

doi: 10.3969/j.issn.1006-1576.2011.08.003

## 基于浮动技术的新型枪架设计

韩小平, 赵富全, 杨明华, 周世海  
(装甲兵工程学院兵器工程系, 北京 100072)

**摘要:** 针对传统的浮动机构设计存在的问题, 应用浮动技术理论, 设计了一种新型枪架。在 2 种方案固有频率分析的基础上, 对 2 种枪架的机枪固有特性进行了仿真对比。结果证明: 新型枪架能够有效地提高机枪的射击精度, 为我军现装备的机枪的改进工作提供了新的思路。

**关键词:** 浮动技术; 后坐能量; 机枪; 枪架设计

**中图分类号:** TJ205 **文献标志码:** A

## A New Type Design of Machine Gun Mount Based on Floating Technology

Han Xiaoping, Zhao Fuquan, Yang Minghua, Zhou Shihai  
(Dept. of Armament Engineering, Academy of Armored Forces Engineering, Beijing 100072, China)

**Abstract:** A new type machine gun mount was designed, using the floating technique theories, aiming at the traditional design problem of floating mechanism. Based on the analysis of the frequency of two kinds of projects, the inherent characteristics of two kinds of machine gun were simulated comparison. The results showed that the new machine gun could improve the precision of machine-gun fire effectively. It provided a new way of thinking for improvement of our machine gun design.

**Keywords:** floating technology; recoil energy; machine gun; machine gun mount design

### 0 引言

浮动技术的实质为前冲击发原理, 即炮(枪)身在连发射击过程中沿着身管的轴向进行浮动, 在其复进的过程中, 当速度或位移达到一定的条件时, 下一发弹被击发, 这样火药气体产生的后坐能量就有一部分去抵消炮(枪)身的复进能量, 剩余的能量再带动炮(枪)身的后坐, 从而达到了减小后坐能量的目的。该项技术在火炮上已得到了广泛的应用: 瑞士的双管 35 mm 牵引高炮和 25 mm 高炮、西德的 Rh202 型 20 mm 自动炮、毛瑟公司的 E 型 25 mm 和 F 型 30 mm 自动炮、法国的 M 693 型 20 mm 和 M 811 型 25 mm 自动炮、我国的 25 mm 自动炮都成功地应用了浮动技术<sup>[1]</sup>; 在小口径的轻武器上浮动技术也有应用成功的例子, 如德国 G11 口径 5.56 mm 的无壳弹枪<sup>[2]</sup>。

国内一些学者对浮动技术在轻武器, 特别是大口径机枪上的应用做了大量的探索性工作。军械工程学院的李会杰、王瑞林等人探讨了一种环形弹簧浮动机在大口径机枪上实现的可能性<sup>[3]</sup>; 中北大学的姚养无等人利用理论和实验相结合研究了浮动自动机的性能, 并为大口径步兵自动武器浮动机通用性提出了建议<sup>[1,4]</sup>。这些工作为大口径机枪减小后坐能量, 提高射击稳定性和射击精度提供了新的思路。

但他们所探讨的浮动机构仅限于枪身, 这样的机构会带来下一发弹击发方式、击发时机以及机匣设计等一系列的问题。因此, 笔者提出了枪身和枪架作为一个整体进行浮动的方法, 设计了一种新型枪架。

### 1 浮动结构及工作原理

图 1 为所设计的新型枪架的工作原理图, 枪架的架杆和驻锄板没有像传统的枪架那样焊接在一起, 而是将其分开, 中间添加了弹簧-液压式阻尼器系统。在射击过程中, 驻锄板埋在土壤里, 对整个机枪起定位和限制作用。当子弹被击发后, 火药燃气推动枪身带动架杆等枪架部分沿枪管的轴向以速度  $v$  向后运动, 这时 B 腔中的液压油在活塞 1 的挤压下经流液孔流入 A 腔, 并在 B 腔中产生液体压力  $P_1$ , 从而形成后坐液体阻力, 对枪身以及枪架的后坐起到了缓冲作用; 浮动复进簧在活塞 2 的作用下受到压缩, 为枪架和枪身的复进储存能量。后坐终了后, 枪架和枪身在浮动复进簧的带动下开始复进, 这时 A 腔中的液压油在活塞 1 的作用下经流液孔流入 B 腔, 并在 A 腔中产生液体压力  $P_2$ , 形成复进液体阻力, 对枪身和枪架的缓冲起到缓冲作用。为此, 在发射过程中, 经弹簧液压式浮动机而作用于枪身和枪架的作用力即为后坐力  $R_h$ , 其大小为浮动复进簧力、液体阻力、活塞摩擦力  $F_f$  之和, 即:

收稿日期: 2011-04-08; 修回日期: 2011-05-09

作者简介: 韩小平(1982—), 男, 山西人, 满族, 硕士, 讲师, 从事车载武器系统测试及仿真研究。

$$R_h = \begin{cases} 2[F_1 + kx + (P_1 - P_2)S \pm F_v] & (x > 0) \\ 2[-F_1 + kx + (P_1 - P_2)S \pm F_v] & (x < 0) \\ 0 & (x = 0) \end{cases}$$

式中： $F_1$  为浮动复进簧预压力； $k$  为浮动复进簧刚度； $S$  为活塞筒承受液体压力  $P_1$  或  $P_2$  的面积； $x$  为架杆或活塞杆的位移；对  $\pm F_v$ ，活塞杆后坐时取正号，复进时取负号。

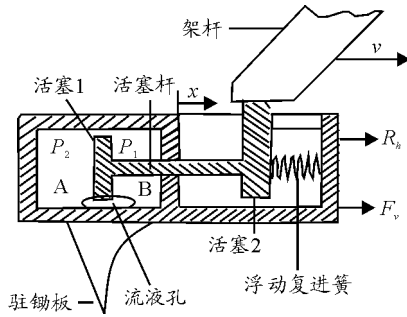


图 1 浮动枪架结构原理

在枪身和枪架后坐、复进的过程中，相对于机匣体来说，机枪的自动机部分的运动规律与装在原结构枪架上机枪的自动机的运动规律基本相同。所以，总能够通过液压阻力以及浮动复进簧参数的选取，使得子弹被击锤击发的时候，枪架和枪身还在复进的行程中。这样，火药气体所产生的能量就有一部分去抵消枪身和枪架复进能量，其产生的后坐能量得到了降低，使该型枪架提高机枪在射击过程中平稳性和射击精度成为可能。

## 2 计算算例

以我国现装备的某型重机枪为研究对象，在有限元软件里建立其空间梁单元模型，如图 2。建立模型的过程中基于以下几条假设<sup>[5]</sup>：

- 1) 机枪(包括枪身、枪架)为一空间刚架结构，各连接部位均为刚性连接。
- 2) 自动机的运动与机枪的运动无关，其影响因素以集中质量、惯性力载荷及冲击碰撞的形式计入。
- 3) 非均匀截面的单元采用等效截面、等效惯性矩的方法进行简化。局部结构看作集中质量加在相近的节点上，非节点集中质量按杠杆原理分配于相应的节点上。
- 4) 驻锄板插入土壤中，在射击的过程中不发生位移和下沉。其与土壤之间的相互作用简化为质量、弹簧、阻尼系统。
- 5) 弹簧-液压阻尼器系统在建立模型的过程中简化为质量、弹簧、阻尼系统。

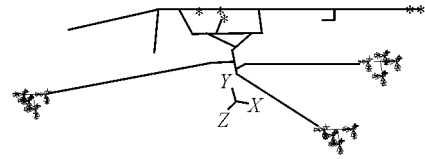


图 2 机枪有限元模型

### 2.1 固有特性

分别对采用浮动枪架(方案 1)和原结构(方案 2)的机枪的有限元模型进行计算，得到机枪的固有频率和固有振型。由于影响射击精度的主要因素是机枪的低阶固有频率，因此仅列出机枪的前几阶固有频率和振型。固有频率如表 1，固有振型如图 3~图 6。

表 1 机枪固有频率表

阶次	1	2	3	4	5	6
方案 1	5.6	27.8	28.8	42.1	45.8	89.2
方案 2	21.3	30.5	36.2	42.1	47.0	90.5

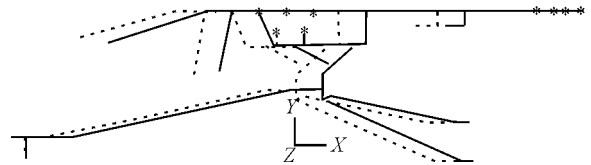


图 3 方案 1 第一阶振型

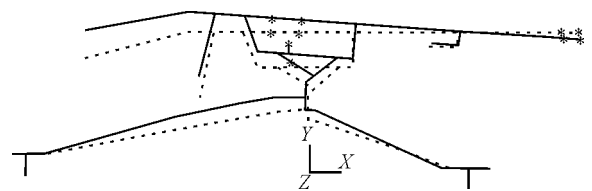


图 4 方案 1 第二阶振型

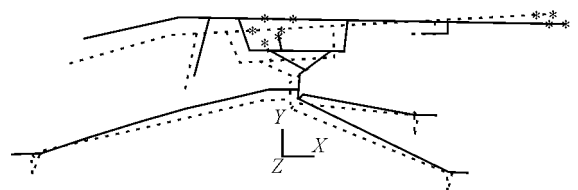


图 5 方案 2 第一阶振型

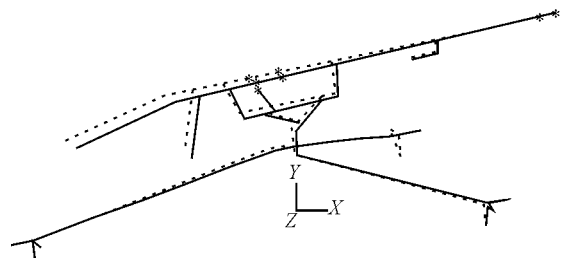


图 6 方案 2 第二阶振型

浮动枪架在驻锄上并添加了弹簧-液压缓冲系统，从理论上讲就等于解放了机枪在枪管轴向的自由度。从图 3 中可以清晰地看出，对应于第一阶固有频率 5.6 Hz 的固有振型，基本上是沿枪管轴向前

后移动, 枪口点没有发生沿纵向和横向的跳动。所以即使采用浮动枪架后的第一阶固有频率小于该机枪的射击频率 12.5 Hz (750 发/min), 也不会对该枪的射击精度产生太大的影响。

### 2.2 响应特性

将机枪在 6 连发射击过程中所受到的载荷激励按顺序加载到所建立的有限元模型相应的节点上, 通过计算可以获得弹簧-液压阻尼系统中活塞杆的位移、速度以及枪口点 X、Y 和 Z 方向的位移, 分别如图 7~图 11。

在建立有限元模型的过程中, 弹簧-液压阻尼器系统简化为质量、弹簧、阻尼系统, 在计算过程中弹簧受拉伸为正向位移, 产生拉伸位移的速度的数值为正。对应与所得到的结果则为: 活塞杆位移为正时弹簧正在受拉伸, 即是枪身和枪架还没有复进回初始位置; 当活塞杆速度为正时, 枪架和枪身的正处于后坐的行程中, 当活塞杆速度为负时, 则枪身和枪架正在复进的行程。

从图 7 中可以看出, 机枪在连发射击过程中, 活塞杆的位移始终为正值, 说明枪架和枪身从来没有复进回到过初始位置; 从图 8 中可以看出, 机枪下一发弹被击发时, 活塞杆的速度为负值, 即枪身和枪架还在复进的过程中子弹已经被击发。以上 2 条可以说明, 机枪在浮动枪架的时候实现了机枪的浮动射击。

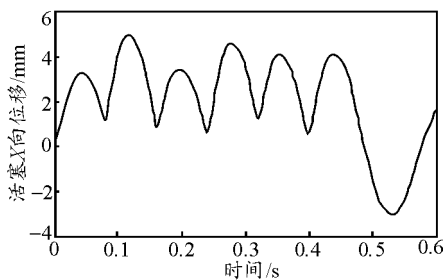


图 7 连发射击时活塞 X 向位移

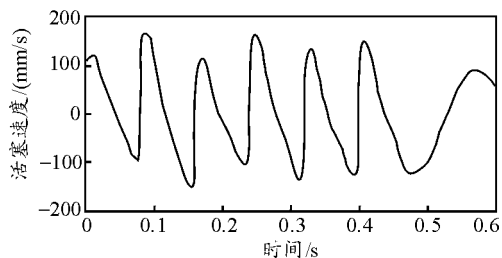


图 8 连发射击时活塞速度

从图 9 中可以看出, 机枪在连发射击的过程中, 采用了浮动枪架的 X 向位移要远远大于原结构的枪架, 但 X 向为枪管的轴向, 其大小对于机枪的射击

精度来说影响是极小的; 从图 10 和图 11 中可以看到, 枪口点 Y 向和 Z 向的位移都得到了减少, 从而提高了机枪的射击精度。

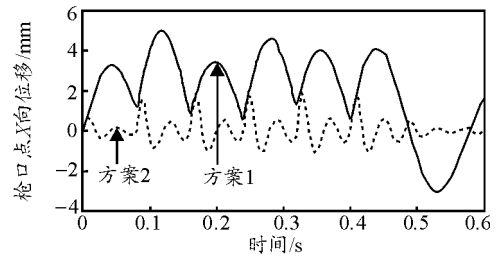


图 9 连发射击时枪口点 X 向位移

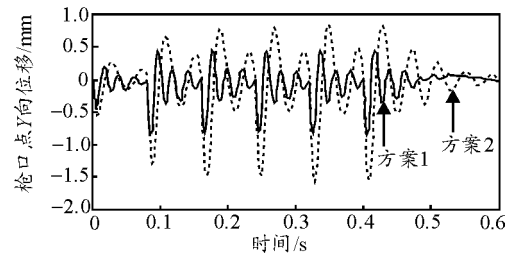


图 10 连发射击时枪口点 Y 向位移

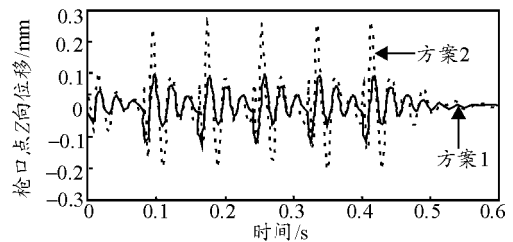


图 11 连发射击时枪口点 Z 向位移

### 3 结论

从计算算例中可知, 浮动枪架能有效提高射击精度, 与枪身浮动的浮动结构相比有其显著的优点:

- 1) 基本不改变机枪自动机相对于机匣的运动规律, 无须改变机枪的击发方式和击发时机。
- 2) 在不改变枪身的前提下, 能够大幅度提高机枪的射击精度, 为我军现装备的机枪的改进工作提供了新的思路。

### 参考文献:

[1] 姚养无, 王刚, 等. 大口径机枪低后坐浮动技术研究[J]. 华北工学院学报, 2001, 22(4): 289-293.

[2] 王文记, 赵国豪, 等. 国内外高炮浮动技术的现状和发展趋势[J]. 火炮发射与控制学报, 2007(3): 69-72.

[3] 李会杰, 王瑞林, 等. 机枪浮动技术研究[J]. 军械工程学院学报, 1999, 11(3): 1-5.

[4] 王刚, 姚养无, 等. 大口径步兵自动武器浮动机通用性分析[J]. 火炮发射与控制学报, 2003(1): 5-7.

[5] 王瑞林, 李永建, 等. 驻锄缓冲式枪架设计[J]. 兵工学报, 2007, 28(2): 144-147.