



Wuqi Xitong yu Gongcheng Daolun

武器系统与工程导论

张相炎 主编



国防工业出版社
National Defense Industry Press

014034290

E92
100

武器系统与工程导论

主编
张相炎

编著
张相炎 李军 周克栋 杜忠华
李豪杰 陈雄 高强



国防工业出版社

E92/100

· 北京 ·



北航

C1722426

内 容 简 介

本书系统地简要介绍武器与武器系统的基本知识,介绍武器系统与工程专业以及兵器科学与技术学科的内涵、培养目标、知识结构和培养计划,介绍武器系统与工程专业主要涉及的武器发射与推进原理、弹道学、轻武器技术、火炮技术、火箭与导弹发射技术、装甲车辆技术、弹药工程、火箭与导弹武器技术、目标探测与引信技术、指挥与控制科学与技术、火炸药科学与技术等学术方向的技术及其发展概况等。

本书主要作为武器系统与工程专业入门教材,也可作为兵器类其他专业入门教材,还可以作为武器系统与工程研究和生产企业工程技术人员的参考书,以及武器爱好者的阅读资料。

图书在版编目(CIP)数据

武器系统与工程导论/张相炎主编. —北京:国防工业出版社,2014. 2

ISBN 978-7-118-09291-2

I. ①武… II. ①张… III. ①武器系统—系统工程—研究 IV. ①E92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 022406 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

三河市腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 12¼ 字数 279 千字

2014 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

《武器系统与工程导论》作为武器类专业入门教材,系统地简要介绍武器与武器系统的基本知识,介绍武器系统与工程专业以及兵器科学与技术学科的内涵、培养目标、知识结构和培养计划,介绍武器系统与工程专业主要涉及的武器发射与推进原理、弹道学、轻武器技术、火炮技术、火箭与导弹发射技术、装甲车辆技术、弹药工程、火箭与导弹武器技术、目标探测与引信技术、指挥与控制科学与技术、火炸药科学与技术等学术方向的技术及其发展概况等。全书共分11章。第1章绪论,主要介绍武器与武器系统的基本知识,武器系统与工程专业以及兵器科学与技术学科的内涵、培养目标、知识结构和培养计划。第2章武器发射与推进原理,介绍武器的工作模式与技术发展,身管武器发射原理与特点,火箭推进原理与推进武器的特点,弹道学。第3章轻武器技术,介绍轻武器及其特点,轻武器技术及其发展。第4章火炮技术,介绍火炮及其特点,火炮技术及其发展。第5章火箭与导弹发射技术,介绍火箭与导弹发射及其特点,火箭与导弹发射技术及其发展。第6章装甲车辆技术,介绍装甲车辆基本概念、类型及特点,装甲车辆技术及其发展。第7章弹药工程,介绍毁伤机理,弹药基本概念、类型及特点,弹药技术及其发展。第8章火箭与导弹武器技术,介绍火箭及导弹武器及其特点,火箭及导弹技术及其发展。第9章目标探测与引信技术,介绍目标探测与识别基本概念、类型及特点,引信技术及其发展。第10章指挥与控制科学与技术,介绍战场指挥与信息化基本概念、类型及特点,武器系统控制原理与方法,指挥与控制技术及其发展。第11章火炸药科学与技术,介绍火炸药基本概念、类型及特点,发射药及其装药设计,火炸药技术及其发展。

本书由南京理工大学张相炎教授主编。参加这次编写工作的有:张相炎(第1章、第2章、第4章、第6章、第11章),周克栋(第3章),李军(第5章),杜忠华(第7章),陈雄(第8章),李豪杰(第9章),高强(第10章)。全书由张相炎统稿定稿。

本书主要针对武器系统与工程专业学生,运用通俗的语言,系统而简要地介绍了武器系统及其主要学术方向相关技术的基本概念、工作原理和发展趋势,以及相关专业方向主要的研究内容、研究方法和研究热点,填补了国内外在此方面的空白。本书根据现代武器系统及其主要学术方向相关技术的特点和发展趋势,结合近年来取得的科研成果,具有时代特色和先进性;介绍基本理论和方法在武器系统中的应用原理和思路,具有一定的通用性和适应范围;以介绍应用原理和方法为主,具有较强的针对性和实用性。本书主要目的是作为武器系统与工程专业入门教材,也可作为兵器类其他专业入门教材,还可以作为武器系统与工程研究和生产企业工程技术人员的参考书及科普读物,希望能为普及国防知识贡献一点绵薄之力。

南京理工大学许多专家教授对本书初稿提出了有益的修改意见,本书在编写中参考了许多专著和论文,在此对所有为本书的出版付出心血的同仁以及本书的主审专家、编辑

一并表示衷心感谢。

由于编著者水平所限,书中难免有误差和不妥之处,恳请读者批评指正。

张相炎

2013年9月于南京

目 录

第1章 绪论	1
1.1 武器与武器系统	1
1.2 兵器科学技术	4
1.3 武器系统与工程	14
第2章 武器发射与推进原理	16
2.1 概述	16
2.2 武器发射原理	19
2.3 武器推进原理	24
2.4 弹道学简介	27
第3章 轻武器技术	35
3.1 轻武器及其特点	35
3.2 轻武器的发展及其趋势	37
3.3 轻武器技术	42
第4章 火炮技术	50
4.1 火炮及其特点	50
4.2 火炮的发展及其趋势	59
4.3 火炮技术	63
第5章 火箭与导弹发射技术	69
5.1 火箭与导弹发射及其特点	69
5.2 火箭与导弹发射装置的发展	74
5.3 火箭与导弹发射技术	75
第6章 装甲车辆技术	82
6.1 概述	82
6.2 装甲车辆的类型	86
6.3 装甲车辆的发展及其趋势	90
6.4 装甲车辆技术	94

第 7 章 弹药工程	101
7.1 弹药与毁伤	101
7.2 弹药及其发展	108
7.3 弹药技术	111
第 8 章 火箭与导弹武器技术	116
8.1 火箭与导弹武器及其特点	116
8.2 火箭与导弹武器的发展	122
8.3 火箭与导弹武器技术	125
第 9 章 目标探测与引信技术	132
9.1 目标探测与识别	132
9.2 引信组成与原理	139
9.3 引信技术	145
第 10 章 指挥与控制科学与技术	151
10.1 战场指挥与信息化	151
10.2 武器系统控制原理与方法	154
10.3 指挥与控制技术	162
第 11 章 火炸药科学与技术	169
11.1 概述	169
11.2 炸药	173
11.3 发射药及其装药设计	175
11.4 火炸药发展	182
11.5 火炸药技术	186
参考文献	188

第1章 绪 论

1.1 武器与武器系统

1.1.1 武器

武器,又称兵器。按照《辞海》和《中国军事百科全书》的定义,它是直接用于杀伤敌人有生力量(战斗人员)和破坏敌方作战设施的工具。武器,既可用于攻击,也可被用来威慑和防御,它可以是一根简单的木棒,也可是一枚核弹头。古代有弓、箭、刀、矛、剑、戟等,近现代相继出现枪炮、化学武器、生物武器和火箭、导弹、核武器等。广义上,任何可造成伤害的工具和手段(甚至可造成心理伤害的)都可泛称为武器。当武器被有效利用时,它应遵循“期望效果最大化、附带伤害最小化”的原则。严格说来,兵器和武器还是有区别的。兵器一般是指以非核常规手段杀伤敌有生力量、破坏敌作战设施、保护我方人员及设施的器械,是进行常规战争、应付突发事件、保卫国家安全的武器。兵器是武器中消耗量最大、品种最多、使用最广的组成部分。随着军事技术的发展和国防工业管理体制的变化,兵器和武器的内涵已经发生了很大的变化,现在一提到兵器,一般指的是除战略导弹、核武器、作战飞机和作战舰艇之外的武器,这已经成为多数人的共识。

武器是人类技术发展的标志,是个体力量的延长,本质上它是为了弥补人类身体的局限性。武器的发展史贯穿于人类社会史、科技发明史和战争史的始终。通常,将武器技术与战争时代划分为:冷兵器战争时代;热兵器战争时代;信息化战争时代。

人类最初使用原始兵器可以追溯到60万年前。那时候,原始人已经学会用石头做工具,人类在以狩猎、捕鱼和采集为主要生活方式的原始经济条件下,最早用于武力冲突的兵器就是由这些生产工具转化而来的,而参战的人员也是部落中的一员。在漫长的旧石器时代,原始人发明了石刀、石矛、石斧等劈刺型兵器;到了新石器时代,弓箭被发明出来,它一直是冷兵器战争中最主要的投掷型兵器。当人类进入第一个阶级社会(奴隶社会)以后,奴隶主阶级为了镇压奴隶的反抗和对外掠夺,组织起脱离生产的、用最精良的兵器装备的专门武装力量(军队),而规模愈来愈大的武装冲突也演变成为战争。

17世纪以前,人类处在农业经济社会。这个时代的战争主要使用石质、木质、青铜和铁质的兵器,它们相对后来的以化学能(火炸药)为能源的“热”兵器而言,称为“冷”兵器,这个时代的战争也被称为冷兵器战争。各种冷兵器的原理,都是一种传递或延长(借助杠杆、弓弩张力)人的体能的战斗器械。冷兵器主要有以下几种类型:①进攻型手持兵器:刀、枪、剑、戟、斧、叉、矛、鞭、锤、铲等;②弹射兵器:弓、弩等;③防御性兵器:盾、铠甲、冑(盔)等;④运载工具:战船、战车、战马等。

火药的发明是兵器技术的一次重要革命,在公元808年,我国就已记载了这项发明。10世纪至12世纪,我国已将火药用于兵器,制成火球、火箭、火蒺藜、火炮等火器。13世

纪,这项发明先后传入阿拉伯地区及欧洲。但是,由于当时的技术水平很低,火器的威力很小,过于笨重,制造困难,价格昂贵,难以大量使用,火器在战场上只占很小部分。冷兵器仍是这一时期战争的主要兵器。

17世纪到20世纪末,人类处在工业经济社会。这个时代的战争主要使用以化学能(火炸药)为主要能源的兵器,兵器发射与推进的距离和杀伤破坏的威力都大大提高了,称为“热”兵器,这个时代的战争也称为“热兵器战争”。特别是在欧洲,16世纪就发明了枪、炮机械点火装置,取代了火绳枪,并对由中国传入的火炮做了许多改进,如采用粒状火药、铸铁炮弹、活动炮架和瞄准装置,提高了射程和机动性;17世纪后,来复枪、左轮手枪、手榴弹等被发明出来,火炮已成为军舰、城堡攻防的重要兵器。19世纪中叶起,枪炮设计出现了一系列重大改进:后装式火炮、定装式弹药、带反后坐装置的弹性炮架、螺旋膛线及旋转稳定弹丸、无烟火药及梯恩梯炸药等奠定了枪、炮作为热兵器时代主要兵器的技术基础。各种运载工具的发明,使得热兵器时代战场空间不断扩张,机动速度大大增加,开始了兵器机械化进程。

进入20世纪80年代以来,以信息技术为中心的新技术革命深刻地影响着经济与社会,一种以知识为基础的经济形式正逐步取代工业经济。与此同时,发生在20世纪90年代的几场局部战争也表现出与以往热兵器时代机械化战争的许多不同特点,呈现出未来战争的信息化特征。随着新军事变革深入发展,推进军事转型,构建信息化军队,打赢信息化战争,已经成为世界各国发展武器的目标牵引。军事大国正加紧调整军事战略,以信息技术推动信息化武器的发展。

在冷兵器时代,由于兵器的技术水平很低,一般兵器都是单兵使用的器械。随着兵器技术的发展,兵器的功能、类别、结构越来越复杂,机械化、自动化程度也越来越高,在完成战斗任务时,就必须把各种兵器、技术装备根据各自的功能,按照一定的规范组合起来,以便高效率地统一行动,完成指令任务。

武器家族,成员众多,随着科技的进步,新成员层出不穷,各有特色。由于武器是在矛与盾的对抗中发展起来的,所以呈现出名目繁多,相互兼容的特点,这给武器分类带来了许多困难。一般从不同角度,武器可以进行如下分类。

- (1) 按时代:古代武器、近代武器、现代武器、未来武器。
- (2) 按制造材料:木武器、石武器、铜武器、铁武器、复合金属武器、非金属武器等。
- (3) 按性质:进攻性武器、防御性武器。
- (4) 按作用:战斗武器、辅助武器。
- (5) 按能源:冷兵器、火药兵器、核武器、化学武器、生物武器、激光武器、粒子束武器、声波武器等。
- (6) 按杀伤原理:打击武器、劈刺武器、弹射武器、爆炸武器、定向能武器、动能武器等。
- (7) 按杀伤力:常规武器、非常规武器(大规模的杀伤破坏武器)。
- (8) 按作战任务:战略武器、战术武器、战役(战斗)武器。
- (9) 按使用空间:水下武器、水面武器、地面武器、空中武器、太空武器。
- (10) 按军种:海军武器、陆军武器、空军武器、防空部队武器、海军陆战队武器、空降部队武器和战略导弹部队武器(导弹部队武器),以及公安警用武器等。

(11) 按用途:杀伤武器、压制武器、反坦克武器、防空武器、反卫星武器等。

(12) 按运动方式:携行武器、牵引武器、自行武器、舰载武器、机载武器等。

(13) 按配属部队:炮兵武器、装甲兵武器、步兵武器、航空兵武器等。

(14) 按质量轻重:轻武器、重武器等。

(15) 按弹道是否受控:制导武器和非制导武器。

(16) 按射击自动化程度:自动武器、半自动武器和非自动武器。

(17) 按操作人数:单兵武器和集体武器。

按照人们的习惯划分,武器可分为以下14种。

(1) 枪械,包括手枪、步枪、冲锋枪、机枪和特种枪。

(2) 火炮,包括加农炮、榴弹炮、火箭炮、迫击炮、高射炮、坦克炮、反坦克炮、航空炮、舰炮和海岸炮等。

(3) 装甲战斗车辆,包括坦克、装甲输送车和步兵战车等。

(4) 舰艇,包括战斗舰艇(航空母舰、战列舰、巡洋舰、驱逐舰、护卫舰、潜艇、导弹艇等)、两栖作战舰艇(两栖攻击舰、两栖运输舰、登陆舰艇等)、勤务舰艇(侦察舰船、抢险救生舰船、航行补给舰船、训练舰、医院船等)等。

(5) 军用航天器,包括军用人造卫星、宇宙飞船、空间站和航天飞机等。

(6) 军用航空器,包括作战飞机(轰炸机、歼击机、强击机、反潜机等)、勤务飞机(侦察机、预警机、电子干扰机、空中加油机、教练机等)、直升机(武装直升机、运输直升机等)、无人驾驶飞机、军用飞艇等。

(7) 化学武器,包括装有化学战剂的炮弹、航空炸弹、火箭弹、导弹弹头和化学地雷等。

(8) 防暴武器,包括橡皮子弹、催泪瓦斯、炫目弹、高压水枪等。

(9) 生物武器,包括生物战剂(细菌、毒素和真菌等)及其施放装置等。

(10) 弹药,包括枪弹、炮弹、航空炸弹、手榴弹、地雷、水雷、火炸药等。

(11) 核武器,包括原子弹、氢弹、中子弹和能量较大的核弹头等。

(12) 精确制导武器,包括导弹、制导导弹、制导炮弹等。

(13) 隐形武器,包括隐形飞机、隐形导弹、隐形舰船、隐形坦克等。

(14) 新概念武器,包括定向能武器(激光武器、微波武器、粒子束武器)、动能武器(动能拦截弹、电磁炮、群射火箭)、军用机器人和电脑病毒等。

1.1.2 武器系统

系统,是具有特定功能的、相互间具有有机联系的许多要素(元素)所构成的一个整体;它是由相互作用和相互依赖的若干组成部分,按一定规律结合而成的,具有特定功能的有机整体。

武器系统(兵器系统),按《中国军事百科全书》定义,是由若干功能上相互关联的武器(兵器)及各种技术装备有序组合、协同完成一定作战任务的整体。它是一个表达武器及其运行所需各部件的总称,是能够独立实施作战使用的一整套兵器和技术器材,也称为一个作战使用综合体,其必备部分是在武装斗争中用于毁伤各种目标的武器。

武器系统的根本作用在于完成包括杀伤人员、毁伤固定或活动目标、发布信号、施放

烟幕、侦察、干扰、技术支援等在内的各种预定作战任务。为了完成这些不同的作战任务,需要有不同类型的武器系统,如轻武器系统、压制武器系统、导弹武器系统、技术支援武器系统等。无论何种武器系统,一般都需要由多个功能不同、但又存在有机联系的子系统组成,都必须在指挥、操作人员的使用、控制下才能完成作战任务,必要时还需要车辆、飞机、舰艇等运载平台。不同类型武器系统的组成不尽相同,从完成作战任务的过程和功能考察,它一般由侦察系统、指挥控制系统、火力系统、技术支援系统及动力系统等辅助系统组成。

武器系统不是各部分的简单集合,而是正确的系统整合,内部有机协调,整体优化。武器系统内部有严格的精度分配、时间分配、性能分配、功能协调。武器系统整体有科学的考核指标;在系统分配的使命任务、结构体系、系统交联、功能转换以及环境条件的适应性等方面,在综合优化的基础上,武器系统对分系统及系统单元也有严格要求。系统单元及分系统、总体技术和环境条件也会制约武器系统整体的使命任务、结构组成、技术途径,因此,系统整体优化整合是系统研制运行的核心。

武器(兵器)系统可以分成战略武器系统与战术武器系统,其中,每类又可分为进攻武器系统和防御武器系统。根据武器功能的不同,又可分为许多子系统。例如,野战防空武器系统,是由中小口径高炮、地空导弹、光电跟踪测距装置及火控计算机等组成;坦克武器系统,是由坦克武器(坦克炮、坦克机枪和弹药)与坦克火控子系统(观察瞄准仪器、测距仪、火控计算机、坦克稳定器和操纵装置)组成;防空反导武器系统,是由地空导弹、目标搜索、识别、跟踪系统、导引系统与指挥控制中心组成,等等。

可以看出,任何武器系统都应具备如下功能,而实现这些功能的技术则构成了兵器科学技术中既相对独立又相互联系着的技术体系。

(1) 目标探测与识别:利用各种侦察、观(探)测手段(如雷达、光学、光电探测、声纳等)搜索目标,并对目标的类型、数量、型号、敌我属性等进行辨识。

(2) 火力与指挥控制:根据目标探测与识别所获得的各种信息,通过不同的工作站实现信息收集、信息传输、信息(融合)处理、信息利用过程,并完成对目标的威胁估计、对所属部队的任务分配及指挥决策、对火力单元实施射击的诸元(方位角、高低角)计算等工作。

(3) 发射与推进:根据火力与指挥控制系统确定的射击诸元,通过发射管道(如炮管、枪管、发射筒、发射井)或其他推进装置(如火箭推进器)提供的力,赋予战斗部(弹丸)一定的初速,将其抛射到预定的目标上(或区域)。

(4) 弹药毁伤:通过发射与推进过程将战斗部(弹丸)送抵预定目标上(或区域)后,通过弹丸内装填物(剂)的物理、化学或生化反应等过程,使弹丸与目标发生碰击、侵彻、爆炸作用,达到毁伤目标的军事目的。

(5) 辅助设施:为保障部队及武器(兵器)系统正常工作、输送等的其他设备。

1.2 兵器科学技术

1.2.1 兵器科学技术概述

兵器科学技术是研究军事对抗中所使用的武器及武器系统和军事技术器材的科学技

术,它以兵器工程技术为研究对象,具有与其他学科完全不同的科学内涵,并形成了一个较为完整的学科知识体系。兵器科学技术的研究内容涉及武器及武器系统和军事技术器材的战术技术性能、构造原理、技术手段、系统分析、工程设计、试验验证、制造生产、技术运用、工程保障及效能评估等过程中需要的理论和技术,包括新概念、新原理、新技术、新材料、新结构和新工艺等,是一门综合性的工程技术学科。兵器科学技术的发展受军事思想和战略战术需求牵引,同时对军事思想、战略战术及军队编成产生重大影响,它的一些研究成果还可向民用领域转移,直接为国民经济建设服务。兵器科学技术在整个科学技术领域中占有重要地位,它总是利用科学技术的最新成就,把自己推到当代科技的前沿。

兵器科学技术的主要研究范围包括以下几个方面:

(1) 兵器技术预先研究。兵器技术预先研究是为研制先进精良的兵器装备、改造现有的兵器装备提供必需的知识、理论和技术,同时培养和造就高水平的兵器科研队伍、积蓄发展兵器装备的后劲。其主要内容是研究发展兵器所必需的新概念、新原理、新技术、新材料、新工艺、新型元器件和新装备,突破关键技术。预先研究分为应用基础研究、应用研究及先期技术开发三类。

应用基础研究,是以研制新型兵器为目的而开展的探索新思想、新概念、新原理的科学研究活动,为解决新型兵器研制的技术问题提供基本知识。

应用研究,是运用第一类研究及其他学科研究的成果,探索新思想、新概念、新原理在新型兵器研制中应用的可行性和实用性,确定其主要参数的科学研究活动,为新型兵器研制提供技术基础。

先期技术开发,是运用前两类研究的成果和实际经验,通过兵器系统部件或分系统原型的研制、试验或计算机仿真,验证其可行性和实用性的技术开发活动,为新型兵器研制提供技术依据。

(2) 兵器技术基础研究。它是为开展兵器技术的预先研究、兵器装备的研制与生产、有关信息的收集、处理与传递等提供技术保障与服务的科学技术活动,其中包括:兵器科学技术情报、标准化、计量、科技成果管理、产品质量与可靠性、理化检测、环境试验、靶场试验等方面的研究活动。

兵器技术基础研究的水平在很大程度上决定着兵器技术预先研究成果的水平和兵器装备的质量和研制周期。高技术兵器的发展,对兵器技术基础研究提出了更高的要求。

(3) 兵器研制方法研究。高新技术的迅猛发展以及未来战争的需求,使兵器装备趋向于多层次的复杂结构,已经形成了诸如主战坦克、步兵战车、自行火炮等复杂的兵器系统。这些兵器系统通常是由运载、发射、火控、防护、毁伤等分系统构成,所涉及的学科多,技术范围广,需要由科研、论证、生产、使用等部门进行广泛协作。它要求应用系统工程的现代研制方法,进行作战需求分析、系统效能分析、效能—费用分析、权衡研究、系统综合、系统仿真、系统评估;要求对研制系统进行全寿命管理,开展可靠性、维修性等系统运用工程研究;要求采用系统设计、优化设计、模块化设计、计算机辅助设计等先进设计技术。

(4) 新型兵器研制。兵器科学技术的最终目的是研制新型兵器,以满足未来战争的需要。新型兵器的研制是从系统方案设想开始,经过预先研究、战术技术论证、工程研制、设计定型、生产定型,到装备部队使用为止的研究与研制活动。

(5) 现有兵器装备的改造。兵器装备的发展,除了研制新型兵器装备外,还有一条重

要途径,这就是运用成熟或接近成熟的高新技术改造现有的兵器装备,这条途径对兵器发展速度的加快、研制周期的缩短和效能—费用比的提高,以及满足现代军事战争对兵器装备提出的更高的作战需求,均具有重大的现实意义。对现有兵器装备进行改造的方向是:以现有兵器的发射运载平台为基础,用先进的火控技术和制导技术提高现有兵器装备的反应速度和命中精度;用指挥控制技术提高现有兵器装备的作战能力;用先进的弹药技术提高现有兵器装备的毁伤威力;用先进的光电技术提高现有兵器装备的干扰与抗干扰能力;用先进的动力传动技术提高现有兵器装备的机动性;用先进的雷达、夜视技术提高现有兵器装备的全天候作战能力。

在人类社会发展的进程中,最先进的科学技术通常首先被用于军事和战争中。从这个意义上说,兵器科学技术既是一门历史悠久的传统学科,又是一门极富时代特色的现代综合性工程技术学科,它在整个科学技术发展进程中占有十分重要的地位。

国家是阶级斗争的产物,有国家,就必须有国防。兵器科学技术作为国防科学技术的重要组成部分,是保证国家独立、领土完整和社会安定的必要条件,是实现国防现代化的物质技术基础,同时又是国家经济建设力量的组成部分。

在战时和平时两种状态下,兵器科学技术的地位和作用是不同的。战时,兵器科学技术是战争机器的重要组成部分,为军队提供兵器装备,直接为战争服务;平时,兵器科学技术是维护国家主权和世界和平的重要因素,是国家经济建设的重要保证,同时还可以通过军转民技术支援国家经济建设。

显然,兵器科学技术的基本功能是军事功能,即为军队研制兵器装备,以满足战争需求。这也是兵器科学技术存在与发展的出发点和归宿。兵器装备作为武器装备的重要组成部分,是军队的物质技术基础,是决定战争胜负的重要因素。

当前的世界形势表明,在未来一个时期内,尽管还不能完全排除爆发世界核战争的可能性,但其可能性很小,未来战争将是核威慑条件下的常规战争,主要是高技术条件下的局部战争。兵器装备是进行这类战争所必需的武器装备的重要组成部分,兵器科学技术担负着为未来战争提供先进的防空武器、反坦克武器、坦克装甲车辆、精确制导弹药、夜视器材、指挥控制系统、电子对抗装置等高技术兵器的重任。

现代兵器科学技术是为满足现代战争需要,运用先进的理论体系、设计思想、工程方法和技术途径实现的兵器系统所涉及的科学技术群。

现代战争多为高技术条件下的局部常规战争或武装冲突,直接涉及的国家 and 地区有限,战争持续的时间逐渐缩短,机动反应速度明显提高。由于国际政治经济的制约,战争伤亡和破坏的程度也应尽量减小到最低限度。与此同时,战场上的作战空间逐渐扩大,出现了海、陆、空、天、电子诸多军兵种联合的全方位、大纵深、高立体、不对称、非线性的战场形态。作战打击目标更加明确,超视距、远距离、防区外的精确打击作战样式日显突出。

随着高新技术的迅猛发展,在现代战争中,技术先进、性能优良的武器装备已成为战争制胜的重要因素,提高武器装备的质量已成为国防现代化的关键。世界各国竞相发展远射程、高精度、大威力、机动隐蔽、快速反应和智能化的知识和技术密集型武器装备,军备竞赛已由数量竞争转向质量竞争。

C⁴ISR(即指挥、控制、通信、计算机、情报、监视与侦察)系统是现代战争的“神经中枢”和“力量倍增器”。它在加快信息处理速度,缩短指挥周期,提高指挥效率;对武器系

统实施有效控制,提高武器系统反应速度;科学规划物资储备,提高后勤指挥效率;监控战场空间内己方的作战物质、能量和信息流动等方面发挥着至关重要的作用。在现代战争中,C⁴ISR系统是驾驭战争,实施正确、及时、连续、灵活、隐蔽指挥的有效手段。

现代战争的作战特点要求兵器系统具有如下主要作战能力:

(1) 精确打击能力。现代兵器系统充分利用先进的侦察探测技术,对所要攻击的目标实施高精度的探测、识别、跟踪和定位,以实现精确打击的作战任务。如卫星侦察系统,能够分辨出地面 10cm~30cm 的目标;全球定位系统(GPS)可以实时地为飞机、舰船、地面部队和精确打击弹药提供准确的目标位置和飞行弹道,其定位误差不超过 10m;精确制导导弹的命中率可达 85%~95%,精确制导炸弹的命中率高达 90% 以上,实现了真正的“直接点目标命中”。

(2) 远程攻击能力。随着精确打击能力的提高,现代兵器系统可以大幅度地提高对目标的远程攻击能力,实现防区外攻击。精确制导战术导弹能够攻击数百千米至上千千米外的目标;精确滑翔炸弹可在 80km 以外投放;通过底部排气和火箭增程技术,大口径火炮射程可由 30km 提高到 120km~150km。现代兵器系统的远距离攻击能力,是有效打击敌人和保护自己的重要作战手段。

(3) 高效毁伤能力。现代兵器系统应具有强大的终端毁伤威力,在有限战斗载荷条件下,通过高新技术提高毁伤要素的毁伤威力。对于压制兵器,可通过子母式弹药来提高地面杀伤威力;对于破甲弹,可通过串联战斗部来对付主动装甲和复合装甲,并加大对装甲的侵彻深度;对于基础设施和钢筋混凝土掩体侵彻弹药,可采用串联爆破随进侵彻战斗部和可编程冲击/空穴灵巧引信,实现对多层介质和预定介质层的破坏。

(4) 全天时和全天候作战能力。现代兵器系统要能在各种气候条件下和夜间作战,首先要具备全天时和全天候侦察能力,及时掌握瞬息万变的战场情况,占据主动;其次应能在各种恶劣气候环境中正常执行并完成预定的作战任务;最后应具有良好的夜视能力,利用红外、微光等高新技术夜视手段,使夜间战场变成“单向透明”的战场。

(5) 良好的隐身、机动和防护能力。现代战争还要求兵器系统具有良好的隐身能力、快速机动反应能力、防核、防生物、防化学武器能力及装甲、电磁防护能力。隐身技术的应用可使兵器装备的雷达反射截面积比同类非隐身装备小 100 倍;快速机动反应能力,不仅可以抓住战机,先发制人,而且可以在激烈的战场对抗中,迅速转移投入新的战斗,或及时躲避敌方的后续打击。

兵器科学技术的蓬勃发展,使现代兵器系统的组成越来越复杂,成为一个功能完备、技术先进的武器系统。它不单具有火力系统,而且还涉及侦察探测、搜索跟踪、定向定位、火力控制、动力传动、通信导航、指挥自动化、电子对抗,以及后勤技术保障等,逐步实现了机械化、系列化、标准化。对现代兵器系统的共性要求是:

- (1) 先于敌发现而尽量不被敌发现。
- (2) 快速响应运载推进,先于敌发射。
- (3) 对敌目标准确命中而尽量不被敌命中。
- (4) 对敌目标有效毁伤而尽量不被敌毁伤。
- (5) 快速准确地判定作战效果。

为实现上述作战要求,现代兵器系统必须具备五种作战功能,即目标探测与识别、火

力与指挥控制、发射与推进、弹药毁伤、效果评估等,而实现这些功能的技术则构成了兵器科学技术中既相对独立又相互联系的技术体系。

目标探测与识别是兵器系统体系与体系对抗的首要环节,它包括情报、侦察、探测、识别等内容。利用各种侦察、观(探)测手段(如雷达、光学、光电探测、声纳等)搜索目标,并对目标的类型、数量、型号、敌我属性等进行辨识。

火力与指挥控制是兵器系统的精确打击环节,其功能是控制有效战斗载荷直接命中目标或到达相对目标的最佳毁伤位置,它包括火力控制、指挥控制、跟踪定位、制导导航等技术。根据目标探测与识别所获得的各种信息,通过不同的工作站实现信息收集、信息传输、信息(融合)处理、信息利用过程,并完成对目标的威胁估计、对所属部队的任务分配及指挥决策、对火力单元实施射击的诸元(方位角、高低角)计算等工作。

为了对所发现和识别的敌目标实施摧毁,需要通过飞机、车辆、舰船等运载平台及火炮、火箭等发射、推进装备将有效战斗载荷送至目标区。发射与推进是根据火力与指挥控制系统确定的射击诸元,通过发射管道(如炮管、枪管、发射筒、发射井)或其他推进装置(如火箭推进器)提供的力,赋予战斗部(弹丸)一定的初速,将其抛射到预定的目标上(或区域)。

弹药毁伤是兵器系统的最终威力环节,根据目标性质的不同而采用不同毁伤机理的战斗部,并在目标最有利的空间位置或最佳的毁伤时机释放毁伤元素,通过物理、化学或生化反应等过程,对目标产生碰击、侵彻、爆炸等作用,达到毁伤目标的军事目的。它包括各种弹药战斗部、引信和火工元器件等技术。

上述4个环节组成了现代兵器系统的一个攻击循环。但一次攻击循环未必能对预定目标造成致命的毁伤,为了不遗漏计划摧毁的目标而又不无谓地浪费战斗载荷,仅有上述4个环节是不够的,还必须就每次攻击循环对目标的毁伤效果加以核查与判定,从而决定是对该目标再次实施攻击,还是转向下一个目标。

武器系统还包括为保障部队及兵器(武器)系统正常工作、输送等的其他辅助设备。

按照兵器科学技术的发展现状和习惯,可将其划分为以下主要分支:

(1) 火炮、枪械技术:以现代力学和机械工程学为基础,研究火炮、自动武器及单兵武器等管式发射武器的原理、系统论证、设计理论与方法。

(2) 火箭、导弹武器技术学科:以现代力学和物理学为基础,研究火箭及导弹武器的推进原理、火箭发动机及发射装置的系统论证、设计理论与方法。

(3) 弹道学:以现代力学和物理学为基础,研究弹丸从发射、飞行至终点毁伤目标的全弹道理论、设计方法、系统仿真及武器诊断与实验方法。

(4) 含能材料:以现代化学和物理学为基础,研究火药、推进剂、炸药及其他高能反应物的作用机理、制造工艺、工程设计及应用技术。

(5) 弹药技术:以现代力学和物理学为基础,研究弹药及其组成单元(战斗部、装药、火工品、引信等)的作用原理、毁伤效应、系统论证、设计理论与方法。

(6) 水中兵器:以现代力学和物理学为基础,研究鱼雷、水雷、深水炸弹等水中作用兵器的原理、系统论证、设计理论与方法。

(7) 兵器探测技术:以现代光学、电子学及光电子学为基础,研究可见光、激光、红外、微光、微波等探测原理及在侦察、瞄准、遥感、测量及识别、制导等方面的工程应用与设计

方法。

(8) 兵器控制技术:以现代控制理论为基础,研究兵器系统(指控、火控、制导)的控制原理与方法、系统总体及设计。

(9) 兵器系统与运用工程:以现代系统科学为基础,研究兵器系统分析、技术集成、总体设计、综合运用以及战术与技术的协同。

兵器科学技术与科学技术的发展密不可分。特别是伴随着近代自然科学和工程技术的诞生和发展,冶金工业、机械制造工业和化学工业的迅速发展,推动了独立军火工业的产生,出现了专门从事兵器科学技术工作的科学家和工程师。中国古代先进的技术成就,如冶铸青铜合金的技术、百炼钢技术,火药的发明等,都是首先或大量地应用于军事,促使中国古代兵器不断创新,走在世界各国的前列。19世纪枪、炮身管由滑膛改进为线膛,现代火炸药取代黑火药,使枪、炮的射程和射击精度、弹药对目标的毁伤威力都大幅度地提高。但当西方国家经过16世纪的文艺复兴运动,在现代自然科学基础上迅速发展起来的各种新技术,把中国古代发明的火器发展成为西方资产阶级打倒封建主的有力武器的时候,中国却由于当时社会发展的缓慢导致科学技术发展缓慢,使中国的火器落后于西方。19世纪末,对从兵器发射到侵彻目标全过程的力学规律和伴随的物理化学现象进行了全面的研究,建立了系统的弹道理论和枪炮设计理论方法。20世纪以来,特别是两次世界大战中,兵器科学技术获得迅猛的发展,1916年坦克的发明和用于战争,显著地增强了地面作战的攻防能力。20世纪30年代末一些主要军事国家实现了以坦克为基础的机械化和自动化,坦克及各种装甲战车已成为现代及未来地面战争中最主要的和不可替代的攻防一体化机动作战平台。在两次世界大战期间,随着作战飞机的出现,防空兵器随之发展起来。潜艇和航空兵的大量使用,使海上封锁与反封锁斗争日趋尖锐,进一步促进了水中兵器的发展。第一次世界大战时,化学武器首先由德国开始大量使用,迅速受到各参战国的重视,防化器材也随之获得迅速发展。随着火箭、导弹与核武器的出现,本学科得到迅猛发展,世界主要国家陆续形成和建立了国家规模的兵器科学与技术研究体系,出版了一系列专门著作和学术刊物,使本学科的学科体系得到进一步丰富和完善。受军事需求的牵引和现代科学技术进步的推动,本学科的内涵不断丰富和更新,目前已成为与机械、电子、化学、光电、信息、控制等学科交叉融合性较强的学科。

现代高科技战争对武器系统及军事技术器材的性能提出了更高的要求,促使本学科在武器体系攻防对抗的科学原理和实现途径上实现新的突破,这将促使本学科与微电子技术、材料科学与技术、计算机技术、信息技术、控制工程等更紧密地结合,为提高军队信息对抗能力、精确打击能力、应急机动作战能力、快速反应突防作战能力、封锁与反封锁能力和综合支援保障能力提供系统完整的知识和技术。

根据现代战争的特点,兵器科学技术的发展主要有以下几种发展趋势:

(1) 兵器系统向轻型化、高机动性方向发展。未来快速反应、机动部署需要高机动性、高可部署性的地面作战平台和武器系统。轻型化是提高常规武器系统机动性、可部署性的重要途径。

(2) 兵器系统向远程化方向发展。现代兵器系统的远距离攻击能力是有效打击敌人和保存自己的重要手段。

(3) 兵器系统向精确化和高效毁伤方向发展。在武器平台上采用先进的技术,构建

远程精确打击武器体系,使武器装备具有更强的战场感知能力、快速反应能力、可远程精确打击能力以及高效毁伤能力,可使武器装备的综合作战效率成倍增长。

(4) 兵器系统向信息化、数字化方向发展。在现代和未来的战场上,武器平台的信息化及数字化、信息战装备及技术、先进信息系统对夺取信息优势、发挥武器体系的整体作战效能、克敌制胜至关重要,必将得到优先发展。

(5) 兵器系统向适应于复杂环境下的战争需要发展。未来战场向太空和深海领域扩展,面临极高温差、超高压、稀薄气体、微重力、微尺度等极端恶劣环境与条件,这对现有武器系统提出了更高的要求和挑战。微小型武器、深水武器和空天武器等是未来发展的一个趋势。

(6) 多用途及特种需求兵器技术发展方兴未艾。满足不同特殊需要或多用途的兵器具有强烈的需求背景,如:将在许多领域都得到应用的子母抛撒技术;为了适应制导弹药技术的发射需求的低过载发射技术;提高发射速度和方便勤务处理的埋头弹发射技术,等等。

(7) 兵器科学技术与其他学科进一步交叉、渗透、融合。为适应现代兵器的发展趋势,应拓宽兵器科学技术学科的研究内涵,推动远程精确打击武器研究进入国际发展前沿,促进我国兵器科学技术学科的长远、持续发展和常规兵器技术的跨越式发展。

1.2.2 兵器科学与技术学科

兵器科学与技术是教育部学科目录中一个一级学科(学科代码 0826)。兵器科学与技术一级学科目前包括以下 4 个二级学科:武器系统与运用工程,兵器发射理论与技术,火炮、自动武器与弹药工程,军事化学与烟火技术,以及自主设置二级学科,如智能武器技术与工程等。

“武器系统与运用工程”主要从事各类常规武器系统及其核心子系统的系统分析、总体设计、技术运用、技术保障以及战术技术协同的研究。“兵器发射理论与技术”主要从事武器系统(如火炮、枪械和水中兵器)的弹道及火箭、导弹发射理论与技术的研究。“火炮、自动武器与弹药工程”主要从事火炮、枪械、弹药理论及技术的研究。“军事化学与烟火技术”主要从事有毒化学物质的侦检、防护和烟火理论及应用技术的研究。遵循“科学、规范、拓宽”的原则,调整后的上述 4 个二级学科的内涵得到进一步的拓宽,既具有一定的独立性,彼此之间又有很紧密的联系,涵盖了兵器科学与技术的主要领域。

兵器科学与技术通常按二级学科培养研究生。本着有利于学科建设和促进科学技术发展、有利于学科交叉、按宽口径培养研究生的精神,从兵器科学与技术的发展趋势出发,在条件成熟的院校可按一级学科招收和培养博士研究生。对按一级学科招收和培养研究生的高校,可以自设二级学科方向。

与兵器科学与技术学科联系较密切的相邻学科主要有:力学,化学工程与技术,机械工程,光学工程,材料科学与工程,信息与通信工程,航空宇航科学与技术,系统科学,船舶与海洋工程,电子科学与技术,控制科学与工程,动力工程及工程热物理,军事学学科中的战略学、战役学、战术学和军队指挥学等。

1. 武器系统与运用工程

武器系统与运用工程是研究现代战争条件下各种武器系统及其装备的系统分析、总