

## 必要带宽的确定及其计算举例与相应的

## 发射标志的举例

(1995 年)

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 专家志愿组 (VGE) 按照全权代表大会 (1989 年, 尼斯) 第 8 号决议针对研究无线电频谱的划分和改进使用以及《无线电规则》(RR) 的简化而做出报告并提出建议, 并按照增开的全权代表大会 (1992 年, 日内瓦) 第 8 号决议继续工作;
- b) 1995 世界无线电通信大会 (WRC-95) 将适当考虑并采纳简化《无线电规则》的建议,
- 建议
- 1 应《无线电规则》要求, 可利用附件 1 中给出的公式来计算必要带宽。

## 附 件 1

## 必要带宽的确定及其计算举例与相应的发射标志的举例

- 1 在估算某个发射可能引起的干扰进行时, 必要带宽不是惟一需要考虑的发射特性。
- 2 在制定该表时, 采用了下列术语:
- $B_n$ : 以赫兹表示的必要带宽
- $B$ : 以波特表示的调制速率
- $N$ : 在传真中, 每秒钟传输的最大可能的黑加白象元数
- $M$ : 以赫兹表示的最高调制频率
- $C$ : 以赫兹表示的副载波频率
- $D$ : 峰值频偏, 即瞬时频率的最高值与最低值差数的一半。以赫兹表示的瞬时频率等于以弧度表示的相位随时间的变化率除以  $2\pi$
- $t$ : 以秒表示的脉冲半幅度点的持续时间
- $t_r$ : 以秒表示的脉冲自 10% 幅度至 90% 幅度之间的上升时间
- $K$ : 按照发射类别和可容许的信号失真度而变动的一个总值因数
- $N_c$ : 多路复用无线电系统的基带信道数
- $f_p$ : 连续导频副载波频率 (Hz) (用来检验频分复用系统性能连续信号)。

\* 本建议书由 1995 年世界无线电通信大会 (WRC-95) 修订的

1用。该版《无线电规则》1998 年 6 月 1 日起生效。

发射说明	必要带宽		发射标志
	公式	发射标志	
I. 无调制信号			
连续波发射	-	-	无
II. 调幅			
1. 含有量化或数字信息的信号			
连续波电报, 莫尔斯电码	$B_n = BK$ $K = 5$ 对于衰落电路 $K = 3$ 对于非衰落电路	每分钟 25 字 $B=20, K=5$ 带宽: 100 Hz	100HA1AAN
用开关键控、单音调制载波的电报, 莫尔斯电码	$B_n = BK+2M$ $K = 5$ 对于衰落电路 $K = 3$ 对于非衰落电路	每分钟 25 字 $B=20, M=1\ 000, K=5$ 带宽: 2 100 Hz=2.1 kHz	2K10A2AAN
采用序列单频编码的选呼信号, 单边带全载波	$B_n = M$	最高编码频率: 2 110 Hz $M=2\ 110$ 带宽: 2 110 Hz = 2.11 kHz	2K11H2BFN
采用移频调制副载波的直接印字电报, 能纠错, 单边带, 抑制载波 (单路)	$B_n = 2M + 2DK$ <b>Error!</b>	$B=50$ $D = 35$ Hz (70 Hz 移频) $K=1.2$ 带宽: 134 Hz	134HJ2BCN
电报, 话频多路, 纠错, 某些信道是时分复用, 单边带, 减幅载波	$B_n = \text{最高中心频率} + M + DK$ <b>Error!</b>	15 路; 最高中心频率为: 2 805 Hz $B=100$ $D=42.5$ Hz (85 Hz 移频) $K=0.7$ 带宽: 2 885 Hz=2.885 kHz	2K89R7BCW
2. 电话 (商用质量)			
电话, 双边带 (单路)	$B_n = 2M$	$M=3\ 000$ 带宽: 6 000 Hz=6 kHz	6K00A3EJN
电话, 单边带, 全载波 (单路)	$B_n = M$	$M=3\ 000$ 带宽: 3 000 Hz=3 kHz	3K00H3EJN
电话, 单边带, 抑制载波 (单路)	$B_n = M - \text{最低调制频率}$	$M=3\ 000$ 最低调制频率=300 Hz 带宽: 2 700 Hz= 2.7 kHz	2K70J3EJN
采用单独的调频信号控制解调后的语言信号电平的电话, 单边带, 减幅载波 (压缩扩展式短波电话) (单路)	$B_n = M$	最高控制频率为=2 990 Hz $M=2\ 990$ 带宽: 2 990 Hz=2.99 kHz	2K99R3ELN

发射说明	必要带宽		发射标志
	公式	实例计算	
2. 电话 (商用质量) (cont.)			
保密电话, 单边带, 抑制载波 (2路或多路)	$B_n = N_c M$ - 最低话路的调制频率	$N_c = 2$ $M = 3\ 000$ 最低调制频率 = 250 Hz 带宽: 5 750 Hz = 5.75 kHz	5K75J8EKF
电话, 独立边带 (2路或多路)	$B_n$ = 每个边带的 M 值之和	2 路 $M = 3\ 000$ 带宽: 6 000 Hz = 6 kHz	6K00B8EJN
3. 声音广播			
声音广播, 双边带	$B_n = 2M$ 依据所要求的音质, M 值可在 4 000 至 10 000 间变化	语言和音乐 $M = 4\ 000$ 带宽: 8 000 Hz = 8 kHz	8K00A3EGN
声音广播, 单边带, 减幅载波 (单路)	$B_n = M$ 依据所要求的音质, M 值可在 4 000 至 10 000 间变化	语言和音乐 $M = 4\ 000$ 带宽: 4 000 Hz = 4 kHz	4K00R3EGN
声音广播, 单边带, 抑制载波	$B_n = M$ - 最低调制频率	语言和音乐 $M = 4\ 500$ 最低调制频率 = 50 Hz 带宽: 4 450 Hz = 4.45 kHz	4K45J3EGN
4. 电视			
电视, 图像和伴音	参考 ITU-R 关于通用电视系统带宽的各文件	行数: 625 标称视频段宽 = 5 MHz 相对于视频载波的伴音载波: 5.5 MHz 总的图像带宽: 6.25 MHz 包括保护频段在内的调频伴音带宽: 750 kHz 射频信道带宽: 7 MHz	6M25C3F --  750KF3EGN
5. 传真			
采用减幅载波单边带发射的副载波调频的模拟传真, 单色	$B_n = C + \text{Error} + DK$ $K = 1.1$ (典型值)	$N = 1\ 100$ 对应于合作指数为 352 和圆筒转速为 60 转/分。合作指数等于滚筒的直径乘以单位长度的行数 $C = 1\ 900$ $D = 400$ Hz 带宽: 2 890 Hz = 2.89 kHz	2K89R3CMN
模拟传真; 调制主载波的音频副载波调频, 单边带, 抑制载波	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \frac{N}{2}$ $K = 1.1$ (典型值)	$N = 1\ 100$ $D = 400$ Hz 带宽: 1 980 Hz = 1.98 kHz	1K98J3C --

发射说明	必要带宽		发射标志
	公式	实例计算	
6. 混合发射			
双边带, 电视中继	$B_n = 2C + 2M + 2D$	图像限制到 5 MHz, 伴音对 6.5 MHz 副载波调频, 副载波频偏= 50 kHz: $C = 6.5 \times 10^6$ $D = 50 \times 10^3$ Hz $M = 15\,000$ 带宽: $13.13 \times 10^6$ Hz = 13.13 MHz	13M1A8W --
双边带无线电接力系统, 频分复用	$B_n = 2M$	10 个话路占用 1 kHz 和 164 kHz 的基带; $M = 164\,000$ 带宽: 328 000 Hz = 328 kHz	328KA8E --
携带音频的 VOR 双边带发射 (VOR=VHF 全向无线电指向标)	$B_n = 2C_{max} + 2M + 2DK$ $K = 1$ (典型值)	对主载波进行调制的有: — 30 Hz 副载波 — 30 Hz 单音对 9 960 Hz — 单音调频所得的载波作为连续莫尔斯识别信号的 1 020 Hz 键控 $C_{max} = 9\,960$ $M = 30$ $D = 480$ Hz 带宽: 20 940 Hz = 20.94 kHz	20K9A9WWF
独立边带; 几路能纠错的报路和几路保密话路在一起; 频分复用	$B_n =$ 每个边带 $M$ 值之和	通常, 混合系统是按照标准化通路安排方式 (例如, ITU-R F.348 建议书) 来工作的。 3 个话路和 15 个报路需要带宽: 12 000 Hz = 12 kHz	12K0B9WWF
III-A. 调频			
1. 含有量化或数字信息的信号			
没有纠错的电报 (单路)	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \text{Error!}$ $K = 1.2$ (典型值)	$B = 100$ $D = 85$ Hz (170 Hz 移频) 带宽: 304 Hz	304HF1BBN
电报, 窄带直接印字、能纠错 (单路)	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \text{Error!}$ $K = 1.2$ (典型值)	$B = 100$ $D = 85$ Hz (170 Hz 移频) 带宽: 304 Hz	304HF1BCN
选呼信号	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \text{Error!}$ $K = 1.2$ (典型值)	$B = 100$ $D = 85$ Hz (170 Hz 移频) 带宽: 304 Hz	304HF1BCN

发射说明	必要带宽		发射标志
	公式	实例计算	
1. 含有量化或数字信息的信号 (续)			
四频双工电报	$B_n = 2M + 2DK$ $B$ : 快速信道的调制率 (Bd) 如果频道同步于: $M = \text{Error!}$ (否则, $M = 2B$ ) $K = 1.1$ (典型值)	相邻频段间隔 = 400 Hz 同频道 $B = 100$ $M = 50$ $D = 600$ Hz 带宽: 1 420 Hz = 1.42 kHz	1K42F7BDX
2. 电话 (商用质量)			
商用电话	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (典型值, 但在某些情况下, 可能需要较高的值)	对于商用电话的一般情况, $D = 5\ 000$ Hz $M = 3\ 000$ 带宽: 16 000 Hz = 16 kHz	16K0F3EJN
3. 声音广播			
声音广播	$B_n = 2M + 2DK$ $K = 1$ (典型值)	单声 $D = 75\ 000$ Hz $M = 15\ 000$ 带宽: 180 000 Hz = 180 kHz	180KF3EGN
4. 传真			
直接对载波调频的 传真; 黑与白	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \text{Error!}$ $K = 1.1$ (典型值)	$N = 1\ 100$ 像素/秒 $D = 400$ Hz 带宽: 1 980 Hz = 1.98 kHz	1K98F1C --
模拟传真	$B_n = 2M + 2DK$ $M = \text{Error!}$ $K = 1.1$ (典型值)	$N = 1\ 100$ 像素/秒 $D = 400$ Hz 带宽: 1 980 Hz = 1.98 kHz	1K98F3C --
5. 混合发射 (见表 III-B)			
无线电电力系统, 频分复用	$B_n = 2f_p + 2DK$ $K = 1$ (典型值)	60 个话路占用 60 kHz 至 300 kHz 的基带; 每路均方根频偏: 200 kHz 在 331 kHz 上的连续性导 频使主载波产生 100 kHz 均方根频偏。 $D = 200 \times 10^3 \times 3.76 \times 2.02$ $= 1.52 \times 10^6$ Hz $f_p = 0.331 \times 10^6$ Hz 带宽: $3.702 \times 10^6$ Hz $= 3.702$ MHz	3M70F8EJF

发射说明	必要带宽		发射标志
	公式	实例计算	
5. 混合发射 (续)			
无线电接力系统, 频分复用	$B_n=2M+2DK$ $K=1$ (典型值)	960 个话路占用 60 kHz 至 4 028 kHz 的基带; 每路均方根频偏:200 kHz 在 4 715 kHz 上的连续性导频使主载波产生 140kHz 均方根频偏。 $D=200 \times 10^3 \times 3.76 \times 5.5$ $=4.13 \times 10^6 \text{ Hz}$ $M=4.028 \times 10^6$ $f_p=4.715 \times 10^6$ $(2M+2DK) > 2f_p$ 带宽: $16.32 \times 10^6 \text{ Hz}$ $=16.32 \text{ MHz}$	16M3F8EJF
无线电接力系统, 频分复用	$B_n=2f_p$	600 个话路占用 60 kHz 至 2 540 kHz 基带; 每路均方根频偏:200 kHz 在 8 500 kHz 上的连续性导频使主载波产生 140 kHz 均方根频偏。 $D=200 \times 10^3 \times 3.76 \times 4.36$ $=3.28 \times 10^6 \text{ Hz}$ $M=2.54 \times 10^6$ $K=1$ $f_p=8.5 \times 10^6$ $(2M+2DK) < 2f_p$ 带宽: $17 \times 10^6 \text{ Hz}=17 \text{ MHz}$	17M0F8EJF
带有辅助电话复用副载波的立体声广播	$B_n=2M+2DK$ $K=1$ (典型值)	导频单音系统: $M=75\ 000$ $D=75\ 000 \text{ Hz}$ 带宽: $300\ 000 \text{ Hz}=300 \text{ kHz}$	300KF8EHF

<p>III-B 在调频频分复用 (FM/FDM) 的多路发射中, 计算 <math>D</math> 值即峰值频偏时所用的倍增因数</p>	
<p>对于 FM/FDM 系统, 其必要带宽为:</p> $B_n = 2M + 2DK$ <p>在 <math>B_n</math> 的计算公式中的 <math>D</math> 值, 即峰值频偏, 等于每路均方根频偏乘以下面所列的一个适当的“倍增因数” 如果连续性导频 <math>f_p</math> 高于最高调制频率 <math>M</math>, 则通用公式变为:</p> $B_n = 2f_p + 2DK$ <p>如果由导频产生的主载波的调制指数小于 0.25, 且由导频产生的主载波的均方根频偏小于或等于每路均方根频偏值的 70%, 则通用公式变为:</p> $B_n = 2f_p \quad \text{或} \quad B_n = 2M + 2DK$ <p>选用二者之中较大的一个。</p>	
	倍增因数 (1)
电话通路数 $N_c$	(峰值因数) $\times$ antilog <b>Error!</b>
$3 < N_c < 12$	4.47 $\times$ antilog <b>Error!</b>
$12 \leq N_c < 60$	3.76 $\times$ antilog <b>Error!</b>
	倍率 (2)
电话通路数 $N_c$	(峰值因数) $\times$ antilog <b>Error!</b>
$60 \leq N_c < 240$	3.76 $\times$ antilog <b>Error!</b>
$N_c \geq 240$	3.76 $\times$ antilog <b>Error!</b>

(1) 在上表中, 在乘数 3.76 和 4.47 分别对应于 11.5 和 13.0 dB 的峰值因数。

(2) 上表中, 乘数 3.76 对应于 11.5 dB 的峰值因数。

发射说明	必要带宽		发射标志
	公式	实例计算	
IV. 脉冲调制			
1. 雷达			
未调制脉冲发射	$B_n = \text{Error!}$ $K$ 值取决于脉冲宽度与脉冲上升时间的比值。通常，它的值在 1 至 10 之间，在许多情况下不需超过 6	一次雷达 距离分辨率 = 150 m $K = 1.5$ ( $t_r \sim t_f$ 的三角脉冲，只考虑低至最强分量 -27 dB 的各分量) 因此： $t = \frac{2 \times (\text{距离分辨率})}{\text{光速}}$ $= \frac{2 \times 150}{3 \times 10^8}$ $= 1 \times 10^{-6} \text{ s}$ 带宽： $3 \times 10^6 \text{ Hz} = 3 \text{ MHz}$	3M00P0NAN
2. 混合发射			
无线电接力系统	$B_n = \text{Error!}$ $K = 1.6$	由 36 个话路的基带进行脉位调制；脉冲半幅度的宽度 = $0.4 \mu \text{ s}$ 带宽： $8 \times 10^6 \text{ Hz} = 8 \text{ MHz}$ (带宽与话路数无关)	8M00M7EJT