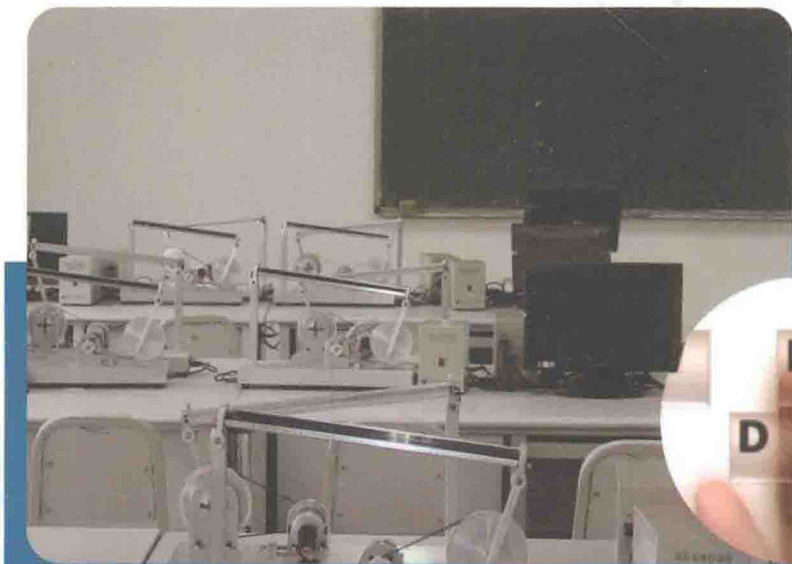
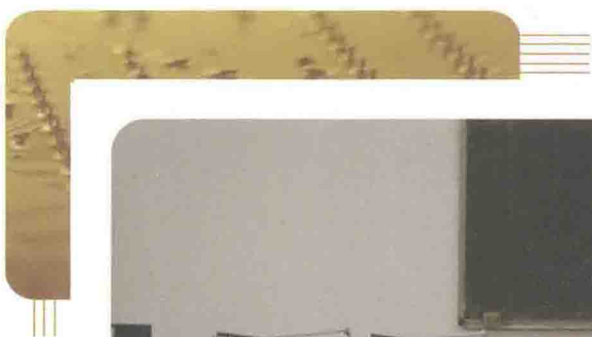




21世纪高职高专**电子信息类**实用规划教材

通信终端设备原理 与维修技术

马晓阳 主 编
朱 琪 副主编



 免费赠送电子课件

遵循因材施教、实用为上的原则，同时兼顾学生的基础和兴趣，突出职业需求，强调技能为先。注重知识的系统性和先进性，强调理论与技能的有机结合，将技能培养贯穿于整个教学课程。在内容上，以“必需”和“够用”为度，力求体现各章的相对独立性、实训教学的可操作性、维修机型的典型性、各类学校教学的通用性。



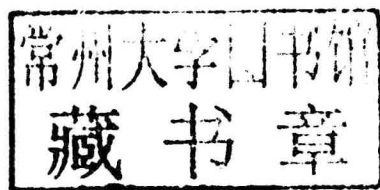
清华大学出版社

21 世纪高职高专电子信息类实用规划教材

通信终端设备原理与维修技术

马晓阳 主 编

朱 琪 副主编



清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要介绍通信终端设备的基本知识、工作原理以及检测维修方法,内容既包含了固定电话机、无绳电话机、2G手机,又突出了正在蓬勃发展的3G手机,使读者能全方位学习目前通信终端市场不同制式设备的原理和维修技术。本书结合市场应用实际,并注重反映通信技术的新发展,选取国内流行的渴望HCD139(188)P/TSDL型多功能电话机、TCL HW868(21)P/TSD型无绳电话机、诺基亚3600S型手机和诺基亚N70型手机作为载体,对其电路结构、工作原理、性能参数检测及典型故障维修进行了深入浅出的讲解。

本书通俗易懂、内容新颖、图文并茂、实践性强,既可作为高职院校电子技术应用、通信技术、电子信息技术及相关专业的教材,也可作为相关专业的工程技术人员的参考用书及培训班的教材。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

通信终端设备原理与维修技术/马晓阳主编,朱琪副主编. —北京:清华大学出版社,2012
(21世纪高职高专电子信息类实用规划教材)
ISBN 978-7-302-29693-5

I. ①通… II. ①马… ②朱… III. ①通信设备—终端设备—理论—高等职业教育—教材 ②通信设备—终端设备—维修—高等职业教育—教材 IV. ①TN914

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第187358号

责任编辑:李春明

装帧设计:杨玉兰

责任校对:周剑云

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 刷 者:北京市人民文学印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明印装厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:17.75 字 数:430千字

版 次:2012年9月第1版 印 次:2012年9月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:32.00元

产品编号:045617-01

前 言

21 世纪是信息时代,通信终端设备作为信息交换最便捷的工具已非常普及。电话、无绳电话和手机已成为人们日常工作与生活中的亲密伴侣,现代社会对通信终端设备的生产、服务、营运和维修的技术人才的需求日益增加。针对这一市场热点,我们结合多年积累的教学实践和维修经验,组织编写了本书。

本书针对当前高等职业院校的人才培养目标和全面素质教育的特点,遵循因材施教、实用为上的原则,兼顾学生的基础和兴趣,突出职业需求,强调技能为先。全书注重知识的系统性和先进性,强调理论与技能的有机结合,加强检测和维修实训环节,将技能培养贯穿于整个教学课程。在内容上,以“必需”和“够用”为度,力求体现各章的相对独立性、实训教学的可操作性、维修机型的典型性、各类学校教学的通用性,同时做到由浅入深,循序渐进,简明易懂,便于读者掌握,实用性强。本书各章均有教学目标、故障维修实例、实验技能训练、本章小结、知识能力测验,以便于读者在学习和实践中不断地提高分析、检测、维修通信终端设备的动手能力和创造能力,做到举一反三,融会贯通。

本书共分 10 章。第 1 章主要讲述通信终端基础知识,包括通信终端设备的发展历史、通信系统的基本概念、电话机的基本原理及技术指标等。第 2 章介绍通信终端维修基础,主要内容有电话机的专用部件、常用仪器仪表的使用、电话机电路图的识别、电话机维修的基本方法等。第 3 章~第 6 章分别介绍电话机各单元电路(输入电路、振铃电路、拨号电路、通话电路)的工作原理、常用元器件和电路性能参数的测量方法、故障判断方法、故障维修流程、典型故障维修实例分析,阐述渴望 HCD139(188)P/TSDL 型电话机的工作原理及维修方法。第 7 章介绍电话机整机电路分析与故障维修,包括电话机的故障特征、故障类型、故障维修原则、故障检修思路、电话机综合故障维修等,为无绳电话、手机的学习奠定了基础。第 8 章系统地分析无绳电话机基本结构、工作原理及典型故障维修等知识,阐述 TCL HW868(21)P/TSD 型无绳电话机的工作原理及维修方法。第 9 章介绍移动通信系统基本组成,阐述 2G 手机基本工作原理及维修方法,分析诺基亚 3600S 型手机的工作原理和常见故障的维修技巧。第 10 章介绍 CDMA 手机基本原理,阐述诺基亚 N70 型手机的工作原理及维修技术。

本书由马晓阳任主编,负责全书的编写与定稿工作;朱琪任副主编,负责本书编写的前期准备工作,以及全书的整理、校对与审稿工作;刘磊、俞金强、王璇参与了本书的部分编写工作。

在编写本书的过程中,清华大学出版社的编辑提出了许多建设性意见,同时我们也参考了其他作者的资料,在此谨向他们致以感谢。

由于电子信息技术发展迅速,产品更新换代速度加快,加之编者水平有限、时间仓促,书中难免有疏漏和不当之处,敬请读者和同行谅解,并给予批评指正,帮助我们紧跟职业教育和科学技术的发展,不断提高教材质量,以便更好地为广大读者服务。

编 者

目 录

第 1 章 通信终端基础知识.....	1	2.1.3 拨号键盘.....	28
1.1 通信终端的发展历史.....	2	2.1.4 叉簧开关.....	29
1.1.1 电话机的发展历史.....	2	2.1.5 振铃器.....	29
1.1.2 无绳电话机的发展历史.....	4	2.1.6 接插件与 II、IV 线.....	29
1.1.3 手机的发展历史.....	5	2.2 常用维修仪器.....	30
1.2 通信系统概述.....	7	2.2.1 数字万用表.....	30
1.2.1 通信系统的模型.....	7	2.2.2 示波器.....	31
1.2.2 公共通信网.....	9	2.2.3 函数信号发生器.....	33
1.3 电话机的技术指标.....	10	2.2.4 电话机测试仪.....	35
1.3.1 拨号特性.....	10	2.3 电话机电路图识别.....	36
1.3.2 振铃特性.....	12	2.3.1 熟悉电子技术知识.....	36
1.3.3 通话特性.....	12	2.3.2 识别电路中元器件符号和 地线符号.....	36
1.3.4 参考当量.....	12	2.3.3 理解电话机框图.....	37
1.3.5 电话机直流特性要求.....	13	2.3.4 分析电话机电路图.....	37
1.3.6 话音工作频带.....	13	2.3.5 阅读电话机元件分布图和 元件实物图.....	37
1.4 电话通信基本原理.....	13	2.4 电话机维修的基本方法.....	38
1.4.1 电话通信系统的基本构成.....	13	2.4.1 直观检查法.....	38
1.4.2 电话机的类型.....	14	2.4.2 参数测量法.....	39
1.5 电话机的电路组成.....	16	2.4.3 分析试验法.....	40
1.5.1 电话机的基本组成.....	16	2.5 实验技能训练：电话机性能 指标测试.....	42
1.5.2 电话机的交直流通路.....	17	2.5.1 实验目的.....	42
1.6 实验技能训练：电话机的操作与 使用.....	18	2.5.2 实验器材.....	42
1.6.1 实验目的.....	18	2.5.3 实验内容及步骤.....	42
1.6.2 实验器材.....	18	2.5.4 实验报告.....	44
1.6.3 实验内容及步骤.....	19	2.6 实验技能训练：电话机专用元器件 性能测试.....	44
1.6.4 实验报告.....	22	2.6.1 实验目的.....	44
本章小结.....	22	2.6.2 实验器材.....	45
知识能力测验 1.....	23	2.6.3 实验内容及步骤.....	45
第 2 章 通信终端维修基础.....	25	本章小结.....	47
2.1 电话机专用部件.....	26	知识能力测验 2.....	48
2.1.1 受话器.....	26		
2.1.2 送话器.....	27		

第3章 电话机输入电路原理与维修 51

3.1 叉簧电路	52
3.2 过压保护电路	52
3.2.1 设置过压保护的原因	52
3.2.2 过压保护元器件	53
3.2.3 渴望 HCD139(188)P/TSDL 型 电话机过压保护电路分析	54
3.3 极性定向电路	54
3.3.1 极性定向电路的作用	54
3.3.2 极性定向电路的构成	55
3.3.3 极性定向电路的原理	55
3.4 记忆维持电源	56
3.4.1 记忆电源设置原因	56
3.4.2 记忆电源的分类	56
3.4.3 休眠电源的分析	57
3.5 输入电路故障维修	58
3.5.1 故障特点与维修方法	58
3.5.2 输入电路故障维修实例	59
3.6 实验技能训练: 输入电路的测试与 故障维修	62
3.6.1 实验目的	62
3.6.2 实验器材	63
3.6.3 实验内容及步骤	63
3.6.4 实验报告	65
本章小结	65
知识能力测验 3	66

第4章 电话机振铃电路原理与维修 69

4.1 振铃电路组成	70
4.1.1 振铃电路的框图	70
4.1.2 振铃电路的性能要求	70
4.2 振铃电路分类	71
4.2.1 分立元件振铃电路	71
4.2.2 普通集成振铃电路	72
4.3 渴望 HCD139(188)P/TSDL 型 电话机振铃电路分析	76
4.4 振铃电路故障维修	77
4.4.1 振铃电路故障分析	77

4.4.2 振铃电路维修流程	77
4.4.3 振铃电路故障维修实例	79

4.5 实验技能训练: 振铃电路的测试与

故障维修	83
4.5.1 实验目的	83
4.5.2 实验器材	83
4.5.3 实验内容及步骤	83
4.5.4 实验报告	86

本章小结 86

知识能力测验 4 87

第5章 电话机拨号电路原理与维修 89

5.1 脉冲拨号电路	90
5.1.1 脉冲拨号的过程	90
5.1.2 脉冲拨号电路的组成与 工作原理	90
5.2 双音频拨号电路	93
5.2.1 双音频信号合成原理	93
5.2.2 双音频拨号电路的工作原理	93
5.3 音频/脉冲兼容拨号电路	95
5.3.1 音频/脉冲兼容拨号 电路的组成	95
5.3.2 音频/脉冲拨号的典型 应用电路	96
5.4 渴望 HCD139(188)P/TSDL 型 电话机拨号电路分析	98
5.4.1 微处理器 HC2101 介绍	98
5.4.2 拨号电路工作原理	99
5.5 拨号电路故障维修	101
5.5.1 拨号电路故障维修流程	101
5.5.2 拨号电路故障维修实例	103
5.6 实验技能训练: 拨号电路的测试与 故障维修	107
5.6.1 实验目的	107
5.6.2 实验器材	107
5.6.3 实验内容及步骤	107
5.6.4 实验报告	110
本章小结	110
知识能力测验 5	111

第6章 电话机通话电路原理与维修	113	7.2.1 电话外线及工作状态	145
6.1 通话电路概述	114	7.2.2 利用外线信号检测电话机	145
6.1.1 通话电路的组成	114	7.3 电话机故障分析与维修	147
6.1.2 通话电路的工作原理	114	7.3.1 电话机典型故障类型	147
6.2 消侧音电路	115	7.3.2 故障维修的基本原则	148
6.2.1 感应线圈式消侧音电路	115	7.3.3 电话机故障检查方法	149
6.2.2 电子式消侧音电路	116	7.4 渴望 HCD139(188)P/TSDL 型	
6.3 分立元件组成的通话电路	117	电话机电路分析	151
6.3.1 送话放大电路	117	7.4.1 电话机主要特点	151
6.3.2 受话放大电路	118	7.4.2 整机电路分析	151
6.4 集成电路组成的通话电路	120	7.5 电话机故障综合维修	155
6.4.1 TEA1062 基本功能	121	7.6 实验技能训练: 整机电路的测试与	
6.4.2 TEA1062 典型应用电路	121	故障维修	158
6.5 免提通话电路	122	7.6.1 实验目的	158
6.5.1 免提通话电路概述	122	7.6.2 实验器材	158
6.5.2 免提通话电路的基本原理	123	7.6.3 实验内容及步骤	158
6.5.3 MC34018 免提通话电路	123	7.6.4 实验报告	161
6.6 渴望 HCD139(188)P/TSDL 型		本章小结	161
电话机通话电路分析	125	知识能力测验 7	162
6.7 通话电路故障维修	128	第8章 无绳电话机原理与维修	165
6.7.1 通话电路故障维修流程	128	8.1 无绳电话机概述	166
6.7.2 通话电路故障维修实例	130	8.1.1 无绳电话机的分类	166
6.8 实验技能训练: 通话电路的测试与		8.1.2 无绳电话机的技术指标	166
故障维修	133	8.2 无绳电话机的基本构成	166
6.8.1 实验目的	133	8.2.1 无绳电话机的结构	167
6.8.2 实验器材	133	8.2.2 主机的基本构成	168
6.8.3 实验内容及步骤	134	8.2.3 副机的基本构成	169
6.8.4 实验报告	137	8.3 无绳电话机工作原理	170
本章小结	137	8.3.1 手机电路工作原理	170
知识能力测验 6	138	8.3.2 主机电路工作原理	171
第7章 电话机整机电路分析与		8.3.3 无绳电话机单元电路分析	173
故障维修	141	8.4 TCL HW868(21)P/TSD 型无绳	
7.1 电话机整机电路分析	142	电话机电路分析	179
7.1.1 整机电路识图方法	142	8.4.1 主机电路原理分析	179
7.1.2 熟悉元器件在电路中的		8.4.2 副机电路原理分析	185
作用	144	8.5 无绳电话机故障维修	190
7.2 电话机整机电路检测	145	8.5.1 无绳电话机的故障分析	190
		8.5.2 典型故障排除方法	191

8.5.3 无绳电话机故障维修实例	193	9.5 实验技能训练: 2G 手机的测试与故障维修	236
8.6 实验技能训练: 无绳电话机的测试与故障维修	196	9.5.1 实验目的	236
8.6.1 实验目的	196	9.5.2 实验器材	236
8.6.2 实验器材	196	9.5.3 实验内容及步骤	237
8.6.3 实验内容及步骤	197	9.5.4 实验报告	240
8.6.4 实验报告	201	本章小结	240
本章小结	201	知识能力测验 9	241
知识能力测验 8	202	第 10 章 3G 手机原理与维修	243
第 9 章 2G 手机原理与维修	205	10.1 3G 概述	244
9.1 移动通信系统概述	206	10.1.1 3G 移动通信的概念	244
9.1.1 移动通信简介	206	10.1.2 3G 的技术标准	244
9.1.2 GSM 移动通信系统概述	207	10.2 CDMA 手机基本原理	245
9.2 2G 手机的电路原理	209	10.2.1 CDMA 移动通信系统概述	245
9.2.1 GSM 手机的基本构成	209	10.2.2 CDMA 手机工作原理	247
9.2.2 手机电源电路原理	212	10.3 诺基亚 N70 型手机电路分析	249
9.2.3 发射电路原理	213	10.3.1 N70 型手机介绍	249
9.2.4 接收电路原理	214	10.3.2 接收射频电路	250
9.2.5 频率合成器原理	216	10.3.3 发射射频电路	253
9.2.6 逻辑音频电路原理	216	10.3.4 应用处理电路	254
9.2.7 I/O 接口电路原理	217	10.3.5 N2200 与 N2300 芯片电路	257
9.3 诺基亚 3600S 型手机电路分析	218	10.3.6 复合电源电路	258
9.3.1 3600S 型手机简介	218	10.4 诺基亚 N70 型手机故障维修	261
9.3.2 复合电源电路	218	10.4.1 N70 型手机故障维修流程	261
9.3.3 AVILMA 和 BETTY 芯片电路	221	10.4.2 N70 型手机故障维修实例	264
9.3.4 数字基带电路	224	10.5 实验技能训练: 3G 手机的测试与故障维修	268
9.3.5 射频电路	226	10.5.1 实验目的	268
9.4 2G 手机故障维修	227	10.5.2 实验器材	268
9.4.1 手机故障类型	227	10.5.3 实验内容及步骤	268
9.4.2 手机故障维修步骤	228	10.5.4 实验报告	272
9.4.3 手机故障维修技巧	229	本章小结	272
9.4.4 诺基亚 3600S 型手机故障维修实例	232	知识能力测验 10	273
		参考文献	275



第 1 章

通信终端基础知识

教学目标

通过本章的学习，了解通信终端的发展历史，理解通信系统的模型、功能以及各单元之间的内在联系；了解电话机的技术指标、类型及特点；熟悉电话机基本组成框图以及各单元的作用；掌握渴望 HCD139(188)P/TSDL 型电话机的使用与操作；使读者建立通信系统的基本概念，对通信终端设备有一个整体性的了解和认识。

通信是现代信息社会的重要支柱。在人们的日常工作和生活中,都离不开通信这个高效、可靠的手段。最简单的电信系统是将两个用户的通信终端(如电话机)直接连接起来的一对一的通信专线系统。电话通信的发明与发展实现了语音通信的空间拓展,打破了语音通信的时间限制,使人类交往与联系克服了时空局限。随着通信技术、电子技术的发展和不断完善,电话机无论是内部结构还是外形设计都有了很大改进,目前电话机已成为电话通信网中最基本和最重要的终端设备。

1.1 通信终端的发展历史

1.1.1 电话机的发展历史

电话通信自问世以来,已经有一百多年的历史。在这之前,只有电报而无电话。随着通信技术的发展和不断完善,电话机无论从内部结构还是外形设计都得到了很大的改进。作为电话通信网最基本、最重要的终端设备,电话机的发展经历了四个阶段。

1. 人工电话机——第一代电话机

电话机的发明者是贝尔和沃森。1876年,贝尔和沃森设计出了最原始的电话机。它的构造是在电磁铁上装一振动膜,从而使在铁片后面的电磁铁线圈产生随声音变化而忽大忽小的电流。这个波动的电流顺着电话线路传递到对方,使对方的振动膜片振动起来,达到传递声音的目的。这就是最原始的电磁式电话机。但这种电话机的说与听都要使用同一个带振动片的电磁铁,听话时将其扣在耳朵上,当受话器用;说话时将其放在嘴前,当送话器用。也就是说,这种电话机不能同时说和听,因而使用很不方便。

1877年爱迪生发明了炭精式送话器,极大地提高了电话机的送话效率,对受话器的结构也进行了改进,并把它们装到一个手柄里。最初的电话机只有通话装置,没有呼叫设备。后来逐渐配套成型,形成了磁石式电话机。磁石式电话机外形如图1-1(a)所示。磁石式电话机除了手柄和电铃之外,还配有一个手摇发电机和两节干电池,只要两部磁石式电话机之间拉上两根线就可以打电话。摇动发电机,另一部电话机的电铃就会响起来,双方都拿起手柄后,自备干电池作为通话用的电源接通,双方就可以通话了。

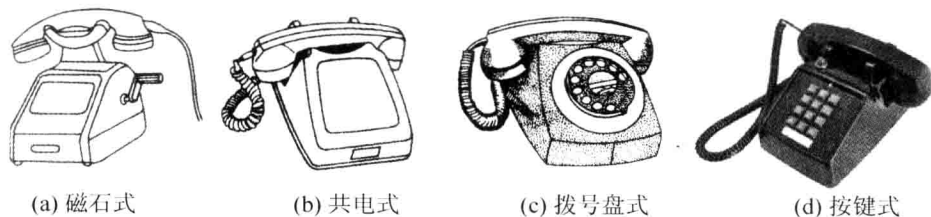


图 1-1 电话机外形

为实现一部电话机与其他任何电话机都能通话,1878年,由美国人设计并制造了第一台人工交换机,安装在耶鲁大学附近。该人工交换机需与磁石式电话机配合使用,故称为“磁石式电话交换机”。它是将20部磁石式电话机接到一台交换机上,用人工操作完成任

意两部电话机的连接。其工作过程为：用户打电话时，要先摇动发电机，使交换机上相应的吊牌掉下；之后话务员提起手柄，询问用户需要几号电话，然后按用户要求将接线插入相应的被叫用户插孔，并摇动交换机，此时被叫用户电话机响铃。

1882 年出现了共电式人工交换机和与之配套的共电式电话机。共电式电话机外形如图 1-1(b)所示。共电式的特点是：取消了电话机中的干电池，所有的电源(包括电话机电源)都集中由交换机的公共电池统一提供；用户摘起和放下话筒均可在交换台的指示灯上显示出来，话务员根据用户要求接通电话。虽然这种电话机比磁石式电话机更先进，但还是需要人工接线，仍属于第一代产品。

2. 号盘自动电话机——第二代电话机

随着用户数量的增加，人工交换方式接线速度慢、差错率高等弊病逐渐暴露出来，因此在人工交换机发展的同时，自动交换机和自动电话机的研制也在进行。

1879 年，美国人康纳利等获得了自动电话交换机的专利，并展出了第一部 8 线自动电话交换机。1883 年，英国国家电话公司的辛克莱获得第一部自动电话机的专利。1889 年，美国人史端乔发明了一种选择器，并取得了第一个自动电话选择器的专利。他发明的自动电话交换机称为“步进制自动电话交换机”，这是因为它是依靠电话用户拨号脉冲直接控制交换机的机械机构一步一步动作的。例如，用户拨号“1”，发出一个脉冲，这个脉冲使接线器中的电磁铁吸动一次，接线器向前动作一步；用户拨号“2”，发出两个脉冲，使电磁铁吸动二次，接线器向前动作两步，以此类推。1892 年 11 月 3 日，史端乔的自动电话交换机在美国印第安纳州拉波特城投入使用，它标志着电话交换由人工时代发展到了机电时代。

为了配合史瑞乔交换机，1896 年美国人爱立克森发明了旋转式拨号盘。把它装在共电式电话机上，由所拨的号码发出选择信号，使电话机线路中的直流电流产生断续，形成直流脉冲，以其脉冲个数控制选择器的动作步数，接到被叫用户的电话机线路上，即可完成自动交换功能。这种装有拨号盘的共电式电话机就是至今仍在使用的旋转式自动电话机，即为第二代电话机。拨号盘式电话机外形如图 1-1(c)所示。

1919 年，瑞典的电话工程师帕尔姆格伦和贝塔兰德发明了一种自动接线器，称为“纵横制接线器”，并申请了专利。“纵横制”的名称来自纵横接线器的构造，它由一些纵棒、横棒和电磁装置构成，控制通过电磁装置的电流即可以吸动相关的纵棒、横棒动作，使得纵棒、横棒在某个交叉点接触，从而实现接线的工作。

1920 年，美国人坎贝尔发明了消侧音电话机电路。1932 年，英国邮电部门根据这一发明在电话机上加上了消侧音线圈，大大提高了电话机的通话质量。

世界各国设计制造的第二代电话机虽然不尽相同，但基本都是由炭精式送话器、机械式旋转拨号盘、极化交流铃等组成的自动电话机。一直到 20 世纪 60 年代之前，这种情况也没有太大的改变。

3. 电子自动电话机——第三代电话机

电话机的电子化首先是从采用新型电子器件取代第二代电话机的各个部件开始的。1963 年在德国斯图加特出现了第一个用按键盘取代机械拨号盘的电话机，20 世纪 60 年代末出现了按键式全电子电话机。按键式电话机外形如图 1-1(d)所示。初期的电子电话机没有

大规模集成化,不十分经济,而且有些特性(如直流电阻)不好,不能用于远离电话局的地方,普及速度较慢。从 20 世纪 70 年代末开始,大规模集成电路的出现和电话机设计技术的迅速进步很快解决了其中的关键技术问题,电话机也因此走进了千家万户。现在已有将振铃、拨号和通话三种功能综合在一块集成电路上的电话机,并且将微处理器、存储器芯片应用在电话机上,制造出能自动应答和记录语言的无旋转件的应答电话机。美国已推出了不用拨号盘,而是用话音实现“拨号”功能的电话机,可大大简化“拨号”操作。

20 世纪 60 年代末期,国际电信电话咨询委员会(CCITT)提出了一种新的发号方式,即“双音多频”(DTMF)发号方式。这种发号方式的实现也是电子学发展的结果,因为这种信号的发送与接收都必须由电子器件组成的电子电路来完成。由于这种发号方式具有快速、准确的突出优点,目前具有这种发号方式的电话机已经非常普及。

20 世纪 60 年代,晶体管、集成电路相继发明并应用于电话交换中,使交换机由机电时代发展到了电子时代。随着 PCM 技术的发展,话音、图像、数据等各种信息都能转换成数字形式进行传输,这又促使交换技术向数字程控交换发展。1965 年 5 月,美国贝尔系统的一号电子交换机问世,它是世界上第一部开通使用的程控电话交换机。程控电话交换机具有处理速度快、体积小、容量大、灵活性强等优点,能够向用户提供更多、更方便的电话服务。因此,程控电话交换机已成为当代电话交换的主制式。其在传输方式上采用了数字通信,在电话终端方面实现了电话机的电子化,从而使电话机发展到第三代。

4. 数字电话机和多媒体终端——第四代电话机

1970 年,世界上第一部程控数字交换机在法国巴黎开通,这标志着数字电话的全面实用和数字通信新时代的到来,通信数字化已成为当今电话通信技术发展的方向。1972 年,国际电报电话咨询委员会首次提出综合业务数字网(ISDN)的概念。目前,ISDN 和计算机互联网的应用日益普及,与之相适应的通信终端设备的研制与开发成功给传统电话机的概念赋予了新的含义。已经开发的数字电话机是将数字技术用于电话通信,把模拟信号变成数字信号进行传送的一种新型电话,它的输出信号不再是模拟信号而是数字信号,可以作为 ISDN 的标准终端设备。数字电话机由声能转换器、A/D 转换器、加密器、解密器、D/A 转换器、电声转换器等组成,具有抗干扰能力强、保密性好、可靠性高等特点,可以广泛用于军事、邮电、公安等部门。相信不久的将来,数字式电话机将完全取代模拟式电话机。

随着通信网向综合化、智能化方向的发展,多媒体终端已开始投放市场,多媒体终端开发和使用的初级阶段是一种综合化通信网的终端设备。多媒体终端集话音、图像、数据、传真等多种终端设备的功能于一体,既能作为 ISDN 的终端设备,也能作为计算机网、通信网、传真网的终端设备。多媒体系统的用户可以通过多媒体终端对多媒体信息进行访问,这些终端通过高速通信网络连接起来,共享多媒体信息。

1.1.2 无绳电话机的发展历史

无绳电话机是从固定电话发展而来的,20 世纪 70 年代末在美国出现了无绳电话机(俗称子母机)。它由主机与副机两部分(即固定机与移动机)组成,主机与电话网连接,副机通过无线信道由主机延续,这种延续是通过有线和无线两种技术的结合来实现的。副机可以

在距主机方圆 200m 左右的范围内移动,实现正常的通话,从而摆脱了传统电话线的束缚。因此无绳电话机是介于有线、无线之间的特种电话机。

1987 年英国推出 CT-2,采用 FDMA/TDD 技术,工作在 864.05~868.05MHz 频段,频道间隔为 100kHz,主要用于家庭、办公室或公共场所。用于公共场所的无绳电话称做公共无绳电话。

1990 年瑞典爱立信公司推出 CT3,命名为 DCT900 无绳电话系统,它属于非标准系统。

1991 年欧洲为了实现全欧无绳电话通信,制定了 DECT 无绳电话系统,工作在 1.88~1.9GHz 频段,采用 TDMA/TDD 技术,具有越区转接能力。

1995 年 7 月日本开通运营 PHS 小灵通,PHS 是一种数字无绳电话系统,是基于固话网络的一种无线通信方式,也采用 TDMA/TDD 技术,使用频段为 1893.5~1919.6MHz。

随着数字时代的来临,最新的 2.4G 数字无绳电话又来到了人们的身边。与模拟无绳电话相比,数字无绳电话采用 2.4GHz 高频数字传播技术,不仅将子母机之间的连接距离延伸了 100m,更有着通话清晰、抗干扰性强、保密性好等优点,同时在设计造型上也更小巧精致。

1.1.3 手机的发展历史

移动通信技术已有百年有余的历史,但前阶段发展较缓,只是近 20 年才得到迅猛发展。移动电话机由发展初期的车载台,演变成今天的手机。手机发展历程大致可归类为模拟手机时代、数字手机时代、2.5G 手机时代、3G 手机时代和 4G 手机时代。其中,3G 和 4G 代表了手机的发展方向。

1. 模拟手机时代

1973 年 4 月的一天,一名男子站在纽约街头,掏出一个约有两块砖头大的无线电话机,并开始通话,引得过路人纷纷驻足侧目。此人就是手机发明者美国人马丁·库帕,他拿着的是世界上第一部模拟手机。

一直到 1983 年,世界上第一部真正意义上的移动电话才诞生。它是将电源和天线放在盒中,质量达 3kg 的大块头,和今天使用的手机完全不是一回事。摩托罗拉 DynaTAC8000X 是世界上第一部商业化手机,诞生于 1983 年,重 785g,待机 8h,可通话只有 30min,售价 3995 美元,其开发周期超过了 10 年,耗资也超过 1 亿美元。

模拟手机属于第一代(1G)移动通信终端设备,有多种制式,如 NMT、AMPS、TACS。由于模拟系统采用频分多址技术,系统的通信容量小,基本上只能进行语音通信,收讯效果与保密性不足,无线宽带利用不充分。到 2001 年 6 月,模拟手机全面淘汰。

2. 数字手机时代

GSM 数字移动通信系统源于欧洲。早在 1982 年,欧洲已有几大模拟蜂窝移动系统在运营,当时这些系统是国内系统,不可能在国外使用。为了方便全欧洲统一使用移动电话,需要一种公共的系统,于是欧洲成立了移动特别小组(Group Special Mobile, GSM),任务是制定泛欧移动通信漫游的标准。后来,经过各国的多次修订,形成了 GSM900 和 DCS1800

两个规范。

GSM 是 1991 年开始投入使用的,诺基亚 101 是全球首款商用 GSM 制式手机,重 475g,可待机 12h,通话只有 1h。到 1997 年底,GSM 已经在 100 多个国家运营,成为欧洲和亚洲实际上的标准。GSM 移动电话系统对频谱利用率高、容量大,同时可以自动漫游和自动切换,采用增强全速率编码(EFR)后通信质量好,加上其业务种类多、易于加密、抗干扰能力强、用户设备小、成本低等优点,使移动通信进入了一个新的里程。而时下正流行的数字手机是第二代(2G)移动通信终端设备,一般采用 GSM 或 CDMA 技术。第二代手机除了可提供所谓“全球通”话音业务外,已经可以提供低速的数据业务了,也就是收发短消息之类。虽然从理论上讲,2G 手机用户在全球范围都可以进行移动通信,但是由于没有统一的国际标准,各种移动通信系统彼此互不兼容,给手机用户带来诸多不便。

针对 GSM 通信出现的缺陷,2000 年推出了一种新的通信技术 GPRS,该技术是在 GSM 基础上的一种过渡技术。GPRS 在移动用户和数据网络之间提供一种连接,给移动用户提供高速无线 IP 和 X.25 分组数据接入服务。

3. 2.5G 手机时代

2.5G 移动通信技术是从 2G 迈向 3G 的衔接性技术。由于 3G 是个相当浩大的工程,涉及层面多且复杂,因此出现了介于 2G 和 3G 之间的 2.5G。HSCSD、WAP、EDGE、LANYE、蓝牙、EPOC 等都属于 2.5G 技术。

(1) 高速电路交换数据服务(HSCSD)。它是 GSM 网络的升级版本,能够通过多重时分同时进行传输,而不是只有单一时分而已,因此能够将传输速率大幅度提升到平常的 2~3 倍,其传输速率能够达到 57.6KB/s。

(2) 无线应用通信协议(WAP)。它是移动通信与互联网结合的第一阶段性产物。这项技术让使用者可以用手机之类的无线装置上网,通过小型屏幕遨游在各个网站之间。而这些网站也必须以 WML(无限标记语言)编写,相当于国际互联网上的 HTML。

(3) 蓝牙(Bluetooth)。蓝牙是一种短距离无线通信技术,电子装置彼此可以通过蓝牙连接起来,因而传统的电线在这里毫无作用。通过芯片上的无线接收器,配有蓝牙技术的电子产品能够在近距离内彼此相通,传输速度可以达到 1MB/s。

4. 3G 手机时代

3G 是英文 3rd Generation 的缩写,指第三代移动通信系统。第三代移动通信系统最早由国际电信联盟(ITU)于 1985 年提出,当时称为未来公众陆地移动系统(FPLMTS)。因该系统将于 2000 年左右进入商用市场,工作频段在 2000MHz,且最高业务速率为 2000KB/s,故于 1996 年正式更名为 IMT-2000。2000 年 5 月,国际电信联盟确定 WCDMA、CDMA2000、TD-SCDMA 为 3G 的技术标准。

(1) WCDMA(Wideband CDMA):也称为 CDMA,意为宽频分码多重存取,支持者主要是以 GSM 系统为主的欧洲厂商,日本公司也参与其中,包括欧美的爱立信、阿尔卡特、诺基亚、朗讯、北电,以及日本的 NTT、富士通、夏普等厂商。这套系统能够架设在现有的 GSM 网络上,对于系统提供商而言可以轻易地进行过渡。GSM 系统相当普及的亚洲对这新技术的接受度较高,因此,WCDMA 具有先天的市场优势。

(2) CDMA2000: 也称为 CDMA Multi-Carrier, 由美国高通公司为主导提出, 摩托罗拉、朗讯和韩国三星都有参与, 韩国现在成为该标准的主导者。这套系统从窄屏 CDMA One 数字标准衍生出来, 可以从原有的 CDMA One 结构直接升级到 3G, 建设成本低廉。CDMA 技术在亚太和北美地区发展较快, 但 CDMA2000 的支持者不如 WCDMA 多。

(3) TD-SCDMA: 时分同步码分多址接入, 是由中国独立制定的 3G 标准, 于 1999 年 6 月由大唐电信向 ITU 提出。该标准在频谱利用率、对业务支持的灵活性、成本等方面具有优势。2008 年 3 月, 中国移动在 8 大城市正式启动 TD-SCDMA 网络试运营工作。公开资料显示, 截至 2012 年 5 月底, 中国移动 TD-SCDMA 用户已累计达 6426 万户。

5. 4G 手机时代

4G 是第四代移动通信及其技术的简称, 是集 3G 与 WLAN 于一体并能够传输高质量视频图像以及图像传输质量与高清晰度电视不相上下的技术产品。4G 系统能够以 100MB/s 的速度下载, 比拨号上网快 2000 倍, 上传速度也能达到 20MB/s, 并能够满足几乎所有用户对于无线服务的要求。而在用户最为关注的价格方面, 4G 与固定宽带网络在价格方面不相上下, 而且计费方式更加灵活机动, 用户完全可以根据自身的需求确定所需的服务。此外, 4G 可以在 DSL 和有线电视调制解调器没有覆盖的地方部署, 然后再扩展到整个地区。

2010 年 3 月 23 日, Sprint Nextel 公司正式发布美国首款超高速手机, 随后又发布世界上第一款 WiMAX 4G 的 Android 系统手机 HTC EVO 4G。2010 年 6 月 7 日, 苹果公司于 2010 全球开发者大会上发布了全新的 iPhone 第四代手机。2010 年 6 月 24 日, iPhone 4 在美国等地率先上市, 如今 iPhone 4 已成为划时代的标志性手机产品。

1.2 通信系统概述

1.2.1 通信系统的模型

1. 通信系统的组成

通信系统是指实现信息传输所需的一切技术设备和传输媒质的总和。以基本的点对点通信为例, 通信系统的组成如图 1-2 所示。其中每一个方框完成一定的功能, 而每个方框都可能包括很多的电路, 甚至是一个庞大的设备。

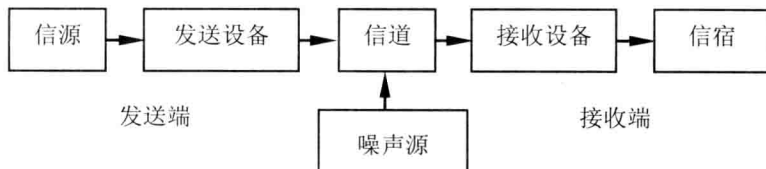


图 1-2 通信系统的组成

1) 信源

信源, 也称为发送端, 用于把待传输的信息转换成原始电信号, 如电话系统中电话机可看成是信源。信源输出的信号称为基带信号, 基带信号是指没有经过调制(进行频谱搬移

和转换)的原始信号,其特点是信号频谱从零频附近开始,如语音信号为 $300\sim 3400\text{Hz}$,图像信号为 $0\sim 6\text{MHz}$ 。根据原始电信号的特征,基带信号可分为数字基带信号和模拟基带信号,相应地,信源也分为数字信源和模拟信源。

2) 发送设备

发送设备用于将基带信号转换成适用于信道传输特性的信号。不同信道有不同的传输特性,由于要传输的消息种类很多,它们相应的基带信号参数各异,往往不适于在信道中直接传输,故需要发送设备进行转换。当采用频带传输时,发送设备需要由调制器、振荡器、放大器、滤波器等很多部件组成。

3) 信道

信道是指信号传输的通道,可以有线的,也可以是无线的。图中的噪声源,是信道中所有噪声以及分散在通信系统中其他各处噪声的集合。

4) 接收设备

接收设备用于将信道传来的信号进行处理,以恢复出与发送端基带信号一致的信号。实际上,信号在收发设备中均会产生失真并附加噪声,在信道中传输时也会混入干扰,所以接收与发送端的基带信号总会有一定的差别。

5) 信宿

信宿也称受信者或接收端,用于将复原的原始电信号转换成相应的消息,如电话机是将对方传输的电信号还原成声音。

6) 噪声源

作为一种分析问题的方法,人们将信号在传输过程中混入的噪声及由于干扰引起的信号失真集中在一起,作为信道中的噪声源来进行分析处理。

2. 模拟通信系统

利用模拟信号来传递信息的通信方式称为模拟通信,实现模拟通信的系统称为模拟通信系统。模拟通信系统可由通信系统模型略加改变而成,如图 1-3 所示。这里,模拟通信系统模型中的发送设备和接收设备分别由调制器和解调器所代替。

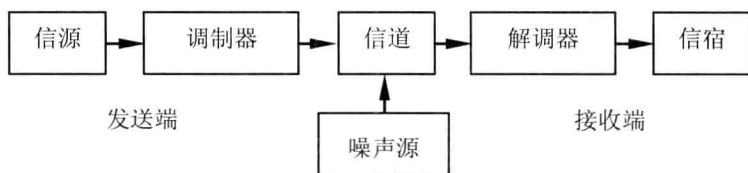


图 1-3 模拟通信系统模型

模拟通信系统中主要包含两种重要转换:第一种转换是把连续信号转换成电信号(由发送端即信源完成)和把电信号恢复成最初的连续信号(由接收端即信宿完成)。由信源输出的电信号(基带信号)由于具有频率较低的频率分量,一般不能直接作为传输信号送到信道中去。因此,模拟通信系统里常有第二种转换,即将基带信号转换成适合信道传输的信号,这一转换由调制器完成;在接收端同样需经相反的转换,它由解调器完成。经过调制后的信号通常称为已调信号。已调信号有三个基本特点:一是携带有用信息;二是适合在信道中传输;三是频谱具有带通形式,且中心频率远离零频,因而已调信号常称为频带信号。

从信号发送到信号恢复,事实上并非仅有以上两种转换,通常在一个通信系统里可能

还有滤波、放大、天线辐射与接收、控制等过程。对信号传输而言,以上两种转换对信号形式的变化起着决定性作用,它们是通信过程中的重要方面;而其他过程对信号变化来说没有发生质的作用,只不过是信号进行了放大和特性改善等。

 **注意:** 衡量模拟通信系统的主要指标是信噪比。

3. 数字通信系统

采用数字信号来传递信息的通信方式称做数字通信,实现数字通信的系统称为数字通信系统。数字通信系统模型如图 1-4 所示。

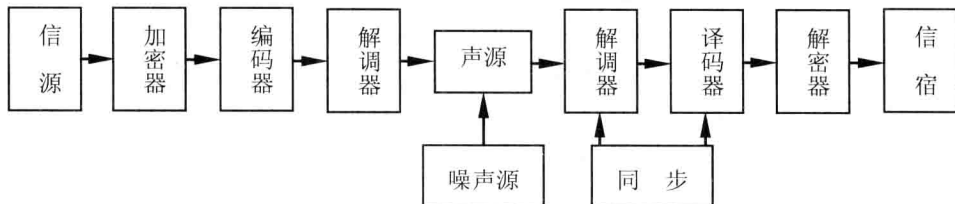


图 1-4 数字通信系统模型

数字通信的基本特点是:它的信号具有“离散”或“数字”的特性,从而使数字通信具有许多特殊的问题。例如前面提到的第二种转换,在模拟通信中强调转换的线性特征,即强调已调参量与代表消息的基带信号之间的比例特征;而在数字通信中,则强调已调参量与代表消息的数字信号之间的一一对应关系。

 **注意:** 衡量数字通信系统的主要指标是误码率。

1.2.2 公共通信网

公共通信网包括有线通信系统和无线通信系统。

1. 有线通信系统

有线通信系统由电话终端(电话机)、终端转接设备和市话交换局三部分通过电话线连接而成,通信系统较为简单,如图 1-5 所示。

电话机为有线通信终端担负着声电转换的功能,把讲话的声音转换成电信号,又把对方送来的电信号还原成声音。此外,它还担负着拨号音、振铃音和忙音的传输工作。

终端转接设备(端局)就是常说的交换总机,它把终端用户的电话转接到市话交换局,也把来自市话交换局的电话转接到电话终端。

市话交换局根据终端转接设备的电话忙闲来选择相应的路由转换到另一方。另外,市话交换局还担负着通话流量及通话计费的统

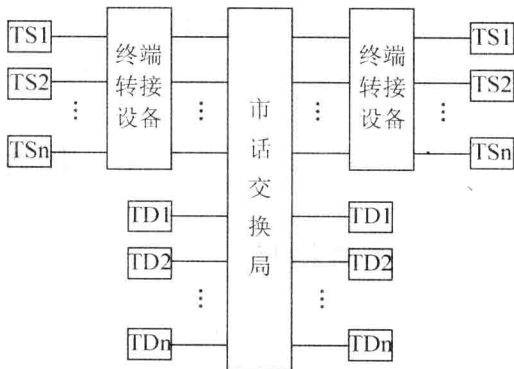


图 1-5 有线通信系统