

# 数字手机 维修

## 高级实用 教程

张兴伟 等 编著

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS

  
附 光 盘  
CD-ROM

# 数字手机维修高级实用教程

张兴伟 等编著

人民邮电出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

数字手机维修高级实用教程 / 张兴伟等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2003.8  
ISBN 7-115-11279-7

I. 数... II. 张... III. 移动通信—携带电话机—维修—教材 IV. TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 044686 号

### 数字手机维修高级实用教程

---

◆ 编 著 张兴伟 等

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>

北京顺义振华印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 23.25

插页: 9

字数: 557 千字

2003 年 8 月第 1 版

印数: 17 001 - 19 000 册

2006 年 2 月北京第 8 次印刷

ISBN 7-115-11279-7/TN · 2080

---

定价: 38.00 元 (附光盘)

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

## 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描述。

全书共分 11 章:第 1 章是与实际工作紧密相关的基础知识;第 2 章是测试仪器的简述;第 3 章是一些系统知识;第 4 章是移动通信设备的电路结构;第 5 章是接收机功能电路;第 6 章是频率合成系统;第 7 章是发射机功能电路;第 8 章是开机及电源电路;第 9 章是逻辑电路;第 10 章对故障维修进行了分析、讲述;第 11 章以三星 CDMA 手机 A399 为例进行综合讲述。本书配套的多媒体教学系统内容丰富、形象生动,建议在学习时最好能书与多媒体教学系统结合使用。

本书讲解循序渐进,极具实用性,不但可作为移动电话维修技术培训和自学的参考书,也可作为中等职业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。

## 版 权 声 明

《数字手机维修高级实用教程》一书（附光盘）由人民邮电出版社出版。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分，或复制本光盘，违者必究。

# 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](http://www.atten.com.cn)) 的论坛或 [www.ZXWlab.com](http://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

telesky@163.net

2003 年 5 月于广州

# 目 录

第 1 章 一般电子基础 .....	1
1.1 信号 .....	1
1.2 电阻 .....	3
1.2.1 图形符号 .....	3
1.2.2 表示字母 .....	4
1.2.3 单位 .....	5
1.2.4 特性 .....	5
1.2.5 电阻的串/并联 .....	5
1.2.6 分类 .....	6
1.2.7 常用电阻识别 .....	6
1.2.8 电阻的检测 .....	7
1.2.9 对地电阻 .....	7
1.2.10 概念解释 .....	7
1.3 电容 .....	8
1.3.1 图形符号 .....	8
1.3.2 表示字母 .....	8
1.3.3 单位 .....	8
1.3.4 特性 .....	8
1.3.5 分类 .....	9
1.3.6 电容的串/并联 .....	9
1.3.7 SMD 电容识别 .....	9
1.3.8 电容器的检测 .....	10
1.3.9 概念解释 .....	10
1.4 电感 .....	10
1.4.1 图形符号 .....	10
1.4.2 表示字母 .....	11
1.4.3 单位 .....	11
1.4.4 特性 .....	11
1.4.5 电感识别 .....	11
1.4.6 电感的检测 .....	12
1.5 RC、LC、RLC 电路 .....	12
1.5.1 概念解释 .....	12



1.5.2	RC 电路	13
1.5.3	LC 电路	14
1.5.4	RLC 电路	14
1.6	二极管	15
1.6.1	半导体与 PN 结	15
1.6.2	二极管	15
1.6.3	单向导电性	16
1.6.4	起始电压	17
1.6.5	工作条件	17
1.6.6	稳压二极管	17
1.6.7	变容二极管	18
1.6.8	发光二极管、光电二极管	19
1.6.9	二极管的识别	20
1.6.10	二极管的检测	21
1.7	三极管	21
1.7.1	三极管的图形符号	21
1.7.2	三极管的三个电极	22
1.7.3	三极管的放大作用	22
1.7.4	三极管的工作条件	22
1.7.5	三极管的起始电压	23
1.7.6	饱和、截止与放大	23
1.7.7	共发射极	24
1.7.8	偏置电路	24
1.7.9	三极管的放大电路	25
1.7.10	三极管放大电路的分析	27
1.7.11	三极管的开关电路	28
1.7.12	三极管的判断识别	29
1.7.13	三极管的测试判断	29
1.7.14	双三极管	30
1.8	场效应管	31
1.9	电路图	33
1.9.1	元器件电路符号	33
1.9.2	方框图	35
1.9.3	电原理图	37
1.9.4	印制板图	38
1.9.5	电路图的组成	39
1.9.6	集成电路的脚位	40
<b>第 2 章</b>	<b>测试设备</b>	<b>42</b>

2.1	万用表 .....	42
2.1.1	用万用表检测电阻 .....	43
2.1.2	用万用表检测电压 .....	43
2.1.3	短路线检测 .....	44
2.1.4	二极管测试功能 .....	44
2.2	示波器 .....	44
2.2.1	扫描时间调节 .....	45
2.2.2	幅度调节 .....	45
2.2.3	触发电平调节 .....	45
2.2.4	信号参数的读取 .....	46
2.3	频率计 .....	47
2.4	频率扩展器 .....	47
2.5	频谱分析仪 .....	48
2.5.1	频谱分析仪在手机维修中的作用 .....	48
2.5.2	用频谱分析仪能检修手机中的哪些电路 .....	49
2.5.3	频谱分析仪的操作 .....	50
2.5.4	射频电缆 .....	52
2.5.5	信号参数的读取 .....	54
2.5.6	设备连接 .....	56
2.6	信号源 .....	58
2.6.1	基本要求 .....	58
2.6.2	设置 .....	58
2.6.3	避开基站信号 .....	59
2.7	示波器功能扩展器 .....	60
2.8	移动通信综合测试仪 .....	61
2.9	理论支持 .....	62
<b>第3章</b>	<b>移动通信概述 .....</b>	<b>63</b>
3.1	蜂窝移动系统概述 .....	63
3.2	数字通信流程 .....	66
3.2.1	话音信号 .....	68
3.2.2	模拟信号到数字信号的转换 .....	68
3.2.3	将数字信号转换成射频信号 .....	70
3.3	多址接入 .....	72
3.3.1	频分多址 (FDMA) .....	72
3.3.2	时分多址 (TDMA) .....	72
3.3.3	码分多址 (CDMA) .....	74
3.4	CDMA 的特征和优势 .....	75
3.4.1	频率复用 .....	75

3.4.2	功率控制	75
3.4.3	RAKE 接收机	78
3.4.4	CDMA 的切换	78
3.5	呼叫处理的阶段	79
<b>第4章</b>	<b>移动通信设备电路结构</b>	<b>83</b>
4.1	接收机电路结构	83
4.1.1	超外差一次变频接收机	84
4.1.2	超外差二次变频接收机	85
4.1.3	直接变换的线性接收机	86
4.2	发射机电路结构	87
4.2.1	带发射变换模块的发射机电路结构	87
4.2.2	带发射上变频器的发射机电路结构	89
4.2.3	直接调制的发射机电路结构	90
4.3	逻辑电路	90
4.3.1	逻辑电路输出的控制信号	91
4.3.2	逻辑电源	91
4.3.3	逻辑电路中的时钟信号	91
4.4	关于电路结构	92
4.4.1	摩托罗拉 GSM328 手机的电路结构	93
4.4.2	三星 GSM 手机 SGH-600 的电路结构	97
4.4.3	三星 CDMA 手机 A399 的电路结构	100
<b>第5章</b>	<b>接收机功能电路</b>	<b>101</b>
5.1	天线电路	102
5.1.1	概念	102
5.1.2	电路组成	102
5.1.3	天线电路的识别	106
5.1.4	天线电路的检查方法	107
5.2	低噪声放大器	109
5.2.1	低噪声放大电路	109
5.2.2	电路组成	109
5.2.3	低噪声放大电路的识别	111
5.2.4	低噪声放大电路的检查	115
5.3	混频电路	119
5.3.1	混频电路	119
5.3.2	电路组成	120
5.3.3	关键元件	120
5.3.4	如何识别混频器电路	122
5.3.5	混频电路的检查	123

5.3.6	第二混频 .....	128
5.4	中频放大器 .....	129
5.4.1	中频放大器 .....	129
5.4.2	电路组成 .....	129
5.4.3	中频放大电路的识别 .....	130
5.4.4	中频放大电路的检查 .....	131
5.5	解调电路 .....	132
5.5.1	解调 .....	132
5.5.2	I/Q 信号线路 .....	135
5.5.3	RXI/Q 信号 .....	135
5.5.4	解调电路的识别 .....	137
5.5.5	解调电路的检查 .....	138
5.6	接收逻辑音频电路 .....	138
5.7	诺基亚 3210 手机的接收电路 .....	139
5.7.1	天线电路 .....	139
5.7.2	低噪声放大器 .....	139
5.7.3	接收第一混频器 .....	140
5.7.4	接收第二混频器 .....	140
5.7.5	接收中频处理 .....	141
5.7.6	接收音频 .....	141
<b>第 6 章</b>	<b>频率合成系统 .....</b>	<b>142</b>
6.1	参考振荡 .....	143
6.1.1	概念 .....	143
6.1.2	AFC 信号 .....	143
6.1.3	电路组成 .....	143
6.1.4	手机中参考振荡组件的特点 .....	145
6.1.5	识别参考振荡电路 .....	145
6.1.6	参考振荡电路的检测 .....	146
6.2	锁相环 (PLL) .....	148
6.2.1	概念 .....	148
6.2.2	鉴相器 (PD) .....	149
6.2.3	低通滤波器 .....	149
6.2.4	分频器 .....	150
6.2.5	检测 PLL 电路 .....	150
6.3	压控振荡器 (VCO) .....	152
6.4	频率合成综述 .....	154
6.5	射频 VCO .....	155
6.5.1	电路作用 .....	156

6.5.2	电路组成 .....	157
6.5.3	VCO 组件特点 .....	158
6.5.4	与之相关的电路 .....	161
6.6	检修射频 VCO .....	162
6.6.1	快速判断射频 VCO 电路是否工作正常 .....	162
6.6.2	射频 VCO 判断的几个问题 .....	164
6.6.3	确定射频 VCO 电路未工作后的检修 .....	165
6.7	诺基亚 3210 手机的频率合成电路 .....	171
<b>第 7 章</b>	<b>发射机电路 .....</b>	<b>173</b>
7.1	话音拾取 .....	173
7.1.1	概念 .....	173
7.1.2	关键器件 .....	173
7.1.3	送话器电路 .....	174
7.1.4	识别送话器电路 .....	175
7.1.5	检查送话器电路 .....	175
7.2	逻辑音频处理 .....	176
7.3	调制电路 .....	177
7.3.1	概念 .....	177
7.3.2	数字手机中的调制 .....	178
7.3.3	I/Q 调制电路中的结构 .....	179
7.3.4	TXI/Q 信号 .....	182
7.3.5	识别 TXI/Q 调制电路 .....	183
7.3.6	检查 TXI/Q 调制电路 .....	185
7.4	发射变换 .....	187
7.4.1	概念 .....	187
7.4.2	电路组成 .....	187
7.4.3	识别发射变换电路 .....	188
7.4.4	检查发射变换电路 .....	190
7.5	发射 VCO .....	194
7.5.1	概念 .....	194
7.5.2	电路组成 .....	194
7.5.3	TXVCO 组件 .....	196
7.5.4	识别 TXVCO 电路 .....	197
7.5.5	检查 TXVCO 电路 .....	198
7.6	发射上变频 .....	202
7.6.1	概念 .....	202
7.6.2	电路组成 .....	203
7.6.3	识别发射上变频电路 .....	203

7.6.4	检查发射上变频电路 .....	204
7.7	功率放大 .....	208
7.7.1	概念 .....	208
7.7.2	电路组成 .....	208
7.7.3	功率放大器 .....	211
7.7.4	功率放大器组件的端口 .....	212
7.7.5	功率放大器的偏压 .....	213
7.7.6	识别功率放大电路 .....	214
7.7.7	检查功率放大电路 .....	216
7.8	功率控制 .....	221
7.8.1	概念 .....	221
7.8.2	功率控制原理 .....	221
7.8.3	如何查找功率控制电路 .....	224
7.8.4	检查功率控制电路 .....	224
7.9	诺基亚 3210 手机的发射电路 .....	225
7.9.1	发射音频处理 .....	225
7.9.2	发射 I/Q 调制 .....	225
7.9.3	发射上变频 .....	225
7.9.4	发射功率放大 .....	225
<b>第 8 章</b>	<b>开机及电源电路 .....</b>	<b>226</b>
8.1	开机触发信号线路 .....	226
8.1.1	开机触发信号线路 .....	226
8.1.2	如何识别开机信号线 .....	226
8.1.3	检测开机信号线路 .....	228
8.1.4	思维技巧 .....	230
8.2	手机供电电路 .....	231
8.2.1	供电电路 .....	231
8.2.2	如何识别电池供电电路 .....	232
8.2.3	如何检查供电电路 .....	233
8.3	电源电路 .....	235
8.3.1	电源电路 .....	235
8.3.2	如何查找电源电路输出的电源 .....	236
8.3.3	检查电源电路 .....	239
8.4	逻辑时钟电路 .....	242
8.4.1	逻辑时钟电路 .....	242
8.4.2	如何检查逻辑时钟电路 .....	243
8.4.3	与之相关的考虑 .....	245
8.5	复位电路 .....	246

8.5.1	复位电路 .....	246
8.5.2	检查复位电路 .....	246
8.6	开机维持线路 .....	249
8.6.1	开机维持线路 .....	249
8.6.2	检查开机维持信号线路 .....	250
8.7	开机流程 .....	251
8.8	充电电路 .....	252
8.8.1	充电检测 .....	252
8.8.2	充电控制 .....	253
8.8.3	充电电路 .....	254
8.9	诺基亚 3210 手机的电源及开机电路 .....	254
8.9.1	供电 .....	254
8.9.2	开机触发 .....	254
8.9.3	电压调节器 .....	255
8.9.4	复位 .....	255
8.9.5	逻辑时钟 .....	255
8.9.6	开机维持 .....	256
<b>第 9 章</b>	<b>逻辑电路 .....</b>	<b>257</b>
9.1	逻辑电路的构成 .....	257
9.1.1	MCU 单元 .....	257
9.1.2	DSP 单元 .....	259
9.1.3	ASIC 单元 .....	259
9.1.4	Audio Codec 单元 .....	260
9.2	复合 GSM、CDMA 专用集成电路 .....	261
9.2.1	摩托罗拉的 White Cap 芯片 .....	262
9.2.2	诺基亚的 MAD 芯片 .....	264
9.2.3	CDMA 手机的 MSM 芯片 .....	266
9.3	逻辑电路的控制功能 .....	276
9.3.1	MCU Flash Loading .....	276
9.3.2	时钟 CLK .....	277
9.3.3	自动频率控制 (AFC) .....	278
9.3.4	片选 .....	278
9.3.5	开机维持 .....	279
9.3.6	Watchdog .....	279
9.3.7	复位 .....	279
9.3.8	Watchdog 与复位 .....	279
9.3.9	接收机控制 .....	280
9.3.10	发射机控制 .....	283

9.3.11	频率合成控制 .....	284
9.3.12	其他控制 .....	285
9.4	诺基亚 3210 手机的基带电路 .....	290
9.4.1	概述 .....	291
9.4.2	逻辑音频电路 .....	292
9.4.3	UI 电路 .....	293
<b>第 10 章</b>	<b>分析检修故障 .....</b>	<b>296</b>
10.1	移动电话的故障 .....	296
10.2	检测法 .....	297
10.3	故障分析 .....	298
10.3.1	故障定位 .....	299
10.3.2	电路故障分析的要点 .....	301
10.3.3	电路与信号相关性的利用 .....	302
10.3.4	肢解法分析集成电路 .....	303
10.4	技巧 .....	306
10.5	诺基亚 3210 手机故障检修 .....	309
10.5.1	诺基亚 3210 手机的接收机故障 .....	309
10.5.2	诺基亚 3210 手机的发射机故障 .....	317
10.5.3	不开机 .....	319
10.5.4	其他开机故障 .....	321
10.5.5	SIM 卡故障 .....	321
<b>第 11 章</b>	<b>三星 CDMA 手机 A399 电路原理与维修 .....</b>	<b>322</b>
11.1	开机及电源电路 .....	322
11.1.1	开机触发信号线路 .....	322
11.1.2	电压调节器 .....	323
11.1.3	逻辑时钟 .....	325
11.1.4	复位 .....	325
11.1.5	开机维持 .....	326
11.1.6	充电开机 .....	326
11.1.7	充电检测 .....	326
11.1.8	充电电路 .....	326
11.2	接收机电路 .....	326
11.2.1	天线电路 .....	326
11.2.2	低噪声放大电路 .....	327
11.2.3	混频电路 .....	327
11.2.4	中频放大器 .....	328
11.2.5	接收中频 VCO .....	328
11.2.6	RX I/Q 解调 .....	329



11.2.7	接收音频 .....	329
11.3	频率合成系统 .....	330
11.4	发射机电路 .....	331
11.4.1	送话器电路 .....	331
11.4.2	发射音频处理 .....	331
11.4.3	发射中频 VCO .....	332
11.4.4	TXI/Q 调制 .....	332
11.4.5	发射上变频器 .....	332
11.4.6	功率放大器 .....	332
11.4.7	功率控制电路 .....	333
11.5	基带电路 .....	333
11.6	三星 A399 手机故障维修 .....	334
<b>附录 A</b>	<b>维修指令及维修软件的运用 .....</b>	<b>338</b>
A.1	摩托罗拉手机测试指令 .....	338
A.2	诺基亚维修软件 .....	340
A.3	三星维修软件 .....	347
<b>附录 B</b>	<b>英文缩写 .....</b>	<b>348</b>
<b>附录 C</b>	<b>多媒体教学系统安装说明 .....</b>	<b>355</b>