

航空自动武器导论

刘应忠 向宏 范惠林 编著



吉林科学技术出版社

航空自动武器

内 容 简 介

本书以介绍航空自动武器的结构、工作原理、技术要求等内容为主，共分四章。第一章，简要介绍航空自动武器的发展及其在现代空战中的地位，并介绍航空自动武器的性能及分类；第二章，介绍航空自动武器各基本机构组成、分类，工作原理、技术要求和维护特点；第三章，介绍航空自动武器特殊（辅助）机构组成、分类，工作原理、技术要求和维护特点；第四章，介绍典型航空自动武器的组成及其基本工作原理。

前 言

从飞机开始用于军事目的起,射击武器就由地面扩展到空中,产生了航空自动武器。航空自动武器是航空机关炮和航空机关枪的统称,它是指适于飞行器安装和空战需要的自动连续发射弹头的武器。

自1912年美国飞行员昌德勒上尉把路易斯机枪安装在飞机上,航空自动武器至今一直是作战飞机武器装备中不可缺少的一种武器,已发展成具有独自特点、有别于地面自动武器的武器。

从1914年法国飞行员费郎士在“武星”式飞机上用机枪击落了德国“亚维提克”式飞机(这可能是世界上第一次空战的战果)起,至20世纪50年代初,空战一直是航空自动武器一统天下。随后出现了空-空导弹,空-空导弹是一种先进武器,但当时它还远不尽善尽美,60年代几次局部战争证明,空战中航空自动武器与空-空导弹都取得了战果,航空自动武器在空战中仍不失其“霸主”地位。随着空-空导弹性能的完善,空-空导弹在现代空战中已处于主导地位,但航空自动武器仍是空战的重要射击武器,这是因为,它在用途的多样性、可靠性,使用条件的适应性、抗干扰性和经济性等方面见长,尤其是中口径、高初速、使用次口径脱壳穿甲弹或贫铀(U²³⁸)弹头炮弹的航空机关炮,已成为反坦克的有力武器。所以,在现代空战中航空自动武器与空-空导弹共同形成飞机的作战火力。

进入21世纪,随着军事高技术的迅速发展,电磁炮、电热炮、激光炮等新概念武器的产生,航空自动武器必然会出现新发展。

《航空自动武器导论》是从航空自动武器的结构、工作原理、技术要求等共性知识出发,将同类不同型号的航空自动武器共有的机构(或系统)、共有的工作原理、共同的技术要求等内容,按其各自的内在关系,分别构成知识模型,通过知识模型宏观反映一类航空自动武器的整体概念,阐述一类航空自动武器的基本组成(构造)、基本工作原理、主要技术要求及维护特点,是学习各型号航空自动武器的理论基础,为科学维护、使用和评价航空自动武器提供理论依据。

该书信息量大,覆盖面宽,其内容不仅涵盖了我军现装备的各型航空机关炮,也涵盖了国外现装备的五大类十几种主要型号的航空自动武器,其中有美国、英国、法国、俄罗斯等主战飞机装备的航空机关炮。

书中插图多,形象生动地显现航空自动武器机构,文图配合默契,有助于读者对内容的理解,引发读者学习兴趣。

《航空自动武器导论》一书的出版,为我军装备技术院校航空自动武器装备教学提供了新的教学用书;为航空工程机务部队广大军械人员学习和维护航空自动武器提供了参考;为从事航空自动武器专业的技术人员提供了借鉴;也为关心国防工业、对航空自

动武器有兴趣的人员了解航空自动武器、增长武器知识提供了条件。

《航空自动武器导论》的“论”是为了“导”，希望读者通过该书激发求知欲望、启迪思维，向航空自动武器维修的深度和广度进军，有所发现，有所创新。

《航空自动武器导论》是编者合作的成果，是编者积近40年航空自动武器教学经验的总结。在编写中参考、借鉴了国防工业出版社1990年版《航空自动武器设计手册》、原空军工程学院1998年版《苏二七型飞机射击武器》及航空机关炮技术说明书等有关资料和成果。书中插图除部分由编者设计外，主要参照《航空自动武器设计手册》绘制。本书由石磊同志审阅、田春艳同志校阅。

由于编者水平有限，时间仓促，加之某些资料不足，书中难免存在错误和不妥之处，请读者批评指正，以便再版修订。

编者

2002年5月于长春

石磊 田春艳

《航空自动武器导论》一书，是编者积近40年航空自动武器教学经验的总结。在编写中参考、借鉴了国防工业出版社1990年版《航空自动武器设计手册》、原空军工程学院1998年版《苏二七型飞机射击武器》及航空机关炮技术说明书等有关资料和成果。书中插图除部分由编者设计外，主要参照《航空自动武器设计手册》绘制。本书由石磊同志审阅、田春艳同志校阅。

由于编者水平有限，时间仓促，加之某些资料不足，书中难免存在错误和不妥之处，请读者批评指正，以便再版修订。

石磊 田春艳

2002年5月于长春

石磊 田春艳

目 录

第一章 概述	1
第一节 航空自动武器发展概况	1
第二节 航空自动武器的组成与性能	8
第三节 航空自动武器的类别	15
第二章 航空自动武器的基本机构	31
第一节 炮(枪)管	31
第二节 传动机构	45
第三节 进弹机构	52
第四节 开、锁膛机构	62
第五节 抽、抛壳机构	73
第六节 击发机构	79
第七节 控制击发机构	87
第三章 航空自动武器的特殊(辅助)机构	102
第一节 装退弹机构	102
第二节 制退复进机构	109
第三节 加速机构	116
第四节 油压减冲筒	125
第五节 联动机构	131
第六节 弹性缓冲器	134
第七节 炮口装置	141
第八节 弹簧	146
第四章 典型航空自动武器	162
第一节 管退式武器的基本组成与基本工作原理	162
第二节 气推式武器的基本组成与基本工作原理	171
第三节 转膛式武器的基本组成与基本工作原理	177
第四节 转管式武器的基本组成与基本工作原理	186
第五节 链式武器的基本组成与基本工作原理	207

第一章 概述

第一节 航空自动武器发展概况

一、航空自动武器

航空自动武器是自动武器的一个分支，而自动武器则是能自动完成重新装填发射的武器，是连续射击动作全部自动化的武器。大多数自动武器在一次工作循环中，完成的射击动作主要有：击发、开膛、抽抛壳、进弹和锁膛等。

适于飞行器作战需要，用火药气体或外部能源（如电动机、液压马达等）作动力，完成连续发射的自动武器即为航空自动武器。航空自动武器是航空机关炮（简称航炮）和航空机关枪（简称航枪）的统称，枪、炮的区分通常以 20 毫米口径为界，等于和大于 20 毫米口径的为航空机关炮，小于 20 毫米口径的为航空机关枪。为提高毁伤效率，航空自动武器的口径一般为 12.7~37 毫米，尤其以 20~30 毫米口径为多。

二、航空自动武器的发展概况

在 1911 年墨西哥内战中，交战双方两机相遇，飞行员用手枪对射，手枪便成了最早用于空战的射击武器。后来又将陆军使用的步枪和机关枪搬上飞机用于空战，那时可以说还没有航空自动武器。1912 年 6 月 7 日，美国飞行员昌德勒上尉在著名军械设计师路易斯少校的帮助下，把路易斯机枪安装在飞机上（见图 1-1），并进行了空中试射，这种机枪就成为世界上最早的航空自动武器。第一次世界大战的后期，在地面用的机枪

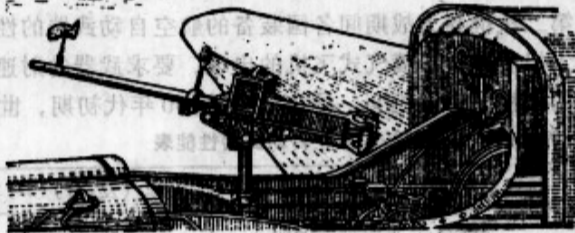


图 1-1 初期飞机使用的机关枪

安装到飞机上的基础上，又加装了协调装置，使机枪射出的子弹刚好都从转动的螺旋桨桨叶的间隙中穿过（当时的飞机都采用螺旋桨发动机，装在飞机头部的机枪所射出的子弹必须通过螺旋桨旋转面，子弹如击中螺旋桨是十分危险的），此举开创了航空自动武

器的新纪元。在此后 80 多年的历史中，航空自动武器共发展了 170 多个型号。

从第一次世界大战后到第二次世界大战前，是航空自动武器普遍发展的一个阶段，世界上几个主要国家根据飞机性能和空战要求，都设计生产了各种类型的航空自动武器，装备了本国的空军。从表 1 可以看出当时航空自动武器发展的水平，此时航空自动武器的水平虽比第一次世界大战时有了质的提高，但口径多数很小，射速也偏低。

表 1 第二次世界大战前各国装备的航空自动武器性能表

型别	口径 (毫米)	初速 (米/秒)	射速 (发/分)	重量 (千克)	国家
ЦКАС	7.62	825	1800	9.6	原苏联
УБ-12.7	12.7	840	900	21.5	
ЦБАК	20	800	800	42	
ВЯ-23	23	880	600	66	
НС-37	37	880	250	150	
可尔特-勃朗宁	7.62	820	1000	10	美国
可尔特-勃朗宁	12.7	800	800	29	
依斯班诺	20	860	650	49.4	
勃朗宁	7.71	750	1000	10	英国
维卡斯	7.71	750	900	9	
MG-15	7.92	785	1100	9	德国
MG-17	7.92	785	1000	11	
欧立康	20	600	520	23	

战争加速了航空自动武器的发展。第二次世界大战期间，武器性能的改善主要集中在加大口径与提高射速方面，与此同时，伴随着口径的增大，迫切需要解决减小武器的重量和体积。仅数年时间，几个主要国家所用的航空自动武器都进行了更新，口径增大、射速提高。第二次世界大战期间各国装备的航空自动武器的性能如表 2 所示。

第二次世界大战后，由于喷气式飞机的出现，要求武器的射速大幅度提高，以增加对高速机动飞行的飞机的命中机会。早在 20 世纪 40 年代初期，世界各国已开始致力于

表 2 第二次世界大战中各国装备的航空自动武器性能表

型别	口径 (毫米)	初速 (米/秒)	射速 (发/分)	重量 (千克)	国家
Б-20	20	780	800	25	原苏联
НС-23	23	690	530	36.6	
Н-37	37	700	400	103	
HP-23	23	680	800~950	39	
М-4	37	610	130	115	美国

续表

型别	口径(毫米)	初速(米/秒)	射速(发/分)	重量(千克)	国家
可尔特-勃朗宁	12.7	800	800	29	英国
依斯班诺	20	860	650	49.4	
维克斯	40			145	
MG-151	20	780	700	42	德国
MG-81	7.92	785	1000	10	
MG-131	13	700	800	17	
MK-108	30	500	600	63	
MK-101	30	760	200	147	
MK-103	30	800	425	145	
法拉克	37	1170	70	473	
BK-50	50	500	40	592	

提高航炮射速的研究,如德国于第二次世界大战末期所研制的 MG-213 型转膛炮已取得了很大进展。战后,美、英、法、瑞士等国分别获得了 MG-213 型航炮的技术资料,在此基础上,这些国家于 20 世纪 50 年代初期相继研制成功类似的转膛炮,其中较为突出的是美国的 M39 型(口径 20 毫米)单管转膛炮,射速为 1200~1500 发/分;英国的“阿顿”型(口径 30 毫米)单管转膛炮,射速为 1200 发/分;法国的“德发”型(口径 30 毫米)单管转膛炮,射速不小于 1100 发/分。法国在“德发”型航炮的基础上,经过不断改进,又发展了多种型号,装备于各型战斗机上,至今仍广泛地使用着。美国从 1946 年开始,致力于多管旋转式航炮的研究,利用早期“格林”式步兵机枪旋转射击的原理,经过 10 年的研制,口径 20 毫米的 M61 型六管旋转式航炮于 1956 年问世。此后,美国以它为制式航炮,普遍装备于各种战斗机上。原苏联在为提高航炮射速而不断探讨各种新的原理的同时,则致力于从旧式原理航炮中挖掘提高射速的潜力,并收到了较好的效果。20 世纪 40 年代末期原苏联研制出 HP-23 型管退式航炮,其射速相当于同口径的 HC-23 型管退式航炮的一倍半。20 世纪 50 年代原苏联先后研制成两种新型航炮,一种是口径为 23 毫米的 AM-23 型气推式航炮,其射速从 HP-23 型管退式航炮的水平上又提高了半倍,达到不小于 1200 发/分;另一种是口径 30 毫米的 HP-30 型管退式航炮,把口径 30 毫米的航炮的射速提高到口径为 23 毫米 HP-23 型航炮的水平上,即不小于 850 发/分。这一时期原苏联的航空自动武器的发展与其它国家相比不相上下。

20 世纪 50 年代末到 60 年代末是航空自动武器发展的低谷时期。50 年代末,随着导弹技术的发展和运用,西方国家过高地估计了当时导弹在空战中的作用,一度出现“航空自动武器已无用”的论点,装备在一些战斗机上的航炮被取消,航空自动武器也面临被淘汰的危险。因此,航空自动武器的研制也一度停止。60 年代几次局部战争中,许多空战战例说明,装备航炮的飞机与带导弹的飞机进行格斗,两者都曾取得战果。空

空导弹固然是一种先进武器，但当时它还远不尽善尽美，成功率很低，而航空自动武器仍是近战的有效武器。这样，航空自动武器又受到重视，美国在原没有航炮的 F-4E 和 F-111A 等新式战斗机上又重新加装了航炮，新型航空自动武器的研制也再度受到重视，研究工作也随之再度起动。

20 世纪 70 年代初至 80 年代，航空自动武器的发展仍致力于提高射速，口径稳定在 20~30 毫米。根据现代战争所提出的加强空中对地面支援的要求，把打击坦克列为战斗机的一项重要任务，航炮成为最主要的反坦克武器之一。因此，70 年代以来，西方国家主要仍以单管转膛航炮和多管旋转航炮原理为主发展新航炮，加强空中反坦克的效果，其典型是美国为 A-10 攻击机研制的口径为 30 毫米的 GAU-8/A 型 7 管旋转式航炮，射速可达 2100~4300 发/分，初速 1021 米/秒，有效射程 1220 米，配有硬合金穿甲弹和贫铀弹头，提高了炮弹的穿甲能力，能有效地摧毁坦克，该炮于 1977 年装备部队。与此同时，瑞士也研制了口径 20 毫米的 KCA 型单管转膛航炮，其特点除射速较高（1350 发/分）外，初速比已有的单管转膛炮提高较多，达 1030 米/秒，加上弹头质量大，对装甲目标的破坏力较强。原西德于 80 年代初也开始装备一种口径为 27 毫米的“毛瑟”型单管转膛炮，它与 KCA 型航炮具有类似的特点。原苏联于 60 年代末研制出了一种新型口径 23 毫米的双管气推式航炮（ГШ-23 型），射速 3000~3400 发/分，该炮所采用的新原理创造了提高航炮射速的另一途径。70 年代中期，原苏联也研制了多管旋转式航炮，除初速指标较低外，其它指标与美国同类航炮相当。

武装直升机的出现，又促进了航空自动武器的新发展。随着武装直升机的发展，出现了专门为装备直升机研制的航空自动武器，如美国的多管旋转式航空机关炮以及口径 20 毫米的 3 管 M197 型航空机关炮等。特别是 70 年代初期美国休斯公司为其 AH-64 式武装直升机专门研制的口径 30 毫米的 XM-230 型链式炮，创造了一种新的航空自动武器工作原理，为外能源式航空自动武器开辟了一个新的发展途径。这一时期出现的航空自动武器射速高、初速大、重量轻，性能更加先进。

在第一次世界大战后的 80 多年中，航空自动武器共发展了 170 多个型号，现在世界各国留用的还有 30 多种。国外现装备的主要航空自动武器及其性能数据如表 3 所示。

中国是发明和使用火器最早的国家，远在 7 世纪就发明了火药，9 世纪末和 10 世纪初就把火药用于火器。904 年制作的“飞火”，是近代喷气技术的始祖。1132 年发明的火枪，则是管形火器的开端。以后又发明了“突火枪”、“火铳”和铸铁、青铜火炮。这些，都是中国古代伟大的科学发明，体现了中华民族的才智，是足能引以为荣的。但是，长期的封建统治、帝国主义侵略，严重影响了中华民族的科学文化的发展，直到新中国成立，航空自动武器的设计和制造仍是中国的一个空白点。新中国成立后，建立了航空自动武器工业，由仿制起步，到自行设计制造。由于基础薄弱，目前航空自动武器的设计虽然还没有自己的系列，但仿制生产的各型航炮，也满足了空军作战飞机的要求。特别是进入 70、80 年代，航炮的设计和制造发展很快，我国测绘仿制的新型双管气推式航炮，性能达到了原苏联 ГШ-23 型航炮的水平，已装备在新型歼击系列飞机上。我国还自行研制了管退式转膛航炮和六管转管式航炮；其中六管转管式航炮，口径 23 毫

表3 国外现装备主要航炮性能表

类别	型号	口径 (毫米)	初速 (米/秒)	射速 (发/分)	重量 (千克)	后坐力 (牛)	寿命 (发)	弹头重 (克)	故障率 (%或 MRBF)	η 值 (千瓦/千克)	主要装备 飞机型号	国家	备注
管退式	HP-23	23	680	800	39	25497	6000	194	0.1	15	米格-17	原苏	单管内能源
	HP-30	30	780	850	66.5	58840	2000	410	0.2	27	米格-19、21		
	ГЦ-301	30	860	1800	50	78000	> 2000	396		87.9	苏-27、苏-30		
	MK-12	20	976	1000	46			109		19	A-4		
气推式	XM-140	30	670	425	68	7262	6000	225	3000	5	UH-1B AH-56	美	单管内能源
	AM-23	23	705	1200	46	25497	6000	174	0.15	18.8	杜-16		
	ГЦ-23	23	715	3000 ~ 3400	52	28420	4000	174	0.2	48	米格-21、23		
	M39	20	1040	1200 ~ 1500	81			103		17	F-5、F-100、 A-3、A-7		
转膛式	MK11	20	976	4200	110	11290		109		33	F-4、A-6 A-7	美	双管内能源
	BK27	27	1025	1000 ~ 1700	100			260		38	狂风		
	KCA	30	1030	1350	125	49000		360		34	J-A37 雷式		
	DEFA554	30	810	1100 ~ 1800	85	29420	7500	245		28	幻影 2000		
	ADEN	30	815	1200	80	22090	7000	236		20	“猎人”、 “标枪”、 “猎兔狗”		

续表

类别	型号	口径 (毫米)	初速 (米/秒)	射速 (发/分)	重量 (千克)	后坐力 (牛)	寿命 (发)	弹头重 (克)	故障率 (%或 MRBF)	η 值 (千瓦/千克)	主要装备 飞机型号	国家	备注
转管式	D32V2-4	30	810	1160-1800	82	30450	3200	342		38	AH-1J、	美	3管外能源
	M-197	20	1036	400~1500	66.5	14220		102	100000	21	AH-1C、 OV-10A		
	M61A1	20	1045	6000	115.7	16985	30000	102	10000	48	F-4、F-104、 F-105、F-15、 A-4、A-7、B-52		
	GAU-12/U	25	1100	3600	122	40011	20000	180	100000	54	AV-8B	美	5管外能源
	M-188	30	670	2000	77	5929		225		22	YAH-63		
	GAU-8/A	30	1021	2100~4200	295	84533	25000	376	150000	47	A-10	美	7管外能源
	GAU-13/A	30	1036	2400	154	53446		376	20000	52	A-4、A-7、 F-4、F-5、 F-15、F-16、 F-18、A-10		
	苏 6-23	23	690	5000	115			174		30	苏-19 米格-27	原苏	6管外能源
	苏 6-30	30	780	4000	260			410		32	T-58	原苏	6管外能源
	XM-230	30	808	1~750	55.9	8898	10000	236	50000	17	AH-64、 AH-15	美	单管外能源

米、射速 5400 发/分、初速 815 米/秒、后坐力不大于 44100 牛顿、寿命 15000 发、炮重 110 千克，这些性能同美国和原苏联的六管炮性能是相当的。现在航空自动武器的设计与制造已由仿制阶段过渡到自行设计和制造阶段。随着科学技术的发展，生产水平的提高，再经过一个阶段的努力，我国的航空自动武器工业，将会走在世界的前列。

三、航空自动武器在现代空战中的地位和作用

航炮在现代空战中，仍是重要的射击武器。随着空-空导弹性能的完善，空-空导弹在现代空战中已处于主要地位。空-空导弹射程远、威力大、突击性强，特别在截击高空远距离目标方面是航空自动武器不可比拟的。近距离格斗导弹在空战中也日益显示出其威力，在一定条件下，可近距离对敌实施攻击。但航空自动武器在用途的多样性、可靠性、对使用条件的适应性、经济性、抗干扰性等方面见长。所以在现代空战中，它们可以相互补充、共同提高飞机的作战能力。现代主要作战飞机上既装备导弹，也装备航炮，如美国的 F-15、F-16 战机，俄罗斯的苏-27、苏-30 战机，法国的“幻影”2000 战机等。即使 21 世纪的战机，如美国的 F-22 战机、英国的“狂风”2000 战机也装备了航炮。现代空战中，双方在中低空的近距离格斗中，可以使用格斗导弹，也可以使用航炮。使用航炮不受过载限制，当飞机在低空以最小转弯半径、以极限过载机动时，使用航炮进行格斗，往往取得成功的可能较大。未来作战飞机具有两个显著特性，即隐形性和瞬时机动性，这样就增大了近距离接敌格斗的机会，也就增加了使用航炮的机遇。因此，航空自动武器在未来空战中仍占有重要地位。

航空自动武器不仅在空战中具有重要作用，在对地攻击、支援地面作战中的作用更加重要。地面战场上的目标是多样的，有点、线、面之分；又有装甲、非装甲之分；有软、硬之分；又有有生和非有生之分。飞机对不同的目标，使用不同的航空武器。而航空自动武器几乎对所有目标都是适用的，并且用航炮射击地面目标所取得的效费比是最大的。反坦克是航炮的一项新使命，中口径、高初速、使用次口径脱壳穿甲弹或贫铀（ U^{238} ）弹头炮弹的航空机关炮是反坦克的有力武器，飞机可在远距离上对坦克进行有效的攻击。美国反坦克作战飞机 A-10，所用的主要反坦克武器是 30 毫米口径的 GAU-8/A 七管转管炮，射速 4200 发/分（可调整），备弹量 1350 发，使用贫铀弹头，在对 22 辆坦克的射击试验中，每次连射 1 秒钟，击毁概率达 0.955，效果良好。原苏联发现用航炮反坦克的价值后，紧随美国之后，研制了从外型到性能几乎与 A-10 相同的 T-58 强击机，配备了相应的航炮。海湾战争中，直升机对取得战争的胜利起到了重要作用。现在各国竞相发展直升机，武装直升机的主要武器装备之一就是低后坐力的航空自动武器，用它对付轻装甲目标和有生力量是很有效的。

航空自动武器除直接攻击目标外，还可以起到辅助作战的作用，如指示目标，施放电子干扰炮弹等。在和平时期，对非法入境的飞行器，用航炮可以进行拦阻、警告射击，使其迫降或飞离国境。

航空自动武器在空战格斗中仍起重要作用，在支援地面作战中更有其用武之地，所以航空自动武器仍是现代作战飞机不可缺少的重要武器。

四、航空自动武器的近期发展

航空自动武器的近期发展要服从于现代空战和载机的作战任务要求。现代空战飞机具有两个显著特性，即隐身性和瞬时机动性，使空战飞机近距离格斗机会增多而战斗机会又稍纵即逝，所以航空自动武器要具有高射速、大初速和很高的可靠性。又由于作战飞机向多用途方向发展，除空战之外，还担负支援地面的作战任务，要求航空自动武器具备一些新的性能，如后坐力应很小，即使是口径的航炮也不能超过 10 千牛；要求其射速能分为可调的高、低两档，以便根据目标选择不同的射速。据此，航空自动武器的近期发展方向，除在现有原理的基础上继续挖掘潜力和努力改善各项性能外，还要不断创造新的工作原理，以便大幅度提高其战术、技术性能指标，如射速、初速、后坐力及工作可靠性等。由于航空自动武器的战术、技术性能中，有些是互相制约、彼此矛盾的，因而不可能都达到最先进的水平。要根据使用目的突出其某一、两个方面的性能，而其它性能指标力求先进但不要要求过高。新型航空自动武器应该具有鲜明特点和良好的综合性能。

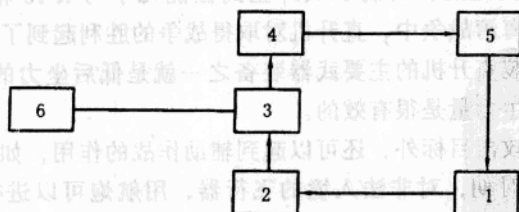
复 习 题

1. 什么是自动武器？自动武器在一次工作循环中，主要完成哪些射击动作？
2. 什么是航空自动武器？怎样区别航炮、航枪？
3. 为什么说航空自动武器在现代空战中，仍是重要的射击武器？
4. 航空自动武器近期发展方向是什么？

第二节 航空自动武器的组成与性能

一、航空自动武器的组成

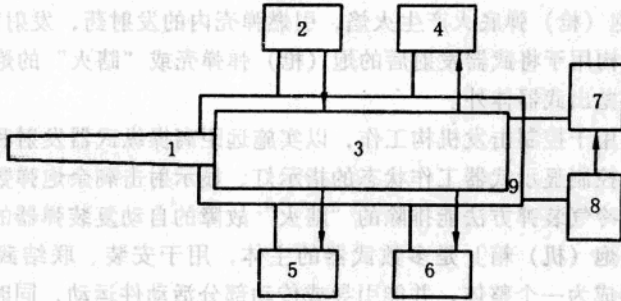
航空自动武器为实现自动连续射击（见图 1-2），其基本组成除炮（枪）管、炮（枪）体〔炮（机）箱〕外，主要应具备完成进弹、锁膛、击发、开膛、抽壳等动作的相应机构和传动这些机构的机构（装置）。主要有：动力机构（驱动装置）、传动机构、



1. 进弹 2. 锁膛 3. 击发 4. 开膛 5. 抽抛壳 6. 发射弹头

图 1-2 航空自动武器基本功能动作框图

进弹机构、开锁膛机构（闭锁机构）、击发机构、控制击发机构、抽壳与抛壳机构等。航空自动武器的基本组成如图 1-3 所示。



1. 炮（枪）管 2. 动力机构 3. 传动机构 4. 进弹机构 5. 开锁膛机构

6. 抽壳、抛壳机构 7. 击发机构 8. 控制击发机构 9. 炮（枪）体 [炮（机）箱]

图 1-3 航空自动武器基本组成框图

炮（枪）管是航空自动武器的主要组成构件，一般由炮（枪）膛（弹膛、膛线部）、炮（枪）管口部和炮（枪）管尾部等组成。炮（枪）管主要用于发射弹头，在很大程度上决定了武器的射击精度和寿命。

动力机构（驱动装置）是驱动武器自动机构工作的动力源。由于驱动武器自动机构工作能量的来源不同，有内部能源（内部能源为武器发射时产生的火药气体）和外部能源（外加于武器的能源），其动力机构（驱动装置）也不相同。内部能源动力机构一般是一个形成火药气体压力的装置和储能机构，如管退式武器的炮（枪）膛、气推式武器的气筒。外部能源的驱动装置一般是电动机或液压马达、气动马达。动力机构（驱动装置）所提供的能量不仅应满足武器工作的需要，且应有一定的余量，但不能过多。为使能量适应武器各种条件下（例如高、低、常温及结冰、霜，零件润滑条件不好，在各种俯仰角和正负过载条件下射击，弹带的长短变化，寿命全过程中的零件磨损及导气孔烧蚀等引起的工作条件变化等）正常工作的需要，设有能量调节装置，如气筒的变导气孔面积的装置、基本传动构件后退行程的调整装置、电机的变速机构、液压马达动力机构调整液压的流量活门等。

动力机构（驱动装置）是武器正常工作的基础。

传动机构是武器协同工作的基本机构。传动机构主要用于接收动力机构提供的能量，传动进弹机构、开锁膛机构、抽壳抛壳机构等协同工作，完成进弹、送弹入膛、锁膛、击发、开膛、抽壳等自动工作。

进弹机构是武器的主要机构之一，在武器连续射击时，用于将弹箱或输弹导中的炮（枪）弹连续地送到炮（枪）膛轴线上或送入弹膛，同时除去炮（枪）弹上的弹链（由弹链组成的弹带供弹）。

开、锁膛机构在武器射击时，用于锁闭弹膛，封闭膛内炮弹，以保证安全发射；射

击后，开放弹膛，以备抽出弹壳和再次送弹入弹膛。多数武器的锁膛机构的主要组成部分为机心组。

击发机构用于武器锁膛后，为送入弹膛中的炮（枪）弹传递击发（触发）能量（机械能、电能），使炮（枪）弹底火产生火焰，引燃弹壳内的发射药，发射弹头。

抽壳、抛壳机构用于将武器发射后的炮（枪）弹弹壳或“瞎火”的炮（枪）弹从弹膛内抽出，并把它抛出武器体外。

控制击发机构用于控制击发机构工作，以实施远距离操纵武器发射和停射。有的控制击发机构还可以控制显示武器工作状态的指示灯、显示射击剩余炮弹数目的余弹计数器和排除连射中用冷气装弹方法能排除的“瞎火”故障的自动复装弹器的工作。

炮（枪）体〔炮（机）箱〕是多数武器的主体，用于安装、联结武器各机构、构件、零件，使武器成为一个整体，并能引导或传动部分活动件运动，同时是武器在飞机上安装的联结件。

此外，由于航空自动武器自动工作利用能量方式的不同、工作原理的差异或为完善功能、改善工作性能，还有一些辅助、特殊机构，如：装退弹机构、制退复进机构、缓冲机构、加速机构、保险机构、定位机构、冷却机构和炮口装置等。

二、航空自动武器的主要战术、技术性能

航空自动武器用于对空和对地作战，其战术、技术性能体现武器作战的能力和综合品质，是设计、评价武器的依据。航空自动武器的主要战术、技术性能有：射速、口径、初速、精度、重量、后坐力、寿命、可靠性、可维修性和经济性等，如图 1-4 所示。上述性能有些是互相制约的，如增大口径会给提高射速、减小后坐力和减少重量带来困难；提高初速会增大后坐力导致射击精度下降等。在确定航空自动武器性能指标时，要依据武器作战任务的需求，综合考虑。现对其主要性能加以说明。

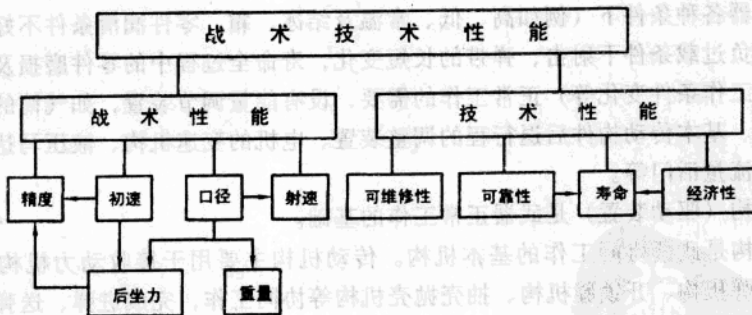


图 1-4 航空自动武器性能框图

（一）射速

武器每分钟发射的弹头数称为武器的射速，通常用 n （发/分）表示。射速越高，

在一次射击中（一定射击时间内）弹头命中目标的数量越多，击毁目标的概率越大，飞机空战能力越强。由于航空自动武器的使用条件比较复杂，单发命中率较低，其口径又不允许太大，所以提高射速可以弥补这些方面的不足。另外，现代空战，双方都在不断地高速机动，捕捉目标的机会稍纵即逝，所以要求提高射速，力求在抓到的战机中，一举将目标击毁。如美国标准装备 M61 型六管炮（口径 20 毫米）射速可达 6000 发/分；原苏联 ГШ-23 型航炮射速为 3000 ~ 3400 发/分。

航空自动武器的射速随作战任务（对象）的不同而有所不同。对于对地目标射击的航空自动武器的射速小于对空目标射击的航空自动武器的射速，这是因为地面目标的运动速度远比空中目标小，射速过高可能造成炮（枪）弹的浪费或使射击的次数减少。否则，将增大备弹量。

由于航空自动武器的多用途开发，有的航空自动武器的射速可调整。如法国的“德发 554”航炮，对空目标射速 1800 发/分，对地目标射速 1100 发/分。

（二）口径

炮（枪）管内两相对阳膛线之间的距离（见图 1-5）称为口径，通常用 d （毫米）表示。口径是代表射击武器威力的一项重要性能指标。口径越大，击毁目标的平均必须命中弹数越少，击毁率越高；反之，口径越小，击毁目标的平均必须命中弹数越多，击毁率越低。但口径大，会使航炮（枪）重量增加、射速降低、后坐力增大。由于飞机抗击毁能力并不很强，所以航炮口径在 20 ~ 30 毫米已足够空战需要。对地射击的武器，针对不同的目标，口径亦不相同。如用于杀伤有生力量的航空自动武器，口径 12.7 毫

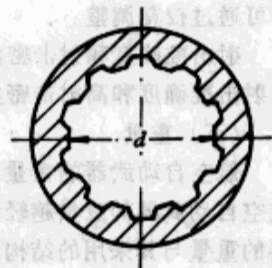


图 1-5 武器口径图示

米已满足需要，对坦克作战需增大口径，但配以贫铀弹头，口径在 30 毫米也满足需要。

（三）初速

弹头（弹丸）在火药气体作用下所能达到的最大速度〔在距炮（枪）口约为 25 ~ 30 倍口径处的速度〕称为初速，一般用 V_0 （米/秒）表示。弹头初速大，弹道质量高，有效射程大，穿甲能力强，可以减小瞄准误差，提高射击精度和击毁概率，扩大攻击区。美国和西欧等国的航炮（枪）初速多在 1000 米/秒以上；原苏联和我国目前使用的航炮（枪）初速较低，多在 705 ~ 860 米/秒。提高初速是重要的，但提高初速应避免带来航炮（枪）重量增加、射速降低、后坐力增大、寿命减少等弊病。

（四）精度

射击精度是弹着点相对于目标的可能位置的概率估计，射击精度以武器的射击准确度和射击密集度表征。

射击准确度是航炮（枪）单发弹着点或连发平均弹着点接近目标（瞄准点）的程度。测量时，在一定距离（200 ~ 300 米）内，用固定立靶进行。靶板、弹药、气象等条件，都应符合规范要求。

射击密集度是航炮（枪）弹着点密集（分散）在平均弹着点（散布中心）附近的程

度。测量时，在一定距离（200~300米）内，用固定立靶进行，用方向（水平）概率偏差 B_a 和高低（垂直）概率偏差 B_b 表示。这些数值越小，立靶密集度越好。概率偏差的求取，可按以下公式：

$$B_a = 0.6745 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_j)^2}{n-1}}; \quad B_b = 0.6745 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_i - Z_j)^2}{n-1}}$$
$$Z_j = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i}{n}; \quad Y_j = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$$

式中： Y_i 、 Z_i ——每发弹孔的高低、方向坐标；

Y_j 、 Z_j ——一组弹着点的高低坐标和方向坐标的平均值；

n ——一组弹着点的计算发数。

武器的射击密集度与武器的结构布局、装架、炮口装置及工艺水平等有关；武器的射击准确度受瞄准系统、装架、飞机的振动和气象条件等影响，射击准确度在一定范围内可通过校靶调整。

射击准确度和射击密集度都是衡量武器射击效率的量，特别对运动目标或小目标，高射击准确度和高射击密集度是很有意义的。

（五）重量

航空自动武器的重量通常用 Q （千克）表示，它直接影响载机的飞行性能，因此航空自动武器的重量越轻越好。航空自动武器重量轻，也便于拆装和维修。航空自动武器的重量与其采用的结构原理、材料和工艺有关。转膛式、转管式航空自动武器较重；管退式和气推式航空自动武器较轻；链式航空自动武器结构简单，炮体（炮箱）采用铝合金材料，其重量更轻。

（六）后坐力

航空自动武器射击时，其体部作用炮（枪）架变形所产生的力称为后坐力，通常用 K_H （牛顿）表示。后坐力反映了航空自动武器与载机相联系（装机）的性能优劣，航空自动武器的后坐力越小越好。

后坐力的大小与口径和弹头初速、炮（枪）架的刚度有直接关系。此外，炮口装置、缓冲器也影响后坐力的大小。

对于高射速的航空自动武器，其连发射击与单发射击的后坐力是不相同的。

（七）寿命

航空自动武器的寿命是指其丧失性能之前所能发射的炮（枪）弹数目（发）。由于航空自动武器的炮（枪）管不如地面武器炮（枪）管更换方便，所以通常以炮（枪）管的寿命代表航空自动武器的寿命。但当航空自动武器故障频繁出现，较大构件损坏，如炮（枪）体〔炮（机）箱〕、管退式武器的机心匣、转膛式武器的转膛等损坏，也可认为是寿命终止。航空自动武器一次工作循环时间很短，一般在百分之几秒，而武器各机构工作时间，仅占武器工作循环时间的一部分。所以构件所受惯性力较大，在极限位置撞击严重，构件磨损也较严重。同时炮（枪）管所受的热压负荷也很大，为了不使炮