

# 5G 智慧机场融合专网部署 Discussion on the Deployment of 5G Smart Airport Converged Private Network 方案探讨

杨飞虎,杜忠岩,杨志全(中国联通网络技术研究院,北京 100048)

Yang Feihu, Du Zhongyan, Yang Zhiquan (China Unicom Network Technology Research Institute, Beijing 100048, China)

## 摘要:

近年来我国航空旅客量的增幅远超国际平均水平,许多机场在安全保障、航班正常率等方面面临严峻挑战,解决这些问题无疑需要更为强大的信息化支撑,而传统的无线网络已无法满足智慧机场的需求。对机场现有宽带集群与5G专网进行融合设计,通过“一张5G融合专网”对机场所有的应用连接进行管理,解决机场多业务需求,实现可管、可控、可视化。

## 关键词:

5G;智慧机场;宽带集群;融合专网

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2020.06.015

文章编号:1007-3043(2020)06-0080-07

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



## Abstract:

In recent years, the growth rate of China air passenger volume has far exceeded the international average level. Many airports are facing severe challenges in terms of security and flight regularity. Solving these problems will undoubtedly require more powerful information support. Traditional wireless networks can no longer meet Demand for smart airports. The solution integrates the design of the existing broadband and narrowband clusters of the airport with 5G private network, and manages all application connections of the airport through "a single 5G converged private network" to solve the multi-service needs of the airport and realize manageability, controllability and visualization.

## Keywords:

5G; Smart airport; Broadband and narrowband clusters; Converged private network

引用格式:杨飞虎,杜忠岩,杨志全. 5G智慧机场融合专网部署方案探讨[J]. 邮电设计技术,2020(6):80-86.

## 1 概述

民航业是我国经济社会发展中的战略产业,机场则是其中重要的公共基础设施。智慧的方法就是感知、互联和智能响应,简单地理解,感知就是通过各种先进技术了解机场各方面事物的内容和变化<sup>[1]</sup>,比如5G大带宽传输技术可以实现视频监控摄像头采集图像画面(4K/8K)通过5G上行链路向服务器传输高清图像,实现机坪万物互联及AI感知分析<sup>[2]</sup>。而互联互通就是将机场内部及外部与机场运营相关的对象进

行互联,互相传递各自感知的信息,通过一张集群系统专网,将机场的调度指挥、业务流程数据、地勤可视化数据、车辆调度及智能围界等视频采集数据和调度信息分流到本地的统一管理平台,不仅与公网隔离,确保网络数据的安全性,同时也将数据快速传递到机场运营、安全、后勤等部门,从而作出科学的分析、判断和决策<sup>[3]</sup>。随着5G网络的横空出世,未来大带宽集群逐渐成为最佳选择,因此需要将5G技术融入到机场现有宽带通信网络中,实现“宽带一体、平滑演进”,一网解决机场多种业务需求,使机场从业务信息化到数字化,快速向云物大智+5G智慧机场转型,提高机场运行效率,进而为旅客提供良好的服务,促进机场的

收稿日期:2020-04-07

可持续发展。

## 2 机场现有通信网络承载分析

机场针对地面信息化服务在多个方面都有严格要求,是由各部门间相辅相成、环环相扣完成的,其间的通信联系必须稳定顺畅,地面调度指挥通信保障对这些部门的有效沟通,起着不可或缺的作用,目前国内机场主要有3个通信网络:模拟集群通信、窄带集群通信和宽带数字集群通信。

### 2.1 模拟集群通信

模拟集群通信是一种通信方式,初期采用直接对讲形式,后来发展为同频单工组网、异频单(双)工组网、单信道一呼百应及选呼,显示出其作为调度通信系统具有的优越性<sup>[4]</sup>。机场地面通常使用的是800 MHz频段集群通信系统,频率为806~821 MHz和851~866 MHz,每段带宽为15 MHz,信道间隔为25 kHz,共600对频点,收发频率间隔为45 MHz<sup>[5]</sup>。但模拟集群通信存在频率利用率低、功能单调、加密难度大、系统容量小等问题,越来越难以满足机场地面使用要求,需要向具有频谱利用率高、通信质量好、业务种类多、保密性能好等诸多优点的数字集群通信技术过渡。

### 2.2 窄带集群通信

以MTP1327、TETRA、PDT为代表的窄带集群通信系统,呼叫时延短,可组呼群呼,指挥调度效率高,是一种高效能的专业无线通信系统。国内目前有沈阳、西安、昆明、哈尔滨、重庆等20余个大中型机场采用TETRA 800 MHz窄带数字集群系统作为机场地面调度指挥主要的通信手段。除了TETRA系统,其他体制的数字集群在民航也有应用,例如山东威海和湖南长沙机场采用PDT 400 MHz数字集群系统组网。但窄带集群通信的劣势在于传输带宽窄,仅能提供语音服务,无法提供宽带传输以及视频应用,难以满足机场地面复杂场景下的调度指挥需求。

### 2.3 宽带数字集群通信

随着民航运输的发展,现有的数字窄带集群通信系统不能很好地满足机场各单位对专网大数据的传送需求,如高精度车辆与人员定位、飞行情报数据传递、工单系统、无线视频监控等,机场地面调度指挥窄带融合的话题热度逐渐升温。目前已在机场应用的宽带数字通信有以下3种。

a) 基于1.8 GHz TD-LTE专网。工信部指配给交通、电力等行业的宽带集群专网频段为1 785~1 805

MHz,共20 MHz带宽。1.8 GHz TD-LTE专网技术上与4G公网相对应,20 MHz带宽的传输速率理论值可达上行50 Mbit/s,下行100 Mbit/s。目前,上海、郑州、南宁、三亚、呼和浩特几个机场已率先采用1.8 GHz TD-LTE系统建成宽带数字集群专网。

b) 基于公网的宽带集群虚拟专网。民航空管局与普天公司合作,开发出了基于中国移动4G公网的宽带集群虚拟专网,即采用集群交换机(服务器)接入中国移动4G公网交换机,使用频率为1.88~1.9 GHz、2.32~2.37 GHz、2.575~2.635 GHz的公网基站。此方式无需专门申请频率,可一机呼遍全市,每部终端只需向中国移动缴纳一定数额的服务费或流量费即可使用。

c) AeroMACS专网。航空空港移动通信系统(AeroMACS)是基于面向无线网络的IEEE802.16标准的无线宽带通信技术。AeroMACS的发展优势在于使用5G频段,60 MHz带宽专供民航使用,彻底消除了1.8 GHz过窄带宽的窘境。该系统已在试点大型机场完成2年的运行测试,在2017年已推广到10余个大中型机场,目前网络载体仅限于空管局飞服中心的飞行情报数据包,宽带集群的其他应用还有待进一步开发。

### 2.4 机场业务及网络承载面临的问题

机场现有无线通信网络主要围绕对航空器和旅客的保障两大核心任务,通过不同网络分别为机场提供覆盖航班流、旅客流、行李流和应急救援的全流程调度和管理业务,但是网络制式多、无法统一管理、效率低的问题导致整个流程的数字化难以实现。整体业务及网络承载面临以下4方面的问题。

#### 2.4.1 航站楼业务及网络承载

如表1所示,航站楼业务分为四大业务,主要有旅客业务、旅客服务、移动协助和驻场单位大约12项子业务。

a) 业务及承载分析。公网业务网络针对旅客个人业务主要由运营商负责建设的3G/4G公网或者Wi-Fi无线网络承载业务,可以基本满足网页浏览、游戏类、交互类以及标清视频等个人娱乐的业务需求。专网业务网络针对安保类、安检类、移动协助类等业务,目前主要由无线专网承载业务,包括窄带无线集群TETRA或PDT专网和宽带无线集群LTE专网。大部分航站楼内的窄带专网主要提供内部通话业务和调度业务,包括值机岛柜台、登机口柜台、各部门业务值

表1 航站楼业务及网络承载列表

机场涉及业务		网络承载	
航站楼业务	旅客业务	无线值机	3G/4G 公网或 Wi-Fi
		无线航显	3G/4G 公网或 Wi-Fi
	旅客服务	无线上网	3G/4G 公网或 Wi-Fi
		无线增值服务	3G/4G 公网或 Wi-Fi
		移动定位服务	3G/4G 公网或 Wi-Fi
	移动协助	生物识别	3G/4G 公网或 LTE 专网
		安检	3G/4G 公网或 LTE 专网
		登机	3G/4G 公网或 LTE 专网
		协助行动不便者	3G/4G 公网或 LTE 专网
	驻场单位	商业零售	3G/4G 公网或 Wi-Fi
餐饮		3G/4G 公网或 Wi-Fi	
一关三检查、公安		3G/4G 公网、TETRA/PDT 或 LTE 专网	

班室、机场各个功能中心之间的语音通信。部分机场进行网络升级改造后,已采用 LTE 专网综合承载全部业务,目的是实现运营的精细化和智能化的开拓。

b) 网络短板分析。现有的 3G/4G 公网能力在下载、上传速率以及时延等方面无法满足增强型移动宽带业务的需求,比如航站楼内的候机厅 VR/AR 娱乐业务,需要借助 5G 的下行高速率传输才能享受沉浸式的娱乐体验,而 3G/4G 网络下行速率在人流密集区域的平均速率不到 20 Mbit/s,难以满足这些业务需求。窄带专网性能更是受限,只能满足语音业务需求,可扩展性、兼容性差,根本无法满足大数据和视频类业务的需求。

#### 2.4.2 货站业务及网络承载分析

如表 2 所示,货站业务目前涉及的货运业务中主要有行李追踪、货运车调度和即时通信等 3 项子业务,由于涉及到机场通信的安全保密性,网络承载基本都采用无线专网。

表2 货站业务及网络承载列表

机场涉及业务		网络承载	
货站业务	货运业务	行李追踪	TETRA/PDT 专网
		货运车调度	TETRA/PDT 专网
		即时通信	TETRA/PDT 专网

a) 业务及承载分析。货运业务主要是针对旅客托运行李进行车辆调度管控、行李追踪和工作人员的即时通信类业务,对业务带宽和速率要求较低,因此采用窄带 TETRA 或 PDT 专网承载,基本上可以满足货站业务的网络能力需求。

b) 网络短板分析。针对货运行李和货运车辆目前基于窄带 TETRA 或 PDT 专网,只能实现简单的位置

定位信息监控,仍有一定概率出现行李丢失现象,给机场和旅客带来损失。而 5G 大带宽性能特点,可以提供高清视频分析,辅助 RFID 全流程自动读码,为旅客提供动态行李位置,彻底避免行李丢失事件,提升机场的服务水平。

#### 2.4.3 站坪业务及网络承载分析

如表 3 所示,站坪业务涉及调度业务、机场运行中心货运业务和机务业务,主要包含 4 项子业务,由于涉及到机场通信的安全保密性,网络承载基本都采用无线专网。

表3 站坪业务及网络承载列表

机场涉及业务		网络承载	
站坪业务	调度业务	站坪可视调度	TETRA/PDT 或 LTE 专网
		即时通信	TETRA/PDT 或 LTE 专网
	机场运行中心业务	机场运行管理系统	TETRA/PDT 或 LTE 专网
		机务	任务和报告

a) 业务及承载分析。站坪业务涉及到站坪视频监控调度,对视频上传速率有一定要求,网络承载性能要求较高,窄带无线专网无法满足速率要求,需要升级至宽带无线 LTE 专网承载。其余的调度业务和即时通信可融合到宽带无线专网中承载。

b) 网络短板分析。由于窄带无线专网并不是针对移动宽带接入业务设计,在实际使用中存在着诸多问题,速率低、抗干扰能力差等缺点不能满足视频类监控业务。通过升级至宽带无线 LTE 专网,尽管提供了一系列专业的视频服务功能,但由于 LTE 网络资源频率受限,上传速率无法保证多个摄像头同时采集 1080P 分辨率的高清图像,不能准确判断图像中的隐患问题。5G 的大带宽高速率特性,可以满足高清视频采集回传至控制中心,同时通过云端视频分析能力部署,可轻松实现行人车辆越界侵入监测和作业人员违章监测,降低事故发生概率,保障机场运行安全。

#### 2.4.4 地勤业务及网络承载分析

地勤业务涉及工单派发和地面保障服务两大业务,主要包含 12 项子业务,由于涉及到机场通信的安全保密性,网络承载基本都采用无线专网(见表 4)。

a) 业务及承载分析。地勤业务以调度业务为主,主要提供机场各生产保障单位基于内通终端的统一协调和指挥。系统具有单呼、组呼、会议、强插、强拆、呼叫队列、转接、代答、一触即通、集群对讲等功能,可使工作人员之间通话迅捷,使用方便、操作简单。窄



表4 地勤业务及网络承载列表

机场涉及业务		网络承载	
地勤业务	工单派发业务	数字工单	TETRA/PDT或LTE专网
	地面保障服务	加油车调度及实时加油数据传送	TETRA/PDT或LTE专网
		配餐车调度	TETRA/PDT或LTE专网
		客舱清洁调度	TETRA/PDT或LTE专网
		摆渡车调度	TETRA/PDT或LTE专网
		靠桥/撤桥调度	TETRA/PDT或LTE专网
		即时通信	TETRA/PDT或LTE专网
		应急服务	TETRA/PDT或LTE专网
		地勤人员处理航班到达和起飞	TETRA/PDT或LTE专网
		地勤车队管理和监视	TETRA/PDT或LTE专网
		自动车辆定位	TETRA/PDT或LTE专网
		遥控遥测	TETRA/PDT或LTE专网

带或宽带无线专网都可满足需求,但数字工单和视频监控类业务需要宽带无线专网才能使用,因此目前国内大型机场中,已有上海虹桥/浦东、重庆江北、南京禄口等近20家机场都升级部署了宽带无线LTE专网。

b) 网络短板分析。地勤业务涉及到机场机坪生产作业的多种车辆调度,业务关系复杂,目前通过宽带无线LTE专网可以实现多媒体调度,前方工作人员可通过手持终端或周边视频监控,将现场情况以图片或视频的方式发送给调度中心,由于LTE网络带宽限制缺乏高清的动态监控和AI视频分析能力,飞机和生产车辆冲突时有发生,后果严重。通过5G网络部署实现基础设施与车辆互联,利用5G上行大带宽速率在车辆端视频监控实现AI视频分析能力,可预防车辆碰

撞,同时借助边缘云平台的计算性能实现智能线路规划,判断作业车辆交通态势。

### 3 5G融合专网部署方案

融合专网突出的特点是在没有采用融合网络之前,每个应用的现状都是独立的网络系统,通过融合专网,在“一张网”下把所有的应用连接管理起来,运营商在机场现有网络基础上部署5G网络资源向机场园区提供融合网络服务。5G融合专网系统架构由终端侧、网络层和应用层组成,其整体架构如图1所示。

#### 3.1 终端侧

最底层的业务终端侧包含多种形态,目前航站楼、机坪、货站工作区以及机场物流园区涉及到的任务调度、视频监控、车辆管理、PTT等业务都可承载在机场现有的TETRA、PDT、LTE专网上,但当5G专网建设部署后,由于各种专网间的通信协议不一致,原专网下的专网终端发生的调度业务、集群语音业务、应急通信业务以及视频回传业务都无法与5G专网下的终端进行互联互通。可通过部署融合网关,在5G智能终端上安装APP方式,实现不同通信制式系统下的终端相互通信,包括数字化、智能化的综合调度,避免以往单一语音集群调度引起的误听误信。

#### 3.2 网络层

在网络层,5G网络不再是一个同质化的网络服务产品,它能赋能千行百业,能为行业用户带来其所需要的各类通信连接方案,不论是行业用户速率、移动性、流量密度的需求,还是可靠性、时延、容量的需求,5G都可以通过各种方式来满足。为了匹配机场的特

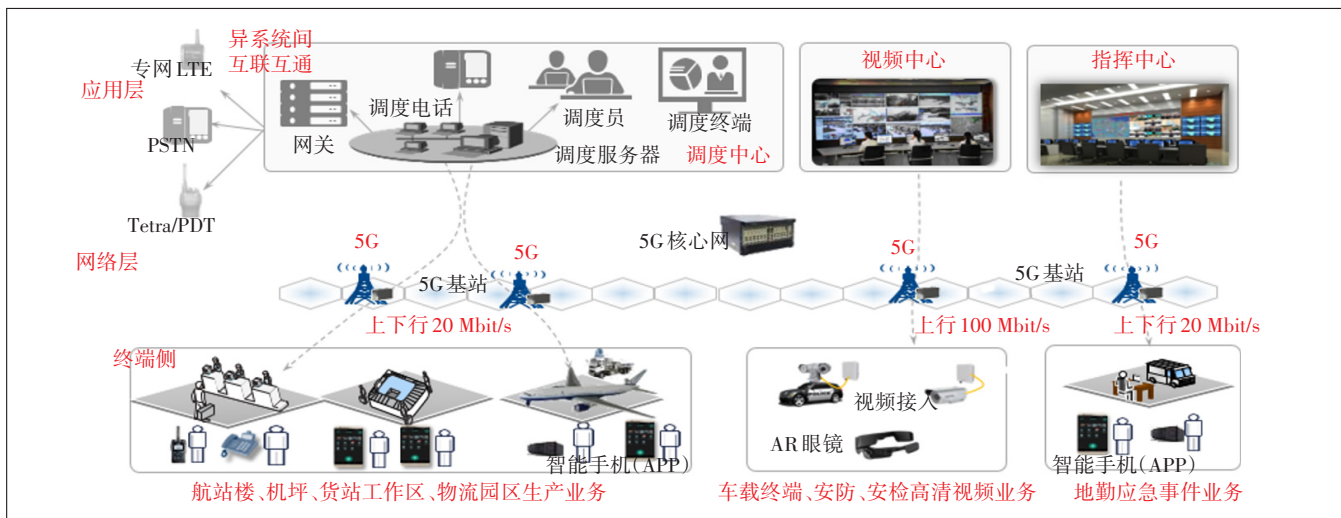


图1 5G融合专网系统架构

殊需求支持差异化的建设模式,可以给机场客户提供机场租用服务、联合建设和机场自建3种网络建设模式,提供定制化网络部署方案保障机场专网数据安全及建设维护成本需求。

### 3.2.1 运营商独建部署方案

a) 运营商投资建设,机场租用专网服务。由运营商统一投资建设一张端到端的5G专网,与5G公网设备完全独立,包括独立的核心网、无线接入网、承载网等所有子网下的网元。运营商负责整体建设和运行维护等整体工作,派专职维护队伍进驻现场开展专网维护工作,为机场客户提供运营商级别的网络运维服务。权属方、承建方、运维方和运营方都归属运营商,由机场客户租用运营商提供的5G专网服务(见图2)。该方案具有如下优劣势。

(a) 优势:机场客户无建设成本,只需支付5G专网服务租金。专网和公网物理隔离,提供完善的数据

安全性,机场内部数据不外泄。专用网络设备的订阅信息和操作信息,仅在机场内部存储和管理,使用和管理自有控制。即使运营商设备出现故障,5G专网也可正常工作。

(b) 劣势:运营商投资成本大,需承担投资风险。

b) 运营商公网复用,机场租用公网切片服务。由运营商已经统一部署的端到端5G公网,机场专网业务与公网共用基础网络资源,包括独立的核心网、无线接入网、承载网等所有子网下的网元,通过网络切片能力实现5G专网服务。运营商负责整体建设和运行维护等整体工作,派专职维护队伍进驻现场开展专网维护工作,为机场客户提供运营商级别的网络运维服务。权属方、承建方、运维方和运营方都归属运营商,由机场客户租用运营商提供的5G公网切片服务(见图3)。该方案具有如下优劣势。

(a) 优势:机场客户无建设成本,只需向运营商订

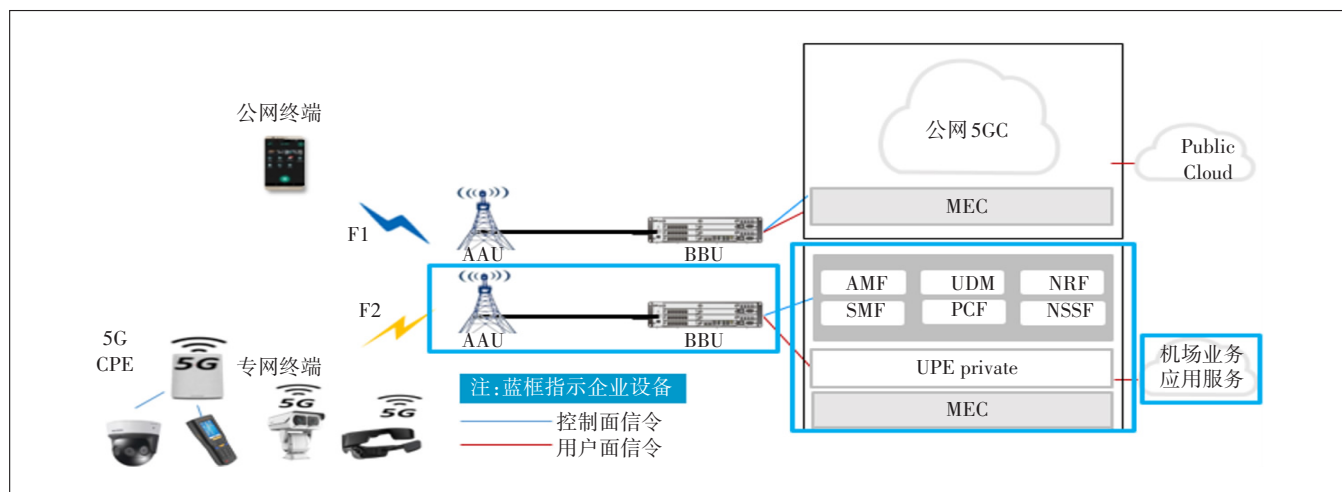


图2 运营商投资建设,机场租用专网服务

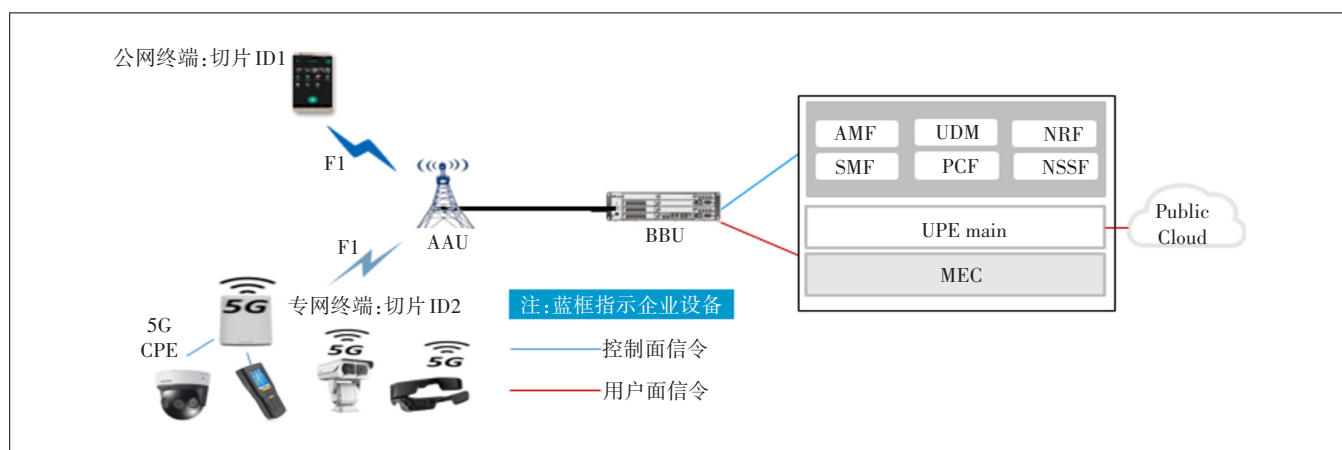


图3 运营商公网复用,机场租用公网切片服务

购网络切片服务实现专网能力,可充分利用中国联通网络资源、建网经验、运维能力及产业链合作优势。

(b) 劣势:UPF及5GC部署在运营商侧,企业运营和订阅信息存储在移动运营商的网络上,数据会出园区。机场生产业务与公网混用,在网络安全和容量方面不如独立专网。

### 3.2.2 联合建设部署方案

a) 机场与运营商共建专网,核心网独立,无线网共享。为保证机场数据安全,内部数据不出园区,专网核心网由机场投资建设,无线接入网的基站与运营商公网共享,通过基站小区SubPLMN频率共享方案区分公网和专网用户业务。权属方、承建方、运维方和运营方归属机场和运营商共同所有(见图4)。该方案具有如下优劣势。

(a) 优势:机场客户可节省无线网的投资,专网核心网侧网元和公网物理隔离,仍保证专有网络数据流量的安全性。建设独立的业务网络,业务数据、安全等有保障,便于运营。

(b) 劣势:无线网基站共享,无法保障专网容量需求。

b) 机场与运营商共建专网,核心网用户名独立,无线网及核心网控制面共享。为了进一步节省机场建设成本且保证机场数据安全,内部数据不出园区,核心网用户面网元由机场投资建设,无线接入网的基站及核心网控制面网元与运营商公网共享,通过基站小区SubPLMN频率共享方案区分公网和专网用户业务。权属方、承建方、运维方和运营方归属机场和运营商共同所有(见图5)。该方案具有如下优劣势。

(a) 优势:机场客户可节省无线网及部分核心网的投资,专网核心网用户面网元和公网物理隔离,仍保证专有网络数据流量的安全性。

(b) 劣势:无线网基站共享,无法保障专网容量需求。同时专网核心网控制面与运营商公网共享,在使用和管理自有控制方面不如独立专网。

### 3.2.3 机场独建部署方案

由机场独立投资建设一张端到端的5G专网,与运

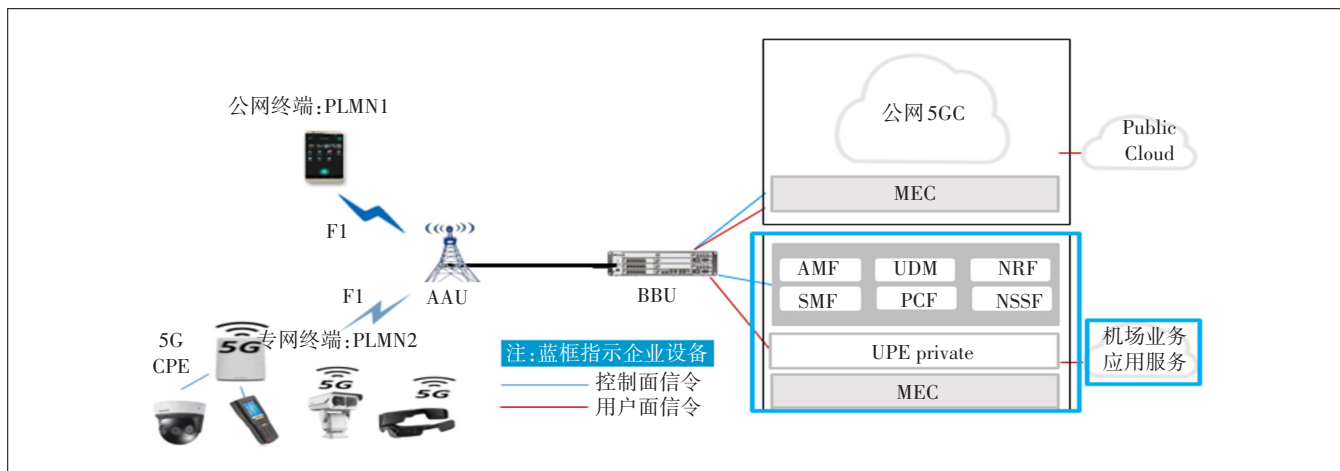


图4 机场与运营商共建专网,核心网独立,无线网共享

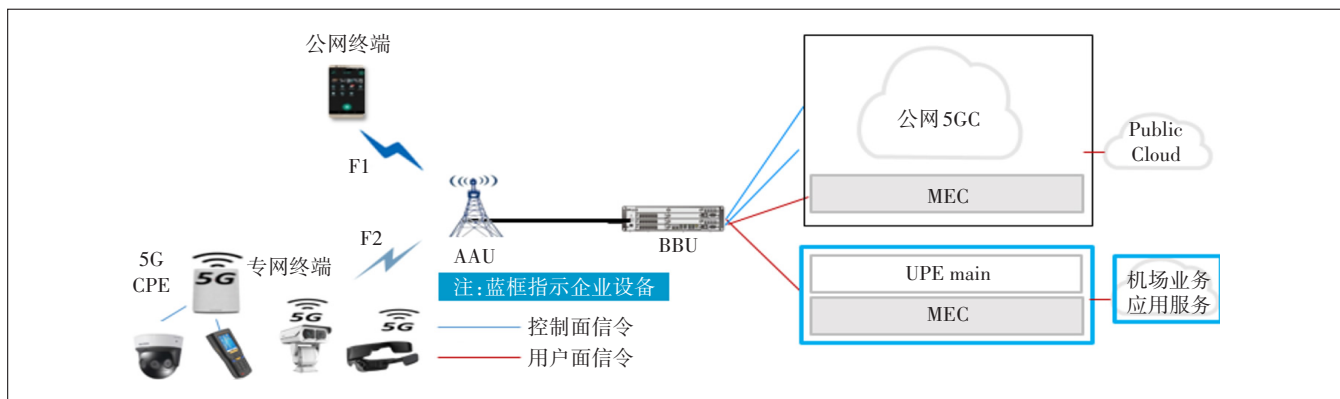


图5 机场与运营商共建专网,核心网用户名独立,无线网及核心网控制面共享

营商5G公网设备完全独立,包括独立的核心网、无线接入网、承载网等所有子网下的所有网元。网络运行维护等整体工作,建议由运营商提供专网服务,派专职维护队伍进驻现场贴身服务,按照中国联通网络重

保标准开展专网维护工作,为机场客户提供运营商级别的网络运维服务。权属方和运营方归属于中国联通,承建方、运维方归属机场(见图6)。该方案具有如下优劣势。

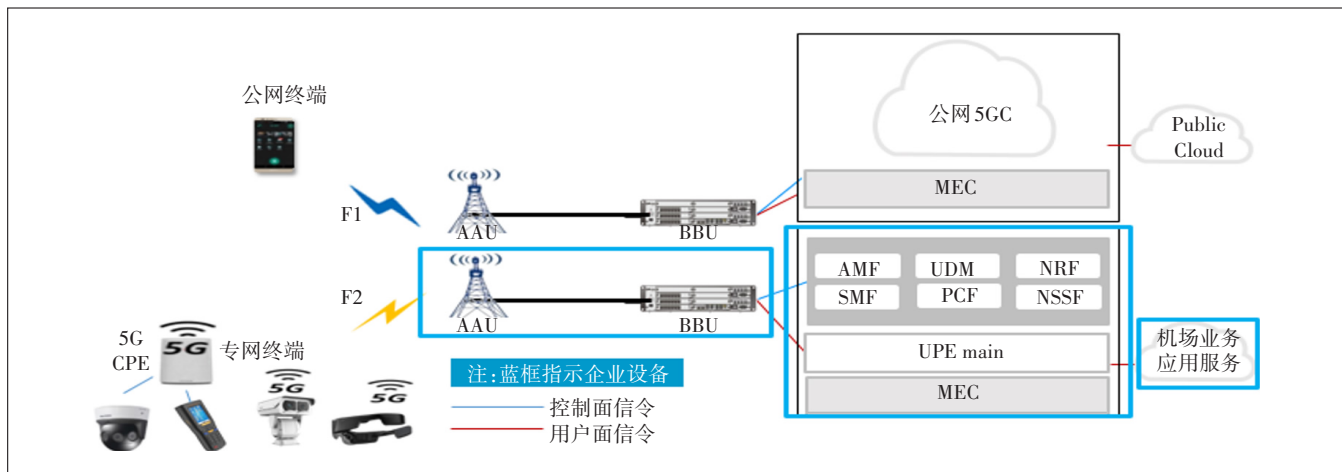


图6 机场独立部署方案

a) 优势:所有网络本地独立部署,机场对网络的建设、使用和管理可自由控制,机场生产业务数据绝对安全可靠,不出机场园区。即使运营商设备出现故障,5G专网也可正常工作

b) 劣势:机场运营团队没有构建和运营5G网络的专业知识,需要机场额外投入专网建设运营的行业技能和人员配置。

### 3.3 应用层

在应用层提供的业务主要有视频会议、位置跟踪、应急预案、多媒体调度、语音调度、录音录像等丰富的业务功能,通过互联互通网关平台,实现宽带窄带的语音集群互通功能,包括对接模拟集群、PDT集群、TETRA集群、LTE宽带集群、固网等专网通信系统。同时可提供开放的API接口支持,具备共享基础通信能力的平台能力扩展新业务,包括融合数据、GIS、图像等多媒体业务,应用于指挥调度中心安保、协同作战指挥等场景,使得一线工作人员的数字化、可视化、自动化和智能化工作流程得以实现。

## 4 结束语

目前以TETRA、PDT、MPT1327为代表的窄带集群通信系统除应用在民航,还在石油化工、港口、电力、公共安全、政府、部队等领域得到广泛应用,但技术能力阻碍传统专网在行业的应用发展,企业信息化、智能化被抑制。从行业数字化成长空间和技术发

展来看,不同行业、不同场景的丰富需求是未来宽窄融合专网发展的动力,5G代表着业界最先进的网络技术,5G融合专网部署方案不仅能满足当前和未来企业智慧应用业务的各种需求,在建设模式方面还可以根据需求和投资做动态适配,灵活部署满足客户要求。随着5G技术逐渐成熟,运营商能够为各行业的多种需求提供“一张大容量、可定制”的5G融合专网方案,发挥专网和公网各自优势,通过资源共享降低企业成本,最大限度保护客户专网的已有投资。

### 参考文献:

- [1] 卢渊鸣. 智慧机场建设中关于数据管理的思考[J]. 科技风, 2020(2):102.
- [2] 翟音音. 5G时代下8K超高清视频发展展望[J]. 传媒论坛, 2020(3):44-46.
- [3] 张琼玲, 李海彬. 集群系统在机场通信中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2008(23):37.
- [4] 蔡昌俊, 龚小聪. 集群技术在地铁无线通信中的运用[J]. 铁道通信信号, 2002(10):36-38.
- [5] 公安部第1研究所. 公共安全宽带专用移动通信网络[M]. 1版. 北京:清华大学出版社, 2017:5-10.

### 作者简介:

杨飞虎, 工程师, 硕士, 主要从事5G专网、机场融合专网、5G+智慧航空行业拓展及应用孵化工作; 杜忠岩, 毕业于华中科技大学, 高级工程师, 硕士, 主要从事智慧城市领域ICT解决方案及产品的研究工作; 杨志全, 毕业于西北工业大学, 高级工程师, 硕士, 研究方向:5G、云计算、大数据、物联网、人工智能在民航的应用。