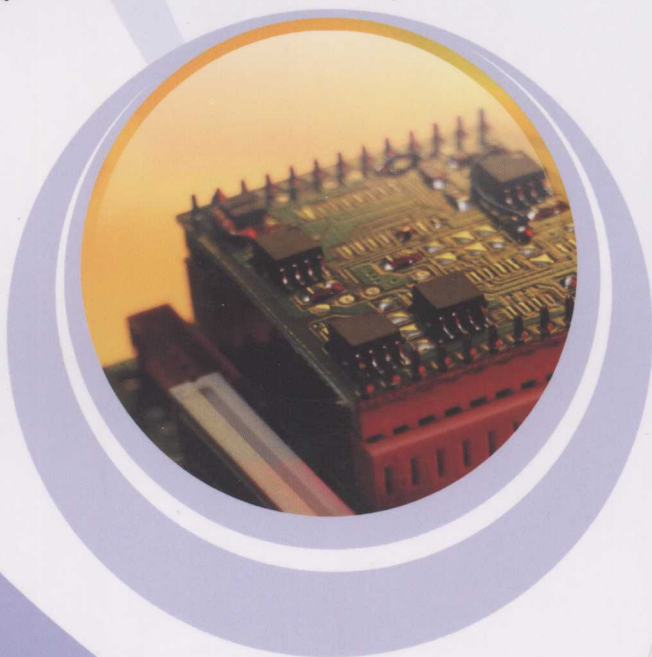


集成电路

应用系统分析

赵志杰 等编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

集成电路

应用系统分析

赵志杰 等编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



内 容 提 要

本书简明系统地介绍了各类常用的集成电路,从集成电路的基本功能、引脚特性等方面说明了集成电路的应用特性及典型应用。简要介绍了单片机原理及微处理器外围接口电路,并介绍了LCD、USB、DSP等常用专用集成电路及典型应用。同时,本书给出了集成电路应用系统的常用分析方法,并以实用的例子,说明如何进行集成电路应用系统分析。在附录里,本书介绍了常用的国内外TTL、CMOS数字集成电路及模拟运算放大器,以及在分析时可能遇到的文字符号缩写。

本书可供计算机、电子与自动化等科技领域的技术人员参考,也可供电子爱好者、电子产品开发设计相关人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

集成电路应用系统分析 / 赵志杰等编著. —北京:中国电力出版社, 2007

ISBN 978-7-5083-5252-7

I. 集… II. 赵… III. 集成电路-系统分析 IV. TN4

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第027268号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007年5月第一版 2007年5月北京第一次印刷

1000毫米×1400毫米 B5开本 20印张 407千字

印数0001—3000册 定价29.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

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子电路系统分析方法,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是十分必要的,为此,我们编写了本书,希望能于其有所帮助。

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、典型应用。通过一些较典型的集成电路应用系统的分析、系统地介绍了含有集成电路的电子电路应用系统分析方法。在集成电路应用系统的分析方面,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,再配合以适当的分析方法。然后,以此为突破口,再结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,使读者知其然,知其所以然。

本书共分8章。第1章介绍集成电路的一般知识;第2章介绍常用模拟集成电路的基本功能及典型应用;第3章介绍常用数字集成电路的基本功能及典型应用;第4章介绍 MCS-51 系列单片机原理;第5章介绍微处理器外围电路;第6章介绍专用芯片及典型应用电路;第7章说明了集成电路应用系统分析的常用方法;第8章举例说明了如何进行集成电路应用系统分析。

本书实例中的部分外国公司的产品,为便于阅读,其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、王立琦、张玉茹、秦相林、孙贺雄、张爽同志。其中,杨龙同志编写第5、6章;王立琦同志编写第8章;张玉茹同志编写第4章;秦相林同志编写第2、3章;孙贺雄同志编写第1章。

由于作者水平和经验的限制,书中错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

作 者

目 录



前言

第1章 集成电路基础知识 1

- 1.1 集成电路概述 1
- 1.2 集成电路的种类及特点 3
- 1.3 集成电路图 6
- 1.4 集成电路图中常用符号 9
- 1.5 国内外集成电路命名方法 15

第2章 常用模拟集成电路..... 26

- 2.1 模拟多路开关..... 26
- 2.2 运算放大器..... 28
- 2.3 电压比较器..... 36
- 2.4 隔离放大器..... 38
- 2.5 电源电路 39
- 2.6 功率及缓冲驱动电路 41
- 2.7 有源滤波器..... 44
- 2.8 波形发生器..... 46
- 2.9 采样保持器..... 47

第3章 常用数字集成电路..... 51

- 3.1 基本门电路..... 51
- 3.2 触发器 60
- 3.3 锁存器 69
- 3.4 寄存器 70
- 3.5 计数器 73
- 3.6 编码器 75
- 3.7 译码器 76
- 3.8 数字多路开关..... 80
- 3.9 多谐振荡器..... 84
- 3.10 比较器 86

第4章 MCS-51 系列单片机工作 原理..... 89

- 4.1 MCS-51 系列单片机概述
..... 89
- 4.2 MCS-51 单片机的硬件结构
和时序 90
- 4.3 MCS-51 单片机的指令
系统 103
- 4.4 MCS-51 单片机的中断
系统 108
- 4.5 定时器/计数器..... 112
- 4.6 串行通信 115

第5章 微处理器外围接口电路 ... 121

- 5.1 存储器电路 121
- 5.2 微处理器监控电路 126
- 5.3 8255A 可编程并行接口
电路 133
- 5.4 8251A 可编程串行接口
电路 138
- 5.5 总线驱动器 145
- 5.6 ADC0809 模/数转换电路
..... 147
- 5.7 DAC0832 数/模转换电路
..... 150

第6章 专用芯片及典型应用电路 154

- 6.1 LCD 模块 154
- 6.2 USB 接口专用芯片 169
- 6.3 通信专用芯片 176

6.4	数字信号处理器	184
第7章	集成电路应用系统分析方法	191
7.1	集成电路应用系统构成 ...	191
7.2	集成电路应用系统基本分析方法	192
7.3	集成电路应用系统分析 ...	197
7.4	简单的集成电路图识图举例	205
第8章	集成电路应用系统分析举例	218
8.1	油田计量间单片机数据采集系统	218
8.2	智能电力变压器故障监测仪	231
8.3	基于 P89LPC931 的感应式多功能电能表	237

8.4	基于 CAN 总线的通用多点温度控制系统	255
8.5	基于数字信号处理器的变压器保护装置相关电路 ...	272
附录		282
附录 A	常用 TTL 集成电路型号索引	282
附录 B	常用 CMOS 集成电路型号索引	293
附录 C	常用集成运算放大器型号索引	295
附录 D	常用英文缩写的中英文对照	299
附录 E	集成电路的几种常见的封装形式	311
参考文献		312

第1章 集成电路基础知识

1.1 集成电路概述

微电子技术已广泛应用于航天航空、船舶、机车、日常生活等诸多领域，广泛应用于计算机、电子仪器仪表、通信设备、自动测量装置等电子设备中，也广泛应用于音视频设备、洗衣机、电冰箱、数码相机等家用电器中，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与迅速的发展，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，体积更小、质量更小、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年代初诞生以来，集成电路经过几十年的发展，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，世界著名的集成电路制造商美国英特尔公司生产的芯片集成度几十年来发展情况见表1-1。

表1-1

历年集成电路集成度统计表

年份	英特尔芯片每片所含晶体管数目
1972	3500
1974	6000
1978	29000
1982	134000
1985	275000
1989	1200000
1993	3100000

续表

年份	英特尔芯片每片所含晶体管数目
1995	5500000
1997	7500000
1999	24000000
2000	42000000
2002	55000000

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。而且这仅仅是从集成度方面来看,如果再考虑信号处理、运算速度的同时提高,则集成电路总体性能的提高几乎可以达到 4 倍。

经过几十年的发展,集成电路几次更新换代,已经形成了多种系列产品并存发展的局面,而且,从应用特性角度来看,已在向专业化方面发展。

集成电路发展速度非常快,仅以数字通用集成电路来说,自 20 世纪 60 年代初期 DTL、TTL 集成电路实用化并大批量生产以来,尤其是 TTL 的 74/75 系列集成电路的出现,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,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又有了极大的提高。在器件的超高速方面,20 世纪 70 年代美国的摩托罗拉公司首先推出了 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 ECL-10K 系列提高了一个数量级。超高速 ECL 系列在 20 世纪 80 年代得到了广泛地实际应用。

在针对 TTL 系列集成电路的改进方面,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,本书仅以常用的一些集成电路为切入点,介绍其功能、引脚、典型应用,进而讲述如何对以集成电路为核心构成的应用系统进行分析,来明

确各类应用电路的基本功能、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,以提供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的基础信息。



1.2 集成电路的种类及特点

集成电路型号归纳起来大体有如下几种常见分类方法。

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器件,而芯片面积只有几十 mm^2 。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,集成电路可以分成模拟集成电路和数字集成电路和其他功能集成电路。

本书的以后章节是从功能角度,将集成电路按不同的使用功能,分别进行介绍。在以后章节集成电路芯片的介绍时,应用例子中完成该功能的器件可以有很多不同的型号,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。

1.2.1 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以下两大类(至于微处理器及微处理器接口芯片等集成电路作为独立的内容另外叙述)。

一、通用数字集成电路

通用数字集成电路在功能上,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。

通用数字集成电路市场需求量巨大,全球各大集成电路生产厂商提供了很多功能不同、性能指标不同、结构不同的通用数字集成电路系列产品及型号供用户选择,在此仅以导电类型的不同作简略介绍。

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器件,也称做双极型集成电路。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，其他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。

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，品种和生产厂商都非常多，各厂商都大批量进行生产，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。

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 作为开关器件，也称做单极型集成电路。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 集成电路在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 该系列也称做 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，其他性能也有一定的改进。最初是由美国国家半导体公司和美国 Motorola 公司推出，其他集成电路厂商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器件，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,也称做 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,还有高阈值 HTL 集成电路等。

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 $-40 \sim +85^{\circ}\text{C}$ 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 $0 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 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的,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。例如,美国 SGS 公司的 M208 电子琴专用数字集成电路,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。由于专用数字集成电路在功能上千差万别,没有什么统一的系列或规律可循,只能根据各个集成电路及在不同的电路中的出现,具体问题具体分析。

1.2.2 模拟集成电路

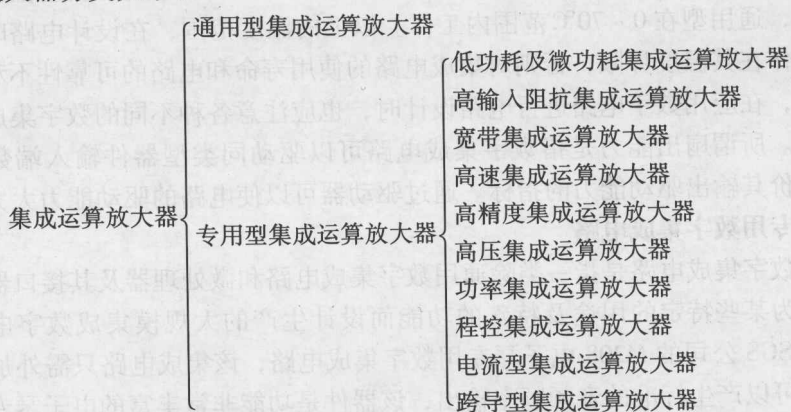
模拟集成电路是指处理、传输、变换在时间上和数值上都是连续信号的一类集成电路。模拟集成电路是 20 世纪 60 年代中期发展起来的一类集成电路。随着集成电路工艺水平和电路设计技术的不断提高,模拟集成电路的新产品不断增多,实现的功能范围迅速扩大,目前已广泛用于通信、广播、测量、计算机及自动控制等领域。

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。各大半导体器件厂商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、引脚，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。

以集成运算放大器为例。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，对于性能指标着重点的倾向不同，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。集成运算放大器分类如下：



附录 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。

1.3 集成电路图

由集成电路及其相应元器件构成的完成一定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不同描述，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。

1.3.1 集成电路功能框图

集成电路功能框图是集成电路应用系统笼统的描述图。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一个系统总的框图和几个框图才能描述清楚系统的工作，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 为微处理器应用系统扩展基本逻辑框图。

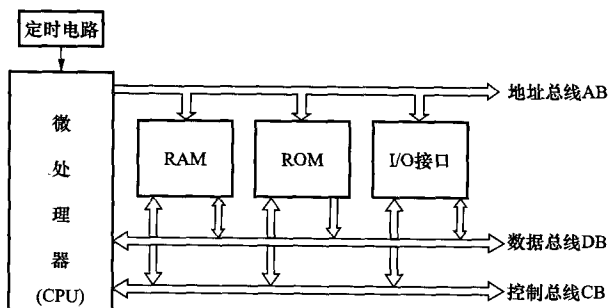


图 1-1 微处理器应用系统扩展基本逻辑框图

1.3.2 集成电路原理图

集成电路原理图是将集成电路及有关元器件按照连接顺序组合在一起，每个集成电路应标注清楚其型号系列，电阻电容等其他元器件应标注清楚其规格及参数，通过该原理图可以大致了解该电路的工作原理。集成电路原理图能够比框图更多地、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。

集成电路原理图是分析、设计电子应用系统时最为基础的图样资料，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。这样才能更好地理解电路工作情况等信息。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 系列单片机中的一个型号，如果在分析前对该集成电路芯片不了解，那么就很难说清楚电路的工作。通过学习 8031 的原理后，可以知道 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 外部接一个 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 27256 EPROM 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 引脚信号来控制 74LS373，当 8031 给出 15 位地址信息后，在片选信号有效时，就可以将 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、准确地分析电路原理。在本

书第4章,将详细介绍 MCS-51 系列单片机的原理及应用。

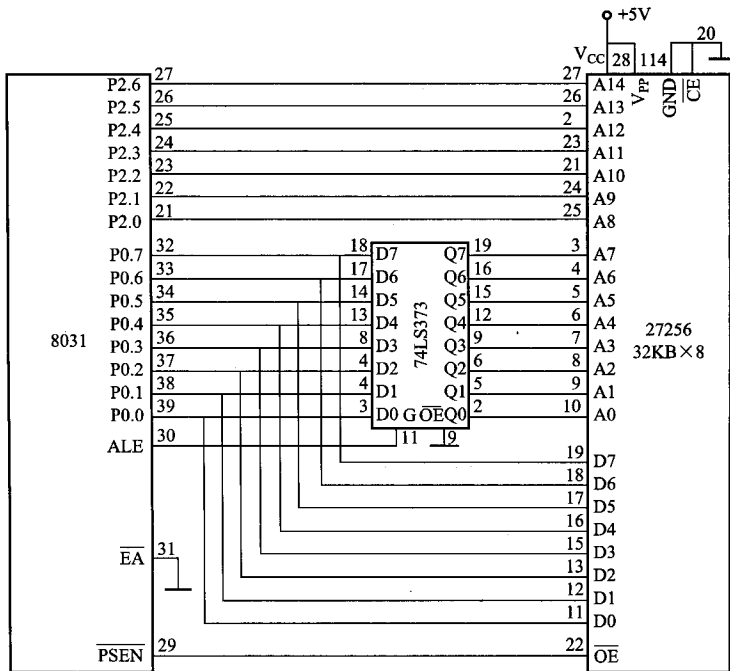


图 1-2 Intel 公司 8031 单片机程序存储器扩展电路原理图

1.3.3 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。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。

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。

1.3.4 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。

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)。

EDA设计软件的供应商都在不断地完善自己产品的功能,竞争激烈。目前在国内外推广应用最好的应属美国Protel公司的应用辅助设计软件。该软件是世界上第一个运行于视窗界面平台上的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,其他的大部分功能如编辑、选择、移动、剪切、粘贴、视窗跟随等与其他的应用程序相近。

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,使设计过程简单方便。



1.4 集成电路图中常用符号

集成电路图一般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分析理解的深度及速度。

1.4.1 图形符号

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、准确描述。由于集成电路发展十分迅速，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。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，以及正在采用的目前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图形符号可能是完全不同的，这也会给分析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 给出了不同时期的逻辑运算符号：第 1 行是按现在国家标准给出的图形符号，第 2 行是过去一直沿用的旧的图形符号，第 3 行是部分国外资料中常用的图形符号。

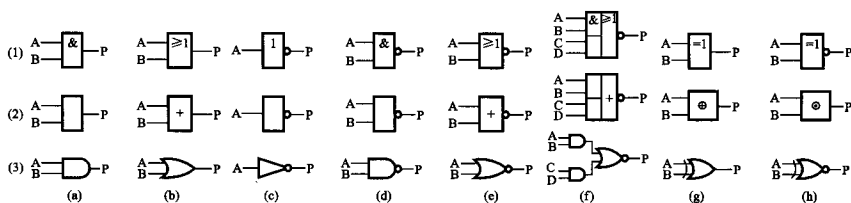


图 1-3 不同时期的门电路图形符号

(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

由图 1-3 可见，在分析时应该对各种图形符号都要有所了解，这样才能读懂不同时期、不同来源的图样。但在绘制电路图时，一定要以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、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。

为了与国际接轨，我国在电气图样元件描述及画法等方面也先后制订、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：

GB/T 4728.1—1985 电气图用图形符号 总则

GB/T 4728.2—1998 电气简图用图形符号 第 2 部分：符号要素、限定符号和其他常用符号

GB/T 4728.3—1998 电气简图用图形符号 第 3 部分：导线和连接器件

GB/T 4728.4—1999 电气图用图形符号 第 4 部分：基本无源元件

GB/T 4728.5—2000 电气简图用图形符号 第 5 部分：半导体管和电子管

GB/T 4728.6—2000 第 6 部分：电能的发生和转换

GB/T 4728.7—2000 电气简图用图形符号 第7部分:开关、控制和保护器件

GB/T 4728.8—2000 电气简图用图形符号 第8部分:测量仪表、灯和信号器件

GB/T 4728.9—1999 电气简图用图形符号 第9部分:电信:交换和外围设备

GB/T 4728.10—1999 电气简图用图形符号 第10部分:电信:传输

GB/T 4728.11—2000 电气简图用图形符号 第11部分:建筑安装平面布置图

GB/T 4728.12—1996 电气简图用图形符号 第12部分:二进制逻辑元件

GB/T 4728.13—1996 电气简图用图形符号 第13部分:模拟元件

GB/T 5489—1985 印制板制图

GB/T 6988.1—1997 电气技术用文件的编制 第1部分:一般要求

GB/T 6988.2—1997 电气技术用文件的编制 第2部分:功能性简图

GB/T 6988.3—1997 电气技术用文件的编制 第3部分:接线图和接线表

GB/T 6988.4—2002 电气技术用文件的编制 第4部分:位置文件与安装文件

GB/T 6988.6—1993 控制系统功能表的绘制

GB/T 7356—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。

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,也是在分析电路时必须掌握的基本符号,这样才能结合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 GB/T 4728.12—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。以下分几个问题简略说明。

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的组成。其中,框共有三种结构,如图1-4所示。

1. 元件框

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。