

电机控制 集成电路的原理 和应用

李 峻 张俊儒 编著

冶金工业出版社

电机控制集成电路

的原理和应用

李 峻 编著
张俊儒

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了国外各主要集成电路制造厂生产的电机控制专用集成电路的型号、外形封装、内部结构、管脚功能、电气特性、主要参数、工作原理和在生产实践中的具体应用方法。本书内容丰富、新颖，资料翔实、可靠、实用，可供从事电气自动化设计、电机控制、电子技术、家用电器设计维修的工程技术人员，大、中专院校的师生和具有电机、电子技术基础的专业技术人员阅读和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电机控制集成电路的原理和应用/李峻，张俊儒编著.

北京：冶金工业出版社，1995. 6

ISBN 7-5024-1260-6

I. 电... 电机-控制-集成电路 IV. TM301

中国版本图书馆CIP数据核字 (95) 第07671号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷39号，邮编100009)

北京万兴印刷厂印刷；冶金工业出版社发行；各地新华书店经销

1995年10月第1版，1995年10月第1次印刷

787mm×1092mm 1/32；15.375印张；340千字；482页；1-2100册

19元

前 言

集成电路做为电子元器件最重要的基础产品之一，近几年来已渗入到各种电动机的控制技术领域。国外许多著名的半导体集成电路制造厂商，如美国的摩托罗拉公司（MOTOROLA），日本的三菱公司（MITSUBISHI），德国的西门子公司（SIEMENS），意大利的SGS公司等竞相研制电机控制专用集成电路。电动机完全采用专用集成电路控制器的场合日益增多，电机和集成电路控制装置一体化的新产品大量涌现，为电机控制装置的简单化、小型化、轻量化和多功能、高性能、高精度、高可靠性、低成本开辟了新的前景。电机控制专用集成电路大量使用，完全改变了以往用分立器件，通用集成电路组成系统控制各种类型电动机的历史，使电子技术在电机控制领域有了重大的发展，把电机控制电子技术提高到一个崭新的水平，从而使电子应用技术形成了一个重要的分支。

电机控制集成电路的开发和使用已经成为当今世界的新技术。它在工业控制、仪器仪表、家用电器等各电气自动化领域已成为必用的电子元件，是一个厂家生产的电控设备和装置水平高低的具体标志。为了适应当前电机控制集成电路技术的飞速发展，把世界各国电机控制集成电路使用技术介绍到我国，我们在收集了大量国外原版资料的基础上，结合在生产实践、教学和科研中的体会编写了《电机控制集成电路的原理和应用》一书，以供从事该专业的现场技术人员，高校师生阅读和参考。

本书主要介绍国外各主要厂家生产的电机控制专用集成电路的外形封装、内部结构、电气性能、使用方法和典型应用，尽可能做到突出实际应用，对较复杂的大规模集成电路介绍的较为系统全面，而对应用较简单的集成电路仅做一般性介绍。对集成电路的制造工艺，所控制的各种类型电动机的工作原理、结构和特性等有关问题都不做专门介绍。

根据黑龙江人民出版社1987年8月出版的《新编世界集成电路大全》电机控制集成电路属于其它线性器件类，在这一类中主要有直流电机速度控制器、无刷电机控制器、步进电机控制器、通用电机（交、直流两用电机）控制器、三相交流电机控制器。因此本书按上面顺序共分五个章节编写。有的集成电路可用于不同类型的电机控制，书中也分别做了介绍。

由于国内有关电机控制集成电路方面的书籍和资料很少，国内生产这些集成电路的厂家也很少，现有的电机控制集成电路几乎全部为国外厂家生产，资料难以收集，仅能把几年来收集到的资料做较为系统的介绍，因而介绍的集成电路种类不够多，内容有限，望读者见谅。由于我们水平有限，书中不妥之处，恳切希望读者批评指正。

编 者

1994年7月

目 录

第一章 直流电动机专用集成电路控制器和驱动器	(1)
第一节 MC33030直流电动机控制器和驱动器	(2)
一、MC33030的内部结构、主要性能及参数	(3)
二、集成电路的工作原理	(7)
三、集成电路的应用	(12)
第二节 直流电动机速度控制器 L292的原理和应用	(21)
一、L292集成电路的内部结构和电气性能	(21)
二、L292组成的直流电动机控制系统	(23)
三、L292组成的数字控制调速系统	(27)
四、L292控制系统的输入阶跃响应	(30)
五、扩大输出功率的应用电路	(32)
第三节 单片桥式电动机驱动器 L293、L293E 和 L298	(35)
一、L293、L293E 和 L298的内部电路结构	(36)
二、驱动器的并联输出	(37)
三、短路电流的保护措施	(38)
四、直流电动机驱动	(40)
五、电动机的正转、逆转驱动电路	(45)
第四节 L290、L291、L292组成的直流电动机速度位置控制 系统	(45)
一、L290、L291的内部结构原理及功能	(46)
二、L290、L291、L292组成的直流电动机速度位置控制 系统	(49)
三、微处理机的软件和接口	(50)
四、实际应用电路	(54)
五、系统的几个参数	(65)
第五节 FG 控制专用集成电路 M1970L, CX065A	(76)
一、FG 伺服的基本构成	(76)

二、FG 伺服控制专用集成电路 CX065A	(78)
三、FG 伺服控制专用集成电路 M51970L	(79)
第六节 直流电动机 PLL 控制用集成电路	(81)
一、直流电动机的 PLL 控制	(81)
二、构造比较简单的 PLL 专用 IC M51728L	(82)
三、可变速的 PLL 控制	(86)
四、石英晶体 PLL 电动机控制用 ICTC9142P	(88)
五、更细分步级的控制器 MSM5820RS 的应用	(89)
第七节 伺服电动机的 PWM 控制集成电路	(93)
一、一般用 IC 构成的 PWM 应用电路	(95)
二、使用专用 IC 的 PWM 控制电路	(96)
第八节 录音机电动机稳速电路	(99)
一、BA6227 3V 直流电动机速度控制电路	(99)
二、BA6235 3V 直流电动机速度控制电路	(100)
三、LA5521D/M、LA5522 3V 直流电动机速度控制 电路	(103)
四、LAG55-2 3V 直流电动机速度控制电路	(106)
五、LAG553-2 3V 直流电动机速度控制电路	(107)
六、LAG600-2/601-2 3V 直流电动机速度控制电路	(109)
第九节 功率运算放大器驱动直流伺服电动机	(113)
一、功率运算放大器的等效电路、封装形式、引脚功能 和参数规范	(114)
二、功率运算放大器在伺服电动机控制中的有关问题	(136)
三、用 IN8510 组成直流电动机功率 DAC 控制	(139)
四、功率运放组成的位置伺服控制	(141)
五、过流保护驱动电路和反馈驱动电路	(145)
第十节 其它直流电动机速度控制电路	(148)
一、 μ A7392 直流电动机速度控制电路	(148)
二、NE544 伺服放大器	(150)
三、专用伺服电动机控制芯片 LM628	(154)

四、用 AN6650的变形桥式伺服电动机	(159)
五、UDN-2952B 和 UDN-2952W 全桥电动机驱动器	(161)
六、直流电动机速度调节器 NE5520	(163)
七、伺服控制 IC EWA102	(165)
第二章 无刷直流电动机集成电路控制器	(170)
第一节 无刷直流电动机控制器 MC33034	(170)
一、集成电路的内部结构、引脚功能、电气特性和主要参数	(171)
二、集成电路 MC33034的功能介绍	(178)
三、系统的应用	(190)
第二节 闭环无刷电动机适配器 MC33039	(208)
一、闭环无刷电动机适配器集成电路的介绍	(203)
二、MC33039集成电路的工作原理和应用电路	(214)
第三节 LS7261、LS7262无刷直流电动机控制器	(216)
一、换向选择输入端 (pin1、pin20)、检测输入端 (pin15、pin16、pin17)	(219)
二、正、反转控制脚 pin19, 制动脚 pin9, 使能控制 (ENABLE) pin10, V_{TRIP} 端 pin13	(220)
三、过流检测端 pin12	(222)
四、输出端1、2、3 (pin2、pin3、pin4) 和4、5、6 (pins4、pin5、pin6)	(222)
五、其它管脚功能简介	(224)
第四节 LS7263无刷直流电动机速度控制器	(226)
一、A、B、C 输入端 (pins10、pin11、pin13) 功能介绍	(228)
二、管脚 pin2, pin15, pin18和 pin13, pin14介绍	(230)
三、过流检测	(230)
四、集成电路的输出端 $O_1 \sim O_6$ (pin3~pin8)	(233)
五、实际应用电路	(235)
第五节 LS7264四相无刷直流电动机速度控制器	(237)

一、集成电路的各输入端介绍	(240)
二、集成电路的输出端介绍	(241)
三、过流检测 (OC) (pin15)	(243)
第六节 三通道半桥式电动机驱动器 UDN2933B 和 UDN2934B	(243)
第三章 步进电动机集成电路控制器	(246)
第一节 L297 步进电动机控制器	(248)
一、控制器的管脚连接图、管脚功能和内部结构方 框图	(249)
二、L297 控制的步进电动机基本知识	(253)
三、控制器功能分析	(258)
四、L297 集成电路的应用	(268)
第二节 SAA1042、SAA1042A 硅单片步进电动机驱动集成 电路	(271)
一、集成电路的最大额定值、电气特性和主要特性 曲线	(272)
二、集成电路的输入、输出功能	(275)
三、SAA1042/SAA1042A 的典型应用电路	(277)
第三节 MC3479 硅单片集成步进电动机驱动器	(279)
一、集成电路的主要特点和参数	(280)
二、MC3479P 的应用说明	(286)
第四节 单片集成芯片 PPMC-102A 组成的步进电动机的总线 控制系统	(295)
一、单片集成芯片 PPMC-102A 的功能	(296)
二、总线式控制电路	(297)
三、控制软件设计	(299)
四、应用举例	(302)
第五节 步进电动机脉冲分配器 CH250 及其应用	(304)
一、工作原理	(304)
二、CH250 与微机接口	(308)

三、CH250与驱动线路连接	(306)
第六节 其它步进电动机控制集成电路简介	(309)
一、L293、L293E 和 L298组成的步进电动机控制 电路	(309)
二、步进电动机驱动器 SAA1027	(313)
三、双电磁线圈/电动机驱动器 UDN 2965W—斩波式 电流控制	(314)
四、两相步进电动机驱动器 FD5161P	(316)
第四章 通用电机速度控制器	(321)
第一节 通用电机速度控制器 TDA1285A	(323)
一、集成电路的内部结构和主要电气特性	(323)
二、TDA1285A 内部主要电路的功能	(327)
三、TDA1285A 的典型应用电路	(332)
第二节 通用电机速度控制器 TDA1085A	(333)
一、TDA1085A 集成电路的特点、内部结构原理方块图和 主要参数	(333)
二、TDA1085A 的输入、输出功能	(337)
三、TDA1085A 的典型应用电路	(341)
第三节 TDA1085C 通用电机速度控制器	(344)
一、集成电路的主要特点、内部结构方块图、电路原理图、 最大额定值参数和主要电气特性	(344)
二、TDA1085C 的输入、输出功能介绍	(350)
三、TDA1085C 的应用说明	(354)
第五章 交流电动机调速控制集成电路	(360)
第一节 用于逆变器-交流电动机调速系统的 PWM 大规模 集成电路 HEF4752V	(362)
一、使用 HEF4752V 的交流电动机 PWM 控制	(362)
二、HEF4752V 的内部结构和主要特性参数	(365)
三、HEF4752V 的各输入、输出信号功能	(371)
四、HEF4752V 应用注意事项	(381)

第二节 三相电动机速度控制集成电路 SLE4520	(383)
一、应用说明	(388)
二、功能介绍	(389)
三、SLE4520 IC 的工作特点	(394)
第三节 变频调速用功率集成模块	(396)
一、新型功率集成电路模块的特点及结构	(396)
二、功率集成电路模块的功能	(402)
三、特性与应用	(404)
四、其它型号的功率集成电路模块	(409)
第四节 大规模集成电路 HEF4725和微机组成的交流电动机 PWM 控制	(414)
一、传动系统 I	(414)
二、传动系统 II	(416)
三、全数字式 PWM 微机控制系统	(421)
四、微机控制 PWM 逆变器的程序	(425)
第五节 其它类型的交流电动机控制集成电路	(427)
一、感应电动机节能器 HV 1000/1000A	(427)
二、旋转变压器专用轴角变换器	(428)
第六节 功率模块的集成驱动电路	(431)
一、用于驱动功率晶体管 (GTR) 模块的集成驱动 电路	(433)
二、用于隔离栅双极性晶体管 (IGBT) 的混合 IC 驱 动器	(451)
三、高压 MOS 栅极驱动器	(460)
四、IGBT/MOS 栅极驱动光电 IC 耦合器 TLP250	(464)
第七节 BJT 型功率集成模块	(465)
附录1 电机控制和驱动集成电路一览表	(470)
附录2 UNITRODE 公司的电机控制集成电路	(475)
附录3 SGS 公司生产的电机驱动器和调速器	(478)
参考文献	(482)

第一章 直流电动机专用集成电路控制器和驱动器

直流电动机从激磁方式上来看,可分为电磁式直流电动机和永磁式直流电动机;按用途可分为驱动用和伺服用两类。直流电动机具有良好的调速性能,在直流电动机的调速方法中,电压控制的方法有两种,一种是改变直流电机端电压 U_a ,称为电枢控制;另一种是改变激磁电压 U_f ,即改变激磁磁通,称为磁场控制。在电枢控制方法中,电动机的转速可用下面的公式表示

$$n = \frac{U_a}{C_e \Phi} - \frac{T_s R_a}{C_e C_M \Phi^2}$$

式中 n ——电机转速;

T_s ——稳态时电磁转矩;

C_e ——电势常数;

C_M ——转矩常数;

Φ ——激磁磁通;

R_a ——电枢电阻。

当电机在一定负载下,并保持激磁磁通不变时,上式各量中,除了电枢电压 U_a 外,其余都是常数,因此,转速 n 和电枢电压成正比。在磁场控制方式中,磁通 Φ 减小时,转速便升高,反之转速便降低。直流电动机采用磁钢激磁的电机称为永磁式直流电动机。它除了具有一般电磁式直流电动机良好的调速性能外,还具有体积小、效率高、结构简单等优点。这类电机得到广泛的应用,尤其是一些便携式电子设备,如盒式录音机、电唱机、家用电器等,大多采用永磁式直流

电动机作为驱动用的原动机。同时，在一些要求具有良好动态特性的精密速度或位置系统中，如录像机、磁带机、精密机床、计算机外部设备中，其应用也非常广泛。

由于直流电动机是在工业自动控制、家用电器、办公用电气设备等领域应用最为广泛的电机，因而直流电机控制技术受到特别的重视。微电子技术、电力电子技术在直流电机控制中大量使用，世界各国集成电路制造厂商不惜巨资，纷纷采用最新技术和生产工艺竞相推出了功能齐全，使用十分简便的直流电动机专用控制器和驱动器。这些专用集成电路集成度很高，内部的电路结构十分复杂，多数属于中、大规模集成电路，内部有线性器件，也有非线性器件，有低功耗的控制电路，也有大电流功率驱动电路。在各种类型的电机控制专用集成电路中，用于控制直流电动机的集成电路种类最多，性能各异，既有用于简单的开环控制，也有用于高精度的各种控制系统，如FG伺服系统、PLL调速系统、PWM控制、位置决定控制等。这些专用集成电路最适用于控制微型和小型直流电动机，同时也能驱动高电压、大电流的各种功率直流电动机。集成电路本身具有许多保护功能，如过流保护、过热保护、过压保护等，这样就减少了各种意外情况的损坏，提高了控制电路的可靠性。

第一节 MC33030 直流电动机控制器和驱动器

MC33030 是美国摩托罗拉公司 (MOTOROLA) 生产的一种单片直流伺服电动机控制器和驱动器。它能组成一个完整的速度闭环控制系统，并能提供系统所需要的全部功能。这种集成电路最初是用来控制直流伺服电动机的，后来也用来做开关型电机驱动器。这种器件组成的伺服系统特别适用于需要对温度、压力、光、磁场进行位置检测或能以其它任何

方式转变为电压的场合。

一、MC33030 的内部结构、主要性能及参数

MC33030 集成电路是 DIP16 塑料封装，它的外形图和各

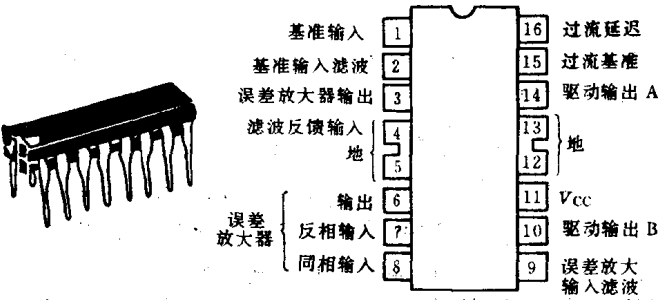


图 1-1 MC33030 的外形及引脚功能图

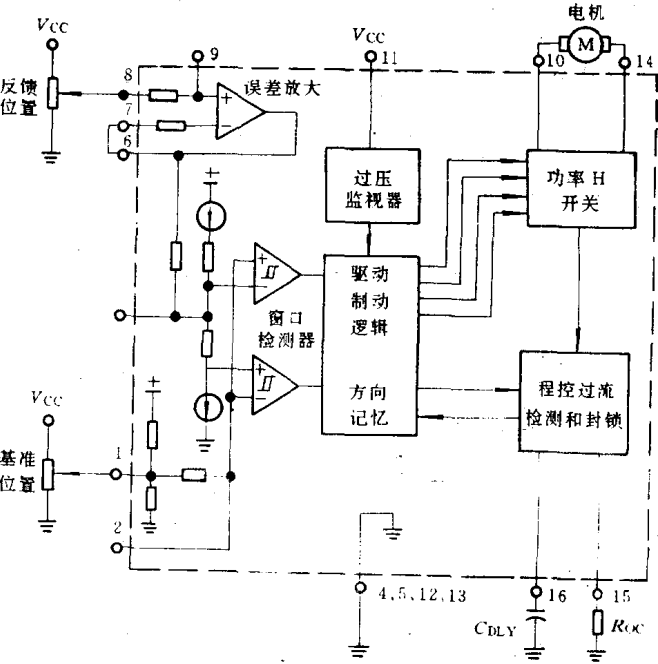


图 1-2 MC33030 内部结构原理框图

管脚的功能如图 1-1 所示,工作温度是 $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$,内部结构的原理框图如图 1-2 所示。在集成电路的芯片上,电路由六部分组成,分别是用于反馈监控的误差放大器,带有不工作区域和自定中心基准输入的窗口检测器,带有方向记忆的驱动制动逻辑电路,程序控制的过流检测器,程控过流延迟停转电路,过压停转电路。集成电路的最大额定值见表 1-1,电气性能见表 1-2。在表 1-1 中驱动输出电压的上限电平通过制动二极管的正向电压降 V_F 箝位,驱动输出端的吸收电流是连续的直流电流,在使用时一定要注意最大封装功率损耗。

表 1-1 MC33030 的最大额定值

额 定 值	符 号	值	单 位
电源电压	V_{CC}	36	V
运算放大器、比较器,电流限制输入电压范围(脚 1、2、3、4、5、6、7、8、9)	V_{IR}	$-0.3\sim V_{CC}$	V
运算放大器、比较器输入差动电压范围(脚 1、2、3、4、5、6、7、8、9)	V_{IDR}	$-0.3\sim V_{CC}$	V
延迟脚吸收电流(脚 16)	$I_{DLY}(\text{吸收})$	20	mA
输出电流源电流(运放)	I_{source}	10	mA
驱动输出电压范围	V_{DRV}	$-0.3V\sim (V_{CC}+V_F)$	V
驱动输出端电流	I_{DRV}	1.0	A
驱动输出端吸收电流	$I_{DRV}(\text{sink})$	1.0	A
制动二极管正向电流	I_F	1.0	A
功率损耗和热特性			
最大功率损耗($T_A=70^{\circ}\text{C}$)	P_D	1000	mW
与空气连接处热阻	$R_{\theta JA}$	15	$^{\circ}\text{C/W}$

续表 1-1

额 定 值	符 号	值	单 位
工作结温	T_j	+150	°C
工作的周围温度	T_A	-40~+85	°C
储存温度范围	T_{stg}	-65~+150	°C

表 1-2 MC33030 电气特性

性 能	符号	最小值	典型值	最大值	单位
误差放大器(ERROR AMP)					
输入失调电压 ($-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$) ($V_{pin6}=7.0\text{V}$, $R_L=100\text{k}\Omega$)	V_{IO}		1.5	10	mV
输入失调电流 ($V_{pin6}=1.0\text{V}$, $R_L=100\text{k}\Omega$)	I_{IO}		0.7		nA
输入偏置电流 ($V_{pin6}=7.0\text{V}$, $R_L=100\text{k}\Omega$)	I_{IB}		7.0		nA
输入共模电压范围 ($\Delta V_{IO}=20\text{mV}$, $R_L=100\text{k}\Omega$)	V_{ICR}		0~ ($V_{CC}-1.2$)		V
变换率, 开环 ($V_{ID}=0.5\text{V}$, $C_L=15\text{pF}$)	SR		0.40		V/ μs
单位增益交点频率	f_c		550		kHz
单位增益相移裕度	φ_m		63		°
共模抑制比 ($V_{pin6}=7.0\text{V}$, $R_L=100\text{k}\Omega$)	CMRR	50	82		dB
电源抑制比 ($V_{CC}=9\sim 16\text{V}$, $V_{pin6}=7\text{V}$, $R_L=100\text{k}\Omega$)	PSRR		89		dB

续表 1-2

性 能	符号	最小值	典型值	最大值	单位
误差放大器(ERROR AMP)					
输出电流($V_{pin6}=12V$)	I_{O+}		1.8		mA
输出下降电流($V_{pin6}=1.0V$)	I_{O-}		250		μA
输出电压的摆动 ($R_L=17k\Omega\sim$ 接地)	V_{OH}	12.5	13.1		V
	V_{OL}		0.12		V
窗口检测器					
输入滞后电压 (V_1-V_2), (V_2-V_3)	VH	25	35	45	mV
输入死区范围(V_2-V_4)	V_{IDZ}	166	210	254	mV
输入失调电压 ($ [V_2-V_{pin2}]-[V_{pin2}-V_4] $)	V_{IDZ}		25		mV
输入函数的共模范围 上限阈值 下限阈值	V_{IH}		$(V_{CC}-1.05)$		V
	V_{IL}		0.24		
基准输入端自调中心电压 (pin1 和 pin2 开路)	V_{RSC}		$112V_{CC}$		V
窗口检测器传播延迟(pin3 至驱动输出端)	t_P		2.0		$-\mu s$
过流监视器					
过流基准电阻器电压(pin15)	R_{OC}	3.9	4.3	4.7	V
延迟脚电流 ($V_{DLY}=0V$, $R_{oc}=27k\Omega$, $I_{DRV}=0$)	I_{DLY}		5.5	6.9	μA
延迟脚吸收电流 ($R_{oc}=27k\Omega$, $V_{DLY}=5V$, $I_{DRV}=0$)	I_{DLY}		0.1		μA
低态延迟脚电压($I_{DLY}=0mA$)	V_{OL}		0.3	0.4	V