

小型多功能底盘速度测试系统的设计

吕小荣 姚长春

四川农业大学信息与工程技术学院, 雅安 625014

摘要 为实时掌握小型多功能底盘的运动速度,提高机器的作业效率和质量,设计了一套测速系统。该系统以 STC89C51 单片机和外围硬件电路构成硬件为平台,采用串口通信技术和 C 语言软件编程技术等,将测得的转速在 LED 数码管上显示出来,系统抗干扰能力强且能耗低。测试结果表明,该系统速度测量精度高,平均精度可达 98.2%,能够满足系统设计的测速要求。

关键词 多功能底盘; 测试系统; 单片机; 设计

中图分类号 S 220.2; S 223 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2014)04-0141-04

中国国土幅员辽阔,各地农田种植地况差异很大,田间不同作物种植模式即作物种植农艺要求有所不同,且同一个地区由于各种原因田间作物的种植密度也不同,因此,每块地的机器耕、收速度均不相同。为了保证机器在田间具有良好的工作效率和工作质量,需要实时掌握机器的运行速度并进行工作速度调整。

目前,小型农业机械的运行速度大都为操作者凭借经验控制,而要发展现代化的农业装备,可靠的性能检测技术是必不可少的^[1-5]。张成涛等^[6]利用现代检测技术对农业装备的共性参数测控系统进行了研究。翟长远等^[7]设计了单片机的施药监测系统,利用单片机对喷药的速度进行测控。

小型多功能底盘属农田小型牵引机具,为了保证底盘在田间的作业质量和工作效率,实时掌握控制其作业速度是非常重要的。笔者对小型多功能底盘设计了一套速度测试系统。该系统通过传感器实时采集驱动轮运转数据,经单片机的数据分析处理后显示机器的运行速度,以便操作者根据实际作业要求,实时监测与调整机器的运动速度,提高实际工作效率。

1 系统总体设计

设计的小型多功能底盘测速系统由系统硬件电路和系统软件组成,其速度测试的总体系统如图 1 所示。

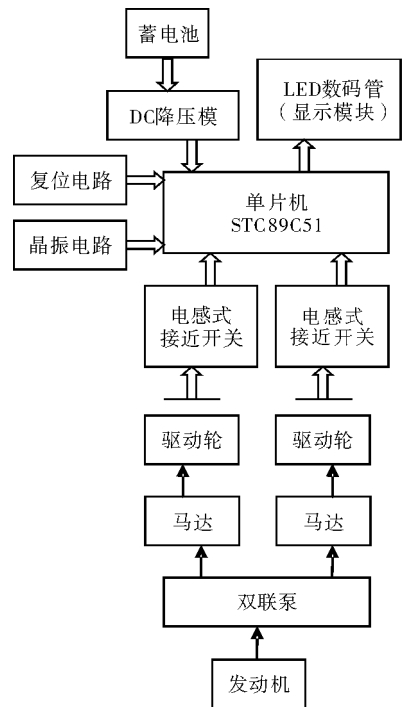


图 1 测速系统的总体框图

Fig. 1 Block diagram of speed test system

1.1 硬件电路

硬件电路是以 STC89C51 单片机为控制核心,包括电源、单片机、晶振电路、复位电路、转速测量电路、显示器等部分组成。

1) 电源。单片机工作电压为 DC 3.4~5.5 V,

多功能底盘自带蓄电池为 DC12 V, 运用降压模块进行降压稳压, 电路实测输出电压准确且稳定。

2) 单片机。单片机是本电路系统的核心, 选用 STC89C51, 最高工作时钟频率为 80 MHz, 内部有 8 位 CPU, 1 个全双功串行通信口等^[7-10]。单片机对传感器采集到的数据进行分析处理, 对模拟量进行 A/D 转换(A/D 转换通过单片机自身集成的转换模块来完成), 并将处理后的数据传输出去驱动 LED 显示器。

3) 晶振电路。单片机必须在时钟的驱动下才能进行工作。本试验在设计时采用外接晶振的方法, 以便帮助振荡器起振, 并对振荡器的频率起到微调的作用。

4) 复位电路。在系统运行的过程中, 有时系统需要进行复位。为了避免对硬件系统经常加电和断电造成的损害, 本设计中还添加了手动的复位电路^[8-10]。

5) 转速测量电路。利用 LJ24A3-10-Z/AX 电感式接近开关测量驱动轮的转动圈数。每个驱动轮具有 11 个轮齿。通过传感器得到的周期脉冲信号为正弦波, 光电耦合器将正弦波信号转变成方波信号, 单片机将信号进行分析处理, 最终通过显示电路显示出来。输出的周期脉冲信号、脉冲频率与转速之间有如下关系^[11-14]:

$$n = \frac{f}{z} \times 60 \quad (1)$$

式中 n 为驱动轮的转速, r/min; f 为脉冲频率, Hz; z 为驱动轮上的齿数。

驱动轮转速与机器运动速度之间的关系:

$$s = \frac{n \times \pi D}{1\,000} \times 60 \quad (2)$$

式中 s 为机器运动速度, km/h; n 为驱动轮的转速, r/min; D 为驱动轮直径, m。

6) 显示电路。显示电路需要将测量所得多功能底盘的运动速度显示出来, 需要 2 个 4 位共阳极数码管, 通过 LED 数码管实时显示数据。

1.2 软件设计

软件的设计任务是在整体设计和硬件设计的基础上确定程序结构, 分配 RAM 资源, 划分功能模块, 然后把主程序和各模块程序连接起来成为一个完整应用程序。

本系统软件的设计采用 C 语言进行编程, 通过 Keil 编译器编译生成二进制文件, 并通过串口将程

序固化到 STC89C51 的 EEPROM 中。该系统设计的软件主要由主程序、初始化程序、中断程序、转速计算程序和显示程序等组成。

1) 主程序模块化设计。主程序的组成是通过调用各子程序组成总体系统功能, 直观地看出主程序所要完成的功能。首先是初始化各模块, 然后调用机器运动计算子程序, 最后调用显示子程序显示数据并往复循环。程序流程如图 2 所示。

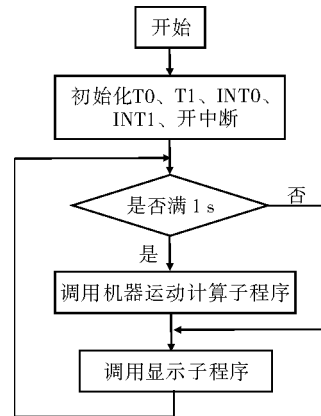


图 2 程序流程图

Fig. 2 Program flow chart

2) 初始化子程序设计。初始化程序主要是对定时器、计数器、外部中断进行初始化。首先需要确定 T0、T1 的工作方式。T0 以方式 0 作为计数器工作, T1 以方式 1 作为计时器工作, 确定工作方式后给 TMOD 赋值, 并为 T0、T1 赋初值。外部中断的初始化主要是确定其触发中断条件。最后开中断, 允许 T1、INT0、INT1 中断和全局中断。T0 作为计数器工作, 因此不用开中断。

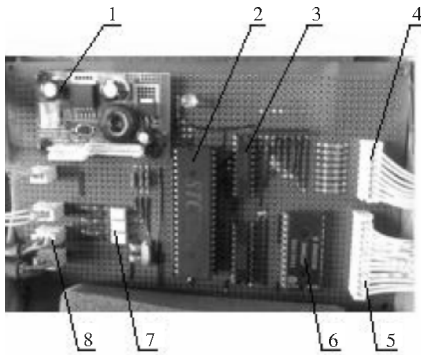
3) 中断子程序设计。INT0、INT1 的中断主要是对左、右驱动轮传感器产生脉冲信号进行计数。T1 作为计时用, 当时间满 1 s 时, 还能够读取左、右驱动轮传感器产生的脉冲数, 读取数据后对计数进行清零, 然后再次从零开始计数, 以保证下一周期数据的准确性。

4) 运动速度计算子程序设计。T1 中断中读取的数据并不能直接显示, 还需要进一步处理, 采用求余取整等方法, 计算出各个位数的数据。

5) 显示子程序设计。经大量试验表明, 左、右驱动轮转速均只需保留一位小数。由于测试中驱动轮转速没有超过 100 r/min, 所以对最高位直接设定不予显示, 省下计算和判断时间^[15]。

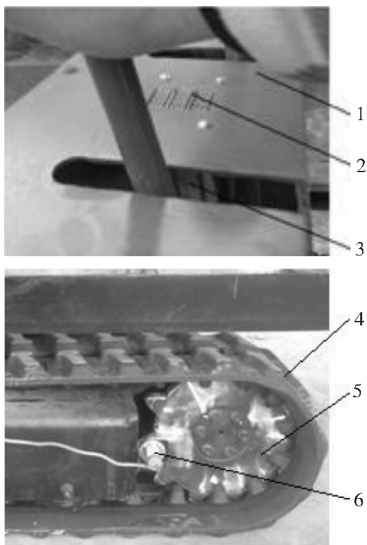
2 系统安装与调试

单片机系统经过总体设计,完成了硬件和软件设计开发。通过软件和硬件相结合系统方可运行,但编制好的程序或焊接好的线路不能按预计正常工作是常见的,经常会出现一些硬件、软件上的错误,这需要通过调试来发现错误并加以改正。本设计完成后按照硬件电路图制作了电路板,将编译好的程序下载到电路板进行软、硬件的反复调试,最终实现预期功能后,安装应用到多功能底盘上。制作的电路板如图 3 所示,系统安装如图 4 所示。



1. 降压模块 Reducing module; 2. 单片机 Single chip microcomputer; 3. 锁存器 Latch; 4. 断码接口 Fault code interface; 5. 位码接口 Code interface; 6. 译码器 Decoder; 7. 光电耦合器 Optocoupler; 8. 信号输入接口 Signal input interface.

图 3 电路板
Fig.3 Circuit board



1. 驾驶台 Bridge; 2. 显示器 Indicator; 3. 单片机 Single chip microcomputer; 4. 行走装置 Walking device; 5. 驱动轮 Driving wheel; 6. 传感器 Sensor.

图 4 测量系统实物安装

Fig.4 Real installation position measurement system

3 系统测试与分析

为了验证测速系统设计的可靠性,根据设计要求,2012 年 11 月,在四川农业大学试验试制基地进行多功能底盘速度的测试(图 5)。试验是在四川农业大学作物收获后的田间进行。



图 5 田间底盘测速试验

Fig.5 Chassis velocity experiment in the field

速度测试的目的是检测多功能底盘行走速度测量值与实际速度值的误差,其中速度测量值来源于系统储存的数据,实际速度根据秒表记录底盘行驶 100 m 的时间计算得出。试验在小型多功能底盘上进行,采用 LJ24A3-10-Z/AX 接近开关测量底盘的行走速度,根据多功能底盘实际作业速度(1~3 km/h),测量底盘运动速度在 0.4~4.0 km/h(校核前)和 0.5~5.0 km/h(校核后)的范围内。底盘以不同速度稳定通过 100 m 的距离,由于多功能底盘行走过程中存在打滑现象,系统测量值与实际值有误差,故需要对底盘车速测量值进行修正,即根据校核前的误差,采用测量结果乘以修正系数进行校核,并将计算出的修正系数输入程序中(表 1)。

由表 1 可知,系统校核前对速度测量的平均相对误差为 2.96%,其中相对误差绝对值最大为 3.36%,最小为 2.76%;经过一次校核后,平均相对误差为 1.82%,相对误差绝对值最大为 2.13%,最小为 1.02%。由此可见,经校核后系统对速度的测量误差明显减小。

4 讨论

为提高机器的作业效率和质量,实时准确掌握小型多功能底盘的运动速度,本试验设计了一种以 STC89C51 单片机为核心的农业小型机械行走测速系统。该系统具有抗干扰能力强、测量精度高、能耗低等优点。多功能底盘行走速度的测速试验表明,

表 1 测速试验结果

Table 1 Results of speed experiment

校核后 After checking			校核前 Before checking		
实际速度/(km/h) Actual speed	测量速度/(km/h) Measurement speed	相对误差/% Relative error	实际速度/(km/h) Actual speed	测量速度/(km/h) Measurement speed	相对误差/% Relative error
0.423	0.435	2.84	0.566	0.576	1.77
0.862	0.887	2.90	0.998	1.017	1.90
1.633	1.678	2.76	1.876	1.916	2.13
2.346	2.414	2.90	2.789	2.845	2.01
3.125	3.219	3.01	3.384	3.454	2.07
3.899	4.030	3.36	4.989	5.040	1.02

校核后的测量速度平均精度达 98.2%，最大相对误差为 2.13%，最小为 1.02%，达到了测速的要求。该系统的成功研制，可将现代检测手段与农业装备有效结合起来，具有较高的实用性。但本试验设计的测速系统的底盘还需要大量的田间生产试验来检测测速系统的可靠准确性。另外，怎样继续优化扩大测速系统功用，并通过该系统及时掌握发动机液压系统的功率，使机器达到最佳的工作状态等，都还有待进一步研究与探讨。

参 考 文 献

- [1] 祝青园,王书茂,康峰,等. 虚拟仪器技术在农业装备测控中的应用[J]. 仪器仪表学报, 2008, 29(6): 1333-1337.
- [2] 王转卫,贺克勇,李群卓. 农业装备的现状与发展趋势[J]. 农机化研究, 2006(8): 8-10.
- [3] 方宪法,陈志,苏文凤,等. 中国农业装备产业发展战略研究[J]. 农业工程学报, 2007, 23(2): 267-272.
- [4] 吴海华,方宪法,王德成. 我国农业装备技术发展趋势及路径选择[J]. 农机化研究, 2011(12): 232-235.
- [5] 吕小荣,丁为民,吕小莲. 丘陵山区小型多功能底盘液压系统的设计[J]. 华中农业大学学报, 2014, 33(2): 128-132.
- [6] 张成涛,谭彧,吴刚,等. 基于 ARM 的农业装备共性参数测控系统[J]. 农业工程学报, 2012, 28(2): 177-183.
- [7] 翟长远,朱瑞祥,黄胜,等. 基于单片机的施药监测系统设计与试验[J]. 农业机械学报, 2011, 42(8): 70-74, 84.
- [8] 谢维成. 单片机原理与应用及 C51 程序设计[M]. 北京:清华大学出版社, 2006.
- [9] 丁向荣. STC 系列增强型 8051 单片机原理与应用[M]. 北京:电子工业出版社, 2011.
- [10] 罗厚军,魏敏敏. 经典集成电路应用手册[M]. 福州:福建科学技术出版社, 2006.
- [11] 赵燕. 传感器原理与应用[M]. 北京:北京大学出版社, 2010.
- [12] 江征风. 测试技术基础[M]. 2 版. 北京:北京大学出版社, 2010.
- [13] 顾春阳,任玲,王广林. 基于单片机的水箱温度自动测控系统设计[J]. 计算机工程, 2009, 35(3): 248-250, 254.
- [14] 周平. 基于单片机的速度传感器的设计[J]. 工业控制计算机, 2011, 24(3): 93-95.
- [15] 张江印. 51 系列单片机软件延时计算方法[J]. 电脑编程技巧与维护, 2011(8): 82-84.

Design of small multifunctional chassis speed test system

LYU Xiao-rong YAO Chang-chun

College of Information and Engineering, Sichuan Agricultural University, Ya'an 625014, China

Abstract In order to find out the real velocity of the small multifunctional chassis so as to improve the work efficiency and quality, a set of measurement system was designed. The system uses STC89C51 microcontroller and peripheral hardware circuit as hardware platform and employs the serial communication technology and C language software programming techniques. The velocity measured was displayed on the LED digital tube. The system has strong anti-interference capacity and ultra low power consumption. The experimental results show that this system is precise in speed measuring, and the average accuracy is 98.2%, which can meet the requirements on the design speed of the system.

Key words multifunctional chassis; testing system; microcontroller; design