

中国通信学会普及与教育工作委员会推荐教材



21世纪高职高专电子信息类规划教材

21 Shiji Gaozhi Gaozhuan Dianzi Xinxilei Guihua Jiaocai

# 基站主设备 及配套设备维护

董兵 秦文胜 主编

*Electronic  
Information*

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

中国通信学会普及与教育工作委员会推荐教材



21世纪高职高专电子信息类规划教材

21 Shiji Gaozhi Gaozhuān Diānzi Xīnxīlei Guīhuā Jiāocái

# 基站主设备 及配套设备维护

董兵 秦文胜 主编



*Electronic  
Information*

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目(CIP)数据

基站主设备及配套设备维护 / 董兵, 秦文胜主编  
— 北京: 人民邮电出版社, 2013.9  
21世纪高职高专电子信息类规划教材  
ISBN 978-7-115-32520-4

I. ①基… II. ①董… ②秦… III. ①码分多址移动通信—通信设备—高等职业教育—教材 IV.  
①TN929.533

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第176897号

## 内 容 提 要

本书全面、系统地阐述了现代无线基站的基本技术和当今广泛使用的各类设备及维护技术规范,较充分地反映了当代移动通信的新技术以及应用维护知识。全书共4章,包括基站天馈系统、基站主设备、基站通信电源、配套设备测试与维护。本书结合当前基站综合维护的需求,紧扣行业标准及规范,具有较强的实用性及系统性。

本书可作为高职高专院校通信技术、移动通信技术、通信工程监理、电子信息等专业与基站相关课程的教材,也可作为相关培训教材,还可作为通信行业工程技术和维护人员的参考书。

◆ 主 编 董 兵 秦文胜

责任编辑 武恩玉

责任印制 彭志环 杨林杰

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街44号

邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京天宇星印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 15.75

字数: 474千字

2013年9月第1版

2013年9月北京第1次印刷



定价: 39.00元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

# 前言

随着移动通信市场的进一步扩大,以中国移动、中国电信、中国联通三大企业为龙头的通信产业集群已形成。目前通信行业对基站工程及维护人才的需求量巨大并且十分急迫。结合我国通信行业发展规划及通信技术业务发展趋势,为进一步促进校企合作,推动工学结合人才培养模式的改革与创新,多数高职院校在通信类专业、电子信息类专业开设基站工程课程。培养基站工程及维护技术人才是当前高职院校人才培养的重点之一。

本书共4章,包括基站天馈系统、基站主设备、基站通信电源、配套设备测试与维护。

第1章基站天馈系统,共6节。主要包括基站天线基本特性、基站传输线、基站天线的安装和维护、基站天馈线系统的测试等内容,基本涵盖基站天馈员岗位所需要的知识点和工作任务。

第2章基站主设备,共4节。主要讲述三种不同基站主设备的基本工作过程和工程维护方法,基本涵盖基站无线员岗位所需知识点和工作任务。

第3章基站通信电源,共6节。按照基站供电顺序编写,包括高低压配电、油机发电、空调设备、整流与变换设备、蓄电池等。主要讲述基站电源各设备的基本功能和组成,重点描述设备的维护方法,基本涵盖基站动力员岗位所需知识点和工作任务。

第4章配套设备测试与维护,共4节。包括接地与防雷、基站动力及环境集中监控管理系统、基站配套设备调测、基站配套设备巡检与维护。其中,基站动力及环境集中监控管理系统涵盖基站监控员岗位所需知识点和工作任务;基站配套设备调测和基站配套设备巡检与维护对基站设备的工程施工、设备调试和维护过程中的任务进行整合,形成多个具有可操作性的实训项目。

在本书编写过程中,为了更贴近企业、更符合基站工程及维护岗位需求,参考了通信行业的工程施工标准和基站维护规范,并由企业专家直接参与审核。本书坚持以就业为导向,以岗位能力培养为目标,根据基站天馈员、无线员、动力员、监控员四种工作岗位需求,合理划分各章节内容,基于工作过程,划分工作岗位所需的知识点和工作内容,采用“理论够用、突出岗位技能、重视实践操作”的编写理念,较好地体现了培养应用型人才的高职高专教育特色。本书可作为高职通信类、电子信息类等相关专业教材,亦可作为运营商、基站代维公司等企业从事基站建设、基站维护人员的参考书。全书的授课学时建议为64个学时,实验课时数为32个学时。

本书由广东轻工职业技术学院电子通信工程系董兵和秦文胜主编。其中,第2章、第4章由董兵编写,第1章、第3章由秦文胜编写。本书由中国移动通信集团广东有限公司江门分公司工程师赵敏文担任主审。参加编写的还有广东轻工职业技术学院电子通信工程系老师陈岗、成超、陈俊等。在编写过程中,参考了其他作者的资料和通信企业的相关资料,在此一并表示感谢。

由于移动通信技术发展迅速,移动通信设备更新快,虽然编者做了许多努力,但由于设备资料收集困难,加上自己的水平所限,对设备的理解及设备故障的分析难免出现偏差,对书中的错误和不足之处恳请读者批评指正。

编者

2013年5月

# 目 录

## 第 1 章 基站天馈系统 ----- 1

1.1 无线电波基础 -----	1
1.1.1 无线电波 -----	1
1.1.2 超短波的传播 -----	2
1.2 基站天线 -----	3
1.2.1 天线基本概念 -----	4
1.2.2 天馈系统组成 -----	6
1.3 基站天线基本特性 -----	8
1.3.1 天线的方向性 -----	8
1.3.2 天线的增益 -----	11
1.3.3 极化 -----	14
1.3.4 天线的其他指标 -----	16
1.3.5 天线下倾技术 -----	21
1.3.6 基站天线的类型 -----	25
1.4 基站传输线 -----	29
1.4.1 传输线结构 -----	29
1.4.2 传输线的基本特性 -----	30
1.5 移动基站天线的安装和维护 -----	33
1.5.1 天线安装规范 -----	33
1.5.2 天线参数调整 -----	36
1.5.3 塔桅与天馈系统的保养与维护 -----	37
1.6 基站天馈线系统的测试 -----	42
小结 -----	43
习题 -----	44

## 第 2 章 基站主设备 ----- 48

2.1 移动基站概述 -----	48
2.2 RBS2202 基站主设备 -----	53
2.2.1 分配交换单元 DXU -----	54
2.2.2 收发信单元 TRU -----	58
2.2.3 合成与分路单元 CDU -----	60
2.2.4 能源环境控制单元 ECU -----	76
2.2.5 设备调测 -----	83
2.3 RBS2206 基站主设备 -----	84
2.4 RBS6000 基站主设备 -----	90

小结 ----- 96

习题 ----- 97

## 第 3 章 基站通信电源 ----- 101

3.1 基站通信电源概述 -----	101
3.1.1 电源在通信基站中的组成 -----	101
3.1.2 基站通信电源的分级、要求及发展 -----	103
3.2 高低压配电 -----	105
3.2.1 高压配电系统 -----	105
3.2.2 低压配电系统 -----	110
3.2.3 高低压配电维护规程及维护保养方法 -----	114
3.3 油机发电 -----	116
3.3.1 汽油发电机组系统 -----	117
3.3.2 油机发电机的使用和维护 -----	121
3.4 空调设备 -----	123
3.4.1 空调基础知识 -----	123
3.4.2 空调器结构和工作原理 -----	128
3.5 整流与变换设备 -----	131
3.5.1 通信高频开关整流器 -----	132
3.5.2 开关电源系统简述 -----	140
3.6 蓄电池 -----	145
3.6.1 阀控蓄电池的结构与原理 -----	146
3.6.2 VRLA 蓄电池的运行与维护 -----	150
小结 -----	154
习题 -----	155

## 第 4 章 配套设备测试与维护 ----- 160

4.1 通信接地与防雷 -----	160
4.1.1 接地系统概述 -----	160
4.1.2 联合接地系统 -----	166
4.1.3 基站通信电源系统的防雷保护 -----	168
4.2 基站动力及环境集中监控系统 -----	171
4.2.1 基站监控的对象及基本结构 -----	172
4.2.2 监控系统各级功能要求 -----	179

4.2.3 监控硬件及数据采集 -----	184	<b>附录 D 固定型防酸式蓄电池容量、 放电电流、放电终止 电压 -----</b>	<b>238</b>
4.2.4 集中监控系统日常使用和维护 -----	187	<b>附录 E 10 小时放电率下的电解液 温度和蓄电池容量 --</b>	<b>239</b>
<b>4.3 基站配套设备的调测 -----</b>	<b>193</b>	<b>附录 F 动力系统故障的 基本定义 -----</b>	<b>240</b>
4.3.1 交流参数指标的测量 -----	195	<b>附录 G 低压断路器选择 方法 -----</b>	<b>241</b>
4.3.2 温升、压降的测量 -----	200	<b>附录 H 降压放电法——蓄电池 核对性放电试验 ---</b>	<b>242</b>
4.3.3 直流电源杂音电压的测量 -----	202	<b>附录 I 电力线路和常用设备的 绝缘电阻 -----</b>	<b>244</b>
4.3.4 电源设备性能的测试 -----	204	<b>参考文献 -----</b>	<b>245</b>
4.3.5 蓄电池组的测量 -----	209		
4.3.6 油机发电机组的测量 -----	218		
4.3.7 接地电阻的测量 -----	220		
4.3.8 基站空调的测试 -----	223		
<b>4.4 基站配套设备巡检与维护 -----</b>	<b>225</b>		
小结 -----	228		
习题 -----	229		
<b>附录 A 动力维护测量用的 主要仪表工具 -----</b>	<b>234</b>		
<b>附录 B 蒸馏水的标准 -----</b>	<b>235</b>		
<b>附录 C 稀硫酸调配表 -----</b>	<b>236</b>		

# 第 1 章

## 基站天馈系统

**【本章内容简介】**天馈系统是基站机房中的信号收发器件，是基站维护的重点。本章主要介绍无线电波的基础知识，天线的概念和基本特性、类型和指标，传输线基本概念，天线的选择、安装，天馈、塔桅的维护、测试基础知识。

**【本章重点难点】**天线的基本特性、天线的安装、天馈系统的维护和测试方法。

### 1.1 无线电波基础

对于利用无线电波实现终端在移动情况下进行信息交换的移动通信系统来说，了解无线电波的传播特性是非常必要的。本节主要介绍无线电波的概念及其基本特性。

#### 1.1.1 无线电波

##### 1. 什么是无线电波

无线电波是一种能量传输形式，电场和磁场在空间交替变换，向前行进。在传播过程中，电场和磁场在空间是相互垂直的，同时两者又都垂直于传播方向。无线电波传播示意图，如图 1.1 所示。

##### 2. 无线电波在空气中的传播

无线电波和光波一样，它的传播速度和传播媒质有关。无线电波在真空中的传播速度等于光速  $C = 300\,000\text{km/s}$  表示。

在传播媒质中的传播速度为

$$V_c = C / \sqrt{\epsilon} \quad (1-1)$$

式中， $\epsilon$  为传播媒质的相对介电常数。空气的相对介电常数与真空的相对介电常数很接近，略大于 1。因此，无线电波在空气中的传播速度就认为等于光速。

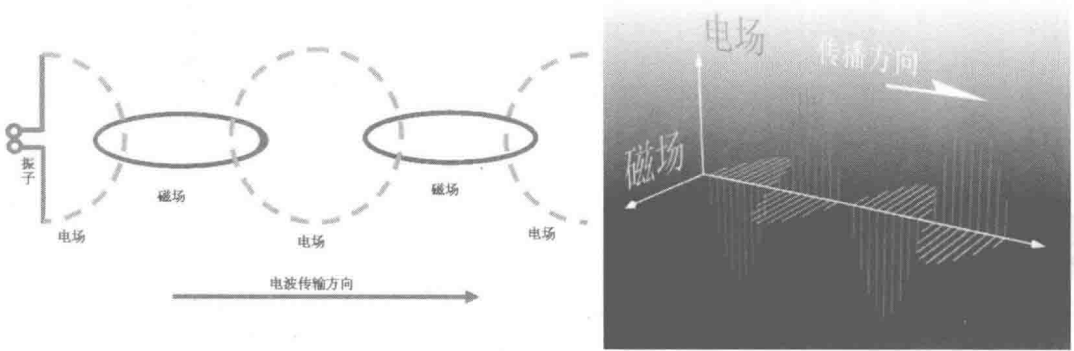


图 1.1 无线电波传播

### 3. 无线电波在传播的衰减特性

无线电波有点像一个池塘上的波纹，在传播时波会逐渐减弱，池塘波纹减弱示意图如图 1.2 所示。

### 4. 无线电波的波长、频率和传播速度的关系为

$$\lambda = V / f \quad (1-2)$$

式中， $V$  为速度，单位为  $m/s$ ； $f$  为频率，单位为  $Hz$ ； $\lambda$  为波长，单位为  $m$ 。

讨论：

- (1) 波长与频率成反比。
- (2) 同一频率的无线电波在不同的媒质中传播时，波长不同。

例如：通常使用的聚四氟乙烯型绝缘同轴射频电缆的相对介电常数  $\epsilon$  约为 2.1，因此， $V_{\epsilon} = C/1.44$ ， $\lambda_{\epsilon} = \lambda/1.44$ 。

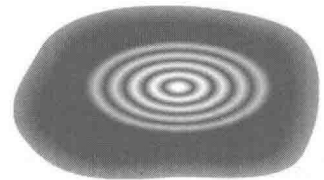


图 1.2 池塘波纹减弱

## 1.1.2 超短波的传播

无线电波的波长不同，传播特点也不完全相同。目前，GSM 和 CDMA 移动通信使用的频段都属于 UHF（特高频）超短波段，其高端属于微波。

### 1. 超短波和微波的视距传播

超短波和微波的频率很高，波长较短，它的地面波衰减很快。因此也不能依靠地面波作较远距离的传播，它主要是由空间波来传播的。空间波一般只能沿直线方向传播到直接可见的地方。在直视距离内超短波的传播区域习惯上称为“照明区”。在直视距离内超短波接收装置才能稳定地接收信号，视距传播示意图如图 1.3 所示。

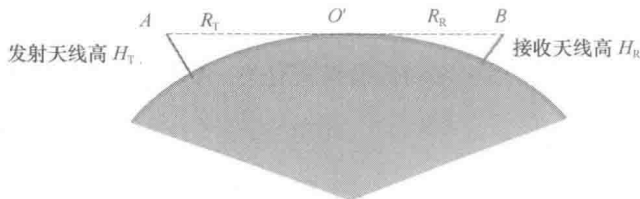


图 1.3 视距传播



直视距离和发射天线以及接收天线的高度有关,并受到地球曲率半径的影响。由简单的几何关系式可知:

$$AB = 3.57(\sqrt{H_T} + \sqrt{H_R}) \text{ (km)} \quad (1-3)$$

由于大气层对超短波的折射作用,有效传播直视距离为

$$AB = 4.12(\sqrt{H_T} + \sqrt{H_R}) \text{ (km)} \quad (1-4)$$

## 2. 电波的多径传播

电波除了直接传播外,遇到障碍物,如山丘、森林、楼房等高大建筑物,这时会产生反射。因此,到达接收天线的超短波不仅有直射波,还有反射波,这种现象就叫多径传输。电波的多径传播示意图如图 1.4 所示。

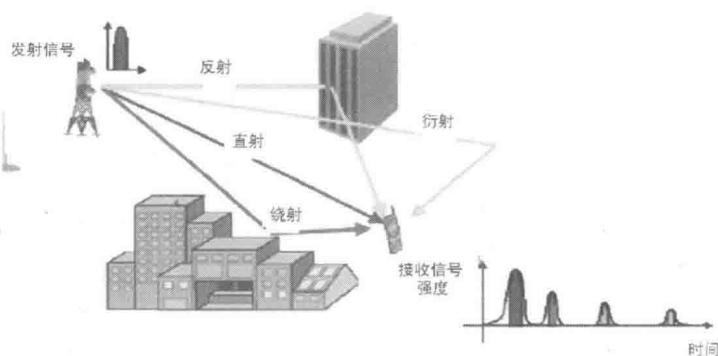


图 1.4 电波的多径传播

由于多途径传播使得信号场强分布相当复杂,波动很大,也由于多径传输的影响,会使电波的极化方向发生变化。因此,有的地方信号场强增强,有的地方信号场强减弱。另外,不同的障碍物对电波的反射能力也不同,如钢筋水泥建筑物对超短波的反射能力比砖墙强。应尽量避免多径传输效应的影响,同时可采取空间分集或极化分集的措施加以对应。

## 3. 电波的绕射传播

电波在传播途径上遇到障碍物时,总是力图绕过障碍物,再向前传播。这种现象叫做电波的绕射。超短波的绕射能力较弱,在高大建筑物后面会形成所谓的“阴影区”。信号质量受到影响的程度不仅和接收天线距建筑物的距离及建筑物的高度有关,还和频率有关。例如,一个建筑物的高度为 10m,在距建筑物 200m 处接收的信号质量几乎不受影响,但在距建筑物 100m 处,接收信号场强将比无高楼时明显减弱。这时,如果接收的是 216~223MHz 的电视信号,接收信号场强比无高楼时减弱 16dB,当接收 670MHz 的电视信号时,接收信号场强将比无高楼时减弱 20dB。如果建筑物的高度增加到 50m 时,则在距建筑物 1000m 以内,接收信号的场强都将受到影响,并有不同程度的减弱。也就是说,频率越高,建筑物越高、越近,影响越大。相反,频率越低,建筑物越矮、越远,影响越小。

因此,架设天线选择基站场地时,必须按上述原则来考虑对绕射传播可能产生的各种不利因素,并努力加以避免。

# 1.2 基站天线

在对移动通信网进行规划和优化时,必须了解移动通信系统所用天线的特性,特别是基站天

线的特性和各种移动环境下的无线电波的传播特性。可以利用天线特性来改善移动通信网络的性能。例如，利用天线分集可以有效克服多径传播效应，而利用天线下倾可减小网络中的同频干扰等。另外，不同的网络结构和不同的应用环境有不同的无线电波传播特性。利用这些传播特性可以预测传播路径损耗，提高覆盖质量。本节主要包括天线的基本特性、辐射特性、类型，传输线基本概念、移动天线的技术指标、天线下倾等内容。

## 1.2.1 天线基本概念

### 1. 什么是天线

把从馈线上传下来的电信号作为无线电波发射到空间，并能收集无线电波并产生电信号的装置称为天线。天线工作示意图如图 1.5 所示。

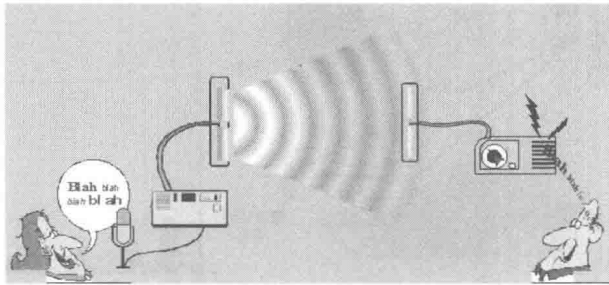


图 1.5 天线工作

### 2. 天线的作用

天线的作用是将传输线中的高频电磁能转成为自由空间的电磁波，或反之将自由空间中的电磁波转化为传输线中的高频电磁能。因此，要了解天线的特性就必然需要了解自由空间中的电磁波及高频传输线的一些相关的知识。

### 3. 天线的类型

(1) 引向天线。该天线增益高、方向性强、抗干扰、作用距离远，并且构造简单、材料易得、价格低廉、挡风面小、轻巧牢固、架设方便。电视接收天线、电梯覆盖天线多为引向天线，如图 1.6 所示。

(2) 拉杆天线。它是由一组可伸缩的金属环组成。当无线电波遇到金属物质时，其电场部分就会在金属表面感应出电流，实现电波信号到电信号的转化。便携式无线通信设备天线、收音机天线多为拉杆天线，如图 1.7 所示。

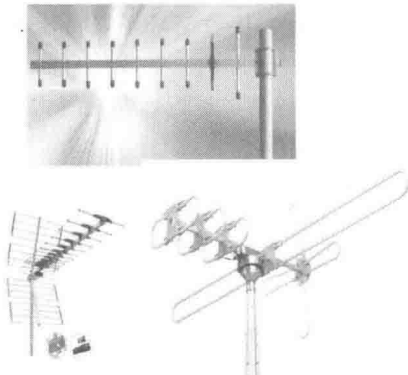


图 1.6 引向天线

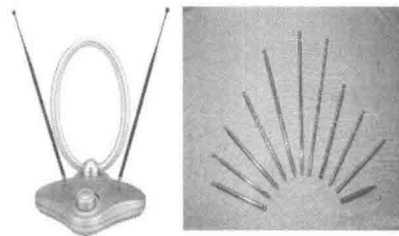


图 1.7 拉杆天线

(3) 喇叭天线。它是由波导管终端渐变张开的圆形或矩形截面的微波天线。它是一种面天线，常用于大型射电望远镜的馈源，卫星场面站的反射面天线馈源，相控阵的单元天线等，如图 1.8 所示。

(4) 微带天线。它是在一个薄介质基片上，一面附上金属薄层作为接地板，另一面用光刻腐蚀方法制成一定形状的金属贴片，利用微带线或同轴探针对贴片馈电构成的天线。它具有体积小，质量轻，低剖面，易集成等特点，多用于手机和移动通信设备天线，如图 1.9 所示。

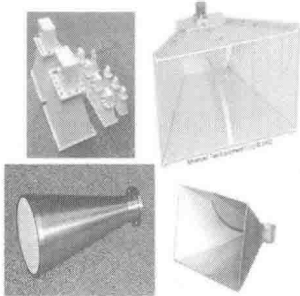


图 1.8 喇叭天线

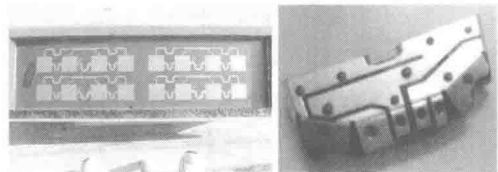


图 1.9 微带天线

(5) 通信天线。卫星接收天线，微波接力天线，宽带全向天线，移动通信天线都属于通信天线，如图 1.10 所示。

(6) 螺旋天线。它是一种具有螺旋形状的天线。它由导电性能良好的金属螺旋线组成，常用于卫星天线、遥控遥测天线等，如图 1.11 所示。



图 1.10 通信天线

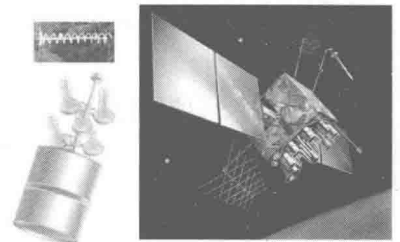
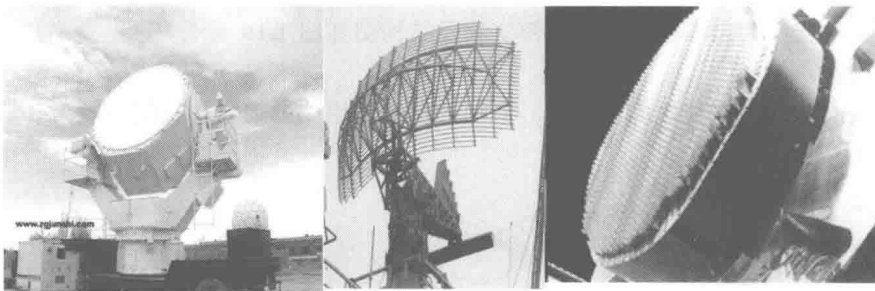


图 1.11 螺旋天线

(7) 雷达天线。雷达天线的作用是在自由空间发射和接收电磁波。在发射时，天线将回身能量集中到所要求方向的波束内，接收时天线接收回波信号中所含的能量，并送给接收机。远程相控阵雷达天线，舰载对空搜索雷达天线，机载相控阵雷达天线都属于雷达天线，如图 1.12 所示。



(a) 远程相控阵雷达 (b) 舰载对空搜索雷达天线 (c) 机载相控阵雷达天线

图 1.12 雷达天线

## 1.2.2 天馈系统组成

基站天馈系统示意图如图 1.13 所示，包括天线，馈线及天线的支撑、固定、连接、保护等部分。

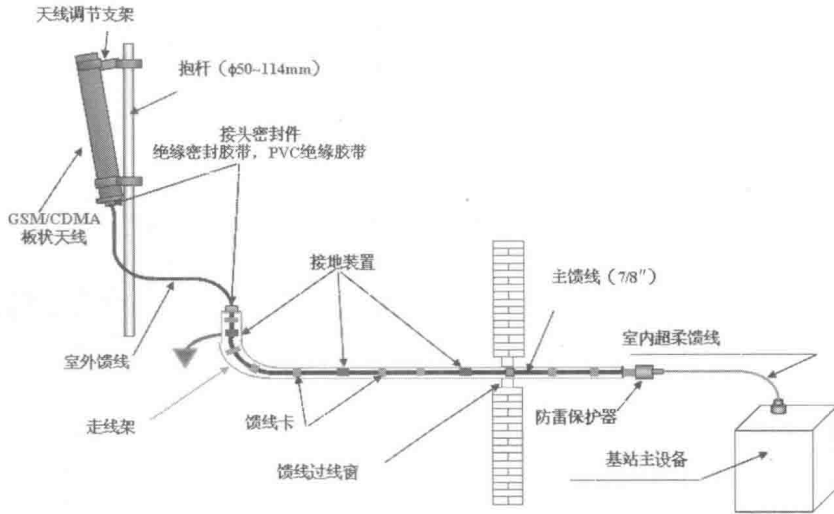


图 1.13 基站天馈系统

### 1. 天线

用于接收和发射无线电信号。基站天线实物图如图 1.14 所示。

### 2. 天线调节支架

用于调整天线的俯仰角度，范围为  $0^\circ \sim 15^\circ$ 。天线调节支架实物图如图 1.15 所示。



图 1.14 基站天线

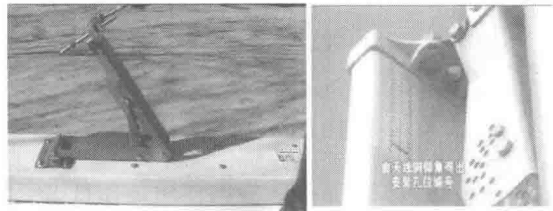


图 1.15 天线调节支架

### 3. 抱箍

用于将定向天线固定在抱杆上。抱箍实物及结构图如图 1.16 所示。

### 4. 室外跳线

用于天线与 7/8" 主馈线之间的连接。常用的跳线采用 1/2" 馈线，长度一般为 3m。室外跳线结构图如图 1.17 所示。

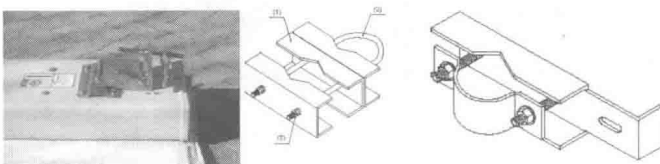


图 1.16 抱箍实物及结构



图 1.17 室外跳线结构

### 5. 接头密封件

用于室外跳线两端接头（与天线和主馈线相接）的密封。常用的材料有绝缘防水胶带（3M2228）和 PVC 绝缘胶带。接头密封件实物图如图 1.18 所示。

### 6. 接地装置（7/8"馈线接地件）

主要是用来防雷和泄流。安装时与主馈线的外导体直接连接在一起。一般每根馈线装三套，分别装在馈线的上、中、下部位，接地点方向必须顺着电流方向。接地装置实物图如图 1.19 所示。



图 1.18 接头密封件



图 1.19 接地装置

### 7. 7/8" 馈线卡（又称馈线固定夹）

用于固定主馈线，在垂直方向，每间隔 1.5m 装一个，水平方向每间隔 1m 安装一个（在室内的主馈线部分，不需要安装馈线卡，一般用尼龙白扎带捆扎固定）。常用的 7/8" 馈线卡有两种：双联和三联。双联馈线卡可固定两根馈线；三联馈线卡可固定三根馈线。馈线卡实物及结构图如图 1.20 所示。

### 8. 走线架

用于布放主馈线、传输线、电源线及安装馈线卡。走线架实物图如图 1.21 所示。

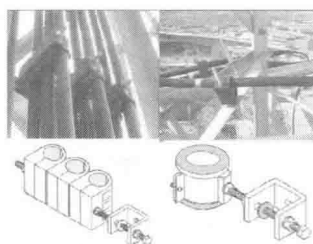
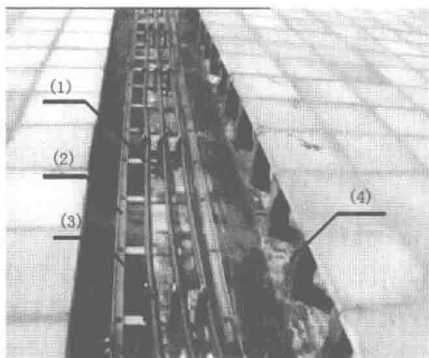


图 1.20 馈线卡实物及结构



(1) 馈线 (2) 走线架 (3) 馈线固定夹 (4) 屋顶馈线井

图 1.21 走线架

### 9. 馈线过窗器

主要用来穿过各类线缆，并可用来防止雨水、鸟类、鼠类及灰尘的进入。馈线过窗器结构及实物图如图 1.22 所示。

### 10. 室内超柔跳线

用于主馈线（经避雷器）与基站主设备之间的连接，常用的跳线采用 1/2" 超柔馈线，长度一般为 2~3m。由于各公司基站主设备的接口及接口位置有所不同，因此室内超柔跳线与主设备连接的接头规格亦有所不同，常用的接头有 7/16DIN 型、N 型，有直头、弯头。

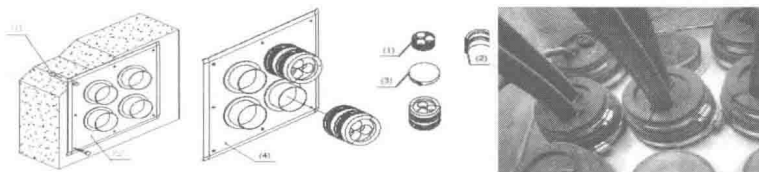


图 1.22 馈线过窗器结构

### 11. 尼龙扎带

尼龙扎带主要有两个作用。

(1) 安装主馈线时, 临时捆扎固定主馈线, 待馈线卡装好后, 再将尼龙扎带剪断去掉。

(2) 在主馈线的拐弯处, 由于不便使用馈线卡, 故用尼龙扎带固定。室外跳线也用尼龙黑扎带捆扎固定。

尼龙扎带实物图如图 1.23 所示。

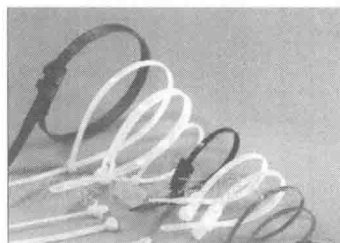


图 1.23 尼龙扎带

## 1.3 基站天线基本特性

在移动通信系统中, 基站天线的辐射特性直接影响无线链路的性能。基站天线的辐射特性主要有天线的方向性、增益、输入阻抗、驻波比、极化方式等。

### 1.3.1 天线的方向性

天线的方向性是指天线向一定方向辐射电磁波的能力。对于接收天线而言, 方向性表示天线对不同方向传来的电波所具有的接收能力。

#### 1. 方向图

(1) 方向图的定义。天线的方向图是度量天线各个方向收发信号能力的一个指标, 是以图形方式表示功率强度与夹角的关系, 以反应天线方向的选择性。

(2) 方向图的分类如下。

① 三维方向图。三维方向图是在以天线为球心的等半径球面上, 相对场强随坐标变量  $\theta$  和  $\phi$  (球面坐标系) 变化的图形。基站定向天线三维方向图, 如图 1.24 所示。

② 二维方向图。由于在具体工程设计中一般使用二维方向图, 所以一般厂家只提供二维的天线方向图。

图 1.25 所示为基站定向天线二维方向图。

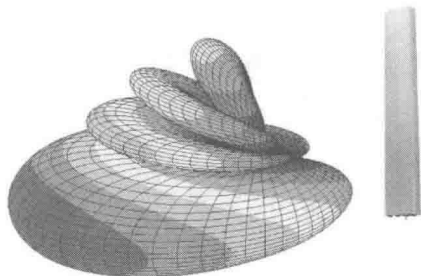


图 1.24 基站定向天线三维方向

(3) 方向图的测量及表示方法。在室内 (微波暗室) 一般采用现场测量方法: 待测天线通常都固定不动, 而让辅助天线绕待测天线在感兴趣的平面内作圆周运动, 以测取该平面的方向图。图 1.26 所示为室内天线测试系统的基本组成。测量场强振幅, 就得到场强方向图; 测量功率, 就得到功率方向图; 测量极化, 就得到极化方向图; 测量相位, 就得到相位方向图。

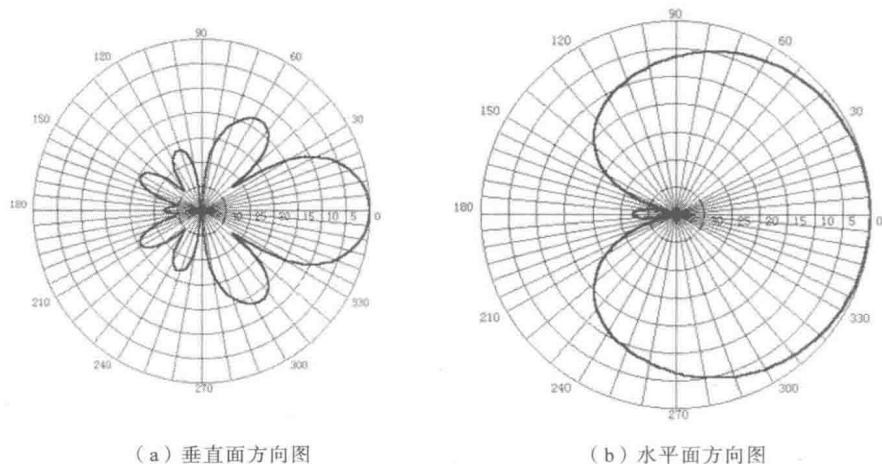


图 1.25 基站定向天线二维方向图

在实际工作中,一般只需测绘经过最大辐射方向分别与电场和磁场平行的两个正交平面方向图(即垂直面和水平面方向图,见图 1.25)。

通常方向图有极坐标和直角坐标两种表示方法,如图 1.27 所示。图 1.28 所示为直角坐标的归一化方向图。

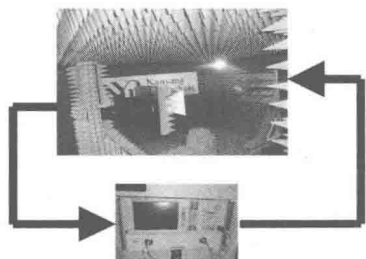


图 1.26 室内天线测试系统的基本组成

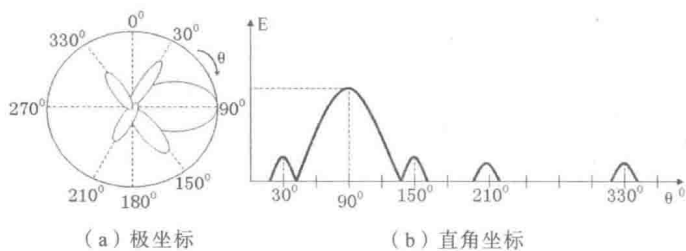


图 1.27 方向图表示方法

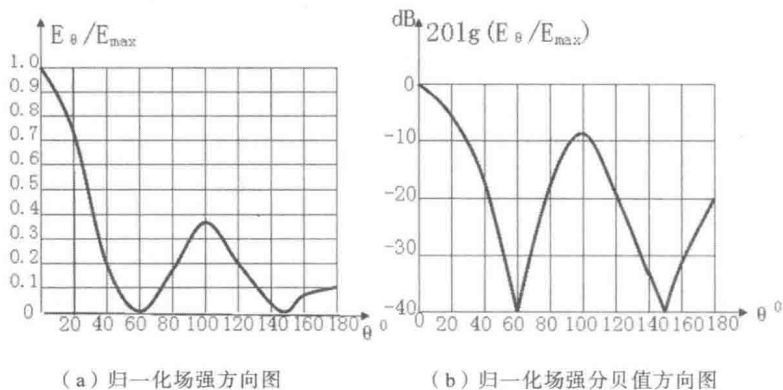


图 1.28 直角坐标的归一化方向图

在室外通常采用外测试场测量方法:待测天线作发射,且固定不动,在离开天线中心距离为

$R$  (满足远场辐射条件) 的一个预定的扇形区域内, 用经纬仪在半径为  $R$  的圆弧上选定一系列方位角测试点, 然后, 在各点进行相对场强测量, 从而得到水平平面方向图的主瓣特性。测试场测量方向图的方框图如图 1.29 所示。

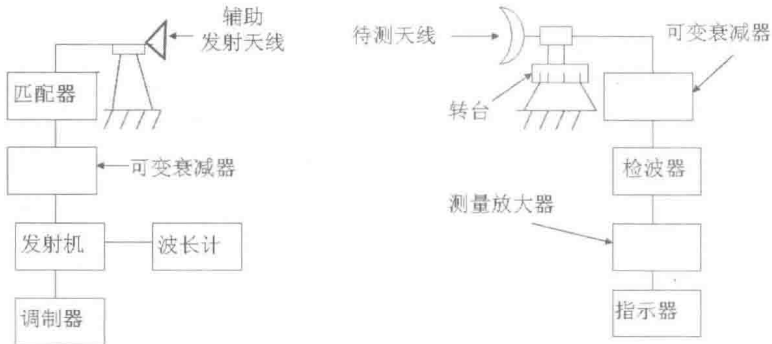


图 1.29 测试场测量方向图的方框图

## 2. 波束宽度

(1) 波束宽度定义。主瓣两半功率点间的夹角定义为天线方向图的波束宽度又称为半功率角 (或 3dB 波束宽度)。

如图 1.30 所示, 在方向图中通常都有两个瓣或多个瓣, 其中最大的瓣称为主瓣, 其余的瓣称为副瓣。主瓣瓣宽越窄, 则方向性越好, 抗干扰能力越强。

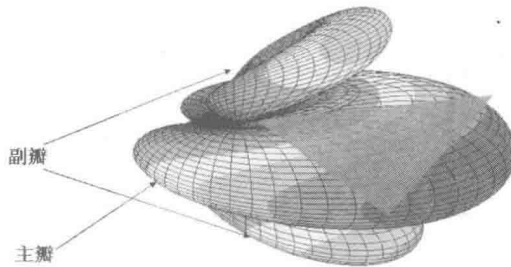


图 1.30 天线方向图的波束宽度

(2) 水平半功率角 (H-Plane Half Power beamwidth)。水平半功率角定义了天线水平平面的波束宽度。角度越大, 在扇区交界处的覆盖越好, 但当增大天线水平半功率角时, 也越容易发生波束畸变, 形成越区覆盖; 角度越小, 在扇区交界处覆盖越差。增大天线水平半功率角可以在一定程度上改善扇区交界处的覆盖, 而且相对不易产生对其他小区的越区覆盖。在市中心基站由于站距小, 天线倾角大, 应当采用水平平面的半功率角小的天线, 郊区则应选用水平平面的半功率角大的天线。方位即水平面方向图如图 1.31 所示。

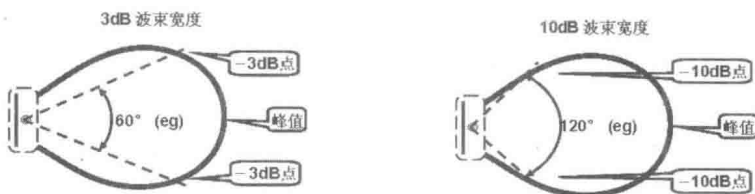


图 1.31 方位即水平面方向图



(3) 垂直半功率角 (V-Plane Half Power beamwidth)。垂直半功率角定义了天线垂直平面的波束宽度。垂直平面的半功率角越小, 偏离主波束方向时信号衰减越快, 越容易通过调整天线倾角准确控制覆盖范围。俯仰即垂直面方向图如图 1.32 所示。

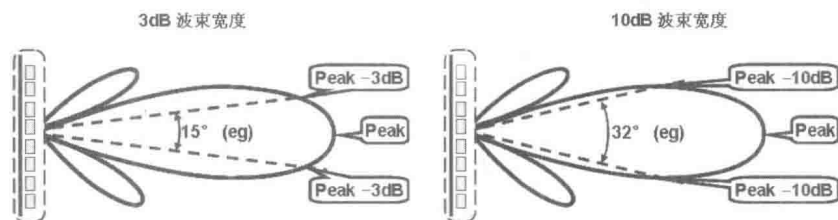


图 1.32 俯仰即垂直面方向图

### 3. 前后比

(1) 定义。前后瓣最大功率之比称为前后比。

前后比表明了天线对后瓣抑制的好坏。天线方向图中, 其值越大, 天线定向接收性能就越好。基本半波振子天线的前后比为 1, 所以对来自振子前后的相同信号电波具有相同的接收能力。

(2) 表示方法。以 dB 表示的前后比 =  $10\log(\text{前向功率}/\text{反向功率})$ , 如图 1.33 所示。

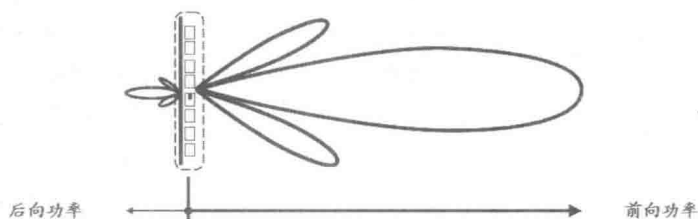


图 1.33 前后比的表示方法

(3) 前后比参数的意义。选用前后比低的定向天线, 天线的后瓣可能产生越区覆盖, 导致切换关系混乱, 容易造成掉话。一般前后比在 25~30dB, 应优先选用前后比为 30dB 的天线, 使其有一个尽可能小的反向功率。

## 1.3.2 天线的增益

### 1. 增益的定义

增益这个概念是在有源器件中有放大器时才会产生的概念。那为什么会有天线的增益呢? 天线的增益就是相对于一个等功率各向同性的辐射器, 改变了其功率的分配, 使之产生了增益。增益是指在输入功率相等的条件下, 实际天线与理想的辐射单元在空间同一点处所产生的场强的平方之比, 即功率之比。

### 2. 天线增益的意义

(1) 与天线方向图有关, 方向图主瓣越窄, 后瓣、副瓣越小, 增益越高。

(2) 用来衡量天线朝一个特定方向收发信号的能力, 它是选择基站天线最重要的参数之一。

(3) 对移动通信系统的运行质量极为重要, 因为它决定蜂窝边缘的信号电平。增加增益就可以在一确定方向上增大网络的覆盖范围, 或者在确定范围内增大增益余量。

### 3. 增益的两种表示

(1) 天线的功率增益表示在某一特定方向上能量被集中的能力。