

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2010.07.003

# 基于连续动态旋转结构的枪弹自动装药技术

彭旭, 高丰

(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:** 针对国内现有枪弹发射药装药技术与设备的不足, 提出一种基于高速转子式结构的定容装药技术。分析新型结构原理的阐述与样机实验数据, 并以某型号枪弹为例, 进行数理统计及分析。结果表明, 该技术可实现旋转连续动态精装药, 根据该技术研发出的实验样机效率最高可达 240 发/min, 精度为  $\pm 0.02$  g, 各项技术指标均达到国内领先水平。

**关键词:** 枪弹; 连续旋转; 定容; 自动装药

**中图分类号:** TJ410.3<sup>+</sup>4 **文献标识码:** A

## Automatic Bullet Charging Technologies Based on Continuous Dynamic Rotor Structure

Peng Xu, Gao Feng

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

**Abstract:** Aiming at shortages of bullet propellant charging in present China, introduce a constant volume charging technique based on high rate rotor structure. Analyze new structure principle and prototype test data. Take certain type bullet as example and carry out mathematical statistics and analysis. The result shows that the technology can realize the rotate continuous charging. Its test efficiency could achieve 240 pieces/min, while the precision could realize  $\pm 0.02$  g, all the technical indexes have listed at China's top levels.

**Keywords:** bullet; long running; constant volume; automatic charging

### 0 引言

发射药装填是枪弹全弹装配工艺过程中最重要的环节之一, 枪弹发射药装药的效率与精度直接关系到枪弹生产效率与打击精准性。目前, 在枪弹自动装配中, 国内枪弹企业通常采用 2 种发射药装填方式: 直线步进式结构的计量板定容装填方式、荷重传感器在线称量式装填方式。由于 2 种方式都不能同时满足对装药精度与效率的要求, 与国际先进水平存在较大差距, 故针对某型号小口径枪弹的加药精度与生产节拍要求, 提出一种基于高速转子式结构的定容装药技术。

### 1 系统设计

#### 1.1 总体思路

以某型号枪弹发射药装填要求为例, 精度要求  $\pm 0.02$  g, 并且对变批相应时间、药量调节速速均有一定要求。

根据计量板加药原理, 综合考虑发射药进入弹壳所需时间, 既要保证高速环境下的计量精度, 又

要考虑装药效率及快速可调性。故将弹壳物流时间与装药时间完全叠加重合, 可大幅度提高装药效率; 并且, 旋转式计量板可实现精确快速调整, 可满足对装药精度及效率的要求。

#### 1.2 设备结构设计

##### 1.2.1 转子式结构装药机原理

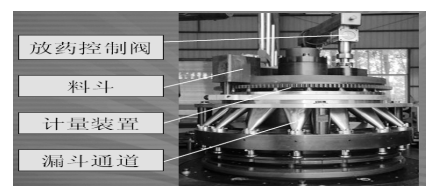


图 1 装药机结构原理

如图 1, 该装置的独特性在于每个测量和装药模块都直接与料斗、弹壳相连。药斗静止, 计量装置及漏药通道、弹壳同步旋转, 可保证装药的快速连续性。此外, 定容计量装置能进行快速精确调节。在转子 360° 旋转过程中, 发射药从料斗连续地运送到弹壳中, 这个过程是靠发射药自身重力来完成的, 可分为 2 个阶段: 1) 从料斗到计量装置的阶段;

收稿日期: 2010-03-05; 修回日期: 2010-04-12

基金项目: 国防基础科研 (B1020060366)

作者简介: 彭旭 (1975-), 男, 重庆人, 高级工程师, 1999 年毕业于北京理工大学, 从事工业自动化及弹药相关技术研究。

2) 从计量装置到弹壳的阶段。在这 2 个阶段中, 装药与放药的过程是连续同步的。

在整个装药过程中, 设该装置旋转速度  $\omega=15$  r/min, 发射药竖直方向降落的高度  $h=200$  mm, 发射药从开始降落到落入弹壳内时间为  $t$ 。

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad (1)$$

将参数数值代入式 (1),  $t=0.2$  s。

设定 240 发/min 的装药效率, 并才用 16 工位装药计量板, 则旋转速度  $\omega=15$  r/min, 一发弹壳完成装药运行弧度为  $s$ 。

$$s = \omega t \quad (2)$$

将  $\omega=15$  r/min(即 0.25 r/s),  $t=0.2$  s 代入式 (2), 得到  $s=0.05$  r, 即一发弹壳完成装药运行弧度仅为 1/20 圈, 装药速度完全超过设计要求的 1/4 圈。

### 1.2.2 旋转称量装置

称量装置采用定容环形计量板式, 工位数 16, 如图 2, 装药转子旋转一周, 可完成 16 发弹壳装药。

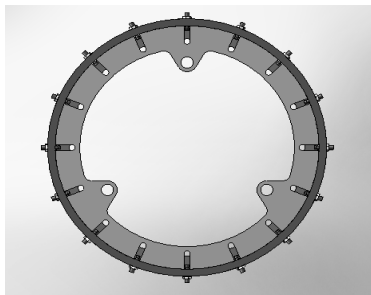


图 2 环形计量板结构原理

根据发射药相对密度  $\rho_{\text{相对}}$  以及所需质量  $M$ , 可以计算出装药容积  $V_{\text{相对}}$ :

$$V_{\text{相对}} = M \div \rho_{\text{相对}} \quad (3)$$

从而可计算出计量板 16 孔的所需容积, 由于发射药不同批次的相对密度会发生一定的微小变化, 在质量要求相同的情况下, 计量容积要求随之变化, 故要求计量板在一定范围内可实现快速可调。

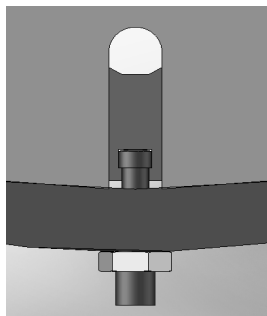


图 3 计量孔定容可调结构示意图

如图 3, 每个计量孔由计量板主体与计量定位块的间隙形成, 计量定位块为可径向运行, 其运行的位移由与其连接的调节螺钉旋转实现。螺钉每旋转一定角度, 计量孔容积就随之发生一定变化, 以实现快速变批响应。

## 2 实验分析与结论

### 2.1 实验目的

以某型号枪弹为实验研究对象, 通过大量的自动装药实验, 测试转子式装药机计装药精度及重复精度, 并分析能影响转子装药精度的各种因素。

### 2.2 实验方法

将装药机旋转速度调节至 160 发/min 速度平稳运行, 将发射药放置在暖气片上进行半小时烘干。将该机 16 个计量孔调节至 1.7 g (此值为实验设定值, 非此类型枪弹实际装药量) 装药范围内, 随机抽取 320 发合格弹壳, 按照每组 16 发, 共计 20 组进行连续分批装药, 按照该方法重复测试 5 组, 共计 1 600 发。

采用精度为 0.001 g 的电子天平, 将弹壳内发射药放入自制容积内进行测量, 测量数据分组记录并进行数理统计, 完成实验并提出分析报告。

### 2.3 实验数据及分析

随机抽取一次实验数据进行数理统计及分析, 数据分析如图 4。

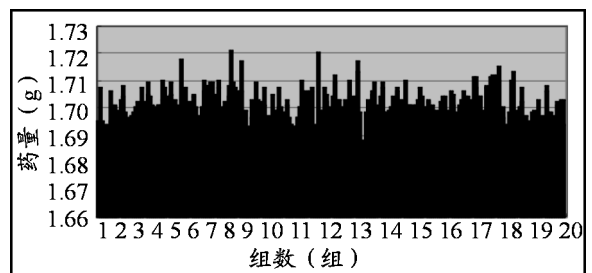


图 4 320 发药量分布图

1) 320 发弹药量平均值为 1.701 g, 最大值为 1.721 g, 最小值为 1.683 g, 极差值 0.038 g;

2) 1~16 计量孔, 各计量孔极差值平均 0.015 g, 最大为 0.037 g, 最小为 0.008 g;

3) 计量孔 8 号、12 号各出现一次跳差, 跳差值分别为 1.720 g、1.721 g。

### 2.4 实验结论

实验结果证明: 装药转子在转速为 160~240 发/min 的转速下, 装药精度、重复精度均满足设计

要求。装药精度可达±0.02 g，药量调节范围 0.5 g，跳差出现的概率为 1/500，满足企业对发射药装药这一工艺过程的要求。跳差原因与装药压力存在一定关系，具体原因还有待进一步研究。

### 3 结束语

该技术及装备可实现小口径枪弹高速旋转连续动态精装药，各项技术指标均达到国内领先水平，在装药效率方面与欧洲同类型装置无明显差异。该装置能广泛应用于大中口径枪弹及相关民爆、火工品的装药过程，将显著提高我国小口径枪弹的整体

生产能力。

### 参考文献：

\*\*\*\*\*

- [1] 王泽山, 等. 火药装药设计原理与技术[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2006.
- [2] 高丰. 基于高速转子式结构的小口径枪弹装药装配设备与技术研究[J]. 兵工自动化, 2009, 11(4): 1-4.
- [3] 哈里斯. 汴荣宣 译. 美国枪弹生产的现代化[J]. 美国步枪手, 1979(11): 4-18.
- [4] 马云富. 我国弹药装药装配技术现状及发展对策[J]. 兵工自动化, 2009, 28(9): 1-3.
- [5] 张洪林, 刘宝民, 焦宗平. 双模块装药弹道设计[J]. 四川兵工学报, 2009(7): 45-47.

\*\*\*\*\*

(上接第 5 页)

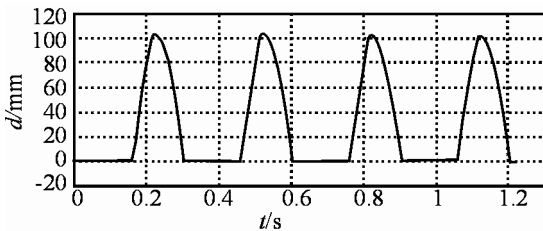


图 6 拨弹板位移曲线

从图 3、图 4 的仿真结果可以看出连发射击时炮闩的运动过程，拉发射手柄发射后，炮闩及其它后坐组件在弹簧力的作用下向前复进，且速度逐渐增大，炮闩在复进过程中推炮弹进入膛后，在预定位置击发炮弹。图 3 中的标注 1 为击针撞击底火炮弹发火的位置，发火后，在火药气体的作用下炮闩的复进速度迅速减小，图 3 中的标注 2 为炮闩前冲到位，开始后坐，同时拨动板开始返回；图 3 中的标注 3 和图 4 中的标注 4 均有一个振荡过程，表示炮闩后坐到位以后，在弹簧力的作用下会使后坐组件向前运动，而此时加强机还没有向后运动到位，击发阻铁仍在槽内与挡铁配合限制上连杆的运动，进而会使后坐组件（包括炮闩）向前运动受阻发生的前后振荡，待加强机运动到位使击发阻铁解脱对上连杆的限制后，后坐组件开始复进进入下一个射击循环。图 5 中的标注 5 表示拨弹板向右移动时，当拨弹齿与下一发弹箍作用时阻力发生变化而引起的速度变化，拨弹齿越过下一发弹箍后向上抬起恢复正常。

### 4 结论

根据某火炮自动机机构动作，对火炮自动机虚

拟样机的建模和仿真进行了初步探讨，建立了该自动机的发射动力学模型，并证明了所建模型的正确性，通过仿真得到满意的结果。该研究对该武器进行有限元分析、结构参数优化、疲劳寿命以及可靠性分析等奠定了坚实的基础。

### 参考文献：

- [1] 陈锦喜, 王瑞林, 李永建. 基于 ADAMS 的某榴弹发射器虚拟样机仿真及其动力学特性分析[J]. 军械工程学院学报, 2007, 19(6): 42-45.
- [2] 张军挪. 某型重机枪结构动力学仿真与参数优化[D]. 石家庄: 军械工程学院, 2007: 73-95.
- [3] 曾晋春, 杨国来, 王晓锋. 某火炮自动机虚拟样机建模与仿真[J]. 火炮发射与控制学报, 2008, 109(1): 42-45.
- [4] 李杰仁, 马吉胜, 郑海起, 等. 某高炮自动机虚拟样机仿真[J]. 四川兵工学报, 2009(6): 69-71.