



21 世纪高职高专规划教材
高等职业教育规划教材编委会专家审定

YIDONG TONGXIN SHIYAN JIAOCHENG

移动通信实验教程

主 编 马晓强

副主编 董 莉 李 媛

参 编 黄力为 历永川 喻 瑾 邹佳男



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



世纪高职高专规划教材

高等职业教育规划教材编委会专家审定

移动通信实验教程

主 编 马晓强

副主编 董 莉 李 媛

参 编 黄力为 历永川 喻 瑾 邹佳男



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

《移动通信实验教程》根据移动通信工程师岗位技能要求,从设备认知、设备配置以及优化维护三个方向全面系统地介绍了不同制式移动通信系统的认识、配置、维护及优化实践操作。

《移动通信实验教程》主要包括三个学习情境:第一学习情境完成 GSM、CDMA、WCDMA、CDMA 2000 及 LTE 设备;第二学习情境完成 GSM、CDMA、WCDMA、CDMA 2000 及 LTE 设备配置任务;第三学习情境完成基站维护基本操作、CDMA 及 LTE 网络优化操作。

本书内容丰富,层次清楚,采用多个任务完成了移动通信工程师岗位技能入门训练。可作为高职高专通信类专业高年级学生用教材或教学参考书,也可供从事通信工作的工程技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

移动通信实验教程 / 马晓强主编. -- 北京:北京邮电大学出版社, 2016.8

ISBN 978-7-5635-4837-8

I. ①移… II. ①马… III. ①移动通信—实验—高等教育—教材 IV. ①TN929.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 171193 号

书 名:移动通信实验教程

著作责任者:马晓强 主编

责任编辑:张珊珊

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)

发行部:电话:010-62282185 传真:010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:14.75

字 数:367 千字

版 次:2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-4837-8

定 价:32.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

前 言

我国通信行业处于飞速发展时期,移动通信的市场份额显著提升。因此,市场对人才的需求日益增加,尤其是移动通信专业应用型人才的需求。移动通信工程师的职业岗位要求从业人员在具备扎实的专业理论储备的基础上,更要具备娴熟的职业实践技能,这样才能服务于企业生产的一线岗位。

本书旨在培养移动通信专业人员的实践技能,从移动通信工程师的职业岗位能力出发,以 GSM、CDMA、WCDMA、LTE 网络为载体,采用任务驱动方式,首次将典型工作任务纳入移动通信实验教材的内容体系,循序渐进地涵盖了设备认知、设备配置以及优化维护三个方向的内容。教材中每个任务的设置均按照“任务介绍→任务用具→任务用时→任务实施→任务成果→拓展提高”的流程切入,紧密契合企业实际的工作岗位要求。本教程不仅是移动通信专业实践教材,同时也可作为移动通信工程师岗位的入门实践指南。

书中任务 1~任务 8、任务 13、任务 14、任务 18 由董莉编写,任务 9、任务 10、任务 15~任务 17、任务 19~任务 21、任务 29、任务 30 及附录由马晓强编写,任务 11、任务 12、任务 22~任务 28 由李媛编写,黄力为、历永川、喻瑾、邹佳男负责完成实验验证、图片采集及绘制等工作,本书的体例确定、统稿、内容修订由马晓强完成。

在本书的编写过程中,编者依托国家示范骨干高职院校——四川邮电职业技术学院的移动通信综合实训平台,得到了华为、中兴、鼎利、惠捷朗等企业的大力支持,书中素材来自相关企业的产品资料,在此一并表示衷心感谢!

由于移动通信技术发展迅猛,编著时间紧迫,加之水平有限,书中难免有疏漏与不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

学习情境 1 认识移动通信系统设备	1
任务 1 认识 GSM BTS 设备	1
任务 2 认识 GSM BSC 设备	6
任务 3 认识 CDMA BTS 设备	11
任务 4 认识 CDMA BSC 设备	16
任务 5 认识 CDMA 2000 核心网设备	23
任务 6 认识 WCDMA NodeB 设备	27
任务 7 认识 WCDMA RNC 设备	34
任务 8 认识 WCDMA 核心网设备	40
任务 9 认识 EPC 设备	46
任务 10 认识 E-UTRAN 设备	51
学习情境 2 配置移动通信系统设备	57
任务 11 配置 GSM BSC 设备	57
任务 12 配置 GSM BTS 设备	82
任务 13 配置 WCDMA NodeB 设备	98
任务 14 配置 WCDMA RNC 基本数据	111
任务 15 配置 WCDMA HLR 基本数据	117
任务 16 配置 WCDMA MGW 基本数据	121
任务 17 配置 WCDMA Msc-Server 基本数据	124
任务 18 配置华为 LTE eNodeB 设备	127
任务 19 配置中兴 TD-LTE eNodeB 设备	140
任务 20 配置中兴 FDD LTE eNodeB 设备	153
学习情境 3 维护、优化移动通信系统	166
任务 21 测量基站天线参数	166
任务 22 测试基站设备驻波比	170

任务 23	勘察基站环境	176
任务 24	搭建优化测试环境	183
任务 25	CDMA DT/CQT	187
任务 26	完成室内打点测试	198
任务 27	完成数据业务测试	201
任务 28	分析 CDMA 测试数据	206
任务 29	测试 LTE 网络	213
任务 30	分析 LTE 测试数据	219
附录		223
附录 1	勘察设计类表格	223
附录 2	无线网络优化参数介绍	225
附录 3	移动通信实验任务单	230

学习情境 1 认识移动通信系统设备

任务 1 认识 GSM BTS 设备

一、任务介绍

作为初步踏上基站维护工作岗位的你,需要按照机房的操作规范要求,完成中兴 GSM BTS 设备认识工作,并记录槽位上对应的单板,绘制仿真实验室内 BTS 设备的机框图。

二、任务用具

中兴公司 ZXG10 VBOX 软件若干,电脑若干。

三、任务用时

建议 2 课时。

四、任务实施

步骤 1:认识 BTS

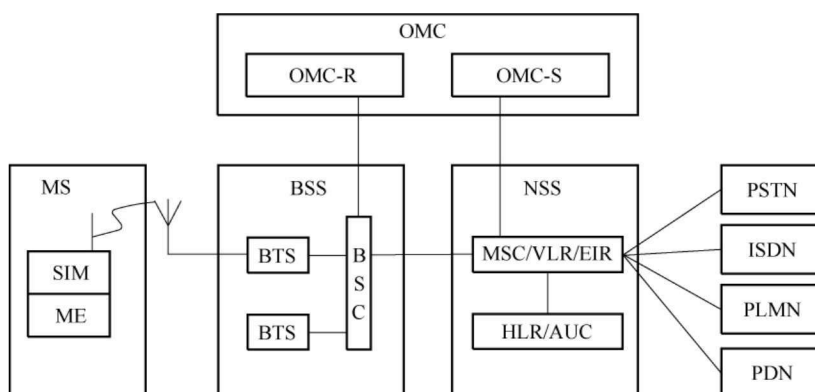


图 1.1.1 GSM 系统组成

BTS 全名为:Base Transceiver Station,即基站收发台。基站发信台(BTS)受控于基站控制器(BSC),属于基站子系统(BSS)的无线部分,服务于某小区的无线收发信设备,实现 BTS 与移动台(MS)空中接口的功能。一般来说,BTS 主要分为基带单元、载频单元和控制单元三部分。基带单元主要用于话音和数据速率适配以及信道编码等;载频单元主要用于调制/解调与发射机/接收机间的耦合;控制单元则用于 BTS 的操作与维护。

步骤 2:认识 ZXG10 8000 系列基站

ZXG10 8000 系列基站主要包括 B8018、B8112、M8206、S8001 等。

B8018 是室内型宏蜂窝基站,主要适用于业务量密集的大众城市和中小城市的业务密集地区。

B8112 是室外型的宏蜂窝基站,主要适用于机房条件不易获得的业务量密集的大中城市和中小城市的业务密集地区。

M8206 适合于室内和室外的紧凑型基站,主要为市区吸收话务量、补盲和室内覆盖服务,能提高网络的容量、覆盖和服务质量。

S8001 是室内微蜂窝基站,具有小功率、低容量、微型化的特点,主要用于盲点覆盖及企业集团用户支持。

1. 登录 GSM-BSS 实验仿真教学软件

双击电脑桌面名为 ZXG10 VBOX1.1 的图标,登录仿真软件,启动软件后,单击软件链接“实验仿真教学软件”进入实验仿真教学系统,如图 1.1.2 所示。

进入教学软件后,根据箭头指示进入实验室观察 B8018,如图 1.1.3 所示。在实验楼走廊单击 M8206 基站,观察机框内配置。根据箭头指示进入电梯到达楼顶,观察基站 B8112,如图 1.1.4 所示。



图 1.1.2 进入教学软件



图 1.1.3 进入仿真实验室

2. 观察各基站形态

请进入实验室观察 B8018 基站,在楼道单击壁挂式基站,观察 M8206,最后,进入电梯到楼顶,观察 B8112 基站。

步骤 3:绘制 ZXG10 B8018 基站机框图

单击进入实验室,按箭头指示打开 B8018 机柜门,查看 B8018 机框及单板配置,绘制机框图到实验报告上。



图 1.1.4 室外 B8112 基站

满配时机柜内装三层载频插框和一层顶层插框,三层风机插箱,底层为装有防尘棉的防尘插箱。每层载频插框放置 3 个 DTRU 和 3 个 AEM 模块;顶层插框内装 1 块 PDM、2 块 CMB、1 块 EIB;每层风机插箱装有两个风机。

B8018 机顶主要用于安装天线、电源开关、滤波器、接地柱插座及其他各种插座硬件。顶层插框包括 PDM 和控制框两部分。控制框主要实现接口转换、时钟产生、TDM 交换和系统控制等功能。PDM 主要负责 BTS 输入工作电源的滤波和分配。顶层插框满配置,框内可以安装 1 个 PDM、2 个 CMB 和 1 个 EIB(或 1 个 FIB),其中 2 个 CMB、1 个 EIB(或 1 个 FIB)构成一个控制框。

在 B8018 机架中,载频插框有三层,每层实现的功能是一样的。载频插框主要实现 GSM 系统中无线信道的的控制和处理、无线信道数据的发送与接收、基带信号在无线载波上的调制和解调、无线载波的发送与接收、空中信号的合路和分路等功能。载频插框又称为收发信框,通过侧耳与立柱在正面相连。每层载频插框可以安装 3 个 AEM 模块和 3 个 DTRU 模块。AEM 模块安装在载频插框的槽位 1、5、6,DTRU 安装在槽位 2、3、4。

风机插箱实现 FCM 的功能,由 2 个风机模块和 1 块风机控制板共同组成。在 B8018 机柜中,有 3 层风机插箱,分别位于每层载频插框的上面。风机模块可独立插拔,主要用于散热。风机控制板上有温度传感器,根据温度传感器采集的温度值,调节风机的转速,降低整个 BTS 的工作噪声,同时监视风机和温度值,当发生异常时向同层 DTRU 发出告警信息,并且统一

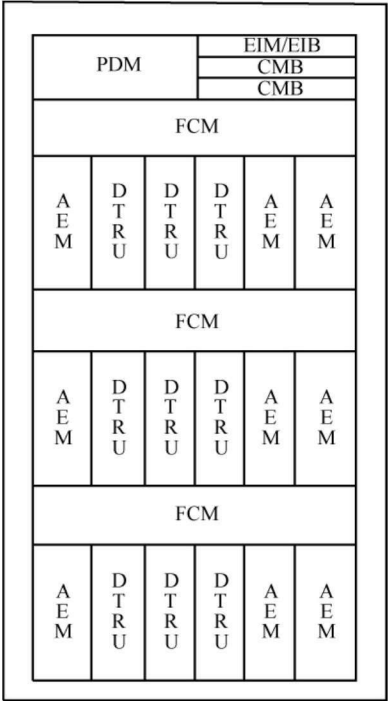


图 1.1.5 B8018 机框配置图示例

上报给 CMB。防尘插箱位于机柜的最底层，主要功能是防尘。

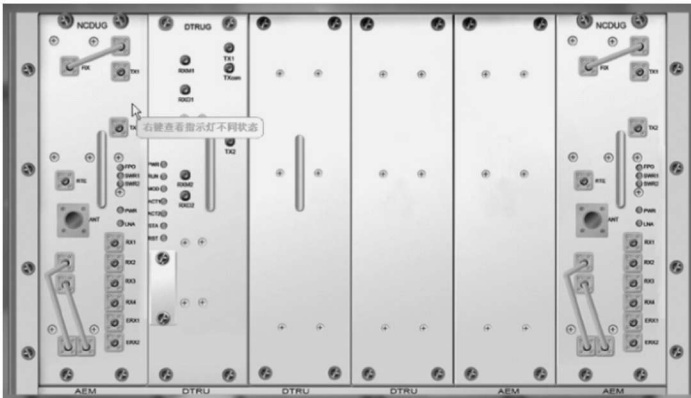


图 1.1.6 B8018 机框面板示意图

步骤 4:熟悉 ZXG10 B8018 基站单板

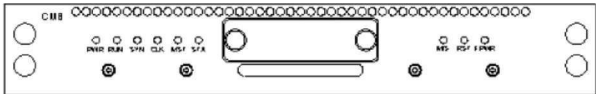


图 1.1.7 CMB 模块面板图

1. 查看 CMB 指示灯

单击 CMB 模块,查看指示灯,并按任务要求记录其含义。

CMB 是 B8018 的控制维护模块。它完成 Abis 接口处理、交换处理、基站操作维护、时钟同步及发生、内外告警采集和处理、载频模块的开关电、CMB 模块主备热备份等功能。CMB 模块指示灯如表 1.1.1 所示。

表 1.1.1 CMB 指示灯

指示颜色	名称	含义	工作方式
绿/红	PWR	电源指示	绿亮:正常;红亮:告警;灭:掉电或其他原因
绿	RUN	运行指示	绿闪(4 Hz):Boot 运行;绿闪(1 Hz):Application 运行;其他:系统异常
绿/红	SYN	时钟同步方式指示	绿亮:Abis 口网同步时钟;绿闪(1 Hz):SDH 网同步时钟;红闪(1 Hz):E1 帧失步告警的指示;红亮:E1 线路断或没接;灭:自由振荡
绿/红	CLK	时钟指示	绿亮:网同步处于锁定状态;绿闪(1 Hz):正在锁相;红亮:时钟故障
绿	MST	主备指示	绿亮:主用状态;绿灭:备用状态
绿/红	STA	状态指示	灭:正常运行;绿闪(1 Hz):系统初始化(Low);绿闪(4 Hz):软件加载;红闪(1 Hz):LapD 断链(High);红闪(4 Hz):HDLC 断链(Low);红亮:温度、时钟、帧号等其他所有告警。

2. 查看 EIB/FIB 指示灯

EIB 主要提供 8 路 E1/T1 的线路阻抗匹配,IC 侧与线路侧的信号隔离,E1/T1 线路接

口的线路保护,提供 E1/T1 链路旁路功能,并向 CMB 提供接口板类型信息。

FIB 提供 Abis 口以太网接入。主要完成下述功能:提供 1 路以太网 100 Mbit/s 接口用于 Abis 接口传输;完成 IP 数据包到时隙的映射,并通过 8MHW 与 CMB 进行通信;提供 4 路 E1/T1 的线路阻抗匹配,IC 侧与线路侧的信号隔离,E1/T1 线路接口的线路保护。4 路 E1/T1 电路用于并柜与级连。

3. 查看 PDM 模块

PDM 模块将输入到机柜的-48 V 电源分配到 CMB、DTRU 和 FCM 各个模块,依靠断路器提供过载断路保护,并实现电源滤波功能。

4. 查看 DTRU 指示灯

单击 DTRU 模块,查看指示灯,并按任务要求记录其含义。

对于不同的 GSM 系统,ZXG10 B8018 设计了不同的 DTRU 模块,DTRU 模块是 B8018 的核心模块,主要完成 GSM 系统中两路载波的无线信道的控制和处理、无线信道数据的发送与接收、基带信号在无线载波上的调制和解调、无线载波的发送与接收等功能。

5. 查看 CDU 指示灯

单击 CDU 单板,查看指示灯,并按任务要求记录其含义。

合路分路单元 CDU 支持一个 2 合 1 的合路器、一个 1 分 4 并带有 2 个扩展接收输出的低噪声放大器和一个内置的双工器。CDU 的主要功能是完成 2 路 TX 输入信号的合并,并将天线接收的上行信号经过低噪声放大器 LNA(Low Noise Amplifier)分为 4 路输出,同时提供 2 路输出扩展接口。TX 和 RX 信号经过 CDU 内部的双工器合并后接入天线。合路器的输出与双工器的输入在 CDU 的面板外部通过电缆连接(随机配送,现场可拆除或安装,以供灵活的载频配置使用)。

步骤 5:查看 ZXG10 B8018 连线

观察 B8018 到天馈的连线,观察 B8018 到 BSC 的连线,并实验任务要求记录。

五、任务成果

1. 画出仿真软件中 B8018 机框图;
2. 说明 CMB 指示灯情况;
3. 说明 DTRU 指示灯情况;
4. 画出 B8018 对外连线。

六、拓展提高

1. 基站设备的安装环境要求是什么?
2. 站型 S3/3/3 是什么意思?

注:请保留图纸,后续配置任务将会使用。

任务 2 认识 GSM BSC 设备

一、任务介绍

作为初步踏上维护岗位的你,需要按照机房的操作规范要求,完成 GSM 系统 BSC 设备认识工作,记录槽位上对应的单板,并绘制机房内 BSC 设备的机框图。

二、任务用具

中兴公司 ZXG10 VBOX 软件若干,电脑若干。

三、任务用时

建议 2 课时。

四、任务实施

步骤 1:认识 BSC

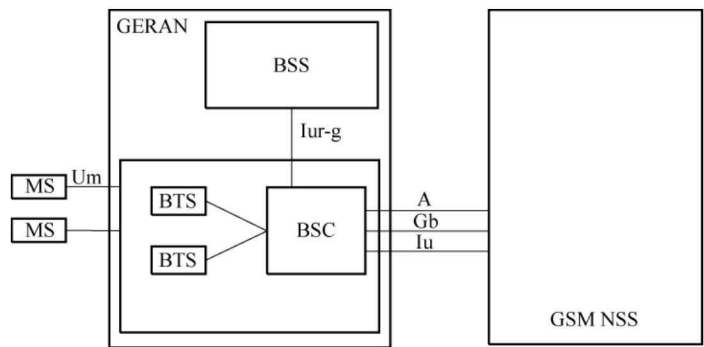


图 1.2.1 BSS 在 GSM 系统中位置示意图

BSC(Base Station Controller)是 BTS 和 MSC 之间的连接点,也提供 OMC 接口。一个 BSC 可控制多个 BTS,其主要功能是进行无线信道管理,实施呼叫和通信链路的建立拆除,完成小区配置数据管理、功率控制、定位和切换等。一般由两部分构成:一是编译码设备,将 64 kbit/s 的语音信道压缩编码为 13 kbit/s 或 6.5 kbit/s,反之译码;二是基站中央设备,主要用于用户移动性的管理以及 BTS、MS 的动态功控等。

步骤 2:绘制 iBSC 机框图

观察仿真软件中的 iBSC,记录机框和各机框中所配置的单板。

控制框(BCTC)完成系统的全局操作维护功能、全局时钟功能、控制面处理以及控制面以太网交换功能。

资源框(BUSN)完成系统的接入单元和用户面处理功能。

分组交换框(BPSN)为系统提供大容量无阻塞的分组包交换平台。

电路交换框(BCSN)为系统提供大容量无阻塞的电路交换平台,在 TC POOL 时,采用大 T 网交换时配置。

步骤 3: 查看 iBSC 控制框单板指示灯

记录控制框单板,熟悉单板位置、功能,观察控制框单板指示灯,并按实验任务要求记录。iBSC 控制框前面板示意图如图 1.2.2 所示。

控制面通用接口模块(UIMC):控制框和交换框内部以太网二级交换,控制框管理等功能;同时对内提供的一个 GE 口,用于在控制框内与 CHUB 单板进行级连。UIMC 提供控制框、交换框内时钟驱动功能,输入 8 K、16 M 信号,经过锁相、驱动后分发给各个槽位,为单板提供 16 M 和 8 K 时钟。同时,UIMC 提供控制框和交换框的管理接口;同时提供控制框、交换框单板复位和复位信号采集功能。

控制处理板 CMP:主要完成 PS/CS 域的业务呼叫控制管理和系统自身的资源管理。

OMP 单板:负责处理全局过程并实现整个系统操作维护相关的控制(包括操作维护代理);通过 100 M 以太网与 iOMCR 连接。OMP 板作为 ZXG10 iBSC 操作维护的核心,它直接或间接监控和管理系统中的单板,提供以太网和 RS485 两种链路对系统单板进行配置管理。

CLKG 单板:负责系统的时钟供给和外部同步功能。它通过 A 口提取时钟基准,经过板内同步后,驱动多路定时基准信号给各个接口单元使用。可以通过后台或手动选择基准来源,包括 BITS、线路(8K)、GPS、本地(二级或三级),且手动倒换可以通过软件屏蔽。

CHUB 单板:和 UIMC/UIMU 板配合,负责系统内部控制面数据流的交换和汇聚。

步骤 4: 查看 iBSC 资源框单板及指示灯

记录资源框单板,熟悉单板位置、功能,观察控制框单板指示灯。iBSC 资源框前面板示意图如图 1.2.3 所示。



图 1.2.2 iBSC 控制框前面板示意图



图 1.2.3 iBSC 资源框前面板示意图

用户面通用接口模块(UIMU)主要完成资源框内部以太网二级交换、电路域时隙复接交换、资源框管理等功能;同时提供资源框对外接口。UIMU 提供资源框内时钟驱动功能,输入 8 K、16 M 信号,经过锁相、驱动后分发给资源框的各个槽位,为资源框单板提供 16 M

和 8 K 时钟。同时, UIMU 提供资源框管理功能, 对资源框内提供资源框 RS485 管理接口; 同时提供资源框单板复位和复位信号采集功能。

根据实现的功能不同, GUP 板可作为两种功能板: Abis 接口处理板 BIPB 和双速率变换板 DRTB。作为 BIPB 时, 从 Abis 口接收 TDM 数据, 经电路交换单元分发到 DSP 单元处理, 转换成 IP 数据包, 经以太网交换单元送至其他单板处理; 作为 DRTB 时, 接口单元从用户面以太网接收语音数据 IP 包, 分发到 DSP 进行码型变换和速率适配后, 转换成 PCM 码流, 经 UIMU 交换到中继板。

SPB 根据实现的功能不同, 可用作 LAPD 处理板 LAPD、信令处理板 SPB 和 Gb 接口处理板 GIPB。LAPD 板主要完成 LAPD 信令的处理。来自 BTS 的 LAPD 信令由 DTB/SPB 板接入, 通过本资源框 UIM 板上的电路交换网交换到 LAPD 板, 由 LAPD 板完成 LAPD 的处理。

信令处理板 SPB 主要完成 MTP2. X. 25 协议的处理。支持从线路提取 8K 同步时钟, 通过电缆传送给时钟产生板作为时钟基准。

Gb 接口处理板 GIPB 完成 GPRS 的 FR、NS 和部分 BSSGP 处理, 并完成 Gb 接口功能。

步骤 5: 查看 iBSC 交换框单板及指示灯

记录交换框单板, 熟悉单板位置、功能, 观察交换框单板指示灯。iBSC 交换框前面板示意图如图 1.2.4 所示。

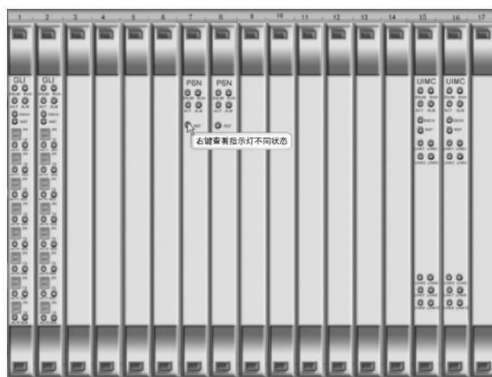


图 1.2.4 iBSC 交换框前面板示意图

GLI 单板完成物理层适配、IP 包查表、分片、转发和流量管理功能, 处理双向 2.5 Gbit/s 线速处理转发。实现和各资源框的接口以及对外接口功能。

PSN 提供双向各 40 Gbit/s 用户数据交换能力, 支持 1+1 负荷分担。

步骤 6: 查看 iBSC 外部连线

点开 iBSC 后插板控制框, 观察 iBSC 外部连线。

1. 查看时钟连线

iBSC 时钟连线如图 1.2.5 所示。

2. 查看电源及维护连线

iBSC 电源及维护连线如图 1.2.6 所示。

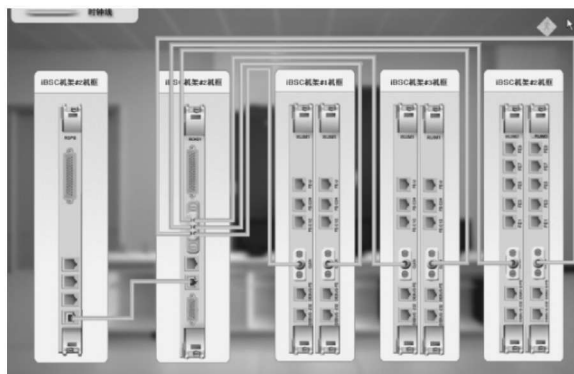


图 1.2.5 iBSC 时钟连线图



图 1.2.6 iBSC 电源及维护连线图

3. 查看 BSC 到 BTS 连线

iBSC 到 BSC 连线如图 1.2.7 所示。

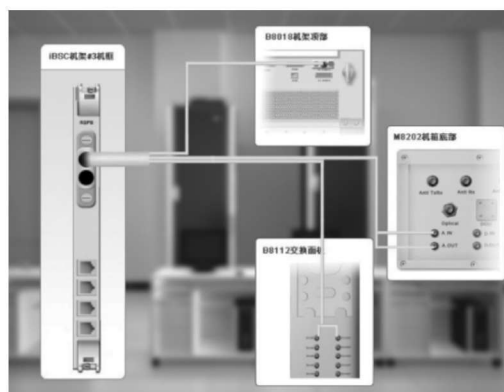


图 1.2.7 iBSC 到 BTS 连线图

五、任务成果

1. 画出 iBSC 机框配置图。

2. 说明 RUN、ALM、ACT、ENUM 指示灯的颜色、含义、状态。
3. 根据 iBSC 时钟连线图,说明 iBSC 时钟提取和分发路径。

注:请保留图纸,后续配置任务将会使用。

六、拓展提高

1. 说明 iBSC 系统控制面以太网互联的实现。
2. 说明 iBSC 系统的用户面互联的实现。

任务 3 认识 CDMA BTS 设备

一、任务介绍

作为初步踏上基站维护工作岗位的你,需要按照 CDMA 2000 基站机房的操作规范要求,完成设备的初步认识工作,记录槽位上对应的单板,并绘制基站机房内 BTS 设备的机框图。

BTS 在 CDMA 2000 网络中的位置如图 1.3.1 所示。

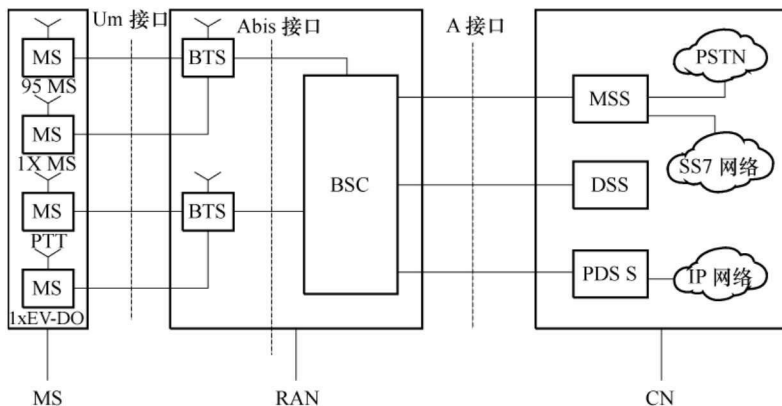


图 1.3.1 CDMA 2000 系统架构

二、任务用具

中兴公司 CBTS I2 一台;GPS 天馈系统一套;相关直流电源设备一套。

三、任务用时

建议 2 课时。

四、任务实施

步骤 1:绘制 ZXC10 CBTS I2 设备机框图

请按照实验任务的要求,绘制 ZXC10 CBTS I2 设备的机框图,记录单板名称及所在的槽位号。

中兴 ZXC10 CBTS I2 包括 3 个子系统:基带数字子系统(BDS)、射频子系统(RFS)和电源系统(PWS),如图 1.3.2 及图 1.3.3 所示。