

某型自动炮电发射机后限制器断裂原因及解决措施

辛兵^a, 黎青^a, 李丽丽^a, 王鹏^b

(中国人民解放军 a. 驻 152 厂军事代表室; b. 驻 791 厂军事代表室, 重庆 400023)

摘要:对某型车载通用炮塔 25 毫米自动炮电发射机后限制器断裂的原因进行了分析, 并进行了详细的理论计算, 提出了解决措施, 消除了工艺过程中存在的缺陷。

关键词:车载通用炮塔; 25 毫米自动炮电发射机后限制器; 断裂; 原因分析; 解决措施

中图分类号: TH136

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2009)04-0050-02

某型通用炮塔车载 25 毫米自动炮在进行自动机射击交验时, 当射击到 48 发后, 检查发现电发射机后限制器出现断裂。经对已总装完后的电发射机后限制器进行检查, 发现断裂部位 Q 值的尺寸普遍偏低 (Q 值一般在 1.5~1.8 mm 之间), 未满足图样规定 $Q \geq 2$ mm 的要求。

速度降为零, 就不会撞击后限制器; 而当速度降不到零, 就会撞击后限制器, 阻止滑块继续向后, 因而滑块能刚性地支撑扣机。当把后限制器撞断后, 滑块继续向后, 当滑块移动到不能刚性地支撑扣机时, 扣机斜面在机框作用下下沉, 从而挂不住机框, 产生“滑机”的射击故障。

1 电发射机的工作原理^[1]

扣机在开始击发时, 衔铁推杆推动止动杠杆转动, 从而带动拨动块转动, 进而先带动后限制器转动让位, 再随之带动后限制器继续转动, 然后发射滑块后移。当发射滑块后移到位后, 扣机阻铁在机框复进簧力的作用下下沉, 从而释放机框。因此, 扣机在击发解脱过程中, 后限制器是不受力的, 如图 1 所示。

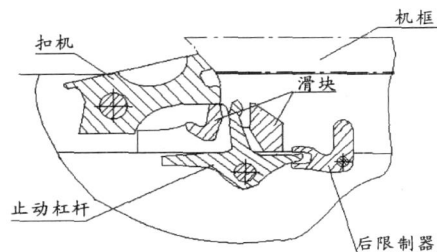


图 2 扣击挂机状态

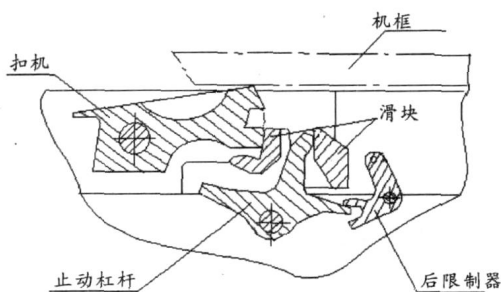


图 1 扣击解脱状态

扣机在挂机时, 各零件全部复进到位, 如图 2 所示。当机框以一定速度撞击扣机时, 扣机在该冲击力和缓冲碟簧作用下得到一个向前的加速度和速度, 由于发射滑块在体内是“游动”的, 相对本体而言, 亦得到一相反的惯性相对加速度和相对速度, 此时发射滑块在该惯性力、摩擦力和发射滑块簧力的作用下得到一个向后的相对加速度。这几个力的合力在滑块向后运动到后限制器前如果滑块的

2 理化分析报告

经理化试验分析可知: 材料、热处理等无任何缺陷。

3 断裂原因分析

3.1 受力分析^[2]

一般而言, 该产品机框复进挂机的最大速度为 5 m/s, 机框及运动件质量 $m_1 = 8.6$ kg, 电动发射机质量 $m_2 = 6$ kg, 故其复进动量最大为: $m_1 v_{1\max} = 43$ (kg·m/s)。

由动量守恒定律有

$$(m_1 + m_2) v_2 = m_1 v_{1\max}$$

从而得到

$$v_2 = \frac{v_{1\max} \times m_1}{m_1 + m_2} = 2.945 \text{ (m/s)}$$

即机框与电发射机撞击后以 2.945 m/s 的速度同向向

* 收稿日期: 2008-12-22

作者简介: 辛兵(1979—), 男, 河南邓州人, 工程师, 工程硕士, 主要从事火炮监造研究。

前运动。

当速度不高时,撞击时间约为 10^{-3} 秒 $\sim 10^{-4}$ 秒,由于电发射机内有缓冲装置,因此此处取 $t = 5 \times 10^{-4}$ 秒进行计算。

由冲量定理可得机框所受水平冲力为

$$F_{1x} = \frac{m_1(v_2 - v_1)}{t} - P_{2复} = -3.7 \times 10^4 (\text{N})$$

而电发射机也受到大小相等、方向相反的向前冲击力

$$F_{2x} = 3.7 \times 10^4 (\text{N})$$

对于电发射机,已知其缓冲碟簧 $P_{21} = 14\ 342$ N,按此计算可得电发射机的加速度

$$a_2 = \frac{F_{2x} - P_{21}}{m_2} = 3\ 776 (\text{m/s}^2)$$

由于发射滑块在电发射机内随电发射机一起运动,故发射滑块惯性力为

$$Q_3 = -m_3 \times a_3$$

已知发射滑块 $m_3 = 0.073$ kg,发射滑块簧力 $P_{31} = 56$ N, $a_2 = a_3$ 。

因此, $Q_3 = -m_3 \times a_3 = -275.6$ (N)

对发射滑块有

$$2f_3 + P_{31} + Q_3 = m_3 \times a_3$$

式中, f_3 为电发射机阻铁压发射滑块时的摩擦力,按复进簧 $P_{12} = 1\ 668$ N,摩擦系数取 0.075 计算有

$$f_3 = \frac{P_{12} \times 0.075}{\text{tg}50^\circ} = 105 (\text{N})$$

故发射滑块实际加速度:

$$a_3 = \frac{2f_3 + P_{31} + Q_3}{m_3} = -131.5 (\text{m/s}^2)$$

所以发射滑块相对于本体加速度 $a_{32} = a_3 - a_2 = -3\ 907.5 (\text{m/s}^2)$ 。

由于已知发射滑块相对于本体 $v_{32} = 0$, $S_{30} = 1.9$ mm,由运动方程得:

$$t_{32} = \sqrt{\frac{2S_{32}}{a_{32}}} = 9.86 \times 10^{-4} (\text{s})$$

发射滑块撞击后限制器速度

$$v_{32t} = v_{320} + a_{32} \times t = -3.85 (\text{m/s})$$

由于发射滑块与后限制器近似于刚性碰撞,撞击后相对速度 v_{34} 降为零。取撞击时间为 10^{-4} 秒,则

$$F_3 = \frac{-m_3 \times v_{32t} + 0}{t} = 2.81 \times 10^3 (\text{N})$$

后限制器也受大小相等、方向相反的向后瞬间撞击力

$$F_3 = 2.81 \times 10^3 (\text{N})$$

3.2 后限制器强度计算

当按 Q 值修配到 1.5 mm 厚进行分析时,由原理分析知,危险截面如图 3 所示。

已知: $t = 4$ mm, $\alpha = 19^\circ$,截面高 1.9 mm,宽 8 mm,由材料力学知,抗弯截面系数为

$$W = \frac{a^2 b}{6} = 4.18 (\text{mm}^3)$$

因此弯曲应力

$$\sigma = \frac{F_3 \sin \alpha \times t}{W} = 761 (\text{N/mm}^2)$$

$$\sigma = \frac{-F_3 \cos \alpha}{S} = 175 (\text{N/mm}^2)$$

因 e 点(见图 3)上无剪应力,故其主应力为

$$\sigma_1 = 761 (\text{N/mm}^2)$$

$$\sigma_2 = 0$$

$$\sigma_3 = -175 (\text{N/mm}^2)$$

按第三强度理论: $n = \frac{\sigma_b}{\sigma_1 - \sigma_3}$, 已知 $\sigma_b = 1\ 570$ (N/mm²), 若取最小值计算,则 $n = 1.677$ 。

由于以上计算是按照瞬间冲击载荷进行的校核,因此可认为 1.677 的安全系数能满足工作要求。

但以上计算是基于缓冲条件正常而得,如缓冲更好,时间按 10^{-3} 秒计算,则滑块与后限制器不会发生碰撞;反之如果时间按 10^{-4} 秒计算,则滑块将与后限制器碰撞,且 σ 将达到 $2\ 707$ (N/mm²) $> \sigma_b$, 此时后限制器就会出现断裂。

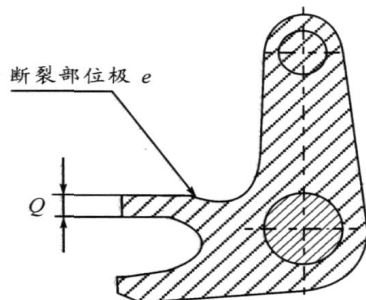


图 3 危险截面

3.3 小结

经以上分析计算,后限制器断裂的主要原因是 Q 值未满足 2 mm 的要求。 Q 值达不到要求是因为发射机解不脱,操作人员去修配后限制器,从而造成 Q 值尺寸超差。

4 解决措施

发射机解不脱后限制器, Q 值大不是唯一的原因。通过对发射机工作原理、运动传递的分析,认为无需修锉后限制器,而只需调整拨动块中齿与滑块间隙,即修锉拨动块中齿或滑块的相应部位使拨动块中齿与滑块的间隙由 $1.5^{+0.2}$ mm 增大到 1.9 mm 左右,这样后限制器就能先越过滑块而不会干涉,从而解脱扣机。采取上述措施后,发射机解不脱后限制器的问题就能得到完全解决。

参考文献:

- [1] 韩奎英,王梦林,朱素军. 火炮自动机设计[M]. 北京: 国防工业出版社, 1988.
- [2] 军械工程学院高炮教研室. 高炮兵器结构原理[M]. 1991.