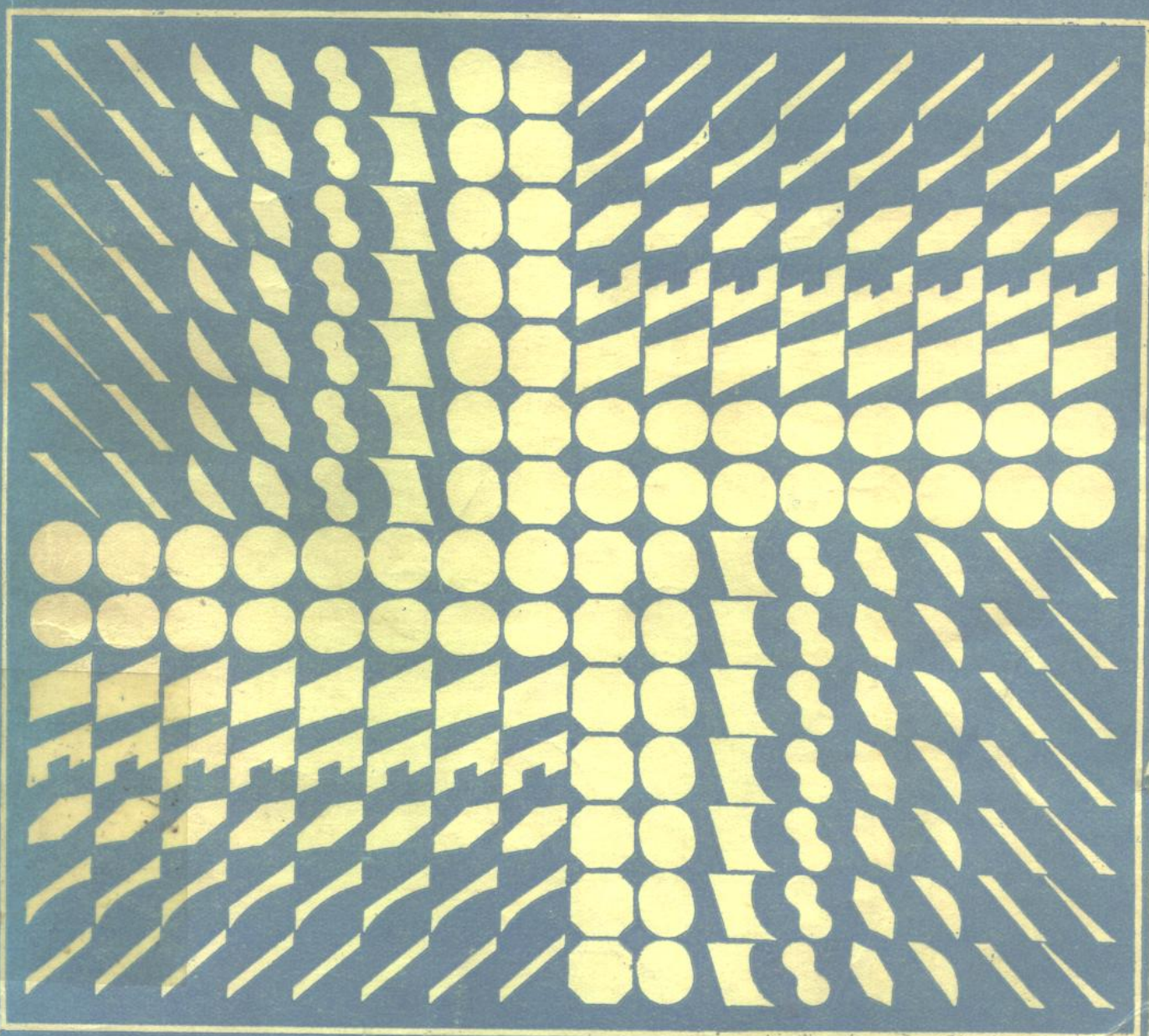


无线电、电子、计算机 和通信技术手册

〔美〕 E. C. 乔丹 主编 胡华旦 侯凤旺 主译



无线电、电子、计算机和通信技术手册

〔美〕 E. C. 乔丹 主编

胡华旦	侯凤旺	范垂祯	施建忠
张旭	周熙钦	胡芳凝	李芳
朱淑贞	纪素琴	王进才	张仲兰
高崧	赵守林	李志强	张晓观

合译



中航出版社

内 容 提 要

本书是美国电子科学技术方面的一部综合性和权威性的工具书,反映了电子科学技术领域最新发展的概貌.本书为选译本,主要内容:频率资料;国际电信建议;单位、常数和换算系数;材料的性质;电子元件;电路基础;傅里叶波形分析;滤波器、简单带通设计;滤波器、现代网络理论设计;有源滤波器设计;衰减器;测量和分析;磁芯变压器和电感器;反馈控制系统;散射矩阵;电磁波传播;无线电噪声和干扰;大功率栅极电子管电路;半导体和晶体管;晶体管电路;集成电路;计算机通信网络;计算机结构和程序设计;概率和统计学;波导和谐振腔;逻辑设计等.

本书可供从事无线电、电子、计算机和通信专业的工程技术人员使用.

2020/39 01

Reference Data for Engineers, Radio, Electronics, Computer, and Communications

E. C. Jordan

无线电、电子、计算机和通信技术手册

〔美〕 E. C. 乔丹 主编

胡华旦 侯凤旺 主译

责任编辑 崔素言

★

宇航出版社出版

邮政编码:100013

宇航出版社激光照排室排版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

天津静一胶印厂印刷

★

开本:787×1092 1/16 印张:45.375 字数:1535千字

1990年7月第1版第1次印刷 印数:1-4000册

ISBN 7-80034-320-0/TN·024 定价:27.70元

序 言

《无线电、电子、计算机和通信技术手册》(Reference Data for Engineers: Radio, Electronics, Computer, and Communications)是国际电话电报公司的40余年前的《无线电工程师手册》一书的第七版。该书在当时是一本颇受喜爱的、60余页的小册子。近几年来无线电这一科学领域所发生的一些显著变化,都反映在本版书之中,因此,不得不将本版书变更了书名。研究一下本版书的内容,就可以知道其扩展的范围以及为什么原来的“无线电”这一科学领域发展为电子、计算机和通信这些现代科学领域。

与以前的版本相比,本版书中大约有50%的内容是新的,其余部分的内容也是经过仔细地、认真地校订使之适合于新的要求的。但是,其基本结构和组织形式保持不变;用数据资料表和图,并用举例阐述问题这种对设计人员仍然是非常有用的手册形式,继续保留下来;经得起时间考验的“经典”内容,仍然予以保留,但是,又增加了许多新内容。性能有了极大提高的电子元件的出现,特别是半导体器件的出现,以及大规模的、功效极强的计算方法和“机器”的出现,导致了应用于通信、控制中的技术的快速进展。数字方法、计算机结构和程序设计、数字通信以及计算机网络是工程技术专业人员的基本专业基础,这些内容全部包含在本版书之中。遍及各科学领域中的计算机,甚至在诸如天线、滤波器、测量这样的传统科学领域,也引起了显著变化。最后还应指出:由于半导体和晶体管所构成的器件、设备的出现,目前的无线电科学和电子学,就其实质和范围而言,都已经完全不同了。现在,几乎所有的电子“单元”都是采用半导体器件或集成电路片的某种结构形式进行工作的,电子学领域中所有问题都是和晶体管以及由其发展起来的计算机的作用分不开的,这就是整个无线电领域的主要变化。这种情况,远远超过了仅在20年前根据已掌握的资料所作出的预言。

本版书中所包括的各个专题,是由无线电、电子、电子设计、通信和计算机工程等技术领域中有代表性的著名的技术专家们选定的。参加编写和修订本版书各篇章的人员有70余位,他们在其专业的学科领域中,都是公认的专家,他们之中的许多人,都直接或间接地对本书中所包含的某一科学领域的重要发展有所贡献。因此,本书是综合性的,也是十分权威的。作为本书的总编,本人感到自豪,并对本书的质量非常满意,对本书的编著者们表示感谢。

E. C. 乔 丹

· 目录 ·

1	频率资料·····	(1)
2	国际电信建议·····	(45)
3	单位、常数和换算系数·····	(65)
4	材料的性质·····	(87)
5	电子元件·····	(142)
6	电路基础·····	(179)
7	傅里叶波形分析·····	(200)
8	滤波器、简单带通设计·····	(213)
9	滤波器、现代网络理论设计·····	(223)
10	有源滤波器设计·····	(249)
11	衰减器·····	(288)
12	测量和分析·····	(301)
13	磁芯变压器和电感器·····	(345)
14	反馈控制系统·····	(378)
15	散射矩阵·····	(420)
16	电磁波传播·····	(433)
17	无线电噪声和干扰·····	(463)
18	大功率栅极电子管电路·····	(476)
19	半导体和晶体管·····	(496)
20	晶体管电路·····	(523)
21	集成电路·····	(556)
22	计算机通信网络·····	(604)
23	计算机结构和程序设计·····	(630)
24	概率和统计学·····	(657)
25	波导和谐振腔·····	(671)
26	逻辑设计·····	(702)

• 1 • 频 率 资 料

波长-频率换算	(2)
换算关系式	
频带命名	
频带的文字符号表示	
国际上规定的频率分配	(3)
发射的符号表示	(6)
必要带宽	
分类	
必要带宽计算	
频率容限	(21)
乱真发射限制	(32)
标准频率信号源	(33)
时标	(34)
历书时	
原子时	
恒星时(θ)	
世界时标(UT)	
“标准时间”	
标准频率和时间信号	(35)
WWV 和 WWVH 电台	
WWVB 电台广播业务	
其它标准频率和时间台	

波长-频率换算

利用图 1 可以进行波长-频率换算. 如果将波长 λ 的标度除以 10 自乘某次的幂, 那么, 频率 f 的标度就要乘以 10 自乘同样次数的幂.

换算关系式

传播速度

$$c \approx 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

以 m 为单位的波长

$$\lambda_m = \frac{300000}{f(\text{kHz})} = \frac{300}{f(\text{MHz})}$$

以 cm 为单位的波长

$$\lambda_{\text{cm}} = \frac{30}{f(\text{GHz})}$$

以 ft^①为单位的波长

$$\lambda_{\text{ft}} = \frac{984000}{f(\text{kHz})} = \frac{984}{f(\text{MHz})}$$

以 in 为单位的波长

$$\lambda_{\text{in}} = \frac{11.8}{f(\text{GHz})}$$

1 埃单位, Å = 3.937×10^{-9} in

$$= 1 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$= 1 \times 10^{-4} \mu\text{m}$$

1 微米, μm = 3.937×10^{-5} in

$$= 1 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$= 1 \times 10^4 \text{ Å}$$

[注意: 术语“micrometer”(微米)已取代术语“micron”]

频带命名

表 1 是根据国际电信联盟的无线电规则第 2 条(Radio Regulations of the International Telecommunication

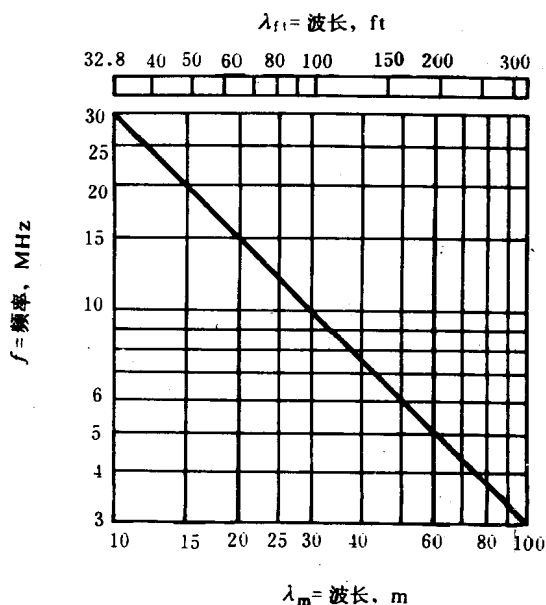


图 1. 波长-频率换算

① 在本书第 3 章中, 给出了国际单位制单位与非国际单位制单位的换算关系, 所以本书译文仍然保留了原文中的非国际单位制单位. ——译者注

Union, Article 2, 208, Geneva, 1982) 编制的。

表 1. 频带命名

频带号码 N^*	频率范围	米制分段	符	号
2	30~300Hz	兆米波	ELF	极低频
3	300~3000Hz	百千米波	VF	音频
4	3~30kHz	十千米波	VLF	甚低频
5	30~300kHz	千米波	LF	低频
6	300~3000kHz	百米波	MF	中频
7	3~30MHz	十米波	HF	高频
8	30~300MHz	米波	VHF	甚高频
9	300~3000MHz	分米波	UHF	特高频
10	3~30GHz	厘米波	SHF	超高频
11	30~300GHz	毫米波	EHF	极高频
12	300~3000GHz 或 3THz	丝米波		

* “频带号码 N ”表示 0.3×10^N 至 3×10^N Hz 的一段频谱(不含下限, 含有上限)

频带的文字符号表示

通常, 用于微波带(特别是涉及到雷达设备)的文字符号表示, 在表 2 中列出。这些文字符号表示, 不是正式的国际标准。对于没有列入本表内的频带、子频带, 许多技术人员都用范围表示之。

应该将表示子频带编号的文字符号作为表示特定频率范围的下角号使用。例如, L_x 表示 0.95~1.150GHz 的频带。

国际上规定的频率分配

下述的资料是根据国际电信联盟(ITU)的无线电规则(Geneva, 1982)改编的。大约有 400 条关于各频带内频率分配的具体条件的脚注以及其它许多详细资料, 在这里不再重述。无线电规则的复制件, 可以从 ITU(Place des Nations, CH-1211, Geneva 20, Switzerland)秘书长处得到^①。

为了进行频率分配, 将世界分成为三个区域, 如图 2 所示。

关于各区和各区分界线 A、B、C 的说明, 参见 ITU 无线电规则的 391-412 节, 第 8 条。

按下述业务进行频带分配:

固定电台通信业务: 指规定的固定点之间的无线电通信业务, 如点对点的高频电路和微波通信线路。

移动电台通信业务: 移动中的, 或者暂时停留在非规定点上的电台之间的无线电通信; 或者上述的这种

① 在国际电信联盟(ITU)和联盟通信委员会(FCC)的正式文件中, 下列术语是复合成的单词:

- radiobeacon(无线电信标);
- radiocommunication(无线电通信);
- radiolocation(无线电定位);
- radionavigation(无线电导航);
- radiorange(无线电导航信标);
- radiosonde(无线电探空仪);
- radiotelegraphy(无线电报);
- radiotelephony(无线电话)。

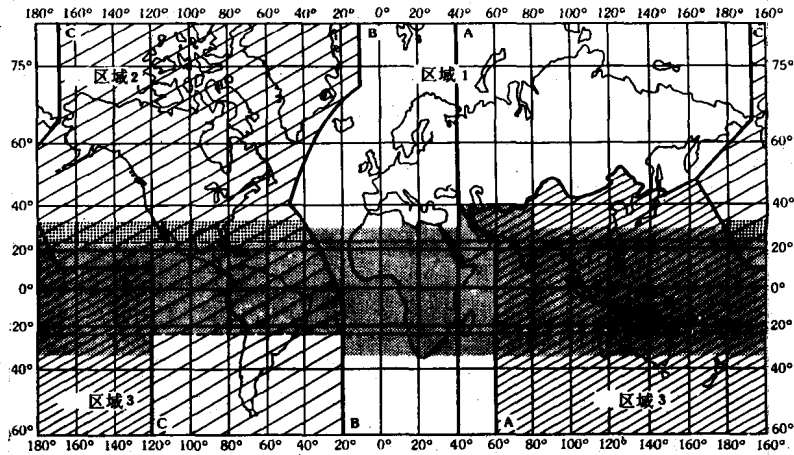


图 2. 为进行频率分配而规定的分区
(阴影部分代表热带)

电台与固定电台之间的无线电通信。

航空导航移动电台通信业务： 地面电台和飞机之间的，或者飞机与飞机之间的无线电通信(R 表示区内通信的频带；OR 表示区间通信的频带)。

海上移动电台通信业务： 海岸电台和船舶之间的，或者船舶之间的无线电通信。

地面移动电台通信业务： 基地电台和地面移动电台之间的，或者地面移动电台之间的无线电通信，如出租汽车以及警察用车辆的无线电通信。

无线电导航业务： 利用无线电波的传播性质，为导航而进行的方位测定业务，这包括障碍物探测，如远程无线电导航系统。

航空无线电导航业务： 为飞机航行服务的无线电导航业务，如甚高频全向无线电信标(VOR)系统，塔康系统(Tacan)，无线电高度记录器，以及空中障碍物指示雷达。

海上无线电导航业务： 为船舶航行服务的无线电导航业务，如海岸无线电全向信标，无线电测向台，以及船舶雷达。

无线电定位业务： 利用无线电波的传播性质，所进行的非导航目的的方位测定业务，如地面雷达，海岸雷达，以及跟踪系统。

广播业务： 供普通公众直接接收的无线电广播业务，如中频、高频的调幅广播，调频广播，以及电视。

业余无线电业务： 由不是以赢利而是以无线电技术作为个人唯一爱好为目的的人员所从事的无线电通信。

空间通信业务： 空间站之间的无线电通信。

地球空间通信业务： 地球站和空间站之间的无线电通信，如地球和卫星之间的通信。

射电天文学业务： 建立在对宇宙无线电接收的基础上的天文学业务。

标准频率的无线电传送业务： 供科技和其它业务部门接收的、固定的、高精度的、规定频率信号的无线电传送业务。

图表 1 中的频率分配适用于全部的三个分区，并且表示出每个分区的基本业务，列在每一频带内的业务项目的次序并不表示其本身的先后次序。

表 2. 关于微波带的文字符号表示

子频带	频率(GHz)	波长(cm)	子频带	频率(GHz)	波长(cm)
<i>p</i> 带			<i>X</i> 连续带		
	0.225	133.3	<i>l</i>	9.00	3.33
	0.390	76.9	<i>s</i>	9.60	3.13
			<i>x</i>	10.00	3.00
			<i>f</i>	10.25	2.93
			<i>k</i>	10.90	2.75
<i>L</i> 带			<i>K</i> 带		
	0.390	76.9		10.90	2.75
<i>p</i>	0.465	64.5	<i>p</i>	12.25	2.45
<i>c</i>	0.510	58.8	<i>s</i>	13.25	2.26
<i>l</i>	0.725	41.4	<i>e</i>	14.25	2.10
<i>y</i>	0.780	38.4	<i>c</i>	15.35	1.95
<i>t</i>	0.900	33.3	<i>u</i> †	17.25	1.74
<i>s</i>	0.950	31.6	<i>t</i>	20.50	1.46
<i>x</i>	1.150	26.1	<i>q</i> †	24.50	1.22
<i>k</i>	1.350	22.2	<i>r</i>	26.50	1.13
<i>f</i>	1.450	20.7	<i>m</i>	28.50	1.05
<i>z</i>	1.550	19.3	<i>n</i>	30.70	0.977
			<i>l</i>	33.00	0.909
			<i>a</i>	36.00	0.834
<i>S</i> 带			<i>Q</i> 带		
	1.55	19.3		36.0	0.834
<i>e</i>	1.65	18.3	<i>a</i>	38.0	0.790
<i>f</i>	1.85	16.2	<i>b</i>	40.0	0.750
<i>t</i>	2.00	15.0	<i>c</i>	42.0	0.715
<i>c</i>	2.40	12.5	<i>d</i>	44.0	0.682
<i>q</i>	2.60	11.5	<i>e</i>	46.0	0.652
<i>y</i>	2.70	11.1	<i>V</i> 带		
<i>g</i>	2.90	10.3		46.0	0.652
<i>s</i>	3.10	9.67	<i>a</i>	48.0	0.625
<i>a</i>	3.40	8.32	<i>b</i>	50.0	0.600
<i>w</i>	3.70	8.10	<i>c</i>	52.0	0.577
<i>h</i>	3.90	7.69	<i>d</i>	54.0	0.556
<i>z</i> *	4.20	7.14	<i>e</i>	56.0	0.536
<i>d</i>	5.20	5.77	<i>W</i> 带		
<i>X</i> 带				56.0	0.536
	5.20	5.77		100.0	0.300
<i>a</i>	5.50	5.45			
<i>q</i>	5.75	5.22			
<i>y</i> *	6.20	4.84			
<i>d</i>	6.25	4.80			
<i>b</i>	6.90	4.35			
<i>r</i>	7.00	4.29			
<i>c</i>	8.50	3.53			

* *C* 频带包含 *S_z* 至 *X_y* (3.90~6.20GHz).† *K₁* 频带包括 *K_u* 至 *K_q* (15.35~24.50GHz).

发射的符号表示

根据 ITU 的无线电规则第 4 条, 应该按照必要带宽和分类对发射作符号表示。

必要带宽

对于一给定种类的发射, 其必要带宽定义为: 频带的宽度恰好够按规定条件在保证所需速率及质量情况下传送信息的带宽。发射必须满足接收设备的功能上的要求。如, 减载波或残留边带系统中的载波, 就应包括在必要带宽之中。

图表 1. 按业务进行的频率分配

区域 1	区域 2	区域 3
kHz		
<9	(无分配)	
9~14	无线电导航	
14~19.95	固定/海上移动	
19.95~20.05	标准频率和时间信号(20 kHz)	
20.05~70	固定/海上移动	
70~72 无线电导航	70~90 固定/海上移动/海上无线电导航	70~72 无线电导航
72~84 固定/海上移动/无线电导航		72~84 固定/海上移动/无线电导航
84~86 无线电导航		84~86 无线电导航
86~90 固定/海上移动/无线电导航		86~90 固定/海上移动/无线电导航
90~110	无线电导航	
110~112 固定/海上移动/无线电导航	110~130 固定/海上移动/海上无线电导航	110~112 固定/海上移动/无线电导航
112~117.6 无线电导航		112~117.6 无线电导航
117.6~126 固定/海上移动/无线电导航		117.6~126 固定/海上移动/无线电导航
126~129 无线电导航		126~129 无线电导航
129~130 固定/海上移动/无线电导航		129~160 固定/海上移动/无线电导航
130~148.5 海上移动/固定		
148.5~225 广播	160~190 固定	
255~283.5 广播/航空无线电导航	190~285 航空无线电导航	
283.5~315 海上无线电导航/航空无线电导航	285~315 海上无线电导航/航空无线电导航	

区域 1	区域 2	区域 3
315~325 航空无线电导航	315~325 海上无线电导航	315~325 航空无线电导航/海上无线电导航
325~405 航空无线电导航		
405~415 无线电导航		
415~435 航空无线电导航/海上移动	415~495 海上移动	
435~495 海上移动		
495~505	移动(遇难呼救)	
505~526.5 海上移动/航空无线电导航	505~510 海上移动	505~526.5 海上移动/航空无线电导航
	510~525 移动/航空无线电导航	
526.5~1606.5 广播	525~535 广播/航空无线电导航	526.5~1606.5 广播
	535~1605 广播	
1606.5~1625 海上移动/固定/陆上移动	1605~1625 广播	1606.5~1800 固定/移动/无线电定位/无线电导航
1625~1635 无线电定位	1625~1705 广播/固定/移动	
1635~1800 海上移动/固定/陆上移动	1705~1800 固定/移动/无线电定位/航空无线电导航	
1800~1810 无线电定位	1800~1850 业余	1800~2000 业余/固定/移动*/无线电导航
1810~1850 业余		
1850~2045 固定/移动*	1850~2000 业余/固定/移动*/无线电定位/无线电导航	
2045~2160 海上移动/固定/陆上移动	2000~2065 固定/移动	
	2065~2107 海上移动	
2160~2170 无线电定位	2107~2170 固定/移动	
2170~2173.5 海上移动		
2173.5~2190.5 移动(遇难呼救)		
2190.5~2194 海上移动		
2194~2300 固定/移动*	2194~2300 固定/移动	
2300~2498 固定/移动*/广播	2300~2495 固定/移动/广播	
2498~2501 标准频率和时间信号(2500kHz)	2495~2501 标准频率和时间信号(2500kHz)	
2501~2502 标准频率和时间信号		

区域 1	区域 2	区域 3
2502~2625 固定/移动 *	2502~2505 标准频率和时间信号	
2625~2650 海上移动/海上无线电导航	2505~2850 固定/移动	
2650~2850 固定/移动 *		
2850~3025	航空移动(R)	
3025~3155	航空移动(OR)	
3155~3200	固定/移动 *	
3200~3400	固定/移动 */广播	
3400~3500	航空移动(R)	
3500~3800 业余/固定/移动 *	3500~3750 业余	3500~3900 业余/固定/移动
3800~3900 固定/航空移动(OR) /陆上移动	3750~4000 业余/固定/移动 *	
3900~3950 航空移动(OR)		3900~3950 航空移动/广播
3950~4000 固定/广播		3950~4000 固定/广播
4000~4063	固定/海上移动	
4063~4438	海上移动	
4438~4650	固定/移动 *	
4650~4700	航空移动(R)	
4700~4750	航空移动(OR)	
4750~4850 固定/航空移动(OR) /陆上移动/广播	4750~4850 固定/移动 */广播	4750~4850 固定/广播
4850~4995	固定/陆上移动/广播	
4995~5003	标准频率和时间信号(5000kHz)	
5003~5005	标准频率和时间信号	
5005~5060	固定/广播	
5060~5250	固定	
5250~5450	固定/移动 *	
5450~5480 固定/航空移动(OR) /陆上移动	5450~5480 航空移动(R)	5450~5480 固定/航空移动(OR) /陆上移动
5480~5680	航空移动(R)	
5680~5730	航空移动(OR)	

区域 1	区域 2	区域 3
5730~5950 固定/陆上移动	5730~5950 固定/移动*	5730~5950 固定
5950~6200	广播	
6200~6525	海上移动	
6525~6685	航空移动(R)	
6685~6765	航空移动(OR)	
6765~7000	固定	
7000~7100	业余/业余-卫星	
7100~7300 广播	7100~7300 业余	7100~7300 广播
7300~8100	固定	
8100~8195	固定/海上移动	
8195~8815	海上移动	
8815~8965	航空移动(R)	
8965~9040	航空移动(OR)	
9040~9500	固定	
9500~9900	广播	
9900~9995	固定	
9995~10003	标准频率和时间信号(10000kHz)	
10003~10005	标准频率和时间信号	
10005~10100	航空移动(R)	
10100~11175	固定	
11175~11275	航空移动(OR)	
11275~11400	航空移动(R)	
11400~11650	固定	
11650~12050	广播	
12050~12230	固定	
12230~13200	海上移动	
13200~13260	航空移动(OR)	
13260~13360	航空移动(R)	
13360~13410	固定/射电天文学	
13410~13600	固定	
13600~13800	广播	
13800~14000	固定	
14000~14250	业余/业余-卫星	
14250~14350	业余	
14350~14990	固定	

区域 1	区域 2	区域 3
14990~15005	标准频率和时间信号(15000kHz)	
15005~15010	标准频率和时间信号	
15010~15100	航空移动(OR)	
15100~15600	广播	
15600~16360	固定	
16360~17410	海上移动	
17410~17550	固定	
17550~17900	广播	
17900~17970	航空移动(R)	
17970~18030	航空移动(OR)	
18030~18068	固定	
18068~18168	业余/业余-卫星	
18168~18780	固定	
18780~18900	海上移动	
18900~19680	固定	
19680~19800	海上移动	
19800~19990	固定	
19990~19995	标准频率和时间信号	
19995~20010	标准频率和时间信号(20000kHz)	
20010~21000	固定	
21000~21450	业余/业余-卫星	
21450~21850	广播	
21850~21870	固定	
21870~21924	航空固定	
21924~22000	航空移动(R)	
22000~22855	海上移动	
22855~23200	固定	
23200~23350	航空固定/航空移动(OR)	
23350~24000	固定/移动*	
24000~24890	固定/陆上移动	
24890~24990	业余/业余-卫星	
24990~25005	标准频率和时间信号(25000kHz)	
25005~25010	标准频率和时间信号	
25010~25070	固定/移动*	
25070~25210	海上移动	
25210~25550	固定/移动*	

区域 1	区域 2	区域 3
25550~25670	射电天文学	
25670~26100	广播	
26100~26175	海上移动	
26175~27500	固定/移动*	
27500~28000	气象仪器/固定/移动	
28000~29700	业余/业余-卫星	
29700~30005	固定/移动	

MHz

30.005~30.01		空间操纵/固定/移动/空间研究	
30.01~47		固定/移动	
47~68 广播	47~50 固定/移动	47~50 固定/移动/广播	
	50~54 业余		
	54~68 广播	54~68 固定/移动/广播	
68~74.8 固定/移动*	68~72 广播	68~74.8 固定/移动	
	72~73 固定/移动		
	73~74.6 射电天文学		
	74.6~74.8 固定/移动		
74.8~75.2		航空无线电导航	
75.2~87.5 固定/移动*	75.2~75.4 固定/移动	75.4~87 固定/移动	
	75.4~76 固定/移动		
	76~88 广播		
87.5~100 广播	88~100 广播	87~100 固定/移动/广播	
	100~108		广播
108~117.975		航空无线电导航	
117.975~137		航空移动(R)	
137~138		空间操纵 ¹ /气象-卫星 ¹ /空间研究 ¹	
138~143.6 航空移动(OR)	138~143.6 固定/移动/无线电定位	138~143.6 固定/移动	
143.6~143.65 航空移动(OR)/空间研究 ¹	143.6~143.65 固定/移动/空间研究 ¹ /无线电定位	143.6~143.65 固定/移动/空间研究 ¹	
143.65~144 航空移动(OR)	143.65~144 固定/移动/无线电定位	143.65~144 固定/移动	

区域 1	区域 2	区域 3
144~146	业余/业余-卫星	
146~149.9 固定/移动 *	146~148 业余	146~148 业余/固定/移动
	148~149.9 固定/移动	
149.9~150.05	无线电导航-卫星	
150.05~153 固定/移动 */射电天文学	150.05~156.7625 固定/移动	
153~156.7625 固定/移动 *		
156.7625~156.8375		海上移动(遇难呼救)
156.8375~174 固定/移动 *	156.8375~174 固定/移动	
174~230 广播	174~216 广播	174~223 固定/移动/广播
	216~220 固定/海上移动	
	220~225 业余/固定/移动	223~230 固定/移动/广播/航空无线电导航
230~235 固定/移动	225~235 固定/移动	230~235 固定/移动/航空无线电导航
235~272		固定/移动
272~273		空间操纵 ¹ /固定/移动
273~322		固定/移动
322~328.6		固定/移动/射电天文学
328.6~335.4		航空无线电导航
335.4~399.9		固定/移动
399.9~400.05		无线电导航-卫星
400.05~400.15		标准频率和时间信号卫星(400.1MHz)
400.15~401		气象仪器/气象-卫星 ¹ /空间研究 ¹
401~402		气象仪器/空间操纵 ¹
402~406		气象仪器
406~406.1		移动-卫星 ²
406.1~410		固定/移动 */射电天文学
410~430		固定/移动 *
430~440 业余/无线电定位	430~440 无线电定位	
440~450		固定/移动 *
450~470		固定/移动