

陶瓷学院科技艺术学院

本科生毕业设计(论文)

中文题目: 汽车动态称重系统

英文题目: SYSTEM DESIGN OF DYNAMIC WEIGHIN

院 系: 景德镇陶瓷学院科技艺术学院

专 业: 自动化

姓 名: 陈 玮

学 号: 201030455136

指导教师: 肖 绚

完成时间: 2014 年 5 月 22 日

摘 要

系统主要由动态轴重秤台、红外车辆分离器、轮胎识别检测器、车尾地感线圈、室外信号控制柜及相关通讯软件等组成。动态称重系统作为计重收费的车重称量设备通常安装在高速公路及等级公路的收费站，工作环境恶劣，车流量大，因此对其称量精度、稳定性、质量可靠性、长寿命、故障自诊断能力、可维护性等都有很高的要求。系统能够检测车辆速度、车型、加速度、车流量、轴重、轴距、轮距、总重等参数。有效、合理地治理运输车辆的超载超限，维护国家财产和人民生命的安全。

关键词：汽车 动态称重 称重传感器 称量精度

ABSTRACT

The system mainly by the dynamic axis heavy weighing platform, the infrared vehicles separator, the tire distinguishes the detector. Conclusion feeling coil, outdoor signal control cubicle and compositions and so on correlation communication software. The dynamic name heavy systematic achievement counts the heavy charge the vehicle heavy weighing equipment usually to install in the highway and the rank road toll station, The work link is bad, the traffic flow magnitude is big, therefore to its weighing precision, stability, quality reliability, long life, breakdown from the diagnosis ability, maintainable and so on all has the very high request. The system can examine the vehicles speed. The vehicle type, the acceleration, the traffic flow magnitude, the axis are heavy. Spread of axes, gauge. Parameters and so on gross weight. Effective, governs the carrier vehicle the overload ultra to limit reasonably, maintains the state property and the people's life security.

Key words: The automobile; the dynamic name is heavy; calls the heavy sensor; the weighing precision.

目 录

1	引言.....	5
1.1	1.1 现状及其发展动态	5
1.1.1	1.1.1 国内外称重系统发展状况.....	5
1.1.2	1.1.2 国内外称重技术发展趋势.....	6
2	2 系统方案的设计.....	9
2.1	2.1 硬件方案论证.....	9
2.1.1	2.1.1 微处理器的选择.....	9
2.1.2	2.1.2 称重传感器的选择.....	9
2.1.3	2.1.3 显示器的选择.....	9
2.1.4	2.1.4 数据采集电路的选择.....	10
2.1.5	2.1.5 数据接口的选择.....	10
2.2.1	2.2.1 系统的工作流程.....	10
2.2.2	2.2.2 系统的设计方案方框图.....	11
2.3	2.3 系统控制算法的设计.....	11
3	3 系统单元电路的设计.....	14
3.1	3.1 检测电路设计.....	14
3.1.1	3.1.1 传感器电路设计.....	14
3.1.2	3.1.2 放大电路设计.....	14
3.2	3.2 A/D 转换电路设计.....	16
3.3	3.3 微控制器的工作电路设计.....	17
3.4	3.4 显示电路的设计.....	18
3.5	3.5 通信模块设计.....	18
3.6	3.6 系统抗干扰设计.....	19
4	4 系统的软件设计.....	20
4.1	4.1 系统主程序流程图.....	20
4.2	4.2 A/D 转换子程序.....	23
4.3	4.3 数据采集子程序.....	24
4.4	4.4 通信模块子程序.....	26
4.5	4.5 显示子程序.....	27
4.6	4.6 控制子程序.....	27
5	5 总结	29
	结束语	30
	致谢	31
	参 考 文 献.....	32
	附录一	33
	附录二	38

1 引言

随着交通检查、超限治理和计重收费工作的不断深入，车辆称重系统得到了越来越广泛的应用。车辆称重系统实际上就是一个信号转换和显示的系统。当车辆行驶到称重平台上时，传感器把感受到的压力转换并输出电压模拟信号，经模/数转换（A/D变换）后就得到数字量的信号。但是，数字量的信号并不是重物的实际重量值，它需要由数字量在单片机内部经过一系列的数据处理才能得到。不仅如此，称重显示器的整个工作过程也都是在单片机的控制下有条不紊地进行。近年来，随着大规模集成电路的飞速发展，单片机更加广泛的应用在各种智能化表中。多年来，公路车辆在运输货物时，普遍存在着超限超载现象。据调查，德国超限超载车辆达50%、美国40%的大型载货汽车超限超载。近年来，我国道路运输车辆超限超载现象也极为普遍，在严重地区，几乎所有的货运车辆都存在不同程度的超限超载行为。货运部门通过改装车身、后桥和轮胎来大幅度提高货车的装载能力，使运输效率和经济效益得到很大的提高，但是超限超载却带来了一系列的重大危害。要有效治理超限超载，就必须有对车辆是否超限超载进行判断，也就是说必须进行超限超载测量。如何实现准确科学地衡量车辆的重量是治理超限超载运输和计重收费中的关键问题。目前对车辆的超限超载监测有静态和动态两种方法：动态称重系统虽能实现超载治理和不停车计重收费系统的完美结合，但是由于影响动态称重精度的因素较多，例如，汽车的振动、路面的不平度、汽车的速度等等。这些因素势必会使测量精度降低，使测量结果不准确、不具说服力，在车辆称重系统中使用单片机可使系统的性能提高、成本降低，具有明显的优越性。

1.1 现状及其发展动态

1.1.1 国内外称重系统发展状况

动态称重技术的发展可分为以下四个阶段：

（1）动态称重技术起源

世界上最早的动态称重装置出现在19世纪末期的西方国家，用于与输送机对散装固体物料动态自动称重。1880年第一台动态称重装置获得计量许可。1908

年第一个动态称重专利在英国公布。自此，形成了较完整的动态称重技术定义和动态称重装置，拉开了动态称重技术发展的序幕。

（2）纯机械式动态称重装置

第一代成熟的动态称重装置以纯机械式皮带秤为主导，只有带配中午的秤架结构和增量式码盘结构的编码装置，实现了简单的速度和重量数据的采集，但由于受到机械装置制造水平的限制，精度很差，而且计量过程复杂繁琐。1970年英国制定了第一个系统的动态称重检验模式，标志着动态称重行业走上规范化道路。

（3）传感器和仪表结合式动态称重装置

二战后，随着传感器技术和电子技术的发展，出现了传感器和电子仪表结合的第二代动态称重装置。使用光电脉冲式和磁电脉冲式传感器测量速度，电子仪表通过模拟积分放大电路和数字积分放大电路实现配重平衡，激动识别和流量累加功能。第二代动态称重装置在计量精度和计量过程简化上都有了很大程度的提高，但是仍然存在计量精度较低和缺乏误差纠正等缺陷。

（4）传感器和微机结合式动态称重装置

随着近十年来传感器制造工艺和危机职能技术的崛起，为动态称重装置的性能大幅度提升创造了有力条件。第四代动态称重装置不但在计量精度上有了长足进步，而且在机构继承化和功能完善化反面取得了进步，可以根据企业现场环境的需求研制不同类型的传感器危机智能化动态称重系统。

1.1.2 国内外称重技术发展趋势

随着传感器制作工艺和微机技术的不断发展，加之引入模糊控制理论、神经网络、建立数学模型、人工智能、阻尼振动理论等技术，称重计量系统向着功能自适应、智能化信息处理方向发展。国际上已经取得了动态称重技术的突破，称重技术已经跨入了高科技领域。

目前，称重技术的主要发展趋势为以下几个方面：

（1）小型化、体积小、装量轻、便于安装调试。近几年称重装置的研究特点上，充分体现了秤架结构向小、轻、薄方向发展。为了适应低容量的计量场合，可将传感器制成薄或超薄型称重传感器直接嵌入秤架受力的铝板或钢板底

上与传感器外径一致的盲孔内，从而组成低外形的秤架结构，通过秤架的力学要求和额定载荷可以计算出称重传感器的安装位置和使用数量。秤架的铝板或钢板就是称重平台，称重传感器既作为计量装置，又作为秤架支点存在，这种设计极大地精简了装置结构，减少了机械连接环节，不但缩减了制作成本，而且提高了装置的可靠性和稳定性。对于较大容量的平台称重装置和电子地上称重装置，采用长方形或正方形闭合截面的薄壁钢排列成一个竹排式秤体结构，在最外边两根薄壁钢两端的切口内分别安装 4 个称重传感器，称重传感器的固定支撑结构就是秤架的受力支点，这种设计既能简化称体结构，又能缩减称体高度，是一种很有发展前景的设计方式。

(2) 集成化 对于一些特定结构的称重装置，如专用称重装置、小型电子秤、静态电子轨道秤以及便携式静动态轮轴秤等产品，可以实现称重传感器与钢轨，称重传感器与秤架，称重传感器与轨道秤台的集成化。例如称重传感器与秤架集成化的静动态便携式电子轮轴秤，其集成化结构由厚质硬铝合金板制成，主要原理是通过固溶热处理来强化硬铝合金板，在合金板 4 个角通过铣槽或钻孔的方式安装 4 个悬梁式称重传感器，或者在合金板的地面通过铣槽或钻孔的方式安装多个剪切梁式称重传感器。从而使秤架与称重传感器高度集成化。

(3) 智能化 称重装置的计量显示与控制部分与微型计算机相连，通过微型计算机的智能化处理增加称重装置的显示和控制功能。使得称重装置在保留原有功能基础上增加了自适应、自诊断、自组织、推理和判断等智能功能。这方面提高就是智能化称重装置的显示与控制器与目前普遍使用的微机控制显示与控制器的主要区别所在。

(4) 综合化 称重技术未来的发展方向是在加强基础研究的基础上扩大应用范围，扩展应用领域，向相关行业和学科渗透，应用各个学科的技术综合化的解决计量称重、信息处理、自动控制等问题。对于某些应用场合，只具备计量、显示、量化等功能的称重装置远远不能满足用户需求。随着生产自动化和管理一体化的进程的不断推进，称重装置应具备：称重、计价、提供各项相关信息、出入库管理、网络服务等各项功能。需要电子称重设备与计算机和互联网相连，共同组成一个综合化生产控制系统。

(5) 组合理化 在某些重量计量场合或过程中，为满足实际需求，还需要电子

称重装置具备一定的组合能力。如机械部分根据实际场合的调整，与外围设备的组合，系统硬件与外围设备的连接，调节计量范围和精度，通过软件设置调整输入输出方式、通信方式等功能。

2 系统方案的设计

系统主要由动态轴重秤台，红外车辆分离器，轮胎识别检测器，收尾地感线圈，室外信号控制柜及相关通信软件等组成。动态称重系统主要安装在高速公路及等级公路的收费站，工作环境恶劣，车流量大，因此对其称量精度，稳定性质量可靠性，长寿命，故障自诊断能力，可维护性等要求较高。

2.1 硬件方案论证

硬件系统是它的最基本的框架，是系统的所有功能的基础。本系统硬件方案论证包括单片机、公路动态称重系统的传感器、数据采集电路、数据接口及显示电路的选择。

2.1.1 微处理器的选择

由于所需程序空间比较大，要求微处理器包含比较大的内部程序存储器空间。PHILIPS 公司生产的 P89C58X2 单片机内部含有 32K 字节的 FLASH 程序存储器和 256 字节的 RAM，可以满足设计需要。所以我们选择 P89C58X2 作为系统微处理器。

2.1.2 称重传感器的选择

电阻应变片式传感器通常是由某些金属半导体材料制成。它具有精度高、测量范围广，使用寿命长、性能稳定可靠，结构简单、尺寸小，重量轻，频率特性好，可在高低温、高速、高压、强烈震动、强磁场、核辐射和化学反应等腐蚀的恶劣条件下工作，很适合与露天动态称重，故本设计选用电阻应变片式称重传感器。

2.1.3 显示器的选择

LED数码管显示器动态显示方式下，将所有位的段选线并联在起，由位选线控制哪位接收字段码。采用动态扫描显示，也就是在显示过中，轮流向各位送

出字形码和相应的字位选择，同一时刻只有一位显示，其他各位熄灭。利用显示器的余晖和人眼的视觉暂留现象，只要每一位显示足够短，则人看到的就是无为数码管同时显示。在动态显示方式下电路设计简单，故采用此方式。

2.1.4 数据采集电路的选择

串行通信是指一条信息的各位数据被逐位按顺序传送的通信方式。串行通信的特点是：数据位传送，按位顺序进行，最少只一需根传输线即可完成，成本低但传送速度慢。串行通信的距离可以从几米到几千米。由于串行通信方式具有使用线路少、成本低、特别是在远程传输时，避免了多条线路特性的不一致而被广泛采用，因此本设计采用串行通信。

2.1.5 数据接口的选择

在串行通信时，要求通信双方都采用一个标准接口，是不同的设备可以方便地连接起来进行通信。当前流行的接口有：RS-232-C和RS-485。

RS-485总线，通信距离为几十米到上千米时，因此长距离要求时被广泛采用。RS-485采用平衡发送和差分接收，因此具有抑制共模干扰的能力。RS-485采用半双工工作方式，任何时候只能有一点处于发送状态，因此发送电路须由使能信号加以控制。RS-485用于多点互连时非常方便，可以省掉许多信号线。应用RS-485可以联网构成分布式系统，其允许最多并联32台驱动器和32台接收器。故本系统采用RS-485接口。

2.2 系统总体设计

2.2.1 系统的工作流程

(1) 初始状态：检测区通过地感线圈检测有无车辆。

(2) 车辆驶入秤台，仪表接收到来自秤台的重量数据超过一定限定值时，系统自动进入动态称重方式。

(3) 车辆通过秤台，仪表检测车重。控制箱内的数据采集模块将称重称台传来的信号进行放大，并转换为数字信号送到计算机进行称重信号处理。

(4) 计算机收到仪表传送的信息后, 自动计算出轴超载量、总重超载量及相关内容, 并进行记录与储存。

2.1.2 系统的设计方案方框图

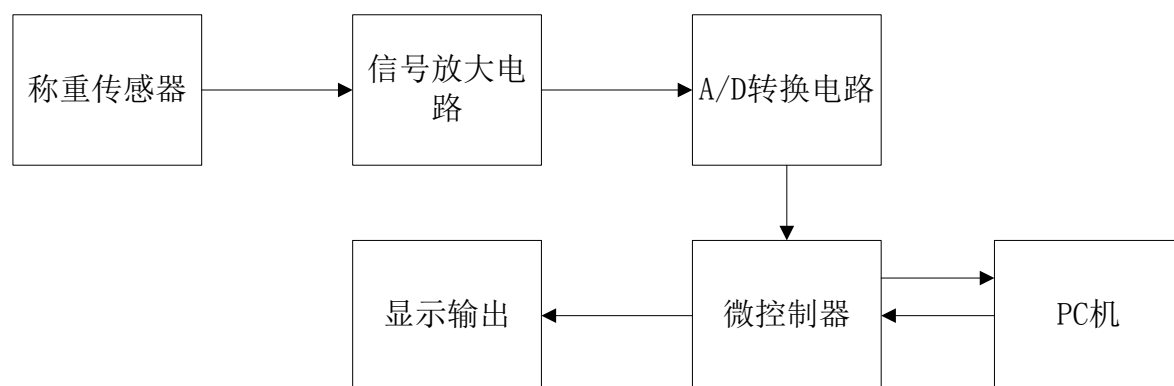


图2. 1系统总体构造图

2.3 系统控制算法的设计

车辆通过称重台时, 由于自身结构、路面平整度等因素的影响, 使称重系统受到动态干扰力。设 $d(t)$ 是反映车辆通过称重台台面过程中施加给台面的一个幅值为单位1的输入信号, $w(t)$ 为称重台面向下位移, M 为称重台面质量, m 为车辆真实载荷, k 、 c 分别为称重传感系统结构的弹性系数和阻尼次数。依照牛顿第二定律, 可以对模型建立如下力学方程:

$$M \cdot \frac{d^2 w(t)}{dt^2} + c \cdot \frac{dw(t)}{dt} + k w(t) = m g d(t),$$

再进行拉氏变换, 可以得出其传递函数为:

$$G(s) = \frac{W(s)}{D(s)} = \frac{mg}{(Ms^2 + cs + K)}.$$

其中 $D(s)$, $W(s)$ 分别为输入信号和输出信号的拉式变换。可见此称重系统为一

二阶欠阻尼系统, 系统无阻尼振荡频率(固有频率)为: $w_n = \left(\frac{K}{M}\right)^{1/2}$, 阻尼比为 $\xi = \frac{c}{2(k/M)^{1/2}}$ 。

建立这个模型后, 车辆驶入称重台相当于给此系统施加了一个信号 $mgd(t)$ 。

综合分析汽车称重系统模型和实测数据后, 可以发现车辆在称重台上所产生信

号 $d(t)$ 实为一梯形波。梯形波的两腰分别对应车辆上下称重台的过程；中间平稳阶段即为车辆轮轴完全作用在称重台上的测量过程，有效采集数据存在于此段。输入的信号 $d(t)$ 的上升和水平阶段可以两个速度信号的叠加，据拉氏变换的叠加原理可得 $D(S)=1/(\varepsilon_0 * S * S)-e^{-E_s}/(\varepsilon_0 * S * S)$ 。

再依据拉氏变换的终止定理有： $w(+\infty)=mg/k$ 。

我们采用的控制算法是参数估计法。参数估计法是一种系统辨识方法，它把动态测量作为一个参数估计和预测问题来处理，具体过程是：首先依据车辆动态称重的先验知识，推导出一个含有未知参数的模型；其次用此模型去模拟动态称重过程中的输出信号，从而获得最小平方误差意义上的参数估计。基于参数估计的系统辨识方法可由极短的轴重信号估计出模型参数和轴重值，而且具有较高的准确度，同时利用适当的辨识算法可以进一步减小速度对测量结果的影响，可以在车辆中速及高速的情况下使用此种方法。其典型应用算法是最小二乘递推算法(RLS)。该问题的典型提法是，根据随时间先后顺序所获得的测量值 Z_1 、 Z_2 、…、 Z_k ，在线且实时地估计参数 θ 的值。其中，测量值 Z_1 、 Z_2 、…、 Z_k 是向量，待估参数 θ 可以是矩阵。

最小二乘递推算法RLS的基本思想可以概括成： $\theta_k = \theta_{k-1} + 1$ 修正值；RLS算法的基本递推算式为： $\theta_k = \theta_{k-1} + K_k [Z_k - h_k * \theta_{k-1}]$ ； $K_k = P_{k-1} * H_k [h_k P_{k-1} + 1]$ ； $P_k = (1 - K_k * h_k) * P_{k-1}$ 。

根据前次观测数据得到的 P_{k-1} 及新的测量数据，可以计算出 K_k ，从而由 θ_{k-1} 递推出 θ_k ，下一次的递推计算所需的 P_k 也可根据 P_{k-1} 、 h_k 和 K_k 等计算出来。每一次递推计算过程中的信息变换。

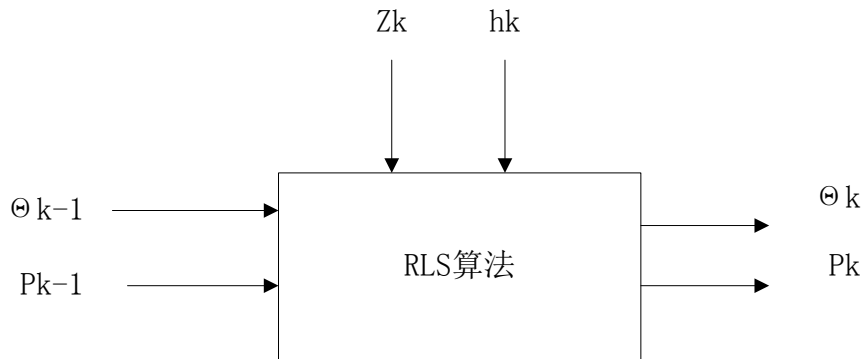


图 2.2 RLS算法示意图

系统实际的输入信号是连续的，而计算机的处理是基于离散信号的，因此依据上面的微分方程将系统的传递函数离散化，得出下式：

$$G(Z) = (b_0 + b_1 Z^{-1} + b_2 Z^{-2}) / (1 + a_1 Z^{-1} + a_2 Z^{-2}), a_1, a_2, b_0, b_1, b_2 \text{ 为 } Z \text{ 变换的相关参数。}$$

根据Z变换的中值定理， $w(+\infty) = (b_0 + b_1 + b_2) / (1 + a_1 + a_2)$ ；由此可知

$$mg/k = [(b_0 + b_1 + b_2) / (1 + a_1 + a_2)] * (k/g), \text{ 经过变换计算可以得到具有理想精度}$$

的汽车质量 $m = [(b_0 + b_1 + b_2) / (1 + a_1 + a_2)] * (k/g)$ 。在采集到系统相关输出的基础上，

依据RLS算法进行参数估计，可以快速的在线辨识出参数如，k也可以通过系统辨识标定出来。

3 系统单元电路的设计

对于本系统，硬件系统的设计可分为以下几个部分：机械部分和电器部分，我们关心的是电器部分。电气部分包括检测电路的设计及其信号调理电路的设计、信号采集电路（A/D转换电路）设计、单片机最小系统设计、显示电路设计。系统硬件的选择和设计按精确性，经济性，可靠性，线长最短原则进行。

3.1 检测电路设计

3.1.1 传感器电路设计

称重传感器位于称体之中，是整个硬件系统的起始部分，是构成系统信息输入的主要窗口，为系统提供赖以处理和决策控制所必需的原始信息。它将车重信号转换成电压信号，动态称重系统信号检测中传感器的性能，直接影响称量精度，称重原理决定了传感器的选择或设计。相当多的动态称重系统仍是采用通用的压力传感器，就通用传感器本身性能而言其动态特性完全可以满足车辆正常行驶时的信号检测。选择传感器要考虑数量，量程，准确度，使用环境及介质性能

3.1.2 放大电路设计

由于称重传感器转换后的电压信号是幅度很小的毫伏级差动信号，很难直接进行模数转换，因此需要对这一模拟电信号进行放大处理。由于传感器信号放大电路的设计对系统的精度有很重要的影响，因此尽量选用高增益、高输入电阻、低失调和高共模抑制比的仪表放大器。在传感器信号放大电路中采用放大AD602。AD602电路不复杂，同时该放大器具有很好的特性，温漂和电压失调参数很小。AD602是一种只用一个外部电阻就能设置放大倍数为1~1000的低功耗、高精度仪表放大器。其主要特性如下：

①供电电源范围：±2.3V——±18V；

- ②最大供电电流：13mA；
- ③最大输入失调电压：125uV；
- ④最大输入失调电压漂移：1uV/°C；
- ⑤最大输入偏置电流：2nA；
- ⑥最小共模抑制比：93dB(G=10)；
- ⑦建立时间：15us。

AD620在它的输入端采用了超 β 处理，使其具有低输入偏置电流和低噪音，因而是一个很好的前置放大器。低功耗的特性，使它非常适合于传感器接口。其增益公式为： $R_c = 49.4/(G-1)K\Omega$ 。

其电路工作原理：传感器电桥采用恒压源供电，激励电压为12V。本电压由精密稳压电源提供。我们选用的称重传感器(10Kg)灵敏度为2mV/V，由于前面的分析，取5Kg作为最大称量，传感器输出电压范围为0~12mV。AD的输入电压要求为0~1.0V，所以考虑把传感器的输出信号放大到0~1.0V范围内，放大倍数为833倍，但考虑到动态称量时汽车的动态峰值可能会大于汽车静态轴载，故放大倍数为750倍，同时考虑到去零电路，故采用两级放大电路。考虑温度漂移会给放大电路带来影响，整个放大电路的电阻均采用低温度系数(5ppm)的高精密电阻。

(1) 第一级放大电路

第一级采用差动放大电路，为了减小可调电阻的值，使得调试时容易调节放大倍数，采用两个电阻(一个阻值固定，一个阻值可调)来决定放大倍数。其中 $R_I=1.00k\Omega$ ， R_{P1} 为200k的可调电阻。本级放大倍数为250。

(2) 第二级放大电路

由于传感器可变电阻的不平衡及称重台的重力，造成无汽车时传感器仍有输出，由于输出电压非零值，A/D转换器的输出显示的是该电压对应的数字量。单片机把这一数字量作为零点，进行零点标定，这样很大一部分数据单元就被占据。如果进行调零，使从零到最大运算数都可作为有效分辨单位，则单片机中被零点占据的大部分有效空间被释放出来，从而提高称量的精度。为了解决此问题，用 R_P 来调零。即 R_{P4} 来调放大倍数， R_5 的作用是减小可调电阻的值，使得调试时容易调节放大倍数，而且工作性能稳定，本级放大倍数为3倍。

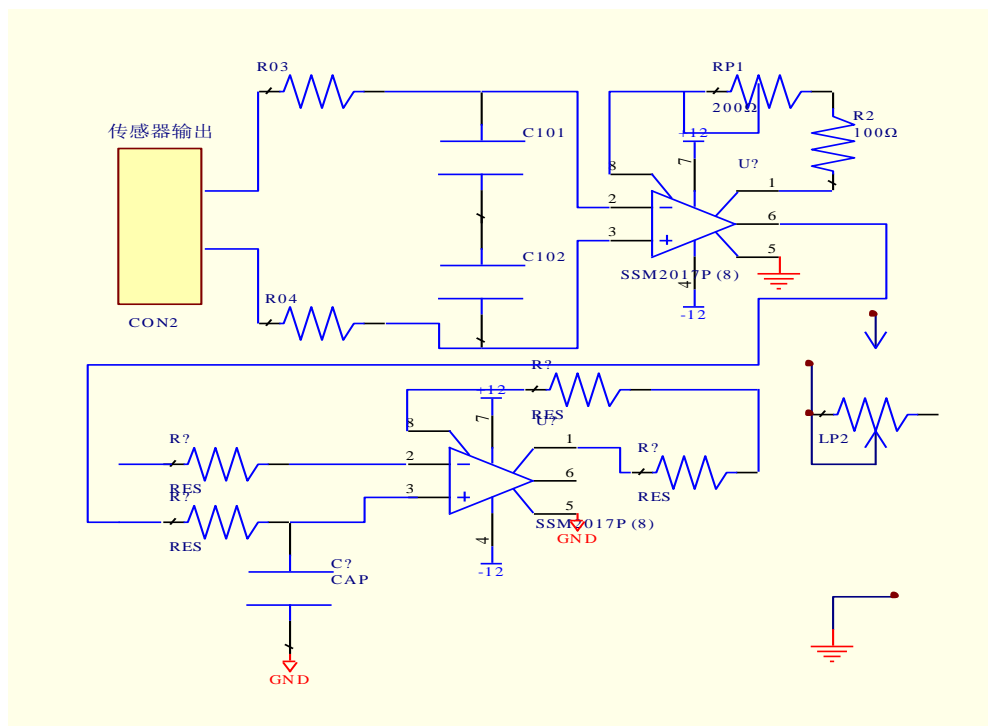


图 3.1 放大电路图

3.2 A/D 转换电路设计

采集上来的模拟信号要进入单片机进行处理前，需要转换成数字信号。综合考虑系统对转换精度与转换速度的要求，选择AD574模数转换器来完成模数转换的工作。AD574A是美国模拟数字公司(Analog)推出的单片高速12位逐次比较型A/D转换器，内置双极性电路构成的混合集成转换芯片，具有外接元件少，功耗低，精度高等特点。并且具有自动校零和自动极性转换功能，只需外接少量的电阻电容元件即可构成一个完整的A/D转换器。其主要功能特性如下：

- 非线性误差：小于 $\pm 1/2\text{LBS}$ 或 $+1\text{LBS}$ ；
- 有参考电压基准和时钟电路，不需外部时钟就可以工作；
- 转换速率高：12位转换 $25\mu\text{s}$ ，8位转换 $16\mu\text{s}$ ；
- 模拟电压输入范围为 $0\sim 10\text{V}$ 和 $0\sim 20\text{V}$ ， $0\sim \pm 5\text{V}$ 和 $0\sim \pm 10\text{V}$ 两档四种；
- 数据输出格式分为12位和8位两种。

AD574 采用 $-5\text{V}\sim +5\text{V}$ 双极性输入方式，2脚直接接地，转换结果为12位数据，分两次输出转换结果，3、4、5、6脚分别接至单片机 P2. 5、P1. 3、P1. 4、P1. 5，用于控制 AD574A 的工作过程。AD574 状态脚(STATUS)接单片机 P1. 0，

当单片机 P1.0 查询到 STS 端送出的转换结束信号后, 先将转换后的 12 位 A/D 数据的高 8 位读入单片机, 然后再将低 4 位读入单片机。与 AD574 的 12 脚和 10 脚相接的两个 100 Ω 的电位器分别用于零点调整和满刻度调整(增益调整)。

3.3 微控制器的工作电路设计

P89C58X2是一款低功耗、高性能的8位微处理器, 采用先进的CMOS工艺制造, 指令系统与8051完全相同。它包含32K字节的FLASH EPROM和256字节的RAM、32条I/O口线、3个16位定时/计数器、6输入4优先级嵌套中断结构、一个串行I/O(可用于多机通信、I/O扩展或全双IUART)以及片内振荡器和时钟电路。其特性如下:

- ①采用静态设计, 可提供很宽的操作频率范围(频率可降至0);
- ②片内含32K字节FLASH程序存储器, 可擦除和编程10000次以上。可编程加密位, 数据保存可达10年以上;
- ③存储器的寻址范围可达到64K字节RAM和64K字节ROM;
- ④工作速度可达到33MHz;
- ⑤电源控制模式: 可实现两个由软件选择的节电模式(空闲模式以及掉电模式)。

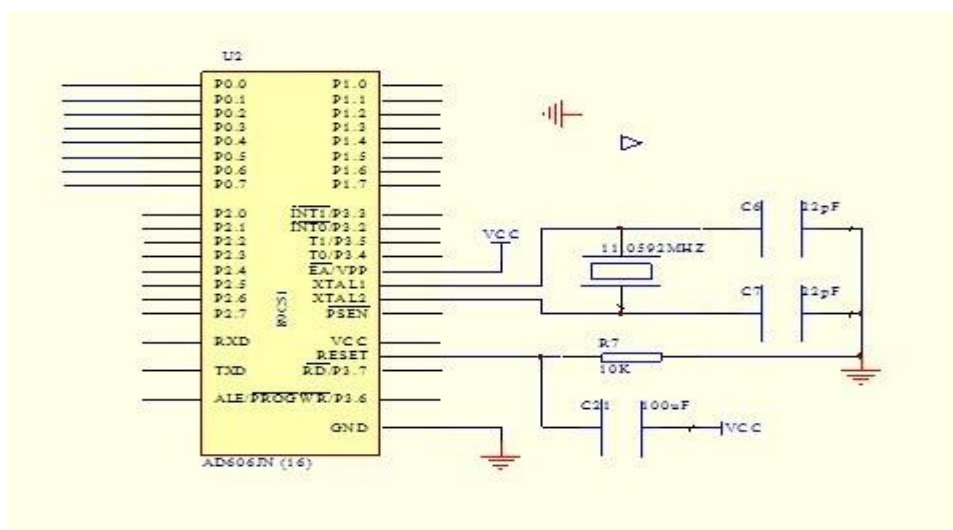


图 3.2 微控制器电路图

3.4 显示电路的设计

动态称重系统测出汽车车重后，要在显示器上将卡车重显示出来。本设计选用适合 LED 数码管显示器来完成显示。LED(Light Emitting Diode) 数码管显示器与其他显示器相比，有工作电压低、多色、寿命长、发光控制简单的特点。我们用无片共阳极发光二极管显示器来显示汽车重量，其中三位整数、两位小数。用一片 74LS373 锁存器完成 LED 数码管字形码的锁存和驱动。单片机的 P20~P24 作为位选端，通过反相器 7106 与各位数码管的共阳极连接，控制某一位数码点亮。

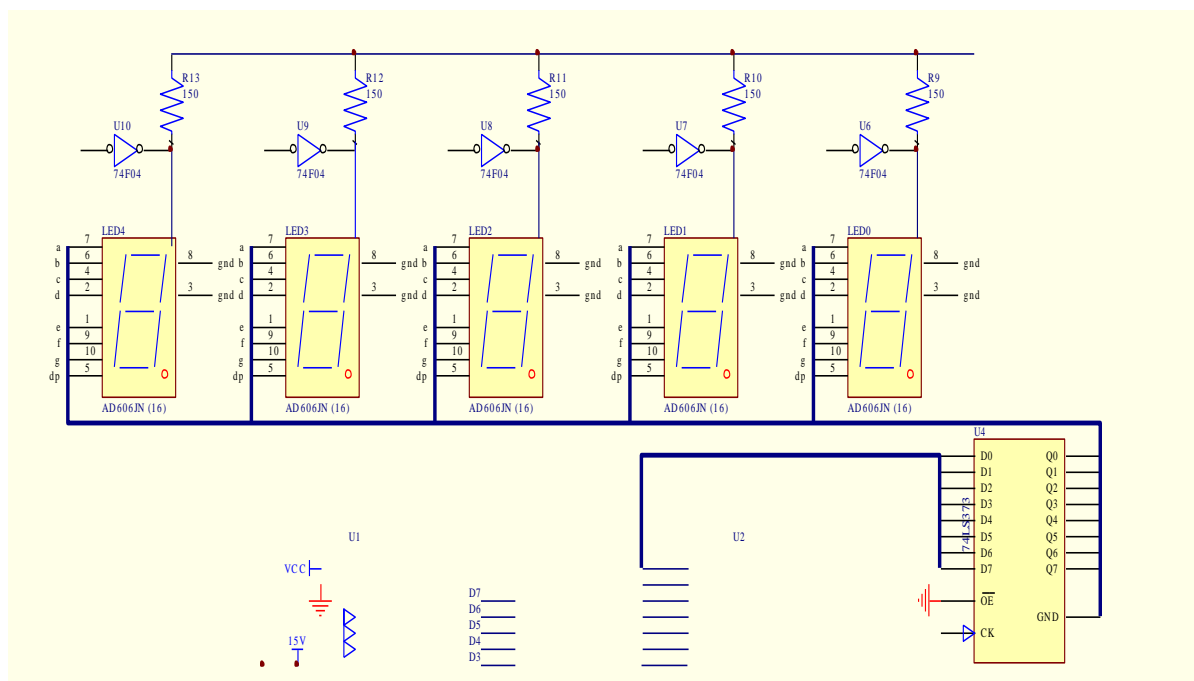


图 3.3 显示电路图

3.5 通信模块设计

该模块完成了串行口的初始化和波特率的设置，并将数据传送给PC机。在串行通信时，要求通信双方都采用一个标准接口，是不同的设备可以方便地连接起来进行通信。本系统采用了RS-485接口，波特率为9600。

3.6 系统抗干扰设计

CPU的抗干扰设计主要是用专门的看门狗复位电路，保证CPU系统的可靠运行，从而保证整个动态称重系统的可靠性。为了降低干扰，传感器输入信号线采用四芯屏蔽线，同时屏蔽地线与秤台底部相连。在实验的过程中非常必要，可有效保证传感器的信号不被其它信号干扰。

4 系统的软件设计

汽车动态称重系统的软件设计主要包括单片机的软件设计和PC机上的程序设计。单片机的软件设计主要包括：主程序设计、数据采集、数据处理、显示程序、通信程序等。

4.1 系统主程序流程图

在本设计中选用的单片机语言是 C51。AT89S51 具有如下特点：40 个引脚，4k Bytes Flash 片内程序存储器，128 bytes 的随机存取数据存储器（RAM），32 个外部双向输入/输出（I/O）口，5 个中断优先级 2 层中断嵌套中断，2 个 16 位可编程定时计数器，2 个全双工串行通信口，看门狗（WDT）电路，片内时钟振荡器。

此外，AT89S51 设计和配置了振荡频率可为 0Hz 并可通过软件设置省电模式。空闲模式下，CPU 暂停工作，而 RAM 定时计数器，串行口，外中断系统可继续工作，掉电模式冻结振荡器而保存 RAM 的数据，停止芯片其它功能直至外中断激活或硬件复位。

AT89S51 的主要特性

- （1）片内程序存储器 4KB 的 Flash 存储器，允许在线编程；
- （2）片内数据存储器内含 128 字节的 RAM；
- （3）I/O 具有 32 给可编程 I/O 线；
- （4）中断系统由 6 个中断源、五个中断矢量和 2 级中断优先级构成；
- （5）串行口是一个全双工的串行通信口；具有两个数据指针 DPTR0 和 DPTR1；
- （6）低功耗节电模式有空闲模式和掉电模式；
- （7）AT89S51 的电源电压为 4.0-5.5V；
- （8）具有片内看门狗指令；
- （9）灵活在线编程方式；

(10) 具有掉电标志 POF;

与 89C51 单片机相比, AT89S51 具有更突出的优点, 主要表现在:

(1) 新增加了在线可编程功能 ISP (IN—System Program), 在现场程序调试和修改更加方便灵活;

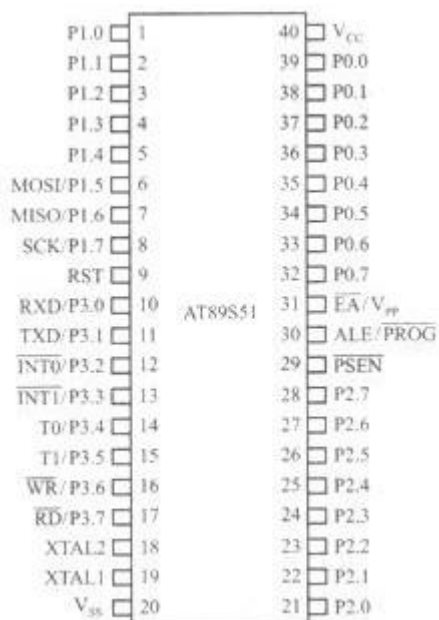
(2) 数据指针增加到两个, 方便了对片外 RAM 的访问过程;

(3) 新增加了片内看门狗定时器 WDT, 提高了系统的抗干扰能力;

(4) 增加了掉电标志;

(5) 增加了掉电状态下的中断恢复模式。

单片机的引脚图见图



引脚功能说明:

AT89S51 单片机芯片为 40 个引脚, 下面简单叙述各引脚的功能。

VCC/GND: 电源/接地引脚;

P0 口: P0 是一个 8 位漏极开路型双向 I/O 端口, 端口置 1 (对端口写 1) 时作高阻抗输入端; P0 还可以用作总线方式下的地址数据复用管脚, 用来操作外部存储器。在这种工作模式下, P0 口具有内部上拉作用。对内部 Flash 程序存储器编程时, 接收指令字节、校验程序、输出指令字节时, 要求外接上拉电阻;

P1 口: P1 是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 端口, 输出时可驱动 4 个 TTL。端口置 1 时, 内部上拉电阻将端口拉到高电平, 作输入用; 另外, P1.0、P1.1 可以分别被用作定时器/计数器 2 的外部计数输入 (P1.0/T2) 和触发输入

(P1.1/T2EX)；对内部 Flash 程序存储器编程时，接收低 8 位地址信息；

P2 口：P2 是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 端口；输出时可驱动 4 个 TTL。端口置 1 时，内部上拉电阻将端口拉到高电平，作输入用；P2 口在存取外部存储器时，可作为高位地址输出；内部 Flash 程序存储器编程时，接收高 8 位地址和控制信息；

P3 口：P3 是一个带有内部上拉电阻的 8 位双向 I/O 端口，输出时可驱动 4 个 TTL。端口置 1 时，内部上拉电阻将端口拉到高电平，作输入用。

RST：

在振荡器运行时，有两个机器周期(24 个振荡周期)以上的高电平出现在此管脚时，将使单片机复位。只要这个管脚保持高电平，51 芯片便循环复位。复位后 P0—P3 口均置 1，管脚表现为高电平，程序计数器和特殊功能寄存器 SFR 全部清零。当复位脚由高电平变为低电平时，芯片为 ROM 的 00H 处开始运行程序；

XTAL1、XTAL2：

XTAL1 是片内振荡器的反相放大器输入端，XTAL2 则是输出端，使用外部振荡器时，外部振荡信号应直接加到 XTAL1，而 XTAL2 悬空。内部方式时，时钟发生器对振荡脉冲二分频，如晶振为 12MHz，时钟频率就为 6MHz。晶振的频率可以在 1MHz 至 24MHz 内选择，电容取 30PF 左右。

ALE/PROG：

访问外部存储器时，ALE(地址锁存允许)的输出用于锁存地址的低位字节，即使不访问外部存储器，ALE 端仍以不变的频率输出脉冲信号(此频率是振荡器频率的 1/6)，在访问外部数据存储器时，出现一个 ALE 脉冲；

PSEN：

外部程序存储器的选通信号输出端。当 AT89S51 由外部程序存储器取指令或常数时，每个机器周期输出 2 个脉冲，即两次有效。但访问外部数据存储器时，将不会有脉冲输出；

EA/ V_{PP} ：

外部访问允许端。当该引脚访问外部程序存储器时，应输入低电平。要使 AT89S51 只访问外部程序存储器(地址为 0000H—FFFFH)，这时该引脚必须保持

低电平。

它具有一般C语言的特点：程序书写简单，便于阅读和维护；可实现模块化、结构化编程；语言表达能力强：可对内存、变量的值进行直接操作，能完成汇编语言对硬件操作的大部分功能；源程序的可移植性好，许多程序段不做或只做少量的修改即可移植到另一个C系统上运行，为调试提供方便。主程序主要完成可编程芯片的初始化和重量数据采集及按需要调用各模块。程序流程图如下：

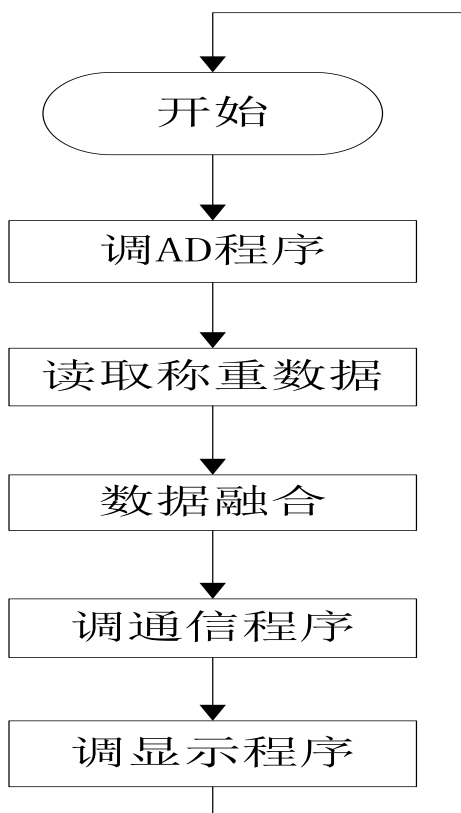


图 4.1 主程序流程图

4.2 A/D 转换子程序

该模块的功能是：设置数据的采集频率和转换的格式，将采集到的数据转换成单片机能识别的数字信号。当主程序调用A / D转换程序时，首先须对A / D转换模块的采样频率和采样精度进行设置，再等待传感器检测信号的输入，如有前端数据输入，则对输入数据进行预处理，采集、调整频率和幅值，最后输

出数字信号。AD转换程序主要有三大块组成：

- ①AD转换器启动程序；
- ②查询等待转换结束程序；
- ③读取转换结果程序。

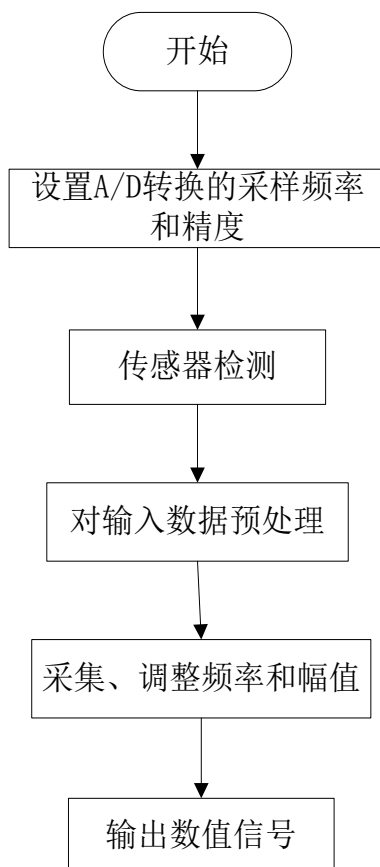


图 4.2 A/D子程序流程图

4.3 数据采集子程序

数据采集就是把称重传感器的模拟信号 $x(t)$ 经过采样转换为采样信号 $x(nT)$ ，然后再进行量化和编码处理得到离散的数字信号 $x(n)$ ，最后把 $x(n)$ 送到计算机进行相应的处理。

(1) 采样周期的选择

采样周期 T 决定了采样信号的质量与数量， T 太小，会使采样信号 $x(nT)$ 的数量剧增，占用大量的内存单元； T 太大，会使模拟信号的某些信息丢失，这样一来就会出现失真现象，影响数据处理的精度。因此必须根据采样定理来选择 T 以确保 $x(nT)$ 不失真。根据采样定理可知，对截止频率为 f 的连续信号 $x(t)$ 进行

采样，其采样周期 T 必须满足 $T \leq 1/(2f)$ 时，才能唯一确定不会出现失真。根据相关文献可知汽车的垂直振动在50Hz时已不明显，因此 f 取50Hz比较合适，所以 $T \leq 1/(2f) = 0.01s = 10ms$ 。一个采样周期包括硬件延迟时间、A/D转换时间和程序执行时间。在本课题中取硬件延迟为100微秒，A/D转换时间35微秒，程序执行时间15微秒，由此可知 $T = 150$ 微秒，满足采样定理。

(2) 采样开始和结束的判断

由于硬件系统的数据采集是连续的，因此实验小车通过计量平台的开始和结束要由软件来判断。这就需要在软件中设置一个阈值，如果A/D转换数据超过阈值，则认为小车开始通过计量平台采样开始，一旦采样开始并且转换值低于阈值则认为小车离开计量平台采样结束。

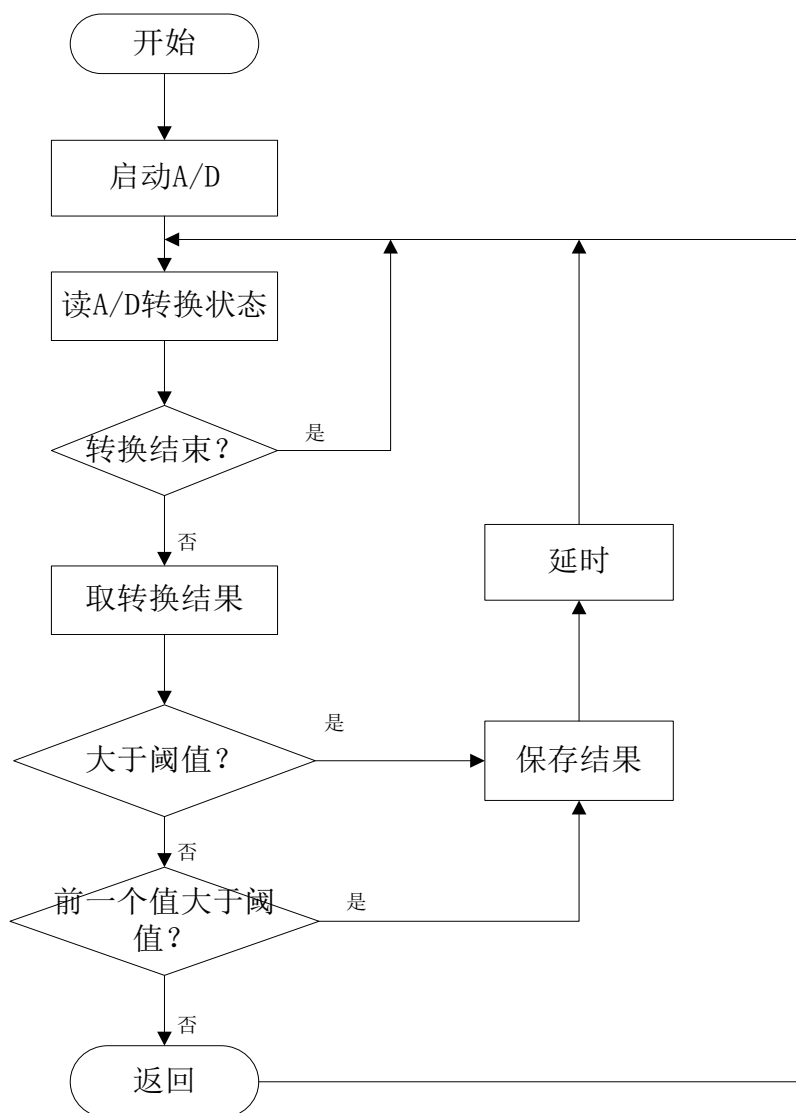


图 4.3 数据采集流程图

4.4 通信模块子程序

通信模块负责单片机与用户 PC 之间的通信，完成了串行口的初始化和波特率的设置，并将数据传送给 PC 机。在串行通信时，要求通信双方都采用一个标准接口，是不同的设备可以方便地连接起来进行通信当主程序调用通信模块时，程序首先设置好断点并保护好现场，在处理完通信程序后，利用现场数据进行恢复。接下来要设置好波特率，并对串口进行初始化。接着向 PC 发送要传输的数据长度，再传输数据并等待 PC 方接收，接着判断数据是否被 PC 收到、数据是否发完，如 PC 没有收到数据或者数据没有发送完毕，则重新进行发送。数据发送完毕后，程序利用保护好的现场数据进行现场恢复。通信模块的具体程序流程如下图所示：

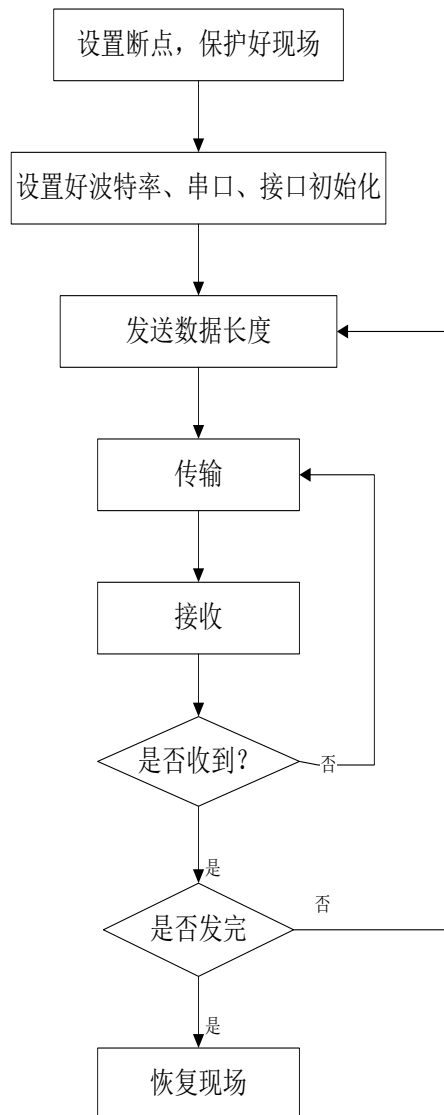


图 4.4 通信模块流程图

4.5 显示子程序

由于在数码管的显示上，本系统选择的是动态显示，因此在不同位数码管的显示之间需要延时，因考虑人眼的视觉暂留的影响，数码管每 5 个采样周期，即 0.5 秒刷新一次。三个数码管的高两位为显示重量的整数值，两个显示重量的小数值。如：

```
char dispvalue_Array[]={0xC0,0xF9,0xA4,0xB0,0x99,0x92,0x82,0xF8,0x80,0x90};
```

为显示 0~9 的数组。为了把整数值与小数值区分开，中间的数码管显示时要把小数点点亮。这时给中间的数码管的显示编写了另一个代码数组如：

```
char dispvalue_Array1[]={0x40,0x79,0x24,0x30,0x19,0x12,0x02,0x78,0x00,0x10};
```

4.6 控制子程序

设 $d(t)$ 是反映车辆通过称重台台面过程中施加给台面的一个幅值为单位 1 的输入信号， $w(t)$ 为称重台面向下位移， M 为称重台面质量， m 为车辆真实载荷， k 、 c 分别为称重传感系统结构的弹性系数和阻尼次数。上可知系统传递函数为：

$$G(S)=W(S)/D(S)=mg/(MS^2+cS+k).$$

且系统无阻尼振荡频率(固有频率)为： $w_n=(k/M)^{1/2}$ ，阻尼比为 $\xi=c/2(k/M)^{1/2}$ 。

Z 变换为 $G(Z)=(b_0+b_1Z^{-1}+b_2Z^{-2})/(1+a_1Z^{-1}+a_2Z^{-2})$ ，将系统模型格式写最小二

乘格式： $Z(k)=h(k)\theta+v(k)$ ，其 $h(k)=[z(k-1),-z(k-2),u(k),u(k-1),u(k-2)]^T$ ，

$\theta=[a_1,a_2,b_0,b_1,b_2]^T$ 。

根据前述最小二乘参数估计递推算法 RLS，得流程图如下：

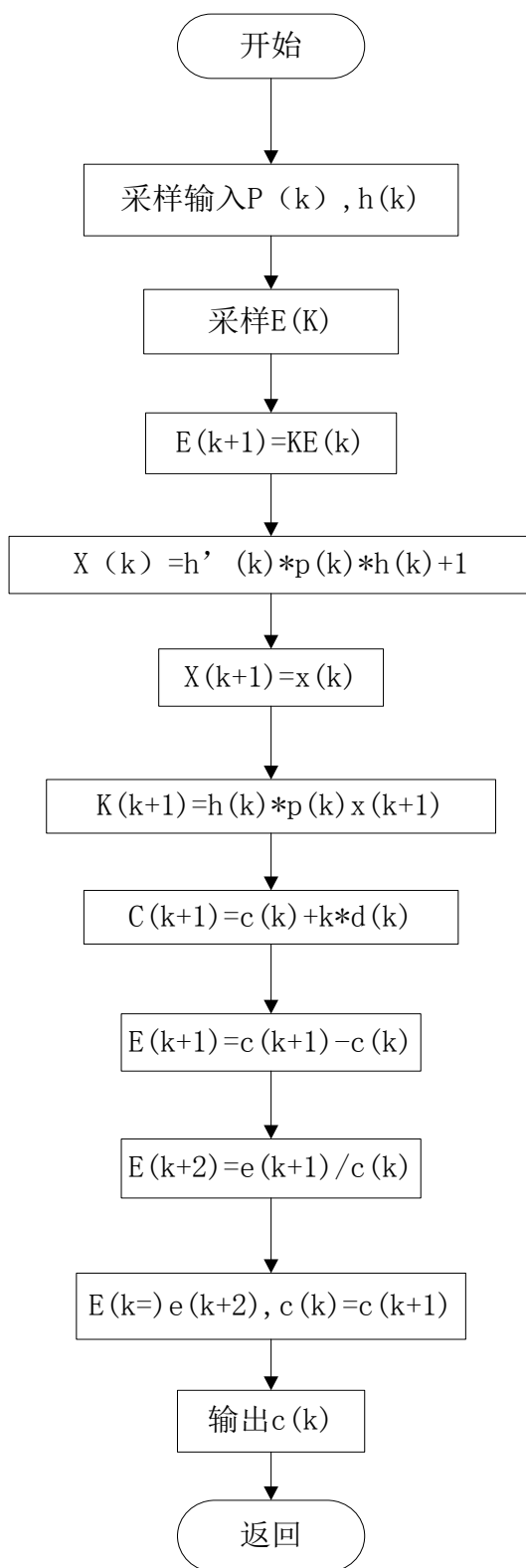


图 4.5 控制流程图

5 总结

此设计在理论分析的基础上，对车辆动态称重系统进行了硬件设计，包括传感器，AD 转换电路，信号放大电路，信号采集以及控制电路和 LED 显示电路。完成电路系统的仿真调试。由于时间和精力有限，所做的称重系统知识其中一部分，还要感谢老师和同学们的帮助。

结束语

随着称重技术由机械秤向着电子化方向的发展以及微处理器和计算机在称重技术中的应用,车载秤技术也得到了长足的发展。主要标志是机械秤向电子化方向过渡。其技术进步突出表现在开发出许多种外形美观、功能齐全、技术先进的称重显示控制器;专用的称重计算机;具有网络和编程功能的称重仪表:以 MC 模块(条码阅读模块)为核心的多秤显示控制仪表和动态称重仪表等。而各种电子衡器的秤体结构都无明显的改进和提高,绝大多数仍沿着底座、秤体、秤台等组装结构方向发展,其秤体结构庞大,不易挪动,显然不能适应现代交通系统大流量、高效率的特点,势必要寻求另外一种发展方向,即向着减小尺寸,减少零部件,节省空间,便于生产,降低成本的方向发展。因此行驶称重技术便成为提高智能交通系统自动化、智能化水平的关键技术之一,便携式行驶称重系统便应运而生。 便携式电子轮重仪就是受各国路政部门对公路监测与管理不断提出新要求而发展起来的。本课题设计的便携式称重系统就是一种将秤台、支承、称重传感器合三为一的集成化称重系统。

致谢

通过本次毕业设计，我在肖绚老师的悉心指导和严格要求下，重温了所学的一些专业知识，特别是单片机电子方面的内容。并对当前电子领域的研究状况和发展方向有了一定的了解。本次设计运用了多门所学的专业知识，并查阅了大量的资料，从而了解到更多的专业知识。

这次设计得以顺利完成，首先我想感谢我的指导老师肖老师。虽然肖老师带的学生比较多，但对我们每一位都非常认真的指导，从选题到开题再到设计，每一步都很认真负责，针对学生的不同情况给予指导。另外，在指导的过程中，对于我们出现的错误及时指正，并对所做出的成果给予认可和鼓励。肖老师勤奋严谨的工作态度让我深深地敬佩，也值得我们每一位好好学习。

另外，我还要感谢与我一组的同学，在我遇到一些问题时，是他们的热心帮助让我更加有信心做好毕业设计，从而使我的设计顺利的完成。

在大学生涯即将结束之际，在此向所有关心帮助过我的老师和同学表达最诚挚的感谢。

参 考 文 献

- [1] 赖寿宏. 微型计算机控制技术. 北京: 机械工业出版社, 2000. 5
- [2] 雷丽文, 朱晓华等. 微机原理与接口技术. 北京: 电子工业出版社, 2007. 2
- [3] 陈润泰, 许琨. 检测技术与智能仪表. 长沙: 中南工业大学出版社, 2005
- [4] 李军, 李赋海. 检测技术及仪表. 北京: 中国轻工业出版社, 2006
- [5] 于永, 戴佳, 常江. 51 单片机 C 语言常用模块与综合系统设计实例精讲. 北京: 电子工业出版社, 2007. 4
- [6] 李维平. 谈电子秤的分度数与准确度. 中国学术期刊网, 2006. 3
- [7] MAX7219 Serially Interfaced, 8-Digit LED Display Drivers
- [8] 王俊峰, 孟令启. 现代传感器应用技术. 北京: 机械工业出版社, 2006. 8
- [9] <http://www.elecfans.com/> AD620 中文资料
- [10] <http://www.elecfans.com/> AD574 中文资料
- [11] 刘永胜, 杜 辉, 杨媛媛. 实用电子秤. 山东大学. 2004
- [12] 刘九卿, 展望 21 世纪初电子称重技术的发展, 自动化仪表 第 20 卷第 10 期
- [13] 尤昌德, 《现代控制理论基础》, 电子工业出版社, 1996, 7
- [14] 温熙森, 陈循, 唐丙阳, 《机械系统动态分析理论与应用》, 国防科技大学出版社, 1998, 4
- [15] 肖绌等, 动态称重系统的研究, 中国陶瓷, 2001, 1
- [16] 张海青等. 定量下料问题的动态解决方案. 计量学报. 1998:221~224
- [17] 周山雪. 一种动态自动称重方法. 华南理工大学学报. 2000: 28(7), 121~126.
- [18] 白瑞林. 仪用模糊神经网络 PID 控制的研究. 仪器仪表学报 1999:20(6), 603~605.

附录一

```

#include <reg51.h>
sbit RS=P2^0;
sbit RW=P2^1;
sbit E=P2^2;
unsigned char code str[]={"Volt:"};
unsigned char code str1[]={"weigh:"};
void Delay(unsigned int t)
{
    unsigned char i,j;
    for(i=0;i<t;i++)
        for(j=0;j<110;j++);
}
void wr_command(unsigned char com)
{
    Delay(1);
    RS=0;    //RS=0是输入指令RS=1是输入数据
    RW=0;    //RW=0是写数据或指令RW=1是从LCD读指令
    E=0;     //EN=1是使能信号，1时读取信息，1-0（下降沿）时执行指
令
    P0=com;
    Delay(1);
    E=1;
    Delay(1);
    E=0;     //EN下降沿时数据锁存
}
void wr_data(unsigned char dat)
{
    Delay(1);
    RS=1;    //RS=0是输入指令RS=1是输入数据
    RW=0;    //RW=0是写数据或指令RW=1是从LCD读指令
    E=0;     //EN=1是使能信号，1时读取信息，1-0（下降沿）时执行指
令

```

```

    P0=dat;
    Delay(1);
    E=1;
    Delay(1);
    E=0;                                // EN下降沿时数据锁存
}

void locateXY(unsigned char x,unsigned char y)
{
    if(y==0)
        x|=0x80;    //当要显示第一行时的起始地址码其中x是列总共最大值为16, y为行最大值为1
    else
        x|=0xc0;    //当要显示第二行时的起始地址码
    wr_command(x);
}

void Init_LCD()
{
    Delay(15);
    wr_command(0x38);    //设置8位格式2行5*7
    Delay(5);
    wr_command(0x08);    //显示关闭
    Delay(5);
    wr_command(0x01);    //显示清屏
    Delay(5);
    wr_command(0x06);    //显示光标移动位置
    Delay(5);
    wr_command(0x0c);    //显示开及光标位置
    Delay(5);
}

void Display_str(unsigned char *p)
{
    while(*p!='\0')
    {
        wr_data(*p);
    }
}

```

```
        p++;
        Delay(1);
    }
}

void Init_display()
{
    Init_LCD();
    locateXY(0,0);
    Display_str(str);
    locateXY(0,1);
    Display_str(str1);
}

#include "0804.h"
#include "1602.h"
#include <reg51.h>
sbit int1=P3^3;           //定义管脚功能
sbit cs=P3^2;             //使能端
sbit wr=P3^6;             //写端口
sbit rd=P3^7;             //读端口
sbit LED=P2^3;
sbit sound=P2^4;
void Delay_0804(unsigned int tc) //显示延时程序
{
    while( tc != 0 )
    {
        unsigned int i;
        for(i=0; i<100; i++);
        tc--;
    }
}

unsigned char adc0804(void)    //读 AD0804 子程序
{
    unsigned char addata;
```

```

rd=1; //sbit cs=P3^2; //使能端 sbit
wr=P3^6; //写端口 sbit rd=P3^7; //读端口

wr=1; //CS=0、WR=0、RD=1 (由 CPLD 发出信号要求 ADC0804 开始进行
模拟/数字信号的转换)

int1=1; //读 ADC0804 前准备
P1=0xff; //P1 全部置一准备
cs=0;
wr=0;
wr=1; //启动 ADC0804 开始测电压
while(int1==1); //查询等待 A/D 转换完毕产生的 INT (低电平有效) 信号
rd=0; //开始读转换后数据 wr=1; //启动 ADC0804 开始测电压
Delay_0804(1); //无意义语句,用于延时等待 ADC0804 读数完毕
addata=P1; //读出的数据赋与 addate
rd=1;
cs=1; //读数完毕
return(addata); //返回最后读出的数据
}

unsigned int datpro(void) //ADC0804 读出的数据处理
{
    unsigned char x;
    unsigned int dianyah,dianyal; //用于存储读出数据的高字节和低字
节

    unsigned int dianya=0; //存储最后处理完的结果 注意数据类型
    for(x=0;x<10;x++) //将 10 次测得的结果存储在 dianya 中
    {
        dianya=adc0804();
    }
    dianya=dianya/10;
    dianyah=dianya&0xf0;
    dianyah=dianyah>>4;
    dianyal=dianya&0x0f;
    dianya=dianyal*20+dianyah*320;
    return(dianya); //返回最后处理结果

```

```
    }  
display_0804()  
{  
    unsigned int dat=0;  
    unsigned int weigh=0;  
    dat=datpro();  
    weigh=dat/5;  
    locateXY(6,0);  
    wr_data(dat%1000/100+0x30);  
    wr_data('.') ;  
    wr_data(dat%100/10+0x30);  
    wr_data('V') ;  
    locateXY(7,1);  
    if((weigh/100+'0')==0x30)  
        wr_data(0x20);  
    else  
        wr_data(weigh/100+'0');  
        wr_data(weigh%100/10+'0');  
        wr_data('.') ;  
        wr_data(weigh%10+'0');  
        wr_data('t') ;  
    while(dat>=400) //判断超重点亮 LED  
        {LED=0;  
        Delay(100);  
        sound=0;  
        Delay(100);  
        }  
}
```

附录二

