

## 【其他研究】

## 一种发射药高精度计量称装药技术

朱全松, 虞波

(中国兵器工业第五八研究所, 四川 绵阳 621000)

**摘要:**针对目前国内大口径枪弹生产厂家在枪弹发射药装配过程中采用计量板(容积式)直线拉动装填发射药时,存在装药重复精度差,且不能确保每一发药量的准确性,严重影响了产品的质量等问题,提出了一种新的快速准确称装药技术。该技术采用凸轮原理推动计量板装药,同时通过高精度荷重传感器对装填的发射药进行精确在线称量,既提高了装药精度,又使装药药量得到了保障,提高了最终产品的质量。

**关键词:**机枪弹;发射药;计量板装药

**中图分类号:** TJ410

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006-0707(2011)09-0133-03

作为现代战争中的常规弹种,机枪弹在战争中往往使用最多,故成品枪弹质量的好坏对一场战争的胜利和战士的生命都有一定的影响,所以在枪弹制造过程中,必须对枪弹质量进行控制。而决定枪弹最终质量的关键就是发射药的装填。

目前,国内大口径枪弹生产厂家在枪弹自动装配中一般采用计量板(容积式)直线拉动方式装填发射药,其缺点在于装药重复精度低,且不能确保每一发药量的准确性,影响了产品的质量。为了保证产品质量,生产厂家不得不花费大量的人力,加大生产过程中的产品抽检量,使劳动强度增大,但

也容易出现漏检的情况。为了提高发射药的装药精度,保证产品质量,必须采用新的称装药技术来对机枪弹发射药进行装填。

## 1 总体技术方案

在机枪弹发射药装填过程中,为保证发射药装药质量,从2个方面进行了考虑。首先考虑计量板装药的精度,采用了凸轮原理来推动计量板装药,其次采用了高精度荷重传感器对药量进行实时在线检测。系统工作流程如图1所示。

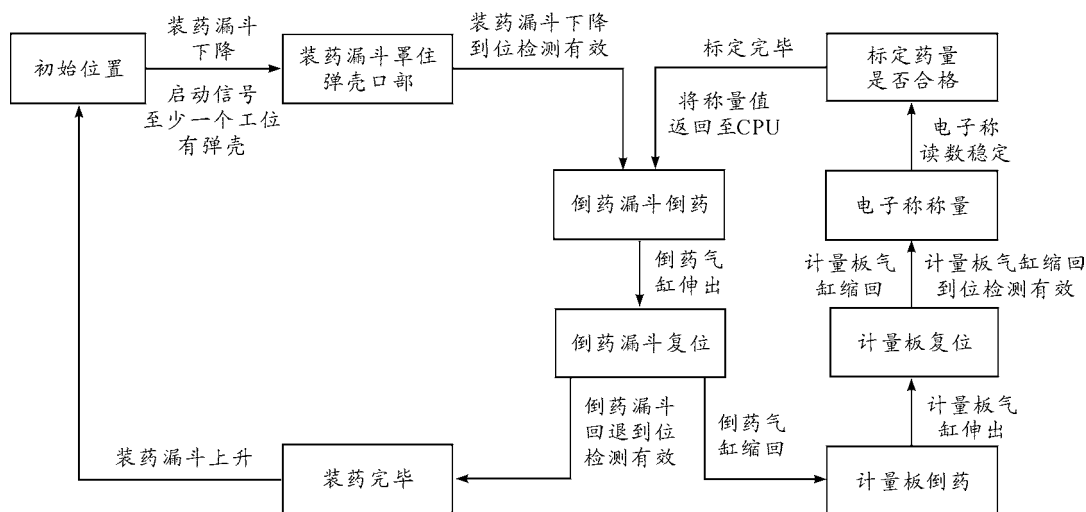


图1 系统工作流程

生产时,控制系统控制凸轮机构带动计量板运行,通过计量板将发射药从装药漏斗定容转移到装药漏斗中,通过高

精度荷重传感器读取漏斗中的药量,从而判断当前药量是否合格,同时对当前药量进行记录,并提供给操作者作为计量

收稿日期:2011-06-16

基金项目:国防基础科研(C1020110001)

作者简介:朱全松(1978—),男,工程师,主要从事高危产品自动控制技术研究。

板容积调整的依据。

## 2 凸轮控制技术

由于计量板装药量的稳定性直接影响到整个发射药称装的成品率,而计量板装药机构中的振动凸轮对装药量和精度都有着重要影响,因此凸轮的设计在整个设计过程中异常重要。凸轮机构的设计步骤是根据工作要求选定合适的凸轮机构形式、从动件运动规律和有关的基本尺寸,然后根据选定的从动件运动规律设计出凸轮应具有轮廓曲线。

下面以从动盘形凸轮机构为例,说明从动件的运动规律与凸轮轮廓曲线之间的相互关系。如图2所示,以凸轮回转中心为中心,以凸轮上最小向径 $r_{\min}$ 为半径所做的圆为基圆, $r_{\min}$ 称为基圆半径。当顶尖与凸轮轮廓上的A点相接触时,从动件处于上升的起始位置。当凸轮以等角速度旋转时,从动件尖顶被凸轮轮廓推动,以一定的运动规律由离回转中心最近位置A到达最远位置B',这个过程称为推程, $\delta_i$ 称为推程运动角。以此类推,当凸轮继续回转 $\delta_s$ 时,发生远休,称为远休,对应的 $\delta_s$ 称为远休止角。当凸轮继续旋转运动将出现回程运动角和近休,出现近休止角。此后随着凸轮的旋转,上述运动将重复进行,使从动件按照预定规律运动。如果以直角坐标系的横坐标表示时间 $t$ ,以纵坐标表示从动件位移 $s_2$ ,做出函数曲线,将得到从动件的位移图。

由以上分析可知,从动件的位移线图取决于轮廓曲线的形状。也就是说,从动件的不同运动规律要求凸轮具有不同的轮廓曲线。如果要实现先期预定的机器功能,在明确了从动件的运动规律后,就可反过来设计出满足要求的凸齿轮。

在满足装药机设计功能的前提下,设计人员设定凸轮从动件(计量板)的运动规律为等速与等加减速相结合的复合运动规律。下面就凸轮从动件所发生的运动进行理论推导,以便能得到确定凸轮外形轮廓的相关参数。

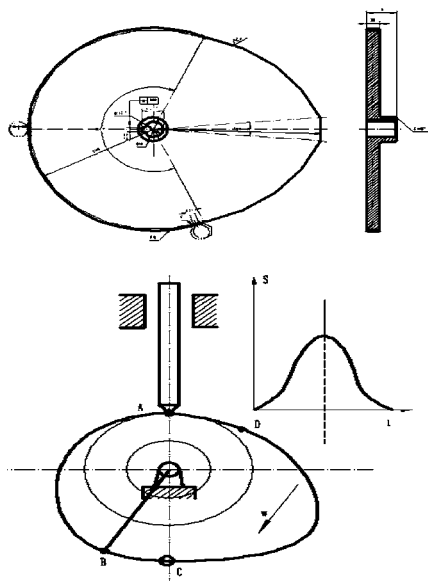


图2 计量板装药机凸轮设计示意及运动规律

### 2.1 等速运动规律

推程时,凸轮转过推程运动角 $\delta_i$ ,从动件升程为 $h$ ,若以 $T$ 表示推程时间,则等速运动时,从动件的速度 $v_2 = v_0 = \frac{h}{T}$ ,

从动件的位移 $s_2 = v_0 t = h \frac{t}{T}, a_0 = \frac{dv_2}{dt} = 0$

凸轮匀速转动时, $\omega_1$ 为常数,故 $\delta_i = \omega_1 t, \delta_i = \omega_1 T$ 。将这些关系代入上式便可以得到凸轮转角 $\delta_i$ 表示从动轮的从动件运动方程

$$s_2 = \frac{h}{\delta_i} \delta_i$$

$$v_2 = \frac{h}{\delta_i} \omega_1$$

$$a_2 = 0$$

回程时,凸轮转过回程运动角 $\delta_h$ ,从动件相应由 $s_2 = h$ 减小到0,可导出从动件的运动方程

$$s_1 = (1 - \frac{\delta_1}{\delta_h}) h$$

$$v_2 = \frac{h}{\delta_h} \omega_1$$

$$a_2 = 0$$

由运动方程可知,从运动推程开始点,速度由0突变为 $v_0$ ,故 $a_2 = +\infty$ ;推程终止点速度突变为0, $a_2 = -\infty$ ,使凸轮受到极大冲击,这种冲击称作刚性冲击。因此这种运动规律适用于低速轻载凸轮机构中,而在运动开始和终止段应该用其他的运动规律过渡。

### 2.2 等加速、等减速运动规律

为保证凸轮运动的平稳,这种运动规律通常应该使从动件先作加速,后作减速运动,设加速与减速段凸轮的运动角及从动件的行程各一半。

从动件推程的前半行程作等加速运动时,经过的时间为 $T/2$ ,对应凸轮转角为 $\delta_i/2$ 。将这些参数代入位移方程 $s_2 = \frac{1}{2} a_0 t^2$ ,可得

$$\frac{h}{2} = \frac{1}{2} a_0 \left(\frac{T}{2}\right)^2$$

$$a_2 = a_0 = \frac{4h}{T^2}$$

将上式积分2次,并令

$$\delta_1 = 0$$

$$v_2 = 0$$

$$s_2 = 0$$

便可得前半程从动件作等加速运动时的方程为

$$v_2 = \frac{4h\omega_1}{\delta_i^2} \delta_i$$

$$s_2 = \frac{2h}{\delta_i^2} \delta_i^2$$

$$a_2 = \frac{4h\omega_1}{\delta_i^2} \delta_1^2$$

参照上式,可以推导出推程等减速、回程等加速、回程等减速段的运动方程。

在选择从动件运动规律时,必须明确实现预定功能所需要的运动规律,在装药机设计中,采用凸轮推动计量板运动的方式是为了将药粒顺利地装入到弹壳内。由于对装药的精度要求很高,故必须在凸轮的设计过程精确计算出计量板来回运动的时间  $t$  和位移  $s$ ,将这些参数代入从动件的运动方程,便可求得运动方程内的有关凸轮外形轮廓的参数  $r_{\min}$ 、 $\delta_i$ 、 $\delta_h$ 、 $h$  等,然后根据这些参数便可模拟出凸轮的外形轮廓。

### 3 基于复合滤波原理的称量技术

在传感器获取药量信息后同 PLC 的通讯过程中,由于同时通讯的通道多、现场环境复杂等,往往会使最终处理器所获取的药量数据准确性下降,为保证每发弹所装填药量的有效性,对获取的药量数据采用了复合滤波算法。

本系统采用了 2 种滤波算法,分别是程序判断滤波以保证药量采样信息的初步有效和限速滤波来获取最终的药量信息。本系统采样周期为 50 ms,首先根据系统预设的  $\Delta T$  将不符合的采样过滤掉,若本次采样数据  $T_i$  同标准药量  $T_h$  的绝对值偏差不超过  $\Delta T$ ,则认为当前采样数据是有效的,如超过  $\Delta T$  则认为采样无效,这样就可使由于随机干扰、误检测或变送器不稳定引起采样信号严重失真时获取的无效数据被过滤掉。程序判断滤波后的数据则通过采样限速滤波的处理方法来获取最终的药量。限速滤波是把当前采样值与前 2

次采样值  $T_{n-1}$ 、 $T_{n-2}$  进行综合比较,取差值的绝对值  $\Delta T$  作为比较依据取得结果值,如以下公式所示:

$$T = \begin{cases} T_{n-1}, & |T_{n-1} - T_{n-2}| \leq \Delta T \\ T_n, & |T_{n-1} - T_{n-2}| > \Delta T \text{ 且 } |T_n - T_{n-1}| \leq \Delta T \\ (T_{n-1} + T_n)/2, & |T_{n-1} - T_{n-2}| > \Delta T \text{ 且 } |T_n - T_{n-1}| > \Delta T \end{cases}$$

### 3 结束语

本文所述发射药称装药技术通过凸轮推动原理带动计量板装药及基于复合滤波技术在线对发射药进行实时称量,比起传统的计量板装药技术,大大提高了装药精度并使药量得到了保证,提高了枪弹成弹产品质量。该技术已在国内某枪弹制造厂成功应用,并起到了良好的经济效益及社会效益。

### 参考文献:

- [1] 彭旭,高丰.基于连续动态旋转结构的枪弹自动装药技术[D].兵工自动化,2010(7):6-8.
- [2] 张登峰,刘文波,王执铨.火工品装药计量板模糊控制器的设计[D].火力与指挥控制,2002(4):55-58.
- [3] 张建钢.计算机辅助设计凸轮机构[J].机械设计,1992(4):35-38.
- [4] 杨纪明,吴军辉.一种新型智能电子秤的设计[J].工业仪表与自动化装置,1999(2):54-56.

(责任编辑 周江川)

(上接第 132 页)

### 参考文献:

- [1] 第二炮兵人才学[M].北京:解放军出版社,2004.
- [2] 彭佃权.着眼提升核心军事能力加强人才队伍建设[J].军队政工理论研究,2010(1):19-21.
- [3] 周家法.军队基层管理[M].长沙:国防科技大学出版社,2002.
- [4] 邹志国.论我军高科技人才的管理[J].南京政治学院学报,2004(3):52-54.
- [5] 徐金河.基于 GRA 和 AHP 的港口物流能力评价研究[J].重庆工商大学学报:自然科学版,2009,26(5):508-513.

- [6] 黄世国.基于模糊层次分析法的建筑企业安全管理评价[J].重庆工学院学报:自然科学,2009,23(3):52-55.
- [7] 程广利.改进的层次分析法在水下信息战人才胜任力评估中的应用[J].兵工自动化,2010,29(3):10-12.
- [8] 张卓,高鹰,张杰.一种基于改进型模糊层次分析法的装备维修策略[J].兵工自动化,2010,29(1):50-52.
- [9] 李浩,王公宝.基于模糊 AHP 评判的外军航母编队作战效能评估[J].兵工自动化,2009,28(3):26-28.
- [10] 韩中庚.数学建模方法及其运用[M].北京:高等教育出版社,2009.

(责任编辑 刘 舸)