

从入门到精通

系列
丛书

MP3/MP4播放器维修

从

到

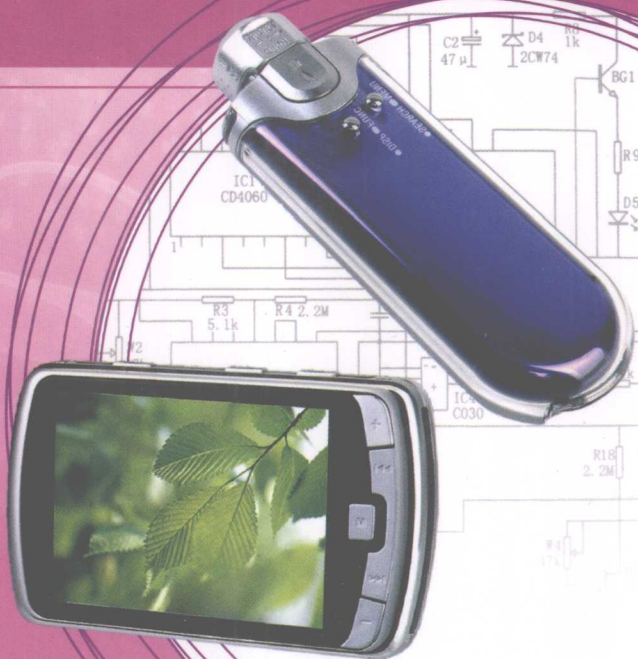
入门精通

郑伟 编著



附光盘

- ▶ “实物-图纸” 可对照的维修大图
- ▶ 关键操作步骤、技巧 实况录像 讲解



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

从入门到精通

系列
丛书

MP3/MP4播放器维修

从入门到精通

► 郑伟 编著 ◀

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

MP3/MP4播放器维修从入门到精通 / 郑伟编著. —北京:
人民邮电出版社, 2009. 8
(从入门到精通系列丛书)
ISBN 978-7-115-20903-0

I. M… II. 郑… III. 音频设备—维修 IV. TN912. 207

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第072807号

内 容 提 要

本书由浅入深地介绍了 MP3/MP4 播放器的维修技术。全书从学习电子产品维修技术的必备电子技术知识讲起, 介绍了 MP3/MP4 播放器的基本工作原理、故障特点与检修方法, 并针对几种目前最常用的机芯方案的电路原理和故障维修方法进行了详细讲解, 读者可以举一反三, 掌握更多机型的维修方法。

本书可供 MP3/MP4 播放器售后服务人员、电子产品维修人员和电子技术爱好者阅读、参考。

MP3/MP4 播放器维修从入门到精通

-
- ◆ 编 著 郑 伟
责任编辑 付方明
 - ◆ 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>
三河市潮河印业有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 13.75 彩插: 2
字数: 332 千字 2009 年 8 月第 1 版
印数: 1—4 000 册 2009 年 8 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-20903-0/TN

定价: 30.00 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

前 言

以 MP3/MP4 播放器（简称 MP3/MP4）为代表的数码电子产品的发展可谓是日新月异，从 MP3 光盘播放器到 MP3 闪存播放器，再到 MP4 播放器，从单色黑白显示到双色 OLED、七彩屏，再到彩色屏、真彩液晶屏，功能不断增加，性能也不断提升，主控芯片也从初期的 Sigmatel、凌阳、华邦到后来的炬力、乐迪、瑞芯微、中星微、ALI 和众多国外芯片，而这一切都只发生在短短的 5~6 年间。

虽然 MP3/MP4 播放器功能强大，但技术工艺相对简单，加之中国市场的特性，目前几乎全世界所有的此类产品都产自中国，且 90% 的工厂都集中在深圳、东莞两地，大大小小的 MP3/MP4 生产工厂有 2000 多家。这种状况造成了 MP3/MP4 播放器行业品牌散乱，产品同质化严重，市场竞争更多的是价格竞争；同时，也导致了 MP3/MP4 播放器产品一直没有标准化，售后维修服务更是严重缺失，给厂家、经销商和消费者都带来了极大的不便。

由于 MP3/MP4 播放器的新技术、新方案不断推出，维修资料匮乏、不规范、错误较多，大多数相关维修书籍、资料均较浅显，概念性内容较多，实用性较差，因此制约了 MP3/MP4 播放器维修技术的推广。

针对 MP3/MP4 播放器维修市场现状，我们组织了大量的人力物力，并结合多年的维修、培训实践经验，在广大方案商、厂商的支持下，编写了本书。

本书内容全面、实用性强，通过介绍 MP3/MP4 播放器的基本工作原理、检修方法和技巧，可指导初学者快速入门、逐渐提高，最终成为 MP3/MP4 播放器维修高手。本书按照循序渐进的原则分为“基础篇”和“精通篇”。

“基础篇”主要讲解 MP3/MP4 维修所需要掌握的电子电路基础知识，并介绍了 MP3/MP4 播放器的工作原理、主要工作部件、维修工具仪器的使用方法、维修步骤和常用维修方法，使读者快速入门，掌握 MP3/MP4 播放器的基本维修思路和简单维修技能，解决一些 MP3/MP4 播放器常见的故障和问题。

“精通篇”以炬力、瑞芯微、凌阳、Sigmatel 等重点方案的代表机型结合图纸进行详细的电路分析，并对单元电路结合常见故障的维修实例进行解析，让维修人员可“对号入座”进行维修。理解和掌握了本篇的内容，读者可快速成为 MP3/MP4 播放器维修高手。

本书在编排形式上注重原理图与维修实例相结合，插入大量实物图和详细的解说，并力求简单易懂。

本书还配有一张光盘，光盘中给出了电烙铁、热风枪的使用，芯片的焊接，BGA 封装的拆解/焊接的现场演示讲解视频，还提供了详细的电路图（带维修注解）。

另外，深圳市邦信伟业信息技术有限公司的王超、梁正茹、李加元、王娇、上官彦平、刘红磊、彭冬冬等同事在本书的编写过程中也付出了辛勤的劳动，给予了大力支持，在此表示由衷的感谢！

由于时间有限，本书难免存在错误和疏漏之处，欢迎广大读者批评、指正。

读者朋友在阅读本书和工作实践中遇到问题，可以通过中移维修网（www.cnwxw.cn）和中国移动数码网（www.impn.net）联系本书作者或作者所在的公司寻求帮助。同时，读者可以在该网站中获得更多 MP3/MP4 播放器维修资料。

编著者

目 录

基础篇	1	3.1.2 MP3 播放器	41
第 1 章 MP3/MP4 播放器维修电子技术		3.1.3 MP4 播放器	43
基础	1	3.2 MP3/MP4 工作原理与流程	43
1.1 电子技术基础概念	1	第 4 章 MP3/MP4 播放器主要工作部件	46
1.2 常用元器件	5	4.1 常用主控芯片介绍与优劣分析	46
1.2.1 电阻	5	4.1.1 炬力芯片方案	47
1.2.2 电容	7	4.1.2 凌阳芯片方案	49
1.2.3 电感	9	4.1.3 瑞芯微芯片方案	49
1.2.4 二极管	13	4.1.4 阿里 ALI 芯片方案	50
1.2.5 三极管	17	4.1.5 Spansion 芯片方案	50
1.2.6 场效应管	19	4.1.6 TI 德州仪器芯片方案	50
1.2.7 晶振	22	4.1.7 Sigmatel 芯片方案介绍	51
1.3 模拟电路与数字电路概述	24	4.1.8 PHILIPS 芯片方案	52
1.3.1 基础概念	24	4.1.9 Telechips 芯片方案	53
1.3.2 数字电路的学习方法	25	4.1.10 安凯、三星、卓然、飞思卡尔 等其他品牌方案	54
1.4 常见单元电路	25	4.2 闪存 (FLASH) 及暂存 (SDRAM)	58
1.4.1 稳压电路	25	4.2.1 闪存	58
1.4.2 放大电路	26	4.2.2 暂存	62
1.4.3 开关电路	27	4.3 液晶屏工作原理、分类及常见 故障分析	62
1.4.4 整流电路	28	4.3.1 液晶屏基础知识介绍	63
1.4.5 滤波电路	30	4.3.2 液晶屏的参数	65
1.4.6 逻辑门电路	31	4.3.3 液晶屏的分类	67
第 2 章 读懂 MP3/MP4 播放器电路图	33	4.3.4 FPCB 软件排线知识讲解	68
2.1 MP3/MP4 播放器电路图常用 元器件电路符号	33	4.3.5 触摸屏的介绍	69
2.2 方框图	33	4.3.6 液晶屏常见故障分析及 维修技巧	69
2.3 MP3/MP4 播放器电路原理图	37	4.4 PCB 知识详解	73
2.4 MP3/MP4 播放器印制电路板 图 (元器件分布图)	38	4.5 其他常用元器件及部件知识详解	75
2.5 MP3/MP4 播放器电路图的组成	38	4.5.1 电源 IC 知识讲解	75
2.6 集成电路的脚位	39	4.5.2 功放 IC 知识讲解	77
第 3 章 MP3/MP4 播放器概述	41	4.5.3 充电锂电池与聚合物电池 知识讲解	78
3.1 MP3/MP4 播放器简介	41		
3.1.1 MP3 简介	41		

4.5.4 FM 调频知识详解·····	79	7.3 炬力 2091 小贝贝的整体原理图 与实物图对应介绍·····	124
第 5 章 维修工具、仪器的使用方法 ·····	82	7.4 开机电路、电源电路及 USB 接口 电路详解与常见故障分析·····	126
5.1 MP3/MP4 播放器维修常用工具 及其简单介绍·····	82	7.5 音频电路详解及常见故障 分析·····	128
5.2 MP3/MP4 播放器维修常用配件 及其介绍·····	82	7.6 MIC 录音电路详解及常见 故障分析·····	128
5.3 万用表的使用方法与技巧·····	83	7.7 耳机电路详解及故障分析·····	128
5.4 烙铁、风枪的使用方法与技巧·····	87	7.8 背光电路详解与故障分析·····	129
5.5 小型元器件拆卸及 SOP 封装 集成电路拆焊方法·····	89	7.9 液晶屏电路详解与故障分析·····	129
5.6 MP4 播放器芯片 BGA 封装 技术与拆解维修技巧·····	92	7.10 闪存 FLASH 电路详解与故障 分析·····	130
5.7 USB 电流表的制作方法及 使用技巧·····	97	7.11 FM 电路详解与故障分析·····	132
5.8 FLASH 清空器工作原理、 制作方法及使用技巧·····	98	7.12 晶振电路·····	133
5.9 MP3/MP4 播放器工厂生产流程 与注意事项·····	100	7.13 炬力方案 MP3 播放器固件升级 工具使用方法·····	134
5.10 MP3/MP4 播放器固件知识 讲解及刷机教程·····	104	7.14 炬力方案 MP3 播放器固件提取 及修改方法·····	139
5.11 MP3/MP4 播放器工厂量 产工具的使用·····	106	第 8 章 瑞芯微 RK26××系列 MP4 方案 整机电路原理与维修详解 ·····	142
第 6 章 MP3/MP4 播放器维修新手入门 ·····	113	8.1 瑞芯微 RK26××芯片 MP4 方案 的特点讲解·····	142
6.1 MP3/MP4 播放器常见故障的 原因·····	113	8.2 瑞芯微 RK26××主控芯片详解 及引脚定义分析·····	143
6.2 MP3/MP4 播放器故障的检修 步骤和流程·····	114	8.3 瑞芯微 RK26××方案的整体 原理图与实物图对应介绍·····	148
6.3 MP3/MP4 播放器检修的基本 原则·····	118	8.4 SDRAM 暂存电路分析及维修 详解·····	150
6.4 MP3/MP4 播放器常用维修方法·····	119	8.5 LINE-IN 直录电路分析及 维修详解·····	151
精通篇 ·····	121	8.6 SD/MMC 扩展卡电路分析及 维修详解·····	152
第 7 章 炬力 2091N 方案小贝贝 MP3 播放器整机电路原理与维修 分析 ·····	121	8.7 液晶屏电路详解与故障分析·····	152
7.1 炬力 2091N 芯片 MP3 播放器 方案的特点讲解·····	121	8.8 耳机及外部扬声器功放电路 分析及维修详解·····	153
7.2 炬力 2091N 主控芯片详解及 引脚定义分析·····	121	8.9 瑞芯微方案 MP4 固件升级工具 使用方法·····	155
		8.10 瑞芯微常见故障分析与检修·····	159

第 9 章 凌阳 536 MP4 方案整机电路原理及维修详解 162	10.2 Sigmatel STMP35××主控芯片详解及引脚定义分析 178
9.1 凌阳 536 MP4 方案的特点讲解..... 162	10.3 Sigmatel STMP35×× PMP 方案的整体原理图与实物图对应介绍 182
9.2 凌阳 SPCA536 主控芯片详解及引脚定义分析..... 162	10.4 Sigmatel STMP35×× PMP 方案常见故障检修 185
9.3 凌阳 536MP4 方案电源电路详解..... 164	第 11 章 车载 MP3 播放器电路原理与常见故障维修分析 187
9.4 DC 摄像头电路分析及维修详解..... 167	11.1 车载 MP3 播放器的发展与简介..... 187
9.5 视频输出电路分析及维修详解..... 167	11.2 炬力 ATJ2063 方案车载 MP3 播放器的电路 原理及常见故障分析..... 189
9.6 凌阳 536 MP4 固件升级工具使用方法..... 169	第 12 章 MP4 视频格式及转换工具使用方法 197
9.7 凌阳 536 MP4 常见故障及维修技巧..... 174	第 13 章 U 盘、MP3/MP4 播放器数据恢复与病毒清除 203
第 10 章 Sigmatel STMP35××PMP 方案整机电路原理及维修详解 177	
10.1 Sigmatel STMP35×× PMP 方案的特点讲解..... 177	

第 1 章 MP3/MP4 播放器维修电子技术基础

万丈高楼平地起，要想成为 MP3/MP4 播放器维修高手，具备扎实的电子技术基础就如同打下深厚的基石一样重要。以 MP3/MP4 播放器为代表的数码电子产品换代、技术更新越来越快，维修也不再像修电视机那样单凭经验和一把烙铁就可通吃，而必须具备扎实的电子技术基础知识，掌握电路分析、软件技术，能举一反三，才能适应数码产品维修业的发展。

1.1 电子技术基础概念

1. 电子电路

电子电路就是指由电阻、电感、电容、二极管、三极管、集成电路等电子元器件适当组合而构成的、能实现某种特定功能的装置。一个完整的电路由电源、负载、控制和保护装置及连接导线等四部分组成。

2. 电流

电荷在电场的作用下从一点流向另一点就形成了电流。单位时间内通过导体任一横截面的电量叫电流强度，简称电流。电路中电流常用“ I ”表示。

电流表示为： $I=q/t$ (A)。

通过单位面积的电流大小称为电流密度，即： $J=I/s$ (A/mm²)。习惯上以正电荷移动的方向为电流的正向方向。

以上两式中： q 为电量 (C)， t 为时间 (s)， s 为导线横截面积 (mm²)。

• 电动势：电源内存在的“电源力”将单位正电荷从负极移到正极所做的功，称为电源电动势。

电动势表示为： $E=W_s/q$ (J/C)。

电动势的方向由负极指向正极。上式中： W_s 为电源力做的功 (J)， q 为电量 (C)，1J/C=1V。

• 电位 (电荷在均匀电场中的电位)：在电路中，单位正电荷从 a 点移动到参考点 (零电位) 时，电场力所做的功，也就是在 a 点所具有的电位能，叫电位。

电位表示为： $\Phi=W_{ao}/q$ (V)，式中 W_{ao} 为电场力作的功 (J)。

• 电位差：在电路中，将单位正电荷由 a 点移到 b 点时，电场力所做的功 W_{ab} ，称为 a 点移到 b 点的电压，也叫 a、b 两点的电位差。

电位差表示为： $U_{ab} = \phi_a - \phi_b = W_{ab}/q$ (V)。因此 $E = U_{ab}/l$ (V/m)。电压的实际方向规定是由高电位点指向低电位点。式中： W_{ab} 为电场力做的功 (J)， E 为电场强度 (V/m)， l 为正电荷由 a 点移到 b 点的距离 (m)。电流的单位是安 (A)，也常用毫安 (mA) 或者微安 (μ A) 做单位。1A=1 000mA，1mA=1 000 μ A。

● 电流可以用电流表测量。测量的时候，把电流表串联在电路中，并选择电流表指针接近满偏转的量程（这样可以防止电流过大而损坏电流表）。

以上介绍的几个概念的示意图见图 1-1-1。

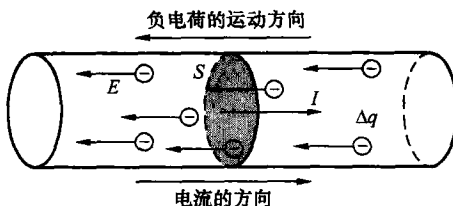


图 1-1-1 几种概念的示意图

3. 电压

河水之所以能够流动，是因为有水位差；电荷之所以能够流动，是因为有电位差。电位差也就是电压。电压是形成电流的原因。在电路中，电压常用 U 表示。电压的单位是伏 (V)，也常用毫伏 (mV) 或者微伏 (μ V) 做单位。1V=1 000mV，1mV=1 000 μ V。

电压可以用电压表测量。测量的时候，把电压表并联在电路上，选择电压表指针接近满偏转的量程。如果电路上的电压大小估计不出来，要先用大的量程，粗略测量后再选择合适的量程。这样可以防止由于电压过大而损坏电压表。

4. 电阻

电路中对电流通过有阻碍作用并且造成能量消耗的部分叫做电阻。电阻值用 R 表示。电阻的单位是欧姆 (Ω)，也常用千欧 (k Ω) 或者兆欧 (M Ω) 做单位。1k Ω =1 000 Ω ，1M Ω =1 000 000 Ω 。导体的电阻由导体的材料、横截面积和长度决定。

电阻可以用万用表欧姆挡测量。测量的时候，要选择万用表指针接近偏转一半的挡位（指用指针式万用表）。如果电阻在电路中，要把电阻的一头引脚断开后再测量。

5. 电源

把其他形式的能转换成电能的装置叫做电源。发电机能把机械能转换成电能，干电池能把化学能转换成电能。发电机、干电池等叫做电源。

通过变压器和整流器，把交流电变成直流电的装置叫做整流电源。能提供信号的电子设备叫做信号源。晶体三极管能把前面送来的信号加以放大，又把放大的信号传送到后面的电路中去，晶体三极管对后面的电路来说，也可以看做是信号源。整流电源、信号源有时也叫做电源。

6. 负载

把电能转换成其他形式能的装置叫做负载。电动机能把电能转换成机械能，电阻能把电能转换成热能，电灯泡能把电能转换成热能和光能，扬声器能把电能转换成声能。电动机、电阻、电灯泡、扬声器等都叫做负载。晶体三极管对于前面的信号源来说，也可以看作为负载。

7. 电路

电流流过的路叫做电路。最简单的电路由电源、负载和导线、开关等组成。从电源的一端沿着导线,经过负载,最终回到电源的另一端的闭合电路叫做通路,也叫回路。只有通路,电路中才有电流通过。

电路某一处断开叫做断路或者开路。在实际电路中,意外产生的电路断开,称断路故障。

电路中负载部分被直接短接或负载内部击穿损坏,电荷没有经过负载而直接从正极到达负极,此时流过电路的电流很大,叫做短路。短路故障产生后会对电路产生较大伤害。

8. 串联、并联

两个或多个元器件首尾相接在电路中,使电流只有一条通路,这种连接方式叫串联,如图 1-1-2 所示。

若干个元器件首与首相连接,尾与尾相连接,接到一个电源上,这种连接方式叫并联,如图 1-1-3 所示。

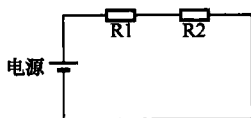


图 1-1-2 串联

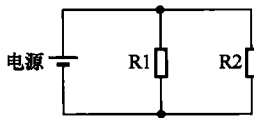


图 1-1-3 并联

9. 直流/交流电

方向和大小均不随时间变化的电流或电压称为直流电,如图 1-1-4 所示。

大小和方向均随时间变化的电流或电压称为交流电,它分为交流信号和交流电源,如图 1-1-5 所示。

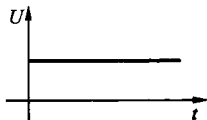


图 1-1-4 直流电

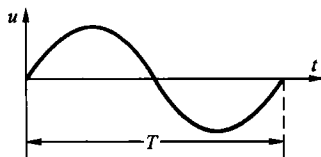


图 1-1-5 交流电

10. 欧姆定律

导体中的电流 I 和导体两端的电压 U 成正比,和导体的电阻 R 成反比,即 $I=U/R$ 。这个规律叫做欧姆定律。如果知道电压、电流、电阻 3 个量中的 2 个,就可以根据欧姆定律求出第 3 个量,即 $I=U/R$, $R=U/I$, $U=I \times R$ 。

在交流电路中,欧姆定律同样成立,但电阻 R 应该改成阻抗 Z ,即 $I=U/Z$ 。

11. 周期和频率

交流电变化一次所用的最小时间叫做周期,用 T 来表示。周期的单位是秒(s),也常用毫秒(ms)或微秒(μs)做单位。 $1\text{s}=1\,000\text{ms}$, $1\text{s}=1\,000\,000\mu\text{s}$ 。

1s 内交流电变化的次数(周期数)叫做频率,用 f 表示。频率的单位是赫(Hz),也常用千赫(kHz)或兆赫(MHz)做单位。 $1\text{kHz}=1\,000\text{Hz}$, $1\text{MHz}=1\,000\,000\text{Hz}$ 。交流电频率 f 是周期 T 的倒数,即 $f=1/T$ 。

12. 阻抗

交流信号通过电路时产生的“阻力”叫做阻抗，阻抗产生于电路中的电阻、电容和电感。由电容产生的阻力叫容抗，由电感产生的阻力叫感抗。为了保证前级的信号最大程度地传递到下一级，要求两级的交流阻抗尽量匹配。

13. 滤波

从既含有交流分量又含有直流分量的信号中仅选取出直流分量，或仅选取出某个频率的信号的过程称为滤波。

14. 耦合

在放大电路中，往往使用多级放大器才能完成对信号的放大，放大器与放大器之间交流信号的传递叫耦合。常用的耦合方式有：阻容耦合、直接耦合、变压器耦合。

15. 振荡器

振荡器是一种能将直流电转换为具有一定频率交流电信号输出的电路组合。

16. 相位

相位是反映交流电任何时刻状态的物理量。交流电的大小和方向是随时间变化的。比如正弦交流电流，它的公式是 $i = I \sin(2\pi ft)$ 。 i 是交流电流的瞬时值， I 是交流电流的最大值， f 是交流电的频率， t 是时间。随着时间的推移，交流电流可以从零变到最大值，从最大值变到零，又从零变到负的最大值，从负的最大值变到零，如图 1-1-5 所示。在三角函数中 $2\pi ft$ 相当于角度，它反映了交流电任何时刻所处的状态，因此把 $2\pi ft$ 叫做相位，或者叫做相。

如果 t 等于零的时候， i 并不等于零，公式应该改成 $i = I \sin(2\pi ft + \psi)$ ，那么 $2\pi ft + \psi$ 叫做相位， ψ 叫做初相位，或者叫做初相。

17. 相位差

两个频率相同的交流电相位的差叫做相位差，或者叫做相差。这两个频率相同的交流电，可以是两个交流电流，可以是两个交流电压，可以是两个交流电动势，也可以是这 3 个量中的任意 2 个。

例如研究加在电路上的交流电压和通过这个电路的交流电流的相位差。如果电路是纯电阻，那么交流电压和交流电流的相位差等于零。也就是说交流电压等于零的时候，交流电流也等于零，交流电压变到最大值的时候，交流电流也变到最大值。这种情况叫做同相位，或者叫做同相。如果电路含有电感和电容，交流电压和交流电流的相位差一般是不等于零的，也就是说一般是不同相的，或者电压超前于电流，或者电流超前于电压。

加在晶体管放大器基极上的交流电压和从集电极输出的交流电压，这两者的相位差正好等于 180° 。这种情况叫做反相位，或者叫做反相。

18. D/A 转换电路

D/A 转换电路也称“数字/模拟转换器”，简称为“数/模转换器”，是将数字量转换为相应模拟量的电路。

19. A/D 转换电路

A/D 转换电路也称“模拟/数字转换器”，简称“模/数转换器”，是将模拟量或连续变化的量进行量化（离散化），转换为相应的数字量的电路。

20. 集成电路

把电子电路中的全部或部分三极管、二极管、电阻、电容等元器件封装在一小块半导体

上, 从而能够完成一定功能的电路称为集成电路, 这一小块半导体称为集成块或 IC。

21. 脉冲编码调制

脉冲编码调制 (PCM) 就是把声音等模拟信号的幅度大小按一定的周期进行抽样, 并将抽样值转换成数码脉冲。PCM 按采样、量化、编码的顺序进行。采样是指按一定的周期对连续的原信号波形进行测量, 即采集信号值的样本。采样频率必须是原信号最高频率的 2 倍以上。量化是指将样本脉冲的幅度采用进位或舍尾的办法变成量化间隔的整量值。编码是指将量化后的值转换成二进制码, 每个码位上都只对应着脉冲的有无。

22. 环路滤波器

环路滤波器是具有以下两种作用的低通滤波器: 在鉴相器的输出端衰减高频误差分量, 以提高抗干扰性能; 在环路跳出锁定状态时, 提高环路以短期存储, 并迅速恢复信号。

23. 微分电路

输出电压与输入电压成微分关系的电路叫做微分电路, 微分电路由电阻和电容组成。

24. 语音编码

语音编码又称源编码, 网络对语音编码的要求是在保证语音质量的前提下, 尽可能地降低语音码的比特率失真, 经过语音编码后将其传输率降低。

25. 语音解码

将信道解码后的低码率数据扩展为 PCM 语音数据的过程, 叫做语音解码。

26. 解码芯片 (DSP)

解码芯片是指将存储在介质上的 MP3/MP4 文件解码的芯片。

DSP 有两个含义, 既可以指“数字信号处理”这门理论, 此时它是“Digital Signal Processing”的缩写; 也可以是“Digital Signal Processor”的缩写, 表示数字信号处理器 (解码芯片), 有时也缩写为 DSPs, 以示区分。本书中 DSP 仅用来代表数字信号处理器。

1.2 常用元器件

1.2.1 电阻

1. 电阻的概念、标识及图形符号

(1) 电阻的概念

电阻, 用符号“R”表示。其最基本的作用就是阻碍电流的流动, 在电路中主要起分流分压和降流限压的作用。衡量电阻器的两个最基本的参数是阻值和功率。阻值用来表示电阻器对电流阻碍作用的大小, 基本单位为欧姆。除基本单位外, 还有千欧和兆欧。功率可以用来表征电阻器所能承受的最大电流, 单位为瓦特, 有 1/16W、1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W 等多种, 如实际功率超过最大值, 电阻器很可能就会烧坏。根据电阻器不同的制作材料, 可将其分为水泥电阻 (制作成本低, 功率大, 热噪声大, 阻值不够精确, 工作不稳定)、碳膜电阻、金属膜电阻 (体积小, 工作稳定, 噪声小, 精度高) 以及金属氧化膜电阻等。根据其阻值是否可变, 可分为微调电阻、可调电阻、电位器等。

(2) 电阻的常用标识法

在使用电阻器时, 需要了解它的主要参数: 阻值、功率、允许偏差。电阻器的标称值和

允许偏差一般都标在电阻体上，而在电路图上通常只标出标称值。电阻的标识方法分为下列 4 种。

直标法：直标法是将电阻器的标称值用数字和文字符号直接标在电阻体上，其允许偏差则用百分数表示，未标偏差值的即为 $\pm 20\%$ 的允许偏差。

文字符号法：文字符号法是将电阻器的标称值和允许偏差值用数字和文字符号法按一定的规律组合标志在电阻体上。

色标法：普通的电阻器用四色环表示，精密电阻用五色环表示。紧靠电阻体一端头的色环为第一环，露出电阻体本色较多的一端头为末环。

数码标识法：在产品和电路图上用三位数字来表示元器件的标称值的方法称为数码标识法，常见于贴片电阻或进口器件上。在三位数码中，从左至右第一、二位数字表示电阻标称值的第一、二位有效数字，第三位数为倍率 10^n 的“ n ”（即前面两位数后加“0”的个数），单位为 Ω 。例如标识为 222 的电阻器，其阻值为 $2\ 200\Omega$ 即 $2.2k\Omega$ ；标识为 105 的电阻器，阻值为 $1M\Omega$ ；标志为 47 的电阻器，阻值为 4.7Ω 。需要注意的是要将这种标识法与传统的方法区别开来：如标志为 220 的电阻器其电阻为 22Ω ，只有标志为 221 的电阻器其阻值才为 220Ω 。标志为 0 或 000 的电阻器，实际是跳线，阻值为 0Ω 。一些微调电阻器阻值的标识除了用三位数字外还有用两位数字的。如标识为 53 表示 5Ω ，14 和 54 分别表示 10Ω 和 50Ω 。一些精密贴片电阻器也有用四位数字表示法，如 1005 表示 10Ω 等。

（3）电阻的图形符号

图 1-2-1 所示是电阻额定功率值在电路图上的符号，图 1-2-2 是贴片电阻实物图，图 1-2-3 是 MP3/MP4 电路板上的电阻实物图。

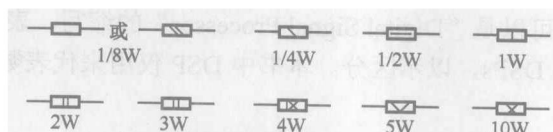


图 1-2-1 电阻额定功率值在电路图上的符号

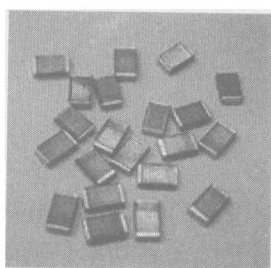


图 1-2-2 贴片电阻实物图

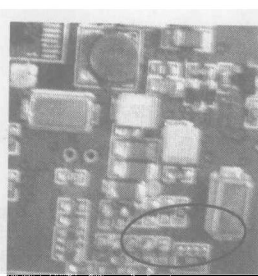


图 1-2-3 MP3/MP4 电路板上的电阻实物图

2. 电阻在 MP3/MP4 电路中的用途及检测方法

限流电阻：指在 USB 接口电路部分和二极管串联的电阻，一般电阻值为 1R5 (1.5Ω)、2R2 (2.2Ω)、3R3 (3.3Ω)，起限制电路中通过的电流作用。

保险电阻：一般电阻的表面数值为“0”、“000”，用在主供电线路中，起保险作用。

下拉电阻：一般用在 MP3/MP4 播放器充电检测电路和电池充电检测电路中，其中有一极接地线，起拉低电压的作用。

0Ω 电阻：电阻的表面数值为“0”、“000”，如果电阻连接地线，起屏蔽信号干扰的作用

(连接 AGND 和 DGND)。

1.2.2 电容

1. 电容的概念、图形符号和标识

电容器是两块导体(阴极和阳极)中间夹一块绝缘体(介质)构成的元件,在电路中主要用于调谐、滤波、耦合、旁路、能量转换和延时。电容器通常叫做电容。

电容在电路中用“C”来表示,其图形符号有如图 1-2-4 所示的几种不同的标识方法。其中,图(a)和图(d)均为国标画法,分别表示普通电容和有极性电容(电解电容);图(b)和图(c)的画法现已很少采用,可等效为图(d)。

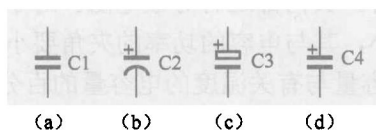


图 1-2-4 常用电容标识符号

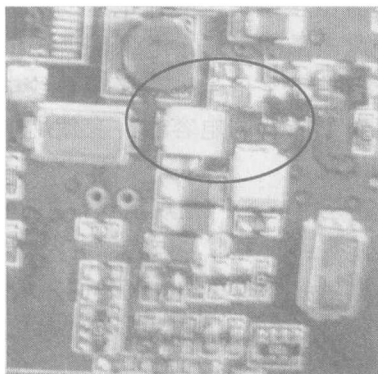


图 1-2-5 MP3/MP4 板上常用电容实物图

规定把电容器外加 1V 直流电压时所储存的电荷量称为该电容器的电容量。电容的基本单位为法拉(F)。但实际上,法拉是一个很不常用的单位,因为电容器的电容量往往比 1F 小得多,因此常用微法(μF)、纳法(nF)、皮法(pF)等。它们的关系是: $1\text{F}=1\,000\,000\mu\text{F}$; $1\mu\text{F}=1\,000\text{nF}=1\,000\,000\text{pF}$ 。

在电子线路中,电容用来通过交流而阻隔直流,也用来存储和释放电荷以充当滤波器,平滑输出脉冲信号。小容量的电容,通常在高频电路中使用,如收音机、发射机和振荡器中。大容量的电容往往用于滤波和存储电荷。另外,电容还有一个特点,一般 $1\mu\text{F}$ 以上的电容均为电解电容,如图 1-2-4 (b)、(c)、(d) 所示,而 $1\mu\text{F}$ 以下的电容多为瓷片电容,当然也有其他的,比如独石电容、涤纶电容、小容量的云母电容等。电解电容有个铝壳,里面充满了电解质,并引出两个电极,分别为正(+)、负(-)极。与其他电容器不同,电解电容在电路中的极性不能接错,而其他电容则没有极性。

把电容器的两个电极分别接在电源的正、负极上,一段时间后即使把电源断开,两个引脚间仍然会有残留电压,说明电容器储存了电荷。电容器极板间建立起电压,积蓄起电能,这个过程称为电容器的充电。充好电的电容器两端有一定的电压。电容器储存的电荷向电路释放的过程,称为电容器的放电。

2. 电容器的参数与分类

在电子产品中,电容器是必不可少的电子元器件,它在电子设备中起整流器的平滑滤波、电源的退耦、交流信号的旁路、交直流电路的交流耦合等作用。由于电容器的类型和结构种类比较多,因此,不仅需要了解各类电容器的性能指标和一般特性,还必须了解在给定用途

下各类电容器的优缺点，以及机械或环境的限制条件等。这里对电容器的主要参数及其应用做简单说明。

标称电容量：即电容器产品标出的电容量值。云母和陶瓷介质电容器的电容量较低，一般在 $5\,000\text{pF}$ 以下；纸、塑料形式的电容器的电容量居中，一般在 $0.005\sim 1.0\mu\text{F}$ ；通常电解电容器的电容量较大。这是一种粗略的分类法。

类别温度范围：即电容器能连续工作的环境温度范围。该范围取决于相应类别的温度极限值，如上限类别温度、下限类别温度、额定温度（可以连续施加额定电压的最高环境温度）等。

额定电压：即在下限类别温度和额定温度之间的任一温度下，可以连续施加在电容器上的最大直流电压或最大交流电压的有效值或脉冲电压的峰值。电容器应用在高电压场合时，必须注意电晕的影响。电晕是由于在介质/电极层之间存在空隙而产生的，它除了可以产生损坏设备的寄生信号外，还会导致电容器介质击穿。在交流或脉冲条件下，电晕特别容易发生。对于所有的电容器，在使用中应保证直流电压与交流峰值电压之和不超过电容器的额定电压。

损耗角正切 ($\text{tg } \delta$)：在规定频率的正弦电压下，电容器的损耗功率除以电容器功率为损耗角正切。在实际应用中，电容器并不是一个纯电容，其内部还有等效电阻。对于电子设备来说，等效电阻愈小愈好，也就是说要求损耗功率小，其与电容的功率的夹角要小。

电容器的温度特性：通常以 20°C 基准温度的电容量与有关温度的电容量的百分比表示。

使用寿命：电容器的使用寿命随温度的增加而减小，主要原因是温度加速化学反应而使介质随时间退化。

绝缘电阻：由于温度升高引起电子活动增加，将使绝缘电阻降低。

3. 电容在 MP3/MP4 播放器电路中的用途

电容的用途非常多，主要有以下几种。

- ① 隔直流：作用是阻止直流通过而让交流通过。
- ② 旁路（去耦）：为交流电路中某些并联的元器件提供低阻抗通路。
- ③ 耦合：作为两个电路之间的连接，允许交流信号通过并传输到下一级电路。
- ④ 温度补偿：针对其他元器件对温度的适应性不够带来的影响进行补偿，改善电路的稳定性。
- ⑤ 计时：电容器与电阻器配合使用，确定电路的时间常数。
- ⑥ 调谐：对与频率相关的电路进行系统调谐。
- ⑦ 储能：储存电能，用于必要的时候释放（如今某些电容的储能水平已经接近锂电池的水准，一个电容储存的电能可以供一个 MP3/MP4 使用一天）。

4. 电解电容在电路中的作用

滤波作用：在电源电路中，整流电路将交流电变成脉动的直流电，而在整流电路之后接入一个较大容量的电解电容，利用其充放电特性，使整流后的脉动直流电压变成相对比较稳定的直流电压。在实际中，为了防止电路各部分供电电压因负载变化而产生变化，在电源的输出端及负载的电源输入端一般接有数十至数百微法的电解电容。由于大容量的电解电容一般具有一定的电感，对高频及脉冲干扰信号不能有效地滤除，故在其两端又并联了一只容量为 $0.001\sim 0.1\mu\text{F}$ 的电容，以滤除高频及脉冲干扰信号。

耦合作用：在低频信号的传递与放大过程中，为防止前后两级电路的静态工作点相互影响，常采用电容耦合。为了防止信号中的低频分量损失过大，一般总采用容量较大的电解电容。

5. 电解电容故障的判断方法

电解电容常见的故障有：容量减小、容量消失、击穿短路及漏电。其中容量变化是由于电解电容在使用或放置过程中其内部的电解液逐渐干涸引起的，而击穿与漏电一般是由于所加的电压过高或电容本身质量不佳引起的。判断电解电容的好坏一般采用万用表的电阻挡进行测量。具体方法为：将电容两引脚短路放电，用万用表的黑表笔接电解电容的正极，红表笔接负极（用于指针式万用表，如果用数字式万用表测量时表笔互调），正常时表针应先向电阻小的方向摆动，然后逐渐返回直至无穷大处。表针的摆动幅度越大或返回的速度越慢，说明电容的容量越大，反之则说明电容的容量越小。如表针指在中间某处不再变化，说明此电容漏电，如电阻指示值很小或为零，则表明此电容已击穿短路。因万用表使用的电池电压一般很低，所以在测量低耐压的电容时比较准确，而当电容的耐压较高时，尽管测量正常，但加上高压时则有可能发生漏电或击穿现象。

6. 电解电容的使用注意事项

电解电容由于有正负极性，因此在电路中使用不能颠倒连接。在电源电路中，输出正电压时电解电容的正极接电源输出端，负极接地；输出负电压时则负极接输出端，正极接地。当电源电路中的滤波电容极性接反时，因电容的滤波作用大大降低，一方面会引起电源输出电压波动，另一方面又因反向通电使此时的电解电容相当于一个电阻而发热。当反向电压超过某值时，电容的反向漏电阻将变得很小，这样通电工作不久，就会使电容因过热而炸裂损坏。

加在电解电容两端的电压不能超过其允许工作电压，在设计实际电路时应根据具体情况留有一定的余量。在设计稳压电源的滤波电容时，如果交流电源电压为 220V，变压器次级的整流电压可达 22V，此时选择耐压为 25V 的电解电容一般可以满足要求。但是，假如交流电源电压波动很大且有可能上升到 250V 以上时，最好选择耐压 30V 以上的电解电容。

电解电容在电路中不应靠近大功率发热元器件，以防因受热而加速电解液干涸。

对有正负极性的信号进行滤波，可采取两个电解电容同极性串联的方法，即当作一个无极性的电容使用。

7. 电解电容极性的判别

电解电容的极性可用万用表的电阻挡测量。

测量时，先假定某极为“+”极，让其与指针式万用表的黑表笔相接，另一电极与万用表的红表笔相接，记下表针停止的刻度（表针靠左阻值大），然后将电容器放电（即两根引线碰一下），两只表笔对调，重新进行测量。两次测量中，表针最后停留的位置靠左（阻值大）的那次，黑表笔接的就是电解电容的正极。测量时最好选用 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡。

1.2.3 电感

1. 电感的概念、图形符号、标识及分类

(1) 电感的定义

导线内通过交流电流时，在导线的内部及其周围产生交变磁通，导线的磁通量与产生此