

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2012.10.004

某车载多管火炮降低后坐力结构分析

张世毓¹, 何永¹, 何庆国²

(1. 南京理工大学机械工程学院, 南京 210094; 2. 中国人民解放军 73911 部队, 南京 210012)

摘要: 针对某多管车载式迫击炮, 提出一种新的后坐结构。以 4 套身管为一组共用一套反后坐装置, 通过增加配重来增加火炮后坐部分质量, 进而降低火炮后坐力, 使多管火炮能够实现车载; 对该结构进行分析, 并用 Fortran 语言建立数值仿真模型。仿真计算结果表明: 该结构能使火炮的后坐阻力降低 80% 以上, 后坐长度也能得到很好的控制。

关键词: 火炮后坐结构; 低后坐力; 配重块; 车载多管火炮

中图分类号: TJ303 **文献标志码:** A

Analysis on Structure of Gun Recoil Force Reduction for Certain Type Vehicle-Mounted Multi-Barrel Gun

Zhang Shiyu¹, He Yong¹, He Qingguo²

(1. School of Mechanical Engineering, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China;

2. No. 73911 Unit of PLA, Nanjing 210012, China)

Abstract: A new recoil structure was put forward for certain type vehicle-mounted multi-barrel gun. One recoil mechanism is shared by four tubes, a counterweight block is added to increase the mass of gun recoiling part, and then achieve the purpose of gun recoil force reduction. The multi-barrel gun can achieve vehicle. The numerical simulation model was established with Fortran by the analysis of the structure. The results showed that the recoil force of the gun was reduced more than 80% and the recoil length was controlled well because of the structure.

Key words: gun recoil structure; low recoil force; counterweight block; vehicle-mounted multi-barrel gun

0 引言

如何降低火炮后坐力, 是火炮火力系统研究中的关键问题, 也是解决火炮威力与机动性这对矛盾的关键技术^[1]。目前降低后坐力的主要措施^[2]有:

1) 大射角射击时, 在保证炮尾后坐不碰地的情况下, 尽量增长后坐长度; 2) 增大后坐部分质量; 3) 采用双重后坐系统, 既可增大后坐长度, 又可增加后坐质量; 4) 采用炮口制退器, 由于在火药气体后效期内, 炮口制退器提供一个向前的制退力, 抵消了部分膛合力, 从而有效地减小后坐阻力; 5) 采用前冲后坐系统。

上述技术措施各有所长, 但如何将这些措施科学合理地运用到实际的反后坐结构设计中, 还需要解决一系列的相关问题。例如, 前冲后坐技术需要适应多种装药的变化, 要有专门的卡锁装置, 迟发火、瞎火时需采取相应的安全措施, 尤其要解决首发射击精度问题。通过系统动态匹配、前冲机的合理设计等措施, 解决前冲原理的技术难点^[3]; 因此, 笔者针对某多管车载式迫击炮, 采用给后坐部分增加一部分配重块的方法设计一套后坐结构, 达到增

大后坐部分质量的效果, 进而实现降低火炮后坐力的目的。

1 结构方案

1.1 后坐结构

笔者以四管迫击炮为一组作为研究对象, 设计一套后坐结构。考虑到将迫击炮应用于车载的需要, 其整体质量、后坐位移及后坐力要尽量小, 同时要保证所设计的结构整体比较紧凑。基于设计要求, 笔者采用给后坐部分增加配重质量块的方式, 设计一套结构, 使后坐部分质量增大的同时又不会使火炮整体质量过大, 实现降低火炮后坐力的目的^[4]。结构原理简图如图 1。

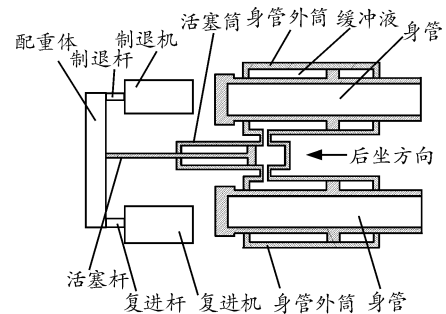


图 1 后坐结构原理示意图

收稿日期: 2012-05-09; 修回日期: 2012-06-15

作者简介: 张世毓(1989—), 男, 山西人, 硕士研究生, 从事武器系统与运用工程研究。

该后坐结构通过缓冲液体使 4 套身管同时与一块后坐配重质量块连接, 这样配重质量块能够被 4 套身管共用, 后坐配重再连接一套常规的反后坐装置, 使 4 套身管能够共同使用一套反后坐装置, 这种设计使整体结构非常紧凑。由于身管与配重之间通过缓冲液体实现了两者之间的弹性连接, 增大了后坐部分质量, 使火炮的后坐力得以降低。通过三维建模软件建立实体模型如图 2。

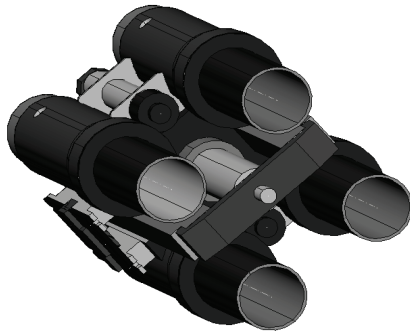


图 2 后坐结构实体模型

1.2 后坐受力分析

1.2.1 炮膛合力

炮膛合力是火炮发射时作用在火炮上的主动力, 由火药气体和弹丸弹带对炮身共同作用而产生。

膛内时期炮膛合力的主要成分为 F_t (火药气体作用在膛底的力)。

分析火药气体膛底压力, 由内弹道学知:

$$p_t = \frac{1 + \frac{1}{2} \frac{\omega}{\varphi_1 m}}{1 + \frac{1}{3} \frac{\omega}{\varphi_1 m}} p \approx \frac{1}{\varphi} \left(\varphi_1 + \frac{1}{2} \frac{\omega}{m} \right) \quad (1)$$

则作用在膛底的力 F_t 为:

$$F_t = p_t A_t = \frac{1}{\varphi} \left(\varphi_1 + \frac{1}{2} \frac{\omega}{m} \right) p A_t \quad (2)$$

其中: A_t 为膛底断面积; ω 为装药质量; m 为弹丸质量; p 为膛内平均压力; φ 为次要功计算系数, $\varphi \approx \varphi_1 + \frac{1}{3} \frac{\omega}{m}$; φ_1 为仅考虑弹丸旋转和摩擦 2 种次要功的计算系数, 一般 $\varphi_1 \approx 1.02$ 。

1.2.2 后坐部分重力

当火炮射角不为零度时, 后坐部分重力就会在后坐方向产生一个分量。

取火炮高低射角为 θ , 炮身质量为 m_1 , 配重质量为 m_2 , 后坐部分质量 $m_h = m_1 + m_2$, 则后坐部分重力分量为 $m_h g \sin \theta = (m_1 + m_2) g \sin \theta$ 。

1.2.3 后坐阻力

在火炮内弹道条件一定的情况下, 后坐部分的运动与后坐阻力有很大的关系, 如式 (3):

$$F_R = F_{\phi h} + F_f + F - m_h g \sin \theta \quad (3)$$

其中: F_R 为后坐阻力; $F_{\phi h}$ 为制退机液压阻力; F_f 为复进机力; F 为摩擦力。

1.3 后坐运动分析

身管运动方程: $m_1 \ddot{x}_1 = F_{pt} - p_1 A_1$ 。

配重物运动方程: $m_2 \ddot{x}_2 = p_2 A_2 - F_R$ 。

忽略液体流动的比能损失, 由伯努利方程, 得式 (4):

$$\frac{p_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} = \frac{p_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} \quad (4)$$

为了计算要求, 引用不可压缩定常流动的质量守恒方程:

$$\rho A_1 v_1 = \rho A_2 v_2 \quad (5)$$

其中: x_1, x_2 分别为炮身和配重体的后坐位移; F_{pt} 为炮膛合力; ρ 为缓冲液密度; p_1, p_2 分别为身管外筒和活塞筒中的液体压力; A_1, A_2 分别为缓冲液体作用面积; v_1, v_2 分别为身管外筒和活塞筒内缓冲液体流速。

通过对结构尺寸进行设计, 使 $A_1 = A_2$, 则:

$$p_1 = p_2, \quad \dot{x}_1 = \dot{x}_2$$

令 $\dot{x}_1 = \dot{x}_2 = \dot{x}$, 则后坐运动方程可简化如式 (6):

$$(m_1 + m_2) \ddot{x} = F_{pt} - F_R \quad (6)$$

2 仿真计算和结果

用 Fortran 语言编写仿真计算程序, 仿真程序框图如图 3 所示。

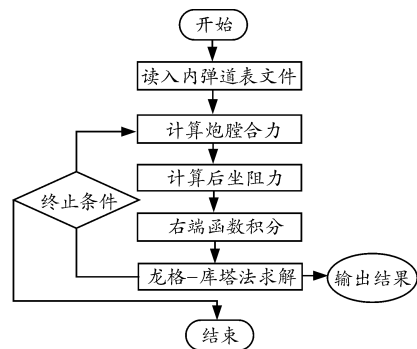


图 3 仿真计算程序流程图