

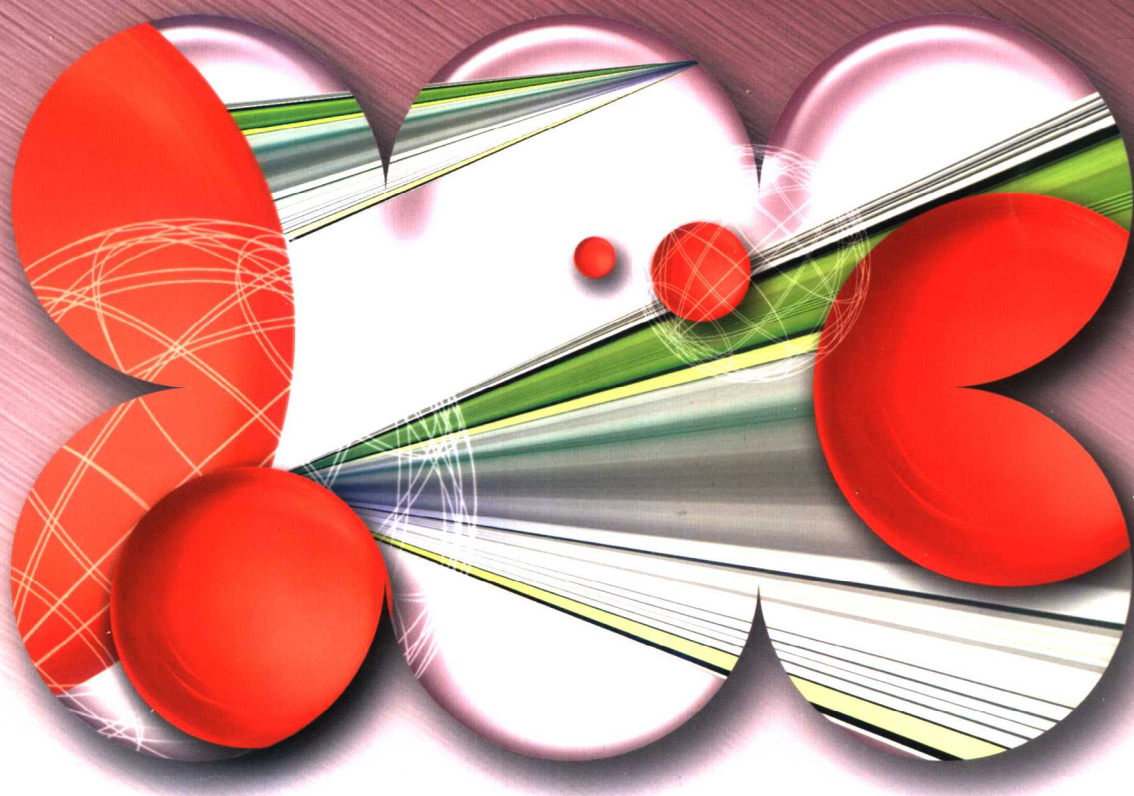
移动通信前沿技术 之 小灵通系列

小灵通

无线协议分析

徐福新 主编

孙宇彤 许永明 许 钢 陈迪华 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中国通信学会 中国通信学会 中国通信学会

小灵通

无线协议分析

作者：张明 编著
出版：人民邮电出版社



人民邮电出版社
人民邮电出版社

移动通信前沿技术之小灵通系列

小灵通无线协议分析

徐福新 主编

孙宇彤 许永明 许 钢 陈迪华 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

协议分析在通信系统运行和维护中起着举足轻重的作用,是通信运营商运行和维护人员迫切需要提高的技术,同时也是通信系统制造商研发、生产和技术支持人员必须掌握的关键技术。但是,协议分析的技术含量很高,入门很难,很多感兴趣的人士望而却步。

本书就是为满足广大运行和维护人员这一需求而编写的。全书循序渐进,对什么是协议、协议的作用及协议分析的作用都进行了深入浅出的介绍;考虑到实用性,本书将小灵通系统无线网络中应用的各种协议——HDLC 协议、Q.931 协议和 PHS 空中接口加以详细阐述,并提供了这些协议在小灵通系统无线网络中维护的分析案例。通过以上内容的安排,读者可以从理论到实践两方面对小灵通系统的无线协议分析有一个深入的了解,并能在小灵通无线网络的协议分析工作中把握应用。

本书是《小灵通网络维护与优化》的姐妹书,特别适合于从事小灵通系统运行和维护,尤其是研发、生产和技术支持的人员阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

小灵通无线协议分析 / 徐福新主编. —北京: 电子工业出版社, 2004. 10

(移动通信前沿技术之小灵通系列)

ISBN 7-121-00335-X

I. 小… II. 徐… III. ① 移动通信—通信协议 IV. TN915.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 091896 号

责任编辑: 宋 梅

印 刷: 北京东光印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 13.75 字数: 345 千字

印 次: 2004 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 25.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

随着小灵通网络不断地投入使用,小灵通系统的运营商和制造商们发现,他们的任务已经从系统建设转到了网络维护和优化阶段。网络的质量和规模是小灵通的生命线,优质的网络质量是提高用户忠诚度的根本保证,加上小灵通无线网络设备众多,运行环境复杂,如何进行网络的最佳维护与优化,自然成为运营商关注的焦点。要想做好小灵通无线网络的维护,运营商的维护技术人员迫切需要从理论和实践两方面得到指导。

协议分析在通信系统运行和维护中起着举足轻重的作用,是许多运行和维护人员迫切需要提高的技术。协议分析自然成为小灵通无线网络维护的重要技术手段。除此之外,协议分析也是小灵通无线设备生产和研发人员必备的技术。但是,协议分析的技术含量很高,入门很难,很多感兴趣的人士望而却步。因此,迫切需要一本有关小灵通无线网络协议分析的参考书,来帮助大家提高协议分析技术的能力。

本书对小灵通无线网络中应用的 HDLC 协议、Q.931 协议和 PHS 空中接口做了详细介绍,并且提供了这些协议在小灵通系统中运用的分析案例。通过以上内容的安排,相信读者可以从理论和实践两方面对小灵通无线网络的协议分析有一个深入的了解,并能在小灵通无线网络的协议分析工作中把握应用。

本书的第 1 章概括性地介绍了小灵通系统的特点、接口协议和什么是协议分析;第 2 章详细介绍了协议分析的基础知识;第 3 章详细介绍了 HDLC 协议的特点和处理流程;第 4 章详细介绍了 Q.931 协议的特点和呼叫流程;第 5 章详细介绍了 PHS 空中接口特点和呼叫流程;第 6 章给出了 PHS 空中接口和 Q.931 协议多个流程实例和分析的结果。

本书由徐福新主编,第 1 章到第 5 章以及附录由孙宇彤执笔,许钢和陈迪华撰写了第 6 章的初稿,许永明审阅了全书并提供了第 1 章的相关内容。

本书适合从事通信系统运行和维护,尤其是小灵通系统运行和维护的工程技术人员阅读,并且可以作为高等院校相关师生的参考书和运营公司员工的培训教材。

读者有任何问题,可以与作者联系 (Email:phsbook@tom.com),也可以访问以下网站: <http://www.pch.com.cn>。

作者
于 2003 年初秋

目 录

第 1 章 概述.....	(1)
1.1 通信系统.....	(1)
1.2 用户接口.....	(3)
1.2.1 接口.....	(3)
1.2.2 用户接口.....	(4)
1.2.3 业务.....	(5)
1.3 协议分析.....	(5)
1.3.1 什么是协议分析.....	(5)
1.3.2 小灵通系统简介.....	(6)
1.3.3 小灵通系统结构.....	(10)
1.3.4 全书结构.....	(11)
1.4 小结.....	(11)
第 2 章 协议分析基础	(12)
2.1 OSI 7 层结构	(12)
2.1.1 分层服务.....	(12)
2.1.2 物理层.....	(14)
2.1.3 数据链路层.....	(15)
2.1.4 网络层.....	(15)
2.1.5 其他层.....	(15)
2.2 协议的实现.....	(16)
2.3 协议表达.....	(17)
2.3.1 SDL	(17)
2.3.2 状态图.....	(18)
2.3.3 流程图.....	(19)
2.4 协议的获取.....	(20)
2.5 小结.....	(21)
第 3 章 HDLC 协议.....	(22)
3.1 概述.....	(22)
3.2 HDLC 帧.....	(23)
3.2.1 HDLC 的帧类型.....	(23)
3.2.2 HDLC 的帧结构.....	(24)
3.3 HDLC 多帧通信流程.....	(25)

3.4	LAPD 协议	(26)
3.4.1	地址域	(26)
3.4.2	控制域	(28)
3.4.3	状态和参数	(28)
3.4.4	TEI 的管理	(29)
3.4.5	多帧通信模式的建立	(31)
3.4.6	多帧通信模式的释放	(32)
3.4.7	流程实例分析	(32)
3.5	LAPDC 协议	(36)
3.5.1	地址域	(37)
3.5.2	控制域	(37)
3.5.3	关键参数	(37)
3.5.4	流程实例分析	(37)
3.6	小结	(41)
第 4 章	Q.931 协议	(42)
4.1	概述	(42)
4.1.1	ISDN 用户接口	(42)
4.1.2	ISDN 第 3 层协议	(44)
4.2	主叫	(49)
4.2.1	流程分析	(49)
4.2.2	SDL 描述	(51)
4.2.3	流程描述	(56)
4.3	被叫	(57)
4.3.1	流程分析	(57)
4.3.2	SDL 描述	(59)
4.3.3	流程描述	(62)
4.4	呼叫释放	(63)
4.4.1	流程分析	(63)
4.4.2	SDL 描述	(64)
4.5	综合分析	(65)
4.5.1	通信整体流程	(65)
4.5.2	流程实例分析	(66)
4.6	小结	(72)
第 5 章	PHS 空中接口	(73)
5.1	概述	(73)
5.1.1	物理层	(75)
5.1.2	链路层	(77)

5.1.3	网络层	(77)
5.2	建立链路信道	(81)
5.2.1	建立链路信道的相关消息	(81)
5.2.2	链路信道建立过程	(82)
5.2.3	链路信道建立流程	(83)
5.3	协议处理机制	(85)
5.3.1	RT 协议	(85)
5.3.2	MM 协议	(86)
5.3.3	CC 协议	(87)
5.4	呼叫流程	(87)
5.4.1	主叫	(87)
5.4.2	被叫	(90)
5.4.3	呼叫释放	(91)
5.4.4	位置登记	(91)
5.4.5	异常呼叫	(92)
5.5	通信切换	(93)
5.5.1	切换原因	(93)
5.5.2	切换方式	(94)
5.5.3	切换处理过程	(95)
5.5.4	切回机制	(97)
5.5.5	切换流程	(97)
5.6	协议流程分析	(102)
5.6.1	主叫	(103)
5.6.2	被叫	(106)
5.6.3	呼叫释放	(109)
5.6.4	位置登记	(110)
5.6.5	切换	(112)
5.7	小结	(114)
第 6 章	协议分析实例	(115)
6.1	小灵通无线网络的故障排除	(115)
6.1.1	故障排除工作流程	(115)
6.1.2	协议分析与故障排除	(116)
6.1.3	小灵通无线网络协议流程	(117)
6.1.4	小灵通无线网络协议分析	(119)
6.2	空中接口协议分析	(120)
6.2.1	建链失败	(120)
6.2.2	建立业务信道失败	(127)
6.2.3	切换失败类实例	(145)

6.3 Q.931 协议分析..... (152)

6.3.1 呼叫困难类实例..... (153)

6.3.2 呼叫失败类实例..... (158)

6.3.3 单通或静音类实例..... (161)

6.4 小结..... (165)

附录 A Q.931 协议..... (167)

附录 B PHS 空中接口..... (184)

附录 C 缩略语..... (208)

参考文献..... (210)

第 1 章 概 述

1.1 通信系统

一提到通信，人们的第一反应就是电话。的确，利用电话这种即时的通信工具，两个人无论相隔千山万水，都可以相互交流。电话不仅将一个地区、一个国家的人们联系在一起，而且还将地球上各个国家和地区的人们联系在一起，地球因为有了电话而名副其实地成为了地球村。

电话的功能是传递语音。众所周知，打通电话的前提是打电话的用户（主叫）和呼叫对象（被叫）之间有传递语音的线路（双绞线），原始的方法是为每个用户之间拉一条线路，当使用电话的用户越来越多时，保证用户和用户之间都有能打通电话的线路成为难题：线路太多。此外，线路也有传送语音的距离限制，不会超过 10 km。

于是，交换中心应运而生。交换中心内安装有交换机，交换中心和交换中心之间通过高速、大容量、长距离的线路（现在主要是光纤）相互连接。用户不再直接连接，而是先连接到交换机，再通过交换机的转接，实现用户之间的连接，从而解决了线路数量和传输距离的困扰。通信系统就这样形成了，通信系统的结构如图 1.1 所示。

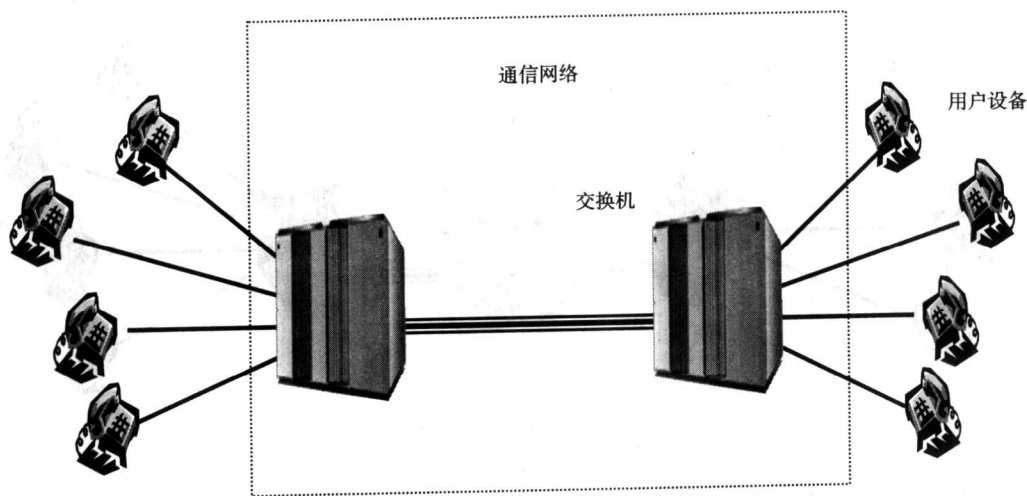


图 1.1 通信系统结构

通信系统包括用户设备和通信网络两大部分。最常见的用户设备就是电话机，当然还有传真机等。通信网络由交换机等设备构成，还包括传输设备。用户设备往往称为用户终端，用户利用用户终端得到通信网络的服务。根据用户终端的不同，通信系统分为固定通信系统和移动通信系统。在固定通信系统中，用户终端的位置是固定的；在移动

通信系统中，用户终端的位置是可移动的。

通信系统也经历了一个发展过程，早期的通信系统以 PSTN（Public Switched Telephone Network，公众交换电话网络）为代表，整个通信网络内以传递模拟信号为主。随着计算机和通信技术的飞速发展，交换机逐步数字化、程控化，数字信号在处理上有着模拟信号无可比拟的优点，因此交换机和交换机之间逐渐转为以传递数字信号为主，交换机和用户之间传递数字信号也提上了议事日程。ISDN（Integrated Services Digital Network，综合业务数字网）就是在这种情形下诞生的，ISDN 最大特点是实现了端到端的数字传输。

移动通信一直是人们的期望，20 世纪 80 年代，移动通信系统正式投入商用。第一代的移动通信系统采用模拟技术，现在常见的 GSM 和 CDMA 等移动通信系统就是第二代移动通信系统，采用了数字技术。目前移动通信系统正在向第三代宽带移动通信系统，也就是所谓的 3G 演进。这些移动通信系统统称为 PLMN（Public Lands Mobile Network，公众陆地移动通信网络）。

现在通信系统用户数量非常庞大，以中国为例，据统计，到 2003 年中，全国的固定电话用户和移动电话用户都超过了 2.45 亿，拥有百万用户的城市比比皆是。并且随着通信技术的发展，交换机的容量也越来越大。这种情况下，由交换机直接带用户显得很不够灵活，因此通信系统的结构逐步变成如图 1.2 所示的模式。

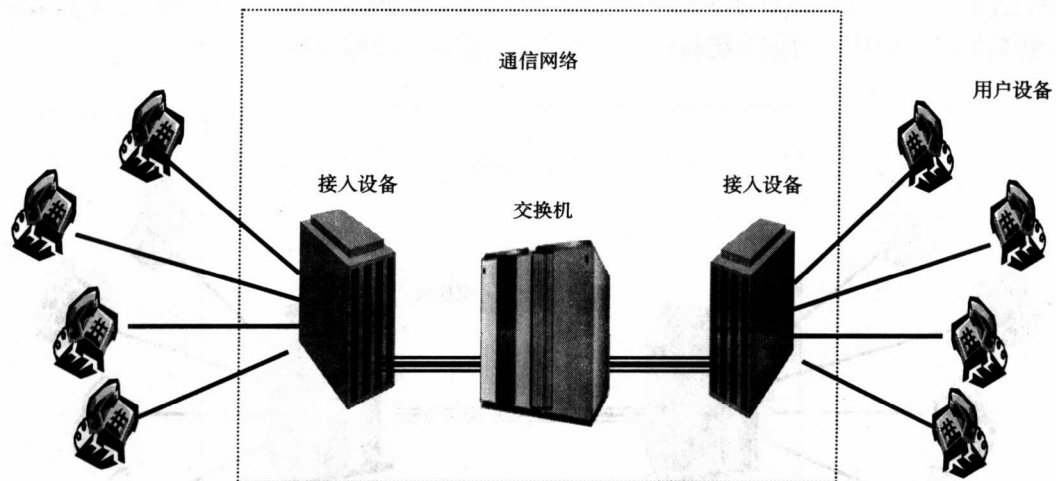


图 1.2 改进的通信系统结构

在图 1.2 中，增加了接入设备，作为交换机和用户设备之间的桥梁。接入设备放置在用户设备附近，汇集多个用户的信息，通过传输设备与交换机连接。一个交换机可以支持多个接入设备，相应地也就可以支持更多的用户。这种结构在固定和移动通信系统中已经变得很常见。在固定通信系统中，接入设备相当于接入网；在移动通信系统中，接入设备相当于基站系统。

1.2 用户接口

1.2.1 接口

通信系统由多个部分或模块组成，各个模块之间不可避免地需要进行信息的交换。模块之间通过接口相互连接，传递信息，这些接口可以分成系统接口和用户接口两类。系统接口是通信网络内部各个模块之间以及通信网络之间的接口，用户接口是通信网络与用户设备之间的接口，如图 1.3 所示。

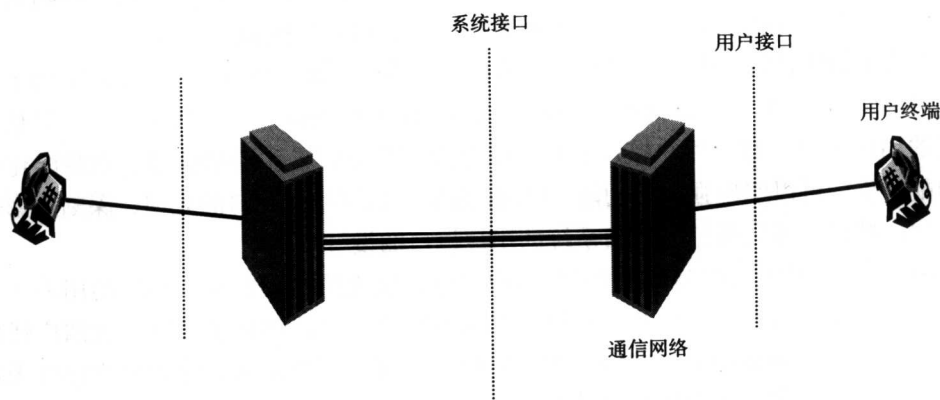


图 1.3 通信系统接口示意图

在接口之间传递的信息包括两类，一类是业务信息，即话音和数据信号；另外一类是控制信息，即控制信号。通信网络的目的当然是传递业务信息，但是为了准确、可靠地传递业务信息，控制信息也是必不可少的。业务信息和控制信息的关系是相辅相成、缺一不可的。这就有点像在任何一个部门中都需要配备主管和办事人员一样。

控制信息需要按照一定的格式表达，这样接口双方才能理解，这些格式的定义称为协议。协议与语言类似，语言的格式就是语法，比如汉语与日语，语法就大相径庭。就像我们平时说话一样，只有使用同一种语言才能互相理解，否则就是对牛弹琴。因此，接口两端的设备必须使用同一种协议。

协议是接口两端设备控制通信进行的语言，有时候我们也把协议称为信令，需要接口两端设备遵照执行。这有点像邮局，邮局在投递信件的时候，并不关心信件的内容，而是关心收件人的地址和邮政编码以及寄件人的地址和邮政编码。因此我们在寄信的时候，必须很清楚地写明以上信息，而且书写的位置很有讲究。如果是国内信件，收件人的信息必须写在信封的左上角；而国际信件恰恰相反，寄件人的信息才写在信封的左上角。这是一种规则，也就是协议。只有遵守了这样的规则，我们的信件才能到达应该去的地方。

在系统设计时，各个模块的功能是确定的，模块处理的信息格式也是确定的，因此模块之间的接口协议可以规范化和标准化。采用规范化和标准化协议的最大优点是兼容性和开放性，只要符合同一标准的接口就可以互联，就像电器统一使用 220 V 交流电一样。兼容性为运营商提供了最大的方便；开放性引入了竞争，运营商可以在不同的制造

商中间进行选择,最大程度地保障了自己的利益。

通信系统接口的标准化是相当普遍的,比如交换机和交换机之间的 SS7 信令以及交换机和接入网之间的 V5 协议等都是标准化的接口。当然,移动通信系统中这样的接口更多,像 GSM 系统就有诸如 A,Abis,B,C,D,E 和 F 等标准化的系统接口。

1.2.2 用户接口

用户接口是用户设备和通信网络之间的接口,早期的用户设备功能非常简单,有时称其为哑终端,因此用户接口也不能设计得很复杂。用户接口上只能传递一些随路的模拟控制信号,如常用的振铃、忙音和回铃音等信号,这就是模拟用户接口。

只有在 ISDN 系统诞生后,用户接口的面貌才焕然一新。ISDN 革命性地采用了数字用户接口,也就是 DSS1 (Digital Subscriber Signalling System No.1,数字用户 1 号信令)所定义的用户接口。数字用户接口上传递的是数字业务信号和控制信号,在智能化用户设备的配合下,可以实现强大的功能。ISDN 系统开数字用户接口的先河,深刻地影响了以后的用户接口,尤其是移动通信系统的用户接口的设计。

无论是模拟的用户接口还是数字的用户接口,也无论是固定通信系统的用户接口还是移动通信系统的用户接口,都具有以下的基本特点:广泛性和多样性。所谓广泛性,指用户接口是通信网络中惟一与用户相连的接口,由于用户众多,因此用户接口无处不在;所谓多样性,在于用户终端多种多样,使用环境多种多样。可以看出,用户接口是与用户关系最密切的接口,它的特性大大影响了用户的使用效果,地位相当重要。

空中接口是移动通信系统中基站和用户终端之间的接口,是一类特殊的用户接口。与普通用户接口不同,空中接口采用无线电波传递信息,而不是利用用户线传递信息,所以空中接口又称为无线接口(在国标中就称为无线接口)。

比起固定用户接口,空中接口更加复杂,具有更多智能性。这是由于空中接口的使用环境更加复杂和多样所决定的。为了保证空中接口的正常工作,各种移动通信系统的空中接口普遍进行了标准化,制定了相应的空中接口的规范。例如,CDMA 空中接口的规范为 IS-95,而 GSM 更是使用了 04, 05 和 06 系列的多个建议书,PHS 空中接口的规范为 RCR STD-28 标准。

值得注意的是,用户接口是为通信服务的。我们往往按时间顺序把通信过程划分为通信建立(又称呼叫)、通话进行和通信释放三个过程。通信过程中各种信号在信道上传递,实际上,在通信过程中用户接口上主要有两种信道起作用,它们分别是信令信道和话音信道。信令信道上传送信令,话音信道上传送话音和数据。因此协议就是在信令信道上传输的。在 PSTN 系统中的用户侧,信令信道和话音信道并不区分;在 ISDN 系统中,信令信道相当于 D 通道,而话音信道相当于 B 通道;在移动系统中,话音信道相当于 TCH,而信令信道相当于 TCH 上的随路信道 ACCH。此外,在 ISDN 系统中,D 通道是复用的;移动系统中的随路信道 ACCH 却是独立使用的。

人们一般认为呼叫过程与信令有关,需要在信令信道上交互各种消息,而与话音信道好像没有什么关系。从信令的角度看,这种思路是合理的,而且呼叫过程首先是使用信令信道,但是呼叫过程中还会用到很多信号音,如拨号音、忙音和振铃音,这些信号

音基本上由网络侧产生(一般只有被叫的振铃音由终端自行产生),传递到用户侧。显然,这些信号音是不能通过信令信道传递的,只能通过话音信道传递,因此呼叫过程与话音信道也有关。

1.2.3 业务

用户接口需要支持各种业务,以满足用户不同的需要。ISDN 的用户接口定义了业务能力及分类,该接口可支持三类业务:承载业务(Bearer Services)、用户终端业务(Teleservices)和补充业务(Supplementary Services)。所谓业务,也就是通信网络为用户提供的服务。由于 ISDN 数字业务的示范作用,使得许多后来的数字通信系统,包括第二代移动通信系统在业务方面都借鉴了 ISDN 的设计和概念。

承载业务在用户之间实时传递信息,不改变信息本身所包含的内容,可以看做透明传输。例如 ISDN 支持三类承载业务,其中第一类是电路交换方式的承载业务,第二类是分组交换方式的承载业务,第三类是帧方式承载业务。

用户终端业务包括网络提供的通信能力和终端本身所具有的通信能力。用户终端业务可以理解为用户使用终端而获得的业务。例如,ISDN 支持电话、G4 类传真、可视图文、用户电报和图文混合方式等电信业务。

承载业务和用户终端业务统称基本业务。

由网络提供的额外功能称为补充业务。补充业务不能独立向用户提供,它必须随基本业务一起提供。通常,一个补充业务可以与一个或多个基本业务结合供用户使用。利用补充业务可以给用户通信带来许多方便之处。例如,ISDN 可以提供号码识别类、呼叫提供类、呼叫完成类、多方通信类、社团性和计费类等多种补充业务。

1.3 协议分析

1.3.1 什么是协议分析

协议分析一直以来就是许多人望而生畏的字眼,也是让人肃然起敬的字眼。大家都有学习外语的经历,知道如果不懂一门语言的话,那些文字看上去就像天书一样。而协议正是控制接口两端设备通信的语言,如果不了解如何分析协议,接口的工作也就如同坠入云里雾里了。

但是,了解接口两端设备如何进行通信的确是很多人的工作重点,尤其是从事通信系统运行维护工作人士的重任。前面提到,现在的通信系统为成千上万的用户提供服务,控制着信息流动的命脉,是关系国计民生的大事。保证通信系统能正常可靠地工作,非常重要。因此,系统维护人员需要确保通信系统处于正常的工作状态。

有很多种方法可以帮助系统维护人员了解通信系统运行状态,协议分析就是其中一个重要手段。协议分析相当于看病时的身体检查工具,如血压计、心电图仪、血常规仪、X 光机、B 超和 CT 等。

在两种情况下我们会做身体检查:健康体检和疾病检查。协议分析的作用也类似,

一方面可以了解系统工作状态, 另外一方面可以协助维护人员排除故障。

早期的医生只能通过简单的办法检查病人的情况, 完全是凭感觉, 靠经验, 这样对病人的诊断就很难做到准确。只有引入各种现代化的检查工具后, 医生才摆脱了盲目的状态, 靠科学的检查结果对病人做出准确的诊断。

协议分析的作用也正是如此, 没有协议分析时, 我们只能大概地粗略地了解通信系统运行状态。有了协议分析后, 我们就可以准确地把握通信系统运行状态了。

了解通信系统运行状态有很多方法, 最简单的方法是让各个设备通报自己的运行状态。这里会遇到两个挑战。

第一, 很多时候, 我们并不能确切地知道设备的运行情况, 这在用户设备处尤为常见。就像医生不知道病人体内所发生的一切。这时, 医生往往会对病人做一次全面的检查, 得到相关的指标, 经过与正常的指标比对, 大致上就能确定病症的情况, 从而对症下药。协议分析也是类似的, 通过分析接口两端设备的协议流程, 再与标准的协议流程进行比对, 我们就可以判断出当前的通信过程是否正常, 进而推断出设备是否处于正常状态。

第二, 通信系统是由多个设备和模块组成的, 单个设备或模块工作正常并不代表整个系统工作正常。也就是说, 接口是否工作正常也很重要。接口, 尤其是数字接口两端设备, 可以看成是计算机之间的通信, 计算机是程序化的。如果通信内容与期望值有偏差, 这往往不是计算机的责任, 而是设计者的责任。因此, 协议的实现一定需要非常严谨和认真。这一点在用户接口处特别明显, 由于用户接口面临非常多样的环境, 只要有一点考虑不周, 就可能造成实际应用中的错误。很显然, 判断接口工作是否正常离不开协议分析。

总之, 协议分析在通信系统运行和维护中起着举足轻重的作用。正是由于协议分析如此重要, 因此许多人也期望能学好协议分析。如何才能学好协议分析呢? 根据我们学习外语的经验, 知道如果光学习一些单词和语法规则, 而不去结合实际应用(如一些情景对话和阅读的话)的话, 学习效果将会大打折扣。同样, 为了让用户接口协议分析的学习有的放矢, 本书将结合具体系统来展开相关内容, 这个系统就是小灵通系统。

1.3.2 小灵通系统简介

小灵通无线市话是一种新型的个人无线接入系统, 它采用先进的微蜂窝技术和高质量语音数字化技术, 将用户终端以无线接入方式接入市话网, 使传统意义上的有线市话能在无线网络覆盖范围内随身携带使用, 随时随地进行通信。由于无线市话手机以其小巧的机身、卓越的功能, 受到越来越多的人青睐, 所以人们爱称它为“小灵通”, 如今小灵通已成为人们日常生活中不可缺少的通信工具。

1. PHS 系统

小灵通系统与 PHS 技术有密切的关系, 其无线部分采用了 PHS 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 和窄带 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，因此，终端发射功率很小，终端小巧、轻便、环保。基站覆盖半径小，用户可在慢速移动中使用。PHS 系统的设计哲学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 1.4 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、交换和切换等功能；业务控制点具有位置登记和鉴权等功能。

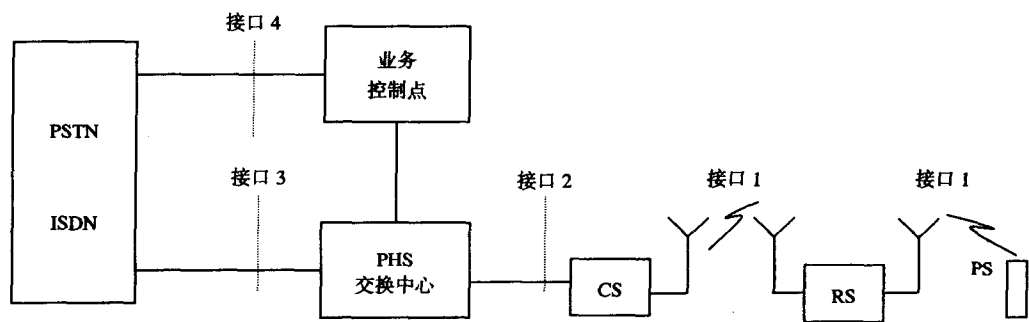


图 1.4 PHS 系统结构图

PHS 系统可以与 PSTN 和 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。

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 3 个版本发展的过程，以版本 2（V2）及版本 3（V3）比较常见。

在 3G 成为下一代移动通信系统主角的背景下，PHS 的发展也没有止步。根据日本下一代 PHS 研究工作报告，下一代 PHS 的目标与 3G 类似，也是一个提供个人无线多媒体服务的信息系统，同样是与 IP 技术相结合，数据通信速率要在 384 kb/s 以上，相关的标准 RCR STD—28 V4.0 已经在 2002 年推出。

PHS 空中接口支持如下业务。

- ① 承载业务：PHS 支持语音、3.1 kHz 音频、32 kb/s 和 64 kb/s 的数据业务。
- ② 用户终端业务：RCR STD—28 没有规定。
- ③ 补充业务：PHS 支持 DTMF 信号传递和终端之间的信息传递。

2. 小灵通在中国的发展

固定电话不固定，这就是小灵通。其实，这个精灵的名字背后是一种新型的个人无线接入系统。它的鼻祖是日本的 PHS 系统，PHS 的核心技术由日本的 NTT 发明和研制。1995 年 7 月，经日本邮电省批准，NTT 和 DDI 率先推出了基于 PHS 技术的移动电话服务。这种 8 年前由日本发明的通信技术，在日本面临生死抉择的时候，却在中国市场上创造了神话。

1997 年，浙江省余杭市开始第一个小灵通试点。1998 年 1 月，余杭市首先将无线市话投入到商业运营中，为小灵通的日后发展提供了宝贵的一手资料。

1999 年前后，小灵通在中小城市的发展呈“星火燎原”之势，标志着小灵通技术在我国进入应用阶段。1998 年 12 月，广东肇庆推出的“流动市话”，标志着小灵通进入中小城市的市话服务领域，之后保定、昆明、西安、兰州和杭州等地纷纷发展小灵通业务。

但小灵通发展态势可谓一波三折。小灵通遇到的第一个红灯是在 2000 年 5 月，信息产业部发文，要求各地电信企业的小灵通项目一律暂停，等待评估。2000 年 6 月 29 日，信息产业部下发《关于规范 PHS 无线市话建设与经营的通知》，明确界定小灵通是“固定电话的补充和延伸”，定位为“小范围低速移动无线接入”。当信息产业部再次明确在“技术成熟的条件下”可以在中小城市发展小灵通业务后，小灵通又踏上了前进的征程。

2002 年，小灵通呈现迅猛发展之势，全国用户从几百万户猛增到 1 200 万户，并且从中小城市向大中型城市延伸，形成“农村包围城市”的态势。2002 年 8 月前后，小灵通增值业务已经在陕西和云南等省试运行，因此越来越多的用户可以体验短消息、MiMi 拇指信息和 WiWi 无线高速数据上网等多种增值服务。截止到 2002 年年底，据不完全统计，中国已有 30 个省 300 多个城市开通了小灵通业务，覆盖率达到 50% 以上。小灵通系统总容量达到了 2 200 万线，拥有 1 200 多万用户。

2003 年，小灵通发展势不可当，甚至突破了传统意义上的“禁区”——京、沪、穗。到 12 月底，小灵通用户数已经突破 3 500 万，相当于固定电话总用户数的 14%。我国已无可争议地成为全球小灵通无线市话的第一大国，从目前发展的趋势来看，有关市场人士预计小灵通用户总数 2004 年很可能超过 6 000 万。可以肯定，小灵通的存在和今后的发展将不会是整个通信市场的沧海一粟，而会产生巨大的震撼力。

3. 小灵通在中国的未来发展前景

一直以来，小灵通给人们的印象更多的是在语音服务上，也就是话费优势明显。作为固定电话的延伸和补充，小灵通无线市话因其准确的市场定位、适合广大中低收入消费者的需求和不断丰富完善的网络服务和终端种类，近几年已在全国各地得到了普遍欢迎。然而，也有很多对于小灵通未来发展的疑问，比如，现有的小灵通网络能否为运营商和消费者提供长久的发展动力？小灵通无线市话与固定电话、移动网络相比，在市场定位和服务内容上能否保证可持续的独特优势？小灵通除了能够提供语音服务外能否有更多的功能？

作为固定电话的补充和延伸，小灵通无线市话技术也经历了不断的发展和完善的过程。在此过程中，小灵通设备制造商投入了大量的研发资源，坚持不懈地进行技术创新