

网优测试终端连接与测试软件操作

开展网络优化工作前,需要事先将测试手机与笔记本电脑连接,安装设备驱动,安装测试软件、配制软件初始数据,熟练软件操作。

学习情境描述

项目经理将一天的工作任务安排下去,网优工程人员依据各自的岗位分工及工作任务,开始一天的工作。出发前,工程人员必须做几项准备工作,包括两项任务:①将测试手机与PC相连、导航仪GPS的安装与连接,安装设备驱动、安装网优测试软件;②配制软件初始数据。

3.1 网优测试终端连接

3.1.1 GSM 网络区域组成

课前引导单

学习情境三	网优测试终端连接与测试软件操作	3.1	网优测试终端连接	
知识模块	GSM 网络区域组成		学时	1
引导方式	请带着下列疑问在文中查找相关知识点并在课本上做标记。			

- (1) GSM 网络区域如何划分?
- (2) 区分基站和小区之间有什么关系?
- (3) 小区如何命名?

1. GSM 服务区划分

GSM 网络是一个可以在全球范围内联网漫游的“全球通”系统,所以 GSM 业务区的范围可以覆盖全球,它的业务区由全球的全部成员国的 GSM/PLMN 业务区构成。一个国家可以有一个或多个的 GSM/PLMN 网络,每个 GSM/PLMN 网络可由多个 MSC/VLR 业务区构成,每个 MSC/VLR 业务区又被分成若干个位置区,每个位置区又划分为若干个小小区,每个小区是一个特定的 BTS 覆盖的区域,如图 3.1 所示。

(1) GSM 服务区:由全球所有的成员国的 PLMN 服务区所构成的覆盖区域。移动台可以在整个覆盖区域内漫游。

(2) PLMN 业务区:一个网络运营商所运营的 GSM 网络的覆盖区域。一个国家范围

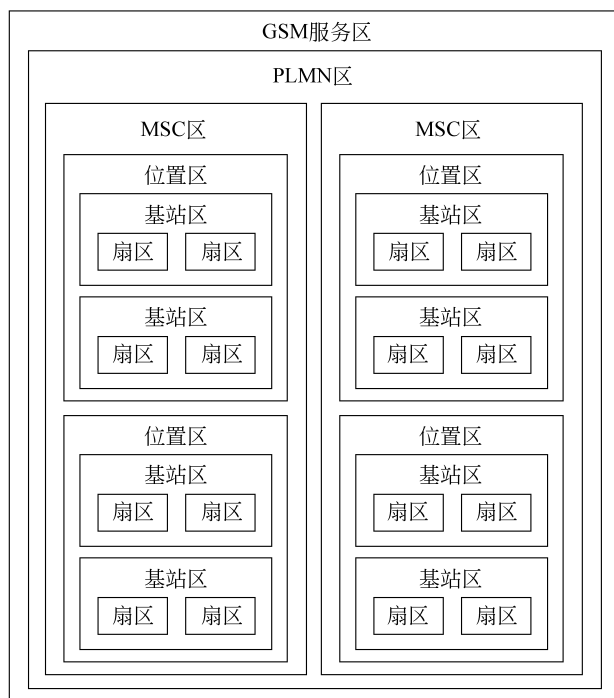


图 3.1 GSM 服务区域组成

内可以有一个或多个 GSM 网络,如国内有两大运营商,中国移动、中国联通各运营各自的 GSM 网络(中国电信运营 CDMA 网络)。

(3) MSC 业务区:表示网络中由一个 MSC 所覆盖的服务区域,凡在该区的移动台均在该区的拜访位置寄存器(VLR)登记。所以,MSC 总与 VLR 构成同一个节点,写作 MSC/VLR。

(4) 位置区(LA):位置区是 MSC/VLR 业务区的一部分。每一个 MSC/VLR 业务区分成几个位置区,在一个位置区内,移动台可以自由地移动,不需做位置更新。所以,一个位置区是广播寻呼消息以便找到某移动用户的寻呼区域。一个位置区只能属于一个 MSC/VLR。利用位置区识别码(LAI),系统能够区别不同的位置区。实际上,一个位置区相当于一个或几个 BSC 所管辖的区域。

LA 区域的划分要充分考虑 MS 进行位置更新的频率和小区 BCCH 载波上 PCH 的数据量这两个因素,尽量使 MS 移动较为频繁的地区划在同一 LA 区域内。

(5) 基站区:由一个基站所提供服务的区域,由多个小区组成。一般而言,一个基站区可由 3 个小区组成,但要依实际业务需求来配置。

(6) 小区(扇区):它表示网络中一个 BTS 的无线覆盖区域,一个位置区可划分为若干个小小区,一个小小区是具有一个全球识别码(CGI)的。同时,利用基站识别码(BSIC),移动台本身能区分使用同样的载频的各个小小区。小小区、位置区、MSC 区对应的关系如图 3.2 所示。

小区与基站区的区别:实际上一个基站房有多台 BTS 设备(如 RBS2206),每台 BTS 设备和定向天线所覆盖的区域称为一个小小区,3 台 BTS 设备和互成 120° 的定向天线可实现全向覆盖,即这个基站区由 3 个小小区构成,如图 3.3 所示,为一个基站的 3 个小小区分别朝向 3 个方向。

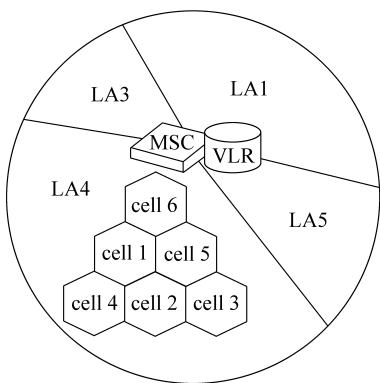


图 3.2 小区、位置区、MSC 区对应的关系

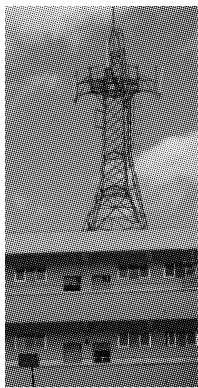


图 3.3 基站天线实物图

目前 GSM 系统一般采用小区制,即将整个网络服务区域分为若干小区,每个小区负责本小区内移动台的联络和控制。因此早期的 GSM 网络的覆盖区可看成是由若干正六边形的无线小区相互邻接而构成的蜂窝型服务区。

随着 GSM 网络的全面覆盖,蜂窝型已不再适合业务环境的变化,小区的覆盖范围、覆盖方向依据小区的业务容量来定,新建小区也都采用“插花式”方式,即哪里有覆盖或者话务需求,就在哪里建站,并且为了满足业务量大的区域,应减小该小区覆盖范围。因此,小区覆盖范围和覆盖方向在不断动态调整中,并不是一成不变的。

2. 小区命名规则

- (1) 对于 GSM900 小区,一般命名为“×××1”、“×××2”、“×××3”,说明这 3 个小区同属于一个 GSM900 基站。
- (2) 对于 DCS1800 小区,一般命名为“×××A”、“×××B”、“×××C”,说明这 3 个小区同属于一个 GSM1800 基站。
- (3) 对于 TD-SCDMA 小区,一般命名为“×××T1”、“×××T2”、“×××T3”,说明这 3 个小区同属于一个 TD 基站,如图 3.4 所示。

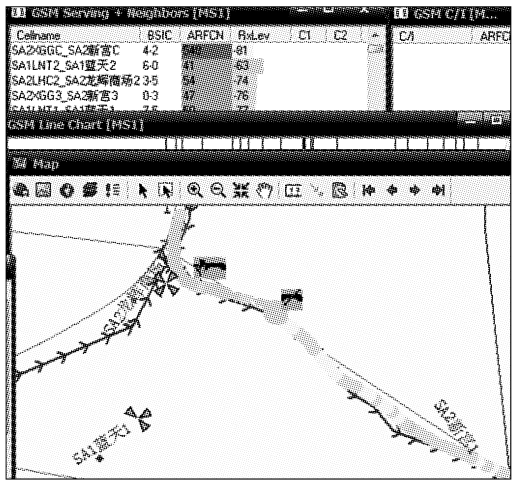


图 3.4 小区的命名规则

3.1.2 GSM 网络编号计划

课前引导单

学习情境三	网优测试终端连接与测试软件操作	3.1	网优测试终端连接	
知识模块	GSM 网络编号计划		学时	2
引导方式	请带着下列疑问在文中查找相关知识点并在课本上做标记。			

- (1) MSISDN、IMSI、TMSI、MSRN 区别是什么?
- (2) 固话拨打移动用户接续过程是什么?
- (3) 如何在 TEMS 中查看 CGI?
- (4) BSIC 什么时候起作用?
- (5) 如何查看手机的 IMEI 号?

GSM 网络是复杂的系统,它包括交换系统和基站系统。交换子系统包括 HLR、MSC、VLR、AUC 和 EIR,另外还有与基站系统、其他网络如 PSTN、ISDN、数据网、其他 PLMN 网间的各种接口。为了将一个呼叫接至某个移动客户,需要调用相应的实体。因此要正确寻址,编号计划就非常重要。

1. 移动用户号码(MSISDN,即手机电话号码)

MSISDN 指主叫用户呼叫 GSM 移动用户所拨打的电话号码。一般一部手机一个电话号码,但有些手机双卡双待,放置两张 SIM 卡,就拥有两个 MSISDN 号码,其组成如下所示。

$$\text{MSISDN} = \text{CC} + \text{NDC} + \text{SN}$$

- (1) CC: 国家码,即在国际长途电话中需加的号码,中国为 86。
 - (2) NDC: 国内网络接入号码。中国移动为 134~139、158、159、150~152、157、187、188,中国联通为 130~132、155、156、185、186。
 - (3) SN: 用户号码,8 位,其中前 3 位为 HLR 标识码,表明用户所属的 HLR。
- 如一个 GSM 手机号码为 8613855886523,86 表示中国,138 代表中国移动,5588 用于识别归属区(HLR)。

2. 国际移动用户识别码(IMSI)

IMSI 唯一地标识了一个 GSM 移动网的用户,并且指出所属的国家号、PLMN 网号和 HLR 号码。IMSI 储存在 SIM 卡上和 HLR 内,总长度不超过 15 位,其组成如下。

$$\text{IMSI} = \text{MCC} + \text{MNC} + \text{MSIN}$$

- (1) MCC: 移动用户国家码,识别用户所属的国家,中国是 460。
 - (2) MNC: 移动 PLMN 网号,识别用户所归属的 PLMN 网络。中国移动 MNC 为 00、02,中国联通为 01。
 - (3) MSIN: 移动用户标识,唯一识别某一移动通信网络中的移动用户。
- IMSI 作用主要有 3 个: 查询位置区、寻呼响应、鉴权加密。

MSISDN 和 IMSI 区别:用户拨打某一电话号码(MSISDN 号),首先通过该号码 SN 的前 3 位找到该号码的归属地(HLR),如是本地用户,则属于市话,否则属于长途电话。然后在 HLR 中查询到该号码所对应的 IMSI 号,依据 IMSI 号找到被叫用户的 VLR (确定被叫正在本地还是外地)。

3. 临时移动用户识别码(TMSI)

TMSI 的设置是为了防止非法个人或团体通过监听无线路径上的信令交换而窃得移动客户真实的客户识别码(IMSI)或跟踪移动客户的位置。

TMSI 由 MSC/VLR 分配,并不不断地进行更换,更换周期由网路运营者设置。更换的频率越快,起到的保密性越好,但对客户的 SIM 卡寿命有影响。每当 MS 用 IMSI 向系统请求位置更新、呼叫尝试或业务激活时, MSC/VLR 对它进行鉴权。允许接入网路后, MSC/VLR 产生一个新的 TMSI,通过给 IMSI 分配更新 TMSI 的命令将其传送给移动台,写入客户 SIM 卡。此后, MSC/VLR 和 MS 之间的命令交换就使用 TMSI,客户实际的识别码 IMSI 便不再在无线路径上传送。

4. 移动用户漫游号码(MSRN)

MSRN 是在呼叫接续时由 VLR 临时分配给移动台的一个号码,用于 GSM 网络在接续时的路由选择。其组成与 MSISDN 类似,最大为 15 位数字。

MSRN 是由移动用户拜访的 VLR 分配给它的一个临时 ISDN 号,通过 HLR 查询送给 GMSC,使得 GMSC 可建立起一条至目标用户拜访 VLR 的通路。如图 3.5 所示,固话拨打移动用户接续过程如下。

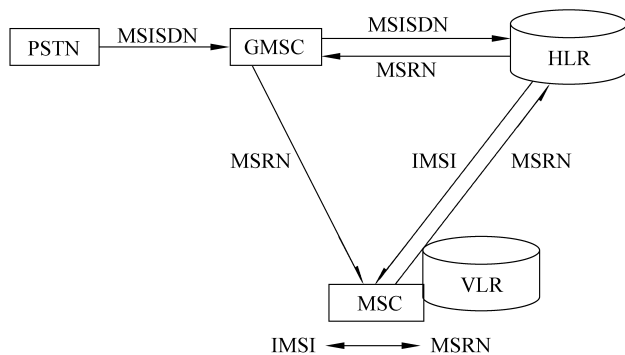


图 3.5 固话拨打移动用户接续过程

- (1) 市话用户通过公用交换电信网(PSTN)发 MSISDN 号至 GMSC、HLR。
- (2) HLR 请求被访 MSC/VLR 分配一个临时性漫游号码,分配后将该号码送至 HLR。
- (3) HLR 一方面向 MSC 发送该 MS 有关参数,如 IMSI 号;另一方面 HLR 向 GMSC 告知该移动台漫游号码。
- (4) GMSC 收到 MSRN 后,用此号码选择出一条中继路由至 MSC。
- (5) MSC 发生寻呼命令至 MS 所在位置区内的所有无线基站,再由基站向被叫发呼叫信号。

(6) 基站收到寻呼命令后,将该寻呼消息(含 IMSI)通过无线控制信道发射。MS 接收到寻呼后向基站发回应信号。

(7) MS 响应信号经 BTS、BSC 送回 MSC,经鉴权、设备识别后认为合法,则令 BSC 给该 MS 分配一条 TCH,接通 MSC 至 BSC 的路由,并向主叫送回铃音,向被叫振铃。当被叫摘机应答,则系统开始计费,通话开始。

5. 位置区识别码(LAI)

位置区是指移动台可任意移动而不需要进行位置更新的区域,它可由一个或若干个小区组成。因此,LAI 是用于检测位置更新和信道切换的请求,其组成如下所示。

$$\text{LAI} = \text{MCC} + \text{MNC} + \text{LAC}$$

(1) MCC: 移动国家号,用于识别一个国家,中国为 460。

(2) MNC: 移动网号,识别国内 GSM 网,与 IMSI 中的 MNC 的值是一样的。

(3) LAC: 位置区号码,识别一个 GSM 网中的位置区。LAC 最大长度为 16bit,理论上可以在一个 GSM/VLR 内定义 65536 个位置区。

6. 小区全球识别码(CGI)

小区全球识别码用于识别一个位置区内的小区,其组成如下所示。

$$\text{CGI} = \text{LAI} + \text{CI} = \text{MCC} + \text{MNC} + \text{LAC}$$

(1) CI: 小区识别代码。

(2) 其他代码参考 LAI。

如图 3.6 所示,在 TEMS 测试软件中可查询到所测小区的小区名,CGI(460 00 10109 39421)。

7. 基站识别码(BSIC)

基站识别码用于区别某一区域采用相同载频(ARFCN)的相邻 BTS。BSIC 为一个 6bit 编码,其组成如下所示。

$$\text{BSIC} = \text{NCC} + \text{BCC}$$

(1) NCC: 网络色码,用于识别城市间边界处 GSM 移动网。

(2) BCC: 基站色码,用于识别基站。

如图 3.7 所示,通过 TEMS 测试软件可查询到各个小区的 BSIC 号。

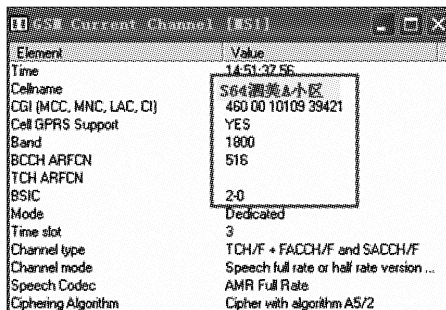


图 3.6 查询小区 CGI 等信息

Cellname	BSIC	ARFCN	Bv Lev
SA1洪湖路C	6-3	514	-76
SA1HHL0_SA1洪湖路D	6-2	514	-54
SA1HHL4_SA1洪湖路4	3-7	39	-59
SA1HHL1_SA1洪湖路1	5-7	32	-61
SA1HHLB_SA1洪湖路B	6-3	523	-63
SA1HHL3_SA1洪湖路3	5-1	37	-64
SA1HHLA_SA1洪湖路A	6-3	554	-69
SA1CTG1_SA1茶亭1	2-7	40	-70
SA1HHL2_SA1洪湖路2	3-2	48	-72
		38	-78
SA1GWJ2_SA1潜阳港...	5-0	33	-80
SA1MHY1_SA1明华花...	6-7	50	-82
		41	-85
		34	-87
		45	-87
		544	-88
		35	-89
		64	-89

图 3.7 查询 BSIC 号

当相邻小区采用相同的频点(ARFCN)时,BSIC才起作用,实际上NCC已经不代表实际含义了,BCC即可区分出不同的BTS。必须保证使用相同BCCH载频的相邻或相近小区具有不同的BSIC,不然移动台切换时将无法识别该小区从而导致切换失败而掉话(也就是死锁现象)。

8. 国际移动设备识别码(IMEI)

IMEI(International Mobile Equipment Identifier)是由15位数字组成的电子串号,是每一个手机的“身份证号”,大部分手机可按“*#06#”键查看。工厂在每一个手机组装完成后,都将在里面烧录一个全球唯一的一组号码,此号码不能被更改,拥有IMEI的手机才可以在GSM/UMTS网络使用。其组成如下所示。

IMEI=TAC+FAC+SNR+SP

- (1) TAC: 6位,型号批准码,由欧洲型号认证中心分配。
- (2) FAC: 2位,工厂装配码,由厂家编码,表示生产厂家及装配地。
- (3) SNR: 6位,序号码,由厂家分配,用于识别每个设备。
- (4) SP: 1位,备用码。

IMEI的用途主要是提供信息运营系统,让系统知道目前是哪一个手机在收发信号,它的主要目的是防止被窃的手机登录网络及监视或防止手机使用者恶意干扰网络。

设备的识别是在设备识别寄存器EIR中完成,IMEI就存储在EIR中。EIR中存有3种名单:白名单——包括已分配给可参与运营的GSM各国的所有设备识别序列号码;黑名单——包括所有应被禁用的设备识别码;灰名单——包括有故障的及未经型号认证的移动台设备,由网络运营商决定。

移动通信中设备识别过程:手机用户发起呼叫,移动交换中心(MSC)和拜访位置寄存器(VLR)向移动台(手机)请求IMEI,并把它发送给EIR,EIR将收到的IMEI与白、黑、灰3种表进行比较,把结果发送给MSC/VLR,以便MSC/VLR决定是否允许该移动台设备进入网络。因此如果该移动台使用的是偷来的手机或者有故障未经型号认证的移动设备,那么MSC/VLR将据此确定被盗移动台的位置并将其阻断,对故障移动台也能采取及时的防范措施。通常所说的通过网络追踪器追踪被盗手机就是通过EIR实现的。国外不少网络运营商开始使用这项业务对被盗手机进行监测。可惜的是我国基本上没有采用EIR对IMEI进行鉴别,而且如果被盗手机更换网络和修改IMEI,那么EIR也将无能为力。

现在市场充斥着许多高档智能机的翻版板,购买手机时如何正确识别手机为正规行货呢?可上网输入IMSI串号辨别到该手机的真伪。

3.1.3 GSM 频率资源

课前引导单

学习情境三	网优测试终端连接与测试软件操作	3.1	网优测试终端连接
知识模块	GSM 频率资源		学时 1

续表

引导方式	请带着下列疑问在文中查找相关知识点并在课本上做标记。
(1) 我国 GSM 系统频段如何划分?	
(2) 什么叫频点、邻频干扰、同频干扰?	
(3) 载干比、信噪比区别是什么?	
(4) 频率资源不够用时,采取什么技术?	
(5) 大区制、小区制应用场合是什么?	

1. 我国 GSM 网络工作频段

我国陆地蜂窝数字移动通信网 GSM 通信系统采用 900MHz 与 1800MHz 频段。

GSM900MHz 频段为: 890~915MHz(上行), 935~960MHz(下行)。

DCS1800MHz 频段为: 1710~1785MHz(上行), 1805~1880MHz(下行), 如表 3.1 所示。

表 3.1 GSM 网络工作频段划分表

GSM900/1800 频段		移动台发、基站收	基站发、移动台收
GSM900/1800 频段	900MHz 频段	890~915MHz	935~960MHz
	1800MHz 频段	1710~1785MHz	1805~1880MHz
国家无线电管理委员会分配给中国移动的频段	900MHz 频段	890~909MHz	935~954MHz
	1800MHz 频段	1710~1720MHz	1805~1815MHz
国家无线电管理委员会分配给中国联通的频段	900MHz 频段	909~915MHz	954~960MHz
	1800MHz 频段	1745~1755MHz	1840~1855MHz

2. 频率资源分配

GSM 网络载频间隔为 200kHz, GSM900 频段上有 124 个频率载频(称为频点), DCS1800 频段上有 374 个频率载频。每个频点分为 8 个时隙,即 8 个信道(全速率),如采用半速率语音编码,每个频点可容纳 16 个信道,系统容量扩大,但语音质量有所降低。

频率与频点的关系由下列公式确定。

(1) GSM900

上行频率:

$$f(n) = 890 + 0.2n \text{ MHz}$$

下行频率:

$$f(n) = 935 + 0.2n \text{ MHz}$$

式中: n 为频点,取值范围为 1~124,上下行链路频率相差 45MHz。

(2) DCS1800

上行频率:

$$f(n) = 1710 + 0.2(n - 511) \text{ MHz}$$

下行频率:

$$f(n) = 1805 + 0.2(n - 511) \text{ MHz}$$

式中: n 为频点,取值范围为 512~885。

国家无线电管理局分别给中国移动和中国联通两大运营商分配的资源频段如表 3.1 所示。依据上述公式,可计算出中国移动 G900 上行链路所占频点为(1~94),中国联通 G900 上行链路所占频点为(96~124)。

图 3.7 可查相应小区所占频点(ARFCN),其中数值较大的为 DCS1800 小区的频点(紫色),数值较小的为 GSM900 小区的频点(青色)。

 GSM900 共 124 个频点,每个频点可分 8 个信道(相当于 8 个用户),一共满足 $124 \times 8 = 992$ 个用户通信需求,这远远不能满足现实需求,因此采取频率复用方式。

3. 频率复用

频率复用就是使同一频率覆盖不同的区域(一个基站或该基站的小区所覆盖的区域),这些使用同一频率的区域彼此需要相隔一定的距离(称为同频复用距离),以满足将同频干扰抑制到允许的指标以内。

随着 GSM 900MHz 数字移动通信网容量的迅速扩张,在许多地区,频率资源变得越来越紧张,某种程度上已制约了移动通信业务的发展。为了满足移动通信业务发展的需求,有些省、市已将 GSM 使用的频率扩展到 12.2MHz 带宽,即使这样,频率资源仍然紧张。如何提高频率利用率,尽可能提高 GSM 网络的容量,已成为移动通信运营部门和众多厂家共同关心的热点问题。

4. 大区制、小区制

基站决定通信覆盖范围,通过调整基站天线高度、调整基站功率等措施可动态调整基站覆盖范围。但一个基站覆盖范围过大,由于基站系统容量有限,频率利用率低,无法满足通信需求;同样一个基站覆盖范围过小、系统容量大、频率利用率高,易造成同频、邻频干扰。基站覆盖范围多大、基站载波数量配置多少(决定系统容量)应依照不同区域、通信需求来决定。

大区制在一个比较大的区域中,只用一个基站覆盖全地区的移动通信覆盖方式。因为只有一个基站,覆盖面积大,因此所需的发射功率也较大;由于只有一个基站,其信道数有限(载波数量有限),因此容量较小,一般只能容纳数百至数千个用户。大区制适用于农村、山地人烟稀少的区域。

与大区制相比,小区制具有覆盖范围小、传输功率低以及安装方便灵活等,该小区的覆盖半径为 30~300m,基站天线低于屋顶高度,传播主要沿着街道的视线进行,信号在楼顶的泄露小。小区制可以作为大区制的补充和延伸,小区制的应用主要有两方面:一是提高覆盖率,应用于一些大区制很难覆盖到的盲点地区,如地铁、地下室;二是提高容量,主要应用在高话务量地区,如繁华的商业街、购物中心、体育场等。

5. 载干比

载干比也称干扰保护比,是指接收到的有用信号电平与所有非有用信号电平的比值,载干比是反映电子通信的信号在空间传播的过程中,接收端接收信号好坏的比值,用 C/I 表示。对于通信工程设计来说,载干比是分析信号好坏的标准。

在 GSM 系统中,此比值与 MS 的瞬时位置和时间有关,这是由于地形的不规则性以及周围环境散射体的形状、类型及数量的不同,天线的类型、方向性、高度以及干扰源数量、强度等不同造成的。根据空间接口中信号的解调要求,GSM 规定同邻频保护比满足以下要求:

同频载干比: $C/I \geq 9\text{dB}$;工程中加 3dB 的余量,即 $C/I \geq 12\text{dB}$;

邻频抑制比: $C/A \geq -9\text{dB}$;工程中加 3dB 的余量,即 $C/A \geq -6\text{dB}$ 。

信噪比与载干比的区别

信噪比(S/N):一般反映接收端接收到信号后,解调出的信号的好坏。是在接收机接收到信号经各级放大、解调最终到达终端(如扬声器)上的信号与噪声的比值其灵敏度的好坏与接收机本身的性能关系极大。考核接收灵敏度大小是以信噪比(S/N)为依据。信噪比越大,听的效果越好。

载干比(C/I):一般反映信号在空间传播过程中,接收端接收信号的好坏。加到接收天线输入口的有用载频功率(C)与干扰信号(I)功率的比值。

可见,对于用户来说,信噪比是反映信号好坏的标准(强调用户感觉),对于通信工程设计来说,载干比是分析信号好坏的标准(强度空中的干扰)。

3.1.4 TDMA 信道

课前引导单

学习情境三	网优测试终端连接与测试软件操作	3.1	网优测试终端连接	
知识模块	TDMA 信道		学时	4
引导方式	请带着下列疑问在文中查找相关知识点并在课本上做标记。			

- (1) GSM 帧结构的种类有多少?
- (2) 1 超高帧为多少超帧? 1 超帧为多少复帧? 1 复帧为多少帧?
- (3) 物理信道与逻辑信道区别有哪些?
- (4) TDMA 控制信道的分类及用途有哪些?
- (5) 逻辑信道到物理信道如何映射?

时分多址(TDMA)是把时间分割成周期性的帧(Frame),每一帧再分割成若干个时隙(信道),向基站发送信号,在满足定时和同步的条件下,基站可以分别在各时隙中接收到各移动终端的信号而互不干扰。同时,基站发向多个移动终端的信号都按顺序安排在预定的时隙中传输,各移动终端只要在指定的时隙内接收,就能在合路的信号中把发给它的信号区分并接收下来。

1. GSM 帧结构

GSM 帧结构有时隙、帧、复帧、超帧、超高帧 5 种类型,如图 3.8 所示。

在 GSM 中,每个载频被定义为一个 TDMA 帧,每帧包括 8 个时隙(TS0~TS7),每一时隙对应一个信道。