

频谱定义及频谱资源的特性

· 希玉久 ·

编者按 频谱是现代社会应用很广的宝贵资源,但一般人对它的了解很有限。本刊特约请原国家无线电频谱管理中心副主任、教授级高级工程师希玉久同志撰写系列文章,介绍无线电频谱的常识,并配发无线电频谱图,以飨读者。

1. 频谱的定义

我们对电磁频谱最为熟悉的部分就是可见光。“频谱”这个术语实际上最初只限于光。物理学家在 17 至 19 世纪首先认识到白色光实际上是由从红到紫各种不同颜色的光组成的。因此,白色光是不同颜色的频谱。光像水池中的水波纹一样表现出波的特性,波峰之间的距离就称为波长。单位时间内通过某一点的波峰数就称为频率。因此光具有波长和频率,红色光的波长最长,频率最低,而紫色光的波长最短,频率最高。

电磁频谱可以从可见光向两个方向扩展,更高频率、更短波长的“光”包括紫外线、X 射线以及宇宙射线,而更长波长、更低频率的“光”则首先是红外线光,然后随着波长越来越长即是无线电波。

理论和实践证明,当电子通过导线行进时其周围空间存在着电场和磁场,而且是随着时间而变化的,同时磁场的变化会产生电场,电场的变化也会产生磁场。交变的电磁场不仅存在于导体的周围,而且能够脱离其产生的波源向远方传播,这种以相同的频率向周围空间辐射传播的交变电磁场就称为电磁波。电磁波在空中以光速传播,即每秒钟 30 万公里。1864 年英国人麦克斯韦从理论上确定了电荷、电流、电场和磁场的关系,而且确定了电磁波的存在。1888 年德国人赫兹使用来顿瓶做放电实验,第一次由人工产生了波长为 30 厘米的电磁波,从而证明了麦克斯韦的理论,因此人们在很长一段时间都把电磁波叫做赫兹波,后来把频率的单位称为赫兹,直至今日。若用 f 表示频率,用 V 表示电磁波每秒钟传播的距离(米),用 λ 表示波长(米),则三者之间的关系为: $f = V/\lambda$, 其中频率的单位是赫兹(Hz)或周/秒,也可用千赫(kHz)、兆赫(MHz)、吉赫(GHz)表示。千赫、兆赫和吉赫三者之间的关系是: $1\text{kHz} = 1000\text{Hz}$, $1\text{MHz} = 1000\text{kHz}$, $1\text{GHz} = 1000\text{MHz}$ 。

2. 无线电频谱

电磁频谱中 3000GHz 以下的部分称为无线电频谱。无线电频谱可用来进行声音和图像广播、气象预报、导航、无线通信、灾害报警、报时等业务。根据无线电波传播及使用的特点,国际上将其划分为 12 个频段,而通常的无线电通信只使用其中的第 4 到第 12 个频段,无线电频谱和波段的划分如表 1 所示。

在电信领域中还经常使用更低的电磁频谱。为确定电信领域中频段的命名,把频段向低扩展到包括表 2 所示的范围。

对某些频段有时候使用字母来表示,而不是使用符号或缩写字符来表示,例如在雷达和空间通信的领域里,有些人使用了表 3 中所列的频段表达方式,但是在国际电信联盟(ITU)的

出版物中未建议使用这些字符。

表 1

序号	频段名称	频段范围 (含上限)	波段名称	波长范围 (含上限)
1	极低频(ELF)	3 ~ 30Hz	极长波	100 ~ 10 兆米
2	超低频(SLF)	30 ~ 300Hz	超长波	10 ~ 1 兆米
3	特低频(ULF)	300 ~ 3000Hz	特长波	100 ~ 10 万米
4	甚低频(VLF)	3 ~ 30kHz	甚长波	10 ~ 1 万米
5	低频(LF)	30 ~ 300kHz	长波	10 ~ 1 千米
6	中频(MF)	300 ~ 3000kHz	中波	1000 ~ 100 米
7	高频(HF)	3 ~ 30MHz	短波	100 ~ 10 米
8	甚高频(VHF)	30 ~ 300MHz	米波	10 ~ 1 米
9	特高频(UHF)	300 ~ 3000MHz	分米波	10 ~ 1 分米
10	超高频(SHF)	3 ~ 30GHz	厘米波	10 ~ 1 厘米
11	极高频(EHF)	30 ~ 300GHz	毫米波	10 ~ 1 毫米
12	至高频	300 ~ 3000GHz	丝米波	10 ~ 1 丝米

表 2

频段标注号	代号	频率范围 (含上限,不含下限)	相应的米制表达
-1	ELF	0.03 ~ 0.3Hz	千兆米波
0		0.3 ~ 3Hz	百兆米波
1		3 ~ 30Hz	十兆米波
2		30 ~ 300Hz	兆米波

表 3

字符	雷达(GHz)		空间通信(GHz)	
	频谱范围	例	标称频段	例
L	1 ~ 2	1.215 ~ 1.4	1.5	1.525 ~ 1.710
S	2 ~ 4	2.3 ~ 2.5 2.7 ~ 3.4	2.5	2.5 ~ 2.690
C	4 ~ 8	5.25 ~ 5.85	4/6	3.4 ~ 4.2 4.5 ~ 4.8 5.85 ~ 7.075
X	8 ~ 12	8.5 ~ 10.5	-	
Ku	12 ~ 18	13.4 ~ 14.0 15.3 ~ 17.3	11/14 12/14	10.7 ~ 13.25 14.0 ~ 14.5
K	18 ~ 27	24.05 ~ 24.25	20	17.7 ~ 20.2
Ka	27 ~ 40	33.4 ~ 36.0	30	27.5 ~ 30.0

3. 无线电频谱资源的特性

无线电频谱是一种特殊的自然资源。说它是一种自然资源,是由于它具有一般资源的共同特性,像土地、水、矿山、森林一样是国家所有的。但从国际范围来说,它又是属于人类共有、人类共享的。此外,它还具有一般自然资源所没有的如下特性:

(1) 无线电频谱资源是有限的。包括红外线、可见光、X 射线在内的电磁波的频谱是相当宽的,而无线电通信使用的频谱资源,最低可为 3kHz,最高达 3000GHz。更高的电磁频谱当然不是以 3000GHz 为限的,使用 3000GHz 以上电磁频谱的电信系统也在研究探索之中,但它最大不能超过可见光的范围。由于受到技术上和可提供能够操作使用的无线电设备方面的限制,ITU 当前只划分了 9 kHz ~ 400 GHz 范围,而目前实用的较

形形色色的 NTC 热敏电阻器

· 任致程 ·

什么叫 NTC 热敏电阻器? NTC 是负温度系数的英文缩写, 所谓 NTC 热敏电阻器就是负温度系数热敏电阻器。它是以锰、钴、镍、铜和铝等金属氧化物为主要材料, 采用陶瓷工艺制造而成的。这些金属氧化物材料都具有半导体性质, 因此在导电方式上完全类似于锗、硅等半导体材料。温度低时, 这些氧化物材料的载流子(电子和空穴)数目少, 所以其电阻值较高; 随着温度的升高, 载流子数目增加, 所以电阻值降低。

1. 负温度系数热敏电阻器的命名标准

NTC 热敏电阻器的种类繁多, 形状各异。表 1 是负温度系

表 1

主 称		类 别		用途或特征		命名全称
符号	意义	符号	意义	代号	意义	
M	敏 感 元 件	F	负 温 度 系 数 热 敏 电 阻	1	普通用	普通型负温度系数热敏电阻器
				2	稳压用	稳压型负温度系数热敏电阻器
				3	微波测量用	微波功率测量型负温度系数热敏电阻器
				4	旁热式	旁热式负温度热敏电阻器
				5	测温用	测温型负温度系数热敏电阻器
				6	控温用	控温型负温度系数热敏电阻器
				7		
				8	线性型	线性型负温度系数热敏电阻器
				9		
				0	特殊用	特殊型负温度系数热敏电阻器

高的频段只是在几十 GHz。根据无线电波的传播特性, 像大家所熟知的蜂窝移动通信业务(俗称大哥大)一般只能工作在 3 GHz 以下, 现主要工作在 800MHz、900MHz/1800MHz。另外, 尽管人们可以通过频率、时间、空间这三维相互关联的要素进行频率的多次复用指配来提高频率利用率, 但就某一频率或频段而言, 在一定的区域、一定的时间、一定的条件之下, 它又是有限的。

(2) 无线电频谱可以被利用但不会消耗掉, 是一种非消耗性的资源。它不同于土地、水、矿山、森林等可以再生或非再生的资源, 如果得不到充分利用, 则是一种资源浪费, 而若使用不当也是一种浪费, 甚至会造成严重的危害。

(3) 无线电波有其固有的传播特性, 它不受行政区域、国家边界的限制。因此, 任何一个国家、一个地区、一个部门甚至个人都不得随意地使用, 否则会造成相互干扰而不能确保正常通信。

(4) 无线电频谱资源极易受到污染。它最容易受到人为噪声和自然噪声的干扰, 使之无法正常操作和准确而有效地传送各类信息。

鉴于上述原因, 为了加强对无线电频谱这种宝贵的、有限的自然资源管理和有效地利用, 从便于无线电频谱的规划、管理以及设备的研制生产和使用出发, 通常对无线电频谱按业务进行频段和频率的划分、分配和指配。规定把某一频段供某一种或多种地面或空间业务在规定的条件下使用, 称为“频率划分”。为此, 国际电联 (ITU) 专门制定了国际《无线电规则》,

热敏电阻器的命名标准, 它由四部分构成, 其中 M 表示敏感元件, F 表示负温度系数热敏电阻器。有些厂家的产品, 在序号之后又加了一个数字, 如 MF54-1, 这个“-1”也属于序号, 通常叫“派生序号”。

2. 负温度系数热敏电阻的主要参数

热敏电阻器的参数颇多, 主要有标称阻值、B 值范围和额定功率。

标称阻值常在热敏电阻上标出。它是指在基准温度为 25℃ 时的零功率阻值, 因此亦作标称电阻值 R25。

B 值范围 (K) 是反映负温度系数热敏电阻器热灵敏度高低的一个量, 其量纲为 K。B 值越大, 则热敏电阻器的热灵敏度越高。

额定功率是指热敏电阻

在环境温度为 25℃、相对湿度为 45~80% 及大气压力为 0.87~1.07bar 的大气条件下, 长期连续负荷所允许的耗散功率。表 2 列出了 MF11(片状) 负温度系数热

表 2

标称阻值(kΩ)	10~15
额定功率(W)	0.25
B 值范围(K)	1980~3630
温度系数(10 ⁻² /℃)	-(2.23~4.09)
耗散系数(mW/℃)	≥5
时间常数(s)	≤30
最高工作温度(℃)	125

实际上这是一个各个国家都要遵守的国际上通用的无线电法规, 各个国家也都据以制定了自己国家的无线电法或相关的详细管理规定, 同时为各类无线电业务划分了频率或频段。ITU 还专门建立了国际频率划分表(见下期资料部分), 把世界划分为三个区域, 第一区包括欧洲、非洲和部分亚洲国家, 第二区包括南、北美洲, 第三区包括大部分亚洲国家和大洋洲。我国为第三区。使用无线电频率的无线电业务基本上分为两大类, 即无线电通信业务和射电天文业务。无线电通信业务又可分为地面业务及空间业务, 其中包括固定业务、移动业务、广播业务、业余业务、航空和水上安全业务等总共为 37 种业务。无线电频率划分表为各类无线电业务划分了频率或频段, 例如我国把 279~281MHz 划分给移动业务, 用于开放全国联网无线寻呼业务等。我国的频率划分表是 1983 年制定的, 随着无线电事业的发展, 这些年来频率的划分和使用都发生了相当大的变化, 现正在积极组织修订。

把某一频段批准给一个或多个国家、地区或部门在规定的条件下使用, 称为“频率分配”。我国的频率分配是由国家无线电管理机构统一进行的, 例如把 87~108MHz 频段分配给广播部门开放 FM 广播业务在全国各地统一规划和使用等。

国家或地方无线电管理机构根据设台审批权限批准某单位或个人的某一电台在规定的条件下操作使用某一无线电频率, 称为“频率指配”。根据《中华人民共和国无线电管理条例》的规定, 用户设置各类无线电台必须在领取电台执照后才能进行合法的操作和使用。

✱