

# 汽车驾驶模拟器车速里程表和发动机 转速表模拟系统的研究

张玉玺,熊坚,陈蜀乔

(昆明理工大学 交通工程学院,云南昆明 650224)

**摘要:**介绍了汽车驾驶模拟器中车速里程表和发动机转速表模拟系统的建立过程及方法.在这个系统中,首先利用D/A转换板卡,采用Visual C++6.0编程技术将动力学模型中的发动机转速和车速两个数字量进行D/A转换和处理成电压量.然后分别将车速的电压量通过变频器来控制电机的转速,通过电机来驱动车速表;将发动机转速的电压量转换成脉冲来驱动发动机转速表,以此来建立汽车驾驶模拟器车速里程表和发动机转速表模拟系统.

**关键词:**驾驶模拟器;发动机转速;车速;计算机模拟

**中图分类号:**U471 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-855X(2005)04-0092-04

## Simulation for Vehicle and Engine Speed Watches of Driving Simulator

ZHANG Yu-xi, XIONG Jian, CHEN Shu-qiao

(Faculty of Transportation Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650224, China)

**Abstract:** The process and approaches in establishing a simulation system for vehicle speed watch and engine speed watch of driving simulator are introduced in this paper. In this system, the speed data of engine and vehicle derived from the vehicle model is converted into analog data (voltage data) through D/A convert board and Visual C++6.0 programming. It simulates the speed of soft axle through the transducer electromotor and the pulse ignition system of engine through V/F electro circuit, which control the speed watch of vehicle and engine respectively. Thus, the simulation for vehicle and engine speed watches of driving simulator is established.

**Key words:** driving simulator; engine speed; vehicle speed; computer simulation

## 0 引言

驾驶模拟器是用于汽车产品开发、“人—车—环境”交通特性研究或驾驶培训的一种重要工具.近年来研究开发驾驶模拟器已经成为国际上的一个重要的发展方向<sup>[1]</sup>.昆明理工大学道路交通模拟实验室已经建立了面向交通的固定式高级驾驶模拟器.本模拟器采用的是真实的夏利轿车的驾驶舱,但是该驾驶舱里的车速表和发动机转速表还没有利用起来.原先是将发动机转速和车速通过编程显示在屏幕上,这样就不能够真实的反映驾驶员的操作行为,所以有必要将动力学模型计算来的发动机转速和车速真实的反映到驾驶舱的仪表板上,以减小驾驶员的操作行为的失真程度.本文主要介绍了车速里程表和发动机转速表模拟系统的建立过程及方法.

## 1 车速里程表和发动机转速表模拟系统的构成<sup>[1]</sup>

本实验室的车速里程表和发动机转速表模拟系统主要由夏利轿车WJB-186型组合仪表、PCI-7483多功能数据采集卡、电压/频率转换电路以及变频器和250W的三相异步电动机等构成,如图1所示.该系统首先利用PCI-7483多功能数据采集卡,采用Visual C++6.0编程技术实现对动力模型中的发动机转速

收稿日期:2004-11-02.

第一作者简介:张玉玺(1979~),男,在读硕士研究生.主要研究方向:载运工具运用工程. E-mail: yuxi9806@163.com

和车速这两个数字参量的D/A转换和处理.然后将由车速转换来的直流电压通过变频器来控制三相异步电动机,其中电动机的转速与控制电压成正比.然后用电动机通过软轴来驱动车速里程表.另外将由发动机转速转换来的电压通过电压/频率转换电路转换成合适的脉冲量,以此来驱动发动机转速表.

### 1.1 车速里程表模拟系统

本模拟器的车速里程表是机械式结构.车速表测量的汽车行驶速度,实际上是通过测量驱动轮的转速,也就是通过测量软轴的转速换算出相应的车速<sup>[2]</sup>.因此本模拟系统采用电机来模拟软轴的转动.由于软轴

的旋转速率与车速的变化成正比,所以电动机的转速也应该与车速的变化成正比.异步电动机的调速方式有多种,其中变频调速是通过变频器来改变定子供电频率从而改变同步转速来实现电动机的调速.异步电动机采用变频调速具有较高的效率和功率因数,调速范围宽,采用微计算机控制变频调速系统具有很高的精度,电机的转速与控制电压成正比<sup>[3]</sup>.由于本模拟系统用电机来带动软轴转动,要求电机能够真实的反映软轴的转速即车速的变化,所本模拟系统采用电动机的变频调速来控制里程表软轴的转速.

### 1.2 发动机转速表模拟系统

转速表是用来测量发动机转速的.发动机的输出功率、输出扭矩、燃油消耗与发动机的转速有密切的关系,知道转速就能确定任何一档的最佳性能范围,能保证汽车处于最佳经济状态和行驶状态.

转速表的输入脉冲信号取自点火系统的断电器触点.发动机正常工作时,断电器触点不断的关闭形成脉冲信号,其开闭的频率与发动机的转速成正比.测量机构的指示值与转速表的输入脉冲信号的频率成正比,即与发动机的转速成正比<sup>[2]</sup>.所以在该模拟系统中采用一个电压/频率转换电路将由发动机转速转换来的电压转换为合适的脉冲来模拟发动机点火系统产生的脉冲,通过脉冲来控制发动机的转速表.

本模拟系统的电路采用的是由084集成运算放大器构成的电压/频率转换电路(如图2所示)<sup>[4]</sup>.该电路的主要功能是将0~10V的直流电压线性的连续的转换为0~250Hz的脉冲.该电路的电源是15V的交流电源,通过稳压电路中的芯片7812和7912将两个15V的交流电源转换成±12V的直流电源.然后经

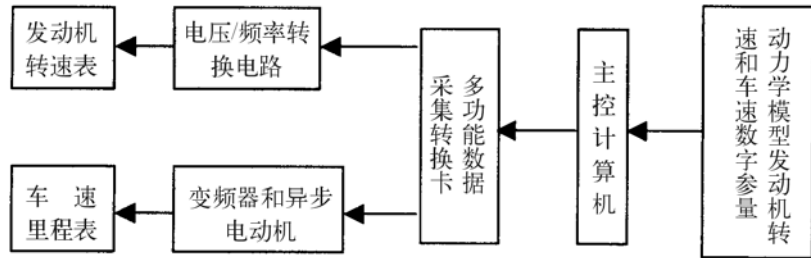


图1 车速表和发动机转速表模拟系统的构成

Fig.1 Constitution of the engine speed watch and vehicle speed watch simulator system

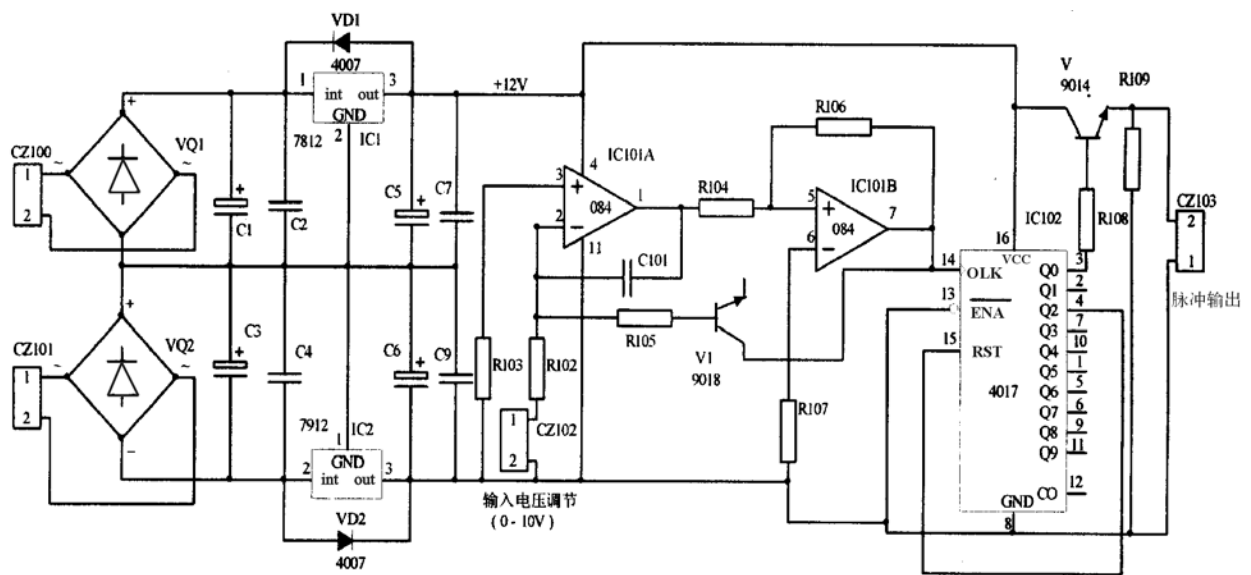


图2 电压/频率转换电路

Fig.2 The electrocircuit of convert Voltage to pulse

过084积分后产生锯齿波,锯齿波经过比较器产生脉冲波形.最后经过4017芯片将脉冲分频成占空比为50%、最高频率为250 Hz的脉冲.

## 2 发动机转速表和车速里程表模拟系统的软件实现

### 2.1 开发环境及编程语言的选择

随着计算机硬件的飞速发展,Windows操作系统平台成为主流操作系统.美国微软公司推出的 Visual C++ 软件开发工具,在软件设计时,充分利用了类、封装、继承、多态等面向对象的编程技术,使程序便于维护、扩充和升级,可以大大提高软件开发的效率,缩短开发周期.因此这里以 Windows 操作系统为开发平台,采用美国微软公司推出的 Visual C++ 为软件开发工具,进行软件系统的设计.

### 2.2 数据转换的软件实现

运用 Visual C++ 面向对象的方法对数据采集转换类、标定变换进行软件实现,这样程序便于维护,同时也提高编程效率.该系统的软件结构(如图3所示)由数据采集转换类、标定变换类、公共数据管理(Doc)类等构成.每个类都实现一定的功能.

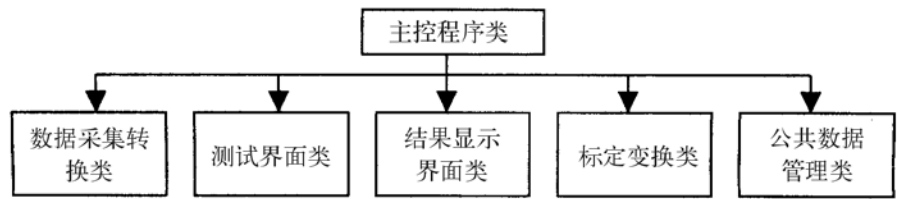


图3 数据转换软件结构  
Fig.3 Constitution of data convert software

数据采集转换类完成的功能有:数据采集的初始化、数字量的 D/A 转换输出. D/A 转换采用软件触发方式,由 Windows 系统提供的多媒体定时器来定时的触发 D/A 转换的启动.转换结果通过查询的方式来完成.因此,所设计的数据采集类的成员函数有:打开 D/A 卡;初始化通道;进行 D/A 转换;关闭 D/A 卡等.

在数据采集转换系统中,每个对象的参数都有着不同的数值和量纲,每个参数首先要经过标定后才能再通过 D/A 转换器转换 0 ~ 10 V 的电压信号.标定变换有各种不同的类型,它取决于对象参数类型以及该参数转换出的电压控制仪表的规律,应根据实际情况选择适当的标度变换方法.

在车速里程表模拟系统中,由于控制电压与电机的转速成正比,控制电压即与车速表的指示值成正比,所以采用如下的参数标定变换.

$$A_x = N_x \cdot \lambda + \Delta A$$

其中: $A_x$ —标定后的数字量; $N_x$ —动力学模型中的车速值; $\lambda$ —灵敏系数; $\Delta A$ —信号数据线的电压降.其中  $N_x$  取值范围:0 ~ 180 km/h.

对于发动机转速表,虽然动力学模型中的发动机转速与由 D/A 转换产生的电压转换出的脉冲的频率成正比,但是发动机转速表的指示值与脉冲的频率之间不成正比.由于发动机转速表的指示机构的精度要求不是很高,所以可以采用分段线性拟合的方法进行标定.每一段的标定变换公式相同,只是具体参数的数值不同而已.公式如下:

$$A_x = (A_{max} - A_{min}) \frac{N_x - N_{min}}{N_{max} - N_{min}} + A_{min} + \Delta A$$

其中: $A_x$ —标定后的数字量; $A_{max}$ —标定后的每一段数字量的最大值; $A_{min}$ —标定后的每一段数字量的最小值; $N_x$ —动力学模型中的发动机转速值; $N_{max}$ —动力学模型中每一段的发动机转速最大值; $N_{min}$ —动力学模型中每一段的发动机转速最小值; $\Delta A$ —信号数据线的电压降.

## 3 数据采集转换的实时性实现

数据采集转换的实现一般是通过软件或硬件的定时中断来控制的,因此实时数据采集转换的首要的基本要求是定时准确,即数据转换间隔具有较好的一致性.

本系统数据采集转换的间隔是由多媒体定时器进行精确定时的.多媒体定时器的最小定时精度通常

都可以达到1 ms, 足够满足本系统实时数据采集转换的定时精度, 非常适用于做数据采集任务的同步时钟. 在该系统中, 首先应用多媒体定时器的 timeSetEvent 函数设定事件的触发方式, 然后再通过 PostMessage() 等 Windows 函数实现与应用程序的消息交换来确定数据采集转换的定时精度<sup>[5]</sup>.

#### 4 实验仿真结果比较

将车速里程表和发动机转速表的模拟系统放到昆明理工大学的道路交通驾驶模拟器上进行实验, 分别将实验结果与理论值进行比较, 其结果如表1和表2所示. 该模拟系统对于输入的阶跃信号的响应时间为1.5 s, 已经满足了实际的要求.

由表1和表2我们可以看出, 虽然车速与控制电压理论上成线性比例关系, 但是它们还存在着 km/h 的误差; 由于发动机转速表的指示值与脉冲的频率之间为非线性比例的关系, 并且只采用了简单的分段线性拟合的方法, 所以误差比较大, 100r/min 的误差. 为了减小上述的误差, 对于车速里程表, 应该尽量使电机的转轴、连轴器以及软轴保持同心, 而且还要尽量的减小软轴的摩擦阻力; 对于发动机转速表, 在转速表的指示值与脉冲的频率之间进行拟合时分成  $n$  段, 根据精度要求来确定  $n$  值.

表1 车速表实验结果

Tab.1 The test data of the speed watch system

动力学模型中 车速(理论值) /km·h <sup>-1</sup>	变频器的 控制电压 /V	车速里程表的 显示值 /km·h <sup>-1</sup>	误差 /km·h <sup>-1</sup>
5	0.30	5	0
10	0.47	10	0
20	0.81	19	-1
40	1.49	39	-1
60	2.17	60	0
80	2.85	80	0
100	3.53	101	1
120	4.20	121	1
140	4.88	142	2
150	5.29	151	1
160	5.56	158	-2
180	6.24	179	-1

表2 转速表实验结果

Tab.2 The test data of the engine speed watch system

动力学模型中 发动机转速 /r·min <sup>-1</sup>	V/F 电路中脉 冲的频率 /Hz	发动机转速 表显示值 /r·min <sup>-1</sup>	误差 /r·min <sup>-1</sup>
500	23.36	500	0
1 000	40.2	1 100	100
1 500	50.4	1 550	50
2 000	60.6	2 000	0
2 500	78.5	2 450	-50
3 000	96.40	2950	-50
3 500	112.3	3 600	100
4 000	128.2	4 100	100
4 500	147.85	4450	-50
5 000	167.5	5 000	0
5 500	187.05	5 650	100
6 000	206.6	6 000	0

#### 5 结束语

该模拟系统的显示机构由夏利轿车自身的仪表来实现, 真实的模拟了车速里程表和发动机转速表的工作状况, 减小了驾驶员的在模拟器上的操作行为的失真程度. 驾驶员通过对该模拟系统的仪表进行观察, 可以随时了解车辆的运行情况, 车辆所处的工作状态, 及时获得报警信息. 根据仪表提供的视觉信息, 可以即安全又经济的操纵车辆, 并可及时发现并排出故障, 以保证人、车的安全. 本模拟系统运行情况稳定, 操纵控制方便, 选择的方案比较经济, 运行精度高, 实际应用表明该系统满足驾驶模拟器的要求.

#### 参考文献:

- [1] 熊坚, 曾纪国, 丁立, 等. 面向道路汽车的汽车驾驶模拟器的研究及应用[J]. 中国公路学报, 2002, 15(2): 117~119.
- [2] 丁鸣朝. 国产轿车使用维修问答丛书: 夏利[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 1999. 5, 285~287.
- [3] 戴广平. 电动机变频器与电力拖动[M]. 北京: 中国石化出版社, 1999. 57~87.
- [4] 王远. 模拟电子技术(第二版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000. 10.
- [5] 水瑞锋. 汽车驾驶模拟器数据采集系统与车辆模型的研究及应用: [硕士学位论文][D]. 昆明: 昆明理工大学交通工程学院, 2001.