

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.04.019

一种动态自动称量技术

马兴, 张博, 蒋晓辉, 刘锡朋

(中国兵器工业第五八研究所工业自动化工程技术部, 四川 绵阳 621000)

摘要: 针对某些发射药颗粒较大, 不能满足快速、精确称量的问题, 设计一种动态自动称药控制系统。该系统主要采用皮带送药技术、气动震盘送药技术和在一定范围设置称药量值进行称量技术, 通过粗加药与精加药比重的控制方法和设置控制提前量的控制策略, 实现了大颗粒发射药的动态自动称量, 并已在某发射药自动称量机项目中成功应用。实践结果证明: 该技术降低了工人的劳动强度, 提高了生产效率。

关键词: 自动称量; 动态; 皮带送药; 粗加药; 精加药

中图分类号: TJ410.5⁺2 **文献标志码:** A

A Technology of Dynamic Automatic Weighing

Ma Xing, Zhang Bo, Jiang Xiaohui, Liu Xipeng

(Dept. of Industrial Automation Engineering Technology, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industries, Mianyang 621000, China)

Abstract: Because some larger propellant particles cannot satisfy the rapid and accurate weighing, design a kind of dynamic automatic powder weighing control system. This system mainly uses the belt delivering ammo technology, pneumatic shock disc feeding technology and in a certain range setting called dose values are weighing technology, through the glancing-loading and accurate-loading dosing proportion control method and control in advance control strategy, to achieve a large granular propellant dynamic automatic weighing, and has been in a propellant automatic weighing machine project in the successful application. The practice proves that the technology reduces the labor intensity of workers, improves the production efficiency.

Key words: automatic weighing; dynamic; belt delivering ammo; glancing-loading; accurate-loading

0 引言

在对某些大颗粒发射药进行自动称量时, 要求称量的范围较大、节拍较快、精度较高, 若采用直线振动方式或定容方式, 无法满足大颗粒发射药自动称量的要求^[1]。因此, 笔者设计一种动态自动称药技术, 以实现大颗粒发射药的动态自动称量。

1 系统结构

1.1 设备组成

发射药自动称量机主要由补药提升机、存储料斗、皮带输送机构、气动精密圆振、机架、防爆电子称及控制系统等组成。该机构的原理如图 1 所示。

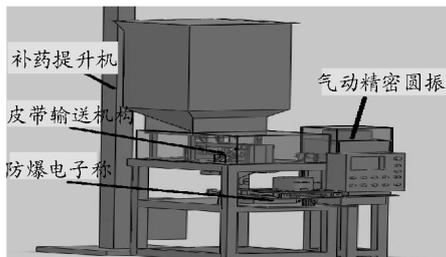


图 1 发射药自动称量机

1.2 控制系统组成

控制系统主要由防爆柜、操作面板、CPU、扩展 I/O 模块、防爆电子称、西门子触摸屏、步进驱动器、变频器、药位检测传感器、安全栅、气缸到位检测开关、接近开关、气缸电磁阀、开关电源、面板按钮和指示灯等组成。该控制系统的结构示意图如图 2 所示。

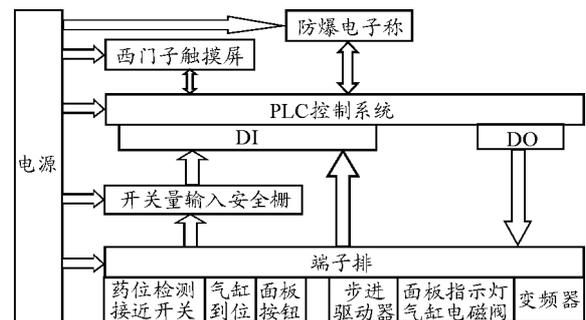


图 2 控制系统结构示意图

2 动态自动称量技术

2.1 皮带送药技术

皮带送药机构主要由防爆步进电机、步进驱动

收稿日期: 2011-11-25; 修回日期: 2011-12-14

基金项目: 国防基础科研(C1020110001)

作者简介: 马兴(1981—), 男, 河南人, 硕士, 从事自动控制和计算机应用技术研究。

器、PLC 控制系统、皮带轮机构、下药机构和平整药机构等组成。通过 PLC 控制步进驱动器，对防爆步进电机进行控制。步进驱动器可以选择不同的步距角，在 PLC 程序中对防爆步进电机采用三段式控制，通过设定每段的周期来改变皮带送药的速度，这样既能快速送药满足较大称量值的需要，也能慢速送药满足较小称量值的需要。

2.2 气动震盘送药技术

采用多通道的气动震盘，并配多个料槽。在皮带送药进行粗加药时，启动气动震盘固定的时间，在一个精加料槽中存储一定量的药。当皮带送药进行粗加药完成时，如果接药盒中的药量与设定的称药量相比，相差较多时，可以先把精加料槽中存储的药放入接药盒，再启动气动震盘进行精加药，从而减少精加药的时间，提高生产效率。

2.3 在一定范围设置称药量值进行称量技术

控制系统将依据设置的称药量值分段处理，可以划分为 3 段：小药量段、中药量段和大药量段。对于小药量段，系统控制防爆步进电机以一定转速运行，通过平整药机构完成对小药量段的称量，能满足称量节拍和精度的要求；对于中药量段，系统需要对防爆步进电机进行调速，先调高防爆步进电机速度进行快速粗加药，在接药盒中的药量达到一定量后，再调低防爆步进电机速度进行慢速粗加药，通过对防爆步进电机速度的调整和平整药机构，能满足中药量段的称量节拍和精度；对于大药量段，系统先升起平整药机构，对皮带上的药不进行平整，并调高防爆步进电机速度实现快速大剂量的粗加药，在接药盒中的药量达到一定量后，再降下平整药机构，同时调低防爆步进电机速度，进行慢速小剂量粗加药，从而能满足大药量段的称量节拍和精度。

3 系统控制策略

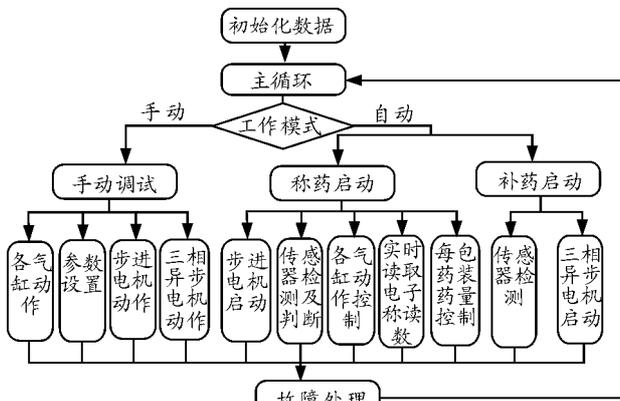


图 3 PLC 程序流程图

由于在动态自动称量过程中，需要实时地检测称药盒中的药量，故需要通过 PLC 对防爆电子称实时地读数，根据读数值来控制皮带送药和气动震盘加药。控制系统 PLC 程序流程图如图 3 所示。

3.1 粗加药与精加药比重的控制方法

控制称量机称量的速度和精度的关键是如何合理选定粗加药、精加药的比重^[2]。称量的速度由粗加药占称药设定值的百分比多少所决定。粗加药送得多，称量速度快，但易造成过送超差；反之，称量速度慢，生产效率低。根据经验数据，对小药量段，粗加药的最佳值为设定值减去最大称量值的 12%。这时，发射药自动称量机可以按较高的速度准确地进行称量。

当电子称的称量值为 P 时，停止送药。最终接药盒中的实际重量为：

$$P_m = P - P_g + P_1 \tag{1}$$

其中： P_m 为接药盒内药的实际重量； P 为送药停止时电子称的称量值； P_g 为药的落体力； P_1 为送药停止时已经送出但未落入接药盒的药重量。

P_g 和 P_1 是由药的比重以及送药的速度等因素所决定的。而当同种颗粒药的送料速度一定时，其值是基本稳定的。为了使 P_m 等于或接近设定的目标值，采用逐次逼近法调节 P 进行逼近。假如 A 是称量的目标值， A_n 是第 n 次送药停止后接药盘内物料的实际重量， B_n 是第 n 次送药停止工作时电子称的称量值，则第 $n+1$ 次送药应在电子称的称量值为 $B_{(n+1)}$ 时停止送药：

$$B_{(n+1)} = B_n + \delta_1(A - A_n) + \delta_2(A - A_{(n-1)})^2 + \delta_3(A - A_{(n-2)})^3 + \dots \tag{2}$$

由于 $\delta_2, \delta_3, \dots, \delta_n$ 数值很小，近似等于 0，为了简化计算机的运行，实际编程时省略 2 次以后的运算，采用一次逼近算法。

假如，第 n 次称量，电子称的重量为 C_n 时，步进电机停止工作，粗加停止送药，经过 $t = 1.5\text{ s}$ 后，接药盒基本稳定，测得的称量值为 D_n ，其值近似等于接药盒的实际重量，则第 $n+1$ 次粗加送药停止的称量值 $C_{(n+1)}$ 为：

$$C_{(n+1)} = C_n + K_1 \times (D - D_n) \tag{3}$$