

目录

1 数字温度计简介.....	1
2 系统方案设计.....	1
2.1 方案的选择.....	1
2.2 电路设计过程.....	2
3 设计中用到的芯片介绍.....	3
3.1 温度传感器 LM35.....	3
3.1.1 LM35 的特性.....	3
3.1.2 LM35 的引脚与封装.....	4
3.1.3 LM35 的典型运用.....	5
3.1.5 LM35 的使用要点.....	5
3.2 芯片 ICL7101 介绍.....	6
3.2.1 ICL7107 转化器原理.....	7
3.2.2 ICL7107 的引脚及个引脚功能.....	8
3.2.3 ICL7107 的典型运用电路.....	9
3.3 电压比较器 LM393.....	9
3.4 七段数码管.....	10
4 电路设计图及电路仿真.....	12
4.1 各模块设计图.....	12
4.2 电路总设计图.....	13
4.3 电路的仿真.....	14
5 实物的测试.....	16
5.1 实物图.....	16
5.2 测试结果.....	17
6 仿真软件 proteus 简介.....	18
7 心得体会.....	22
8 参考文献.....	23
本科生课程设计成绩鉴定表.....	24

摘要

数字温度计是一种电子产品，由温感元件来识别温度，既将温度信号转化为模拟的电信号。再经过数模转换为数字的电信号，最后经编码显示在数码管上，或者液晶屏上。

本文介绍基于 LM35 与 ICL7107 制作的数字温度计方法、原理以及电路工艺、并给出完整的电路。该电路具有高精度，高稳定性，低温漂，低功耗的优点，且价格低廉，使用方便，是传统的水银温度计，金属温度计的理想替代品，广泛应用于工业、农业、医疗器械等领域的温度探测。也在本文中详细介绍了各电路的工作模块及相应的芯片。

关键字：温度计 LM35 ICL7107 电路模块

Abstract

Digital thermometer is a kind of electronic products, feeling components to identify temperature by temperature, both the temperature signal into analog signals. After analog-to-digital conversion to digital electrical signals, finally the encoded in the digital tube display, or LCD screen.

In this paper, the digital thermometer based on LM35 and ICL7107 production method, principle and circuit process, and complete circuit is given. The circuit has a high precision, high stability, low temperature drift, the advantages of low power consumption, and low cost, easy to use, is one of the traditional mercury thermometer, metal thermometer ideal substitutes, are widely used in industry, agriculture, medical apparatus and instruments in areas such as temperature detection. In this article also introduced the work of each circuit module and the corresponding chip.

Key words: the thermometer LM35 ICL7107 circuit module

1 数字温度计简介

数显温度计可以准确的判断和测量温度，以数字显示，而非指针或水银显示。故称数字温度计或数字温度表。温度是我们日常生产和生活中实时在接触到的物理量，但是它是看不到的，仅凭感觉只能感觉到大概的温度值，传统的指针式的温度计虽然能指示温度，但是精度低，使用不够方便，显示不够直观，数字温度计的出现可以让人们直观的了解自己想知道的温度到底是多少度。数显温度计采用温度敏感元件也就是温度传感器(如铂电阻，热电偶，半导体，热敏电阻等)将温度的变化转换成电信号的变化，如电压和电流的变化，温度变化和电信号的变化有一定的关系，如线性关系，一定的曲线关系等，这个电信号可以使用模数转换的电路即 A/D 转换电路将模拟信号转换为数字信号，数字信号再送给处理单元，如单片机或者 PC 机等，处理单元经过内部的软件计算将这个数字信号和温度联系起来，成为可以显示出来的温度数值，如 25.0 摄氏度，然后通过显示单元，如 LED，LCD 或者电脑屏幕等显示出来给人观察。这样就完成了数字温度计的基本测温功能。

数字温度计采用进口芯片组装精度高、高稳定性，误差 $\leq 0.5\%$ ，内电源、低功耗、不锈钢外壳，防护坚固，美观精致。采用进口高精度、低温漂、超低功耗集成电路和宽温型液晶显示器，内置高能量电池连续工作 ≥ 5 年无需敷设供电电缆，是一种精度高、稳定性好、适用性极强的新型现场温度显示仪。是传统现场指针双金属温度计的理想替代产品，广泛应用于各类工矿企业，大专院校，科研院所。数字温度计根据使用的传感器的不同，AD 转换电路，及处理单元的不同，它的精度，稳定性，测温范围等都有区别，这就要根据实际情况选择符合规格的数字温度计。

2 系统方案设计

2.1 方案的选择

由课程设计要求，可得如下预选方案

方案一：

用一个热敏电阻,通过热敏电阻把温度转化为电压,再得到每一度热敏电阻的电压变化值,用 LM324运放做成乘法器,使电压乘以一个比例系数,使一度的变化得到一个整数变化的电压值,然后送入 MC14433A/D转换器进行数模转换和数字显示。

方案二：

采用温度传感器对温度进行采集,采集的电压经过放大电路将信号放大,然后经过 3.5 位 A/D转换器转换成数字信号,在进行模拟/数字信号转换的同时,还可直接驱动 LED显示器,将温度显示出来。

方案三：

采用 ICL7107 进行模—数转换。通过温度传感器 LM35采集到温度信号,通过使用 ICL7107 集 A/D转换和译码器于一体的功能,直接驱动数码管,省去译码器的接线。再通过 LM393等组成的报警电路来达到超温报警的效果。

根据电路的简易性与可实行性(比如电路线路多而繁杂, MC14433等芯片在元件库中缺少等),选用方案三。用温度传感器 LM35 与集 A/D 转换和译码器于一体的 ICL7107 和电压比较器 LM393 来设计电路。

2.2 电路设计过程

系统大致框图如图 2.2.1所示

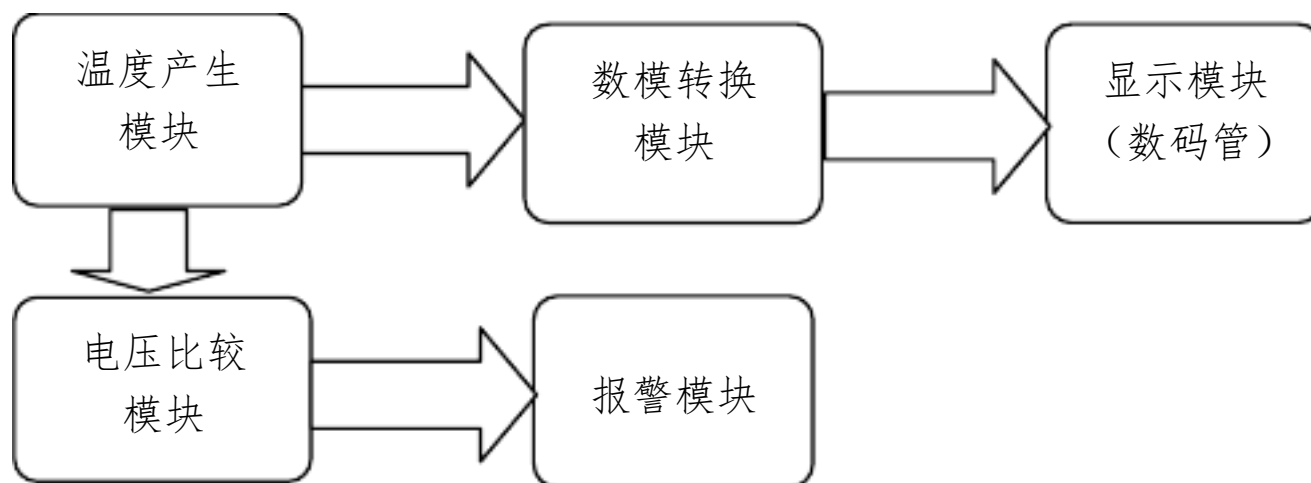


图 2.2.1 系统设计大致框图

根据系统大致框图,总共可以分为五个模块。对相应的模块进行相应的电路,

设计，找出相应的元器件，最后组成一个完整的数字温度计。

温度产生模块即利用温度传感器就是将温度信号反映到电信号上去，可以用热敏电阻及一些热传感器来实现，由于热敏电阻的阻值与温度不成线性关系，所以这里主要是用温度传感器将温度信号线性地反映到电压上来实现温度取样，测量温度信号为模拟量。数模转换模块可以由三极管放大或是用集成运算放大器将取样的温度信号放大，然后用利用 A/D 转换器进行转换。A/D 转换主要的任务是对模拟电信号进行分析，将其信号转换成数字信号。显示模块可以用各种类型的七段 LED 显示。这里根据要求，选了 4 位 LED 数码管显示。电压比较模块用一些电压比较器 LM393 进行搭建电路。报警模块可以选用一些 LED 灯、蜂鸣器灯等实现温度超标时的报警电路。

3 设计中用到的芯片介绍

3.1 温度传感器 LM35

在此次课设中，采用的温度传感器为 LM35，LM35 系列是精密集成电路温度传感器，其输出的电压线性地与摄氏温度成正比。因此，LM35 比按绝对温标校准的线性温度传感器优越感得多。LM35 系列传感器生产制作时已经过校准，输出电压与摄氏温度一一对应，使用极为方便。灵敏度为 $10.0\text{mV}/^\circ\text{C}$ ，精度在 0.4°C 至 0.8°C (-55°C 至 $+150^\circ\text{C}$ 温度范围内)，重复性好，低输出阻抗，线性输出和内部精密校准使其与读出或控制电路接口简单和方便，可单电源和正负电源工作。

3.1.1 LM35 的特性

- 1、在摄氏温度下直接校准
- 2、 $+10.0\text{mV}/^\circ\text{C}$ 的线性刻度系数
- 3、确保 0.5°C 的精度 (在 25°C)
- 4、额定温度范围为 -55°C 至 $+150^\circ\text{C}$
- 5、适合于远程应用
- 6、工作电压范围宽, 4V 至 30V

- 7、低功耗,小于60uA
- 8、在静止空气中,自热效应低,小于0.08℃的自热
- 9、非线性仅为±1/4℃
- 10 输出阻抗,通过1mA电流时仅为0.1Ω

3.1.2 LM35 的引脚与封装

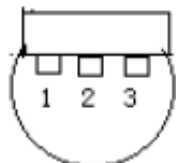
LM35的引脚与封装及类别信息如下图3.1.2所示

型号	封装	工作温度范围	存放温度
LM35DZ	TO-92 塑封	0℃至+100℃	-60℃至+150℃
LM35CZ	TO-92 塑封	-40℃至+110℃	-60℃至+150℃
LM35CAZ	TO-92 塑封	-40℃至+110℃	-60℃至+150℃
LM35H	TO-46 金属封	-55℃至+150℃	-60℃至+180℃
LM35AH	TO-46 金属封	-55℃至+150℃	-60℃至+180℃
LM35CH	TO-46 金属封	-40℃至+110℃	-60℃至+180℃
LM25CAH	TO-46 金属封	-40℃至+110℃	-60℃至+180℃
LM35DH	TO-46 金属封	0℃至+100℃	-60℃至+180℃
LM35DM	SO-8 表面贴	0℃至+100℃	-65℃至+150℃



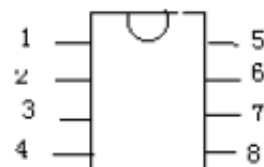
TO-46 封装 (底视)

- 1、+VS
- 2、Vout
- 3、GND



TO-92 封装 (底视)

- 1、+VS
- 2、Vout
- 3、GND



SO-8 封装 (顶视)

- 1、Vout
- 2、NC
- 3、NC
- 4、GND
- 5、NC
- 6、NC
- 7、NC
- 8、+Vs

图3.1.2 LM35的信息

3.1.3 LM35 的典型运用

LM35作为温度传感器，可以使用单电源与双电源，其电路图如下3.1.3.1所示，其满量程摄氏温度传感器电路如图3.1.3.2所示

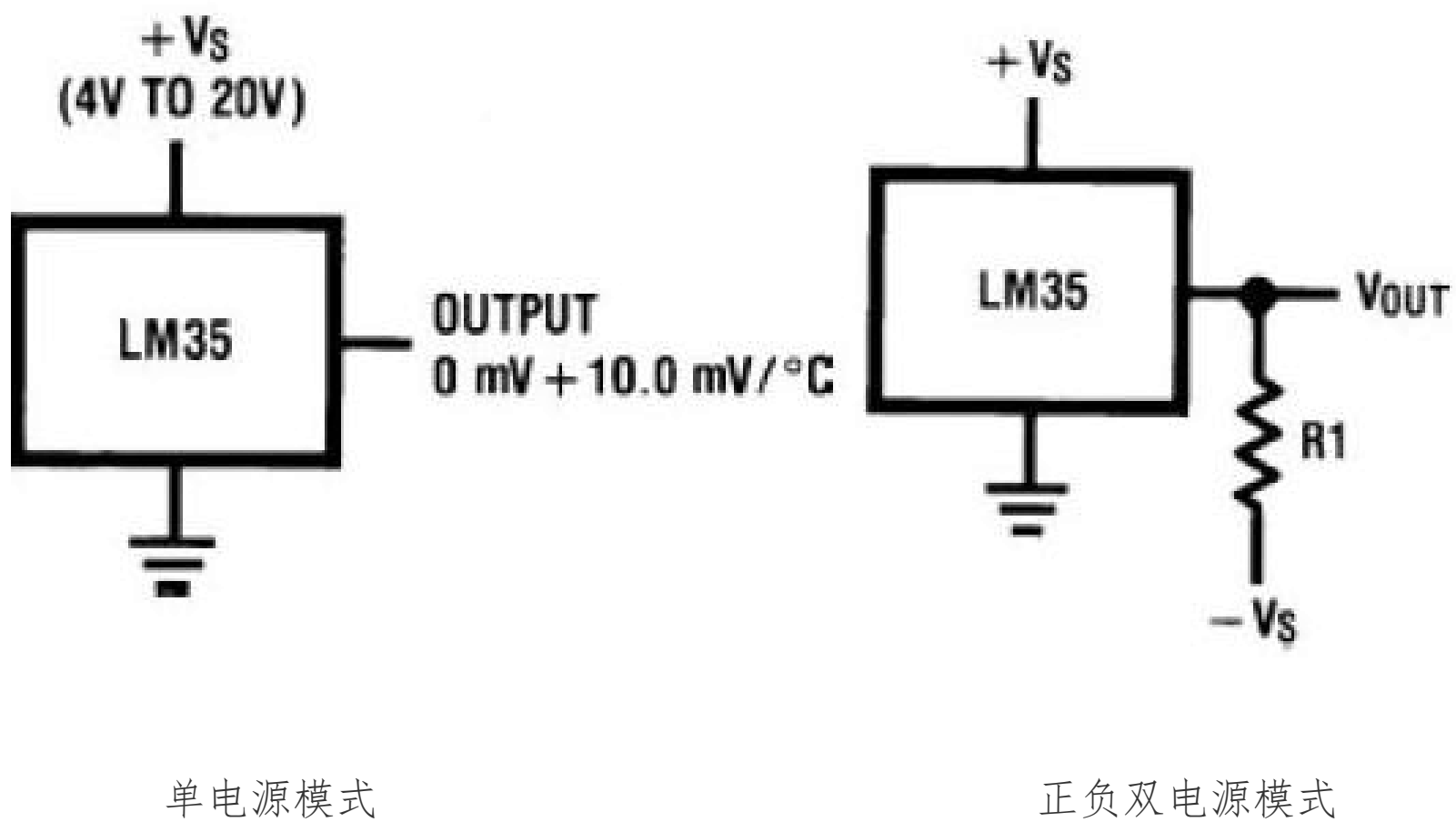


图 3.1.3.1 LM35 的供电模式

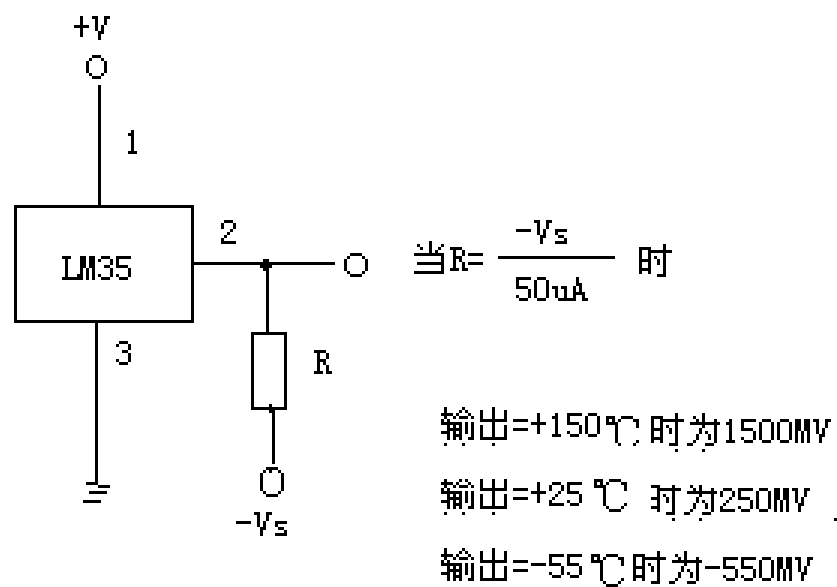


图 3.1.3.2 LM35 的满量程电路图

3.1.5 LM35 的使用要点

实际使用中，可将塑封的传感器的平面用环氧树脂指粘贴在待测的零件表面，若是TO-46 金属封装的，则可在待测零件上钻一个与传感器管帽相当的孔，用胶粘

牢，安装十分简单。温度差不会超过 0.01°C ，这是在假定环境空气温度与表面温度总是相同的前提下，如果环境温度比表面温度高或低许多时，LM35器件外表面的实际温度将为环境温度和表面温度之间的温度。对于TO-92封装来说，情况更是如此。在这里，铜导线是向器件传导热量的主要热渠道，因此，其温度将更接近空气温度，而不是表面温度。了解决这个问题，应确保到LM35的导线保持与器件外表面同样的温度，最容易的方法是用环氧树脂覆盖这些导线，以确保引线和导线与器件外表面具有相同的温度，使得器件外表面的温度将不受环境温度的影响。TO-46金属封装也可被焊在金属表面或管子上，当然在这种情况下电路的电源负端（V-）接地到金属壳上。另一种方法是，LM35被安装在密闭的金属管中，然后浸入一个槽中或拧入槽的螺纹孔中。和任何集成电路一样LM35和其伴随导线及电路必须绝缘和干燥，以防止漏电及腐蚀。如果电路工作在可能发生凝结的低温下，就应该更加注意。经常使用Humiseal和环氧树脂等印刷电路涂层和漆，以确保湿气不会腐蚀LM35或其连接。

电容负载问题：

与许多微功率电路一样，LM35具有有限的驱动电容负载能力。若无特别的预防措施LM35独自能驱动50pF的电容负载。如果加入一个更大的负载，可以方便地用一个电阻来隔绝或解耦这个负载，或者在输出与地之间用一个串联的R-C阻尼器来提高电容的容差。

3.2 芯片 ICL7101 介绍

ICL7107是高性能、低功耗的三位半转换器，同时包含有七段译码器、显示驱动器、参考源和时钟系统。ICL7107可直接驱动共阳极LED数码管。ICL7107将高精度、通用性和真正的低成本很好的结合在一起，它有低于10uV的自动校零功能，零漂小于 $1\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ ，低于10pA的输入电流，极性转换误差小于一个字。真正的差动输入和差动参考源在各种系统中都很有用。在用于测量负载单元、压力规管和其它桥式传感器时会有更突出的特点。ICL7107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100uV，转换精度为 0.05 ± 1 个字。能直接驱动共阳极LED数码

管，不需要另加驱动器件，使整机线路简化，采用士5V 两组电源供电，并将第21脚的 GND 接第30脚的 IN 。在芯片内部从 V+与 COM 之间有一个稳定性很高的2.8V 基准电源，通过电阻分压器可获得所需的基准电压 V_{REF} 。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。输入阻抗高，对输入信号无衰减作用。整机组装方便，无需外加有源器件，配上电阻、电容和 LED 共阳极数码管，就能构成一只直流数字电压表头。噪音低，温漂小，具有良好的可靠性，寿命长。芯片本身功耗小于15mw（不包括 LED）。未设有一专门的小数点驱动信号。使用时可将 LED 共阳极数数码管公共阳极接 V+.,可以方便的进行功能检查。

ICL7107 转化器原理图如图 3.2.1所示。其中计数器对反向积分过程的时钟脉冲进行计数。控制逻辑包括分频器、译码器、相位驱动器、控制器和锁存器。

驱动器是将译码器输出对应于共阳极数码管七段笔画的逻辑电平变成驱动相应笔画的方波。

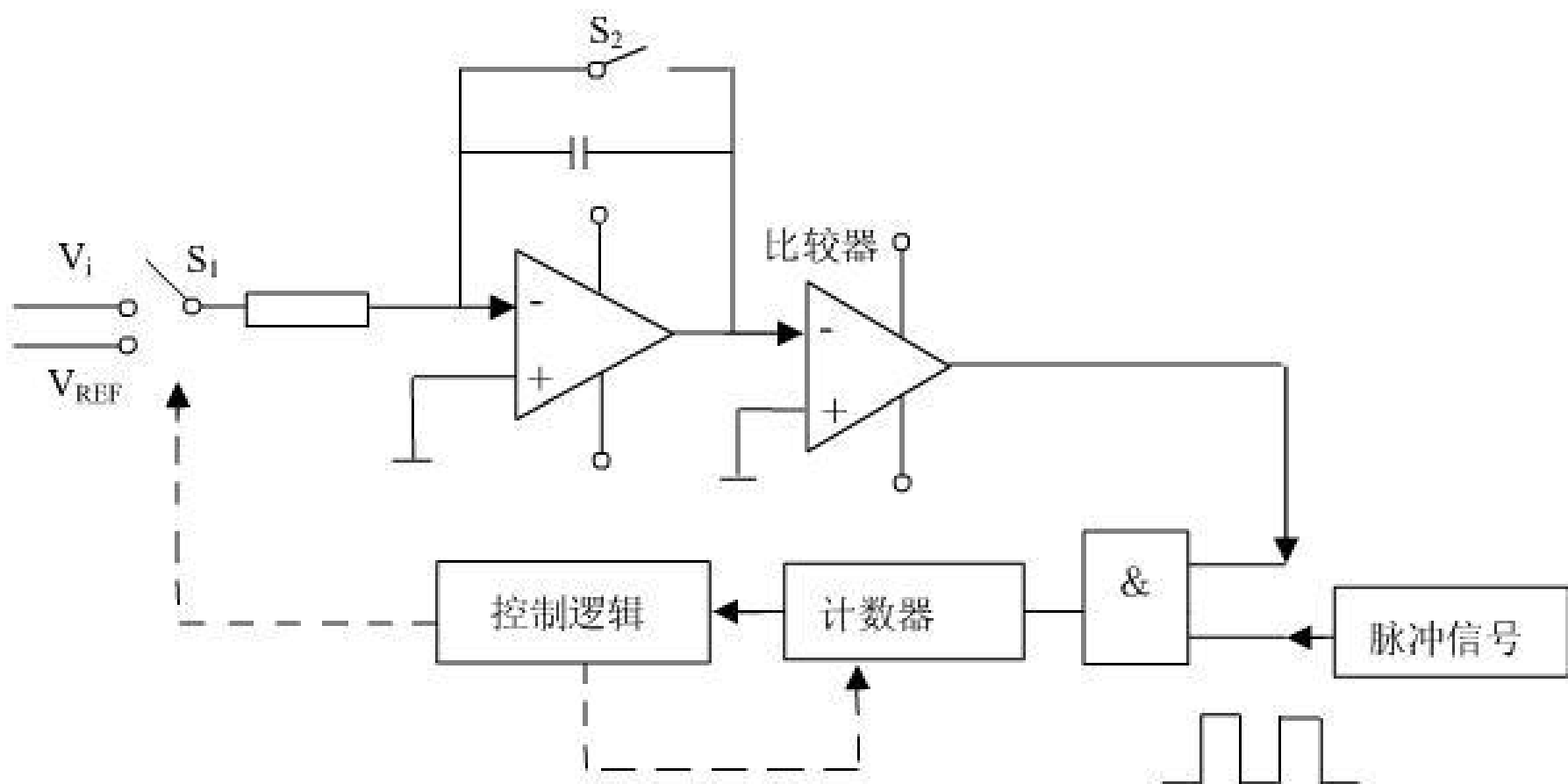


图 3.1.2 ICL7107 转化器原理图

控制器的作用有三个：

第一，识别积分器的工作状态，适时发出控制信号，使各模拟开关接通或断开，A/D 转换器能循环进行。

第二，识别输入电压极性，控制 LED 数码管的负号显示。

第三，当输入电压超量限时发出溢出信号，使千位显示 ，其余码全部熄灭。

锁存器用来存放A/D转换的结果，锁存器的输出经译码器后驱动LED。它的每个测量周期自动调零（AZ）、信号积分（INT）和反向积分（DE）三个阶段。

ICL7107AD 转换器的管脚排列及其各管脚功能如图 3.2.2所示。

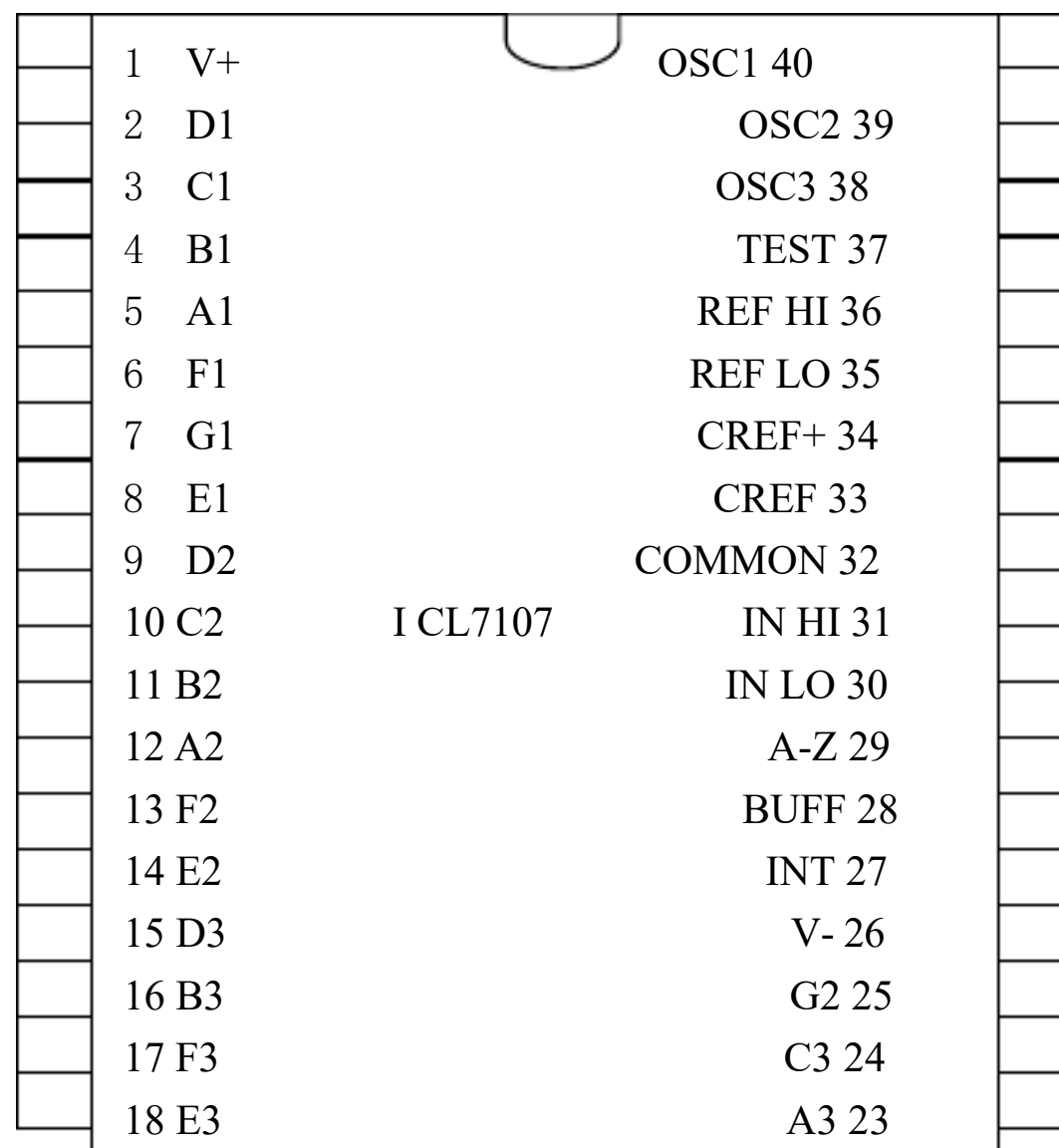


图 3.2.2 ICL7107 管脚排列

各引脚功能简单介绍如下：

1 脚，正电源端，接直流+5V；

2~20 脚、22~25 脚，接相应的数码管；

- 脚，接 GND
- 26 脚，负电源端，接直流-5V；
- 27 脚，积分器输出端，外接积分电容 C（一般取 $C=0.22\mu\text{F}$ ）；
- 28 脚，输入缓冲放大器的输入端。外接积分电阻 R（一般取 $R=47\text{k}$ ）；
- 29 脚，积分器和比较器的反向输入端，接自校零电容 C（一般取 $C=0.47\mu\text{F}$ ）；
- 30、31 脚，模拟量输入端；
- 32 脚，模拟信号公共端；
- 33、34 脚，基准电容端；
- 35、36 脚，基准正负电压端。
- 37 脚，测试端。
- 38、39、40 脚，产生时钟脉冲的振荡器的引出端，外接 R、C 元件。

如下图3.2所示，为ICL7107的典型运用电路

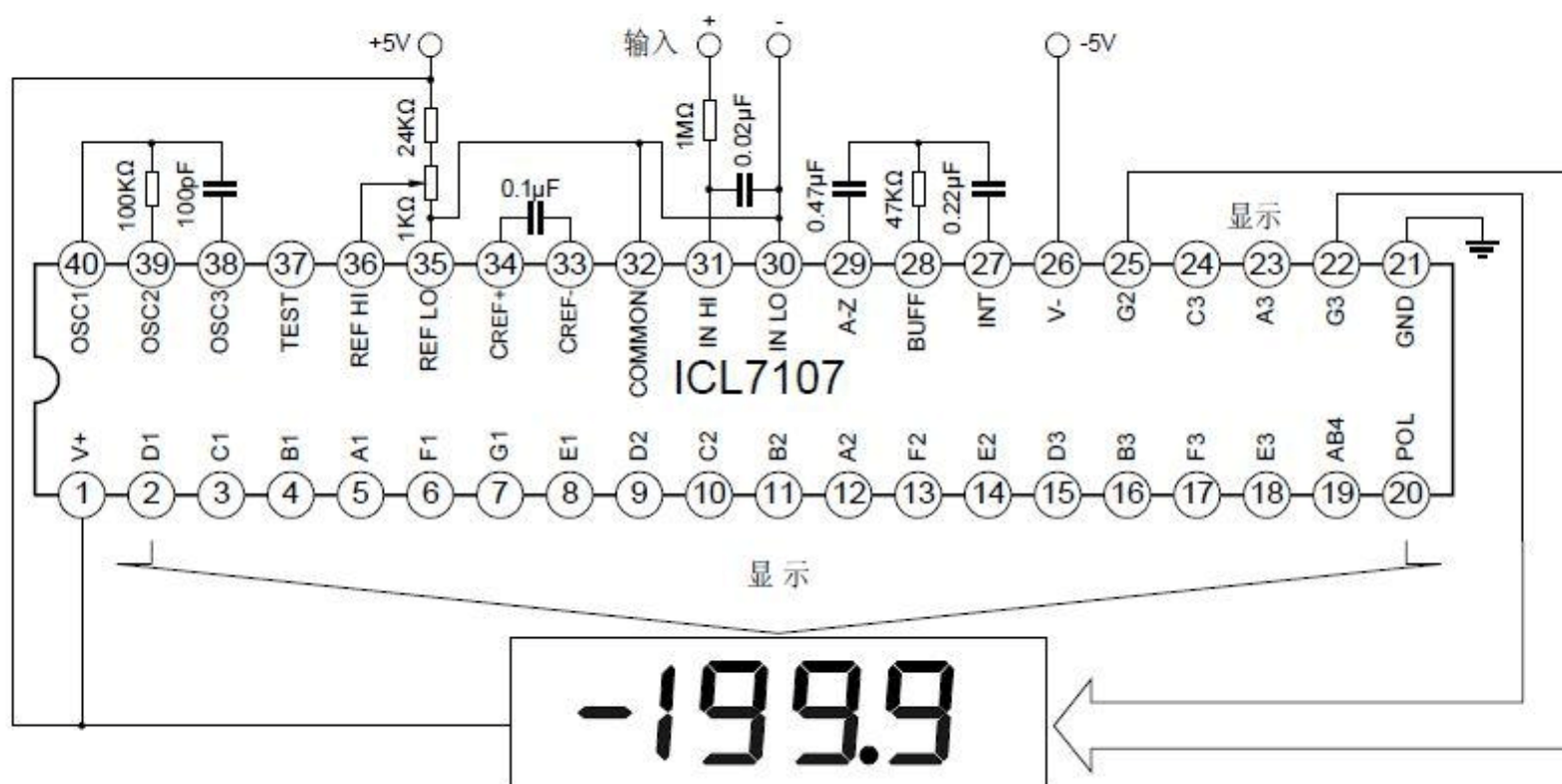


图3.2. ICL7107的典型运用电路

3.3 电压比较器 LM393

是双电压比较器集成电路，其主要特点为：工作电源电压范围宽，单电源、双电源均可工作，单电源：2~36V，双电源： $\pm 1 \sim \pm 18\text{V}$ ；消耗电流小， $I_{cc}=0.8\text{mA}$ ；输入失调

电压小, $V_{IO} = \pm 2\text{mV}$; 共模输入电压范围宽, $V_{ic} = 0 \sim V_{cc} - 1.5\text{V}$; 输出与TTL, DTL, MOS, CMOS 等兼容; 输出可以用开路集电极连接“或”门, 其管脚排列图如下图3.3.所示。引脚功能如下图3.3.所示

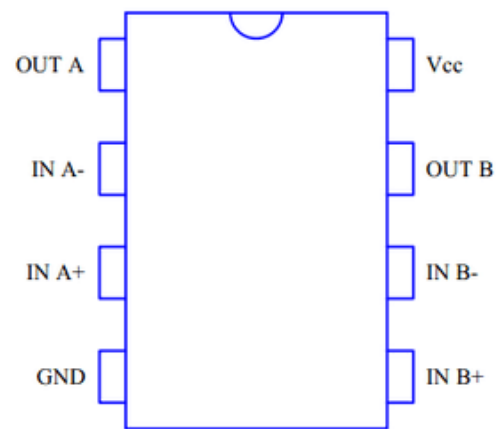


图3.3.1 的引脚图

引出端序号	功能	符号	引出端序号	功能	符号
1	输出端 1	OUT1	5	正向输入端 2	IN+(2)
2	反向输入端 1	IN-(1)	6	反向输入端 2	IN-(2)
3	正向输入端 1	IN+(1)	7	输出端 2	OUT2
4	地	GND	8	电源	VCC

图3.3. 引脚功能

在此次课程设计中, 所用到的数码管为七段共阳数码管。其引脚图如下

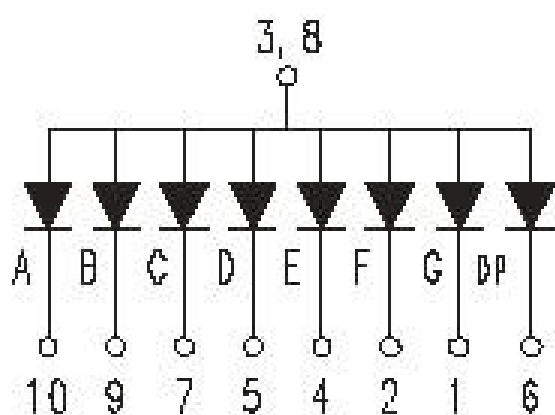


图3.4. 七段数码管引脚图

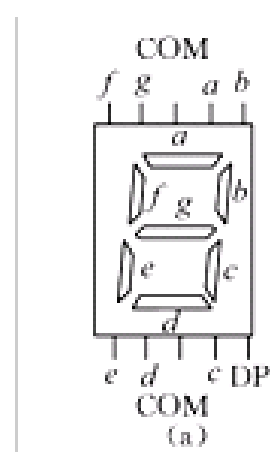


图3.4. 七段数码管引脚图

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/69803411200006134>