介及体验，经过近三个多月的理论撰写及现场实测，顺利完成“5G+MEC”前沿技术在应急通信领域的三项场景应用测试，为进一步促进应急通信保障智能化、高效化发展提供发展新方式。

[关键词]5G 定制网；2B-RUN 专线；UPF 板卡；边缘计算；应急通信

DOI: 10.33142/sca.v6i7.9584

中图分类号: TN929.5

文献标识码: A

Research on the Application of "5G+MEC" in the Field of Emergency Communication

LI Xuelei

Xinjiang Uygur Autonomous Region Branch of China Telecom Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: We are committed to the "greatness of the country" and firmly fulfill our mission and responsibility of building a strong network country and a digital China. We regard innovative development as a major path for deepening emergency communication, resolutely implement the cloud to digital transformation strategy, and carry out emergency communication technology innovation, equipment innovation, and business innovation. Based on the actual deployment and software and hardware configuration of Xinjiang Telecom's 5G emergency communication vehicles in various states, through in-depth application research in three scenarios: UPF diversion scenarios for large-scale live streaming events, 5G emergency command and dispatch platform, and VR product promotion and experience of 5G emergency vehicles in northern Xinjiang. After nearly three months of theoretical writing and on-site testing, the "5G+MEC" cutting-edge technology has successfully completed three scenario application tests in the field of emergency communication, so as to provide new ways of development for further promoting the intelligent and efficient development of emergency communication support.

Keywords: 5G customized website; 2B-RUN dedicated line; UPF board; edge computing; emergency communication

引言

党中央、国务院高度重视信息化工作，习近平总书记强调，没有信息化就没有现代化，信息化为中华民族带来了千载难逢的机遇，必须敏锐抓住信息化发展的历史机遇。

新疆电信按照建设网络强国和数字中国的使命和责任，开展“5G+MEC”应急通信领域的探索研究，结合新疆现网实际情况，进行相关应用研究。通过两台华为 5G 应急通信车同时开通 2B-RUN 切片专线，完成基站级本地分流，实现应急调度指挥平台中的单兵视频回传画面本地化计算处理，“窗口一条直达”。通过在 5G 应急车基站（核心车）侧增加 HiAR-XT 可视化应急指挥集群调度平台服务器（MEC 服务器下沉），提供计算、存储、网络、加速器及调度指挥等资源，将算力下沉华为 5G 基站车（核心车）中，采用容器化的微服务架构，将本地分流、无线网络能力等功能下沉到基站，提供 2B-RUN 切片专网模式，可以为应急突发灾害现场、大型赛事转播及 VR 眼镜视觉体验等应用场景提供低成本、快速灵活部署的应急调度指挥专网解决方案。

2 研究环境搭建

2.1 网络调测及参数配置情况

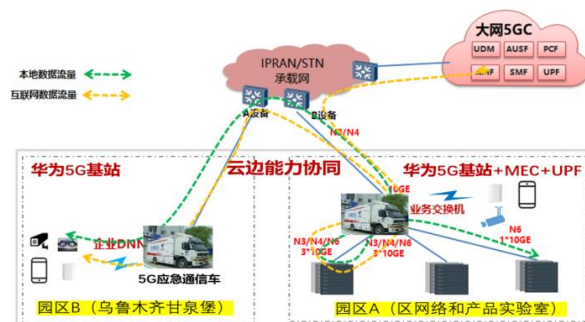


图 1 “5G+MEC” 电路调测及参数配置方案

在园区 A 中的 5G 应急通信车（MEC 车）部署 2 台轻量级 UPF、3 台业务交换机，上联至承载网 B 设备，与大网 5GC 互通；园区 A 中的 5G 应急通信车（MEC 车）上安装应急指挥调度应用平台，通过开通 2B-RUN 专线（5G 切片技术），验证园区 A 到园区 B 间业务端到端互通可达。

N4 接口：需打通园区 A 中的 5G 基站（MEC 车）与

CDMA-EPC 的大网 5GC 控制面互联，实现 5GC 对新增 UPF 的信令控制和媒体转发控制。

N3 接口：需打通 CDMA-RAN 与 5G 应急通信车（MEC 车）互联互通。

N6 接口：配置 2B-RUN 专线，并分配与客户应用同网段 IP，实现园区 B 中的 5G 应急通信车的三个应用场景（VR、单兵视频采集、360 全景摄像头）与电信自研 UPF 互通。

Outband：需打通 CDMA-Outband VPN，实现远程管理。

N9 接口：需打通 CDMA-EPC 与大网 5GC 及园区 A 的应急通信车上的两台 UPF 互联，实现互联网访问从自研 UPF 到 5GC UPF 与互联网互通；

ULCL 部署：自研 UPF 和 5GC 同时进行 ULCL 脚本对接，测试验证结果。

地址类型	VPN	IPv4业务地址	IPv6业务地址	备注
N4/N4-U业务地址	CDMA-EPC	/30地址段1个	/126地址段1个	与核心网协商
N9业务地址	CDMA-EPC	/30地址段1个	/126地址段1个	与核心网协商
N3业务地址	CDMA-RAN	/30地址段1个	/126地址段1个	与核心网协商
N6业务地址	无	/30地址段1个	/126地址段1个	与本地园区协商
UE地址	无	与核心网协商，根据实际终端数分配地址池		

图 2 业务地址需求分配

2.2 PFCP 节点管理功能测试

SMF 发起偶联建立、更新、释放流程如下表：

表 1 SMF 发起偶联建立、更新、释放流程

测试类：N4 偶联管理
测试项目：SMF 发起的偶联建立，更新，释放
测试目的：验证 UPF 支持与 SMF 发起的偶联管理流程
前置条件： 硬件平台完成上电，工作状态正常； 厂商 SMF 已正常运行； 在各个逻辑网元上建立服务化接口相关跟踪或信令监控；
测试步骤： 在 SMF 配置 UPF N4 节点 IP, SM 发起偶联建立消息。 在 SMF 上修改 CP Function Feature, SMF 发起偶联更新消息。 在 SMF 上删除 UPF N4 节点信息, SMF 发起偶联释放请求。 在 UPF 侧检查偶联节点信息。 检查信令监控的信令流程。
检查点： SMF 发起偶联建立请求，带有 CP Function Feature（可选），UPF 建立起 N4 偶联并回复偶联建立响应消息，UPF 发送 UP Function Feature（可选）以及 N3, N9, N4_U（可选）接口地址。 SMF 发起偶联更新消息，带有 CP Function Feature, UPF 更新相应的参数到本地，UPF 回复偶联更新响应消息。 检查 SMF 发起的 N4 节点心跳请求，UPF 回复心跳响应。UPF 发起 N4 节点心跳请求，SMF 回复心跳响应。 SMF 发起偶联释放消息，UPF 释放 N4 偶联节点信息并且回复偶联释放响应消息。
测试结论： UPF 能正常支持 N4 节点管理的基本流程。

2.3 本地分流测试（PSA）

本地分流测试如下表：

表 2 本地分流测试

测试类：本地分流测试
测试项目：本地分流测试
测试目的：验证 UPF 支持将数据通过 N6 接口访问本地服务器
前置条件： 硬件平台完成上电，工作状态正常； PDU 会话的用户面路径中只有充当 PSA 的边缘 UPF； 厂商 5GC 核心网元，终端设备，（R）AN，应用服务器已正常运行； 在各个逻辑网元上建立服务化接口相关跟踪或信令监控； UE 已成功注册到网络； 应用服务器部署 WEB 应用；
测试步骤： UE 发起 PDU 会话建立请求，SMF 发起会话建立请求到 UPF； UPF 建立 N4 会话后创建好对应的规则，并且回复 SMF 会话建立响应； PDU 会话建立成功后，终端访问 WEB 应用服务器地址，业务持续 2mins，正常访问； 在 UPF 侧会话信息正常； 检查信令监控的信令流程；
检查点： SMF 发送 PFCP Session Establishment Request 消息给 UPF，创建上下行的 PDR、FAR、QER。 UPF 响应 PFCP Session Establishment Response 消息给 SMF。 终端设备 UE 访问应用服务器，数据流正常。
测试结论： UE 可以同时访问本地 DN 业务和公网业务。

2.4 ULCL 上行链路测试

IP 五元组 ULCL 分流如下表：

表 3 IP 五元组 ULCL 分流

测试类：ULCL 分流
测试项目：IP 五元组 ULCL 分流
测试目的：测试 SMF 控制边缘 UPF 作为 ULCL 分流的节点并实现基于五元组的 ULCL 分流功能
前置条件： 硬件平台完成上电，工作状态正常； 厂商 5GC 核心网元，终端设备，（R）AN, DN 已正常运行； 厂家 SMF 与中国电信边缘 UPF（记为 UPF-1）及厂家 UPF-2 完成偶联。 厂商 SMF 选择 UPF-1 作为 ULCL 节点作为 UPF-2 的前插节点。 在各个逻辑网元上建立服务化接口相关跟踪或信令监控；
测试步骤： 终端 UE 上线并建立会话，触发 PCF 并下发 UL CL 规则。 UE 访问 IP-A:PORT-A 的流量发送到 UPF 指定的 N6 口。 UE 访问 IP-A:PORT-A 的流量发送到 UPF 指定的 N9 口。 在仪表侧控制 UE 发起数据业务，同时访问位于 DN-1 的 IP-A:PORT-A，位于 DN-2 的 IP-B:PORT-B，并持续 2min。 停止 UPF-1 侧 N6/N4 接口抓包。 UE 访问 IP-A:PORT-A 的流量发送到 UPF 指定的 N6 口。 UE 访问 IP-A:PORT-A 的流量发送到 UPF 指定的 N9 口。
检查点： UE 上线成功，并且完成 PDU 会话建立，创建了 QOS FLOW1 及 QOS FLOW2。 UE 能同时访问 DN1 及 DN2，中国电信边缘 UPF-1 将去往 DN2 的数据流转发到厂商 UPF-2，上下行数据正常。
测试结果： UE 成功在 UPF 中建立会话，在主锚点中建立会话，且返回成功； UE 成功在 UPF 中建立会话，并与指定的 N6、N9 接口建立联系；

2.5 网络环境测试

(1) 园区 A 至园区 B 经 2B-RUN 专线 ping 测结果。经过测试, 园区 A 访问应急指挥调度平台应用正常, 上传、下载等功能业务顺畅, 访问应用平均时延 7ms, 最短时延 4ms, 适用低时延业务场景。

```
命令提示符
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=7ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=9ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=10ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=6ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=6ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=5ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=5ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=5ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=15ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=5ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=5ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=10ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=6ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=4ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=12ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=7ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=5ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=13ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=5ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=5ms TTL=63
来自 192.168.84.1 的回复: 字节=32 时间=5ms TTL=63

192.168.84.1 的 Ping 统计信息:
数据包: 已发送 = 100, 已接收 = 100, 丢失 = 0 (0% 丢失),
往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
    最短 = 4ms, 最长 = 16ms, 平均 = 7ms
```

图 3 园区 A 至园区 B 经 2B-RUN 专线 Ping 测结果

(2) 园区 B 经 5G 基站 (SA 模式) 访问 5GC 上下行速率结果。经过测试, 访问互联网百度等应用正常, 下行速率达到 467Mbps, 上行速率 184Mbps, 企业内网平均时延 7ms, 最短时延 4ms, 实现企业内网与互联网应用同时访问。



图 4 园区 B 经 5G 基站 (SA 模式) 访问 5GC 上下行速率结果

3 应用研究及验证

3.1 大型赛事活动 UPF 现场直播场景



图 5 大型直播赛事 UPF 分流场景

(1) 测试结果

现场测试终端	2B-RUN至分发服务器	公网至分发服务器	结果
高清摄像机	访问成功	访问成功	符合预期
全疆摄像机	访问成功	访问成功	符合预期
无人机航拍机	访问成功	访问成功	符合预期

图 6 测试结果图

(2) 实测现场照片



图 7 从左至右分别为高清摄像机、无人机图传及全景摄像机三个现场测试终端

(3) 研究成果。经 5G 核心网至分发服务器的时延为 28ms, 经 UPF 的 2B-RUN 专线时延低至 8ms, 后续升级为 4K 等高带宽业务时, 低时延的效应会更加明显。经过场景 1 的设计, 可以将大型赛事的视频源汇聚至分发服务器中, 在进行视频画面的调用及使用提供了便利, 同时分发服务器也可以部署至赛事现场或客户转播中心。中国电信自有 ITV 电视平台, 内部使用时, 可打通与 ITV 平台传输通道, 在 ITV 平台独家进行赛事转播及视频资源调度使用。

(4) 研究小结。4K 摄像机/360 度全景摄像头/无人机图传与部署在应急通信车内的天翼直播盒和 5G-CPE 相连, 视频信号经 5G-CPE 传送给 5G 应急车, 应急车内部署的 5G 基站经过 2B-RUN 专线传递给区网络和产品实验室视频分发服务器。后期可根据客户需求, 分别实现电信 ITV 与网络电视直播两项拓展功能, 客户可通过电信 ITV、APP、网页观看直播, 开创 4K 直播连线时代。

3.2 5G 应急指挥调度平台

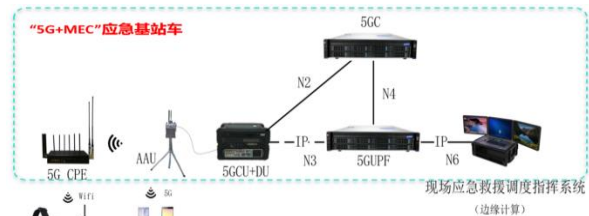


图 8 5G 应急指挥调度平台拓扑图

(1) 测试结果

现场测试终端	2B-RUN至应急指挥集群调度平台	5G公网至应急指挥集群调度平台	结果
单兵视频摄像头	访问成功	访问成功	符合预期
集群对讲系统	访问成功	访问成功	符合预期
5G手机APP应用	访问成功	访问成功	符合预期

图 9 测试结果图

(2) 实测现场照片



图 10 技术人员开展应急指挥集群平台服务器的配置及三个终端测试工作

(3) 研究成果。经 5G 核心网至应急指挥集群调度平台服务器的时延为 28ms, 经 UPF 的 2B-RUN 专线时延低至 8ms, 且 2B-RUN 专线业务并不占用 5G 核心网资源。

经过场景 2 的设计, 可以将“5G+MEC”应急通信车模块作为核心车单元, 其余北疆配置有华为基站的 5G 应急通信车, 都可以通过 2B-RUN 专线与其互通, 对吞吐量大的数据业务有分流及承载转发的能力。

(4) 研究小结。为了使应急救援调度指挥更好地统一管理, 实现终端多种接入方式, 依托 5G+MEC 的低时延、高速率等优势, 部署 5G 应急通信现场覆盖专用网络 (部署 5GUPF) 及现场应急救援调度指挥系统, 实现在应急情况下的 5G 现场应急通信覆盖和应急现场调度指挥。通过 5G/UPF 用户界面业务数据的本地下载、单兵 视频采集、集群对讲等功能, 提高现场数据处理效率, 以及对现场数据流控制管理等, 快速构建一体化边缘融合技术应急通信专网, 在应急保障现场实现高实时性、高有效性、高可靠性的应急通信服务。

3.3 北疆 5G 应急车辆 VR 产品推介及客户体验



图 11 北疆 5G 应急车辆 VR 产品推介及客户体验拓扑图

(1) 测试结果

现场测试终端	2B-RUN至“5G+UPF”应急通信车	5G公网至“5G+UPF”应急通信车	结果
VR眼镜	访问成功	访问成功	符合预期
全景360度摄像头	访问成功	访问成功	符合预期

图 12 测试结果图

(2) 研究成果。VR 眼镜设备对时延要求非常高, 本次“5G+MEC”的应用研究突出体现在低时延 (8ms), 以现

有 VR 视频服务器平台 (内部包含可观看喀纳斯、天池、赛里木湖等景区) 为基础, 可以在 5G 应急通信车在景区支撑保障时, 为现场用户提供免费的 VR 体验, 提升技术支持及广告效应。

在现有 VR 视频服务器平台中, 可以主动性地将现有景区资源传送至服务器平台, 丰富电信 VR 视频服务器的同时, 也可以为 ITV 后续发展的 VR 客户提供现场 VR 直播体验。

(3) 研究小结。5G 移动网络保障车在完成日常通信保障的同时, 能为保障现场的用户提供中国电信 5G/VR 应用场景体验, 带来线上融合沉浸式娱乐化体验, 提升用户的体验感和获得感, 让广大消费者在 5G 应急车上也能实时感受到喀纳斯、天池及赛里木湖等 5A 级景区的亲临其境之感。

4 结束语

经过三个场景应用现场测试, 可实现企业内网与互联网应用同时访问, 结合天翼云等丰富应用, 开展针对 2C/2B 行业客户, 开展视频、热点、应急通信保障支撑服务需求等行业客户的服务应用。

[参考文献]

- [1] 张广泉. 应急消防机器人集群协同作战展望[J]. 中国应急管理, 2020(10): 66-69.
 - [2] 天翼物联科技有限公司中国电信 5G2B 专网介绍来了[EB/OL]. (2021-1) [2021-12-18].
 - [3] 刘霄阳, 费翔, 段勇, 等. 轻量级 UPFN4 接口开放性技术研究与应用[J]. 移动通信, 2021(1): 66-70.
 - [4] 通信信息报. 中国电信发布 5G 定制网推进数字化转型[EB/OL]. (2020-11) [2021-12-20].
 - [5] 余明锋. 中国电信 5G 行业场景案例集 (第一辑)[EB/OL]. (2020-2) [2021-12-20].
- 作者简介: 李雪磊(1986.11—), 男, 籍贯: 四川成都, 民族: 汉族, 职位: 无线网产品支撑室副主任, 学历: 研究生。