

集成电路 及其应用

国产半导体集成电路发展概述

中国无线电器材公司半导体处

编者按：近年来，随着我国电子工业的迅速发展，集成电路发展得更加迅速，新品种不断涌现，质量和数量都有显著提高，随之而来的应用亦在不断深入和扩大。因此，从事电子技术应用的工程技术人员和工人迫切要求了解集成电路原理知识，尤其对如何使用要求更加迫切。为了推动集成电路事业的发展，普及推广集成电路的应用，本刊与中国无线电器材公司半导体处商讨决定，从本期开始，开辟“集成电路及其应用”专栏。

本刊计划今、明两年连续报导较新的、有代表性的、较有前途的集成电路，重点放在“应用”两字上。今年的报导重点是CMOS电路在数字方面的应用，明年除报导CMOS电路在模拟方面的应用外，还将报导线性电路，稳压源电路，音响电路以及一、四位微处理机等方面内容。欢迎广大读者踊跃投稿，希望广大读者对报导内容多提宝贵意见。

集成电路是电子工业的重要基础产品，它已成为一个国家实现现代化必不可少的物质技术基础之一。

许多工业先进国家都把它当作战略性工业来抓，近十几年来它的发展是十分迅速的。1978年全世界集成电路的产量是52亿支，1979年达到60亿支，增长近20%，1980年产量为70多亿支，预计今后每年大体仍以13%的速度继续增长。目前集成电路已发展到中规模、大规模阶段，并已广泛应用于各个方面，各类整机都在迅速地向着数字化、集成化、智能化发展，从而实现整机设备小型化，提高可靠性，提高性能，降低成本，节约能源，这已成为当前技术发展的必然趋势。

自从1965年以来，我国研制集成电路，在产品技术水平，生产能力等方面都有了很大提高。现在全国配套定点企业已有几十个，具有年产几千万支的生产能力，已有几百个品种，产品质量日益提高，成本不断下降。

我国集成电路的生产和国际先进水平相比差距较大，但我们有信心赶上去。我们要从实际情况出发，立足于现实，认真学习国外的先进技术和行之有效的科学管理方法，逐步缩小这些差距，提高生产水平和生产能力。更重要的是，要总结和学习国内先进企业的经验。

集成电路与分立器件比较，具有体积小、重量轻、装机方便、成本低、可靠性高等优点。它的应用面愈来愈广，目前已涉及电子计算机、数字通讯、人造卫星、尖端科学技术，工业自动化、数字仪表、民用电视，

电子手表等广阔领域。随着集成电路系列品种不断发展，质量不断提高，价格不断降低，技术服务工作的开展，集成电路的应用必将有更大的发展。

由于集成电路是一门新的比较复杂的技术，使用者需要进行大量的应用方面的工作，生产厂也必须转向广泛深入的技术服务工作。过去很长一段时间我们不够重视，今后我们一定要把推广应用和技术服务工作放于重要位置，密切配合把事情做得更好。

目前国内半导体集成电路共分七类：TTL电路；HTL高抗干扰电路；ECL超高速数字电路（这三大门类是双极型集成电路）；PMOS、NMOS单沟道场效应电路；CMOS互补型场效应电路（这两大门类是单极型集成电路）；模拟集成电路；专用集成电路。下面分别简介如下：

一、TTL电路(晶体管—晶体管逻辑电路)

这类电路的产量占集成电路的50%左右，是国内应用最普遍的。

TTL电路共有五个系列：

1. T000系列：这个系列是参照SN74系列结合国内实际情况设计的，但各项参数较74系列略低一些。这个系列应用面较广，包括中速小规模电路28种T060-T087，各种门电路和触发器；高速小规模电路26种T090-T116，各种门电路和触发器；中速中规模电路61种T210-T883，各种计数器、译码器、

移位寄存器、数据选择器、运算单元、奇偶校验器、存储器等。

2. T1000中速系列:这个系列与美国德克萨斯仪器公司SN74中速系列相似,线路结构、参数指标完全一致,故可互换,这个系列包括中小规模电路,共优选了101个品种,逻辑功能比较齐全,能满足整机逻辑设计的要求。主要厂家有东光电子厂、北京器件二厂、上无十九厂等,已能批量供货。

3. T2000高速系列:这个系列与SN74H高速系列相似,采用浅饱和结构,共优选了23个品种。主要厂家有韶光电子厂、北京无线电器件研究所、上无七厂、上无十九厂,已能生产部分品种。

4. T3000甚高速系列:这个系列与SN74S系列相似(即肖特基二极管抗饱和电路)。这个系列共优选了58个品种,东光电子厂、韶光电子厂、上无七厂、上无十九厂正在积极试制,有少量品种已经定型。

5. T4000低功耗肖特基系列:这个系列与SN74LS系列相似,共优选了109个品种,这套电路是国内亟待发展的系列,每门平均功耗小于2mw,平均延迟时间小于9.5ns,属于低功耗高速系列。由于功耗低、速度适中,是TTL电路的主要产品系列。东光电子厂、天光电子厂等正积极试制。天光电子厂已经能够小批量生产各种门电路和触发器,并全力以赴抓紧试制各种中规模电路,预计不久可达到品种配套。

二、HTL高抗干扰电路

HTL高抗干扰电路具有较强的抗电噪声能力,主要用于工业控制、数控机床、数字程序控制和巡回检测等方面。它是在DTL电路的基础上发展起来的,由于在输入级和输出级之间增加了阈值元件即稳压二极管,使噪声容限达到6伏左右。HTL电路的设计与日本东芝公司的产品系列相似。

HTL电路共有16个品种,其中门电路11种,触发器1种,中规模计数器、译码器、寄存器共4种,能满足工业控制机设计的要求。国内主要生产单位是北京器件三厂和江苏省南通晶体管厂。

三、ECL超高速数字电路

ECL电路是发射极耦合逻辑电路的简称。它的突出特点是速度快,是目前数字电路产品中速度最快的,每门平均延迟时间小于2ns,并试制了亚毫微秒电路,每门平均延迟时间小于0.7ns。10K系列主从结构双D触发器的工作频率大于200MC,Ⅲ系列D触发器的工作频率大于300MC。ECL电路主要用于大型、巨型高速电子计算机,亦可广泛用于宇航、卫星通讯设备、高速A/D转换器、数字通讯系统、数据传输、微

光通讯、多路通讯、雷达数字化接收系统、高速情报处理系统、锁相技术、频率合成器,以及各种微波测量仪器等方面,因此它是高速领域内一种十分重要的器件。

ECL电路突破了TTL电路解决饱和与速度之间矛盾的改良做法,从线路结构上进行了根本的改革,采用了线性电路的基本单元,如差分输入,恒流源、射极跟随器、基准参考源等,同时在组件内部又采用了“线或”“点与”“串联门”等本身所特有的线路结构,不仅保证了高的传输速度,而且逻辑功能更加完善和灵活。

国内ECL电路采用了美国莫托罗拉公司的10K系列(即MC10100系列,工作温度 $-30^{\circ}\sim+85^{\circ}\text{C}$,MC10500系列,工作温度 $-55^{\circ}\sim+125^{\circ}\text{C}$),部分Ⅲ系列产品,MC12000系列(高速锁相环系列),以及低功耗SP8000系列(分频器电路)等,这些系列共优选了75个品种。

ECL电路主要是天光电子厂生产,该厂目前品种基本配套,经过实验和整机考核证明电路的失效率已达到 1×10^{-7} 。经过鉴定证明,我国的ECL电路已经达到国际通用技术标准。天光电子厂狠抓产品质量,积极发展新系列、新品种,不断降低成本和价格,认真开展技术服务工作,使ECL电路逐步被技术人员所认识,用户不断增加,销售量明显提高。

四、PMOS和NMOS单沟道场效应电路

应电路

PMOS(P型沟道金属-氧化物-半导体)电路具有结构简单,集成度高,成本低、价格便宜,抗干扰能力强,输入阻抗高、输出阻抗低等优点。PMOS电路除台式机电路之外还有两个通用数控系列,一是5G600系列,共有37个品种,生产厂家有上海元件五厂、南通晶体管厂。二是B5100系列,共有53个品种,生产厂家是北京器件五厂。

PMOS电路由于其固有的特点,尤其是在集成度和成本方面超过TTL电路,因此PMOS电路在台式机和数控方面发展较快,但由于速度低、功耗大、电源电压高等缺点,又影响了它的发展。在中小规模范围内,将被CMOS电路所取代。

NMOS(N型沟道金属-氧化物-半导体)电路主要是中大规模电路,它的特点是除个别品种外,全部是+5伏单电源电路,从而在电源上与TTL电路相容,而且输入输出电平也与TTL电路相容,输出至少带一个标准TTL负载。NMOS电路速度较快,功耗小于同功能TTL电路。现在已经批量生产有移位

寄存器5个品种,字符发生器2个品种,存储器12个品种。主要由东光电子厂和上无十四厂生产。

五、CMOS互补型场效应电路

CMOS电路由于其制造工艺难度较大,所以是较晚发展起来的一种MOS电路,直到1969年才由美国无线电公司生产出CMOS电路供应市场。CMOS电路初露头面后,由于它本身所具有的许多优异特点,受到人们普遍的重视,发展极为迅速。美国、日本等国家的各主要半导体厂商竞相生产,在通用电路销售额中仅次于TTL。从近年来的发展情况看,仍然保持着蓬勃向上的发展趋势。几年来,CMOS电路的品种和性能也在不断提高。美国的CD4000系列已经发展到100多个品种,采用硅栅工艺制造的CMOS 1K、4K随机存储器 and CMOS微处理器进入市场,标志着CMOS电路已经进入了大规模电路的领域。

我国的CMOS电路从1973年开始研制,现在国内主要几家生产厂,如:上无十四厂、北京器件三厂、上海元件五厂已经能提供70多个通用数控系列品种,并能生产出CMOS一位微处理器、电子手表电路和CMOS 8~10位A/D转换,CMOS锁相环、CMOS四电压比较器等产品,年产量已达几百万支。经过生产单位和使用单位的共同努力,国内CMOS电路已逐步接近国际水平。

CMOS电路的主要特点是静态功耗极低,常称为低功耗电路,达到每门10微瓦,比其它门类电路的功耗要小几个数量级,特别适用于电池供电的携带式仪表及电源无法补充的宇航电子仪器等。此外CMOS电路抗干扰能力强,噪声容限达到40% V_{DD} ,电源电压允许变化范围大,使用频率高,输入阻抗高,输出阻抗低等优点。

CMOS电路按电源电压范围分为:8~12伏系列,7~15伏系列,3~18伏系列,共有114个品种。

六、模拟集成电路

这类电路包括各种接口电路和线性电路。

什么是接口电路呢?能使各种不能直接相容的元器件通过它的作用后,便能很好地联系在一起使用,称之为接口电路。

从接口电路的功能方面可以分为:电平转换、负载转换、信号转换三种。从用途上又可分七种类型:

①电平转换驱动器;②磁芯驱动器和读出放大器;③显示驱动器;④长线电路;⑤A/D或D/A转换;⑥电压比较器;⑦单稳态触发器和施密特触发器。

线性电路主要包括如下几种:一是各种运算放大器,二是各种集成稳压电源,三是555时基电路或叫

定时器。

运算放大器是线性电路的一个重要领域,它在国内外整个线性电路总产值中占20%左右。由于单片集成有利于做好匹配对管等原因,集成运算放大器得到较大发展,国外已有近500种产品。其结构形式有双极型,双极-单极混合型和全单极型。

国产的集成电路除低增益、中增益、高增益的运算放大器能大批量供货外,低功耗运算放大器、高速运算放大器、高精度运算放大器、高压运算放大器、高阻抗运算放大器、单电源运算放大器、宽频带运算放大器、低噪声运算放大器、双运算放大器等产品也有较大生产,其它新产品正在不断出现。

运算放大器除用于模拟电路中做积分、微分、加、减、乘、除、对数、指数等运算外,还用于精密测量、控制电源、通讯、信息处理等电子设备中,构成开关、放大器、比较器、有源滤波器、功能发生器等,是一种多用途的线性集成电路。

运算放大器的主要生产单位有:上海元件五厂、东光电子厂、上无七厂、上海八三三一厂、北京四四六厂等。

半导体集成稳压电源是线性电路的重要产品之一。

在电网电压波动或负载变化时,电子设备中电源电压的变化需要限制在一定范围之内,否则会造成电路不稳定,甚至使设备不能正常工作。一般电子线路使用的电源都要求电源电压的波动小于0.1%,为适应这种要求,发展了电源的稳压电路即稳压器。它为电子线路或整机提供稳定的电源电压。

目前生产和使用比较多的主要有上海元件五厂和扬州晶体管厂等。

555时基电路是一种时间控制电路(也叫定时器)。虽然用门电路和单稳态触发器等也可以构成时间控制电路,但不如用555使用方便,精度高,灵活性强,能适合数百种不同类型的应用。

国外555电路几乎所有半导体厂家都有同类产品,而且在型号上都有555三个字。由于这种电路应用范围很宽,有助于解决过去线路设计中许多难以解决的问题,因此产值也很高,在线性电路中居第三位,仅次于运放和稳压电源。现在上海元件五厂已经批量生产,北京器件三厂,无锡无线电元件一厂,苏州半导体器件总厂也已试制投产。

七、专用集成电路

主要包括电视机电路,收音机电路,录音机电路,电子手表电路,计算器电路,音响电路和微处理器电路等。

为了加快我国电视机生产的发展,我国先后定型了黑白电视机用的5G系列,黑白彩色电视机用的7CD系列和X系列。结合整机的需要,开始试制P-24黑白电视机系列,三洋黑白电视机所用三块电路系列。电视机电路有下列几个系列:TA系列(彩色电视机及大屏幕黑白电视机电路系列),P24系列(小屏幕黑白电视机电路系列),三洋电视机电路,X系列,TCD系列和5G系列(黑白电视机)。

录音机电路主要是音频功率放大电路,共有4个品种,与日本三洋LA4100、LA4101、LA4102和美国仙童TBA810S相似,其输出功率分别为1瓦、1.5瓦、2.1瓦和4.2瓦,可用于录音机,收音机及其各种电子设备作音频功率放大电路。

音响电路在国内已经批量生产。音响电路主要包括如下功能的器件:①调频调幅中频放大器;②调频立体声解调器;③音频功率放大器;④调幅接收系统;⑤低噪声音频前置放大器;⑥多功能音响电路。

随着大规模集成电路技术的迅速进展,国外微处理机品种及产量发展都很快,由一位发展到十六位,三十二位也已出现。单片CPU的功能日趋完善,尤其是在输入输出及通道管理上变得更方便简单,只需增加少量的外部电路就能构成完整的计算机系统。另外还出现了具有各种功能的单片微型计算机电路。电路工艺也从PMOS发展到NMOS以及CMOS,肖特基TTL、注入逻辑及发射极耦合逻辑等,集成度不断提高,性能价格比也提高了上百倍,品种不断增加,使得微处理机在国外得到十分广泛的应用,促进了各行各业的技术发展。近年来国内微处理机电路也开始研制及生产。参照国外的典型品种,研制了一位、四位、八位微处理机电路,取得了一定的进展。

一位微处理机的主要功能是完成逻辑判断和条件判断。微处理机作为工业控制器使用时,大部分动作是进行开关状态或装置状态的判断,从而给出“开”或“关”的动作。一位微处理机将为工业控制提供一个简单、可靠、编程容易而且价廉的工业控制单元,适用于冶金、机械、电力等方面的使用,实现顺序控制,

条件控制、定时控制、计数控制和脉冲输入控制等多种程序控制。一位微处理机电路采用CMOS工艺制造,因此具有功耗低、抗干扰能力强、工作电压范围宽等CMOS电路固有的特点。主要生产单位是上海元件五厂和北京器件三厂。

四位微处理机电路主要用于工程计算、智能仪表和简单控制。目前正在分别采用P沟硅栅E/DMOS和P沟铝栅E/DMOS工艺试制两个系列(即040和041系列)。根据国内工艺技术水平,四位微处理机电路采用多片结构,即分为CPU₁、CPU₂、ROM、RAM及显示振荡器,这样比较现实,也有较大的灵活性。只要改变ROM的程序编排,就可以适应各方面的需要。近几年国外已普遍采用CMOS工艺生产四位微处理机电路,我们将在研制生产P沟E/DMOS四位微处理机电路的基础上研制生产CMOS四位微处理机电路。

八位微处理机电路选择了国际上较有代表性的英特尔公司的8080和摩托罗拉公司的6800作为我国八位微处理机电路系列(即050系列和060系列)。目前国内已生产出051和061两个系列,并已装出整机。8080系列共有16个品种,6800系列共有7个品种。这两个系列的单片CPU及接口电路已研制和生产出少量产品。

我国的半导体集成电路近几年虽有较快的发展,但是无论在生产方面还是在应用方面,和国际先进水平相比,仍存在着较大的差距,因此在抓紧研制和生产的同时,认真做好推广应用也是不可缺少的工作。要大力发展我国集成电路,就必须积极推广应用。《电子技术应用》编辑部对我们的工作给予大力支持,从本期开始,开辟专栏介绍集成电路及其应用。我们将组织主要电路生产厂的技术干部陆续介绍各门类集成电路原理、性能特点和各种应用技术,以求生产和使用更好地结合起来,加速我国集成电路事业的发展。

注:各产品系列具体品种的电路形式、参数特性、封装形式及外引线排列请查阅四机部1981年编印的“半导体集成电路产品性能汇编”。

《微型机与应用》征订启事

《微型机与应用》是电子工业部微型机情报网1982年创办的网刊,由电子工业部电子技术推广应用研究所主编。1982年拟出四期,主要报导微型机芯片、整机、系统、软件、外设的研制、生产和应用中的经验,网外发展水平、动态及市场经济行情,网内有关发展微型机的方针、政策,入门知识讲座以及有实用价值的专题译文等,作为研·产·教·学·用各方面进行技术和情报交流的园地。第一期主要内容为1位,4位,8位及16位机的详细综述比较;M6800单板系列和ISBC系列的介绍。以后各期拟登16位机专题和M6809专题系统资料(CPU,外围片,操作系统,程序设计手册,应用实例等)。每期约15~17万字(16开、70~80页)收工本费0.80元,全年3.20元(平寄邮资在内)。如拟订阅,请即向北京927信箱《微型机与应用》发行组索取订单。