

联合收割机喂入量信号采集电路的设计与研究

杨一平, 胡德民 (许昌职业技术学院, 河南许昌 461000)

摘要 介绍了联合收割机喂入量传感器的国内外应用和研究现状, 针对传统机械式传感器难以满足实时测量的问题, 通过对喂入量传感器、A/D 模数转换器的选择, 以及 ADC0809 与单片机 AT89C51 的接口电路的设计, 实现了收割机行走速度的有效控制。

关键词 联合收割机; 喂入量传感器; 模数转换器; 单片机

中图分类号 S226 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2008)35-15746-03

Design and Study on the Feed Quantity Acquisition Circuit of Combine Harvester

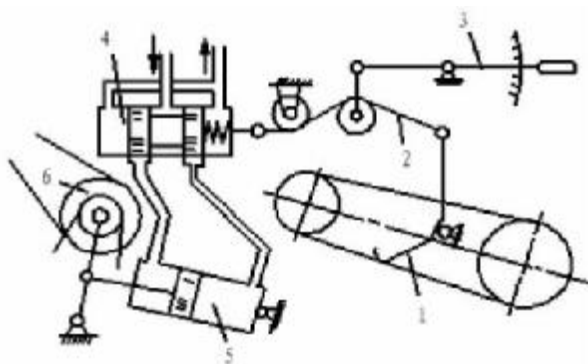
YANG Yi-ping et al (Xuchang Vocational Technical College, Xuchang, Henan 461000)

Abstract Application and research status of feed quantity sensor of combine harvester at home and abroad were introduced. According to the problem that traditional mechanical sensor could not meet the need of real time measurement effectively, the effective control of traveling speed of harvester was achieved, based on the selection of feed quantity sensor and A/D converter, and the design of the interface circuit of ADC0809 and single chip AT89C51.

Key words Combine harvester; Feed quantity sensor; A/D converter; Single chip

1 喂入量传感器的选择

1.1 喂入量传感器的应用现状 喂入量是谷物收获机械的重要设计参数和性能参数。在收割机速度自动控制系统中, 传统的喂入量传感器通常是机械式的, 只能反映喂入量的大小变化, 不能定量的测出喂入量。图 1 所示的控制系统中应用的即为机械式喂入量传感器^[1]。



注: 1 为传感器滑板; 2 为拉丝; 3 为调节手杆; 4 为分配阀; 5 为油缸; 6 为无级变速器圆盘。

Note: 1. Sensor slide; 2. Wire drawing; 3. Lever regulation; 4. Distributing valve; 5. Oil cylinder; 6. Continuously variable transmission disk.

图 1 机械式行走速度控制原理

Fig. 1 Control theory of the mechanical walking velocity

对于谷物收获机械喂入量的定量测试, 通常采用人工或辅助装置接样, 用样品总质量除以接样时间得到谷物收获机械在一段时间内的平均喂入量。但该方法无法对联合收割机的随机喂入量进行实时定量测试, 在生产过程中很难得到应用。

近年来, 国内外在联合收割机随机喂入量的定量测试方面做了很多研究工作。如美国一些农机专家为了研究联合收割机喂入量测试仪, 曾对输送扭矩传感器、发动机转速传感器、割台搅拢扭矩传感器、谷粒螺旋推运器扭矩传感器、空气压力传感器和谷物流量计 6 种喂入量测试传感器进行了

田间试验, 但均因测试方法不妥, 对喂入量的测试未能进入实用阶段^[2-4]。

由于联合收割机是一个非线性时变且有大延时的系统, 传统的测量方法不能实时地测量出喂入量的大小。目前, 国内正在研究的一种新的喂入量测量方法能较好的解决这个问题。它采用新颖的挤压力测量理论和方法, 在喂入量测量装置的研制和随机喂入量台架测量方面, 取得了突破性进展和阶段性成果。该方法的原理是: 当联合收割机切割后的谷物通过倾斜输送机时, 喂入量的大小发生变化, 其对底板的压力相应发生变化, 喂入量大时, 压力大; 反之, 压力就小。若在倾斜输送器的入口或出口处安装“力-电传感器”, 可将谷物对底板(或链耙被动辊)挤压力的大小转变为电信号的强弱, 经过数据处理转换后送入单片机即可作为收割机速度控制系统的输入量。同时, 该电信号经过测试装置二次仪表的分析和处理, 可把联合收割机的瞬时喂入量实时定量地显示出来^[5-7]。

1.2 喂入量测试方法的选择 对比分析目前的喂入量传感器的优缺点, 应选用挤压力测量方法, 即通过力-电传感器测量谷物通过倾斜输送机时对底板的压力变化, 从而测量喂入量的大小变化。这种测量方法信号延迟时间短, 能满足实时控制的需要。但这种传感器目前正处于研究试验阶段, 尚未应用于生产。针对这种情况, 同时受时间、试验条件等限制, 该研究不选用具体的喂入量传感器, 在控制系统设计时, 以大小连续变化电压模拟喂入量传感器的输出信号。在程序调试时, 通过改变模拟电压的大小, 以代表喂入量的大小变化。

2 喂入量信号的采集电路设计

2.1 模数转换器的选择 A/D 转换器是数据采集系统的核心电路, 可将采样获得的连续电压转换成数字量。A/D 转换器的性能指标主要包括分辨率和转换时间, 分辨率是指输出的数字量最低位变化 1 时所对应的输入模拟电压的变化值, 转换时间是指完成一次完整的 A/D 转换所占用的时间。

A/D 转换器芯片种类按变换原理主要分为逐次逼近式、双积分式、量化反馈式和并行式和并-串式等。其中逐次逼近式 A/D 转换器性能价格比最优, 应用最广泛。通过分析

作者简介 杨一平(1965-), 男, 河南禹州人, 工程师, 从事机电一体化教学和研究工作。

收稿日期 2008-09-18

比较,选择常用的中速、价廉的逐次逼近型 A/D 转换器 ADC0809 芯片^[8-10]。

2.2 ADC0809 引脚 ADC0809 是一种逐次逼近式 8 路模拟输入,8 位数字量输出的 A/D 转换器。为了实现 8 路模拟信号的分时采集,片内设置了 8 路模拟选通开关以及相应的通道地址锁存及译码电路,转换后的数据送入三态输出数据锁存器,其转换时间约为 100 μs 。分辨率 8 位,转换 8 位。

A/D 转换过程主要包括采样、量化及编码,采样是使模拟信号在时间上离散化,量化及编码是把采样后的值按比例变换成相应的二进制数码。如 8 位 A/D 转换器采集到 0V 电压则变成 00H 数字信号,采集到 5V 电压则变换成 FFH 数字信号,其他在 0~5 V 之间的模拟量都可转换成 00H~FFH 之间的数字量。ADC0809 采用 28 脚双列直插式封装,引脚

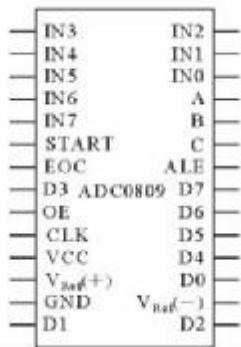


图 2 ADC0809 引脚

Fig.2 ADC0809 pin

见图 2。其中,IN0~IN7 为 8 路模拟信号输入端;D0~D7 为 8 位数字量输出端,三态输出锁存,可与 CPU 数据总线直接相连;A、B、C 为三位地址线,地址译码 000 选通 IN0,相应地址译码 111 选通 IN7;ALE 为允许地址锁存信号;START、CLK 为控制信号端,START 是启动信号输入端,CLK 是时钟信号输入端; $V_{\text{Ref}}(+)$ 和 $V_{\text{Ref}}(-)$ 为参考电压输入端,由外部参考电压源提供(典型值为 5 V);OC、OE、EOC 为 A/D 转换结束的标志信号,可作为微机处理机中断或查询信号,EOC 端出现高电平时表示 A/D 转换结束,OE 是数据输出允许控制端,当给 OE 端输入高电平时,控制三态数据输出锁存器向外部输出转换结果数据。

2.3 单片机的选择 目前世界上有很多单片机生产商,如美国的 INTEL、ATMEL、MOTOROLA 和 ZILOG 公司;德国的 SIEMENS 公司;荷兰的 PHILIP 公司等。他们相继推出了各种类型的单片机,其中 Intel 公司推出的一种高性能 8 位单片机与 MCS-51 系列单片机,以其优越的性能,成熟的技术和高性价比迅速占领了工业测控和自动化工程领域的主要市场,成为单片机领域中的主流产品。

除了 INTEL 公司外,PHILIP、ATMEL、ADM、SIEMENS 等公司也纷纷推出了与 MCS-51 系列兼容的单片机。ATMEL 公司的 89 系列单片机片内有 4KB Flash 程序存储器,这种工艺的存储器,用户可以进行电擦除或改写,因此它对开发设备的要求较低,开发时间也大大缩短。其中,AT89C51 单片机目前售价比 8031 还低,市场供应也较充足。AT89C51 单片机是以 8031 为内核构成的,与 8051 系列单片机是兼容系列。它不仅继承了 MCS-51 原有的功能,而且又做了进一步

的扩展。在实际电路中 AT89C51 单片机可与 8051/8751 单片机直接互换。对于 8031 只有第 31 脚不同,由于 8031 内部没有 ROM,31 脚需要接地。笔者经过比较分析,选用 ATMEL 公司生产的 AT89C51 单片机^[8,11-12]。

2.4 AT89C51 单片机的性能与引脚 AT89C51 是一种低功耗、高性能的 8 位单片机,片内带有一个 4K 字节的 Flash 可编程、可擦除只读存储器(EPROM),它采用了 CMOS 工艺和 ATMEL 公司的高密度非易失性存储器(NURAM)技术,而且其输出引脚和指令系统都与 MCS-51 兼容。片内的 Flash 存储器允许在系统内改编程序或用常规的非易失性存储器编程器来编程。因此,AT89C51 是一种功能强、灵活性高且价格合理的单片机,可方便应用在各种控制领域。AT89C51 的主要性能有:与 MCS-51 系列微控制器产品兼容;4KB 可改编程序 Flash 存储器;128×8 位内部 RAM。

由图 3 可知 AT89C51 的引脚结构,采用 40 线双列直插封装(DIP)方式。



图 3 AT89C51 引脚

Fig.3 AT89C51 pin

(1) 主电源引脚。VCC、GND。VCC 为电源端,接 +5V 直流电源,GND 为接地端。

(2) 时钟电路引脚。XTAL1 和 XTAL2。

XTAL1 为连接外部晶体的一个引脚,在单片机内部,它是构成片内振荡器的反相放大器的输入。当用外部振荡器时,该引脚接收振荡器的信号,并将其直接接到内部时钟发生器的输入端;XTAL2 为接外部晶体的另一个引脚。在单片机内部它是振荡器的反相放大器的输出。采用外部振荡器时,引脚悬空不接。

(3) 控制信号引脚。RST、 $\overline{\text{ALE}}/\overline{\text{PROG}}$ 、 $\overline{\text{PSEN}}$ 和 $\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$ 。

RST 为复位信号输入端,振荡器运行时,在该引脚上出现两个机器周期的高电平可以使单片机复位; $\overline{\text{ALE}}/\overline{\text{PROG}}$ 为地址锁存信号引脚,访问外部存储器时,P0 口输出的低 8 位地址由 ALE 输出的控制信号锁存到片外地址锁存器,P0 口输出地址低 8 位后,又能与片外锁存器传送信息。不访问片外存储器时,ALE 以振荡器 1/6 的固定频率输出正脉冲,可为其他芯片提供时序和时钟信号。在对 Flash 存储器编程期间,该引脚用于输入编程脉冲 $\overline{\text{PROG}}$; $\overline{\text{PSEN}}$ 为程序存贮允许引脚,其输出的是外部程序存储器的读选通信号,当 AT89C51 由外部程序存贮器取指令时,每个机器周期 2 次 $\overline{\text{PSEN}}$ 有效(即输出 2 个脉冲),但在这期间内,每当访问外部数据存储器时,2 次 $\overline{\text{PSEN}}$ 有效信号都不输出; $\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$ 为外部

访问允许信号引脚,要使 CPU 访问外部程序存储器(地址为 0000H ~ FFFFH),则 \overline{EA} 端必须保持低电平(接 GND 端)。当 \overline{EA} 保持高电平时(接 VCC 端)时, CPU 则执行内部程序存储器中的程序,在 Flash 存储器编程期间,该引脚用于施加 12V 的编程允许电源 VPP。

(4) 输入输出引脚。P0.0 ~ P0.7、P1.0 ~ P1.7、P2.0 ~ P2.7、P3.0 ~ P3.7。

P0 端口(P0.0 ~ P0.7)是一个 8 位漏极开路型三态双向 I/O 端口,包括 1 个输出锁存器,2 个三态缓冲器,1 个输出驱动电路和 1 个输出控制端。它的位地址是 80H 至 87H。作为输出口用时,每位能以吸收电流的方式驱动 8 个 TTL 输入,对端口写“1”时,可作为高阻抗输入端用,在编程时 P0 端口接收指令字节。验证程序时则输出指令字节,这时要求外接上拉电阻;P1 端口(P1.0 ~ P1.7)是一个带有内部上拉电阻的 8 位准双向口,它的位地址是 90H 至 97H。P1 的输出缓冲器可驱动 4 个 TTL 输入,对端口写“1”时可用作输入口,这时那些被外部信号拉低的引脚会输出一个电流。在对 Flash 编程和程序验证时,P1 接收低 8 位地址信号;P2 端口(P2.0 ~ P2.7)是一个带有内部上拉电阻的 8 位准双向口。它的位地址是 A0H 至 A7H,P2 的输出缓冲器可驱动 4 个 TTL 输入,对端口写“1”时可用作输入口,这时那些被外部信号拉低的引脚会输出一个电流。在访问外部程序存储器和 16 位地址的外部数据存储器时,P2 送出高 8 位地址,在访问 8 位地址的外部数据存储器时,P2 引脚上的内容是专用寄存器(SPR)区中 P2 寄存器的内容,整个访问期间不会改变。在对 Flash 编程和程序验证期间,P2 也接收高位地址和控制信号;P3 端口(P3.0 ~ P3.7)是一个带内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 端口,也是双功能口。P3 口可以作为第一功能口即通用 I/O 端口使用,也可作为第二功能口使用^[8]。

2.5 ADC0809 与单片机 AT89C51 的接口电路设计 ADC0809 与 AT89C51 单片机接口电路图如图 4 所示。该电路连接主

数据信号由 P0 口送入单片机。地址编码端 A、B、C 直接与 AT89C51 的地址总线 P2.1、P2.2、P2.3 相接,这三位的状态决定选择的通道。8 路模拟通道共用一个 A/D 转换器,8 路模拟信号分时转换,每个瞬间只能转换 1 路,各路之间的切换由软件变换通道地址实现。由于该研究设计的只是一路信号输入,故仅需要一个通道即可,置 P2.1、P2.2、P2.3 全为“0”,选择通道 IN0 为输入端。对于后续的研究,如果增加输入量可以从其他通道输入。

AT89C51 的 \overline{WR} 、 \overline{RD} 与 P2.0 通过 2 个逻辑门控制 ADC0809 的启动、锁存和输出。当 P2.0 = 0、 \overline{WR} = 0 时,启动 ADC0809;当 P2.0 = 0、 \overline{RD} = 0 时,单片机读转换结果,这些信号状态由指令时序形成。将 ADC0809 的 ALE 信号引脚与 START 信号引脚连接在一起,使得在信号的前沿写入地址信号,紧接着在其后沿就启动转换。由于 ADC0809 没有内部时钟电路,其时钟信号 CLK 由单片机的地址锁存允许信号 ALE 提供,单片机晶振频率为 6 MHz,利用 74LS74 将其分为 500 KHz,满足 CLK 信号低于 640 KHz 的要求。

转换后得到的是数字量,这些数据只有确认转换完成后,才能进行传送。有 3 种传送方式可供选择:定时传送方式、查询方式、中断方式。这里选用定时传送方式,即对于一种 A/D 转换器来说,转换时间是已知和固定的,ADC0809 的转换时间为 128 μ s,可根据该原理设计一个延时子程序。A/D 转换启动后,调用该延时子程序,延迟时间一到,转换已经完成,就可进行数据传送。传送时首先送出口地址并以 \overline{RD} 作选通信号,当 \overline{RD} 信号有效时,OE 信号即有效,把转换数据送上数据总线,供单片机接收。

3 小结

该研究对联合收割机喂入量传感器进行了选择,初步对喂入量信号电路进行了分析与设计,以便能对收割机行走速度进行控制。但除了喂入量的大小以外,收割机的行走速度受很多因素的制约,单纯的采用喂入量参数作为收割机行走速度的调整参数,在实际生产中无法应用,需要考虑各种影响因素,对收割机综合协调控制。

参考文献

- [1] 张认成,桑正中,张际先.联合收割机自动控制研究现状与展望[J].江苏理工大学学报,1998,19(2):11-16.
- [2] 介战,朱永宁,李建朝,等.谷物联合收割机喂入量测试装置[J].农牧与食品机械,1994(6):12-14.
- [3] 孙志强,刘成良.基于 GPS 的联合收割机智能测产仪器研制[J].机电工程,2003,20(2):5-8.
- [4] 刘伟文,赵辉,邵爱霞.一种低功耗的位移传感器测量系统[J].传感器技术,2005,24(7):60-62.
- [5] 介战,苟新建,李广志,等.谷物喂入量台架当量测试与分析[J].洛阳工学院学报,1998,19(2):32-36.
- [6] 介战,周学健.喂入量传感器测试模型研究[J].农业机械学报,2001,32(5):53-55.
- [7] 介战.喂入量智能监控系统田间装机试验[J].农业系统科学与综合研究,2002,18(1):38-40.
- [8] 何立民.MCS-51 系列单片机应用系统设计系统配置与接口技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,1999.
- [9] 陈粤初.单片机应用系统设计与实践[M].北京:北京航空航天大学出版社,1991.
- [10] 靳达.单片机应用系统开发实例导航[M].北京:人民邮电出版社,2003.

(下转第 15750 页)

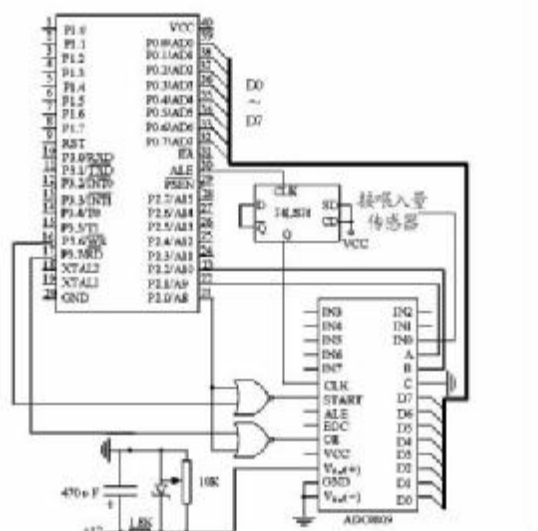


图 4 ADC0809 与 AT89C51 接口电路

Fig. 4 Interface circuit of ADC0809 and AT89C51

要涉及两个问题:一是 8 路模拟信号通道选择,二是 A/D 转换完成后转换数据的传送。图 4 中 ADC0809 的数据线 D0 ~ D7 接于 AT89C51 的数据总线 P0.0 ~ P0.7 端,A/D 转换后的

机械将收获后的农作物秸秆就地粉碎翻埋或整秆翻压还田,可一次性完成多道工序,具有快速、便捷、低成本的优势。实施秸秆粉碎还田技术,每公顷可增产粮食 600~750 kg,增加收入近 900 元。一般情况下,机械化秸秆还田的作业成本仅为人工还田的 1/4,而工效比人工还田高 40~120 倍,还可增产增收。因此,机械化秸秆还田是实现大面积以地养地、建立高产稳产农田的有效途径。

3 机械化秸秆还田技术推广产生的问题

尽管秸秆还田具有较好的经济效益、社会效益及广阔的推广应用前景,在我国的还田使用中,但仍存在一些不容忽视的问题^[5]。

3.1 农民对于秸秆还田的优势认识不足 多数农民对建设循环经济、绿色农业的认识不到位和由于化学肥料、燃煤燃气等物资供应充足、使用便捷,使不少农民对化肥、燃气的依赖程度越来越大,秸秆作为生活燃料的角色已基本淡出,农民对秸秆还田的重要性和焚烧秸秆的危害性认识不足,往往采取一烧了之的处理办法。

3.2 效益增加近期不显著 机械化秸秆还田的效益显现期较长,其增产增收的效果一般要 2~3 年才能逐步显现,在分解初期,可能会发生微生物与作物争氮,甚至出现黄苗、死苗、减产等现象。因此在秸秆直接还田时,一般还应适当增施一些氮肥,缺磷的补施磷肥,但这样又会增加秸秆还田的成本,有时农民也不乐意。

3.3 在某些方面成本增加 秸秆翻压还田后,使土壤变得过松,导致跑风,土壤与种子不能紧密接触,影响种子发芽生长。应该加大粉碎细度,但这样就会增加能耗,加大成本。不少农民不愿承担这种费用,这也增加了农民接受的难度;目前我国农村的耕作制度,不适合大面积的机械作业,农民都是一户一家,土地面积小,大面积的农业机械作业还推广不开,小面积的秸秆机械还田成本高,农民不易接受。

4 机械化秸秆还田技术及解决对策

为保证秸秆还田技术可持续发展,应采取两个措施。一是纠正农民认知,使农民切实知道秸秆还田的好处,尝到秸秆还田的甜头;二是争取政府在政策和资金上的支持,加快机具的更新,使秸秆还田的成本降下来。

4.1 加大宣传力度,提高农民认识 通过对比试验,用科学的数据,如土壤有机质含量、作物产量、经济效益对比核算,让农民看到秸秆还田的好处;通过现场演示、技术培训、科技下乡等多种形式,加大新型机具宣传推介力度,引导广大群众购买新机具、更新老设备;转变农民思想观念,纠正长期单

纯依赖化肥的思想,帮助他们树立环保意识,改变落后习惯,逐步建立用地养地相结合的良性循环机制。让农民真正认识到机械化秸秆还田带来的好处,使秸秆还田成为广大农民自发行为。同时采用强有力的行政和法律措施,对焚烧秸秆现象进行严肃处理。

4.2 加强先进机具的推广、更新力度 积极争取政府大力支持,加大行政推动力度,疏堵结合,以堵促疏。建立以国家投资为导向,集体投资为补充,农民投资为主体的多层次、多形式、多元化的投资新机制。鼓励个人投资购机,协调有机户为无机户服务,开展跨区作业,这样既节省了大量资金,又大大提高了机械的利用率,充分调动广大购机户的积极性。要切实加强新型机具和设备的引进,按照符合国家产业政策和环境保护的要求,重点引进技术含量高、适用性强的机具和设备,加快适销对路秸秆还田机具的推广应用。

5 前景分析与展望

机械化秸秆还田技术已经被农业部作为一项成熟的农机化技术成果大力推广,近几年取得了较快的发展。实施秸秆还田技术不仅可增加粮食产量 6%~15%,而且由于逐步增加了土壤肥力,实现大面积以地养地,促进粮食产量的持续增加。实施秸秆还田技术,无论从宏观上还是从微观上看,都具有较好的经济效益。秸秆机械化还田技术培肥了地力,减少化肥施用量,避免过量施用化肥造成的农业环境和生态环境的污染,形成良性的生态循环,促进农业可持续发展。机械化秸秆还田使秸秆中的有机质得到充分的利用,避免了长期以来农民大量焚烧秸秆而造成的环境污染,有利于生态农业和环保农业的发展。因此,农作物秸秆还田技术作为增肥改土工程和环保农业的重要技术,是目前国家重点推广实施的农业新技术之一。

秸秆还田具有独特的技术优势和良好的社会效益和生态效益,是提高土壤有机质含量,推进农业可持续发展的一项重要措施,对于发展生态农业、环保农业都具有重要的意义,是一项需要长期应用的技术,具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1] 郝辉林. 玉米秸秆机械粉碎还田前景分析[J]. 中国农机化, 2002(2): 30-31.
- [2] 杜桂娟, 侯志研. 浅谈玉米秸秆还田的方法及作用[J]. 农业经济, 2002(3): 42.
- [3] 舒小琴. 浅谈秸秆还田与土壤改良的关系[J]. 安徽科技, 2000(1): 42.
- [4] 尚梅, 任晓东, 刘德璋, 等. 农作物秸秆还田技术应用及推广前景[J]. 农机化研究, 2000(2): 93-95.
- [5] 严新民. 秸秆还田应用与思考[J]. 农机科技推广, 2005(11): 28.

(上接第 15748 页)

[11] 任治斌, 张富春, 杨延宁. MCS-51 单片机在电子皮带秤自动化中的应用[J]. 现代电子技术, 2005(14): 73-74.

[12] WANG R D, ZHAO B. Study about the soft cut-in device applying Atmel89C51 MCU on the fixed pitch wind turbine generator[J]. Acta Energetica Solaris Sinica, 2004, 25(3): 359-363.