

【武器装备】

浅谈提高某型步枪枪管射击精度和寿命的途径

李清

(驻296厂军代室,重庆 400054)

摘要:对某型步枪在研制过程中射击精度和寿命难以满足指标要求的原因进行分析,提出了匹配枪弹与枪管相关参数和改进枪管弹膛结构等措施。经验证表明,改进后该枪射击精度和寿命最终达到了指标要求。

关键词:步枪;设计;射击精度;寿命

中图分类号:E922

文献标识码:A

文章编号:1006-0707(2011)07-0070-02

Discussion on Approach of Enhancing the Precision and Life of Firing for Certain Type of Musketry Barrel

LI Qing

(Military Representation Office Stayed NO.296 Factory of PLA, Chongqing 400054, China)

Abstract: Aimed at the puzzle that the firing precision and life for certain type of musketry was difficult to satisfy the index requirement in the developing process, the paper analyzed the causation. And also it proposed the related parameter of matching between gunshot and gun-barrel as well as the improving measures of gun-barrel chamber structure. The result by validation shows that the index requirement could be achieved by the improved one.

Key words: musket; design; firing precision; life

1 概述

枪械是以火药为能源,利用火药在管型发射具内燃烧产生的气体能量发射弹头的武器。枪管是影响和决定弹头初速、转速、射角和射向的关键零件,也是枪械中工作条件最恶劣的零件,枪管质量好坏直接影响枪械的性能^[1-3]。某型步枪在工程研制阶段单发精度很难打合格,同时出现枪管寿后精度不合格和椭圆孔比例超标,造成寿命试验不合格的情况,严重影响了研制进度。经过攻关和大量的验证试验,找到了提高某型步枪枪管射击精度和寿命的途径,使这一问题得到了解决。

2 原因分析

对射击精度和寿命不合格的枪进行检查和测试,发现枪管口部磨损严重,弹丸飞行稳定性差。经分析认为,影响某型步枪枪管射击精度和寿命不合格的因素主要有以下3方面:①弹与枪的缠度匹配不合理,致使弹丸飞行稳定性差;②枪弹对枪管寿命和射击精度有不利影响;③枪管内膛有关参数设计不合理。

2.1 弹丸飞行稳定性分析

保证弹丸飞行稳定所需的缠度可用以下公式计算:

$$\eta = \alpha \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{\mu C_q}{Z \frac{B}{A} K_{m0}}} \quad (1)$$

式中: α 为稳定安全系数,一般取0.75~0.85; C_q 为弹重系数(g/cm^3); η 为缠度,以口径倍数表示的缠距; B 为赤道转动惯量,即对通过物体重心,并与中心线垂直的轴线的转动惯量; A 为极转动惯量,或称轴向转动惯量; μ 为弹丸质量分布系数,

$$\mu = \frac{4gA}{qd^2} \quad (2)$$

Z 为近似等于空气阻力中心到弹丸质心的距离,以口径倍数表示,

$$Z = \frac{h_0}{d} + \frac{h_1}{d} = \frac{h_0}{d} + 0.57 \frac{H}{d} - 0.16 \quad (3)$$

其中 h_0 为弹丸质心到起弧点的高度, h_1 为弹丸阻力中心到起弧点的高度, H 为弹丸弧形部的高度, d 为弹丸口径, K_{m0} 为速度函数,其值可查范特柴里试验结果。

将弹种相关系数带入式(1)~(3)中,即可算出保证弹丸飞行稳定的所需要的缠度,即所需的缠距最大为

204.2 mm。而某型步枪采用的缠距为 240 mm,如果采用缠距为 240 mm 的枪管发射该种枪弹,就必然造成弹丸飞行稳定性差。因此,必须合理的匹配枪管的缠距,以提高弹丸飞行稳定性,保证射击精度和弹道一致性。

2.2 影响枪管寿命的因素分析

2.2.1 镀铬层脱落分析

枪管寿命不合格的主要表现是寿后精度不合格和椭圆孔比例超标。检查枪管发现主要问题是口部磨损严重,内膛镀铬层局部脱落现象严重。该枪枪管采用同口径某型现役步枪枪管,其内膛镀铬层厚度为单边不小于 0.035 mm,铬层较厚。镀铬层越厚,对镀铬工艺的要求越高。由于受到枪管加工工艺、水平、精度的影响,导致枪管内膛镀铬层厚度的一致性较差,尺寸精度不高,进而使铬层的致密性、附着力差。随着射弹量增加,铬层出现龟裂甚至掉铬,这直接影响了枪管的寿命和精度。

2.2.2 弹丸被甲的影响

该枪使用的枪弹是与枪同步研制的枪弹,该弹采用的是厚覆铜钢被甲弹头,且与同口径弹相比其圆柱段要长,弹丸重量要重,导致弹丸在内膛的运动时间增加,对枪管的磨损大大增加。另外,由于枪/弹系统匹配处于不稳定状态,随着射弹量的增加在枪管出现磨损后加速了精度的恶化。

3 提高枪管射击精度和寿命的措施

解决枪、弹匹配问题基本思路:优化弹形系数,提高枪弹自身的飞行稳定性;改变弹头被甲材料,减少枪管磨损;优化枪管内膛参数以适应与枪弹的匹配,提高耐磨损能力。

3.1 优化弹形系数

1) 减短弹头长度,弹头由覆铜被甲改用铜(H90)被甲。减短弹头长度,减少了弹头在枪管内运动时间;被甲材料改用铜被甲,减少了弹头对枪管的磨损,从而提高枪管寿命。

2) 减小弹头转动惯量比。采用铜被甲并适当减薄,减小钢心直径(由 $\phi 4.1$ 调整为 $\phi 3.8$),增加铅套壁厚,提高了弹头自身闭气能力和嵌入膛线的导转侧力,提高热枪状态下射击密集度;

3) 缩短弹头质心和阻心的距离,减小翻倒力矩,对弹头外形曲线进行改进,提高弹丸飞行稳定性,从而提高射击密集度。

3.2 优化枪管内膛参数,提高弹头飞行稳定性

1) 采用缠距为 210 mm 的枪管,以提高弹头飞行稳定性。根据计算结果可以看出,采用缠距为 204.2 mm 的枪管能使弹头按照外弹道的速度切线方向飞行,更好地保证弹头飞行稳定性。若此条件达不到则很难保证散布精度。但在确定枪管应该具有的缠距时,还应考虑以下因素:① 弹头在膛线部分的运动,是高速挤压的刻线塑性变形过程,它按膛线所提供的轨道作螺旋运动,由于弹头底部受气体强压推进,因此弹头上反映出来的螺旋刻槽难以同膛线的螺旋轨道相吻合,按以上公式计算结果加工出来的枪管实际达不到空气中弹头的旋转速度。② 弹头的被甲材料软硬程度,铜、钢、铝及塑料差别很大。③ 需要达到武器射击的有效射程。④ 武器的作战环境,即能否在 $-40 \sim -50$ ℃地区使用。

根据计算结果,考虑以上因素,最终确定枪管缠距为 210 mm。经过验证试验结果表明,采用缠距为 210 mm 的枪

管能满足弹头飞行稳定性要求,确保枪械的射击精度。

2) 采用精锻工艺加工枪管,提高内膛加工精度。采用了精锻加工工艺,枪管内膛尺寸精度高,一致性好,阴、阳线直径公差可控制在 0.04 mm 范围内,远远高于其传统加工精度的 0.05~0.10 mm 范围。精锻枪管还能减少枪管内膛烧蚀和磨损,延长枪管寿命和提高射击精度,从而提升枪械的使用性能。

3) 调整铬层厚度,减小枪管膛线磨损。综合考虑弹头被甲材料和嵌入膛线的情况,将枪管内膛调整为单边不小于 0.015 mm 的薄铬层,减小枪管膛线磨损。优化内膛镀铬工艺,提升枪管镀铬的一次性合格率,减少反复镀铬的次数,提高枪管内膛镀铬层厚度的一致性和尺寸精度,进而使铬层的致密性、附着力满足使用要求。随着射弹量增加,铬层基本上不会出现龟裂甚至掉铬,对枪管内膛和弹膛的磨损较小,全枪寿命完后其口径较寿命前基本上无变化,这无疑提高了枪管的寿命和精度。

4) 改进膛线结构,以减小弹头受到的导转侧压力。线膛对弹头的运动起着重要的影响。线膛缠度决定于弹头飞行稳定性的要求,现采用缠距(导程)210 mm 来进行分析计算。

膛线深 t 应选择适当。选取较深的膛线有利于提高枪管寿命,但增加了弹头嵌入线膛的变形量,使最大膛压过高,同时膛线过深还易使弹头壳破裂;膛线较浅则对提高枪管寿命不利,当膛线数目不变时,膛线过浅会使弹头导转能力变差。

膛线数与膛线深度有密切关系。为确保足够的导转侧面积,就必须相应增多膛线数目。现有小口径武器膛线数目一般为 4~6 条。

以弹头能承受的导转侧压力为依据,对铜被甲新样条弹进行校核。当考虑弹头部分挤入膛线时(即坡膛部分),阳线的导转侧受到较大的挤压应力,特别是在高温情况下,弹头壳金属强度迅速降低,很容易发生塑性变形,因此弹头壳材料的挤压许用应力通常相当于材料许用应力的 1/2。所以对于铜被甲弹来说,4 条膛线的弹膛很难满足铜头壳材料的挤压许用应力。为了减小铜被甲弹头壳所受导转侧压力,应该增大导转侧压面积,即增加膛线数为 6 条。

4 试验验证

采取上述措施后,射击精度和枪管寿命均明显提高。在后续的正样机鉴定试验和设计定型试验中进行的综合寿命试验、弹道一致性试验、射击精度试验均能满足指标要求,这说明优化内膛参数后的枪管和优化弹头结构后的枪弹的匹配性能良好,提高了枪管的寿命和射击精度。

参考文献:

- [1] 余家武. 某型自动步枪可靠性分析[J]. 四川兵工学报,2009,30(3):39-43.
- [2] 樊磊,刘恩锦,刘卫明. 大口徑机枪枪管寿命趋势分析[J]. 弹道学报,2009(3):39-43.
- [3] 田文松,罗荣,代安源. 枪管径向冷精锻成形技术的应用研究[J]. 精密成形工程,2009,1(3):58-62.