

# 坦克

## 装甲车辆设计

### 总体设计卷

冯益柏 主编



化学工业出版社

# 坦克

## 装甲车辆设计

### 总体设计卷

冯益柏 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书较为详细地介绍了坦克总体设计理论基础, 坦克总体性能设计技术, 坦克总体设计技术, 坦克总体结构与布置技术, 坦克武器系统的选型与配置技术, 坦克动力系统的选型与配置技术, 坦克传动系统的选型与配置技术, 坦克行走系统的选型与配置技术, 坦克防护系统的选型与配置技术以及坦克综合电子信息系统的选型与配置技术等内容, 另外还对国外新一代主战坦克的研制, 做了详尽介绍, 是本行业研究、设计、制造、管理与教学人员必读必备之书, 也可作为教材使用。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

坦克装甲车辆设计——总体设计卷/冯益柏主编.

北京: 化学工业出版社, 2014. 8

ISBN 978-7-122-20531-5

I. ①坦… II. ①冯… III. ①坦克-总体设计

IV. ①TJ811

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 083349 号

---

责任编辑: 仇志刚

装帧设计: 刘丽华

责任校对: 徐贞珍

---

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市胜利装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 37 $\frac{3}{4}$  字数 1042 千字 2014 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

---

定 价: 180.00 元

版权所有 违者必究

## 《坦克装甲车辆设计》编写人员名单

编委会主任：王玉林 冯益柏

主 编：冯益柏

副 主 编：白晓光 李春明

编 委（按姓氏笔画排序）：

马英新	王 宇	王 晶	王少军	王玉林	王曙明
石 磊	叶 明	白晓光	冯益柏	宁功韬	吕小岩
刘 勇	苏 波	杜 宏	李 萍	李 毅	李春明
李福田	杨玉淳	张文超	张玉龙	张立群	张存莉
张树勇	张振文	卓 峰	周广明	周黎明	孟 红
赵银虎	宫 平	徐劲松	凌 云	唐 进	黄 健
曹 宁	曹 辉	曹福辉	窦铁炎	魏道凯	

# 序

第二次世界大战确定了坦克“陆战之王”的主体地位。自1914年诞生以来至今，坦克已经走过了百年的辉煌发展历程，在战场上显示出强大的作战能力，成为现代陆军的主要“杀手锏”，一直在各国陆军装备中占据极其显赫的重要地位，故而受到了各国的高度重视，使坦克一跃成为一个国家国防力量和综合国力的重要象征。

20世纪90年代以后，各国主战坦克的发展速度虽然放缓，但都在致力于高新技术的应用和新型坦克车辆的研制工作。以美国为首的西方坦克大国在传统坦克设计理念上已经发生了创造性的变革。多功能、智能化、轻型化、网络化赋予了坦克装甲车辆新的内涵和时代技术特征，进一步催生了以坦克为标志的“装甲时代”向以网络化武器平台为标志的“精确打击信息化时代”转型。目前世界上第四代坦克装甲车辆仍在探索之中，它的面世和装备部队仍需相当长的一段时间，但近几年高技术局部战争的经验表明，保持并发展一定数量、技术先进的主战坦克是各国军队长远核心能力建设的必然需要。因此，各国仍积极以技术改进提升和研制新型坦克来加快坦克装备更新换代步伐。

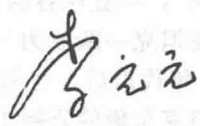
随着高新技术在军事工业上的成熟应用，极大地推动了现代坦克的整体发展进程，也促进了新时代军事变革下坦克技术的日臻完善和升华。随着一大批新技术、新原理、新工艺快速发展和广泛应用，催生了许多新技术理论的创造发明和持续演化，带动了与坦克装甲车辆领域交叉融合的多学科技术进步，也更加强化了坦克装甲车辆在立体攻防联合作战中的生存能力。

当今世界坦克装甲车辆技术始终保持着快速发展的态势，新型主战坦克、新型轮式装甲战车之所以能取得突破性进展，主要归结为动力传动技术、主被动防护技术、车辆电子技术等新技术取得的重大突破和能力提升，使坦克迅速成为具有高技术特征的陆军机动作战平台。这一期间，坦克装甲车辆领域的创新概念与技术研究正逐步成熟和发展起来。

当前，世界政治、经济和军事正在发生着深刻和巨大的变化，无论是发达国家还是发展中国家，都面临着前所未有的挑战。技术创新是一项事业、是一个行业迅速发展乃至一个国家强国和强军的必由之路。《坦克装甲车辆设计》系列专著图书是在系统学习和借鉴国外坦克的基础上，科学总结我国坦克装甲车辆和轮式装甲车辆20余年研制工作的实践经验与成功做法，结合我国陆军机械化、信息化装备建设的具体需求，从10个方面系统论述了坦克装甲车辆的技术发展路径、创新性设计思想和工程设计方法。主编冯益柏同志作为兵器首席专家，凭借在坦克装甲车辆从业30余年的丰富经验，在诠释坦克装甲车辆及其技术主要特征与技术创新思想的表现形式上，以独特的技术视角和丰富的工程实践积淀的真知灼见，对坦克装甲车辆及其技术，从理论创新和工程应用上做了深入研究和催人思考的总结与提炼，本专著图书在关键领域中提出的创新性概念、

工程技术方法以及典型系统的发展演变与技术特征等内容，在总体编排上脉络清晰、结构严谨、数据详实可靠，具有极强的实用性、先进性和工程指导性，最优地实现了理论与实践的有机统一。本专著图书提出的设计理论、研究方法以及各卷中所涉及到的主要技术论点与研究体系，为我军主战坦克的发展论证提供了有价值的信息和可借鉴思路，值得从事坦克装甲车辆的专业人士深入研究和思考，是推动我国坦克装甲装备技术创新的良师益友，也是我国坦克装甲车辆工程研制人员的重要参考。

十八年前，因科研工作我与冯益柏同志相识，与坦克装甲车辆事业结缘，此后一路同行，深深被他对发展我国坦克装甲车辆科技的强烈使命感、创新精神和卓越业绩而感动。该系列专著图书倾注了主编冯益柏同志、主要编者和广大工程研究人员的大量心血和智慧汗水。该专著图书的出版，必将为坦克行业提供坚实的基础理论和工程方法，更加坚定了我国坦克专业技术领域会产生诸多创造与发明的信心，推动我国坦克装甲车辆事业走向新的辉煌。



李元  
2004年11月

中国工程院院士、吉林大学校长

# 前言

坦克具有强大的直射火力，远距离精确打击能力，快速的越野机动性，坚固的装甲防护能力和反应快速的指控系统，是地面作战的主要突击兵器，也是装甲部队的基本装备，在武器装备中占据极其重要的地位，特别是主战坦克是一个国家国防力量的象征和综合国力的体现。

坦克自 1916 年问世，世界各国研制出多种类型的坦克，均在战场上展示出强大的作战能力，故而受到各国的高度重视，均投巨资大力研发。到目前为止，坦克已发展到三代，三代坦克在技术上取得了前所未有的进步。它将当代科学技术的最新成就集于一身，特别是计算机、激光、自动控制、热成像、综合电子技术、数据多路传输技术、定位导航技术、装甲、隐身，主动和综合防护技术等，在坦克中应用，使坦克设计与制造技术得到快速发展，战技性能大幅度提升。

现代坦克已成为陆军的机动作战平台，配备了大威力、高膛压、高初速火炮和多种高性能常规或制导弹药，装弹自动化，高水平的火控系统，安装了大功率，高紧凑发动机及高功率密度液力机械综合装置。采用了各种隐身伪装、装甲防护和特种防护，发展了综合电子信息系统，使坦克技术进一步完善和提高，这些设计与制造技术也应用于坦克协同作战的步兵战车，装甲运输车，和各种配套车辆，使整个装甲战斗车辆的设计与制造发生了质的提升和飞跃，战技性能明显提高。

随着高新技术在军事工业上的应用，以及未来战争特点的变化，坦克的发展也面临十分严峻的挑战，目前世界各国在新一代坦克设计与制造广泛采用新的设计思想与理念，一大批新原理，新技术，新工艺在设计与制造中得到应用，使新一代坦克设计与研制取得了长足进步。

为了普及并总结坦克设计基础知识和实用技术，推广并宣传近年来在新一代坦克设计与制造中出现的新原理、新技术和新工艺成果，笔者编写了《坦克装甲车辆设计》系列图书。系列图书共有十卷，分别为：总体设计，武器系统，动力系统，传动系统，行走系统，防护系统，综合电子信息系统，履带式战车，轮式战车，坦克装甲车辆可靠性、维修性及保障性。

本书突出实用性、先进性，可操作性，侧重将理论与实践相结合，用实用数据和实例说明问题，全书结构清晰严谨，语言精炼，数据翔实可靠，信息量大，适用性强，是本行业研究、设计、制造、管理、教学人员必备必读之书，若本书的出版发行能对我国新一代坦克装甲车辆的设计与制造起到促进与指导作用，笔者将感到十分欣慰。

《坦克装甲车辆设计》的出版是件幸事，然而由于水平有限，文中不妥之处在所难免，望读者批评指正。

编者

2014. 7

# 目录

## 第一章 概论

第一节 简介	1
一、坦克发展历程与趋势	1
二、主要类型与分类	5
三、坦克的构造	5
四、坦克的功能与作用	6
五、国外新型主战坦克研究与发展	7
第二节 坦克总体设计理论基础	28
一、简介	28
二、设计思路	31

三、设计原则	31
四、总体设计程序	33
五、总体设计内容	34
六、新一代坦克总体设计方案的制订	37
第三节 坦克总体设计理论的研究与发展	39
一、坦克总体设计理论与方法	39
二、坦克总体设计主要研究成果	40
三、坦克总体设计研究发展方向	40

## 第二章 坦克总体性能设计技术

第一节 总体性能设计简介	43
一、总体性能设计要求	43
二、战术技术要求	43
第二节 坦克一般性能设计技术	44
一、战斗全质量	44
二、乘(载)员人数	45
三、外廓尺寸	46
四、车底距地高	47
五、履带中心距	48
六、履带接地长	48
第三节 坦克火力/生存能力/机动性能的理论设计	48
一、坦克火力性能的设计	48
二、坦克生存能力指标设计及其评价	61
三、坦克机动性设计与评价	70
四、坦克主要性能间关系	75
第四节 火力及火力机动性能设计技术	79
一、主要武器性能	79
二、辅助武器性能要求	83
三、自动装弹机性能要求	84
四、火控系统性能要求	84
第五节 坦克机动性能设计技术	86
一、动力装置性能要求	86

二、传动装置性能要求	87
三、行动系统性能要求	87
四、最大速度	88
五、平均速度	88
六、加速性	89
七、转向性	89
八、制动性	89
九、通过性	89
十、最大行程	91
十一、百公里耗油量	91
十二、水上机动性	91
十三、环境适应性	92
十四、运输适应性	93
第六节 坦克防护性能设计技术	93
一、防护类型与要求	93
二、伪装与隐身性能	94
三、装甲防护	95
四、后效防护	95
五、三防能力	96
六、综合防护系统性能	96
第七节 观察、通信与电子信息性能设计技术	97
一、观察性能	97



二、通信性能 .....	97	三、使用维修性能 .....	99
三、电子信息性能 .....	98	<b>第九节 其他装甲履带车辆性能设计技术</b> .....	100
<b>第八节 坦克其他性能设计技术</b> .....	98	一、装甲履带运输车 .....	100
一、电气系统性能 .....	98	二、履带式牵引车 .....	101
二、电磁兼容性 .....	99	三、自行火炮 .....	101

### 第三章 坦克总体设计技术

<b>第一节 总体设计基础</b> .....	102	四、坦克总体设计特征建模与分析仿真 软件系统 .....	160
一、简介 .....	102	<b>第三节 新一代主战坦克的总体设计</b> .....	163
二、坦克总体设计理论依据 .....	105	一、设计与发展的思路及途径 .....	163
<b>第二节 坦克总体设计方案</b> .....	117	二、新一代主战坦克的能力与技术特征 设计 .....	164
一、设计方法与步骤 .....	117	三、新一代主战坦克分系统及相关技术 .....	165
二、坦克总体设计方案 .....	120		
三、坦克人因工程设计技术 .....	141		

### 第四章 坦克总体结构与布置技术

<b>第一节 总体结构</b> .....	185	<b>第四节 现代坦克的总体布置技术</b> .....	227
一、简介 .....	185	一、美国 M1A1 主战坦克总体布置 .....	228
二、总体布置 .....	185	二、美国 M1A2 主战坦克总体布置 .....	233
<b>第二节 坦克布置的理论基础</b> .....	187	三、俄罗斯 T-72 坦克总体布置 .....	237
一、简介 .....	187	四、俄罗斯 T-80 主战坦克总体布置 .....	240
二、解决主要布置问题的设计思路 .....	187	五、英国“挑战者”1 主战坦克总体 布置 .....	242
三、总体布置要求及满足要求的主要 途径 .....	188	六、英国“挑战者”2 主战坦克总体 布置 .....	244
四、坦克总体布置的分类 .....	190	七、法国“勒克莱尔”主战坦克总体 布置 .....	247
五、坦克布置的发展与特点分析 .....	190	八、德国“豹”2 主战坦克总体布置 .....	254
六、未来坦克的总体布置 .....	195	九、以色列“梅卡瓦”主战坦克总体 布置 .....	257
<b>第三节 坦克布置方案</b> .....	196	十、日本 90 式主战坦克总体布置 .....	260
一、总体布置方案 .....	196	十一、韩国主战坦克总体布置 .....	268
二、乘员舱与武器系统的布置方案 .....	198	十二、乌克兰 T-84 主战坦克总体布置 .....	270
三、动力与传动部分布置方案 .....	212		
四、行动部分和车外的布置方案 .....	222		
五、坦克外廓尺寸与战斗全重的确定 .....	224		

### 第五章 坦克武器系统的选型与配置

<b>第一节 概述</b> .....	274	二、车载机枪 .....	302
一、坦克武器系统的组成 .....	274	<b>第三节 弹药</b> .....	305
二、坦克武器系统的选型 .....	275	一、坦克炮弹药 .....	305
三、武器系统在坦克中的布置 .....	279	二、坦克炮射导弹 .....	308
四、弹药在坦克中的布置与装填自动化 .....	281	<b>第四节 坦克自动装弹机选型与配置</b> .....	312
五、火控系统的结构和在坦克内布置 .....	283	一、简介 .....	312
六、遥控武器站 .....	283	二、自动装弹机的优点 .....	313
七、坦克武器的发展趋势 .....	284	三、自动装弹机的性能 .....	314
<b>第二节 坦克武器的选型与配置</b> .....	288	四、自动装弹机的配置 .....	319
一、坦克炮 .....	288	<b>第五节 遥控武器站</b> .....	320

一、基本特点	320	三、新一代坦克用弹药的选型与配置	327
二、遥控武器站的发展	321	四、新一代坦克武器系统的设计目标	330
<b>第六节 新一代坦克武器系统的配置</b>	<b>324</b>	<b>第七节 坦克火控系统的选型与配置</b>	<b>330</b>
一、未来作战对坦克的要求	324	一、简介	330
二、新一代坦克武器系统的选型与配置	325	二、国外坦克火控系统	339

## 第六章 坦克动力系统的选型与配置技术

<b>第一节 简介</b>	<b>351</b>	七、德国坦克柴油发动机	377
一、坦克动力装置的用途和要求	351	<b>第三节 坦克动力装置的布置</b>	<b>394</b>
二、坦克动力装置的分类	352	一、坦克动力装置的布置原则	394
三、坦克发动机技术的发展特征	353	二、坦克动力能结构与布置举例	396
<b>第二节 坦克发动机的选择</b>	<b>356</b>	<b>第四节 整体式推进系统</b>	<b>402</b>
一、对现代坦克发动机的要求	356	一、简介	402
二、坦克发动机的类型与特点	357	二、先进整体式推进系统 (AIPS) 基础	404
三、动力系统的选择	360	三、美国陆军先进整体式推进系统	407
四、主战坦克动力配置	362	四、欧洲动力传动机组	408
五、典型的坦克发动机系列	368	五、瑞典 S 坦克组合动力装置	409
六、美国坦克发动机的发展	373	六、液压自由活塞发动机整体推进系统	411

## 第七章 坦克传动系统的选型与配置技术

<b>第一节 简介</b>	<b>416</b>	技术	431
一、传动装置的功能和类型	416	二、液力机械综合传动装置	435
二、现代传动装置构成与配置	417	三、液压机械传动系统的选型与配置	442
三、液力变矩器和行星变速机构技术	420	<b>第三节 混合电驱动系统的选型与配置</b>	<b>446</b>
四、转向机构和制动器技术	423	一、技术特点与关键技术	446
五、操纵装置	428	二、发展现状	454
<b>第二节 液力 (压) 机械传动系统选型与配置</b>	<b>431</b>	三、机电复合传动装置	456
一、液力机械传动系统的技术特点与关键技术	431	四、新型传动装置	462

## 第八章 坦克行走 (动) 系统的选型与配置

<b>第一节 简介</b>	<b>464</b>	二、履带推进装置组件选型与配置	471
一、行走装置的组成与功用	464	<b>第三节 坦克悬挂系统选型与配置</b>	<b>476</b>
二、履带式装甲车辆行走装置总体方案与要求	465	一、悬挂装置简介	476
<b>第二节 坦克履带推进装置选型与配置</b>	<b>467</b>	二、主战坦克悬挂装置选型与配置	480
一、简介	467	三、坦克悬挂装置组件选型与配置	484

## 第九章 坦克防护系统选型与配置技术

<b>第一节 坦克防护系统的构成与要求</b>	<b>510</b>	一、装甲防护的类型及其性能	514
一、简介	510	二、坦克车体与炮塔用装甲选型与配置	521
二、防护系统的构成	511	<b>第三节 坦克隐身防护选型与配置</b>	<b>529</b>
三、防护系统的要求	513	一、可见光隐身防护	530
<b>第二节 装甲防护选型与配置</b>	<b>514</b>	二、红外隐身防护	530

三、雷达隐身防护	532	二、主动防护系统的组成与配置	543
四、声波隐身防护	532	三、先进的主动防护系统	545
五、多频谱隐身防护	532	<b>第六节 综合防护系统选型与配置</b>	549
六、纤维复合材料结构隐身防护	533	一、简介	549
七、坦克隐身总体防护	534	二、告警装置	550
<b>第四节 坦克“三防”选型与配置</b>	535	三、激光压制观瞄装置	550
一、简介	535	四、烟幕装置	551
二、“三防”装置的构造与配置	537	五、红外干扰装置	552
<b>第五节 坦克主动防护选型与配置</b>	542	六、反坦克导弹拦截装置	552
一、简介	542	七、二次效应防护技术	554

## 第十章 坦克电子信息化系统的选型与配置

<b>第一节 坦克通信系统的选型与配置</b>	557	要求	570
一、坦克通信系统组成与要求	557	二、电气设备选型与配置	571
二、坦克装甲车辆通信技术	559	<b>第三节 坦克综合电子信息化系统的选型与配置</b>	580
三、通信装置选择与配置	563	一、简介	580
<b>第二节 坦克装甲车辆电气系统选型与配置</b>	570	二、综合电子信息化系统的选型与配置	582
一、装甲车辆电气系统的组成及其特性		<b>参考文献</b>	589



# 第一章 概论

## 第一节 简介



### 一、坦克发展历程与趋势

坦克被誉为“陆战之王”，是一种具有强大的直射火力，远程精确打击能力，坚固的装甲防护、快速的越野机动性和反应快速的电子信息指控系统的履带式战斗车辆。它可以在各种复杂的地形和气象条件下，担负起消灭或压制敌方坦克、装甲车辆、反坦克及炮兵武器，摧毁敌方构筑的各种工事和障碍物，歼灭敌人有生力量等多种作战任务。进攻时，它可以承担突破、追击、迂回、合围和纵深攻击等任务；防守时，它又可以发挥反突击作用。因此，坦克是现代地面战争中装甲机械化部队的主要突击力量。

坦克从诞生到现在，已近百年。坦克的发展历程以第二次世界大战为界，大体上分为两个阶段。前30年（1915~1945年）是坦克早期发展、逐步成熟到大规模用于战争的阶段。第二次世界大战以后至今，是现代坦克的发展阶段。一般将第二次世界大战后坦克的发展划分为三代，其中，1945~1960年间发展的坦克为第一代，1961~1975年间发展的坦克为第二代，1976年以后发展的坦克为第三代。近年来，世界各国又在第三代坦克的基础上进行重新设计或技术改造，推出了全新坦克，如美国的M1A2SEP，俄罗斯的T-90，英国的“挑战者”2、法国的“勒克莱尔”、德国的“豹”2A7、以色列的“梅卡瓦”Mk4、日本10式坦克和韩国K2主战坦克等。

#### （一）坦克的诞生

坦克诞生于1914~1918年爆发的第一次世界大战期间。当时的作战情况是，交战双方都大量使用火炮和机枪，进攻一方在付出很大伤亡代价后，仍然很难突破防守一方用火炮、机



枪、铁丝网和堑壕组成的纵深防御阵地，战争呈现胶着状态。这时，迫切需要一种攻防兼备的新式武器来打破战场上的僵持局面。在这种情况下，英国于1915年研制并生产出世界上第一辆坦克——“小游民”坦克。

“小游民”坦克以一种英国的履带式拖拉机为基础，加长了车体和履带，上部的角钢架上铆有10mm厚的钢板，构成了箱型结构。“小游民”坦克只发展到研制阶段。待I型坦克问世后，“小游民”坦克就不再生产。

## （二）坦克的发展

### 1. 第一次世界大战期间

坦克的诞生顺应了第一次世界大战的作战需求，一经推出，各国都纷纷效仿。第一次世界大战中，英国、法国、德国等国共生产了近万辆坦克。早期的坦克尚处于探索阶段，还十分原始。从外形上看，早期的坦克各不相同，但都具备了火力、机动、防护三大特性，火炮口径多为37~75mm，装有多挺机枪，乘员较多；动力装置多为1500hp的汽油机，最大速度仅为6km/h左右；装甲厚度一般为10~16mm，采用铆钉连接；没有无线电通信设备和光学观瞄仪器。行驶速度慢、机械故障率高和乘员的工作条件差是早期坦克的主要特点。由于机动性太差，这一时期的坦克只能协助步兵完成突破战线的任务，而无法向战线的纵深方向挺进。最具代表性的坦克是英国I型坦克、IV型坦克，法国“雷诺”FT-17轻型坦克和德国A7V坦克。

### 2. 两次世界大战期间

总结第一次世界大战经验，形体大而笨重、行动迟缓的早期坦克已不能适应新的作战需要，同时，反坦克武器在这一时期仅有初步发展，尚不足以对坦克构成严重威胁，因此，各国都发展机动性好的轻型坦克。轻型坦克盛行，是这一时期的重要特点。此外，在这一时期，坦克技术逐步走向成熟，坦克的装备数量大大增加，奠定了日后坦克大发展的基础。坦克技术特点包括：①坦克专用汽油机和高速柴油机、二级行星转向机、双差速转向机构相继问世，机动性大幅度提高；②武器系统以机枪和短身管榴弹炮为主；③坦克装甲厚度增至80~90mm，并采用整体焊接结构，防护能力大幅提高。这一时期的典型坦克包括：英国“维克斯”轻型坦克、法国“雷诺”R-35轻型坦克和“索玛”S-35中型坦克、德国PzKpfw坦克、美国T3“克里斯蒂”中型坦克、前苏联T-28中型坦克等。

### 3. 第二次世界大战期间

第二次世界大战是坦克称雄战场的时代。随着坦克技术的成熟和大量装备部队，各国纷纷组建装甲师，装甲兵作为一个独立的兵种已经形成。另外，由于反坦克枪、反坦克炮及反坦克地雷等反坦克武器的大量使用，促使坦克的装甲不断加厚，加快了中型坦克的发展，第二次世界大战期间，以敌坦克为主要作战对象的中型坦克，成为各国装甲兵的核心装备。这一时期的坦克技术特点主要有：①坦克的结构基本定型，普遍采用履带式推进装置和炮塔结构，装1门大口径加农炮；②火力显著提高，多数坦克采用了口径为57~85mm的长身管加农炮；③动力传动装置性能全面提高，有些坦克采用柴油机为动力装置，双功率传动装置、液力机械式传动装置、扭杆式独立悬挂装置等都已用到坦克上；④装甲厚度大增，中型坦克的装甲厚度达到了45~100mm。这一时期的代表坦克包括：前苏联T-34中型坦克、德国“黑豹”坦克和“虎”式重型坦克、英国“丘吉尔”步兵坦克和“克伦威尔”巡洋坦克、美国M4A3中型坦克等。

### 4. 第二次世界大战后至20世纪50年代（第一代坦克）

第二次世界大战末期，核武器的出现，极大地改变了战争的样式。而坦克凭借坚固壳体和高度机动性以及良好的密封空间，成为原子战争条件下的理想作战工具，使得坦克的地位和作用进一步提高。这一代坦克仍分重型、中型和轻型坦克，但以中型坦克为主。坦克技术特点包



括：①武器系统性能显著提高，火炮口径增至90~100mm，火控系统进步明显，光学测距仪、弹道计算机、火炮稳定器等都用到了坦克上；②机动性有一定提高，发动机采用了增压器，主要采用双功率流传动装置；③防护技术有新发展，装甲进一步加厚，安装了三防装置。这一时期的典型坦克有前苏联的T-54/55系列坦克，美国的M47、M48中型坦克。

### 5. 20世纪60~70年代中期（第二代坦克）

随着战术核武器和反坦克导弹大量装备部队，要求坦克具有威力更大的火炮、更坚固的装甲防护以及更高的机动性，而相关技术的发展，例如高速柴油机增压技术、自动控制技术、红外技术、高强度钢冶炼技术等，为全面提高坦克的性能创造了条件。于是，主战坦克应运而生。主战坦克集中中型坦克和重型坦克的任务于一身，在火力和装甲防护方面，主战坦克达到或超过重型坦克的水平，同时又具有中型坦克机动性好的特点。这一时期坦克的主要技术特点包括：①坦克炮口径多数增至105mm，安装了扰动式或非扰动式火控系统，装备红外夜间瞄准镜，使坦克具有初步的夜间作战能力；②普遍采用增压柴油机，动液式或机械式双功率流传动装置，高强度扭杆悬挂装置；③装甲厚度增加，普遍安装了三防装置、灭火装置和烟幕装置。这一时期的代表坦克有：前苏联的T-62主战坦克、美国的M60主战坦克、法国的AMX-30坦克、德国的“豹”1坦克、英国的“酋长”主战坦克等。

### 6. 20世纪70年代末至今（第三代坦克）

从20世纪80年代开始，各国陆续研制出第三代坦克。其中最具代表性的有：美国M1A1/M1A2坦克、德国“豹”2坦克、日本90式坦克、法国“勒克莱尔”坦克、俄罗斯T-80/T-90坦克、英国“挑战者”2坦克、以色列“梅卡瓦”坦克。第三代坦克大量采用高新技术，包括数字式计算机技术、光电技术和新材料技术，火力控制、通信和装甲防护性能较之早期坦克取得了里程碑式的进步。也正因为广泛采用高新技术，各国的新型主战坦克之间的差别逐步缩小。随着冷战的结束，再加上各国的军事预算削减，新型主战坦克的发展速度明显放慢。海湾战争以后，随着微电子技术的迅速发展，各国均对现役主战坦克进行了数字化“嵌入式”改造，为陆军武器装备向信息化、网络化发展奠定了基础。进入21世纪，随着政治安全形式发生巨大变化，越来越多的冲突将发生在城市或其它建筑物区之中。为适应城市战需求，世界各坦克大国都对本国坦克进行了改造。这些坦克包括：“豹”2PSO主战坦克、“勒克莱尔”AZUR主战坦克、“梅卡瓦”LIC主战坦克、“艾布拉姆斯”TUSK主战坦克、俄罗斯的“舰队”坦克、日本的10式主战坦克和韩国的K2主战坦克等一批全新装备。坦克技术特点包括：①第三代坦克武器系统发展到一个新的水平：射程远、杀伤威力大的滑膛炮成为主流，有的配有自动装弹机，高硬度弹芯材料的尾翼稳定脱壳穿甲弹是主要的直射火力弹种，采用数字式弹道计算机、激光测距仪、热像仪等火控系统装备；②在防护方面，各种复合装甲逐步取代了单一均质装甲，坦克车体和炮塔还加装了爆炸反应装甲，广泛应用了自动灭火抑爆系统、三防装置和防红外侦察涂料，部分坦克开始装备主动防护系统；③大多仍沿用动力舱后置的布局。除美国M1系列坦克和俄罗斯T-80系列坦克采用燃气轮机以外，大多数国家的坦克仍装备柴油发动机，匹配带静液转向机构的综合传动装置和扭杆或液气悬挂装置。

## （三）坦克的发展趋势与特点

随着计算机技术、通信技术、自动控制技术、隐身技术和新材料技术的发展和运用，未来坦克的反应将更加敏捷，对空防护能力将得到加强，杀伤力会更强，机动性和生存能力都将有较大提高。在使用威胁报警系统、威胁分析系统和摧毁威胁的手段后，将真正成为“测不到”、“打不着”、“摧不毁”的“陆战之王”，坦克的突击作用将在未来陆战场上重现风采。未来坦克总体的发展趋势是数字化、隐身化、轻型化和高技术化。

### 1. 数字化

20世纪90年代初，美军为建设21世纪陆军，提出了战场数字化的新概念。要实现战场



数字化,首先要解决武器平台的数字化问题,在这种背景下,数字化坦克随之应运而生。所谓数字化坦克是指以信息技术为核心技术的主战坦克,这种坦克将内部的电子电气系统综合化,实现信息共享,并通过车际信息系统与战场C<sup>4</sup>I系统进行信息交换。目前,世界上的数字化坦克主要有美国的M1A2/M1A2SEP坦克、英国的“挑战者”2坦克、法国的“勒克莱尔”坦克、德国的“豹”2A6坦克、俄罗斯的T-90坦克以及日本10式主战坦克等。

随着地面战场信息化的发展,信息数字化技术已成为除火力、机动、防护以外的坦克战斗力的第四大要素。现代坦克一个赖以生存的前提条件就是如何获取信息。缺乏信息处理、交换、显示、控制功能的坦克,战斗力将会被严重削弱,甚至遭到毁灭性的打击。海湾战争后,美军坦克的发展重点就是将一千多辆M1坦克改装为M1A2坦克,M1A2坦克的主要特点是采用了“车际通信系统”。以“车际通信系统”为核心的美军战斗车辆的指挥与控制系统使机械化部队在运动中能够进行实时的指挥与控制。同时,美国还对坦克的电台、火控系统、夜视等主要部位实施了数字化改造。美陆军在2010年前使全部6个机械化师完成数字化改编。除美国外,英国、法国和德国等军事强国都在积极推进部队数字化建设及坦克的数字化改造。

## 2. 隐身化

目前,世界各军事强国都在竞相发展隐身兵器。在大力发展空、海军的隐身兵器的同时,也在大力发展陆军的隐身兵器与装备。美军在坦克隐身技术领域仍走在世界前列,其未来新一代全隐身主战坦克将采用许多新的隐身技术、隐身材料和隐身设计,使其具备全方位的隐身能力。紧随其后的还有俄罗斯、法国、德国、意大利,甚至连日本、印度等也都在积极地发展自己的隐身技术,为将来发展隐身主战坦克等陆战武器装备做准备。由此可见,具有隐身特征的以主战坦克为代表的战斗兵器,将是未来陆战装备发展的必然趋势。

坦克要想达到理想的隐身效果,需要综合运用各种隐身技术进行全方位、多功能的隐身。首先是构造隐身设计。法国隐身坦克即采用先进的隐身外形设计,降低被传感器发现和跟踪的概率。其车身还涂有特别设计的雷达波吸收材料,炮塔及外壳都没有外部堆装物,炮塔和底盘在形状设计上也力求将雷达信号反射降至最低。此外,外部材料和内部夹层中都注入了冷空气,以减少热能信号。其次是通信信息隐身。法国“勒克莱尔”坦克使用的第四代数字电台,具有转换频率、自动寻找空白频道和自动译成密码的功能,这使敌方难以截获它的通信内容。三是使用隐身材料。隐身材料对光波、雷达波的反射能力弱、可塑性好,不仅可以减弱坦克的热辐射信号,还具有消音的作用,使用隐身材料来制造坦克的车体和炮塔,能制成最佳的隐身结构。美国正在研制的一种叫“超黑粉”的纳米材料,可吸收99%的全频雷达波;法国坦克计划采用一种新材料涂层,可以使坦克像变色龙一样随着环境的变化而改变自己的光学特征。四是减少红外辐射。坦克的主要红外辐射源有:射击时的炮管、发动机高温金属部件及排出的废气等。为减小坦克的红外辐射,各国主要采取以下措施:在炮管上安装具有良好隔热作用的套筒;改进通风和冷却系统,降低坦克和发动机排气的温度;改进发动机燃烧室结构,采用绝热陶瓷发动机;在燃油中加入添加剂,使排气的红外频谱大部分处于大气窗口之外等。

## 3. 轻量化与高技术化

现代电子信息技术的应用有力地发展了坦克信息系统,而坦克的火力、机动、防护系统将主要依赖于高技术条件下的新材料及能量发生、控制、运用技术。

未来坦克及其他装甲车辆有采用新材料的广阔前景。高强度耐热陶瓷将是动力装置提高功率密度必不可少的材料。复合材料的发展将导致重量更轻、防护能力更强的装甲的问世。用来吸收、反射或扰乱定向能波束的材料或涂料,将在装甲车辆上得到应用。新能源和能量控制方式也将为装甲兵技术提供新的发展潜力。正在为装甲车辆研制的战术激光武器,高燃速、高能量发射药,使用新能源的动力装置等,一旦技术上有所突破,都有可能坦克及其它装甲车辆



上得到应用。首先是纳米材料的广泛使用。纳米材料是高技术的结晶，使用纳米材料制造的坦克弹药应用到坦克火炮上，可以大幅度提高炮弹的初速度，增大火炮的射程与威力。另外，使用纳米材料制造的坦克发动机能够节约燃料达 50% 以上，功率能够提高 30%，并且还可以在高温下连续工作，使坦克可以高速度机动。纳米技术还将使坦克变得更轻、更小，预警、防护能力更强。其次是主动防护技术的发展。主动防护技术是一种用于拦截、摧毁或迷惑敌方攻击弹药的高新防护技术，这种技术能极大地提高坦克等装甲车辆的生存能力，目前世界各国如俄罗斯、以色列、美国、英国等都在积极研究主动防护技术。此外，随着高新技术的不断发展，新型电磁炮、电热炮、电热化学炮等新概念坦克火炮均已投入研制。另外，随着科技发展，坦克炮弹的种类也日新月异，如诱饵炮弹、制导炮弹、侦察炮弹、遥感炮弹、干扰炮弹、评估炮弹等。

总之，在今后多军兵种协同、空地一体化的现代化战争中，无论战争是以常规方式，还是以核方式展开，坦克都将是地面战争的主要突击力量。它在地面战争中的重要作用和地位是不可动摇的。主战坦克及其概念也必将得到进一步的发展。

## 二、主要类型与分类

坦克发展的过程可以划分为两个时期。

20 世纪 60 年代以前，坦克通常是以战斗全重和火炮口径为依据，划分为轻型、中型和重型三种坦克。轻型坦克质量在 10~20t 以内，火炮口径小于 85mm；中型坦克质量在 20~40t 以内，火炮口径小于 105mm；而重型坦克质量在 40~60t 左右，火炮口径在 122mm 以下。

从 20 世纪 60 年代开始，世界各国普遍将摧毁敌方坦克、装甲车辆为首要任务的坦克划为一种类型——主战坦克。同时将用于侦察、空降、扫雷、两栖作战、喷火等任务的坦克统称为“特种坦克”。目前，我国的坦克也采用这种分类方法。

## 三、坦克的构造

坦克一般由武器系统、推进系统、防护系统、通信系统、电气设备以及特种设备和装置组成。武器系统，包括武器和火控系统两部分。坦克炮是坦克的主要武器，主要配备穿甲弹、破甲弹、杀伤爆破弹和多用途弹等弹种。辅助武器多为 7.62mm 并列机枪、12.7mm 或 7.62mm 高射机枪，有的还装有榴弹发射器。火控系统用以搜索、控制坦克武器瞄准和射击，主要由火控计算机、火炮双向稳定器、激光测距仪、微光夜视仪和热像仪等组成。推进系统，包括动力装置、传动装置、行动装置和操纵装置。发动机是动力装置的核心，多为柴油机或燃气轮机。传动装置可将发动机产生的动力传给主动轮或水上推进器，以改变坦克的速度、牵引力和行驶方向。行动装置用以支撑车辆，保障坦克正常行驶和克服障碍，由履带推进装置和悬挂装置等组成。操纵装置用来控制坦克推进系统各机构动作，由液压泵及压气机等能源件和控制、传导、执行件等组成。防护系统包括车体和炮塔、特种防护装置和各种伪装设备。车体和炮塔是坦克防护的基础，外部通常装有复合装甲、反应装甲或屏蔽装甲等特殊装甲。特种防护装置和伪装设备是指坦克装备的自动灭火抑爆装置、三防装置、烟幕装置及其他伪装器材和光电对抗设备。通信系统，主要包括无线电台、车内通话器、信号枪和信号旗。坦克上一般装有 1 部短波或超短波调频电台和 1 套车内通话器。电气设备由蓄电池、发电机及各种照明器材、线路等组成。坦克特种设备和装置是指为保障坦克在野战条件下遂行特殊任务而配备的专用制式辅助设备和装置，包括潜渡装置、浮渡设备、导航装置、扫雷装置及推土、取暖等设备。坦克按主要部件的安装部位，通常划分为操纵、战斗、动力-传动和行动 4 个组成部分。操纵部分（驾驶室）一般位于坦克前部；战斗部分（战斗室）位于坦克中部；动力-传动部分（动力室）位于坦克后部；行动部分位于车体两侧翼板下方。





#### 四、坦克的功能与作用

坦克可以在各种复杂的地形和气象条件下,担负起消灭或压制敌方坦克、装甲车辆、反坦克及炮兵武器,摧毁敌方构筑的各种工事和障碍物,歼灭敌人有生力量等多种作战任务。进攻时,它可以承担突破、追击、迂回、合围和纵深攻击等任务;防守时,它又可以发挥反突击作用。因此,坦克是现代地面战争中装甲机械化部队的主要突击力量。

从坦克诞生后算起,世界先后经历了两次世界大战、朝鲜战争、越南战争、印巴战争、四次中东战争、两伊战争、科索沃战争和两次海湾战争等。尤其在第二次世界大战、第四次中东战争和第一次海湾战争中,交战双方为了掌握地面战场的主动权,往往在一次战役中就投入上千辆,甚至多达六七千辆坦克。战争的进程表明:以坦克为主体的装甲机械化车辆是地面战争中的主要突击力量。同时,坦克也向人们展示出它在地面战争中所起的巨大作用。目前,以主战坦克、步兵战车和装甲运输车为主组成的机械化部队,已发展为陆军中的一个重要兵种。

进入 21 世纪,坦克的作用依然是人们谈论的话题之一。一些人认为:由于现代科学技术的高速发展,笨重的主战坦克已显过时,该“退休”了。其理由主要有两个:其一,现代武装直升机、导弹、智能化反坦克地雷等对坦克的威胁越来越大,使得重量大、价格高的主战坦克作用降低,在战场上生存困难;其二,目前的主战坦克重量多在 50t 以上,在应付突发事件和远距离转移战场时可运输性差、后勤保障困难。

事物都有它的两面性。即使性能先进的飞机和精确制导的导弹也不能完全取代坦克的进攻、输送与掩护兵员夺取阵地和抢滩的功能。另外,各类的核试验表明:在使用现代科学技术的战争条件下,坦克比其他任何装备都更适合在核战争环境下执行战场机动作战任务。这是因为在一定距离上,坦克自身重量可以有效地防护核爆炸冲击波的影响,其装甲也对核爆炸效应具有显著的衰减作用:它不但能保护乘员免遭光辐射的伤害,而且也能降低贯穿辐射的剂量。因此,从火力、机动性、防御、生存能力这几项指标来评价,坦克的综合水平都是其他类型的装甲战斗车辆无法与之相比的。

在今后多军兵种协同、空地一体化的现代化战争中,无论战争是以常规方式、还是以核方式展开,坦克都将是地面战争的主要突击力量。它在地面战争中的重要作用和地位是不可动摇的。现在的主战坦克也必将得到进一步的发展。

信息化条件下联合作战首先强调的是一体化作战思想。包括作战力量一体化、作战空间一体化、作战手段一体化。通过多种力量整合、多种要素融合、实现整体联动;陆、海、空、天、电多维空间同时展开,紧密连接;硬摧毁与软杀伤、压制与干扰、对抗与迷茫,通过多种手段的综合运用提高作战效能。其次强调信息主导思想。在信息技术推动下,一体化的信息系统成为武器系统的核心,也成为联结各种军事行动的主导因素。第三是强调全纵深作战和精确打击思想。全纵深作战是指双方作战系统在全空间同时实施的整体对抗;精确打击是以精确制导武器为主体、发挥射程远、精度高的专长,获得较高的作战效益。因此,信息化条件下联合作战,强调的是充分发挥信息流的主导作用,实现作战能力的倍增效果。强调通过信息力的黏合剂作用,实现各作战力量的整合,从而实现整体联动。

信息化条件下联合作战,需要信息化的武器装备体系作支撑。信息化武器装备体系是以信息为基础,以信息技术为支撑,以 C<sup>4</sup>ISR 系统为核心,融侦察情报、指控通信、火力打击、机动突击、综合防护于一体的武器装备配置。装甲装备作为地面突击的主要兵器,是陆军高强度打击与对抗力量的拳头,仍是一体化武器装备配置的基本要素。但是,机械化时代的装甲装备与其它战斗单元的关系是协同关系,信息化条件下的装甲装备要融入一体化装备体系,与其它战斗单元的关系是融合关系,包括:与侦察情报系统的融合,实现