资料编码

eWBB 机场覆盖解决方案白皮书

文档版本 V1.0

发布日期 2012-4-12

华为技术有限公司

华为技术有限公司

地址：深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼 邮编：518129

网址：http://www.huawei.com

客户服务邮箱：support@huawei.com

客户服务电话：4008302118

目录

图目录

表目录

机场无线宽带组网解决方案白皮书

关键词：LTE，机场

摘　要：本文介绍了基于LTE技术的机场无线宽带通信系统的系统组成、组网方案、应用案例等。

1 解决方案概述

1.1 解决方案背景

中国民航机场蓬勃发展，截止 2010 年年底，中国民航通航机场 175 个，旅客运输量 2.68 亿人次、货邮运输量 563 万吨；国家在十二五规划中将民航业作为重点发展行业，预计在 2015 年通航机场达到 230 个以上，旅客运输量 4.5 亿人次、货邮运输量 900 万吨，十二五期间年均增长量 11%。

图 1 国内机场分布

然而目前机场的地面 IT 系统中止于有线网络，航班地面服务仍以 800M 对讲系统支持，无法控制生产作业流程中的检查点，缺乏全面的航班地面服务保障状态监控手段，难以满足机场生产运行的需求和发展，阻碍了机场的信息化发展。

机场无线宽带覆盖解决方案将机场与机场之间网络互连，为机场内的专业用户提供高实时性、安全性、可靠性和保密性的无线宽带数据通信及应用服务，保障机场及航空公司的航班日常生产运行任务，提高航班地面保障生产效率和航空

安全。

在国内，民航使用 1785MHz—1805MHz 无线频段组网，频率资源由民航电信为邦无线数据有限公司申请使用。

1.2 机场无线数据通信需求

1.2.1 应用需求

机场覆盖的主要特点为：工作人员地点分散、资源不断移动、对通讯要求及时、信息共享、数据要求准确、对时限要求高，下图说明机场的主要覆盖要求：

图 2 机场对无线宽带数据需求

1.2.2 业务类型

下表详细介绍机场的业务要求和使用者。

表 1 机场主要业务类型

业务	业务描述	使用者	业务要求
集群通信	对讲、电话	机场、航空公司、驻场单位	

资源调度	司机、工作班组无线派工，短语信息发送	同上	无线网络传输时延 5 秒以内
信息发布	变更信息推送	同上	航班、旅客、货行邮数据、业务文件变更后，应用系统通过无线网络自动推送给司机、工作班组终端设备接收
行李确认	行李条码扫描比对	机场行李部门	通过使用手持终端，出港航班行李分拣扫描比对；进港中转行李扫描确认；进港到达行李提取扫描核对
货邮确认	货邮条码扫描核对	机场货运装卸部门	通过使用手持终端，货邮出库扫描核对；货邮装机扫描确认；货邮卸机扫描确认；货邮入库交接核对
中心配载	集中式配载单传递、监装监卸	航空公司 AOC、机场装卸部门	装卸机单集中在中心配载制作，制作完成之后通过中心 GODB 发布到机场 GODB，再推送到 wROCS 系统，由 wROCS 通过无线网络推送给装卸班组手持终端接收、打印。没有上 wROCS 的机场，可以直接使用机场 GODB 的 IE 界面提取、打印
中心签派	集中式签派、航班飞行任务资料传递	航空公司 AOC、机场航务部门、机组、油料	签派单集中在航空公司 AOC 制作，制作完成之后通过中心 GODB 发布到机场 GODB，再推送到 wROCS 系统，由 wROCS 通过无线网络推送给机场航务手持终端接收、打印。没有上 wROCS 的机场，可以直接使用机场 GODB 的 IE 界面提取、打印。放行油料直接推送给油料公司。
机务维修	任务调度、维修流程汇报、维修单据扫描比对	机务公司	要求无线覆盖到机务公司工作区、机库、海关
机坪管理	机坪管理、施工管理	机场	基于手持终端的综合业务管理，包括：机坪检查巡视记录、交通监管记录、施工现场检查记录、围界通道门检查记录，记录通过无线网络回传指挥中心
视频监控	移动视频监控	机场	通过无线网络和专用设备，实现对 CCTV 覆盖不到的机坪、航站楼内事故现场的视频采集并实时回传指挥中心
拍照回传	现场照片拍摄并回传	机场、航空公司、驻场单位	照片不超过 1024*768 像素
应急指挥	应急指挥车通过无线网络连接到机场固网	机场	实现应急指挥车中的所有业务系统可用（业务系统包括 CCTV、雷达、气象、GIIS 和航空公司及地服业务系统）
	移动办公设备通过无线网络连接到机场固网	机场	在应急救援作业区域内（旅客安置区、家属接待区、机组安置区）实现通过无线网络接入相关的业务网络（边防、公安）

1.2.3 业务带宽需求

机场主要业务带宽需求概述如下表：

表 2 机场业务带宽需求

业务	上行		下行	
	数据包长	速率需求	数据包长	速率要求
定位监控（GPS）	120Bytes	1Kbps	50Bytes	1Kbps
资源调度	50Bytes	1Kbps	300Bytes	2Kbps
信息发布	50Bytes	1Kbps	300Bytes	2Kbps
工作短语	300Bytes	2Kbps	50Bytes	1Kbps
行李确认	100Bytes	1Kbps	1KBytes	8Kbps
货邮确认	100Bytes	1Kbps	1KBytes	8Kbps
中心配载-装/卸机单	100Bytes	1Kbps	10KBytes	30Kbps
中心签派-飞行任务单	100Bytes	1Kbps	4MBytes	1Mbps
拍照回传	1MBytes	600Kbps	50Bytes	1Kbps

1.3 机场覆盖目标

机场覆盖的主要区域如下图所示：

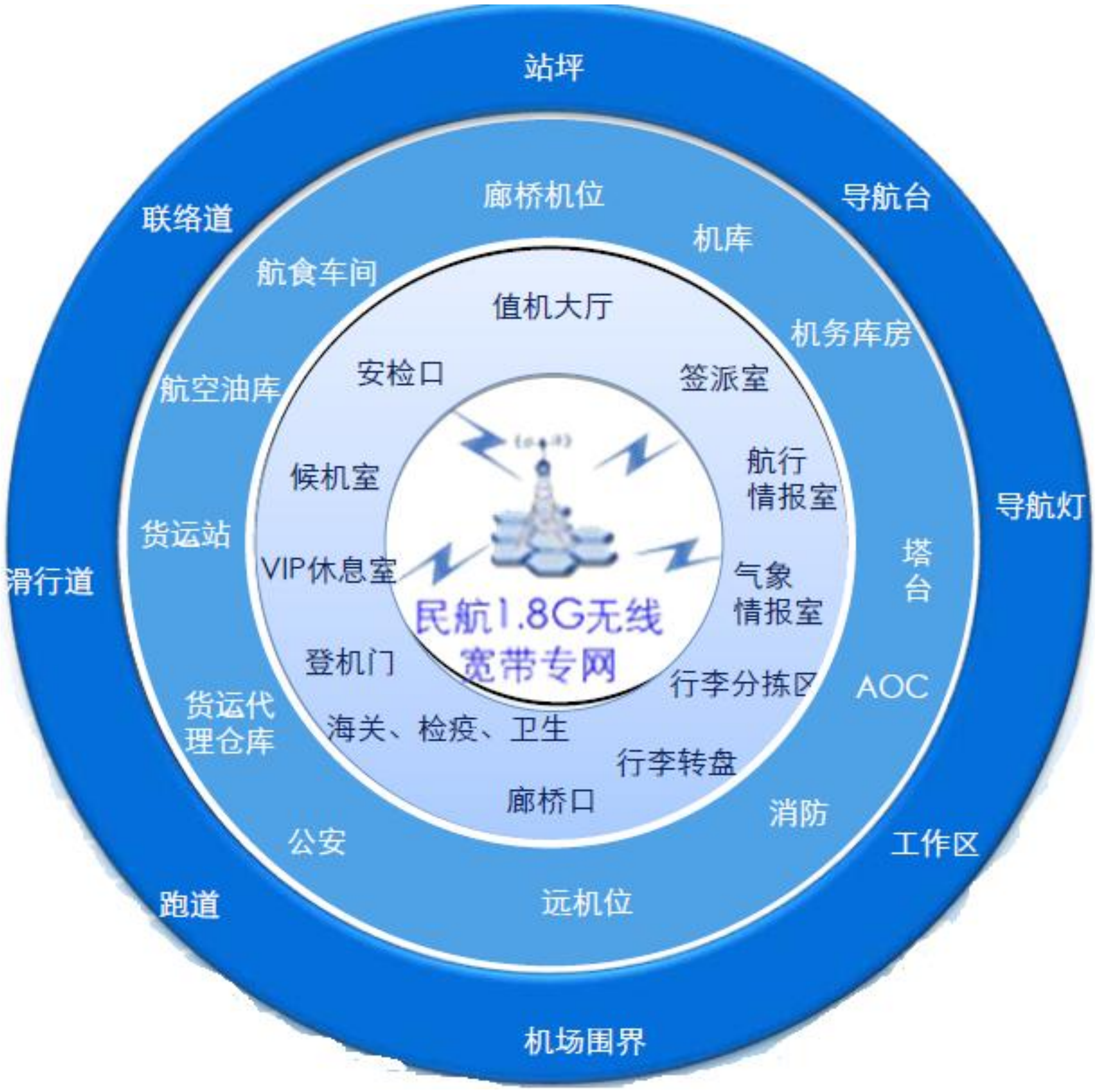


图 3 机场覆盖区域

需要覆盖的单位有：航空公司、航空食品公司、航空油料公司、空管单位、消防部门、海关、检疫、卫生单位、公安、贷运公司、机场地服单位、机务维修公司等。

需要覆盖的岗位有地面服务人员，服务车辆、机务人员、飞行员、乘务员、管理人员等。

1.4 机场解决方案亮点

机场解决方案的特点为：

1） 高数据带宽，高峰值吞吐率

2） 全面安全性保证

3） 对频段无特殊要求

4） 支持 FDD、TDD 组网

5） 根据业务情况支持上下行灵活配比

6） 全业务 IP 网络，支持数据、语音、视频全业务功能

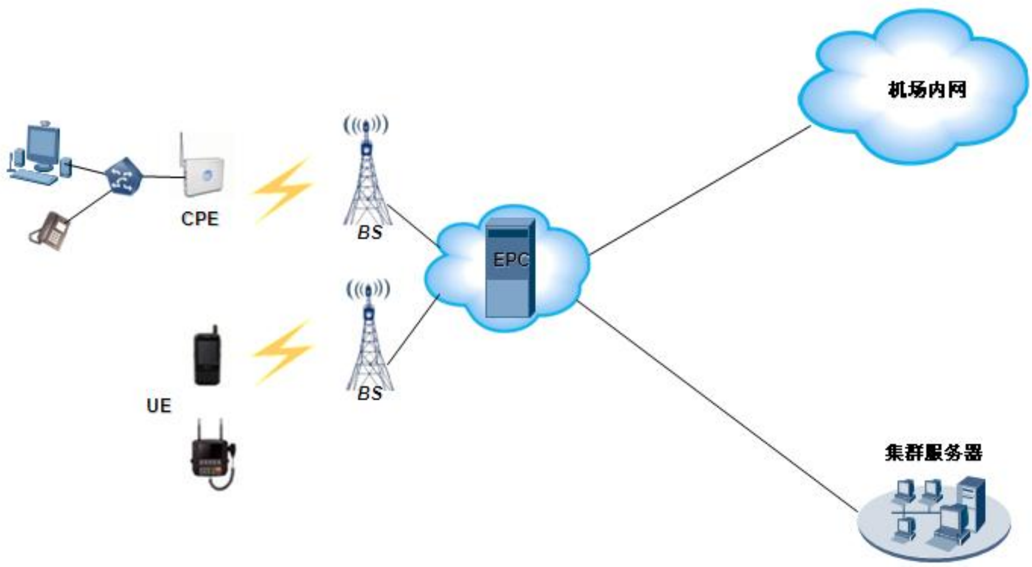
7） 普遍服务，全面覆盖站坪、工作区和航站楼

8） 全面产业链，确保技术和网络平滑演进

2 解决方案介绍

2.1 解决方案总体结构

在机场解决方案中，我司主要交付 eNodeB、EPC 以及终端，整体组网方案如下图：



企业 EPC 为机场应用系统如 wROCS、SKADA 等提供承载通道，为专网应用系统提供以太网接口，完成对接。

2.2 网络规划解决方案

本章节主要介绍机场无线网络规划方案，机场覆盖场景空旷，传播距离远，小区间干扰大，因此做好网络规划和工程优化至关重要。机场覆盖的主要特点为：

1） 机场地形空旷(如跑道)，属于视距传播

2） 热点区域(如停机坪)话务量高

3） 廊桥的穿透损耗大

4） 室内外需同时覆盖，航站楼玻璃穿透损耗小，易形成室内外系统

之间的干扰

本章节以具体应用案例，介绍机场覆盖解决方案。

2.2.1 覆盖方案

室外设计根据链路预算，在下行 2Mbps 上行 512Kpbs 的前提下，站高 25m，室外覆盖半径在 1.5KM 以上，单站（S111）覆盖面积为 4 平方千米。

表 3 链路预算过程

Scenario	**PDSCH**	**PUSCH**
Duplex Mode	TDD	
TDD DL/UL Config	#1 5ms 2:2	
TDD Special Frame Config	#7 10:2:2	
Morphology	Rural Area	
Environment	Outdoor	
Frequency(MHz)	1800	1800
Bandwidth(MHz)	10	
Propagation Model	Cost231-Hata(Huawei)	
Channel Model	ETU 3	
Service Type	PS	
Target Load	100%	75%
MIMO Scheme	2×2	1×2
RBs Used	14	10
Cell Edge Rate(kbps)	*2000*	*500*
Transceiver	**PDSCH**	**PUSCH**
Max Transceiver Power(dBm)	46	23
Actual Transceiver Power(dBm)	46.0	23
RBs to Distribute Power	50	10
Subcarriers to Distribute Power	600	120
Transceiver Power/Subcarrier(dBm)	18.2	2.2
Beamforming Gain(dB)	0	/
Transceiver Antenna Height(m)	25	1.5
Transceiver Antenna Gain(dBi)	18	0
Transceiver Cable Loss(dB)	1	0
Transceiver Body Loss(dB)	0	0
EIRP/Subcarrier(dBm)	34.8	2.2
Receiver	**PDSCH**	**PUSCH**
SINR Request(dB)	8.1	0.8
MCS	16QAM 0.64	QPSK 0.55
Receiver Noise Figure(dB)	7.0	3.5
Receiver Sensitivity/Subcarrier(dBm)	-117.1	-128.0
Receiver Antenna Height(m)	1.5	25
Receiver Antenna Gain(dBi)	0	18
Interference Margin(dB)	17.0	3.8
Min Signal Reception/Subcarrier(dBm)	-100.2	-140.8
Budget Results	**PDSCH**	**PUSCH**
Std.of Shadow Fading(dB)	6	
Area Coverage Probability	95%	
Edge Coverage Probability	83.4%	
Shadow Fading Margin(dB)	3.9	
Max Allowed Path Loss(dB)	131.1	139.1
Coverage Radius for Diff Channels(km)	1.76	2.95

室外站的覆盖方案主要原则：

1） 严格控制越区覆盖

2） 天线选择适合机场场景

3） 多种站型和组网方式融合

4） 参数设计防止乒乓切换

5） 根据话务量差别选择覆盖方式

在室内覆辣中，使用与运营商 DAS 网络合路的方案（如图），通过信源合路，利旧原有室内分布系统。

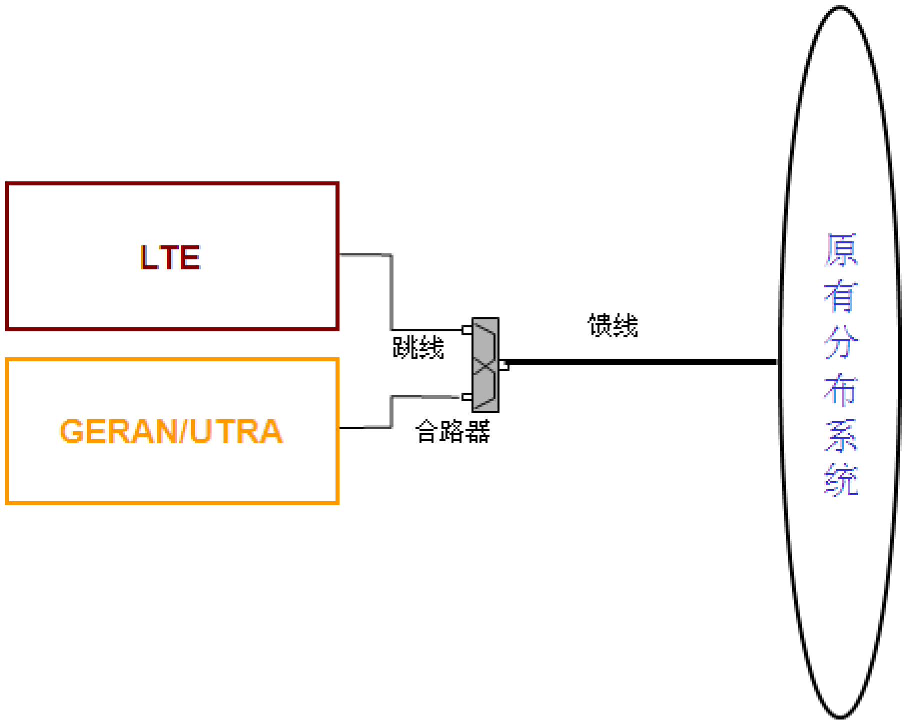


图 4 室分合路方案

这种合路方式对原有 DAS 系统影响小。室内站应着重考虑相对原有室分系统的变动，主要要点概述：

1） 天馈改造，需要对原系统中不符合多系统频段的天线进行更换

2） 天线口功率匹配

3） 无源器件改造

2.2.2 容量设计

根据该中等机场的业务需求模型，估算用户同时在线所需要的带宽：

表 4 机场话务模型

同时在线	业务类型	单位带宽(DL—UL)kbps		中机场	说明
		DL	UL		
数据用户	实时数据	50	15	600	多媒体用户终端，同时支持语音数据在线，带宽需求不重复计算；两类语音单用户同时只工作一种模式
	非实时数据	10	10	600	
语音用户	VOIP集群	15	0	1200	
	VOIP单呼	0	15	600	
媒体用户	机场传媒	0	30	20	
带宽总需求	下行（Mbps）			54	
	上行（Mbps）			24.6	

上行为 24.6Mbps，下行为 54Mbps，若使用 LTE TDD 覆盖，通过估算，在容量上需要的基站数目为 4 个基站。

图 5 目标覆盖区域示例

目标覆盖区域面积:5km x 4km= 20 平方千米

假设单站覆盖半径为 1.7 km，单站覆盖面积为 4 平方千米，所需要的基站数目为 20/4=5 个基站

综上，结合容量和覆盖，该机场需要覆盖的基站数目为 5 个。

2.2.3 频率设计

LTE 系统采用同频组网，干扰是主要问题。频率复用度越高对终端解调能力越严格，下面是某同频组网的性能：

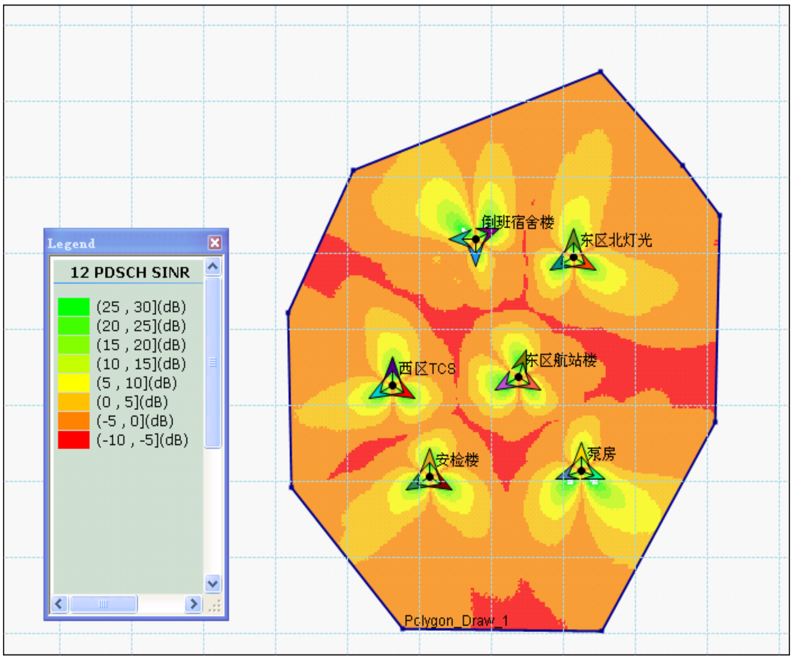


图 6 某机场组网

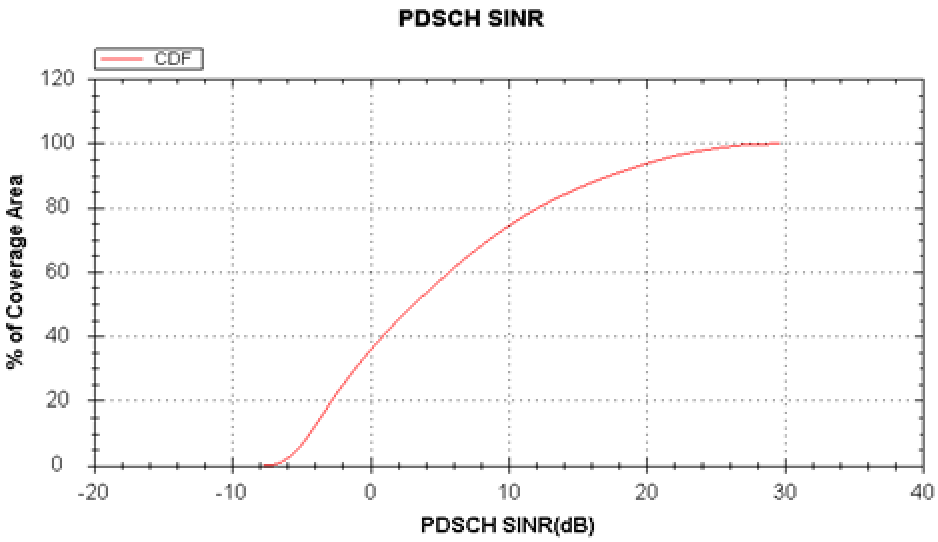


图 7 同频组网性能

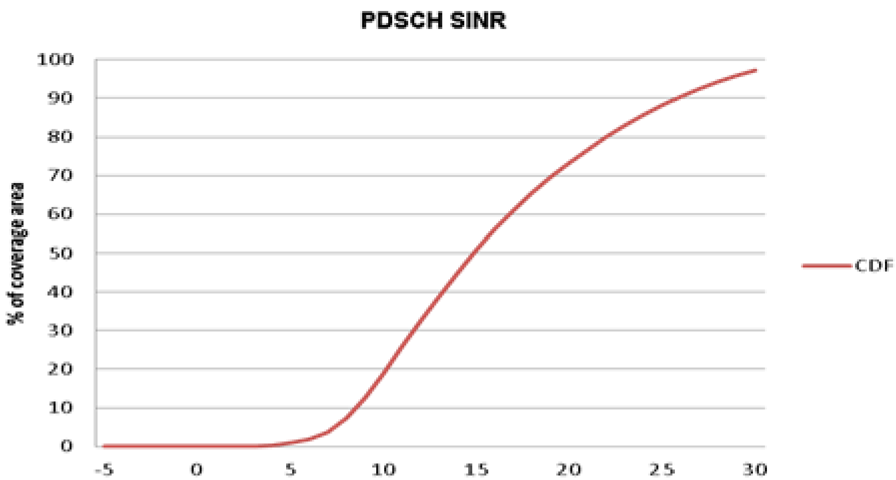


图 8 异频组网性能

从上图可看出，异频组网 1x3x3 相对于同频组网 1x3x1，平均 SINR 好了约 10dB。

若使用同频组网，ICIC 技术可以降低同频组网中干扰，在网络负荷较高时有效改善边缘用户感受。

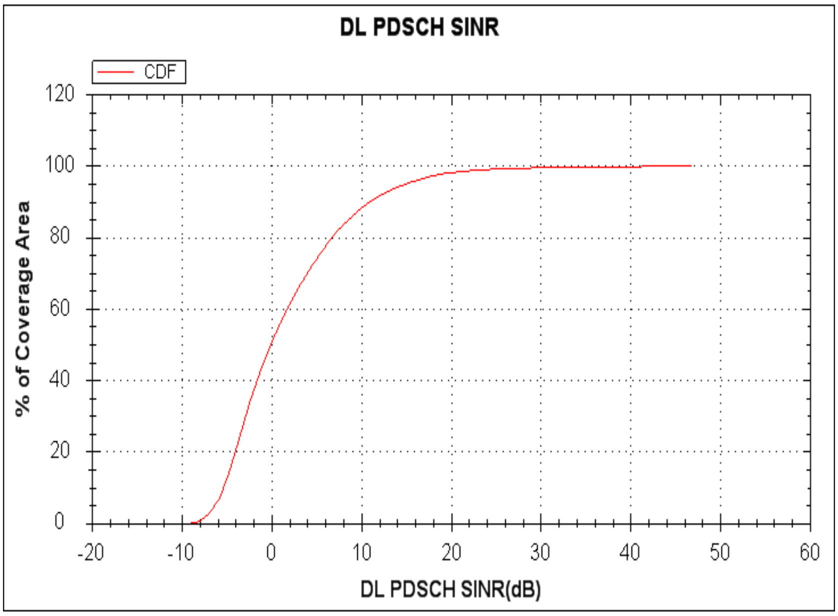


图 9 使用 ICIC 前的 SINR

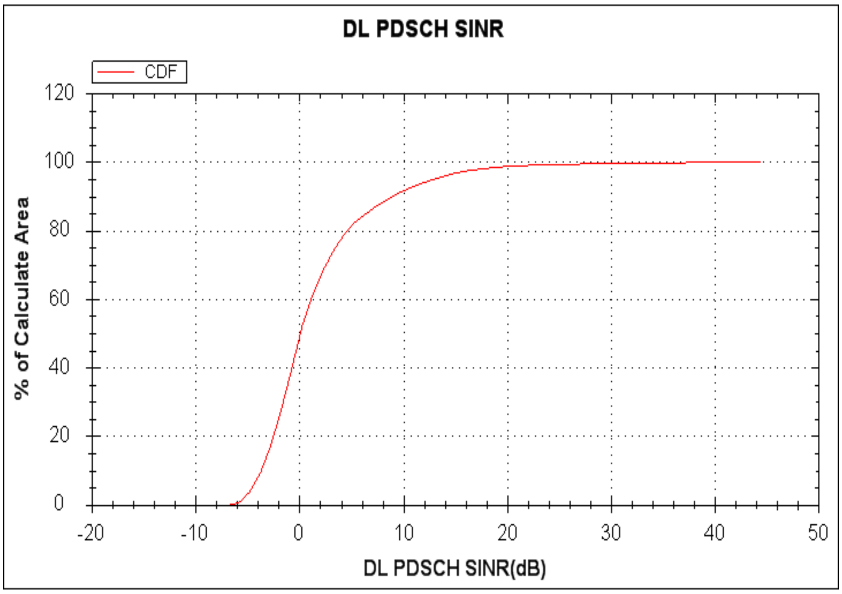


图 10 使用 ICIC 后的 SINR

仿真结果表明，开启 ICIC 后，覆盖率可由 90%提升到 95%。

因此机场覆盖方案中推荐使用异频组网，或同频组网+ICIC。

2.2.4 无线网络优化

网络规划一般不能完全与实际相符，需要通过网络优化来修正，机场场景特殊、优化需要精细化调整，此外室内外要考虑联合优化，避免同频干扰。

华为机场覆盖解决方案通过仿真指导 RF 优化和频率优化，并通过 DT 测试验证，测试结果可以导入系统仿真平台进行进一步精细化调整，如此反复迭代，直至机场覆盖整体性能最优。

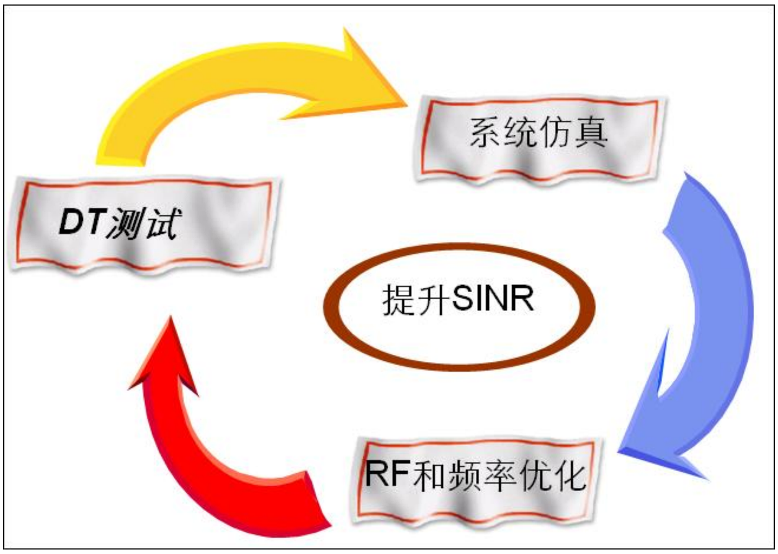


图 11 机场覆盖优化思路

2.3 网络设备解决方案

2.3.1 核心网

单柜核心网在电信的 PS 核心网基础上进行简化，典型组网场景中，核心网侧仅包含 USN、HSS、UGW，接口均为 IP 接口。单柜核心网的 USN 上内置了 HSS 功能，不对外提供 S6a 接口。

USN9810 对外接口仅包括 S1-MME 和 S11。S6a、S10 均为内部接口，不需要进行配置。

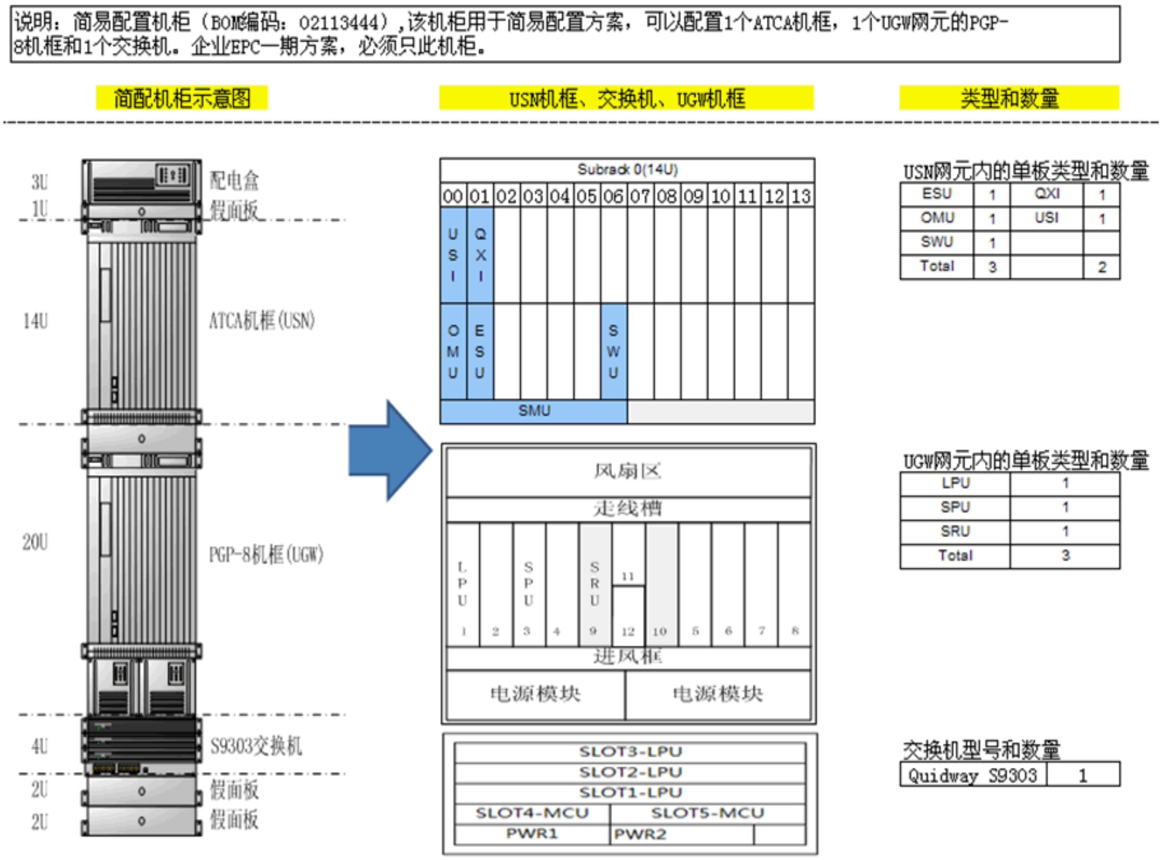


图 12 单柜 EPC

主干设备的关键模块和环境部件具备 1+1 热备份的功能，系统具备 99.999%的可靠性。

2.3.2 基站

华为 DBS3900 基站采用分布式架构，由两种基本功能模块组成：基带控制单元 BBU3900(BaseBand control Unit)和射频拉远单元 RRU (Remote Radio Unit)，基带与射频单元之间采用 CPRI 接口，通过光纤相连接，传输 CPRI 信号。

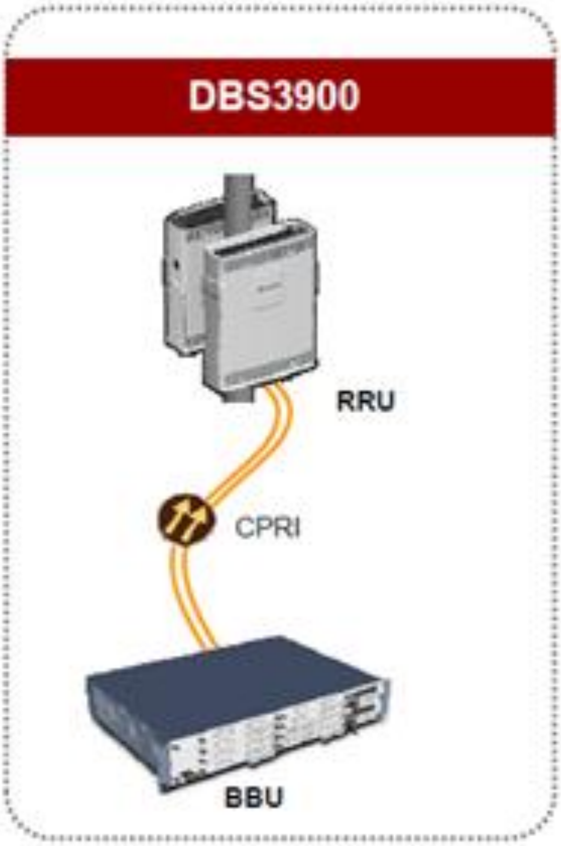


图 13 DBS3900 基站

2.3.3 终端

1. LTE TDD MiniPCIe 卡

机场项目交付的 MiniPCIe 卡 ML801，插入到客户的终端中使用。ML801 是一款实现高速无线网络接入的内置模块，支持 TD-LTE 网络。ML801 支持 TD-LTE 数据业务，支持 LTE TDD 5MHz、10MHz、20MHz 带宽。

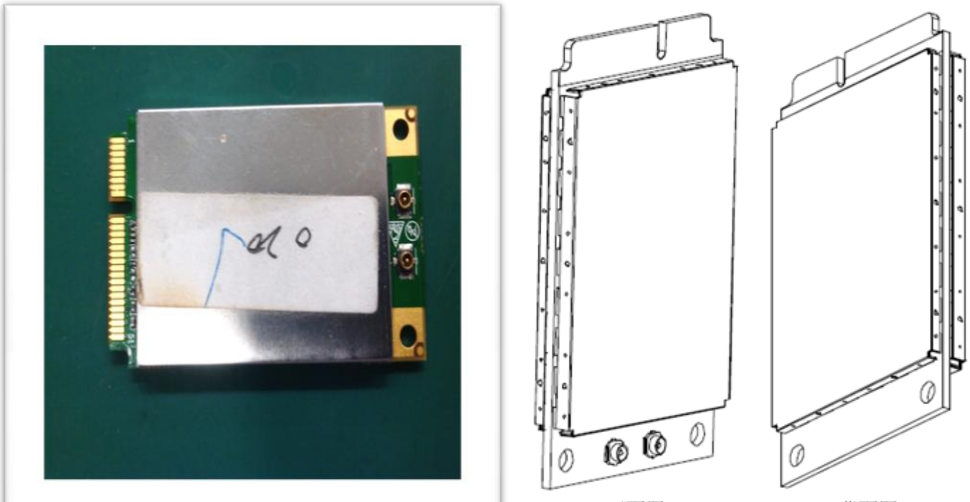


图 14 MiniPCIe 卡

ML801 通过 Mini PCIe 接口与整机设备（PC、手持终端、CPE、车载设备等）连接，在 TD-LTE 网络覆盖区域，用户可以享受无线上网、收发电子邮件、VoIP 语音等应用。更高的速度、更可靠的性能、更便捷的操作特性将大大增强用户在无线网络中的体验。

2. CPE

机场解决方案可提供多款 CPE 产品，包括 FDD 和 TDD。可用于室内或室外，支持多种频段和带宽，CPE 具备 wifi 上网功能，其外观如下图：

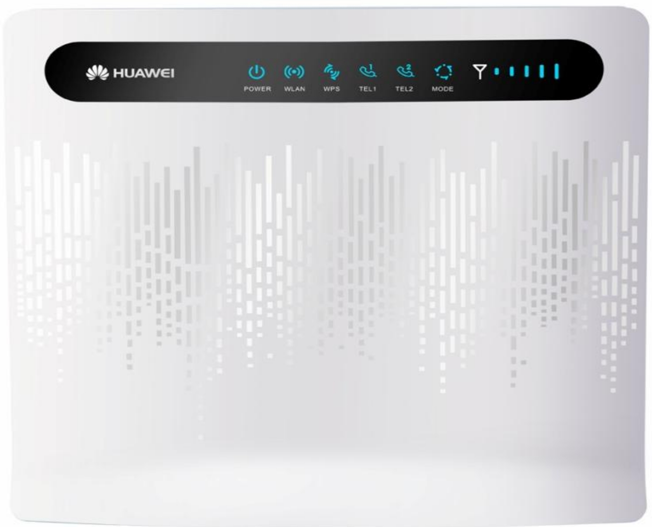


图 15 CPE 外观图

3. 手持台

华为 LTE 手持终端 T811 支持集群业务，具备 wifi 功能及内置 GPS。可根据频率定制，支持 PTT 及 emergency call。

图 16 T811

2.4 无线宽带集群 Trunking 服务器

宽带集群服务器可与我司 EPC 对接，客户可选择使用我司宽带集群解决方案，组网示意如下图：

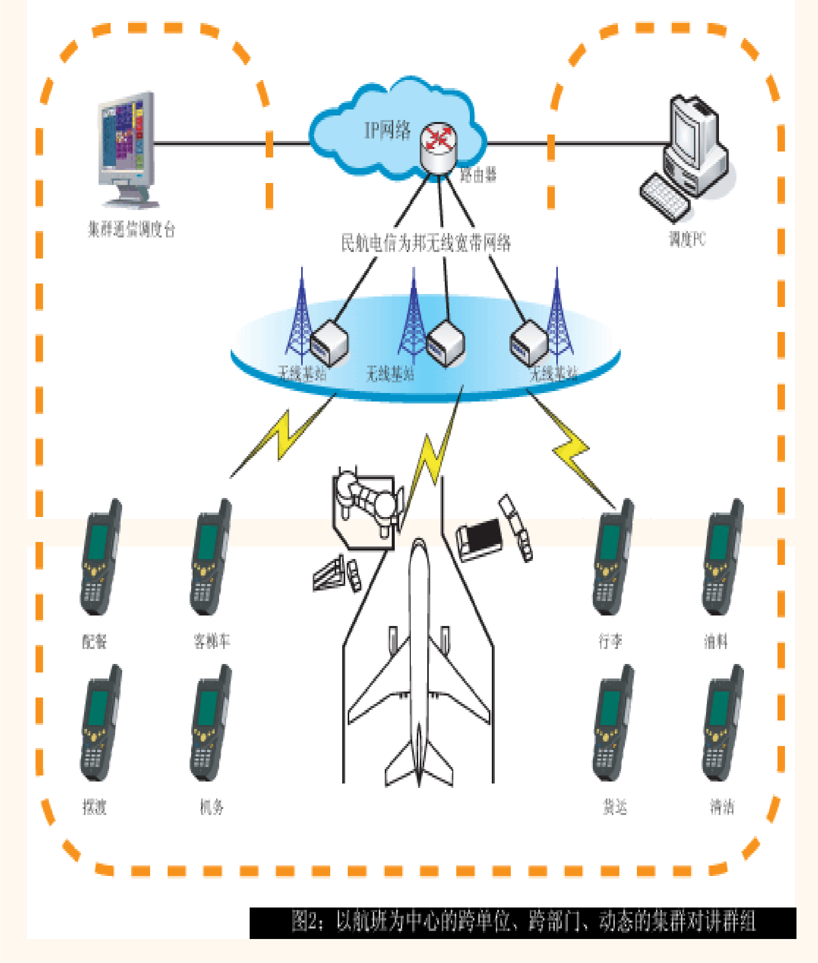


图 17 集群系统

其提供的主要功能：

2.4.1 语音业务

- 个呼

  移动用户之间、移动和固定用户之间的点对点全双工语音呼叫。

- 多方通话

  多个移动用户之间的全双工语音通信。

- 组呼

  一组预定义用户的点到多点的半双工语音通信。用户通过 PTT 操作申请话权并发话。

- 广播

  一组预定义用户点到多点的单工语音通信。只有发起者能够发话。

- 单呼

两个移动用户之间的点到点半双工语音通信。两个用户轮流按 PTT 发话。

- 呼叫抢占

高优先级的通话，可以将正在进行低优先级呼叫的用户抢占，实现优先通话。

- 互联互通

集群服务器可以和固网交换机、小交换机实现语音业务的互联互通。

2.4.2 移动宽带业务

- FDD 和 TDD 模式

通过选用不同的射频模块，系统可以在 FDD 或者 TDD 模式下工作。

- 5/10/20M 带宽组网

FDD/TDD 模式下可以支持 5M、10M、20M 带宽。

- 移动性管理

通过移动性管理，实现 LTE 终端的切换、重选等操作。

- 操作与维护

提供 LMT/M2000 等操作维护工具。

- 可靠性功能

eNodeB 提供主控板冗余、基带板小区重建、SCTP 多归属等特性，ePC 提供 eCNS Pool 等特性，语音服务器提供冗余备份特性，全面提升网络可靠性。

- QoS 管理和拥塞控制

通过对不同数据业务进行优先级标识，实现对高优先级业务的优先调度。

图 18 Trunking 服务器

详情请参考《基于 LTE 的无线宽带集群技术白皮书 V1.0》。

2.5 QoS 和安全

2.5.1 QoS

QoS 保证是指设备按照指定的速率并在指定的时间内传输数据。QoS 的目标是为网络通信建立一个有保证的传输系统，衡量 QoS 的几个基本要素主要包括：

- 带宽/吞吐量：网络的两个节点之间特定应用业务流的平均速率；
- 时延：数据包在网络的两个节点之间传送的平均往返时间；
- 抖动：时延的变化；
- 丢包率：在网络传输过程中丢失报文的百分比，用来衡量网络正确转发用户数据的能力；

QCI （QoS Class Identifier），控制承载级别的包转发处理（如 scheduling weights, admission thresholds, queue management thresholds）的参数。不同的 QCI 的业务需要使用不同的承载。标准 QCI 对应的参数是在各个设备上预先配置的，每个 QCI 与一组参数相对应，3GPP 标准定义了 QCI 值 1~9 对应的参数值，如下表：

Table 6.1.7: Standardized QCI characteristics

QCI	Resource Type	Priority	Packet Delay Budget (NOTE 1)	Packet Error Loss Rate (NOTE 2)	Example Services
1 (NOTE 3)	GBR	2	100 ms	10^{-2}	Conversational Voice
2 (NOTE 3)		4	150 ms	10^{-3}	Conversational Video (Live Streaming)
3 (NOTE 3)		3	50 ms	10^{-3}	Real Time Gaming
4 (NOTE 3)		5	300 ms	10^{-6}	Non-Conversational Video (Buffered Streaming)
5 (NOTE 3)	Non-GBR	1	100 ms	10^{-6}	IMS Signalling
6 (NOTE 4)		6	300 ms	10^{-6}	Video (Buffered Streaming) TCP-based (e.g., www, e-mail, chat, ftp, p2p file sharing, progressive video, etc.)
7 (NOTE 3)		7	100 ms	10^{-3}	Voice, Video (Live Streaming) Interactive Gaming
8 (NOTE 5)		8	300 ms	10^{-6}	Video (Buffered Streaming) TCP-based (e.g., www, e-mail, chat, ftp, p2p file
9 (NOTE 6)		9			sharing, progressive video, etc.)

华为均已实现 QCI1~9，通过对不同数据业务进行优先级标识，实现对高优先级业务的优先调度。

2.5.2 安全

LTE 机场方案为用户提供完整的加密方案，可以抵御各种威胁。LTE 加密方案包括无线侧，传输侧和 eNodeB 和 OM 平台三个方面，下表是 LTE 中主要加密解决方案。

表 5 LTE 加密解决方案

Security system	Security Solution
Wireless plane	Integrity Protection and Encryption
Transport plane	IPSec, 802.1x, PKI, and so on
eNodeB equipment & OM plane	ACL, SSL, alarms, logs, users authentication, and so on

3 应用案例

3.1 xx01 项目无线解决方案

3.1.1 无线侧设备组网

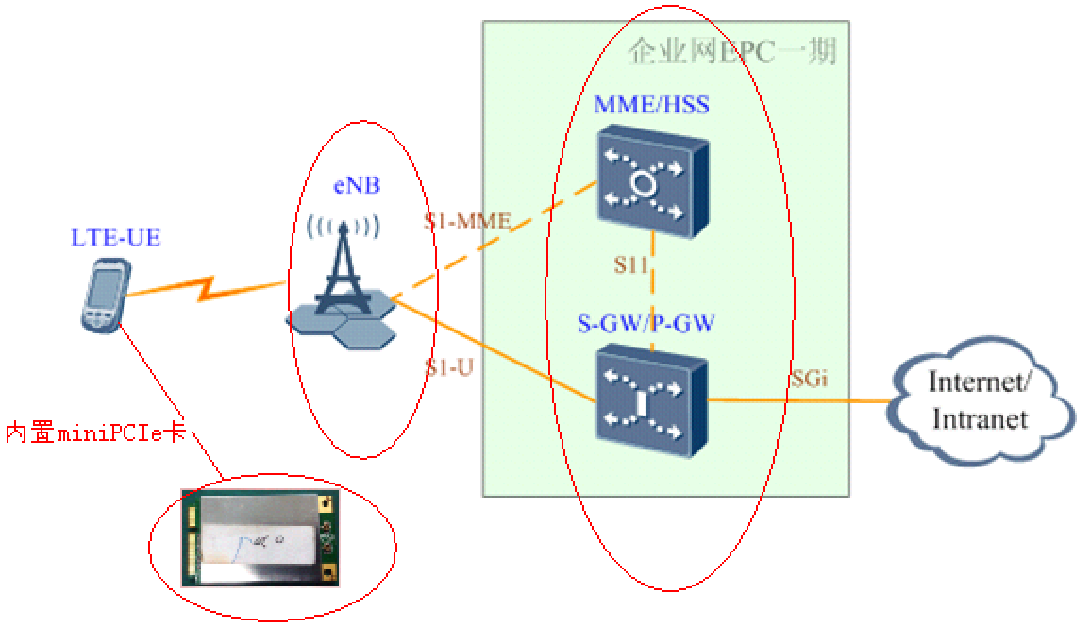


图 19 民航中天 XX 机场设备组网

组网说明：

HSS 用于控制用户的接入认证以及鉴权

MME 负责控制面的移动性管理

S-GW(Serving Gateway:服务网关)承担 EPC 的网关功能，终结 E-UTRAN 方向的接口。

P-GW(PDN Gateway:PDN 网关) 承担 EPC 的网关功能，终结与 PDN 相连的 SGi 接口。

该网络与 Internet 以及其他单位局域网可通过配置一台路由器互联，并且通过配置硬件防火墙保障相互之间网络安全。

3.1.2 无线网络规划

网络规划说明：

室外覆盖包括：机场跑道、机坪、户外工作服务区，及特殊覆盖：指廊区

频段：1785-1805MHz 范围内，10M 同频组网

室外天线高度 20 米左右，覆盖半径 1.5 公里。上下行配比 2：2，下行 2T2R，上行 1T2R

室外 11 个站，室内 19 个站

室内覆盖采用与原有联通室内分布系统合路方式，CAWN 网络、联通的 G、W 三网合路，利用原有天馈系统，如下图

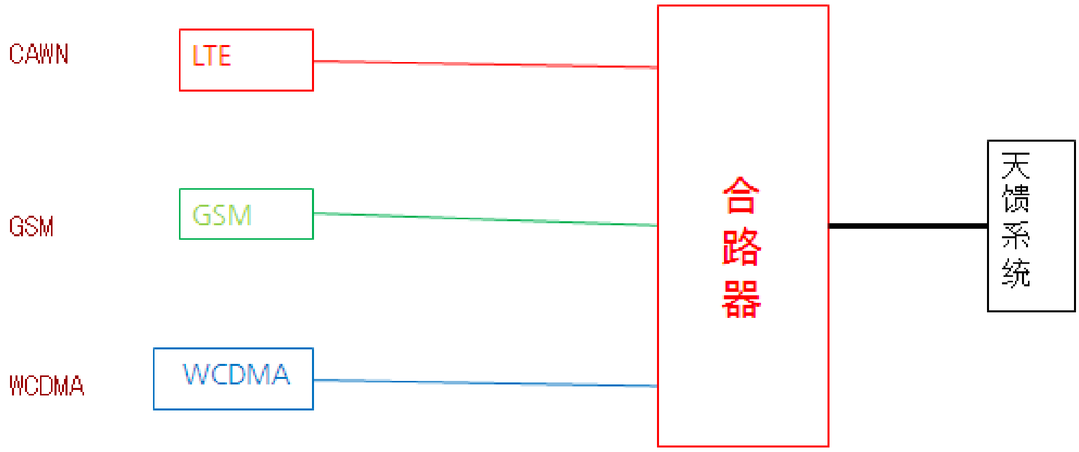


图 20 室分合种方案

3.1.3 无线设备安装

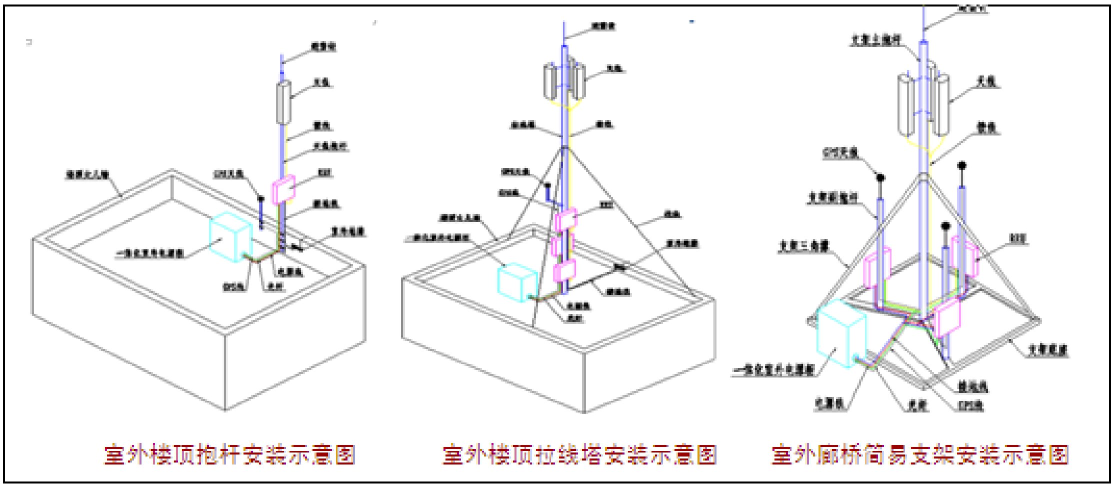


图 21 室外站安装

RRU：安装于天线下部拉线塔主杆上

BBU：安装于室外一体化电源柜 APM30H 内

电源：交流 220V 32A 端子至一体化室外电源柜 APM30H 交流接口，该站交流电源利用原有电源引线

光缆：从机场各机房通过光纤与该站点 BBU 直接对接

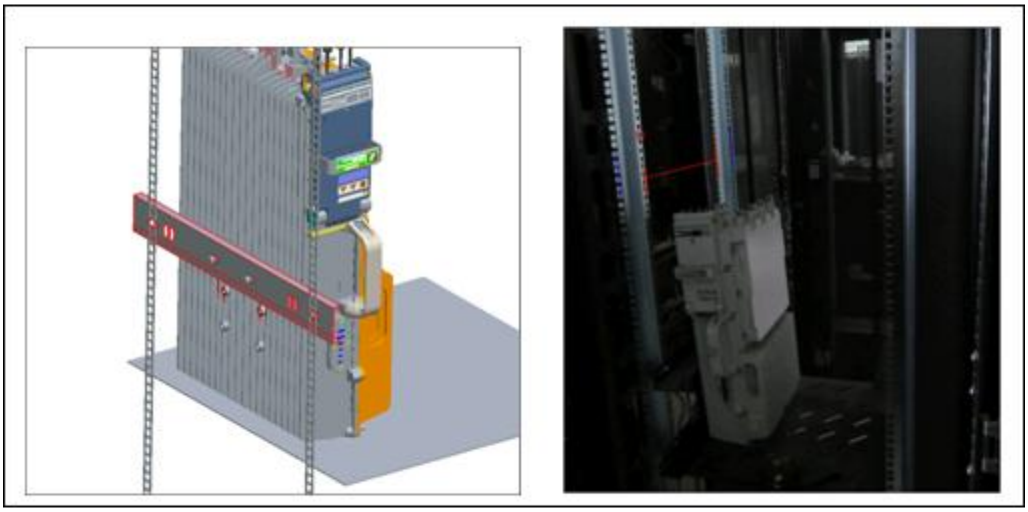


图 22 室内站安装

客户要求室内基站的 RRU 安装在 19“标准机柜里

室内环境，空调房，单机柜最多安装 2 个 RRU,机柜顶有 4 风扇吸风，经整机确认散热没有问题

RRU 立在机柜中，如上图安装，具体需要新增加一件新安装件（红色部分），一侧通过螺钉安装在 RRU 的安装接口上，一侧通过螺钉打再机柜的方孔条上，RRU 下面有机柜的底板支撑。

4 总结

基于 LTE 技术机场无线通信系统，技术先进，满足了机场业务与高传输带宽、高可靠性的要求，代替传统的有线通信方案，促进机场信息化发展。可以把航班计划、航班动态、航班服务通告广播给所有的工作人员，工作任务单无线发送，配载中心向机下装卸小组发送装机单和舱单，未登机旅客行李数据发送，人员和车辆的位置实时监控，工作进展和任务执行状态汇报，大容量的航行情报资料、气象情报资料、机载电子设备数据的无线传输等。

LTE 宽带解决方案可以很好满足这些实时的、可靠的、大规模的、密集用户的无线数据传输需求。

5 附录 A 缩略语缩略语清单

英文缩写	英文全称	中文全称
CAWN	Common Intermediate Format	民航中天无线网络
PTT	push to talk	按讲
LTE	Long Term Evolution	
wROCS	Wireless Ramp Operation Control System	无线站坪运行控制系统
DAS	distribution antenna system	室内分布系统