



康佳《维修通讯》

技 术 精 萃

康佳技术丛书编委会 编

北京科学技术出版社

The cover features a background image of a spiral-bound notebook with a technical diagram. The diagram includes a dome-like structure on the left, a series of vertical lines in the middle, and a complex network of circles and lines on the right. The title is prominently displayed in a white box across the middle of the notebook.

康佳《维修通讯》技术精萃

康佳技术丛书编委会 编

北京科学技术出版社

内 容 简 介

本书是在康佳已出版的内部资料《维修通讯》的基础上通过精心筛选、提取精华,将原有部分文章按照查找方便,减少篇幅,突出实用的原则进行了归类并修改成书。全书共归类为11类100余篇精炼文章,其中包括数码彩电基本原理和检修方法,康佳“C”、“E”、“A”、“K”型机及画中画镜面、倍频柔性、背投彩电、DVD、空调、冰箱、洗衣机的原理与检修及基层维修网点检修经验汇编等内容,使读者对深奥的技术处理及疑难杂症问题迎刃而解。其中书中有许多文章和技术参数在国内属首次公开发表。相信不仅对康佳维修人员有益,而且对国内外相类似的机型同样起着抛砖引玉的作用,可以肯定本书的出版对全国家电维修行业能起到一定的促进作用。

本书内容语言朴实简练,适用于全国家电技术开发人员、家电技术维修人员作为技术参考书,同时可作为全国高职、高专、职业学校和相关技术培训班的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

康佳《维修通讯》技术精萃 / 《康佳技术丛书》编委会编. —北京:北京科学技术出版社, 2002.6
ISBN 7-5304-2669-9

I. 康… II. 康… III. ①日用电气器具, 康佳—理论②日用电气器具, 康佳—维修 IV. TM925.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 037442 号

康佳《维修通讯》技术精萃

作 者: 康佳技术丛书编委会
策 划: 陆魁玉
责任编辑: 吴 建
封面设计: 周基东
出 版 人: 张敬德
出版发行: 北京科学技术出版社
社 址: 北京西直门南大街 16 号
邮政编码: 100035
电话传真: 0086-10-66161951 (总编室)
0086-10-66113227 0086-10-66161952 (发行部)
电子信箱: bkjpress@95777.com
经 销: 全国各地书店
印 刷: 湖南省地质测绘印刷厂
开 本: 787×1092mm 1/16
字 数: 1110 千
印 张: 36.25
版 次: 2002 年 7 月第 1 版
印 次: 2002 年 7 月第 1 次印刷
ISBN 7-5304-2669-9/T · 506

定 价: 49.00 元

 京科版图书, 版权所有, 侵权必究。
京科版图书, 印装差错, 负责退换。

康佳集团公司技术丛书编委会

主 编：侯松容

执行主编：匡宇斌

副 主 编：仵志忠 张传轮

编 委：张传轮 谢伟锦

汪贻训 秦炳维

聂志雄 顾国光

周德金 余少妍

序

为适应家电科技的高速发展及家电市场的激烈竞争，康佳集团公司坚持营销始于服务的经营理念，创建了完善的用户服务体系，包括把员工培训与产品销售紧密结合的制度。多年来，康佳集团聘请国内高校电子专家教授赴全国各地销售分公司巡回培训，讲授新产品的电路原理和实用检修技术的方法，提升售后服务技术水平，为实现回报客户，奉献社会的企业目标起到良好的推动作用。

为了保持技术培训工作的连续性和广泛性，康佳集团公司以培训主讲教授为主体，组成康佳技术丛书编委会，编辑出版内部技术交流刊物康佳《维修通讯》。它的主要任务是根据产品开发和销售进程，及时介绍新产品的电路原理与检修要点，并及时收集产品质量信息，探讨电路改进措施和交流基层售后服务网点的检修经验技巧。使康佳《维修通讯》成为连接产品开发、质量管理、销售服务部门的桥梁，成为一线服务技术人员的良师益友。多年来，康佳《维修通讯》不仅受到本公司内部技术人员的喜爱，而且受到国内家电同行的广泛关注和借鉴。

近年来彩色电视机技术不断演进，特别是彩色电视机技术向全面数字化方向发展，为彩电生产企业提供了广泛的发展空间，依靠彩电创业起家的康佳集团在经历战略调整后，将继续发扬技术创新的企业精神，进一步构建多媒体网络数字视频产业链，为我国彩色电视机数字化发展贡献力量。我深信，康佳《维修通讯》将在今后的技术发展进程中起到更加重要的作用。

值此《康佳〈维修通讯〉技术精萃》出版发行之际，我代表集团公司对多年来为康佳产品用户服务工作付出辛勤劳动的员工及康佳《维修通讯》的作者、编辑表示衷心感谢。同时，期望有更多的技术人员，特别是一线从事康佳产品售后服务的技术人员（包括康佳产品特约维修站点）加入到康佳《维修通讯》的作者队伍中来，将你们的技术和经验与同行交流，通过理论和实践的总结，培养出大批科技型技术服务人才，为促进我国民族家电工业的发展做出更大的贡献！

康佳集团多媒体事业部

常务副总经理：

任子斌

前 言

为了提升康佳产品售后服务技术水平,康佳集团公司于 20 世纪 90 年代中期开始组织有关专家教授和技术人员编辑发行内部技术交流刊物《维修通讯》,自 1996 年 8 月~2002 年 4 月,康佳《维修通讯》共编辑发行了 34 期,由于其内容理论联系实际,实用性强而成为康佳产品维修人员的“案头宝典”,产生了良好的经济效益和社会影响。近年来随着康佳产品社会拥有量的增大,其服务范围愈来愈广泛,原限量发行的内部技术交流刊物数量有限,无法满足基层维修服务网点对技术资料的需求,根据基层维修人员的要求,我们尝试编辑出版《康佳〈维修通讯〉技术精萃》。

本次编辑《康佳〈维修通讯〉技术精萃》的基本思路是在保持原稿风貌的基础上,按照简洁实用,查找方便,减少篇幅的原则进行选编。具体方法是将分散在各期《维修通讯》中的各系列机型的电路原理分析、实用检修数据、故障检修实例和数据调试方法进行分类系统化整理。在资料选编时以彩色电视机为主,兼顾白色家电和 DVD 视盘技术;以采用 I²C 总线控制技术的新机型为重点,兼顾介绍 20 世纪 90 年代初中期销售量较大的康佳“国际线路彩电”系列、“D”系列、“B”系列彩电的维修经验;注重选择实践性较强的文章和销售量较大的机型资料,舍弃理论性较强以及产量少的实验机型资料。

根据以上思路,确定本书的内容均选自康佳《维修通讯》第 18~34 期,时间跨度为 2000 年 6 月~2002 年 4 月。这段时间是我国彩色电视发展的重要时期,国内外家电厂家纷纷采用 I²C 总线控制技术改造传统模拟彩电的控制电路,在这场模拟电子技术向数字电子技术转化的技术竞争中,康佳集团公司保持了技术创新,引领潮流的优势,在世纪之交先后推出了具有 I²C 总线控制功能的“E”系列(TB1238/TB1240 主芯片)、“C”系列(TDA8841/TDA8843 主芯片)、“A”系列(LA76810/LA76820/LA76832)等普及型数码彩电和以 TA8880CN 为主芯片的高频画中画彩电。同时还推出了运用数字存储技术的双扫描倍频逐行扫描彩电和 DVD 二合一等高档数字化彩电。在 2001 年又推出了微处理器与 TV 主芯片融为一体的康佳超级芯片(TDA9380/TDA9383)“K”系列超级电视。技术上的不断创新,为康佳产品赢得了广泛的销售市场,同时也对售后服务技术人员的技术素质提出了更高的要求。这段时期的康佳《维修通讯》密切跟踪开发、销售过程及时推出了 I²C 总线控制技术原理讲座,新机型检修技巧专题介绍等栏目,及时地解决了销售过程中的一些矛盾和难题。这些宝贵的技术资料收集整理成册后将成为今后一段时期康佳产品维修服务的必备参考资料,对采用相同主芯片的国内外机型检修亦有重要的参考作用。

康佳《维修通讯》的编辑出版发行一直得到康佳集团公司各级领导的高度重视和大力支持,在此表示衷心感谢。由于此书编辑工作量大,时间短,书中疏漏错误之处难免,敬请专家同行和读者批评指正。(来信来稿请寄深圳市华侨城康佳苑 3-302,邮编 518053)

康佳集团多媒体事业部
技术丛书编委会
2002 年 5 月

目 录

1 类 数码彩电基本原理与检修方法

模拟电视功能控制的数字化运行.....2	I ² C 总线彩电调试与检修基本方法..... 17
I ² C 总线控制方法在康佳彩电中的应用.....8	康佳彩电中的保护电路与相关故障分析..... 22
I ² C 总线控制彩电的检修理念.....13	高频调谐器 TELE4-834A..... 34

2 类 康佳“C”系列彩电原理与检修

TDA88xx TV 处理器原理与应用.....38	康佳“C”系列彩电白平衡电路与故障检修..... 106
OM8838PS 的新功能及其应用.....68	康佳“C”型机冷开机故障的初步分析..... 109
康佳 P2990C 型机的特点与信号流程分析.....75	康佳“C”系列大屏幕彩电与故障检修实例..... 114
康佳 P2990C 型机的微控制器系统.....81	康佳 F2109C 型机检修经验与技巧..... 116
康佳 P2990C 型机电路原理分析与检修数据.....92	康佳“C”型机故障检修 9 例..... 118
康佳 T2966C 型机小信号处理电路分析.....104	康佳“C”系列彩电 I ² C 总线调试说明..... 123

3 类 康佳“E”系列彩电原理与检修

TB1238AN/TB1240N TV 处理器原理分析.....131	康佳 F2109E2/G 型机特点与检修数据..... 191
康佳“E”系列彩电的原理与检修.....141	康佳 CKP1009S 8 位微处理器特性与应用..... 194
康佳 P2592N 型机行输出及枕校电路分析.....149	康佳 A2190E 和 P2592N 型机常见故障检修..... 197
康佳 P2592N 型机稳压电源电路及保护电路.....153	康佳 P2592N 型机故障检修实例..... 202
康佳中小屏幕“E”型机信号流程分析.....159	康佳 A1488N 型机伴音系统故障检修实例..... 204
康佳 A1488N 型机的微控制器系统.....163	康佳 P2592N 型机伴音系统故障检修实例..... 207
康佳 A1488N 型机的丽音系统原理分析.....172	康佳“E”系列彩电常见故障检修实例..... 209
TDA4605-3 在康佳“E”系列彩电中的应用.....181	康佳“E”型机故障检修 10 例..... 210
康佳“E”系列彩电的电路组成与机型对照.....186	康佳“E”系列彩电 I ² C 总线调试说明..... 215

4 类 康佳“A”系列彩电原理与检修

LA76832 在康佳“A”系列彩电中的应用.....225	康佳“A”系列彩电故障检修实例(二)..... 250
LA76832 TV 处理器的引脚功能.....228	康佳“A”系列彩电故障检修实例(三)..... 251
康佳“A”系列彩电简介.....238	康佳“A”系列彩电故障元件速查表..... 253
TDA9859 高保真音频处理电路.....245	康佳“A”系列彩电 I ² C 总线调试说明..... 254
康佳“A”系列彩电故障检修实例(一).....247	

5 类 康佳“K”系列彩电原理与检修

超级电视信号处理芯片 TDA935x/6x/8x 系列.....263	数字伴音解调器和解码器 TDA9874AH..... 300
康佳超级芯片彩电 T2168K 电路分析.....274	康佳“K”型机故障检修 7 例..... 304
TDA16846 在康佳彩电开关电源中的应用.....290	康佳“K”型机故障检修 17 例..... 305
TDA8133 具有“禁止”和“复位”功能的 5.1V、+8V 稳压器.....297	康佳“K/N”系列彩电 I ² C 总线调试说明..... 311

6 类 康佳 P3492N 画中画镜面彩电原理与检修

康佳 P3492N 型机信号流程分析.....314	P3492N 型机软故障检修技巧..... 331
康佳 P3492N 型机故障检修实例.....329	康佳 P3492N 型机 I ² C 总线调试说明..... 332

7 类 康佳 A2911 系列倍频柔性电视原理与检修

康佳变频彩电原理与实现方案.....	340	多制式音频处理器(52 脚位的)MSP3410D.....	390
康佳 A2986 逐行扫描彩电原理与检修数据.....	343	康佳柔性电视检修要点与检修实例(一).....	393
康佳 A2911 彩电单元电路信号流程分析.....	354	康佳柔性电视检修要点与检修实例(二).....	401
增强画质处理芯片 TA1316AN.....	378	康佳倍频柔性电视 I ² C 总线调试说明.....	407
TDA4853/TDA4854 自同步偏转控制器.....	382		

8 类 康佳背投电视原理与检修

背投电视的数字会聚电路.....	412	TC90A49P 多制式 3 行数字 Y/C 分离 IC.....	426
康佳背投电视 BT5001 光栅几何校正电路.....	416	HIC1016 开关电源稳压控制及保护电路.....	428
康佳背投电视 BT5001 动态聚焦电路.....	420	康佳背投电视 BT5001 故障检修 20 例.....	429
TA1222BN 视频、彩色、同步、偏转集成电路.....	421		

9 类 康佳 DVD 数字视盘机原理简介

DVD 视盘机的基本知识和康佳 DVD+TV 组合机.....	439	PDVD 的主芯片 PANTERA 2.1.....	467
ZiVA-DVD 解码芯片简介.....	445	DVD 前端组件 TVM502.....	475
PANTERA TM DVD 后端系统芯片.....	453	松下 DVD 机芯组件 RD-DDL002 简介.....	482

10 类 康佳白色家电原理与检修

康佳“20”空调系列.....	487	康佳系列冰箱原理与检修.....	502
康佳三匹分体壁挂式空调.....	491	康佳冰箱 BCD-218、BCD-238 系列产品简介.....	505
康佳一拖二空调系列.....	495	康佳系列洗衣机检修.....	508
康佳系列空调检修.....	500		

11 类 康佳基层维修网点彩电检修经验汇编

检修技能大比武理论分析答卷选登.....	511	显像管座的防潮处理法.....	534
希望与建议.....	512	康佳彩电故障检修 3 例.....	534
康佳 I ² C 总线控制彩电故障检修技巧交流.....	513	康佳 T953PIII、T2106 型机检修经验两例.....	534
康佳彩电屡烧行管故障的探讨与检修实例.....	516	康佳 F953D4 型机行、场不同步故障检修.....	535
康佳“06”系列彩电常见疑难故障检修方法.....	518	康佳 T2138A 行电路异常竟造成伴音故障.....	537
康佳“B/X”系列彩电自动停机通病的探讨.....	524	彩电检波笔的制作与检修应用实例.....	538
康佳“D”系列疑难故障检修两例.....	529	康佳 F2530D 型机屡损 C926 的故障检修.....	539
康佳 T2131F 系列机型经常不能开机故障检修.....	530	电容失效造成的彩电软故障实例检修.....	541
康佳 T2991H 彩电 TV 状态无声故障检修.....	531	康佳彩电“疑难杂症”检修经验交流(一).....	543
康佳“L”型机的改进.....	532	康佳彩电“疑难杂症”检修经验交流(二).....	544
康佳彩电检修两例.....	533	康佳彩电“疑难杂症”检修经验交流(三).....	551
显像管磁化原因与调节消磁法.....	533	康佳彩电“疑难杂症”检修经验交流(四).....	552

附录

康佳集团驻中国大陆用户服务机构.....	511
----------------------	-----

1 类

数码彩电基本原理与检修方法

内
容
提
要

- ➡ 模拟电视功能控制的数字化运行
- ➡ μ C 总线控制方法在康佳彩电中的应用
- ➡ μ C 总线控制彩电的检修理念
- ➡ μ C 总线控制彩电调试与检修基本方法
- ➡ 康佳彩电中的保护电路与相关故障分析

模拟电视功能控制的数字化运行

一、模拟电视功能控制方式和内容

模拟电视进入 20 世纪 80 年代后,首先实现了功能控制的数字化,机内设有微控制器系统,通过红外线载波实施整机功能的数字化控制。为了实施这项功能,电视机必须具备以下两类主要芯片:

(1)用以控制全机操作和调谐的微控制系统,一般由微控制器和电可擦只读存储器 E²PROM 组成。前者内设有单片机如 80C51、MSC-51、Z86C43 等,也就是说在微控制器核内含有 CPU、ROM、并行输入和输出端口电路、串行输入和输出端口电路、定时器/计数器、中断控制、系统时钟、系统总线。此外为适应电视机需要而设置了各种量的寄存器和其他电路。外接的 E²PROM 主要用以存取实时电视机中各种参量,并保留关机时各种量,以便在下次开机时仍能显示关机时的频道、音量、屏幕参数,以及图像和伴音诸多模拟量(如亮度、对比度、色饱和度、高音、低音、平衡等)。而这些量的控制主要通过微控制器控制 TV 处理器来实现。

(2)用以处理电视中频、视频信号和伴音信号以及行、场扫描的小信号处理的 TV 处理器。所以 TV 处理器也有相应的寄存器和相关的微处理器功能,也就是说,它有一个指令执行机构。

显而易见,微控制器系统能够实施以下的基本功能控制:

- 频道选择、预置、自动搜索、半自动搜索、微调、跳跃以及 AFC 开关等;

- 进行制式识别与切换的控制:其中包括彩色制式(PAL、NTSC、SECAM)、伴音制式(D/K、B/G、I、M、N、BTSC、NICAM)识别与切换以及场频识别 50/60Hz;

- 图像画质的控制:对比度、亮度、色饱和度、鲜明度、黑电平延伸、蓝电平延伸、瞬态图像色彩校正等,以及一些组合画质的控制如柔和型、标准型、动态型、自选型;

- 在屏显示(OSD)功能控制:提供屏显菜单字符与色彩,其中包括接收电视频道和制式,各种模拟量等级调整,调试菜单,商标与特殊标记(如 KONKA、福、标记动画)以及不同文字菜单选择等;

- 综合功能控制:待机、定时开关机、睡眠定时、无信号转入蓝屏、TV/AV 切换、频道编辑、日历显示、出现故障保护性关机;

- 伴音功能控制:音量、自动音量电平控制、高音、低音、平衡、重低音、环绕声、以及组合伴音功能(如标准、语言、音乐、自选)等。

图像和伴音模拟量控制一般采用 6 位脉宽调制方式,鉴于 $2^6=64$,控制量可分成 64 个等级

(0~63)。通常 31、32 级处于中间位置,如调整左、右声道的平衡就选在 31 级,这类控制直接通过微控制器引线到 TV 处理器,每个量用一条线来控制,所以微控制器与 TV 处理器间仅画质和伴音模拟量控制就有 10 条左右的连线,这种每个量直接连线控制的方式,谓之直接控制,如 20 世纪 90 年代初广为采用的飞利浦公司 TV 处理器 TDA8361/TDA8362 就属于这一类。显而易见,直接控制引线多,控制量少,如图像几何校正、画面参量控制往往是用手工来完成的(如调节电位器、线圈等),这样外设调整元件也多,所以相对而言,故障率较高,到了 20 世纪 90 年代中期各主要集成电路厂家,广泛推出利用 I²C 总线控制的 TV 处理器以及相关的其他芯片,从而使功能控制数字化,实现了 I²C 总线控制的这类电视机,在中国往往叫作数码彩电,因为它像微型计算机一样利用时分复用的方式,通过数据总线来传送指令并回答执行情况,通过时钟线 SCL 来规范运行节奏,从而完成多功能控制,全面实现了功能控制数字化,而其功能控制还增加了以下几项任务:

- 画面参量校正:垂直和水平位置调整,水平枕形失真校正、垂直枕形失真校正、四角失真校正、梯形和平行四边形失真校正等;

- 多制式亮色分离控制:根据不同彩电制式进行识别实施控制亮色分离电路;

- 画质功能控制:如黑电平延伸、γ校正、肤色校正、图像轮廓校正、蓝电平延伸、增强绿色彩、亮度瞬态增强、色度瞬态增强等;

- 多制式伴音信号处理的控制:如单声道的立体声或双语音的切换、FM 和 NICAM 切换、FM 与 BTSC 切换等,实施伴音信号识别和不同伴音制式切换;

- 实施音效控制:如接通声音重演系统 SRS,控制声音终端适配系统 BBE,将单声道转换成伪立体声控制等;

- 实施扫描制式变换控制:如倍场隔行扫描 50/60Hz→100/120Hz,隔行扫描转变成逐行扫描变换等;

- 实施画中画、画外画等副路信号数字化处理的控制。

所以功能控制数字化,控制单元最主要取决于微控制器系统和遥控收发单元,实施 I²C 总线控制时,其他功能芯片均应设置相应微处理单元,以便完成相应的控制。康佳集团从 1999 年开始生产的彩电中广泛采用 I²C 总线控制。采用 I²C 总线控制的彩电总的故障率应小于直接控制的彩电,图 1 中展示了康佳镜面彩电 P3492 的 I²C 总线控制器件

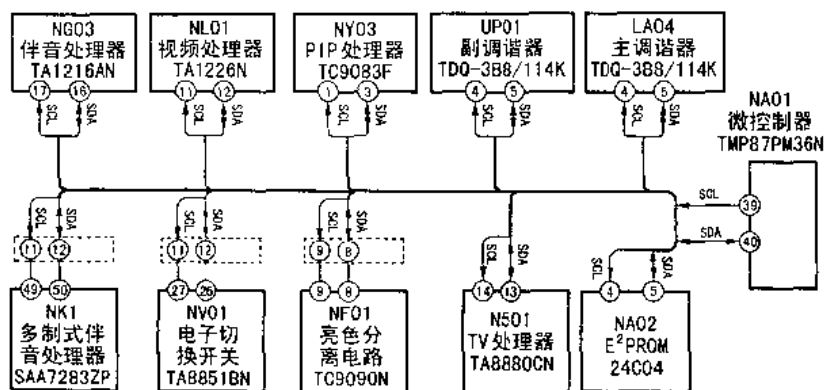


图1 康佳镜面彩电 P3492 的 I²C 总线控制系统

和微控制器系统的关系。必须指出, I²C 总线控制的彩电自我保护功能强, 一出现问题就自动关机, 从而使很多检修人员不能适应这类彩电的检修。所以从理论上和实践概念上提高认识, 才能掌握好彩电的检修, 并在设计上充分发挥主要芯片的潜在功能。

二、I²C 总线概念和基本方式

I²C 总线的数据线宛如许多电话机挂在同一根电话线上一样, 电话线路通过电话号码来确认接收方电话的位置, 而 I²C 总线则用地址码来确认信息传送到哪一块芯片, 这样每一块集成电路均编制一个地址码, 通常是 8 位, 例如高档 TV 输入处理器 TDA9321H-N2 的地址码为:

A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	R/W
1	0	0	0	1	A1	1	1/0

其中最后一位 R/W 用以表明下述信息是发射(写人 W)还是接收(读出 R), 即 10001A11 代表下述信息是由 TDA9321H 向微控制器反馈的信息。必须注意, 这里发射和接收均指微控制器发射和接收, 而写入和读出是对被控制芯片而言。再如画质增强视频处理器 TDA9178, 其地址码为:

A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0	R/W
ADR	1	ADR	0	0	0	0	1/0

上述 A6 中的 ADR 是指该器件的第⑦脚的电位, 因为第⑦脚地址选择输入脚, 当 ADR=0 时, 其地址为 40_{HEX}, 当 ADR=1 时, 其 I²C 总线地址为 E0_{HEX}, 这类芯片的地址码, 谓之辅助地址或从属地址, 英文写为 Slave Address, 而 HEX 是 16 进制的代表符号。

鉴于每块芯片均有若干量需要调整或控制, 除了辅助地址外, 还需设置子地址(Sub Addr.), 这类地址往往用 16 进制数编号如 01、02...08、09、0A...0F、10...19、1A...等, 实质上子地址代表某一项

需要调整或控制的量, 如 TV 处理器 TDA8843 的 04 代表东西幅度调整, 0A 代表 S 型校正, 12 代表对比度等, 真正需要调整的控制量常根据其不同情况引入不同位来表示, 例如亮度调整通常采用 6 位, 即 $2^6=64$ 等级来步进调到不同量。而另一些量仅需表示接通或断开, 也就是实施控制的量如静音、自动音量电平设置等, 仅需利用 1 位来表示, 当静音位 SM=1 时表示切断声音输出, 当 SM=0 时表示接通声音输出。还有一类量不是简单表示通和断, 而是进行选择, 例如输入到 TV 处理器不同信号源的选择、中频载频的选择等。以中频频率选择为例: 它采用子地址为 15 的寄存器即 Reg: 15, 改变第 7、6、5 位, 用符号表示即 IFA、IFB、IFC, 按理讲 $2^3=8$, 表示有 8 种可能的安排, 但在 TDA8843 中仅用到 6 种, 例如 IFA、IFB、IFC=0、1、1 表示图像中频为 38.00MHz, 0、0、0 表示图像中频为 58.75MHz。显然对于那些仅需 1 位来实施控制的量可以把它组合起来, 进行调整, 例如 TDA8843 的子地址为 19 的寄存器中的位设置如下:

A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
HOB	BPS	ACL	CMB	0	0	0	0
↓	↓	↓	↓				
PAL+ 帮助输出消隐	旁路基带延时线	自动色度限制	准许梳状滤波				

总之, 数据传送均采用 8 位, 有的表示单一量的等级控制, 有的是几种量控制的组合。总线传送的几十个到上百个数据是采用串行方式, 一个接着一个进行传递, 也就是说在时间上实施分开即分时, 在控制上实施共享, 所以这种 I²C 总线的数据传递特点是分时共享、码分多址。为了传递许多量, 如果节奏太慢, 显然使分时执行变成等待实施, 如果传递速度过快, 而信息量不大, 则增加了微控制

器成本,造成资源浪费,根据消费电子实际使用情况作出估价后,确定传送频率为 400kHz,即每一个位所占的时间仅有 $2.5\mu\text{s}$,时钟线所控制传送节奏也由此确定,也就是时钟线 SCL 所传送的等周期的矩形脉冲,其周期应等于数据线上数字信号的位宽度,位有的书上写成码元,有的书上写成比特(bit),均是指同一含义,字节(byte)含有 8 个位,有的一个字节代表一个字,有的两个字节代表一个字,有的一个位就代表一种含义,总之按实际情况确定,但必须遵守统一的规定,否则各种芯片间无法实施信息交流,正如人类一样,不同国家有不同的语言,如果各人均讲本国语言,相互间就无法沟通。此外,进行一次操作时,例如烧菜,开动一部机器,也总要有个先后的次序,也就是说要确定一项规则,目前彩电中微处理系统采用两种规则,一种由飞利浦公司提出,一种由索尼公司提出,在实际应用中飞利浦的 I²C 总线专利规则得到较大范围推广,如日本东芝公司芯片就按飞利浦定义的标准。在讲述这些规则前,首先通过表 1 熟悉一下 I²C 总线术语的定义。

表 1 I²C 总线术语的定义

项目名称	说 明
发送器	用以发送数据到总线的器件
接收器	从总线接收数据的器件
主控器	用以启动转移数据,终止转移数据并产生时钟信号的器件
辅助器件	利用主控器进行设址的器件
仲裁	若有几个主控器同时试图控制总线,而仅仅允许一个执行,而又要求不丢失信息,就需要通过程序来保证,并进行仲裁
多主控器	在同一时间有多个主控器试图控制总线,但不影响信息
同步	同步两个以上器件的程序

这里主控器即 Master、辅助器件即 Slave,图 2 列举了用两个微控制器的 I²C 总线架构。

作为主控器通常指微控制器,而其重点是确定

主控器——辅助器件和接收器——发射器间在 I²C 总线上关系,通常这种关系并非不变的,而取决于那个时间数据转移的方向。而数据转移可按如下过程处理:

(1) 设微控制器 A 要发送信息到微控制器 B

●微控制器 A 作为主控器,设址微控制器 B,即微控制器 B 作为辅助器件;

●微控制器 A 作为主发送器传送数据到微控制器 B,则后者作为辅助接收器;

●由微控制器 A 终止转移。

(2) 若微控制器 A 要接收从微控制器 B 的信息

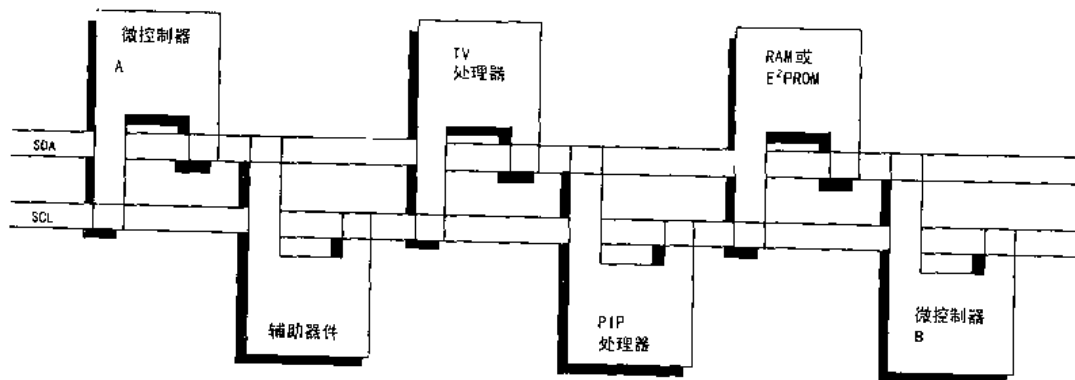
●微控制器 A 作为主控器,仍设址微控制器 B,即后者作为辅助器件;

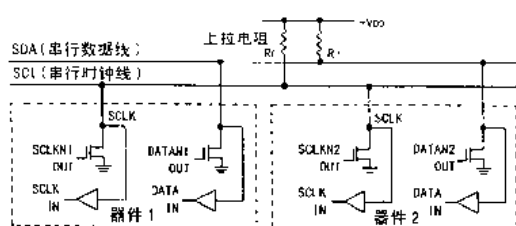
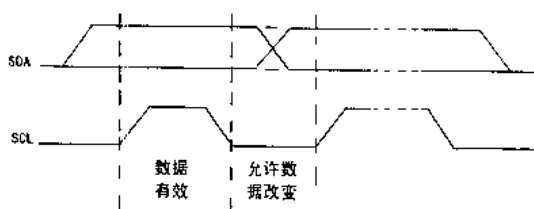
●微控制器 A 作为主接收器来接收微控制器 B 的数据,而微控制器 B 作为辅助发送器;

●再由微控制器 A 终止转移。

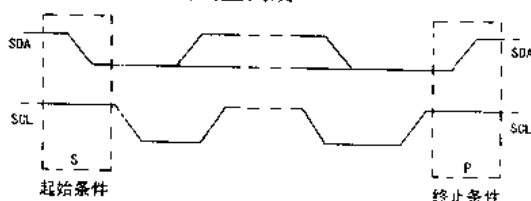
甚至在此情况下,仍由微控制器 A 产生定时信号并终止转移。

SDA 和 SCL 是双向线,经上拉电阻连接正电压,如图 3 所示。当总线无信息传递,即空闲状态时,两条线均处于高电平,器件的输出级连到总线时,采用开漏或开集方式。作为标准模, I²C 总线以 100Kbps 速率来转移数据,若使用快速模则以 400Kbps 数据率转移。必须注意,挂到总线的接口数目取决于总线累计电容值,总线电容不得大于 400pF,所以采用这类连接方法,还应考虑到各种不同制造工艺的器件,如 CMOS、NMOS、双极性等都挂到总线上,则总线上的逻辑“0”和逻辑“1”很难确定下来,所以通过上拉电阻接到 V_{DD} 是很重要的,由此来选定输出逻辑高电平值。每一个数据位转移对应于一个时钟脉冲,必须注意,当时钟线上处于高电平时,SDA 线的数据应保证稳定,而这些数据属于有效数据,当时钟线处于低电平时,数据线信号才能高、低状态进行转移,如图 4 所示。

图 2 两个微控制器的 I²C 总线架构举例

图3 I²C总线器件连接I²C总线方式图4 I²C总线的位转移

根据飞利浦公司的I²C总线规则,起始条件(启动条件)和终止条件,对于SDA线和SCL线上的信号均有明确规定,以便识别。起始条件时,时钟线SCL处于高电平,而SDA线上的信号由高电平向低电平转移;作为终止条件,SCL仍处于高电平,而数据线SDA上的信号电平由低向高转移,如图5所示。当然终止和起始条件均由主控制器来产生。当总线启动后就进入忙碌时期,在终止条件后,总线进入到一段时间的空闲期。

图5 I²C总线的起始和终止条件

对于模拟电视接收机而言,微控制器通常采用8位,在SDA线上每个字节长也为8位,但每次转移所传送数据的字节数是不受限制的,数据转移字节总是从最高位MSB开始,而每个字节后,必须紧跟着一个确认位(ACK),而ACK是由接收方发送过来,以便确认是否接收到该信号。如果接收

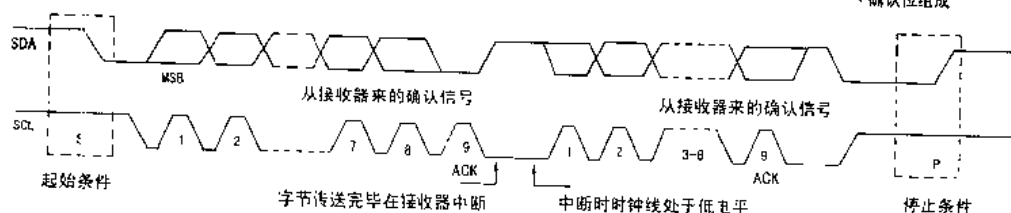
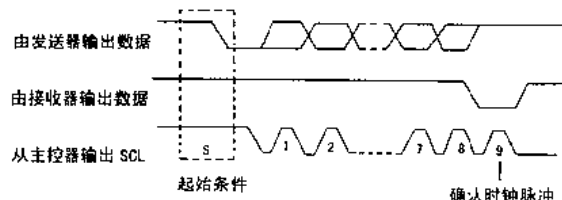


图7 完整数据转移格式

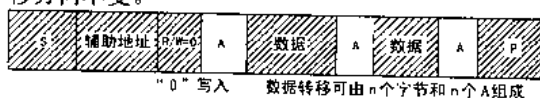
器不能收到数据的完整字节,此时可以实施内部中断,使时钟线SCL处于低电平,强制发送器处于等待状态,直至接收器能读出完整字节后,再使SCL拉到高电平,继续进行数据转移,必须注意,确认信号是通过时钟线SCL由接收器(辅助器件的发送器)发送到主控制器(主控制器的接收器),在此期间,主发送器不得传送信息,而辅助接收器拉为低电平,如图6所示。

图6 I²C总线的确认信号

综上所述,7位辅助地址格式如图7所示,在起始条件后,发送一个辅助地址,该地址有7位长,第8位为方向位即读出R/写入W位,该位为低电平“0”,表示主控制器传输(W)数据到受控器(辅助器件),若该位为高电平“1”,表示主控制器接收(R)由辅助发送器来的数据,而第9位由接受信息方发送确认信号ACK,随后传送相关的数据,每个字节后均需加上确认位,它由SCL产生1位的脉冲信号,而SDA线拉到低电平,当数据传送完成后,由主控制器产生终止数据转移条件,通常用S表示起始条件,P表示停止条件,A表示确认信号,A表示不确认信号。

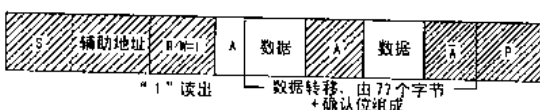
数据转移格式可能有3种:

(1) 主控发射器传送数据到辅助接收器,转移方向不变。

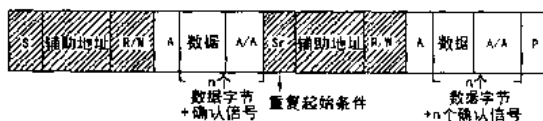


图中表示信息从主控制器传到辅助器件,表示从辅助器件发送信号到主控制器。

(2) 在发送辅助地址后,由辅助器件向主控制器传送信息,此时确认信号由主控制器发出。

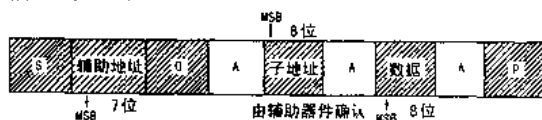


(3) 组合格式: 在数据转移中, 产生传送方向的改变, 起始条件和辅助地址重复出现, 但 R/W 位转向, 如上述发送不确认信号, 则主控器的接收器发射一个重复起始条件。

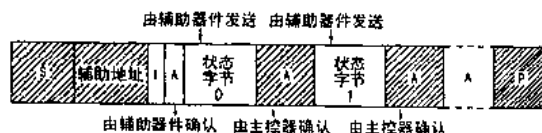


上述数据和确认位的转移方向取决于 R/W 位。

在电视机中由微控制器发送信号到各被控制芯片即辅助器件的格式, 除辅助地址外, 还有子地址, 随后再传送该控制量的数据, 下表中列出发送信号的格式。



而由辅助器件向主控器发回的信息, 即电视机中其他芯片如 TV 处理器、伴音处理器等, 通常是发回有关控制量的状态信息, 此时不设置子地址。



作为 I²C 总线数据转移的标准格式采用 7 位设址, 而取 100Kbps 数据传输率, 但 7 位设址仅有 112 种可能设置的辅助地址。I²C 总线为了扩展其应用, 有时也采用 10 位设址, 并使用快速模, 即位率增加 4 倍, 由原来的 100Kbps 提高到 400Kbps。在快速模时既可用 7 位辅助地址, 也可用 10 位辅助地址, 采用 10 位辅助设址可使辅助地址增加到 1024 个, 扩大了控制范围。10 位的辅助地址可分两个字节传送, 第一个字节为 7 位(11110XX), 其中 XX 可进行编制, 前面 11110 表示 10 位设址, 接着 R/W 位确认后, 再传送第二个字节计 8 位(XXXXXXXX), 再确认后传送有关数据, 如下所示。



三、微控制器的硬件结构与工作

电视机中所采用的微控制器, 通常类似于 80C51 单片机, 它在内部除集成了 CPU、存储器、输入/输出电路外, 还包含有定时器/计数器、中断控制、时钟振荡电路和总线控制电路等, 由此构成一个完整的单片机, 图 8 中展示了电视用的微控制

器的组成方框图。

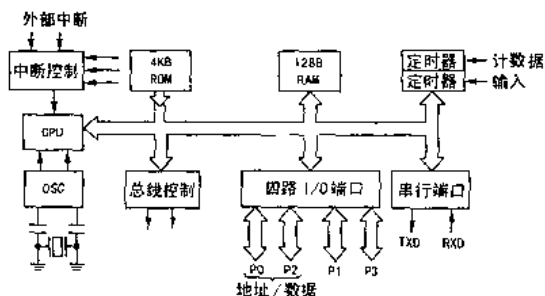
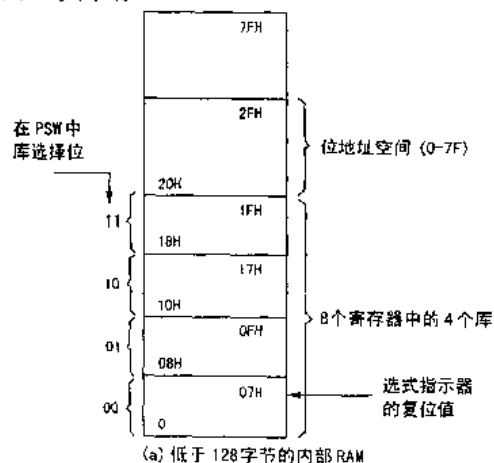


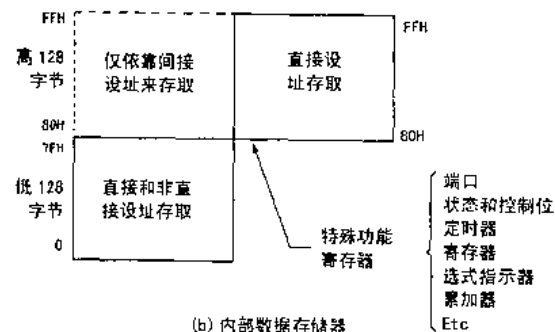
图 8 80C51 单片机的组成方框图

一般电视用的微控制器有 4 类存储器空间, 用以存放不同功能的数据, 其存储器有以下 4 种:

(1) 内部数据存储器: 它含有 128 个字节的 RAM, 有时候人们又称为内部数据 RAM, 它的地址范围为 00H~7FH, 共有 32 个单元, 谓之寄存器区, 每 8 个寄存器形成一个寄存器组, 如图 9(a) 所示, 其中有:



(a) 低于 128 字节的内部 RAM



(b) 内部数据存储器

图 9 内部数据存储器

- 寄存器 0 组: 地址为 00H~07H;
- 寄存器 1 组: 地址为 08H~0FH;
- 寄存器 2 组: 地址为 10H~17H;
- 寄存器 3 组: 地址为 18H~1FH。

(2) 特殊功能寄存器(SFR): 80C51 单片机有 21 个字节的特殊功能寄存器, 通常用来设置片内电路的运行方式, 记录电路的运行状态, 并表明有关旗标, 它由端口门电路、定时器、周边控制电路等组成, 这些寄存器仅通过直接设址方能存取。21 个 SFR 并不连续地分布在 128 个字节的 SFR 存储空间, 其地址为 80H~FFH。在 SFR 中除了字节设址的空间外, 还有位设址的空间, 通常在 0H 或 8H 的末端。图 9(b)中给出了内部数据存储器 3 个空间, 其一是低于 128 字节的内部 RAM, 它通过直接设址或间接设址存取; 其二是高于 128 字节的内部 RAM, 仅能通过间接设址来存取; 第三是特殊功能寄存器必须通过直接设址, 内设有堆栈指针 SP、I/O 端口寄存器(P0~P3), 设有 4 个并行 I/O 端口映射到 SFR 中的寄存器、中断(优先、允许)控制寄存器 IP、IE、定时器/计数器、累加器 ACC、串行数据寄存器、状态和控制位等。

(3) 程序存储器: 一般可具有 64KB 的程序存储器空间, 通常内部有 4KB 程序存储器处于这一空间的最低地址区, CPU 在复位后总是从本地的 0000H 地址开始执行, 该地址作为复位操作后的入口地址, 在编程时, 往往从这些入口地址开始的二、三个地址单元中, 放入一条转移类指令, 以便使相应的程序在指定的程序存储器区域中生成。鉴于 80C51 单片机仅有 4KB 程序存储器, 往往不能满足电视系统的要求, 根据应用系统对程序存储器容量要求不同, 常需在外部配置可擦只读存储器 EPROM, 其内存可以是 4KB、8KB 或 16KB, 程序存储器用来存放固化了的程序, 取指地址由程序计数器 PC 给出, PC 具有自动加 1 的功能, 从而在转移类指令的条件下, 指令被逐一执行, 转移类指令可改变 PC 值, 使程序得以转移。

(4) 外部数据存储器

外部数据存储器也称为外部数据 RAM, 当内部 RAM 不能满足数量上的要求时, 可通过总线端口和其他 I/O 端口来扩展外部数据 RAM, 其最大容量可达 64KB, 外部数据 RAM 和内部数据 RAM 的基本功能相同, 但前者不能进行堆栈操作。当单片机外接有数据 RAM 时, 则它们有读、写操作。且由引脚信号 RD 和 WR 选通写操作, 对于内部 RAM 和外部 RAM 的区别, 内部 RAM 无读写信号, 而外部 RAM 则有读写信号(RD、WR)。而程序存储器只有读操作而无写操作, 且读操作信号由引脚 PSEN 提供。

为了提高对随机事件的处理能力, 例如彩电在运行中有人通过遥控器发布新的指令, 或外来信息

受到干扰甚至中断, 在此情况下, 需要在微机中设置中断系统。所谓中断是指对现行程序的“中断”, 即 CPU 暂停现行程序的执行, 转去处理突然发生的随机事件, 处理完毕后又自动恢复原来程序的执行。处理随机事件是通过执行中断处理程序来实现的, 所以它是通过程序的断点, 即保护原程序的现场, 而由中断服务程序切换回原程序前, 又要恢复现场, 并返回断点, 以便原来被中断的程序能继续执行。在 80C51 中有 5 个固定的中断源, 3 个在片内, 即

●T0: 定时器/计数器 0 中断, 由 T0 回零溢出引起;

●T1: 定时器/计数器 1 中断, 由 T1 回零溢出引起;

●TI/RI: 串行 I/O 中断, 串行端口当完成一帧字符发送/接收引起。

还有两个外部中断源, 即

●INT0: 外部中断 0, 由 P3.2 端口引入, 低电平或下降沿引起;

●INT1: 外部中断 1, 由 P3.3 端口引入, 低电平或下降沿引起。

中断系统有两个控制存储器, 即中断允许寄存器 IE, 其字节地址 A8H, 位地址分别为 A8H~AFH, 用以打开或切断各中断源, 另一个为中断优先寄存器 IP, 字节地址为 B8H, 位地址分别是 B8H~BFH, 该寄存器用来设定各中断源于两级中断中的哪一种, 高级中断能切断低级中断以形成中断嵌套, 同级中断或低级对高级中断不能形成中断嵌套, 若几个同级中断同时向 CPU 请求中断响应, 则 CPU 按以下顺序选定响应的先后次序:

INT0→T0→INT1→T1→TI/RI

80C51 有 4 个 8 位双向并行 I/O 端口: P0、P1、P2、P3, 每个 I/O 端口除可用作字节的输入/输出外, 每条 I/O 线也可单独用作输入/输出线。此外 80C51 还有一条串行的 I/O 端口, 既可用于 I/O 端口扩展, 也可用于串行异步通讯。

其他部分用于电视的微控制器, 用这些端口来传送电视中各模拟量的控制信号, 也可通过串行端口的两个控制寄存器, 用来设置工作方式、发送或接收的状态、数据率等, 通常 80C51 有 4 种串行工作的基本方式, 方式 0 主要用于外接移位寄存器, 扩展单片机的 I/O 电路, 方式 1 用于双机间或外设电路的通信, 方式 2 和方式 3 用于多机通信, 在方式 0 时, 数据率为 f_{osc}/R , 其中 f_{osc} 为时钟频率, 当串行端口以方式 0 作为输出时, 只要向串行缓冲器 SBUF 写入一个字节数据后, 串行端口就以 8 位数据以 $f_{osc}/12$ 的数据率, 从 RxD 引脚从低位到高位输出数据, 此时 TXD 引脚输出 $f_{osc}/12$ 的同步移位脉冲。数据发送前, 中断标志 TI 必须清零, 8 位数据发送完后, TI 自动置 1, 如要再发送, 必

须用软件将 T1 清零。串行端口作为输入时, R×D 作为数据输入端, TXD 仍作为同步信号输出, 其输出频率为 $f_{osc}/12$ 。

工作方式 1 采用 10 位异步通信方式, 其中 1 个起始位(0), 8 个数据位(由低位到高位)和 1 个停止位; 工作方式 2、3 采用 11 位异步通信方式, 其中 1 个起始位(0), 8 个数据位, 1 个附加位, 1 个停止位, 方式 2 有两种数据率, 而方式 3 可有多数据率。

单片机以晶体振荡器的振荡周期作为最小的时序单位, $f_{osc}/12$ 的周期通常作为机器周期 MC, 一个机器周期含有 6 个状态周期或 12 个振荡周期, 而 1 个到 4 个机器周期确定一条指令的执行时间, 即指令周期。

用于电视的微控制器根据其控制量的多少来扩展其内部存储的容量。

(选自 22 期 作者: 张传轮 古少中)

I²C 总线控制方法在康佳彩电中的应用

I²C 是英文“Inter Integrated Circuit BUS”的缩写代号, 中文意思是: 集成电路之间传送信息的公用线。因为只用一条时钟线, 一条数据线, 仅占用微处理器(CPU)的两个接口而控制对象甚多, 控制方法简单, 数据传送速度快, 所需外围元件少等优点。一经飞利浦公司提出, 便在众多智能化自动化控制设备中获得了卓有成效的广泛应用。进入 20 世纪 90 年代之后, 随着微处理器在彩电设计中的应用, I²C 总线控制技术也被广泛应用。如今, 各种类型的康佳彩电主流产品都采用了 I²C 总线控制技术, 以下简称“总线控制”。

鉴于总线控制的彩色电视机在检修理念上与普通彩电有所不同, 众多检修人员对总线控制原理又知之甚少。因此, 本刊将陆续撰写有关内容的技术讲座, 希望对大家有所帮助。

一、I²C 总线控制原理简介

1. 概况

在普通彩电中, 仅对几个模拟量进行控制和调整就得占用相同数目的 CPU I/O(输入/输出)接口, 而且外围元件甚多, 如图 1 所示。

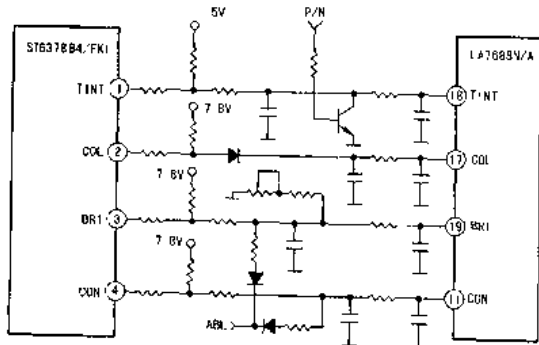


图 1 普通彩电模拟量控制

与其相比, 总线控制的彩电只用数据线(SDA)和时钟线(SCL), 就能根据需要对许多具有不同功能的集成电路及其众多的模拟参量和电子开关进行调整和控制, 如图 2 所示。

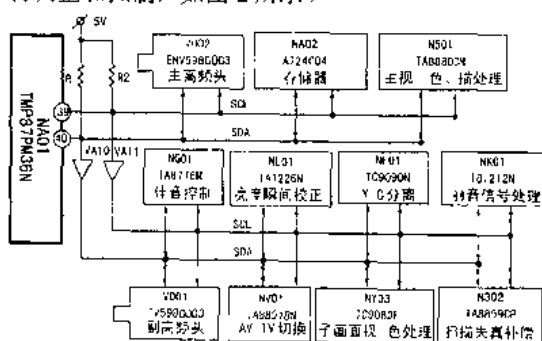


图 2 总线控制彩电模拟量控制

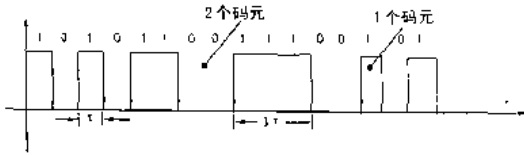
由此可见, 总线控制的结构方框图主要由主控制器(微处理器, 指令发布单元); 存储器(数据存取记忆单元); 若干受控器(配套的功能执行单元)以“线与”方式组成; 外围元件是上拉电阻 R1、R2。受控器的数量根据需要进行而定, 但最高数量要受总线布线电容和端口输入阻抗的限制, 故有的加装共基极低阻抗电路以减轻容性阻抗对总线上数据传送速率的影响。有的干脆采用两对总线的四线制。

2. 总线控制的基本方法

主控制器只需用两条线完成对多个受控器的联络实现对众多项目的控制和调整, 这无疑要设计一套既快捷有序又准确无误的通信方式。它包含的 4 项措施如下:

(1) 抗干扰、易识别的信号形式

总线上传输的信号应选择那种不怕干扰且容易识别的形式, 如图 3 所示。

图3 I²C总线上传输的信号形式

数据线 SDA 上传送的信号只有高电位与低电位之分,两种状态各有数值、高低相间但基本宽度相同的系列脉冲信号,若将高电位用“1”表示,低电位用“0”表示,无论是“1”或是“0”脉宽相同,均称为一个码元,这就是所谓数字信号。在数字信号中码元又被称为比特(bit)。

时钟线 SCL 上传送等周期的矩形脉冲信号,其周期恰好等于 SDA 线上数字信号的码元宽度。它为接收信号的一方提供准确的节拍信号。也是数字信号中每个码元的定位信号。SDA 和 SCL 两个信号共同完成快速准确的数据传送,缺一不可。

尽管一连串由“1”或“0”组成的码“……, 10101100, 11100101”,接收时不怕干扰容易识别,但要使它能表达某种信息还必须借助于二进制(逢二进一)计数法。例如,将上述数码串从右至左地将其分解为若干个字节(Byte),每个字节按一般的记数规则可变成八位二进制数,高位(MSB)在左,低位(LSB)在右,记作:

$$a_7 \ a_6 \ a_5 \ a_4 \ a_3 \ a_2 \ a_1 \ a_0$$

因为是二进制,其中任一位 $a_i=0$ 或 1,两者只居其一,每一位的数分别是:

$$2^i = 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1 \\ i=7, 6, 5, \dots, 0$$

因此它与十进制数之间的转换关系是:

$$a_7 \cdot 128 + a_6 \cdot 64 + a_5 \cdot 32 + a_4 \cdot 16 + a_3 \cdot 8 + a_2 \cdot 4 + a_1 \cdot 2 + a_0$$

由此可见,八位二进制数中最大的是 11111111B=255D,其中“B”表示其左边的数为二进制数,“D”表示左边的数为十进制数。最小的是 00000000B=0D。总共有 256 个等级,既可以用它来表示 256 个不同地址(譬如 256 个门牌号码),也可以用它表示相对比例为 0~255 的信号幅度。而其中任何一位非“0”即“1”,因此也可用来控制电子开关的“打开”或“闭合”,8 位便可同时控制 8 个电子开关的开或闭。

(2) 分时共享的码分多址

在设置众多受控器(集成电路芯片简称 IC)的系统中,为了将控制数据可靠地传送给指定的 IC,必须使每一块 IC 编制一个地址码,通常称为从地址,显然从地址不能在不同的 IC 间重复使用。其次,由于目前的集成度愈来愈大,一块 IC 中可能包含着许多要调整和控制的项目,有的项

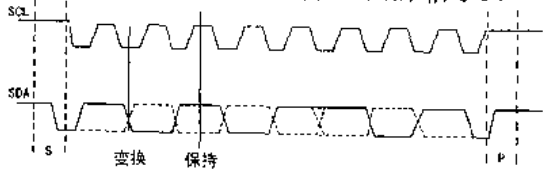
目需要占用的 bit 数较多,有的占用 bit 数较少。例如彩电中亮度信号相对幅度调整范围在 0~255 之间,需占用 8bit 的二进制数;又例如彩电制式的设定,需要占用 3 个 bit 位: $A_2 \ A_1 \ A_0$ 。若约定 $A_2=0$ 为 4.43; $A_2=1$ 为 3.58; $A_1=0$ 为 PAL, $A_1=1$ 为 NTSC; $A_0=1$ 为 SECAM,因此有:“000”表示设定为 4.43PAL 制;“100”为 3.58PAL 制;“010”为 4.43NTSC 制;“110”为 3.58NTSC 制;“001”为 SECAM 制。有的可以将几个项目合并成一个 byte,有的不合并宁愿将不用的 bit 位空着。因此,还必须为同一块 IC 中的不同 byte 编制一个地址,通常称为子地址。显然,同一块 IC 中子地址不能重复,而不同 IC 中的子地址可以重复。

(3) 共同遵守的规则

数据传送的具体办法,自然将关系到不少规定,并达成共识,它们是:

●SDA 和 SCL 两线空闲时均处于高电平。因此,两线同时为高电平的状态称空闲状态。

●如图 4 所示,由空闲状态,SDA 线先于 SCL 线向低电平变化的状态定义为总线传送的启动信号 S;由传送状态,SDA 线后于 SCL 线向高电平变化至空闲状态定义为本次传送的结束信号 P。

图4 I²C总线数据传输格式

●如图 4 所示, SCL 线上时钟为高电平期间, SDA 线上数据信号电平必须保持稳定,对接收采集信号才有效;然而, SCL 线上时钟为低电平期间,才允许 SDA 线上数据需要转换时转换。

●总线上传送的数据是以 byte 为单元的,每一个字节必须保证有 8 个 bit 长(不用的位可赋值为零),MSB 位在前,LSB 位在后。而且每一个被传送的字节后面,即第 9bit,必须跟随由接收数据一方发出的应答(ACK)信息,ACK=0 表示数据已确认,其接口电路为继续接收作好了准备。

根据以上规则,作为实例,图 4 中实线所示为总线上传送的一个字节,其值应该是:“10101101”,第 9 位 ACK=0 表示确认的信号,在图 4 中并未绘出。

(4) 传送数据的格式与软件流程

总线上传送数据的格式是指:为被传送的各项有用数据安排的先后顺序,这种格式是人们根据串行通信的特点、传送数据的有效性和准确性和可靠性而制定的。另外,总线上数据的传送还是双向的,也就是说主控制器在 CPU 的指令操纵下,既能向受控 IC 发送数据(写入),也能接收受控 IC 中某寄存