

# 单板计算机控制直流电动机可逆调速系统

赵殿甲 王顺晃 席爱民  
(北京钢铁学院) (西安冶金建筑学院)

## 摘 要

本文叙述了单板计算机控制的直流电动机可逆调速系统。本系统用计算机软件代替原模拟系统中的PI调节器、逻辑切换装置及其它模拟硬件,使可控硅触发器的输出数字化,从而实现了全数字化控制。本系统不仅节省大量硬件,且调整方便,运行可靠性大为提高。

近年来,随着计算机技术的飞跃发展,计算机的应用已深入到各个领域。尤其是廉价的单板计算机的问世,给工业部门用计算机控制开辟了广阔的前景。本文仅对用单板计算机控制的直流电动机调速系统作一简单介绍。

## 一、数字调节器的设计及 DDC 系统的组成

目前 DDC 系统中数字调节器的设计常用三种方法<sup>[1]</sup>。本文用连续系统的设计方法,例如用二阶或三阶最佳化的方法设计出连续系统调节器的传递函数,然后离散化得到计算机控制用的差分方程。电流调节器(LT)和速度调节器(ST)一般采用比例积分调节器,为了改善系统动态品质,在速度环还引入并联微分负反馈。笔者用频率法确定电流调节器的参数,用线性二次型性能指标最优来确定速度调节器的参数。

### 1. 比例积分调节器的差分方程

比例积分调节器微分方程表达式为

$$y(t) = K_1' u(t) + K_2' \int u(t) dt. \quad (1)$$

式中  $y(t)$  为调节器输出量;  $u(t)$  为调节器输入量,它的拉氏变换为

$$\frac{Y(s)}{u(s)} = K_1' + \frac{K_2'}{s}. \quad (2)$$

令(1)式中  $t = nT$ ,  $dt = T$ ,  $T$  为采样周期,则有

$$\begin{aligned} y(nT) &= K_1' u(nT) + K_2' T \sum_{k=0}^{n-1} u(kT) \\ &= K_1' u(nT) - K_2' T u(nT) + K_2' T u_1'(nT) + K_2' T \sum_{k=0}^{n-1} u(kT) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= (K_1' - K_2'T)u(nT) + K_2'T \sum_{k=0}^n u(kT) \\
 &= K_1u(nT) + K_2 \sum_{k=0}^n u(kT).
 \end{aligned} \tag{3}$$

式中  $K_1 = K_1' - K_2'T$ ,  $K_2 = K_2'T$ . (3)式可简写如下:

$$y_n = K_1u_n + K_2 \sum_{k=0}^n u_k. \tag{4}$$

式(4)即为 PI 调节器的差分方程形式. 式(4)也可以写成如下形式:

$$y_n = y_{n-1} + K_1'u_n + K_2'u_{n-1}. \tag{5}$$

其中  $K_2' = K_2'T - K_1'^{[1]}$ .

### 2. 比例微分反馈的差分方程

比例微分反馈传递函数为

$$\frac{Y(s)}{u(s)} = 1 + K_3's. \tag{6}$$

其微分方程为

$$y(t) = u(t) + K_3' \frac{du(t)}{dt}. \tag{7}$$

令  $t = nT$ ,  $dt = T$ ,  $T$  为采样周期, 则

$$du(t) = u(nT) - u[(n-1)T].$$

由此可导出

$$y_n = u_n + K_3[u_n - u_{n-1}]. \tag{8}$$

式中  $K_3 = K_3'/T$ .

在实验中用 Z-80 单板微型机由 A/D 转换板输入给定的阶跃信号, 经 PI 运算再由 D/A 转换板输出模拟量, 其波形如图 1 所示.

图 1 零线以上部分为调节器输出达到饱和时的输出波形. 用 CTC 部件作为实时时钟, 提供中断源, 进行定时采样, 其采样周期电流环为 1ms, 速度环为 3.3ms, 四象限逻辑切换周期为 3.3ms<sup>[2]</sup>. 电流反馈及零电流信号是由交流互感器取出经整流滤波后送入 A/D 转换板; 速度反馈由测速发电机 (CF) 取出信号也送到 A/D 转换板; 速度给定直

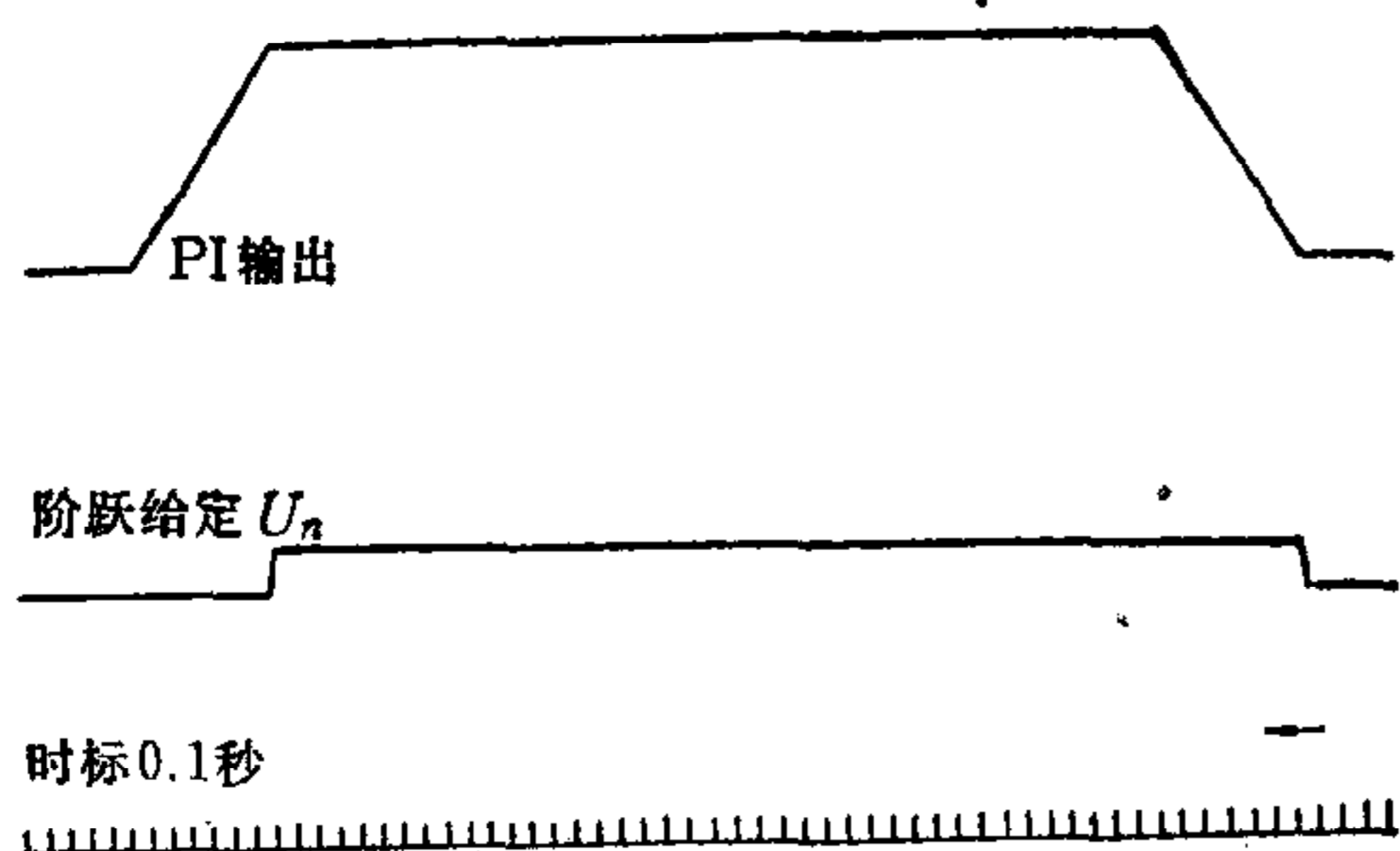


图 1 PI 调节器的输入输出波形

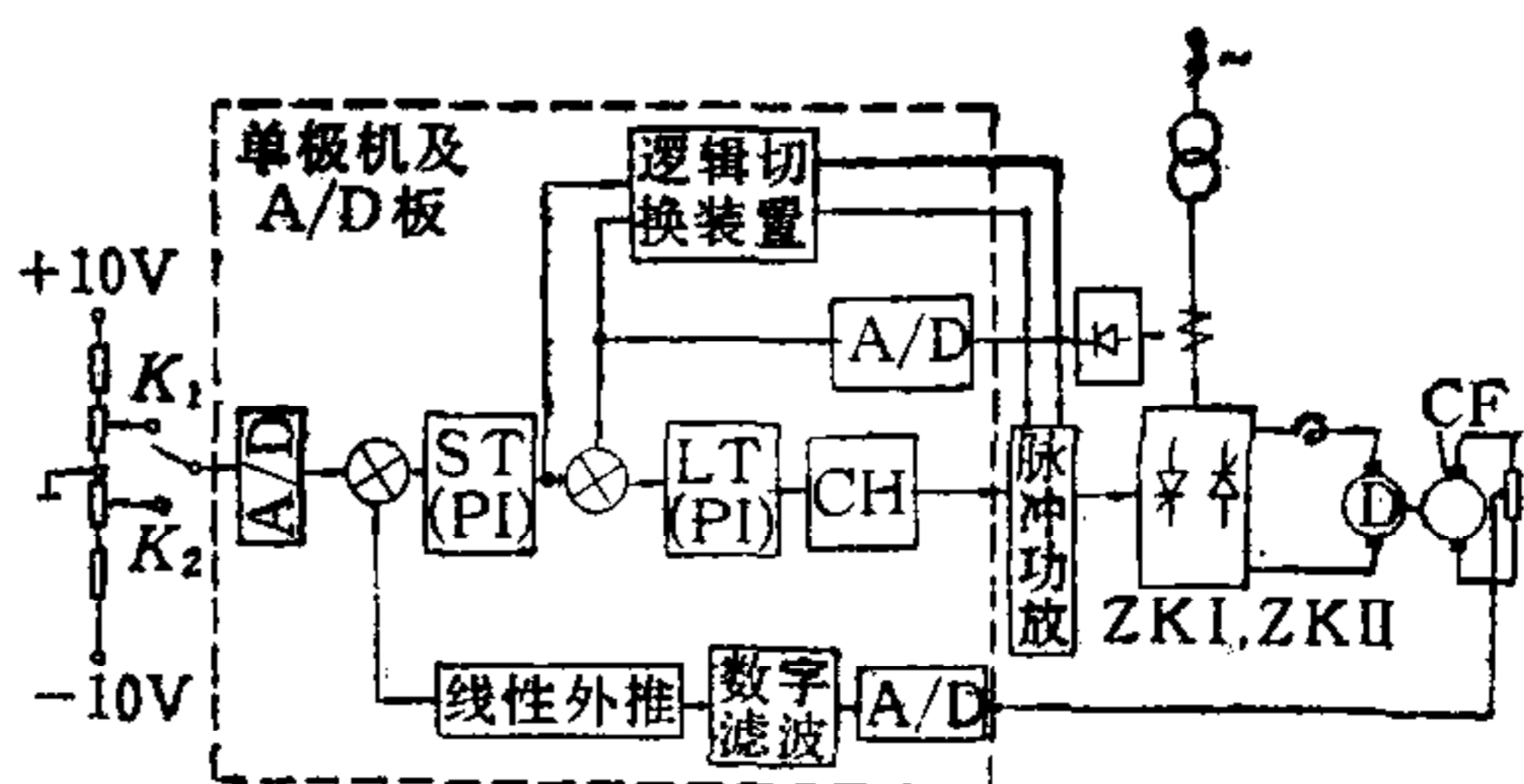


图 2 单板计算机控制直流电动机可逆调速系统框图

接送入 A/D 转换板。这些信号经 A/D 转换送入单板机进行算术运算和逻辑运算后,系统中逻辑切换装置输出信号经 PIO 口送到脉冲功率放大器,以控制电动机的正反转。数字触发器 (CH) 通过 PIO 口输出触发脉冲,经功率放大后直接控制可控硅的导通和截止。

速度反馈部分未加滤波网络,采用了数字滤波,以达到抗快随机起伏和慢随机起伏的目的<sup>[3]</sup>。同时,因为速度调节器部分采样周期较长,而速度变化又较慢,所以在反馈回路中增加了线性外推器(外推一步)。

可控硅供电接成三相桥式反并联形式。图 2 为 DDC 调速系统的框图。

## 二、实验结果和各种波形分析

由于采用了数字触发器,因此在从低压到高压调整过程中,整流输出电压的波形始终保持整齐的整流输出波形。图 3 为整流装置输出的整流波形。



图 3 整流装置输出整流波形

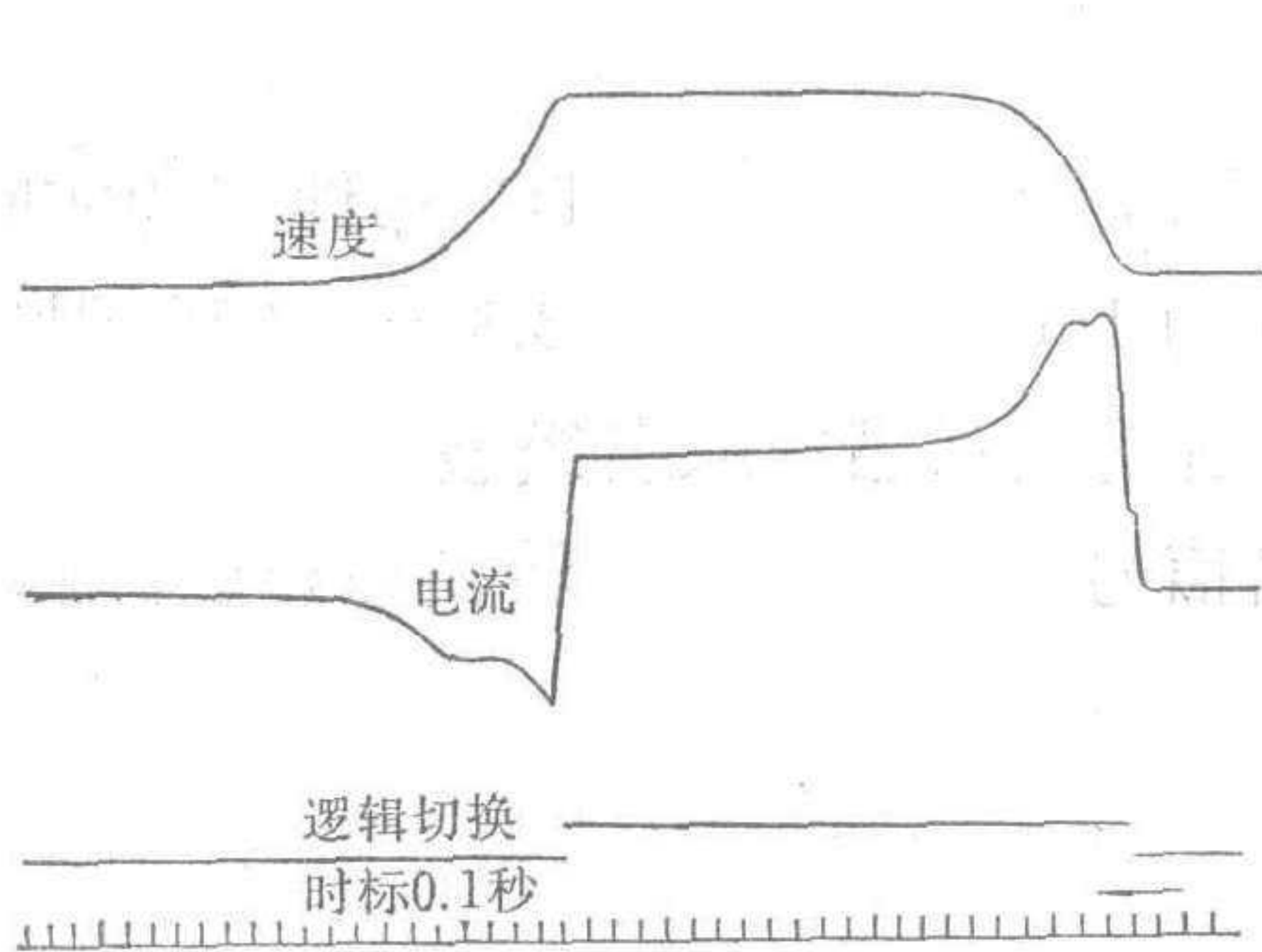


图 4 电动机可逆切换过程的速度和电流波形

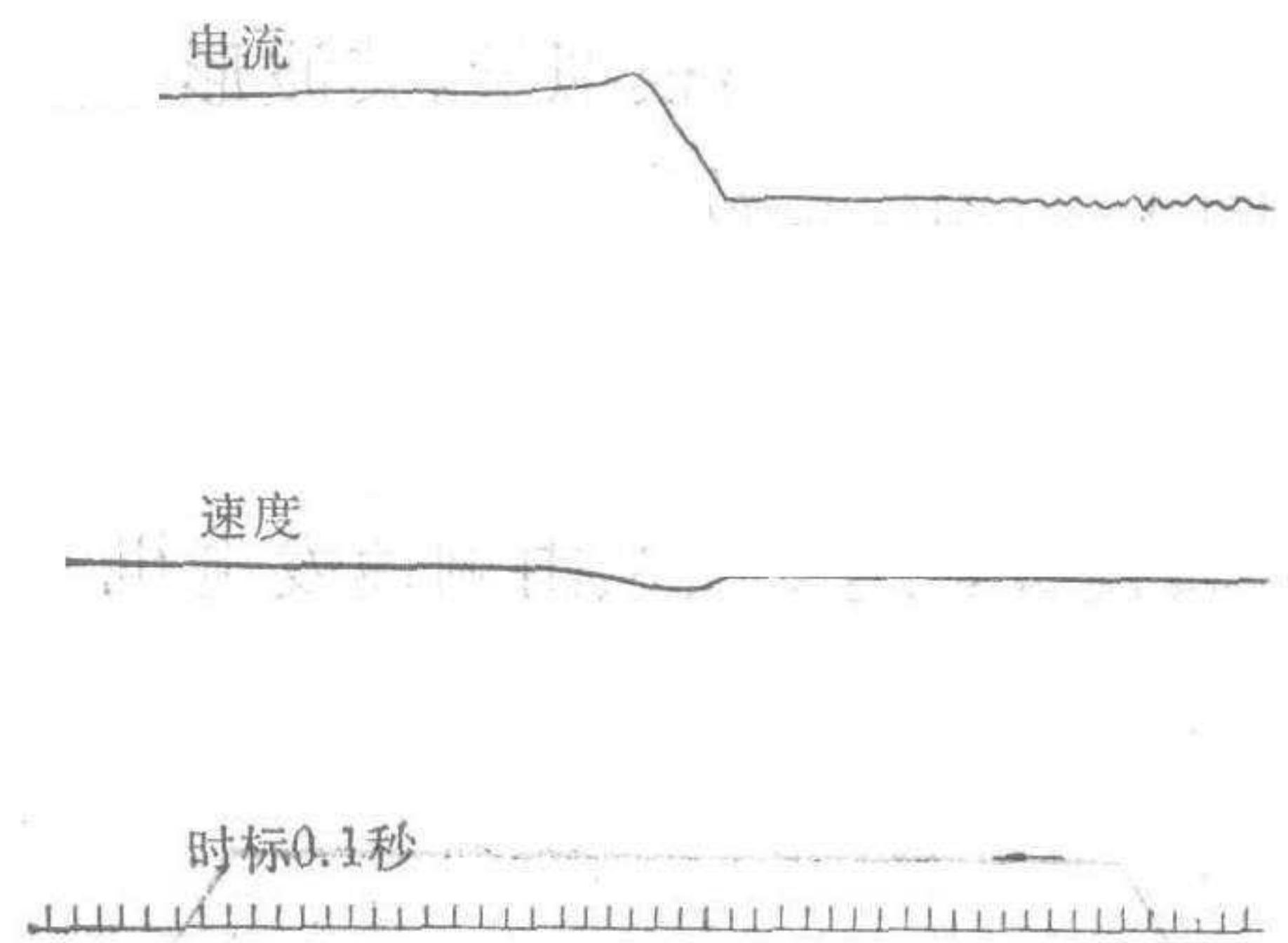


图 5 突加负载时,电动机转速波形图

电动机可逆切换时的速度和电流波形如图 4 所示。

当电动机突加负载时,电动机转速波形如图 5 所示。

通过本系统的全面实验,证明用单板计算机的软件代替大量模拟硬件,这种 DDC 控制方案是完全可行的,且系统简单可靠,通用性强。系统的控制性能是令人满意的。尤其在系统调整时,参数整定十分方便。数字触发器在本系统中的应用,使整个装置大大简

化,六相触发脉冲准确可靠,可有效地保护可控硅。由此可见 DDC 直流可逆调速系统不仅静态品质指标比模拟系统有所改善,而且随着单板机价格的降低,设备投资将会不断下降,将逐步在传动领域中推广和应用。

### 参 考 文 献

- [1] 赵殿甲、王顺晃等,用微型计算机控制直流电动机可逆调速系统,北京钢铁学院学报, 2(1982年), 76—82.
- [2] 陆政道等,自动控制原理及设计,上海科学技术出版社, 1978年, 304—313.
- [3] IEEE—IAS 13th Annu. Meet, Toronto 1978 Conf. Rec, New York, 1978, 669—675.

## APPLICATION OF A SINGLE BOARD COMPUTER TO THE SPEED CONTROL SYSTEM OF A DC MOTOR

ZHAO DIANJIA WANG SHUNHUANG

*(Beijing University of Iron and Steel)*

XI AIMING

*(Xian Institute of Build and Metallurgy)*

### ABSTRACT

In this article, the basic research concerning the speed control system of a DC motor by a single board computer is dealt with. In this system analogue hardware such as PI regulators, logic circuits etc. in a double-closed circuits SCR-D system are fully substituted by the computer software. The triggers of the thyristors are also digitized by the computer software. Thus a fully digitized control system with the advantages of less hardware components, easy to adjust and higher reliability is obtained.