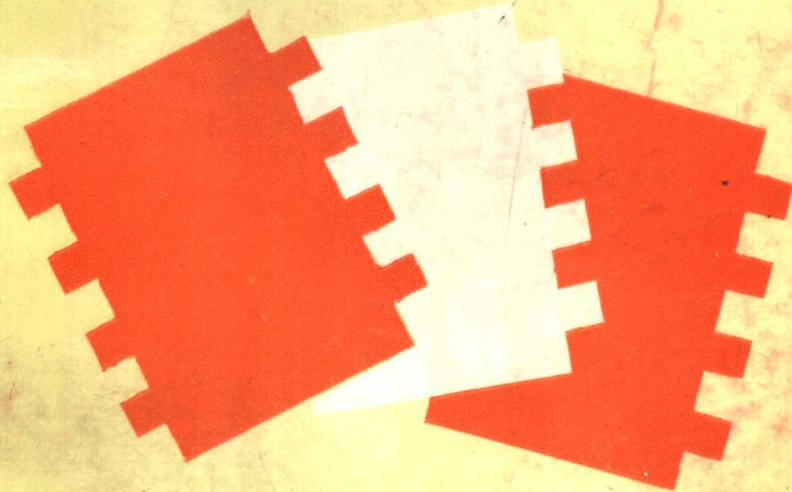




中等专业学校
工科电子类 规划教材

常用集成芯片使用



汤继华 主编

北京理工大学出版社

393 —

常用集成芯片使用

汤继华 张德顺 顾国强 编

北京理工大学出版社

(京)新登字 149 号

内 容 简 介

本书主要内容有:微机中通用集成芯片的种类及应用,常用的存储器,微处理器,微机接口芯片,可编程逻辑器件,微机中常用的模拟电路。书中汇集了大量典型芯片产品,并给出了各种参数。内容系统、简明、易懂、实用,是一本较理想的微机芯片使用教材兼工具书。书末并附有四个附录,供读者参考。

本书也可作为中等专业学校其它专业、职业学校相应专业的教材使用,也可供从事电子技术及计算机应用的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

常用集成芯片使用/汤继华主编. —北京:北京理工大学出版社, 1995

ISBN 7-81013-989-4

I. 常… II. 汤… III. 芯片-微型计算机-高等学校-教材
IV. TP361.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 03036 号

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路 7 号)

(邮政编码 100081)

各地新华书店经售

北京地质印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 12.625 印张 323 千字

1995 年 5 月第一版 1995 年 5 月第一次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 13.00 元

* 图书印装有误,可随时与我社退换 *

出 版 说 明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定，我公司承担了全国高等学校、中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力，有关出版社的紧密配合，从1978年至1990年，已编审、出版了三轮教材，正在陆续供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材更好地适应“三个面向”的需要，贯彻国家教委《高等教育“八五”期间教材建设规划纲要》的精神，调动广大教师编写教材，依靠学校管理部门和有关出版社，“全面提高教材质量水平为中心，保证重点教材，保持教材相对稳定，适当扩大教材品种，逐步完善教材配套”作为“八五”期间工科电子类专业教材建设工作的指导思想。我公司所属的八个高等学校教材编审委员会和四个中等专业学校专业教学指导委员会，在总结前三轮教材工作的基础上，结合教育形势的发展和教学改革的需要，制订了1991~1995年的“八五”（第四轮）教材编审出版规划。列入规划的教材，以主要专业的主干课程教材及其辅助教材为主，并配置一些教学参考书等约300余种选题。这批教材的评选推荐和编写工作由各编委或教学指导委员会直接组织进行。

这批教材的书稿，其一是通过教学实践，师生反应较好的讲义中经院校推荐，由编审委员会（小组）评选择优产生出来的；其二是在认真遴选主编人的条件下进行约编的；其三是经过质量调查在前几轮组织编写出版的教材中修编的。广大编审者、各编审委员会、教学指导委员会和有关出版社为保证教材的出版和提高教材的质量，作出了不懈的努力。

限于水平和经验，这批教材的编审、出版工作还会有缺点和不足之处，希望使用教材的单位，广大教师和同学积极提出批评建议，共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

中国电子工业总公司教材办公室

前 言

本教材系按电子工业部的工科电子类专业教材 1991 至 1995 年编审出版规划,由中专计算机专业教学指导委员会征稿并推荐出版。责任编委徐仁贵。

本教材由山东省电子工业学校汤继华主编,常州无线电工业学校凌林海高级讲师主审。

本课程的参考学时数为 60 学时,其主要内容为微型计算机中常用数字集成电路和模拟集成电路的性能特点、逻辑框图及工作原理、外部特性及其参数和在微机中的使用方法、应用实例等。并对可编程逻辑器件进行了简单介绍。全书共七章,第一章综合介绍了通用系列数字集成电路的种类、特点及使用须知;第二章介绍了通用数字集成电路的应用;第三、四、五章分别介绍了常用存储器、微处理器及其接口芯片;第六章介绍了近几年开始广泛应用的可编程逻辑器件;第七章介绍了常用的模拟集成电路。就数字和模拟两大部分来说,本书是以数字电路为主;就每部分来说,则以芯片的外部特性和使用为主。为了减少在使用芯片时查找各种手册的麻烦,书中给出了常用芯片的各种参数,这就为学生今后的实际工作提供了便利。

本教材编写的目的主要是为中专计算机及应用专业的学生提供一本较系统的常用集成电路教材兼工具书,同时,也可作为其它专业学生及工程技术人员的参考书和芯片手册。为此,编写时力求内容系统、简明、易懂、实用、便于教学和自学。并尽量多地提供芯片应用的典型实例,突出了使用中的注意事项和芯片的选择原则。

本教材由汤继华编写第一、三、四、五章,山东电子工业学

校张德顺编写第二章，常州无线电工业学校顾国强编写第六、七章，由汤继华统编全稿。参加审阅工作的还有林东、夏文海等同志。他们都为本书提出了许多宝贵意见，在这里表示诚挚的感谢。由于编者水平有限，书中难免还存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1994年7月

目 录

绪 论	(1)
第一章 数字集成电路的种类及使用须知	(3)
第一节 标准数字集成电路的种类及特点	(3)
第二节 各类数字集成电路性能比较	(6)
第三节 使用数字集成电路的注意事项	(10)
第二章 通用数字 IC 应用	(16)
第一节 门电路和缓冲器	(16)
第二节 触发器和锁存器	(22)
第三节 寄存器	(27)
第四节 计数器	(31)
第五节 译码器和编码器	(38)
第六节 数字选择多路转换器	(48)
第七节 总线接收/发送器	(50)
第三章 半导体存储器	(55)
第一节 概述	(55)
第二节 只读存储器 ROM	(58)
第三节 读/写存储器 RAM	(77)
第四章 几种常用微处理器	(106)
第一节 概述	(106)
第二节 八位微处理器 Z80	(107)
第三节 Intel 8086 和 8088	(114)
第四节 Intel 80286	(137)
第五节 Intel 80386	(154)
第六节 单片微型计算机	(170)
第五章 接口电路	(191)
第一节 概述	(191)

第二节	可编程并行接口 8255A	(192)
第三节	可编程串行接口 8251A	(206)
第四节	中断控制器 8259A	(218)
第五节	DMA 控制器 8237A/8237A-4/8237A-5	(232)
第六节	可编程计数器/定时器 8253	(247)
第六章	可编程逻辑电路	(261)
第一节	概述	(261)
第二节	可编程逻辑器件的基本结构	(263)
第三节	PAL 器件	(271)
第四节	GAL 器件	(281)
第七章	微机中的常用模拟电路	(300)
第一节	运算放大器	(300)
第二节	数模 (D/A) 转换器	(316)
第三节	模数 (A/D) 转换器	(326)
第四节	集成稳压器	(339)
第五节	定时器	(349)
附 录		(356)
附录 I	我国集成电路型号命名方法	(356)
附录 II	二进制逻辑单元符号对照表	(357)
附录 III	8086 指令表	(358)
附录 IV	常用模拟 IC 引脚功能及说明	(361)
参考资料		(393)

绪 论

集成电路(简称IC)是发展极为迅速的一种新型的电子器件。它具有体积小、重量轻、功耗低和可靠性高等优点。目前,集成电路被广泛地应用于电子计算机、自动控制、通讯、广播以及日常生活的各个领域,已成为微电子技术的重要部分。

目前,集成电路产品已是类别众多、品种繁复。按一般的方法,集成电路可分为如下几类:

按工艺结构及制作方法的不同,可将集成电路分为半导体集成电路、膜集成电路(薄膜电路、厚膜电路)和混合集成电路三类。但目前实际出现的集成电路中,以半导体集成电路和混合集成电路两类较多。一方面由于有源元件需要用半导体制作,另一方面也由于半导体电路具有体积小、可靠性高、能大批量生产和成本低等优点,而混合集成电路则具有电路设计自由度大、无源元件的数值可以有较大的范围和较高的精度、寄生效应较小等优点。

按一块芯片(或一个封装)中所集成的元件数(或逻辑门)的多少,可将半导体集成电路分为小、中、大和超大规模集成电路。一般而言,元件数在2~100个(10门以下)的称为小规模集成电路(SSI);元件数在100~1000(10—100门以内)的称为中规模集成电路(MSI);元件数在1000个以上的称为大规模集成电路(LSI);元件数在10万个以上的称为超大规模集成电路(VLSI)。

按集成电路所处理的信号的性质或处理方式的不同,可分为数字集成电路和模拟集成电路两大类。数字集成电路是对数字化的信号(一般仅0、1两种)进行逻辑操作。所以又称为逻辑集成电路。模拟集成电路是指对电压、电流等模拟量进行放大与转换

的电路。

按构成集成电路的有源元件的结构来分，集成电路又可分为双极型和单极型两类。双极型电路的有源元件是普通的 NPN 或 PNP 双极晶体管，管内导电的载流子要流经 P 型和 N 型两种极性的材料（故称双极型）；单极型电路的有源元件采用 MOS 晶体管。这种晶体管是单极型的，即场效应晶体管。

本书主要讲述常用数字集成电路和模拟集成电路两大类。数字集成电路中既包括了双极型常用集成电路的各种类型，又包括了 MOS 常用集成电路的各种类型，以及属于大规模和超大规模集成电路的微处理器、可编程逻辑器件、存储器 and I/O 等。模拟集成电路中主要讲述了微型计算机中常用的几种模拟电路。

讲述中，以常用集成电路为例，在介绍基本工作原理和内部逻辑关系的基础上，重点讲解电路的外部特性、电参数、时序关系和在计算机系统中的应用，突出其实用性。

第一章 数字集成电路的种类及使用须知

第一节 标准数字集成电路的种类及特点

数字集成电路的种类繁多，品种丰富，但常用的标准数字集成电路主要有 TTL 型、ECL 型和 CMOS 型三大类。现分别讲述如下：

一、TTL 类型

这类集成电路是以双极型晶体管（即通常所说的晶体管）为开关元件，输入级采用多发射极晶体管形式，开关放大电路也都是由晶体管构成，所以称为“晶体管—晶体管—逻辑”，即“Transistor—Transistor—Logic”，缩写为 TTL。在速度和功耗方面，都处于现代数字集成电路的中等水平。品种丰富、互换性强，一般均以“74”（民用）或“54”（军用）为型号前缀。

1. 74LS 系列（简称 LS，LS TTL 等） 这是现代 TTL 类型的主要应用产品系列，也是逻辑集成电路的重要产品之一。其主要特点是功耗低，品种多，价格便宜。

2. 74S 系列（简称 S，S TTL 等） 这是 TTL 的高速型，也是目前应用较多的产品之一。其特点是速度较高，但功耗比 LS TTL 大得多。

3. 74ALS 系列（简称 ALS，ALS TTL 等） 这是 LS TTL 的先进产品，其速度比 LS TTL 提高了一倍以上，功耗降低了一倍左右。因其特性和 LS 系列近似，所以成为 LS 系列的更新换代产品。

4. 74AS 系列(简称 AS, AS TTL 等) 这是 S TTL (抗饱和 TTL) 的改进型, 速度比 S TTL 提高近一倍, 功耗比 S TTL 降低一倍以上, 与 ALS TTL 系列合起来成为 TTL 类型的新的主要标准产品。

5. 74F 系列(简称 F, F TTL 或 FAST 等) 这是美国 FSC (仙童) 公司开发的相似于 ALS、AS 的高速类 TTL 产品, 性能介于 ALS 和 AS 之间, 已成为 TTL 的主流产品之一。

二、ECL 类型

ECL 也是以双极型晶体管为开关元件, 但不是像 TTL 类型那样作为饱和开关, 而是非饱和的发射极耦合形式的电源开关, 故称之为“发射极耦合逻辑”, 即“Emitter-Coupled-Logic”, 缩写为 ECL。因为晶体管工作在非饱和状态, 开关速度非常高, 所以 ECL 是所有各种逻辑电路中速度最快的一种集成电路。同时这类电路还具有逻辑功能强、扇出能力高、噪声低和引线串扰小等优点, 因此, 广泛应用于高速大型计算机、数字通信系统、高精度测试设备等方面。此类电路的缺点是功耗大, 此外, 由于电源电压和逻辑电平特殊, 使用上难度略高。

通用的 ECL 集成电路系列主要有 ECL10K 系列和 ECL100K 系列等。

1. ECL10K 系列 ECL10K 系列是门电路传输延迟时间为 2ns、功耗为 25mW 的逻辑电路系列, 属于 ECL 中的低速低功耗系列, 是目前应用很广泛的一种 ECL 集成电路系列。

2. ECL100K 系列 ECL100K 系列, 最初由美国 FSC (仙童公司) 生产, 是现代数字集成电路系列中性能最优越的系列, 其最大特点是速度高。同时 ECL100K 系列还具有逻辑功能强、集成度高和功耗低等优点, 因此, 它已广泛应用于大型高速电子计算机和超高速脉码调制器等领域中。

三、CMOS 类型

CMOS 集成电路是互补金属氧化物半导体数字集成电路的简称,这里‘C’表示互补的意思,这是由 P 沟道 MOS 晶体管和 N 沟道 MOS 晶体管组合而成的。CMOS 电路首先由美国无线电公司 (RCA) 实验室研制成功的。由于 CMOS 电路具有微功耗,高噪声容限和宽工作电压范围等许多突出的优点,所以发展速度很快,应用领域不断扩大,现在几乎渗透到所有的有关领域。尤其是随着大规模和超大规模集成电路的工作速度和密度不断提高、过大的功耗已成为设计上的一个难题。这样,具有微功耗特点的 CMOS 电路已成为现代集成电路中重要的一类,并且越来越显示出它的优越性。

CMOS 电路的产品主要有:4000B (包括 4500B)、40H、74HC 系列。

1. 4000B 系列 这是国际上流行的 CMOS 通用标准系列,例如美国无线电公司 (RCA) 的 CD4000B,莫托罗拉 (MOTA) 的 4500B、MC14000 系列,国家半导体 (NS) 公司的 MM74C 000 系列和 CD4000 系列,德克萨斯公司 (TI) 的 TP4000 系列,仙童 (FS) 公司的 F4000 系列,日本东芝公司的 TC4000 系列,日立公司的 HD14000 系列。国内采用 CC4000 标准,这个标准与 CD4000B 系列完全一致,从而使国产 CMOS 电路与国际上的 CMOS 电路兼容。

4000B 系列的主要特点是速度低,功耗最小,并且价格低,品种多。

2. 40H 系列 这是日本东芝公司初创的较高速铝栅 CMOS,以后由夏普公司生产,分别用 TC40H—,LR40H—为型号,我国生产的定为 CC40 系列。40H 系列的速度和 N—TTL 相当,但不及 LS—TTL。此系列品种不太多,其优点是引脚与 TTL 类的同序号产品兼容,功耗、价格比较适中。

3. 74HC—系列(简称 HS 或 H—CMOS 等) 这一系列首先由美国 NS、MOTA 两公司生产,随后,许多厂家相继成为第二产源,品种丰富,且引脚和 TTL 兼容。此系列的突出优点是功耗低,速度高。

国内外 74HC 系列产品各对应品种的功能和引脚排列相同,性能指标相似,一般都可方便地直接互换及混用。国内产品的型号前缀一般用国标代号 CC,即 CC74HC。

第二节 各类数字集成电路性能比较

为了系统的掌握各类数字集成电路的主要性能,便于实际应用时选择合适的器件,现将第一节中介绍的各类数字电路的主要性能和特点进行比较,如表 1—1 所示,并说明如下。

表 1—1 各类数字电路性能对比表

性 能 名 称	单位	LSTTL	ECL	PMOS	NMOS	CMOS
主要特点		高速 低功耗	超高速	低速 廉价	高集成度	微功耗 高抗干扰
电源电压	V	5	-5.2	+20	12.5	3~8
单门平均 延迟时间	ns	9.5	2	1000	100	50
单门静态功耗	mW	2	25	5	0.5	0.01
速度·功耗积 ($S \cdot P$)	pJ	19	50	100	10	0.5
噪声容限	V	0.4	0.145	2	1	电源的 40%
扇出能力		10~20	100	20	10	1000

1. 表 1—1 所列出的各种技术数据 各种技术数据均为一般产品的平均数据,与各公司生产的各品种的集成电路实际情况有可能不完全相同。因而具体选用时,还需查更详细的资料。

2. 由电源电压一项可以看出 TTL 类型的标准工作电压都是+5V, 其他逻辑器件的工作电压一般都有较宽的允许范围。特别是 MOS 器件, 如 CMOS 中的 4000B 系列可以工作在 3~18V; PMOS 一般可工作在 10~24V; HCMOS 系列为 2~6V。

另外, 在使用各种器件组成系统时, 要注意各种相互连接的器件必须使用同一电源电压, 否则, 就可能不满足“0”、“1”(或“L”、“H”)电平的定义范围, 而造成工作异常。

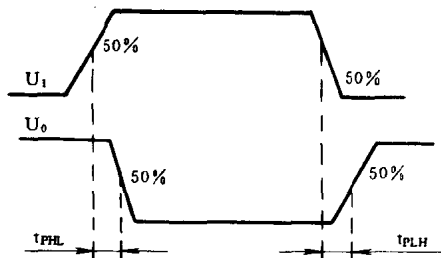


图 1-1 传输延迟时间

3. 单门平均延时, 是指门传输延迟时间的平均值 t_{pd} 它是衡量电路开关速度的一个动态参数, 用以说明一个脉冲信号从输入端经过一个逻辑门, 再从输出端输出要延迟多少时间。电路的输入信号与输出信号之间的时间关系如图 1-1 所示。把输出电压下降边的 50% 对于输入电压上升边的 50% 的时间间隔称为导通延迟时间, 即 t_{PHL} , 把输出电压上升边的 50% 对于输入电压下降边的 50% 的时间间隔称为关闭延迟时间 t_{PLH} , 平均延迟时间 t_{pd} 定义为: $t_{pd} = (t_{PHL} + t_{PLH}) / 2$

如 TTL 与非门, 一般要求 $t_{pd} = 10 \sim 40\text{ns}$ 之间, 通常把 t_{pd} 为 40~160ns 的称为低速集成电路, 15~40ns 的称为中速集成电路, 6ns~15ns 的称为高速集成电路, $t_{pd} \leq 6\text{ns}$ 的称为甚高速集成电路。

由表可见, ECL 的速度最高, 而 PMOS 的速度最低。

4. 单门静态功耗, 是指单门的直流功耗 它是衡量一个电路

质量好坏的重要参数。静态功耗等于工作电源电压及其泄漏电流的乘积，一般说静态功耗越小，电路的质量越好，由表可知 CMOS 电路静态功耗是极微小的，因此对于一个由 CMOS 器件组成的工作系统来说，静态功耗与总功耗相比常可以忽略不计。

5. 速度·功耗积($S \cdot P$)，也叫时延·功耗积 它是衡量逻辑集成电路性能优劣的一个很重要的基本特征参数。不论何种数字集成电路，其平均延迟时间都要受到消耗功率的制约。一定形式的数字逻辑电路，其消耗功率的大小约反比于平均延时，因此，一般用每门(电路)的平均延迟时间 t_{pd} 与功耗 p_d 的乘积来表征数字集成电路的优劣，这个乘积就是速度·功耗 ($S \cdot P$)，即 $S \cdot P = t_{pd} \cdot P_d$ 。式中 $S \cdot P$ 的单位为 pJ (皮焦耳)， t_{pd} 的单位为 ns， p_d 的单位为 mW。通常， $S \cdot P$ 越小，电路性能越好。在选用电路时， $S \cdot P$ 是一个需要考虑的重要参数。但一般不能仅仅依据 $S \cdot P$ 来选择，还必须根据实际情况，同时兼顾速度(或功耗)，抗干扰性能力和价格等因素。

6. 直流噪声容限，又称抗干扰度 它是度量逻辑电路在最坏工作条件下的抗干扰能力的直流电压指标。该电压值常用 V_{NM} 表示或 V_{NL} 及 V_{NH} 表示。它是指逻辑电路输入与输出各自定义“1”电平和“0”电平的差值大小，TTL 类电路只能用 5V 电源，输入“1”电平定义为 $\geq 2V$ ，“0”电平定义为 $\leq 0.8V$ ，输出电平定义是“1”电平 $\geq 2.7V$ ，“0” $\leq 0.4V$ ，所以“1”电平的 $V_{NH} = 2.7V - 2V = 0.7V$ ，“0”电平的 $V_{NL} = 0.8V - 0.4V = 0.4V$ 。对 ECL 类来说，电源多用 $-5.2V$ ， $V_{NH} \approx -1 - (-1.1) = 0.1V$ ， $V_{NL} \approx -1.5V - (-1.6V) = 0.1V$ 。CMOS 及 HCMOS 可以在很宽的范围内工作，输出电平接近电源电压范围，而输入电平范围不论“1”电平还是“0”电平均可达到 $45\% V_{CC}$ ，也就是 $V_{NM} \approx 45\% V_{CC}$ ，最低限度可以达到 $V_{NL} \geq 19\% V_{CC}$ ， $V_{NH} \geq 29\% V_{CC}$ 。 V_{CC} 越高则噪声容限也越大，也即 V_{CC} 高则抗干扰能力强。

7. 扇出能力也就是输出驱动能力 是反映电路带负载能力