

doi: 10.7690/bgzd.2013.07.007

## 基于结弹成形力的结弹机构研究

石义官, 刘彬, 李全俊, 韩银泉

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

**摘要:** 为了提高结弹装配质量, 提出基于结弹成形力设计结弹结构来满足生产需要。通过扩径成形的方法计算结弹力, 设计了相应的结弹机构, 在对机构分析的基础上, 制造了样机并对其进行实验验证了结弹力。实验结果表明: 该结构装配精度高, 结构简单可靠, 设计合理, 能满足生产需要。

**关键词:** 结弹; 结弹力; 机构设计

**中图分类号:** TJ410.5<sup>+</sup>.2 **文献标志码:** A

### An Assembly Structure Design Based on Bullet and Cartridge Assembly Combining Ability

Shi Yiguan, Liu Bin, Li Quanjun, Han Yinquan

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

**Abstract:** In order to improve bullet and cartridge assembly quality, this paper designs bullet and cartridge assembly structure based on bullet and cartridge combining ability to meet manufacturing requirement. The design a bullet and cartridge mechanism based on calculating its combining ability, which is available through the method of expanding and formation. On the basis of structure analyzing, present relevant bullet and cartridge assembly mechanism, and testify the combining ability via proto manufacture test. Result shows the given structure could meet production requirement due to its high assembly precision, reduced form and reliability, and its possible design.

**Key words:** bullet and cartridge assembly; bullet and cartridge combining ability; mechanism design

## 0 引言

结弹是成弹装配过程中的关键工序, 是弹丸与药筒直接组合的过程。在结弹成形过程中, 结弹力是成弹装配中重要的性能指标, 是影响拔弹力的重要因素之一。弹丸与药筒装配的优劣直接影响到枪榴弹装配质量, 进而影响枪榴弹的射速。目前, 国内外文献对结弹力方面的研究较少: 文献[1]提供了针对某种型号定装炮弹拔弹力的计算方法; 文献[2]仅介绍了一种小口径炮弹的紧口装置。

文中所讨论的某型号枪榴弹弹丸与药筒的结合是过盈量较大的装配, 结弹时弹丸顶部和弹带不能承受轴向压力, 结弹后弹丸与药筒的同轴度要求高, 弹丸与药筒轴向间隙的公差控制严格, 要求结弹过程中药筒本身变形量较小。为保证结弹过程中其成形力和同轴度, 提出采用扩径成形的方法计算结弹成形力, 并根据结弹成形力设计专门的结弹机构来完成相应的结弹装配。

## 1 结弹机构设计

该型号枪榴弹的弹丸顶部和弹带不能承受压力, 笔者设计的结弹机构如图 1 所示, 主要由自对

中式夹具、结弹顶升机构和模具 3 部分组成。工作时, 自对中夹具夹持弹丸, 结弹顶升机构中的气缸推动顶升头上升使弹丸与药筒结合完成结弹<sup>[3]</sup>。

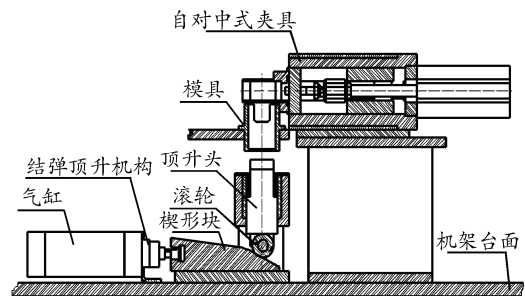


图 1 结弹机构简图

### 1.1 自对中式夹具设计

结弹夹具如图 2 所示, 气缸活塞杆与连杆相连, 连杆的两端通过销轴分别与滚轮、导向轴支座相连。滚轮在夹具支臂的滑道内滑动, 从而带动其绕夹具支臂转轴发生转动, 夹具头与夹具支臂相连, 夹具头与夹具支臂通过导向件将顶升头向上的倾覆力传递到夹具支臂上。夹具支臂转轴上滚轮同时在安装底座内的滑道内滑动, 避免气缸活塞杆承受弯矩。通过更换夹具头上的夹持模具来满足不同类型弹种

收稿日期: 2013-01-11; 修回日期: 2013-02-23

基金项目: 国防基础科研(C1020110001)

作者简介: 石义官(1986—), 男, 四川人, 硕士, 助理工程师, 从事非标设备设计研究。

的生产。2 个导向轴保证了连杆运动的精度和可靠性，同时保证了机构的夹持力。夹具支臂的内滑道由 3 段曲线组成，第 1 段曲线实现气缸活塞杆动作时夹具支臂的快速缩回和伸出，第 2 段曲线实现第 1 与第 3 段曲线的过渡，第 1 段曲线与水方向夹角较小，用于保证结弹机构在工作过程中受夹持力时夹具支臂的自锁。当气缸活塞杆缩回时，2 个夹具支臂张开的角度为  $150^\circ$ <sup>[4]</sup>。

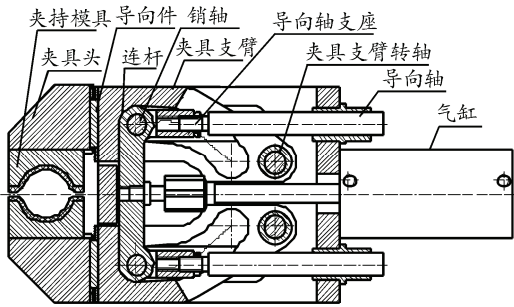


图 2 结弹夹具

如图 2 所示，该夹具为自对中式，安装时保证夹具中 2 个夹持模具的轴线与模具的同轴度，则能自动纠正弹丸与药筒的偏心，较好地保证了药筒与底火座的同轴度。

### 1.2 结弹顶升机构设计

如图 1，结弹顶升机构主要由气缸、楔形块、顶升头和复位弹簧组成。工作时，气缸推动楔形块向前运动，楔形块推动顶升头做上下运动完成结弹。楔形块斜面亦采用 3 段曲线组成，第 1 段曲线与水平方向夹角较大，实现顶升头快速推动药筒上升。第 2 段曲线为药筒与弹丸开始接触受力过程，第 3 段曲线动作时完成结弹装配，实现结弹机构提供结弹力保证顶升头上下运动的自锁。通过调节气缸的安装支架的安装位置可改变顶升头的顶升距离，实现对弹丸与药筒结合长度的调整。顶升机构采用斜面机构，将气缸水平方向的运动转换为垂直方向的运动，其安装空间小，同时实现了力放大和自锁。

## 2 基于扩径成型过程的结弹力分析

弹丸与药筒的装配过盈量大，需要通过分析和计算结弹过程中的成形力，为后续的设计提供理论依据。结弹过程如图 3 所示，在结弹过程中，药筒中径经过扩径成形由  $R_1$  变成  $R_2$ ，药筒的壁厚为  $t$ ，弹丸顶部的锥角为  $2\alpha$ 。笔者从结弹过程中药筒的变形着手，选择药筒中变形的微小单元，用主应力法建立该单元的平衡方程计算结弹力<sup>[5]</sup>。由此可得所需的结弹力为

$$P = 2.3 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot t \cdot \sigma_s \cdot \frac{[(1 + \mu_1 \cdot \cot \alpha) - (1 + \frac{R_2 \cdot \mu_1 \cdot \cot \alpha}{R_2 + l \cdot \mu_1 \cdot \cos \alpha}) \cdot (\frac{R_1}{R_2}) \mu_1 \cdot \cot \alpha]}{\mu_1 \cdot \cot \alpha} \quad (1)$$

式中： $R_1$  为结弹变形前薄壁药筒中径； $R_2$  为结弹后薄壁药筒中径； $l$  为结合长度； $\alpha$  为弹丸结合部分斜面与中心轴的夹角的 1/2； $\mu_1$  为摩擦因素； $t$  为药筒壁厚； $\sigma_s$  为材料的屈服极限。

设计结弹机构时需要考虑机构的摩擦和传动效率等因素，引入安全因子 1.5。故设计结弹机构的结弹力为  $1.5P$ 。

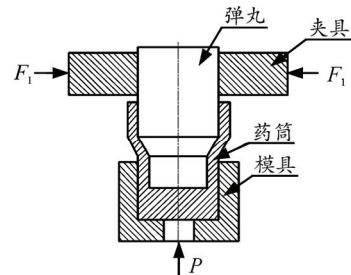


图 3 结弹机构力学简化模型

## 3 结弹机构受力分析

### 3.1 夹具参数设计与分析

自对中夹具的结构如图 2，工作时，滚轮在夹具支臂的滑槽内滑动。以夹具支臂与滚轮作为分析对象，对其受力进行简化，如图 4 所示。图 4 中， $F_1$  为滑道的支反力，在不考虑夹具支臂对力的放大作用时，其值等于夹持模具的夹持力； $F_2$  为气缸推力的 1/2； $f$  为滚轮与夹具支臂内滑道之间摩擦力。根据力的平衡关系，所需要的气缸推力为：

$$F_2 = 2 \cdot \mu_2 \cdot P \cdot (\sin \beta + \mu_3 \cdot \cos \beta) \quad (2)$$

式中： $F_2$  为所需要气缸推力； $\mu_2$  为滚轮与夹具支臂之间摩擦因素； $\mu_3$  为弹丸与夹持模具之间的摩擦因素； $\beta$  为滚轮内滚道表面切线与水平方向的夹角，在自锁段，其值须小于摩擦角。

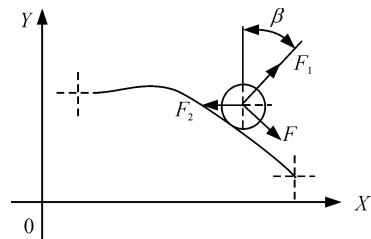


图 4 夹钳筒化力学模型

考虑机构的传动效率及其他情况，引入安全因子  $S=1.5$ ，故实际所需的气缸推力为：