

集成电路应用 识图方法

赵志杰 编著

Jicheng Dianlu

Yingyong Shitu Fengfa

集成电路应用识图方法

赵志杰 编著



机械工业出版社

本书简明系统地介绍了各类常用的集成电路,从各集成电路的基本功能、引脚特性、应用注意事项等多方面说明各集成电路的应用特性及典型应用。同时系统地给出了集成电路识图的方法,并以实用的例子,说明如何识读含有集成电路的电路图。在附录里介绍了常用的 TTL、CMOS 数字集成电路及模拟运算放大器国内外器件,以及在识图时可能遇到的文字符号缩写。

本书可供电子信息工程专业师生、电气、计算机科学技术等领域的技术人员以及无线电爱好者阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

集成电路应用识图方法/赵志杰编著. —北京:机械工业出版社, 2003. 4

ISBN 7-111-11698-4

I. 集... II. 赵... III. 集成电路—识图法 IV. TN4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 010651 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:贾玉兰 版式设计:霍永明 责任校对:李汝庚

封面设计:张 静 责任印制:付方敏

北京中加印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·18.25 印张·1 插页·459 千字

0 001—4 000 册

定价:29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

几十年来,集成电路技术发展十分迅速,不仅集成电路的集成度不断提高,而且集成电路所能完成的功能也日趋复杂,尤其是在应用方面,几乎渗透到了各行各业。因此深入了解各类集成电路的使用特性,系统地掌握含有集成电路的电路原理图的识图方法,对广大电子、电气方面的工程技术人员及无线电爱好者来说十分必要。

本书力求通俗易懂,深入浅出,从实用角度重点突出地介绍了各类常用集成电路的功能、引脚定义、使用特点、典型应用。通过手机、VCD播放机有关电路的分析、系统地介绍了含有集成电路的电路原理图的识图方法。在集成电路的识图方面强调以集成电路为核心,重点掌握核心的集成电路的功能及其使用特性,以此为突破口,再配合对外围有关电路的了解,辅助以逻辑框图的手段,深入分析整个电路的工作原理。分析时注重电路内在的关系。

本书共分九章。第一章介绍了集成电路的一般知识;第二章介绍常用模拟集成电路的基本功能及典型应用;第三章介绍常用数字集成电路的基本功能及典型应用;第四章介绍MCS-51系列单片机原理及应用;第五章介绍微处理器外围电路;第六章介绍专用芯片及典型应用电路;第七章介绍一般应用系统经常采用的抗干扰措施;第八章说明了集成电路识图的系统方法;第九章举例说明如何进行集成电路识图。

本书实例中部分外国公司的产品,为便于阅读,部分图形符号和文字符号未按我国标准作全书统一。

参加本书编写工作的还有杨龙高级工程师、张晓兰教授、赵清副教授、谭家玉副教授。

胡文教授作为主审通读了本书,并提出了很多建设性意见,在此深表谢意。

限于作者水平和经验的限制,书中错误在所难免,诚恳广大读者批评指正。

作 者

目 录

前言

第一章 集成电路基础知识 1

第一节 集成电路概述 1

第二节 集成电路的种类及特点 2

一、数字集成电路 2

二、模拟集成电路 5

第三节 集成电路图 5

一、集成电路功能框图 5

二、集成电路原理图 6

三、集成电路电路板图 7

四、集成电路图的画法 7

第四节 集成电路图中常用符号 8

一、图形符号 8

二、文字符号 12

第五节 国际国内集成电路命名

方法 13

一、国内集成电路命名方法 13

二、国际集成电路命名方法 16

第二章 常用模拟集成电路的基本功能

及典型应用 21

第一节 模拟多路开关 21

一、功能 21

二、器件举例 21

三、其它器件 22

第二节 运算放大器/比较器 22

一、功能 22

二、器件举例 22

第三节 隔离放大器 28

一、功能 28

二、器件举例 28

第四节 电源电路 29

一、功能 29

二、器件举例 29

第五节 电源变换电路 31

一、功能 31

二、器件举例 31

第六节 电压基准 33

一、功能 33

二、器件举例 33

第七节 调制解调电路 35

一、功能 35

二、器件举例 36

第八节 功率及缓冲驱动电路 38

一、功能 38

二、器件举例 38

第九节 变换电路 40

一、功能 40

二、器件举例 40

第十节 有源滤波器 42

一、功能 42

二、器件举例 42

第十一节 视频电路 44

一、功能 44

二、器件举例 44

第十二节 波形发生器 47

一、功能 47

二、器件举例 47

第十三节 采样保持器 50

一、功能 50

二、器件举例 51

第三章 常用数字集成电路的基本功能

及典型应用 53

第一节 基本门电路 53

一、功能 53

二、器件举例 53

三、门电路的其它用途 59

四、门电路工作条件和特性 60

五、集电极开路的门电路 60

六、三态输出门电路 60

第二节 触发器和锁存器 61

一、触发器的电路结构及动作特点 61

二、触发器的逻辑功能 64

三、触发器的应用举例	65	一、寻址方式	99
第三节 寄存器	68	二、指令系统分析	102
一、功能	68	第四节 MCS-51 系列单片机应用	
二、器件举例	68	举例	114
第四节 计数器	70	一、电流、电压的检测	114
一、功能	70	二、速度的检测	116
二、器件举例	71	三、控制算法	117
第五节 译码器和编码器	72	第五章 微处理器外围电路	120
一、功能	72	第一节 可擦可编程只读存储器	120
二、器件举例	72	一、器件操作	120
第六节 数字多路开关	77	二、擦除特性	121
一、功能	77	三、2764 与 8031 的典型应用	121
二、器件举例	77	第二节 闪速存储器	122
第七节 单稳延时多谐振荡器	80	一、操作原理	122
一、功能	80	二、28F256A 与微处理器的应用	124
二、器件举例	80	第三节 微处理器监控电路	124
第八节 比较器	82	一、概述	124
一、功能	82	二、工作原理	126
二、器件举例	82	三、X25043/45 与 51 系列微处理器	
第九节 数字运算器	83	接口	130
一、功能	83	第四节 并、串行接口器件	131
二、器件举例	83	一、8255A 可编程并行 I/O 扩展接口	131
第四章 MCS-51 系列单片机原理及		二、8251A 可编程串行接口	138
应用	86	第五节 模/数转换器	144
第一节 MCS-51 系列单片机概述	86	一、ICL7135 BCD 码输出、双积分、4½ 位	
一、单片机概述	86	A/D 转换器	144
二、MCS-51 单片机特性	86	二、CAD7106/CAD7126 高性能、低	
三、8051、8751 和 8031 的应用特性	86	功耗、LCD 显示、3½ 模/数	
第二节 MCS-51 系列单片机结构	87	转换器	147
一、存储器的组成方式	87	三、ADC0808/0809 带有 8 路多路开关的	
二、特殊功能寄存器	88	A/D 转换器	150
三、振荡器和时钟电路	90	四、AD574 12 位 A/D 转换器	153
四、CPU 时序	90	五、A/D 转换器与单片机的接口	156
五、口操作	91	第六节 数/模转换器	157
六、定时器	92	一、DAC0832 普通型 D/A 转换器	158
七、串行接口	94	二、AD667 12 位 D/A 转换器	158
八、中断系统	95	三、AD7543 串行 D/A 转换器	159
九、复位时内部寄存器状态	98	四、D/A 转换器与单片机的接口	160
十、MCS-51 系列单片机引脚说明	98	第六章 专用芯片及典型应用电路	165
第三节 MCS-51 系列单片机指令		第一节 LCD 显示器模块	165
系统	99	一、带 T6963C 点阵图形式液晶显示	
		控制器的 LCD 模块	165

二、模块与单片机的接口方法	171	四、输入/输出软件抗干扰措施	216
三、应用程序举例	172	五、指令复执技术	217
四、使用注意事项	177	六、程序卷回技术	217
第二节 PSD 专用芯片	178	第八章 集成电路识图方法	218
一、PSD3××可编程外围芯片的结构		第一节 应用系统构成	218
原理	178	一、单元电路	218
二、16 位单片机与 PSD3××接口	194	二、功能电路	218
三、开发 PSD 芯片过程	197	三、板块电路	218
第三节 通信专用芯片	199	四、整个系统电路	219
一、串行总线介绍	199	第二节 集成电路识图	219
二、RS-232C 接口电平转换电路	200	一、确定系统的分析	219
三、MAX202E/MAX232E RS-232		二、不确定系统的分析	225
收发器	200	第三节 简单的集成电路图识图	
四、MAX485 RS-485/RS-422 收发器	202	举例	226
五、应用实例	203	一、双积分型数字电压表	226
第七章 应用系统抗干扰措施	207	二、单片机应用系统	231
第一节 应用系统的主要干扰因素及		第九章 实际应用系统识图举例	236
抗干扰措施	207	第一节 数字移动电话	236
一、干扰源简介	207	一、GSM 系统构成及 GSM 手机基本	
二、干扰的传输方式	207	知识	236
三、干扰抑制技术	208	二、V998 型摩托罗拉手机	237
四、由输入端串入的干扰及其抑制		第二节 VCD 电路分析	246
技术	208	一、VCD 基本原理	246
五、由工频电源变压器串入的干扰及其		二、主要集成电路芯片介绍	249
抑制技术	210	三、VCD 部分电路分析	256
第二节 印制电路板制作过程抗干扰		附录	260
方案	212	附录 A 常用 TTL 集成电路型号索引	260
一、板内地线设计	212	附录 B 常用 CMOS 集成电路型号	
二、元件排列布置问题	213	索引	268
三、用好去耦电容	213	附录 C 常用集成运算放大器型号	
四、降低噪声与电磁干扰的经验	213	索引	270
第三节 微机系统软件抗干扰		附录 D 常用英文缩写英中对照	273
措施	214	附录 E 集成电路的几种常见的封装	
一、数字滤波	214	形式	283
二、设立软件陷阱	215	参考文献	284
三、时间监视器	216		

第一章 集成电路基础知识

第一节 集成电路概述

微电子技术已广泛应用于国民经济的许多领域。如船舶、机车、飞机、导弹、卫星等海陆空及空间设备中，广泛应用于计算机、电子仪器仪表、通信设备、自动测量装置等先进的电子设备中，也广泛应用于音响、电视、VCD、DVD、洗衣机、电冰箱、数字照相机等家用电器中。在推动社会进步，并在社会现代化方面起着越来越大的作用。尤其是随着集成电路的诞生，并迅速的发展，微电子技术的作用越来越得到人们的广泛重视。

集成电路是相对于分立元件电路而言，它是把多个元器件相互连接在一起，并且同时制造在一块半导体芯片上，组合成一个不可分割的整体。由于集成电路与采用分立元件（二极管、三极管等）构成的电路比起来，集成电路体积更小、重量更轻、功耗更低，更主要的是减少了电路连接的焊接点及极大地缩短了各部分连线（集成电路内部连线距离极短），使得采用集成电路的应用电路的可靠性、抗干扰能力更高，同时采用集成电路的电路价格也比较便宜。因此，可以认为，集成电路将我们带入了微电子时代。

自从 20 世纪 60 年代初，集成电路诞生以来，经过几十年的发展，在集成度、逻辑功能、复杂处理功能、制造工艺等诸多方面都得到了快速的发展。单从集成度方面来看，按消费电子制造协会提供的数据，世界著名的集成电路制造厂商美国英特尔公司所制造芯片的集成度几十年来发展情况见表 1-1。

由表 1-1 中可见，一块集成电路芯片所含晶体管数目，每两年就可能翻一番。而这也仅从集成度方面来看，如果再考虑信号处理、运算速度的同时提高，则总体性能的提高几乎可以达到四倍。

表 1-1 集成度统计表

年 份	英特尔芯片每片 所含晶体管数目	年 份	英特尔芯片每片 所含晶体管数目
1972	3500	1989	1200000
1974	6000	1993	3100000
1978	29000	1995	5500000
1982	134000	1997	7500000
1985	275000		

经过几十年的发展，集成电路经过几次更新换代，并且形成多种系列产品并存发展的局面。另外，从应用特性角度来看，也在向专业化方向发展。

集成电路发展非常快，仅以数字通用集成电路来说，自 20 世纪 60 年代初期 DTL、TTL 集成电路实用化大批量生产以来，尤其是 TTL 的 74/55 系列集成电路推动了以计算机为核心的数字化技术快速发展。20 世纪 70 年代以美国 RCA 公司为首推出的低功耗 CD4000A 系列 CMOS，又在经过 4000B 及其 74HC 系列更新换代后，其功耗、可靠性、电

平及引脚的兼容性等方面都有了极大的提高。在器件的超高速方面, 20 世纪 70 年代美国的 Motorola 公司首先推出了 ECL-10K 系列, 推动了高速化数字系统及高速计算机的发展。随后美国仙童公司又推出了 ECL 的 F100K 系列, 将每级门电路的传输延迟时间缩短到 0.75ns, 速度比 10K 系列提高了一个数量级, 超高速 ECL 系列在 20 世纪 80 年代得到了广泛的实际应用。

针对 TTL 系列集成电路改进方面, 20 世纪 70 年代末美国的德克萨斯仪器公司和仙童公司分别推出了超高速的“先进超高速肖特基 (Advanced Schottky)” TTL 的 74AS 系列、“先进低功耗肖特基 (Advanced Low-power Schottky)” TTL 的 74ALS 系列。在这些系列的制造工艺上采取了新技术手段, 减少了寄生电容, 提高了频率特性, 使得 TTL 集成电路的性能得到很大提高。

在 20 世纪 80 年代初, 美国摩托罗拉公司和国家半导体公司采用高密度多晶硅栅半导体制造技术联合开发了高速 CMOS 的 74HC 系列, 使得其推出的 74HC 系列集成电路既具有低功耗又具有比 CD4000 系列快速的良好性能。

仅从数字通用集成电路几个主要系列的发展可见, 集成电路的发展十分迅速, 仅用了不到 20 年的时间即完成了数字通用集成电路的主干系列的研发、产品推广应用。

集成电路品种极多, 本书仅以常见、常用的一些集成电路为例, 介绍其功能、引脚、使用时须注意的事项、典型应用, 进而讲述如何对以集成电路为核心构成的应用电路进行分析、以系统读图的方法来读解各类电路的基本功能、工作原理等, 以获取该应用电路的设计思路、实现手段、核心技术、各集成电路及元器件之间信号作用关系等。这样可以使我们进一步改进电路设计、进行电路维修、替换原来应用电路等方面提供基础信息。

第二节 集成电路的种类及特点

集成电路种类繁多, 从不同的角度来看有不同的分类方法。从集成度角度, 集成电路可以分成小规模集成电路 (SSIC)、中规模集成电路 (MSIC)、大规模集成电路 (LSIC) 和超大规模集成电路 (VLSIC)。目前的超大规模集成电路, 每块芯片上可以含有百万个元件, 而芯片面积只有几十平方毫米。从导电类型角度, 集成电路可以分成双极型 (晶体管)、单极型 (场效应晶体管) 和两者兼容型。从处理信号功能角度, 集成电路又可以分成模拟集成电路和数字集成电路和其它功能集成电路。本书的以后章节就是从功能角度, 将集成电路按不同的使用功能, 分别进行叙述。在以后章节集成电路芯片的介绍时, 是以举例的方式进行说明的。从例子中的集成电路芯片的功能角度来看, 可以完成该功能的器件有很多不同的型号, 这些器件的结构及导电类型可以不同, 但完成的功能是完全相同的。因此针对具体的应用系统在选用集成电路芯片时, 可以有多种不同的选择。即相同功能的集成电路, 由于其导电类型、生产厂家、结构类型的不同, 性能指标可能有些差异, 应该根据应用系统实际需求, 选择合适的器件。

一、数字集成电路

数字集成电路是指处理、传输、变换在时间上和数值上是离散信号的一类集成电路。从电路的功能角度可将数字集成电路分成两大类。

(一) 通用数字集成电路

通用数字集成电路是用量非常大，在不同的应用系统中作为其功能的一部分或作为一个独立的功能单元，而采用的数字集成电路。按功能上，大致有：基本逻辑门电路、触发器和锁存器、译码器、编码器、计数器、数字多路开关、寄存器、单稳态多谐振荡器、数字运算器、数字比较器等。至于微处理器及微处理器接口芯片等集成电路一般可单独作为独立的内容另外叙述。

对通用数字集成电路，全球各大集成电路生产厂家针对功能不同、性能指标不同、结构不同生产了很多不同的系列产品及型号供用户选择，通用数字集成电路市场需求量巨大，在此以导电类型的不同分别作些介绍。

1. TTL 型集成电路 TTL (Transistor-Transistor-Logic) 集成电路即“晶体管—晶体管—逻辑集成电路”。此类电路是以晶体管作为开关元件，也称作双极型集成电路。TTL 集成电路品种较多，互换性较强。此类电路一般如前缀“74”是指民用品，如前缀“54”则指军用品，军用品的使用温度范围比民用品宽，其它指标在制造时也比民用品严格，因此一般军用品价格比民用品价格高几倍。

TTL 集成电路主要有以下几个系列。(以美国 TI 公司为例)。

(1) 74LS 系列 该系列为低功耗肖特基 TTL 集成电路，为 TTL 集成电路中主要系列，品种和生产厂家都非常多，各厂家都大批量进行生产，因此价格较低。国内的 CT4000 系列与其对应。

(2) 74S 系列 该系列为高速的 TTL 集成电路，但速度略低于 ECL 电路。该系列产品的功耗和价格低于 ECL 电路，但功耗比 74LS 系列大得多。品种也比 74LS 系列少得多。国内的 CT3000 系列与其对应。

(3) 74AS 系列 该系列为先进超高速肖特基 TTL 集成电路，是在 74S 系列基础上发展起来的系列产品，该系列产品的速度和功耗都比 74S 系列有所改进，其典型传输时间为 1.5ns、功耗为 8mW。但其速度还是略低于 ECL 系列。

(4) 74LAS 系列 该系列为先进低功耗肖特基 TTL 集成电路，是在 74LS 系列基础上发展起来的系列产品，该系列产品的速度和功耗比 74LS 系列有所改进，典型传输时间为 4ns，功耗的典型值为 1mW。价格方面缺乏优势。

书后附录 A 给出了有关 74/54 系列产品的顺序号及对应逻辑功能。TTL 集成电路标准工作电压是 +5V，74LS、74S 系列工作电压范围为 $5(1 \pm 5\%)$ V，74ALS、74AS 系列工作电压范围为 $5(1 \pm 10\%)$ V。

2. CMOS 型集成电路 CMOS (Complementary-Symmetry Metal Oxide Semiconductor) 集成电路即互补对称金属氧化物半导体集成电路。此类集成电路是以 MOS-FET 作为开关元件，也称作单极型集成电路。CMOS 集成电路具有功耗低、工作电源电压范围宽、抗干扰能力强、输入阻抗高、扇出能力强、成本低等特点。主要有以下几个系列。

(1) 4000B 系列 该系列是 CMOS 集成电路国际上流行的通用标准系列。美国 RCA 公司的 4000B 系列和美国 Motorola 公司的 4500B 系列及我国的 CC4000B 系列同属于此系列。该系列品种较多、价格较便宜。书后附录 B 给出了有关 4000B/4500B 系列产品的型号及其逻辑功能说明。

(2) 74HC 系列 该系列也称作 HCMOS 集成电路，它既具有 CMOS 集成电路的低功耗性，又具有 74LS-TTL 集成电路的高速性。它在设计时避免了过去的 4000B 系列 CMOS 集

成电路等存在的易阻塞性等缺点，其它性能也有一定的改进。最初是由美国 National 公司和美国 Motorola 公司推出，其它集成电路厂家也相继生产出相应产品，因此品种比较丰富。另外，该类集成电路产品引脚与 TTL 类集成电路引脚兼容。

3. ECL 型集成电路 集成电路是以双极型晶体管为开关元件，但它不像 TTL 型集成电路中的晶体管工作在饱和和开关状态，而是工作在非饱和开关状态，采用发射极耦合形式，因此称为“发射极耦合逻辑”即为 ECL (Emitter-Coupled-Logic)。因为这类集成电路的晶体管工作在非饱和区，因此其开关速度非常快，但其功耗也很大。

(1) ECL 10K 系列 该系列是由美国 Motorola 公司首先推出，是 ECL 中的主要系列，也称作 10000 系列。该系列集成电路比 74S-TTL 系列的速度快，功耗也较大，在高速计算机中应用较多。

(2) ECL 100K 系列 该系列是由美国 FSC 公司首先推出，也称做 100000 系列。速度比 ECL 10K 系列高出一个数量级。但该类集成电路品种较少、应用不多。

另外，还有像高阈值 HTL 集成电路等在此就不详细说明了。

表 1-2 给出了各种不同系列数字集成电路适用的频率范围，供选择器件时参考。

表 1-2 各系列集成电路适用频率范围

系列名称	适用工作频率范围	系列名称	适用工作频率范围
CMOS	100kHz 以下	STTL	80MHz 以下
LS-TTL	30MHz 以下	AS-TTL	100MHz 以下
HCMOS			
ALS-TTL	50MHz 以下	ECL	100MHz~1000MHz

在应用数字集成电路设计应用电路时，还应注意，不同型号、类型的数字集成电路的使用温度范围。因为集成电路的基础材料半导体，大致的极限范围是 $-100\sim+200^{\circ}\text{C}$ 。在半导体集成电路中，CMOS 集成电路的实用温度范围一般都比较宽，大致在 $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ 温度范围内都可以正常工作；TTL 集成电路的实用温度范围一般比较窄，通用型在 $0\sim70^{\circ}\text{C}$ 范围内工作。以上的温度范围，在设计电路时，不能长时期工作在其温度界限，否则对集成电路的使用寿命和电路的可靠性不利。

同时，在应用数字电路进行电路设计时，也应注意各种不同的数字集成电路的扇出能力。所谓扇出能力是指数字集成电路可以驱动同类型器件输入端数目的多少，是评价其输出驱动能力的指标。通过驱动器可以使电路的驱动能力大大增加。

(二) 专用数字集成电路

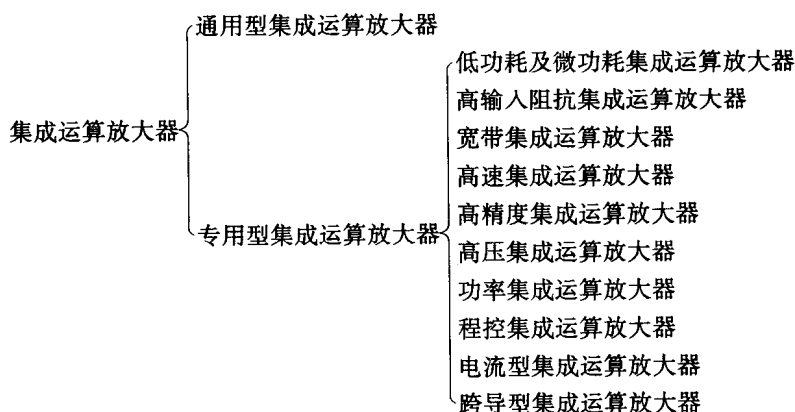
专用数字集成电路是指一类，除通用数字集成电路和微处理器及其接口器件以外，专门为某些特定的用途及特殊的功能而设计生产的大规模集成数字电路。如电子琴专用数字集成电路、美国 SGS 公司的 M208，就是采用 N 沟道 MOS 工艺制成的专用电子琴用数字集成电路，该集成电路只需外加晶体振荡器，就可以产生标准的音频频率输出，该器件是功能非常丰富的电子琴专用集成电路。此类电路从满足不同的设计需求角度，有很多不同的实用产品，这些器件一般在构成电路时都是以它为核心组成应用系统，或以该器件自己一个芯片自成一个子系统独立工作。由于各个器件在功能上千差万别，没有什么统一的系列或规律可循。只能根据具体的集成电路及在具体的电路中的出现，具体问题具体分析。

二、模拟集成电路

模拟集成电路是指处理、传输、变换在时间上和数值上都是连续信号的一类集成电路。模拟集成电路是 20 世纪 60 年代中期发展起来的一类新型电路。随着集成电路工艺水平和电路设计技术的不断提高,模拟集成电路的新产品不断增多,实现的功能范围迅速扩大。目前已广泛用于通信、广播、测量、计算机及自动控制等电子技术领域。

模拟集成电路虽然也有很多不同的种类,完成不同的功能,但总体上没有达到数字集成电路那样的规模和系列。同时在通用性和可替换性方面也略差于数字集成电路。模拟集成电路更倾向于向专用化方向发展。

按照使用功能可将模拟集成电路分成:集成运算放大器、集成比较器、集成功率放大器、集成稳压电源、集成模拟多路开关、集成隔离放大器、集成电源及电源变换电路、集成调制解调电路、集成有源滤波器、集成波形信号产生电路、集成采样保持器等。其中从应用角度,用量最大、应用最广的当属集成运算放大器。各大半导体器件厂家都有自己相应的系列型号供用户选择。模拟集成电路在选用时,不仅要注意选择器件的功能、管脚,同时也要注意其各有关器件参数指标。可以完成相同功能的两个型号器件,在某些性能参数指标方面可能相差很大。以集成运算放大器来看,集成运算放大器从产品性能指标方面可以分成以下很多不同的类型,对于性能指标重点的倾向不同,可以选择不同类型的集成运算放大器。但不管如何分类,各种类型的集成运算放大器完成的基本功能是相同的。



附表 C 给出了常用的集成运算放大器国外国内型号对照及相应说明。

第三节 集成电路图

由集成电路及其相应元器件构成的完成某一电气功能的电路图称为集成电路图。集成电路图可以有多种描述形式,不同的描述形式是从不同的角度对集成电路的描述,各种描述形式之间具有一定的内在关系。其中以集成电路功能框图、集成电路原理图、集成电路电路板图采用较多。

一、集成电路功能框图

集成电路功能框图是描述整个集成电路应用系统或某一功能部分的基本构成的图。该图中各组成部分及基本环节是用方框的形式表示,方框内一般采用文字或符号的形式加以说明,说明该方框可以完成的基本功能。各部分及各环节的方框用带有方向箭头的连线连接起

来, 以表示信号传输及作用关系。

集成电路功能框图可以大致说明应用系统的工作情况、信号流程、基本工作原理。简单的应用系统用一个框图即可说明整个系统的情况, 复杂些的应用系统可能需要几个框图才能描述清楚系统的工作, 其中有一个系统总的框图, 其它再有几个简单的子系统的框图, 各子系统按信号的不同作用关系结合在一起构成整个系统, 一般总的框图比较笼统, 子系统的框图比较详细。图 1-1 为 VCD 播放机总的构成逻辑框图。

图 1-1 中, CD 部分及 VCD 解码部分都可以认为是整个 VCD 机的一个子系统, 都有自己独立的逻辑框图, 可对各部分的构成及信号作用关系做进一步详细的描述。

二、集成电路原理图

集成电路原理图是一种将集成电路及有关元器件按照接线连接顺序组合在一起,

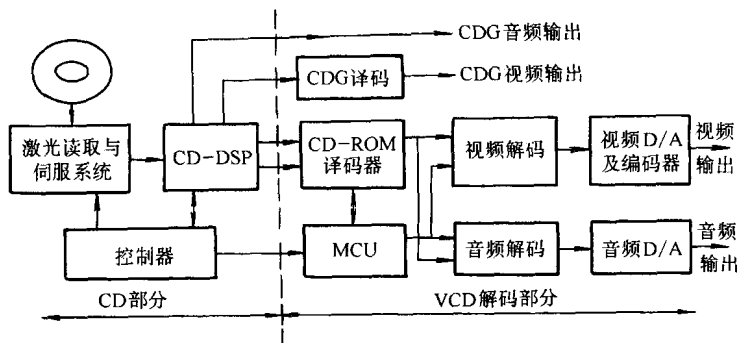


图 1-1 VCD 播放机逻辑框图

每个集成电路应标注清楚其型号系列, 电阻电容等其它元器件应标注清楚其规格及参数, 通过该连接图可以大致了解该电路的工作原理。

集成电路原理图比框图能更多地、更详细地说明应用系统的工作情况、信号之间如何相互作用及电路的基本工作原理。简单的应用系统用一个集成电路原理图就可以将整个应用系统的全部电路连接情况反映清楚, 复杂些的应用系统可能需要几个原理图才能比较清楚地反映出应用系统的全部情况。此时几个原理图一般可能与各部分对应的框图配合, 一个子系统框图对应一个原理图; 或者按照功能将整个应用系统分成几个主要部分, 每一部分单独用一个集成电路原理图来描述。

集成电路原理图是设计制作电子应用系统最基础的图样资料, 通过该图读者可以比较全面、准确地了解电路中信号如何变换、处理、传输等工作过程。为了达到以上目的, 要求读者必须对集成电路原理图中的各集成电路的基本功能、引脚特性、主要应用特性、应用主要注意事项等方面有较详尽的了解, 这是读解该类图样的基础, 没有此基础不可能理解电路如何工作。图 1-2 是一个 8031 单片机的程序存储器扩展电路原理图。图中 8031 是美国 Intel 公司生产的 MCS-51 系列单片微机中的 1 个型号, 那么在读图前如果对该集成电路芯片不了解就很难说清楚电路的工作。通过学习 8031 的原理后, 我们知道 8031 的 P2 端口的 P2.6~P2.0 可以输出高 7 位地址信息; 8031 的 P0 口是一个 8 位数据总线和低 8 位地址总线的复用端口, 这就需要在 8031 外部接 1 个 74LS373 锁存器来锁存低 8 位地址信息, 这样构造出来 15 位地址信息连接到 EPROM 27256 程序存储器的地址端 A14~A0, 另外何时锁存低 8 位地址的信息是由 8031 单片机的 ALE 管脚信号来控制 74LS373。这样 8031 在给出 15 位地址信息后, 在 $\overline{\text{PSEN}}$ 信号有效时, 就可以将 EPROM 27256 中的程序通过 8031 的 P0 中读入 8031。由此可见, 要想全面准确地理解各种集成电路原理图, 就要求读者应尽量多地掌握一些常见的集成电路基本资料, 这样才能快速、准确地识读其电路原理。在本书第四章, 将详

细介绍 MCS-51 系列单片机的原理及应用。

三、集成电路电路板图

集成电路的电路板图也就是印制电路板图，是一张通过板上的连线将各集成电路及相应元器件连接到一起的图，该图比较实际地反映了各器件在电路板上实际安装位置及相互之间信号实际的作用关系。其集成电路部分一般是按其封装形式，给出一系列标准的焊盘，电路板上的连线是采用铜箔条进行实际的布线，其连线是实际真实的连线。

由集成电路原理图可以非常方便地分析其电路的工作原理，但由原理图看不到各元器件在电路中的位置，及实际连线情况。印制电路板图就能够非常方便地标识出各元器件的准确位置，这对安装及维修人员来说是非常重要的。有了它，安装及维修人员可以快速地将安装元器件插入、焊实及将损坏的元器件找到并换掉。

由此可见，集成电路功能框图、集成电路原理图及集成电路电路板图各自都有自己不同的特点，各种电路图都对理解电路的工作原理起到非常重要的作用，都从不同角度加深读者对电路的了解，而且各电路图一般在对电路的描述方面是互补的。框图是从总体上信号的流程方面描述系统，原理图是从具体的电路构成及器件的具体连接关系方面描述系统、电路板图是从具体电路中各元器件在电路板的实际位置及器件之间如何连线方面描述系统。往往采用一种电路图对实际系统进行描述时总是显得对实际系统的分析及说明得不够全面，几种图形交互使用后，可以使得读者对电路的理解更透彻。

四、集成电路图的画法

集成电路图画法经历了由手工描绘到计算机辅助设计的新技术革命，给集成电路图的绘制带来了极大的方便。

早在 20 世纪 60~70 年代，人们就开始逐步用计算机来设计电路，在电子的设计中诞生了计算机辅助设计（Computer Aided Design），即电子电路的 CAD 概念。

初期的电子 CAD 系统功能比较简单，自动化、智能化程度都很低。随后，经过几十年的发展，功能大幅度上升。除了纯粹的图形绘制功能外，还把电路的功能设计和结构设计通过电气连接网络表结合在一起，实现了功能设计，设计时不但可设计集成电路原理图，还可以进行逻辑模拟、电路分析、自动布线绘制集成电路板图，甚至还可以进行物理特性的分析。

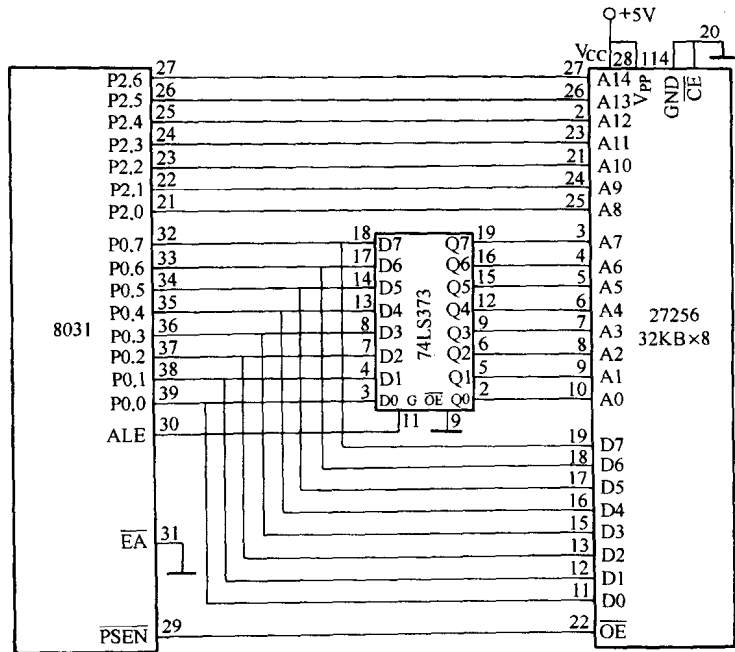


图 1-2 Intel 公司 8031 单片机程序存储器扩展电路原理图

最近几年,随着 CAD 技术的日渐成熟,同时随着计算机性能的提高,尤其是计算机存储容量的增大,计算机运算速度的提高,以及完善的操作系统的支持。诞生了电子设计自动化的概念即 EDA (Electronic Design Automation),实现了整个设计过程的设计自动化。

EDA 设计软件的供应商都在不断地完善自己的功能,竞争十分激烈,但就目前国内推广应用最好的应属美国 Protel 公司的 Protel for Windows 软件。该软件是世界上第一个运行于视窗界面的 Windows 平台上的 EDA 软件。Protel 公司推出的 Protel 电气原理图设计软件 (Advanced Schematic) 和印制电路板电路设计软件 (Advanced PCB) 都是 Windows 上的标准应用程序,只要熟悉 Windows,安装 Protel 软件就基本可以直接采用 Protel 绘图。因为 Protel 的文件调入、存储、打印等操作就是 Windows 的标准操作,其它的大部分功能如编辑、选择、移动、剪切、粘帖、视窗跟随等与其它的应用程序大同小异。

采用 Protel 软件设计电路图时,设计方案中的每个文件,如印制电路板 (PCB)、电路原理图、Word、Excel,都储存在一个设计数据库中。使用直观的设计管理器,可以方便地创建、编辑、组织和浏览以上的设计文件,而在这些过程中都不需要离开 Protel 的运行环境,使设计过程显得非常轻松。

利用 Protel 软件设计电路图时,一般需首先编辑一个文件,然后就可以到相应的数据库中查出相应的元器件,确定出所需要的元器件后,还要注意一下各器件之间是否留有一定的空间以备画连线时走线,另外也要注意电源线及地线是否足够粗,布线的线间电容是否足够小。Protel 的电路原理图中的符号库及印制电路板 (PCB) 中的封装库都储存在综合的数据库中。原理图符号库是在 \ProgramFiles\Design Explorer99\Library\Sch 文件夹中。印制电路板 (PCB) 封装库是在 \ProgramFiles\Design Explorer99\Library\Pcb 文件夹中。在设计原理图及 PCB 图时,是通过添加元件库到当前库列表的方法将所需要的图形符号及封装确定下来,再进一步连线。另外,应用 Protel99 可以实现电路原理图和印制电路板图同步设计。

可见,采用诸如 Protel 等软件,来设计集成电路的集成电路原理图及集成电路印制电路板图将十分快捷、方便、灵活、可靠。

第四节 集成电路图中常用符号

集成电路图是由很多元器件采用不同的图形符号及文字符号通过一定的组合形式连接在一起的。对图形符号和文字符号掌握的多少及熟悉程度将直接影响对集成电路图的识读深度及速度。

一、图形符号

集成电路在提高国民经济发展水平上起着重要的作用,在各行各业中应用非常普及,发展也十分迅速,在相应的与集成电路有关的图形符号方面也是一直处在发展状态中。集成电路的图形符号是以图形的形式对集成电路各方面的信息尽量详细、准确地描述。

在图形符号方面,由于我们可能接触到,以前的旧图样及资料、国外的一些公司提供的图样资料,以及目前正在采用的按新的国家标准绘制的图样资料。这些不同时期,不同来源的图样资料,实现同一功能的集成电路的基本符号可能是完全不同的,这也会给我们的识图过程带来一定的难度,就以数字集成电路的基本门电路来看,图 1-3 给出不同时期的逻辑

辑运算符号,第(1)行为按现在国家标准给出的图形符号;第(2)行为过去一直沿用的旧的图形符号;第(3)行为部分国外资料中常用的图形符号。

由图可见,从识图角度,我们就应该对各种图形符号都要认识,这样才能读懂不同时期、不同来源的图样。在绘制电路图时,一定要以我们国家新颁布的国家标准来制图。

在电气图形符号的国际通用性方面,国际电工委员会(IEC)发布了一系列标准,如 IEC617 标准 IEC1082、IEC848、IEC1175、IEC750 等,在二进制逻辑单元、模拟元件等方面不断修订、制定新的标准以适应技术的发展。

我国国内为了与国际接轨,在电气图样元件描述及画法等各方面与国际电工委员会所订标准力求一致,也先后制订、修改了一系列国家标准。其中最新由国家质量监督检验检疫总局审批发布的与电路图样有关的标准有:

GB4728.1—1985 电气简图用图形符号 总则

GB4728.2—1998 电气简图用图形符号 第2部分:符号要素、限定符号和其它常用符号

GB4728.3—1998 电气简图用图形符号 第3部分:导线和连接器件

GB4728.4—1999 电气简图用图形符号 第4部分:基本无源元件

GB4728.5—2000 电气简图用图形符号 第5部分:半导体管和电子管

GB6988.6—2000 第6部分:电能的发生和转换

GB4728.7—2000 电气简图用图形符号 第7部分:开关、控制和保护器件

GB4728.8—2000 电气简图用图形符号 第8部分:测量仪表、灯和信号器件

GB4728.9—1999 电气简图用图形符号 第9部分:电信:交换和外围设备

GB4728.10—1999 电气简图用图形符号 第10部分:电信:传输

GB4728.11—2000 电气简图用图形符号 第11部分:建筑安装平面布置图

GB4728.12—1996 电气简图用图形符号 第12部分:二进制逻辑元件

GB4728.13—1996 电气简图用图形符号 第13部分:模拟元件

GB5489—1985 印制板制图

GB6988.1—1997 电气技术用文件的编制 第1部分:一般要求

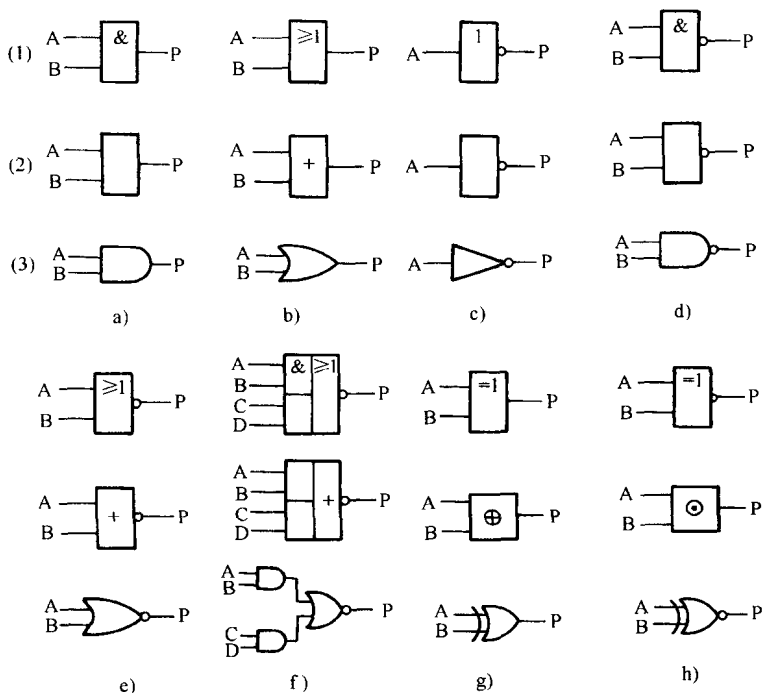


图 1-3 不同时期的门电路图形符号

a) 与门 b) 或门 c) 非门 d) 与非门
e) 或非门 f) 与或非门 g) 异或门 h) 同或门

GB6988.2—1997 电气技术用文件的编制 第2部分：功能性简图

GB6988.3—1997 电气技术用文件的编制 第3部分：接线图和接线表

GB6988.4—2002 电气技术用文件的编制 第4部分：位置文件与安装文件

GB6988.6—1993 控制系统功能表的绘制

GB7356—1987 电气系统说明书用简图的编制

这些标准主要是参照国际电工委员会相应的国际标准而制订的。国家已要求在国内的所有电气技术文件和图样中必须采用以上国家标准，经过这十年多的推广已取得了显著的效果。它对推动全国电工、电子等相关行业采用标准图形符号绘图奠定了坚实的基础。

国际电工委员会制定的相应国际标准和我国的相关标准是国内外电气技术交流时通用的工程技术语言，也是我们识图时必须掌握的基本符号，这样才能结合我们掌握的有关集成电路及其有关的知识，更深入地了解电路的工作原理及运行机制。

有关电路图形符号的国家标准内容很多，涉及的面也十分广泛。在此介绍一下其中的GB4728.12—1996《电气简图用图形符号 第12部分：二进制逻辑元件》所规定的一些常用图形符号。该标准与国际电工委员会所发布的IEC617-12（1991）标准一致。以下分几个问题进行说明。

（一）二进制逻辑单元图形符号结构

二进制逻辑单元图形符号由一个框或几个框的组合和一个或多个限定符号所组成。

其中框共有三种结构如图1-4所示。

1. 元件框 它是基本框，如图1-4所示。公共控制框及公共输出元件框都是在此基础上扩展出来的。

2. 公共控制框 当电路有一根或多根输入（输出）是电路一个以上元件所共有时，则该电路的图形符号可使用公共控制框来表示。当公共控制框的输入（输出）没有关联标注的标记时，则该输入（输出）为所有元件所共有的输入（输出）；当公共控制框的输入（输出）有关联标注的标记时，则该输入（输出）为单元阵列中具有关联标注标记的输入（输出）所共有。图1-5为公共控制框的图解说明。

3. 公共输出元件框 当某单元具有一个以上输出，只有在这些输出具有相同的内部逻辑状态时，才能采用公共输出元件框进行表示。

以上三种框可以互为相邻或者采用

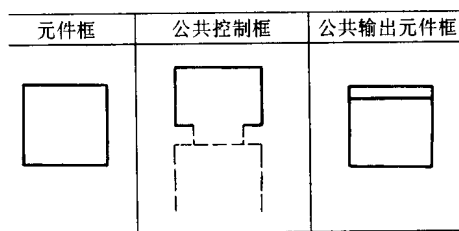


图1-4 三种框符号

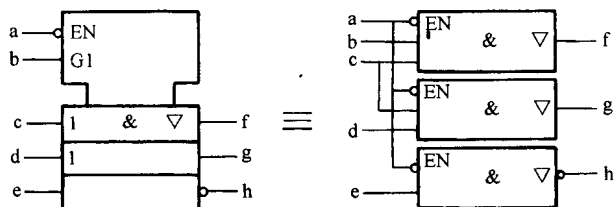


图1-5 公共控制框的说明

镶嵌结构。在有相邻元件或镶嵌元件的符号中，如果元件框之间的公共线是沿着信息流的方向，就表明这些单元之间无逻辑连接；如果元件框之间的公共线是垂直于信息流方向，则表明单元之间至少有一种逻辑连接。元件之间的逻辑连接不管多少，都可以在公共线的一侧或两侧标注定性符号来注明。如果只标注定性符号会引起逻辑连接数目混乱时，还可以使用内部连接符号进一步说明。