



船舶综合驾驶台通信与 导航系统

刘 彤 陈 铎 张国强 主编

大连海事大学出版社

船舶综合驾驶台 通信与导航系统

刘 彤
陈 铎 主编
张国强



大连海事大学出版社

©刘彤 陈铎 张国强 2012

图书在版编目 (CIP) 数据

船舶综合驾驶台通信与导航系统 / 刘彤, 陈铎, 张国强主编. —大连: 大连海事大学出版社, 2012. 9

ISBN 978-7-5632-2769-3

I. ①船… II. ①刘… ②陈… ③张… III. ①船舶—驾驶台—通信系统—高等学校—教材 ②船舶—驾驶台—导航系统—高等学校—教材 IV. ①U663.81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 212588 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌海路 1 号

邮编: 116026

电话: 0411-84728394

传真: 0411-84727996

<http://www.dmupress.com>

E-mail: cbs@dmupress.com

大连日升印刷厂印装

大连海事大学出版社发行

2012 年 9 月第 1 版

2012 年 9 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 185 mm×260 mm

印数: 1 ~ 1 000 册

印张: 19.25

字数: 467 千

责任编辑: 杨子江

版式设计: 天 水

封面设计: 王 艳

责任校对: 蒋宗彦

ISBN 978-7-5632-2769-3

定价: 41.00 元

编者的话

《船舶综合驾驶台通信与导航系统》根据大连海事大学“船舶综合驾驶台系统1”和“船舶综合驾驶台系统2”课程教学大纲编写，为船舶电子电气工程专业本科教材。旨在使船舶电子电气专业的学生能够清楚地了解船舶通信系统和导航系统的基本概念；掌握各种通导设备的基本组成、基本工作原理和主要功能；掌握设备的基本使用、维护和保养技能，为船舶安全营运提供必要的支持。

中国的船舶电子电气工程专业于2007年首建于大连海事大学。《船舶综合驾驶台系统1》和《船舶综合驾驶台系统2》课程是为该专业量身定制的专业课程，该课程的教学计划、教学大纲和教学内容为我国“STCW 公约马尼拉修正案”船舶电子电气员履约适任培训考试评估大纲中船舶通信导航专业内容的制定提供了坚实的基础。

经过了近三年的努力，《船舶综合驾驶台通信与导航系统》终于付梓。本教材内容满足中华人民共和国海事局制定的《中华人民共和国海船船员电子电气员适任考试大纲》和《中华人民共和国海船船员电子电气员适任评估大纲》，满足“STCW 公约马尼拉修正案”的要求。在此基础上，考虑到本科专业的需要，我们还将近年开始应用于船舶通信导航和保安系统的最新设备和系统所涉及的专业内容精心选择，纳入教材。因此，本教材内容较好地涵盖了船舶电子电气员的专业领域，能够满足750 kW及以上船舶电子电气员适任证书考试、评估培训的需要，满足船舶电子电气员工作需要，同时也可以作为航海人员和相关专业人士的参考用书。

本书由大连海事大学刘彤、陈铎和张国强共同主编。参编作者有大连海事大学但高勇、董华、李建民。其中第一章、第二章、第三章、第七章和第八章由张国强编写，第四章、第五章和第六章由张国强和李建民共同编写；第九章由陈铎编写，第十章、第十一章和第十二章由但高勇编写，第十三章、第十四章、第十五章和第十六章由刘彤编写，第十七章由董华编写。张国强负责第一章至第八章的主编工作，陈铎负责第九章至第十一章的主编工作，刘彤负责第十二章至第十七章的主编工作。本书由大连海事大学李彦军、袁安存主审，其中李彦军主审第一篇（第一章至第八章），袁安存主审第二篇（第九章至第十七章）。

本书的编写宗旨是作为船舶电子电气工程专业本科教材之用。由于受课程设置、相关教学大纲、编者水平以及时间所限，全体编写人员虽竭尽全力，但差错与不足之处在所难免，竭诚希望同行专家和广大读者批评指正。

编者

2012年8月

内容简介

作为船舶电子电气工程专业本科教材,本书依据大连海事大学“船舶综合驾驶台系统1”和“船舶综合驾驶台系统2”课程教学大纲编写而成。全书内容共分为两编,第一编包括第一章至第八章;第二编包括第九章至第十七章。

第一编中,第一章为无线电基础知识,介绍无线电通信的基本概念和无线电波的传播;第二章为船舶通信概述,介绍 GMDSS 和船舶内部通信知识;第三章为 Inmarsat 通信系统与设备,介绍 Inmarsat 系统和 C/B/F 船站设备的组成、应用及维护保养;第四章为 MF/HF 组合电台,介绍单边带通信原理、单边带收发机的组成和基本工作原理、DSC 和 NBDP 终端设备、船用中短波天线以及 MF/HF 组合电台的整体维护保养;第五章为船用 VHF 通信设备,介绍船用 VHF 收发信机的组成、基本工作原理、VHF 通信的特点以及设备的整体维护保养等;第六章为 NAVTEX 与气象传真机设备,介绍 NAVTEX 系统的工作、船用气象传真机的组成、工作原理以及日常维护保养等;第七章为 406 MHz EPIRB 与 Radar-SART 设备,介绍 COSPAS-SARSAT 系统的组成、406 MHz EPIRB 的工作原理、Radar-SART 的寻位原理和使用功能及维护要求;第八章为船舶通信设备备用电源,介绍备用电源的分类、特性以及各类电池的维护保养等。

第二编中,第九章为船用陀螺罗经,介绍陀螺罗经指北原理、罗经误差与消除、罗经结构与电路等;第十章为船用回声测深仪,介绍船用回声测深仪原理及接口;第十一章为船用计程仪,介绍船用计程仪原理及接口;第十二章为船载 GPS 卫星导航设备,介绍船载 GPS/DGPS 定位原理与接口;第十三章为船舶自动识别系统,介绍船舶自动识别系统(AIS)基本原理与接口;第十四章为船载航行数据记录仪,介绍其工作原理与接口;第十五章为船舶远程识别与跟踪系统,介绍其系统构成、设备特点及跟踪原理;第十六章为船舶导航雷达,介绍雷达系统基本原理及组成、雷达主要技术指标以及雷达设备的误差校正方法、维护与保养;第十七章为综合驾驶台系统,介绍综合驾驶台系统的基本配置、基本功能及维护。

大连海事大学“船舶综合驾驶台系统1”和“船舶综合驾驶台系统2”课程教学大纲是中华人民共和国海事局制定的《中华人民共和国海船船员电子电气员适任考试大纲》电子电气员部分中通信与导航系统的基础。本书的编写也力求涵盖上述大纲的内容,满足 STCW 公约马尼拉修正案的要求,适用于船舶电子电气专业本科教学,并能够满足 750 kW 及以上船舶电子电气员适任证书考试、评估培训的需要。





~ ~ ~ ~ ~



第一编 船舶通信系统

第一章

无线电基础知识

第一节 无线电通信概述	- 2 -
第二节 无线电波	- 4 -
思考题	- 9 -

第二章

船舶通信概述

第一节 GMDSS概述	- 10 -
第二节 船舶内部通信概述	- 16 -
思考题	- 21 -

第三章

Inmarsat通信系统与设备

第一节 Inmarsat系统概述	- 23 -
第二节 Inmarsat-C系统与设备	- 28 -
第三节 Inmarsat-B/F船站	- 36 -
第四节 船站天线及船站日常维护	- 43 -
思考题	- 47 -

第四章

MF/HF 组合电台

第一节 SSB通信基本原理	- 48 -
第二节 船用MF/HF SSB发射机	- 52 -
第三节 船用MF/HF SSB接收机	- 56 -
第四节 MF/HF 组合电台终端设备	- 64 -
第五节 船舶常用中短波天线	- 77 -
第六节 MF/HF组合电台日常维护	- 79 -
思考题	- 82 -





第五章

船用VHF通信设备

第一节 船用VHF收发信机	- 83 -
第二节 VHF-DSC终端	- 87 -
思考题	- 88 -

第六章

NAVTEX与气象传真机设备

第一节 NAVTEX系统与设备	- 89 -
第二节 船用气象传真接收机	- 92 -
思考题	- 97 -

第七章

406 MHz EPIRB与RADAR-SART

第一节 COSPAS-SARSAT系统与406 MHz EPIRB	- 98 -
第二节 寻位系统与RADAR-SART	- 103 -
思考题	- 106 -

第八章

船舶通信设备备用电源

第一节 通信设备备用电源分类与特性	- 107 -
第二节 各类电池维护保养	- 109 -
思考题	- 110 -



第二编 船舶导航系统



第九章

船用陀螺罗经

第一节 陀螺罗经指北原理	- 112 -
第二节 陀螺罗经误差	- 128 -
第三节 陀螺罗经结构与电路	- 136 -
第四节 陀螺罗经维护与保养	- 151 -
思考题	- 159 -

第十章

船用回声测深仪

- 160 -





第一节	回声测深仪基本原理.....	- 160 -
第二节	回声测深仪设备.....	- 163 -
思考题		- 168 -

第十一章

船用计程仪

第一节	船用计程仪基本原理.....	- 169 -
第二节	DS-50型多普勒计程仪.....	- 172 -
思考题		- 175 -

第十二章

船载GPS卫星导航设备

第一节	GPS卫星导航系统基本原理.....	- 176 -
第二节	GPS卫星导航仪设备及接口.....	- 180 -
思考题		- 187 -

第十三章

船舶自动识别系统

第一节	自动识别系统设施及其基本原理.....	- 188 -
第二节	AIS船载设备基本操作.....	- 204 -
第三节	AIS船载设备安装与检验.....	- 208 -
思考题		- 211 -

第十四章

船载航行数据记录仪

第一节	船载航行数据记录仪配备要求及其相关国际法规.....	- 212 -
第二节	船载航行数据记录仪组成及功能.....	- 214 -
第三节	船载航行数据记录仪操作、检验与管理.....	- 219 -
思考题		- 222 -

第十五章

船舶远程识别与跟踪系统

第一节	船舶远程识别与跟踪系统基本原理.....	- 223 -
第二节	船舶远程识别与跟踪系统数据传输.....	- 229 -
第三节	船舶远程识别与跟踪系统实施与运行注意事项.....	- 231 -
思考题		- 235 -





第十六章

船舶导航雷达

第一节 雷达图像特点.....	- 236 -
第二节 雷达系统基本组成及其原理.....	- 237 -
第三节 雷达基本操作.....	- 240 -
第四节 雷达安装维护与保养及误差校正.....	- 265 -
思考题.....	- 269 -
	- 275 -

第十七章

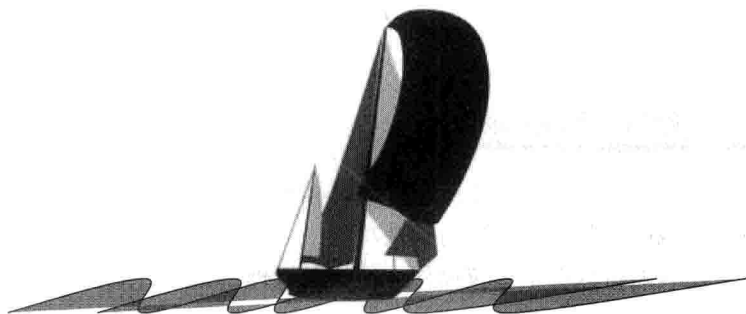
综合驾驶台系统

第一节 综合驾驶台系统与综合导航系统的基本概念和配置.....	- 277 -
第二节 综合导航系统功能.....	- 277 -
第三节 综合导航系统航行管理系统.....	- 284 -
第四节 综合导航系统接口技术.....	- 289 -
思考题.....	- 291 -
	- 295 -



参考文献

- 296 -



第一编

船舶通信系统



第一章

无线电基础知识



第一节 无线电通信概述

一、无线电通信基本概念

所谓无线电通信就是利用无线电波在一定的空间范围内进行话音、数据、文字和图像等信息的传输。从技术方面讲,无线电通信可分为模拟通信和数字通信。早期主要采用模拟通信技术,但目前数字通信技术大有取代模拟通信技术的趋势。

模拟通信是指利用正弦波的幅度、频率或相位的变化,或者利用脉冲的幅度、宽度或位置变化来模拟原始信号,以达到通信目的的一种通信手段。其特征是信息的状态随时间连续变化。模拟通信系统抗干扰能力较差,且很难做到保密通信,但该系统的设备组成较简单。在 GMDSS 中, MF/HF/VHF 无线电话通信系统属于模拟通信系统。

数字通信是指把需要传送的原始信号变成一系列(多为二进制编码)的数字脉冲信号来进行传输的一种通信手段。其特征是信息呈非连续的离散状态。从信息源输出的原始信号经编码器进行取样、量化和编码变成离散状态的数字信号再进行发射,而接收端收到信号后,由解码器把数字信号还原成原始信号。数字通信系统具有很强的抗干扰能力和检纠错能力,通信质量高,而且在系统中可采用各种规律的密码进行加密,使通信具有较高的保密性。同时,它还可与计算机系统相结合构建各种形式的数字通信网,实现快捷、高效的信息传递与交换。目前,数字通信技术已得到了广泛的应用。在 GMDSS 中, NBDP、DSC 系统以及 Inmarsat-C/F/FB 等通信系统都属于数字通信系统。

二、无线电通信系统基本组成

一个完整的通信系统应包括信息源、发送设备、传输信道、接收设备和信息宿五个基本部分,此外还存在着各种噪声作用于系统。通信系统的基本模型如图 1-1 所示。

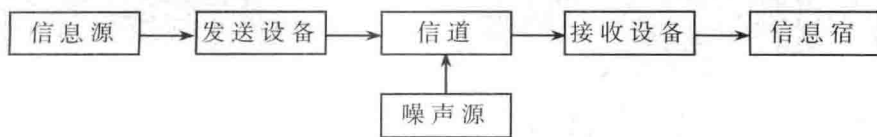


图 1-1 通信系统基本模型

信息源或称信源就是要传递的信息的来源。发送设备就是一种变换器,它把从信源送来



的信息变换成携带源信息并适合相应系统信道所能传递的电信号,再经发射机进一步将其转换(调制)到指定的频率上发射出去。信道就是信号传输的通道或称传输的媒介,它可以是有线(如电缆)的,也可以是无线(如利用空间传播的电磁波)的。接收设备相对于发射设备而言就是一种反变换器,它的作用就是将发射端传送来的电信号经过转换,恢复出源信号。信息宿或称信宿是指要传递的信息的归宿,它是信息的接收者。信宿可以是人或机器,例如人听到通信系统传递来的声音或看到的图像,机器或仪表接收数据或指令等。

三、无线电通信名词解释

(一) 音频

又称声频,是人耳所能听见的频率。通常指 15 ~ 20 000 Hz 间的频率。

(二) 话频

是指音频范围内的语言频率。在海上无线电电话通信时,话音信号的商用频率范围为 300 ~ 3 000 Hz。

(三) 射频

无线电发射机通过天线能有效地发射至空间的电磁波的频率,统称为射频。若频率太低,发射的有效性很低,故习惯上所称的射频系指 100 kHz 以上的频率。

(四) 信道

按传递信息的特性而划分的通路。

(五) 调制与解调

使信息载体的某些特性随信息变化的过程就是调制。在通信系统中,常常要在发信端对原始信号进行调制,得到便于信道传输的信号,然后在收信端完成调制的逆过程,也就是解调,还原出原始信号。

对传输的信息进行调制原因如下:

首先,为确保天线对电磁波的辐射与接收能力,天线尺寸应至少为被辐射信号波长的 1/10 以上。信号的频率越低,其波长越长。对于语音来说,其波长可在百公里以上的数量级。在此情形下,制作理想尺寸的天线显然比较困难。

其次,通信中要传递的信号频率接近,若不进行调制,则各电台所发射的信号就会混在一起,导致接收端无法选择所要接收的信号。

另外,在现代通信系统中,为了提高信道的利用率,广泛采用了多路复用技术。所谓多路复用就是采用一定的方式把要传递的多路信息变换成为具有一定规律的基带信号,然后再用同一个信道进行传输,在接收端按照这种规律对各路信号进行分离。利用调制技术可以实现信号的频谱搬移,使不同信号占据不同频率区间,达到在一个信道进行多路通信的目的。

在模拟通信系统中,基带信号通常又被称为调制信号,携带调制信号的高频信号被称为载波,调制后的信号称为已调信号或称已调波。按照随调制信号变化的高频载波参数(幅度、频率、相位)的不同,调制方式可分为振幅调制、频率调制和相位调制,或分别简称调幅(AM)、调频(FM)、调相(PM),而调频和调相又常称为“角度调制”,因为频率和相位的变化都可归结为载波角度的变化。

在数字通信系统中,实现数字调制的方法通常用键控法,即用数字基带信号去控制正弦





载波信号的振幅、频率或相位,实现移幅键控(ASK)、移频键控(FSK)和移相键控(PSK)。例如在GMDSS中的NBDP系统和DSC系统都采用了移频键控的调制方式,在Inmarsat系统中采用了相移键控的调制方式,而原海上通信中的莫尔斯电报通信方式属于移幅键控调制方式。

(六) 信号带宽与系统带宽

在实际通信中,要传递的信号是多种多样的,如语音信号、图像信号、数字信号等。对于较复杂的信号,最直观、有效的表示方法是频谱图法。所谓“频谱”就是指组成某一信号的各正弦信号分量按频率大小在频率坐标轴上的分布,或称信号在频域范围内的分布,它直观地反映了某一信号的基本特性。

信号在频率特性(频域)上分布的范围称为信号的带宽。不同性质的信号具有不同的带宽,例如,在GMDSS中MF/HF无线电话系统的基带信号带宽约为2 700 Hz。用于传输或处理信号的电路或网络称为系统。为确保信号在通信系统中不失真地传输,相应的通信系统提供的传输带宽应大于或等于所要传输信号的带宽。系统带宽的大小取决于该系统的调制方式和基带信号带宽的大小。

第二节 无线电波

一、无线电波形成与特性

根据电磁场理论,电荷的周围存在着电场,当电荷作定向运动时产生电流,在电流周围又会产生磁场。若电流大小和方向随时间变化时,将会在其周围空间产生交替变化的电磁场,当这种交替变化的频率足够高时,交替变化的电磁场将会摆脱电流的束缚向空间辐射,从而形成电磁波,即无线电波。实质上,无线电波就是由随时间变化的电场和磁场所构成,它可通过空间从一个区域传播到另一个区域,这种传播不依赖于任何媒质。

无线电波在自由空间传播的速度 $v=3\times 10^8$ m/s,电波在一个周期 T 内的传播距离称为波长,通常用 λ 表示,单位是米(m); f 表示频率,单位是赫兹(Hz),它与周期 T 互为倒数,周期 T 的单位是秒(s)。这些物理量之间的关系可用下式表示

$$\lambda=v; T=v/f \quad (1-1)$$

由于 v 是常量,所以已知 f 和 λ 两者之一,就可求出另一个量。在工程上,有时将波长50~200 m,即对应频率6 000~1 500 kHz的电波称为中短波,或称为中高频,这段频率的电波介于中波波段的的上端和短波波段的的下端之间。

二、无线电波波段划分

无线电波的频率范围很宽,按照不同范围频率的特点可划分为多个频段,或称波段。波段的划分既可按频率划分,也可按波长划分。表1-1列出了不同波段的名称、相应的波长和频率范围。

在GMDSS中,地面通信系统主要工作在MF、HF、VHF波段,其中MF/HF波段的发射范围是1.6~27.5 MHz,VHF波段的范围是156~174 MHz;卫星通信系统工作于微波波段,



如 Inmarsat 系统工作于 1.5 ~ 1.6 GHz 和 4 ~ 6 GHz 的波段。

在航海应用中，雷达主要工作在超高频上，包括 X（9 200 ~ 9 500 MHz）和 S（2 900 ~ 3 100 MHz）两个波段，波长分别为 3 cm 和 10 cm。因此，航海人员通常称上述两种设备为 3 公分雷达和 10 公分雷达。

表 1-1 无线电波波段的划分

波段名称		波长范围	频段名称	频率范围
极长波		100 000 m 以上	极低频（ELF）	3 kHz 以下
超长波		100 000 m ~ 10 000 m	甚低频（VLF）	3 kHz ~ 30 kHz
长波		10 000 m ~ 1 000 m	低 频（LF）	30 kHz ~ 300 kHz
中波		1 000 m ~ 100 m	中 频（MF）	300 kHz ~ 3 MHz
短波		100 m ~ 10 m	高 频（HF）	3 MHz ~ 30 MHz
超短波		10 m ~ 1 m	甚高频（VHF）	30 MHz ~ 300 MHz
微波	分米波	10 dm ~ 1 dm	特高频（UHF）	300 MHz ~ 3 GHz
	厘米波	10 cm ~ 1 cm	超高频（SHF）	3 GHz ~ 30 GHz
	毫米波	10 mm ~ 1 mm	极高频（EHF）	30 GHz ~ 300 GHz
	亚毫米波	1 mm 以下	超极高频（SEHF）	300 GHz 以上

三、无线电波传播主要方式

不同频率的无线电波从发射点到接收点主要有三种传播途径，即地波传播、空间波传播和电离层波（天波）传播。

（一）地波传播

地波传播是指电波沿地球表面以绕射的形式传播，它可以绕过弯曲的地球表面或障碍物，从发射端到达接收端。其传播特征如图 1-2 所示。

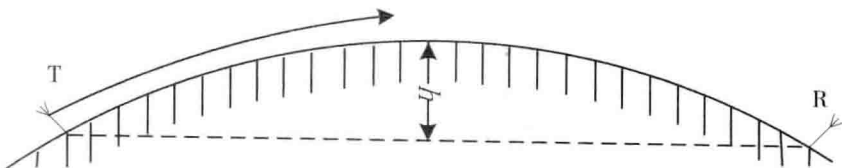


图 1-2 地波传播

通常波长越长，绕射距离越远，这是因为只有无线电波的波长与障碍物尺寸相比拟时才能发生绕射现象。由图 1-2 可以看出，由于地球曲率的存在，发射点 T 与接收点 R 之间具有等效高度为 h 的障碍物，若 T、R 两点距离越远， h 就越高，则要求产生绕射电波的波长就越长。所以只有长波、超长波和极长波可沿地球表面传播几千甚至几万千米，中波可以沿地面传播几百千米，短波沿地面传播一般不超过 100 km。超短波和微波由于波长很短，所以它们一般不能沿地球表面以绕射形式向较远的距离传播。

由于地球表面不是理想导体，所以无线电波沿地球表面传播将产生损耗，即地面对电波有吸收衰减：波长越长，损耗越小；波长越小，损耗越大。另外，地下矿藏等也会对地波传播形成影响。

（二）空间波传播

空间波是指无线电波在空间直线传播，或经地面反射传播，或经卫星中继传播，从发射端到达接收端。对于接收点的信号也可以是地面反射波和空间直射波的合成，如图 1-3 所示。

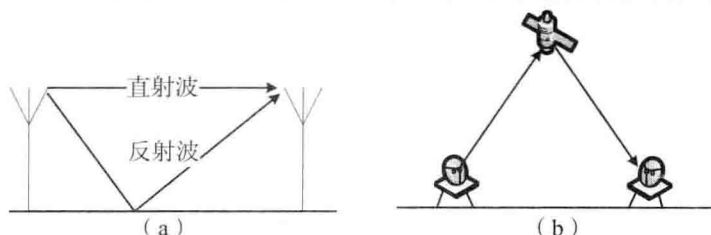


图 1-3 空间波的传播

空间波主要是直射传播。在发射功率一定的情况下，在地面上收发两点天线的高度越高，视距就越大，电波传播距离也越远。当收发距离超出视距时，由于地球曲率或障碍物的存在，空间波将被阻挡，接收端收不到信号。但实际通信中，由于空气分子的作用，信号并非绝对以直线传播，而是向地表适当弯曲，所以通信距离往往稍大于视距，此现象通常被称为“超视距”传输。短波及波长更长的中波和长波不能直射传播，而只有超短波和微波才能以空间波形式直射传播。为了实现地面上两点间远距离的传播，通常可采用地面微波接力传输或空中卫星中继传输。

（三）天波传播

电波由发射天线发出经电离层反射到达接收天线，或电波经电离层和地面的多次反射从发射端到达接收端的传播方式，称为天波（或电离层波）传播。因此，天波的传播距离较远，适合于远距离的通信。

1. 电离层的形成及其结构

地球表面大气层具有一定的厚度，由于受太阳紫外线和 X 射线的照射，大气层中一部分气体的分子将发生电离，从而产生带电的离子和自由电子，这些含有带电粒子的气体就形成了电离层。电离层存在于距地面高度为 60 ~ 300 km 的区域，在这个区域内，随其高度不同，气体分子电离的程度也不同。此外，气体电离的程度也随白天、黑夜和季节的变化而变化。一般认为，电离层可分为 D 层、E 层和 F 层，F 层又可分为 F₁ 层和 F₂ 层，其中对电波传播有显著作用的是 E 层和 F 层。电离层的基本构成如图 1-4 所示。

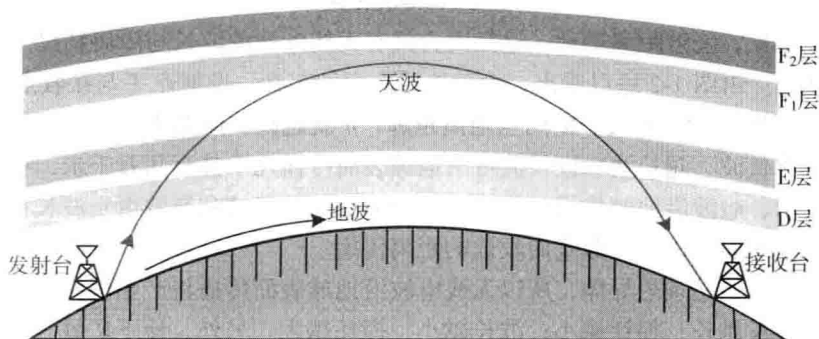


图 1-4 电离层的结构



太阳光线照射的强弱变化,将会导致电离层发生变化。D 层会在白天出现,夜间消失。F 层在夏季的白天分为两层,较低的一层称为 F_1 层,较高的一层称为 F_2 层,其中 F_1 层的变化规律和 D 层一样,白天存在,夜间消失。

2. 天波的反射与衰减

天波是通过电离层反射进行传播的,但并不是所有波段的电波均能通过电离层的反射进行传播。电波进入电离层后,游离的电子在电场的作用下将产生振荡运动,其不可避免地要与分子或离子碰撞,将其从电场中获得的能量传给离子,从而将电波的一部分能量转变为热能,导致电波在电离层中衰减,这种衰减也称为电离层的吸收。理论分析表明,无线电波频率越低,电离层的吸收作用越强。

显然,当发射的电波频率小于某一频率值 $f_{\min}$ 时,该电波将完全被电离层吸收不能返回地面,即使能返回地面,接收点的信噪比已不能满足通信的最低要求。因此,这里的 $f_{\min}$ 可认为是天波的最低可用频率。随着电波频率的提高,电波进入电离层深度逐渐加大,当发射的电波频率大于某一频率值 $f_{\max}$ 时,该电波将穿透电离层,而不能返回地面。所以,这里的 $f_{\max}$ 可认为是天波的最高可用频率。频率介于 $f_{\min}$ 和 $f_{\max}$ 两者之间的电波就可通过电离层反射传播。这个波段主要是短波波段,中波在夜间也可以天波形式传播,而其他波段的电波则不能以天波形式传播。

3. 太阳活动对电离层的影响

太阳大气经常发生大规模的运动,称为太阳活动。其中最主要的是太阳黑子和太阳耀斑,活动周期约为 11 年。太阳黑子是太阳光球表面出现的一些黑斑点,黑子有些年份多,有些年份少。太阳耀斑是太阳大气高度集中的能量释放现象,一个大耀斑可以在几分钟之内发出相当于 10 亿颗氢弹爆炸所产生的能量,它把很强的无线电波、大量的紫外线和 X 射线射出,同时抛出大量的高能粒子。通常,黑子活动增强的年份也是耀斑频繁爆发的年份,黑子所在区域的上方也是耀斑出现频率最多的区域,耀斑随黑子的变化同步起落,这是太阳活动的整体性。

太阳活动对地球的影响非常大,当太阳表面每次形成巨大黑子群和大耀斑时,将以极快的速度向宇宙空间喷射出大量的气体、电磁波和高能带电粒子,这就形成了所谓的太阳风暴。太阳风暴中的电磁波和高能带电粒子进入地球的电离层,从而引起电离层的扰动,特别是 F 层呈现混乱现象,有时也称电离层“爆变”,从而使地球上无线电短波(HF)通信受到影响,甚至出现中断。地球两极区域受影响更大,严重时会使通信设施受损。太阳风暴也会扰乱地磁场,使地球磁场突然出现“磁暴”现象,从而导致罗盘指针剧烈颤动,不能正确指示方向。

作为从事海上无线电通信的人员应充分认识太阳风暴对无线电短波通信影响的这一客观现象,及时了解有关部门对太阳活动的预测与预报,灵活恰当地选择通信手段,确保海上通信的可靠进行。

四、各波段电波传播特点

(一) 长波与中波的传播

长波和超长波由于频率低,波长长,所以它们仅能以地波形式传播。理论上,在发射功率足够高、天线尺寸足够大的情况下,长波和超长波可以绕过地球表面的各种障碍物,可在





几千到几万千米范围内稳定传播。

相对于长波而言,中波的波长较短,所以沿地面绕射传播的能力较差,传播距离较近,一般可达几百千米的距离。在白天,中波能穿过电离层的D层,并被其大量吸收,电波信号基本不能从电离层反射回地面,接收端的信号几乎完全依靠地波,所以在白天中波仅能以地波形式传播。在夜间,电离层的D层消失,E层对中波吸收较小,中波可通过E层反射回地面,因此,夜间中波既可以地波形式传播又可以天波形式传播。白天地波传播达不到的地方,到晚上可通过天波传播达到,故中波发射台夜间覆盖范围较白天范围大。例如,后面将要涉及的中频NAVTEX(Navigational Telex)广播。

中波传播存在一定的衰落现象。所谓衰落现象是指接收点信号强度无规则变化,忽大忽小。产生衰落的原因是由于信号的多径传播造成的。夜间,在天波和地波同时存在的区域,由于天波的波程随电离层电子和离子浓度或电离层高度的变化而时刻变化,接收点的天波信号相应也随之变化,但地波信号较稳定。因此,在接收点天波和地波叠加时,合成信号场强在不断改变。当地波同相时,合成信号场强最大;反相时,合成信号场强最小。这样接收端就出现了信号强度忽大忽小的现象,从而产生了衰落。

(二) 短波的传播

短波既可以地波形式传播又可以天波形式传播,但由于短波波长较短,频率高,沿地面绕射传播的能力差,且地面对该波段电波吸收强烈,衰减很快,在陆地的传播距离一般不超过100 km,所以短波主要以天波形式传播。由于短波的频率较高,在电离层中的损耗减小,可借助于电离层进行一次或多次反射到达接收端,实现远距离通信。通常情况下,短波能够穿过E层,经F层反射。电波的损耗主要发生在E层,电波在电离层内的衰减与频率有关,频率越高,衰减越小。短波传播具有如下特点:

1. 传播距离远,但信号不稳定

短波信号通过电离层反射进行跃距传输,通信距离可达数千海里。但电离层的变化也直接影响短波的传播效果,导致同一频率的短波信号夜间要比白天传播的距离远。通常,要实现相同距离的通信,白天应使用较高的发射频率,夜间应使用较低的频率。

2. 传播过程存在衰落现象

短波经电离层的F层进行反射传播,由于F层不像反射中波的E层那样稳定,所以短波通信中的衰落现象比中波通信要严重。短波通信衰落是经电离层反射的不同路径天波在接收端叠加所引起的。

3. 存在寂静区,或称通信盲区

短波信号同时以地波和天波两种形式传播。但因其频率高、波长短,导致其地波衰减快,传播距离近,通常地波传播距离在陆地不超过100 km,在海上也不超过150 n mile。而天波是以电离层反射的形式跃距传播,其反射到地面的最近点通常会超过地波传播的最远点,因而在两者之间就出现了一段无信号的寂静区。

(三) 超短波和微波的传播

超短波和微波在传播特性上虽有一些差别,但基本上是相同的。由于它们的频率太高,通常不能被电离层反射回地面,而是穿过电离层向太空传播,因而不能依靠电离层的反射实现通信。同时,由于它们的波长很短,地波传播衰减极大,所以也不能像中波、长波那样以

