

# 自动武器设计原理

上册

Э. А. 戈洛夫 著



国防工业出版社

# 自动武器设计原理

上册

Э. А. 戈洛夫著

刘慕章等译、程尔康等校



国防工业出版社

1961

苏联 Э. А. Горюв 著 'Основания проектирования автоматического оружия' (Москва 1954 年第一版)

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业许可证出字第 074 号  
国防工业出版社印刷厂印刷  
新华书店科技发行所发行 各地新华书店经售

850×1168  $\frac{1}{32}$  印张 18 $\frac{1}{4}$  471 千字

1961 年 6 月第一版

1961 年 6 月第一次印刷

印数: 0,001—2,000 册 定价: (11-8) 3.80 元

NO. 3304

# 目 录

前言 .....	5
緒 論 .....	7
§ 1 自动武器概述 .....	7
§ 2 自动武器的作用和意义 .....	19
§ 3 苏联学者在創立和发展步兵武器研究设计的科学中所起的作用 .....	22
§ 4 苏联軍械设计师在建立苏軍自动武器中的作用 .....	25
§ 5 战术技术要求——武器设计时的指导材料 .....	27
§ 6 自动武器设计程序 .....	28
§ 7 自动武器各机构理论研究的特点 .....	30
§ 8 使自动武器各机构工作的作用力 .....	35
第一章 自动机各部分在火药气体压力作用下的运动 .....	38
§ 1 自动武器的分类 .....	38
§ 2 枪管在火药气体压力作用下的运动(枪管后座) .....	42
§ 3 枪管前冲作用在自动机工作中的应用 .....	55
§ 4 枪机在膛内火药气体压力作用下的运动(枪机后座) .....	58
§ 5 半自由枪机式自动机的计算特点 .....	72
§ 6 自动机各部分在气室内的火药气体压力作用下的运动 .....	75
§ 7 在武器缓冲条件下, 自动机各部分及整个自动武器在火药气体压力作用下的运动特点 .....	90
第二章 自动机各部分在弹簧作用下的运动 .....	102
§ 1 自动武器中单个零件在弹簧作用下的运动 .....	102
§ 2 自动武器中与弹簧相联接的零件, 在承受按任意规律随时間而变化的力作用时的运动 .....	124
§ 3 自动武器各零件在几根弹簧作用下的运动 .....	140
§ 4 弹簧圈振动的计算 .....	143
§ 5 自动武器中零件粗在弹簧作用下的运动 .....	156
第三章 自动武器各机构构件运动特征量的计算 .....	174
§ 1 当活动构件之間有运动约束时, 自动武器各机构运动的微分方程式(武器固定不动) .....	174

§2 当活动构件之间有运动约束时, 自动武器各机构运动的微分方程式 (武器缓冲) .....	185
§3 傳速比的确定 .....	195
§4 效率的确定 .....	218
§5 换算质量和换算力的确定 .....	239
§6 自动武器各机构运动微分方程式的近似解法 .....	243
§7 自动武器各机构构件运动微分方程式的数值积分法的应用 .....	245
§8 积分自动武器各机构运动微分方程式的图解解析法的应用 .....	258
<b>第四章 自动武器各机构的撞击</b> .....	<b>283</b>
§1 自动武器各机构构件撞击的特点 .....	283
§2 机构构件的正撞击 .....	283
§3 机构构件的斜撞击 .....	301
§4 机构中三个构件的撞击 .....	316
§5 自动武器中撞击零件强度计算的若干情况 .....	340
<b>第五章 自动武器各机构的计算</b> .....	<b>345</b>
§1 自动武器的主要机构 .....	345
§2 閉鎖部件 .....	349
§3 枪机开锁和閉鎖机构 .....	360
§4 打开和关闭枪膛的机构 加速机构 .....	376
§5 向受彈器供彈的机构 .....	404
§6 輸彈入膛机构 .....	465
§7 退壳机构 .....	474
§8 击发机构 .....	487
§9 发射机构 .....	498
§10 保險机构和装置 .....	506
§11 輔助机构及设备 .....	511
§12 自动武器各机构的作用可靠性問題 .....	520
§13 彈簧 .....	523
<b>第六章 火炮半自动机计算和設計特点</b> .....	<b>553</b>
§1 火炮半自动机的主要机构 .....	553
§2 作用平稳的半自动机的运动微分方程式 .....	555
§3 作用平稳的开門机构 .....	565
§4 作用平稳的开門机构的設計特点 .....	571
§5 作用平稳的抽筒机构 .....	574
§6 撞击作用的开門机构 .....	577
§7 撞击作用的抽筒机构 .....	582

## 前 言

本书为苏联军事院校自动武器设计课程之教本。

第一章研究机匣固定时和武器缓冲条件下，各式自动机中各部分在火药气体压力作用下的运动。

本书第二、三、四章论述武器自动机若干原理图的一般计算方法。经过某些假设，在研究自动机运动时，自动武器的许许多多不同的实际机构皆可化为这种原理图，而且可以将它们作为实际机构进行动力学研究。

第二章研究弹簧作用下自动机各部分运动的各种实际情况的原理图，列出所研究的原理图上各构件的运动微分方程式，并对每种情况举出微分方程式的最合适的解法。

第三章提出自动机各部分在活动构件之间具有运动约束时的各种运动情况的原理图，导出这些原理图的普遍运动微分方程式，给出确定运动的主要参变量的方法，并研究所得之微分方程式的各种数值解法和图解分析法。

第四章研究如何确定自动武器各机构构件撞击时的运动诸元。本章还阐述了适用于三种基本原理图的确运动诸元的方法。无论机匣是刚性连接时或武器缓冲时，自动武器各机构构件撞击的各种实际情况，都可以化为这种基本原理图进行计算。

第五章叙述了自动武器内具有各种不同功用的机构的特殊计算和研究方法。

第六章研究火炮半自动机的计算与设计特点。本章还讲述了前几章所述的方法对计算火炮半自动机的应用，并对半自动机构在平稳作用和撞击作用下工作时所产生的若干特殊问题加以讨论。

阐释上述问题时，我们力求采用工程计算方法，并力求研究

实际中自动机活动部分最重要的运动情况。同时我们还认为学员在学习自动武器设计原理之前，都已基本上熟悉了自动武器的构造。

与自动武器设计有关的若干问题，如弹道解的选择、枪管设计、自动武器的实验研究等，本书均未加阐述，因为这些问题属于专门性的问题，在其他书中已有论述。

编写此书时，A. A. 勃拉瓦拉沃夫院士曾提供不少宝贵意见，著者对此深表谢忱。

---

## 緒 論

### §1 自动武器概述

自动武器在发射时的火药气体能量不仅使彈丸运动，而且使次一发枪彈重新装填。为了重新装填自动武器，通常需**要枪机开锁，打开枪膛，从彈膛中抽出彈壳并将它由武器内抛出；然后再将次一发枪彈送入受彈器，再由受彈器推送入膛，然后关闭枪膛，闭鎖枪机。**并非所有这些动作对任何自动武器都是必不可少的，因为在某些自动武器中，举例而言，可能缺少闭鎖这一动作。在自动武器中火药气体的能量还可用以压缩击針簧和放开击針或击錘，以便打燃次一发枪彈的底火。

如果重新装填武器和打燃次一发枪彈的底火是自动进行的，則射击必然会依次連續进行，直至射手对发射机构停止作用或彈匣（彈鏈）内之彈药全部耗尽为止。此种射击称为**連发射击**。能够进行連发射击的武器称之为**自动射击武器**。

如果击針或击錘不能自动解脱，而每次发射皆要求射手再次扣压发射机构，各次发射的时间間隔取决于射手的愿望；此种射击称为**单发射击**，仅能进行单发射击的自动武器称之为**自动装填武器**。

自动射击武器和自动装填武器在结构上的区别主要在于发射机构或其中的某些零件的构造不同。現代自动武器的某些式样既能进行連发射击也能进行单发射击。这种武器通常利用快慢机来改变发射机构各零件的相互位置，以变更射击方式。

所謂半自动武器是指在重新装填所必需的动作中仅仅一部分

● 在某些文献中有时将自动装填武器称为半自动武器。这个术语不能认为是正确的，参看下述概念其理自明。



是自动的，例如枪机开锁，打开枪膛，由膛内抽壳或使击针簧呈待发状态。

自动武器的结构形式极其繁多。它们的区别在于自动机的结构不同，亦即利用火药气体能量而工作的各机构的组合不同。自动机的构造在很大程度上取决于其主要机构工作时利用火药气体能量的方法。

自动武器在结构上最显著的区别在于武器的供弹方法不同。现代自动武器广泛采用弹匣供弹和弹链供弹。

采用弹匣供弹时，枪弹放置在直接固定在武器上的特殊小盒（弹匣）内。由弹匣供弹通常是利用装于弹匣内的专用弹簧进行。

将枪弹装入弹匣时，有的武器不需从武器上取下弹匣（如步枪），有的则需取下（如轻机枪和冲锋枪）。前一种弹匣叫固定弹匣，后一种弹匣叫可换弹匣。

采用弹链供弹时，枪弹装在柔性金属链内或麻纤维弹带内。现代弹链的容弹量为50~250发。另有一种短弹链，可以互相连接成一根长弹链，这样就可以使弹链的容量增加到所希望的数值。

步兵装备系统中的自动武器通常使用链节不分离的弹链。这样的弹链在枪弹被抽出后通常仍呈链状。在航空自动武器中一般采用链节可分离的弹链。这样的弹链，在枪弹被抽出后各自散开，俾射击时易于将弹链节由武器内排出。

● 采用弹匣供弹，通常可保证武器的结构简单而紧凑。但是由于弹匣容量较小，这种供弹型式不能获得较高的实际射速。因此，弹匣供弹主要应用在不要求很高的实际射速，而良好的机动性对它却十分重要的自动武器中（如手枪、自动步枪和冲锋枪等）。

弹链供弹由于其容量较大，故能保证较高的实际射速。因此弹链供弹广泛应用于要求高射速的武器中（如重机枪、大口徑机枪和自动炮等）。

现代自动武器广泛采用弹链供弹的原因还在于，它具有比弹

匣供彈小得多的“皮重”（指武器上所配备的空彈鏈或空彈匣的重量）。

自动武器最主要的特性是它的实际射速大，而后者为其各机构的快速工作所保証。

虽然連續发射时自动武器各机构的工作是周期性的，但是每一个机构的工作通常仅占很短的时间間隔，它仅是組成自动机工作一个循环的时间的一部分，而在其余时间内它是不工作的。因此，在自动机工作的每一循环中，各个机构皆有处于静止状态的瞬間。

这就使自动武器各机构构件的运动具有明显的不均匀性，因此各机构整个工作时期具有不稳定的运动特征。許多机构工作开始和結束时都产生撞击，这是自动武器各机构工作的显著特性。

自动武器各机构的上述工作特性使：1) 机构的工作对其零件的加工精确度和对零件的配合性质十分敏感；2) 各零件的磨損很快，因而自动武器各机构連續工作的寿命通常以数十分钟来表示；3) 慣性力的作用較大，这种慣性力对零件强度具有显著影响。

在第二次世界大战期間自动武器得到了最广泛的应用，当时自动化不仅普及所有类型的步兵武器，而且也扩展到火炮中去了，特别是高射炮和航空炮。

根据战斗功用的不同現代自动武器可分为各种不同类型。

下面将列举出最主要类型的自动武器的主要性质，并对第二次世界大战期間所采用的自动武器作一般論述。

**自动手枪** 它是近距离上襲击和自卫的单人武器，并且用以射击直接靠近（50米以内）的生动目标。这种武器应当立即使生动目标失去战斗力。

自动手枪的构造应当保証自动机工作的可靠性，并应在使用安全的条件下，經常处于战备状态。

当遭遇到敌人突然袭击时，人们经常用自动手枪进行本能射击，因此必须特别注意握把的适当配置，以确保其有正确的射击方向，同时还必须特别注意操作保险机构的方便性。

表 1 自动手枪

武器诸元	苏 联	美 国	英 国	法 国
	武器 类 型			
	1930/33年式(TT)	可 几 特 M4911A1	威伯斯柯达 1907年式	斯 达 尔
口径(毫米)	7.62	11.43	11.56	7.65
武器重量(公斤)	0.85	1.07	1.11	0.67
长度(毫米)	195	216	216	—
自动机型式		枪管短后座式		自由枪机后座式
弹丸初速(米/秒)	440	250	228	260
弹丸重量(克)	5.5	15.2	14.3	4.6
枪口动能(公斤·米)	54.5	48.5	38	15.9
弹匣容量(枪弹数)	8	7	7	7

自动手枪采用弹匣供弹，弹匣一般装在握把内，并且在枪弹耗尽后能够迅速更换。

自动手枪属于自动装填武器。

图 1 所示的是苏联社会主义劳动英雄，费多尔·瓦西利也维奇·托加烈夫所设计的 1930/33 年式 TT 式自动手枪。

冲锋枪 它是用以杀伤 300 米距离内的生动目标的单人武器。冲锋枪一般用手枪枪弹射击，并且当作自动射击武器使用。但许多式样的冲锋枪

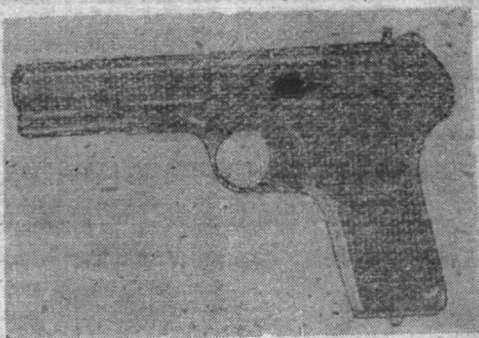


图 1 Ф. В. 托加烈夫设计的 1930/33 年式手枪(TT)。

的发射机构，都可利用快慢机使自动机的工作转为单发射击。冲锋枪的火力通常多实施短点射（一次点射为3~5发）。冲锋枪的弹匣容量在20至100发的范围内，因此，必要时也能够进行长点射。冲锋枪的弹匣容量大，枪弹重量小，因而可能有大量的备用枪弹，在近距离上能保证很高的火力密度，这是该种武器的主要优点。冲锋枪的实际射速每分钟可达到100发，在第二次世界大战时期，在所有作战军队中曾广泛应用冲锋枪。苏军把冲锋枪称作自动枪，而把装备此种武器的分队称之为自动枪分队。

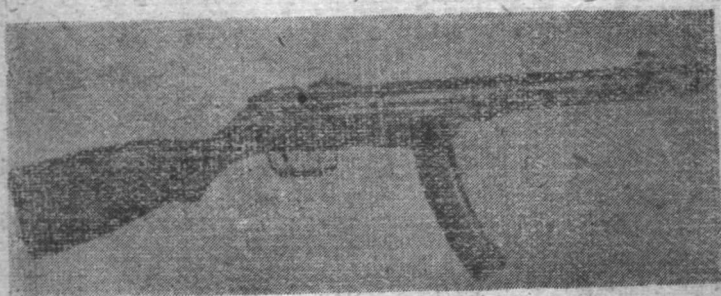


图2 Г. С. 什巴金设计的1941年式冲锋枪(自动枪, ППП).

图2和图3是苏联社会主义劳动英雄格奥尔基·谢密诺维奇·什巴金所设计的1941年式冲锋枪(自动枪 ППП)和阿烈克塞·依凡诺维奇·苏达耶夫设计的1943年式冲锋枪(自动枪 ППС)



图3 А. И. 苏达耶夫设计的1943年式冲锋枪(自动枪 ППС)。

1941年式(ППП)有木质枪托，能够进行单发和连发射

击。而 1943 年式 (IHC) 則只能进行連发射击，而且为了改善行軍状态时武器的机动性能，枪托为金屬的，并可折叠。

表 2 冲锋枪(自动枪)

武器諸元	苏 联		美 国		英 国
	武器类型				
	1941年式 IHHI	1943年式 IHC	1928年式 湯姆逊	M-3	司 登 MKII
口径(毫米)	7.62	7.62	11.43	11.43	9.0
武器重量(不包括彈匣) (公斤)	3.65	3.04	4.54	3.62	3.02
长度(毫米)	840	820	855	745	755
射击頻率(发/分)	1000	700	650	400	700
自动机类型	自由枪机		半自由枪机	自由枪机	
彈丸初速(米/秒)	500	500	290	280	385
彈丸重量(克)	5.5	5.5	15.2	15.2	8.0
枪口动能(公斤·米)	70	70	65	61	61
彈匣容量(槍彈數)	35/71	35	20/50	30	32
不带枪彈时彈匣重量 (公斤)	$\frac{0.290}{1.100}$	0.260	$\frac{0.180}{1.160}$	0.350	0.290

表中分子代表彈匣諸元，分母代表彈盤諸元。

**自动步枪** 它是用以杀伤 600 米距离以内的单个生动目标的单人武器。自动步枪一般是自动装填武器，仅能进行单发射击，因此常常称它为自动装填步枪，由于射手操作較省力和观察目标比較方便，故自动装填步枪比非自动步枪的实际射速要大一倍(約 25~30 发/分)；但是，自动装填步枪的构造較复杂，重量較大，在結構和生产工艺方面要求特別仔細，以保証动作可靠。

自动装填騎枪与自动装填步枪的区别，在于前者的枪管較短，故其彈道性能亦稍微降低(彈丸初速較小)。

**輕机枪** 它是一种集体武器，用以杀伤在 800 米距离以内的群集暴露目标和重要的单个生动目标。輕机枪的火力通常采用短点射，在短点射时能保証每分钟 120 发的实际射速。为了提高輕

表 3 自动装填步枪

武器諸元	苏 联	美 国
	武器类型	
	CBT-40	加 兰 德 M1
口径(毫米)	7.62	7.62
不带枪刺时的重量(公斤)	3.8	4.6
不带枪刺时的长度(毫米)	1221	1100
自动机类型	导气式	导气式
弹丸初速(米/秒)	830	810/853
弹丸重量(克)	9.6	11.3/9.85
枪口动能(公斤·米)	337	378/364
弹匣容量(枪弹数)	10	8

表中分子表示M1式彈丸的諸元，而分母表示M2式彈丸的諸元。



图 4 B. A. 捷克加烈夫设计的DII式轻机枪。

机枪的实际射速，可使弹盘容量增至50发，有时还采用弹链供弹。为了保证轻机枪能长时间射击，通常把枪管做成可以快速更换的。这样射击时就能更换灼热的枪管，并继续射击，同时枪管重量应尽量轻些，以保证武器有必要的机动性。

轻机枪射击时，枪托抵在肩上，为了使稳定性较好，轻机枪装有前支架（脚架）。如所周知，人们曾试图将轻机枪装置在轻型三脚架上。轻机枪往往在结构上加以适当改变（采用折叠式枪托、容量大的弹匣和专用瞄准装置），就能装置在坦克上进行射击。这样的轻机枪叫坦克机枪。

图 4 是社会主义劳动英雄，瓦西里·阿列克谢也维奇·捷克加烈夫设计的 ДП 式轻机枪。

表 4 轻机枪

武器 諸 元	苏 联	美 国	英 国	法 国
	武 器 类 型			
	ДП	勃朗宁 M1918A2	勃 然	沙 特 罗 1924/29年式
口径(毫米)	7.62	7.62	7.71	7.5
不带弹匣时的重量(公斤)	8.9	8.6	10.1	9.6
长度(毫米)	1272	1215	1156	1070
射击频率(发/分)	600	550	600	550
自动机类型	导 气 式			
弹丸初速(米/秒)	840	850	750	850
弹丸重量(克)	9.6	9.85	11.25	9
枪口动能(公斤·米)	345	365	324	3.31
弹匣容量(枪弹数)	47	20	30	25
无枪弹时弹匣重量(公斤)	1.6	0.21	0.48	0.28

**重机枪** 它是一种强有力的集体自动武器，用来在 1000 米距离内杀伤暴露的和隐蔽在小起伏地后面的集体生动物标，并摧毁敌人的火器。重机枪常安装在专用的轮式枪架或三脚架上；枪架有方向瞄准机构和高低瞄准机构。为了提高高低瞄准的精度，机枪枪架通常设有高低精瞄机构；转动转轮时，它能在不大的范围内改变武器的射角，方向瞄准一般是自由瞄准，操纵握把来转动机枪。重机枪常采用弹链供弹，能够以 250 发/分的实际射速进行射击。重机枪的火力通常使用短点射和长点射。为了保证重机枪有更高的法定火力，必须特别注意枪管的冷却。为此目的，在旧式重机枪中曾广泛采用了水冷式冷却，即把枪管装在充满水的套筒内。第一次世界大战的经验早已说明，此种冷却枪管的方法有许多缺点；因此，现代重机枪的枪管均用空气冷却。为了提高冷却效率，把枪管做得粗重些，并且枪管的散热面也要增大。重机枪的枪管有时也能够迅速更换。重机枪如同轻机枪一样，在结构上加以某

些改变，便可用在坦克上进行射击。重机枪可作为高射机枪使用，来对付低空飞行的敌机。为此目的，有时将机枪枪架做成通用的，使它既能够对地面目标射击，也能够对空中目标射击，或者把重机枪安装在专用的单挺或多联（双联、三联和四联）的高射枪座上。

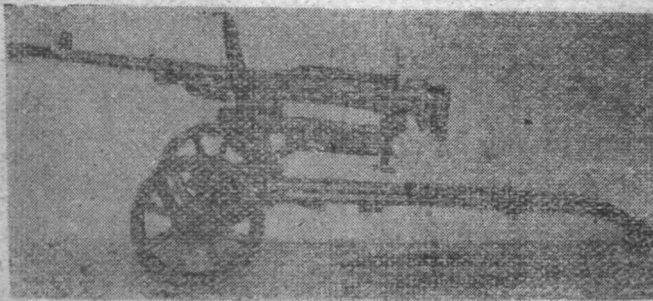


图5 安装在B. A. 捷克加烈夫枪架上的II. M. 郭留诺夫设计的CI-43重机枪。

表5 重机枪

武器诸元	苏 联 美 国 英 国 法 国					
	武器类型					
	1910年式 马克沁	CI-43	勃朗宁 M1917A1	HBM 1919 A4	1909年式 维克斯	1914年式 哈其开斯
口径(毫米)	7.62	7.62	7.62	7.62	7.71	8
带枪架时的机枪重量(公斤)	63.6	44.5	42.7	21.8	32.4	48.2
不带枪架时机枪的重量(公斤)	20.2	14.6	18.7	14.3	15.09	24.2
枪架类型	轮式	轮式通用枪架		三脚式		
枪管冷却方式	水冷	气冷	水冷	气冷	水冷	气冷
武器长度(毫米)	1107	1138	965	1040	1090	1240
射击频率(发/分)	600	600	600	550	600	500
自动机类型	枪管短后座	导气式	枪管短后座	枪管短后座	枪管短后座	导气式
弹丸初速(米/秒)	800	800	850	850	745	700
弹丸重量(克)	11.8	11.8	9.85	9.85	11.25	12.8
枪口动能(公斤·米)	385	385	366	366	318	320
弹链容量(枪弹数)	250	250	250	250	250	250



图5是安装在瓦西里·阿列克謝也維奇·捷克加烈夫枪架上的彼得·馬克西莫維奇·郭留諾夫所設計的CF-43式重机枪。

**大口徑机枪** 这种机枪用以对空防御，并能对付敌人地面装甲技术兵器，也用来装备坦克

和飞机。在步兵分队中，大口徑机枪通常安装在单挺通用枪架上进行射击，这种通用枪架既能够对地面目标射击，也能够对空中目标射击。在防空分队中，大口徑机枪經常安装在多联枪座上（双联的，三联的，四联的）使用。在坦克中和飞机上，大口徑机枪則安装在专用枪座上。为了順利执行战斗任务，大口徑机枪应具有很高的实际射速。因此，大口徑机枪通常采用彈鏈供彈。图6是安装在科列斯尼可夫枪架上的社会主义劳动英雄瓦西里·阿列克謝也維奇·捷克加烈夫和社会主义劳动英雄格奧尔基·謝密諾維奇·什巴金所設計的1938年式德什卡大口徑机枪。

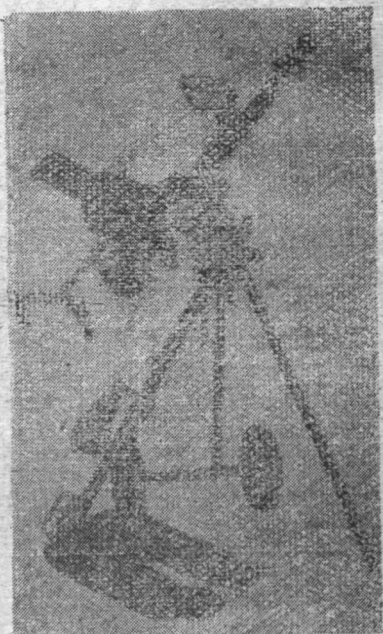


图6 安装在科列斯尼可夫枪架上带有什巴金受彈器的捷克加烈夫和什巴金所設計的1938年式 ДШК 大口徑机枪。

**自动炮** 自动炮的主要功用是防坦克和防空以及装备坦克和飞机。用自动炮对空中目标射击时，有时将它安装在多联炮架上。作为坦克武器和航空武器使用时，将自动炮安装在专用炮架上。除上述各种主要的自动武器之外，还使用特种功用的武器（反坦克武器、坦克武器、航空武器、高射武器）。

图7和图8是社会主义劳动英雄，瓦西里·阿列克謝也維奇·