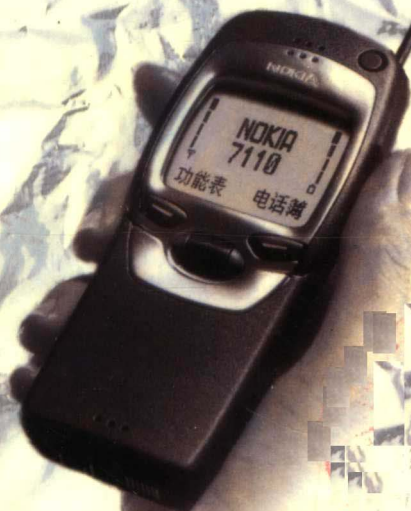


办公现代化设备检修丛书



王幼伟 编著 / 裴昌幸 主审

移动电话

故障分析与维修

河南科学技术出版社

办公现代化设备检修丛书

移动电话故障分析与维修

王幼伟 编著

裴昌幸 主审

河南科学技术出版社

内 容 提 要

本书围绕数字移动电话的故障与维修,介绍了 GSM 移动通信网及移动电话维修基础知识、故障分析及一般维修步骤,并针对摩托罗拉、爱立信、诺基亚、西门子等系列移动电话列举了大量维修实例和电路说明。

全书文字简练,内容通俗易懂,可供移动电话爱好者、从事移动电话维修的技术人员及用户参阅。

图书在版编目(CIP)数据

移动电话故障分析与维修/王幼伟编著. —郑州:河南科学技术出版社, 2000.8

(办公现代化设备检修丛书)

ISBN 7-5349-2427-8

I. 移… II. 王… III. ①移动通信-携带电话机-故障检测
②移动通信-携带电话机-维修 IV. TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 54019 号

责任编辑 孙彤 责任校对 申卫娟

河南科学技术出版社出版发行

郑州市农业路 73 号

邮政编码: 450002 电话: (0371) 5737028

河南联强印刷有限公司印刷

全国新华书店经销

开本: 850×1168 1/32 印张: 7.875 字数: 192 千字

2000 年 8 月第 1 版 2000 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1—5 000

ISBN 7-5349-2427-8/T·493 定价: 9.80 元

(凡印装质量问题影响阅读者, 请与本社发行科联系并调换)

随着电信事业，尤其是无线电移动通信的迅速发展，移动电话的售后服务与维修越来越成为广大用户和维修人员普遍关心的问题。

自 1987 年我国在珠江三角洲开通第一个移动通信系统以来，移动电话用户的年增长率平均在 100% 以上，1998 年底，我国的移动电话用户已超过 2 300 万，到 1999 年达到了 4 300 万，到 2 000 年已达 6 000 万。据专家估算，全国每月至少有 12 万部移动电话需要返回维修或检测。

被称为第二代移动通信系统的 GSM 数字移动电话网，其覆盖区域目前在我国已扩大到 325 个以上的地级市和 1 850 个县级市。同时与 37 个国家和地区的 46 家以上的 GSM 运营者开通了国际漫游业务。加上数字移动电话本身所具有的优良性能，使它理所当然地受到广大用户的欢迎，但由于数字移动电话在技术上更为复杂，也给移动电话的维修增加了难度。因此，本书以 GSM 数字移动电话的故障分析和维修技术为核心，对有关问题进行了全面的介绍和讨论。所涉及的内容主要包括维护修理的基础知识、故障及其分类、故障分析实例、电路说明和维修仪器介绍等。分析的机型以摩托罗拉、爱立信、诺基亚、西门子等系列移动电话为主，同时也加入了其他机型的局部电路。这些移动电话大多是 1998 年以来国内移动电话市场上倍受欢迎的机型，其

故障特点也具有典型性。

为了满足众多读者的需求，使本书成为维修技术人员、通信爱好者及广大用户的忠实朋友，在写作时注重实用性、系统性和知识性。

本书由西安电子科技大学王幼伟高级工程师编著，在编写过程中收集了国内许多移动电话维修专家及有关专业教师的经验介绍，以及相关资料。同时也得到了西安电子科技大学通信工程学院邬国杨教授、裴昌幸教授的支持和帮助，并由裴昌幸教授担任本书的审校和统筹工作，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，书中错误和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

1999 年 12 月

目

录

第1章 维修的基础知识	(1)
1.1 移动电话与 GSM 数字移动通信网	(1)
1.1.1 GSM 数字移动通信网概况	(1)
1.1.2 GSM 数字蜂窝网的主要技术特征	(4)
1.1.3 GSM 系统的组成与功能	(11)
1.1.4 GSM 区域、号码及信道分类	(14)
1.2 移动电话电路结构、维护及使用	(20)
1.2.1 数字移动电话电路结构	(21)
1.2.2 移动电话的日常维护及使用注意事项	(23)
1.2.3 移动电话电池简介	(24)
1.2.4 移动电话的 SIM 卡	(27)
第2章 移动电话的维修与设备	(28)
2.1 维修机构与测试	(28)
2.1.1 移动电话的维修机构	(28)
2.1.2 移动电话的测试标准	(29)
2.1.3 移动电话的测试内容	(30)
2.2 移动电话的维修测试设备	(32)
2.2.1 软件维修测试设备	(32)
2.2.2 移动电话维修的通用测试仪器和设备	

.....	(53)
2.2.3 维修设备配套使用的各种附件和工具	(55)
第3章 移动电话的故障与维修	(57)
3.1 移动电话的故障及其分类	(57)
3.1.1 移动电话的故障及其成因	(57)
3.1.2 移动电话故障的分类	(58)
3.2 移动电话维修的一般步骤	(59)
3.2.1 检查电源供电系统	(60)
3.2.2 检查 13MHz 主时钟系统	(64)
3.2.3 检查音频逻辑电路	(65)
3.2.4 检查射频接收电路	(66)
3.2.5 检查射频发射电路	(68)
3.2.6 移动电话专项指标的测试和校准	(74)
第4章 摩托罗拉系列移动电话的维修	(83)
4.1 摩托罗拉 8200 移动电话原理及维修	(83)
4.1.1 技术性能指标	(83)
4.1.2 电路组成	(85)
4.1.3 电路及故障分析	(90)
4.2 摩托罗拉 GC87 移动电话的原理及维修	(141)
4.2.1 技术性能指标	(142)
4.2.2 主要功能模块说明	(143)
4.2.3 电路原理及维修	(145)
4.3 摩托罗拉 308、328 移动电话原理及维修	(173)
4.3.1 工作原理	(174)
4.3.2 故障分析与维修	(184)
4.3.3 信号测试波形图	(199)
第5章 爱立信系列移动电话的维修	(205)

5.1 爱立信 388、398 移动电话的原理与维修	(205)
5.1.1 电源供电系统	(205)
5.1.2 液晶显示部分	(210)
5.2 爱立信 788、768 移动电话的原理与维修	(213)
5.2.1 电路工作原理	(213)
5.2.2 检修与故障分析	(213)
第 6 章 诺基亚系列移动电话的维修	(218)
6.1 诺基亚 N6110、N5110 移动电话原理与维修	(218)
6.1.1 工作原理	(218)
6.1.2 常见故障分析	(220)
6.2 诺基亚 N8110 移动电话原理与维修	(223)
6.2.1 电路组成及工作原理	(223)
6.2.2 常见故障分析	(226)
第 7 章 西门子系列移动电话的维修	(229)
7.1 西门子 S4 移动电话的原理与维修	(229)
7.1.1 电源供电系统	(229)
7.1.2 信号收发系统	(233)
7.2 西门子 S6 移动电话的原理与维修	(236)
7.2.1 电源供电电路	(237)
7.2.2 频率合成电路	(239)
附录 部分单位符号与汉字对照表	(243)

第 1 章

维修的基础知识

由于移动通信设备是将现代通信技术、计算机技术、微电子技术等现代电子技术融为一体的高科技产品,因此,要想熟练地运用现代化的检测仪器和技术手段对其故障进行检测、分析与维修,就必须尽可能全面透彻地了解与其相关的基础知识。

1.1 移动电话与 GSM 数字移动通信网

众所周知,一部移动电话要想投入使用,就必须先在运营部门登记入网。移动电话只有在入网(成为移动通信系统的终端设备)之后,才能在网络的支持下真正成为用户手中的通信工具。而我们要检测一部移动电话,看它工作是否正常,或在维修之后验证其通信质量和网络的适用性,也必须把移动电话上网作为先决条件。

可见,从移动通信的系统构成来说,移动电话和移动通信网是密切相关、不可分割的一个整体,甚至可以说移动电话是移动通信网的一个组成部分。

因此,要弄清移动电话的工作原理,必须首先对移动通信网有一个全面的了解。

1.1.1 GSM 数字移动通信网概况

GSM 数字移动通信网是近年来在全球,尤其是欧洲各国已

普遍采用的一种数字式蜂窝网。它是在第一代模拟蜂窝网的基础上发展起来的第二代移动通信网。

GSM (Group Special Mobile) 是 1982 年在欧洲成立的移动通信特别小组的简称。从 1982 年至 1985 年欧洲各国为建立全欧统一的蜂窝系统标准展开讨论, 并由该组织专门负责数字蜂窝系统标准的制定。经过不同方案的比较和试验, 各国相互达成履行规范的协议, 于 1988 年颁布了 GSM 标准, 即泛欧数字蜂窝通信标准。目前它包括两个并行的系统, 即 GSM900 和 DCS1800, 这两个系统功能相同, 工作频段分别为 900MHz 和 1 800MHz。

与此同时, 北美在原有模拟蜂窝网 AMPS 系统的基础上建立了 ADC 系统, 或称为 DAMPS 系统, 即数字式 AMPS 系统。该系统为数模兼容的蜂窝系统, 所以也叫做双模式。用户使用的移动电话为“数模双模式”移动电话。双模式数字蜂窝网于 1988 年由美国电子工业协会制订了 IS-54 标准, 并于 1992 年投入运营。

在亚洲, 日本也在 1989 年提出了一种称为 JDC 的数字蜂窝系统, 到 1993 年此系统又改名为 PDC 系统。PDC 系统在某些技术特征上与北美的 ADC 系统相似, 但它不是双模制式。

这 3 种蜂窝网的性能对比见表 1-1。

表 1-1 3 种数字蜂窝网对比

系统名称		欧洲 GSM	美国 DAMPS	日本 PDC
特 性				
营运开始时间		1991 年	1992 年	1993 年
频率 (MHz)	BS→MS	935~960	869~894	940~960
	MS→BS	890~915	824~849	810~830
多址方式		TDMA	TDMA	TDMA
双工方式		FDD	FDD	—
双工异频间隔(MHz)		45	45	130/48

续表

特 性 \ 系 统 名 称	欧洲 GSM	美国 DAMPS	日本 PDC
每频道时隙数(今/后)	8/16	3/6	3/6
小区半径(km)	0.5~35	0.5~20	0.5~20
载频间隔(kHz)	200	30	25
调制方式	GMSK	$\pi/4$ -QPSK	$\pi/4$ -QPSK
语音编码方式	RPE-LTP	VSELP	VSELP
传输速率(kbit/s)	270.833	48.6	42
话音速率(加纠错编码)(kbit/s)	22.8	13	11.2
自动漫游能力	强	次	—
保密功能	强	次	—

注：TDMA 表示时分多址方式；

GMSK 表示最小高斯移频键控；

$\pi/4$ -QPSK 表示 $\pi/4$ 正交移相键控；

RPE-LTP 表示规则脉冲激励线性预测编码；

VSELP 表示矢量和激励线性预测编码。

我国邮电部早在 1983 年 11 月就规定了使用 900MHz 频段作为移动通信的运作频带。频点为 870~889.975MHz 和 915~934.975MHz，频道间隔为 25kHz，双工通信的收发频率间隔为 45MHz。到 1984 年原邮电部又将上述频率点改为 879~898.975MHz 及 924~943.975MHz。在此基础上于 1987 年 11 月 18 日在广东正式开通了 TACS 制式的模拟蜂窝移动通信网，使移动电话用户在我国实现了零的突破。但在以后的几年中，随着移动电话用户的增加，作为第一代移动通信网的模拟网，在功能上的劣势越来越明显，不能满足用户的需要。于是进入 20 世纪 90 年代之后我国也开始在一些大中城市使用 GSM 数字移动通信网。到 1997 年我国 GSM 数字移动电话用户已超过模拟移动电话用户，占移动电话用户总数的 52% 左右。到 1998 年 4 月，我

国的 GSM 用户已超过 1 000 万。

1.1.2 GSM 数字蜂窝网的主要技术特征

GSM 数字蜂窝网是在模拟蜂窝网的基础上发展起来的。它在网络结构、设备配置和工作方式上与模拟网有很多相同或相似之处。不同的是：数字蜂窝网传输的是数字信号，在多址方式、调制技术、话音编码、信道编码和分集接收技术等方面采用了数字技术。

一、网络的组成

在网络的组成方面，GSM 系统与模拟网相同。整个系统主要由移动台（MS）、基站（BS）和移动交换中心（MSC）三大部分组成。移动台（即移动电话或车载移动台）与基站之间是用无线电波实现空中链路接口，基站与移动交换中心之间是有线电缆或光纤传输信号。移动交换中心再与公用电信交换网相连，以构成移动电话用户与固定的市话用户的连接，或通过跨区域的移动交换中心、基站实现移动电话用户之间的通信。

GSM 系统的组网方式，仍采用蜂窝小区制。小区的形状为正六边形，每个小区设置一个基站，一个基站内设有一套或多套接收、发射机。小区的覆盖范围由基站的发射功率和天线高度决定，通常为几千米。基站可架设在正六边形小区的中心，采用全向天线，称为中心激励；如果基站架设在正六边形的顶点，则应采用 120° 或 60° 的定向天线，称为顶点激励。图 1-1 为 GSM 移动通信系统示意图，图中，MS 表示移动台，BTS 表示基站收发台，BSC 表示基站控制器，OMC 表示操作维护中心，MSC 表示移动业务交换中心，SC 表示短消息中心，HLR 表示归属位置寄存器，AUC 表示鉴权中心，VLR 表示拜访位置寄存器，EIR 表示设备识别寄存器。

二、多址技术

多址技术主要是解决多用户共享系统无线资源的问题。频

率、时间、正交码是3种易于使用的资源,对应有3种基本的多址方式,即频分多址(FDMA)、时分多址(TDMA)和码分多址(CDMA)。

1. 频分多址 (FDMA):
在移动无线通信网中,如果一个小区的基站同时面对多个移动用户工作时,信道资源就显得十分宝贵。为了避免用户之间发生信道冲突,解决的办法是把通信系统的总频段划分成若干个等间隔的频道(或称信道),按需分配给不同的用户使用,这就是FDMA技术。FDMA

的频道划分如图1-2所示,低频段中的 $f_1 \sim f_n$ 是各个移动台向基站发射信号所占用的频道;而高频段中的 $F_1 \sim F_n$ 则是各个移动台接收基站信号所占用的频道。工作时基站同时利用高低两个频段所对应的频道发射和接收多个不同频率的信号,以实现双工通信。为防止同一部电台发射机对自身接收机的干扰,高低两个频道之间留有一段保护频带。图1-3为FDMA系统的工作示意

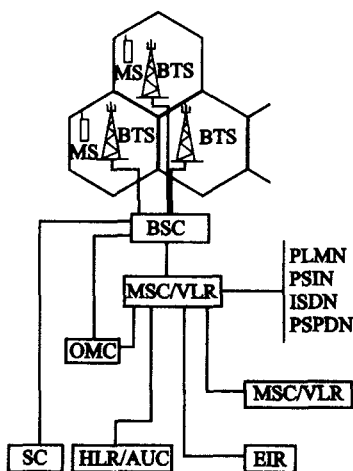


图 1-1 GSM 移动通信系统

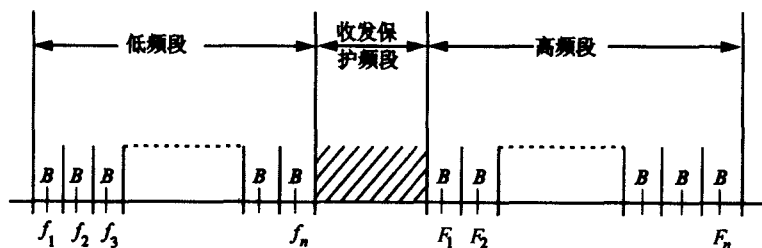


图 1-2 FDMA 的频道划分

图。移动台所占用的频道，通常是在通信建立阶段由系统控制中心临时分配的，通信结束后，移动台将退出它所占用的频道，这些频道可以重新分配给别的用户使用，以避免信道空闲造成信道资源的浪费。

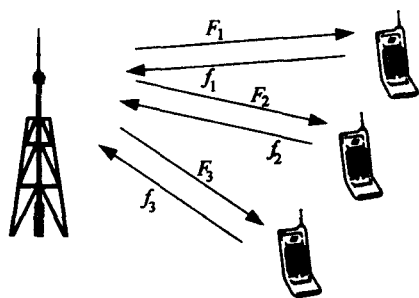


图 1-3 FDMA 系统的工作示意图

2. 时分多址 (TDMA): TDMA 是针对某一信道从利用时间资源的角度出发实现多用户传输信息的技术。其做法是把时间分割成具有重复周期性的时帧，再将每一时帧分割成若干个互不重合的时隙，然后按照时帧重复、时隙排队的方式由各个移动台在每帧指定的时隙，分别向基站发送信号。在定时同步的条件下，基站便可以分别在各个时隙中接收到各移动台的信号。TDMA 系统的工作如图 1-4 所示。

TDMA 系统和 FDMA 系统相比，其优点是：

(1) TDMA 系统的基站可以只设置一套收、发机，工作频率单一，可避免像 FDMA 系统那样因设置多套收、发机同时工作在不同频率而产生互调干扰。

(2) TDMA 系统对时隙的管理和分配比较简单，因此更容易进行时隙的动态分配。

(3) 因移动台只在指定的时隙中接收由基站发来的信息，因而在一帧的其他时隙中，可用来测量其他基站发送的信号强度，或检测网络的控制信息，这对加强通信网的控制功能，保证移动台的过区切换更为有利。

当然，要保证 TDMA 系统正常工作，也有它自身需要解决的一系列问题。根据 TDMA 系统的工作特点是以时间为基准，

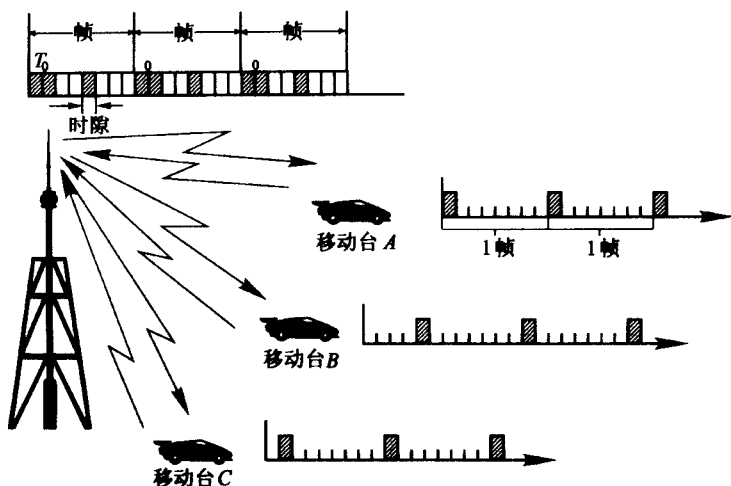


图 1-4 TDMA 系统工作示意图

因此它必须有精确的定时和同步。定时和同步是TDMA系统正常工作的前提。

在数字系统中，TDMA 系统的定时和同步是用一系列由“0”、“1”组成的时帧格式和时隙格式确定的。图 1-5 是 TDMA 系统的时隙格式示意图。

在图 1-5 中，时帧是根据通信系统的要求制定的满足信号传输所需要的重复周期。不同的通信系统，时帧长度有所不同。TDMA 蜂窝移动通信系统所用的时帧长度一般在几毫秒到几十毫秒之间。在时隙格式中，除了用户所要传输的信息之外，还设置有位同步、标志符、信令和反向传输所需要的保护时间。

传输业务信令是为了对移动台进行实时可靠的控制。传输标志符号，有的是为了区分基站的身份；有的是为了标明该时隙的位置；有的是为了区分业务信息的类型。当然标志符还可以有其他不同的用途。

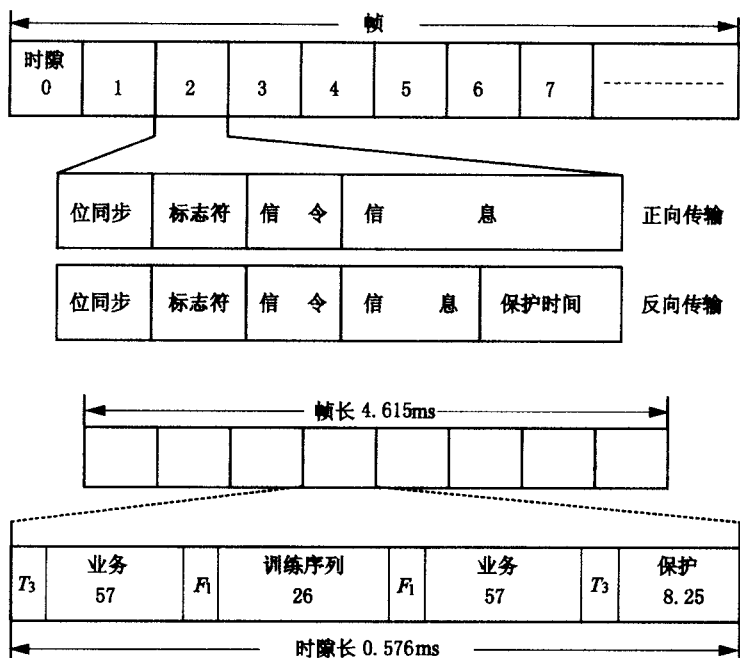


图 1-5 TDMA 系统的时隙格式示意图

设置位同步（或称比特同步）是为了使接收机正确解调，通信双方做到严格同步。而时隙格式中反向传输所设置的保护时间，是考虑移动台在随时移动中，通信距离随时变化会造成信号传播时延的随机性。为防止因此产生时隙交叠必须设置一定的保护时间。

3. 码分多址（CDMA）：以上所讲的 FDMA 系统和 TDMA 系统，已经涉及到移动通信领域中两种无线资源的分配。它们在满足当前用户数量的增加或多种综合业务的开展上都起到了十分重要的作用。但是面对未来移动通信事业的发展，仍存在着一定的局限性。因此，近年来人们开始关心与第三代移动通信系统密

切相关的一种新的多址技术，即 CDMA。

CDMA 技术是采用一组相互正交的码来区分不同的信道，以实现多用户资源共享。在 CDMA 系统中，不同的用户可以用不同的编码序列来传输各自的信号。多个 CDMA 用户信号即使在频域或时域上是相互重叠的，CDMA 接收机仍然可以用相关器按照预定的码型将它们解调出来。在 CDMA 蜂窝移动通信系统中，移动电话用户的信息传输也是由基站转发和控制的。为了实现双工通信，信号的发射和接收使用不同的频率，即频分双工 (FDD)。但是 CDMA 系统不分频道也不分时隙，无论传送何种信息，其信道都是靠码型的不同来区分。因此 CDMA 技术具有频率规划简单、频谱效率高、软切换和宏分集、软容量、较小的频率复用簇数等优势。目前，CDMA 系统在全球尚未建立统一的标准（各国正在研究统一标准的问题），在国内外使用 CDMA 网的覆盖区域还十分有限。我国目前也只是在北京、上海、广州、西安 4 个城市建立了 CDMA 蜂窝移动通信实验网。

4. 混合多址 (TDMA/FDMA)：以上我们已经分别讲了 3 种不同的多址方式。但在实际使用中，并不只限于某种单一的多址方式，而往往是将它们综合在一起，成为一种混合的多址方式。

我国的 GSM 蜂窝系统目前采用的就是时分多址、频分多址的混合多址方式和频分双工 (TDMA/FDMA/FDD) 制式。在移动台发射的低频段（下频段）和基站发射的高频段（上频段）的两个 25MHz 的频段中，分别设置 124 个频道，频道间隔为 200kHz。每个载波频道含有 8 个（以后可扩展为 16 个）时隙，时隙宽度为 0.576ms。8 个时隙构成一个 TDMA 帧，帧的长度为 4.615ms。这样，GSM 系统在总的频段中，双工通信的信道总数为 $124 \times 8 = 992$ 个。GSM 系统频道序号与频率的对应关系列于表 1-2。GSM 系统使用的频段配置如图 1-6 所示。移动台发射的载频范围为 890.2 ~ 914.8MHz（即 MS→BS 的工作频