

## 摘 要

雨刮器属汽车附件，是汽车安全行驶的重要部件，用于消除挡风玻璃、后窗玻璃及大灯玻璃上的雨雪和灰尘等，以保证玻璃透明清晰。

本文分析了三种雨滴传感器的组成原理，基于光强变化的原理设计了一种新型的汽车红外线雨滴传感器。当下雨时，该雨刮器系统可以通过红外雨滴传感器感知雨量大小，分辨出是大雨还是小雨，使雨刮器自动工作在高速或低速状态，能够取代传统的机械结构的雨刮器。

在汽车智能雨刮系统中由于两个雨刮电机的转速不可能完全一样，就存在两个雨刮摆动不同步的问题。本文在分析了模糊控制理论及雨刮同步摆动规则的基础上，提出了一种基于模糊控制的汽车智能雨刮系统。该系统将转速偏差和转速偏差变化量模糊化为模糊控制器的输入语言变量，根据所制定的一套模糊控制规则来选择控制PWM的输出语言变量，并以此通过脉宽调制技术来驱动直流电机，使两个雨刮同步摆动。

本文基于单片机完成了对雨滴传感器及模糊控制的软、硬件设计，并对控制系统进行了MATLAB仿真，仿真实验结果表明该系统能有效的抑制超调现象，提高系统的响应速度和稳态性能。

关键词：雨滴传感器；模糊控制；单片机；雨刮器

The Design Of Intelligent Windscreen Wiper Of Automobile

# Based On Single Integrated Circuit

## Abstract

The windscreen wiper is an accessories of the Automobile, it is an important part of Automobile for the steer security. It is used to clear up the rain and snow, dust and oil on the windcreens, rear windows and headlight windows, to make sure the windows transparent and clear.

In this thesis, composition theory of three kinds of rain sensors are analysed, and a new-type of infrared rain sensor of automobile is designed based on the theory of variable light intensity. When it rains, the windscreen wiper system senses the amount of rainfall by infrared rain sensor and distinguish the number of precipitation rain fall and thus make windscreen wiper automatically work either at a high speed or at a low speed. It can replace traditional windscreen wiper system of mechanical structure.

In intelligent windscreen wiper system of automobile, As the problem of technics, the speed of two electro motors are not the same completely, so there are the problems that wiper blades swing asynchronous. In the thesis, intelligent windscreen wiper system of automobile based on fuzzy control is presented, by analyzing fuzzy control theory and synchronous swing rules of windscreen wiper speed error and its change were used as fuzzy stable variable. According to a set of fuzzy rules, the output variable was selected to control the PWM switch. In this way, the PWM technique was used to drive the DC motor and control windscreen wiper to swing synchronously.

The software and hardware of rain sensors and fuzzy control was completed based on SCM in this thesis, and processed the simulation of MATLAB. The simulation results showed that the system could depress the overshoot and improve the response and steady state

performance.

keywords: rain sensor, fuzzy control, SCM ; windscreen wiper

## 目 录

摘 要.....	I.....
Abstract .....	.....
第一章 引 言.....	.....
1.1 研究背景 .....	.....
1.2 研究的意义 .....	.....
1.3 论文的内容 .....	.....
第二章 智能雨刮器的原理及种类 .....	.....
2.1 雨滴传感器的分类 .....	.....
2.1.1 压电振子原理的雨滴传感器 .....	.....
2.1.2 静电电容原理的雨滴传感器 .....	.....
2.1.3 光量变化的雨滴传感器 .....	.....
2.2 红外雨滴传感器的原理 .....	.....
第三章 智能雨刮器的硬件组成及其芯片介绍 .....	.....
3.1 发射模块 .....	.....
3.1.1 发射管 .....	.....
3.1.2 由 555 定时器构成的多谐振荡器 .....	.....
3.2 接收模块 .....	.....
3.2.1 红外接收管 .....	.....
3.2.2 带通滤波器 .....	.....
3.2.3 分频器 CD4024 .....	.....
3.2.4 80C5 芯片资料.....	.....

3.3 四总线缓冲门 741s125.....	
第四章 智能雨刮器硬件设计 .....	
4.1 智能雨刮器的结构框图 .....	
4.2 雨滴传感器的硬件设计 .....	
4.3 电机控制的硬件设计 .....	
第五章 智能雨刮器的软件设计 .....	
5.1 雨滴传感器的流程图设计 .....	
5.2 智能雨刮器双电机控制的流程图设计 .....	
5.3 汽车智能雨刮器的主程序流程图设计 .....	
第六章 基于模糊控制的智能雨刮控制系统 .....	
6.1 模糊控制简介 .....	
6.2 模糊控制的数学基础 .....	
6.2.1 模糊集合 .....	
6.2.2 隶属度函数及其确定 .....	
6.3 模糊控制器的设计 .....	
6.3.1 模糊控制器的结构设计 .....	
6.3.2 精确量的模糊化 .....	
6.3.3 建立模糊控制器的控制规则 .....	
6.3.4 模糊判决 .....	
6.3.5 论域、量化因子及比例因子的选择 .....	
6.3.5.1 论域及基本论域 .....	
6.3.5.2 量化因子 .....	
6.3.5.3 比例因子 .....	

6.3.5. 量化因子和比例因子的选择 .....	
6.4 智能雨刮器电机的模糊控制 .....	
6.4.1智能雨刮器的控制原理图 .....	
6.4.2直流电机的调速原理 .....	
6.4.3电机同步设计中选择模糊控制的原因 .....	
6.4.4模糊控制在电机同步控制中的应用 .....	
6.5 模糊控制算法流程图 .....	
6.6 控制系统的仿真与分析 .....	
总结.....	
参考文献.....	错误!未定义书签。
附录 A matlab仿真图.....	
附录 B 硬件原理图 .....	
附录 C 程序 .....	
致谢.....	

## 第一章 引言

### 1.1 研究背景

汽车工业是国民经济发展的支柱产业之一，现代汽车正从一种单纯的交通工具朝着满足人们需求、安全、节能和环保的方向发展。为了满足人们对汽车日益提高的要求，汽车研发及生产机构必然要将越来越多的电子产品引入到汽车上，智能控制系统也成为汽车革新的主要内容。

雨刮器属汽车附件，是汽车安全行驶的重要部件，用于消除挡风玻璃、后窗玻璃及大灯玻璃上的雨雪、灰尘和水泥等，以保证玻璃透明清晰。

第一个发明电动刮水器的是德国博世公司，博世将它作为“博世最年幼的产品”加入到博世的产品家族。自那以后，这个婴儿逐渐成长，从单纯的刮片发展到二十一世纪初的风窗玻璃之星——无支架的刮水器。在汽车的驾驶史上，对风窗玻璃的清洁问题解决开始得比较晚。汽车从只有平添驾驶发展到成为全天候的驾驶。技术变化最大是在二战以后，伴随着大规模机械的出现。风窗玻璃洗涤器、间歇开关、后窗刮水器和可加热喷水器保证了驾驶时的视野清晰与行车安全。伴随着其他一些技术革新，比如雨滴传感器、可变位刮水臂、刮水器的出现，就更扩大了刮拭的范围，刮水器成为了一个复杂的系统。

目前传感器在汽车上的应用已经相当广泛，汽车传感器作为汽车电子控制系统的信息源，是汽车电子控制系统的关键部件，也是汽车电子技术领域研究的核心内容之一。在对于汽车雨刮器的研究上，智能雨滴传感器自然成了智能刮水器系统的重要组成部分。智能化传感器是具有智能功能的高档传感器，它具有检测、信息处理功能、自动进行各种误差补偿、精度高、量程覆盖范围大、稳定性好、输出信号大、信噪比高、传输中抗干扰性能好，可远距离输送信号，有的还带有自检功能。

## 1.2 研究的意义

据统计全世界雨天行车有 7% 的事故是由于驾驶员手动操作雨刷引起的，现在的汽车中已经安装了越来越多的传感器以增加主动性和被动安全性。采用雨滴感应式自动雨刷控制系统可以使驾驶员免除手动操作雨刷的麻烦，有效地提高了雨天行车的安全性。如果汽车有雨滴传感器，驾驶者就无需调节雨刮器设置来迅速停止刮片的运动或者得到更好的视角。当在湿路上驾驶时，驾驶者就无需动手来打开雨刮器，所以驾驶者就可以集中精力开车。

## 1.3 论文的内容

论文结合智能雨刮系统的特点，进行了以下几个问题的研究：

1. 论文总结了汽车雨刮器的发展历程以及汽车传感器的现状及发展趋势，提出了研制汽车雨滴传感器的重要意义。

2. 目前，雨滴传感器主要由三种原理构成：利用压电振子的传感器、利用静电电容的传感器和利用光量变化的传感器。我们根据把雨滴传感器放在汽车内部的需要，利用光量变化的原理，研制出了一种新型红外线汽车雨滴传感器。该雨滴传感器能够智能的分辨出大雨还是小雨，从而使雨刮做高速或低速摆动。

3. 本文系统分析了模糊控制理论及模糊控制技术在汽车上的应用。汽车工业在其发展过程中所日益显示的对于高新技术的可容性和电子化趋势，使得模糊技术颇受各国汽车公司和厂商的重视，并由此掀起了一股模糊技术用于汽车的热潮。因此，要研制智能化的汽车离不开模糊控制技术。

4. 把模糊控制技术用于汽车智能雨刮系统中的两个雨刮片的同步问题。由于生产工艺的问题，两个雨刮电机的转速不可能完全一样，就会存在两个雨刮片摆动不同步的问题。用模糊控制器来取代传统的 PID 控制器，可以更好的控制雨刮片的同步。整个系



统 80c51 单片机来控制，给出了硬件和软件设计。

5. 用 MATLAB 软件对模糊控制系统和 PID 控制系统进行了仿真，并对比两个仿真结果。仿真结果表明了设计的合理性及方案的可行性。

## 第二章 智能雨刮器的原理及种类

现在开发的雨滴检测雨刮器，将雨滴传感器检出的雨量变成电信号，根据电信号的大小，控制刮雨器动作。在这个系统中雨滴传感器的作用最重要。

### 2.1 雨滴传感器的分类

#### 2.1.1 压电振子原理的雨滴传感器

压电振子利用压电效应将机械位移(振动)变成电信号。压电振子受到雨淋，按照雨滴的强弱和雨量作振动；将雨滴的冲击能量变换成电压波形，再输入到雨刮控制器。该电压波形的积分值(斜线部分的面积)与某一定值的速度对应，这样就可控制刮雨器运动的速度。如图2.1所示：

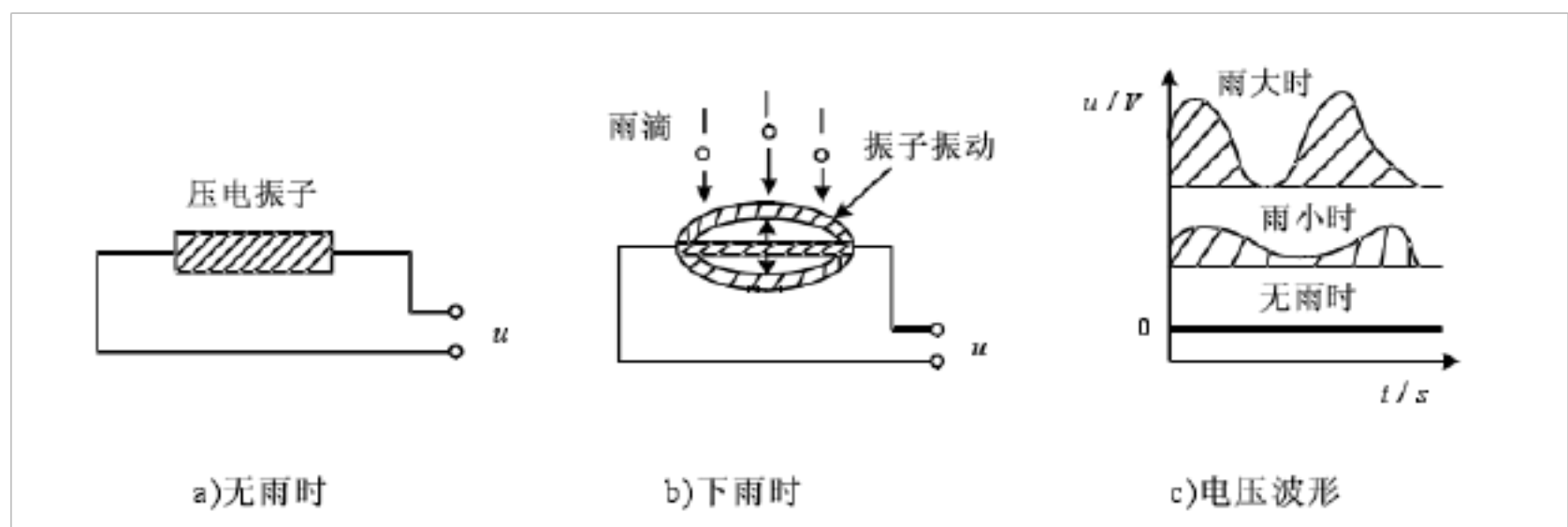


图2.1 压电振子传感器

#### 2.1.2 静电电容原理的雨滴传感器

静电电容表示因电极之间的物质不同(在雨滴传感器中为“空气”和“水”)能储存电荷量的能力。电极面积(S)，电极的间隔(d)不变，则静电容C只由介电系数( $\epsilon$ )决定。因水和空气的 $\epsilon$ 值不同，C随雨滴的大小而变。利用静电容的变化，改变振荡电路的振荡频率，从而控制雨刮器的动作。如图2.2所示：

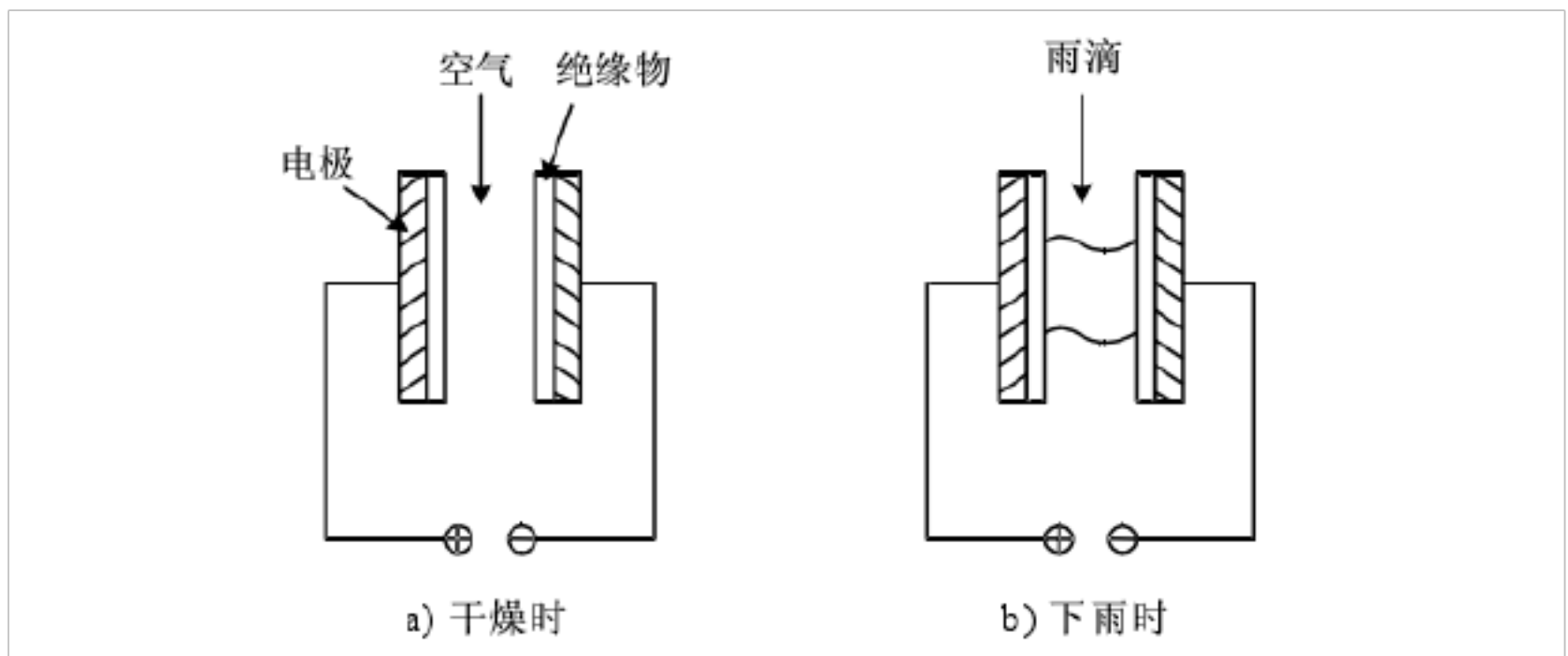


图2.2 静电电容传感器

### 2.1.3 光量变化的雨滴传感器

把半导体发光元件和感光元件配成一对，从发光元件发出的光信号，如果在光路途中遇到雨滴落下，由于光的散射，光强减弱。可利用光强的衰减信号控制雨刮器的动作。

前两种雨滴传感器需要放在汽车的外部，而本文所研制的雨滴传感器需要放在汽车的内部，即驾驶室一侧的风挡玻璃上。所以采用第三种方法，利用光强变化来实现的雨滴传感器。

## 2.2 红外雨滴传感器的原理

本设计中的雨滴传感器选用红外雨滴传感器，属于光量变化原理雨滴传感器的一种。由光（本设计中选用红外线）发射元件发射出的红外光以全反射角度在挡风玻璃的外表面反射，其角度必须在 $42^\circ$ （玻璃-水）和 $63^\circ$ （玻璃-空气）之间。如果在挡风玻璃上有雨，雨量越大，反射回来的光越多。从发射元件发出的光反射到接收装置的挡风玻璃区域被称之为传感器的“敏感区域”，仅当雨水滴到这个区域时，才可以被探测出来。为使系统灵敏可靠，挡风玻璃区域和灵敏区域之间必须要有一个较好的比例<sup>[1]</sup>。雨滴传感器的原理图如图2.3所示：

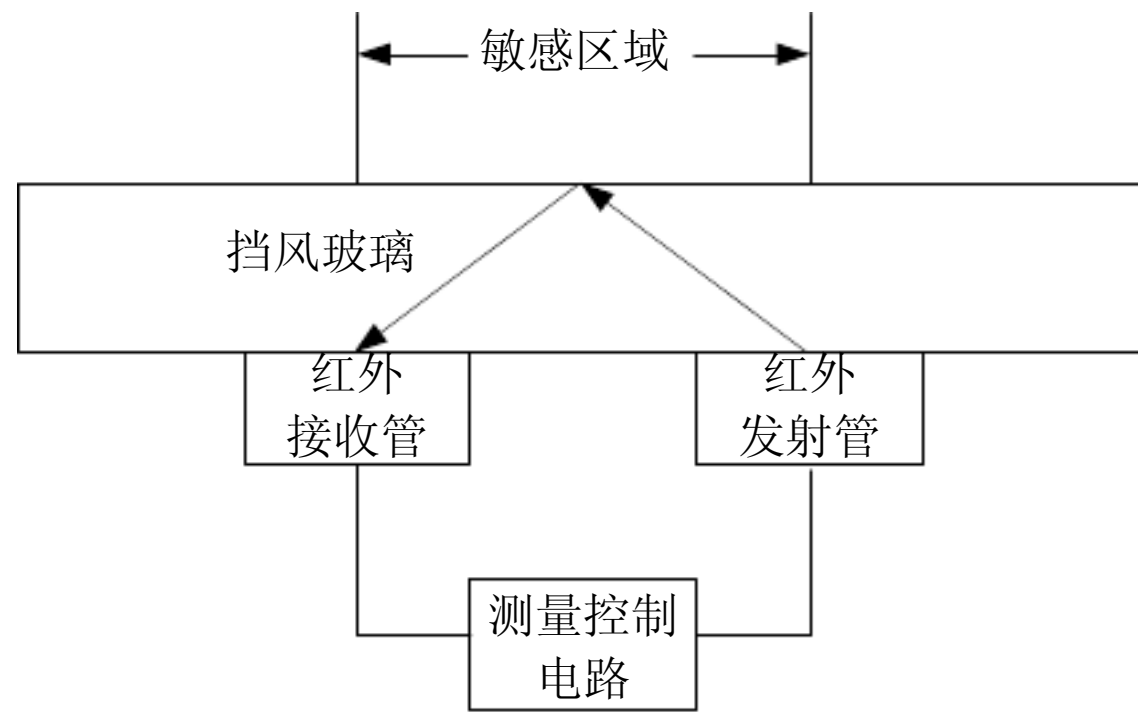


图2.3雨滴传感器原理图

### 第三章 智能雨刮器的硬件组成及其芯片介绍

该雨刮器的雨滴传感器部分主要由发射模块和接收模块两大模块组成。而电机部分的主要芯片是四总线缓冲门74LS125。

#### 3.1 发射模块

发射模块的主要功能是为接收模块提供足够的光辐射通量，本设计中光源定为红外线，所以发射模块由八个红外发射器、一个555定时器和电阻电容元件组成。八个红外发射管采用4个为一组，两组并联的方式，由555定时器驱动。

##### 3.1.1 发射管

发射管采用西门子公司出产的SFH421作为光源，实物图如图2-10所示。峰值波长 $\lambda$ 为880 nm，带宽 $<80$  nm。它具有高线性度、高可靠性、高脉冲处理能力等特点。采用4个一组，两组并联的方式，由555定时器驱动，发出频率为38 kHz的红外光。工作在38 kHz的频率下，采用这种方式可以减少发射电路的功耗。

##### 3.1.2 由555定时器构成的多谐振荡器

发射器的核心是振荡器，多谐振荡器是一种自激振荡电路，该电路在接通电源后无需外接触发信号就能产生一定频率和幅值的矩形脉冲或方波。可由集成电路反相器、与非门、无稳态电路，555定时器等组成。其中555定时器组成的振荡发射系统容易起振，本身的输出功率较大，常用其组成发射系统，其芯片图如图3.1所示，原理图如图3.2所示：

$C_1$ 、 $C_2$  的比较电压分别为  $\frac{2}{3}V_{cc}$  和  $\frac{1}{3}V_{cc}$ 。接通电源后，电容C被充电， $V_c$  上升，当  $V_c$  上升到  $\frac{2}{3}V_{cc}$  时，触发器被复位，同时放电BJT T导通，此时 $V_0$ 为低电平，电容C通过 $R_2$ 和T放电，使 $V_c$ 下降。当 $V_c$ 降到 $\frac{1}{3}V_{cc}$ 时，触发器又被置位， $V_0$ 翻转为高电平。

电容器C放电所需的时间为：

$$t_{PL} = (R_1 + R_2)C \ln 2 = 0.7R_2 C \quad \text{式(3.1)}$$

当C放电结束时，T截止， $v_c$ 将通过 $R_1$ 、 $R_2$ 向电容器C充电， $v_c$ 由 $\frac{1}{3}V_{CC}$ 上升到 $\frac{2}{3}V_{CC}$

所需的时间为：

$$t_{PH} = (R_1 + R_2)C \ln 2 = 0.7(R_1 + R_2)C \quad \text{式(3.2)}$$

当 $v_c$ 上升到 $\frac{2}{3}V_{CC}$ 时，触发器又发生翻转，如此周而复始，在输出端就得到一个周

期性的方波，其频率为<sup>[2]</sup>：

$$f = \frac{1}{t_{PL} + t_{PH}} = \frac{1.43}{(R_1 + 2R_2)C} \quad \text{式(3.3)}$$

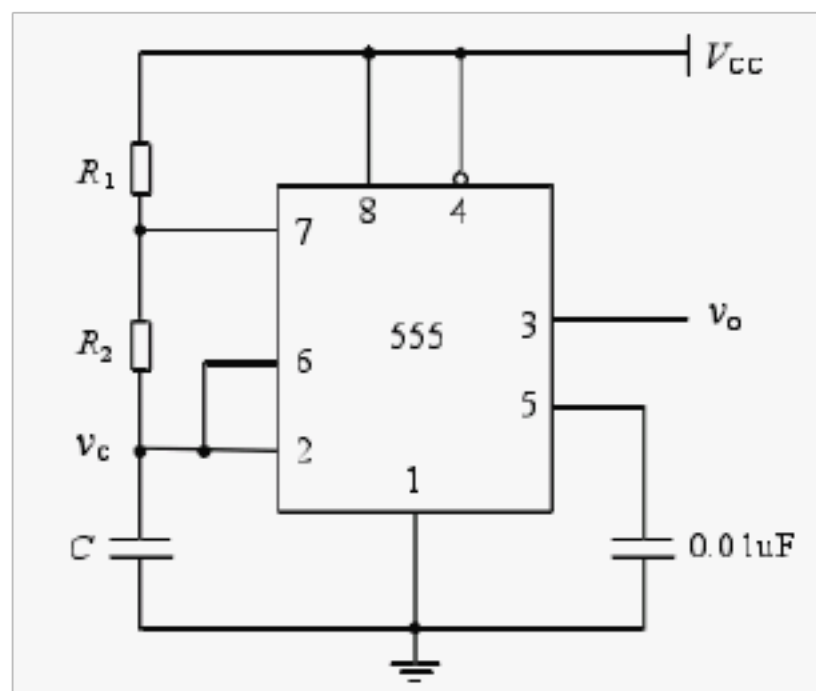


图3.1 多谐振荡器电路图

本文设计的发射模块就是由555定时器构成的多谐振荡器，通过式(3.1)、(3.2)、(3.3)计算出 $R_1$ 、 $R_2$ 和C的值，使555电路发出频率为38 kHz的脉冲波，从而驱动红外发射管工作在38 kHz的频率下。

由于555内部的比较器灵敏度较高，而且采用差分电路形式，它的振荡频率受电压和温度变化的影响很小。所以电源电压的变化，对发射频率的影响可忽略。但对红外光发射强度的影响不容忽略，须采取提高稳定发射强度的措施，方法是采取恒流源技术或窄脉冲发射的措施，能使红外辐射强度保持不变<sup>[3]</sup>。本设计中采用的是恒流源技术。

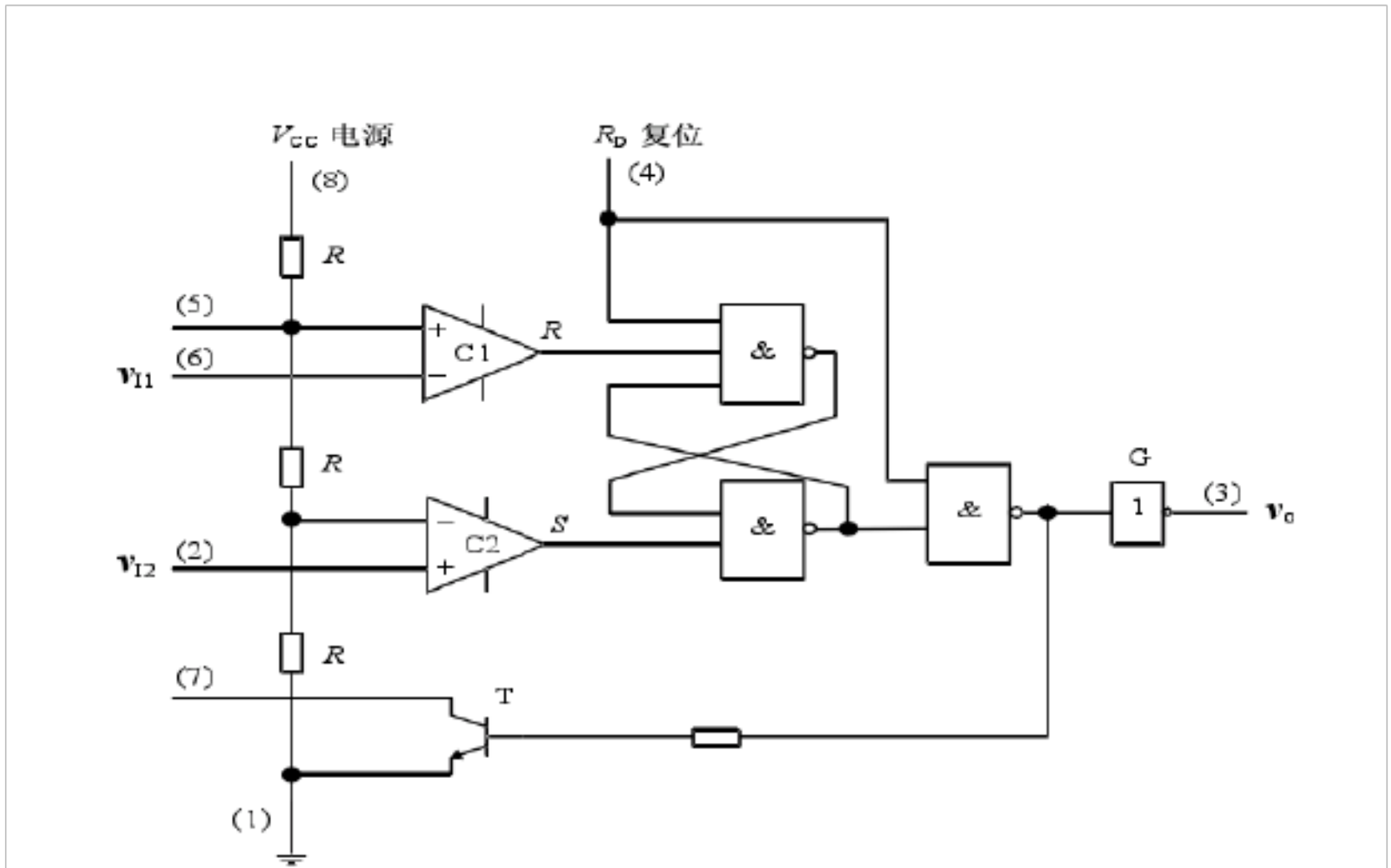


图3.2 555定时器原理图

### 3.2 接收模块

接收模块是由一个红外接收管、带通滤波器、分频器及51单片机组成。

#### 3.2.1 红外接收管

红外接收管SFH320是西门子公司生产的，外形图如图3.2所示。它将接收到的红外光脉冲信号变成电脉冲信号后送入带通滤波器。SFH320是NPN型硅光电三极管。峰值波长 $\lambda$ 为880 nm，具有高线性度、高可靠性等特点。

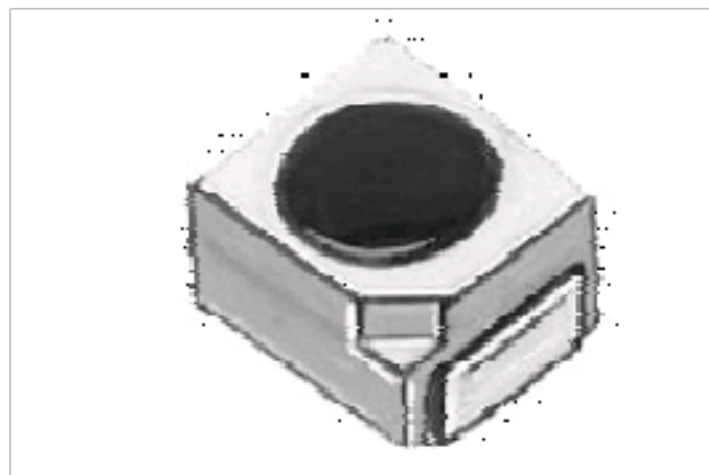


图3.2 SFH320外形图

### 3.2.2 带通滤波器

带通滤波器的作用是只允许某一段频带内的信号通过,而将此频带以外的信号阻断。这种滤波器经常用于抗干扰的设备中,以便接收某一频带范围内的有效信号,而消除高频段及低频段的干扰和噪声。将低通滤波器和高通滤波器串联起来,即可获得带通滤波电路。其原理示意图如图3.3所示。

在图2.3中,低通滤波器的通带截止频率为 $f_2$ ,即该低通滤波器只允许 $f < f_2$ 的信号通过;而高通滤波器的通带截止频率为 $f_1$ ,即它只允许 $f > f_1$ 的信号通过。现将二者串联起来,且 $f_2 > f_1$ ,则其通频带即是上述二者频带的覆盖部分,即等于 $f_2 - f_1$ ,成为一个带通滤波器根据以上原理组成的带通滤波器的典型电路见图2.4。输入端的电阻R和电容C组成低通电路,另一个电容C和电阻 $R_2$ 组成高通电路,二者串联起来接在集成运放的同相输入端<sup>[4]</sup>。

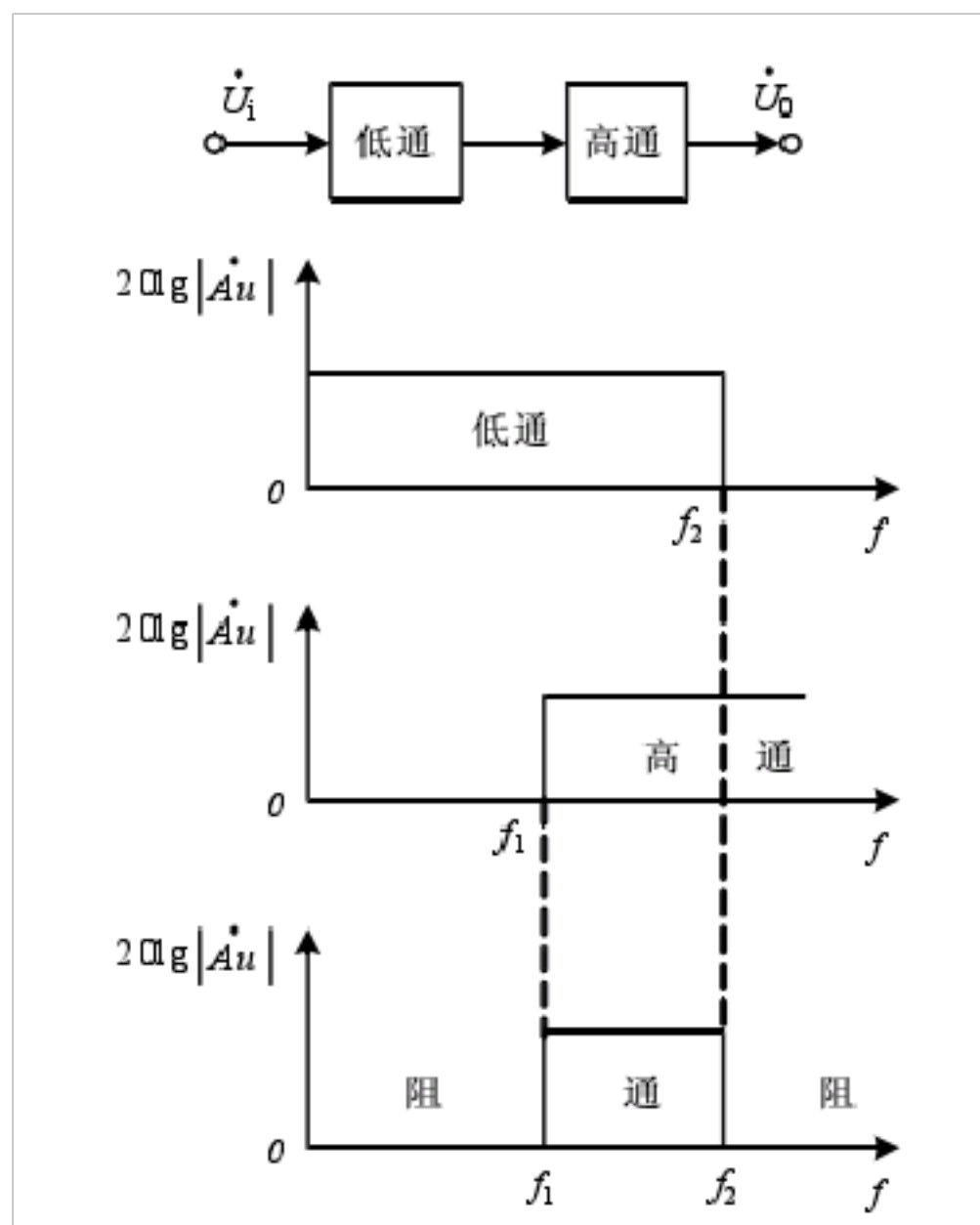


图3.3 带通滤波器原理示意图



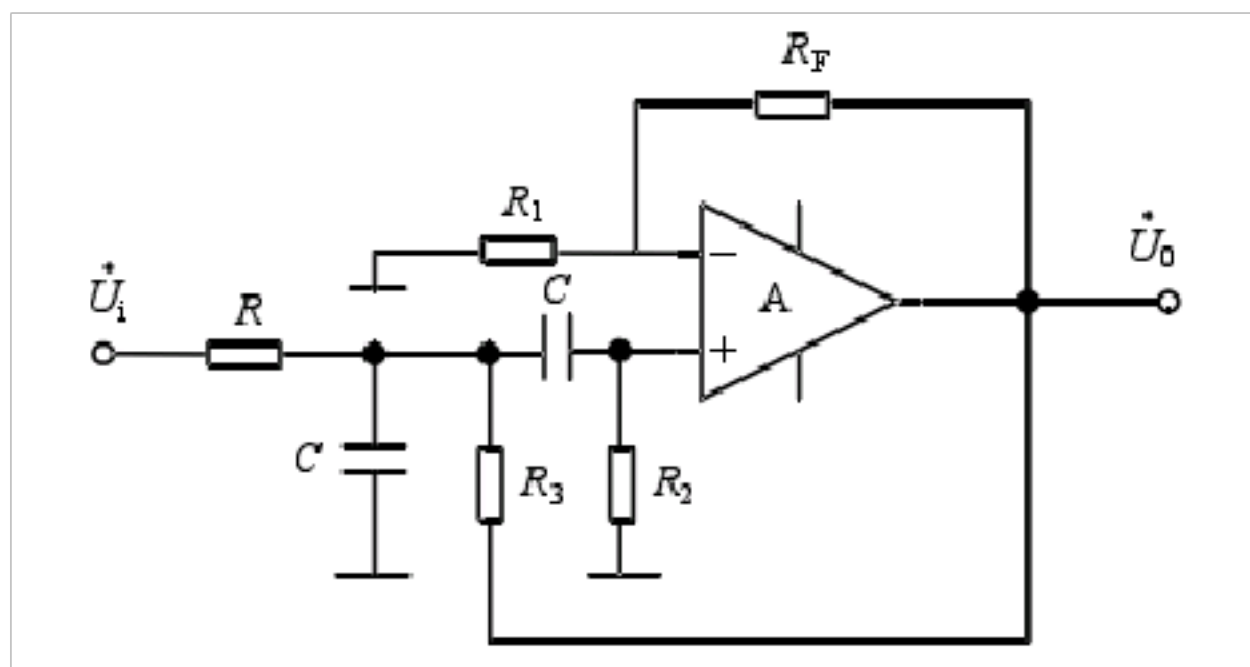


图3.4 带通滤波器的典型电路

为了估算方便起见，设  $R_2 = 2R$ ， $R_3 = R$ ，此时可求得带通滤波器的电压放大倍数为：

$$A_u = \frac{A_{uo}}{(3 A_{uo})} \frac{A_{up}}{1} \frac{1}{j(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f})} \frac{1}{jQ(\frac{f}{f_0} - \frac{f_0}{f})} \quad \text{式(3.4)}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} \quad \text{式(3.5)}$$

$$A_{up} = \frac{A_{uo}}{3} QA_{uo} \quad \text{式(3.6)}$$

$$A_{uo} = 1 \frac{R_f}{R_1} \quad \text{式(3.7)}$$

$$Q = \frac{1}{3 A_{uo}} \quad \text{式(3.8)}$$

本设计中选取中心频率为 38kHz，带宽为 100Hz，所以 Q 为 380，选取 C，再求 R。C 的容量不易超过 1μF。因大容量的电容器体积大，价格高，应尽量避免使用。根据式取 C=0.1 F，1K R 1M，根据式(3.5)可得：

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi R \cdot 0.1 \cdot 10^{-6}} = 38\text{KHz}$$

计算出  $R=41.9$ 。再根据 Q 值求  $R_1$  和  $R_f$ ：因为  $f = f_0$  时则  $Q = \frac{1}{3 A_{uo}} = 380$ ，所以

$A_{uo} = 2.997$ 。根据与  $A_{uo}$ 、 $R_1$ 、 $R_f$  的关系，集成运放两输入端外接电阻的对称条件，可得：

$$1 + \frac{R_f}{R_1} = A_{uo} = 2.997$$

$$\frac{R_f}{R_1} = 1.997 \quad R_1 = R_f / 1.997 \quad R_f = 1.997 R_1$$

解得： $R_1 = 188.7 \Omega$ ， $R_f = 376.8 \Omega$

### 3.2.3分频器 CD4024

分频器CD4024 是由7级主从触发器构成的二进制串行计数/分频器。引脚图如图3.5所示。输出端连接Q1、Q2、Q3、Q4、Q5、Q6、Q7 就可以对输入端1脚的信号进行2、4、8、16、32、64、128分频。用CD4024 分频器把由带通滤波器输出的脉冲信号分频，满足输出脉冲信号是毫秒数量级<sup>[5]</sup>。因为中心频率为38KHz，所以本设计中选用128分频，使f变为300Hz，则周期为3ms。把雨滴传感器单片机的定时时间选为60ms，则最多可以测出20个脉冲，用60ms中脉冲的数量来确定雨量的多少：小于3个脉冲视为无雨，没有启动雨刮器的必要；3~12个脉冲为小雨，雨刮器此时工作在慢速档；12~20个脉冲为大雨，雨刮器工作在高速档；大于20个脉冲无法检测到，也视为无雨对待。

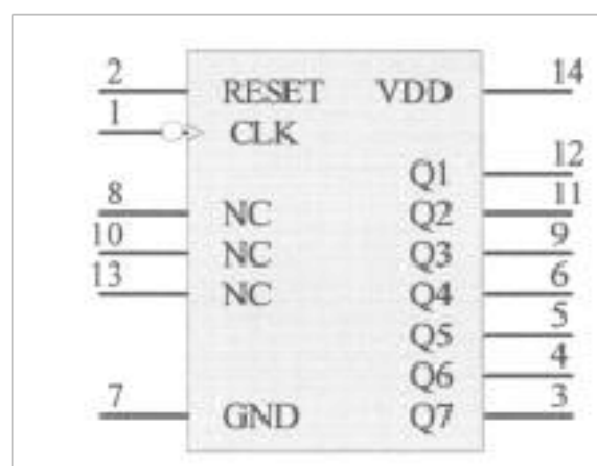


图3.5 CD2042 的引脚图

### 3.2.480C51 芯片资料

80C51 由一个 8 位通用中央处理器、程序存储器、随机读写数据存储器、常用外围

电路等部分组成。其中 P0 口、P2 口既可作为一般的 I/O 引脚使用；在扩展外部存储器时，P0 口将作为低 8 位地址总线（A7~A0）/数据总线（D7~D0）使用，P2 口作为高 8 位地址总线（A15~A8）使用。80C51 引脚图如图 3.6 所示<sup>[6]</sup>：

ALE：低八位地址锁存信号，在访问外部存储器时，用 ALE 信号下降沿锁存从 P0 口输出的低八位地址信息 A7~A0。

P1.0~P1.7：内部带有弱上拉的双向 I/O 口，作为输入引脚使用前，先向 P1 口锁存器写入 1，使 P1 口引脚被上拉为高电平。

P1.0、P1.1：除了作为一般 I/O 引脚使用外，还具有第二输入/输出功能。

T2 (P1.0)：定时器 T2 的计数输入端或定时器 T2 的时钟输出端。

T2EX(P1.1)：定时器 T2 外部触发输入端。

(T2) P1.0	□ 1	40	□ Vcc
(T2EX) P1.1	□ 2	39	□ P0.0/AD0
P1.2	□ 3	38	□ P0.1/AD1
P1.3	□ 4	37	□ P0.2/AD2
P1.4	□ 5	36	□ P0.3/AD3
P1.5	□ 6	35	□ P0.4/AD4
P1.6	□ 7	34	□ P0.5/AD5
P1.7	□ 8	33	□ P0.6/AD6
RESET	□ 9	32	□ P0.7/AD7
RXD/P3.0	□ 10	31	□ EA/Vpp
TXD/P3.1	□ 11	30	□ ALE/PROG
INT0/P3.2	□ 12	29	□ PSEN
INT1/P3.3	□ 13	28	□ P2.7/AD15
T0/P3.4	□ 14	27	□ P2.6/AD14
T1/P3.5	□ 15	26	□ P2.5/AD13
WR/P3.6	□ 16	25	□ P2.4/AD12
RD/P3.7	□ 17	24	□ P2.3/AD11
XTAL2	□ 18	23	□ P2.2/AD10
XTAL1	□ 19	22	□ P2.1/AD9
PDIP Vss	□ 20	21	□ P2.0/AD8

图 3.6 80C51 引脚图

P2.0~P2.7：内部带有弱上拉的双向 I/O 口，作为输入引脚使用前，先向 P2 口锁存器写入 1，使 P2 口引脚被上拉为高电平。

在读写外部存储器时，P2 口输出高八位地址 A15~A8。

P3.0~P3.7：内部带有弱上拉的双向 I/O 口，作为输入引脚使用前，先向 P3 口锁存器写入 1，使 P3 口引脚被上拉为高电平。

P3 口除了可作为一般 I/O 引脚使用外，还具有第二输入/输出功能：

RXD(P3.0)：串行数据接收（输入）端。

TXD(P3.1)：串行数据发送（输入）端

$\overline{\text{INT}}0$  (P3.2)：外中断 0 输入端。

$\overline{\text{INT}}1$  (P3.3)：外部中断 1 输入端。

T0(P3.4)：定时/计数器 T0 的外部输入端。

T1(P3.5)：定时/计数器 T1 是的外部输入端。

$\overline{\text{WR}}$  (P3.6)：外部数据存储器的写选通信号，低电平有效。

$\overline{\text{RD}}$  (P3.7)：外部数据存储器读选通信号，低电平有效。

RST：复位信号输入端，高电平有效。

$\overline{\text{PSEN}}$ ：外部程序存储器读选通信号。当没有外部存储器时，该引脚悬空。

ALE：第八位地址锁存信号。访问外部存储器时，用 ALE 信号下降沿锁存从 P0 口输出的第八位地址信息 A7~A0，以便随后将 P0 作为数据总线使用。ALE 只能在执行 MOVX 指令时被激活。

$\overline{\text{EA}}$  /VPP：外部程序存储器选择信号，低电平有效。在复位期间 CPU 检测并锁存其引脚电平状态，当发现该引脚为高电平时，从片内程序存储器取指令，只有当程序计数器 PC 超出片内程序存储器地址编码范围时，才能到外部 ROM 中取指令；当该引脚为低电平时，一律从外部程序存储器中取指令。

XTAL1：片内晶振电路反相放大器输入端，接 CPU 内部时钟电路。

XTAL2：片内晶振电路反相放大器输出端。

### 3.3 四总线缓冲门 741s125

本设计中用三态门 741s125 做三态输出四总线同相缓冲器，它和反相驱动器 741s06

控制 4 个光电隔离器和 4 个大功率场效应管 IRF640。741s125的引脚图如图 3.7所示：

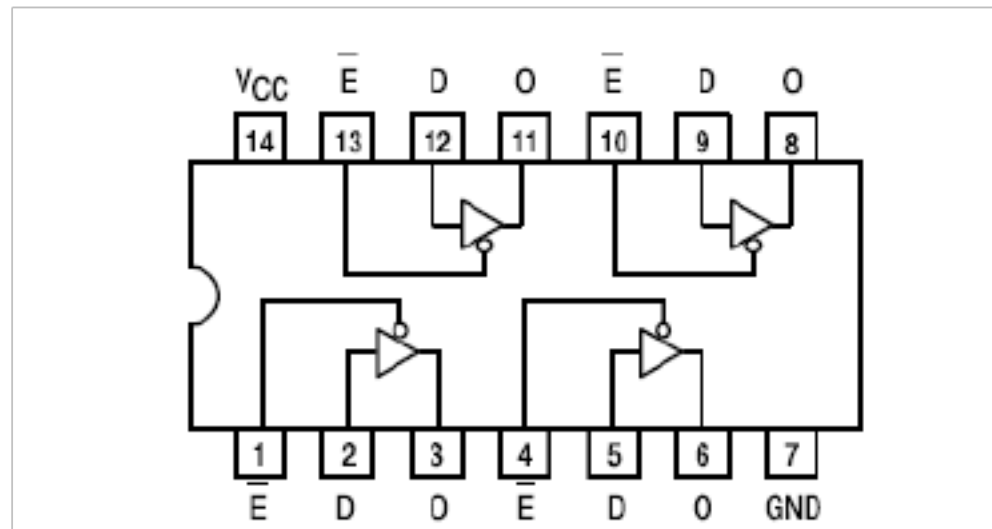


图 3.7 741s125 引脚图

三态输出门（简称三态门）的电路结构是在普通门电路的基础上附加控制电路构成的。三态门的功能表如表 3.1所示：

表 3.1 三态门的功能表

输 入		输 出
$\overline{EN}$	A	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	高阻态
1	1	高阻态

从表 3.1 中可以看出，在三态使能端  $\overline{EN}$  的控制下，输出端 Y 有三种可能出现的状态，高阻态、关态（高电平）、开态（低电平）。当  $\overline{EN} = "1"$  时，电路输出 Y 呈现高阻状态，当  $\overline{EN} = "0"$  时，实现  $Y=A$  的逻辑功能，即  $\overline{EN}$  为低电平有效。

## 第四章 智能雨刮器硬件设计

### 4.1 智能雨刮器的结构框图

智能雨刮器系统由单片机、直流电动机、雨滴传感器及雨刷等组成。智能雨刮器的系统结构框图如图 4.1 所示。

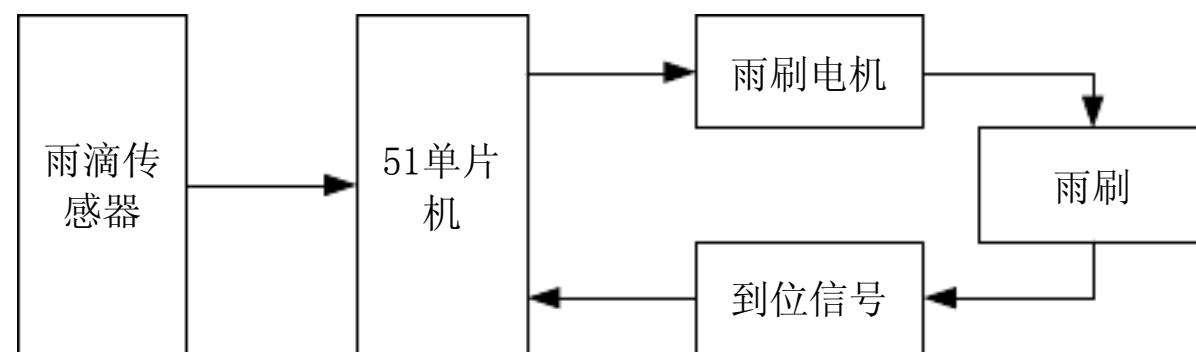


图 4.1 智能雨刮器的系统结构框图

### 4.2 雨滴传感器的硬件设计

雨滴传感器部分，由 555 定时器构成的多谐振荡器对红外发射管进行驱动，再由接收管接收，这样就构成一个光电传感器。把光电传感器的信号经带通滤波器把信号频率限制在 38KHz 左右，再经分频器进行 128 分频，使脉冲信号变为毫秒数量级。如此构成的硬件图如图 4.2 所示：

### 4.3 电机控制的硬件设计

80c51 单片机的 P0 口的 P0.0、P0.1 及 P0.3、P0.4 分别经四总线缓冲门 74LS125 和反向驱动器 74LS04 控制 4 个光电隔离器和 4 个大功率场效应开关管 IRF640。

下面举例说明此电路对电机 A 的控制过程：当单片机经 P0 接口输出 12H 控制模型时，由于锁存器 74LS125 中的三态门 1 是打开的，所以光电隔离器  $LEI_1$  导通并发光，光敏三极管输出为高电平，因而使大功率场效应开关管 IRF640 (v1) 导通。同理，74LS125 中

的三态门 4 输出为高电平，因此光电隔离器 LEI<sub>4</sub> 发光并导通，因而使 v4 导通。同理可分析，此时 v2 和 v3 是关断的。因此电流从左至右流过直流电机，使电机正转。当 P0 接口输出 09H 时，则锁存器 74LS125 中的 2, 3 号三态门打开，使得 v2 和 v3 接通，v1 和 v4 关断，电流由右向左流过电机，使电机反转。SA0 为电机左到位开关，当 SA1 置一，则输出正向代码；SA1 为电机右到位开关，当 SA1 置一，则输出反向代码<sup>[7]</sup>。电机复位端为两电机各自的左到位开关。

电机部分硬件图如图 4.3 所示：

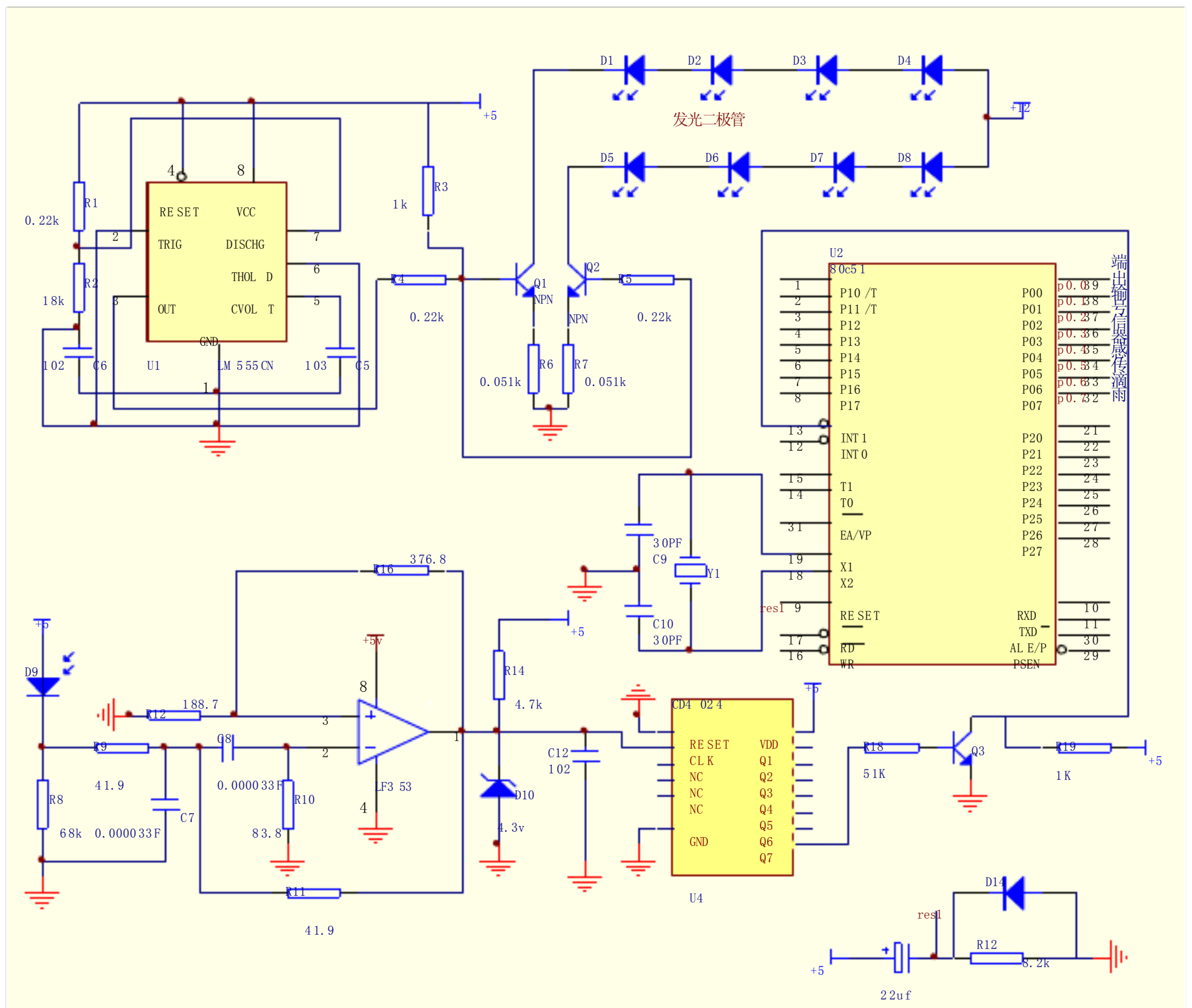
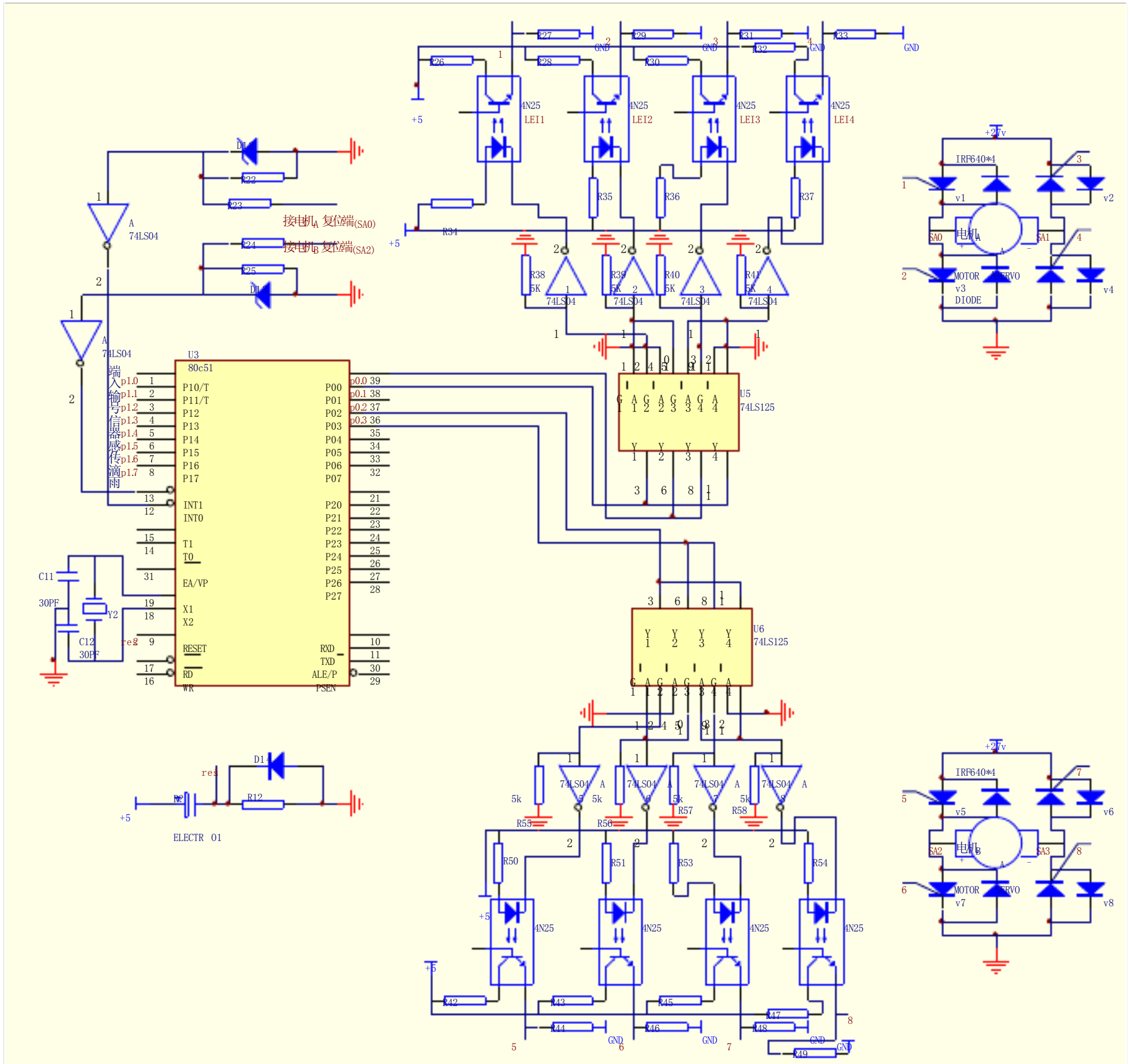


图 4.2 雨滴传感器部分硬件图



D

C

B

A

图 4.3 雨刮器电机控制部分硬件图

Title

Size Number

Revision

B

Date: 19-Jun-008

Sheet fo

File: H:\日野.ddb

Drawn By:



## 第五章 智能雨刮器的软件设计

### 5.1 雨滴传感器的流程图设计

因为脉冲的中心频率为 38KHZ，进行 128 分频后约为 300HZ，周期即为 3ms，所以选定定时时间为 60ms，在此时间段内最多可接收 20 个脉冲，由此在按脉冲的多少进行大小雨的分配，由此形成的雨滴传感器的流程图如图 5.1 所示，60ms 定时器的流程图如图 5.2 所示：

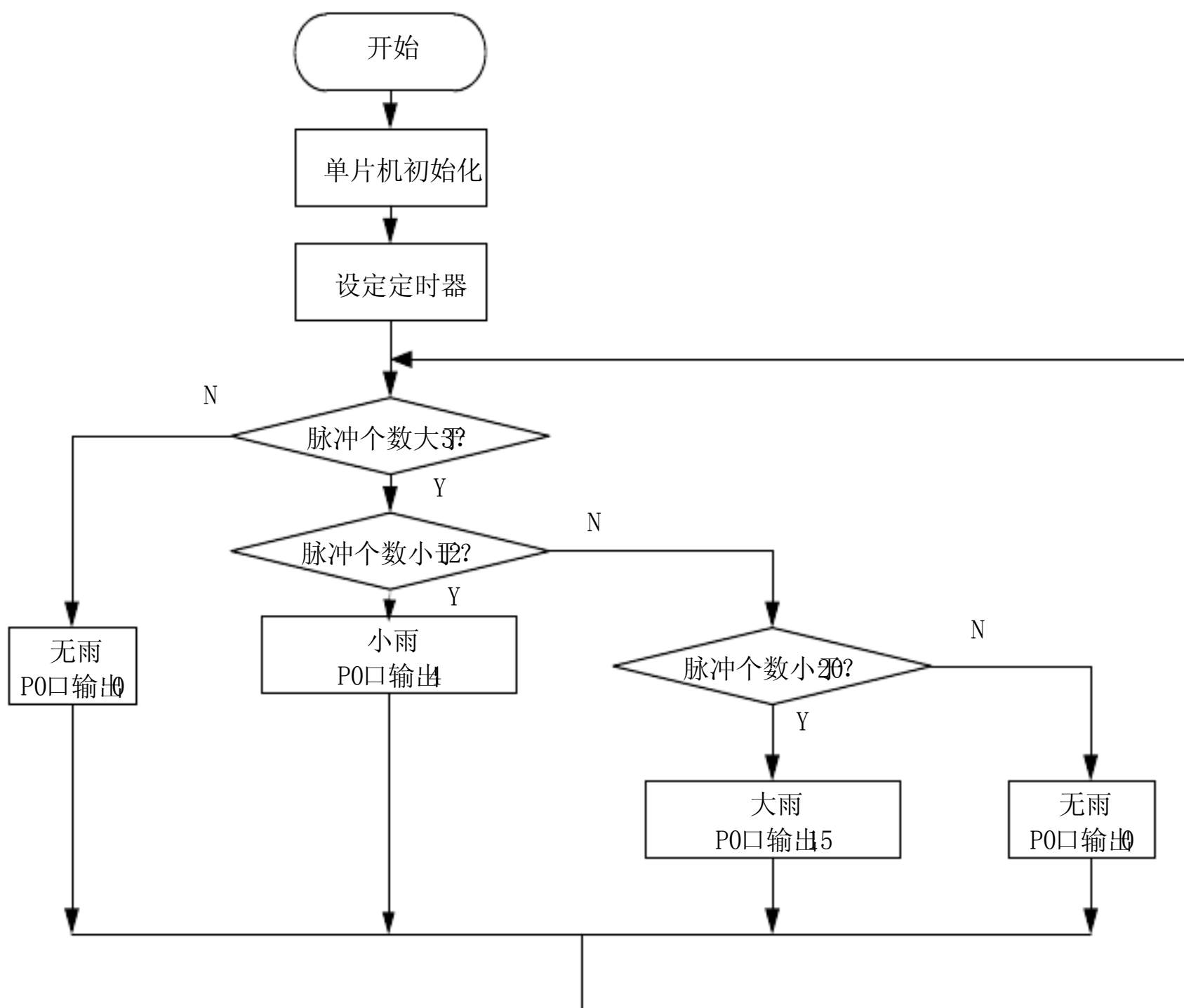


图 5.1 雨滴传感器部分流程图

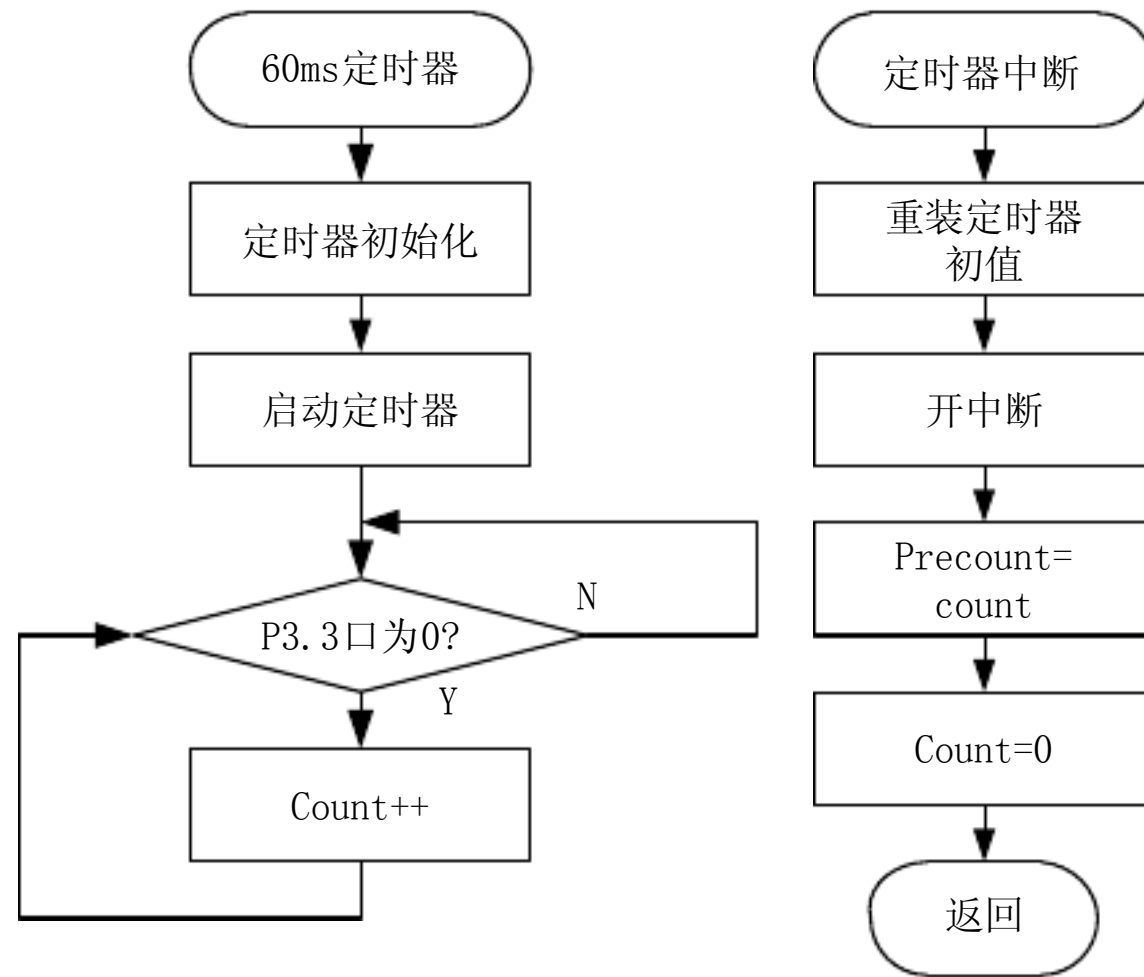


图 5.2 60ms定时器流程图

## 5.2 智能雨刮器双电机控制的流程图设计

对于直流电动机的转速来说，当励磁恒定时，它是随着电枢电压的增减而增减的(当然也可以利用改变励磁的大小来调节直流电机的转速)。所以，一旦调节或改变直流电动机的电枢电压，即可达到控制转速的目的。通过改变单片机输出 PWM 脉宽信号的占空比，来控制直流电动机的电枢电压，从而改变雨刮电动机的转速[8]。汽车雨刮器电机的软件流程图如图 5.3所示：

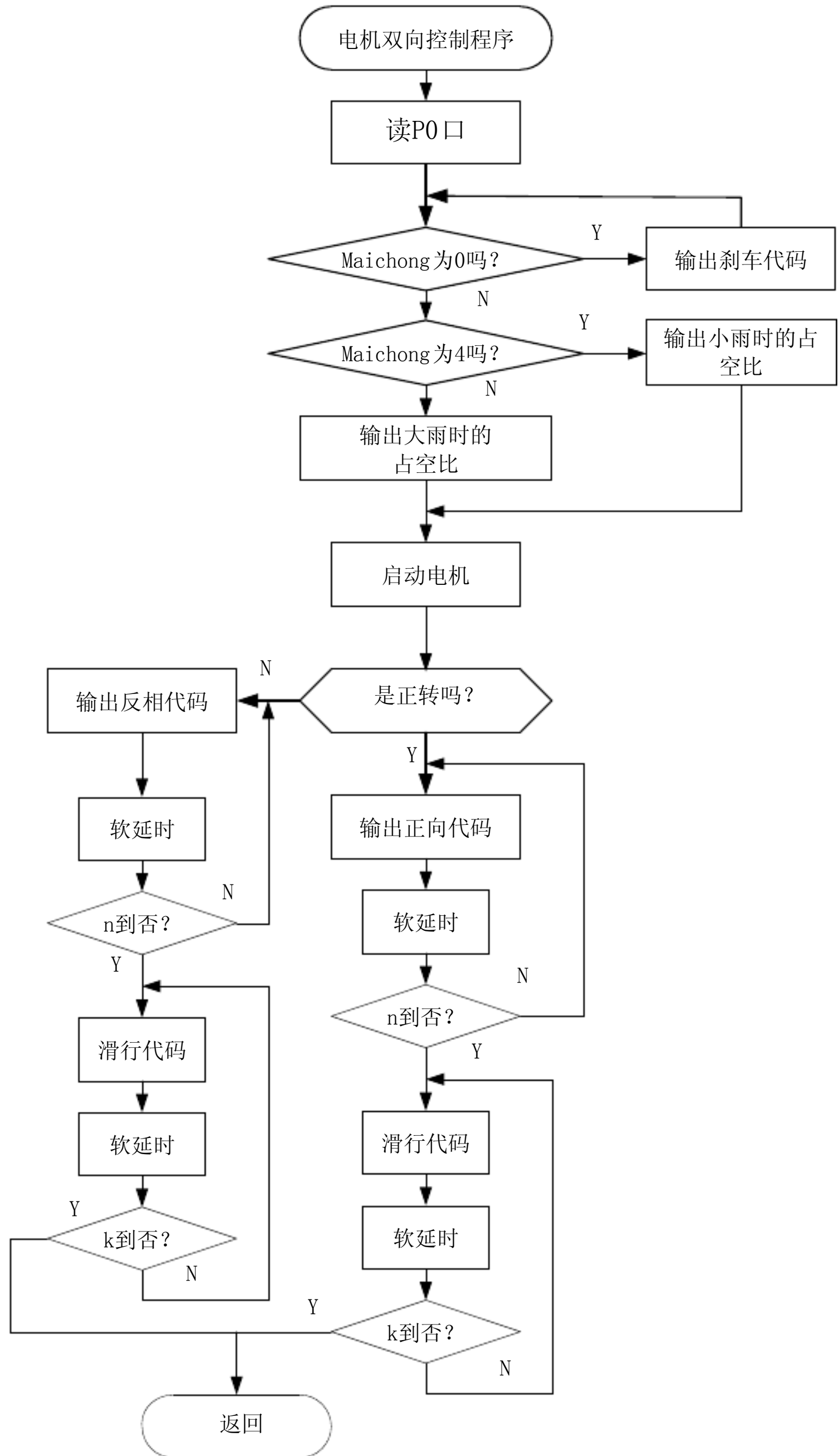


图 5.3 雨刮器电机部分流程图

### 5.3 汽车智能雨刮器的主程序流程图设计

在汽车智能雨刮系统中，有许多非线性因素都会对雨刮同步造成影响。这样，我们就需要用人的经验知识来调整 PWM 信号的占空比，使两个雨刮同步摆动。因此，把模糊控制技术运用到雨刮同步控制中，可以使系统有良好的控制效果。汽车智能雨刮器的主程序流程图如图 5.4 所示：

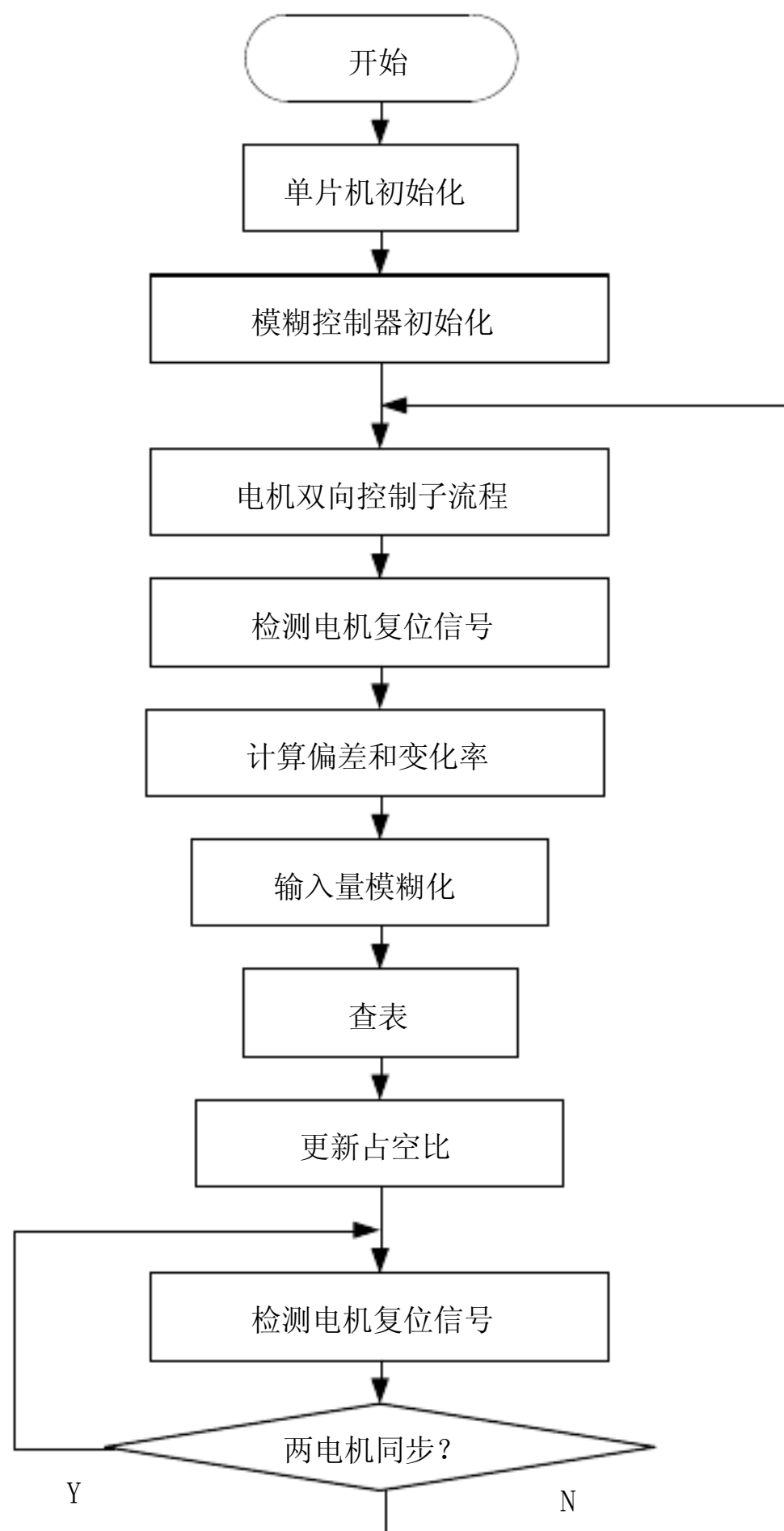


图 5.4 智能雨刮器主程序流程图

## 第六章 基于模糊控制的智能雨刮控制系统

### 6.1 模糊控制简介

几十年来，控制理论的发展经历了古典控制理论、现代控制理论和智能控制理论三个阶段。智能控制又包括模糊控制、神经网络控制、专家控制和仿人智能控制等。

模糊控制理论是由美国加利福尼亚大学著名教授 L. A. Zadeh 于 1965 年首先提出。他以模糊数学为基础，用语言规则表示方法和先进的计算机技术，由模糊推理进行判决的一种高级控制策略。自从 1974 年英国的 E. H. Mamdan 首先把模糊语言组成的模糊控制器用于控制蒸汽发动机，在以后的二十多年中，模糊控制在控制领域中的应用越来越广泛，也越来越受到人们的重视。模糊控制较大规模的研究是从 1980 年开始的。1985 年，模糊推理集成块开始开发。1986 年，在日本，基于模糊控制技术所开发的产品及系统开始出现，并在实际应用中取得明显的经济效益。之后，模糊控制在许多国家如美国、西欧、中国、东南亚引起了广泛的重视，并受到国际控制理论学术界的关注。1984 年，国际模糊系统学会成立。1985 年，召开了第一届国际模糊系统学会的学术交流会，各国相继成立了模糊控制系统工程研究所，90 年代起，世界上一些大公司开始了模糊产品的开发，模糊理论与应用研究及模糊产品的开发像一股强劲的风浪席卷世界各地<sup>[9]</sup>。

到目前为止，模糊控制还没有统一的定义。但从广义上可将它定义为：“模糊控制指的是以模糊集合理论、模糊语言变量及模糊推理为基础的一类计算机数字控制方法”或者定义为“基于模糊集合理论、模糊逻辑，并同传统的控制理论相结合，模拟人的思维方式，对难以建立数学模型的对象实施的一种控制方法”。其基本思想是在被控对象的模糊模型的基础上，用机器去模拟人对系统控制的一种方法。

## 6.2 模糊控制的数学基础

### 6.2.1 模糊集合

模糊集合是一种特别定义的集合、它与普通集合既有联系又有区别。对于普通集合来说，任何一个元素要么属于该集合，要么不属于，非此即彼，界限分明，决不模棱两可。它可用来描述模糊现象，而模糊集合的边界是模糊的，允许论域中的某些元素部分属于该集合，只要规定该元素属于这个集合的程度即可。对于普通集合中特征函数的值域从  $\{0, 1\}$  集合扩展为  $[0, 1]$  闭区间，且定义特征函数为该闭区间的连续函数，则以这特征函数对论域进行划分，即可得到模糊集合。

模糊集合定义为：给定论域  $U$  中的一个模糊集  $A$ ，是指对任意  $u \in U$ ，都为其指定一个数  $\mu_A(u) \in [0, 1]$  与之对应，这个数叫做  $u$  对  $A$  的隶属度。这意味着作出一个映射： $\mu_A : u \rightarrow [0, 1]$  这个映射称为  $A$  的隶属函数。模糊集  $A$  就是以这个隶属函数为特征的集合。

由此可见，模糊集是普通集的一般化，普通集是模糊集的特殊情况。正如普通集合完全由其特征函数所刻画一样，模糊集  $A$  完全由隶属函数所刻画。当模糊集隶属函数的值域为  $\{0, 1\}$  时， $A$  就蜕化为普通集， $\mu(u)$  则变为普通集的特征函数。

### 6.2.2 隶属度函数及其确定

普通集合用特征函数来表示，模糊集合用隶属函数来表示。隶属函数这个概念很好地描述了事物的模糊性，关于隶属函数需要做以下几点说明：

(1) 隶属函数的值域为  $[0, 1]$  它将普通集合特征函数只能取 0, 1 两个值，推广到  $[0, 1]$  闭区间上连续取值。 $\mu_A$  的值越接近 1，表示元素  $x$  隶属于模糊集合  $A$  的程度越大。反之， $\mu_A$  的值越接近 0，表示元素  $x$  隶属于模糊集合  $A$  的程度越小。

(2) 隶属函数完全刻化了模糊集合，隶属函数是模糊数学的基本概念。不同的隶属函数所描述的模糊集合也不同。

借助隶属函数才能对模糊集合进行描述，那么，如何正确地建立隶属函数，将是一项非常关键的工作。在实际工作中，隶属函数选择好坏的标准只能看是否符合客观实际。尽管我们所面对的对象不同，且在选择隶属函数时带有很大的主观性，但是，仍有一些基本的原则可遵循。

几种常见的隶属函数形式在实际应用中，根据满足问题需要及计算简便的原则，常用的隶属函数有下列几种<sup>[10]</sup>：

(1)正态型

$$\mu_A(u) = e^{-\frac{(u-a)^2}{b}}, \quad b > 0 \quad \text{式(6.1)}$$

(2)三角形

$$\mu_A(u) = \begin{cases} 0 & \text{其他} \\ (u - a_1) / (a_2 - a_1) & a_1 \leq u \leq a_2 \\ (a_2 - u) / (a_2 - a_1) & a_1 \leq u \leq a_2 \end{cases} \quad \text{式(6.2)}$$

(3)升半梯形

$$\mu_A(u) = \begin{cases} 0 & u < a_1 \\ (u - a_1) / (a_2 - a_1) & a_1 \leq u \leq a_2 \\ 1 & u > a_2 \end{cases} \quad \text{式(6.3)}$$

本文选用的是三角形隶属函数。

### 6.3 模糊控制器的设计

它是模糊控制系统的核心，是采用基于模糊控制知识表示和规则推理的语言型“模糊控制器”，也是模糊控制系统区别于其他控制系统的主要标志。模糊控制器存放的是由规则导出的模糊控制算法，一般由计算机程序或硬件实现。根据被控对象的不同，以及对系统静态、动态特性要求的不同，模糊控制器的规则也有所不同，即模糊控制算法各异。实际上，模糊控制器的作用与其他控制器的作用相同，如在经典控制理论中，有PID控制器、有串、并联校正器。在现代控制理论中，有有限状态观测器、自适应控制器、

鲁棒控制器等。

模糊控制器的组成如图 6.1 所示，它主要包括输入量的模糊化、模糊推理和逆模糊化(或称模糊判决)三部分。模糊控制器的实现可由模糊控制通用芯片实现或由计算机(或微处理机)的程序来实现，用计算机实现的具体过程如下<sup>[10]</sup>:

1. 求系统给定值与反馈值的误差  $e$ 。微机通过采样获得系统被控量的精确值，然后将其与给定值比较，得到系统的误差。

2. 计算误差变化率  $\dot{e}$ 。这里，对误差求微分，指的是在一个 A/D 采样周期内求误差的变化  $\dot{e}$ 。

3. 输入量的模糊化。由前边得到的误差及误差变化率都是精确值，那么，必须将其模糊化变成模糊量  $E$ 、 $EC$ 。同时，把语言变量  $E$ 、 $EC$  的语言值化为某适当论域上模糊子集(如“大”、“小”、“快”、“慢”等)。

4. 控制规则。它是模糊控制器的核心，是专家的知识或现场操作人员的经验的一种体现，即控制中所需要的策略。控制规则的条数可能有很多条，那么需要求出总的控制规则  $R$ ，作为模糊推理的依据。

5. 模糊推理。输入量模糊化后的语言变量  $E$ 、 $EC$ (具有一定的语言值)作为模糊推理部分的输入，再由  $E$ 、 $EC$  和总的控制规则  $R$ ，根据推理合成规则进行模糊推理得到模糊控制量  $U$  为： $U = (E * EC) \tau_1 * R$

6. 逆模糊化。为了对被控对象施加精确的控制，必须将模糊控制量转化为精确量  $u$ ，即逆模糊化。

7. 计算机执行完 1~6 步骤后，即完成了对被控对象的一步控制，然后等到下一次 A/D 采样，再进行第二步控制，这样循环下去，就完成了对被控对象的控制。



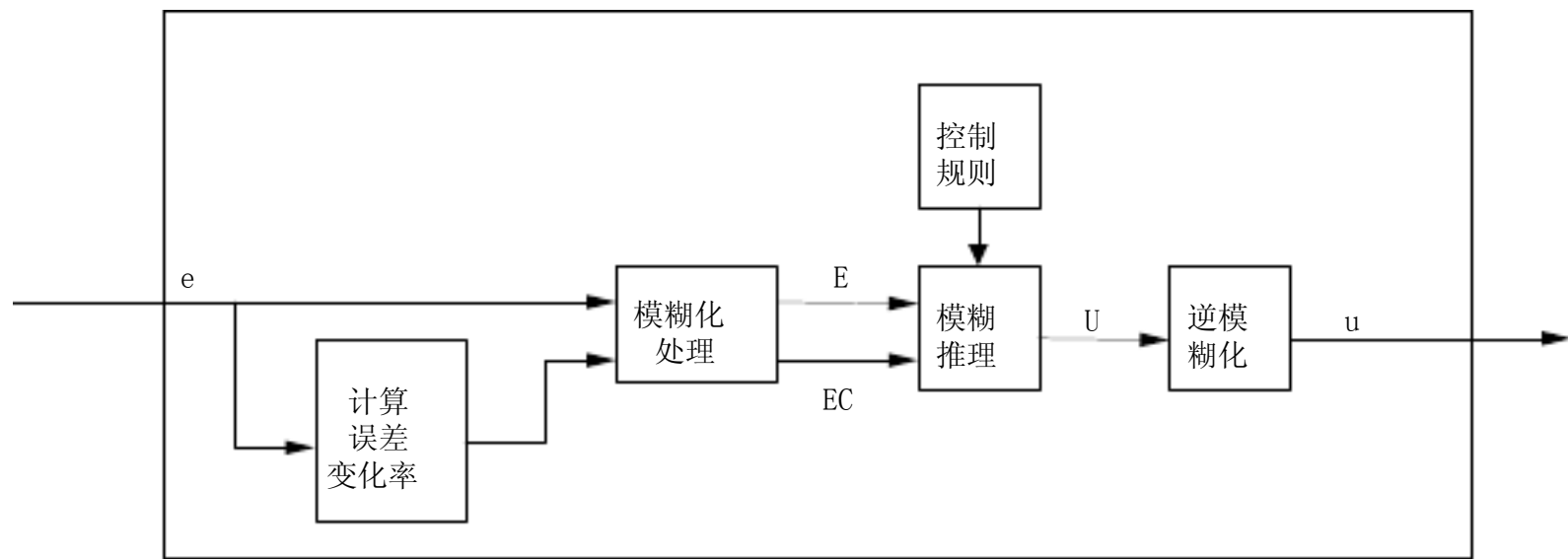


图 6.1 模糊控制器的组成

### 6.3.1 模糊控制器的结构设计

设计模糊控制器时，首先要根据被控对象的具体情况确定模糊控制器的结构。即要确定哪些量作为模糊控制器的输入量，哪些量作为输出量。因为模糊控制器的控制规则多半是总结专家或操作人员的经验而得来的，所以在确定输入量、输出量时，要充分考虑到专家或现场有经验的操作人员他们在控制时主要观察了哪些量，即以哪些量的变化作为控制依据，又通过哪些量输出到被控对象。

模糊控制系统类似传统控制系统，可分为单变量控制系统、多变量控制系统。模糊控制系统的输入就是系统的给定值，输出就是系统的输出值，通常称这样的模糊控制系统为单变量模糊控制系统。但是，模糊控制器输入量往往可选择为系统输出量的误差、误差变化率及误差变化的变化率，输出量一般为 1 个，即系统的控制量。根据模糊控制器输入量的个数可做如下分类：

1. 一维模糊控制器如图 6.2 所示，它常用于一阶被控对象。由于这种控制器的输入就是一个量即误差，因此系统的动态控制性能不佳。

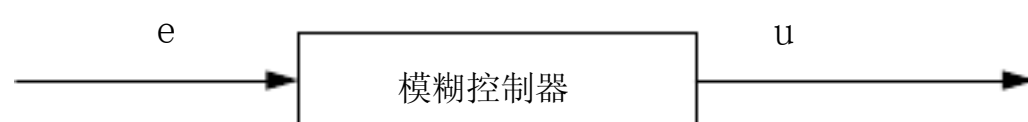


图 6.2 一维模糊控制器

2. 二维模糊控制器如图 6.3 所示，它的适应性较好。由于这种控制器的输入量除了误差外，还增加了误差变化率，因此系统的动态控制性能较一维模糊控制器好，这种结构反映模糊控制器具有 PD 控制规律，从而有利于保证系统的稳定性，并可减少系统的超调量，削弱系统的振荡现象。目前，这种模糊控制器的结构较常用。但是，二维模糊控制器也可取系统的误差  $e$  及其和  $\Sigma e$  作为输入变量，这种结构反映的是 PI 控制规律。

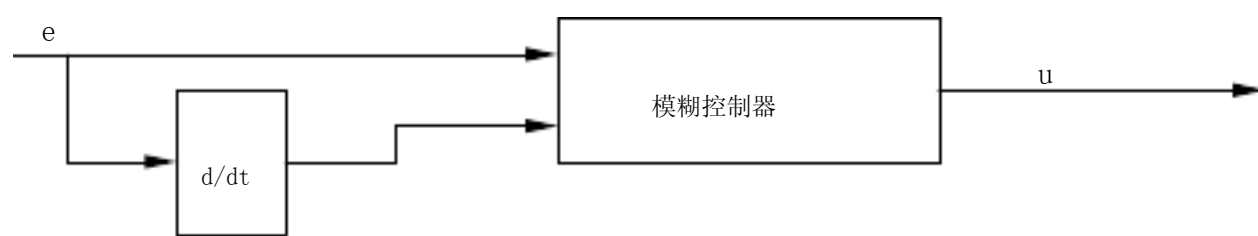


图 6.3 二维模糊控制器

3. 多维模糊控制器如图 6.4 所示，由于这种控制器的输入量除了误差外，还增加了误差变化率及误差变化的变化率，从理论上讲，控制会更精细。但是，由于模糊控制器输入的维数增多，控制规则的选取越来越困难，相应的控制算法越来越复杂。这也是三维或多维模糊控制器的应用“瓶颈”。

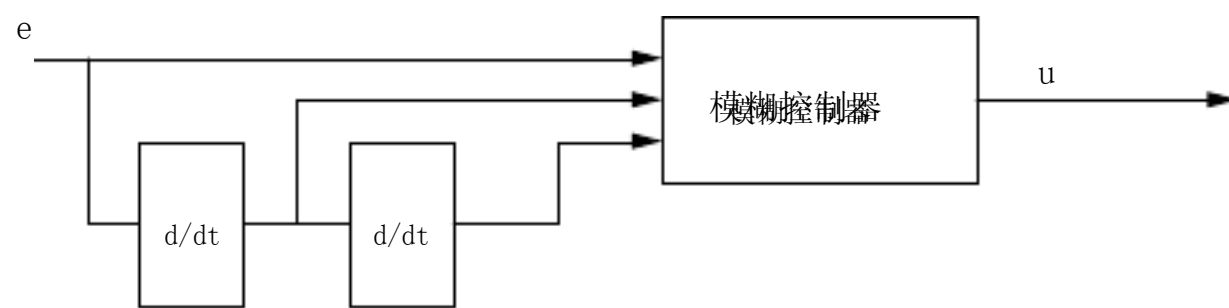


图 6.4 多维模糊控制器

因此本设计采用二维模糊控制器，把两个电机复位的时间差及偏差变化作为输入量，pwm 的变化量作为输出量，进行控制。算法既不复杂，又能保证系统的稳定性。

### 6.3.2 精确量的模糊化

将精确量(实际上是数字量)转化为模糊量的过程称为模糊化或称模糊量化。在计算

机中算出的控制量均为精确量，须经过模糊量化处理，变为模糊量，以便实现模糊控制算法。如果把 $[-6, +6]$ 区间的离散化了的精确量分为七个档次，每个档对应一个模糊集，模糊化过程就相当简单。如果将每一精确量都对应一个模糊集，就有无穷多个模糊子集，模糊化过程就比较复杂了。

### 6.3.3 建立模糊控制器的控制规则

模糊控制器的控制规则是以手动控制策略为基础的。它利用模糊集合理论将手动控制策略上升为具体的数值运算，根据推理运算的结果做出相应的控制动作，使执行机构控制被控对象的运行。

要建立模糊控制器的控制规则，就是要利用语言来归纳手动控制过程中所使用的控制策略。手动控制策略一般都可以用“IF—THEN”形式的条件语句来加以描述。这里将用模糊条件语句来表示二维模糊控制器：“若  $e$  is  $A$  and  $ec$  is  $B$  则  $u$  is  $C$ ”。其中  $A$  表示误差  $e$  的对应误差语言变量  $E$  的语言值，如  $PB$ 、 $PM$ 、 $PS$ 、 $0$ 、 $NS$ 、 $NM$ 、 $NB$  中的一个值。 $B$ 、 $C$  分别表示误差  $e$ 、控制量  $u$  的对应语言变量的语言值，如  $PM$ 、 $PS$ 、 $0$ 、 $NS$ 、 $NM$  中的一个值。

### 6.3.4 模糊判决

输出信息的模糊判决模糊控制器的输出是一个模糊量，这个模糊量不能用于控制执行机构，还需要把这个模糊量转化为一个精确量，这种转换过程称为清晰化，或者称为非模糊化，也称为模糊判决。一般而言，非模糊化方法有三种：

1. 最大隶属度方法该方法是选择模糊子集中隶属度最大的元素称为控制量。若对应的模糊决策的模糊集为  $c$ ，则决策(所确定的精确量)  $u^*$  应满足：
$$\mu_e(u^*) = \max_{u \in U} \mu_e(u), u \in U。$$

这个判别方法简单易行，实时性也好，但它概括的信息量少，因为它完全不考虑其余一切从属程度较小的点的情况。

例如：若  $C = \left[ \frac{0.2}{2} \quad \frac{0.7}{3} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{0.7}{5} \quad \frac{0.2}{6} \right]$ ，则按从属度最大的原则进行判决，应取  $u^* = 4$ 。

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/596140024144011005>