

# 直流调速系统不用测速机 实现速度反馈探索

TP273

①  
53-56

薛大金

(重庆建筑大学机电工程学院 400045)

**摘要** 分析了实现速度反馈的几种途径,提出了一种不用测速机实现速度反馈的新思想,通过对一实验装置的研究证实了这一思想的可行性。

**关键词** 直流调速, 测速机, 速度反馈

中图法分类号 TP273

用测速机来实现速度反馈,不仅增加了设备的成本,还增加了安装、维护上的困难。对于小功率调速系统,安装测速机引起的成本增加几乎不能接受。安装不良(不同心、大齿隙、打滑等)往往带来不可克服的干扰、非线性和纯滞后。在恶劣条件下工作的测速机,还可能由于电刷的污染而造成故障。为此,人们曾企图采用电压反馈代替速度反馈,却又因特性较差未能得到推广。又有人<sup>[1]</sup>在直流调速中设计过一种方案,以便从电动机本身获取速度反馈信号,也未能普及。对直流调速,能否得到更好的方案?本文针对这一问题,提出了一种新的思想,通过对一个实验装置的研究,初步证实了这一思想。

## 1 取消测速机的途径

### 1.1 靠线路切换取得速度信号

取消测速机的思想首先是针对直流调速提出的, Syosset. N. J. 在 1979 年研究过这一问题<sup>[1]</sup>。其基本思想是电动机在大部分时间里(90%)与功率放大器相连,而在小部分时间里(10%)将它们断开,电动机靠惯性旋转,相当于一个直流测速机,这时,对电动机输出电压“采样保持”,就获得了速度反馈信号。图 1 给出了测速机系统(a)和新的采样系统(b)方框图的对比。

图中:  $U^*$ ——速度给定电压。  $U$ ——速度反馈电压

分析图 1(b), 这里要人为地断开功率回路并非易事, 特别是如果要求系统有较大的频带宽度, 则采样频率也将取得较高, 更增加了切换的困难。这是上述方案未能得到推广的主要原因。

收稿日期: 1998-05-06

薛大金, 女, 1959年生, 讲师

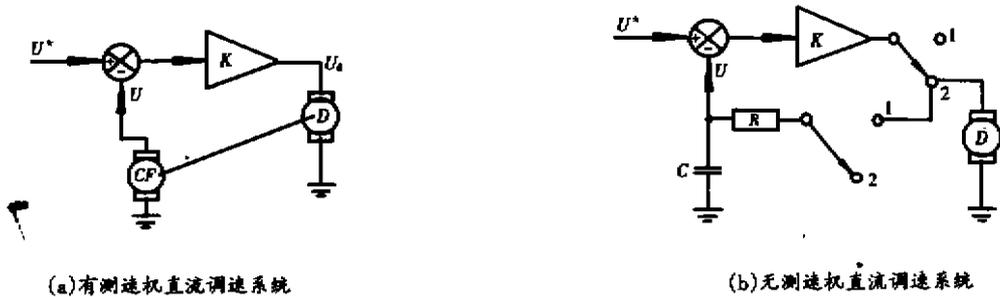


图 1 直流调速系统方框图

### 1.2 对电压反馈的重新认识

对电压反馈系统,有重新认识的必要。在现有文献<sup>[2]</sup>的讨论中,认为是电压平均值  $U_d$  在反馈中起作用,从而得出了“电压反馈系统只是一个自动调压系统”的结论。认为它只能减小由整流装置内阻引起的速降,而对电枢电阻引起的速降则无能为力。这个在一定条件下是正确的,但若系统设计在电流断续状态下工作,则从电动机两端获得的电压信号中,本身就包含有电势信号,它反映了速度信号。图 2 是单相桥式全控整流电压波形,如果系统中的反馈滤波不存在,反馈信号将如  $U_d$ ,可控硅导通前的反馈将一直是电势信号  $E$  (它反映速度)。在可控硅导通后,整流装置失去控制。再设速度调节器为比例调节器,因而在其余时间里,不等于电势  $E$  的反馈不起作用。这样,完全可以认为这种“电压反馈”等效于速度反馈。就是存在反馈滤波与调节器的积分作用,但滤波时间常数与积分时间常数不大时,仍可以认为它们等效,如图 2 曲线  $U_{d1}$  所示。只有当滤波时间常数较大时,“电压反馈”才明显地偏离速度反馈,如曲线  $U_{d2}$ 。图中:  $U_a$ ——电枢电压,  $E$ ——电势信号。

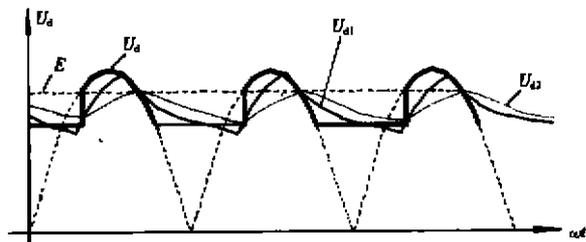


图 2 单相全控桥式整流反电势负载电压波形

## 2 不用测速机实现速度反馈的系统实验

### 2.1 工作原理

由以上分析可知,对于无差系统,调节器存在积分作用,且滤波时间常数较大,此时,“电压反馈”已明显地偏离速度反馈。要实现不用测速机实现速度反馈,其关键是如何从电压反馈信号中提取出电势信号  $E$ 。为达此目的,可按图 3 的采样保持方案实现速度反馈。

图中:  $U^*$ ——速度给定电压;  $U_a$ ——电枢电压;  
 $U_k$ ——单相桥式整流电压;  $U_b$ ——比较电压;  
 $U_c$ ——LF398 逻辑控制信号;  $U_d$ ——经隔离后的电枢电压;  
 $U$ ——LF398 输出电压,即速度反馈电压。

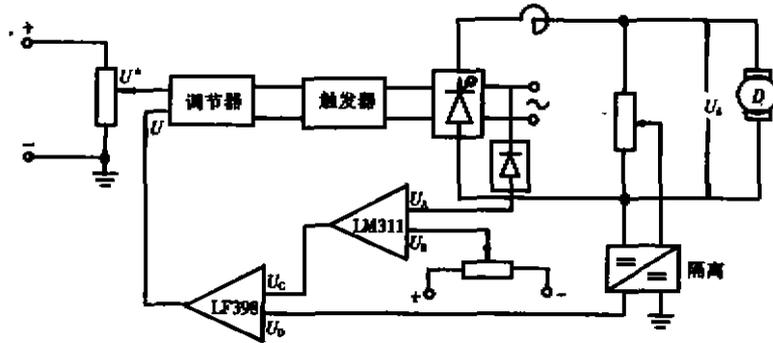


图 3 新方案实现速度反馈的直流调速系统

这里, LF-398 是采用 BI-FET 工艺制成的单片采样保持器, 它具有很高的 DC 精度, 高速采样和低下降率等特点; 其内部的采样开关受逻辑输入控制。当逻辑输入按一定周期变化, 在能够反映电势信号  $E$  的时间间隔内对电动机进行采样与保持, 作为速度反馈号。

LF-398 的逻辑输入受 LM311 控制; LM311 是一电压比较器, 通过改变比较电压的大小, 来调节采样开关的通断时间, 图 3 中各点相关波形如图 4。

由图 4 知, 只要适当选择比较电压的大小, 使之在  $U_a > U_a$  时接通采样开关, 对“电势信号”进行采样; 在  $U_a < U_a$  时断开采样开关, 通过保持器对采集到的电势信号进行保持, 从而实现不用测速机实现速度反馈。

需要指出的是, 这里得到的反电势信号, 不是连续变化的模拟信号, 而是具有小台阶的阶梯波信号。

对单相整流电路, 采样周期为 10 ms, 对三相整流电路为 3.3 ms。一般, 当采样频率为系统频带宽度的 10 倍时, 系统可认为是连续系统, 因此, 从保证系统的稳定性和动态性能这个角度看, 上述方案对一般调速系统都是适用的。

## 2.2 实验结果

该系统实验是在 KZD-1 型装置上进行的, 实验电动机的主要参数是:

$$P_{\text{nom}} = 1.5 \text{ kW}, \quad U_{\text{nom}} = 220 \text{ V}, \quad I_{\text{nom}} = 10.5 \text{ A}, \quad n_{\text{nom}} = 1500 \text{ r/min}.$$

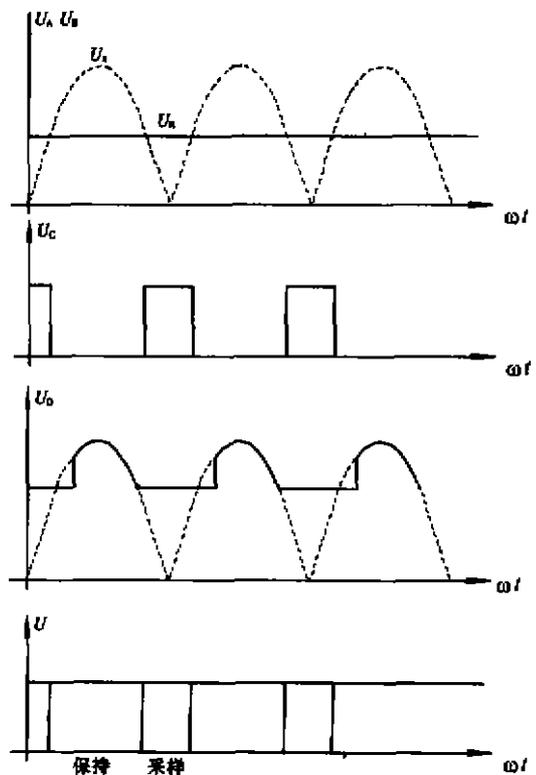


图 4 采样保持方案原理图中各点电压波形图

在不同速度给定下,测得系统稳态运行时的实际转速,见表 1。

表 1 实际转速检测值

$n(r/min)$	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
$U(V)$	1.02	2.02	3.0	3.98	4.98	6.02	6.96	7.99	8.99	9.98

表中,实际转速  $n$  由 KZD-1 型装置中所配测速机测得;速度反馈电压  $U$  即系统采样保持器 LF398 输出电压。

由表 1 可见该系统具有较好的测速精度。

### 3 结束语

通过理论分析与实验研究说明,对一般直流调速系统,可以在电动机电流断续期间采用电动机反电势作速度信号,从而代替测速机,实现速度反馈,使系统性能得到提高;为了使这种系统更加完善,不仅要解决电势信号的采样保持问题,还要解决非线性补偿,甚至电流自适应控制问题。

### 参 考 文 献

- 1 SYOSSET N J. Regulating Saw Speed Without a Tachometer. IEEE - T - AC. V01. 24. 1979
- 2 陈伯时. 自动控制系统. 北京:机械工业出版社,1982

## Speed Feedback Without Tachometer Generators In DC Speed-governing Systems

*Xue Dajin*

(Faculty of Mechanical and Electrical Engineering, Chongqing Jianzhu University, 400045)

**Abstract** In this paper, some methods for realizing speed feedback are analyzed. A new idea to realize speed feedback without tachometer generators is proposed and its feasibility is verified by studying an experimental provision.

**Key Words** DC speed-governing systems, tachometer generators, speed feedback

(编辑:刘家凯)