兵器科学与技术丛书



Introduction of
Ordnance Major

兵器专业导论

张相炎　编著

北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

兵器科学与技学丛书

兵器专业导论

张相炎　编著

北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书系统性地简要介绍了兵器及武器系统的基本知识；介绍了兵器类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；介绍了兵器类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、火箭与导弹及其发射技术、装甲车辆技术、弹药工程、水中兵器、目标探测与引信技术、指挥与控制科学与技术、信息对抗技术、特种能源工程与技术等学术方向的技术及其发展概况。

本书既可以作为兵器专业的入门教材，也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，还可以作为科普读物。

版权专有　侵权必究

图书在版编目（CIP）数据

兵器专业导论 / 张相炎编著. —北京：北京理工大学出版社，2020.1

ISBN 978-7-5682-8154-6

Ⅰ.①兵…　Ⅱ.①张…　Ⅲ.①武器-基本知识　Ⅳ.①TJ

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2020）第 023129 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社　　址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮　　编 / 100081

电　　话 / （010）68914775（总编室）

（010）82562903（教材售后服务热线）

（010）68948351（其他图书服务热线）

网　　址 / http：//www.bitpress.com.cn

经　　销 / 全国各地新华书店

印　　刷 /

开　　本 / 787 毫米×1092 毫米　1/16

印　　张 / 17.25

字　　数 / 405 千字

版　　次 / 2020 年 1 月第 1 版　2020 年 1 月第 1 次印刷

定　　价 / 56.00 元

责任编辑 / 曾　仙

文案编辑 / 曾　仙

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

图书出现印装质量问题，请拨打售后服务热线，本社负责调换

PREFACE

前言

随着教育改革的不断深入，全国各高校按大类招生是发展趋势。兵器类专业入门教育“兵器专业导论”课程目前在国内尚无类似教材，为了解决教学急需，笔者在2014年正式出版发行的《武器系统与工程导论》教材基础上扩充内容，完善大类专业内容，形成本书，以适应“兵器专业导论”课程的教学需求。

为适应卓越工程师人才培养需要，本书结合兵器专业卓越工程师人才培养实践，补充了工程教育与卓越工程师培养的相关内容。

本书介绍了兵器及武器系统的基本知识，介绍了兵器类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，还介绍了兵器类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、火箭与导弹及其发射技术、装甲车辆技术、弹药工程、水中兵器、目标探测与引信技术、指挥与控制科学与技术、信息对抗技术、特种能源工程与技术等学术方向的技术及其发展概况等内容。

全书共分13章。

第1章　绪论，主要介绍兵器与武器系统的基本知识，兵器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　武器发射原理与弹道学，主要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、弹道学等内容。

第3章　轻武器技术，主要介绍轻武器及其特点、轻武器技术及其发展等内容。

第4章　火炮技术，主要介绍火炮及其特点、火炮技术及其发展等内容。

第5章　火箭武器及其发射技术，主要介绍火箭与导弹及其特点、火箭与导弹武器技术及其发展、火箭与导弹发射技术及其发展等内容。

第6章　装甲车辆技术，主要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等内容。

第7章　弹药工程，主要介绍毁伤机理，弹药基本概念、类型及特点，弹药技术及其发展等内容。

第8章　水中兵器技术，主要介绍水中兵器的基本概念、类型及特

点，水中兵器的发展及其趋势，水中兵器技术等内容。

第 9 章　目标探测与引信技术，主要介绍目标探测与识别基本概念、类型及特点，引信技术及其发展等内容。

第 10 章　指挥与控制科学与技术，主要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等内容。

第 11 章　信息对抗技术，主要介绍信息对抗基本概念、类型及特点，信息对抗技术与信息安全防护技术等内容。

第 12 章　火炸药科学与技术，主要介绍火炸药及火工烟火的基本概念、类型及特点，炸药技术，发射药及其装药技术，火工烟火技术等内容。

第 13 章　工程教育与卓越工程师培养，主要介绍工程教育的基本概念、特点和现状，卓越工程师培养计划，兵器卓越工程师培养标准等内容。

本书主要针对兵器类专业学生，运用通俗的语言，系统而简要地介绍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编写，结合近年来取得的科研成果，具有时代特色和先进性；在内容方面，介绍了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。本书以介绍应用原理和方法为主，具有较强的针对性和实用性，既可以作为兵器专业的入门教材，也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，还可以作为科普读物。

本书在编写中参考了许多专著和论文，南京理工大学的许多专家、教授对本书初稿提出了有益的修改意见，在此对为本书的出版付出心血的所有同人以及对本书的编辑一并表示衷心感谢。

由于笔者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请读者批评指正。

张相炎

2019 年 7 月于南京

目　录

CONTENTS

第 1 章　绪论 …… 001

1.1　兵器与武器系统 …… 001

1.1.1　武器 …… 001

1.1.2　武器系统 …… 004

1.2　兵器科学与技术 …… 005

1.2.1　兵器科学技术 …… 005

1.2.2　兵器科学与技术学科 …… 011

1.3　兵器专业及其培养计划 …… 012

1.3.1　武器系统工程 …… 012

1.3.2　兵器专业及其培养计划 …… 012

第 2 章　武器发射原理与弹道学 …… 016

2.1　概述 …… 016

2.2　武器发射原理 …… 017

2.2.1　身管武器发射原理 …… 017

2.2.2　身管武器发射特点 …… 018

2.3　武器推进原理 …… 022

2.3.1　火箭推进原理 …… 022

2.3.2　火箭推进武器的特点 …… 024

2.4　弹道学 …… 025

2.4.1　弹道学简介 …… 025

2.4.2　内弹道学 …… 026

2.4.3　外弹道学 …… 028

2.4.4　全弹道体系 …… 031

第 3 章　轻武器技术 …… 033

3.1　轻武器及其特点 …… 033

3.1.1 轻武器的基本概念 …… 033
3.1.2 轻武器的类型 …… 033
3.1.3 轻武器的主要作用 …… 034
3.1.4 轻武器的特点 …… 034
3.1.5 轻武器的基本组成 …… 035
3.2 轻武器的发展及其趋势 …… 035
3.2.1 轻武器的发展简史 …… 035
3.2.2 轻武器的发展趋势 …… 039
3.3 轻武器技术 …… 041
3.3.1 轻武器总体技术 …… 041
3.3.2 轻武器射速控制技术 …… 041
3.3.3 轻武器发射载荷控制技术 …… 042
3.3.4 轻武器轻量化技术 …… 043
3.3.5 轻武器智能化技术 …… 044
3.3.6 轻武器试验技术 …… 045
第4章 火炮技术 …… 047
4.1 火炮及其特点 …… 047
4.1.1 火炮的基本概念 …… 047
4.1.2 火炮的工作原理 …… 048
4.1.3 火炮的发射特点 …… 049
4.1.4 火炮的地位与作用 …… 049
4.1.5 火炮的组成及其功能 …… 050
4.1.6 火炮的类型 …… 051
4.2 火炮的发展及其趋势 …… 057
4.2.1 火炮的发展简史 …… 057
4.2.2 火炮的发展趋势 …… 061
4.3 火炮技术 …… 061
4.3.1 火炮系统总体技术 …… 062
4.3.2 提高初速技术 …… 062
4.3.3 提高射程技术 …… 063
4.3.4 提高射速技术 …… 063
4.3.5 轻量化和新结构技术 …… 064
4.3.6 信息化和智能控制技术 …… 064
4.3.7 新概念、新原理技术 …… 065
第5章 火箭武器及其发射技术 …… 066
5.1 概述 …… 066
5.2 火箭武器技术及其发展 …… 066
5.2.1 火箭武器的基本知识 …… 066
5.2.2 火箭武器的类型 …… 069

5.2.3　反导系统 …… 071
5.2.4　火箭武器的发展 …… 074
5.2.5　火箭武器技术 …… 076
5.3　火箭武器发射技术及其发展 …… 078
5.3.1　火箭武器发射的基本概念 …… 078
5.3.2　火箭导弹发射装置及其主要作用 …… 079
5.3.3　火箭发射装置结构类型 …… 080
5.3.4　火箭武器发射装置的发展 …… 081
5.3.5　火箭武器发射技术 …… 082
第6章　装甲车辆技术 …… 087
6.1　概述 …… 087
6.1.1　装甲车辆的基本概念 …… 087
6.1.2　装甲车辆的组成 …… 088
6.1.3　装甲车辆的特点 …… 089
6.1.4　装甲车辆的地位与作用 …… 090
6.2　装甲车辆的类型 …… 091
6.2.1　坦克 …… 092
6.2.2　装甲输送车 …… 093
6.2.3　步兵战车 …… 094
6.3　装甲车辆的发展及其趋势 …… 095
6.3.1　装甲车辆的发展简史 …… 095
6.3.2　装甲车辆的发展趋势 …… 097
6.4　装甲车辆技术 …… 098
6.4.1　总体技术 …… 098
6.4.2　提高火力技术 …… 099
6.4.3　提高机动性技术 …… 100
6.4.4　提高防护性技术 …… 101
6.4.5　综合电子技术 …… 102
第7章　弹药工程 …… 104
7.1　弹药与毁伤 …… 104
7.1.1　弹药及弹药工程 …… 104
7.1.2　弹药的类型 …… 106
7.1.3　弹药对目标的毁伤作用 …… 107
7.2　弹药及其发展 …… 111
7.2.1　弹药的发展简史 …… 111
7.2.2　弹药的发展趋势 …… 112
7.3　弹药技术 …… 113
7.3.1　远程压制弹药技术 …… 113
7.3.2　精确打击弹药技术 …… 114

7.3.3 高效毁伤弹药技术 …… 115
第 8 章 水中兵器技术 …… 118
8.1 概述 …… 118
8.2 鱼雷 …… 119
8.2.1 鱼雷及其基本知识 …… 119
8.2.2 鱼雷的发展 …… 123
8.2.3 鱼雷技术 …… 124
8.3 水雷 …… 126
8.3.1 水雷的基本知识 …… 126
8.3.2 水雷的发展 …… 129
8.3.3 水雷技术 …… 131
8.4 深水炸弹 …… 133
8.4.1 深水炸弹的基本知识 …… 133
8.4.2 深水炸弹的发展 …… 134
8.4.3 深水炸弹技术 …… 137
第 9 章 目标探测与引信技术 …… 139
9.1 目标探测与识别 …… 139
9.1.1 目标特征与探测 …… 139
9.1.2 目标识别 …… 143
9.1.3 目标探测与识别系统 …… 145
9.2 引信及其工作原理 …… 145
9.2.1 引信及其组成 …… 145
9.2.2 引信的分类 …… 147
9.3 引信的发展及其趋势 …… 150
9.3.1 引信的发展历史 …… 150
9.3.2 引信的发展趋势 …… 151
9.4 引信技术 …… 152
9.4.1 引信爆炸序列技术 …… 152
9.4.2 引信安全系统技术 …… 153
9.4.3 目标探测与起爆控制技术 …… 155
9.4.4 引信信息化和智能化技术 …… 156
第 10 章 指挥与控制科学与技术 …… 158
10.1 战场指挥与信息化 …… 158
10.1.1 战场指挥信息化 …… 158
10.1.2 信息化武器装备 …… 159
10.2 武器系统控制原理与方法 …… 161
10.2.1 火控系统基本概念 …… 161
10.2.2 火控系统分类 …… 164
10.2.3 武器系统控制原理 …… 166

10.2.4　武器系统控制要求 …… 172
10.2.5　武器系统控制方法 …… 173
10.3　指挥与控制技术 …… 175
10.3.1　指挥与控制 …… 175
10.3.2　指挥与控制相关技术 …… 177
第 11 章　信息对抗技术 …… 181
11.1　概述 …… 181
11.1.1　信息的概念 …… 181
11.1.2　信息对抗 …… 181
11.1.3　信息对抗技术发展 …… 183
11.2　电子对抗技术 …… 184
11.2.1　电子对抗概述 …… 184
11.2.2　电子对抗侦察技术 …… 184
11.2.3　电子干扰技术 …… 188
11.2.4　电子摧毁技术 …… 189
11.2.5　隐身技术 …… 190
11.2.6　电子防护技术 …… 191
11.3　计算机网络对抗技术 …… 194
11.3.1　计算机网络对抗概述 …… 194
11.3.2　网络攻击技术 …… 195
11.3.3　网络防御技术 …… 198
第 12 章　火炸药科学与技术 …… 203
12.1　概述 …… 203
12.1.1　火炸药概念 …… 203
12.1.2　火炸药的特征 …… 205
12.1.3　火炸药在武器装备中的地位和作用 …… 206
12.1.4　火炸药发展 …… 206
12.1.5　火炸药技术 …… 210
12.2　炸药 …… 211
12.2.1　炸药及其特点 …… 211
12.2.2　对炸药的基本要求 …… 212
12.2.3　炸药的类型 …… 212
12.3　发射药及其装药设计 …… 213
12.3.1　火药 …… 213
12.3.2　装药设计 …… 214
12.4　火工烟火技术 …… 219
12.4.1　火工品技术 …… 219
12.4.2　烟火技术 …… 232

第 13 章　工程教育与卓越工程师培养 …… 237
13.1　工程教育概述 …… 237
13.1.1　工程 …… 237
13.1.2　工程师 …… 238
13.1.3　工程教育 …… 240
13.2　卓越工程师培养计划 …… 243
13.2.1　背景 …… 243
13.2.2　卓越工程师教育培养计划及其主要内容 …… 245
13.2.3　卓越工程师教育培养计划 2.0 …… 248
13.3　兵器卓越工程师培养标准 …… 249
13.3.1　卓越工程师教育培养计划的培养标准体系 …… 249
13.3.2　卓越工程师教育培养计划通用标准 …… 250
13.3.3　卓越工程师教育培养计划兵器类专业标准（试行） …… 251
参考文献 …… 263

第1章 绪 论

1.1 兵器与武器系统

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，是用于攻击的工具，有时也被用来威慑和防御。武器既可以是一根简单的木棒，也可以是一枚核弹头。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（包括心理伤害）的工具和手段都可以称为武器。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。但是，严格来说，兵器和武器在应用中还是有区别的。兵器是以非核常规手段杀伤敌方有生力量、破坏敌方作战设施、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、使用得最广的组成部分。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，多数人就会将其理解为除战略导弹、核武器、作战飞机和作战舰艇之外的武器。

原始人类的武器主要来源于自然界，即树枝、石头、兽牙等较为锋利的物品；随着科技的发展，人类利用冶金术制作出更坚硬、更高杀伤力的金属兵器。从人类活动的最早痕迹与现代文明来看，武器是人类发展的一个方面。在现代，武器发展已经在大体上与科技的发展一起加速。在古代，武器主要是个体力量的延长，从本质上弥补了人类身体的不足。随着新军事变革的深入发展，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。

人类使用原始兵器可以追溯到60万年前。那时，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。在漫长的旧石器时代，人类发明了石刀、石矛、石斧等劈刺型兵器；到了新石器时代，人类发明了弓箭，它一直是战争中最主要的弹射型兵器。人类进入奴隶社会以后，奴隶主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），而规模越来越大的武装冲突也演变为战争。兵器的发展史贯穿于人类社会发展史、科技发明史和战争史。通常，将兵器技术与战争时

代分为冷兵器战争时代、热兵器战争时代、信息化战争时代。

17 世纪以前，人类处于农业经济社会。这个时代的战争主要使用石质、木质、青铜和铁质的兵器，相对后来的以化学能（火炸药）为能源的热兵器而言，这些兵器被称为冷兵器，这个时代的战争称为冷兵器战争。各种冷兵器都是传递或延长（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：

- 进攻型手持兵器：刀、枪、剑、戟、斧、叉、矛、鞭、锤、铲……
- 弹射兵器：弓、弩……
- 防御性兵器：盾、铠甲、胄（盔）……
- 运载工具：战船、战车、战马……

火药的发明是兵器技术的一次重要革命，据记载，我国在公元 808 年就有了这项发明。10—12 世纪，我国已将火药用于兵器，如制成火球、火箭、火蒺藜、火炮等火器。13 世纪，这项技术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，且过于笨重、制造困难、价格昂贵，难以大量使用，因此火器在战场上只占很小的一部分。冷兵器仍是这一时代战争的主要兵器。

17—20 世纪末，人类处在工业经济社会。这个时代的战争使用的兵器以化学能（火炸药）为主要能源，大大提高了兵器发射与推进的距离和杀伤破坏的威力，称为热兵器，这个时代的战争称为热兵器战争。在欧洲，16 世纪就发明了枪炮机械点火装置而取代了火绳枪，并对中国传入欧洲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，提高了火炮的射程和机动性；17 世纪后，发明了来复枪、左轮手枪、手榴弹等，火炮已成为军舰、城堡攻防的重要兵器。19 世纪中叶起，枪炮设计得到了一系列重大改进，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 TNT 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，使热兵器时代的战场空间与机动速度大大增加，开始了兵器机械化进程。枪械、火炮、火箭是现代常规武器。

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的特点，呈现出未来战争的信息化特征。

武器家族的成员众多，随着科技的进步，新的成员层出不穷，各有特色。由于武器是在矛与盾的对抗中发展起来的，因此呈现出名目繁多、相互兼容的特点，为武器分类带来了许多困难。表 1.1 所示为从不同角度对武器分类，表 1.2 所示为常见武器分类。

表 1.1　从不同角度对武器分类

分类角度	武器
时代	古代武器、近代武器、现代武器、未来武器
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
性质	进攻性武器、防御性武器

续表

分类角度	武器
作用	战斗武器、辅助武器
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
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
杀伤力	常规武器、非常规武器（大规模的杀伤破坏武器）
作战任务	战略武器、战术武器、战役（战斗）武器
使用空间	水下武器、水面武器、地面武器、空中武器、太空武器
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
用途	杀伤武器、压制武器、反坦克武器、防空武器、反卫星武器
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
配属部队	炮兵武器、装甲兵武器、步兵武器、航空兵武器等
质量轻重	轻武器、重武器等
弹道是否受控	制导武器、非制导武器
射击自动化程度	自动武器、半自动武器、非自动武器
操作人数	单兵武器、集体武器
注：这里的“武器”大多可以用“兵器”代替，但常称为“武器”，较少称为“兵器”。	

表1.2 常见武器分类

分类	武器
枪械	手枪、步枪、冲锋枪、机枪、特种枪等
火炮	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、海岸炮等
装甲战斗车辆	坦克、装甲输送车、步兵战车等
舰艇	战斗舰艇（航空母舰、战列舰、巡洋舰、驱逐舰、护卫舰、潜艇、导弹舰等）、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
军用航天器	军用人造卫星、宇宙飞船、空间站、航天飞机等
军用航空器	作战飞机（轰炸机、歼击机、强击机、反潜机等）
化学武器	装有化学战剂的炮弹、航空炸弹、火箭弹、导弹弹头、化学地雷等
防暴武器	橡皮子弹、催泪瓦斯、炫目弹、高压水枪等
生物武器	生物战剂（细菌、毒素和真菌等）及其施放装置等

续表

分类	武器
弹药	枪弹、炮弹、航空炸弹、手榴弹、地雷、水雷、火炸药等
核武器	原子弹、氢弹、中子弹和能量较大的核弹头等
精确制导武器	导弹、制导导弹、制导炮弹等
隐形武器	隐形飞机、隐形导弹、隐形舰船、隐形坦克等
新概念武器	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）、军用机器人和计算机“病毒”等

1.1.2 武器系统

武器系统（兵器系统），按《中国军事百科全书》的定义，是由若干在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。武器系统是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。因此，武器系统是在功能上有关联，共同用于完成战斗任务的数种军事技术装备的总称。在任何一种武器装备综合系统中，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，一般都需要多个功能不同但存在有机联系的子系统才能组成一个独立的武器系统，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来看，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，而是系统正确整合、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。武器系统与其分系统及系统单元之间，在系统分配的使命任务、结构体系、系统关联、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，对分系统及系统单元有严格要求。系统单元及分系统、传统总体技术和环境条件也会制约系统整体的使命任务、结构组成、技术途径。分系统及系统单元内部也有严格的精度分配、时间分配、性能分配、功能协调。系统整体优化整合是系统研制运行的核心。

在冷兵器时代，兵器的技术水平很低，都是单兵使用的器械，兵器系统也十分简单。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，分层次地建立系统——子系统，以便高效率地统一行动，完成指令任务。

武器（兵器）系统可以分成战略武器系统、战术武器系统，其中，每类又可以分为进攻武器系统和防御武器系统。根据武器功能的不同，还可以分为许多子系统。例如，野战防

空武器系统由中小口径高炮、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目标探测与识别、火力与指挥控制、发射与推进、弹药毁伤、辅助设施等功能，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的技术体系。

1.2 兵器科学与技术

1.2.1 兵器科学技术

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。兵器科学技术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。

1. 兵器科学技术的主要研究范围

兵器科学技术的主要研究范围包括以下几方面。

1）兵器技术预先研究

兵器技术预先研究，是指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。兵器技术预先研究分为应用基础研究、应用研究和先期技术开发三类。

（1）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。

（2）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。

（3）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

兵器技术基础研究，是为开展兵器技术的预先研究、兵器装备的研制与生产，以及有关信息的收集、处理与传递等提供技术保障与服务的科学技术活动，包括情报、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、兵器装备的质量、研制周期。高技术兵器的发展，对兵器技术基础提出了更高的要求。

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。这些兵器系统通常由运载、发射、火控、防护、毁伤等分系统构成，涉及学科多，技术范围广，需要科研、论证、生产、使用等部门广泛协作。

兵器研制方法研究有以下要求：

（1）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。

（2）要求对研制系统进行全寿命管理；要求开展可靠性、维修性等系统运用工程研究。

（3）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。新型兵器的研制是指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，就是运用成熟（或接近成熟）的高新技术来改造现有的兵器装备。这条途径对加快兵器发展速度、缩短研制周期和提高效能－费用比，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有：

（1）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。

（2）用指挥控制技术提高现有兵器装备的作战能力。

（3）用先进的弹药技术提高现有兵器装备的毁伤威力。

（4）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。

（5）用先进的动力传动技术提高现有兵器装备的机动性。

（6）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。

2. 兵器科学技术的地位与作用

在人类社会发展的进程中，通常是将最先进的科学技术首先用于军事和战争中。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。

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，既是保证国