

XIAOLINGTONG

JISHU

BAIWENBAIDA

小灵通技术

百问百答

孙宇彤 刘 强 朱美根 陈迪华 肖田忠 编著

小灵通技术 百问百答

孙宇彤 刘 强 朱美根 陈迪华 肖田忠 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

小灵通技术百问百答 / 孙宇彤等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2005.6
ISBN 7-115-13381-6

I. 小... II. 孙... III. 移动通信—通信系统—问答 IV. TN929.5-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 029242 号

内 容 提 要

本书作者收集和整理了小灵通系统在使用和维护中遇到的大量实际问题, 从中精选出了 100 余个有关小灵通技术方面的最具有代表性问题, 并针对这些问题进行了详细的解答。为了便于读者理解和掌握相关内容, 在每一章解答问题之前都对相关的概念和基础知识作了概要的讲解。全书按小灵通技术分为基础、射频、协议解析、网络优化和通信切换五大部分。

本书可以帮助读者澄清和明确许多关于小灵通技术的基本概念, 获得许多常见问题的解决思路 and 对策。本书适合从事小灵通系统运行和维护的人员阅读。

小灵通技术百问百答

◆ 编 著 孙宇彤 刘 强 朱美根 陈迪华 肖田忠
责任编辑 梁 凝

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 10
字数: 237 千字 2005 年 6 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 2005 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-13381-6/TN · 2476

定价: 23.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223

前 言

通信技术日新月异，而移动通信技术无疑是最红火的，作为移动通信技术中的核心部分——空中接口技术，自然也成为通信从业人员和学习通信的人员迫切需要了解和掌握的内容。为了帮助大家了解和掌握移动通信技术的精华，《空中接口学园》网站从 2003 年建立后，就本着“交流移动通信技术，分享移动通信技术精华”的宗旨，成为广大网友技术分享与交流的平台。

《空中接口学园》网站以论坛为主要交流形式，版主队伍中集合了多位移动通信技术专家，他们为广大网友答疑解惑，与网友进行技术交流共同提高技术水平。为了更好地普及移动通信技术，版主们从网友们提出的大量问题中，收集和整理了有关小灵通技术方面的 100 余个有代表性的问题，并加以详细解答，编辑成《小灵通技术百问百答》一书。为了保持问题的原汁原味，本书对提问中概念不够清晰的地方没有予以修改，敬请阅读时注意。

本书分为基础、射频、协议解析、无线网络优化和通信切换五大部分，分别由孙宇彤、刘强、朱美根、陈迪华和肖田忠编写。

本书可以帮助读者澄清和明确许多关于小灵通技术的基本概念，使他们获得许多常见问题的解决思路和对策。本书适合从事小灵通系统运行和维护的人员阅读。

读者有任何问题，可以与笔者联系（E-mail:phsbook@tom.com），也可以访问《空中接口学园》网站：<http://www.pch.com.cn>。欢迎各位读者就书中的不尽之处与版主们进行深入讨论。

孙宇彤

于 2005 年 1 月

目 录

第一章 基础.....	1
1.1 背景知识.....	1
1.1.1 小灵通系统.....	1
1.1.2 PHS 空中接口的特性.....	2
1.1.3 小灵通的特点.....	3
1.1.4 小灵通系统的结构.....	5
1.2 PHS 空中接口的结构.....	7
1.2.1 物理结构.....	7
1.2.2 PHS 的逻辑信道.....	8
1.2.3 PHS 逻辑信道结构.....	10
1.2.4 逻辑控制信道结构.....	12
1.2.5 链路信道结构及功能.....	14
1.3 问答.....	15
1.3.1 什么是时分机制?.....	15
1.3.2 TDMA 是不是被淘汰的技术?.....	15
1.3.3 GSM 与 PHS 空中接口有什么异同?.....	16
1.3.4 PHS 空中接口有多少版本? 版本之间有什么差异?.....	17
1.3.5 什么是链路与建链?.....	18
1.3.6 信道和时隙的区别.....	19
1.3.7 一个物理信道中可以包含多个逻辑信道吗?.....	20
1.3.8 帧内各个时隙频点是否相同? 时隙与用户的物理通道有何关系?.....	20
1.3.9 同步突发脉冲的作用与结构.....	20
1.3.10 同步突发脉冲与基站同步有关系吗?.....	21
1.3.11 BCCH、SCCH、PCH 有什么作用, 三者之间有什么关系?.....	21
1.3.12 关于 PS-ID、PS number 和 PS key.....	21
1.3.13 关于 R 和 GT 的问题.....	22
1.3.14 关于 CRC 和 UW 的问题.....	22
1.3.15 PHS 空中接口如何检错纠错?.....	23
1.3.16 控制时隙的上下行在发送的方式上有区别吗?.....	23
1.3.17 基站接收上行控制时隙选择方式的问题.....	23
1.3.18 复帧的作用是什么?.....	24
1.3.19 超帧的作用是什么?.....	25
1.3.20 LCCH 与 CCH 有区别吗?.....	25
1.3.21 关于 PHS 空中接口的分层结构.....	25

1.3.22	为什么总是终端首先发送 SCCH 消息？	26
1.3.23	寻呼区与位置区的概念有什么区别和联系？	26
1.3.24	全局定义花样的作用	27
1.3.25	鉴权与扰码有什么区别，各有什么作用？	27
1.3.26	PHS 终端的待机时间和省电机制	28
1.3.27	PHS 有什么不足，需要怎样改进？	29
第二章	射频	30
2.1	背景知识	30
2.1.1	无线电波的传播	30
2.1.2	移动通信设备	36
2.1.3	天线	37
2.2	问答	39
2.2.1	PHS 基站射频口是如何定义的？在实际工作中有什么作用？	39
2.2.2	小灵通为什么不稳定？	41
2.2.3	驻波比	41
2.2.4	小灵通基站是如何实现上下行平衡的？	42
2.2.5	如何维护小灵通基站的天馈系统？	43
2.2.6	小灵通基站放大器为什么用处不大？	44
2.2.7	PHS 基站峰值功率与平均功率是什么关系？	45
2.2.8	如何调整小灵通干放的下行输出增益使其下行刚好以满功率输出？	46
2.2.9	如何做好小灵通室内分布覆盖？	47
2.2.10	如何解决小灵通室内分布系统中干扰规避率高的问题？	50
2.2.11	如何解决小灵通室内分布覆盖系统对电梯的覆盖？	50
2.2.12	小灵通与 WLAN 的兼容	51
2.2.13	PHS 与 3G 的兼容	51
2.2.14	PHS 与 3G 的室外覆盖的相互影响	52
2.2.15	PHS 与 3G 的室内覆盖的相互影响	54
第三章	协议解析	56
3.1	结构	56
3.1.1	SACCH 和 FACCH	56
3.1.2	LAPDC 协议	59
3.1.3	网络层	59
3.2	建立链路信道	63
3.2.1	建立链路信道的相关消息	63
3.2.2	链路信道建立过程	64
3.2.3	链路信道建立流程	65
3.3	呼叫流程	66
3.3.1	主叫	67

3.3.2	被叫	68
3.3.3	呼叫释放	69
3.3.4	位置登记	70
3.3.5	异常呼叫	70
3.4	问答	71
3.4.1	关于相对时隙、绝对时隙、控制时隙和通信时隙的问题	71
3.4.2	LAPDC 的长度固定就不需要标志位吗?	72
3.4.3	关于 Call Reference	73
3.4.4	寻呼无响应后最多可再重发几次?	73
3.4.5	MM 中的位置注册请求都在什么情况下被触发?	73
3.4.6	信息单元集改变是什么?	74
3.4.7	Call Proceeding 消息究竟什么时候发送?	74
3.4.8	与 CONNECT 消息有关的问题	75
3.4.9	CC PROGRESS 消息的含义	76
3.4.10	关于 CC 协议流程 SDL 图的一个疑问	79
3.4.11	NO CS FREE CHANNEL 有什么含义?	79
3.4.12	实测流程中 Relevant CS USE impossible 的含义	80
3.4.13	“NO FREE OUTGOING LINE ON WIRED SIDE” 的含义	80
3.4.14	通话过程中 RR 有什么作用?	80
3.4.15	协议流程中数据链路层的参数说明	81
3.4.16	关于 CHANNEL 类参数的问题	82
3.4.17	area info 数据的解读	84
3.4.18	STD-28 协议中表示 RSSI 强度的 8 位值如何解析?	84
3.4.19	呼叫流程解析	85
3.4.20	开机注册过程的信令流程的详细解析	86
3.4.21	短消息是如何实现的?	87
3.4.22	PHS35L/C 的设置	89
3.4.23	流程中各项信息是什么含义?	90
3.4.24	PHS 35L/C 是如何知道 sync off(on)、Tx off (on) 并打印出来的	91
3.4.25	关于 PHS35 的监测流程中的注释	91
3.4.26	在呼叫流程中如何得到主被叫号码?	92
3.4.27	主叫和 MO、被叫和 MT 流程有什么差别?	93
3.4.28	能否用 PHS35 截获终端的鉴权码?	95
第四章	无线网络优化	97
4.1	背景知识	97
4.1.1	综述	97
4.1.2	CCH 选择机制	98
4.1.3	TCH 分配机制	98
4.1.4	同步原理	99

4.1.5	统计指标	102
4.1.6	来话接通率的分析	105
4.2	问答	107
4.2.1	网络优化有策略吗?	107
4.2.2	小灵通的网络优化应该从哪些方面入手?	107
4.2.3	基站同步的相关问题	108
4.2.4	PHS 空中接口频率选择机制	109
4.2.5	CCH BLOCK 是怎么产生的? 如何解决 CCH BLOCK?	109
4.2.6	什么是 CCH 同时隙干扰?	110
4.2.7	CCH 干扰分析中的“可视基站”是什么意思?	110
4.2.8	关于检测电平疑问	110
4.2.9	如何评估 TCH 的干扰	111
4.2.10	什么是干扰规避率?	111
4.2.11	无线话务统计中的占用时长	111
4.2.12	无线信道阻塞与无线频率阻塞	111
4.2.13	影响基站拒绝率的因素有哪些? 有没有解决办法?	112
4.2.14	关于 Request 比例的问题	112
4.2.15	建链再请求率是怎么产生的? 如何降低建链再请求率?	112
4.2.16	短消息业务会影响系统的什么指标?	113
4.2.17	Miss call 会影响系统的什么指标?	113
4.2.18	无缝切换终端会影响系统的指标吗?	113
4.2.19	有关机提示功能的终端关机后, 有人拨打会影响被叫接通率吗?	114
4.2.20	如何准确统计 RP 的掉话率?	114
4.2.21	掉话率是否反映了系统中全部的掉话?	114
4.2.22	终端掉话的原因有哪些? 如何减少掉话?	114
4.2.23	在提高 PHS 接通率方面有什么经验?	115
4.2.24	频率规划有作用吗?	116
4.2.25	更换拨打地点不能主被叫的原因分析	116
4.2.26	终端能主叫不能被叫的可能原因	116
4.2.27	系统中 GPS 基站的比例	117
4.2.28	位置登记率的相关问题	117
4.2.29	一个寻呼区划分多大比较合适?	117
4.2.30	基站下行 SCCH 不够用怎么办?	118
4.2.31	参数调整与网络指标的关系	118
4.2.32	全向天线和定向天线在实际运用中分别需要注意什么?	119
第五章	通信切换	121
5.1	背景知识	121
5.1.1	概述	121
5.1.2	切换原因	122

5.1.3	切换方式	122
5.1.4	切换处理过程	124
5.1.5	切回机制	124
5.1.6	切换流程	125
5.2	问答	129
5.2.1	能介绍一下 PHS 的切换机制吗?	129
5.2.2	基站如何区别主叫、被叫、位置登记和重新呼叫型切换?	130
5.2.3	PHS 的切换有几种?	130
5.2.4	切换是先断后连还是先连后断?	131
5.2.5	关于 Switch Back 的问题	131
5.2.6	切换成功是怎么定义的?	132
5.2.7	PHS 空中接口的关键时间参数	132
5.2.8	什么是越区切换?	132
5.2.9	关于 TCH Switching/Handover 切换	133
5.2.10	重新呼叫型切换为什么还是切换?	134
5.2.11	“PS 发起”和“PS 申请”重新呼叫型切换的区别	134
5.2.12	关于“重新呼叫型切换”中“PS 申请”的切换方式的疑问	135
5.2.13	关于 TCH Switching 信息单元的作用	135
5.2.14	请教 TCH 型切换的问题	135
5.2.15	关于切换电平疑问	136
5.2.16	TCH Switching/Handover 时原基站的释放消息的疑问	136
5.2.17	关于重新呼叫型切换测试流程中 SETUP 消息的疑问	137
5.2.18	为什么切换时不需要重新鉴权?	138
5.2.19	关于重新呼叫的鉴权问题	138
5.2.20	为什么切换时不需要鉴权, PS 还需要上传 PS KEY?	138
5.2.21	切换中 SYN BURST 的疑问?	138
5.2.22	基站同步与切换的关系	139
5.2.23	关于无缝切换手机的疑问	139
附录一	术语表	141
附录二	缩略语表	145
参考文献		147

第一章 基 础

1.1 背景知识

1.1.1 小灵通系统

小灵通，学名为无线市话，是无线接入产品的一种。1998 年小灵通在浙江余杭首先开通，并在最近几年得到快速发展。目前开通小灵通的城市已经超过了 300 座，大江南北，处处可见小灵通。

国内小灵通系统设备主要由 UT 斯达康、中兴和朗讯三家公司提供，最初小灵通终端也是由这三家公司制造。后来由于小灵通发展的火爆之势，吸引了其他公司加入小灵通终端的制造行列，其中包括华为、普天和康佳等公司。

目前小灵通系统不但能提供传统的语音业务，还可以提供很多增值业务。其中最常见的是数据业务，利用小灵通终端可以提供 14.4kbit/s、32kbit/s 或 64kbit/s 的数据通信速率，超过了 GSM，与 GPRS 相比也毫不逊色。此外，小灵通的增值业务还包括短消息、丢话通知、C-mode 等等。

小灵通系统与 PHS 系统有密切的关系，小灵通的空中接口使用了 PHS 的空中接口。PHS 是个人便携电话系统（Personal Handy Phone System）的缩写，是由日本发展的一种移动通信系统，与目前广为使用的 GSM、窄带 CDMA 等移动通信系统同属于第二代移动通信系统。

PHS 来源于数字无绳电话系统，其终端发射功率很小，体积小、轻便。基站覆盖半径小，用户可在慢速移动状态使用。PHS 系统的设计理念是尽量使用成熟的技术，系统接口基本上采用了已经标准化的 ISDN 和 IN（智能网）接口，与 GSM 系统形成了鲜明的对比。这样，PHS 系统部署起来相对简单得多。

图 1.1 是 PHS 系统结构图，图中 PS 定义为用户终端（Personal Station），以下简称为终端，相当于手机；CS（Cell Station）是 PHS 系统基站；RS（Relay Station）是 PHS 系统中继站。PHS 交换中心具有呼叫、交换、切换等功能；业务控制点具有位置登记、鉴权等功能。

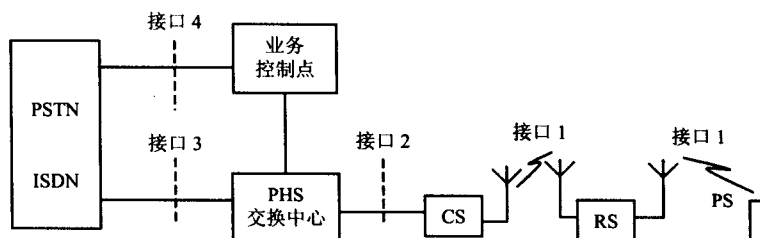


图 1.1 PHS 系统的结构

PHS 系统可以与 PSTN、ISDN 等其他通信网络相连，PHS 系统定义了如表 1.1 所示的 4 种标准化的接口，可以看到只有空中接口是 PHS 系统特有的。

表 1.1 PHS 系统接口一览表

名 称	位 置	特 点
接口 1	PS 与 CS 之间	空中接口
接口 2	CS 与 PHS 交换中心之间	ISDN 协议
接口 3	PHS 交换中心与其他网络之间	ISUP 协议
接口 4	业务控制点与其他网络之间	INAP 协议

与 PHS 空中接口相关的主要设备有 CS（基站）和 PS（终端）。PHS 空中接口的规范称为 RCR STD-28 标准。该标准经历了 4 个版本发展的过程，以版本 2（V2）及版本 3（V3）比较常见。目前 PHS 空中接口最新的版本为 2002 年推出的 RCR STD-28 V4.0，但是还没有相关的产品。

PHS 空中接口支持下述业务。

- 承载业务：PHS 支持语音、3.1kHz 音频以及 32kbit/s 和 64kbit/s 的数据业务。
- 电信业务：RCR STD-28 没有规定。
- 补充业务：PHS 支持 DTMF 信号传递和终端之间的信息传递。

RCR STD-28 标准面向以下两大应用：

- 公用系统：相当于 PHS 移动通信系统。
- 私用系统：相当于数字无绳电话。

两大应用之间的主要区别是使用的频段和频点数目不同，公用系统频点相对较多，频段相对较宽。

本书以下有关 PHS 空中接口的内容将以 RCR STD-28 V3.2 为蓝本，如有不同版本，将会特别注明。此外，如不做特殊说明，本书中提到的 PHS 系统指的都是公用系统。

1.1.2 PHS 空中接口的特性

小灵通由于采用了 PHS 空中接口，因此 PHS 空中接口的技术参数决定了小灵通系统的无线特性，包括频点、功率和灵敏度等关键参数。

PHS 空中接口的主要参数如表 1.2 所示。

表 1.2 PHS 空中接口的主要参数

项 目	参 数	项 目	参 数
使用频段（MHz）	1893.5～1919.6	工作方式	TDD
波长（cm）	16	调制方式	$\pi/4$ -QPSK
载波间隔（kHz）	300	语音编码	32kbit/s ADPCM
频点数	87	信道数	4
频点宽度（kHz）	288	传输速率	384kbit/s
多址方式	TDMA	比特时长	2.6 μ s

1. 载波频率

PHS 空中接口使用两类频点：控制载频和通信载频。控制载频承载信令，通信载频主要

承载业务。值得注意的是，RCR STD-28 标准只规定了私用系统的控制载频，而且将日本和其他国家私用系统的控制载频频点做了区分。然而 RCR STD-28 标准并没有规定公用系统的控制载频，换句话说，公用系统的控制载频可以由运营商自行确定。目前国内小灵通系统使用第 26 号频点为控制载频，控制载频周围的两个频点保留作保护之用。

通信载频使用除控制载频和保护频点以外的频点，公用系统比私用系统可用的频带范围要大。

频点与载波频率之间有如下计算公式：

$$F_c = F_0 - 0.15 + 0.3N \quad (1 \leq N \leq 82, F_0 = 1895\text{MHz})$$

$$F_c = F_0 - 76.65 + 0.3N \quad (251 \leq N \leq 255, F_0 = 1895\text{MHz})$$

式中 F_c 代表载波频率， N 代表频点。值得注意的是，PHS 空中接口版本 3 以前只有第 1~76 号频点，第 251~255 号和第 77~82 号共 11 个频点是 PHS 空中接口版本 3 扩充的。

2. 发射功率

RCR STD-28 标准规定了基站和终端的最大射频发射功率，如表 1.3 所示。最大射频发射功率允许有+20%，-50%的误差。

表 1.3 PHS 的发射功率表

类 型	频率范围 (MHz)	频 点 范 围	最 大 功 率
CS	1893.65~1905.95	No.1~37, No.251~255	20mW 以下
	1906.25~1915.55	No.38~69	500mW 以下
	1915.85~1918.25	No.70~78	2W 以下
	1918.55~1919.45	No.79~82	500mW 以下
PS	1893.65~1919.45	No.1~82, No.251~255	10mW 以下

3. 灵敏度

指标：低于 16dBμV，相当于-91dBm。

方法：在 TCH 中传输至少 2556bit 数据，保证比特误码率 (BER) < 0.01 时的接收电平。

说明：灵敏度指标与比特误码率有关。显然，信号电平越低，比特误码率越高。灵敏度指标表示设备在可容忍的最大比特误码率下，所需要的最小信号电平。

4. 误码率门限

指标：低于 25dBμV。

方法：在 TCH 中传输 511bit 的伪随机噪声，保证比特误码率 (BER) < 1×10^{-5} 时的接收电平。

说明：误码率门限指标代表设备正常工作的比特误码率情况下，所需要的最小信号电平。

1.1.3 小灵通的特点

小灵通采用了 PHS 空中接口，因此小灵通也具有 PHS 空中接口的典型特点：低辐射、微蜂窝和优音质。

常见的小灵通基站的发射功率最高为 500mW，甚至低于普通 GSM 手机的最小发射功率，更不用说小灵通手机的平均发射功率只有 10mW，低的发射功率构成了小灵通的最大特色——“环保”。在日本，GSM 手机是不允许在医院使用的，但 PHS 手机却可以畅行无阻。如果要选择一种颜色来形容小灵通手机的话，“深绿”也许是最恰当的。

由于小灵通基站的发射功率低，自然覆盖半径小，每个基站的蜂窝半径只有百米级，与 GSM 基站的公里级的蜂窝半径无法相比，因此，小灵通基站的覆盖是采用微蜂窝甚至微微蜂窝的方式完成的。微蜂窝与蜂窝相比，有其利也有其弊。其利在于同样的面积，由于微蜂窝的基站数量多，相对容易吸收业务；缺点是增加了终端的切换频率。针对微蜂窝的这一特点，有两种解决思路：其一，强调小灵通适合慢速移动如步行时使用，这时的切换频率还是可以接受的；其二，在终端上加以改进，使用无缝切换技术。例如有一种 H' 型的终端切换时间只有 0.2s，这种终端即使在快速移动时也可以自如切换。

小灵通语音编码采用了 32kbit/s ADPCM（自适应差分脉冲编码调制）技术，该技术是传统 64kbit/s PCM 技术的改进，数据量降低为传统 PCM 技术的 1/2，效果却不相上下。因此，小灵通的音质与固定电话没有多大的差别，比 GSM 系统效果要好。

经常听到一种说法，认为 PHS 与其他移动通信系统相比较，是一种落后的技术。事实上，如果与常见的移动通信系统的空中接口相比，这种说法是没有什么根据的。

PHS 空中接口与其他移动通信系统的空中接口的最大差别在于发射功率，典型的基站功率差别为 40~50 倍。由于发射功率不同，必然导致基站覆盖范围不同，因此也影响了空中接口的特性和处理方式。

基站覆盖范围不同，对应系统性能中不同的延迟时间。延迟时间是空中接口的关键指标，可以分成两种：下行链路的信号延迟和上行链路的信号延迟。

无线电波的传播速度是 $30 \times 10^8 \text{ m/s}$ ，由于多径效应的缘故（见第二章），反射波路径要长于直射波路径，从基站到终端传输同样的信号，反射波花费的时间要多一些。如果反射波路径长 300m，传输时间要多花 $1 \mu\text{s}$ ，因此 PHS 空中接口下行链路的信号最大延迟为 $0.1 \sim 1 \mu\text{s}$ 。而 GSM 和 CDMA 的下行链路的信号的最大延迟远超过 $1 \mu\text{s}$ ，可以达到 $3 \mu\text{s}$ 以上。

上行链路的信号延迟是由于终端到基站的距离不一样，这样即使终端与基站严格同步，不同终端的信号到达基站的时间也会有差异。此外，如果再考虑多径效应，延迟时间更加可观。因此 PHS 空中接口上行链路的信号最大延迟为 $0.3 \sim 1 \mu\text{s}$ 。而 GSM 和 CDMA 的上行链路信号的最大延迟远超过 $1 \mu\text{s}$ ，在典型的的城市环境下，GSM 和 CDMA 的延迟时间约 $3 \sim 5 \mu\text{s}$ 。

信号的延迟时间会造成码间干扰，从而限制了空中接口的传输速率。一般空中接口的传输速率要低于延迟时间的倒数。为了对抗码间干扰，空中接口需要做很多额外的处理，例如 GSM 采用了卷积、交织技术，CDMA 采用了卷积、交织、循环冗余校验和扰码技术。这也可以看成是具有较大区域覆盖系统的一个负担。

PHS 空中接口的一个比特时长是 $2.6 \mu\text{s}$ ，相对最大延迟时间 $1 \mu\text{s}$ 而言，延迟时间对 PHS 空中接口影响不大。由于延迟时间不是 PHS 系统考虑的重点，因此 PHS 空中接口则大大简化了信号处理过程，只使用了循环冗余校验和扰码，没有使用卷积、交织技术，这与 PHS 系统的设计理念是一脉相承的。而且由于最大延迟时间短，因此信号的传输速率可以提高，为提供高速率的数据业务打下了一个很好的基础。

除了空中接口的特性差别外，PHS 空中接口的处理机制与其他移动通信系统的处理机制也有较大差别。例如与同样采用 TDMA 技术的 GSM 空中接口相比较，在无线资源分配机制上双方差异极大。我们知道，GSM 空中接口需要做频率规划，因此 GSM 空中接口的频率分配是事先已经规定好的，基站只要遵照执行就行了。而 PHS 空中接口恰恰相反，其频率资源采用动态分配机制，不必做频率规划，实际运行中给了基站动态调整的空间。

因此，PHS 系统可以理解为一个自治型的系统，靠基地的自治来实现系统的功能，基地发挥的余地很大。如果基地能充分利用自治系统的优点，就可能产生出人意料的结果，提供超出固定分配机制的效果。这同样也会产生一个问题，就是如果基地不能利用自治系统的优点，那么反而会被动态分配机制所累，效果不及固定分配机制。

但无论如何，从自治型系统转换为规划型系统是可能的，而从规划型系统转换为自治型系统是不可能的。因此，PHS 空中接口为系统的实施提供了非常大的弹性，研究它并理解它，对我们的工作将会带来莫大的好处。这也提示我们，针对不同的场合，PHS 空中接口的参数也应该做针对性的调整。如果采用 PHS 空中接口没有达到良好的效果，其根本原因不是 PHS 空中接口本身的问题，而是具体设备实现的问题。

总之，PHS 空中接口考虑到覆盖范围有限，对空中接口设计做了针对性的处理，非常有特色。

1.1.4 小灵通系统的结构

小灵通系统从结构上可以分成两大部分：核心网络和无线网络。核心网络负责与上层网络或其他业务网络联系，无线网络负责业务覆盖，其结构如图 1.2 所示。

以下就以 UTStarcom 公司的小灵通系统 iPAS 为例，介绍小灵通系统的结构。

1. 核心网络

iPAS 核心网络的结构如图 1.3 所示。在 iPAS 核心网络中，服务器群起着系统控制和业务管理的作用，相当于人的头脑。服务器群由许多服务器组成，这些服务器以数据库为核心，各个服务器和子系统通过局域网与数据库相连。典型的服务器包括 OSS（运行支持系统）、NMS（网络管理系统）和 TS（软交换子系统）。

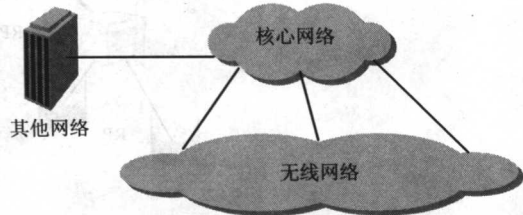


图 1.2 小灵通系统的结构

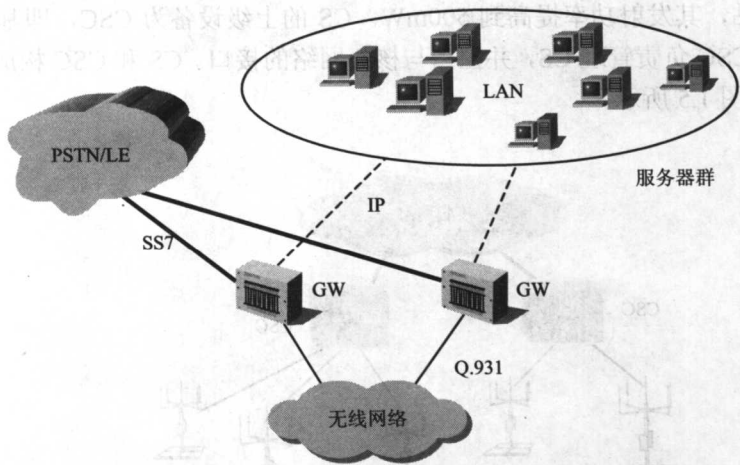


图 1.3 iPAS 系统核心网络结构

GW（网关）是 iPAS 核心网络中非常重要的设备，从图 1.3 中也可以看出 GW 处于 iPAS 核心网络的中枢，是 PSTN、服务器群和无线网络联系的桥梁。GW 本身具有强大的本地交

换能力，一台 GW 可以支持数万乃至十万以上的无线用户。

GW 通过 No.7 信令与 PSTN 连接，通过 IP 与服务器群通信，利用 Q.931 协议与无线网络相连。值得一提的是，GW、TS 采用了软交换等先进技术，保证了 iPAS 核心网络能支持百万级的用户容量。

2. 无线网络的发展

无线网络使用基站与用户终端联系。早期小灵通无线网络中的基站（RP，Radio Port）发射功率为 10mW，其上层控制设备称为 RPC，即基站控制器。RP 负责业务覆盖，RPC 负责管理 RP，并担当与核心网络的接口。RP 和 RPC 构成了无线网络的主体，其结构如图 1.4 所示。

基于 RP 的无线网络固然有其特有的一些优点，如布设简单、对安装环境要求低、可以远程供电等，但在使用中也发现由于 RP 发射功率低，覆盖效果不够理想。因此，后期的无线网络引入了 CS（Cell Station）。

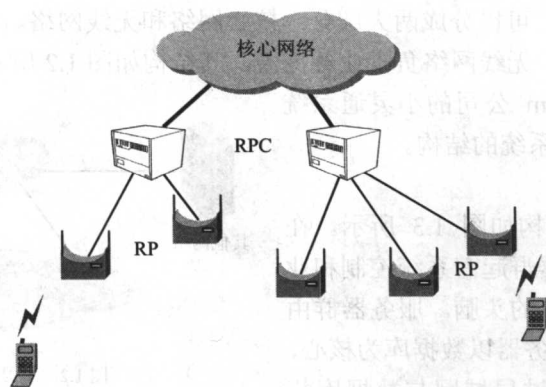


图 1.4 基于 RP 的无线网络结构

CS 也是基站，其发射功率提高到 500mW。CS 的上级设备为 CSC，即基站控制器。CS 负责业务覆盖，CSC 负责管理 CS，并担当与核心网络的接口。CS 和 CSC 构成了无线网络的主体，其结构如图 1.5 所示。

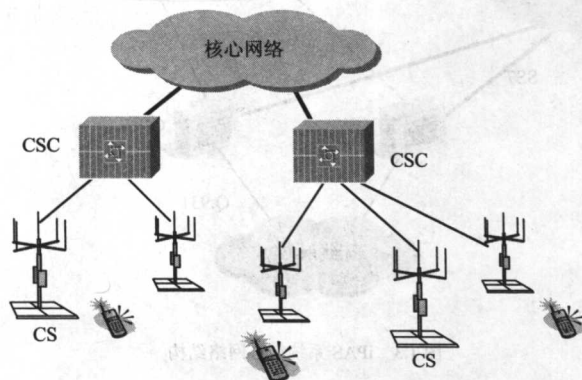


图 1.5 基于 CS 的无线网络结构

1.2 PHS 空中接口的结构

1.2.1 物理结构

1. 帧结构

PHS 空中接口采用 TDD (Time Division Duplex, 时分双工) 的工作方式, 物理通道分成下行通道 (基站到终端, 又称前向链路) 和上行通道 (终端到基站, 又称反向链路) 两种。

PHS 空中接口采用 TDMA (Time Division Multiple Access, 时分多址) 的多址接入方式, 空中接口的物理通道以帧为单位, 一帧的长度为 5ms, 包含 8 个时隙 (每个时隙 625μs), 下行通道占用其中连续的 4 个时隙, 其余 4 个时隙保留给上行通道。PHS 空中接口帧结构如图 1.6 所示。

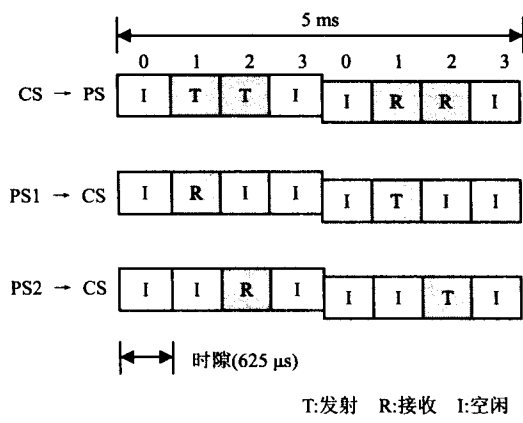


图 1.6 PHS 的帧结构

PHS 帧的每个时隙都有编号, 下行和上行对应时隙 (间隔 2.5ms) 编号相同。0 代表第一号时隙, 1 代表第二号时隙, 2 代表第三号时隙, 3 代表第四号时隙。

PHS 帧的每个时隙包含 240bit 的数据, 因为每秒钟有 $200 \times 8 = 1600$ 个时隙, 传输 $1600 \times 240 \text{bit} = 384 \text{kbit}$ 的数据, 因此 PHS 空中接口传输速率为 384kbit/s。

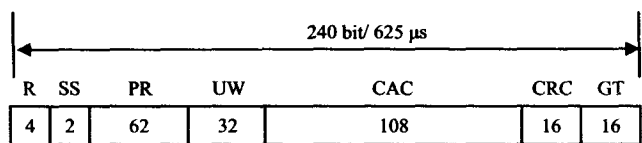
每个 PHS 帧的时隙可以看作一个物理通道, 根据所使用的载频分成两种: 使用控制载频的称为控制时隙, 用于信令的传输; 使用通信载频的称为通信时隙, 主要用于业务。PHS 帧中必须有 1 对控制时隙, 其余 3 对为通信时隙。

控制时隙下行采用广播方式, 由一个基站向其覆盖范围内所有的终端广播, 即一对多的模式; 控制时隙上行采用时间片 ALOHA 算法, 由多个终端分时占用, 即多对一的模式。

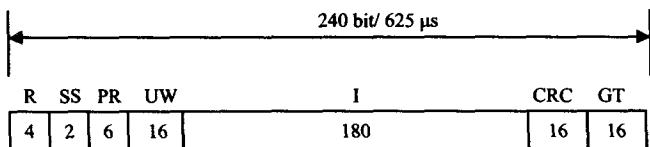
通信时隙由基站和指定的终端进行点对点的通信, 即一对一的模式。

2. 时隙的结构

PHS 系统空中接口的控制时隙和通信时隙在结构上有明显区别, 其结构如图 1.7 所示。



(a) 控制时隙



(b) 通信时隙

图 1.7 PHS 的时隙结构

时隙的各个组成部分的功能如表 1.4 所示。

表 1.4 时隙各个组成部分列表

缩写	名称	长度 (bit)	用途
R	上升/下降	4	相邻时隙缓冲间隔, 供终端和基站打开发射机所需的时间, 可取任何值
SS	初始码元	2	帧同步码字, 供远端解调器建立相位, 用于同步, 为“10”
PR	前导码	62 或 6	用于位时钟同步, 控制时隙的前导码长为 62bit, 通信时隙的前导码长为 6bit
UW	识别字	32 或 16	特定的码元, 控制时隙的识别字长为 32bit, 通信时隙的识别字长为 16bit, 上下行也不同
CAC	公共接入信道	108	控制时隙内容
I	信息	180	通信时隙内容
CRC	循环冗余校验	16	为检错编码产生的监督位
GT	保护时间	16	用于防止同步较差情况下, 相邻时隙数据重叠, 取 16 个 ‘0’, 延续时间为 41.7μs

1.2.2 PHS 的逻辑信道

在控制时隙和通信时隙两种物理通道上可以承载多种逻辑信道, 换句话说, 就是不同的逻辑信道复用同一物理通道。逻辑信道是指具有某种功能的数据组合, 如用于传递用户信息的信道和呼叫控制的信道。为了完成通信任务, 需要多个逻辑信道的相互配合。

1. 逻辑信道的种类

PHS 系统空中接口的逻辑信道可以根据其功能分为如表 1.5 所示的类型。

表 1.5 PHS 的逻辑信道

时隙	逻辑信道	方向	功能
控制时隙	广播控制 (BCCH)	CS→PS	广播系统信息
	寻呼 (PCH)	CS→PS	广播终端寻呼消息
	信号控制 (SCCH)	CS↔PS	用于呼叫建立过程中双向传送系统信令, 如信道分配等
	用户分组控制 (USCCH)	CS↔PS	用于控制信号和分组数据的双向传送