

211517



自动武器设计原理

下 册

Э. А. 戈洛夫 著



国防工业出版社

335
32



统一书号

15034·272

定价 1.10 元

554
5/5335
下2

自动武器设计原理

下 册

Э. А. 戈洛夫著
馬宗明譯、刘学昌校



F34421



国防工业出版社

內容簡介

本書是Э. А. 戈洛夫著「自动武器設計原理」的續篇，書中探討了一些自动武器理論研究方面的新問題，最后并列举了計算两种自动武器之自动机的实例。本書可供从事自动武器設計研究的工程技術人員閱讀，也可供有关大專教師學生參考。

苏联 Э. А. Горов著 Основания проектирования автоматического оружия (Москва 1955年)

*

國防工業出版社

北京市書刊出版業營業許可証出字第074号
机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

850×1168¹/₃₂ 印張 5⁵/₆₁ 134千字

1958年12月第一版

1958年12月第一次印刷

印数：0,001—1,200册 定价：(11) 1.10元

№ 2537

統一書号15034·272

目 录

序言.....	4
第一章 自动机工作与弹性缓冲器工作的相互影响.....	5
§ 1 自动武器缓冲器的工作特性.....	5
§ 2 自动武器缓冲器工作的近似研究法.....	28
§ 3 武器缓冲对自动机工作的影响.....	47
第二章 自动武器的射击稳定性.....	53
§ 1 射击时武器稳定性的概念.....	53
§ 2 自动机各部分的撞击对射击时自动武器稳定性的影响.....	55
§ 3 自动机各部分的平稳运动对射击时自动武器的稳定性的影响.....	76
§ 4 射击时手提式武器稳定性计算示例.....	88
第三章 自动机计算示例.....	99
§ 1 导气式自动机的计算（德普式）.....	100
§ 2 枪管后座式自动机的计算（MG-42）.....	118

序 言

本書的各章是“自动武器設計原理”教程（1954年版，Э. А. 戈洛夫）的补充。

第一章是討論与設計自动武器緩冲器以及与研究緩冲器工作和自动机工作相互影响有关的各种問題。

第二章是研究考虑到自动机工作的影响时有关保証自动武器在射击时的穩定性的一些基本問題。

这两章所叙述的都是自动武器理論研究方面的一些比較新的問題，所以說單独出版这一本書是合适的。

在第三章中列举了利用自动武器設計原理一書中的基本理論計算两种类型的自动武器的自动机的例題。

本書中所叙述的許多問題还处在研究阶段，因此，不能苛求本書內容所討論的結論皆是全面而完备的。

作者以感謝的心情接受对本書內容及講述方法所提出的全部意見。

第一章 自动机工作与彈性緩冲器工作的相互影响

§1 自动武器緩冲器的工作特性

1 武器緩冲器的作用原理

口徑比較大的武器（大口徑机槍和自动炮的出現）的自动化大大地增强了减小后座对槍架或槍座的作用的意义。

为了减小后座作用，目前广泛地应用了各种不同的緩冲装置，这些緩冲装置能够使武器在射击时沿槍膛軸綫方向移动。

通常由彈性元件（彈簧）組成的緩冲装置是武器本身不可缺少的一部分并与武器同时設計。

緩冲装置或緩冲器通常对自动机的工作有很大的影响，而自动机的工作也决定着武器在緩冲时的运动。因此，对自动武器自动机的工作和緩冲器的工作必須同时加以研究。

利用自动机計算法可以研究自动机工作和緩冲器工作的相互影响。

利用这些方法能够确定緩冲器工作时武器的运动規律。由此，可以評价所取的緩冲器特征数是否适宜并对这些特征数做适当的修正之后可以获得最有利的緩冲器工作条件和自动机工作条件。

評价自动武器緩冲器的有利性时應該考虑到緩冲器工作对射击精度的影响，对自动机工作可靠性的影响和对射击时武器操作方便的影响。

为了获得良好的射击精度，对緩冲器應該提出下列要求：保証后座沿槍膛軸綫的方向；减小后座定向滑板的間隙；消除武器在后座和复进时对槍架或槍座的撞击；保証槍架或槍座有良好的

6
稳定性和减小槍架的变形，因槍架的变形会使武器偏离所賦与的射向。

設有緩冲器的現代槍架或槍座有定向裝置，因此，武器的后座方能沿槍膛軸綫的方向进行。

减小定向滑板的間隙通常是通过确定适当的配合和应用各种补偿器的方法来达成。减小定向滑板間隙对射击精度的影响是利用增大定向板和某些結構元件之間的距离的方法来获得。

消除在后座和复进时武器对槍架或槍座的撞击通过下述方法来达成：选择合适的緩冲器特征数，設置專用的緩冲垫以及对緩冲器的工作和自动机的工作加以特殊配合而使武器复进击發。

槍架或槍座的稳定性取决于作用于其上的緩冲器后座力的大小和变化情形；选择适当的緩冲器工作特征数可以保证稳定性。

上面已講过，在评价緩冲器的工作时，除保证良好的武器射击精度外，还必须考虑到保证自动机工作的可靠性以及射击时武器操作的方便。

为了保证彈鏈供彈机构的可靠性，通常必须使整个武器的后座量不超过所規定的范围并且使整个武器在最小的加速度情况下运动。当武器的后座量很大时，带动彈鏈是很困难的，并且不能保证供彈机构可靠地工作。

考虑武器操作方便的要求通常归结于限制武器后座量，因为后座量不很大的时候便于利用瞄准装置和發射机构。

评价自动武器緩冲器工作时，还必须考虑到緩冲器工作循环時間，該時間在連發射击时不应该大于自动机工作循环時間。

自动武器緩冲器工作条件影响着武器的运动以及作用于槍座上的作用力的变化性質。

评价緩冲器工作时武器的运动和作用于槍座上的作用力的变化性質的时候，主要应该考虑最大的后座長度，作用于槍座上的最大作用力和緩冲器工作循环時間。

緩冲器工作的这三个基本特征数是互相关連的。緩冲器最有

利的工作条件通常决定于它們之間最有利的配合。

为了从原理方面說明緩冲器工作的这些特征数的相互影响，我們来研究一个最簡單的武器緩冲略圖(圖 1)，圖上所示的是与彈性体相連接的物体的平移和直綫运动，在該物体上作用着冲量負荷。該略圖相当于非自动武器的緩冲，并假設与緩冲器相連接的武器本身振动周期比作用于槍膛底部上的火藥气体压力增長時間大得多。



圖 1 后座时非自动武器运动略圖。

就圖 1 中所示的略圖来講，可以得出确定后座時間，后座

长度和后座开始时的最大速度之間的簡單公式。

实际上，如果后座时武器压缩緩冲器彈簧，那么，后座時間可以根据下一公式求出：

$$t_{or} = \frac{1}{p} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{f_1}{f_2} \right), \quad (1)$$

式中 f_1 和 f_2 ——緩冲器彈簧預压度和終压度；

p ——与緩冲器相連接的武器的自由振动頻率。

如果用 $\frac{f_1}{f_2} = a$ 表示压缩度之比，則后一公式可写为：

$$t_{or} = \frac{1}{p} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin a \right). \quad (2)$$

此公式中的自由振动圓周頻率 p 可以初速 V_0 和整个后座長 λ 来表示，因为

$$\frac{MV_0^2}{2} = \frac{\eta \lambda (2f_1 + \lambda)}{2},$$

但

$$p^2 = \frac{\eta}{M},$$

因而，

$$\frac{1}{p^2} = \frac{\lambda (2f_1 + \lambda)}{V_0^2} = \frac{\lambda^2}{V_0^2} \frac{(1+a)}{(1-a)}, \quad (3)$$

式中 M ——后座部分質量；

V_0 ——后座部分的初速。

把后一公式代入公式 (2)，則得：

$$t_{or} = \frac{\lambda}{V_0} \sqrt{\frac{1+a}{1-a}} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin a \right). \quad (4)$$

这一公式又可以写成

$$t_{or} = \Phi \frac{\lambda}{V_0}, \quad (5)$$

式中
$$\Phi = \sqrt{\frac{1+a}{1-a}} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin a \right).$$

系数 Φ 的值仅取决于缓冲器弹簧的预压度和终压度，亦即取决于 a 值之大小。

如果 $a = \frac{1}{2}$,

则
$$\Phi = \sqrt{3} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{1}{2} \right) = 1.81.$$

如果缓冲器工作时弹簧没有预压，那么 $f_1 = 0$ 和 $a = 0$ 。在这种情况下，

$$\Phi = \frac{\pi}{2} = 1.57.$$

如果缓冲器的阻力是一常量，那么对于弹簧缓冲器来讲，这将符合于当弹簧预压度非常大并且预压度和终压度之比等于 1 ($\frac{f_1}{f_2} = 1$)，亦即 $a = 1$ 时的情况。

当 a 等于此值时， Φ 的公式不定，因为分子 $\frac{\pi}{2} - \arcsin 1$ 和分母 $\sqrt{1-a}$ 皆等于零。

解此不定式，则得：

$$\lim_{a \rightarrow 1} \frac{\frac{\pi}{2} - \arcsin a}{\sqrt{1-a}} = \frac{\left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \right)'(a)}{(\sqrt{1-a})'(a)} = \frac{2\sqrt{1-a}}{\sqrt{1-a^2}}.$$

因而，当 $a = 1$ 时

$$\Phi = \frac{2\sqrt{1+a}\sqrt{1-a}}{\sqrt{1-a^2}} = 2.$$

关系式 $\Phi = f(a)$ 示于图 2。利用求系数 Φ 的关系式和公式 (5)，便可以对各种不同的弹簧缓冲器工作条件求出确定缓冲器工作的各基本参量之比，即 V_0 、 λ 和 t 的值。

为了求出作用于枪座上的最大力，可以利用下一公式：

$$\Pi = f_2 \eta,$$

式中 η —— 缓冲器弹簧刚度系数。

该式可以化成下一形式

$$\Pi = \frac{\eta \lambda}{1-a}。$$

但，前面求得的 $\frac{1}{p^2}$ 公式的形式是：

$$\frac{1}{p^2} = \frac{M}{\eta} = \frac{\lambda^2}{V_0^2} \frac{1+a}{1-a},$$

由此

$$\frac{\eta \lambda}{1-a} = \frac{MV_0^2}{\lambda(1+a)}。 \quad (6)$$

利用后一等式，则得：

$$\Pi = \frac{MV_0^2}{\lambda(1+a)} = \frac{I^2}{M\lambda(1+a)}, \quad (7)$$

式中 I —— 产生后座的冲量。

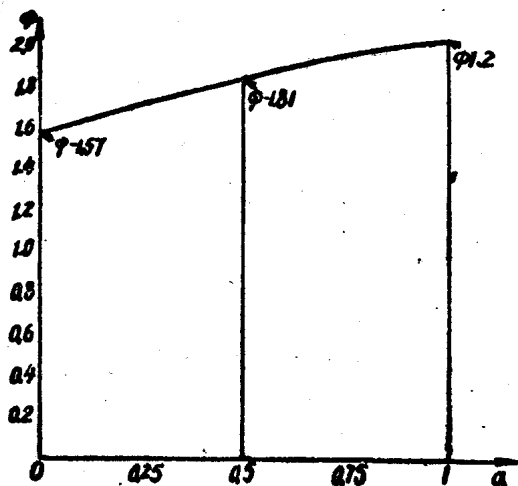


圖 2 关系式 $\phi = f(a)$ 圖解。

后一公式表示出力 Π 与缓冲器弹簧预压度和终压度之比 a ，后座长度 λ 和后座部分质量 M 的关系。

为了求出作用在枪座上的最大力与后座时间和缓冲器弹簧预

压度和終压度之比的关系,可利用公式(5)并对速度求解之后,代入公式(7)。

进行了这些演算之后,則得:

$$\Pi = \Phi \frac{l}{t_{or}(1+a)} \quad (8)$$

此公式說明了作用在槍座上的最大力与后座時間的关系。

應該指出,公式(8)在原則上与公式(7)是沒有区别的,因为后座時間与武器質量和后座長度有下面的簡單关系:

$$t_{or} = \Phi \frac{\lambda}{V_0} = \Phi \frac{\lambda M}{M V_0} = \Phi \frac{\lambda M}{l} \quad (9)$$

从所得的公式中可得出結論: 如果后座長不变,則变更緩冲器彈簧的剛度和預压度,后座時間只在不大的范围变化; 如果后座時間不变,則彈簧剛度和預压度变更时后座長亦在不大范围内变化。

同样可以确定,当后座時間不变时,后座阻力变化愈小,后座長就愈小。

利用所求得的公式能够对比作用在槍座上的緩冲器彈簧最大力。显然,当后座阻力一定时(各种不同的后座長情况下)作用在槍座上的最大力比之当阻力做直綫变化时(后座开始时此阻力等于零)作用在槍架上的最大力小二分之一。还可以指出,当后座時間不变时对于这两种極限情况下緩冲器彈簧力变化来講,作用在槍架上的最大力之比等于 $\frac{\pi}{2}$ 。

所进行的研究表明,最好选择这样的緩冲器彈簧特征数,即使 σ 值接近于1,也就是后座时阻力变化較小。这只能通过增大彈簧預压力和减小彈簧剛度系数来达成。然而,这必然会使彈簧的尺寸增大,并使得緩冲器的配合条件变坏。因此,在設計緩冲器彈簧的實踐过程中,通常选择彈簧預压度是从便于装配和結合这些彈簧出發的。

所有求得的关系式都关系着武器的后座。如果除了緩冲器彈簧彈力外,在緩冲器工作时沒有其他任何力作用在武器上,那么研

究复进时武器的运动同后座时一样。同时，后座時間等于武器的复进時間●。

在另一种情况下，即除了緩冲器的彈簧力外，尚有某些常阻力时，則对武器运动的研究原則上与上述无区别。因为考虑到常阻力时只是影响引入計算公式中的緩冲器彈簧預压度的大小和比值。在这种情况下复进時間大于后座時間。

如果用 $\frac{t_{OT}}{t_{AM}} = b$ 表示后座時間与緩冲器工作的全時間之比，那么各种阻力愈大（緩冲器彈簧力除外）該值就愈小。b 值的减小，也就是后座時間的减小必然会导致作用在槍架或槍座上的力增大。

因此，为了减小这些力，除了緩冲器彈簧力外最好消除各种阻力。但同时應該考虑到减小各种阻力与增大复进結束时武器的动量是相关联的。如果不采取措施来防止撞击的話，則武器复进到位时会产生大的撞击。

設置專用的前方緩冲墊或采用武器复进击發，可消除武器复进到位时的撞击。后一种方法通常是一种减小后座作用的非常有效的办法。

我們来闡明一下，应用复进击發减小武器后座作用之效果。通常，闡明复进击發效果时利用比較武器自由后座能量的方法，从而得出应用复进击發时的自由后座能量与沒有应用复进击發时的武器自由后座能量比較时的最大可能的减小量（四分之三）。

在减小作用于槍座上的作用力方面的武器复进击發效果，不考虑緩冲器工作時間可以用公式（7）表示

$$\Pi = \frac{I^2}{M\lambda(1+a)} \quad (10)$$

在最有效的复进击發时，后座开始时作用在武器上的冲量减小二分之一。因而，当 M ， λ ， a 量不变时 Π 力减小四分之三。

利用公式（9），可以說明，在这种情况下，緩冲器工作时

● 如果不考虑緩冲器彈簧变形时机械能的損失。

間增加一倍。

为了判断一下当緩冲器工作時間不变时的复进击發效果，應該利用公式（8）

$$H = \Phi \frac{I}{t_{\text{or}}(1+a)} \quad (11)$$

公式（11）表明，当冲量 I 减小二分之一时， a 值不变則作用于槍座上的力减小二分之一。同时后座量也减小二分之一。后一种情况可以根据公式（10）来証明，从公式中可以得出結論：当冲量 I 和力 H 各减小二分之一时（ M 和 a 值不变）后座量也减小二分之一。因此，应用武器复进击發在該种情况作用于槍座上的力与沒有复进击發时作用力相比較时仅减小二分之一。同时，后座長也减小二分之一。

上述关于武器复进击發效果的見解在評价自动武器复进击發适用性时是有很大的意义的。因为自动武器緩冲器工作循环時間是受自动机工作循环的时间限制的，而自动武器后座長与自动机工作可靠性有关。

在圖 3 的圖解上表明作用于槍座上力的变化和以時間为函数的武器座标。（ a ）表示武器不复进击發时緩冲器工作的情况，（ b ）表示武器复进击發而后座長不变时緩冲器工作的情况，（ c ）表示緩冲器工作時間不变的情况。圖解中条綫面积以某一定比例尺代表發射时作用于武器上的冲量。此冲量作用的瞬間在圖解上以点 i 表示之。

圖解（圖 3）說明了应用复进击發来减小武器后座对槍座的作用的實質并說明了在有武器复进击發和沒有武器复进击發的条件下緩冲器工作时作用于槍座上的力的变化情形。特别是，这些圖解也說明了，复进击發时，后座对槍座的作用是在發射前开始的（武器复进击發开始时）。

所討論的最簡單的緩冲器工作圖和所得出的关系式符合于非自动武器緩冲器的作用和那些自动机工作对緩冲器工作沒有很大影响的自动武器緩冲器的作用。

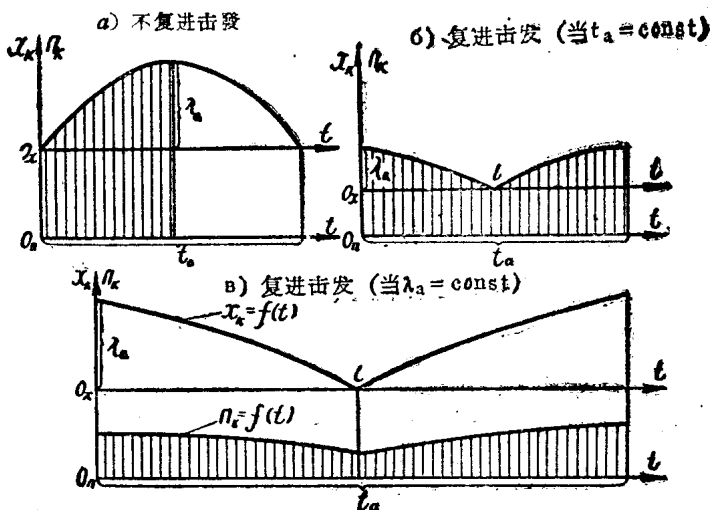


圖 3 說明作用于輪座上的力 Π_k 的变化以及以時間为函数的武器座标 x_k 之圖解。

由于自动机工作对緩冲器工作有頗大的影响，因此，步兵自动武器緩冲器工作不可能完全表示于所研究的略圖中。这一略圖和所求得的关系式在研究自动武器緩冲器的工作时仅用来说明自动武器緩冲器工作的个别阶段和用来说明某些原則情况和質量特征数。

自动武器緩冲器工作时出現了应用武器复进击發的新的可能性，这种可能性不会使緩冲器的工作产生若干严重的缺点（有迟發的危險，不發火后必需調整緩冲器彈簧，發射前后座对槍架作用，这种作用使第一次發射精度变坏等）。

2 自动武器的緩冲

我們来討論一下自动武器緩冲器的工作特点和在这种情況下应用武器复进击發的特点。

在考慮緩冲器工作与自动机工作的关系时，为了确定緩冲器工作对自动机工作的影响我們研究一下在剛性固定的情況下和在

各种不同的缓冲条件的情况下武器自动机的工作。为了研究方便起见，我们取经过若干简化的导气式自动机工作为例。

我们把所研究的武器的自动机的工作分为以下几个主要时期：

- 1) 枪机与枪机框联接之前枪机框的运动 (枪机框的自由行程)；
- 2) 枪机框同枪机一起向最后方位置运动；
- 3) 枪机框与枪机一同复进。

所研究的自动机工作情况的原理图示于图4中。在所研究的每一个自动机工作时期内枪机框和枪机位移特征数之数值示于图中(图5)。

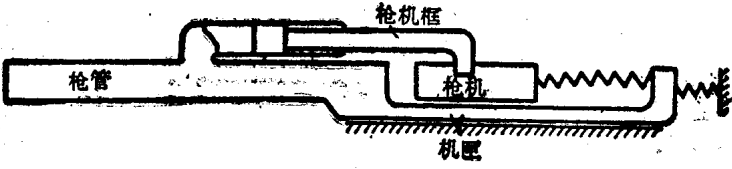


图4 自动机工作略图。

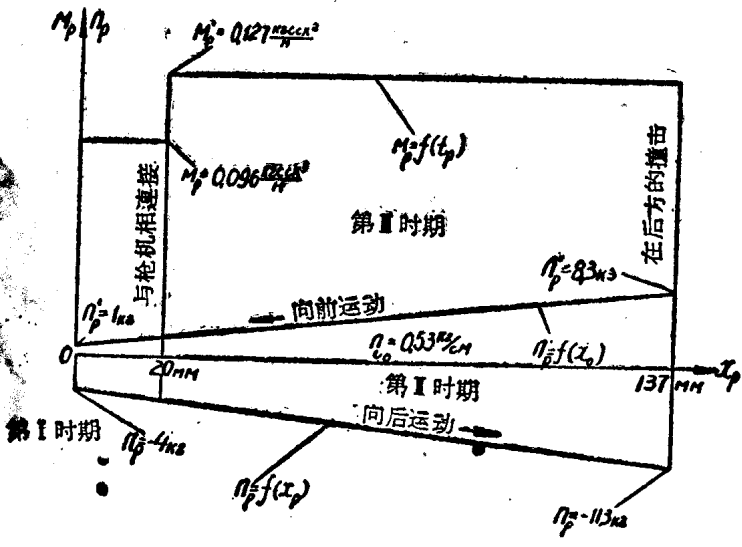


图5 质量和力的变化图解。

取槍机框和槍机的質量等于

$$M_p = 0.096 \frac{\text{kg}/\text{сек}^2}{\text{м}}$$

$$M_s = 0.031 \frac{\text{kg}/\text{сек}^2}{\text{м}}$$

复进簧工作圖解示于圖 6 中。

我們假設，在第二时期开始之前槍机框的速度为 $V_p = 4.54$ $\text{м}/\text{сек}$ ，槍机框运动时间为 $t_p = 0.0045$ сек 。

为了确定槍机框在第二和第三时期內位移和速度关系所必需的圖解示于圖 7 中。

圖 8 中所示的是根据对槍机框和槍机在整个自动机工作时期內的运动的圖解研究所作的圖解 $x_p = f(t)$ 。圖解时假設在最后一个时期內（槍机閉鎖后）槍机框与槍机一起运动并且槍机閉鎖影响未加考虑。

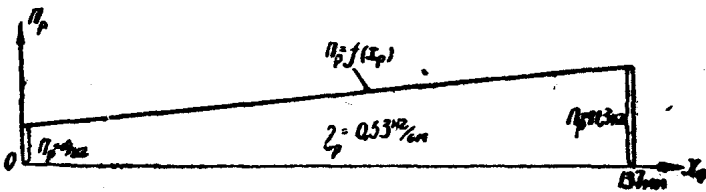


圖 6 复进簧工作圖。

在最显著的特征瞬間內自动机工作研究結果載于表中。

自动机工作的特征瞬間	槍机框座标 $x_p(\text{m.m})$	槍机框速度 $V_p(\text{m}/\text{сек})$	运动時間 $t(\text{сек})$
槍机框在最前方位置 与槍机相联接	0	0	0
槍机框在最后方位置	20	6/4.54①	0.0046
槍机框在最前方位置	137	2.33/-0.93①	0.036
槍机框在最前方位置	0	-3.33	0.089

表中所列的各量中間值可以直接从圖（圖 7）中求出。

① 分子表示撞击前的速度，分母表示撞击后的速度。