

doi: 10.7690/bgzd.2016.04.017

# 一种转子式弹头长度及质量在线快速检测分选技术研究

夏志勇, 刘彬, 曾云翔, 晏希, 余海勇

(中国兵器工业第五八研究所弹药自动装药技术研究应用中心, 四川 绵阳 621000)

**摘要:** 为提高小口径枪弹弹头长度和质量的检测效率和检测精度, 研究了转子式弹头长度及质量在线快速检测分选技术, 并在此基础上设计了弹头长度及质量在线快速检测分选系统。介绍系统的结构组成、在线长度及质量检测原理; 通过对高速上料技术、转子式快速检测技术和螺旋转向等关键技术的研究, 提高系统的在线快速检测分选的节拍和精度, 并进行样机测试结果分析。分析结果表明: 转子式弹头长度及质量在线快速检测分选系统对小口径枪弹弹头长度和质量的在线检测节拍可以达到 240 发/min, 在该节拍下其长度检测精度为  $5 \times 10^{-6}$  m, 质量检测精度为 0.01 g, 小口径枪弹弹头在线检测的效率和检测精度有了大幅提升。

**关键词:** 转子; 弹头; 长度检测; 质量检测; 分选

**中图分类号:** TJ410.6 **文献标志码:** A

## Research on an Online Rapid Detection Technology of Warhead Length and Weight by Rotor Type

Xia Zhiyong, Liu Bin, Zeng Yunxiang, Yan Xi, Yu Haiyong

(Research & Application Center for Ammunition Automatic Charging & Assembly, No. 58 Research Institute of China Ordnance Industry, Mianyang 621000, China)

**Abstract:** The online rapid detection technology of warhead length and weight by rotor type was researched for improve efficiency and precision of detection of the small-bore bullet slug's warhead. And a system of online rapid detection for warhead length and weight was desired on the basis. The structure of the system and the principle of online length and weight detection were introduced on the paper. The beat and accuracy of the on-line detection and sort system based on some key technology were researched, such as technology of high speed feeding, technology of rapid detection by rotor type and technology of towards by spiral. The results of test by prototype show: The beats of length and weight on-line detection for small-bore bullet slug by system of online rapid detection for warhead's length and weight can reach 240/minute, the precision of length detection is  $5 \times 10^{-6}$  m, and the accuracy of weight detection is 0.01g under the beat. The detection efficiency and detection accuracy of small-bore bullet warhead on-line detection have improved much by the system, and it is a technological breakthrough in cartridge detection. It has practical significance for improvement of quality and efficiency of cartridges production.

**Keywords:** rotor; warhead. length detection; weight detection; sorting

### 0 引言

弹头的长度和质量是弹头的重要指标, 对射击精度有直接影响。不合格的弹头甚至会造成枪械损坏和安全事故, 故弹头装配中对其长度质量的检测显得尤为重要。目前, 国内对小口径枪弹弹头的长度和质量检测大部分还停留在单机机械式测量方式, 其检测效率和检测精度过低也成为制约当前弹药自动化生产程度继续提高的瓶颈; 因此, 国内对快速高精度的弹头长度及质量检测及分选技术的需求日显迫切。

余海勇等采用反射型光纤传感器实现了弹头壳内药量的在线快速检测<sup>[1]</sup>; 晏希等采用转子式的检测机构实现装药量的高速高精度控制<sup>[2-3]</sup>; 周森等建立虚拟检测面模型和三维位移场模型, 设计一种利用激光扫描的大尺寸圆柱体长度检测实验装置<sup>[4-5]</sup>; 孔森等则将动态称量技术进行了研究并将其运用于枪弹自动生产的检重工序<sup>[6-8]</sup>。但目前对小口径枪弹

弹头的长度和质量进行快速在线检测并及时分选的研究还较少; 因此, 笔者利用转子式检测技术设计了小口径枪弹弹头的长度和质量快速在线检测分选系统, 可以解决弹头检测精度与检测效率间的矛盾, 提高弹头生产线的质量和效率。

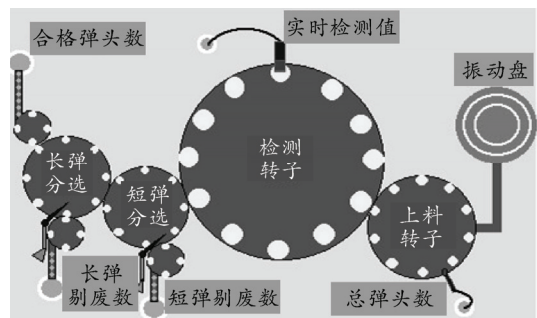


图 1 弹头上料及长度检测分选系统

### 1 系统设计及工作原理

#### 1.1 结构组成

本小口径枪弹弹头的长度和质量检测分选系统

收稿日期: 2016-02-04; 修回日期: 2016-03-07

作者简介: 夏志勇(1987—), 男, 湖北人, 硕士, 助理工程师, 从事弹药相关技术及工业自动化研究。

主要由弹头上料系统、长度检测分选系统和质量检测分选系统组成。长度检测分选系统结构采用转子式快速检测技术,包含长度检测和分选2部分结构。图1所示为弹头上料及长度检测分选系统,图2为弹头质量检测分选系统。

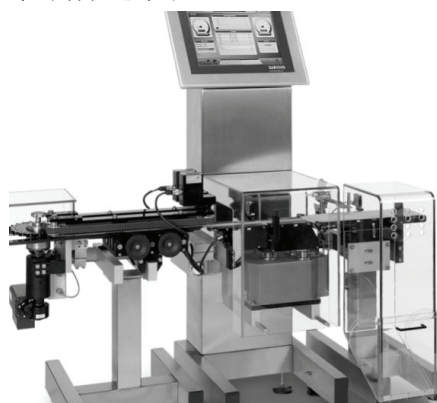


图2 弹头质量检测分选系统

弹头在各组成结构间自动传输,依次完成各个工序,形成完整的弹头长度及质量检测分选系统。

### 1.2 弹头检测流程

弹头生产线上完成小口径枪弹弹头装配后进入长度及质量检测分选系统,分别检测弹头的长度和质量,并分选出超标弹头,其工作流程如图3。

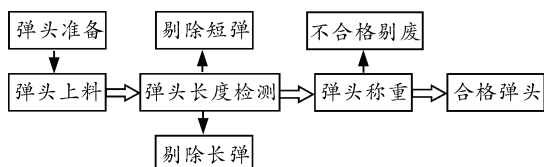


图3 弹头长度及质量检测分选系统工作流程

### 1.3 长度及质量检测原理

#### 1.3.1 长度检测原理

对弹头的长度检测,系统采用松下 OD2-50W10 型激光位移传感器,其检测不受光点的光量分布的影响,合适动态检测条件。通过缩短测量范围的方法减小检测误差,使用标准弹头标定测量基准面,通过测量各弹头的相对高度位移计算其实际长度。检测原理如图4所示。

用标准弹头标定获取被测弹头长度基准,即基准长度  $L_0$ ,测得实际弹头定点的位移为  $X$ ,则有

$$L = L_0 + X. \quad (1)$$

式中  $L$  为弹头的实际长度。

系统同时对每发经检测的弹头使用编码器编码,根据处理器判定弹头的类别属于合格品还是不合格品(超长或者超短)。弹头运转至相应类别弹头

出口时,选分机构作出对应动作完成分选。

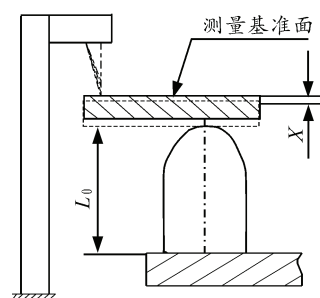


图4 弹头长度检测示意图

#### 1.3.2 质量检测原理

系统采用高精度电子计量称在线测量弹头的质量,根据称量结果分选出超标产品。同时,系统将称量数据反馈至控制系统的处理器中进行各类弹头的数量、质量分布特性等相关数据分析。

为提高小口径枪弹弹头质量检测精度,系统采用三级分离式称量技术。如图5所示,弹头先后进入调整级、称量级和处理级。调整级将弹头调整至平稳状态,提高质量检测精度。处理级的作用是根据称量结果对弹头进行分选。

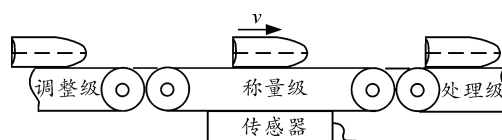


图5 弹头质量检测原理

试验结果表明<sup>[6]</sup>,弹头在运动中质量测量值变化规律如图6所示。

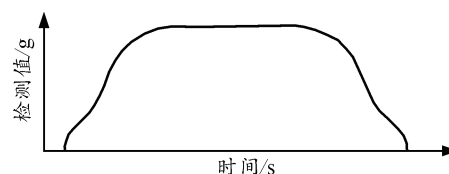


图6 弹头动态称量值变化曲线

可见,弹头质量称量值呈现先上升后下降的变化趋势,中间段数值趋于稳定,由于两端分别处于进入和离开检测区域,此时测量值不稳定;因此,选取中间区域时的质量检测值作为最终结果,更加符合实际弹头质量。本检测系统为减小误差选取稳定区域内多个检测点采样,求采样数据的平均值。

为判别出检测稳定区域,本系统中利用限幅滤波的方程得到拐点和检测稳定区域。

限幅滤波的方程为

$$L(i) = \begin{cases} L(i) | L(i) - L(i-1) | \leq A \\ L(i-1) | L(i) - L(i-1) | > A \end{cases}. \quad (2)$$

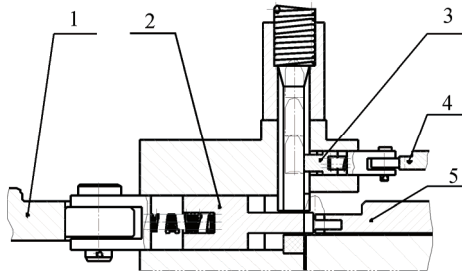
式中： $i$  为采样次序； $L$  为采样值； $A$  为设定的采样最大偏差，本研究中  $A$  值设定为 0.012。

当连续 2 次采样数据差值小于  $A$  时，表明被检弹头已进入稳定区域，本次采样数据有效。继续采样分析，通过求有效数据平均值得弹头质量检测值。

## 2 系统关键技术研究

### 2.1 高速上料技术

目前枪弹生产线中普遍采用花盘供料方式，但其节拍仅有 60~70 发/min，且卡料频繁，该方式难以满足转子式快速检测供料要求。本系统中采用振动盘供料，经上料机构送入上料转子后进入检测转子。高速上料机构如图 7 所示。



1. 推弹凸轮；2. 推弹杆；3. 压弹杆；4. 压弹凸轮；5. 上料转子。

图 7 弹头上料机构

小口径枪弹弹头在上料振动盘内自动完成竖直排列，头部朝上，沿弹簧管进入弹头上料机构。当主设备运行时，压弹凸轮将倒数第 2 发弹头固定，在推弹凸轮作用下弹头被推入弹头上料转子的弹槽内，完成一次弹头上料。压弹凸轮与上料转子固定于同一转轴上，而上料转子、推弹凸轮和检测转子间均通过齿轮传动，速比固定，当提高弹头检测转子的转速时，对弹头上料无影响。

本弹头上料技术的上料节拍可达 240 发/min，满足本检测分选系统的弹头上料节拍要求。

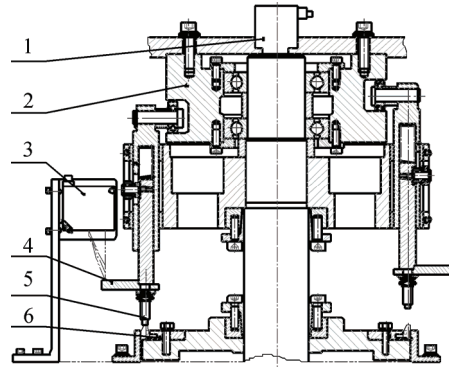
### 2.2 转子式快速检测技术

如图 8 所示，转子式长度检测机构包含检测转子、凸轮、检测杆、照射块、光纤位移传感器和编码器等组成部分。弹头经上料转子进入检测转子后被固定在弹槽内随转子转动，同时检测杆在凸轮的作用下旋转并向下运动，直到检测杆下端面与弹头尖接触后压缩检测杆上部的弹簧后停止继续下压。

图 8 中，照射块与检测杆连接为一体，通过激光位移传感器测量检测快垂直方向的相对位移，再根据公式 (1) 测得弹头的长度。

检测转子上设计有 12 弹槽，转子运转一周便可

完成 12 发弹头的长度检测，提高了检测效率。当弹头检测节拍为 240 发/min 时，检测转子的转速为 20 r/min，低转速有利于弹头在检测转子上保持中心轴线竖直的稳定状态，同时减小照射块对弹头的冲击作用，减小检测误差，提高长度检测精度。



1. 编码器；2. 凸轮；3. 激光位移传感器；4. 照射块；5. 检测杆；6. 检测转子。

图 8 转子式弹头长度检测

### 2.3 螺旋转向技术

试验结果表明：弹头在动态质量检测时，弹头姿态对检测结果有较大影响，当弹头水平且弹尖与运动方向一致时，检测结果最符合实际质量。本系统中弹头在质量检测的上道工序长度检测时，其姿态为弹头尾部朝下；因此，需要将弹头尾部朝下的姿态旋转 180° 调整为弹尖朝下的姿态。

本系统中弹头转向采用螺旋转向技术如图 9。弹头完成长度检测后由出弹槽挤出，此时弹头整齐排列为弹尖向上。由于不断有检测完成的弹头进入出弹槽，弹头就被挤压进入螺旋转向槽，弹头在其内部水平方向运动的同时，弹头中心轴线也随螺旋槽旋转，运动至螺旋转向槽出口时弹头竖直方向完成 180° 旋转，弹头姿态调整为弹尖朝下。最后弹尖朝下的弹头沿弧形滑管滑至系统的高精度电子计量称的调整级皮带上，此时弹尖与皮带运动方向一致。

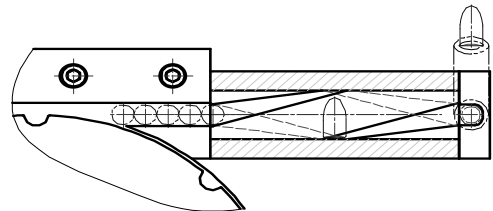


图 9 螺旋转向机构

## 3 测试结果分析

为验证该系统的性能，笔者进行了样机制造并进行测试。测试时将检测节拍设定为 240 发/min。