

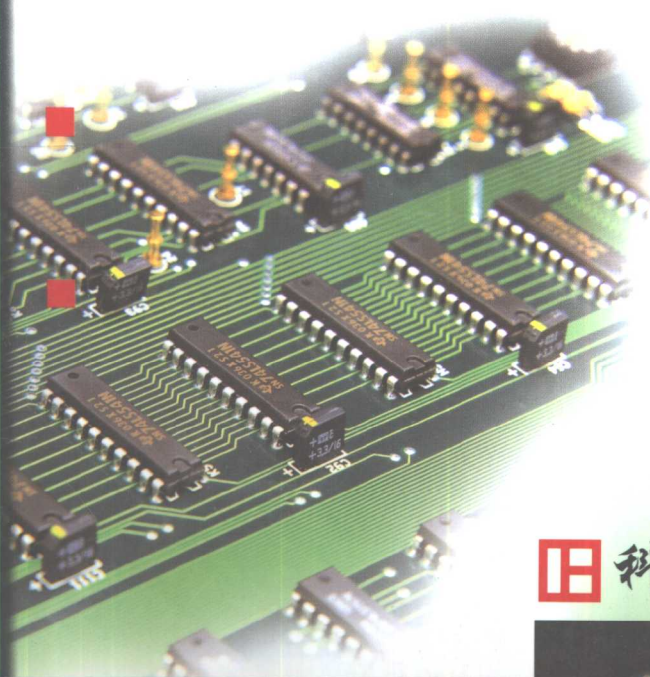
现代集成电路实用手册

XIANDAI JICHENG DIANLU SHIYONG SHOUC

■ 梁廷贵 主编

积分式 A/D 转换器

其它专用集成电路 分册



■ 科学技术文献出版社

TN/C
//
现代集成电路实用手册

积分式 A/D 转换器 其它专用集成电路分册

梁廷贵 主 编

王裕琛

晁树明 副主编

王瑞山

科学技术文献出版社

Scientific and Technical Documents Publishing House

北 京

编者说明

随着电子技术的飞速发展,各类分立电子元器件及其所构成的相关功能单元,已逐步被功能更强大、性能更稳定、使用更方便的集成电路所取代。由集成电路构成的各种自动控制、自动测量、自动显示电路遍及各种电子产品和设备。

为了适应电子技术的发展,电子技术人员经常需要设计一些由集成电路组成的电子电路。作者在实践中发现,为了设计一个较完善的电子电路,需要查阅几本乃至十几本手册,给工作带来很大不便。广大的电子爱好者、工程技术人员都渴望能出版一本器件品种广泛,具有器件特点、引脚功能、典型电气参数及应用电路的工具书。以便实现一本手册在手,就可方便查找设计和维修电子电路所用器件。基于上述目的,我们通过广泛搜集各类书刊、产品样本并结合自身的实践经验,精选精编,编著成此《手册》。但是,对于计算机、单片机、专用器件、可编程器件,由于内容过多我们没有编入。本《手册》涉及内容广泛、新颖荟萃、通俗实用、查阅方便。适用于电子专业工程技术人员、大中专院校电子专业教师和学生、工矿企业电子工程技术人员参考。

本《手册》集成运算放大器和电压比较器,数字单元电路,计数器,分频器由梁廷贵同志编写;译码器,编码器,数据选择器,分配器和电子

开关,积分式 A/D 转换器,语音电路由王裕琛同志编写;遥控电路,电源,其它专用集成电路由晁树明同志编写;锁存器、寄存器、驱动器,转换电路由王瑞山同志编写。由于书中涉及到各类集成电路及器件 2 970 种,应用电路 1 253 幅,核实不易,因此必然存在不少缺点和错误,在此我们诚恳地希望广大读者批评指正,以便修正。

编者:梁廷贵、王裕琛、晁树明、王瑞山

(京)新登字 130 号

内 容 简 介

本分册介绍了各种常用的积分式 A/D 转换集成电路、温度检测集成电路、湿度检测集成电路、555 集成电路、霍尔电路、时间控制集成电路、电机控制集成电路、彩灯控制集成电路、LED 显示驱动集成电路、报警集成电路等专用集成电路。书中列出了这些器件的引脚图、引脚说明、典型参数、主要性能和使用方法。

本书可供广大电子工程技术人员和大专院校师生参考使用。

我们所有的努力都是为了使您增长知识和才干

科学技术文献出版社是国家科学技术部所属的综合
性出版机构,主要出版医药卫生、农业、教学辅导,以及科技
政策、科技管理、信息科学、实用技术等各类图书。

目 录

第一章 积分式 A/D 转换器

1. $3\frac{1}{2}$ 位双积分式 A/D 转换器 ICL7106	(3)
2. $3\frac{1}{2}$ 位双积分式 A/D 转换器 ICL7107	(11)
3. $3\frac{1}{2}$ 位双积分式 A/D 转换器 ICL7116	(12)
4. $3\frac{1}{2}$ 位双积分式 A/D 转换器 ICL7117	(14)
5. $3\frac{1}{2}$ 位双积分式 A/D 转换器 ICL7126	(14)
6. $3\frac{1}{2}$ 位双积分式 A/D 转换器 ICL7136	(15)
7. $3\frac{1}{2}$ 位双积分式 A/D 转换器 MC14433	(15)
8. $3\frac{1}{2}$ 位双积分式 A/D 转换器 MAX139	(21)
9. $3\frac{3}{4}$ 位双积分式 A/D 转换器 ICL7149	(22)
10. 12 位双积分 A/D 转换器 ICL7109	(26)
11. $4\frac{1}{2}$ 位双积分式 A/D 转换器 CH259	(31)
12. $4\frac{1}{2}$ 位双积分 A/D 转换器 ICL7135	(33)
13. $4\frac{1}{2}$ 位积分式 A/D 转换器 ICL7129	(41)
14. $4\frac{3}{4}$ 位积分式 A/D 转换器 MAX134(133)	(44)
15. 16 位积分式 A/D 转换器 ICL7104	(50)
16. $4\frac{1}{2}$ 位, $5\frac{1}{2}$ 位积分式 A/D 转换器 AD7555	(53)
17. 带微处理器的 $5\frac{1}{2}$ 位双积分式 A/D 转换器 HI7159A	(58)
18. 积分式 A/D 转换器的应用实例	(66)

第二章 其它专用集成电路

一、时基电路	(77)
--------------	------

1. 555 单时基电路	(77)
2. 556 双时基电路	(81)
二、JEC-2 多功能触发器	(83)
三、时间控制专用集成电路	(87)
1. ZN1034E 长延时控制集成电路	(87)
2. RS644C 长时间定时集成电路	(88)
3. YH2902A 多功能定时控制模块	(90)
4. MC14541 专用定时集成电路	(91)
5. SGZ35 时间控制集成电路	(92)
四、充电控制专用集成电路	(94)
1. U2403B 恒流充电计时器	(94)
2. U2402B 智能型电池快充控制芯片	(95)
3. ATC105 智能型镍镉电池充电控制集成电路	(98)
4. BQ2002 电池快速充电控制集成电路	(100)
5. SI633A 镍镉电池充电控制集成电路	(101)
6. TB1004 充电控制集成电路	(102)
五、温度控制专用集成电路	(105)
1. LM3911 单片温度控制集成电路	(105)
2. LM35DZ 摄氏温度传感器	(107)
3. NTC 精密型温度传感器	(108)
4. SL134 集成温度传感器	(113)
5. T-×××系列温度传感器	(114)
6. TSV1/TSV2 高稳定性集成温度传感器	(115)
7. 三种国产集成温度传感器简介	(117)
六、霍尔电路	(119)
1. 霍尔元件	(119)
2. 霍尔传感器	(120)
3. SH 型霍尔开关集成电路	(123)
4. HK-1 系列全密封霍尔接近开关	(124)
5. HST 系列霍尔传感器	(126)
6. DN838 霍尔集成电路	(128)
七、电机控制专用集成电路	(130)
1. TS01 交、直流电机调速集成电路	(130)
2. LT240 微型直流电机可逆驱动集成电路	(131)
3. NO-9331 电动机保护模块	(132)
4. NO-9331B 电动机保护模块	(133)
5. 直流电机稳速专用 IC 简介	(136)

6. TDA7272 高精度电机调速集成电路	(141)
八、彩灯控制专用集成电路	(144)
1. VH5163 彩灯控制集成电路	(144)
2. LC181/LC182 音频调制彩灯控制芯片	(145)
3. SH808 多功能音乐彩灯程控集成电路	(147)
4. TWH9104 新型彩灯控制集成电路	(148)
5. LT156 单片 4 路彩灯控制集成电路	(150)
6. 5G167/5G052 音响同步彩灯控制集成电路	(151)
7. SIC24P/16P/12P 程控闪光 BiCMOS 集成电路	(154)
8. 音响彩灯控制集成电路	(158)
9. CD71017 多功能程控闪光集成电路	(161)
10. CD71061 多功能程控闪光集成电路	(164)
11. 5GM168 节日彩灯控制集成电路	(166)
12. HJ94015 圣诞彩灯串控制集成电路	(167)
13. HJ94030 多功能灯串控制集成电路	(168)
九、LED 显示驱动专用集成电路	(170)
1. BA6104/6124 五位 LED 电平表驱动集成电路	(170)
2. LB1405 五位 LED 电平指示驱动集成电路	(173)
3. 新型 LED 图形(点、线)显示驱动集成电路	(174)
4. MAX7219 串行接口 8 位 LED 显示驱动集成电路	(185)
5. SAA1064 串行 I ² C 总线 LED 显示驱动集成电路	(189)
6. ICM7212 系列 CMOS 4 位并行显示/译码/驱动器(硬件译码)	(195)
7. ICM7218 系列 CMOS 8 位并行显示/译码/驱动器	(199)
十、报警电路	(204)
1. CH217 单片瓦斯、煤气检测报警集成电路	(204)
2. ZKB8711 自控报警集成电路	(206)
3. SGZ07 声、光报警集成电路	(208)
4. LD7208 汽车转弯报警专用集成电路	(210)
5. CW168 新颖闪光报警集成电路	(211)
6. 5G0602 专用报警集成电路	(212)
十一、光敏控制电路	(215)
1. TC-3330 单片集成光电开关	(215)
2. 达林顿型光敏三极管	(216)
3. 交流功率光电耦合器	(218)
4. 四象限光电器件	(219)
5. 光敏电阻	(220)
6. 常用 MG 型光敏电阻型号及参数	(221)

7. 几种常用国产光电控制器件·····	(223)
十二、湿敏控制电路·····	(234)
1. 阻抗式湿敏元件·····	(234)
2. 电容式湿敏元件·····	(237)
3. SM-1 湿敏半导体器件·····	(239)
4. 几种国产湿度传感器简介·····	(239)
5. RSD-2 湿度传感器·····	(240)
6. 低湿度检测电路·····	(241)

第一章

积分式 A/D 转换器

本章介绍常见的积分式 A/D 转换器,先介绍积分式 A/D 转换器的优缺点。

(1) 优点

①积分式 A/D 转换器的转换精度高,成本低。例如,ICL7135 双积分式 A/D 转换器的最大显示值为 19999,相当于二进制的 14 位($\log 19999 / \log 2 = 14$),其市场价仅相当于 12 位逐次逼近 A/D 转换器 AD1210 的 1/7 左右。

②积分式 A/D 转换器的精度与积分电阻,积分电容的精度无关,故可以降低对元件质量的要求。

③积分式 A/D 转换器的精度与时钟频率的漂移无关。当时钟频率漂移时,正向积分时间 T_1 和反向积分时间 T_2 按相同的比例来增加(或减少),所以并不影响测量的结果。这表明时钟振荡器不一定采用价格较贵的石英晶体,使用普通的阻容件已能满足要求,从而降低了成本。

④抗干扰能力强。工频周期为 20ms, A/D 转换器的采样时间 T_1 一般为 20ms 的整数倍,它对正负对称的工频干扰的积分基本为零,所以对 50Hz 的工频干扰抑制能力较强。对于高频干扰(例如噪声电压)亦有良好的滤波作用。只要干扰电压的平均值为零,对输出就不产生影响。

⑤构成数字电压表的外围电路简单。许多芯片可以直接驱动 LED 或 LCD。大部分芯片内部有时钟振荡电路,只需外接阻容件或只接电阻即可,MAX139 内部振荡器不需外接元件。

(2) 缺点

①积分电容和调零电容的介质损耗会影响 A/D 转换的精度,所以应采用介质损耗小的聚丙烯电容。

②A/D 转换的基准电源的变化直接影响转换精度。芯片内部的基准电压源一般受温度影响较大,当精度要求较高时,应采用外接基准电压源。

③积分式 A/D 转换器的工作速度较低,一般在 1~20 次/s。另外,本章介绍的积分式 A/D 转换器的工作温度范围一般是 0~70℃,当使用 LCD 显示屏时因 LCD 工作的最高温度为 40℃,所以,由他们构成的数字电压表工作温度不宜超过 40℃。对于低于 0℃ 的工作环境,可以选用带后缀“I”的芯片,例如 ICL7106I,它们的工作温度为 -25~+85℃。

为了便于选用积分式 A/D 转换器,表 1-1 列出了本章介绍芯片的主要特性。

1.3 $\frac{1}{2}$ 位双积分式 A/D 转换器 ICL7106

(1) 基本特点、引脚排列和功能

①ICL7106 是 3 $\frac{1}{2}$ 位双积分式 A/D 转换器,属于 CMOS 大规模集成电路,它的最大显示值为 ± 1999 ,最小分辨率为 $100\mu\text{V}$,转换精度为 $0.05\% \pm 1$ 个字。

②内部有异或门的输出,能直接驱动 LCD 显示器。

③采用单电源供电,电压范围规定为 + (7~15)V,一般使用 9V 叠层电池,工作电流为

1.8mA。

表 1-1 本章介绍积分式 A/D 转换器的主要特性

序号	型 号	满量程 读数	精度 ($\times 10^{-6}$)	最少分辨率 (μV)	电源电压 (V)	耗 电 (mA)	输出驱动 形式	基准电压 (V)
1	ICL7106	± 1999	500	100	9	1.8	LCD	2.8
2	ICL7107	± 1999	500	100	± 5	1.8	LED	2.8
3	ICL7116	± 1999	500	100	9	1.8	LCD	2.8
4	ICL7117	± 1999	500	100	9	1.8	LED	2.8
5	ICL7126	± 1999	500	100	9	0.1	LCD	2.8
6	ICL7136	± 1999	500	100	9	0.1	LCD	2.8
7	MC14433	± 1999	500	100	± 5	1	LED 或 BCD 码	外接 2.5
8	MAX139	± 1999	500	100	5	10	LED	3.05
9	ICL7149	± 3999	250	100	9	2.2	LCD	外接 1.2
10	ICL7109	± 4095	250	10	± 5	0.7	14 位二进制	2.8
11	CH259	± 19999	50	100	5	0.5	LED	外接 ± 1.0000
12	ICL7135	± 19999	50	100	± 5	3	LED	外接 1.0000
13	ICL7129	± 19999	50	10	9	1	LCD	外接 1.0000
14	MAX134	± 19999	250	5	± 5 或 9	0.1	BCD 码	外接 0.655
15	ICL7104-16	65535	50	15	$\pm 15, 5$	1.0, 6, -0.2	16 位二进制	1.75(8052)
16	AD7555	199999	50	10	± 5	5	BCD 码	外接 4.096
17	HI7159	199999	50	10	± 5	30	串行、并行	外接 1.0000

说明:a. CH259 的模拟部分需外接。

b. ICL7104-16 的模拟部分需外接 8502。

c. AD7555 的显示驱动、译码、模拟部分需外接。

d. HI7159 输出为 TTL 电平, 适合配接微机。

④在芯片内部 V_+ 与 COM 之间有一个稳定性很高的 2.8V 基准电压源。通过电阻分压器可获得所需要的基准电压 V_{REF} 。

⑤能通过内部的模拟开关实现自动调零和自动极性显示功能。利用外部异或门(或者异或非门), 还可获得超量程标志信号。

⑥内部有时钟电路, 根据需要可采用阻容振荡器或石英晶体振荡器, 亦可外接时钟信号。转换速率规定为 1~15 次/s。

⑦输入阻抗极高, 典型值为 $10\text{M}\Omega$, 对输入信号无衰减作用。

⑧整机组装方便, 无需外加有源器件, 配上 5 个电阻, 5 个电容和 LCD 显示器, 就能构成一块直流数字电压表。

⑨噪声低, 温漂小, 具有良好的可靠性, 寿命长。零读数温漂典型值为 $0.2\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 。

⑩可以方便地进行功能检查。

ICL7106 的引脚排列如图 1-1 所示。

引脚的功能如下:

V_+ 和 V_- : 分别为电源的正极和负极。

$aU \sim gU, aT \sim gT, aH \sim gH$: 分别为个位、十位、百位笔画的驱动信号, 依次接个位, 十位, 百位液晶显示器的相应笔画电极。LCD 的七段笔画见图 1-2, DP 为小数点。

bcK : 千位笔画驱动信号, 接千位液晶显示器的 b、c 两个笔画电极。当计数值大于 1999 时发生溢出, 千位数显示“1”, 其余数字均熄灭。

PM: 液晶显示器背面公共电极的驱动端, 简称“背电极”。

OSC1~OSC3: 时钟振荡器的引出端, 外接阻容元件或石英晶体组成振荡器。

COM: 模拟信号公共端, 简称“模拟地”, 使用时一般与输入信号的负端以及基准电压的负端相连。

TEST: 测试端, 该端经过 500Ω 电阻接至逻辑电路的公共地, 故也称“逻辑地”或“数字地”。此端可以作“测试”指示, 把它与 V_+ 短接后, LCD 显示器全部笔画点亮, 显示数为 1888, 以此来检查数字电压表。此端还可以作为负电源端供外部驱动器使用, 例如组成固定小数点显示电路。

V_{REF+} : 基准电压正端。通常采用内部基准电压, 也可根据需要采用外部基准电压。

V_{REF-} : 基准电压负端。

C_{REF} : 外接基准电容端。

IN_+ 、 IN_- : 模拟量输入端, 分别接输入信号的正端与负端。

AZ: 积分器和比较器的反相输入端, 接自动调零电容 C_{AZ} 。

BUF: 缓冲放大器输出端, 接积分电容 C_{INT}

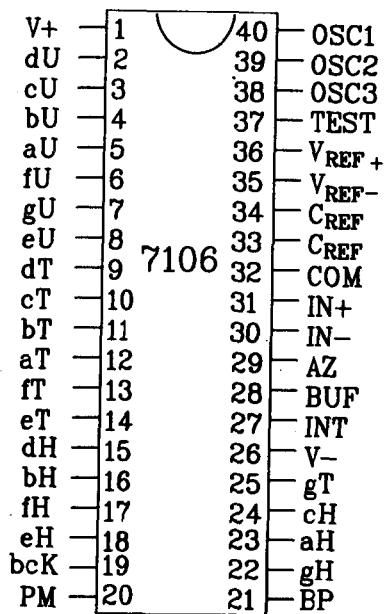


图 1-1 1 CL7106 引脚图

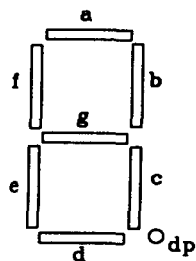


图 1-2 LCD 的七段笔画

(2) 工作原理

ICL7106 的内部有模拟电路部分和逻辑电路部分。

① 模拟电路部分

模拟电路部分如图 1-3 所示。它主要由积分器、缓冲放大器和比较器组成。积分器是 A/D 转换器的心脏,在一个测量周期内,积分器先后对输入信号电压和基准电压进行两次积分。比较器将积分器的输出信号与零电平进行比较,比较的结果作为数字电路的控制信号。在信号输入与积分器之间通过缓冲放大器进行隔离。

图 1-3 中的 NMOS 场效应管 VT_1 接在模拟地和电源 V_- 之间,根据电源电压的不同,使 COM 端电位保持在大约比 V_- 高 $4\sim 6V$ 的状态,而 COM 端又比 V_+ 低 $2.8V$ 。运放 A_4 的作用是稳定 $2.8V$ 基准电压 E_0 ,当电池电压发生变化时,不会影响基准电压源。

图 1-3 中的开关均系模拟开关(或叫电子开关)。这些开关可视为三端器件如图 1-4 所示, V_i 是输入端, V_o 是输出端, V_k 是控制端。当 V_k 为高电平“1”时开关接通,导通电阻只有几十欧;当 V_k 为低电平“0”时开关断开,截止电阻 $R_{off} \geq 100M\Omega$ 。截止电阻和导通电阻之比 $R_{off}/R_{on} > 1\,000\,000$ 。

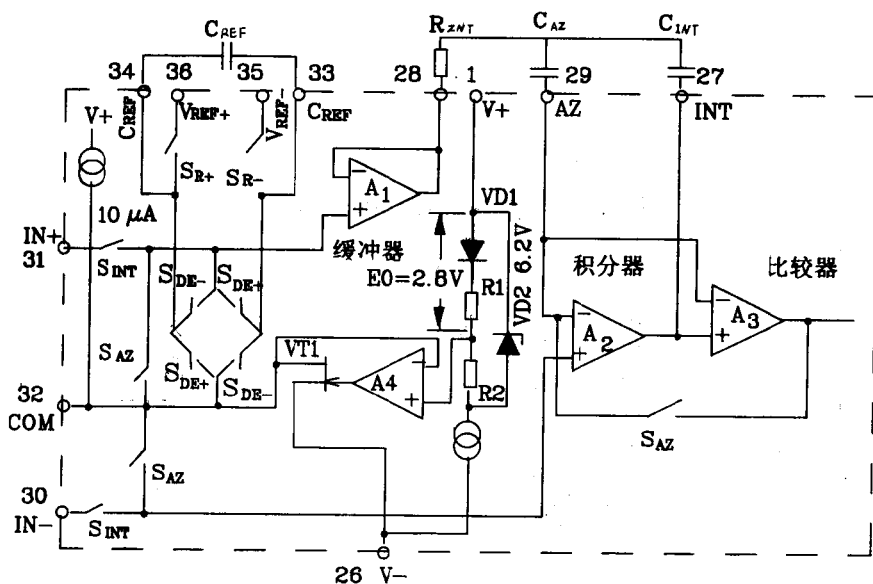


图 1-3 ICL7106 的模拟电路(A/D 部分)

A/D 转换器的每个测量周期分自动调零(AZ),信号积分(INT)和反相积分(DE)三个阶段。

第一阶段,自动调零 AZ:

这时除 S_{DE+} 、 S_{DE-} 之外的所有模拟开关的控制信号均为高电平,使积分开关 S_{INT} ,自动调零开关 S_{AZ} ,基准电压开关 S_{R+} 与 S_{R-} 均导通。一方面将输入信号对模拟地短路;另一方面闭合反馈回路使积分器、比较器和缓冲放大器的输出均为零;与此同时,基准电压 V_{REF} 向基准电容 C_{REF} 充电, C_{REF} 电容被充电到 V_{REF} 。

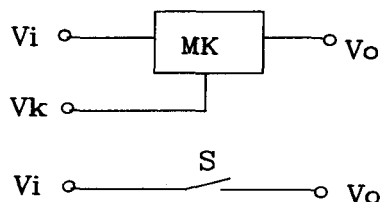


图 1-4 模拟开关示意图

第二阶段,信号积分 INT(也称采样或正向积分):

对信号积分时,受逻辑电路的控制, S_{AZ} 断开,输入端不再短路,积分器、比较器亦工作,被测电压 V_{IN} 送至积分器。在时间 T_1 内,A/D 转换器以 $V_{IN}/(R_{INT} \times C_{INT})$ 的斜率对 V_{IN} 进行正向积分。积分结果为

$$V_0 = \frac{K}{R_{INT}C_{INT}} \int_0^{T_1} V_{IN} dt = -\frac{KV_{IN}}{R_{INT}C_{INT}} \times T_1 \quad (1-1)$$

式中 K 表示缓冲放大器的放大倍数。 T_1 为正向积分的时间,它固定为 1 000 个时钟周期 T_{CP} 。

第三阶段,反向积分 DE:

在此阶段内,先对 V_{IN} 作极性判别,再用 C_{REF} 上已充好的电压 V_{REF} (此电压的极性与 V_{IN} 极性相反)以 $V_{REF}/R_{INT} \times C_{INT})$ 的斜率进行反向积分。经过时间 T_2 ,积分器的输出又回到零电平,参见图 1-5,其关系式为

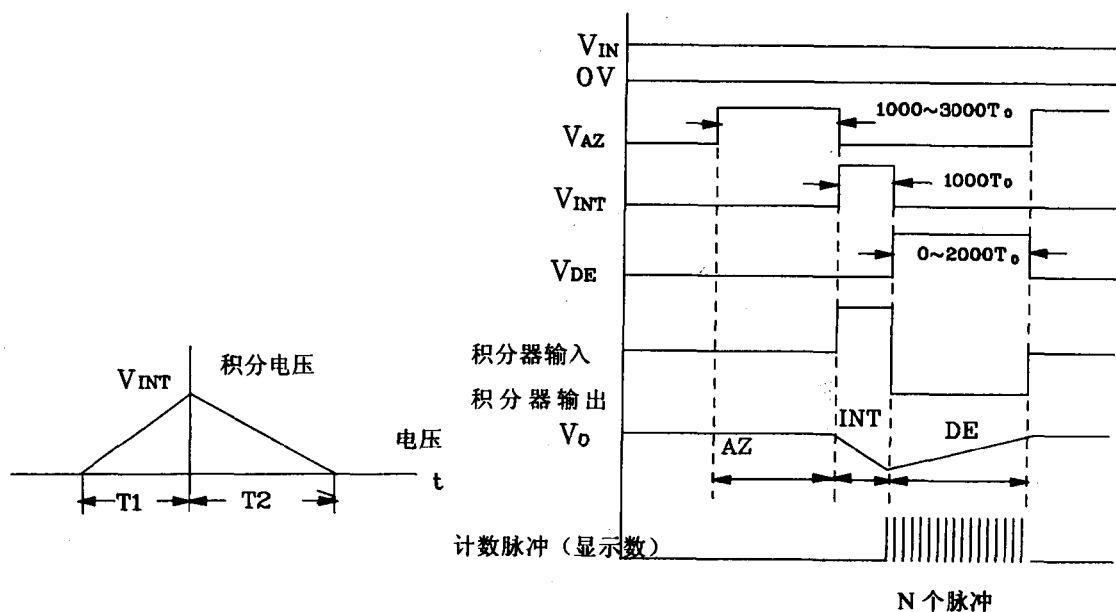


图 1-5 双积分输出电压示意图

图 1-6 A/D 转换器工作波形

$$V_0 - \frac{K}{R_{INT}C_{INT}} \int_0^{T_2} V_{REF} dt = V_0 - \frac{KV_{REF}}{R_{INT}C_{INT}} \times T_2 = 0 \quad (1-2)$$

将(1-2)式代入(1-1)式,整理得

$$T_2 = T_1 \times \frac{V_{IN}}{V_{REF}} \quad (1-3)$$

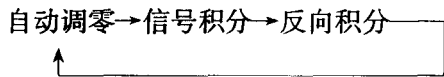
假定在 T_2 时间内的计数值为 N , 而计数脉冲 CP 的周期为 T_{CP} , 则 $T_2 = NT_{CP}$, 代入(1-3)式中整理后得到

$$N = \frac{T_1}{T_{CP} V_{REF} \times V_{IN}} \quad (1-4)$$

分析(1-4)式可知, 因为 T_1 、 T_{CP} 和 V_{REF} 都是固定不变的, 所以计数值 N 仅与被测电压 V_{IN} 成正比, 从而实现了模拟量到数字量的转变。

在第二次积分时 V_{REF} 的正负是靠 S_{DE+} 、 S_{DE-} 的接通与断开实现的。当 V_{IN} 为正时, 积分器的输出为负, 比较器的输出亦为负, 这一负信号通过逻辑电路控制 S_{DE+} 接通, S_{DE-} 打开, 使 C_{REF} 的负端接到缓冲的同相端, 即用负的 V_{REF} 对积分器进行积分; 反之, 当 V_{IN} 为负时, S_{DE-} 接通, S_{DE+} 打开, 使 C_{REF} 对积分器进行积分。

在测量过程中能自动地进行下述循环:



下面介绍 A/D 转换过程中的时间分配。假定时钟脉冲频率为 40kHz。

40kHz 时钟脉冲经逻辑电路的四分频后得到 10kHz 计数脉冲 CP , CP 脉冲的周期 ($T_{CP} = 0.1ms$) 就作为时间基准。每个测量周期规定为 $4000T_{CP} = 4000 \times 0.1ms = 0.4s$, 对应于测量速率为 2.5 次/s。测量速率与时钟脉冲频率 f_0 的关系为

$$\text{测量速率} = \frac{1}{4000T_{CP}} = \frac{1}{4000} \times \frac{f_0}{4} = \frac{f_0}{16000}$$

每个测量周期中三个阶段的工作波形如图 1-5 所示。各阶段所用时间分配如下:

信号积分时间 T_1 用 $1000T_{CP}$:

信号反向积分时间 T_2 用 $0 \sim 2000T_{CP}$, 这一时间的长短是由 V_{IN} 的大小决定的。 V_{IN} 的幅度大, 则 T_2 时间长; 反之则时间短。当 $V_{IN} = 0$ 时, $T_2 = 0T_{CP}$ 。

自动调零时间 T_0 用 $1000 \sim 3000T_{CP}$ 。当 $T_2 = 2000T_{CP}$ 时, $T_0 = 1000T_{CP}$; 当 $T_2 = 0$ 时, $T_0 = 3000T_{CP}$ 。这里 $T_2 + T_0 = 3000T_{CP}$ 。

从上面的分析可知, T_1 是固定不变的, 但 T_2 随 V_{IN} 的大小而改变。因为 $T_1/T_{CP} = 1000T_{CP}/T_{CP} = 1000$, 选基准电压 $V_{REF} = 100.0mV$, 则显示读数为

$$V_{IN} = 0.1 \times N$$

将小数点定在 10 位, 便可直接读结果。

满量程时 $N = 2000$, 由(1-4)式可导出满量程时电压 V_M 与基准电压的关系为

$$V_M = 2V_{REF}$$

3 位半数字电压表最大读数为 1999, 满量程时将显示过载符号“1”。