

智能化已成为玩具行业的新趋势，让语音技术融入到玩具中，不仅可以赋予玩具“听”“说”的交流能力，使其更加生动、智能，还有利于在儿童中普及现代科学技术，推动语音技术产业化发展。同时遥控玩具更符合亚洲人小、快、灵活的特点，并适应了亚洲经济飞速发展的需要。

## 1. 绪论

### 1.1 课题研究依据及意义

该设计原理是通过利用开关显示到LED,通过LED的亮灭来显示硬件电路的启动。经遥控电路发射电路的信号传输至无线电接收电路，转换成电平传递给单片机。单片机作为CPU核心，控制芯片来接受指令采集信号并做出相应的响应，经语音芯片芯片后发出音乐，在通过单片机信号传输到伺服电机(包括转向电机以及驱动电机)上，通过伺服电机驱动实现前进、后退、向左、向右的功能。此次设计能够更好的让我们运用以前学习的知识，加深对本专业的认识。

### 1.2 玩具市场前景分析及市场特色

中国是全球玩具第一大生产国。我国玩具行业是从上世纪80年代后发展起来，70%以上还是来料加工和来样加工，自主开发和创新能力不强，能够以自创品牌出口的还为数不多，要从依附式发展转向自主式发展还需要一定的过程。中国国内市场的玩具质量合格率仅为76.3%。还面临着严峻的知识产权保护和欧盟贸易壁垒等难题。而且近一年来国际石油价格不断攀升，使得塑料原料价格大幅上扬，玩具生产成本增加，市场竞争加剧。东部沿海一些地区出现的电力供应紧张以及劳动力短缺问题，也制约着玩具行业发展。

玩具发展史:现代玩具工业的发展经历了以下几个阶段:二战后,由于塑料的出现,塑料玩具代替了木制玩具。70年代,电子玩具的出现已成为玩具的发展潮流。80年代末,两家日本玩具商抢先推出托架玩具,行销一时。现在,世界几家大型玩具生产商从传统产品中脱颖而出,转产电子游戏;为应对多媒体的挑战,抢占市场,这些公司又捷足先登,研发智能玩具。

中国玩具行业概况:

我国是世界上最大的玩具制造国和出口国,全球70%的玩具是在我国境内制造的。我国现有玩具企业2万余家,从业人员超过400万,年产值1000多亿元,产量占世界总产量的70%以上,其中,广州的产值达300亿元。2005年全国玩具出口额达150多亿美元。广东、江苏、浙江、上海、山东和福建这五省一市历来是中国玩具最重要的生产和出口基地,占中国玩具年销售额的95%以上,其中广东占中国玩具年销售额50%以上,其主要生产基地在深圳、东莞以及澄海地区。

澄海玩具礼品生产单位超3000家,从业人员10多万人,2005年产值120亿元,并以年均30%的速度递增。全区250多家企业在126个国家和地区建立营销渠道或固定销售网点,产品外销达70%以上,占全国玩具出口量的9%左右。有了这些基础,澄海区正积极申报建设“国家澄海玩具特色产业基地”。

玩具制造业在我国属于开放程度较高的行业。目前,三资企业仍占据行业的主导地位,取得全行业产品销售收入的65.8%和利润总额的62.7%。民营企业的经济效益则是行业内最好的。

国内市场的玩具约有3万多个品种,大部分适合4岁~8岁儿童,适合婴幼儿的玩具不多,适合成年人的玩具更少。残障儿童玩具市场有待开发。

塑料玩具的原料主要有ABS、PP、PE、PVC、POM、EVA树脂、PA、不饱和聚酯、热塑性弹性体等,在我国的用量较大,而且增长潜力巨大。统计数字表明,仅2003年全国各类塑料玩具用树脂量达到近180万吨,销售额已突破140亿元,预计还将以每年40%的速度继续递增。这也预示着作为制造塑料玩具的基础原料也将在玩具业的推动下进入一个快速增长的黄金时代。

消费状况:我国玩具消费正以每年30%~40%的速度增长,到2010年我国玩具消费总额将超过1000亿元。中国社会调查事务所日前进行的一项中国玩具产

业调查的结果显示,中国玩具市场蕴藏着巨大商机。中国14岁以下人口为3亿多,其中的城市人口为8000万人,构成了庞大的玩具消费群体。城市儿童每年人均玩具消费额为35元,城市成年人12元。大中城市的消费者普遍接受的玩具价格在100元以下,一些售价在1000元以上的高档玩具同样有市场。在中国玩具市场,毛绒玩具和儿童车最为畅销,模型玩具、遥控玩具和塑胶玩具的销量持续看好。有34%的城市消费者选购电子玩具,31%选择智能型玩具,23%选择高档毛绒、布制玩具。农村消费者以传统的玩具类型为主,48%的农村消费者愿意购买电动玩具,28%愿意购买拼装玩具,24%愿意购买中、低档毛绒、布制玩具。

以下玩具将成为市场新宠:模型玩具、专利授权玩具(电影玩具、卡通玩具等)、玩偶、高科技玩具、益智玩具、互联网兼容玩具,以及适合成年人休闲娱乐的成人玩具。成年男士比较喜爱电脑智力型玩具,成年女士喜欢高档精美的装饰性玩具,如布娃娃、毛绒娃娃、木制玩具和小动物玩具等。中年人多数会选购消遣性、轻度运动型玩具。老年人较喜欢各种观赏型玩具,如:小动物玩具、玩偶等。

玩具智能化成为玩具行业的发展新趋势。高科技智能化玩具不仅满足了儿童的好奇心,加强了孩子和玩具的互动,同时也激发了孩子的求知欲。玩具企业将计算机、电子、通讯等领域内的先进技术”嫁接”到玩具产品中,突破了传统玩具的局限性,赋予玩具”听”、“说”功能,与人进行互动。智能化玩具的形式多样、内容丰富、寓知于乐,可以与孩子们进行”情感”交流,进而培养孩子良好的习惯,并在愉悦中学习、体会生活,真正达到寓教于乐的目的。

而且玩具已经不在仅是儿童的专利。据中国玩具协会统计,约64%的成人消费者表示有兴趣购买适合自己的玩具,估计成人休闲益智玩具市场每年约值500亿元人民币。传统玩具的市场日趋下滑,益智类、成人类玩具的出口已不断呈现增长趋势。因此,提高玩具附加值势在必行。

近年来,国际油价持续攀高,与石油相关的原材料价格亦随之上扬,塑料价格较年前上涨30%-40%。而一件玩具中,塑料成本大概占据总成本的60%-70%,这大大增加了塑料玩具的生产成本。

这就要求生产企业必须跨越原料价格高涨、贸易壁垒和3C认证等重重障碍。有人认为,国内玩具企业面临着如此多的困难,制约其发展的主要因素可以归结为质量不高和技术含量低。据此,我们不难找到解决难题的路径:研发符合安全

和环保要求的产品；利用科技创新，提高产品附加值，并向高档化迈进。

## 1.3 主要内容和存在的问题

### 1.3.1 玩具狗设计的主要内容

该设计思路是通过利用开关显示到 LED(玩具狗的眼睛部位)的亮灭来显示硬件电路的启动。经遥控电路发射电路 (TX2B 组成的发射器)的信号传输至无线电接收电路 (RX2B组成的接收器),转换成电平传递给单片机。STC89C51 单片机作为 CPU 核心,控制芯片来接受指令采集信号并做出相应的响应,经语音芯片芯片 ISD1700 后发出音乐,在通过STC89C51单片机信号传输到伺服电机(包括转向电机以及驱动电机)上,通过伺服电机驱动实现前进、后退、向左、向右的功能。该设计主要包含两部分,一部分是硬件设计,一部分是软件设计。

主要研究和学习的内容包括:玩具狗控制部分的程序设计;单片机编程;  
语音芯片的控制;电路设计;无线电路等。

### 1.3.2 设计中需要解决的问题

重点: 1、玩具狗控制部分程序设计  
2、无线电发送接收电路  
3、语音芯片音乐播放  
4、LED 显示  
5、伺服电机驱动  
6、仿真电路设计

难点: 1、玩具狗控制部分程序设计  
2、硬件电路设计  
3、仿真电路设计  
4、伺服电机驱动(驱动芯片与单片机的连接问题)  
5、汇编编程程序

## 2. 玩具狗设计方案论证

### 2.1 单片机芯片的选择方案和论证

#### 方案一：AT89C51 单片机为核心

采用AT89C51 芯片作为硬件核心，采用Flash ROM, 内部具有8KBROM 存储空间，能于3V 的超低压工作，而且与MCS-51 系列单片机完全兼容，但是运用于电路设计中时由于不具备 ISP 在线编程技术，当在对电路进行调试时，由于程序的错误修改或对程序的新增功能需要烧入程序时，对芯片的多次拔插会对芯片造成一定的损坏。

#### 方案二：STC89C51RD+为核心

采用 STC89C516RD+,片 内ROM全都采用Flash ROM;能以 3V 的超底压工作;同时也与 MCS-51 系列单片机完全该芯片内部存储器为64KB ROM 存储空间，同样具有AT89C51 的功能，且具有在线编程可擦除技术，当在对电路进行调试时，由于程序的错误修改或对程序的新增功能需要烧入程序时，不需要对芯片多次拔插，所以不会对芯片造成损坏。

### 2.2 无线电遥控芯片的选择方案与论证

#### 方案一：RCM1A/RCM1B 无线遥控

此方案是以低功耗无线电收发模块 RCM1A/RCM1B 为核心组成，结构简单，制作成本低廉，可遥控15m 以内的电动模型前进、后退，操作简便、控制灵活、性能稳定。但其控制距离比较短，不能够实现远距遥控。因此不采用这个方案

#### 方案二： TX-2/RX-2 遥控电路设计

TX-2B 是对的 CMOS 大规模集成电路设计的远程控制信号发射芯片。TX-2B 有5个控制键用于控制运动(即向前，向后，向右，向左和加速前进功能)。且其具有工作电压范围宽；功耗低；自动关机功能；外围元件少的特点。

## 2.3 语音芯片的选择方案与论证

### 方案一：ISD1700 芯片

ISD1700 芯片提供多项新功能，包括内置专利的多信息管理系统，新信息提示，双运作模式，以及可定制的信息操作指示音效。芯片内部包括自动增益控制、麦克风前置放大器、扬声器驱动线路、振荡器与内存等的全方位整合系统功能，能够更好的满足客户的需求。如果出现在此设计中，很多功能不能使用，所以不采用。

### 方案二：单片机汇编音乐

采用单片机编制音乐语音程序，采用此种方案虽然减少芯片的使用，节约成本，可以根据自己的要求设定语音音乐，不过要求对单片机编程有一定的了解，并能够正确使用。

## 2.4 伺服电机的选择方案与论证

### 方案一：东元 DST56

东元 DST56 标准规格，其电机额定扭矩 $0.54-1.8\text{N}\cdot\text{M}$ ，而且是采用日本进口磁材料，两相混合式，方形结构，扭力更大；标准的国际统一安装规格，可轻松替换同类产品；国内批量组装。不过价格太高，不采用此方案。

### 方案二：M0347 型号马达

M0347 型号马达具有周期性的累积误差、成本低、控制简单特点。产品从相数上分有二、三、四相步距角 $0.9^\circ/1.8^\circ$ ，从规格上分有方42~圆130，从静力矩上分有 $0.1\text{N}\cdot\text{M}\sim 50\text{N}\cdot\text{M}$ 。电机最大输出功率可达1500W。

## 2.5 电路设计最终方案决定

综上各方案所述，对此次作品的方案选定：采用 STC89C516RD+作为主控制单片机(方案二)，TX2B/RX2B 作为无线电发射接收芯片(方案二)，单片机编写语音音乐程序(方案二)，M0347 型号马达作为伺服电机(方案二)。

### 3. 玩具狗硬件电路结构

#### 3.1 玩具狗硬件电路结构及原理

##### 3.1.1 玩具狗硬件电路设计框图 (如图3.1)

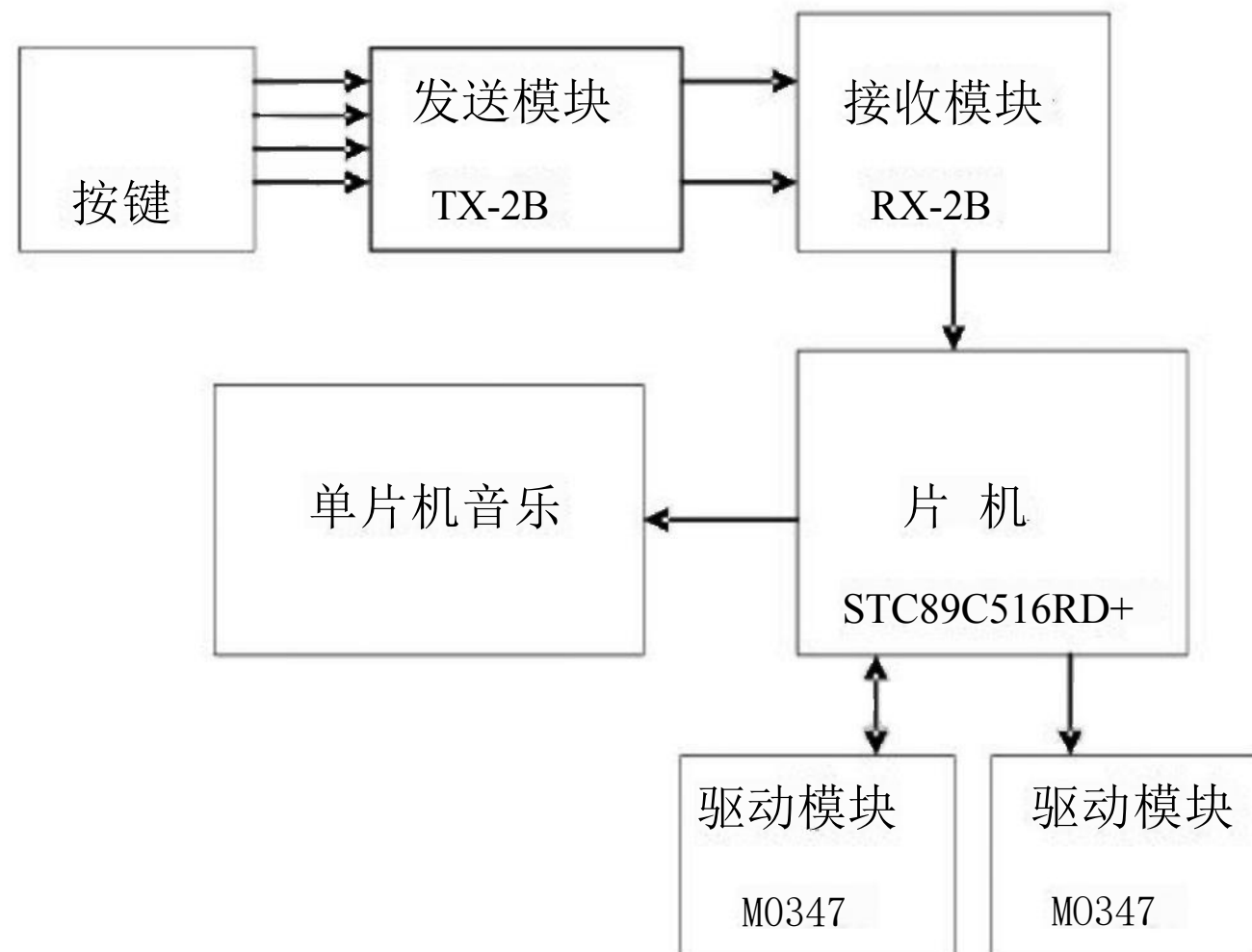


图3.1 玩具狗硬件电路设计框图

##### 3.1.2 玩具狗硬件电路原理

玩具狗硬件电路分两个部分。第一个部分是发送部分，即由TX-2B芯片组成的发射模块电路。第二个部分是接收部分，即有RX-2B芯片组成的接收模块电路。第二部分中，由RX2B组成的接收器接收发送部分传输的模拟信号，并转换成数字信号传递给单片机STC89C516RD+。STC89C516RD+单片机作为CPU核心，控制芯片来接受指令采集信号并做出相应的响应，经单片机编程音乐后发出音乐，并使得LED发光显示电路导通；在通过STC89C516RD+单片机信号传输到伺服电机(包括转向电机以及驱动电机)上，通过伺服电机驱动实现正转、反转的功能。

## 3.2 玩具狗硬件电路主要部件设计

### 3.2.1 无线电发射模块设计

#### 1. TX-2B 简介及主要特点(如图3.2所示)

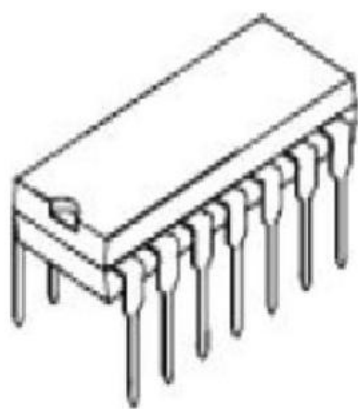
TX-2B 是 CMOS 大规模集成电路设计的远程控制信号发射芯片。TX-2B 有 5 个控制键用于控制运动(即向前, 向后, 向右, 向左和加速前进功能)。

主要特点 \*工作电压范围宽 ( $V_{CC} = 1.5 \sim 5.0V$ )

\*CMOS 结构保证了低功耗

\*TX-2B 有自动关机功能

\*外围元件少



**TX-2B**

图3.2 TX-2B 芯片模型

#### 2. TX-2B 相关极限参数及电气参数

(1) 绝对最大额定值(如表3.1)

表3.1 TX-2B 极限参数表

极限参数	符号	参数范围	单位
电源电压	VDD	0.3~5.0	V
输入/输出电压	$V_{in}, V_{out}$	$GND - 0.3 \sim V_{DD} + 0.3$	V
工作温度	$T_{opr}$	-10~65	°C
贮藏温度	$T_{stg}$	-25~126	°C



(2) 电气参数VDD=4.0V,Fosc =128Kz,Tamb =25°C, 除非另有说明。

表3.2 TX-2B电气参数

电气参数	符号	最小值	典型	最大值	单位
工作电压	VDD	1.5	4.0	5.0	V
工作电流	IDD	---	---	2.0	mA
待机电流	ISTB	-	-	10	uA
直流O/P驱动电流	Idrive	5	-	-	mA
交流O/P驱动电流	Idrive	5	---	---	mA
交流O/P频率	Faudio	0.5	-	1.0	KHz

### 3. TX-2B 管脚及描述

(1) TX-2B 管脚排列(如图3.3)

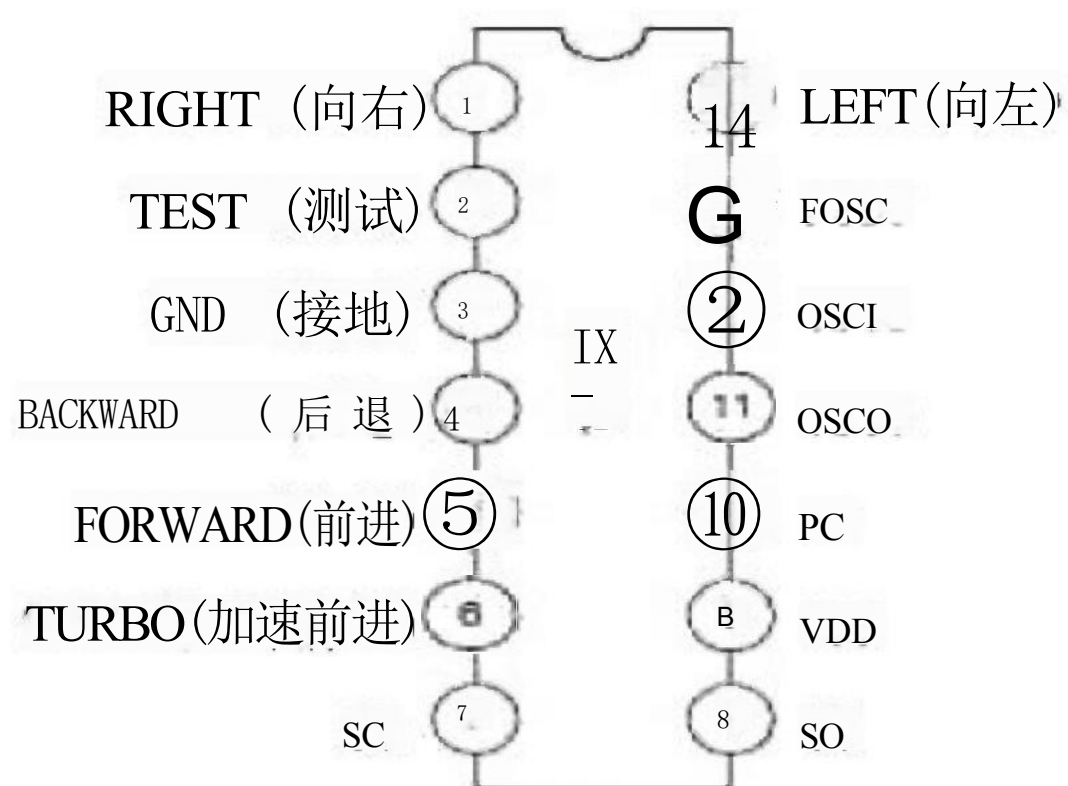


图3.3 TX-2B管脚图

(2) TX-2B 芯片内部框图(如图3.4)

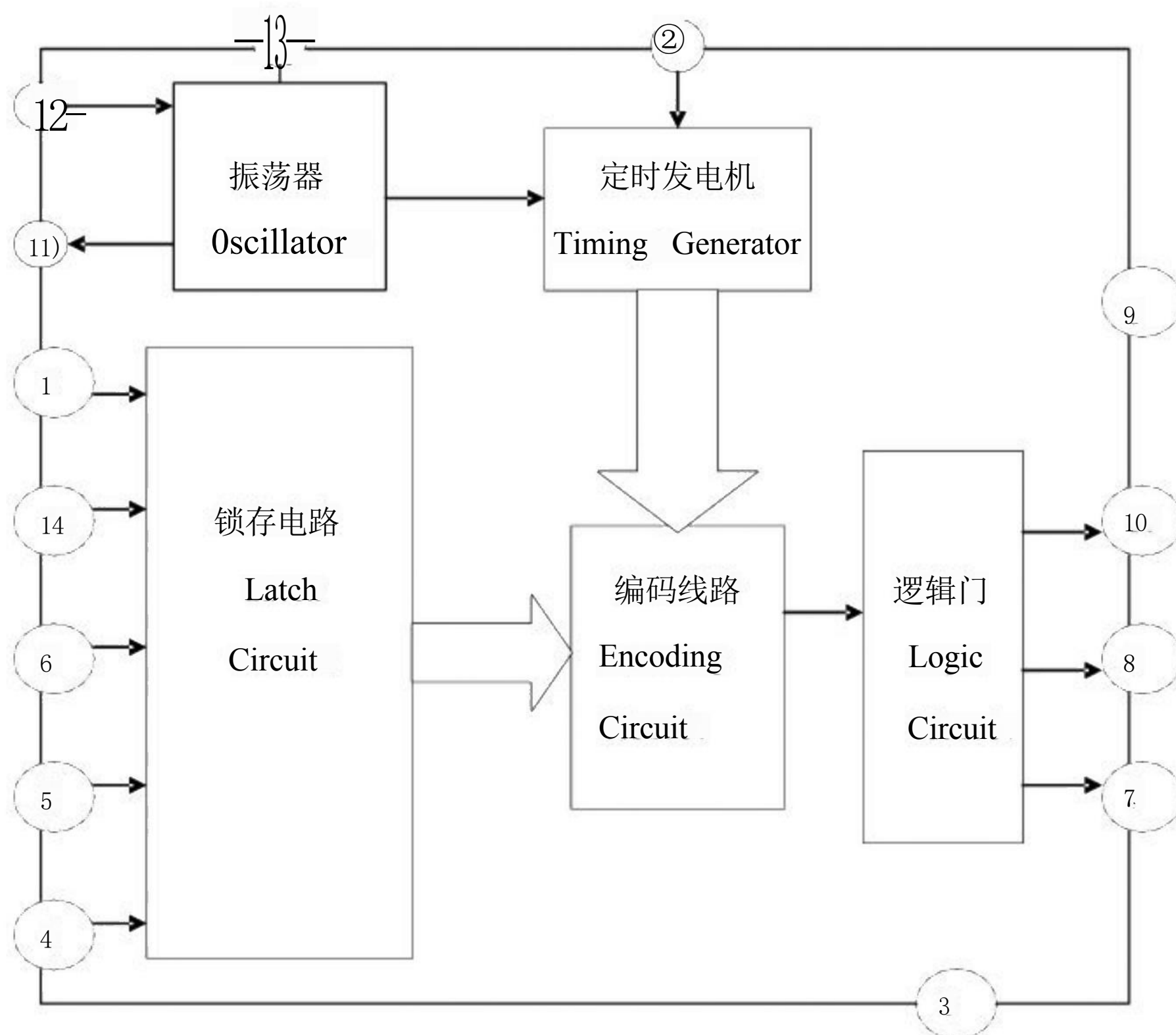


图3.4 TX-2B芯片框图

(3)TX-2B 管脚描述(如下表3.3)

表3.3 TX-2B管脚名称及其功能

引脚号	名称	功能说明
1	RIGHT	此端接地时，选择右转功能
2	TEST	此端用于测试模式
3	GND	电源负端
4	BACKWARD	此端接地时，选择后退功
5	FORWARD	此端接地时，选择前进功能
6	TURBO	此端接地时，选择加速功能
7	SC	带载波的编码信号输出端
8	S0	不带载波的编码信号输出端
9	VDD	电源正端
10	PC	电源控制输出端
11	OSCO	振荡器输出端
12	OSCI	振荡器输入端
13	FOSC	此端用于测试模式
14	LEFT	此端接地时，选择左转功能

#### 4.TX-2B 芯片规格及封装外形图

##### (1)TX-2B 规格(如右表3.4)

表3.4 TX2B规格

元器件名称	元器件封装号
TX-2B	DIP-14-300-2.54

(2)TX-2B 封装外形图

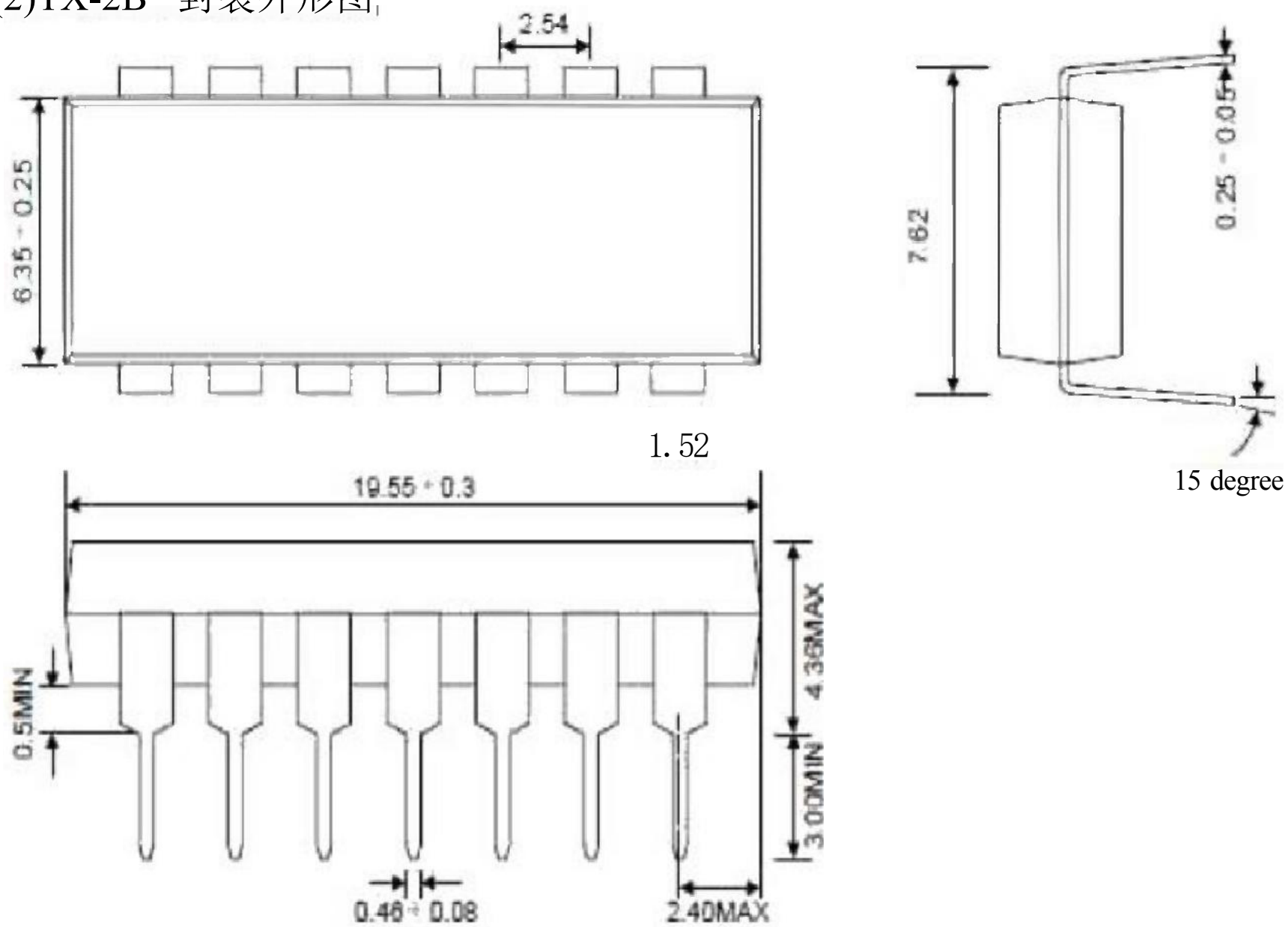
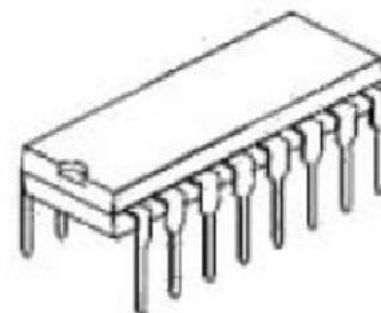


图3.5 TX-2B芯片封装外形图

### 3.2.2 无线电接收模块设计

#### 1.RX-2B 芯片简介及主要特点(如图3.6)

RX-2B 是 CMOS 大规模集成电路设计的远程控制信号接收芯片。RX-2B 用于接收 TX-2B 芯片传来的信号，并带动电机运动。



RX-2B

图3.6 RX-2B芯片模型

- 主要特点
- \*宽工作电压范围 (VCC =1.5~5.0V)
  - \*低功耗
  - \*自动断电的功能
  - \*外围元器件少

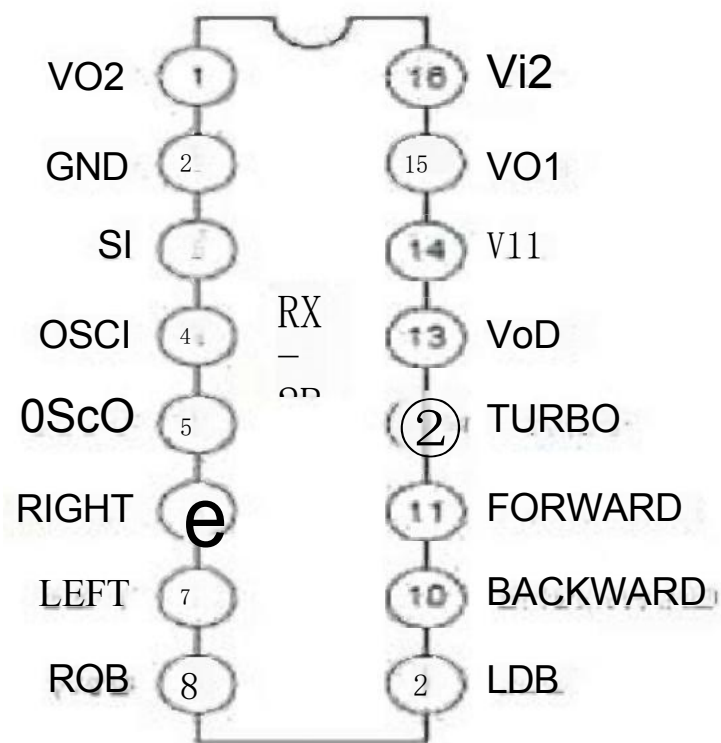


图3.7 RX-2B管脚排列图

## 2.RX-2B 相关极限参数及电气参数

(1) 绝对最大额定值(如表3.5)

表3.5 RX2B极限参数

极限参数	符号	值	单位
电源电压	VDD	0.3~5.0	V
输入/输出电压	Vin ,Vout	GND-0.3~VDD+0.3	V
工作温度	Topr	-10~65	°C
贮藏温度	Tstg	-25~126	°C

(2)RX2B VDD=4.0V,Fosc=128KHz,Tamb =25°C,除非另有说明。

表3.6 RX2B 电气参数

名称	符号	最小值	平均值	最大值	单位
工作电压	VDD	1.5	4.0	5.0	V
工作电流	IDD	-	—	3.0	mA
O/P驱动电流	Idrive	1	- - -	-	mA
O/P输入电流	Isink	1	-	-	mA
解码频率变化的影响	Ftolorence	-20	-	20	%

## 3.RX-2B 管脚及描述

(1)RX-2B 管脚排列,如图3.7

(2)RX-2B 芯片内部框图,如图3.8

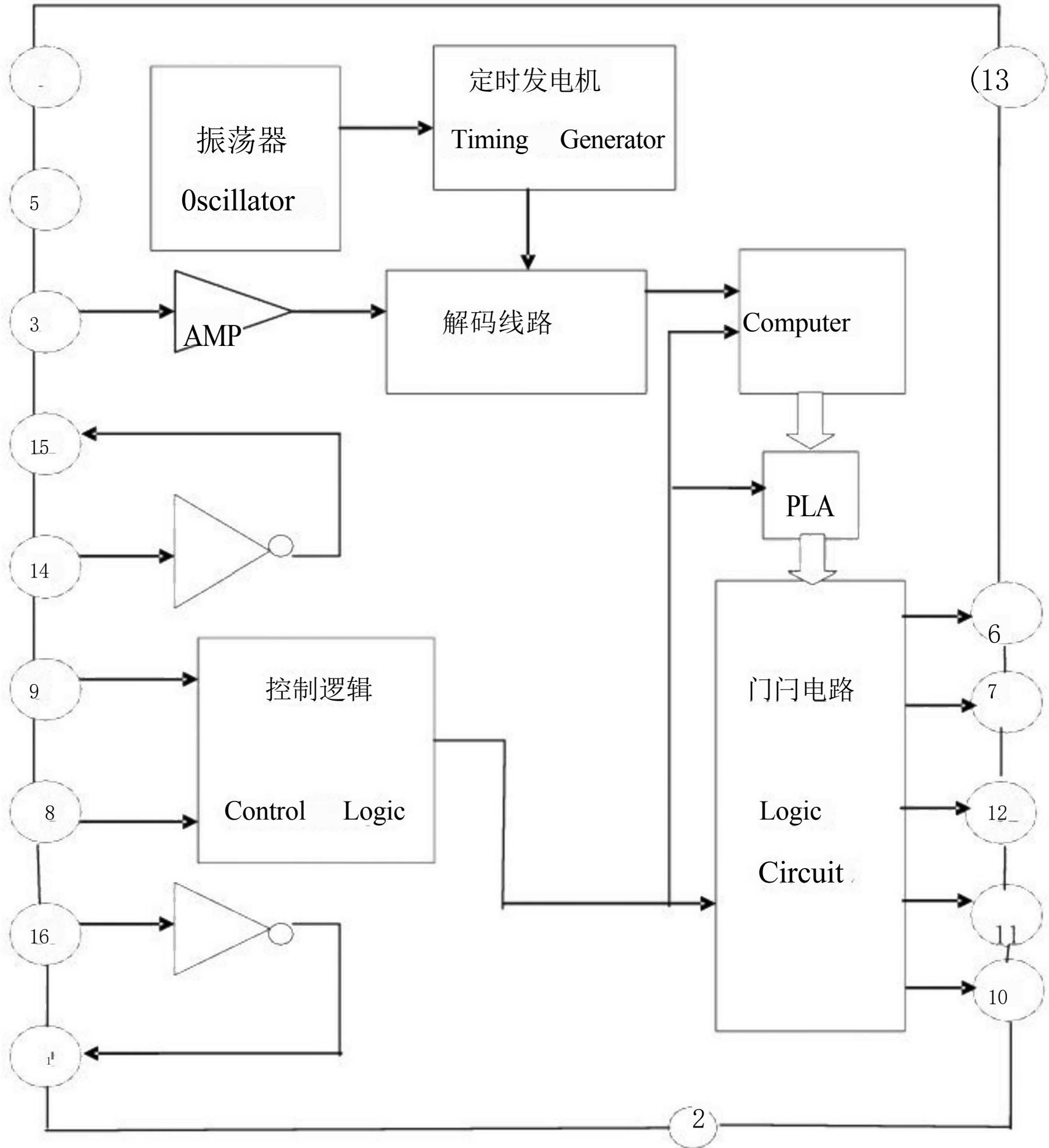


图3.8 RX-2B芯片内部框图

(3)TX-2B 管脚描述(如表3.7)

表3.7 RX-2B管脚功能说明

引脚号	名称	功能说明
1	V02	用于信号放大的反相器2输出端
2	GND	电源负端
3	SI	编码信号输入端
4	OSCI	振荡器输入端
5	OSCO	振荡器输出端
6	RIGHT	右转输出端
7	LEFT	左转输出端
8	ROB	此端接地时，右转功能被禁止
9	LDB	此端接地时，左转功能被禁止
10	BACKWARD	后退输出端
11	FORWARD	前进输出端
12	TURBO	加速输出端
13	VDD	电源正端
14	V11	用于信号放大的反相器1输入端
15	V01	用于信号放大的反相器1输出端
16	V12	用于信号放大的反相器2输入端

#### 4.RX-2B 芯片规格及封装外形图

(1)RX-2B 规格(如表3.8)

表3.8 RX2B 规格

元器件名称	元器件封装号
RX-2B	DIP-16-300-2.54

(2)RX-2B 封装外形图

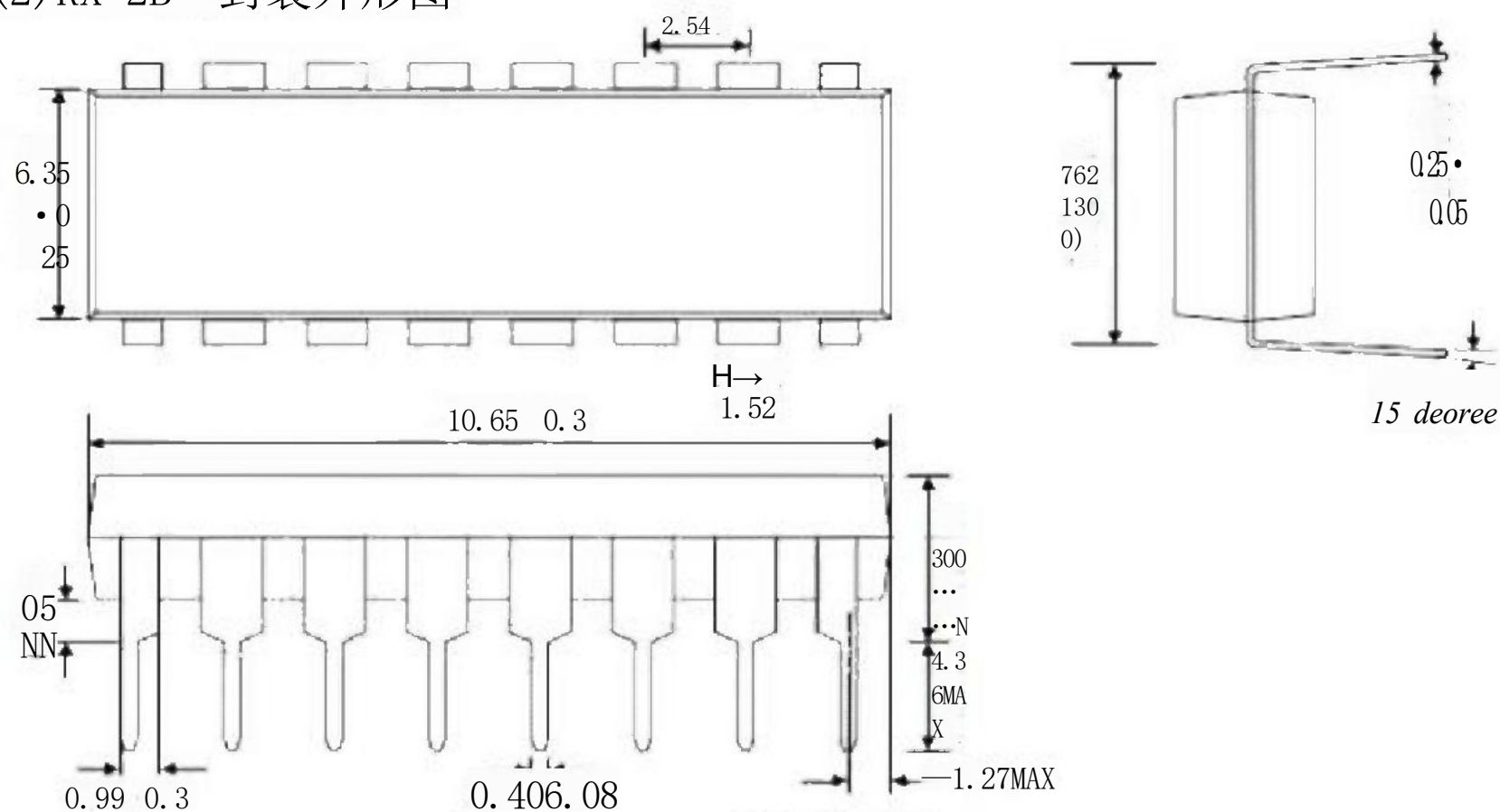


图3.9 RX-2B封装外形图

### 3.2.3 音乐模块

利用单片机产生乐曲音符，在把乐曲音符翻译成计算机音乐语言，由单片机进行信息处理，在通过蜂鸣器或喇叭放出音乐。

#### 1. 音频脉冲的产生

音乐的产生主要是通过单片机的 I/O 口输出高低不同的脉冲信号来控制蜂鸣器发音。要向产生音频脉冲信号，需要算出某一音频的周期(1/频率)，然后将此周期除以2,即为半周期的时间。利用单片机定时器计时这个半周期时间，每当计时到后就将输出脉冲的 I/O 口反相，然后重复计时此半周期时间再对 I/O 口反相，这样就能在此I/O 口上得到此音频的脉冲。

通常，利用51单片机的内部定时器0,工作方式1下，改变计数初值 TH0和 TLO 来产生不同的频率。

例如，若单片机采用12MHz 晶振，要产生频率为852Hz 的音频脉冲时，其音频脉冲信号的周期 $T=1/852$ ，在每计数852次时将 I/O 口反相，就可得到C 调中音 Re。计数脉冲值与频率的关系如下：

$$N=Fi \div 2 \div Fr$$

式中，N: 计数值

Fi: 因内部计时一次为 1us, 故其频率为1MHz。

Fr: 要产生的频率。



计数值T的求法为： $T=65536-N=65536-Fi \div 2 \div Fr$

例如，设  $Fi=1MHz$ ，求低音 Do(262Hz)、中音 Do(523Hz)和高音 Do(1046Hz)的计数值。

$$T=65536-N=65536-Fi \div 2 \div Fr=65536-1000000 \div 2 \div Fr=65536-500000-Fr$$

低音 Do 的  $T=65536-500000 \div 262=63628$

中音 Do 的  $T=65536-500000 \div 523=64580$

高音 Do 的  $T=65536-500000 \div 1046=65058$

C 调各音符频率计数值T 的关系如下表3.8

表3.8 C 调各音符频率计数值T的关系

音符	频率 (Hz)	简谱码 (T值)	音符	频率 (Hz)	简谱码 (T值)
低1Do	262	63628	中#4Fa#	740	64860
低1#Do#	277	63761	中5So	784	64898
低2Re	294	63835	中5#So#	831	64934
低2#Re#	311	63928	中6La	880	64968
低3Mi	330	64021	中6#La#	932	64994
低4Fa	349	64103	中7 Si	988	65030
低4#Fa#	370	64185	高1Do	1046	65058
低5So	392	64260	高1#Do#	1109	65085
低5#So#	415	64331	高2Re	1175	65110
低6La	440	64400	高2#Re#	1245	65134
低6#La#	466	64463	高3Mi	1318	65157
低7 Si	494	64524	高4Fa	1397	65178
中1Do	523	64580	高4#Fa#	1480	65198
中1#Do#	554	64633	高5So	1568	65217
中2Re	587	64684	高5#So#	1661	65235
中2#Re#	644	64732	高6La	1760	65252
中3Mi	659	64777	高6#La#	1865	65268
中4Fa	698	64820	高7 Si	1967	65283

## 2. 音乐节拍的产生

每个音符使用1个字节，字节的高4位代表音符的高低，低四位代表音符的节拍，表3-9为节拍与节拍码的对照表。如果1拍为0.4s, 1/4拍是0.1s, 只要设定延迟时间就可求的1/4拍的DELAY, 其余的节拍就是它的倍数，表3.9为1/4拍和1/8拍的时间设定。

表3.9 节拍与节拍码的对照表

节拍码	节拍数	节拍码	节拍数
1	1/4	1	1/8
2	2/4	2	1/4
3	3/4	3	3/8
4	1	4	1/2
5	5/4	5	5/8
6	3/2	6	3/4
8	2	8	1
A	5/2	A	5/4
C	3	C	3/2
F	15/4		

其中，1/4拍的延迟时间=187ms

```

DELAY:    MOV    R7, #02           ;延时187秒
DELAY1:MOV    R4, #187
DELAY2:MOV    R3, #248
DJNZ     R3,$
DJNZ     R4,DELA2
DJNZ     R7,DELA7
    
```

## 3. 移调

一般的歌曲，有3/8、2/4、3/4、4/4等节拍类型，但不管有几拍，基本上是在C调下演奏的。如果是C调，则音名C唱 Do，音名D唱 Re，音名E唱 Mi，音

名F唱 Fa, 音名G唱 So, 音名A唱 La, 音名B唱 Ti 等。但是, 并不是所有的歌曲都是在C调下演奏的, 还有D调、E调、F调、G调等。

表3.10 各音调音符与音名的关系

音名 音调	Do	Re	Mi	Fa	So	La	Si
C调	C	D	E	F	G	A	B
D调	D	E	F#	G	A	B	C
E调	E	F#	G#	A	B	C	D
F调	F	G	A	B	C	D	E
G调	G	A	B	C	D	E	F#
A调	A	B	C#	D	E	F#	G#
B调	B	C	D	E	F	G	A

#### 4. 音乐软件的设计

##### A. 音乐代码库的建立方法

- (a) 先找出乐曲的最低音和最高音范围, 然后确定音符表T的顺序。
- (b) 把T值建立在TABLE1, 构成发音副符的计数值放在“TABLE1”中。
- (c) 简谱码为高4位, 节拍数为低4位, 音符节拍码放在程序的“TABLE”处。
- (d) 音符节拍00H处音乐结束标记。

##### B. 选曲

在一个程序中, 需要演奏两首或两首以上的歌曲时, 音乐代码库的建立有两种方法:

- (a) 将每首歌曲建立相互独立的音符表T和发音符计数值TABLE。
- (b) 在建立共用的音符表T后, 在写每首歌曲的发音符计数值TABLE中的代码。

### 5. 歌曲的设计

#### 送 别

(美)奥语维曲

李叔同填词

1=<sup>b</sup>E 长 亭 外, 古 道 边, 芳 草 碧 连 天,  
 5 3 5 i — 6 i 5 — 5 1 2 3 2 1 2 — 0 0

晚 风 拂 柳 笛 声 残, 夕 阳 山 外 山。  
 5 3 5 i. 7 6 i 5 — 5 2 3 4. 7 1 — 0 0

天 之 涯, 地 之 角, 知 交 半 零 落。  
 6 i i — 7 6 7 i — 6 7 1 6 6 5 3 1 2 — 0 0

一 翻 浊 酒 尽 余 欢, 今 宵 别 梦 寒。

从歌曲中可看出，最低音为7Si，最高音为高1Do。其简谱对应的简谱码，T值，节拍数如表3.11所示。

表3.11 《送别》简谱对应的简谱码，T值，节拍数关系表

简谱	发音	简谱码	T值
˙	低音Si	1	64524
1	中音Do	2	64580
2	中音Re	3	64684
3	中音Mi	4	64777
4	中音Fa	5	64820
5	中音So	6	64898
6	中音La	7	64968
7	中音Si	8	65030
i	高音Do	9	65058

### 3.2.4 驱动模块设计

#### 1. 驱动芯片 L298N

L298N 是 SGS公司的产品，比较常见的是15脚Multiwatt 封装的L298N，内部同样包含4通道逻辑驱动电路。L298N 芯片可以驱动两个二相电机，也可以驱动一个四相电机，输出电压最高可达50V，可以直接通过电源来调节输出电压；可直接用单片机的 IO 口提供信号；且电路简单，使用比较方便。

- 特点：
- \*可实现电机正反转及调速。
  - \*启动性能好，启动转矩大。
  - \*工作电压可达到36V,4A。
  - \*可同时驱动两台直流电机。
  - \*适合应用于机器人设计及智能小车的设计中。

#### 2. L298N 芯片参数及电性参数

驱动器尺寸：宽42mm、长78mm、最大高度23mm

工作电压方式：直流

主要元件：恒压恒流桥式2A 驱动芯片L298N、 光电耦合器TLP521-4

工作电压：信号端4~6V、控制端5~36V

调速方式：直流电动机采用PWM信号平滑调速。

#### 3. L298N 控制器原理如下：

图3.10是控制器原理图，由3个虚线框图组成。

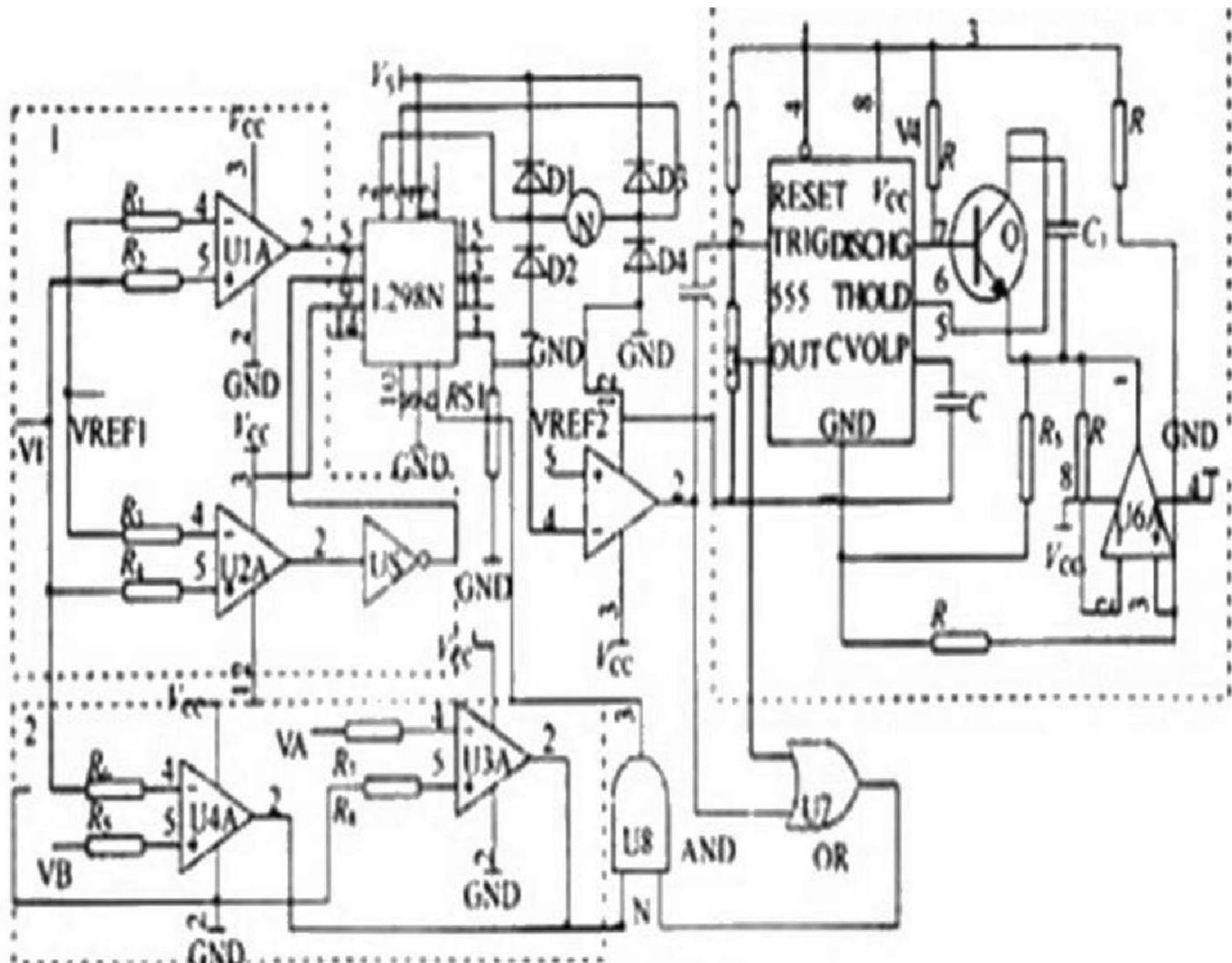


图3.10 L298N 控制器原理框图

下面是3个虚线框图功能:

(1) 虚线框图1控制电机正反转, U1A,U2A 是比较器,  $V_1$ 来自炉体压强传感器的电压。当 $V_1 > V$  时, U1A输出高电平, U2A 输出高电平经反相器变为低电平, 电机正转。同理 $V_1 < V_{w1}$ 时, 电机反转。电机正反转可控制抽气机抽出气体的流量, 从而改变炉体压强。

(2) 虚线框图2中, U3A,U4A 两个比较器组成双限比较器, 当 $V < V_1 < V_4$  时 输出低电平, 当 $V_1 > V, V_1 < V$  时输出高电平。 $V, V_2$  是由炉体压强传感器转换电压的上下限, 即反应炉体压强控制范围。根据工艺要求, 我们可自行规定 $V, V_8$ 的值, 只要炉体压强在 $V, V_g$  所确定范围之内电机停转(注意 $V < V_m < V$ , 如果不在这个范围内, 系统不稳定)。

(3)虚线框图3是一个长延时电路。U5A 是一个比较器， R 是采样电阻， V 是电机过流电压。R 上电压大于 $V_{w2}$ ，电机过流， U5A 输出低电平。由上面可

知，框图1控制电机正反转，框图2控制炉体压强的纹波大小。当炉体压强太小或太大时，电动机转到两端固定位置停止，根据直流电机稳态运行方程：

$$U=C\phi N+R,I$$

其中： $\phi$ 为电机每极磁通量；

C.为电动势常数；

N 为电机转数；

I。为电枢电流；

R,电枢回路电阻。

电机转数N为0, 电机的电流急剧增加，时间过长将会使电机烧坏。但电机启动时，电机中线圈中的电流也急剧变大，因此我们必须把这两种状态分开。长延时电路可把这两种状态区分出来。长延时电路工作原理：当R。过流U5A产生一个负脉冲经过微分后，脉冲触发555的2脚，电路置位，3脚输出高电平，由于放电端7脚开路，C,R<sub>5</sub> 及 U6A组成积分器开始积分，电容C<sub>1</sub>上的充电电压线性上升，延时运放积分常数为100Rc。当 C<sub>1</sub>上充电电压，即6脚电压超过2/3V<sub>c</sub>, 555电路复位，输出低电平。电机启动时间一般小于0.8 s,C1 充电时间一般为0.8~1s。U5A 输出电平与555的3脚输出电平经U7 相或，如果 U5A 输出低电平大于C 充电时间， U7 在 C<sub>1</sub>充电后输出低电平由与门U8输入到L298N 的 6脚 ENA 端使电机停止。如果 U5A的输出电平小于C<sub>1</sub>充电时间，6脚不动作电机的正常启动。长延时电路吸收电机启动过流电压波形，从而使电机正常启动。

#### 4. 管脚及其功能描述

L298N 芯片及其管脚，如图3.11所示



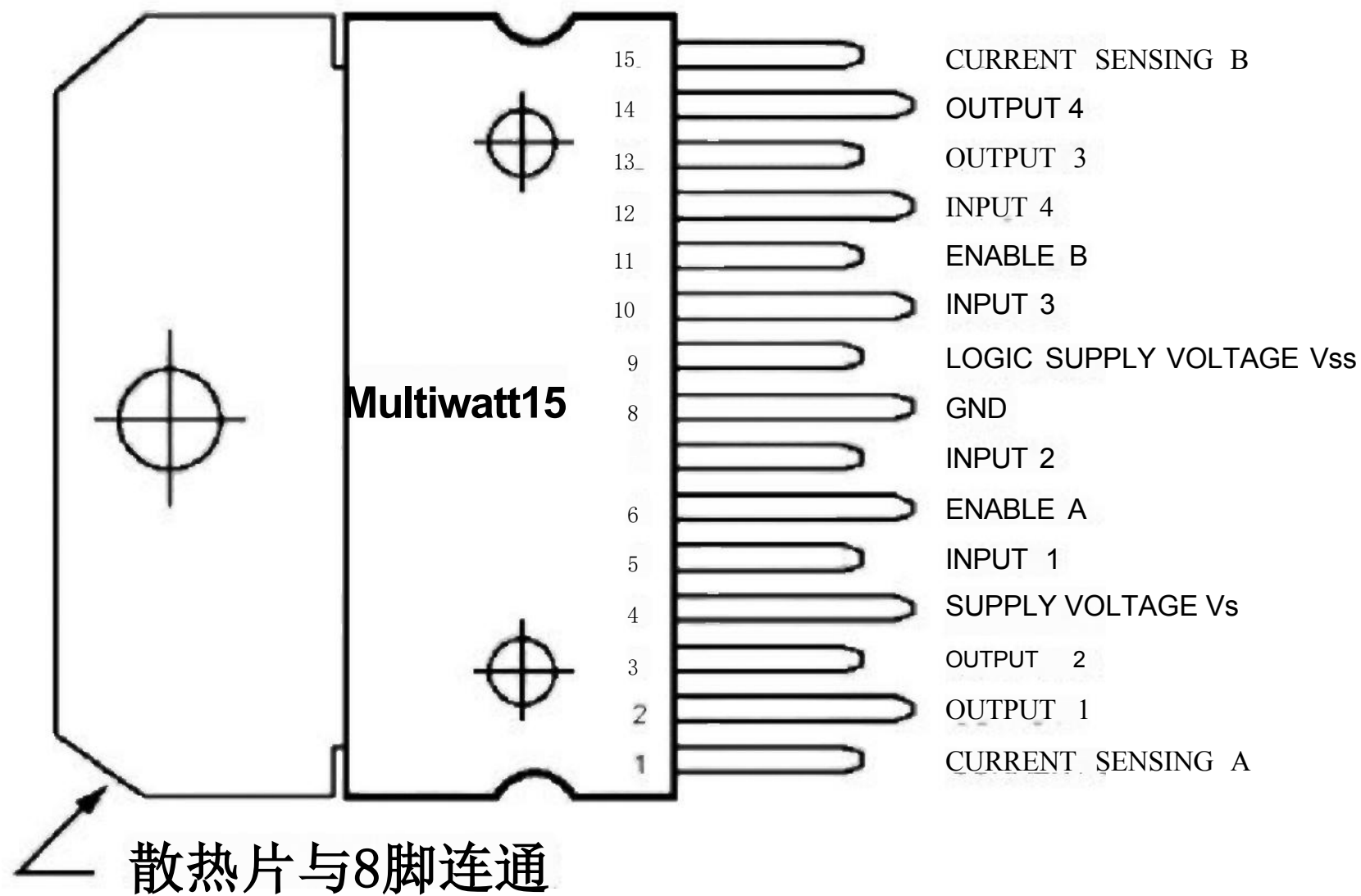


图3. 11 L298 芯片图

### 5. L298N 功能描述

L298N 可接受标准TTL 逻辑电平信号Vs,Vss 可接4.5~7 V 电压。4脚Vs接电源电压，Vs电压范围Vm为+2.5~46 V。输出电流可达2.5 A，可驱动电感性负载。1脚和15脚下管的发射极分别单独引出以便接入电流采样电阻，形成电流传感信号。L298 可驱动2个电动机，OUT1,OUT2 和 OUT3,OUT4之间可分别接电动机，本实验装置我们选用驱动一台电动机。5, 7, 10, 12脚接输入控制电平，控制电机的正反转。E,Em 接控制使能端，控制电机的停转。图3. 12是L298N 功能逻辑图。

In3,In4 的逻辑图与表3. 12相同。由表3. 12可知E 为低电平时，输入电平对电机控制起作用，当E 为高电平，输入电平为一高一低，电机正或反转。同为低电平电机停止，同为高电平电机刹停。

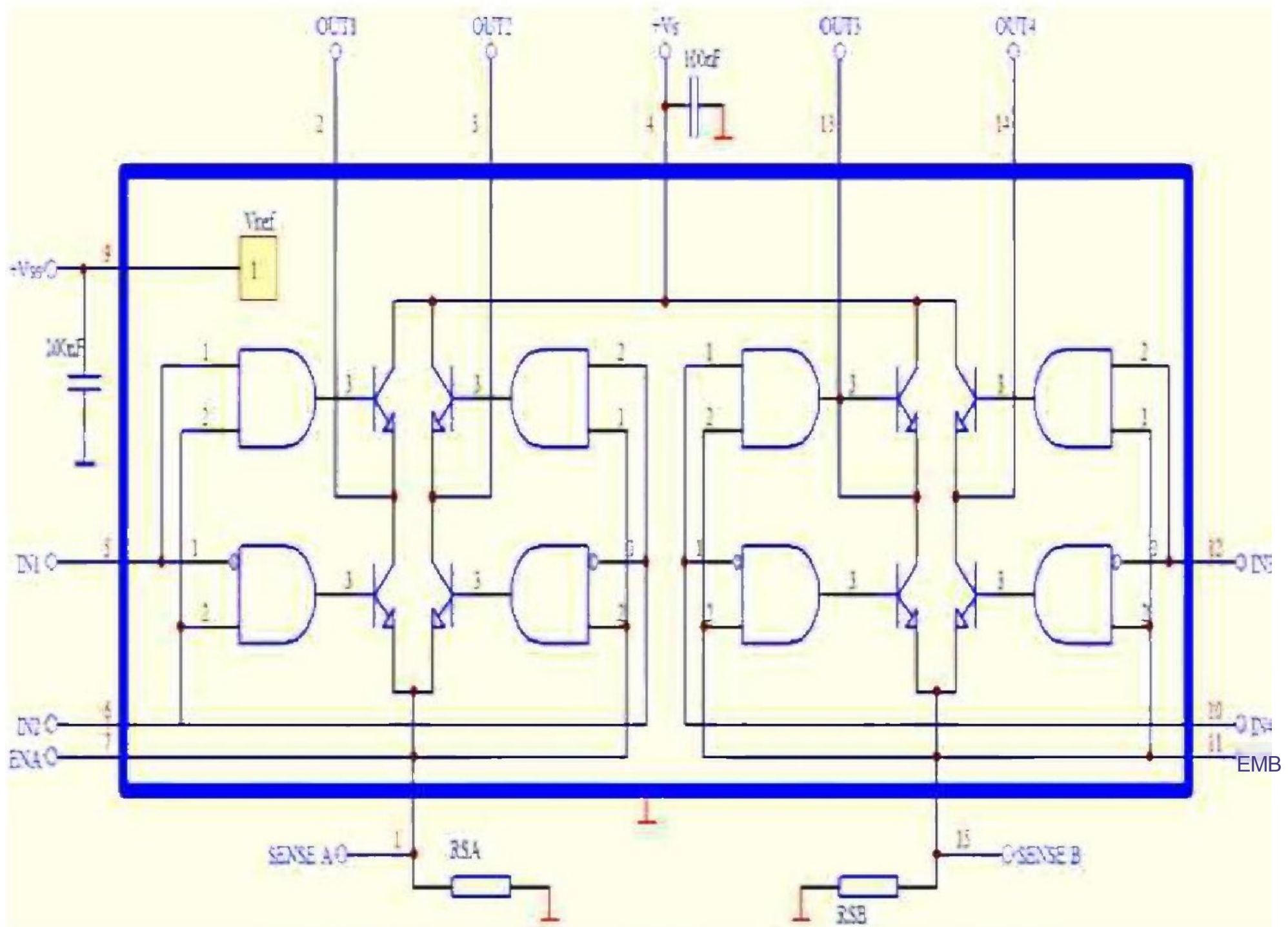


图3-12 L298N 功能逻辑图

表3-12 ENA/ENB 功能表

EN A	In 1	In 2	运转状态	EN B	In 3	In 4	运转状态
0	*	*	停止	0	*	*	停止
1	1	0	正转	1	1	0	正转
1	0	1	反转	1	0	1	反转
1	1	1	截止	1	1	1	截止
1	0	0	停止	1	0	0	停止

### 3.2.5 伺服步进电动机

步进伺服系统中的执行元件是步进电动机，又称脉冲电动机，是一种将输入脉冲信号转换成相应的旋转或直线位移的运动执行元件。在非超载的情况下，电机的转速、停止的位置只取决于脉冲信号的频率和脉冲数，而不受负载变化的

影响,即给电机加一个脉冲信号,电机则转过一个步距角。这一线性关系的存在,加上步进电机只有周期性的误差而无累积误差等特点。使得在速度、位置等控制领域用步进电机来控制变的非常的简单。

虽然步进电机已被广泛地应用,但步进电机并不能象普通的直流电机,交流电机在常规下使用。它必须由双环形脉冲信号、功率驱动电路等组成控制系统方可使用。因此用好步进电机却非易事,它涉及到机械、电机、电子及计算机等许多专业知识。

步进电机以相数可分为:二相电机、三相电机、四相电机、五相电机等。以机座号(电机外径)可分为:42BYG(BYG为感应子式步进电机代号)、57BYG、86BYG、110BYG、(国际标准),而像70BYG、90BYG、130BYG等均为国内标准。根据步进电动机的构造和工作原理不同可分为可变磁阻式(VR型)步进电动机,永磁式(PM型)步进电动机和混合式(HB型)步进电动机。此次设计中我们采用12V30 转/min M0347 电机。

### 1. M0347 电机 (如图3.13)

M0347 电机与传统的反应式步进电机相比,结构上转子加有永磁体,以提供软磁材料的工作点,而定子激磁只需提供变化的磁场而不必提供磁材料工作点的耗能,因此该电机效率高,电流小,发热低。因永磁体的存在,该电机具有较强的反电势,其自身阻尼作用比较好,使其在运转过程中比较平稳、噪音低、低频振动小。



图3.13 M0347 电机

M0347 电机可接为二相,不过为了方便使用,灵活改变电机的动态特点,往往将其外部接线为八根引线(四相),这样使用时,既可以作四相电机使用,可以作二相电机绕组串联或并联使用。

### 2. M0347 电机的静态指标术语

相数:产生不同对极N、S磁场的激磁线圈对数,常用m表示。

拍数：完成一个磁场周期性变化所需脉冲数或导电状态用 $n$ 表示，或指电机转过一个齿距角所需脉冲数，以四相电机为例，有四相四拍运行方式即 AB-BC-CD-DA-AB，四相八拍运行方式即 A-AB-B-BC-C-CD-D-DA-A。

步距角：对应一个脉冲信号，电机转子转过的角位移用 $\theta$ 表示。 $\theta = 360^\circ$  (转子齿数 $J^*$  运行拍数)，以常规二、四相，转子齿为50齿电机为例。四拍运行时步距角为 $\theta = 360^\circ / (50 * 4) = 1.8^\circ$  (俗称整步)，八拍运行时步距角为 $\theta = 360^\circ / (50 * 8) = 0.9^\circ$  (俗称半步)。

定位转矩：电机在不通电状态下，电机转子自身的锁定力矩(由磁场齿形的谐波以及机械误差造成的)

静转矩：电机在额定静态电压作用下，电机不作旋转运动时，电机转轴的锁定力矩。此力矩是衡量电机体积(几何尺寸)的标准，与驱动电压及驱动电源等无关。

虽然静转矩与电磁激磁安匝数成正比，与定齿转子间的气隙有关，但过份采用减小气隙，增加激磁安匝来提高静力矩是不可取的，这样会造成电机的发热及机械噪音。

### 3. 步进电机动态指标及术语

(1) 步距角精度： 步进电机每转过一个步距角的实际值与理论值的误差。用百分比表示：误差/步距角\*100%。不同运行拍数其值不同，四拍运行时应在5%之内，八拍运行时应在15%以内。

(2) 失步： 电机运转时运转的步数，不等于理论上的步数，称之为失步。

(3) 最大空载起动频率：电机在某种驱动形式、电压及额定电流下，在不加负载的情况下，能够直接起动的最大频率。

(4) 最大空载的运行频率：电机在某种驱动形式，电压及额定电流下，电机不带负载的最高转速频率。

(5) 运行矩频特性：电机在某种测试条件下测得运行中输出力矩与频率关系的曲线称为运行矩频特性，这是电机诸多动态曲线中最重要的，也是电机选择的根本依据。如图3.14所示：

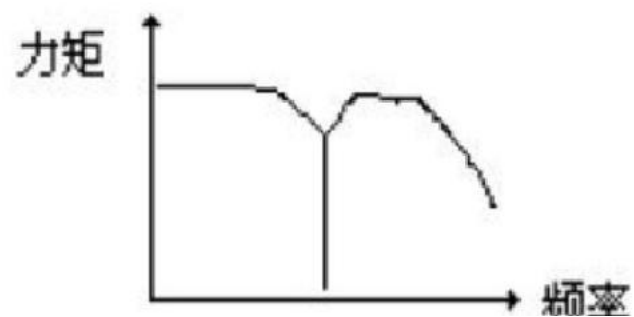


图3.14 输出力矩与频率的关系

其它特性还包括惯频特性、起动频率特性。

电机的动态力矩取决于电机运行时的平均电流(而非静态电流),平均电流越大,电机输出力矩越大,即电机的频率特性越硬。如图3.15所示:

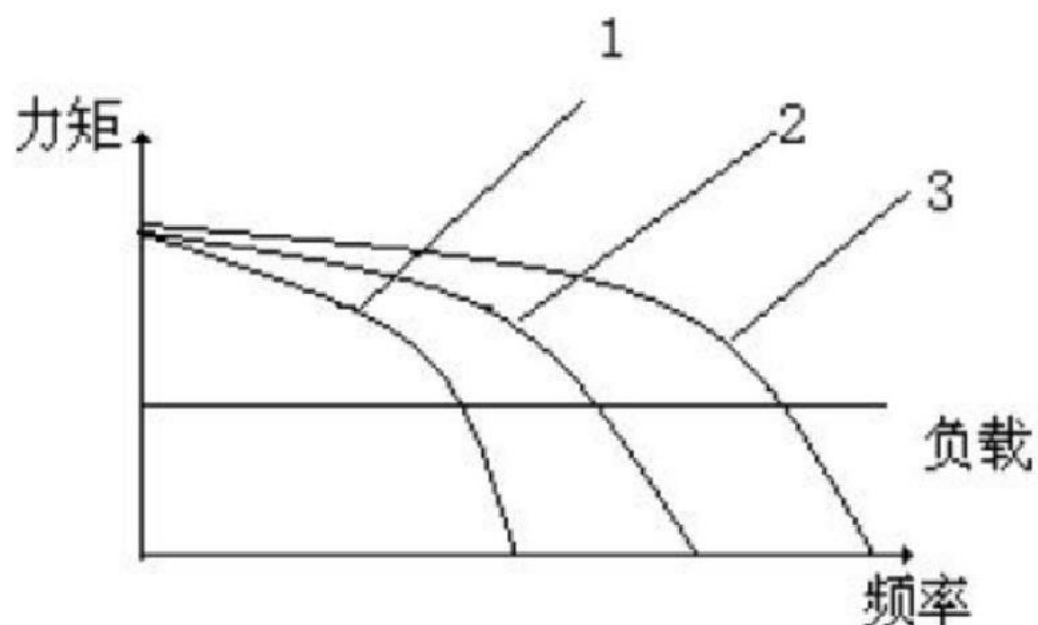


图3.15 动态力矩与频率及负载关系

其中,曲线3电流最大、或电压最高;曲线1电流最小、或电压最低,曲线与负载的交点为负载的最大速度点。

要使平均电流大,尽可能提高驱动电压,使采用小电感大电流的电机。

(6)电机的共振点: 步进电机均有固定的共振区域,二、四相感应子式步进电机的共振区一般在180-250pps 之间(步距角1.8度)或在400pps 左右(步距角为0.9度),电机驱动电压越高,电机电流越大,负载越轻,电机体积越小,则共振区向上偏移,反之亦然,为使电机输出电矩大,不失步和整个系统的噪音降低,一般工作点均应偏移共振区较多。

(7)电机正反转控制: 当电机绕组通电时序为AB-BC-CD-DA 或()时为正转,通电时序为DA-CA-BC-AB 或()时为反转。

#### 4. 驱动控制系统组成

使用、控制步进电机必须由环形脉冲,功率放大组成的控制系统,其方框图如图3.16所示:



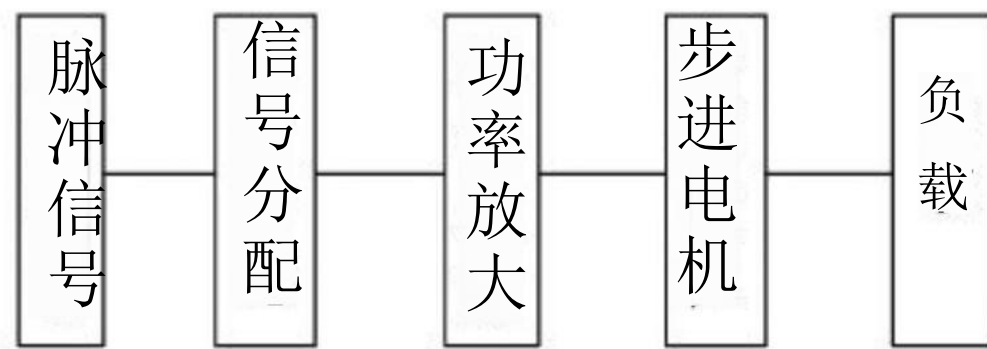


图3.16 驱动控制系统方框图

(1) 脉冲信号的产生

脉冲信号一般由单片机或CPU产生，一般脉冲信号的占空比为0.3-0.4左右，电机转速越高，占空比则越大。

(2) 信号分配

感应子式步进电机以二、四相电机为主，二相电机工作方式有二相四拍和二相八拍二种，具体分配如下：二相四拍为AB-AB-AB-AB，步距角为1.8度；二相八拍为AB-B-AB-AAB-B-AB-AAB，步距角为0.9度。四相电机工作方式也有二种，四相四拍为AB-BC-CD-DA-AB,步距角为1.8度；四相八拍为AB-B-BC-C-CD-D-AB,(步距角为0.9度)。

(3) 功率放大功率放大是驱动系统最为重要的部分。步进电机在一定转速下的转矩取决于它的动态平均电流而非静态电流(而样本上的电流均为静态电流)。平均电流越大电机力矩越大，要达到平均电流大这就需要驱动系统尽量克服电机的反电势。因而不同的场合采取不同的的驱动方式，到目前为止，驱动方式一般有以下几种：恒压、恒压串电阻、高低压驱动、恒流、细分数等。为尽量提高电机的动态性能，将信号分配、功率放大组成步进电机的驱动电源。二相恒流斩波驱动电源与单片机及电机接线图如图3.17所示：

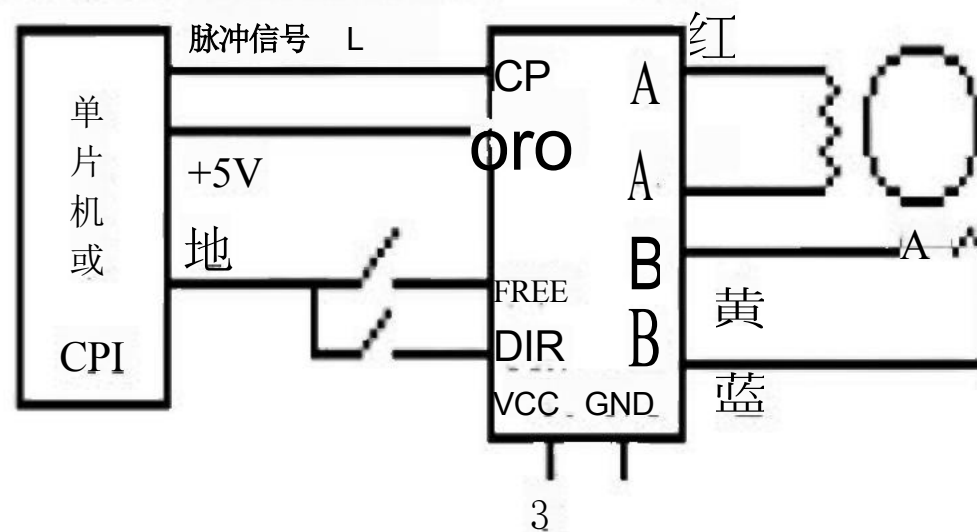


图3.17 二相恒流斩波驱动电源与单片机及电机接线图

说明: CP 接 CPU 脉冲信号(负信号, 低电平有效)

OPTO 接 CPU+5V

FREE 脱机, 与CPU 地线相接, 驱动电源不工作

DIR 方向控制, 与 CPU 地线相接, 电机反转

VCC 直流电源正端

GND 直流电源负端

A 接电机引出线红线

A 接电机引出线绿线

B 接电机引出线黄线

B 接电机引出线蓝线

步进电机转速越高, 力矩越大则要求电机的电流越大, 驱动电源的电压越高。

如图3.18所示:

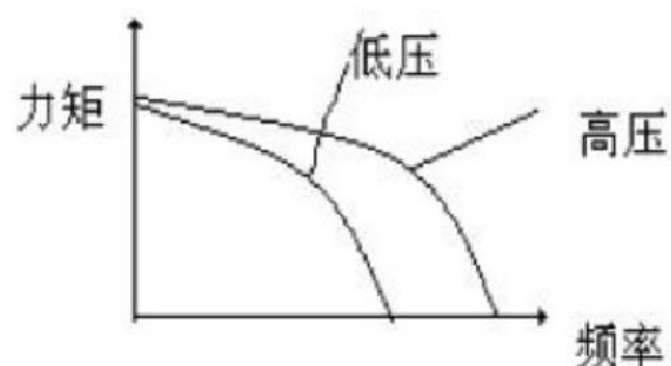


图3.18 电压对力矩影响

#### (4) 细分驱动器

在步进电机步距角不能满足使用的条件下, 可采用细分驱动器来驱动步进电机, 细分驱动器的原理是通过改变相邻 (A,B) 电流的大小, 以改变合成磁场的夹角来控制步进电机运转的, 如图3.19所示。

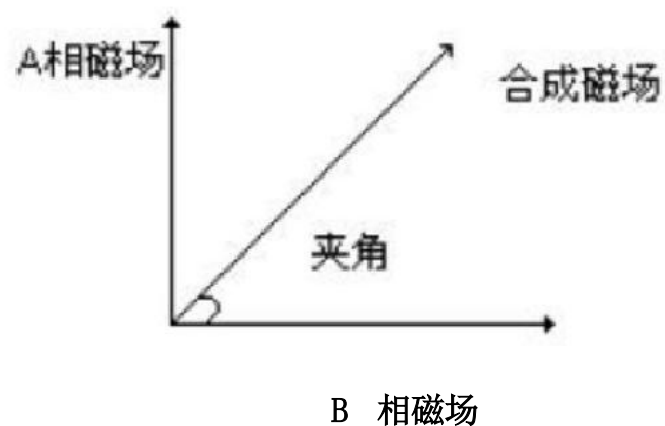


图3.19 细分驱动器磁场合成

## 5. 步进电机的应用

### A. 步进电机的选择

步进电机有步距角(涉及到相数)、静转矩、及电流三大要素组成。一旦三大要素确定, 步进电机的型号便确定下来了。

#### (a) 步距角的选择

电机的步距角取决于负载精度的要求, 将负载的最小分辨率(当量)换算到电机轴上, 每个当量电机应走多少角度(包括减速)。电机的步距角应等于或小于此角度。目前市场上步进电机的步距角一般有0.36度/0.72度(五相电机)、0.9度/1.8度(二、四相电机)、1.5度/3度(三相电机)等。

#### (b) 静力矩的选择

步进电机的动态力矩一下子很难确定, 我们往往先确定电机的静力矩。静力矩选择的依据是电机工作的负载, 而负载可分为惯性负载和摩擦负载二种。单一的惯性负载和单一的摩擦负载是不存在的。直接起动时(一般由低速)时二种负载均要考虑, 加速起动时主要考虑惯性负载, 恒速运行进只要考虑摩擦负载。一般情况下, 静力矩应为摩擦负载的2-3倍内好, 静力矩一旦选定, 电机的机座及长度便能确定下来(几何尺寸)

#### (c) 电流的选择

静力矩一样的电机, 由于电流参数不同, 其运行特性差别很大, 可依据矩频特性曲线图, 判断电机的电流(参考驱动电源、及驱动电压)

综上所述选择电机一般应遵循以下步骤, 如图3.20所示:

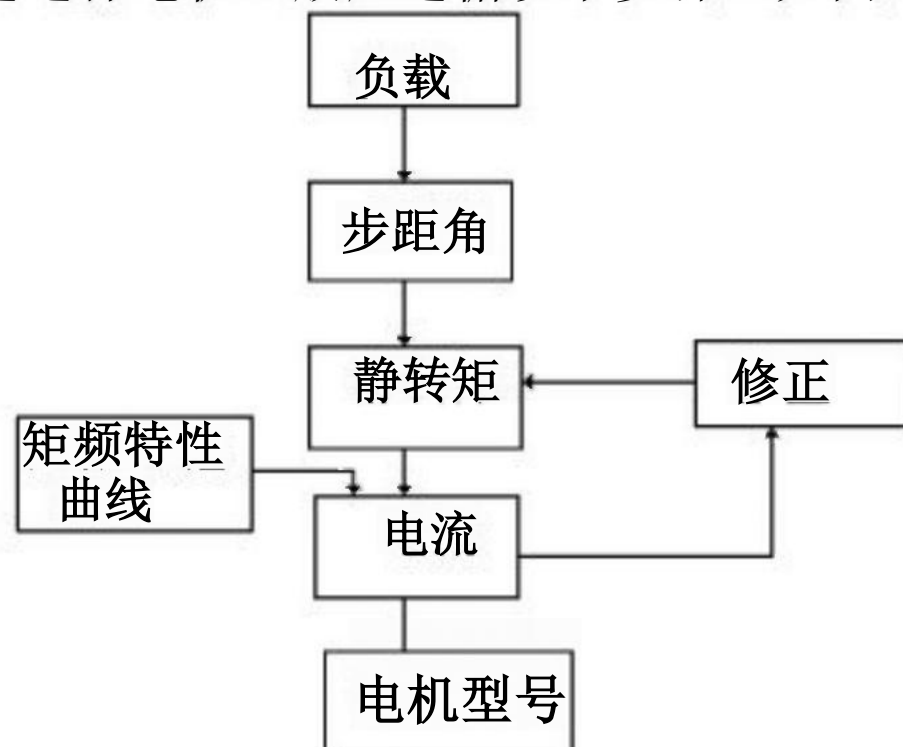


图3.20 电机选择步骤框图



