

前 言

数字化处理技术在彩色电视机中的普遍应用,使超级芯片彩色电视机的整机线路更加简洁,但其整机的故障现象及维修方法较传统机型却有了较大的差别,能否解决好这一问题直接关系到社会彩色电视机维修行业的生存和发展。

超级芯片彩色电视机整机线路的诸多功能,如中频信号解调、行/场扫描信号处理、几何失真校正等均由 I²C 总线数字技术进行控制,并通过 E²PROM 存储器的读/写功能来完成。E²PROM 存储器是超级芯片彩色电视机中的重要器件之一,一旦不良或失效,总会有一些离奇的故障现象。因此,超级芯片彩色电视机维修中的最大难点,是如何更换 E²PROM 存储器及排除软件故障。

超级芯片彩色电视机芯片电路的高度集成,不仅极大地减少了整机分立元件的数量,同时也降低了小信号处理电路的工作电压(由传统的 12 V、9 V 降低到 8 V、5 V、3.3 V)。当小信号处理电路异常或故障时,硬件电路中较为关键部位的直流工作电压并没有明显变化,如在 CHD 机型中的数字板 HD 端输出的行激励直流电压,开机与待机状态相同,故使以往的仅以万用表为检修手段的维修人员十分困惑,并往往使检修难以进行。这是超级芯片彩色电视机故障检修中的又一个主要难点。

另外,近两年,由于家电业一改过去单纯依靠价格争夺市场的模式,走技术、品牌之路,并通过技术提升及行业整合去争夺市场,这就不仅使产品生命周期大大缩短,同时不带随机图纸的现象又普遍存在,从而给社会维修造成了极大的障碍。

为给超级芯片彩色电视机的社会维修难提供一点帮助,作者通过实物机型分析,编写了《教你检修超级芯片彩色电视机》,以飨读者。

本书主要讲述 TDA 超级芯片彩色电视机的工作原理及检修方法,并通过数码照片介绍实物机型的线路结构及一些关键点在正常状态下的信号波形,同时也测出了各功能电路引脚的工作电压、正/反向电阻值,并绘出了电路原理图。因此,本书的最大特点是图文并茂,具有较强的实用性。

通过数码照片,维修人员能够清晰辨认元器件号码、线路走向等,所以本书可帮助维修人员在无随机图纸的情况下进行检修。

本书所有电路图均按原机图纸绘制,涉及的电路图符号及技术说明会有不符合国家标准之处,但编辑时未做规范,主要是为了便于读者查阅。

由于作者水平有限,不妥之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编著者

读者调查表

尊敬的读者:

欢迎您参加读者调查活动,对我们的图书提出宝贵的意见,您的建议将是我们创造精品的动力源泉。为了方便大家,我们提供了两种填写调查表的方式:

1. 您可以登录 <http://yydz.phei.com.cn>,进入右上角的读书栏目,填好本调查表后直接反馈给我们。
2. 您可以填写下表后寄给我们(北京市海淀区万寿路 173 信箱应用电子技术图书事业部 邮编:100036)。

姓名: _____ 性别: ☐ 男 ☐ 女 年龄: _____ 职业: _____
电话(寻呼): _____ E-mail: _____
传真: _____ 通信地址: _____
邮编: _____

1. 影响您购买本书的因素(可多选):

- ☐封面封底 ☐价格 ☐内容提要、前言和目录 ☐书评广告 ☐出版物名声
☐作者名声 ☐正文内容 ☐其他 _____

2. 您对本书的满意度:

- 从技术角度 ☐很满意 ☐比较满意 ☐一般 ☐较不满意 ☐不满意
从文字角度 ☐很满意 ☐比较满意 ☐一般 ☐较不满意 ☐不满意
从排版、封面设计角度 ☐很满意 ☐比较满意 ☐一般 ☐较不满意
☐不满意

3. 您最喜欢书中的哪篇(或章、节)? 请说明理由。

4. 您最不喜欢书中的哪篇(或章、节)? 请说明理由。

5. 您希望本书在哪些方面进行改进?

6. 您感兴趣或希望增加的图书选题有:

邮寄地址: 北京市海淀区万寿路 173 信箱应用电子技术图书事业部 富军 收 邮编: 100036
编辑电话: (010)88254456 E-mail: fujun@phei.com.cn

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可,复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为;歪曲、篡改、剽窃本作品的行为,均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人应承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序,保护权利人的合法权益,我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为,本社将奖励举报有功人员,并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话:(010)88254396;(010)88258888

传 真:(010)88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址:北京市万寿路173信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编:100036

目 录

第 1 章 OM8370PS 超级芯片彩色电视机	1
1.1 软件功能及故障检修	1
1.1.1 E ² PROM 存储器芯片数据的读/写方法	1
1.1.2 编程软件中的数制与编码	6
1.1.3 维修项目及 I ² C 总线调整	11
1.1.4 E ² PROM 存储器及故障排除	15
1.2 OM8370PS 超级芯片电路及 MCU 微控制系统的故障检修	20
1.2.1 OM8370PS 超级芯片电路	20
1.2.2 MCU 微控制系统及故障检修	23
1.3 高、中频电路及故障检修	33
1.3.1 高频调谐电路	33
1.3.2 预中频放大电路	35
1.3.3 图像中频信号处理电路	37
1.3.4 高、中频电路故障检修	38
1.4 视频图像电路及故障检修	39
1.4.1 视频信号处理电路	40
1.4.2 色度信号处理电路	41
1.4.3 TV/AV 转换电路	41
1.4.4 三基色输出和末级视放电路	43
1.4.5 视频图像电路故障检修	43
1.5 行/场扫描电路及故障检修	47
1.5.1 行扫描电路	47
1.5.2 场扫描电路	51
1.5.3 行/场扫描电路故障检修	54
1.6 伴音处理电路及故障检修	56
1.6.1 伴音中频解调及小信号处理电路	57
1.6.2 伴音功放电路	58
1.6.3 伴音处理电路故障检修	59
1.7 开关稳压电源	61
1.7.1 自由振荡电路工作原理	61
1.7.2 自动稳压控制	62
1.7.3 保护电路	62



1.7.4 开关稳压电源故障检修	64
第2章 OM8373PS 超级芯片彩色电视机	66
2.1 OM8373PS 超级芯片电路及 MCU 微控制系统的故障检修	66
2.1.1 OM8373PS 超级芯片电路	67
2.1.2 MCU 微控制系统	74
2.1.3 MCU 微控制系统故障检修	80
2.2 高、中频电路及故障检修	83
2.2.1 高频调谐电路	83
2.2.2 预中频放大电路	85
2.2.3 图像中频信号处理电路	91
2.2.4 高中频电路故障检修	91
2.3 视频图像电路及故障检修	92
2.3.1 视频信号处理电路	93
2.3.2 色度信号处理电路	95
2.3.3 TV/AV 视频信号转换电路	95
2.3.4 三基色输出和末级视放电路	100
2.3.5 视频图像电路故障检修	105
2.4 行/场扫描电路及故障检修	110
2.4.1 行扫描电路	110
2.4.2 场扫描电路	116
2.4.3 ABL 和 EHT 自动控制电路	118
2.4.4 行/场扫描电路故障检修	122
2.5 伴音处理电路及故障检修	124
2.5.1 伴音中频解调及小信号处理电路	124
2.5.2 TV/AV 音频信号转换电路	124
2.5.3 伴音功放及静噪控制电路	129
2.5.4 伴音处理电路故障检修	132
2.6 开关稳压电源及故障检修	134
2.6.1 自激振荡及自动稳压电路	134
2.6.2 待机控制电路	137
2.6.3 次级输出电路	138
2.6.4 开关稳压电源故障检修	140
第3章 TDA9370 超级芯片“数字高清”彩色电视机	142
3.1 TDA9370 超级芯片电路及 MCU 微控制系统的故障检修	142
3.1.1 TDA9370 超级芯片电路	142
3.1.2 MCU 微控制系统	147
3.1.3 MCU 微控制系统故障检修	155
3.2 高中频电路及故障检修	157
3.2.1 高频调谐电路	157
3.2.2 预中频放大电路	160
3.2.3 图像中频信号处理电路	162
3.2.4 高中频电路故障检修	163

3.3 图像处理电路及故障检修	163
3.3.1 TV 视频信号处理电路	164
3.3.2 色度信号处理电路	165
3.3.3 TV/AV 视频信号转换电路	165
3.3.4 数字板电路	170
3.3.5 尾板末级视放电路	183
3.3.6 图像处理电路故障检修	188
3.4 行/场扫描电路及故障检修	195
3.4.1 行/场扫描小信号处理电路	195
3.4.2 场扫描输出级电路	200
3.4.3 行扫描输出级电路	202
3.4.4 地磁校正控制电路	207
3.4.5 行/场扫描电路故障检修	208
3.5 伴音处理电路及故障检修	210
3.5.1 伴音中频解调及小信号处理电路	210
3.5.2 TV/AV 音频信号转换电路	210
3.5.3 伴音功放及静噪控制电路	216
3.5.4 伴音处理电路故障检修	219
3.6 开关稳压电源及故障检修	220
3.6.1 交流输入及自动消磁电路	220
3.6.2 开关振荡电路	224
3.6.3 自动稳压及开关电源输出电路	228
3.6.4 待机控制及低电压稳压电路	230
3.6.5 保护电路	233
3.6.6 开关稳压电源电路故障检修	234
第 4 章 OM8380H 显示处理芯片“数字高清”彩色电视机	236
4.1 数字板电路	236
4.1.1 U100 (74HC14D) 行/场同步信号切换电路	236
4.1.2 U202 (HM602) 微处理器	242
4.1.3 U301 (HTV118) 图像格式及视频增强、A/D 转换、扫描频率处理等电路	243
4.1.4 U500 (SAA7117) AH TV/AV 切换、DVD 信号切换及亮色解码和 A/D 转换电路	243
4.1.5 U602 (OM8380H) RGB 处理及行/场小信号形成电路	244
4.1.6 U701 (MST8886B) VGA/HDTV 切换及 A/D 转换电路	244
4.2 主板电路	246
4.2.1 高、中频二合一调谐电路	246
4.2.2 伴音信号处理及功放输出电路	249
4.2.3 场扫描输出级电路	259
4.2.4 行扫描输出级电路	261
4.2.5 动态聚焦电路	264
4.2.6 地磁校正电路	266
4.3 显像管尾板及动态四重极偏转处理电路	266
4.3.1 尾板末级视频放大电路	266



4.3.2 动态四重极偏转处理电路	266
4.4 开关电源电路	268
4.4.1 开关稳压电源	268
4.4.2 待机控制电路	268
4.4.3 待机保护电路	270
第5章 TMPA8859 超级芯片彩色电视机	271
5.1 HAIER8859B-V1.0 超级芯片彩色电视机	273
5.1.1 HAIER8859B-V1.0 超级芯片电路及 MCU 微控制系统的故障检修	273
5.1.2 高中频电路及故障检修	294
5.1.3 视频图像电路及故障检修要点	299
5.1.4 行/场扫描电路及故障检修要点	305
5.1.5 伴音处理电路及故障检修	311
5.2 HISENSE-8859-3 超级芯片彩色电视机	317
5.2.1 HISENSE-8859-3 超级芯片电路及 MCU 微控制系统的故障检修	317
5.2.2 高中频电路及故障检修	328
5.2.3 视频图像电路及故障检修要点	331
5.2.4 行/场扫描电路及故障检修要点	336
5.2.5 伴音处理电路及故障检修要点	341
第6章 LA76818A 单片机心“数字高清”彩色电视机	346
6.1 主机板电路	346
6.1.1 IC001 LA76818A 单片多制式彩色电视信号处理电路	346
6.1.2 IC401 TDA7497 双通道音频功率放大器	348
6.1.3 IC602 LA78041 场扫描输出电路	354
6.1.4 IC603 STV9118 扫描小信号处理电路	357
6.1.5 IC701 TDA7439 音频处理电路	358
6.1.6 IC702 HEF4052BP 电子开关电路	361
6.1.7 行扫描电路	363
6.1.8 尾板末级视放电路	365
6.2 数字板电路	367

第 1 章 OM8370PS 超级芯片 彩色电视机

OM8370PS 是国内生产的超级芯片集成电路的型号,其技术为飞利浦开发的 TDA9370 超级芯片电路,故在某些机心电路或图纸中还常标注 TDA9370。

TDA9370 是我国最早引用的超级芯片电路之一,其系列型号(如 TDA9373)被我国各彩电生产单位广泛应用,如长虹 CH—16 机心系列、创维 3P30/4P30/5P30 机心系列等,但它们在掩膜不同的软件版本后,都有自己的标注型号,如长虹标注有 CH05T1623/CH05T1602/CH05T1604,创维标注有 4706—D93701—64/4706—D93702—64/4706—D93703—64 等。

本章就以长虹 SF2111 机型为例,来介绍 OM8370PS 超级芯片彩色电视机的工作原理及检修要领,其主机板元件组装结构及印制电路如图 1-1 和图 1-2 所示。

1.1 软件功能及故障检修

软件是一种看不到、摸不着的具有处理信息能力的程序,是微计算机系统中的一个重要组成部分。

在计算机中,软件主要分为系统软件和应用软件两大类。系统软件主要用于计算机管理和为其他软件服务,如 Windows 98 操作系统。它可在 ROM(Read Only Memory)只读存储器的指令下将操作系统引导到 RAM(Random Access Memory)随机存取存储器,以使中央微处理器不停地运算,并和谐地指挥各种设备;而应用软件是用户自己编制的用于解决具体问题的专用程序,如电子表格软件、汉字输入方法软件等,它们主要用于在不同的领域中完成各种预定的任务。

在彩色电视机中,掩膜在芯片中的软件均是专用的控制程序,并有不同的版本号数据。电视机在工作时,中央微处理器首先寻找储存在 E²PROM(电可擦除编程只读存储器)中的版本号数据,只有当 E²PROM 存储器内存的版本号数据与芯片中的版本号数据一致时,中央微处理器才会读取存储器中的编程软件数据,进而使整机进入正常的工作状态。

因此,软件是实现人机对话的编程语言,计算机或超级芯片彩色电视机没有软件,就犹如失去灵魂的躯体,不能发挥任何作用,而软件的功能与质量,则决定着机器设备的智能化水平和工作能力。

1.1.1 E²PROM 存储器芯片数据的读/写方法

在 OM8370PS 超级芯片彩色电视机中,编程软件是掩膜在 OM8370PS 芯片内部预留的



ROM存储器中,它是通过专门设备与仪器去烧录的,在维修条件下一般是无法完成(对没有掩模专用编程软件的空白芯片常标注为 TDA9370),但它在整机应用时,总要通过初始化的方法写入外部 E²PROM 存储器中,并通过 I²C 总线将其应用数据调整到与原机性能指标相适应的参考数值,以供 MCU 微处理器在整机工作时读取相关数据。若外部 E²PROM 存储器为空白芯片(即没有写入数据),则 MCU 将会以 OM8370PS 芯片内置的一套初始参数作为基准值强行整机工作,这时就会出现搜台不记忆,或收台数量减少,或无图无声、行/场扫描幅度拉长,或光栅几何失真、黑光栅等异常现象。因此,在超级芯片彩色电视机的软件故障检修中,了解和掌握写入到外部 E²PROM 存储器中的编程软件数据及其读/写方法就显得十分重要。

图 1-3 和图 1-4 是维修实践中最为实用的读/写 E²PROM 存储器中编程软件数据的一种方法。在图 1-3 中,24C·93C 系列存储器复制仪,是一种比较简便的存储器芯片数据编程器(在市场上可以买到或类似的编程器),它主要有计算机复制和脱机复制两种使用方法。

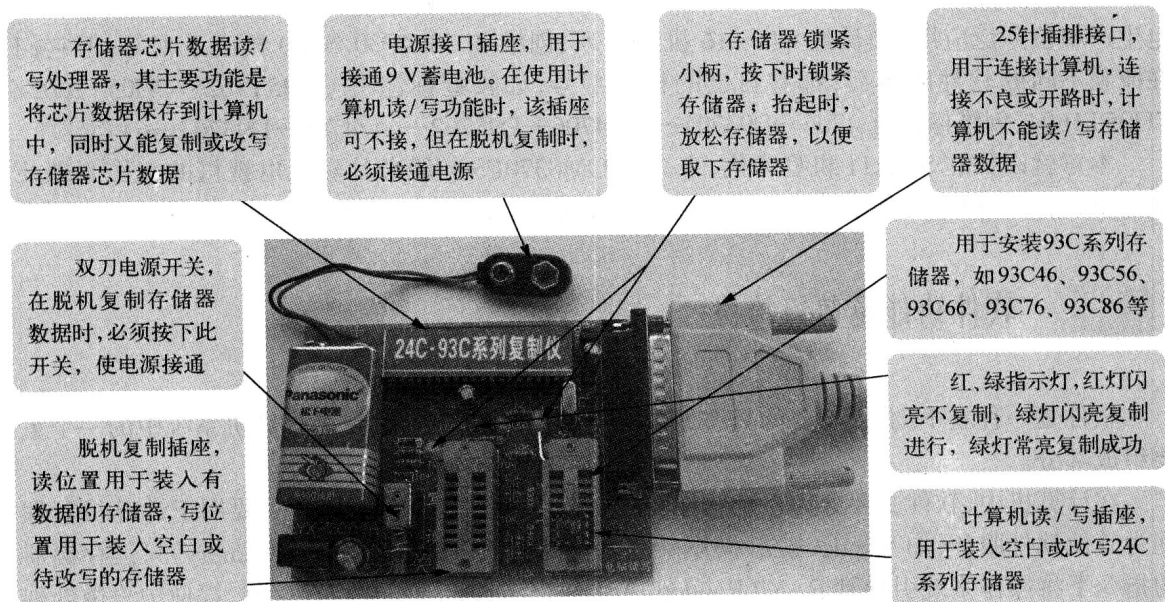


图 1-3 E²PROM 存储器数据复制仪

1. 计算机复制

计算机复制主要是使用图 1-3 中右侧装有存储器的计算机读/写插座,但在应用时,要首先在计算机中安装复制仪的驱动程序(随复制仪配带),否则不能运行。

计算机读/写插座分为上、下两个八口,上八口用于装入 93C 系列存储器,其适用型号主要有 93C46、93C56、93C66、93C76、93C86 等;下八口用于装入 24C 系列存储器,其适用型号主要有 24C01、24C02、24C04、24C08、24C16、24C32、24C64、24C128、24C256 等。

1) 93C 系列存储器复制方法

(1) 将存储器数据保存到计算机中

- ① 双击“93××”图标,屏幕上出现操作界面,如图 1-5 所示。
- ② 单击“Type”项,选择 93C 系列存储器的型号。

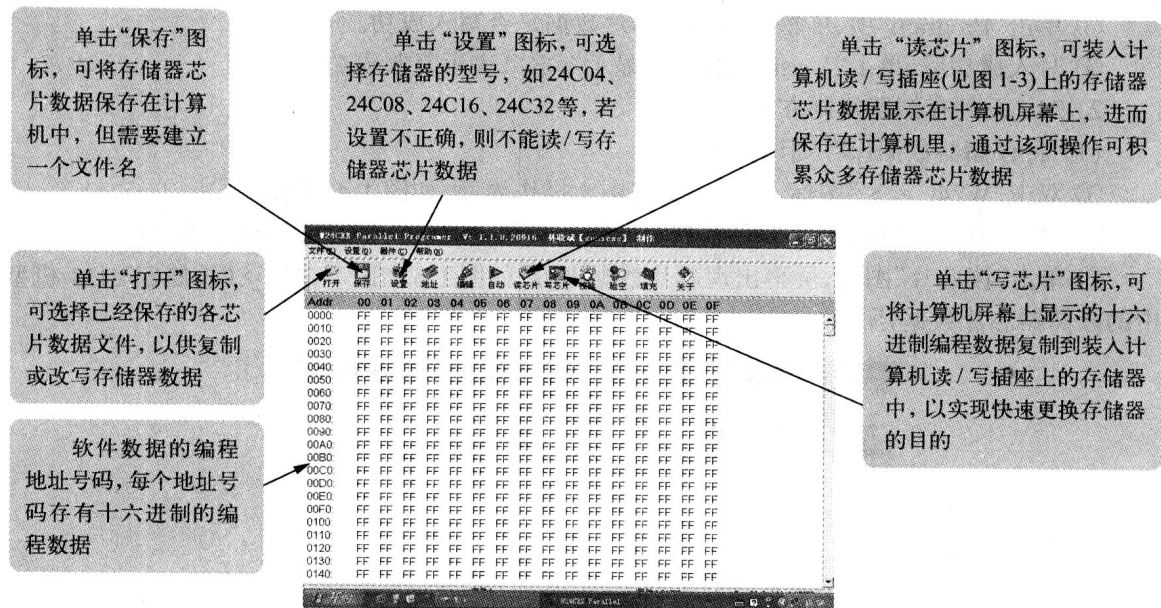


图 1-4 24C × × 系列存储器操作界面

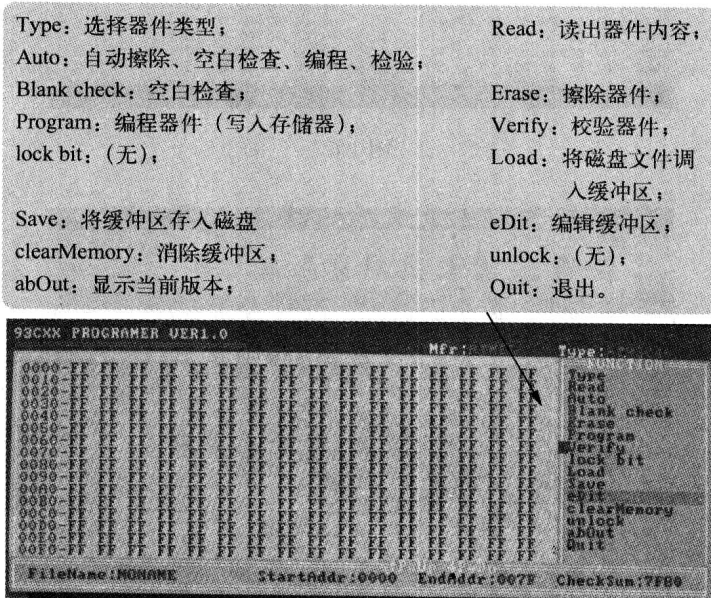


图 1-5 93C × × 系列存储器操作界面

- ③ 单击“Read”项,使屏幕上出现芯片数据内容。
- ④ 单击“Save”项,屏幕上出现一个保存窗口,再建立文件名,即可将芯片数据保存到计算机中。

(2) 将保存在计算机中的软件数据复制到空白芯片或待改写芯片的存储器中

- ① 单击“Type”项,选择 93C 系列存储器的型号,使选择型号与待复制存储器型号一致。
- ② 单击“Load”项,选择需要数据。



③ 单击“Program”项,屏幕自动提示芯片数据是否写入成功。

④ 写入成功后,单击“Verify”项,屏幕显示“OK”,表示复制成功。

2) 24C 系列存储器复制方法

(1) 将存储器数据保存到计算机中

① 双击“W24C××”图标,屏幕上出现中文操作界面,如图 1-4 所示。

② 单击“设置”图标,选择 24C 系列存储器的型号,如长虹 SF2111 机型中为 24C08。

③ 单击“读芯片”图标,屏幕出现芯片数据内容,如图 1-6、图 1-7、图 1-8(长虹 SF2111 机型中的存储器芯片数据)所示。

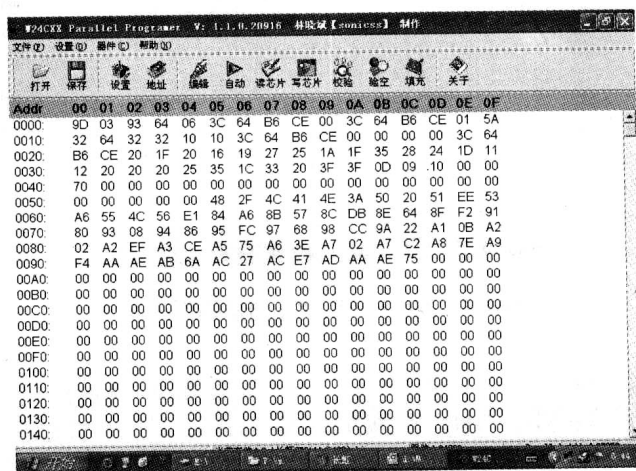


图 1-6

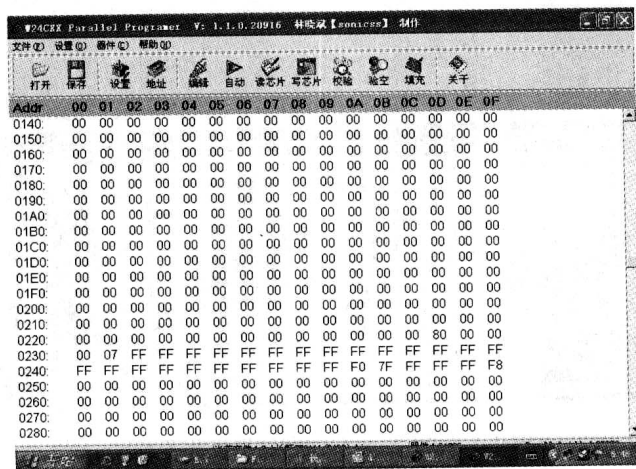


图 1-7

④ 单击“保存”图标,屏幕出现一个保存窗口,再建立文件名,即可将芯片数据保存到计算机中。

(2) 将保存在计算机中的软件数据复制到空白芯片或待改写芯片的存储器中

① 单击“打开”项,选择所需要的文件名,然后读出芯片数据。

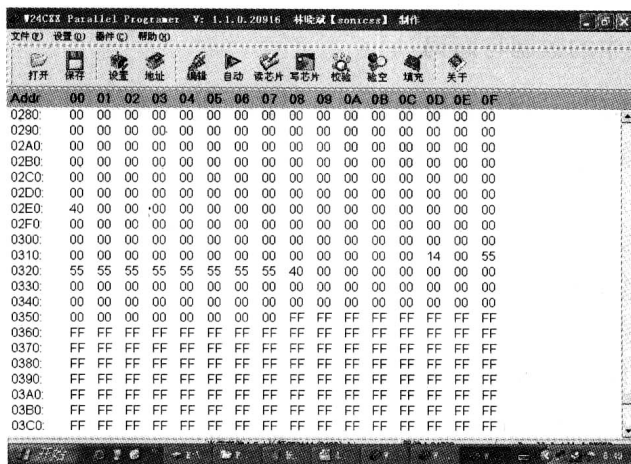


图 1-8

② 单击“写芯片”图标,屏幕上自动提示芯片数据写入成功。

有关存储器复制仪更加详细的计算机使用方法,应依据具体复制仪的使用说明书,这里不再赘述。

2. 脱机复制

脱机复制是将正常存储器芯片数据直接复制到空白芯片或待改写芯片的存储器中,它主要是利用存储器复制仪左侧的脱机复制插座,如图 1-9 所示。



图 1-9 脱机复制存储器的方法

脱机复制较为便捷,它不需要计算机操作和连接,只需将有数据的存储器和待复制的存储器装入脱机复制插座即可。其操作方法如下:

- ① 将有数据的存储器装入脱机复制插座下八口的读位置上。
- ② 将待复制的存储器装入脱机复制插座上八口的写位置上。
- ③ 按下电源开关,绿灯闪烁,表示复制正在进行,绿灯常亮时,表示复制成功。



1.1.2 编程软件中的数制与编码

在彩色电视机的应用软件中,其编程数据常采用二进制数和十六进制数,了解它对分析软件故障及更换 E²PROM 存储器很有帮助。

1. 二进制数

1) 二进制数的基本特点及表示方法

(1) 二进制数的基本特点

二进制数有两个基本特点:

① 只有“0”和“1”两个不同的数字符号。

② 逢二进一。在二进制数中:

0 就是十进制数中的 0;

1 就是十进制数中的 1;

10 就是十进制数中的 2;

100 就是十进制数中的 4;

1000 就是十进制数中的 8;

10 000 就是十进制数中的 16;

100 000 就是十进制数中的 32;

1 000 000 就是十进制数中的 64;

10 000 000 就是十进制数中的 128;

.....

(2) 二进制数的表示方法

在数学界中,当 g 是正整数而 g 不等于 10 时,将用 $(a)_g$ 来表示 a 是用 g 进位法写的,因此 $(a)_2$ 是表示 a 是用二进制法写的,如 $(1100)_2$ 则表示“1100”是一个二进制数,读作“1”、“1”、“0”、“0”。

2) 二进制数与十进制数的转化

在日常生活及生产工作中,最常用、最熟悉的十进制数,共有 10 个不同的数字符号 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9,而且由低位向高位是“逢十进一”。在十进制中任一个正整数 N 都能够写成

$$N = a_n \times 10^n + a_{n-1} \times 10^{n-1} + \cdots + a_3 \times 10^3 + a_2 \times 10^2 + a_1 \times 10 + a_0$$

如将 3475 写成数学公式的表达式为

$$3475 = 3 \times 10^3 + 4 \times 10^2 + 7 \times 10 + 5$$

在十进制数中,由于利用 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 这 10 个数字符号就可以表示出任意大小的数,因而十进制数则被普遍应用,似乎没有必要再搞其他数制。但随着电子计算机技术的出现,十进制数已不能适应电子数字计算,为此二进制计算方法便应运而生,并且越来越显著起来。

(1) 十进制数转化成二进制数

根据二进制数的基本特点,十进制的 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9 这 10 个数字符号,可用二进制数表示为:

$$0 = (0)_2$$

$$1 = (1)_2$$

$$2 = (10)_2$$

$$3 = 2 + 1 = (10)_2 + (1)_2 = (11)_2$$

$$4 = (100)_2$$

$$5 = 4 + 1 = (100)_2 + (1)_2 = (101)_2$$

$$6 = 4 + 2 = (100)_2 + (10)_2 = (110)_2$$

$$7 = 6 + 1 = (110)_2 + (1)_2 = (111)_2$$

$$8 = (1000)_2$$

$$9 = 8 + 1 = (1000)_2 + (1)_2 = (1001)_2$$

在实际应用中,可基于 2 的乘次方采用试减法来将十进制数转换成二进制数。2 的乘次方通常是:

$$2^1 = 2$$

$$2^2 = 4$$

$$2^3 = 8$$

$$2^4 = 16$$

$$2^5 = 32$$

$$2^6 = 64$$

$$2^7 = 128$$

$$2^8 = 256$$

$$2^9 = 512$$

$$2^{10} = 1024$$

$$2^{11} = 2048$$

$$2^{12} = 4096$$

$$2^{13} = 8192$$

$$2^{14} = 16384$$

$$\dots = \dots$$

如将 24 化为二进制数,则根据 2 的乘次方知道,不大于 24 的最大数是 $2^4 = 16$ 。

由 $24 - 16 = 8$ 和 2 的乘次方知道,不大于 8 的最大数是 $2^3 = 8$ 。由于

$$24 = 16 + 8 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2 + 0$$

所以

$$24 = (11000)_2$$

又如将 92 化为二进制数,根据 2 的乘次方知道,不大于 92 的最大数是 $2^6 = 64$,由 $92 - 64 = 28$,再由 2 的乘次方知道,不大于 28 的最大数是 $2^4 = 16$ 。由于 $28 - 16 = 12$,再由 2 的乘次方知道,不大于 12 的最大数是 $2^3 = 8$ 。由 $12 - 8 = 4$,再由 2 的乘次方知道,不大于 4 的最大数是 $2^2 = 4$ 。由于

$$\begin{aligned} 92 &= 64 + 16 + 8 + 4 \\ &= 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2 + 0 \end{aligned}$$

所以

$$92 = (1011100)_2$$



在将十进制数转换成二进制数时,还常采用除 2 取余法。所谓除 2 取余法,就是将要转换的十进制数反复除以 2,若每次相除之后余数为 1,则对应于二进制数的相应位为 1;若余数为 0,则相应位为 0,逐次除下去,直到商是 0 为止。那么,按照所得余数的反序排列,即为相应的二进制数,如将 92 转换成二进制数时。其过程如下:

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 92} \dots\dots\dots 0 \\
 \underline{2 46} \\
 2 \overline{) 23} \dots\dots\dots 1 \\
 \underline{2 11} \\
 2 \overline{) 11} \dots\dots\dots 1 \\
 \underline{2 5} \\
 2 \overline{) 5} \dots\dots\dots 1 \\
 \underline{2 2} \\
 2 \overline{) 2} \dots\dots\dots 0 \\
 \underline{2 1} \\
 2 \overline{) 1} \dots\dots\dots 1 \\
 \underline{2 0}
 \end{array}$$

从而也得到 $92 = (1011100)_2$

(2) 二进制数转化成十进制数

在十进制数转化为二进制数时,一个最大特点是二进制数的码位较高,这是应用计算时的一个不利因素,因此,在应用中还常需要将二进制数转换成十进制数。

在二进制数转换成十进制数时,方法就比较简单,只要把它用 2 的乘次方的多项式表示,即可求出十进制数。

例如, $(10011)_2$ 化成十进制数时,可首先分解 $(10011)_2$, 即

$$(10011)_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$$

则有

$$2^4 + 2 + 1 = 16 + 2 + 1 = 19$$

所以

$$(10011)_2 = 19$$

在实际应用中,将二进制数转换成十进制数时,还常用权的分配法,权的分配是自低位起依次为 2^0 、 2^1 、 2^2 、 $2^3 \dots$,但在换算时只计入“1”,而“0”就不计入。

例如:

$$(10011)_2 = 2^0 + 2^1 + 2^4 = 19$$

又如:

$$(10110011)_2 = 2^0 + 2^1 + 2^4 + 2^5 + 2^7 = 179$$

3) 二进制编码及十进制数与 BCD 码的转换

根据二进制数只有“1”和“0”两个字符的特点和电子器件的物理性质,可将“1”用做高电平控制信号,“0”用做低电平控制信号,以适应物理器件所具有的动作与停止两种状态,而能够使物理器件完成预定功能的只含有“1”、“0”的数码串,则称为二进制编码。

由于二进制数易于表示,而且实现可靠,运算规则简单,所以在计算机中普遍采用二进制数。但在应用中,计算机输入/输出时仍采用传统的十进制数,因此就总需要将十进制数用二进制编码来表示。表 1-1 是一种常用的 BCD 编码表。

表 1-1 常用的 BCD 编码表

十进制数	BCD 码	十进制数	BCD 码
0	0000	8	1000
1	0001	9	1001
2	0010	10	0001 0000
3	0011	11	0001 0001
4	0100	12	0001 0010
5	0101	13	0001 0011
6	0110	14	0001 0100
7	0111	15	0001 0101

从表 1-1 中可以看出,BCD 码是一种将 1 位十进制数用 4 位二进制数来表示的编码,它可以很容易地与十进制数相互转换。

例如: $(0010\ 0100)_{\text{BCD}} \rightleftharpoons 24$

又如: $327 \rightleftharpoons (0011\ 0001\ 0111)_{\text{BCD}}$

因此,BCD 码是逢十进位。

2. 十六进制数

1) 十六进制数的基本特点及表示方法

(1) 十六进制数的基本特点

- ① 具有 16 个字符,即 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F。
- ② 逢十六进一,其排列方式见表 1-2。

表 1-2 十六进制数码排列方式

0~0F	00,01,02,03,04,05,06,07,08,09,0A,0B,0C,0D,0E,0F
10~1F	10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,1A,1B,1C,1D,1E,1F
20~2F	20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,2A,2B,2C,2D,2E,2F
30~3F	30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,3A,3B,3C,3D,3E,3F
40~4F	40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,4A,4B,4C,4D,4E,4F
50~5F	50,51,52,53,54,55,56,57,58,59,5A,5B,5C,5D,5E,5F
60~6F	60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,6A,6B,6C,6D,6E,6F
70~7F	70,71,72,73,74,75,76,77,78,79,7A,7B,7C,7D,7E,7F
80~8F	80,81,82,83,84,85,86,87,88,89,8A,8B,8C,8D,8E,8F
90~9F	90,91,92,93,94,95,96,97,98,99,9A,9B,9C,9D,9E,9F
A0~AF	A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,AA,AB,AC,AD,AE,AF
B0~BF	B0,B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,BA,BB,BC,BD,BE,BF
C0~CF	C0,C1,C2,C3,C4,C5,C6,C7,C8,C9,CA,CB,CC,CD,CE,CF
D0~DF	D0,D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D9,DA,DB,DC,DD,DE,DF
E0~EF	E0,E1,E2,E3,E4,E5,E6,E7,E8,E9,EA,EB,EC,ED,EE,EF
F0~FF	F0,F1,F2,F3,F4,F5,F6,F7,F8,F9,FA,FB,FC,FD,FE,FF

注:共有 256 个不同数码。

(2) 十六进制数与二进制数的对应关系

二进制数虽然适于计算机运算,但由于它的位数太多,不便于书写和阅读,而且又很容易出错。所以在应用中人们还往往将二进制数转换成十六进制数的形式来表示,在彩色电视机的编程软件中就以十六进制数形式为多。十进制数、二进制数与十六进制数的对应关系见表 1-3。

表 1-3 十进制数、二进制数、十六进制数之间的对应关系

十进制数	二进制数	十六进制数	十进制数	二进制数	十六进制数
0	0000	0	8	1000	8
1	0001	1	9	1001	9
2	0010	2	10	1010	A
3	0011	3	11	1011	B
4	0100	4	12	1100	C
5	0101	5	13	1101	D
6	0110	6	14	1110	E
7	0111	7	15	1111	F

从表 1-3 中可看到,二进制数和十六进制数之间存在一种直接而又唯一的对应关系,即每 4 位二进制数对应 1 位十六进制数。十六进制数与二进制数相类似,不同的数位也具有不同的数,即从最低位起依次为 16^0 、 16^1 、 16^2 、 $16^3 \cdots 16^{15}$,任何一个十六进制数的值也同样可以用权的展开式来表示。

2) 十六进制数与二进制数、十进制数的转化

(1) 十六进制数与二进制数的转化

① 将二进制数转化为十六进制数。其方法是从二进制数的最低位开始,每 4 位一段进行分隔,不足 4 位时在前面补 0。例如

$$(11011011110110)_2$$

可分隔为

$$(0011,0110,1111,0110)_2$$

对照表 1-3 可知, $(0011)_2 \rightarrow 3$; $(0110)_2 \rightarrow 6$; $(1111)_2 \rightarrow F$, $(0110)_2 \rightarrow 6$ 。由此就可转化为十六进制数,即

$$(11011011110110)_2 \rightarrow (36F6)_{16}$$

② 将十六进制数转化为二进制数。只要把 1 位十六进制数用相应的 4 位二进制数代替(见表 1-3),就可完成转化。例如

$$(4BC)_{16} \rightarrow (0100,1011,1100)_2 \rightarrow (10010111100)_2$$

(2) 十六进制数与十进制数的转化

① 将十进制数转化为十六进制数。可采用除 16 取余再倒序排列的方法,如将十进制数的 92 转化为十六进制数时,其过程如下: