

数字手机维修

高级实用教程 (第二版)

张兴伟 编著

- 第一版累计销售 **28500 册**。
- 本书内容极具**实用性**。
- 附送配套的**多媒体教学系统**, 形象生动, 可与本书结合使用。



DVD-ROM



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

数字手机维修

高级实用教程

(第二版)

■ 张兴伟 编著

人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

数字手机维修高级实用教程 / 张兴伟编著. — 2版
— 北京: 人民邮电出版社, 2011.2
ISBN 978-7-115-24501-4

I. ①数… II. ①张… III. ①数字通信: 移动通信—
携带电话机—维修—教材 IV. ①TN929.53

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第233544号

内 容 提 要

本书从快速培养实用技能的角度出发, 对移动电话的各个方面作了全面的介绍。

本书共分11章: 绪论部分简单介绍了一些系统的相关知识, 第1章介绍一般的基础知识, 第2章介绍了学习手机电路必要的一些电子基础知识, 第3章讲述手机的电路结构与电路学习方法, 第4章讲述接收机功能电路, 第5章介绍频率合成系统, 第6章讲述发射机功能电路, 第7章讲述电源管理电路, 第8章介绍基带接口电路, 第9章讲述一些手机故障的检修分析方法, 第10章通过两个实际的手机电路进行综合讲述。

本书同样附送了配套的多媒体教学系统, 该系统内容丰富、形象生动, 在学习本书时可参考使用。

本书内容准确精辟, 讲解循序渐进, 极具实用性, 不但可作为手机维修技术培训和自学的参考书, 也可作为高职、中职学校相关专业师生的教材或参考读物, 对于无线电子产品维修的技术人员也不无裨益。

数字手机维修高级实用教程(第二版)

◆ 编 著 张兴伟

责任编辑 杨 凌

◆ 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>

北京艺辉印刷有限公司印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 24.5

字数: 528千字

2011年2月第2版

印数: 28 501-32 000册

2011年2月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-24501-4

定价: 59.00元(附光盘)

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第0021号

Preface

第二版前言

《数字手机维修高级实用教程》第一版自出版至今已 6 年多时间，在此期间，手机技术与手机电路发生了很大的变化。为了适应这一变化，我们决定对该书进行改编。

在《数字手机维修高级实用教程（第二版）》中，舍去了原第一版中的“第 2 章测试设备”，取而代之的是配书光盘中的《示波器快速入门》与《频谱分析仪快速入门》VCD，万用表与频率计则在多媒体中予以介绍。

本教程的第二版充实了基础理论方面的内容，并调整了叙述方式，使读者更易于理解和掌握；根据当前手机电路的实际情况，对手机射频电路的相关内容进行了部分调整，重写了电源管理与基带方面的内容，增加了较为完善的基带接口电路的相关内容；更换了用于深化学习的实例手机电路。此外，还改写了原书中的一些不当之处。

在编写本教程的第二版时，吸取了 6 年来读者所反馈给我们的意见与建议，在此表示衷心感谢。

除署名作者外，钟云、林庆位、张积慧、钟晓、郭小军、张素蓉、钟钦、游炜燕、梁钊焕等人也参与了本书的资料整理与编写工作。

我们衷心希望本书的新版本能满足读者的需要。但由于条件和悟性所限，书中存在错误在所难免，恳请读者予以批评指正。关于本书的任何建议与修改意见均可直接用 E-mail 发至 telesky@tom.com。

作者



第一版前言

2000年8月到2002年7月间,在深圳安泰信公司的大力支持下,作者在全国近20个省进行了巡回讲课,接触了众多移动通信设备维修第一线的朋友,并且在相当多的地方,都可遇到那些想开设相关专业、但苦于对实际移动通信设备维修工作缺乏了解的大中专院校派来听课的老师。绝大多数朋友都有相当的实际工作经验,但在交流的过程中却发现,他们遇到最多的问题却是一些基础的东西。由此而来的最大的感觉是——到现在为止,市面上缺乏真正专业并且完整的有关移动通信的理论与实用紧密结合的教材。

因此,作者有了一些编写系统教材的冲动。加上有自1995年以来从事移动电话维修技术培训与支持的经验与教案,以及朋友们的催促与鼓励,于2002年5月开始了这项工作。

本书的编写从实用及快速技能培训的角度出发,注意基础知识与技能方面的训练,对移动电话维修的基础知识、移动电话电路原理以及移动电话维修中的一些通用方法以崭新的视角予以讲述。

本书内容包括一般电子基础,移动通信设备的电路结构,各单元电路的维修分析,以及通用的各种检测方法、分析方法等,目的是使初学者和有一定经验的技术人员都能找到自己所需要的东西,能掌握一种思路、方法,而这些方法适用于绝大多数移动通信设备的维修。

本书是一本理论与实际并重的基础教材。但基础的教材并不是低级的教材,良好的基础才是深入实际之本。一开始就直奔高深的理论是不切实际的,没有扎实的基础,只会使人中途败下阵来。对于实际工作来说,绝大多数时候需要的是基础的东西。

本书的主要参考资料是手机厂家的原厂资料和作者本人近8年时间在移动通信行业进行培训所积累的讲稿。

本书具有以下特点。

(1) 本书一反以往基础书的结构编排方式,基本上按手机电路结构流程来进行本书的结构安排,以利于掌握、理解。

(2) 书中没有复杂的理论与数学推导,结合维修实际进行讲解,读者易于理解。

(3) 涉及的范围广,实用性强。本书虽然主要是针对手机维修而编写的基础书籍,但书

中所讲内容也完全适用于其他无线电子产品——如遥控器、无线电话、电视机、蓝牙设备、无线网卡等的维修。

(4) 与绝大多数基础书所不同的是,本书对单元电路的不同检测方法作了详细的描述,经验技巧的指导性和实用性强。在实际的维修工作中,读者基本上都可有针对性地在本书中寻求帮助。

本书并不只是手机维修人员的用书,也可用于广大大中专院校、职业中学作辅助教材,或相关专业的教材。对于大中专院校、职业中学电子及相关专业的学生来说,本书是一本实践指导和获取实践经验的参考书。之所以这么说,是基于如下一些方面。

(1) 从早期的无绳电话到如今的移动电话,可以看到,移动通信的发展非常迅速。但综观国内的各种学校,几乎没有一家学校开设了真正的相关专业。相当多大学、大专院校中的移动通信工程专业所讲的绝大多数都是系统方面的内容:讲系统如何构成,基站如何建立,网络容量如何计算,等等。电子方面的教材也是侧重于数学推导,并且也没有一个完整的关于移动通信设备电路的讲述。而对于移动通信设备本身,通常只介绍很少的一些概念性的理论,很难与实际相结合。目前市场上的用于职业技能教育的教材多是对某几个机型进行罗列式的描述。本书全面、系统地培养实际技能的角度出发,对移动通信设备的电路的各个方面作了详细的描述,其中的内容不但适用于 GSM 手机、CDMA 手机,还适用于无绳电话、对讲机,以及今后的 3G 产品和蓝牙产品,所以比较全面;从最基础的电子知识到最深入的运用,都是专门针对移动通信设备的,所以很专业;书中所讲内容是作者近 8 年实际教学与维修工作经验的总结,是对移动通信设备厂商原厂资料的总结与分析,所以非常实际。

(2) 移动通信最早不是发源于中国,但目前中国的移动通信维修行业及其水平在全世界范围内来说可以称得上是一流的。很多国家的手机维修人员都要到广州和深圳来购买手机配件和手机维修资料,但他们买回去的手机维修资料通常只是一些配上英文的手机实物图和电路图。真正来说,目前市面上还没有令人耳目一新的、能真正让学习者掌握方法的书。

(3) 传统的教科书,特别是电子类的教科书基本上都是以理论为主要内容。本书则不同,它基本上没有理论公式的推导。本书用非常通俗的语言对电路进行了描述,这并不意味着理论不重要,而是从另外一个角度去描述理论。对于电子专业类的学生来说,今后从事理论研究的人毕竟是少数,绝大多数学生都会从事具体工作。而现实的教育环境不可能让学生有非常丰富的实践经验。所以,才会有报道说,很多本科生毕业后又到职业技校去进行实际技能的培训。本书则可帮助这些学生在最短的时间内获取大量而真实、有效的实践经验。本书的写作并不是想成为学校的“主教科书”,因为对于专业学生来说,没有数学推导是不行的,而只是基于将它作为大中专院校的“辅助教科书”或职业技能教育的“主教科书”的思路来编写。

(4) 与传统的教科书相比,本书除了在形式编排、语言组织上新颖外,还充分利用了多媒体技术。对于每个单元电路——特别是射频电路以及其中的信号,都有丰富的频谱仪、示波器或万用表的影视动画。大量的多媒体文件把抽象的理论变得看得见、摸得着,形象而生



动，使学生或读者非常容易掌握。所以，建议读者在使用本套作品时，最好能两者结合。

经过长时间的整理和编著，几易其稿，这本教材终于能够面世。由于条件所限，再加上理论知识的不足，书中错误在所难免，恳请读者批评指正。有任何问题都可以到安泰信网站（www.atten.com.cn）的论坛或 www.ZXWlab.com 上进行交流。

最后，感谢钟云女士和深圳安泰信公司的汤勇军先生，没有他们的鼓励与支持，这本书是难以完成的。

作者

Contents

目 录

绪论	1
0.1 蜂窝系统概述	1
0.2 多址技术	2
0.3 数字通信流程	4
0.4 GSM 手机的一般工作流程	5
0.5 3G 简介	6
0.6 部分信道频率表	8
第 1 章 一般基础	10
1.1 关于手机维修	10
1.1.1 手机电路的变化	10
1.1.2 学习的重点	11
1.1.3 工具仪器	12
1.1.4 手机维修的相关资料	13
1.2 手机电路识图基础	13
1.2.1 元器件电路符号	13
1.2.2 方框图	15
1.2.3 电路原理图	17
1.2.4 印制板图	17
1.2.5 电路图的组成	18
1.2.6 交流与直流通道	19
1.2.7 电路中的“地”	19
1.2.8 集成电路的脚位	20
1.3 英文标注	21
1.4 信号	22

1.4.1	信号的频率	22
1.4.2	信号的幅度	23
1.4.3	信号的相位	24
1.4.4	信号的功率	24
1.4.5	增益与损耗	27
第2章	电子基础	29
2.1	电阻	29
2.1.1	基本概念	29
2.1.2	欧姆	30
2.1.3	电阻的连接	31
2.1.4	SMD 电阻器	34
2.1.5	特殊电阻器	35
2.1.6	电阻的检测	38
2.2	电容器	40
2.2.1	基本概念	40
2.2.2	电容的容量	41
2.2.3	电容的特性	41
2.2.4	电容的连接	43
2.2.5	SMD 电容器	45
2.2.6	电容器阵列	46
2.2.7	电容的检测	47
2.3	电感器	49
2.3.1	基本概念	49
2.3.2	电感的单位	50
2.3.3	电感器的特性	50
2.3.4	电感的连接	52
2.3.5	射频电感	54
2.3.6	磁珠	54
2.3.7	检测电感器	55
2.4	RC 电路	55
2.4.1	基本电路形式	55
2.4.2	RC 滤波器	56
2.4.3	RLC 电路	58
2.5	半导体与 PN 结	59

2.6	二极管基础	60
2.6.1	图形符号	60
2.6.2	单向导电性	61
2.6.3	偏置电压	62
2.6.4	起始电压与二极管压降	62
2.6.5	伏安特性	63
2.6.6	二极管器件	64
2.6.7	特殊二极管	65
2.6.8	二极管的应用	69
2.6.9	二极管的检查判断	70
2.7	三极管	70
2.7.1	三极管基础	71
2.7.2	共发射极电路	74
2.7.3	电路应用	77
2.7.4	三极管器件	80
2.7.5	三极管的好坏判断	82
2.7.6	放大电路的简单判断	84
2.8	场效应管	85
2.8.1	场效应管的类型	85
2.8.2	结型场效应管	86
2.8.3	绝缘栅型场效应管	86
2.8.4	高速电子迁移率晶体管	87
第3章	手机电路系统	89
3.1	硬件平台简介	89
3.1.1	TI 平台	89
3.1.2	ADI 平台	92
3.1.3	Infineon 平台	92
3.1.4	MTK 平台	95
3.1.5	爱立信平台	96
3.1.6	高通平台	97
3.2	射频系统	98
3.2.1	接收机电路结构	99
3.2.2	发射机电路结构	103
3.3	射频系统实例	106



3.3.1	8250 手机射频系统	106
3.3.2	A1000 手机射频系统	108
3.4	射频积木	108
3.4.1	“黑盒子”方法	108
3.4.2	放大器	112
3.4.3	振荡器	114
3.4.4	混频器	115
3.4.5	实例分析	117
3.5	关于结构与单元电路	120
第 4 章	接收机电路	128
4.1	天线电路	128
4.1.1	双工滤波器	128
4.1.2	双讯器	130
4.1.3	天线开关	130
4.1.4	射频滤波器	137
4.1.5	检修天线电路	141
4.1.6	识别天线电路	143
4.2	低噪声放大器	146
4.2.1	LNA 电路	146
4.2.2	LNA 电路中的信号	149
4.2.3	检修 LNA 电路	150
4.2.4	检修注意事项	152
4.2.5	识别 LNA 电路	154
4.3	混频器	154
4.3.1	混频电路	154
4.3.2	混频电路中的信号	158
4.3.3	检修混频电路	162
4.4	中频放大器	163
4.5	解调与基带信号处理	163
4.5.1	概述	163
4.5.2	基带信号	166
4.5.3	检修解调电路	168
第 5 章	频率合成	176
5.1	参考振荡	176

5.1.1	参考振荡电路	176
5.1.2	AFC 信号	178
5.1.3	参考振荡组件	179
5.1.4	检修参考振荡电路	180
5.2	锁相环	182
5.2.1	鉴相器	182
5.2.2	环路滤波器	182
5.2.3	分频器	184
5.3	压控振荡器	185
5.3.1	VCO 概述	185
5.3.2	射频 VCO	187
5.4	频率合成综述	192
5.5	实际的频率合成电路	193
5.5.1	N188 的射频 VCO 合成电路	193
5.5.2	5500 手机的射频 VCO 合成电路	195
5.6	检修射频 VCO 电路	196
5.6.1	检修要点	196
5.6.2	频谱法快速检修	197
5.6.3	示波法快速判断	197
5.7	中频 VCO	199
5.7.1	中频 VCO 电路	199
5.7.2	信号特点	201
5.8	集成的频率合成器	202
第 6 章	发射机射频电路	216
6.1	发射 I/Q 调制	216
6.1.1	手机中的调制	216
6.1.2	TXI/Q 调制电路	217
6.1.3	I/Q 调制电路中的信号	219
6.1.4	检修 TXI/Q 调制电路	223
6.2	发射上变频	224
6.2.1	电路组成	224
6.2.2	检修发射上变频电路	226
6.3	发射偏移锁相环	226
6.3.1	偏移锁相环的构成	226

6.3.2	OPLL 中的单元电路	228
6.3.3	实际的 OPLL 电路	229
6.4	发射 VCO	231
6.4.1	TXVCO 电路	231
6.4.2	TXVCO 电路的信号	233
6.4.3	检查 TXVCO 电路	236
6.5	发射功率放大器	237
6.5.1	功率放大电路	237
6.5.2	功率放大器模组	239
6.5.3	功率控制	239
6.5.4	检修功率放大电路	243
第 7 章	电源管理电路	246
7.1	供电系统	246
7.1.1	电池接口电路	246
7.1.2	供电开关	247
7.2	开机触发	252
7.2.1	开机触发方式	252
7.2.2	开机触发电路	253
7.3	电源电路	255
7.3.1	参考电源	255
7.3.2	电压调节器	256
7.3.3	开关电源电路	259
7.4	时钟电路	261
7.4.1	实时时钟	261
7.4.2	系统时钟	263
7.5	复位电路	264
7.6	开机维持	266
7.7	开机流程	268
7.7.1	诺基亚 8210 手机的开机序列	268
7.7.2	采用 TI 基带芯片手机的开机序列	269
7.8	充电控制	270
第 8 章	基带电路	274
8.1	基带处理器	274
8.1.1	数字基带	274

8.1.2 模拟基带·····	279
8.2 音频终端电路·····	281
8.2.1 接收音频·····	281
8.2.2 发射音频·····	283
8.2.3 耳机电路·····	284
8.2.4 和弦音铃声电路·····	286
8.3 显示与照相机接口·····	287
8.3.1 显示接口·····	287
8.3.2 照相机接口·····	289
8.4 翻盖监测与灯电路·····	292
8.5 卡接口电路·····	295
8.5.1 SIM 卡接口电路·····	295
8.5.2 存储卡接口·····	297
8.6 按键与触摸屏电路·····	299
8.6.1 按键电路·····	299
8.6.2 触摸屏电路·····	300
8.7 振动、光检测和人体感应·····	302
8.7.1 振动器·····	302
8.7.2 环境光监测·····	303
8.7.3 人体接近感应·····	303
8.8 蓝牙与 GPS·····	304
8.8.1 蓝牙通信电路·····	304
8.8.2 GPS 电路·····	307
8.9 FM 与红外通信·····	309
8.9.1 FM 收音机·····	309
8.9.2 红外通信·····	311
8.10 数据通信·····	313
8.10.1 数据通信接口·····	313
8.10.2 数据接口电路·····	313
8.10.3 软件维修仪·····	316
8.10.4 手机维修软件的功用·····	318
第 9 章 手机故障检修方法·····	322
9.1 手机的故障·····	322
9.2 检查方法·····	323

9.2.1	电阻法	323
9.2.2	电压法	323
9.2.3	电流法	323
9.2.4	频率检测法	324
9.2.5	波形检测法	324
9.2.6	频谱检测法	324
9.2.7	短路法	325
9.2.8	开路法	325
9.2.9	其他方法与测试点	325
9.3	射频故障检修	326
9.3.1	射频检修的关键信号	326
9.3.2	射频故障快速定位	327
9.3.3	不拆机快速判断发射机	329
9.3.4	不拆机快速判断接收机	330
9.3.5	故障分析的要点	330
9.3.6	电路与信号相关性的利用	331
9.4	检修不开机故障	332
9.4.1	经验型的快速分析	332
9.4.2	不开机故障的一般检修方法	333
9.4.3	检修电源管理电路	334
9.4.4	检修基带单元	335
9.4.5	软件处理	335
9.4.6	不开机故障的其他方面	336
9.5	检修音频故障	336
9.5.1	接收音频故障	336
9.5.2	免提、铃声故障	337
9.5.3	耳机无声	337
9.5.4	发射音频故障	338
9.5.5	其他音频故障	338
9.5.6	和弦音铃声电路故障	338
9.6	其他故障	339
9.6.1	手机显示故障	339
9.6.2	检修照相机故障	340
9.6.3	检修翻盖监测电路	341

9.6.4 检修显示背景灯故障·····	342
9.6.5 检修闪光灯故障·····	342
第 10 章 实例电路讲解·····	343
10.1 2610 手机电路·····	343
10.1.1 模拟基带与电源管理·····	343
10.1.2 基带电路·····	346
10.1.3 射频电路·····	347
10.1.4 故障检修·····	348
10.2 A100 手机电路·····	351
10.2.1 AD6537 芯片电路·····	351
10.2.2 AD6525 芯片电路·····	354
10.2.3 接收射频电路·····	358
10.2.4 频率合成电路·····	359
10.2.5 发射射频电路·····	360
10.2.6 故障检修·····	361
10.3 高度集成的射频电路·····	364
附录 英文缩写·····	368
参考文献·····	376

绪 论

0.1 蜂窝系统概述

世界上所有的蜂窝移动电话系统均起源于美国的贝尔系统。

传统的移动电话系统用单一的发射站覆盖一个服务区（大区制）。其通常使用单一的基站发射机，发射功率很大，且其发射天线架设得很高。由于发射信号相当强，使得附近的服务区无法复用该服务区的频率，严重限制了信道数目。当其系统在全负荷情况下，增长容量是不可能的。

蜂窝移动电话系统则不同，它把一个大的服务区划分为若干小区，称作蜂窝小区。这种蜂窝系统并未试图提高移动台或基站的发射功率，而是基于频率复用的概念——同一个频率可以被相距足够远的几个基站重复使用，从而加大了系统的容量。在一个蜂窝中使用的频率，为了避免产生干扰，只有在—地理上相隔一定距离的蜂窝中才可以再用。蜂窝系统由一系列六边形的蜂窝小区组成（理论上如此，在实际中为随地理环境的不规则的小区）。移动用户可能在通话过程中使用一个或多个小区，并在一个蜂窝区的边缘可切换到另一个小区。

每个小区都有一个中央控制基站，其中包括与分配给此小区信道有关的各种控制设备。交换系统负责整个系统的控制，同时也是蜂窝电话用户与陆地网的接口。

运营商在一定的地理区域内提供蜂窝系统。这可以减小对收发信机的功率要求，并容纳更多的用户。

蜂窝系统的主要构成是公用电话交换网（PSTN）、移动电话交换中心（MTSO）、基站（BTS）。图 0.1 所示的就是一个蜂窝系统的结构示意图。

一个基站包含一个发射机和一个接收机（或一个收发信机）。它们把移动台连接到蜂窝系统。基站也被称为 BS（Base Station）。

移动电话交换中心提供控制和信令到移动台。它也提供与 PSTN 之间的连接。

PSTN 提供家庭有线电话和商用有线电话之间的连接。

移动电话被限定在一个被称为本地网的特殊网络覆盖区域内进行一般的操作。若一部电话在非本地网中进行操作，就被称为漫游。