

教育部高等学校教育技术学专业教学指导委员会组织编写

教育技术学专业系列教材

远程教育卫星资源 接收与利用

Receiving and
Using of Distance Education
Resources by Satellite

郭绍青 李 华 吴永红 编著



高等教育出版社
Higher Education Press

中国远程教育出版集团 中国远程教育出版集团 中国远程教育出版集团 中国远程教育出版集团

远程教育卫星资源 接收与利用

廖建忠 主编
廖建忠 廖建忠 廖建忠 廖建忠
廖建忠 廖建忠 廖建忠 廖建忠

中国远程教育出版集团 中国远程教育出版集团



中国远程教育出版集团
China Distance Education Publishing Group

教育部高等学校教育技术学专业教学指导委员会组织编写

教育技术学专业系列教材

远程教育卫星资源 接收与利用

郭绍青 李 华 吴永红 编著

高等教育出版社

00-80531 号

序

众所周知,运用现代教育技术,促进各级各类教育的改革与发展,已经成为当今世界各国教育改革的主要趋势和国际教育界的基本共识。国际教育界之所以会有这样的共识,是因为现代教育技术的本质是利用技术手段(特别是信息技术手段)去优化教育教学过程,从而达到提高教育教学效果、效益与效率的目标。

效果的体现是各学科教学质量的改进;

效益的体现是用较少的资金投入获取更大的产出(即培养出更多的优秀人才);

效率的体现是用较少的时间来达到教学内容和课程标准的要求。

现代教育技术所追求的这三个方面的目标,也是各级教育部门领导和校长们时时刻刻都在关注的目标。而确保这些目标的实现,正是现代教育技术的优势所在。但是技术是要靠人来掌握的,要让现代教育技术的上述优势得以发挥,需要依靠大批掌握现代教育技术理论与方法的人才(即合乎一定规格与要求的专业人才)去贯彻。而合乎一定规格与要求的专业人才只有通过规范化的专业课程设置及相关的教学内容(即教材)才能培养出来。由此可见,专业课程教材建设(尤其是专业的主干课程教材建设)的重要性。正是基于这种认识,新一届教育技术学专业教学指导委员会自 2001 年 6 月成立之日起,即开始考虑和规划本专业主干课程的教材建设问题。

自 20 世纪 90 年代中期以来,由于以多媒体和网络通信为核心的信息技术在教育领域日益广泛的应用对教育技术的理论与实践产生了深刻影响,为了反映这方面的发展与变化,教育部师范教育司于 1998—2001 年间,组织有关专家编写了一套“面向 21 世纪的教育技术学专业主干课程教材”(包含八门主干课程)。这套教材是对整个 20 世纪 90 年代教育技术理论与实践发展的全面总结,也是适应世纪交替时期实现教育改革与发展需要的产物。

进入 21 世纪以后,教育技术理论与实践又有了更大的发展。首先,国际教育技术界对于教育技术的认识在进一步深化,尤其是 Blending Learning(混合式学习)概念被赋予全新内涵以后重新提出并受到广泛的关注,不仅反映了国际教育技术界对理想学习方式看法的改变,而且反映了国际教育技术界关于教育思想与教学观念的大提高与大转变,这必将对教育技术理论与方法的研究产生重要的影响。其次,近年来兴起的教育信息化浪潮正有力地推动信息技术在各级各类教育中的广泛应用,这种应用使教育技术日益普及,从而使人们逐渐认识到教育技术对实现教育跨越式发展的巨大潜力;逐渐明确教育技术专业人员的角色定位;而教育技术的广泛实践反过来又促进教育信息化浪潮更加波澜壮阔地向前发展。这些深刻的变化都要求我们重新思考教育技术学专业人才所应具备的基本素质,重新审视教

育技术学专业人才培养的模式以及教育技术学专业的课程设置与教学内容。为此,本届教育技术学专业教学指导委员会经过认真的调查与研究,重新确定了教育技术学专业的五个研究方向(教育技术学、信息技术教育、数字媒体技术、教育软件工程和现代远程教育)和教育技术学专业本科的八门主干课程(教育技术导论、学与教的基本理论、教学系统设计、信息技术与课程整合、远程教育基础、教育技术学研究方法基础、媒体理论与实践、教育技术项目实践),并在此基础上组织相关教材的编写。

为了使这套教材能正确反映教育技术理论与实践的发展方向,能体现当前教育技术领域的国际先进水平,更好地为我国教育技术专业人才的培养服务,我们在广泛听取各方面的意见、建议和借鉴教育部师范教育司组织编写教育技术学专业主干课程教材经验的基础上,重新规划与设计了教育技术学专业八门主干课程教材和各个研究方向的基础课程教材、特色课程教材的编写工作,并采用招标的形式向全国邀请这些教材的编著者。经过高等教育出版社和其他有关方面一年多的努力,反映教育技术学理论与实践最新进展的八门专业主干课程教材和各个研究方向的基础课程教材、特色课程教材即将面世。这套教材的体系结构和内容组织较好地体现了新的教学设计思想;注重理论联系实际,融知识学习和能力培养为一体;部分主干课程采用立体式教材建设模式,构建了较丰富而开放的学习资源;而且内容都比较新颖,有的教材还是首次列入本专业课程的教学(如“信息技术与课程整合”)。因此,教师需要有一个学习和适应的过程,也对任课教师提出了更高的要求。

本套教材是集体智慧的结晶。尽管在编写过程中我们力图反映教育技术理论与实践的最新成果及发展趋势,使教材既便于教师的教也能促进学生自主地学,但教育技术学这一年轻学科的发展是如此迅速,而我们的经验和学识有限,所以教材中难免会有瑕疵,甚至可能出现一些错误,敬请读者批评指正。

教育部高等学校教育技术学专业教学指导委员会主任

何克抗

2004年岁末

前 言

近年来,现代教育理论以及现代信息技术的发展,可以说是日新月异,新理念、新技术、新方法层出不穷。教育工作者必须与时俱进,及时将新的技术与方法引入到学科建设中,以适应当前信息技术教育深入发展的需要,同时也是教育技术学科建设的需要。

随着信息技术的不断更新与飞速发展,人类社会进入了一个全新的数字化的文明时代,这为远程教育的发展提供了新的契机。为了实现科教兴国的战略,迎接知识经济的挑战,国务院批准了教育部颁布的《面向 21 世纪教育振兴活动计划》,将“现代远程教育工程”作为振兴教育的六大工程之一,更为远程教育的发展插上了腾飞的翅膀。在这种背景条件下,“远程教育卫星资源接收与利用”作为一门新兴的远程教育技能培训课程诞生了。

远程教育从 19 世纪的函授教育、20 世纪的广播电视教育发展到今天的能够综合利用网络技术、卫星通信技术、多媒体技术等开展的多媒体数据广播形式的各种远程教育模式。随着电视技术的数字化进程的推进,卫星数字电视的应用及卫星 IP 数据广播已成为卫星远程教育的主要模式。《远程教育卫星资源接收与利用》一书包含了当前的卫星接收与应用的高新技术,具有较强的实用性和针对性。

本书在编写过程中坚持以学生发展为本,重视培养学生的信息技术能力和创新精神;力求使学生通过对本课程的学习,能够全面了解和掌握“远程教育卫星资源接收与利用”所包含的基本概念、基本知识、技术和方法。培养学生在卫星远程教育节目接收、资源下载整理和资源发布方面的综合应用能力。在继承传统的同时,充分反映卫星远程教育的新成果、新发展。在教材的体系结构和内容组织上充分体现教学设计的思想,以调动学生的学习积极性,促进学生的积极思考,激发学生的潜能。注意理论联系实际,融知识传授与能力培养为一体。教材内容能够深入浅出,符合本科生教学的特点。

全书共分 4 篇。第 1 篇为基础知识,第 1、2 章简要介绍卫星通信基本知识及远程教育卫星资源平台的组成;第 2 篇为实践操作,第 3 章 ~ 第 5 章论述卫星接收天线、接收软/硬件设备的工作原理及安装使用方法;第 3 篇为资源利用,第 6 章 ~ 第 8 章论述远程教育卫星节目资源接收下载与管理利用等内容;第 4 篇为实验,紧紧围绕理论知识进行技能操作训练。

本教材理论与实践关系的处理,以理论讲授与实践操作并举,在讲授理论的同时,进行实际操作训练,其中课程三分之一的时间用于实验实践。理论讲授除了涉及一些预备知识和新知识外,主要是提高学生在现代远程教育实践活动中的能力所必需的基本知识和技能方法的应用知识。

编写人员及分工:第1、8章由郭绍青、李华编写,第2、3、6、7章由李华编写,第4、5章和实验篇由吴永红编写,郭绍青对全书进行了统稿审定。

本书在编写过程中,参考和引用了许多国、内外有关文献资料,在此向作者深致谢意。

编 者

2004年9月

目 录

第 1 篇 基础知识篇

第 1 章 卫星通信基本知识	(3)	复习思考题	(61)
1.1 卫星通信中的电波知识	(3)	第 2 章 远程教育卫星传输平台	(62)
1.1.1 电波的概念	(4)	2.1 中国教育卫星多媒体传输平台	(62)
1.1.2 电波的基本参数	(6)	2.1.1 中国教育卫星多媒体传输平台简介	(62)
1.1.3 电波的传播	(12)	2.1.2 中国教育卫星多媒体传输平台系统结构	(63)
1.1.4 电波传播中遇到的问题	(19)	2.1.3 中国教育卫星多媒体异地传送系统	(64)
1.2 卫星通信的基本知识	(22)	2.1.4 双向非平衡交互教学系统	(66)
1.2.1 卫星通信发展简史	(22)	2.2 中国教育卫星多媒体传输平台资源	(68)
1.2.2 卫星通信及其业务	(25)	2.2.1 开展卫星远程教育是不发达国家办大教育的战略性措施	(68)
1.2.3 同步静止通信卫星	(28)	2.2.2 中国教育卫星宽带传输网络节目资源	(69)
1.2.4 同步卫星广播	(30)	2.3 中国基础教育网	(72)
1.3 数字卫星广播	(34)	2.3.1 中国基础教育网概述	(72)
1.3.1 数字卫星广播概述	(34)	2.3.2 中国现代远程教育网	(75)
1.3.2 数字卫星通信系统	(40)	2.4 本章小结	(78)
1.3.3 VBI 卫星数据广播系统	(47)	复习思考题	(78)
1.3.4 IP 卫星数据广播系统	(49)		
1.4 远程教育资源卫星	(52)		
1.4.1 鑫诺卫星公司	(52)		
1.4.2 鑫诺 1 号卫星	(54)		
1.4.3 鑫诺 2 号卫星	(57)		
1.4.4 亚洲与亚太卫星	(57)		
1.5 本章小结	(60)		

第 2 篇 实践操作篇

第 3 章 卫星接收天线	(81)	3.2 卫星接收天线的安装、定位与调试	(91)
3.1 卫星接收天线的基本知识	(82)	3.2.1 卫星接收天线的安装	(91)
3.1.1 卫星接收天线的工作原理及分类	(82)	3.2.2 卫星接收天线的定位	(93)
3.1.2 卫星接收天线的主要参数	(87)	3.2.3 卫星接收天线的调试	(95)
3.1.3 卫星接收天线的基本结构	(90)	3.3 卫星接收天线的保养与维护	(97)

3.3.1 卫星接收天线的保养	(97)	4.4.1 功分器	(149)
3.3.2 卫星接收天线的维护	(98)	4.4.2 线路放大器	(151)
3.3.3 卫星接收天线的避雷	(99)	4.5 本章小结	(151)
3.3.4 卫星接收天线的选购	(100)	复习思考题	(152)
3.4 卫星接收天线常见故障与排除	(100)	第5章 教育卫星数据接收软件环境	(153)
3.4.1 系统硬件故障	(100)	5.1 远教 IP 数据接收系统软件	(153)
3.4.2 系统软故障	(101)	5.1.1 远教 IP 数据接收系统软件的特点	(153)
3.4.3 特殊自然现象引起的故障	(101)	5.1.2 远教 IP 数据接收系统软件的安装	(154)
3.4.4 微波干扰及预防	(103)	5.1.3 远教 IP 数据接收系统软件的功能	(154)
3.5 本章小结	(104)	5.1.4 远教 IP 数据接收系统软件常见故障及排除方法	(158)
复习思考题	(105)	5.2 以泰文件接收系统软件	(159)
第4章 教育卫星节目接收硬件环境	(106)	5.2.1 以泰文件接收系统软件的功能	(159)
4.1 教育卫星节目接收硬件系统	(106)	5.2.2 以泰文件接收系统软件的安装	(161)
4.1.1 卫星接收天线系统	(107)	5.2.3 以泰文件接收系统软件的使用	(162)
4.1.2 卫星接收机及电视音响广播系统	(107)	5.2.4 以泰文件接收系统软件常见故障及排除方法	(167)
4.1.3 卫星计算机数据接收系统	(107)	5.3 通视 DVB 文件接收系统软件	(168)
4.1.4 Internet 网络接入系统	(107)	5.3.1 通视 DVB 文件接收系统软件的功能	(168)
4.2 数字卫星接收机	(107)	5.3.2 通视 DVB 文件接收系统软件的使用	(169)
4.2.1 数字卫星接收机的工作原理	(107)	5.3.3 通视 DVB 文件接收软件常见故障及排除方法	(176)
4.2.2 同洲 CDVB-2000D 数字卫星接收机	(112)	5.4 流媒体节目的接收	(177)
4.2.3 九州 DVS-398CE 数字卫星接收机	(120)	5.4.1 流媒体节目概述	(177)
4.2.4 数字卫星接收机常见故障及排除方法	(123)	5.4.2 流媒体节目的接收	(179)
4.3 卫星数据广播节目接收卡	(125)	5.4.3 流媒体节目接收中常见故障及排除方法	(182)
4.3.1 卫星数据广播节目接收卡的工作原理	(125)	5.5 本章小结	(182)
4.3.2 同洲 CDVBAny-2030S 型卫星数据广播接收卡	(129)	复习思考题	(183)
4.3.3 通视 DVB-S 型卫星数据广播接收卡	(140)		
4.3.4 卫星数据广播接收卡常见故障及排除方法	(147)		
4.4 功分器和线路放大器	(149)		

第3篇 资源利用篇

第6章 远程教育卫星节目资源接收下载与

管理 (187)

6.1 远程教育卫星资源接收下载 (187)

6.1.1 广播电视类节目的接收 (188)

6.1.2 VBI 数据类节目的接收 (188)

下载 (188)

6.1.3 IP 数据类节目的接收下载 (188)

6.2 远程教育卫星资源管理 (190)

6.2.1 信息资源管理概述 (190)

6.2.2 音视频资源的管理 (192)

6.2.3 数据资源的管理 (192)

6.3 资源管理的法律与法规 (197)

6.3.1 知识产权法 (197)

6.3.2 著作权法 (198)

6.3.3 计算机软件保护 (200)

6.4 资源的存储技术 (202)

6.4.1 磁存储技术 (202)

6.4.2 光存储技术 (204)

6.5 本章小结 (206)

复习思考题 (207)

第7章 远程教育卫星节目资源在学校

信息化环境中的应用 (208)

7.1 单一卫星教学站点的应用 (209)

7.1.1 卫星教学站点的系统构成 (209)

7.1.2 卫星教学站点的功能特点 (209)

7.1.3 资源应用方案 (211)

7.2 校园单向闭路电视系统的应用 (211)

7.2.1 校园闭路电视系统概述 (211)

7.2.2 校园闭路电视系统基本

工作原理 (213)

7.2.3 远程教育卫星资源在系统中

的应用 (214)

7.3 校园双向闭路电视系统的应用 (216)

7.3.1 双向闭路电视系统概述 (216)

7.3.2 双向闭路电视系统基本工作

原理 (216)

7.3.3 远程教育卫星资源在系统中

的应用 (218)

7.4 计算机校园网络系统的应用 (219)

7.4.1 计算机校园网络系统概述 (219)

7.4.2 计算机校园网系统的功能

特点 (223)

7.4.3 远程教育卫星资源在系统中的

发布应用 (225)

7.5 微格教学系统的应用 (226)

7.5.1 微格教学系统概述 (226)

7.5.2 微格教学系统的功能特点 (227)

7.5.3 远程教育卫星资源在系统中

的应用 (228)

7.6 语言实验室系统的应用 (231)

7.6.1 语言实验室系统概述 (231)

7.6.2 语言实验室系统的功能

特点 (232)

7.6.3 远程教育卫星资源在系统中

的应用 (235)

7.7 多媒体教学系统的应用 (237)

7.7.1 多媒体教学系统概述 (237)

7.7.2 多媒体教学系统的功能

特点 (238)

7.7.3 远程教育卫星资源在系统中

的应用 (239)

7.8 校园公共广播系统的应用 (240)

7.8.1 校园公共广播系统概述 (240)

7.8.2 校园公共广播系统的功能

特点 (242)

7.8.3 远程教育卫星资源在系统中的

应用 (245)

7.9 本章小结 (245)

复习思考题 (246)

第8章 远程教育卫星节目资源利用 (248)

8.1 远程教育卫星资源在学校教育中的

利用 (248)

8.1.1 远程教育卫星资源在学科教学中的利用	(248)	利用	(261)
8.1.2 远程教育卫星资源与课程的整合利用	(251)	8.3.1 职业培训的特点	(261)
8.1.3 远程教育卫星资源在学科教学中的二次开发	(254)	8.3.2 职业培训资源介绍	(262)
8.2 远程教育卫星资源在成人教育中的利用	(257)	8.3.3 资源的利用	(263)
8.2.1 成人远程教育的特点	(257)	8.4 远程教育卫星资源在农村党员教育及农业技术推广中的利用	(264)
8.2.2 成人远程教育资源介绍	(258)	8.4.1 农村远程教育的意义	(264)
8.2.3 成人远程教育资源的利用	(260)	8.4.2 农村党员教育及扶贫资源	(265)
8.3 远程教育卫星资源在职业培训中的利用	(261)	8.4.3 卫星资源在农村党员教育及农业技术推广中的利用	(267)
		8.5 本章小结	(269)
		复习思考题	(270)
第 4 篇 实验篇		实验篇	
实验一 卫星接收天线的安装与调试	(273)	实验七 通视 DVB 文件接收软件的安装、设置与使用	(293)
实验二 卫星数据广播节目接收系统的安装	(276)	实验八 流媒体节目的接收与播放	(295)
实验三 卫星接收机的安装、设置与调试	(280)	实验九 远程教育卫星节目资源的管理与发布	(297)
实验四 卫星数据广播节目接收卡的安装与设置	(284)	附录	(300)
实验五 远教 IP 数据接收软件的安装、设置与使用	(287)	附录一 全国主要城市鑫诺 1 号卫星天线指向表	(300)
实验六 以泰文件接收软件的安装、设置与使用	(290)	附录二 中国教育卫星宽带网节目安排表	(302)
		参考文献	(304)

第 1 篇

基础知识篇

第1章 卫星通信基本知识

【本章学习目标】

本章主要介绍卫星通信中的电波知识;卫星通信的基本知识,包括卫星通信发展简史、数字卫星广播及远程教育卫星概况。

通过本章的学习应了解并掌握电磁波的基本概念、主要参数及传播性质;了解卫星通信发展的历史、卫星通信的基本术语及业务;熟悉卫星通信中的几个重要电参数;了解数字卫星广播,掌握 VBI、IP 卫星数据广播的基本原理、基本概念以及 IP 卫星数据广播系统的组成。

【本章内容结构】



1.1 卫星通信中的电波知识

为了理解卫星通信中电波传播的规律和学习天线的工作原理,要具有电磁场理论的知识。有关这方面的内容在相应的教材中已有论述,在本教材中不再详述。但为了学习和讨论本教材内容方便起见,对一些相关知识仅做简单介绍。

1.1.1 电波的概念

1. 什么是电波(电磁波)

电波是无线电波的简称,即电磁波,电磁波是电场强度矢量 E 或磁场强度矢量 H 的存在而引起周围空间中场的激励所产生的振动在空间的传播。根据电磁场的基本原理,不论是电场,还是磁场,都含有能量。电磁能具有一定的体密度而分布在电磁场所占据的空间。这种能量可随时间按两种过程而改变,第一,它可以在体积内变成非电磁能的其他形式(物体的内能,经常称为热能、化学能和其他能);第二,这种能量没有改变自己的电磁特性,可以从限制本体积的表面流出(或流入)。在交变电磁场里电场和磁场是不可分割开的,只要有任何电或磁的扰动发生,就会产生一连串电与磁的交替变换,实质上也是能量的交替变换。电能变磁能,磁能变电能,如此不断地变换下去,形成电磁波(电波)的传播。电磁波(电波)的范围很广,从电磁波(电波)的频谱中可以看到,电磁波(电波)可分为超长波、长波、中波、短波(如由收音机收到的无线电广播信号等)、微波(如由电视机收到的高频电视信号、卫星电视信号等),还有如医院里物理治疗用的红外线、防盗报警用远红外线探头等;日常生活中的可见光;医院消毒、杀菌用的紫外线;透视照相用的 X 射线以及穿透力极强的 γ 射线都属于电磁波(电波),电磁波(电波)同人们的工作学习和生活密切相关。卫星通信中的电波问题,只是电磁波(电波)频谱中低频段接近于超短波、高频段接近于红外线的部分,即频率范围为 300 MHz ~ 3 000 GHz 范围内的电磁波(电波),通常称为微波。

2. 微波的特点

微波的特点是相对于电磁波(电波)的其他波段而言的。

(1) 波长短

微波的波长很短(0.1 mm ~ 1 m),与地球上的一般物体的尺寸相比在同一数量级或更小。当微波照射到这些物体时,将产生显著的反射,其传播特性与几何光学相似,能像光线一样地传播和容易集中,即具有所谓“似光性”和直线传播的特点。因此,利用微波可以设计制成体积小、方向性和增益都很高的天线系统,接收来自地面或宇宙空间各种物体反射回来的微弱信号,从而确定物体的方位和距离。用这样的微波天线进行发射和接收,比起无方向性天线来,相当于把发射功率和接收功率提高 10 000 倍(40 dB)左右。因此,在微波波段,发射机一般只需要发射几瓦的功率就够了。此外,由于天线的方向性很强,通信中相互干扰的现象也就大为减弱。

(2) 频率高

微波的频率很高,即振荡周期很短(10^{-13} s ~ 10^{-9} s)。因此,低频元件和器件不再适用于微波波段,低频时一些忽略的现象和效应(如趋肤效应、辐射效应、相位滞后等)在微波情况下不能再忽略。另外,由于微波的频率很高,所以可用的频带很宽,信息的容量大。从电波频谱图中可以看出,米波波段为 300 MHz 以下的电磁波,而分米波及厘米波波段为

300 MHz ~ 30 GHz, 频带宽度为 29 700 MHz, 两者的比例为 1:99, 也就是说, 微波波段的频带占全部实用无线电波频带的 99% 以上, 在微波波段可以容纳更多的无线电台同时工作, 在微波波段, 通信设备的通频带可以做得很宽。例如, 频率为 4 000 MHz 的设备, 按照 1% 计算的通频带可达 40 MHz。由于通频带很宽, 可以利用一套收、发信设备进行路数很多的通信, 如 960 路甚至几千路电话、带有一路或几路伴音的彩色电视信号等。

(3) 穿透性好

微波频率的量子能量与一般顺磁物质在磁场作用下所产生的能级差 ($10^{-5} \sim 10^{-4}$ eV) 有着相近的数量级。当微波照射于物体 (介质) 时能够深入物质内部, 这就是微波的“穿透性”。微波可以穿过电离层, 这就为宇宙通信、外空探测、导航定位、宇宙航行以及射电天文学的研究和发展提供了必要的条件; 利用微波的穿透性, 可以研究分子和原子核的结构, 这正是近代微波波谱学和量子电子学所依据的基本物理事实。

(4) 抗干扰能力强

由于微波的波长短、频率高、穿透性好等特点, 使天电干扰、工业干扰以及太阳黑子的变化基本上对它不起作用, 更不受电离层变化的影响, 因此, 微波通信的传输质量和稳定性容易得到保证。

3. 微波的应用

微波技术是近代科学技术发展的重大成就之一, 发展极为迅速, 其发展过程大致可分为三个阶段。

第一阶段, 实验室研究阶段。1940 年以前微波的研究主要在实验室进行, 研究微波产生的方法。

第二阶段, 实际应用阶段。1940 年 ~ 1945 年微波的研究主要在于实际应用, 在此阶段产生了大量的微波电子器件, 并采用了波导和空腔谐振器。

第三阶段, 扩展应用阶段。1945 年以后是微波技术广泛发展和应用的阶段; 开辟了新的波段, 向更高频率或更短波长延伸、发展; 扩展了应用范围, 向更新、更广的领域方向发展。

微波技术的迅速发展是和它的应用密切相关的。微波的传统应用是雷达和通信。微波最早是用于雷达, 雷达是微波技术应用的典型例子。现代雷达大多数是微波雷达。利用微波工作的雷达, 可以使用较小的天线来获得很窄的波束宽度, 可以获得关于被测目标性质的更多信息。微波通信便是利用微波中继站把微波信号连续接收、发射而实现效率高、容量大的远距离通信, 两个中继站之间的典型距离为 40 km ~ 50 km。近几年来利用微波的卫星通信得到了广泛的发展和应用, 许多国家进行了 25 GHz ~ 120 GHz 频段的毫米波卫星通信的应用实践研究。

根据波段使用上的特点, 一般 S 至 Ku 波段的微波适用做以地面为基地的通信, 毫米波段则适用于空间 - 空间的通信, 近年来一些发达国家在进行采用 K 波段和 Ka 波段频率作为地面 - 卫星通信的研究开发, 以减轻微波低频段频率日益加重的拥挤状况。毫米波段的

60 GHz频段电波的大气衰减较大,非常适用于做近距离保密通信;而 90 GHz 频段的电波在大气中的衰减却很小,是窗口频段,适用于做地面-空间和远距离通信。

在工农业生产方面广泛应用微波进行加热和测量。微波加热具有部位深、速度快、加热均匀、能量转换效率高等优点,现已广泛应用于食品(微波炉)、橡胶、塑料、化学、木材加工、造纸、印刷、卷烟等工业中。在农业方面,可用微波进行灭虫、育种、干燥谷物等;在生物医学方面,微波的应用潜力很大,利用微波可以诊断一些疾病,如早期肺气肿或肺水肿,检查人脑部硬膜下的血肿,测量人的心动图等。微波还可以用来治疗疾病,如微波理疗、针灸、治疗妇科病、冷藏器官的解冻、癌症的诊断和处理等。

同时需要指出的是,大功率的微波辐射对人体是有伤害作用的。微波对人体的伤害作用主要是热效应。大剂量或长时间的微波辐射全身时,可以使人体温度升高,产生高温的生理反应,使人体组织和器官受到损伤。一般规定人体受微波照射的安全标准强度为 10 mW/cm^2 。但作为医疗用照射时间短,强度可以适当加大。人体受微波照射的允许强度约为 100 mW/cm^2 。

1.1.2 电波的基本参数

波有各种各样,在日常生活中无处不在。例如,在水中投一块石头,会激起水的波动;说话会产生声波;看到的阳光是光波;抖动绳子会产生绳子的波动等。卫星通信中无线电波是波的一种,它属于电波。下面简单介绍它的几个参数。

1. 电波频率

人们用频率 f 、波长 λ 和波速 v 来描述电磁波(电波)的性质,所谓频率 f ,就是在单位时间内电场强度矢量 E (或磁场强度矢量 H)进行完全振动的次数;波长 λ 则是在波的传播方向上相邻两个振动完全相同点之间的距离(如图 1-1);波速 v 是电磁波(电波)在单位时间内传播的距离。显然,频率 f 、波长 λ 和波速 v 之间满足如下关系:

$$v = \lambda \cdot f$$

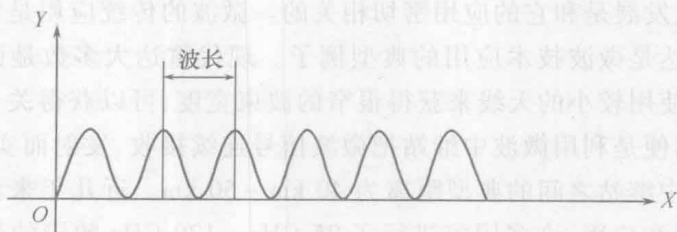


图 1-1 波长

例如,对于一个频率为 98 MHz 的调频广播节目,其波速为 $300\,000\,000 \text{ m/s}$,除以频率,波长等于 3.06 m ($1 \text{ m} = 1\,000 \text{ mm} = 1\,000\,000 \mu\text{m}$),它属于米波。当一个无线电信号的波长在