

无线电爱好者丛书

无线电“猎狐”

冯昶 陈惠琼 编著

585224



585224

TN965/03

无线电爱好者丛书

无线电“猎狐”

冯昶 陈惠琼 编著



C0162744

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书以“无线电猎狐”这一广大青少年爱好的无线电体育运动项目为引导，通俗地介绍了无线电测向技术的基本知识。内容包括：无线电波的发射、传播和各种测向天线的工作原理；80米、2米波段测向机的制作、调试和使用方法；“猎狐”运动中使用的小功率发射机和自动发报控制器；竞赛、训练和基本技术。读者借助本书提供的资料，可以自制有关的测向设备，并进一步将测向技术应用于其它领域。

本书可供广大无线电爱好者、从事测向运动的教练员、运动员及青少年科技辅导员阅读。

无线电爱好者丛书 无 线 电 “猎 狐”

wuxiandian“liehu”

冯 昶 陈惠琼 编著

责任编辑：高坦弟

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河南邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32 1985年2月第一版

印张：7 12/32 页数：118 1985年2月河南第一次印刷

字数：168千字 插页：7 印数：1—25,000 册

统一书号：15045·总2972-无6312

定价：0.89元

Hk41/10



中国电子学会科学普及读物编委会

顾 问：杜连耀	毕德显	吴朔平	任 朗
顾德仁	张恩虬	陈芳允	秦诒纯
主 编：孟昭英			
副主编：吴鸿适	王守觉	李三立	凌肇元
编 委：叶培大	童志鹏	陶 枏	甘本祓
何国伟	周炯槃	邱绪环	王玉珠
周锡龄	周明德	刘 诚	俞锡良
王明臣			

本书责任编辑：陶 枏

丛 书 前 言

电子科学技术是一门发展迅速、应用广泛的现代科学技术。电子技术水准是现代化的重要标志。为了尽快地普及电子科学技术知识，中国电子学会和出版部门约请有关专家、学者组成编委会，组织编写三套有不同特点的、较系统的普及丛书。

本丛书是《无线电爱好者丛书》，由人民邮电出版社出版。其余两套是《电子应用技术丛书》，由科学普及出版社出版；《电子学基础知识丛书》，由科学出版社出版。

本丛书密切结合实际讲述各种无线电元器件和常用电子电路的原理及应用；介绍各种家用电子设备（如收音机、扩音机、录音机、电视机、小型电子计算器及常用测试仪器等）的原理、制作、使用和修理；提供无线电爱好者所需的资料、手册等。每本书介绍一项实用无线电技术，使读者可以通过自己动手逐步掌握电子技术的一些基本知识。本丛书的对象是广大青少年和各行各业的无线电爱好者。

我们希望广大电子科学技术工作者和无线电爱好者，对这套丛书的编辑出版提出意见，给以帮助，以便共同努力，为普及电子科学技术知识，为实现我国四个现代化作出贡献。

目 录

引言	1
第一章 “狐狸”的信息——无线电波	4
第一节 信息的发射	5
第二节 信息的传播	13
第三节 天线	18
第二章 短波波段测向机——“猎狐”者的第一支枪	42
第一节 无线电测向机的特点	42
第二节 短波测向天线的基本原理	46
第三节 短波波段测向机	62
第三章 便携式甚高频测向机——“猎狐”者的第二支枪	92
第一节 八木天线	92
第二节 测向机	105
第三节 测向机电性能的测量	142
第四章 “狐狸”电台	148
第一节 发射机	148
第二节 自动发报控制器	185
第五章 训练、竞赛和测向技术	201
第一节 竞赛的进行方式	201
第二节 “猎狐”者的初级训练	204
第三节 测向技术	209
附表	228

引 言

提起猎狐，你一定会联想到那机智勇敢的猎人正在密林深处追捕形体似狗、性情狡猾的老狐狸的情景。然而，你可见过不用猎枪，而是手持无线电测向机的“猎狐”者吗？

早在六十年代初期，我国的这些“猎狐”者首先出现在首都北京。在翠柏常青的天坛公园、风景绚丽的颐和园、帝王长眠的十三陵……到处都有这些年青“猎手”们的足迹。他们时而转动手中武器（测向机），凝神细听，窥测方向；时而跨越障碍，奔跑在崎岖的山路上（照片1）。游人都感到很新奇：他们在干什么？莫非是在寻找、追捕猎物？一位来自欧洲的旅游者对



照片1

他的同伴说：“Look, fox hunting!”（看，无线电猎狐！）噢！原来是“猎狐”运动员在自制无线电测向机的指引下，正迅速寻找、接近和捕捉事先被巧妙伪装、隐蔽诡秘的“狐狸”电台，这就是“无线电猎狐”运动，也称无线电测向运动。

这项运动发源并广泛流行于欧洲，后传至美、日等国。它是以现代高度发展的无线电技术，去改造和取代传统游戏的一种竞赛。它把丰富的无线电科技知识和健壮的体魄要求，完美地统一在“猎狐”者的身上。这个运动项目一问世，就以科学和体育相结合的崭新姿态，展现在人们面前，得到爱好者们的赞赏，并迅速地突破国界、洲界而发展起来。各种形式（徒步、乘汽车、骑自行车等）的“猎狐”竞赛、游戏或野营活动，大大丰富了人们的文化体育生活。

无线电测向技术并不是一门新学科。早在二十世纪初期，无线电测向仪就已应用于航海的导航。航行在一望无际、茫茫大海上的舰船，可根据测向机测出的陆地发射台的方向线，来确定该船的航向或定出该船的方位。这与过去用的天文定位法相比，具有操作简便、定位准确、成本低、不受天气影响等优点。无线电测向技术也广泛应用于航空导航、定位，侦破敌特电台，寻找伤员、空降物等方面。而现在，它早已突破导航和军事的应用范畴，在科研、救灾和工农业生产等各个领域大显神手。例如，在四川卧龙自然保护区，中外科学家们将微型无线电发射机载在大熊猫的颈部，利用具有方向性的接收机进行监测（照片二），掌握大熊猫活动的地理位置和环境，探索它们在大自然中生活的奥秘。又如1965年春，在一个风起沙扬的日子里，北京供电局的工人和测向运动员们在北京东郊的一条公路上进行高压配电系统瓷瓶漏电的测定试验。他们利用价格低廉的自制测向机，不但找到了电业工人有意架设的漏电



照片 2

瓷瓶，还发现了正在电网中工作的瓷瓶漏电现象。最近，某光学仪器厂又正在利用无线电猎狐设备，研制无线电经纬仪……可以想像，随着无线电测向知识的普及和无线电测向设备的小型化，无线电测向技术一定会在更多更广的领域内开花结果，为丰富人类生活和发展生产作出贡献。

第一章 “狐狸”的信息——无线电波

要捕捉到狐狸，必须掌握狐狸的踪迹。要找到隐蔽的“狐狸”电台，必须依靠“狐狸”电台发出的信息——无线电波。无线电波在均匀介质(如空气)中，具有沿直线传播的特点。只要测定出电波传播方向，就可确定出发射台所在方向。这种依靠无线电测向机(或测向仪)测定发射台(或接收台)方位的过程，称为无线电测向。

当测向的地点确定之后，该点的正北方向与所测电台方向的夹角 θ (称为“示向度”)也就确定了。如果只获得电台的一个示向度值，并将其值在地图上通过测向点标绘出来，仅可以确定电台在这条直线上，仍无法判断其具体位置。若有两个(或两个以上)不同的测向点，如图 1-1 所示的 A 、 B 两点，就可测出两条(或两条以上)确定电台方向的直线，即获得两个(或两个以上)不同的示向度 θ_A 、 θ_B 。将这两条电台方向线标绘在地图上，其交点 O 即为发射台的位置。

这种交叉定点的方法是无无线电定位的基本方法，也是无线电测向运动的基本技术之一。

航行在辽阔海面上迷失方位的船舶，同样可以利用船上的无线电测向机定位。方法是：已知两个(或三个)海岸电台在海图上的位置(如图 1-2 中的发射台 A 、 B)和电台呼号，迷失船舶分别测出它们的示向度 θ_A 和 θ_B ，并在海图上通过该台标绘出方向线，两线交点 O 即为船舶的位置。为便于船只使用这种方法定位，沿海的一些重要地区专门设有指标电台。它由

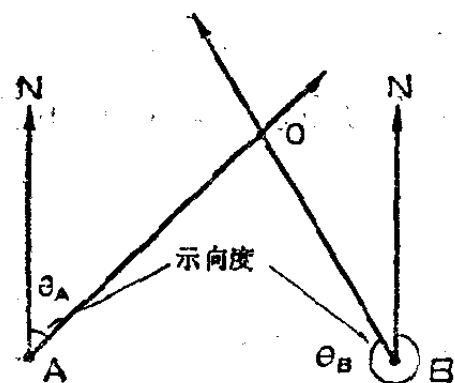


图 1-1 已知测向点位置和示向度确定发射台方位

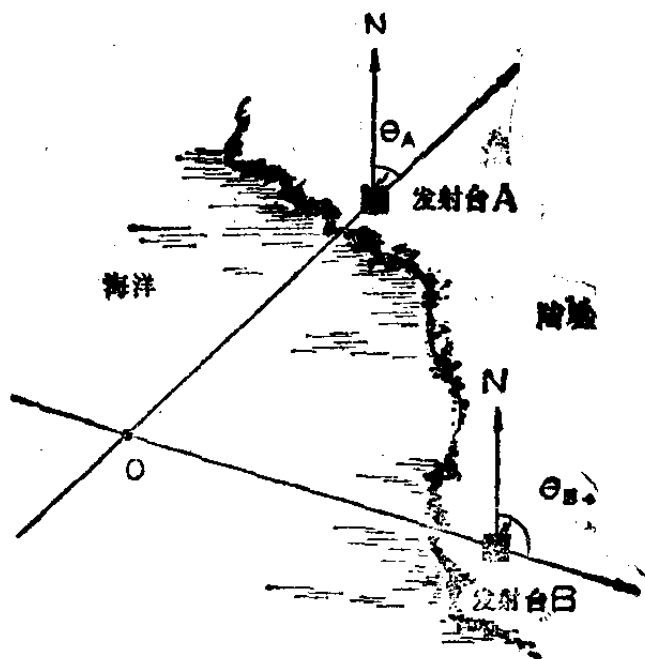


图 1-2 由海岸电台确定测向机(船舶)位置

二个或三个电台组成，使用 285~320 kHz 中的某一个频率，每隔两分钟轮流依次启闭，发出它们本身的呼号。

可见，简单说来，无线电测向就是测出无线电波的传播方向。现在我们就先从无线电波的发射和传播谈起。

第一节 信息的发射

无线电波对我们这个时代的人来说并不陌生。听广播、看电视，已经是我们生活中不可缺少的一部分。各种形式的无线电通信、测量、遥控、雷达、导航以及某些对人体疾病的诊断治疗等，都和我们的生活、生产、国防休戚相关。而这些，都是离不开无线电波的。但是，这个既看不见又摸不着，却充满了整个空间的神奇的无线电波究竟是怎样发射到空间的，又具有什么样的特性呢？

一、从电容器电路到天线电路

大家知道平行板电容器两电极之间的电场是由加在电容器上的电压决定的(图 1-3),电力线的方向(即电场方向)是由正极板到负极板,电力线的密疏(即电场的强弱)与电压的高低有关。

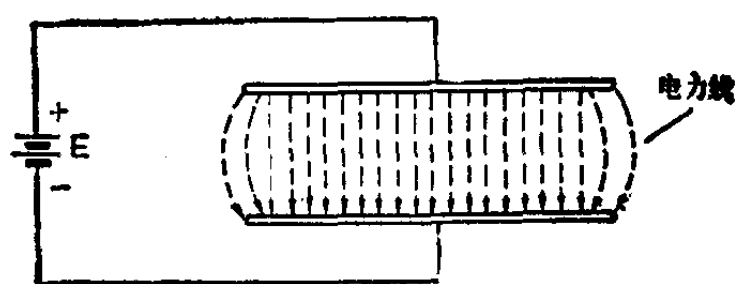


图 1-3 平行板电容器的电场

两平行导线相当于一个电容器。加电后导线之间的电场与电容器两极板之间的电场相似。当加给导线的是高频交流电时,在导线间的介质中会产生交变电场,并形成位移电流。但是由于电路呈闭合状态,电场辐射不出去(图 1-4 a)。当把两导线

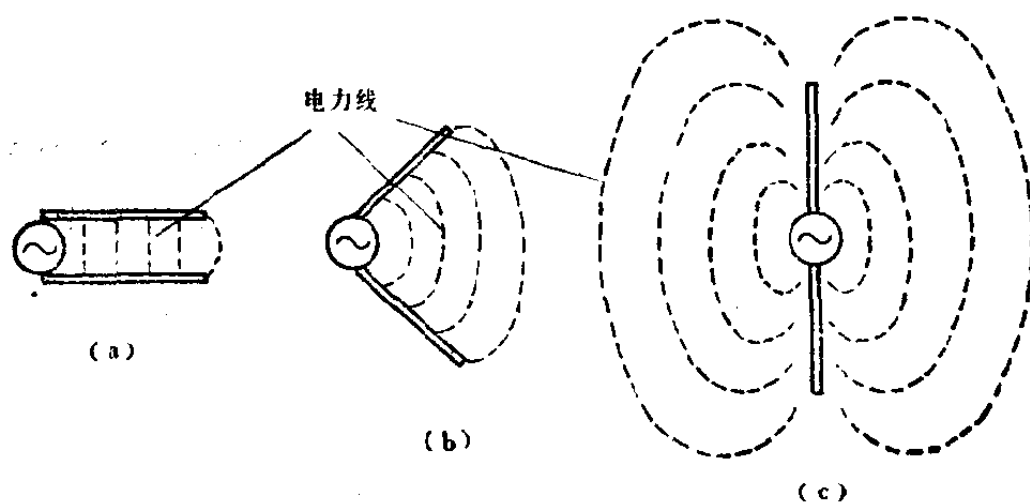


图 1-4 从电容器电路向天线电路的过渡

逐步张开时，电场会由于同方向的电力线之间相互排斥而向外扩张（图 1-4 b）。直到两导线在一直线位置，电力线的分布也就逐步变化为图 1-4 c 的情况，电场就可能辐射到空间了。这个电路就从电容器电路演变为天线电路。

二、无线电波的发射过程

当高频电流在天线中流动时，根据安培右手法则，天线的周围空间产生如图 1-5 虚线所示的电力线，同时产生如实线所示的磁力线。如果天线中电流改变方向，空间的电力线和磁力线随之改变方向。但是，由于高频电流方向变化极快，在外层的电力线和磁力线刚刚建立起来，还来不及随着电流的终止而

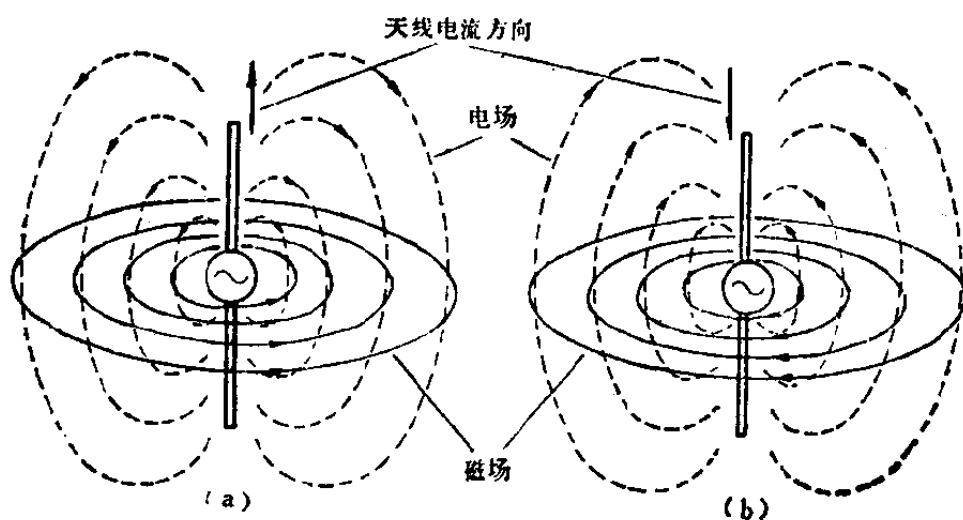


图 1-5 天线周围空间产生的电场和磁场

消失的时候，相反方向的电流又产生新的电力线和磁力线，把前面产生的电力线和磁力线推向远方。就这样，随着天线中高频电流的不断变化，使电力线不断产生、相互排挤而推向空间，向远处传播，形成电波的发射，如图 1-6 所示。

图中只画出了电力线，而与电力线同时存在的磁力线也在交变运动，其形状是以天线为圆心，与天线相垂直，方向和密

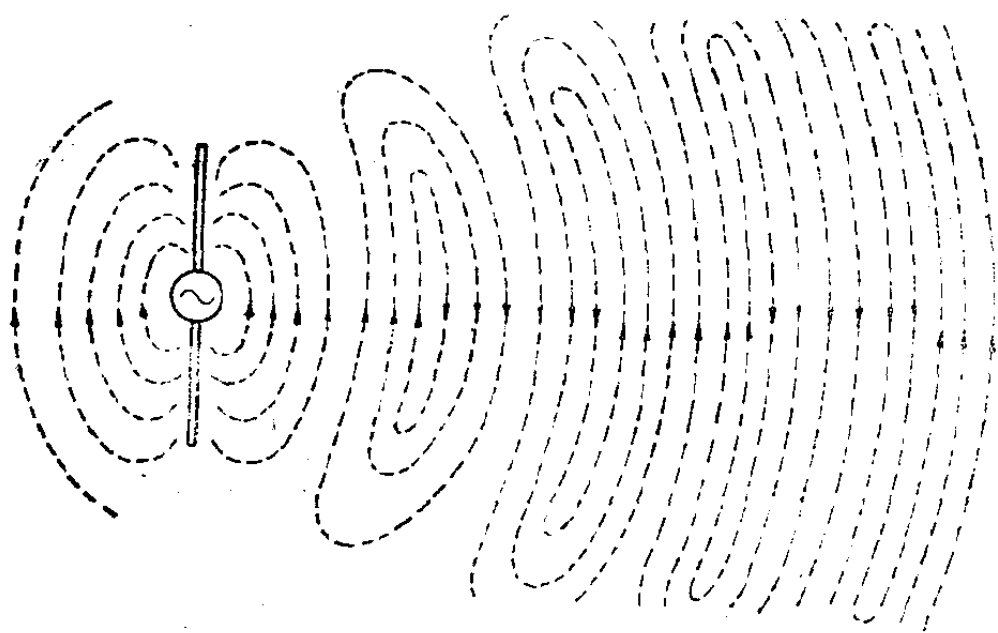


图 1-6 天线的发射情况

度随之变化的无数同心圆。

总之，如果发射无线电波的导体结构（即天线）适合于将电磁场暴露在空间，而且送到天线的电流频率足够高，那么天线的高频能量就会“飞”离天线，以交变电磁场的形式向空间传播。

三、电 磁 波

交变电磁场虽然是客观存在的，但人们对它的认识却经历了漫长的岁月。1873年，英国物理学家麦克斯韦发表了完整的电磁场理论并指出：变化着的电场和磁场是同时存在，不可分割的。任何变化的磁场在周围空间产生变化的电场；变化的电场也会在周围空间产生变化的磁场。这种交替变化的状态以每秒三十万公里的速度（相当于绕地球表面7周半），象水波一样向外传播。这种电场和磁场交替组成的波动，称为电磁波。

电磁波所包含的频率很宽。无线电波仅是电磁波中频率较低的一部分，即频率在3000吉赫(GHz)以下，不通过导线、电缆

或人工波导等传输媒介，而在空间辐射传播的电磁波。比无线电波频率更高的是可见光、紫外线及 x 、 γ 射线等。

从图 1-5 还可看出，电磁波的电场方向与天线平行，磁场方向与天线垂直。所以，电场和磁场相互垂直，又都垂直于电波传播的方向。并且电场和磁场的相位相同（同时出现最大值和最小值），它们在空间的相互关系可用图 1-7 表示，箭头表示电磁场方向，线段长度表示数值大小。

电场(E)、磁场(H)和传播方向(V)之间的关系，可用右手的三个手指表示(见图 1-8)：伸出右手的姆指、食指和中指，并相互垂直，用姆指表示电场方向，食指表示磁场方向，中指则表示电波的传播方向。若已知其中的任意两个方向，便可确定第三个方向。

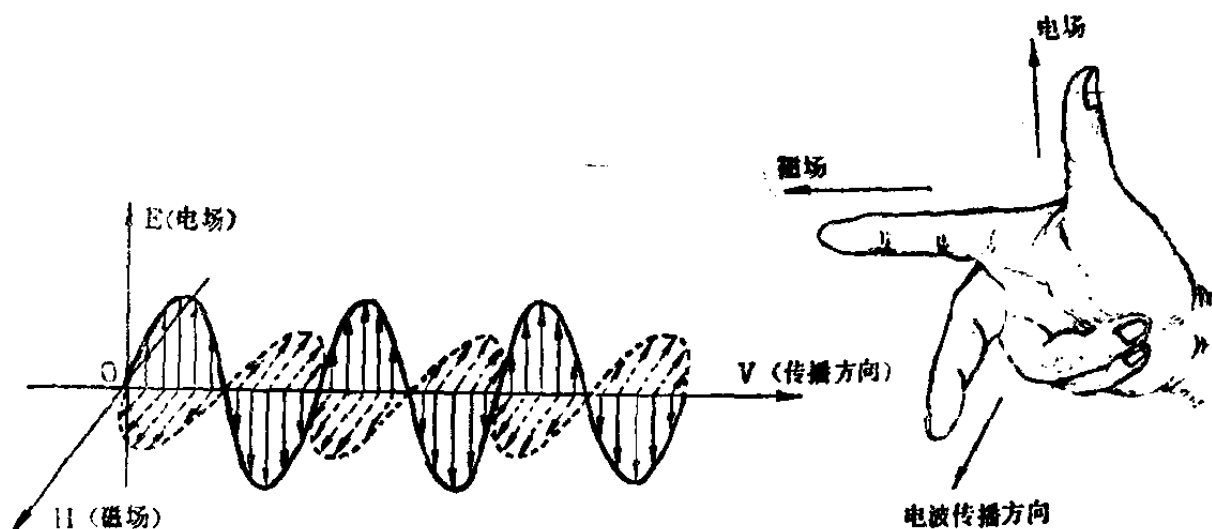


图 1-7 电场方向、磁场方向和传播方向

图 1-8 E 、 H 、 V 方向判断方法

如果我们将空间视为均匀的介质，电磁波就是匀速直线向前传播的。电磁波两个相邻波峰（或波谷）之间的距离称为该电磁波的波长，用 λ 表示：

$$\lambda = \frac{v \text{ (电磁波在空气中的传播速度)}}{f \text{ (电磁波的工作频率)}} \quad (1-1)$$

可以算出, 3.5~3.6 MHz 业余频率的波长约为 85.7~83.3 米, 使用这个频段的测向活动称 80 米波段测向。同理, 使用 144~146 MHz 业余频率的测向称为 2 米波段测向。

四、无线电波的分类

1. 按照频率或波长分类

尽管无线电波是电磁波的一部分, 但由于频率范围很宽, 不同频段的无线电波特性也不完全一样, 有必要按照频率或波长进行分类。表 1-1 是我国于 1982 年 9 月颁布的无线电频段划分表。

表 1-1 无线电频段和波段命名

频段名称	频率范围 (含上限, 不含下限)	波段名称	波长范围 (含下限, 不含上限)
极低频	3~30赫(Hz)	极长波	100~10兆米
超低频	30~300赫(Hz)	超长波	10~1兆米
特低频	300~3000赫(Hz)	特长波	100~10万米
甚低频(VLF)	3~30千赫(kHz)	甚长波	10~1万米
低频(LF)	30~300千赫(kHz)	长波	10~1千米
中频(MF)	300~3000千赫(kHz)	中波	10~1百米
高频(HF)	3~30兆赫(MHz)	短波	100~10米
甚高频(VHF)	30~300兆赫(MHz)	米波	10~1米
特高频(UHF)	300~3000兆赫(MHz)	分米波	微波 10~1分米 10~1厘米 10~1毫米 10~1丝米
超高频(SHF)	3~30吉赫(GHz)	厘米波	
极高频(EHF)	30~300吉赫(GHz)	毫米波	
至高频	300~3000吉赫(GHz)	丝米波	

从表 1-1 中看出,无线电测向运动的两个工作频段中,3.5~3.6 MHz 属于短波波段的低端;144~146 MHz 属于超短波(米波)波段。

2. 按极化形式分类

在空间传播的无线电波都是极化波,并由电场方向进行分类。当天线垂直于地平面时,天线辐射电磁波的电场也垂直于地平面,对地平面来说,叫垂直极化波;当天线平行于地平面时,天线辐射电磁波的电场也平行于地平面,叫水平极化波。它们都是最常见的线极化波,即在电磁波传播方向上的任意一点,电场矢量始终在同一条直线上。

测向竞赛规则规定,工作于 80 米波段的应是垂直极化波;工作于 2 米波段的和电视台使用的电波一样,是水平极化波。

此外,还有圆极化波和椭圆极化波。

3. 按传播方式分类

无线电波在空间的传播是十分复杂的,按传播途径大致可分以下四种(图 1-9):

地波:沿地表面传播的无线电波。

天波:由电离层反射传播的无线电波。也叫电离层反射波。

直接波:从发射天线出发,直接(即不经过反射、绕射等)到达接收天线的无线电波。也叫直射波。

地面反射波:从发射天线出发,经地面反射到达接收天线的无线电波。