

中华人民共和国通信行业标准

YD/T××××—××××

基于系留无人机的应急通信空中基站技术要求

Technical requirement of LTE Aerial Base Station based on tethered UAV

(报批稿)

行业标准信息服务平台

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言.....	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 符号和缩略语	1
4 概述	2
5 无人机平台要求	2
5.1 无人机性能.....	3
5.1.1 基本能力.....	3
5.1.2 环境适应性要求.....	3
5.1.3 输入电压要求.....	3
5.1.4 输入电源功率需求.....	3
5.1.5 输出电压要求.....	3
5.1.6 输出功率要求.....	3
5.1.7 电源接口要求.....	3
5.2 无人机操控.....	4
5.2.1 操控能力.....	4
5.2.2 起降方式.....	4
5.2.3 系留缆收放.....	4
5.2.4 挂架定制.....	4
5.2.5 断电保护.....	4
5.2.6 信号中断保护.....	4
5.2.7 状态指示灯.....	4
5.2.8 遥控方式.....	4
5.3 无人机配套设备.....	4
5.3.1 重量要求.....	4
5.3.2 无人机设备搬移要求.....	5
5.3.3 启动时长要求.....	5
5.3.4 备降电池要求.....	5
5.4 无人机电磁兼容性要求.....	5
5.5 集成要求.....	8
6 TD-LTE 基站设备要求.....	8
6.1 RRU 频段、带宽及功率	8
6.2 RRU 射频通道	8
6.3 RRU 重量	8
6.4 室外型 BBU 环境要求	8
6.5 基站指标要求.....	9
7 TD-LTE 天线要求.....	9
7.1 电气性能指标.....	9
7.2 机械性能指标要求.....	9
8 LTE FDD 基站设备要求	9
8.1 RRU 频段、带宽及功率	9

8.2 RRU 射频通道	10
8.3 RRU 重量	10
8.4 BBU 环境要求	10
8.5 基站指标要求.....	10
8.6 天线接口要求.....	10
9 LTE FDD 天线要求	10
参考文献	11

行业标准信息服务平台

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国通信标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：中国移动通信集团公司、中国移动通信集团设计院有限公司、中国电信集团公司、中国联合通信集团公司、中国信息通信研究院、华为技术有限公司、北京佰才邦技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、诺基亚通信（上海）有限公司、国家无线电监测中心检测中心，南京佰联信息技术有限公司。

本文件主要起草人：张敏、崔航、周双波、黄耀明、卢洪涛、张琳、周明宇。

行业标准信息服务平台

基于系留无人机的应急通信空中基站技术要求

1 范围

本文件规定了利用系留方式的无人机结合通信设备实现应急覆盖的设备技术要求, 主要内容包括: 无人机平台要求、TD-LTE基站设备要求、TD-LTE天线要求、LTE-FDD基站设备要求、LTE-FDD天线要求。

本文件适用于基于系留无人机的 LTE 空中基站及无人机平台, 其它通信系统也可参照使用。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件, 仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件, 其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2423.10-2008 电工电子产品环境试验 第2部分: 试验方法

GB4208-2008 外壳防护等级(IP 代码)

GB50343-2012 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》

YD/T 1817-2008 《通信设备用直流远供电系统》

YD/T 3270-2017 TD-LTE 数字蜂窝移动通信网基站设备技术要求 (第二阶段)

YD/T 3271-2017 TD-LTE 数字蜂窝移动通信网基站设备测试方法 (第二阶段)

YD/T 3272-2017 LTE FDD 数字蜂窝移动通信网 基站设备技术要求 (第二阶段)

YD/T 3273-2017 LTE FDD 数字蜂窝移动通信网 基站设备测试方法 (第二阶段)

3 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

16QAM	16阶正交幅度调制	16 Quadrature Amplitude Modulation
64QAM	64阶正交幅度调制	64 Quadrature Amplitude Modulation
ACLR	邻道泄漏抑制比	Adjacent Channel Leakage Ratio
BBU	基带处理单元	Base Band Unit
EIRP	等效全向辐射功率	Equivalent Isotropically Radiated Power
EVM	矢量幅度误差	Error Vector Magnitude
FDD	频分双工	Frequency Division Duplexing
GPS	全球定位系统	Global Positioning System
LTE	长期演进技术	Long Term Evolution
MME	移动性管理实体	Mobility Management Entity
PRB	物理资源块	Physical Resource Block
PTN	分组传送网	Packet Transport Network
RRU	远端射频单元	Remote Radio Unit
SGW	服务网关	Serving GateWay
TD-LTE	TD-SCDMA 长期演进技术	TD-SCDMA Long Term Evolution

4 概述

系留无人机空中基站系统结构如图1，主要包括无人机平台、基站设备及传输设备三部分。

无人机平台：由行业应用类系留式无人机，光电复合系留缆，升降压设备等构成。与常见消费级无人机相比具有载荷能力强，滞空时间长等优势。利用系留光电复合缆为通信基站Ir口提供数据传输通道，以及无人机和通信基站的供电电源。

基站设备：采用减重定制化RRU及天线。

传输设备：根据覆盖区域传输资源条件可选择光缆、微波回传或卫星传输方案：与传统设备无区别，本规范中不做相应要求。

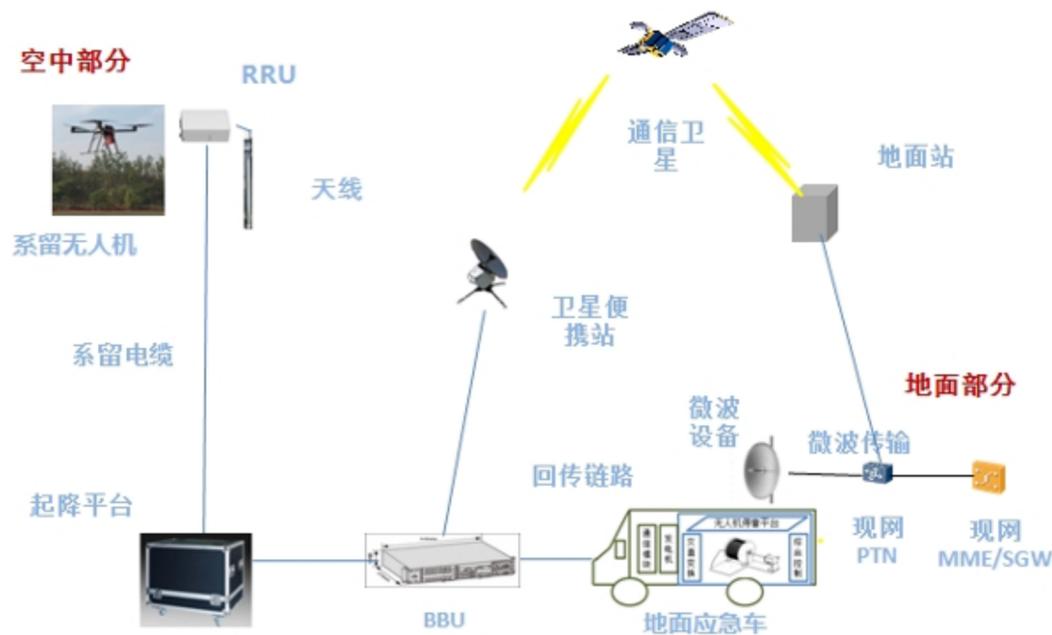


图1 系留无人机应急通信系统示意图

5 无人机平台要求

5.1 无人机性能

5.1.1 基本能力

(1) 无人机悬停工作时间

类型一：无人机平台为通信设备(基站、天线，以及配套连接件)预留的载荷不低于15kg。在此载荷下，无人机应在海拔高度不超过3500m时达到如下要求：无人机距地200m及以上时，悬停工作时间不小于4小时。无人机距地100m到200m时，悬停工作时间不小于4小时。

类型二：无人机平台为通信设备(基站、天线，以及配套连接件)预留的载荷不低于8kg。在此载荷下，无人机应在海拔高度不超过3500m时达到如下要求：无人机距地200m及以上时，悬停工作时间不小于4小时。无人机距地100m到200m时，悬停工作时间不小于4小时。

(2) 无人机桨叶应采用快拆结构。

(3) 悬停垂直高度的最大值和最小值与设定悬停高度的差值不大于1m。无人机平台平均无故障工作时间累计不小于500小时。

5.1.2 环境适应性要求

环境适应性要求如下：

- (1) 系留无人机抗风能力不低于5级。
- (2) 系留无人机具有不低于IPx3的防水能力，具体要求参考国标GB4208-2008防水等级中相关要求。
- (3) 系留无人机抗振动要求性能应满足GB/T2423.10-2008中运输抗振动相关要求。
- (4) 防雷能力：无人机升空部分应做好等电位连接，系留供电电缆落地处应配置防雷接地装置，配置不小于B级防雷；具体配置满足技术规范GB50343-2012和YDT-1817-2008。系留无人机应配置静电释放设施。
- (5) 系留无人机应能在下列环境条件下长期稳定可靠地工作：
- (6) 环境温度： $-20^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.3 输入电压要求

系留无人机支持220V AC或380V AC供电。

5.1.4 输入电源功率需求

系留无人机需求的电源功率不高于14KW。

5.1.5 输出电压要求

系留无人机给通信载荷的输出电压兼具多种类型： -12VDC 、 -24VDC 、 -48VDC 。

5.1.6 输出功率要求

系留无人机应能给通信设备提供功率1000W以上的电源。

5.1.7 电源接口要求

系留无人机直接给通信设备供电，无外接逆变器。

5.2 无人机操控

5.2.1 操控能力

- (1) 系留无人机可由地面控制台控制起降、高度控制、悬停、水平方向角调整等。
- (2) 位置调整精度1m，角度精度1度，水平方向调整范围 $-180^{\circ}\sim+180^{\circ}$

5.2.2 起降方式

系留无人机支持一键起降功能和手动起降两种模式。

5.2.3 系留缆收放

系留缆配合使用的卷线轴装置应具有自动收放以及自动排线功能，确保系留缆能够自动收

放，且在收放时，系留缆可以正常的缠绕在卷线轴上，不能出现缠绕现象。

5.2.4 挂架定制

系留无人机挂架应适配RRU设备，确保不产生系留缆缠绕、且不阻挡基站天线辐射场。

5.2.5 断电保护

系留无人机在100m或200m悬停，风速5级内状态下，地面供电中断时，应通过无人机备降电池供电，实现自动降落至无人机悬停点正下方为圆心，5m半径内的区域并可依靠人工辅助控制降落。

5.2.6 信号中断保护

系留无人机悬停状态时，无人机控制信号中断时，无人机应能降落至无人机悬停点正下方为圆心，5m半径内的区域。

5.2.7 状态指示灯

系留无人机地面平台和无人机上应配备状态指示灯，用于指示无人机的飞行状态，包括正常飞行状态，以及无人机处于断电、飞行失控等非正常状态。

5.2.8 遥控方式

系留无人机搭载基站负载正常工作时，无线遥控支持控制频段内跳频。

5.3 无人机配套设备

5.3.1 重量要求

(1) 系留无人机设备，包含但不限于无人机（含备降电池）、机载电源、地面电源、系留线缆（含线轴）、通信设备（RRU或其他无人机挂载的通信设备）、基站天线、无人机监控设备、备用备降电池以及其他配套工具，总重不大于200kg。

(2) BBU设备、辅材（发电机与高压电源间连接的供电线缆、BBU与系留箱连接的野战光纤、GPS天线、馈线等）应单独包装。

5.3.2 无人机设备搬移要求

(1) 含外包装的装箱尺寸宜不大于1100mm*1800mm*1200mm（长*宽*高），设备可拆解，每个部分不超过75KG。

(2) 所有需现场连接的、裸露在车或箱体之外的插头、连接器，防护等级应至少达到IP65。

(3) BBU与系留箱间的信号线（地面光缆）接头，系留缆与无人机之间的接头均应满足如下要求：

- 可插拔次数：>2000次

- 插入损耗： $\leq 0.8\text{dB}$
- 抗拉力：连接时 $\geq 500\text{N}$
- 温度： $-40^{\circ}\text{C} - +85^{\circ}\text{C}$
- 适用湿度范围：95%
- 使用推拉自锁或者旋转自锁结构，带有保护帽
- 防护等级至少达到IP65
- 供电设备到无人机系统的电源线（含接头），长度应不小于2m。

5.3.3 启动时长要求

设备从车上卸下到组装完成上电，时长应不超过20min；无人机从上电到升空到指定高度100m或200m，时长不超过20min。两者总时长应不超过30min。

5.3.4 备降电池要求

无人机应配备备降电池。备降电池应采用保温设计方案，从而在0度以下的寒冷天气保持与常温环境相同的良好放电性能。

5.4 无人机电磁兼容性要求

(1) 应满足工信部2015年3月发文《工业和信息化部关于无人驾驶航空器系统频率使用事宜的通知》中对无人驾驶航空器系统无线信道配置及无线电设备射频指标要求，见表1至表6。

表 1 信道带宽及中心频率

工作频段	工作方式	波道间隔	中心频点 (MHz)	备注
840.5 MHz~ 845MHz	跳频方式	25kHz	840.4875+0.025n (n=1, 2, ..., 180)	波道可根据不同传输容量要求进行波道合并使用。
1430 MHz~ 1444MHz	波道指配	2MHz	1429+2n (n=1, 2, ..., 7)	

表 2 发射机发射功率

发射机 功率 等级	等效全向辐射功率 (EIRP) 限值				
	840.5 MHz~845MHz		1430 MHz ~1444MHz	2408 MHz ~2440MHz	
	上行 (dBm/通道)	下行 (dBm/通道)		上行 (dBm/MHz)	下行(dBm/MHz)
1	46	34	42	-	-
2	42	30	35	27	27
3	20	20	23	23	20

注 在能够满足无人驾驶航空器测控与信息传输系统工作的条件下，应尽可能使用低功率进行发射；2408MHz~2440MHz 频段只作为备份频段使用。

表3 发射机无用发射——发射机邻道泄露比

工作频段	第一邻道	第二邻道	备注
840.5~845MHz	$\geq 60\text{dB}$	-	波道合并使用时按照单波道指标执行。
1430~1444MHz	$\geq 40\text{dB}$	$\geq 60\text{dB}$	

表4 发射机无用发射——无用发射限值

频率范围	最大电平
2483.5MHz~2500MHz	-65dBm/MHz

表5 发射机无用发射——其他频段杂散发射

频率范围	最大电平	测量带宽
9kHz~150kHz	-36dBm	1kHz
150kHz~30MHz	-36dBm	10kHz
30MHz~1GHz	-36dBm	100kHz
1GHz 以上	-30dBm	1MHz

表6 接收机邻道选择性

工作频段	第一邻道	第二邻道	备注
840.5~845MHz	$\geq 60\text{dB}$	-	波道合并使用时按照单波道指标执行。
1430~1444MHz	$\geq 40\text{dB}$	$\geq 60\text{dB}$	

(2) 无人机如使用了2.4GHz的ISM频段,则应满足工信部2002年8月发文《关于调整2.4GHz频段发射功率限值及有关问题的通知》中相关要求:

(一) 等效全向辐射功率(EIRP):

- 天线增益 $< 10\text{dBi}$ 时: $\leq 100\text{mW}$ 或 $\leq 20\text{dBm}$;
- 天线增益 $\geq 10\text{dBi}$ 时: $\leq 500\text{mW}$ 或 $\leq 27\text{dBm}$ 。

(二) 最大功率谱密度:

1、直接序列扩频或其它工作方式:

- 天线增益 $< 10\text{dBi}$ 时: $\leq 10\text{dBm/MHz}$ (EIRP);
- 天线增益 $\geq 10\text{dBi}$ 时: $\leq 17\text{dBm/MHz}$ (EIRP)。

2、跳频工作方式:

- 天线增益 $<10\text{dBi}$ 时： $\leq 20\text{dBm/MHz}$ （EIRP）；
- 天线增益 $\geq 10\text{dBi}$ 时： $\leq 27\text{dBm/MHz}$ （EIRP）。

（三）载频容限：20ppm

（四）带外发射功率（在2.4—2.4835GHz频段以外）：

- $\leq -80\text{dBm/Hz}$ （EIRP）。

（五）杂散发射（辐射）功率（对应载波 ± 2.5 倍信道带宽以外）：

- $\leq -36\text{dBm/100kHz}$ （30—1000MHz）；
- $\leq -33\text{dBm/100kHz}$ （2.4—2.4835GHz）；
- $\leq -40\text{dBm/1MHz}$ （3.4—3.53GHz）；
- $\leq -40\text{dBm/1MHz}$ （5.725—5.85GHz）；
- $\leq -30\text{dBm/1MHz}$ （其它1—12.75GHz）。

（3）无人机如使用了5.8GHz的ISM频段，则应满足工信部2002年7月发文《关于使用5.8GHz频段频率事宜的通知》中相关要求：

（一）工作频率范围：5725MHz~5850MHz

（二）发射功率： $\leq 500\text{mW}$ 和 $\leq 27\text{dBm}$

（三）等效全向辐射功率（EIRP）： $\leq 2\text{W}$ 和 $\leq 33\text{dBm}$

（四）最大功率谱密度： $\leq 13\text{dBm/MHz}$ 和 $\leq 19\text{dBm/MHz}$ （EIRP）

（五）载频容限：20ppm

（六）带外发射功率（EIRP）：

- $\leq -80\text{dBm/Hz}$ （ $\leq 5725\text{MHz}$ 或 $\geq 5850\text{MHz}$ ）

（七）杂散发射（辐射）功率：

- $\leq -36\text{dBm/100kHz}$ （30MHz~1000MHz）
- $\leq -40\text{dBm/1MHz}$ （2400MHz~2483.5MHz）
- $\leq -40\text{dBm/1MHz}$ （3400MHz~3530MHz）
- $\leq -33\text{dBm/100kHz}$ （5725MHz~5850MHz）（注：对应载波2.5倍信道带宽以外）
- $\leq -30\text{dBm/1MHz}$ （其它1~40GHz）

（4）无人机所有无线电系统发射机在RRU工作频段，共址杂散发射应低于 -86dBm/MHz 。

（5）无人机所有无线电系统接收机在RRU工作频段，共址阻塞满足存在 16dBm 的干扰信号（CW波）时，其接收机灵敏度恶化不超过6dB。

5.5 集成要求

（1）无人机无线电系统以及基站正常工作时，无人机无线电系统以及基站的接收机灵敏度恶化应均不超过6dB

- (2) 连接RRU两个端口和两个天线之间的两根射频线缆长度应等长
- (3) 两根天线间距不低于30厘米，且天线辐射段同水平面不能有金属遮挡
- (4) 天线下端不能超过无人机起落架
- (5) RRU安装时不阻挡天线辐射场，且保证系留线缆不会出现缠绕现象
- (6) 天线安装应不产生谐振现象
- (7) 无人机与RRU连接材质强度要求应不低于航空铝强度
- (8) 无人机空中基站系统整体外观应兼顾应急通信网络统一标识与整体外观

6 TD-LTE 基站设备要求

6.1 RRU 频段、带宽及功率

RRU同时支持2575MHz ~ 2635MHz频段（Band 38）、1885MHz ~ 1915MHz频段（Band 39）和2010 MHz ~ 2025MHz频段（Band 34），信号带宽105MHz。且ACLR满足45dBc要求、EVM不高于5%时，Band 34/39频段输出功率不小于60W，38频段功率不小于80W，总输出功率不低于140W。

6.2 RRU 射频通道

RRU支持2发2收方式，且总端口数不超过2个。

6.3 RRU 重量

不包括连接件和室外应用时所用的遮阳罩，RRU重量不大于12Kg。

6.4 室外型 BBU 环境要求

- (1) 室外型BBU应能在下列环境条件下长期稳定可靠地工作：
- (2) 环境温度：-40℃ ~ +55℃
- (3) 相对湿度：2% ~ 100%
- (4) BBU输入电压为220VAC
- (5) 室外型BBU满足IP65的防护等级。

6.5 基站指标要求

基站设备除满足6.1到6.4的要求外，还需要满足YD/T 3270-2017中相关要求。

7 TD-LTE 天线要求

7.1 电气性能指标

- (1) 输出端口形式输出1个宽频端口，接头形式为N头或LN头。
- (2) 天线应同时支持F频段和D频段，F频段和D频段的增益均应不小于7dBi。
- (3) 极化方式应为垂直极化。

- (4) 预置电下倾角5度。
- (5) 水平面全向。
- (6) 采用预置下倾角为5°的切割面的圆度作为要求时，不圆度不大于1dB
- (7) 垂直面波束宽度应不小于15度。
- (8) 正下方零点填充应不小于-30dB。
- (9) 端口的电压驻波比不大于1.5。
- (10) FA频段平均功率容限不小于60W，D频段平均功率容限不小于80W，且两个频段应同时满足。

7.2 机械性能指标要求

天线总重量应小于1Kg，长度应小于65cm。

8 LTE FDD 基站设备要求

8.1 RRU 频段、带宽及功率

(1) 工作频段：RRU应根据国家政策许可，选择支持如表7所示工作频段的全部或部分，并支持表7所示工作频段的带内或带间的载波聚合，聚合带宽均不少于40MHz。

表 7 工作频段

工作频段 [Band]	注释
Band 1	上行频段 1920 MHz~1980MHz，下行频段 2110 MHz~2170MHz
Band 3	上行频段 1710 MHz~1785 MHz，下行频段 1805 MHz~1880 MHz
Band 26	上行频段 814 MHz~849 MHz，下行频段 859 MHz~894 MHz

(2) 系统带宽：支持如表所示系统带宽：

表8系统带宽要求

系统带宽	注释
20MHz	单载波支持100个PRB
15MHz	单载波支持75个PRB
10MHz	单载波支持50个PRB
5MHz	单载波支持25个PRB
3MHz (可选)	单载波支持15个PRB
1.4MHz (可选)	单载波支持6个PRB
40MHz	多载波
60MHz (可选)	多载波

(3) 信号带宽20MHz、总输出功率40W、64QAM调制，且ACLR满足45dBc要求、EVM不高于8%时，RRU功率效率不低于25%。支持单扇区单载波单通道最大发射功率不低于40W。

(4) 搭载微基站时基站的发射功率，不低于5W。

8.2 RRU 射频通道

RRU支持2发2收方式，且总端口数不超过2个。

8.3 RRU 重量

不包括连接件和室外应用时所用的遮阳罩， RRU重量不大于12Kg。

8.4 BBU 环境要求

室外型BBU应能在下列环境条件下长期稳定可靠地工作：

- (1) 环境温度：-40℃～+55℃
- (2) 相对湿度：2%～100%
- (3) BBU输入电压为220VAC
- (4) 室外型BBU满足IP65的防护等级。

8.5 基站指标要求

基站设备除满足6.1到6.4的要求外，还需要满足YD/T 3272-2017中相关要求。

8.6 天线接口要求

具备支持外接天线能力以及内置天线的能力。

9 LTE FDD 天线要求

系留无人机系统应采用机载外接全向天线，天线的重量不大于1.5kg，增益不小于6dBi。

行业标准信息服务平台

参考文献

- [1] 3GPP TS 36.104 演进的通用陆地无线接入（E-UTRA）；基站无线发射与接收(Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA);Base Station (BS) radio transmission and reception (Release 10))
 - [2] 3GPP TS 36.113 演进的通用陆地无线接入（E-UTRA）；基站与直放站的电磁兼容能力（Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) and repeater ElectroMagnetic Compatibility (EMC) (Release 9))
 - [3] 3GPP TS 36.141 演进的通用陆地无线接入（E-UTRA）；基站一致性测试（Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA);Base Station (BS) conformance testing(Release 10))
-

行业标准信息服务平台