

ITU-R SM.2048-1 报告

(06/2023)

SM系列： 频谱管理

使用x dB带宽标准确定带外域
发射机的频谱特性

前言

无线电通信部门的作用是确保所有无线电通信业务，包括卫星业务，合理、公平、有效和经济地使用无线电频谱，并开展没有频率范围限制的研究，在此基础上通过建议书。

无线电通信部门制定规章制度和政策的职能由世界和区域无线电通信大会以及无线电通信全会完成，并得到各研究组的支持。

知识产权政策（IPR）

国际电联无线电通信部门（ITU-R）的知识产权政策在ITU-R第1号决议引用的“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC通用专利政策”中做了说明。专利持有者提交专利和许可声明所需的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/zh>获得，该网址也提供了“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC通用专利政策实施指南”以及ITU-R专利信息数据库。

ITU-R系列报告	
（也可在以下网址获得： https://www.itu.int/publ/R-REP/zh ）	
系列	标题
BO	卫星传输
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
TF	时间信号和频率标准发射

注：本ITU-R报告英文版已由研究组按ITU-R第1号决议规定的程序批准。

电子出版
2024年，日内瓦

© 国际电联 2024

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分

ITU-R SM.2048-1报告

使用x dB带宽标准确定带外域发射机的频谱特性

(2004-2023)

目录

页码

知识产权政策（IPR）	ii
1 对某些主管部门所用方法的描述	2
2 术语和定义	2
3 发射类别	2
4 关于用于评估的-30 dB带宽和OoB发射的要求	2
5 用于评估的-30 dB带宽和OoB频谱带宽的测量方法	35
6 发射类别R3EJN、H3EJN、H2BBN、J3EJN中水上移动业务发射机OoB发射的 测量方法	43
7 航空移动业务中航空器发射机OoB频谱带宽的测量方法	45
附件1 – 转换以相对于必要带宽中心的偏移表示的 发射机OoB频谱数据	46
附件2 – 调整必要带宽以减少通信信道误差系数	47
附件3 – 测量设备的一般要求	48
附件4 – 说明验证发射是否符合某主管部门规则的 OoB发射限值图示例	49
附件5 – 符号和缩写	51
1 参数和变量	51
2 在本报告中表示调制类型的缩略语列表	53

1 对某些主管部门所用方法的描述

1.1 描述了某些主管部门使用的一种方法，用于规定和测量带外（OoB）域发射机的下列频谱特性（见ITU-R SM.1541建议书第1.2段）：发射机发射的带宽（超出该带宽，OoB发射开始）以及OoB发射本身。

其他主管部门可能使用不同的方法来测量OoB域发射机的频谱特性。

1.2 对第1.1段中所述的发射机频谱特性做了规定，并基于单一标准进行了测量，即 x dB带宽（见ITU-R SM.328建议书第1.8段）。

1.3 发射机发射的带宽是根据用于评估的 -30 dB带宽¹（ B_{c-30} ）来规定和测量的。酌情对每一发射类别或一组发射类别，提出了将用于评估的该带宽与必要带宽相关联的公式（见ITU-R SM.328建议书第2段）。

1.4 对某些类别的发射，使用在 -40 dB（ B_{-40} ）、 -50 dB（ B_{-50} ）和 -60 dB（ B_{-60} ）以及另外在其他电平上得到的频谱带宽值来规定和测量QoB发射，并将之与用于评估的 -30 dB带宽相关的值 B_{c-30} 进行比较，以及与必要带宽 B_n 进行比较。

1.5 对于某些类别的雷达发射，目前只给出了从 B_{-40} 起的OoB带宽。另一方面，对于某些类别的雷达发射，另外给出了 -20 dB（ B_{-20} ）电平上带内频谱的带宽，以便更好地表征带内与OoB频谱之间边界区域中发射的频谱特性。在其他单独的情况下，其他 x dB电平也用于同样的目的。

1.6 表1至表3的数据亦可通过ITU-R SM.443建议书中给出的程序用于无线电监测之目的。

2 术语和定义

本文使用的术语和定义见《无线电规则》（RR）和ITU-R SM.328建议书。

3 发射类别

发射类别见《无线电规则》附录1。

4 关于用于评估的 -30 dB带宽和OoB发射的要求

4.1 规定用于评估的 -30 dB带宽和OoB发射的基础是必要带宽 B_n ；它是使用表1中的公式来确定的，基于ITU-R SM.328、ITU-R SM.853和ITU-R SM.1138建议书中给出的值。在计算必要带宽时，必须使用这些要求中为所讨论发射类别和发射机类型而提供的调制参数。本报告中有关调制类型的符号和缩写词在附件5中予以解释。表1中的数字、单位和备注基于第1段中提到的主管部门的经验。表1所示的一系列发射类别的必要带宽计算示例在ITU-R SM.1138建议书中给出。

4.2 有关发射带宽的要求使用表1中的公式来确定，对应于用于评估的 -30 dB带宽值 B_{c-30} ，相对于定义的 0 dB（参考）电平来规定和测量，见第5.27段。

¹ 在本报告中，用于评估的带宽是指可用于比较跨不同信号之测量或者确保合规的测量带宽。在某些主管部门中，“用于评估的带宽”一词等同于“控制带宽”。

4.3 有关OoB发射的要求以固定的 x dB电平上频谱带宽的形式来给出，其中，相对于定义的0 dB（参考）电平， x 值分别为-40、-50和-60 dB（以及相应的带宽为 B_{-40} 、 B_{-50} 和 B_{-60} ）。第5.27段解释了如何确定参考电平。对于某些类别的发射，还使用其他电平。表1中的公式用于规定在这些 x dB电平上的带宽值。按照表1构造带外发射掩模的示例见第4.7段。

4.4 还可要求用于评估的-30 dB带宽的测量值和第4.3段中定义的OoB频谱的带宽不应超出这些参数规定值的10%以上；该数值包括与第5段所述方法相关的测量不确定性。

4.5 表2列出了关于工作于发射类别H2BBN、H3EJN、J3EJN、J7BCF和JXX--⁽¹⁾的航空器上HF发射机的OoB发射要求。

4.6 表3给出了关于工作于发射类别H2BBN、H3EJN、J3EJN和R3EJN的水上移动业务发射机的OoB发射要求。

¹ 连字符用于表示在发射类别指定中未使用的附加参数（见附件5）。

表1

计算用于评估的-30 dB带宽和OoB频谱的带宽

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的带宽 (Hz)	
1. 调幅				
1.A 含有量化或数字信息的信号				
电报、连续波 A1AAN, A1BBN	固定业务中的发射机 陆地和水上移动业务中的发射机 > 100 W	$B_n = K_{fade} B$ 对于有衰减的链路, $K_{fade} = 5$ 对于无衰减的链路, $K_{fade} = 3$	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1.3B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.6B_{c-30}$ $B_{-60} = 2B_{c-30}$	系数 K_{fade} 在有关不同类型发射机的技术说明中进行确定, 取决于发射机的功能和所用的频段。
	陆地和水上移动业务中的发射机 ≤ 100 W	$B_n = 5B$	$B_{c-30} = 7B$ $B_{c-30} = 1.4B_n$ $B_{-40} = 1.86B_{c-30}$	
	航空移动业务中的航空器发射机		$B_n = 5B$	$B_{c-30} = 7B$ $B_{c-30} = 1.4B_n$ $B_{-40} = 1.86B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.3B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.8B_{c-30}$
二进制幅移载波 A1D		$B_n = 5B$	$B_{c-30} = 1.4 B_n = 7B$ $B_{-40} = 1.4B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.5B_{c-30}$ $B_{-60} = 4.5B_{c-30}$	$B_{-25} = B_n$
	无线电链路	$B_n = K_{fade} B$ 对于无衰减的链路, $K_{fade} = 3$ 对于有衰减的链路, $K_{fade} = 5$	$B_{c-30} = 1.05B_n$ $B_{-40} = 1.3B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.6B_{c-30}$ $B_{-60} = 2B_{c-30}$	

表1 (续)

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
音频电报 A2AAN, A2BBN		$B_n = 2F_U + 5B$	$B_{c-30} = 2F_U + 6.8B$ $B_{-40} = 2F_U + 13B$	
多信道电报 A7B, A7D		$B_n = 2B_{ch}$	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1.3B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.6B_{c-30}$ $B_{-60} = 2B_{c-30}$	
音频电报、单边带、全载波 H2BBN H2BFN		$B_n = 2F_U + 5B$	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1.25B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.55B_{c-30}$ $B_{-60} = 2B_{c-30}$	不适用于航空和水上移动业务的发射机, 其要求分别在表2和表3中给出。
	使用顺序单频编码的选择性呼叫信号	$B_n = F_U$	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1.25B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.55B_{c-30}$ $B_{-60} = 2B_{c-30}$	
单边带电报、抑制载波 J2A--⁽¹⁾		$B_n = 5B$	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1.3B_{c-30}$ $B_{-60} = 2B_{c-30}$	
窄带音频电报 J2B, J2D	水上移动业务 NBPM	$B_n = 1.1B$	$B_{c-30} = 2.5B$ $B_{-40} = 2B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.8B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.6B_{c-30}$	
音频电报、单边带、抑制载波 J2BBN	在1 kHz或1.6 kHz子载波上通过具有抑制载波和话音分组的单边带发射机形成的信道的二次复用	$B_n = 5B$	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1.3B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.6B_{c-30}$ $B_{-60} = 2B_{c-30}$	
		$B_n = 5B$	$B_{c-30} = 1.36B_n = 6.8B$ $B_{-40} = 1.9B_{c-30}$	适用于≤ 100 W的陆地移动业务中的发射机

表1 (续)

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
音频电报、单边带、抑制载波 J2BBN	无纠错的2-位置编码, ≤ 100 W的陆地移动业务中的 发射机	$B_n = 5B$	$B_{c-30} = 1.36B_n = 6.8B$ $B_{-40} = 1.25B_{c-30}$	
音频电报、单边带、抑制载波 J2BCN	有纠错的2-位置编码, 陆地 移动业务中的发射机	$B_n = 5B$	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1.3B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.6B_{c-30}$ $B_{-60} = 2B_{c-30}$	
		$B_n = 5B$	$B_{c-30} = 1.36B_n = 6.8B$ $B_{-40} = 1.9B_{c-30}$	适用于 ≤ 100 W的陆地移动 业务中的发射机
多信道音频电报、单边带、 减载波 R7BCF, R7BCN, R7DCN		$B_n = F_U$, 其中: F_U 是SSB信道的上部频率	$B_{c-30} = 1.2B_n = 1.2F_U$ $B_{-40} = 1.75B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.33B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.75B_{c-30}$	
多信道音频电报、单边带、 抑制载波 J7BCF		$B_n = F_{uc} - F_{lc}$, 其中: F_{uc} : SSB信道的上部频率 F_{lc} : 下部频率SSB信道	$B_{c-30} = 1.2B_n = 1.2(F_{uc} - F_{lc})$ $B_{-40} = 1.75B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.33B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.75B_{c-30}$	
窄带音频电报 J7B	水上移动业务NBPM	$B_n = 1.1B$	$B_{c-30} = 2.3B_n = 2.5B$ $B_{-40} = 2B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.8B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.6B_{c-30}$	
多信道电报 J7B	不包括水上移动业务中的发 射机	$B_n = F_{uc} - F_{lc}$	$B_{c-30} = 1.4B_n$ $B_{-40} = 1.6B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.2B_{c-30}$ $B_{-60} = 2.9B_{c-30}$	

表1（续）

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的带宽 (Hz)	
1.B 电话 (非声音广播)				
电话、双边带、单信道 A3EJN	无频率响应校正的固定业务中的发射机	$B_n = 2F_U$	$B_{c-30} = 1.9B_n = 3.8F_U$ $B_{-40} = 1.74B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.16B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.53B_{c-30}$	
	有频率响应校正的固定业务中的发射机和移动业务中的发射机	$B_n = 2F_U$	$B_{c-30} = 2.5B_n = 5F_U$ $B_{-40} = 1.8B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.12B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.52B_{c-30}$	
	航空移动业务中的航空器发射机	$B_n = 2F_U$	$B_{c-30} = 2.5B_n = 5F_U$ $B_{-40} = 1.8B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.2B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.6B_{c-30}$	
电话、单边带、全载波 H3EJN 减载波 R3EJN	固定业务中的发射机	$B_n = F_U$	$B_{c-30} = 1.15B_n = 1.15F_U$ $B_{-35} = 1.09B_{c-30}$ $B_{-40} = 1.39B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.52B_{c-30}$ $B_{-60} = 4.7B_{c-30}$	
	> 100 W的陆地移动业务中的发射机	$B_n = F_U$	$B_{c-30} = 1.2B_n = 1.2F_U$ $B_{-40} = 1.75B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.33B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.75B_{c-30}$	

表1（续）

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
电话、单边带、全载波 H3EJN 减载波 R3EJN	≤ 100 W的陆地移动业务中的发射机	$B_n = F_U$	$B_{c-30} = 1.8B_n = 1.8F_U$ $B_{-40} = 1.9B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.33B_{c-30}$ $B_{-60} = 6.11B_{c-30}$	
具有频率复用的两条或多条电话信道 A8EJN	固定业务中的无线电路	$B_n = 2F_U$ F_U : 组频段的上部频率	$B_{c-30} = 5F_U = 2.5B_n$ $B_{-40} = 1.8B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.2B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.6B_{c-30}$	
两个或多个电话信道结合不同类型的传输 A8W	电视中继	$B_n = 2F_{sc} + 2F_U + 2D$	$B_{c-30} = 2.5B_n$ $B_{-40} = 1.8B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.2B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.6B_{c-30}$	
电话、单边带、抑制载波 J3EJN	固定业务中的发射机	$B_n = F_{uc} - F_{lc}$	$B_{c-30} = 1.15B_n = 1.15(F_{uc} - F_{lc})$ $B_{-35} = 1.09B_{c-30}$ $B_{-40} = 1.39B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.52B_{c-30}$ $B_{-60} = 4.7B_{c-30}$	
	> 100 W的陆地和水上移动业务中的发射机	$B_n = F_{uc} - F_{lc}$	$B_{c-30} = 1.2B_n = 1.2(F_{uc} - F_{lc})$ $B_{-40} = 1.91B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.33B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.75B_{c-30}$	
	≤ 100 W的陆地和水上移动业务中的发射机	$B_n = F_{uc} - F_{lc}$	$B_{c-30} = 1.8B_n = 1.8(F_{uc} - F_{lc})$ $B_{-40} = 1.9B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.3B_{c-30}$ $B_{-60} = 6.1B_{c-30}$	

表1（续）

发射类别	附加特性	计算：		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} ，以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
电话、在独立边带内传输、减 载波或抑制载波 B8EJN	两个独立频段中的电话	$B_n = 2F_U$	$B_{c-30} = 1.05B_n = 2.1F_U$ $B_{-40} = 1.43B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.57B_{c-30}$ $B_{-60} = 4.67B_{c-30}$	
	四个独立频段中的电话	$B_n = 4F_U$	$B_{c-30} = 1.05B_n = 4.2F_U$ $B_{-40} = 1.43B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.57B_{c-30}$ $B_{-60} = 4.67B_{c-30}$	
电话、在独立频段内传输 B9WWF		$B_n = N_p F_U$ ， 其中： N_p 是独立频段的数量	$B_{c-30} = 1.8B_n$ $B_{-40} = 1.2B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.2B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.7B_{c-30}$	
两个或多个信道、单边带 J8EKF	有隐私的电话	$B_n = N_p(F_{uc} - F_{lc})$ ， 其中： N_p 是独立频段的数量	$B_{c-30} = 1.2B_n$ $B_{-40} = 1.83B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.33B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.83B_{c-30}$	

表1 (续)

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的带宽 (Hz)	
1.C 声音广播				
声音广播、双边带 A3EGN		$B_n = 2F_{uc}$	$B_{c-30} = 1.2B_n = 2.4 F_{uc}$ $B_{-40} = 1.13B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.42B_{c-30}$ $B_{-60} = 2.75B_{c-30}$	由于要求的质量, F_{uc} 可以从4 kHz改变为10 kHz。
声音广播、单边带、减载波 R3EGN		$B_n = F_{uc}$	$B_{c-30} = 1.15B_n = 1.15 F_{uc}$ $B_{-40} = 1.22B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.09B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.83B_{c-30}$	
声音广播、单边带、抑制载波 J3EGN		$B_n = F_{uc} - F_{lc}$	$B_{c-30} = 1.15B_n$ $B_{-40} = 1.22B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.09B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.83B_{c-30}$	
声音广播、在独立边带内传输、减载波或抑制载波 B8EGN		$B_n = 2F_{uc}$	$B_{c-30} = 1.05B_n = 2.1F_{uc}$ $B_{-40} = 1.43B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.57B_{c-30}$ $B_{-60} = 4.29B_{c-30}$	
单边带广播 H3EGN		$B_n = F_{uc}$	$B_{c-30} = 1.15 B_n$ $B_{-40} = 1.22 B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.1 B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.83 B_{c-30}$	由于要求的质量, F_{uc} 可以从4 kHz改变为10 kHz。

表1 (续)

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
1.D 传真				
具有载波调制、调频子载波、 双边带的传真 A3C-- ⁽¹⁾		$B_n = 2F_{sc} + 3F_U$, 其中: F_{sc} 是子载波频率	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-35} = B_n + 2F_U$	
具有载波调制、调频子载波、 单边带、减载波的传真 R3C, R3CMN		$B_n = F_{sc} + 1.5F_U$	$B_{c-30} = B_n + F_U = F_{sc} + 2.5F_U$ $B_{-40} = B_{c-30} + F_U$ $B_{-50} = B_{c-30} + 2F_U$ $B_{-60} = B_{c-30} + 3F_U$	
1.E 复合发射				
在两个独立频段、抑制载波或 减载波中的复合发射 B9WWX	一条边带用于SSB电话, 另一 条边带用于多信道音频电报	$B_n = 2F_U$ 或 $B_n = 2B_{ch}$, 其中: B_{ch} 是总信道速度	$B_{c-30} = 1.1B_n$ $B_{c-30} = 2.2B_{ch}$ $B_{-40} = 1.8B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.36B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.8B_{c-30}$	若SSB信道的上部频率 F_U 大于音 频电报速度, 则 B_n ; 否则, 用 B_{ch} 代替 B_n 。

表1 (续)

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的带宽 (Hz)	
2. 调频				
2.A 电报				
移频电报、单信道 F1B, F1D		对于 $0.5 \leq m_p < 1.5$, $B_n = 2.4B \sqrt{m'}$ 对于 $1.5 \leq m_p < 5.5$, $B_n = 1.2B + 2.4D$ 对于 $5.5 \leq m_p \leq 20$, $B_n = 1.9B + 2.1D$	$B_{c-30} = 2.3B_n/(m_p + 12)^{1/6}$ $B_{-40} = B_{c-30}[2.86 - (m_p + 12)^{1/6}]$ $B_{-50} = B_{c-30}[4 - (m_p + 8)^{1/4}]$ $B_{-60} = B_{c-30}[4.8 - (m_p + 5)^{1/3}]$	$m_p = 2D/B$
带纠错的窄带直接印字电报 F1BCN		$B_n = 2B + 2.4D$ $D = 85 \text{ Hz}$		
子载波的频率操纵 F2B		$B_n = (N_f - 1)\Delta F + B_{nF1B}$ N_f : 子载波数 ΔF : 子载波间隔(Hz) B_{nF1B} : 为F1B计算的必要带宽	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 1.3 B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.6B_n$ $B_{-60} = 3B_n$	
多信道频移电报 F7B, F7D		对于 $0.5 \leq m_p < 1.5$, $B_n = 2.4B \sqrt{m'}$ 对于 $1.5 \leq m_p < 5.5$ $B_n = 1.2B + 2.4D$ 对于 $5.5 \leq m_p \leq 20$ $B_n = 1.9B + 2.1D$	$B_{c-30} = 2.3B_n/(m_p + 12)^{1/6}$ $B_{-40} = B_{c-30}[2.86 - (m_p + 12)^{1/6}]$ $B_{-50} = B_{c-30}[4 - (m_p + 8)^{1/4}]$ $B_{-60} = B_{c-30}[4.8 - (m_p + 5)^{1/3}]$	$m_p = 2D/B$ 其中: B 是信道中的最大传输速度

表1 (续)

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
四频双工电报 F7BDX	固定和移动业务中的发射机	a) 对于同步信道, $B_n = B + 2.2D$ b) 对于非同步信道, $B_n = 4B + 2.2D$ 其中: B 是信道中的最大传 输速度	$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = (4m_p + 13)B$ $B_{-50} = (4.6m_p + 26)B$ $B_{-60} = (5.1m_p + 47)B$	$m_p = 2D/3B$
	航空移动业务中的航空器发射 机		$B_{c-30} = B_n$ $B_{-40} = 13m_p^{2/3}B$ $B_{-50} = 18 m_p^{2/3}B$ $B_{-60} = 37 m_p^{2/3}B$	对于 $(1.3 < m_p < 5)$, $m_p = 2D/3B$
2.B 电话				
商用电话 F3EJN		$B_n = 2F_U + 2D$	对于 $0.25 \leq m_p \leq 1.3$, $B_{c-30} = B_n = 2F_U + 2D$ $B_{-40} = (7.8m_p + 3)F_U$ 对于 $m_p > 1.3$, $B_{-40} = (7.8m_p + 4)F_U$ 对于 $0.25 \leq m_p \leq 1.3$, $B_{-50} = (8.4m_p + 4.4)F_U$ 对于 $m_p > 1.3$, $B_{-50} = (8.4m_p + 6)F_U$ 对于 $0.25 \leq m_p \leq 1.3$, $B_{-60} = (9m_p + 6)F_U$ 对于 $m_p > 1.3$, $B_{-60} = (8.8m_p + 8)F_U$	$m_p = D/3F_U$

表1 (续)

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
2.C 声音和电视广播				
声音广播 (单声道) F3EGN	$D = 50\text{ kHz}$, $D = 75\text{ kHz}$	对于 $1 \leq m_p \leq 1.7$, $B_n = 2F_U + 2D$	对于 $1 \leq m_p \leq 1.7$, $B_{c-30} = (6.7m_p + 2)F_U$ $B_{-40} = (7.8m_p + 3)F_U$ $B_{-50} = (8.4m_p + 4.4)F_U$ $B_{-60} = (9m_p + 6)F_U$	$m_p = D/3F_U$, F_u 至多可改变15 kHz
FM电视传输 F3FM, F3FN, F3FW		$B_n = 2F_U + 2D$	$B_{c-30} = 1.2B_n = 2.4F_U + 2.4D$ $B_{-60} = 1.67B_{c-30}$	
声音广播 (立体声信道) F8EHN	$D = 50\text{ kHz}$, $D = 75\text{ kHz}$	对于 $0.3 \leq m_p \leq 1.7$, $B_n = 2.4F_U + 2.4D$	对于 $0.3 \leq m_p \leq 1.7$, $B_{c-30} = (8m_p + 2.4)F_U$ $B_{-40} = (9.36m_p + 3.6)F_U$ $B_{-50} = (10m_p + 5.28)F_U$ $B_{-60} = (10.8m_p + 7.2)F_U$	$m_p = D/3F_U$ F_u 至多可改变53 kHz
声音广播、FM F8E, F9E, F9W		$2F_U + 2D$	$B_{c-30} = 2F_U + 2.3D$ $B_{-60} = 6F_U + 3D$	F_u 至多可改变76 kHz
带有附属信道的声音广播 F8EHF	$D = 75\text{ kHz}$	对于 $0.3 \leq m_p \leq 0.5$, $B_n = 2F_U + 2D$		$m_p = D/3F_U$ F_u 至多可改变76 kHz

表1 (续)

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
2.D 传真				
传真, 通过图像脉冲信号 对载波进行调频 F1CMN F3CMN (单色信号) F3C, F1CNN, F3CNN (彩色信号)	黑白传真(文本)图像的传输	$B_n = 2F_U + 2.2D, F_U = Z/2$	$B_{c-30} = 1.2B_n = 2.4F_U + 2.64D$ $B_{-40} = 1.33B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.75B_{c-30}$ $B_{-60} = 2.25B_{c-30}$	$m_p = D/F_U$
	半色调和彩色图像的传输	$B_n = 2F_U + 2.2D, F_U = Z/2$	$B_{c-30} = 1.2B_n = 2.4F_U + 2.64D$ $B_{-40} = 0.83B_{c-30} \cdot 10^{5.1/(11.8+3.2m_p)}$ $B_{-50} = 0.83B_{c-30} \cdot 10^{8.1/(11.8+3.2m_p)}$ $B_{-60} = 0.83B_{c-30} \cdot 10^{11.1/(11.8+3.2m_p)}$	
2.E 复合发射				
通过两个或多个频率进行的 调频 F8B, F9B F8BBT, F8BBN, F9BBT, F9BBN		当 $D = 0.25B$ 时, $B_n = 2B + 2D$, 其中: B 是信道中的最大 传输速度	$B_{c-30} = 2.5B_n$ $B_{-60} = 2.8B_{c-30}$	
通过来自FDM传输系统的信号 调制的FM振荡 F8EJF	视距和对流层中继	$B_n = 2F_U + 2D$, 其中: D 由表1A确定	对于 $60 \leq N_C \leq 600$, $B_{c-30} = 0.3B_n$	对于有导频信号的系 统, 使用 F_{ps} 而不是 F_U
			对于 $N_C \geq 720$, $B_{c-30} = 0.7B_n$	

表1（续）

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
采用电视信号和声音子载波调制的FM振荡 F8WWN, F8W	视距中继系统	$B_n = 2F_U + 2D_{MAX.TV}$, 其中: $D_{MAX.TV}$: 视频信号产生的峰值 频率偏差 (Hz) F_U : 上部声音子载波的 频率	$B_{c-30} = 0.7B_n$	对于有导频信号的系统, 使用 F_{ps} 而不是 F_U
频率MSK (未经滤波的) F9E, F9D F9EBT, F9EBN F9DBT, F9DBN		对于 $D \approx B/4$, $B_n = 1.18B$	$B_{c-30} = 1.18B_n = 1.4B$ $B_{-40} = 1.3B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.56B_{c-30}$ $B_{-60} = 1.74B_{c-30}$	
采用高斯滤波器的频率MSK F9E, F9D	具有归一化高斯整形滤波器 带宽, $\varphi = \Delta F_G T$	若 $\varphi = 1$, 则 $B_n = 1.14B$ 若 $\varphi = 0.7$, 则 $B_n = 1.1B$ 若 $\varphi = 0.5$, 则 $B_n = 1.07B$ 若 $\varphi = 0.3$, 则 $B_n = 0.93B$	若 $\varphi = 1$, 则 $B_{c-30} = 1.34B$ $B_{-40} = 1.3B_{c-30}$ $B_{-60} = 1.74B_c$ 若 $\varphi = 0.7$, 则 $B_{c-30} = 1.21B$ $B_{-40} = 1.2B_{c-30}$ $B_{-60} = 1.51B_{c-30}$ 若 $\varphi = 0.5$, 则 $B_{c-30} = 1.16B$ $B_{-40} = 1.14B_{c-30}$ $B_{-60} = 1.4B_{c-30}$ 若 $\varphi = 0.3$, 则 $B_{c-30} = 0.95B$ $B_{-40} = 1.1B_{c-30}$ $B_{-60} = 1.3B_{c-30}$	若 $T = 1/B$ 和 $D \approx B/4$
采用FDM F9WWF 的FM振荡	FDM-FM, 视距中继链路	$2F_U + 2D_m$, 其中: D_m 由表1A确定	对于 $60 \leq N_C \leq 600$, $B_{c-30} = 0.3B_n$ 对于 $N_C \geq 720$, $B_{c-30} = 0.7B_n$	对于有导频信号的系统, 使用 F_{ps} 而不是 F_U

表1 (续)

表1A 计算多信道消息的峰值频率偏差， $D = 3.76 \Delta f_{ch} \cdot 10^{0.05 P_{load}}$				
话音信道数， N_c	由一个话音信道的测得电平产生的有效频率偏差， Δf_{ch} (MHz)	多信道消息的平均功率(P_{load}) (dBm)	一个话音信道的平均功率 $\lambda(P_{ch.mean})$ (dBm)	
$12 \leq N_c < 60$	0.1	$2.6 + 2 \log N_c$		
$60 \leq N_c \leq 240$	0.2	$\approx 5.5 \log N_c - 1.5$		
$240 < N_c \leq 1\ 020$	0.2	$P_{ch.mean} + 10 \log N_c$	-13	
$N_c > 1\ 020$	0.14	$P_{ch.mean} + 10 \log N_c$	-13	

发射类别	附加特性	计算：		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} ，以及QoB频谱的带宽 (Hz)	
2. 调频 (续)				
2.F 调相				
单信道电报，相移 G1B, G1D	对于不受衰减影响的链路， $K_{fade} = 3$ 对于受衰减影响的链路， $K_{fade} = 5$	$B_n = K_{fade} B$	$B_{c-30} = 1.4 B_n = 1.4 K_{fade} B$ $B_{-40} = 1.86 B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.29 B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.7 B_{c-30}$	
连续相位操纵电报 G1BCN		$B_n = 11 B$	$B_{c-30} = B_n = 11 B$ $B_{-40} = 1.7 B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.7 B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.5 B_{c-30}$	
	窄带相对相移键控；建议的传输速度：100或200 Bd NBPM	$B_n = 1.1 B$	$B_{c-30} = 2.4 B_n = 2.64 B$ $B_{-40} = 1.5 B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.12 B_{c-30}$ $B_{-60} = 2.75 B_{c-30}$	水上移动业务中的MF和HF发射机

表1 (续)

发射类别	附加特性		计算:		备注
			必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
3. 数字传输 ⁽²⁾					
3.A 幅度-相移键控 ⁽³⁾					
载波调幅和调相 D1D, D7D, D1W, D7C, D7E, D7W, D9W, DXD			$B_n = R/\log_2 S$, 其中: R : 传输速度 (单位: 比特/秒) S : 状态数	$B_{c-30} = 1.5B_n = 1.5R/\log_2 S$ $B_{-40} = 1.13B_{c-30}$ B_n (当 $S = 4$ 时)	对于具有 $\alpha \approx 0.5$ 的信号 (见表1B)
	QPSK, 纠错编码	CDMA	$B_n = 1.5 K_{red} R$ K_{red} 为纠错编码的冗余系数	$B_{c-30} = 1.8 K_{red} R$ $B_{-40} = 1.3B_{c-30}$ $B_{-50} = 2B_{c-30}$ $B_{-60} = 4B_{c-30}$	ψ : 冗余 $K_R = 1 + \psi$
	QPSK	TDMA, FDMA	$B_n = KR$ $K = 1.25 \div 2$	$B_{c-30} = 1.2RK$ $B_{-40} = 1.17B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.67B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.33B_{c-30}$	
D8E, D9E	M 进制 PSK ($M = 4, 8, 16$)		$B_n = 1.25 R/\log_2 S$	$B_{c-30} = 1.2B_n$ B_n (当 $S = 4$ 时) $B_{-40} = 1.17B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.67B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.33B_{c-30}$	
K7D, K7WWT	APSK	余弦根滤波器	$B_n = 2K_\alpha (\alpha)/\tau$ K_α - 见表1B	$B_{c-30} = 1.2 B_n$ $B_{-40} = 1.7B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.3B_{c-30}$ $B_{-60} = 3 B_{c-30}$	
K7E	32 APSK	DBS	$B_n = 1.25 R/\log_2 S$	$B_{c-30} = 1.2 B_n$ B_n (当 $S = 4$ 时) $B_{-40} = 1.7B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.3B_{c-30}$ $B_{-60} = 3 B_{c-30}$	DMW数字广播系统

表1 (续)

表1B 系数 $K\alpha$ (α)对采用余弦根脉冲整形滤波器的信号的依赖性										
α	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
K_{α} (α)	0.51	0.537	0.567	0.6	0.634	0.669	0.705	0.742	0.779	0.816

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
3. 数字传输 ⁽²⁾ (续)				
3.B 频移键控 ⁽³⁾				
单信道调频电报和数字传输 编码 F1B, F1E, F1D, F1W,F7B, F7D, F7E,F7W			对于 $0.5 \leq m_p < 1.5$ $B_n = 2.4R \sqrt{m'}$ 对于 $1.5 \leq m_p < 5.5$ $B_n = 1.2R + 2.4D$ 对于 $5.5 \leq m_p \leq 20$ $B_n = 1.9R + 2.1D$	$B_{c-30} = 2.3B_n/(m_p + 12)^{1/6}$ $B_{-40} = B_{c-30}[2.86 - (m_p + 12)^{1/6}]$ $B_{-50} = B_{c-30}[4 - (m_p + 8)^{1/4}]$ $B_{-60} = B_{c-30}[4.8 - (m_p + 5)^{1/3}]$ $m_p = 2D/R$
F1WD-, F7DD-, F7WD-	CPFSK	CDMA	$B_n = 0.5R + 1.78D$	$B_{c-30} = 1.4B_n$ $B_{-40} = 1.9B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.3B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.7B_{c-30}$
调频、多信道传输 F7D, F7W F7DD, F7WD	采用高斯滤波 器的调频	GMSK (载波)	$B_n = R/\log_2 S + 2DK$ $S = 2$ 对于99%的频谱, $D = 0.25R$ 对于99%的频谱, $K = -0.28$	$B_{c-30} = 1.2K_G R$ $B_{-40} = 1.2B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.4B_{c-30}$ $B_{-60} = 1.6B_{c-30}$
F9D, F9E, F9W (G8W, G9D, G9E, G9W)		FMSK (子载波)	$B_n = K_G R$ $K_G (BT) -$ 见表1C $B_n = R/\log_2 S + KD$ 当 $0.4 < K < 0.6$	$B_{c-30} = 1.2 \div 1.4B_n$ $B_{-40} = 1.2B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.4B_{c-30}$ $B_{-60} = 1.6B_{c-30}$ 频率-相位调制系统的第二个 B_n 公式

表1（续）

表1C								
系数 $K_G(BT)$ 的依赖性								
BT 为归一化滤波器带宽，由-3 dB电平上的带宽与发射一个编码元素（子脉冲）的时间的乘积给出。								
BT	∞	1	0.7	0.5	0.3	0.25	0.15	备注
$K_G(BT)$	1.28	1.14	1.1	1.07	0.93	0.86	0.70	平均值
	0.94			0.80	0.70	0.67	0.53	跨度95%
	1.28			1.03	0.91	0.86	0.70	跨度99%
	2.81			1.20	1.06	1.00	0.83	跨度99.8%
系统示例				DECT	GSM, DCS, PCS	TETRA		
调制类型	MSK	GMSK						

发射类别	附加特性	计算：		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} ，以及QoB频谱的带宽 (Hz)	

3. 数字传输 ⁽²⁾ （续）					
3.C 相移键控 ⁽³⁾					
1	2a	2b	3	4	5
单信道传输、相移键控 G1D, G1E, G1F, G1W		系数 K 的限值 取决于所用的 信号调制方法	$B_n = KR/\text{Log}_2S$, 其中： R : 传输速度（单位：比特/秒）， K : 系数 S : 状态数	$B_{c-30} = 1.4B_n$ $B_{c-30} = 2.8KR/\text{log}_2S$ ⁽³⁾ $B_{-40} = 1.86B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.28B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.7B_{c-30}$	对于未经滤波的BPSK， $4 < K < 20$ ； 对于经滤波的BPSK， $1.5 < K < 4$

表1 (续)

发射类别	附加特性		计算:		备注
			必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
1	2a	2b	3	4	5
单信道传输、调相 G1E	$\pi/4$ QPSK, $\pi/4$ DQPSK	TDMA、 FDMA; 升余弦滤波器	$B_n = K_\beta R$ $0.6 < K_\beta < 1$	$B_{c-30} = 1.05B_n$ $B_{-40} = 1.1B_{c-30}$ $B_{-50} = 4B_{c-30}$ $B_{-60} = 8B_{c-30}$	
	QPSK	TDMA、 FDMA	$B_n = KR$ $K = 1.25 \div 2$	$B_{c-30} = 1.2B_n$ $B_{-40} = 1.17B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.67B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.33B_{c-30}$	
子载波的相对相移 G2B, G2D, G2W			$B_n = (N_f - 1)\Delta F + 5R$	$B_{c-30} = (N_f - 1)\Delta F + 7R$ $B_{-50} = 1.6(N_f - 1)\Delta F + 8R$ $B_{-60} = 3(N_f - 1)\Delta F + 15R$	ΔF : 子载波间隔 N_f : 子载波数
多信道传输 G7B, G7D, G7E, G7F, G7W, G7X	M 进制PSK ($M = 8, 16$)		$B_n = 2.5 R/\log_2 S$	$B_{c-30} = 1.2B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1.17B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.67B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.33B_{c-30}$	如果冗余度 ψ 单位为%, 则 $K_R = 1 + \psi//100$ 。
	M 进制 QAM、 M 进制PSK, 纠错编码		$B_n = K_{red} R/\log_2 S$ K_{red} 为纠错编码的冗余系数	$B_{c-30} = 1.4B_n$ $B_{-40} = 1.4B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.8 \div 2.3B_{c-30}$ $B_{-60} = 2.5 \div 3B_{c-30}$	

表1 (续)

发射类别	附加特性		计算:		备注
			必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
1	2a	2b	3	4	5
G7D, G7E, G7F, G7W	经滤波的 BPSK 未经滤波的 BPSK		$B_n = KR$ $K = 1.5 \div 2$ $B_n = KR$ $K = 4 (95\%) \div 20 (99\%)$	$B_{c-30} = 1.4B_n$ $B_{-40} = 2.6B_{c-30}$ $B_{-50} = 4.6B_{c-30}$ $B_{-60} = 8.2B_{c-30}$	
	$\pi/4$ QPSK, $\pi/4$ DQPSK	TDMA, FDMA, 升余弦滤波器	$B_n = K_\beta R$ $0.6 < K_\beta < 1$	$B_{c-30} = 1.05B_n$ $B_{-40} = 1.1B_{c-30}$ $B_{-50} = 4B_{c-30}$ $B_{-60} = 8B_{c-30}$	
G9D	M 进制QAM 4-, 16- ($M = 4, 16$)	TDMA	$B_n = KR/\log_2 S$ $1.5 < K < 1.7$	$B_{c-30} = 1.4B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1.4B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.8 \div 2.3B_{c-30}$ $B_{-60} = 2.5 \div 3B_{c-30}$	
G9D	M 进制PSK ($M = 8, 16$)	TDMA	$B_n = KR/\log_2 S$ $K = 2.5$	$B_{c-30} = 1.2B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1.17B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.67B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.33B_{c-30}$	
	M 进制 QAM、纠错 编码		$B_n = K_{red} R/\log_2 S$ K_{red} 为纠错编码的冗余系数	$B_{c-30} = 1.2B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1.3B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.7B_{c-30}$ $B_{-60} = 2.2B_{c-30}$	
	QPSK	无线电路	$B_n = R$	$B_{c-30} = 1.2 R = 1.2B_n$ $B_{-40} = 1.17B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.7B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.3B_{c-30}$	

表1 (续)

发射类别	附加特性		计算:		备注
			必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
1	2a	2b	3	4	5
G9W G9WDN, G9WDT	QPSK M 进制PSK ($M = 8, 16$)	TDMA, FDMA	$B_n = KR$ $K = 1.25 \div 2$	$B_{c-30} = 1.2B_n$ $B_{-40} = 1.17B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.67B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.33B_{c-30}$	
G9W	QPR, QPR AZD		$B_n = K_C R$ K_C – 见表1D	$B_{c-30} = 1.4B_n$ $B_{-40} = 1.4B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.8 \text{ 至 } 2.3B_{c-30}$ $B_{-60} = 2.5 \text{ 至 } 3B_{c-30}$	
3.D 步进正交和编码调制 ⁽³⁾					
D7D, D7W, D9E ***C-, D-,T-, F ⁽⁴⁾ -	M 进制QAM		$B_n = R/\log_2 S$	$B_{c-30} = 1.2B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1.3B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.7B_{c-30}$ $B_{-60} = 2.2B_{c-30}$	
	M 进制 QAM、纠错 编码		$B_n = K_{red} R/\log_2 S$ K_{red} 为纠错编码的冗余系数		
	有编码调制的 M 进制QAM		$B_n = K_C R/\log_2 S$ K_C – 见表1D		
G7C, G7W, G9D ***C-, D-, T-, F ⁽⁴⁾ -	M 进制QAM		$B_n = R/\log_2 S$	$B_{c-30} = 1.2B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1.3B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.7B_{c-30}$ $B_{-60} = 2.2B_{c-30}$	
	M 进制 QAM、纠错 编码		$B_n = K_{red} R/\log_2 S$ K_{red} 为纠错编码的冗余系数		
	有编码调制的 M 进制QAM		$B_n = K_C R/\log_2 S$ K_C – 见表1D		

表1（续）

发射类别	附加特性		计算:		备注
			必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
1	2a	2b	3	4	5
K7D, K7E, K7W	4-, 16-, 32-, 64-QAM		$B_n = KR/\log_2 S$ $K = 1 \div 2$	$B_{c-30} = 1.4B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1.4B_{c-30}$ $B_{-50} = 2.3B_{c-30}$ $B_{-60} = 3B_{c-30}$	
Q7D, Q7E, Q7W ***C-, D-,T-, F ⁽⁴⁾ -	M进制QAM		$B_n = R/\log_2 S$	$B_{c-30} = 1.2B_n^{(3)}$ $B_{-40} = 1.3B_{c-30}$ $B_{-50} = 1.7B_{c-30}$ $B_{-60} = 2.2B_{c-30}$	
	M进制 QAM、纠错 编码		$B_n = K_{red} R/\log_2 S$ K_{red} 为纠错编码的冗余系数		
	有编码调制的 M进制QAM		$B_n = K_C R/\log_2 S$ K_C -见表1D		

表1（续）

表1D 根据ITU-R F.1101建议书对数字无线电传输系统中的 数据（BCM、TCM、MLCM）进行编码调制	
调制方法（完全指定）	K_C
16 BCM-8D（一步QAM）	0.267
96 BCM-4D, 88 BCM-6D, 80 BCM-8D（全部一步QAM）	0.167
128 BCM-8D（两步QAM）	0.167
16 TCM-2D	0.333
32 TCM-2D	0.250
128 TCM-2D	0.167
512 TCM-2D	0.125
32 MLCM	0.222
9-QPR	0.5
25-QPR	0.33
64 TCM-4D, 64 MLCM	0.182
128 TCM-4D, 128 MLCM	0.154
512 TCM-4D	0.118

表1（续）

3E. COFDM				
发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
1	2	3	4	5
X7EWX	COFDM (DRM)	B_n 自 {4.5 kHz; 5 kHz; 9 kHz; 10 kHz; 18 kHz; 20 kHz}	$B_{c-30} = 1.2B_n$ $B_{-60} = 2.7B_{c-30}$	

dB

The graph plots power spectral density in dB against frequency in units of B_n . The x-axis ranges from $-3B_n$ to $3B_n$ with major ticks every $0.5B_n$. The y-axis ranges from -70 dB to -10 dB with major ticks every 10 dB. A central rectangular region is defined between $-0.5B_n$ and $0.5B_n$ at a level of -10 dB, labeled B_n . Outside this region, the power spectral density decreases linearly at a rate of -20 dB per B_n . A horizontal line at -30 dB is labeled B_{c-30} , indicating the bandwidth where the power is at least -30 dB. The total bandwidth where the power is at least -60 dB is $2.7B_{c-30}$.

表1 (续)

发射类别	附加特性		计算:		备注
			必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
4. 脉冲调制					
4.A 调幅载波					
1	2a	2b	3	4	5
调幅载波 K1N, K1D, K1W	PAM, PACM	带网络控制的 输出电子/真 空装置	$B_n = 2F_U + 4/\tau$ B_n, F_U (MHz), τ (μs)	$B_{c-30} = 4B_n = 8F_U + 16/\tau$ $B_{-40} = 1.4B_{c-30}$ $B_{-50} = 2B_{c-30}$ $B_{-60} = 3.75B_{c-30}$	
4.B 时长调制载波					
脉冲时长调制 脉冲编码调制 (M 进制) L1N, LXN⁽⁵⁾	PDM, PCM, PNM	具有陡峭前沿 的脉冲, 即 $\tau_r \leq 0.008 t$	$B_n = 6.36/\tau\delta$	$B_{-20} = 6.36/\tau$ $B_{c-30} = 9.14/\tau$ $B_{-40} = 63.6/\tau = 7B_{c-30}$	
脉冲时长调制 脉冲编码调制 (M 进制) L1N, LXN⁽⁵⁾	PDM, PCM, PNM	$\tau_r > 0.008 t$ 的 梯形脉冲	$B_n = 1.79/(\tau \delta)^{1/2}$	脉冲功率> 100 W的雷达 $B_{-20} = 1.8/(\tau \delta)^{1/2}$ $B_{c-30} = 2.17/(\tau \delta)^{1/2}$ $B_{-40} = 6.2/(\tau \tau_r)^{1/2} = 2.9B_{c-30}$ $B_{-60} = 17.9/(\tau \delta)^{1/2} = 8B_{c-30}$ 脉冲功率≤ 100 kW的雷达 $B_{-20} = 1.8/(\tau \delta)^{1/2}$ $B_{c-30} = 2.2/(\tau \delta)^{1/2}$ $B_{-40} = 7.6/(\tau \tau_r)^{1/2} = 3.5B_{c-30}$ $B_{-60} = 18/(\tau \delta)^{1/2} = 8B_{c-30}$	

表1（续）

发射类别	附加特性		计算:		备注
			必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
4.C 脉冲位置调制					
1	2a	2b	3	4	5
带Barker码的相移载波 M0N, MXN	PPM	雷达	$B_n = 2/\tau_d \delta_d$ 其中: τ_d 是样本长度	$B_{c-30} = 3.6/(\tau_d \delta_d)^{1/2}$ $B_{-40} = 1.77B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.16B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.6B_{c-30}$	对于编码脉冲, 使用样本长度 (子脉冲)
脉冲-相位调制 M7EJT	PPM	无线电中继 链路 (FXR编码)	$B_n = 3.2/\tau \delta$ B_n (MHz), τ (μs)	$B_{c-30} = 1.12B_n (\tau/\delta)^{1/2}$ $B_{-40} = 1.79B_{c-30}$ $B_{-50} = 3.18B_{c-30}$ $B_{-60} = 5.64B_{c-30}$	
4.D 连续波发射					
未经调制的连续波发射 N0N	未经调制的载 波	“鹰” 雷达 (驻波)	$B_n = 2K_d F_0$ 其中: K_d 是相对于 F_0 的允许频 率偏差的大小	$B_{c-30} = B_n = 2K_d F_0$ (K_d 用于具有石英稳定性能的 电台) $B_{-40} = 0.0003F_0$	
连续波发射 M0N	调频载波	“鹰” 雷达 (驻波)	$B_n = 2D$	$B_{-40} = 2D + 0.0003F_0$	
线性调频脉冲 W0N, Q0N	调频载波		$B_n = 2D$	$B_{-40} = 2D + 0.0003F_0$	

表1 (续)

发射类别	附加特性		计算:		备注
			必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
4.E 未调制脉冲载波					
1	2a	2b	3	4	5
未经调制的脉冲载波 ⁽⁵⁾ P0N, P0NAN		具有陡峭前沿的脉冲, 即 $\tau_r \leq 0.008\ t$	$B_n = 6.36/\tau$	$B_{-20} = 6.36/\tau$ $B_{c-30} = 9.14/\tau$ $B_{c-30} = 1.44B_n$ $B_{-40} = 63.6/\tau$	
		$\tau_r > 0.008\ t$ 的 梯形脉冲	$B_n = 1.79/(\tau\ \delta)^{1/2}$	脉冲功率> 100 W的雷达 $B_{-20} = 1.8/(\tau\ \delta)^{1/2}$ $B_{c-30} = 2.17/(\tau\ \delta)^{1/2}$ $B_{-40} = 6.2/(\tau\ t_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 18/(\tau\ \delta)^{1/2}$	
				脉冲功率≤ 100 kW的雷达 2.9-3.1 GHz和9.2-9.5 GHz频段的 无线电导航雷达 $B_{-20} = 1.8/(\tau\ \delta)^{1/2}$ $B_{c-30} = 2.2/(\tau\ \delta)^{1/2}$ $B_{-40} = 7.6/(\tau\ \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 18/(\tau\ \delta)^{1/2}$	

表1（续）

发射类别	附加特性		计算:		备注
			必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
4. F 调频载波					
1	2a	2b	3	4	5
线性和非线性FM脉冲载波 ⁽⁶⁾ Q1N, QXN, Q1D, Q1W	PDM-FM, PCM-FM, SFM, LFM	具有陡峭前沿 的脉冲, 即 $\tau_r \leq 0.008\ t$	$B_n = 2D + 6.36/\tau$	脉冲功率> 100 W的雷达 $B_{-40} = 2(D + 0.105/\tau_r) +$ $+ 6.2/(\tau\ \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + 63.6/\tau$	
				脉冲功率≤ 100 kW的雷达 2.9-3.1 GHz和9.2-9.5 GHz频段的 无线电导航雷达 $B_{-40} = 2(D + 0.065/\tau_r) +$ $+ 7.6/(\tau\ \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + 63.6/\tau$	
		$\tau_r > 0.008\ t$ 的 梯形脉冲	$B_n = 2D + 1.79/(\tau\ \delta)^{1/2}$	脉冲功率> 100 W的雷达 $B_{-40} = 2(D + 0.105/\tau_r) +$ $+ 6.2/(\tau\ \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + 18/(\tau\ \delta)^{1/2}$	
				脉冲功率≤ 100 kW的雷达 2.9-3.1 GHz和9.2-9.5 GHz频段的 无线电导航雷达 $B_{-40} = 2(D + 0.065/\tau_r) +$ $+ 7.6/(\tau\ \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + 18/(\tau\ \delta)^{1/2}$	

表1 (续)

发射类别	附加特性		计算:		备注
			必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
1	2a	2b	3	4	5
带脉冲内调频的脉冲载波 Q1N, QXN	PFM		$B_n = 2D + 2/\tau_d$	$B_{-20} = 2(D + 1/\tau_d)$ $B_{c-30} = 2(D + 2.5/\tau_d)$ $B_{-40} = 2(D + 3.5/\tau_d)$ $B_{-50} = 2(D + 5/\tau_d)$ $B_{-60} = 2(D + 7/\tau_d)$	
4.G 带跳频的脉冲调制					
带调频的脉冲调制 VXN	PDM-FM, PCM-FM, SFM, LFM, PFM		$B_n = B_s + 2D + 2/\tau_d$ B_s 是最大载波频移	$B_{-20} = 2(D + 1/\tau_d) + B_s$ $B_{c-30} = 2(D + 2.5/\tau_d) + B_s$ $B_{-40} = 2(D + 3.5/\tau_d) + B_s$ $B_{-50} = 2(D + 5/\tau_d) + B_s$ $B_{-60} = 2(D + 7/\tau_d) + B_s$	
带调频的脉冲频率调制 VXN		脉冲功率> 100 kW的雷达	$B_n = 2D + B_s + 1.79/(\tau \tau_r)^{1/2}$ B_s 是最大载波频移	$B_{-40} = 2(D + 0.105/\tau_r) + B_s + 6.2/(\tau \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + B_s + 17.9/(\tau \tau_r)^{1/2}$	
		脉冲功率> 100 kW的雷达以 及2.9-3.1 GHz和 9.2-9.5 GHz频段 的无线电导航业 务雷达	$B_n = 2D + B_s + 1.79/(\tau \tau_r)^{1/2}$	$B_{-40} = 2(D + 0.065/\tau_r) + B_s + 7.6/(\tau \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + B_s + 17.9/(\tau \tau_r)^{1/2}$	

表1（结束）

发射类别	附加特性		计算:		备注
			必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{c-30} , 以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
1	2a	2b	3	4	5
脉冲编码、脉冲幅度和带跳频 VXN的宽带调制		脉冲功率> 100 kW的雷达	$B_n = B_s + 1.79/(\tau \tau_r)^{1/2}$	$B_{-40} = B_s + 6.2/(\tau \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + B_s + 17.9/(\tau \tau_r)^{1/2}$	
		功率≤ 100 kW的 雷达以及2.9-3.1和 9.2-9.5 GHZ频段 中的无线电导航 业务雷达	$B_n = B_s + 1.79/(\tau \tau_r)^{1/2}$	$B_{-40} = B_s + 7.6/(\tau \tau_r)^{1/2}$ $B_{-60} = 2D + B_s + 17.9/(\tau \tau_r)^{1/2}$	

- (1) 连字符用于表示发射类别指定中未使用的附加参数（见附件5）。
- (2) 对于使用数字脉冲整形滤波器的数字传输系统，有必要考虑滤波器的滚降因数（近似余弦）。
- (3) 为了计算频谱包络（ B_{c-30} , B_{-40} , B_{-50} , B_{-60} 的值），当 $S = 4$ 时，使用 B_n 。
- (4) 前面的三个星号表示，附加符号指的是该项中提及的发射类别，包括附加类别。
- (5) 对于使用不同脉冲形状的雷达，为每个脉冲形状分别计算带宽，而后取由此获得的最高值。
- (6) 对于使用不同脉冲形状的雷达，为每个脉冲形状分别计算带宽，而后取由此获得的最高值。对于编码脉冲，取样本长度（子脉冲）。

表2

对工作于发射类别H2BBN、H3EJN、J3EJN、J7BCF和JXX的
机载航空移动业务HF发射机的OoB频谱带宽的要求

频段 (kHz)	频谱分量必须被衰减到与包络峰值功率 相对应的电平以下的最小值 (dB)
从 $f_{tx} \pm 1.5$ 到 $f_{tx} \pm 4.5$	30
从 $f_{tx} \pm 4.5$ 到 $f_{tx} \pm 7.5$	38
$f_{tx} \pm 7.5$ 及以上	43

备注：指配的发射机频率 f_{tx} 比载波或残留载波高1 400 Hz。

必要带宽的计算采用表1中给出的公式。

表3

对工作于发射类别H2BBN、H3EJN、J3EJN和R3EJN的
水上移动业务发射机的OoB频谱带宽的要求

带宽 (kHz)	对于发射类别H3EJN、 J3EJN、(H2BBN)， 落在给定频段内的 双音信号频谱分量的阶	给定采样频率下的OoB分量电平， 以dB为单位进行测量，关于：	
		对应于峰值包络功率 的电平	调制双音信号的基本 频谱分量之一的电平
从 $f_{tx} \pm 1.5$ 到 $f_{tx} \pm 4.5$	3	31	25
从 $f_{tx} \pm 4.5$ 到 $f_{tx} \pm 7.5$	5或7	38	32
$f_{tx} \pm 7.5$ 及以上	9	43 ⁽¹⁾	37 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ 绝对功率不超出50 mW。

备注：指配的发射机频率 f_{tx} 比载波或残留载波高1 400 Hz。

必要带宽的计算采用表1中给出的公式。

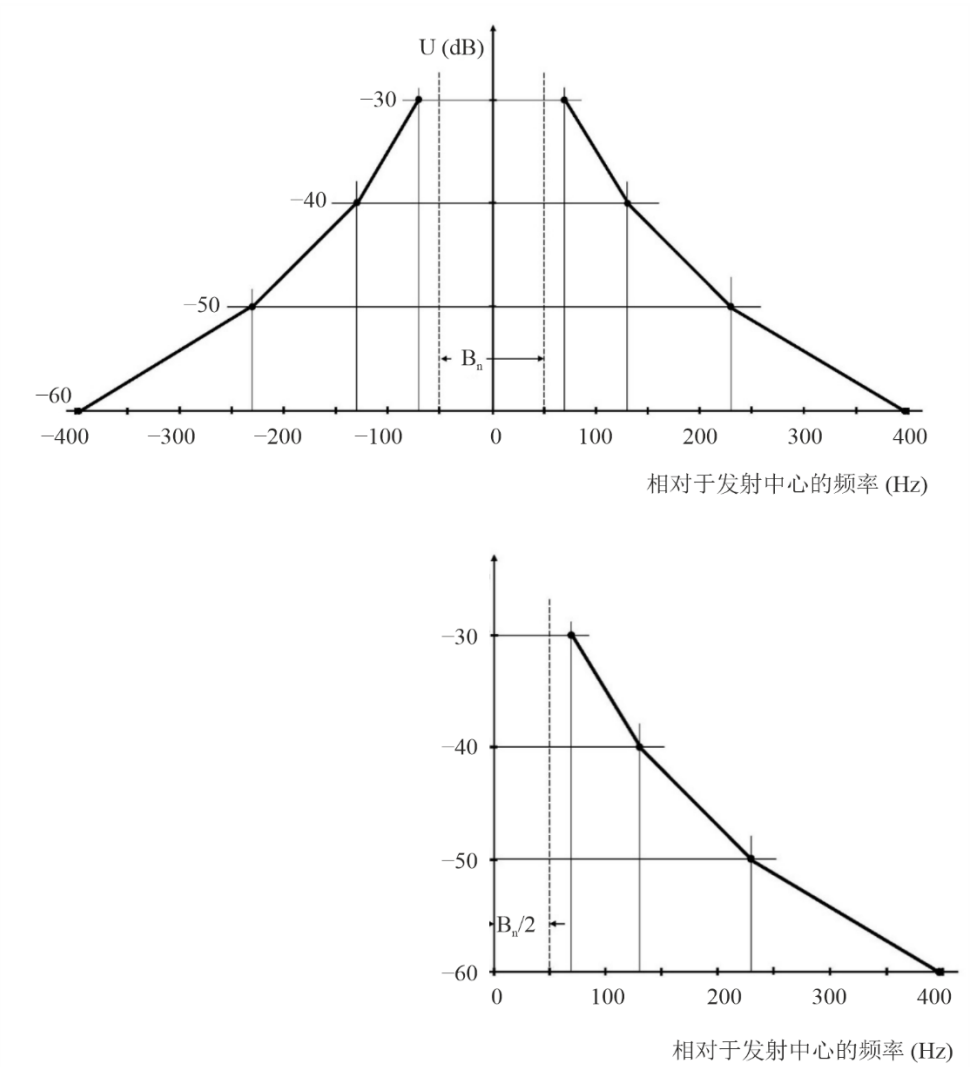
4.7 表1中-30 dB至-60 dB电平（以及其他电平）上的带宽数据代表了OoB发射掩模的拐点。用直线段将这些点连接起来，可提供掩模的图形表示。

下面说明两种情况的掩模设计，即G1B和G1D发射。有关这种情况的表1如下所示。

发射类别	附加特性	计算:		备注
		必要带宽 B_n (Hz)	用于评估的-30 dB带宽 B_{C-30} ，以及QoB频谱的 带宽 (Hz)	
2. 调频（续）				
2.F 调相				
单信道电 报，相移 G1B, G1D	对于不受衰减 影响的链路， $K_{fade} = 3$ ， 对于受衰减影 响的链路， $K_{fade} = 5$	$B_n = K_{fade}B$ 在 $K_{fade} = 5$ 和 $B = 20$ Bd下，$B_n = 100$ Hz	$B_{C-30} = 1.4B_n = 1.4K_{fade}B$ $B_{-40} = 1.86B_{C-30}$ $B_{-50} = 3.29B_{C-30}$ $B_{-60} = 5.7B_{C-30}$	$B_{C-30} = 140$ Hz $B_{-40} = 260$ Hz $B_{-50} = 461$ Hz $B_{-60} = 798$ Hz

两种格式的结果掩模如图1所示。值得注意的是，仅有四个断点被用于控制掩模。

图1
发射类别G1B和G1D的OoB发射掩模



有关OoB和杂散发射域边界的规定在ITU-R SM.1539建议书中给出。

5 用于评估的-30 dB带宽和OoB频谱带宽的测量方法

测量的一般要求

5.1 测量结果不得受到工业无线电干扰源的发射或其他无线电系统的发射的影响。

5.2 对频率重叠大于2的发射机进行测量时，应在频段内的三个频率上进行测量：频段下边缘、频段上边缘和频段中间。

如果重叠系数小于2，则在靠近频段中间的某个频率上进行测量。

5.3 用于测量的设备应满足附件3中给出的要求。

5.4 发射类别的命名法见《无线电规则》附录1。

5.5 关于工作于发射类别R3EGN、R3EJN、J3EJN、H3EJN、R7BCF和J7BCF的发射机，只对类别J3EJN要求测量满足目前的要求。

关于工作于发射类别B8EJN、B8EGN和B9WWX的发射机，测量限于类别B8EJN。

5.6 对用于评估的-30 dB带宽和发射机OoB频谱的带宽的测量采用图2所示的设置（以简化的形式）进行。

部分设置仅适于用于特殊发射类别的特定测量方法，而不能用于其他测量方法。

关于工作于发射类别F9B、F9E和F9D的发射机，使用适于该类型信息的方法，利用不同类型的发射信息，在每个信道中进行测量。

用于测量发射机带宽的测试信号

5.8 在应用于工作于发射类别A1AAN、A1BBN、A2AAN、H2BBN、J2BBN、F1BCN、G1BCN、F1D、F1E、F2B、F7E、A1BBN、F7B、F8B、G1B、G1E、G1F、G1W、G2B、G2D、G7D、G7E、G7F和G7W的发射机时，测量是在发射机用正交电报点测试信号调制时进行的。

对于工作于发射类别A1AAN、A1BBN、A2AAN、H2BBN、J2BBN、F1BCN、G1BCN、G1D、G2B、G1E、G1F、G1W、G2D、G7D、G7E、G7F和G7W的发射机，测量是在被测发射机技术规范中规定的最大调制速度下进行的。

对于工作于窄带相移键控传输方式中发射类别G1BCN的水上移动业务发射机，测量是在 $B = 0.88 B_{max}$ 的调制速度下进行的，其中 B_{max} 是信道中的最大调制速度。

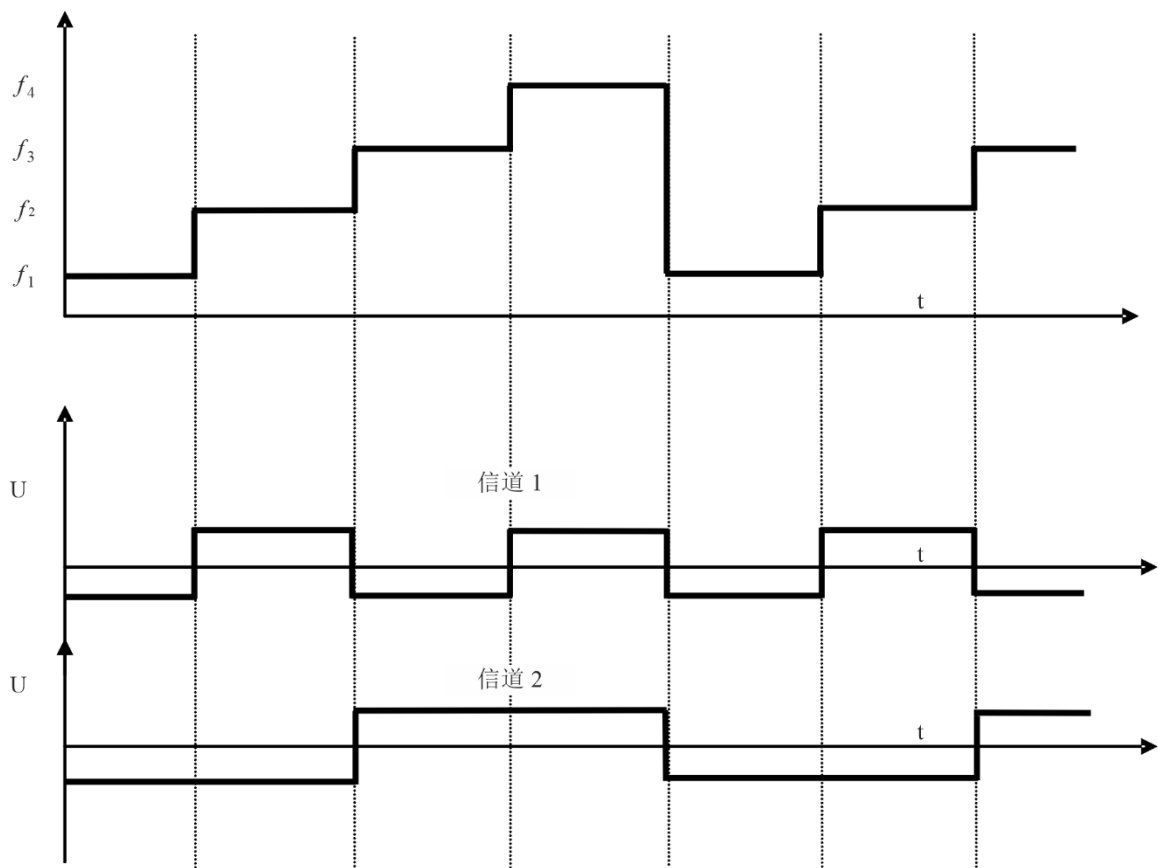
对于工作于发射类别F1BCN、F1D、F1E和F2B的发射机，测量是在最大调制速度下频偏的最大额定值上进行的，并使用最常出现的频偏与调制速度的组合。

5.9 在应用于工作于发射类别F7BDX、F7D、F7E和F8B的发射机时，测试信号是通过用电报点对发射机的两个信道进行调制产生的，其速度和同步的选择须使发射机的瞬时频率（相位）以固定的时间间隔通过所有4个值（见图3）。

对于工作于发射类别F7BDX的发射机，测量是在最大频率间隔和最大调制速度下（在其中一个信道上）进行的。

注 1 - 如果所述调制信号的测量结果表明，发射机满足信道同步工作的要求（见第4段），则亦认为该发射机满足异步操作的要求。

图3
工作于发射类别F7BDX的发射机的测试信号形状



SM.2048-03报告

- f_1 : 对应于两个信道中“升键”的频率
- f_2 : 对应于第一个信道中“降键”和第二个信道中“升键”的频率
- f_3 : 对应于第一个信道中“升键”和第二个信道中“降键”的频率
- f_4 : 对应于两个信道中“降键”的频率
- U: 调制电位
- t: 时间

5.10 在应用于工作于发射类别F1C--或F3C--的发射机时，测试信号为以调制系数90%和1.1 kHz频率进行调幅的1.9 kHz正弦信号。在发射机输出端以1 500 Hz的频偏进行带宽测量。

5.11 在应用于工作于发射类别A3C--或R3C--的发射机时，测试信号为以550 Hz正弦信号、400 Hz偏差（模拟黑条和白条的传输）进行调频的1.9 kHz正弦信号。发射机输出端的调制深度设为90%。

5.12 在应用于工作于发射类别F3EGN的发射机时，测试信号为频率等于调制频率最大值、非线性失真系数最大为1%的正弦波。在峰值频率偏差处进行测量。偏差不确定性不得超出5%。

注1 – 如果未超出技术规范中规定的峰值频率偏差，并且符合非线性失真、噪声和发射机噪声要求，则认为已满足具有宽带线性调制级的、用于广播发射机的发射频率评估的-30 dB带宽要求。

5.13 对于工作于发射类别A3EJN、A3EGN、H3EJN、J3EJN、R3EJN、R3EGN、R7BCF、J7BCF、F3EJN、B8EJN和B9WWX的发射机，使用经滤波器整形的噪声测试信号进行测量。

对于工作于发射类别A3EGN或R3EGN的发射机，使用广播信号整形滤波器（见附件3第12段）。

对于工作于发射类别R7BCF、J7BCF或B9WWX的发射机和工作于发射类别A3EJN、R3EJN、H3EJN、J3EJN或F3EJN的移动业务发射机，整形滤波器可以是具有该业务所用电话信道通带的任何滤波器。

在所有其它情况下，使用常规的电话信号整形滤波器（见附件3第11段）。对于工作于发射类别B8EJN或B9WWX的发射机，噪声测试信号通过整形滤波器馈送到每个信道中。

5.14 在应用于工作于发射类别F8EJF的发射机时，由串音分析仪产生的噪声信号用作测试信号。

5.15 在应用于工作于发射类别D7W的发射机时，测试信号由伪随机序列脉冲发生器来提供。

5.16 在应用于工作于发射类别F3F或F8WWN的发射机时，测试信号由电视测试信号发生器来提供。

5.17 在应用于工作于发射类别M7E、PONAN、K1B--或Q1B--的发射机时，测量在使用非编码脉冲的发射机调制的范围内进行，根据被测发射机的技术规范尽可能地短。如果发射机不能在全短脉冲状态下工作，则可在工作或测试调制状态下进行测量。

5.18 对于那些给定标准未规定用于测量用于评估的-30 dB带宽和OoB频谱带宽之规则的发射类别，使用ITU-R建议书中提供的一般规则。

确定测试信号电平

5.19 在应用于工作于发射类别A1AAN、A1BBN、A2AAN、H2BBN、J2BBN、F1BCN、G1BCN、FID、FIE、F2B、F7E、AIBBN、F7B、F8B、GIB、GIE、GIF、GIW、G2B、G2D、G7D、G7E、G7F和G7W的发射机时，测试信号的电平为有关R3C--发射类别的、无中介（未移位）的载波或子载波的电平。

5.20 在应用于工作于发射类别A3EJN、A3EGN、R3EJN、R3EGN、B8EJN、H3EJN、J3EJN、R7BCF、J7BCF、B9WWX和F3EJN的发射机时，噪声测试信号的电平通过以下方法来确定。

使用低频发生器，如果使用电话信号整形滤波器，则利用频率为600 Hz的正弦信号对发射机输入进行调制，如果使用具有电话类型信道通带的滤波器，则频率为1 000 Hz，如果使用广播信号整形滤波器，则频率为300 Hz。

调整正弦输入信号的电平，以便为工作于发射类别A3EJN和A3EGN的发射机提供100%的调制，为工作于发射类别R3EGN、R3EJN、B8EJN、H3EJN、J3EJN、R7BCF、J7BCF和B9WWX的发射机提供标称峰值功率，为工作于发射类别F3EJN的发射机提供标称频率偏差。

记下该信号电压的r.m.s.值 U_{sin} 。如果发射机工作于发射类别A3EJN、A3EGN、R3EGN、R3EJN、H3EJN、J3EJN、R7BCF、J7BCF、B8EJN或B9WWX，则经同一整形滤波器馈入噪声信号，对其电平进行调整，以便给出由同一仪表测量的有效噪声电压 $U_N = K_s U_{sin}$ 。

如果无法达到100%的调制因子（发射类别A3EJN或A3EGN），则噪声电压的r.m.s.值可以使用公式 $U_N = 2K_s U'_{sin}$ 进行调整，其中 U'_{sin} 是有效信号电平，给出50%的调制因子。表5给出了各种情况的 K_s 值。

对于发射类别R3EJN、R3EGN、J3EJN、B8EJN和J7BCF的情况，噪声信号的必要电平可以通过发射机的输出功率进行调整，在这种方式下，当馈入噪声信号时，发射机的平均输出功率正好是其额定峰值功率的0.25。

表5
系数 K_s 的值

发射类别	描述	K_s
A3EGN, A3EJN	无线电广播和电话	0.35
	航空移动业务中的航空器发射机	0.47
H3EJN, R3EJN, R3EGN, J3EJN, J7BGF, F3EJN, R7BCF	无线电广播和电话，包括移动业务中的发射机、多信道音频电报	0.47
B8EJN	第二信道电话	0.33
	第四信道电话	0.23

对于仅利用特定类型电声换能器（如麦克风或喉头送话器）进行操作并对输入信号使用动态范围限制的发射机，调整发射机输入端的噪声信号电平，以使 $U_N = K_s U_{sin\ nom}$ ，其中 $U_{sin\ nom}$ 是换能器规范中给出的额定输出电压的r.m.s.值， K_s 是表5中的系数值。

对于具有r.m.s.归一化调制输入电压的发射机，必须调整噪声信号r.m.s.，使之与该值相等。

5.21 在应用于工作于发射类别F8EJF的发射机时，调整施加于电话信道终端输入端的噪声测试信号电平，以使 $P_{n.test} = P_{ch.in} + P_{load}$ ，其中 $P_{ch.in}$ 是针对一个音频信道的、TF群信道终端设备输入端的标称功率， P_{load} 是按表1A确定的、多路复用消息的平均功率电平。

5.22 在应用于工作于发射类别F8WWN的发射机时，测试信号电平（施加于电视无线电中继链路终端设备输入端的亮度信号的幅度）必须为1 W。

5.23 在应用于工作于发射类别D7D或D7W的发射机时，测试信号参数按第5.18段来确立。

用于评估的-30 dB带宽和OoB频谱带宽的测量

5.24 采用图2所示的设置对用于评估的-30 dB带宽和发射机OoB频谱的带宽进行测量。

如有必要，频谱分析仪也可用于发射机的间接（场）测量。在这种情况下，必须使用满足这些测量之宽带要求的天线。

如有必要，可将测量仪器置于屏蔽室内。

允许通过电磁场的pfd参数来测量用于评估的-30 dB带宽和OoB频谱电平，只要这不增加与测量方法相关的不确定性即可。

5.25 图2所示设置中的测量仪器必须满足附件3规定的要求。

5.26 使用下列标准来调整频谱分析仪的设置。

对于周期性测试信号， $-3\text{ dB }(\Delta f)$ 上频谱分析仪分辨带宽设为调制速率的三分之一，或者在应用于脉冲发射类别时，对脉冲发射，约为 $1/10\tau$ ，频谱分析仪IF级的频率响应必须近似为钟形。

使用噪声测试信号时， Δf 不得超出 $0.05 B_{c-30}$ 。

频谱分析仪（和接收机通带，如果分析仪连接于接收机IF级）的跨度被调整为从表1中数据获得的带宽的1.5-2倍。

视频滤波器的时间常量和频谱分析仪的扫描时间取决于发射机的发射类别：

- 为测量类别A1AAN、A1BBN、A2AAN、H2BBN、J2BBN、F1BCN、G1BCN、F3EGN、F1C--、F3C--、F7BDX、F1E、F1D、F7D、F7E、F8B、F9B、G1D、G1E、G1F、G1W、G7D、G7E、G7F、G2B和G2D的发射，必须使用频谱分析仪将时间常数设为尽可能小的值，且扫描时间 T 必须满足以下条件：

$$T \geq SPAN/\Delta f^2 \quad (1)$$

- 可使用带有线性或对数检测器的频谱分析仪；
- 为测量类别A3EJN、A3EGN、R3EJN、R3EGN、B8EJN、H3EJN、J3EJN、R7BCF、J7BCF、B9WWX、F3EJN、F8EJF和D7W的发射，频谱分析仪可与满足以下条件的时间常数 τ' 一起使用线性、二次或对数检测器：

$$\tau' \geq 16/\Delta f \quad (2)$$

根据以下条件来选择扫描时间：如果测量点处频谱包络的斜率 Q 小于 30 dB/倍频程 ，那么分别取决于仪器是装有线性检测器、二次检测器还是对数检测器，使用（3）中的公式之一来计算扫描时间：

$$\left. \begin{aligned} T_{lin} &\geq 132,8 SPAN [3.4 (1 + \frac{3}{Q})]^{-2} / (\Delta f * B_{c-30}) \\ T_{quad} &\geq 188.8 SPAN [3.4 (1 + 3/Q)]^{-2} / (\Delta f * B_{c-30}) \\ T_{log} &\geq 18880 \tau' [(Q)]^{-2} / (\Delta f * B_{c-30}) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

如果使用公式（3）获得的扫描时间大于频谱分析仪的最大扫描时间，则测量必须以手动扫描模式进行。

为了在准备精确测量用于评估的 -30 dB 带宽时确定 Q 值，使用以下程序。

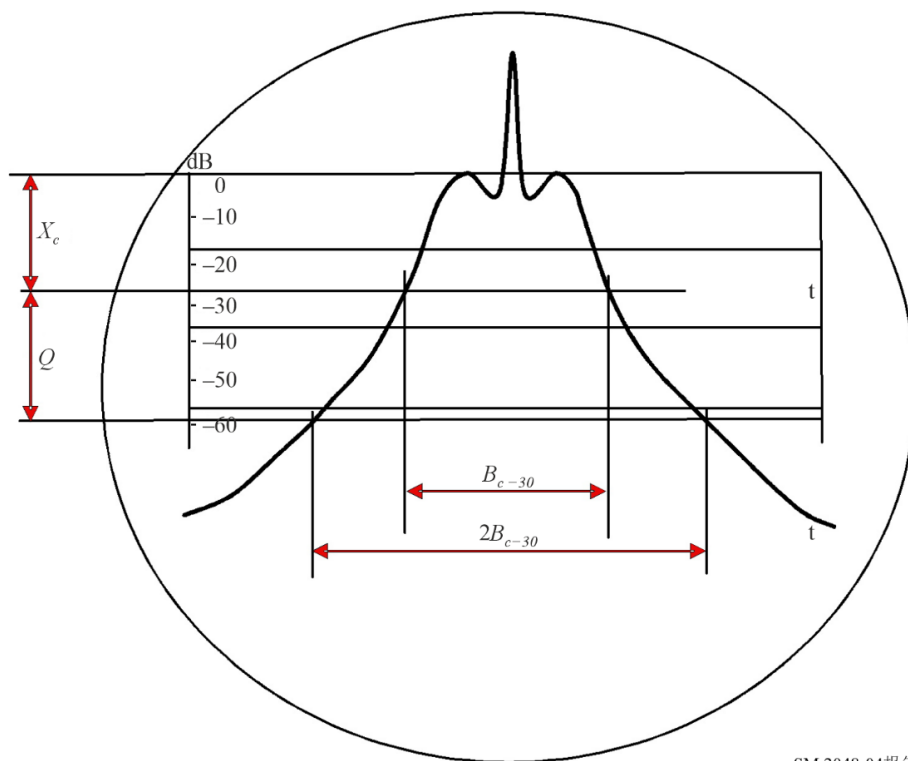
频谱分析仪的跨度设为约比 B_{c-30} 宽三到四倍，然后要么如图4所示直接从分析仪显示器读取（如果它装有对数检测器），要么从 B_{c-30} 与 $2B_{c-30}$ 上的 0 dB 衰减器读数之差中计算得到。

为测量发射类别P0NAN、K1B--和Q1B--，必须用频谱分析仪将视频滤波器的时间常数设为尽可能小的值。

扫描时间的选择使用条件 $T \geq 50/F_{rep}$ ，其中 F_{rep} 是脉冲重复频率。

注 1 – Q 也可从 Q' ，即 B_{c-30} 和 $1.5B_{c-30}$ 之间的电平差异来估算得到。在这种情况下， Q 可以用公式 $Q = 1.7 Q'$ 来获得。

图4
估算包络的斜率



SM.2048-04报告

5.27 零分贝电平是频谱分析仪进行 x dB测量所依据的基准，用下面的方式来确定：

- 为测量发射类别A1AAN、A1BBN、A2AAN、H2BBN、H2BFN、J2A、J2BBN、J2BCN、F1B、F1BCN、G1BCN、F3EGN、F1C--、F3C--、F7BDX、FID、FIE、F2B、F7E、F7B、F7D、F8B、F8D、GIB、GIE、GIF、GIW、G2B、G2D、G7D、G7E、G7F和G7W：未经调制（非键控）载波的电平；
- 为测量发射类别A3C--和R3C--：未经调制子载波的电平；
- 为测量发射类别PONAN、K1B--和Q1B--：用测试信号调制的发射机输出级的最强频谱分量的电平；
- 为测量发射类别A3EJN、A3EGN、R3EJN、R3EGN、B8EJN、B8EGN、D7W、H3EJN、J3EJN、R7BCF、J7BCF、B9WWX、F3EJN、F3EHN、F3F、F8EJF、F8WWN、F9D和F9E：边带域内频谱包络（确定零电平时）的最大电平，即不考虑对应载波频率的那部分频谱分析仪的响应；

注1 – 当测量发射类别A3EGN时，如果边带域中的最大频谱功率密度被载波响应所掩盖，则在分析仪显示器上调整频谱包络，使-10 dB电平上的发射带宽为4 kHz。

对应频谱分量的幅度与显示器上的0 dB标记对齐。如果无法做到这一点，则可以将其与频谱分析仪显示屏上三分之一处的任何固定水平线对齐。这成为能够测量-30、-40、-50和-60 dB等其他标准电平的参考。

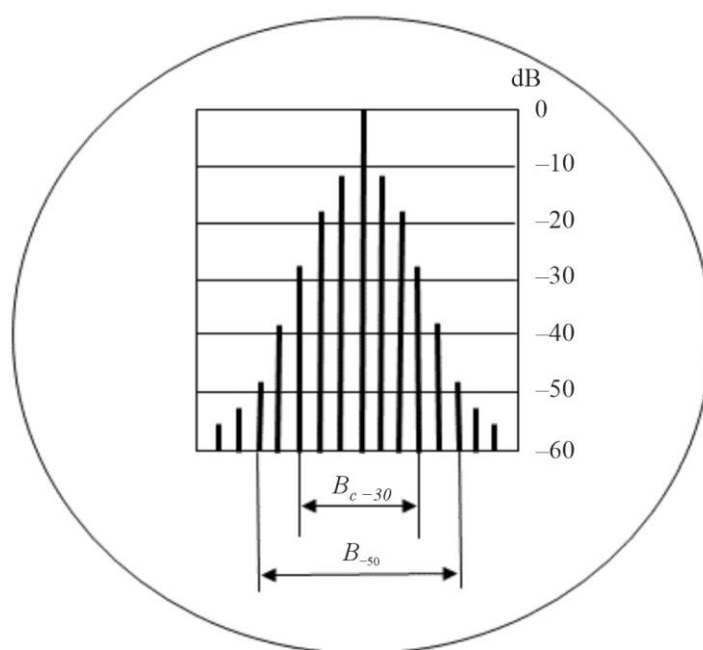
在设置零电平与实际测量用于评估的-30 dB带宽和OoB频谱的带宽之间，不得改变频谱分析仪的设置，即分辨率带宽、扫描时间和视频滤波器时间常数。

5.28 一旦确立零电平，下一步就是测量用于评估的-30 dB带宽和OoB频谱的带宽。

如果频谱分析仪配备对数检测器，则用于评估的-30 dB带宽和OoB频谱的带宽可通过取刚刚超出给定电平的最高与最低频谱分量之间的频率差，来直接从频谱分析仪的刻度中读取（见图5）。这要求频谱分析仪的对数刻度的不确定性不得超出2 dB。如果不是这种情况，则使用线性检测器来获得读数。

图5

使用带对数检测器的频谱分析仪来获得用于评估的
-30 dB带宽和OoB频谱带宽的读数



SM.2048-05报告

如果测得的发射带宽超出了频谱分析仪的标度范围，那么有必要增加跨距，必须对未经调制的载波重复进行分析仪校准（以建立第5.27段中所述的零电平）。一旦完成此步骤，则可重复上述过程。

6 发射类别R3EJN、H3EJN、H2BBN、J3EJN中水上移动业务发射机OoB发射的测量方法

6.1 对于用双音测试信号调制的发射机（其产生的调制高至额定峰值包络功率），OoB域输出信号的离散频谱分量电平不得超出表3中给出的限值。

6.2 采用图2所示的设置来测量工作在J3EJN状态的发射机的OoB频谱。

6.3 其中一个发生器用于向发射机输入端应用频率为470 Hz的信号，其幅度使发射机输出功率等于：

$$P'_{mean} = P'_{peak} = 0.25 P_{p.r..}$$

其中：

$P_{p.r..}$ ： 额定峰值包络功率。

在不断开来自第一个LF发生器的信号的情况下，使用另一个LF发生器在2 550 Hz频率上将第二个信号应用于发射机，同时调整信号电平，使发射机的输出功率等于：

$$P''_{mean} = 0.5 P_{p.r..} \quad (4)$$

$$P''_{peak} = 0.25 P_{p.r..}$$

6.4 频谱分析仪的跨度至少调整到20 kHz，IF带宽调整到50-150 Hz。速度（扫描时间）按第5.26段所述来确定。

6.5 调制信号的频谱分量应沿水平轴调整，使其在频谱分析仪的刻度上处于中心位置。

如果与经调制信号相对应的频谱分量大小相等，则调整频谱分析仪的传输系数，使其与0 dB标记或频谱分析仪刻度上三分之一处的某些其他标记对齐。如果各分量的电平不同，则稍微调整调制信号电平，使其相等，但不超出公式（4）的范围。然后将其与0 dB或频谱分析仪刻度上的其他标记对齐。

6.6 组合的九分之三度分量和落入表3所示带宽内的任何其他分量的电平，如果使用的是具有对数标度的频谱分析仪，则可直接读出。如果频谱分析仪具有线性标度，则必须借助于频谱分析仪的衰减器，按照分析仪的指令来完成这一工作。电平测量值相对于经调制信号的频谱分量应至少衰减表3所示的量。这样得到的 $f_{tx} \pm 7.5$ kHz频段内频谱分量的衰减数值用于计算功率电平。根据表3，任何一个分量的功率不得超出50 mW。

6.7 使用图2所示的设置来测量工作于H3EJN的发射机的OoB频谱。

调整发射机的载波电平，使输出端的功率如公式（3）中所规定。然后使用一个LF发生器将频率为2 000 Hz的信号应用于发射机，信号电平使得输出端的发射机功率如公式（4）中所规定。

然后根据第6.4-6.6段中的说明读取电平。

6.8 按第6.7段中所述的程序，采用“降键”模式的发射机来测量工作于H2BBN的发射机的OoB频谱。

6.9 采用设置为J3EJN或H3EJN的发射机来测量工作于R3EJN的发射机的OoB频谱。测量分别按第6.2-6.4或6.7段中的程序进行。

7 航空移动业务中航空器发射机OoB频谱带宽的测量方法

7.1 当发射机通过噪声测试信号调制给出额定峰值功率时，提供给天线或虚拟天线的OoB频谱的谱功率密度分量电平不应超出表2所示的限值。

7.2 使用图2所示的设置，只在发射类别J3EJN中测量发射机OoB频谱带宽。

7.3 LF信号发生器3a和3b分别应用于发射机输入端1 100和1 500 Hz的两个正弦信号；两个信号具有相同的电平 U_s ，调整后可为虚拟天线9提供标称峰值功率。

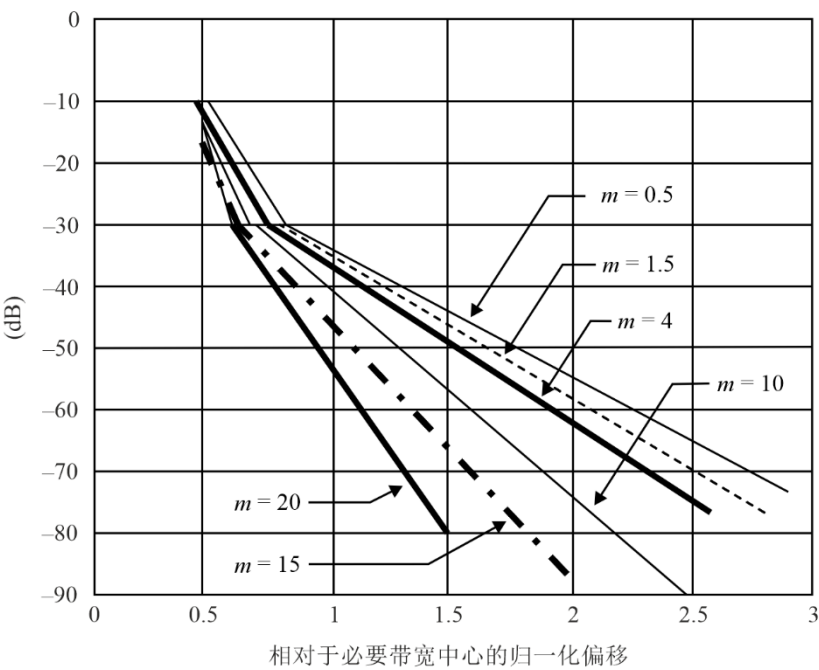
使用频谱分析仪12，对两个调制分量的LF电平进行微调，使各分量相等，然后调整频谱分析仪或外部衰减器11的输入或IF段衰减器，使该电平达到-6 dB。在本配置中，0 dB电平对应发射类别J3EJN的发射机的峰值发射功率。

7.4 接下来，断开LF发生器3a和3b，并通过电话信号整形滤波器5将噪声发生器2连接至发射机。调整噪声发生器2的信号，在均方根电压表6上给出 $0.47 U_s$ 。用于评估的-30 dB带宽以及电平-38和-43 dB上的OoB频谱带宽相对于第7.3段中确定的零电平进行测量。带宽不应超出表2中给出的限值。

附件1

转换以相对于必要带宽中心的偏移
表示的发射机OoB频谱数据

图6
用于说明OoB包络与发射类别F1B、F1D、F1W、F7B、F7D和
F7W的调制指数之间关系的图

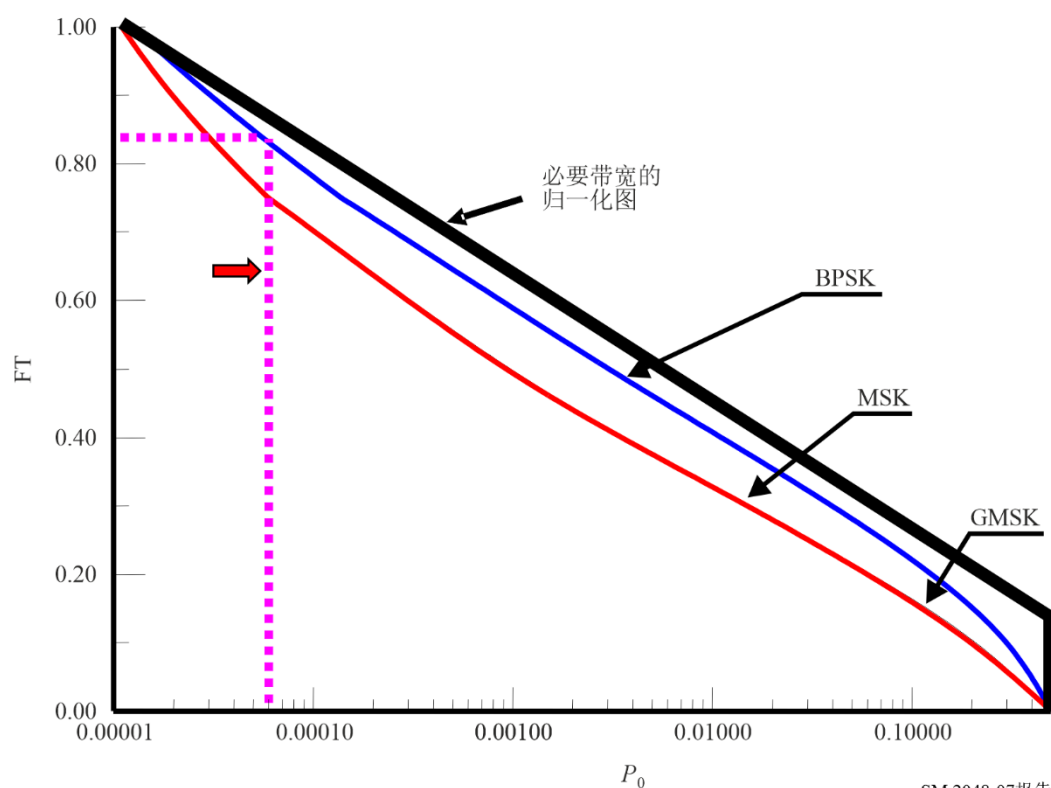


附件2

调整必要带宽以减少通信信道误差系数

图7

根据奈奎斯特准则，必要带宽FT与所接收数字信息的可靠性充分性 P_0 之间的关系，与信息编码和代码冗余无关



SM.2048-07报告

例如：对于BPSK系统，纠错将把信道的信息可靠性要求降至 5×10^{-4} 。在这种情况下，根据表1计算的必要带宽要求可降至82%。

1 在频段严重堵塞的情况下，以及对于特别容易受到干扰或对信息可靠性有非常苛刻要求的无线电系统，计算必要带宽时必须考虑到消息传送的质量。

2 对于数字通信系统，传送质量由与比特差错率相对应的概率 P_{err} 来表征。如果已知所需的差错概率，那么就有可能确定有用信号的必要带宽，以提供所需的信息传送可靠性，即在整个无线电通信系统中达到该概率所需的带宽。这样得到的数字可能大大不同于基于调制参数计算得到的必要带宽值，相应的是在-30 dB电平上的用于评估的-30 dB带宽。

附件3

测量设备的一般要求

频谱分析仪

1 所用频谱分析仪的频率范围必须覆盖被测发射机的工作频谱。

可用不同类型的频谱分析仪来测量工作频谱的不同部分。

2 频谱分析仪必须能够跨越对应最低测量电平频段中的整个信号频谱包络。

注1 – 如果没有具有必要跨距的频谱分析仪，则可分段确定频谱包络。

3 在-3 dB电平上，频谱分析仪的通带必须为：

- 若使用周期性测试信号，则为键控频率的三分之一；
- $0.1/\tau$ 用于脉冲发射；
- 若使用噪声测试信号，则 $0.05B_{c-30}$ 。

在这种情况下，频谱分析仪必须具有检测器后平均级，其时间常数为 $\tau' \geq 16/\Delta f$ 。

4 频谱分析仪的动态范围必须在最低测得电平（即-60 dB）上提供 ± 2 dB的测量精度。

5 给定频段中频谱分析仪的频率响应必须平坦至3 dB以内。

6 电平测量最大的总不确定性为10%。

噪声发生器

7 所测频段中的噪声功率频谱密度必须平坦至2 dB以内。

8 发生器输出端的噪声功率电平必须足以适应正常调制。如果发生器输出太弱，可以与放大器结合使用。在这种情况下，放大器的频率响应函数必须平坦到1 dB以内（在 $0.9F_{lc}$ 与 $1.2F_{uc}$ 之间的频段中，其中 F_{lc} 和 F_{uc} 分别是调制信号的下部和上部频率）。

放大器的非线性失真系数不得超出3%（300、600和1 000 Hz正弦信号连续施加在放大器输入端）。

9 输出设置的最大不确定性为6%。

电报信号源

10 电报点的最大间隔端失真为3%。最大相对脉冲上升时间为2%。在最大相对误码率为 10^{-5} 时，必须支持标准键控速度（从47到2 400波特）。信号源必须具有两个信道，提供发射机正常工作所需的输出信号电压电平。

整形滤波器

11 描述用于从白噪声产生电话信号的整形滤波器频率响应的电图和曲线图见ITU-R SM.328建议书第5.2段。

12 描述用于从白噪声产生广播信号的整形滤波器频率响应的电图和曲线图见ITU-R SM.328建议书第6.2段。

13 对于范围的某些部分，实际滤波器的频率响应函数可能与ITU-R SM.328建议书第5.2和6.2段中所示的曲线有高达2 dB的偏差。

14 所用整形滤波器必须经过官方校准。

衰减器

15 要求衰减器在整个监测频谱内提供 a dB的衰减。 a 的值必须为 $P_0 - P_{LL} - |X| \geq a \geq P_0 - P_{UL}$ ，允许的耗散功率 P_{aTT} 必须为 $P_{aTT} \geq P_0$ ，其中 P_0 是衰减器输入端的平均功率（dB/ μ W）， P_{UL} 和 P_{LL} 分别是仪器测量平均功率的上限和下限（dB/ μ W）。

16 衰减器输入（输出）的驻波比（SWR）不得超出1.4。

17 衰减器设置的最大不确定性为1 dB。

18 HF级内任何单个辅助元件的电压SWR不得超出1.5。

其他仪器

19 对于给定频段和功率类型，功率测量仪器的测量精度必须为 $\pm 5\%$ 或更好。

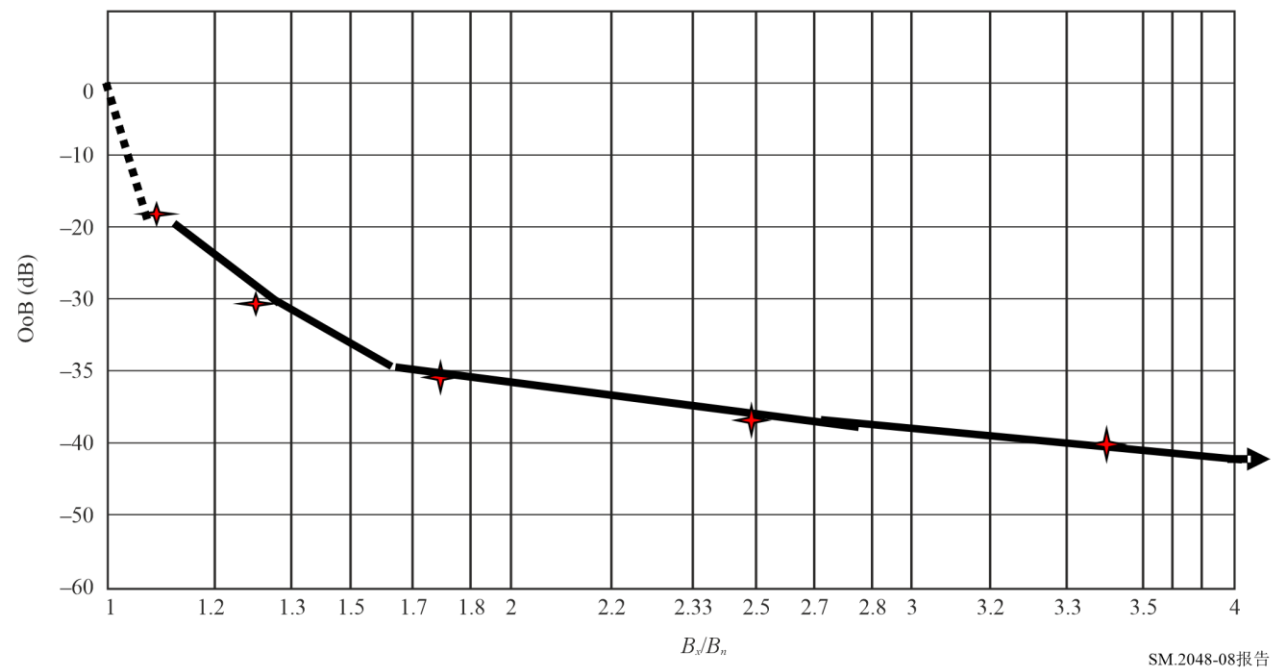
20 数字频率计必须提供最大不确定性为 10^{-9} 的频率读数（至少比被测无线电系统的频率容差要好一个数量级）。

附件4

说明验证发射是否符合某主管部门规则的 OoB发射限值图示例

在图8中，星形表示通过测量获得的数据点： $B_{-26} = 1.15B_n$ ； $B_{-38} = 1.4B_n$ ； $B_{-43} = 1.94B_n$ ； $B_{-50} = 2.75B_n$ ； $B_{-55} = 3.6B_n$ 。粗线表示上述限值（表1，电话，单边带，抑制载波，固定业务的发射机）。

图8
比较带有类别J3EJN（固定业务的发射机）
之规定限值的OoB测量结果



备注：将获得的测量结果与适用限值进行比较显示，发射机用于评估的-30 dB带宽及其OoB频谱的带宽符合要求。

附件5

符号和缩写

1 参数和变量

B	调制速度 (Bd)
B_{ch}	总信道速度 (Bd)
B_n	必要带宽 (Hz ⁽²⁾)
B_{c-30}	用于评估的-30 dB带宽 (Hz)
B_s	最大载波频移 (Hz)
BT	归一化滤波器带宽，为-3 dB带宽与发射一个编码元素（子脉冲）所需时间的乘积
D	峰值频率偏差（瞬时频率最大值与最小值之差的一半） (Hz)
$D_{MAX.TV}$	视频信号产生的峰值频率偏差 (Hz)
F_0	标称载波频率 (Hz)
F_U	最大调制频率、最大话音频率 (Hz)
F_{uc}	信道上部频率
F_{lc}	信道下部频率
F_{um}	中上部频率
F_L	最小话音频率、最小调制频率 (Hz)
F_{max}	在发射类别K1D中调制脉冲峰值的正弦信号的最大频率 (Hz)
F_{sc}	子载波频率 (Hz)
F_{PS}	导频信号频率 (Hz)
f_{tx}	指配的发射机频率
f_r	连续性导频信号频率
ϕ	高斯滤波器函数
K	表1中用于计算目的的工作系数
K_G, K_α, K_β	在数字通信系统中，这些是由所用滤波器和滤波方法来确定的系数。通常， α 用于余弦根滤波器， β 是升余弦滤波器。
K_d	等于载波频率相对不稳定性的系数
K_{fade}	用于表征传输线上衰落效应的系数
K_f	相变参数
K_S	用于r.m.s.电压测量的系数
K_R	纠错编码冗余系数，等于编码器输出端的码元数量与输入端的码元数量之比（ $K_R > 1$ ）。如果冗余 ψ 以%来指定，则系数由 $K_R = 1 + \psi/100$ 来给出。

² 在标明Hz单位时，也可使用kHz、MHz和GHz。

$\Delta\varphi$	相移（度）
m	调频指数
m_p	考虑到给定系统特性（包括峰值因子）的调频指数
N_c	信道数
N_f	子载波频率数
N_p	独立频段数
Δf	-3 dB电平上频谱分析仪IF级的静态通带宽度（Hz）
ΔF	子载波间隔（Hz）
ΔF_G	高斯滤波器通带
ΔF_{ch}	由一个信道的测得电平产生的有效频偏值（MHz）
OoB	带外
T	扫描时间（前向扫描的时长）（s）
τ_d	样本长度
τ_r	脉冲前沿长度（ μs ）
τ_f	脉冲后沿长度（ μs ）
τ	脉冲长度（s 或 μs ）
τ'	用于表征脉冲形状非对称性的视频滤波器时间常数系数： $\delta = 2 \tau_r \tau_f / (\tau_f + \tau_r)$
δ_d	用于表征不对称样本形状的系数： $\delta_d = (2 \delta_{dr} \delta_{df}) / (\delta_{df} + \delta_{dr})$
$\Theta(\alpha)$	信号（脉冲）的相对稳定时间、脉冲舍入系数
P	发射功率（dBW）
P_{load}	多消息消息的平均功率（dBW）
$P_{ch.mean}$	一个音频信道的平均功率（dBW）
P_0	信息可靠性
R	数字数据传输速度（bit/s、kbit/s、Mbit/s或Gbit/s）
Q	OoB域内频谱包络的斜率（dB/倍频程）
S	相移键控中的状态数；如果使用 N 进制参数 $\oplus$ ，则使用的变换为 $S = \oplus^2$ 。 （注 – 多位置相移键控经常以 M 进制的形式来规定。）
SPAN	频谱分析仪视带
U_N	噪声信号电压
U_{sin}	信号r.m.s.电压
Z	每秒钟黑白码元的最大数量。

注 1 – 在本列表中，单位为“Hz”的参数也可以以kHz、MHz和GHz为单位来表示。

2 在本报告中表示调制类型的缩略语列表

缩略语	信号调制类型
$\pi/4$ DQPSK	差分 $\pi/4$ 四进制相移键控
$\pi/4$ QPSK	四进制 $\pi/4$ 相移键控
APSK, 32 APSK	幅度移相键控
BCFSK	二进制编码移频键控
BCM	块编码调制
BDM	二进制增量调制
BDPSK	二进制差分相移键控
BFSK	二进制频移键控
BFSK	二进制频移键控、双二进制频移键控
CPFSK (4CPFSK)	受控PFSK
CPM	连续调相
FDM-FM	FM频分复用
FFSK	经滤波的FSK
GMSK	经高斯滤波的最小移位键控或高斯最小移位键控
FM	调频
FMSK	经滤波的最小移位键控
FSK	频移键控
GFPM	选通频率位置调制
LFM	线性频率或空间频率调制
M -ary QAM	M 进制正交调幅
MFSK	多个或多级FSK
MLCM	多级编码调制
MSK $\equiv$ FFSK	未经滤波的最小移位键控或快速频移键控
MPSK	多个PSK
MSK	最小移位键控
NBPM	窄带调相
PCM	脉冲编码调制
PDM	脉冲时长调制
PFM	脉冲频率调制

缩略语	信号调制类型
PM	调相
PNM	脉冲数调制
PPM	脉冲-相位调制
PSK	相移键控
QAM	正交调幅
QPR, QPR-AZD	正交部分响应、带模糊区检测的QPR
QPSK	正交相移键控
RPSK	相对相移键控
SFM	扫描频率或空间频率调制
TCM	格栅编码调制
TFM	受控调频
WBFM	宽带调频
