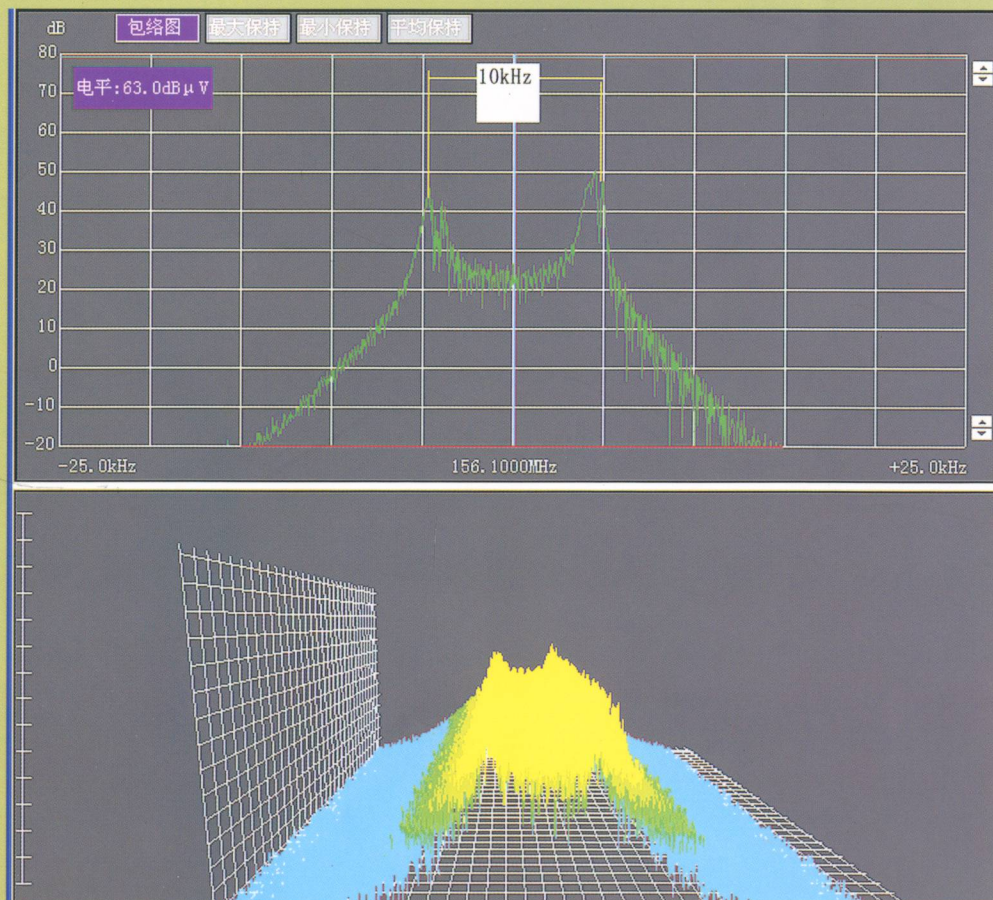


云南省无线电监测网 综合应用教程

陈德章 主 编



云南省无线电监测网 综合应用教程

陈德章 主 编

 云南大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

云南省无线电监测网综合应用教程/陈德章主编. —昆明:
云南大学出版社, 2009

ISBN 978 - 7 - 81112 - 937 - 3

I. 云… II. 陈… III. 无线电通信—信号—监测网—教材 IV. TN975

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 171354 号

239339

云南省无线电监测网综合应用教程

陈德章 主编

策划编辑 叶枫红
责任编辑 叶枫红 李 平
封面设计 丁群亚
出版发行 云南大学出版社
印 装 云南大学出版社印刷厂
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 22.875
字 数 603 千
版 次 2009 年 10 月第 1 版
印 次 2009 年 10 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978 - 7 - 81112 - 937 - 3
定 价 48.00 元

地 址: 云南省昆明市翠湖北路 2 号云南大学英华园 (邮编: 650091)

发行电话: 0871 - 5031071 5033244

网 址: <http://www.ynup.com>

E - mail: market@ynup.com

编写说明

随着信息产业的繁荣发展,特别是无线电通信从技术到应用领域的迅猛发展,无线电工作人员有许多新的知识和技能需要去学习和充实,从而适应实际工作变化发展的要求。无线电业务主要是指无线电通信业务及无线电测定业务,目前国际电联(ITU)将无线电业务分为43类。无线电业务的划分是随着无线电技术及无线电事业的发展而不断变化的,可以预见,今后无线电业务也将随着技术的进步而不断增加。随着无线电业务被广泛应用于国民经济和社会生活的各个领域,以无线电业务为核心的信息产业成为经济发展的一个重要支柱,与经济发展和人民群众的生活息息相关。为了满足无线电相关从业人员的需求,我们编写了本书。

《云南省无线电监测网综合应用教程》由云南省无线电监测中心与云南大学网络智能计算实验室联合编写。在编写过程中,由云南大学网络智能计算实验室提出教程编写的框架、结构和组织形式,以无线电监测中心提供的材料为基本素材,本着客观、真实、完整、简练的原则,进行了有针对性的摘选和撰写,在内容排列顺序上参考了国家及部分省市的相关材料。本教程共有九章,从理论和实践出发,结合无线电监测的具体工作实际,以监测和检测为主线,辅以工作中需要的基础知识、常用软件和报告模板充实内容。

本教程可作为无线电工作人员培训和考试的学习用书,也可供无线电、通信等专业的学生以及从事无线电相关工作的工程人员参考。

本书在风格上力求文字精练,图表丰富,脉络清晰,版式明快,便于在培训过程中教师对教学内容的灵活选取和学生对内容的理解。在策划编写时特别设计了一些特色版块,比如章前导读、内容提要、概念的抽取、重点提示、归纳总结和习题模块等。

本书第一章至第四章重点介绍无线电监测的基础知识、监测网结构和监测技术指标;第五章详细讲解常用的无线电检测设备和实际检测方法;第六章针对目前无线电监测工作中正在使用的各种软件系统给出系统原理介绍和应用方法概述;第七章以小型站、固定站和移动站为主体描述设备的维护;第八章介绍无线电监测、检测工作报告模板;第九章概述了无线电监测、检测工作中常用的计算机基础知识。

本书由陈德章同志主编,另外,参与本书编写的同志还有:云南省无线电监测中心的李霖、陈志钢、唐皓、靳凌、李映红、田斌;云南大学网络智能计算实验室的李浩、何婧、叶琳、李红、陈娇娇。大家共同付出了大量的时间和精力,就具体分工而言,第一章至第四章主要由李霖、李红、唐皓、李映红编写;第五章、第六章主要由何婧、叶琳、田斌编写;第七章至第九章主要由李浩、陈娇娇、陈志钢、靳凌编写。

本书的编写得到了云南大学姚绍文教授的鼓励和支持,他提出了许多宝贵的修改意见。在此,我们一并对给本书编写予以指导的所有同志表示深深的谢意。

我们将根据实际工作过程中技术的变化和新标准、新规范的出台,不断地修订和完善本书。在编写过程中,由于内容较多、时间仓促,加之我们所掌握的材料和自身水平有限,难免存在错漏和不足,如有不当之处,敬请读者批评指正。

无线电监测网综合应用教程编写委员会

2009年3月10日

序

近年来,云南省无线电管理工作紧紧围绕全面构建无线电管理法规制度、行政管理、技术监管三大体系展开,取得了可喜的成绩。作为构建技术监管体系建设的一项重大举措,云南省通过三期无线电监测网技术设施建设,在全省建成无线电监测站 150 个,共配备了技术较先进的监测设备 170 多台(套),监测网覆盖省内各机场、边界口岸、码头、重要县市及重点监测区域。监测技术设施的建设及无线电管理信息化工作的全面推进,使云南省初步形成了一个技术先进、功能齐全、网络化的无线电监测网系统。无线电监测覆盖面加大,使无线电信号和无线电台(站)的技术监管能力得到加强,无线电监管的快速反应能力、应急保障能力及设备检测能力得到全面提升,云南省无线电监测工作实现了跨越式发展。

由于新技术、新设备的大量运用和监测工作的大量增加,监测系统和监测任务日趋复杂,无线电监测技术人员的培训显得更加重要和迫切。为用好监测网,维护好监测网,监测技术人员必须掌握相应的知识和能力。而旧的教材和教学模式已不能适应新的需要,因此迫切需要建立新的教材体系。基于此种情况,《云南省无线电监测网综合应用教程》编写委员会从云南省监测网的实际出发,以通信相关专业的无线电基础理论为依托,编写了这套以无线电管理从业人员为主要对象,同时也可以扩充到其他相关行业的无线电监测网技术教程。本教程可以适应不同模式、不同层次以及不同技术方向的从业人员的需要,它除追求基本原理的正确性外,还着重于其应用性的阐述。

本教程的编写人员涉及各个不同层次与专业,包括云南大学的教学、科研人员和一线监测技术人员,他们既有理论水平又有丰富的实际经验。无线电监测实用性很强,希望本教程能在实际应用中发挥作用。相信本教程的问世将对无线电监测技术人员的培养起到一定的促进作用。

吴 洪

云南省无线电管理办公室主任

2009 年 5 月

目 录

第一章 无线电监测基础知识

1.1 无线电业务概述	(2)
1.1.1 基础知识	(2)
1.1.2 无线电通信技术	(7)
1.1.3 移动通信新技术	(7)
1.2 无线电频谱简介	(8)
1.3 ITU 简介	(8)
1.3.1 ITU 的发展过程	(8)
1.3.2 部门简介	(9)
1.4 频谱管理与频谱监测	(10)
1.4.1 频谱管理的法律法规体系	(10)
1.4.2 国家对频率管理的政策	(11)
1.4.3 无线电管理	(12)
1.4.4 频谱监测	(13)
1.4.5 电磁环境保护	(13)
1.5 频率划分	(14)
本章习题	(15)

第二章 云南省无线电监测网结构

2.1 云南省无线电监测网发展简介	(17)
2.1.1 无线电监测网	(17)
2.1.2 云南省无线电监测网主要技术设施	(19)
2.1.3 监测网建设的思路和布局	(19)
2.1.4 云南省无线电监测网建设的特点	(20)
2.2 固定监测站	(21)
2.3 小型监测站	(24)
2.4 移动监测站	(27)
本章习题	(32)

第三章 无线电监测中的测量

3.1 频率测量	(34)
3.1.1 概 念	(34)
3.1.2 固定站、移动站使用 ESMB 进行频率测量	(35)
3.1.3 小型站使用 AR-ONE 接收机进行频率测量	(35)

3.1.4 频率测量要求	(36)
3.2 场强与功率通量密度测量	(36)
3.2.1 测量与测量目的	(36)
3.2.2 测量数据和单位	(36)
3.2.3 测量设备	(37)
3.2.4 测试天线	(37)
3.2.5 电平与场强的换算	(37)
3.2.6 测量场地的选择	(37)
3.2.7 测量带宽和检波方式	(38)
3.2.8 校准	(38)
3.2.9 频谱分析仪与场强仪	(38)
3.2.10 空间电场强度与功率通量	(39)
3.2.11 测量设备	(39)
3.3 频谱占用度测量	(41)
3.3.1 频道占用度	(41)
3.3.2 频段占用度	(42)
3.3.3 频谱占用度	(42)
3.4 带宽测量	(43)
3.4.1 必要带宽	(43)
3.4.2 占用带宽	(45)
3.5 调制测量	(46)
3.6 无线电测向和定位	(48)
3.6.1 幅度测向	(48)
3.6.2 相位测向	(49)
3.6.3 幅度相位相关矢量测向和超分辨率测向	(51)
3.6.4 评价、衡量测向系统的主要技术指标	(51)
3.6.5 无线电测向定位	(53)
3.6.6 各种测向方法性能的比较	(55)
3.7 信号识别	(55)
3.7.1 识别概述	(55)
3.7.2 识别方法	(56)
3.8 信号分析	(57)
3.8.1 无线电信号分析的意义	(57)
3.8.2 信号分析在频谱监测中的应用	(57)
3.9 无线电干扰	(57)
3.9.1 无线电干扰概念	(57)
3.9.2 无线电台(站)在工作中可能产生或受到的干扰	(58)
3.9.3 无线电干扰的类型	(58)
3.9.4 无线电干扰的分级	(58)
本章习题	(58)

第四章 监测网主要监测技术及指标

4.1 监测测试接收机	(61)
4.1.1 监测接收机模块框图	(61)
4.1.2 监测接收机主要参数	(61)
4.2 监测接收机 ESMB、EM550、EB110	(65)
4.3 小型监测站	(71)
4.3.1 宽带无线电接收机 AR-ONE	(71)
4.3.2 中频分析单元 SDU5600	(73)
4.4 数字式测向机	(74)
4.5 监测天线	(77)
4.6 频谱分析仪 Agilent E4408B	(79)
本章习题	(80)

第五章 无线电检测

5.1 电磁环境测试	(82)
5.1.1 地球站电磁环境测试	(82)
5.1.2 雷达站	(93)
5.1.3 微波站	(97)
5.1.4 短波站	(103)
5.1.5 民用航空电台(站)电磁环境测试	(106)
5.2 调频发射机的检测	(110)
5.2.1 检 测	(110)
5.2.2 测 试	(111)
5.3 移动通信基站自动检测系统	(116)
5.4 广播电视发射设备的检测	(130)
本章习题	(133)
附件: 无线电检测报告模板	(134)

第六章 业务系统

6.1 无委网络拓扑结构	(151)
6.1.1 各级无线电监测站的联网方式	(151)
6.1.2 云南省无线电监测指挥控制中心网络接入方式	(151)
6.1.3 云南省无线电监测指挥控制中心网络拓扑结构	(152)
6.2 邮件系统	(152)
6.2.1 Exchange 2007 邮件系统架构	(152)
6.2.2 OWA 访问邮件	(154)
6.2.3 Outlook 访问邮件	(157)
6.2.4 使用 Outlook	(168)
6.2.5 更改密码	(169)

6.3 防病毒系统	(170)
6.3.1 趋势防病毒简介	(170)
6.3.2 整体架构	(171)
6.3.3 安装及使用	(171)
6.3.4 趋势防病毒 OfficeScan 服务器端安装	(181)
6.3.5 趋势防病毒 OfficeScan 客户端安装	(186)
6.4 VoIP 系统	(188)
6.4.1 概念、原理	(188)
6.4.2 云南省无线电监测网 VoIP 实现	(188)
6.4.3 常见故障排查	(189)
6.5 监测系统软件	(190)
6.5.1 运行环境	(190)
6.5.2 系统简介	(191)
6.5.3 登入系统	(194)
6.6 频率台(站)管理	(197)
6.6.1 运行环境	(197)
6.6.2 安装与系统配置	(198)
6.6.3 操作说明	(199)
6.7 AAA 系统	(200)
本章习题	(208)

第七章 系统的维护

7.1 小型站的维护	(210)
7.2 移动站的维护	(214)
7.2.1 天馈线系统维护	(214)
7.2.2 供电系统的维护保养	(215)
7.2.3 RX-PSC 电源控制箱的维护	(219)
7.2.4 测向系统的维护	(220)
7.2.5 监测系统的维护	(221)
7.3 固定站的维护	(222)
7.3.1 天馈线系统维护	(222)
7.3.2 供电系统的维护保养	(228)
7.3.3 工控机的维护	(230)
7.3.4 RX-AS60X 天线矩阵的维护	(234)
7.3.5 矩阵(针对 RX-AS601 六选一天线矩阵)	(235)
7.3.6 RX-RNC 智能远程控制箱的维护	(236)
7.4 Oracle 的备份与恢复	(237)
7.4.1 数据库恢复原理	(237)
7.4.2 脱机备份与恢复	(241)
7.4.3 逻辑备份与恢复	(244)

7.4.4 热备份与恢复	(252)
7.5 应用软件的维护及常见故障排除	(257)
本章习题	(283)

第八章 工作规范及监测月报

8.1 工作规范	(285)
8.1.1 云南省无线电监测规范	(285)
8.1.2 云南省无线电频谱监测统计工作规范	(298)
8.1.3 云南省无线电监测网运行维护规范	(305)
8.2 监测月报	(309)
8.3 其他工作报告的书写	(310)
8.3.1 干扰分析报告	(310)
8.3.2 不明信号监测分析报告	(312)
8.3.3 频率台(站)行政许可技术审查报告	(313)
本章习题	(315)

第九章 计算机基础知识

9.1 计算机系统基础	(317)
9.2 计算机网络基础知识	(321)
9.2.1 数据通信基础知识	(321)
9.2.2 计算机网络基础知识	(325)
9.3 网络安全	(342)
9.3.1 网络安全基础知识	(342)
9.3.2 防火墙	(343)
9.3.3 网络防病毒系统	(344)
9.3.4 数字证书	(345)
9.4 网络管理基础知识	(352)
本章习题	(354)

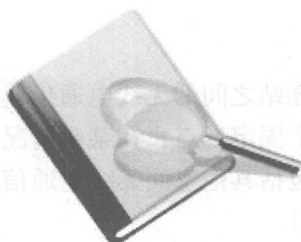
第一章 无线电监测基础知识

本章导读

无线电业务是人类对无线电波进行应用的概括，包含各类无线电通信、无线电测定、射电天文等业务。本章介绍了无线电业务、无线电频谱管理和监测的相关概念，以及ITU的发展过程和部门。

本章要点

- 无线电业务概述
- 无线电频谱简介
- ITU 简介
- 频谱管理与频谱监测





1.1 无线电业务概述

1.1.1 基础知识

无线电业务主要是指无线电通信业务及无线电测定业务,目前国际电联 ITU 将其分为 43 类。无线电业务的划分是随着无线电技术及无线电事业的发展而不断变化的,可以预见,今后无线电业务也将随着技术的进步而不断增加。随着无线电业务被广泛应用于国民经济和社会生活的各个领域,以无线电业务为核心的信息产业成为经济发展的一个重要支柱,与经济发展和人民群众的生活息息相关。

起源:1873 年,英国物理学家 J. C. 麦克斯韦在其《电学和磁学论》一书中,总结和发展了 19 世纪前期对电磁现象的研究成果,从理论上证明了电磁过程在空间是以相当于光的速度传播的,光的本质是电磁波,从而建立了电磁理论。1887 年德国物理学家 H. R. 赫兹在实验中发现了电磁波,验证了麦克斯韦的电磁理论。电磁理论的建立和电磁波的发现,为无线电通信的产生创造了条件。1895 年,意大利的马可尼和俄国的波波夫分别利用电磁波获得传递电报码的实验成功,开创了人类开发使用无线电波的新纪元。一百多年来,无线电的应用迅速扩大,已成为当今最引人注目的高新技术之一,是推动和实现信息时代及新产业革命的核心。无论探索令人神往的宇宙空间,还是深入开发人类生存之本的地球,都离不开无线电。无线电频率资源作为一种自然资源,是人类社会和经济发展的物资基础,是现代人类生存的基本要素,如同土地资源和水资源一样十分有限、十分宝贵。随着无线电通信新技术、新业务的不断推出和应用,无线电频率资源显示出更加重要的战略价值。没有无线电通信,人类社会就会立即陷于瘫痪。

一、无线电业务 (Radio services)

国际电联 ITU 将无线电业务分为以下 43 类:

1. 无线电通信业务 (radiocommunication service)

为各种电信用途所进行的无线电波的传输、发射和 (或) 接收。在本规定中,除非另有说明,无线电通信业务均指地面无线电通信。

2. 固定业务 (fixed service)

指定的固定地点之间的无线电通信业务。

3. 卫星固定业务 (fixed-satellite service)

利用一个或多个卫星在处于给定位置的地球站之间的无线电通信业务。该给定位置可以是一个指定的固定地点或指定区域内的任何一个固定地点;在某些情况下,这种业务可包括运用于卫星间业务的卫星至卫星的链路,也可包括其他空间无线电通信业务的馈线链路。

4. 航空固定业务 (aeronautical fixed service)

为航空导航安全与正常、有效和经济的空中运输,在指定的固定地点之间的无线电通信业务。

5. 卫星间业务 (inter-satellite service)

在人造地球卫星之间提供链路的无线电通信业务。

6. 空间操作业务 (space operation service)

仅与空间飞行器的操作,特别是与空间跟踪、空间遥测和空间遥令有关的无线电通信业务。上述空间跟踪、空间遥测和空间遥令功能通常是空间电台运营业务范围内的功能。

7. 移动业务 (mobile service)

移动电台和陆地电台之间,或各移动电台之间的无线电通信业务。

8. 卫星移动业务 (mobile-satellite service)

在移动地球站和一个或多个空间电台之间的一种无线电通信业务,或该业务所利用的各空间电台之间的无线电通信业务,或利用一个或多个空间电台在移动地球站之间的无线电通信业务。该业务也可以包括其运营所必需的馈线链路。

9. 陆地移动业务 (land mobile service)

基地电台和陆地移动电台之间,或陆地移动电台之间的移动业务。

10. 卫星陆地移动业务 (land mobile-satellite service)

其移动地球站位于陆地上的一种卫星移动业务。

11. 水上移动业务 (maritime mobile service)

海岸电台和船舶电台之间,或船舶电台之间或相关的船载通信电台之间的一种移动业务。营救器电台和应急示位无线电信标电台也可参与此种业务。

12. 卫星水上移动业务 (maritime mobile-satellite service)

其移动地球站位于船舶上的一种卫星移动业务。营救器电台和应急示位无线电信标电台也可参与此种业务。

13. 港口操作业务 (port operations service)

海(江)岸电台与船舶电台之间,或船舶电台之间在港口内或港口附近的一种水上移动业务。其通信内容只限于与作业调度、船舶运行和船舶安全以及在紧急情况下的人身安全等有关的信息。这种业务应排除属于公众通信性质的信息。

14. 船舶移动业务 (ship movement service)

在海岸电台与船舶电台之间,或船舶电台之间除港口操作业务以外的水上移动业务中的安全业务。其通信内容只限于与船舶行动有关的信息。这种业务应排除属于公众通信性质的信息。

15. 航空移动业务 (aeronautical mobile service)

在航空电台和航空器电台之间,或航空器电台之间的一种移动业务。营救器电台可参与此种业务,应急示位无线电信标电台使用指定的遇险与应急频率也可参与此种业务。

16. 航空移动(R)业务 [aeronautical mobile (R) service]

供主要与沿国内或国际民航航线的飞行安全和飞行正常有关的通信使用的航空移动业务。在此,R为route的缩写。

17. 航空移动(OR)业务 [aeronautical mobile (OR) service]

供主要是国内或国际民航航线以外的通信使用的航空移动业务,包括那些与飞行协调有关的通信。在此,OR为off-route的缩写。

18. 卫星航空移动业务 (aeronautical mobile-satellite service)

移动地球站位于航空器上的卫星移动业务。营救器电台与应急示位无线电信标电台也可参与此种业务。

19. 卫星航空移动 (R) 业务 [aeronautical mobile-satellite (R) service]

供主要与沿国内或国际民航航线的飞行安全和飞行正常有关的通信使用的卫星航空移动业务。

20. 卫星航空移动 (OR) 业务 [aeronautical mobile-satellite (OR) service]

供主要是国内和国际民航航线以外的通信使用的卫星航空移动业务, 包括那些与飞行协调有关的通信。

21. 广播业务 (broadcasting service)

供公众直接接收而进行发射的无线电通信业务, 包括声音的发射、电视的发射或其他方式的发射。

22. 卫星广播业务 (broadcasting-satellite service)

利用空间电台发送或转发信号, 以供公众直接接收 (包括个体接收和集体接收) 的无线电通信业务。

23. 无线电测定业务 (radiodetermination service)

用于无线电测定的无线电通信业务。

24. 卫星无线电测定业务 (radiodetermination-satellite service)

利用一个或多个空间电台进行无线电测定的无线电通信业务。这种业务可以包括其操作所需的馈线链路。

25. 无线电导航业务 (radionavigation service)

用于无线电导航的无线电测定业务。

26. 卫星无线电导航业务 (radionavigation-satellite service)

用于无线电导航的卫星无线电测定业务。这种业务可以包括其操作所必需的馈线链路。

27. 水上无线电导航业务 (maritime radionavigation service)

有利于船舶航行和船舶安全运行的无线电导航业务。

28. 卫星水上无线电导航业务 (maritime radionavigation-satellite service)

地球站位于船舶上的卫星无线电导航业务。

29. 航空无线电导航业务 (aeronautical radionavigation service)

有利于航空器飞行和航空器的安全运行的无线电导航业务。

30. 卫星航空无线电导航业务 (aeronautical radionavigation-satellite service)

地球站位于航空器上的卫星无线电导航业务。

31. 无线电定位业务 (radiolocation service)

用于无线电定位的无线电测定业务。

32. 卫星无线电定位业务 (radiolocation-satellite service)

用于无线电定位的卫星无线电测定业务。这种业务可以包括其操作所必需的馈线链路。

33. 气象辅助业务 (meteorological aids service)

用于气象 (含水文) 的观察与探测的无线电通信业务。

34. 卫星地球探测业务 (earth exploration-satellite service)

地球站与一个或多个空间电台之间的无线电通信业务, 并可包括空间电台之间的链路。在这种业务中:

- ◆由地球卫星上的有源遥感器或无源遥感器获得的有关地球特性及其自然现象的信息;
- ◆从空中或地球基地平台收集同类信息;

◆此种信息可分发给系统内的相关地球站；

◆可包括平台询问。

此种业务也可以包括其操作所需的馈线链路。

35. 卫星气象业务 (meteorological-satellite service)

用于气象的卫星地球探测业务。

36. 标准频率和时间信号业务 (standard frequency and time signal service)

为满足科学、技术和其他方面的需要而播发规定的高精度频率、时间信号（或二者同时播发）以供普遍接收的无线电通信业务。

37. 卫星标准频率和时间信号业务 (standard frequency and time signal-satellite service)

利用地球卫星上的空间电台开展与标准频率和时间信号业务相同目的的无线电通信业务。这种业务可以包括其操作所需的馈线链路。

38. 空间研究业务 (space research service)

利用空间飞行器或空间其他物体进行科学或技术研究的无线电通信业务。

39. 业余业务 (amateur service)

供业余无线电爱好者进行自我训练、相互通信和技术研究的无线电通信业务。业余无线电爱好者系指经正式批准的、对无线电技术有兴趣的人，其兴趣纯系个人爱好而不涉及谋取利润。

40. 卫星业余业务 (amateur-satellite service)

利用地球卫星上的空间电台开展与业余业务相同目的的无线电通信业务。

41. 射电天文业务 (radio astronomy service)

涉及射电天文使用的一种业务。

42. 安全业务 (safety service)

为保障人类生命和财产安全而常设或临时使用的无线电通信业务。

43. 特别业务 (special service)

在本节内未另作规定，专门为一般公益事业的特定需要而设立，且不对公众通信开放的无线电通信业务。

二、无线电频带和波段

无线电频谱可分为下面表中的 14 个频带，无线电频率以 Hz（赫兹）为单位，其表达方式为：

◆3 000kHz 以下（包括 3 000kHz），以 kHz（千赫兹）表示；

◆3MHz 以上至 3 000MHz（包括 3 000MHz），以 MHz（兆赫兹）表示；

◆3GHz 以上至 3 000GHz（包括 3 000GHz），以 GHz（吉赫兹）表示。

无线电频带划分表

带 号	频带名称	频率范围	波段名称	波长范围
-1	至低频 (TLF)	0.03Hz ~ 0.3Hz	至长波或千兆来波	10 000 ~ 1 000 兆米 (Mm)
0	至低频 (TLF)	0.3Hz ~ 3Hz	至长波或百兆来波	1 000 ~ 100 兆米 (Mm)
1	极低频 (ELF)	3Hz ~ 30Hz	极长波	100 ~ 10 兆米 (Mm)

续 表

带 号	频带名称	频率范围	波段名称	波长范围
2	超低频 (SLF)	30Hz ~ 300Hz	超长波	10 ~ 1 兆米 (Mm)
3	特低频 (ULF)	300Hz ~ 3 000Hz	特长波	1 000 ~ 100 千米 (km)
4	甚低频 (VLF)	3kHz ~ 30kHz	长波	100 ~ 10 千米 (km)
5	低频 (LF)	30kHz ~ 300kHz	中波	10 ~ 1 千米 (km)
6	中频 (MF)	300kHz ~ 3 000kHz	中波	1 000 ~ 100 米 (m)
7	高频 (HF)	3MHz ~ 30MHz	短波	100 ~ 10 米 (m)
8	甚高频 (VHF)	30MHz ~ 300MHz	米波	10 ~ 1 米 (m)
9	特高频 (UHF)	300MHz ~ 3 000MHz	分米波	10 ~ 1 分米 (dm)
10	超高频 (SHF)	3GHz ~ 30GHz	厘米波	10 ~ 1 厘米 (cm)
11	极高频 (EHF)	30GHz ~ 300GHz	毫米波	10 ~ 1 毫米 (mm)
12	至高频 (THF)	300GHz ~ 3 000GHz	丝米波或亚毫米波	10 ~ 1 丝米 (dmm)

不同波段的无线电波，其固有的传播特性也各有特点，其应用业务的传播方式也有所区别。无线电波通过多种传输方式从发射天线到接收天线，主要有自由空间波、对流层反射波、电离层波和地波。就其业务应用可将其传播方式分为以下几类：

表面波传播：电波沿着地球表面到达接收点的传播方式。电波在地球表面上传播，以绕射方式可以到达视线范围以外。地面对表面波有吸收作用，吸收的强弱与带电波的频率、地面的性质等因素有关。

天波传播：自发射天线发出的电磁波，在高空被电离层反射回来到达接收点的传播方式。电离层对电磁波除了具有反射作用以外，还有吸收能量与引起信号畸变等作用，其作用强弱与电磁波的频率和电离层的变化有关。

散射传播：利用大气层中对流层和电离层的不均匀性来散射电波，使电波到达视线以外的地方。

外层空间传播：无线电在对流层、电离层以外的外层空间中的传播方式。这种传播方式主要用于卫星或以星际为对象的通信中，以及用于空间飞行器的搜索、定位、跟踪等。自由空间波又称为直达波，是沿直线传播，用于卫星和外部空间的通信，以及陆地上的视距传播。视线距离通常为 50km 左右。

无线电波的传播特性及无线电业务的划分与无线电波段的划分是相关的。长波及更长波段的通信，能进行稳定的远距离通信，并可透入岩层和海水一定的深度，但需要有大功率发射机和庞大的天线系统。在军事通信中主要用于对潜艇通信、地下通信和海上导航等。中波通信主要用于广播，也用于航海、航空的通信及导航等。短波通信，可用较小功率进行远距离通信，相对来说设备简单，容易开设和撤收，便于机动，在军事通信中有重要作用。但其信道不够稳定，受电离层变化的影响大，也易受太阳耀斑和核爆炸的影响。超短波通信受干扰小，视距通信一般不受天候、昼夜的影响，通信较稳定。超短波用于超视距通信时有超短波接力通信、超短波散射通信和流星余迹通信三种方式。微波通信频段宽，通信容量大，受干扰小，通信较稳定。微波用于长距离通信而采用接力的方式，称为微波接力通信；利用对

流层散射传播进行通信,称为对流层散射通信;利用人造卫星进行转发,称为卫星通信(见通信卫星)。在地面上的超短波和微波视距通信,易受地形影响。

无线电的发展趋势主要有以下几个方面:开发新的频段,提高频谱的利用率,扩大通信容量;加强抗干扰能力;采用数字通信技术,提高通信的保密性和通信速率;采用微处理机技术,提高通信设备的自动化水平;采用微电子技术,缩小通信设备的体积和重量,提高机动能力;各种通信方式结合使用,组成综合的通信网。

1.1.2 无线电通信技术

当今,各种无线技术快速发展,在通信乃至广阔的经济生活领域发挥着越来越大的作用。除传统的移动通信网络外,各种无线接入技术纷纷涌现,带动了整个通信领域的繁荣。另外,包括 WiMAX、UWB、RFID、ZigBee 等无线接入技术也在办公、物流、信息化家庭等领域崭露头角。

当前无线产业发展正呈现繁荣景象,无线电通信技术的应用发展迅速。

首先是移动通信增势迅猛。数据表明,移动通信领域依然是当今乃至未来一段时间内引领通信产业发展的拉动力量,而新的数据市场的端倪也给其未来的持续增长提供了新空间。

其次是宽带无线接入前景广阔。与移动通信的快速发展相辉映,宽带无线接入技术表现出空前的繁荣景象,虽然这种繁荣还主要表现在技术的研发和创新上。如 IEEE 的 802 系列标准发展迅速,WLAN 已在全世界得到了推广应用,WiMAX 成为当今震撼整个无线通信业界的重要技术,802.20 也受到人们的关注。而且一些超宽带的无线技术表现活跃,如 UWB 的研究和标准化工作快速推进。此外,一些传统的固定无线接入技术如 3.5GHz 无线接入技术在我国也获得了一定规模商用。

目前,我国无线电管理部门密切跟踪全球宽带无线接入技术发展动态,对其频率规划进行了前瞻性研究。近年来先后规划了 2.4GHz、3.5GHz、5.8GHz、26 GHz 等频段用于宽带无线接入、蓝牙和无线局域网等多种业务,为宽带无线接入技术的发展提供了资源保障。在社会信息化进程不断推进、产业发展趋向宽带化和数据化的大背景下,各种无线接入技术获得了快速发展和应用。

1.1.3 移动通信新技术

移动通信是目前通信领域中发展最快的一种通信方式。从大区制到小区制(即蜂窝网),从模拟到数字,进展非常迅速。从 1979 年第一个模拟制蜂窝电话系统出现后,不过十年,第二代全数字蜂窝电话系统就已诞生。现在,第三代个人通信系统的方案和实验均已开始,任何人(Whoever)在任何时间(Whenever)和任何地点(Wherever)与其他任何人(Whomever)进行任何方式(Whatever)的通信(简称“5W”)的愿望将会实现。这将是一种全时空的通信,也将是 21 世纪的主要通信方式。

移动通信的范围很广。从简单的无线对讲机通信,到无绳电话、无线寻呼、汽车电话系统、集群通信系统、蜂窝网通信系统(包括 GSM、GPRS 及 CDMA 在内)等,均属于移动通信范围。

我国移动通信虽然起步较晚,但发展速度却很快,先后建立起了无线寻呼、无线电话、集群系统、蜂窝通信系统。其中,尤其是作为公用移动电话的 GSM 系统和 CDMA 系统更是得到迅猛的发展,通过不断地升级来满足我国用户对移动电话和数据业务的需求。中国移动