

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R M.2089-0 建议书
(10/2015)

14.5-15.35 GHz频率范围内 航空移动业务系统的技术特性 和保护标准

M 系列
移动、无线电测定、业余无线电
以及相关卫星业务

150
1865-2015



国际电信联盟

前言

无线电通信部门的职责是确保卫星业务等所有无线电通信业务合理、平等、有效、经济地使用无线电频谱，不受频率范围限制地开展研究并在此基础上通过建议书。

无线电通信部门的规则和政策职能由世界或区域无线电通信大会以及无线电通信全会在研究组的支持下履行。

知识产权政策（IPR）

ITU-R的IPR政策述于ITU-R第1号决议的附件1中所参引的《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策》。专利持有人用于提交专利声明和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，在此处也可获取《ITU-T/ITU-R/ISO/IEC的通用专利政策实施指南》和ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 系列建议书	
(也可在线查询 http://www.itu.int/publ/R-REC/en)	
系列	标题
BO	卫星传送
BR	用于制作、存档和播出的录制；电视电影
BS	广播业务（声音）
BT	广播业务（电视）
F	固定业务
M	移动、无线电测定、业余无线电以及相关卫星业务
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定业务和固定业务系统间的频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和频率标准发射
V	词汇和相关问题

注：本ITU-R建议书英文版已按ITU-R第1号决议规定的程序批准。

电子出版
2015年，日内瓦

ITU-R M.2089-0建议书

**14.5-15.35 GHz频率范围内航空移动业务系统
的技术特性和保护标准**

(2015年)

范围

本建议书阐述了计划或正在14.5-15.35 GHz频段操作的航空移动业务（AMS）系统的技术特性和保护标准信息，酌情供共用和兼容性研究使用。

关键字

航空移动业务、技术特性、保护标准、Ku频段

缩略语/词汇

ADL:	AMS数据链路
ADT:	空载数据终端
AMS:	航空移动业务
GDT:	地面数据终端
RLOS:	无线电视距
UAS:	无人航空器系统

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 在AMS内工作的系统和网络被用于宽带空载数据链路，为地球科学、土地管理和能源分布等领域的遥感应用提供支持。这些应用的示例包括海洋冰面的厚度和分布监测、国家和地方执法、森林火情绘图、石油管线监测、农业和城市土地利用以及自然资源调查等；
- b) 在AMS内工作的系统和网络被用于窄带空载命令与控制数据链路；
- c) 各种规划内的AMS操作系统和网络的数量在不断增长；
- d) 开展ITU-R 共用或兼容性研究，在14.5-15.35 GHz频率范围内提出新划分建议的主管部门，应考虑到该频段内包括航空移动业务在内的现有业务的操作，

认识到

- a) 14.5-15.35 GHz频段在全球范围划分给了作为主要业务的移动业务；
- b) 航空移动业务是航空电台与航空器电台之间，或航空器电台之间的一种移动业务；
- c) 14.5-15.35 GHz频段亦在全球范围划分给了作为主要业务的固定业务；

d) 根据《无线电规则》第5.510款，14.5-14.8 GHz频率范围亦在全球范围划分给了作为主要业务的卫星固定业务（地对空），

进一步认识到

a) 在1区和3区，供卫星广播业务馈线链路（地对空）使用的14.5-14.8 GHz频段，预留给了依据《无线电规则》附录30A的条款及相关规划操作的欧洲以外的国家；

b) AMS对14.5-14.8 GHz频段的使用不会以任何形式限制或妨碍上文进一步认识到a)所述的卫星广播业务馈线链路操作，

c) AMS对14.5-15.35 GHz频率范围的使用必须顾及上文“认识到c)”一段提及的固定业务运行；

建议

1 附件中描述的AMS系统的技术和操作特性应被认为是在14.5-15.35 GHz频率范围内工作的系统的典型特性；

2 应酌情在开展共用和兼容性分析时使用附件中给出的AMS收发台站的技术特性和保护标准。

附件

14.5-15.35 GHz频率范围内航空移动业务系统的 技术特性和保护标准

1 引言

国家和地方政府，民事部门和教育实体正在不断增加AMS系统和网络的使用，使宽带空载数据链路能够支持地球科学、土地管理和能源分布等领域的遥感应用。这些应用的示例包括对北冰洋冰面厚度和分布的监测、国家和地方执法、森林火情绘图、石油管线监测、农业和城市土地利用以及自然资源调查等。遥感设备可搭载于有人航空器或无人航空系统（UAS）。当遥感设备搭载于UAS时，AMS系统和网络可用于窄带空载命令与控制数据链路。这些窄带数据链路可用于命令并控制遥控设备或UAS，也可同时控制两者。

2 操作部署

ITU-R的3个区均将14.5-15.35 GHz频段划分给了作为主要业务的移动业务。AMS是航空电台与航空器电台之间，或航空器电台之间的一种移动业务。在主管部门依据其权限授权此类使用的国家内，载有AMS数据链路（ADL）的平台可部署在任何位置。

ADL既可存在于空载数据终端（ADT）即航空器电台与地面数据终端（GDT）即航空地面电台之间，也可存在于两个ADT之间。ADL的设计为双向，且既可使用窄带模式也可使用宽带模式，根据操作要求还可单向或双向工作。

GDT可能位于一个永久性的固定位置，也可能能够搬移。可搬移的GDT可通过移动满足操作需求。可搬移GDT在某特定位置停留的时间取决于操作要求。

ADL的链路距离通常受到无线电视距（RLoS）水平面的限制，该水平面是GDT附近地形和ADT高度的函数。配有这些ADL的空载平台的操作高度取决于具体的操作要求，其变化的最大范围约为20公里。尽管有些链路长度可能相对较短，但许多链路的距离都接近RLoS水平面的距离。对于空对地链路，在约20公里的高度上，AMS数据链路的大致距离为450公里左右。

两个ADT间链路的工作方式与GDT和ADT间链路的工作方式相同，但链路距离为两个ADT操作高度的函数。对于空对空链路，此链路距离或约为900公里。需要考虑的其它因素，例如ITU-R P系列建议书所述的大气损耗（雨衰、其它大气气体等）和反射波损耗等，能够缩短两航空器之间的最大链路距离。根据环境条件和航空器位置的不同，交叉链路的距离可能短于900公里。

一台地面终端可通过不同链路支持多个航空终端。如果ADL使用窄带模式工作，可通过频率分隔支持多条数据链路。如果数据链路使用宽带模式工作，则可通过高增益窄波束天线的地理间隔支持多条数据链路。

链路的长度可跨越整个飞行过程（即起飞/降落），涵盖操作区内的往/返和操作区内收集数据的时间。因此ADL处于工作状态的时长可延长至几个小时。

飞行期间，维持对指向性AMS天线（包括GDT和ADT）的跟踪是利用链路间的信息交换。如果出现链路损耗，则天线跟踪信息亦丢失，且由于航空器的飞行，无法保持正确的天线指向。在此情况下，必须启动完整的链路恢复程序，业务受干扰的时长取决于航空器的速度，以及为接续通信航空器必须到达的预定会合点的位置。

3 航空移动系统的技术特性

表1列出了14.5-15.35 GHz频率范围内AMS空载数据链路的典型技术特性。

3.1 发射机的特性

在14.5-15.35 GHz频段工作或拟在该频段工作的航空移动系统一般使用数字调制。某给定的发射机或许能够辐射多种波形。发射机通常使用固态功率放大器输出装置。由于大带宽、低杂散发射电平、低功耗和设备可靠性等因素，在新移动系统中使用固态发射机的趋势在可预见的未来还将延续。

在14.5-15.35 GHz频段工作或拟在该频段工作的航空移动系统的典型发射机RF发射（3 dB）范围约在0.3-120 MHz。发射机的峰值输出功率范围在0.001 W（0 dBm）至100 W（50 dBm）且可调整。但在天线输入端的最大功率电平，根据《无线电规则》第21.5条对14.5-14.8 GHz频率范围的规定，被限制在10 dBW。在14.5-14.8 GHz频率范围，可对发射功率进行调整，从而使天线最大辐射方向角在《无线电规则》第21.2条规定的对地静止卫星轨道1.5度范围之内时，不使用超过45 dBW的全向辐射功率。

3.2 接收机的特性

工作在14.5-15.35 GHz频率范围的更新一代的航空移动系统使用数字信号处理来提升系统性能。

更新一代航空移动系统的信号处理可能使用直接序列扩频或其它先进技术，为所需信号生成处理增益且亦可抑制无用信号。

3.3 天线的特性

14.5-15.35 GHz频率范围内的各系统使用了多种不同类型的天线。此频段的天线通常尺寸各异，且链路空载部件与链路地面部件也存在差异。典型空载天线增益范围在-3至27.5 dBi。地面天线增益的范围通常为0-45 dBi。采用水平、垂直和圆极化。

如表1所列天线特性充分，则应将其用于共用分析。如果还需要其它特性，则首选的数据来源应为测出的天线特性。否则，应结合使用表1中的天线数据和ITU-R M.1851建议书。

4 14.5-15.35 GHz频率范围内航空移动业务的保护标准

当工作范围接近发射机与接收机的最大无线电距离时，通信链路的性能经常受到噪声的限制。接收机有效噪声增加1 dB，会引发通信范围的大幅劣化，相当于比在自由空间传播环境下的通信范围下降10%左右。

此种有效接收机噪声相当于1.26的 $(I + N)/N$ 比，或约-6 dB的 I/N 比。此比值是保护AMS免受另一无线电通信业务干扰所需的保护标准。如果存在多个潜在的干扰源，为保护AMS，要求来自多个源头的集总干扰不能超过此标准。

值得注意的是，当希望运行AMS系统的主管部门未与受影响主管部门达成双边协调协议时，现有固定业务台站的干扰水平有可能会超出该保护标准。共用研究应将此纳入考虑范围。

表1

14.5-15.35 GHz频率范围内航空移动业务系统的典型技术特性

参数		单位	系统1 空载	系统1 地面	系统2 空载	系统2 地面
发射机						
调谐范围		GHz	15.15 – 15.35	14.50 – 14.83	14.50 – 14.83	15.15 – 15.35
功率输出 ¹		dBm	0至30	30至50	20	30至50
带宽	3 dB	MHz	0.354 / 3.5 / 10 / 120	0.354 / 3.5 / 10 / 60 / 120	0.354 / 3.5 / 10 / 60 / 120	0.354 / 3.5 / 10 / 120
	20 dB	MHz	21 / 21.4 / 57.4 / 285	21 / 25 / 60 / 190 / 400	21 / 25 / 60 / 190 / 400	21 / 21.4 / 57.4 / 285
	60 dB	MHz	108 / 181 / 219 / 630	100 / 110 / 120 / 240 / 480	100 / 110 / 120 / 240 / 480	108 / 181 / 219 / 630
谐波衰减		dB	65	60	60	65
杂散衰减		dB	80	52	52	80
调制			OQPSK	OQPSK	OQPSK	OQPSK
接收机						
调谐范围		GHz	14.50 – 14.83	15.15 – 15.35	15.15 – 15.35	14.50 – 14.83
RF选择性	3 dB	MHz	520	440	440	520
	20 dB	MHz	580	587	587	580
	60 dB	MHz	720	700	700	720
IF选择性	3 dB	MHz	36 / 140	27 / 150	27 / 150	36 / 140
	20 dB	MHz	67 / 400	46 / 210	46 / 210	67 / 400
	60 dB	MHz	173 / 850	113 / 600	113 / 600	173 / 850
NF		dB	4	5	5	4
灵敏度		dBm	–75至–80	–105至–110	–105至–110	–75至–80
图像抑制		dB	80	100	100	80
杂散抑制		dB	60	50	50	60

表1（续）

参数	单位	系统1 空载	系统1 地面	系统2 空载	系统2 地面		
天线							
天线增益	dBi	24 5.5 @ 21° RHCP ³ RF透镜 12 12 ITU-R M.1851 建议书 ⁵ (均匀分布)	40	27	7.2	44	3
第1旁瓣	dBi		20 @ 2.5°	9.7 @ 12°	N/A ²	21 @ 2.3°	N/A ²
极化			RHCP ³ & LHCP ⁴	RHCP ³ & LHCP ⁴	未知	RHCP ³	垂直
天线方向图 / 类型			抛物面镜	抛物面镜	双锥天线	抛物面镜	偶极
水平带宽	度		1.5	8	360	1.7	360
垂直带宽	度		1.5	8	16	1.7	42
天线模型			ITU-R M.1851 建议书 ⁵ (余弦分布)	ITU-R M.1851 建议书 ⁵ (均匀分布)	全向	ITU-R M.1851 建议书 ⁵ (余弦分布)	全向

注：

¹⁾ 14.5–14.8 GHz频段内《无线电规则》第21条（§ 21.2、21.3和21.5）适用。

²⁾ N/A – 不适用。

³⁾ RHCP – 右旋圆极化。

⁴⁾ LHCP – 左旋圆极化。

⁵⁾ ITU-R M.1851建议书根据天线孔径的实地分布情况提供了几种方向图。推荐的天线建模分布，请参见依据ITU-R M.1851建议书的指导编写的附加说明案文。

表1（续）

参数		单位	系统3 空载	系统3 地面	系统4 空载	系统4 地面
发射机						
调谐范围		GHz	14.50-15.35	14.83-15.35	14.50 – 14.83	15.15 – 15.35
功率输出 ¹		dBm	0至30	40	40	50
带宽	3 dB	MHz	0.354 / 3.5 / 40	34	3.4 / 10.3 / 20.6 / 27.8 / 42.9	9.15
	20 dB	MHz	21 / 21.4 / 85	44	7 / 18.8 / 37.6 / 78.5 / 112	36.6
	60 dB	MHz	108 / 181 / 190	45.6	20 / 67.2 / 134 / 281 / 320	76.6
谐波衰减		dB	65	65	65	65
杂散衰减		dB	80	80	80	80
调制			OQPSK	16 APSK	QPSK, OQPSK	OQPSK
接收机						
调谐范围		GHz	14.83-15.35	14.50-15.35	15.15-15.35	14.50-14.83
RF选择性	3 dB	MHz	520	440	307	340
	20 dB	MHz	580	587	325	400
	40 dB		未知	未知	399	540
	60 dB	MHz	720	700	未知	未知
IF选择性	3 dB	MHz	50	50	130	36.5
	20 dB	MHz	85	70	400	59.1
	60 dB	MHz	135	120	1 200	103.7
NF		dB	5	4	4.5	6
灵敏度		dBm	−99	−105至−110	−106	−92
图像抑制		(dB)	100	100	80	85
杂散抑制		(dB)	50	50	60	85

表1（续）

参数	单位	系统3 空载	系统3 地面	系统4 空载		系统4 地面	
天线							
天线增益	dBi	24	45	3.7	19.5	3	40
第1旁瓣	dBi	5.5 @ 21°	20	N/A ²	3.5 @ 20°（方位角） 4.0 @ 23°（仰角）	N/A ¹	22
极化		RHCP ³	RHCP ³	RHCP ³	RHCP ³	RHCP ³	RHCP ³
天线方向图/类型		RF透镜	抛物面镜	双锥天线	RF透镜	双锥天线	抛物面镜
水平带宽	度	12	1.11	360	12	360	3.8
垂直带宽	度	12	1.11	40	12	42	3.8
天线模型		ITU-R M.1851 建议书 ⁵ （均匀分布）	ITU-R M.1851 建议书 ⁵ （余弦分布）	全向	ITU-R M.1851 建议书 ⁵ （均匀分布）	全向	ITU-R M.1851 建议书 ⁵ （均匀分布）

注：

- ¹⁾ 14.5–14.8 GHz频段内《无线电规则》第21条（§ 21.2、21.3和21.5）适用。
- ²⁾ N/A – 不适用。
- ³⁾ RHCP – 右旋圆极化。
- ⁴⁾ LHCP – 左旋圆极化。
- ⁵⁾ ITU-R M.1851建议书根据天线孔径的实地分布情况提供了几种方向图。推荐的天线建模分布，请参见依据ITU-R M.1851建议书的指导编写的附加说明案文。

表1 (续)

参数		单位	系统5 空载	系统5 地面	系统6 空载/地面/船载终端
发射机					
调谐范围		GHz	14.5 – 15.35	N/A ²	14.5 – 15.35
功率输出		dBm	10至50	N/A ²	20至43
带宽	3 dB	MHz	0.8 / 8.6 / 11.6 / 40.6 / 43.6	N/A ²	0.8至100
	20 dB	MHz	1.2 / 12.1 / 16.1 / 57 / 61.2	N/A ²	1.2至120
	60 dB	MHz	9.8 / 24.4 / 32.6 / 114 / 122	N/A ²	9.8至160
谐波衰减		dB	65	N/A ²	60
杂散衰减		dB	70	N/A ²	60
调制			QPSK/8PSK	N/A ²	PSK/QPSK/8PSK
接收机					
调谐范围		GHz	N/A ²	14.5 – 15.35	14.5 – 15.35
RF选择性	3 dB	MHz	N/A ²	800	100
	20 dB	MHz	N/A ²	830	120
	60 dB	MHz	N/A ²	990	160
IF选择性	3 dB	MHz	N/A ²	0.85 / 8.8 / 11.7 / 40.7 / 43.7	0.85至120
	20 dB	MHz	N/A ²	1.3 / 18 / 23 / 90 / 90	1.3至120
	60 dB	MHz	N/A ²	3;2 / 61; 81; 320 / 320	3.2至160
NF		dB	N/A ²	3.5	3.5
灵敏度		dBm	N/A ²	Up至-111	Up至-108
图像抑制		(dB)	N/A ²	80	65
杂散抑制		(dB)	N/A ²	60	60

表1（完）

天线				
天线增益	dBi	-3至27.5	42.5	0至12
第1旁瓣	dBi	N/A ²	22.5	N/A ²
极化		RHCP ³	RHCP ³	垂直 / RHCP ³
天线方向图/类型		偶极 / 抛物面镜	抛物面镜	偶极 / 相控阵
水平带宽	度	360至7	1	360至45
垂直带宽	度	90至7	1	90至45
天线模型		全向或如 ITU-R M.1851 建议书所述 ⁵ (均匀分布)	ITU-R M.1851 建议书 ⁵ (余弦分布)	未知

注：

1) 14.5–14.8 GHz频段内《无线电规则》第21条（§ 21.2、21.3和21.5）适用。

2) N/A – 不适用

3) RHCP –右旋圆极化

4) LHCP –左旋圆极化

5) ITU-R M.1851建议书根据天线孔径的实地分布情况提供了几种方向图。推荐的天线建模分布，请参见依据ITU-R M.1851建议书的指导编写的附加说明案文。
