
中英文摘要.....	1
1 引言.....	1
1.1 选题背景及实际意义.....	1
1.2 选题的研究现状.....	1
1.3 本文研究的内容.....	1
2 直流电机结构与调速原理.....	3
2.1 直流电机的基本结构.....	3
2.2 直流电机调速方法.....	3
2.3 PWM 调速原理	4
3 调速系统硬件设计.....	5
3.1 系统硬件总体设计.....	5
3.2 AT89S52 单片机芯片简介	5
3.3 供电电源设计	5
3.3.1 控制电路电源.....	5
3.3.2 驱动电路电源.....	6
3.4 单片机外围电路设计.....	6
3.4.1 时钟电路.....	6
3.4.2 复位电路.....	6
3.4.3 ISP 下载调试接口	7
3.5 H 桥电路设计分析	7
3.6 逻辑电路及驱动电路设计.....	8
3.6.1 逻辑电路设计.....	8
3.6.2 光耦隔离设计.....	9
3.6.3 驱动电路设计.....	10
3.7 测速模块.....	12
3.8 按键和显示电路设计.....	12
3.8.1 按键电路设计.....	12
3.8.2 显示电路设计.....	13
4 调速系统程序软件设计.....	14
4.1 主程序设计.....	14
4.2 初始化子程序.....	14
4.3 按键与显示子程序设计.....	15
4.3.1 显示子程序.....	15

4.3.2 按键处理程序.....	16
4.4 PWM 脉宽调节程序设计	17
4.4.1 阶跃 PWM 脉宽调节.....	17
4.4.2 谐波 PWM 脉宽调节.....	18
4.5 测转速脉冲程序设计	19
5 实验研究.....	20
5.1 硬件电路实物.....	20
5.2 波形测试.....	21
5.3 测速及显示.....	23
6 总结.....	25
6.1 工作总结.....	25
6.2 不足和展望.....	25
参考文献.....	26
致谢.....	27
附录.....	28
附录一：器件清单.....	28
附录二：原理图.....	29
附录三：PCB 图	30

1 引言

1.1 选题背景及实际意义

当今社会快速发展，直流电机被广泛应用到各种控制系统中^[1]。小到生活用品，大至工业制造、航天航空等不同的领域。随着单片机控制技术的应用发展，直流电机调速系统开始往数字化、高速化发展，调速系统的要求伴随着自动控制技术的发展也越来越高^[2]。直流电机调速简单方便是因为只要调节电机两端的电压就可以。在电机调速的方法中，PWM 调速是最常见的，只要调节 PWM 占空比就能够改变电机的转速。

直流电机在许多控制领域中应用非常广泛，因为电机具有良好的起动性能^[3]。早期的直流电机拖动调速系统多采用的模拟电路，控制系统较为复杂，而且操作相对不方便和功能单一，使直流电机不能得到很好的发展^[4]。不过随着单片机技术和电力电子领域的快速发展，现代调速系统得到了非常大的提升，所以研究直流电机调速还是很有研究意义的。

1.2 选题的研究现状

下面列几个常见的直流电机调速方案。第一种方法：早期的电机调速方法是通过调节电机串联的电阻大小来调速的，这个方法虽然简单且可以进行调速，但是调速非常不平滑，跳跃性太大。第二种方法：发电机—电动机调速，这种方法调速性能相较调电阻的方法好，但是所使用的电力拖动系统较大，而且组成复杂，操作不便利。第三种方法：用晶闸管组成的调速系统。这种调速方法精度高、体积小，是未来很长时间内的主要应用方向^[5]。

随着电力电子技术和微型计算机的快速发展，电机调速系统的发展越来越趋向高精度和低成本的方向发展。

我国的直流电机调速技术发展较国外发展较慢，特别是西门子、通用电气等大公司更是取得了非常大的优势地位。在直流电机调速领域，我国发展较晚，但是这并不影响我们后来居上，现在我国的调速技术也有了质的飞跃。我国在直流电机调速领域也投入了大量的精力，例如，一些研究所、高校和企业都有在研究这个领域，也取得了不错的成果。

1.3 本文研究的内容

本设计的控制对象是直流电机，以 AT89S52 单片机为主控芯片，驱动电路采用半桥驱动芯片 IR2104 搭建的自举电路，控制方法采用 PWM 脉宽调制，利用 U 型光电传感器测速^[6]，实现了直流电机的调速、测速以及显示，具体研究内容如下：

（1）对直流电机的结构和调速原理进行分析。

（2）通过对 NMOS 管组成的 H 桥电路原理的分析，深入研究 IR2104 自举驱动电路的工作原理。

（3）研究 U 型光电测速传感器的测脉冲原理，实现直流电机测速以及转速的实时刷

新显示。

(4) 在了解 PWM 脉宽调速原理的基础上，设计直流电机调速系统的硬件电路和软件程序。

(5) 在以上工作的基础上对系统进行了实验，记录实验结果并分析。

2 直流电机结构与调速原理

2.1 直流电机的基本结构

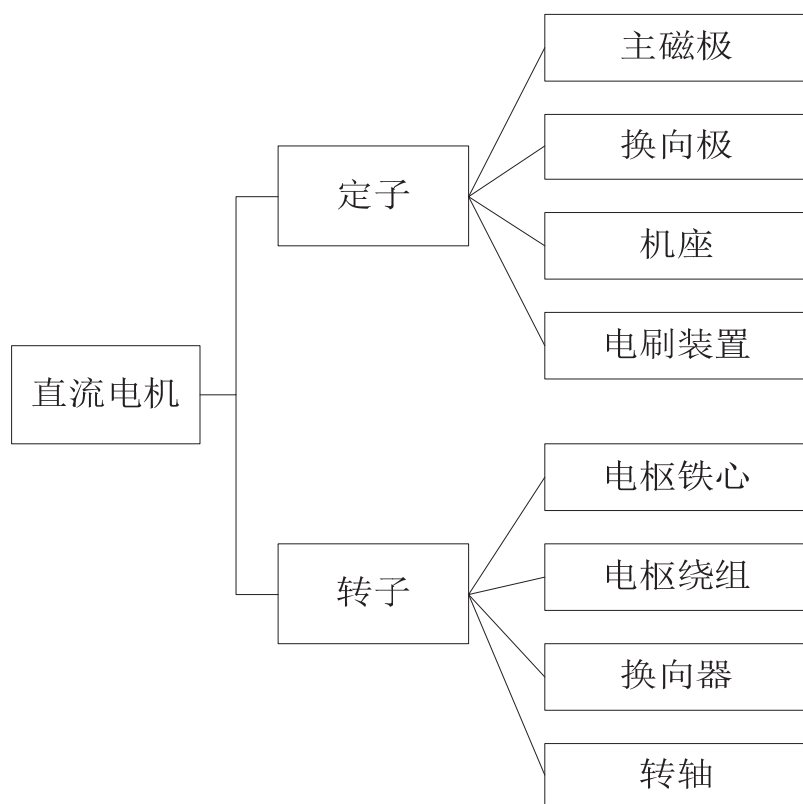


图 2-1 直流电机的基本结构图

直流电机是一种将机械能转化为电能的设备。直流电机运行时，定子是静止不动的，转子相对定子运动。下面简略介绍几个部分：

- (1) 主磁极的作用是产生建立磁场，主要由主磁极铁心和励磁绕组组成^[7]。
- (2) 换向极可以有效减少电机运行时产生的有害火花。
- (3) 电枢绕组是直流电机的电路部分，产生磁场和电动势就是在这里，也是电能转换的部分^[8]。
- (4) 换向器起整流的作用。

2.2 直流电机调速方法

众所周知，直流电机转速 n 的表达式为：

$$n = \frac{U - IR}{K\Phi} \quad (2-1)$$

式中： U -电枢端电压

I -电枢电流

R -电枢电路总电阻

Φ -每极磁通量

K -与电机结构有关的常数

由上式可知，直流电机转速 n 的控制方法有三种：

- (1) 调压，调节电枢绕组电压调速，可以用于范围较大的平滑调速；
- (2) 弱磁，调速范围较小；
- (3) 变阻，只能有级调速，平滑性差。

这三种方法里面，变阻的方式效果最差，很少采用。弱磁调速范围不大。因此，本设计采用调压的方式。

改变电枢电压的方式主要有 3 种：旋转变流机组、静止变流装置、脉宽调制（PWM）变换器^[9]。

其中，脉宽调制通过改变开关频率，使占空比发生变化，电枢绕组的平均电压也就相应的改变，就达到了调节转速的目的。这也是本设计所使用的方法。

2.3 PWM 调速原理

PWM（脉冲宽度调制）是通过控制半导体器件的开关通断状态，如果开关通时，电压为高电平，开关关时，电压为低电平。通过控制电子器件开关的通断来可以改变 PWM 的脉冲宽度，也就改变了直流电压的平均值，这就是 PWM 调速的主要原理^[10]。也正是因为这样，PWM 也有“开关驱动装置”的叫法。

PWM 脉冲信号占空比关系如图 2-2。占空比 $Duty=t_1/T$ ，假设电机最大转速为 V_M ，则电机的平均转速 $V_D=Duty*V_M$ 。

由上面的公式可见，当我们改变占空比 $Duty$ 的大小时，电机平均转速 V_D 也会随之改变，也就实现了调速的目的。如果从实际情况来看， V_D 和占空比并不是完全线性的关系，但是在精度要求不是很高的情况下，也不失为一种好方法。

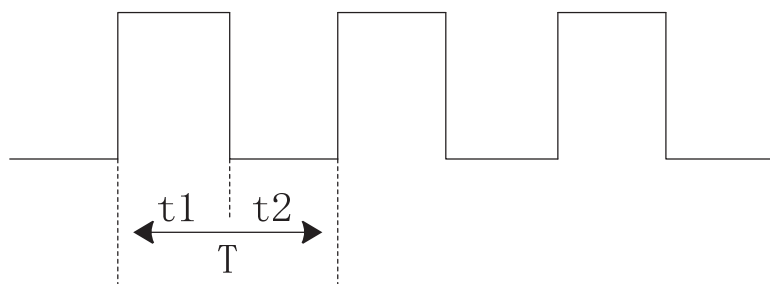


图 2-2 PWM 占空比关系

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/138036024132006121>