

# 全自动包装计量装置的研制\*

刘石明 宋志兵 谭文若 喻维刚

(国防科技大学航天技术系 长沙 410073)

**摘要** 全自动包装计量装置是替代传统量具,以单片机为核心的智能控制器同新型包装机械相结合构成,可自动完成称重、夹袋、卸包和包装的机电一体化的全自动包装计量设备。本文论述了其设计原理、系统组成和特点。

**关键词** 包装计量, 单片机, 传感器

**分类号** TP202

## The Design and Research of Full-Automatic Packaging Metric Equipment

Liu Shiming Song Zhibing Tang Wenruo Yu Weigang

(Department of Astronautics Technology, NU DT, Changsha, 410073)

**Abstract** Full-automatic metric equipment can replace the traditional metric tool. Based on the combination of MCU-kernel intelligent controller and new-type packaging mechanism. The packaging metric equipment can accomplish weighing, bag clipping, unloading and packaging automatically. This paper presents its principle, architecture and characteristics.

**Key words** packaging metric, MCU, sensor

### 1 工作原理

在化工、水泥生产、粮食、饲料加工过程中,都需对成品进行定量包装。传统的计量方式是采用人工装包或使用杠杆式机械包装秤。但无论采用哪种方法都难以达到计量精度,产品质量不稳定。全自动包装计量装置是采用现代传感技术和单片机应用技术相结合的产物。

全自动包装计量装置,主要由机械执行机构和电脑控制器两大部分组成,其中执行机构由存料斗,气缸控制或电动控制进料装置和夹袋机构及各种位置开关等构成。而电脑控制器由 MCS-51 系列单片微型计算机配以高精度称重传感器、仪表放大器 and 12 位逐次逼近式 A/D 转换器以及光电隔离输入、输出、LED 显示、键盘输入和数据存储器等组成。

该装置的运动原理是:当操作者在夹袋机构上套有包装袋后,包装计量装置自动采集皮重,并通过电磁阀控制气缸运动,打开下料门开始下料,当下料到预先设定的重量时,下料门关闭一部分,使下料速度减慢,尔后,料下到另一规定重量时又使门关小一部分。使用最慢的速度继续下料,在袋中料达到规定重量时立刻关闭下料门,停止下料,自动卸袋,并等待下一包的称重。

整个过程均由控制器自动完成,而重量的变化是由两只应变式称重传感器来感知,通过仪表放大后经 A/D 转换后送单片机来处理的。其控制方框图如图 1 所示。在该全自动包装计量装置的研制中,首次采用平插门、单气缸和通用型电磁阀新型结构控制多种下料速度。

### 2 控制器硬件组成

控制器硬件主要由 CPU 部分、键盘显示部分、A/D 转换部分、I/O 部分、放大部分、通讯部分、

\* 1998年9月10日收稿  
第一作者:刘石明,男,1960年生,工程师

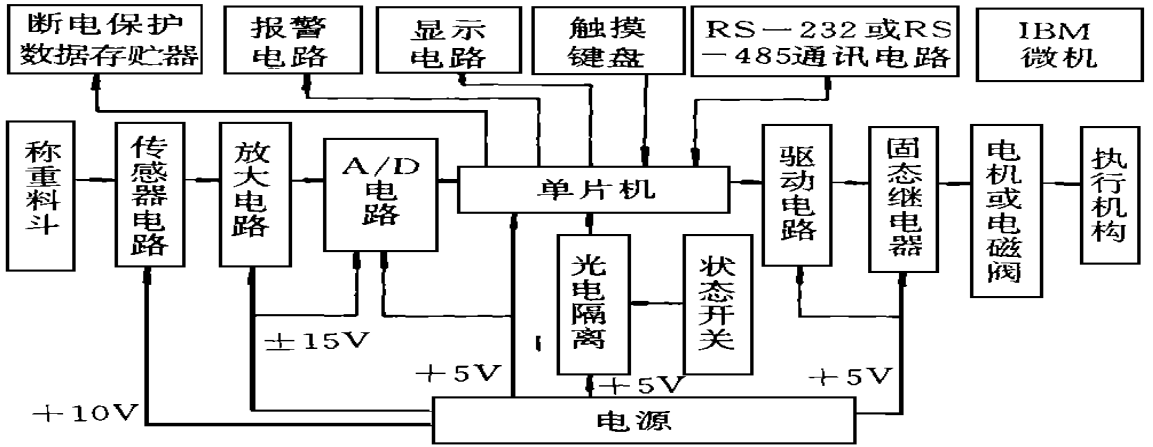


图1 控制流程图

Fig. 1 Demonstration of control unit

数据存贮部分和电源部分等八大部分组成。

CPU 部分采用 AT89C51 配以 6M 晶振构成, 其中 P0 口作总线用, P1 口作输入、输出用, P3 口作普通 I/O 特殊功能用, 为节省 I/O 口, P2 口没有作高 8 位地址, 只用 2 位作为片选信号, 其余 6 位用作 I/O。键盘显示部分是以专用键盘显示电路 Intell8279 为核心, 配有 20 只键的触摸键盘和 10 位 LED 显示的键盘显示系统, 其中 4 位显示称重量, 6 位显示累计包数和累计重量, 段驱动仅用一片驱动器 74LS240, 位驱动也仅一片 BCD 码译码驱动器 74LS145 构成最简系统。A/D 转换采用逐次逼近 A/D 转换器 AD574KD, 它具有 12 位并行输出功能, 最小转换时间为  $25\mu\text{s}$ 。系统共有 4 位带光电隔离输入和 3 位带光电隔离固态继电器输出, 9 位发光二极管输出显示。放大部分使用仪表放大器 AD524 和部分调理电路组成。该系统利用 AT89C51 提供的串行通讯功能位 RXD 和 TXD 两位特殊功能位, 辅以 2 路光电隔离电路进行电平变换构成完整可靠的 RS232 通讯接口。使用 SN75LBC184 构成 RS-485 通讯接口, 两种接口可任选其一, 转换方便。该系统的部分数据和部分参数是需长期保存, 因此采用一片 DS1220 非易失数据存贮器, 该存贮容量为 2K 字节, 它具有读写速度快、保存时间长 (10 年) 等特点, 主要用于存贮临时数据和长期保存数据及一些设定参数。系统共提供 +5V、±15V 和 +10V 四种电源。

### 3 软件系统组成

由于该系统采用 AT89C51 单片机作为控制器的 CPU, 因此该软件采用 MCS-51 汇编语言编程。程序采用模块化结构, 各模块之间可互相调用, 对于通用处理程序使用小块子程序, 便于各功能块的配合和调用。其基本模块为: 初始化模块、参数输入模块 (键盘输入)、称重模块、数据采集模块、数据转换模块、显示模块、累计模块、清零模块、通讯模块等。各模块之间采用子程序调用或中断调用等办法来协调。总之, 系统工作时, 由系统总控程序管理, 称重程序完成采皮重、夹袋、称重、卸料的全过程。由于该系统的特殊性, 键盘输入、各开关量的输入均采用查询方式, 但通讯是采用串行口中断方式, 这样能保证从机可随机接受主机的各种命令, 达到清零、传递数据的目的。利用 RS232 和 RS485 共用一通用程序, 很容易使不同用户使用不同通讯口构成多机通讯管理系统, 其系统框图见图 2。在计量装置开门, 停止下料后, 落于料斗的“残余料重”称为“落差”, 由于下料速度及成品仓仓压是不均匀的, 故“残余料重”也是不同的, 故要进行所谓的“落差修正”, 在该系统中, 采用的是人工预定和自寻优修正相结合的办法。由比例调节基本关系式

$$\Delta Y = K \Delta X \quad (1)$$

式中  $\Delta Y$  为输出变化量,  $\Delta X$  为输入变化量,  $K$  为比例系数, 其中  $\Delta Y$  就是本系统要求输出的控制门限, 而控制门限的修正, 是由控制误差的变化量决定的。所以控制误差就是算式的输入变化量。控制误差是设定值同实际值之间的差值。要求修正的控制门限变量, 是由“本次控制门限”同修正后的“下一次控制门限”之差决定的。

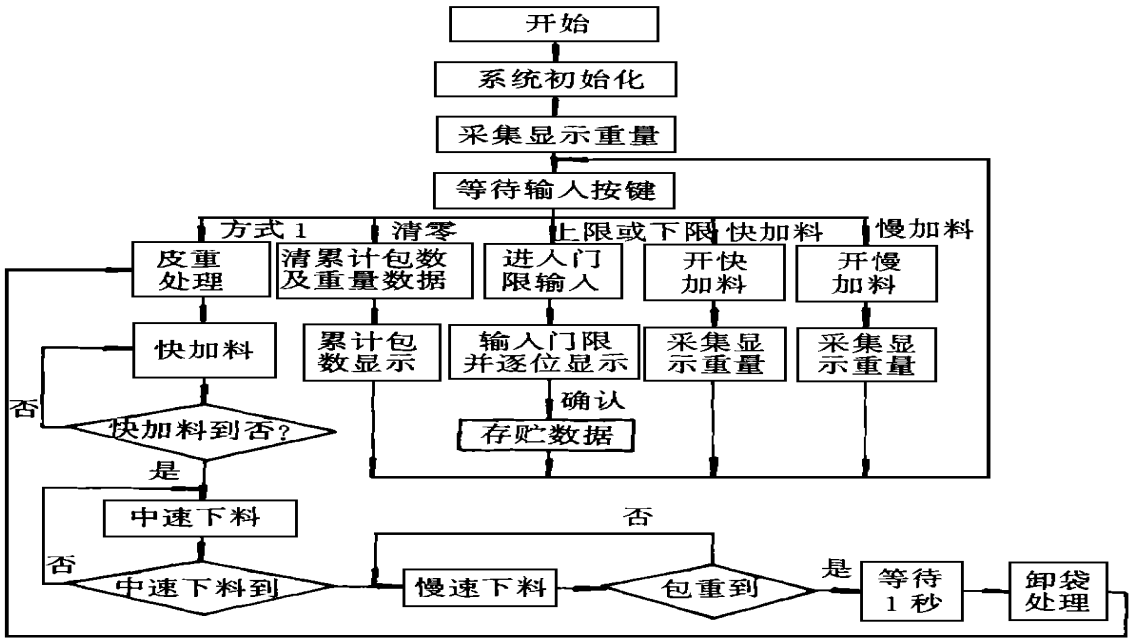


图2 系统软件流程图

Fig. 2 Software for whole system

根据以上分析，将比例调节关系式 (1) 演化为具体的测控数学关系式

$$F_{m(n+1)} - F_{mn} = K(F_s - F_1) \tag{2}$$

式中， $F_{m(n+1)}$  为下一次控制门限值， $F_{mn}$  为本次控制门限值， $K$  为比例系数， $F_s$  为设定值， $F_1$  为实际值。

软件实际运行的算式是

$$F_{m(n+1)} = F_{mn} + K(F_s - F_1) \tag{3}$$

算式的关键是求出“下一次控制门限值”，而“本次控制门限值”是上一次测控过程中得到的“下一次控制门限值”。周而复始，就形成了自寻最优控制门限，自适应现场条件变化的过程，使系统具有一定智能化水平。

系统的控制误差的获取，是利用等待时间自动完成的（系统机械稳定后才允许卸包）。具体是在发出关断进料闸板信号后，延时0.5s，再测一次现场重量，该重量为实际值。设定值同实际值之差就是控制误差，进而求出下一次控制门限值。首次运行时，采用人工键盘输入本次控制门限，在计量装置运动后，按公式推算“下一次控制门限值”，系统进入自动寻优状态。比例系统的选取，决定控制系统的动态特性，过大将产生较大的超调量，过小则寻优度太慢。我们取  $K = 0.5$ ，效果较好。

#### 4 数字滤波设计

因工业现场条件很恶劣，为了准确地进行测控，必须强化数据处理。本系统采用综合滤波方案，如图3所示。

设测量值包含信号成分  $S_i$  和噪音成分  $C_i$ ，则进行  $N$  次测量的信号成分之和为

$$\sum_{i=1}^N S_i = NS \tag{4}$$

噪音的强度是用均方根来衡量的。当噪音为随机信号时，进行  $N$  次测量的噪音强度之和为

$$\sqrt{\sum_{i=1}^N C_i^2} = \sqrt{N} C \tag{5}$$

上两式中， $S$ 、 $C$  分别表示进行  $N$  次测量后信号和噪音的平均幅度，这样对  $N$  次测量进行算术平均后的信噪比为：

$$\frac{N}{N} \frac{S}{C} = \frac{S}{C} \tag{6}$$

式中,  $\frac{S}{C}$  是算术平均值前的信噪比, 因此采用算术平均值法后, 使信噪比提高了  $\sqrt{N}$  倍。

在实际中, 经常会遇到相对的尖脉冲参与干扰的现象, 此数据与其它采样点的数据相差较大, 如果采用一般的平均值法, 则较大幅度变化的数据将平均到计算结果上去, 引起较大的偏差, 为此有必要结合去极值平均值法, 即先从  $N$  个数据中, 去掉其中的最大值和最小值, 然后计算余下的  $(N - 2)$  个数据的平均值。

由于定量控制装置要求快速测控, 我们以综合采取了滑动平均值法, 具体方法是在内存中建立队长固定为  $m$  的队列存贮区, 每进行一新的测量, 将结果推入队尾, 向前递推, 将位于队首的最旧的数据推向队列, 只有队列中的数据参加平均值计算, 该方法的显著优点是: 在相对不增加采样次数的条件下, 使更多的数据参加均值计算, 强化了滤波结果。

### 参考文献

- 1 何立民. 单片机应用系统设计. 北京航空航天大学出版社, 1990
- 2 张迎新. 单片机原理、应用及接口技术. 北京: 国防工业出版社, 1993
- 3 洪光. 提高定量电子秤测控精度的设计与实践. 工业控制计算机, 1993

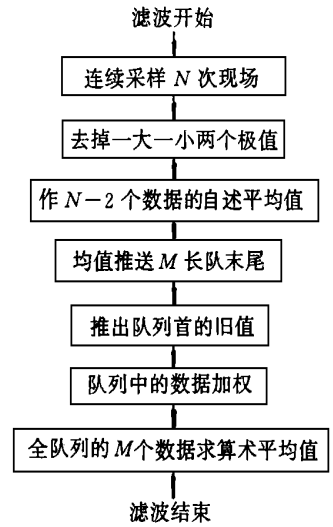


图3 滤波方案

Fig. 3 Method for wave selection