

兵器科学与技术

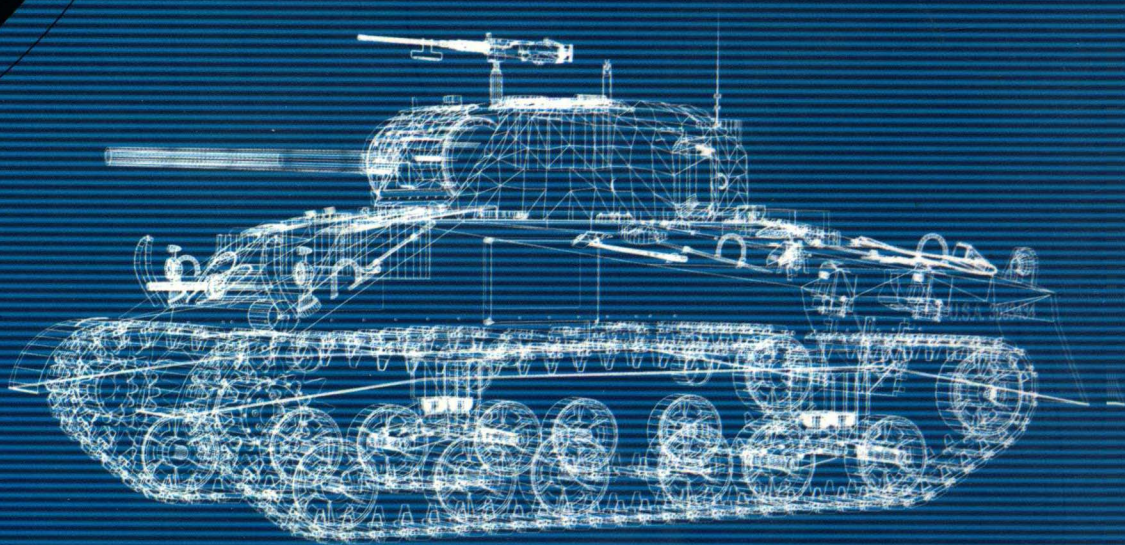


国防科工委「十五」  
规划教材

# 坦克构造与设计

(下册)

● 闫清东 张连第 赵毓芹 等编



北京理工大学出版社

北京航空航天大学出版社

哈尔滨工业大学出版社

西北工业大学出版社

哈尔滨工程大学出版社

中国兵器工业出版社



# 坦克构造与设计

第二版

王德成 王德成 王德成 王德成



ISBN 7-111-01111-1  
定价：18.00元



78  
28:2

0916897



国防科工委“十五”规划教材·兵器科学与技术

# 坦克构造与设计



闫清东 张连第 赵毓芹 编  
胡纪滨 刘 辉

贵阳学院图书馆



GYXY916897

**北京理工大学出版社**

北京航空航天大学出版社 西北工业大学出版社  
哈尔滨工业大学出版社 哈尔滨工程大学出版社



## 总 序

国防科技工业是国家战略性产业,是国防现代化的重要工业和技术基础,也是国民经济发展和科学技术现代化的重要推动力量。半个多世纪以来,在党中央、国务院的正确领导和亲切关怀下,国防科技工业广大干部职工在知识的传承、科技的攀登与时代的洗礼中,取得了举世瞩目的辉煌成就。研制、生产了大量武器装备,满足了我军由单一陆军,发展成为包括空军、海军、第二炮兵和其他技术兵种在内的合成军队的需要,特别是在尖端技术方面,成功地掌握了原子弹、氢弹、洲际导弹、人造卫星和核潜艇技术,使我军拥有了一批克敌制胜的高技术武器装备,使我国成为世界上少数几个独立掌握核技术和外层空间技术的国家之一。国防科技工业沿着独立自主、自力更生的发展道路,建立了专业门类基本齐全,科研、试验、生产手段基本配套的国防科技工业体系,奠定了进行国防现代化建设最重要的物质基础;掌握了大量新技术、新工艺,研制了许多新设备、新材料,以“两弹一星”、“神舟”号载人航天为代表的国防尖端技术,大大提高了国家的科技水平和竞争力,使中国在世界高科技领域占有了一席之地。十一届三中全会以来,伴随着改革开放的伟大实践,国防科技工业适时地实行战略转移,大量军工技术转向民用,为发展国民经济作出了重要贡献。

国防科技工业是知识密集型产业,国防科技工业发展中的一切问题归根到底都是人才问题。50多年来,国防科技工业培养和造就了一支以“两弹一星”元勋为代表的优秀的科技人才队伍,他们具有强烈的爱国主义思想和艰苦奋斗、无私奉献的精神,勇挑重担,敢于攻关,为攀登国防科技高峰进行了创造性劳动,成为推动我国科技进步的重要力量。面向新世纪的机遇与挑战,高等院校在培养国防科技人才,生产和传播国防科技新知识、新思想,攻克国防基础科研和高技术研究难题当中,具有不可替代的作用。国防科工委高度重视,积极探索,锐意改革,大力推进国防科技教育特别是高等教育事业的发展。

高等院校国防特色专业教材及专著是国防科技人才培养当中重要的知识载体和教学工具,但受种种客观因素的影响,现有的教材与专著整体上已落后于当

# 目 录

<b>第一章 概论</b> .....	( 1 )
第一节 设计制造过程 .....	( 1 )
第二节 设计指导原则和类型 .....	( 3 )
第三节 坦克装甲车辆理论和设计技术的发展 .....	( 7 )
<b>第二章 总体性能和设计</b> .....	( 9 )
第一节 总体性能 .....	( 9 )
第二节 总体设计 .....	( 37 )
第三节 运动学分析 .....	( 74 )
第四节 动力学分析 .....	( 78 )
<b>第三章 传动系统设计</b> .....	( 92 )
第一节 概述 .....	( 92 )
第二节 直驶牵引计算 .....	( 102 )
第三节 传动比的分配 .....	( 116 )
第四节 传动系统计算载荷的选择 .....	( 118 )
第五节 液力变矩器的选择 .....	( 129 )
<b>第四章 离合器</b> .....	( 146 )
第一节 摩擦转矩的计算 .....	( 147 )
第二节 热负荷计算 .....	( 155 )
<b>第五章 变速装置</b> .....	( 164 )
第一节 概述 .....	( 164 )
第二节 定轴变速箱 .....	( 165 )
第三节 行星传动分析 .....	( 176 )
第四节 行星变速箱 .....	( 191 )
<b>第六章 转向装置</b> .....	( 211 )
第一节 转向基本理论 .....	( 211 )
第二节 单功率流转向机构 .....	( 237 )
第三节 双功率流传动原理 .....	( 255 )
第四节 液压转向双流传动 .....	( 291 )
第五节 复合转向双流传动 .....	( 307 )
第六节 液压机械连续无级传动 .....	( 314 )
<b>第七章 制动器</b> .....	( 327 )





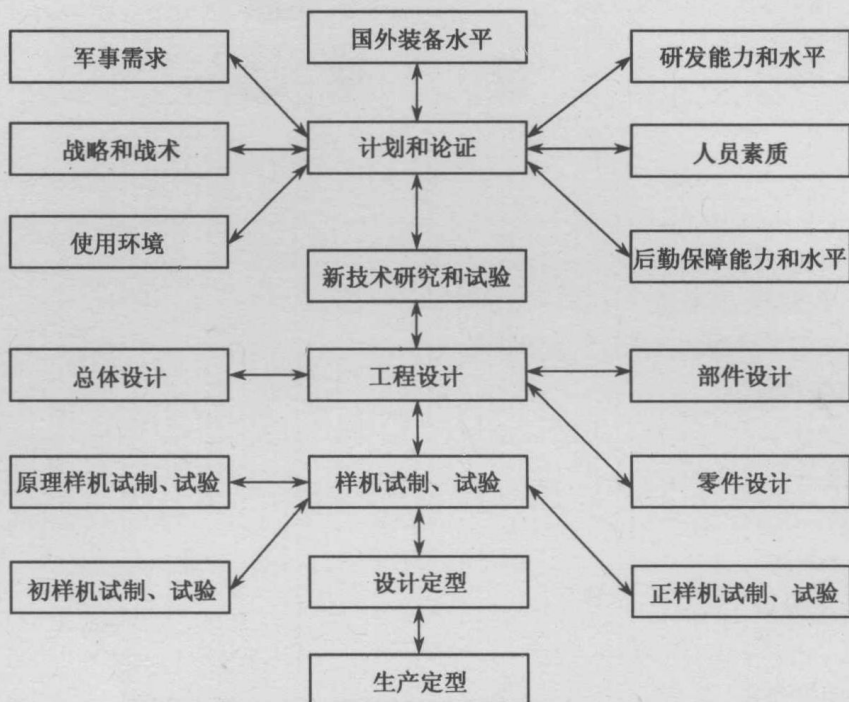


图 1-1 设计制造过程

### 三、设计阶段

根据论证的战术技术要求,在已有坦克装甲车辆和预研成果的技术基础上,首先进行总体设计,确定总体方案,在总体方案和设计评审通过后,开始部件设计和零件设计。在完成设计计算和工程图纸的过程中,对总体方案、部件结构进行补充或修改。

### 四、试制试验阶段

一般分为原理样机阶段、初样机阶段和正样机阶段。有时也同时试制一种以上方案的不同部件和样机。对于重要部件需先进行台架试验,经台架试验表明相应的关键技术已经突破,功能及性能指标已满足要求后才能进行装车试验。通过试制和试验,可以检验设计、工艺等各方面的合理性和经济性,特别是能否达到战术技术要求指标,发现存在的各种问题,以便进行修改,有时甚至大改,直至满足性能要求。经过全面试验,包括热区、寒区等特殊环境的适应性试验并合格后,才能设计定型。

### 五、生产阶段

工厂根据设计定型图纸和技术文件进行生产准备,主要是生产定线、协作定点,包括确定



工艺及工艺流程,设计或改进生产线,设计、制造或采购新的工艺装备,研究和掌握新的工艺技术,同时安排定点协作和材料供应,组织生产。首先试行小批量生产,并装备部队试用。等生产工艺稳定,产品质量基本达到要求后,才能批准产品生产定型,进入正式大批量生产。

## 第二节 设计指导原则和类型

坦克装甲车辆的设计指导思想是:满足新时期军事需求,适合我军的作战特点,适应我国地理和气候条件,正确处理坦克装甲车辆的火力、机动及防护诸性能间的关系以及总体与部件的关系。

### 一、设计指导原则

#### (一) 系统论证,综合性能优化的原则

坦克装甲车辆是将多方面的复杂矛盾结合为一体的武器系统。其设计的最终目的,就是要对车辆的总体性能和各分系统性能进行系统分析、建模和优化,获取最优的综合性能:一方面,要以作战效能为目标,对火力及火力机动性能、机动性能、防护性能、电子信息性能及使用维修性能等进行系统论证和优化;另一方面,在保证各性能的同时,要综合考虑质量、成本、工艺性及可靠性等,尽量减小车辆和各分系统的体积、质量和成本。

#### (二) 先进性、可行性和时效性相统一的原则

坦克装甲车辆的设计,必须面向未来战争的需求,积极采用新技术成果,保证研制的坦克装甲车辆具有先进的技术水平和较长的寿命周期。辩证地处理好先进性和可行性之间的关系,在可行性和研制周期允许的前提下追求先进性,尽快研制出性能先进的坦克装甲车辆,避免研制过程中出现大的方案变动和反复,导致研制周期过长。特别要注意的是,在开始研制时,性能指标很先进,但因缺乏技术储备和加工生产能力低,使产品研制周期拖长,到产品生产定型装备部队时,性能水平已经落后了。所以,在坦克装甲车辆设计制造过程中,特别是在总体方案的论证和设计时,应进行全面调研,充分考虑已有的研究基础、研制手段和能力,切不可盲目追求先进性而无限制地延长研制周期,加大研制费用。故先进性、可行性和时效性三者是相辅相成的、统一的,坚持这一原则,充分利用成熟的新技术成果和现有的研制能力,就可使研制出的坦克装甲车辆性能先进,结构合理,使用可靠,并且有良好的效费比,较长的寿命。

#### (三) 坚持独立自主,自力更生的原则

坦克装甲车辆的研制应从适应未来战争的特点和需要出发,以增强部队纵深突击、快速反应和空地一体化作战能力,提高坦克装甲车辆的总体效能和作战适应性为目的。以我为主,以新技术为指导,渐进发展与创新相结合,立足于独立自主,自力更生的原则发展高新技术,以现代科学技术的最新成果来提高坦克装甲车辆的总体性能。发展坦克装甲车辆不应拘泥于国外







准的接口结构,通过简单而可靠的连接形式实现模块之间的组合;满足可靠性、维修性和保障性要求。坦克装甲车辆进行“结构模块化”设计,便于产品的系列化和通用化,不但可以大大减少新车型研制和后勤保障的成本,还可提高车辆迅速恢复战斗力的能力。如德国 ZF 公司用模块化设计原理设计的第一个传动装置 LSG3000,由 11 个模块组成,每个独立总成都装在箱体内部,有两种不同形状的箱体和可变化的输入、输出组件,既适合动力传动装置前置车辆使用,也适合动力传动装置后置车辆使用,给车辆总体设计和车辆改进提供更大的方便性。

## 二、设计类型

坦克装甲车辆的设计类型主要有三种:基准车型的变型设计、基准车型的改进设计及新车型设计。

### (一) 基准车型的变型设计

基准车型的变型设计是指利用基准车型的部件,通过重新改变基准车型的总体布置,添加或改变少数部件,成为一种新型号来满足新的需求。

根据任务要求,常以原来车型为基准型,利用其底盘改变局部设计,特别是通过改变总体布置、主要武器、火控系统及战斗室的布置,增加或改变少数部件,来得到新用途的变型车。若干种变型车和原来的基准型共同成为一个产品系列,或称为一个车族。实际上就是满足不同用途的同一底盘,各有不同的作业装备,就各有不同的型号或名称,这样给生产或使用都带来方便,也比较经济。例如,动力传动装置后置的坦克,可改成动力传动装置前置、战斗室在后的自行火炮等。这与原型号有部件通用化的关系,仍属于同一产品系列或同一车族。

例如利用 M60 坦克生产的变型车辆有:

ROBAT 遥控扫雷车,采用 M60A3 坦克底盘,去掉了炮塔,代之以一块厚的装甲板,在装甲板上安置了两个钢制装甲箱,内装扫雷直列炸药。整个扫雷系统由扫雷滚轮系统、火箭拖曳的 M58A1 扫雷直列炸药和通路标识装置三部分组成。

M60 装甲架桥车,在 M60 坦克底盘上安装了液压架设机构和铝合金剪式桥,桥质量为 14 470 kg,桥展开后全长 19.2 m,可跨越 18.288 m 宽的壕沟,架桥时间需 2 min。

M728 战斗工程车,该车配有短管 M135 式 165 mm 工事破坏炮,可发射 M123A1 碎甲弹,专门用于破坏障碍物、桥梁、铁路设施和敌军的坚固支撑点,不适用于对付活动目标。

### (二) 基准车型的改进设计

基准车型的改进设计是渐进式发展,是产品改进而不是产品更新。

在设计定型以后的成批生产和使用过程中,设计人员可以根据生产和使用过程中出现的一些工艺问题、结构问题和质量问题等进行一些进一步的研究工作,不断完善产品的性能,提高产品的质量,除非到停止生产之日,才能彻底结束修改工作,通常称之为产品图纸的管理工作。同时,又可能有了一些可供采用的新部件、新元件和新材料,技术发展也提供一些新的条



件,特别是针对主要武器及火控系统、动力传动及其控制系统、装甲防护系统等进行改进设计,成为原车的改进型,例如:原来叫 I 型,现在改进以后,就区别为 II 型或 I A 型,以至将来再改进为 III 型或 I B 型等。

例如 M60 系列主战坦克,该系列主战坦克是美国陆军 20 世纪 60 年代以来的主要制式装备,包括 M60、M60A1、M60A2 和 M60A3 四种车型。美国的 M1 系列主战坦克,包括 M1、M1A1、M1A2、M1A2 SEP 四种车型。德国的豹 1 系列主战坦克,包括豹 1、豹 1A1、A2、A3、A4、A1A1、A5 七种车型。德国的豹 2 系列主战坦克,包括豹 2、A1、A2、A3、A4、A5、A6 七种车型。

基准车型的改进设计所能达到的性能水平是有限的,所解决的使用和生产之间的矛盾是暂时的。随着技术水平(包括潜在敌军装备的水平)不断提高,原车型愈来愈不能满足发展的需要,而技术水平又提供了比较彻底地改变旧结构来提高战术技术性能的可能,这就需要设计新一代的车型。

### (三) 新车型设计

基准车型的变型设计和改进设计这两种设计方法,因为整个底盘或主要部件已得到考验,设计和生产已有基础,所以设计、试制、试验和投产都较迅速而简便,成功的把握大,出现问题少,得到新车既快又经济。特别是使用原型车和变型车部队的行军速度、适用范围和条件相同,因此,对于使用变型车辆,无论训练、作战甚至后勤和技术保障都得到了简化。这种设计方法的缺点主要是基准型车难于满足各种变型车的需要,特别是车重不符合需要,使变型车的一些性能受到限制。

只有当车重相差悬殊,或变型设计会使车辆性能很不合理,而新车的需求总数量又相当大的时候,才适于另外设计新的车型。新车型的设计工作量较大,得到新车的时间较长,但性能上的迁就和限制较少,能达到更高的水平。当然,这时仍应尽量使部件、零件和一些装置通用化或系列化。

旧一代车型发展为新一代车型,是较低水平的矛盾统一让位于较高水平的矛盾统一。新一代车型也将改进,也将发展成新系列。新一代车型投产,旧一代车型停产以后还要供应修理时更换用的部件和零件,直到旧一代车型完全被淘汰撤出装备为止。同时,在新一代车型设计和试制周期中,已开始酝酿更新一代车型。

新一代车型若以旧一代车型为基础来进行研制,在提高性能水平时较容易达到定型。凡不是必须改变的地方,尽量保持继承性,这样新车型的设计试制周期就可以比较短,也比较经济。这种渐进式发展方法,在一定的阶段为各国所采用。例如美国从 M46、M47、M48 到 M60 坦克,前苏联从 T-44、T-54、T-55 到 T-62 坦克都是如此。

渐进式发展是一种较可靠但发展较缓慢的方法,不是完全的产品更新,有一部分部件是在原有部件的基础上进行改进得到的。由于长期渐进中的改进潜力渐尽,旧结构会限制性能的改进,必然愈来愈落后于发展的需要。到一定时间后,为摆脱落后的困境和争取先进装备,不





得不重新进行总体设计,采用新的先进部件,改变大量的结构,较全面地设计新的型号以谋求较彻底地更新和提高。但这并不排斥固有的运用观点、技术特长、工业条件和设计风格,使新车型仍具有一定的继承性,包括采用原有的一些零件、元件或部件。例如:美国从 M4 到 M46~60 坦克,再到 M1 坦克,俄罗斯从 T-34 到 T-54~62,再到 T-64/72,英国从“逊邱伦”到“奇伏坦”,再到“挑战者”坦克,日本从 74 式到 88 式,再到 90 式坦克等都是新设计。许多从头开始或中断多年再开始的车型,如 AMX30、豹 1、Strv103、Pz58、61 式等也都采用新车型设计。这样发展的成果显著,但难度比渐进式要大。若希望提高的性能幅度过大,或发展新技术的难度太大,往往导致成本过高或可靠性较差。产品更新往往涉及增加新的生产技术和改建生产线的问题。由于组织合作或经济等原因,常导致设计失败,或研制后不生产。例如,法国研制的 AMX50、美德合作研制的 MBT-70、20 世纪 80 年代初的德法合作新车型的研制等都属于这类情况。

为了降低难度,过去有些新设计是分成两步来完成的。第一步是用新发动机等部件来设计新底盘,战斗部分暂用已有的炮塔或较小的火炮。第二步再在成功的底盘上设计新的战斗部分,有时甚至再次改进战斗部分仍保留底盘基本不动。

从开始设计的时间算起,一代坦克装甲车辆的正常寿命,至少也在 20 年以上,甚至超过 30 年。少数国家至今还装备有 20 世纪第二次世界大战后期的 T-34 和 M4A3 坦克。更换装备既费钱又需时间,是一件很不容易进行的事。设计之初,不能不作长远的考虑。例如,有的专家主张设计主战坦克前的论证应针对 28 年后的战场。所设计坦克装甲车辆的战技性能,不但应超过敌人若干年前开始设计的现装备,还应争取在试制、生产和大量装备部队的若干年后,压倒那时在战场上出现的敌人新型坦克装甲车辆。这对设计者和有关人员而言是一项相当艰巨的任务。

### 第三节 坦克装甲车辆理论和设计技术的发展

坦克装甲车辆的设计理论是用于指导坦克装甲车辆设计实践的,而坦克装甲车辆设计实践的长期积累及其生产技术的发展与进步,又使坦克装甲车辆的设计理论得到不断地发展与提高。坦克装甲车辆的设计技术是坦克装甲车辆设计的方法和手段,是坦克装甲车辆设计实践的软件与硬件。

早期坦克装甲车辆的设计是以经验设计为主,即产品的设计是以经验数据为依据,运用一些附有经验常数的经验公式进行设计计算的一种传统的设计方法,这样的设计没有建立在严密的理论基础上,缺乏精确的设计数据和科学的计算公式。为了强调零件的可靠性,往往在设计中取偏大的安全系数,结果虽然安全,却增加了所设计零件的质量。一种新车型的开发往往要经过设计—试制—试验—改进设计—试制—试验等多次循环,反复修改图纸,完善设计后才能定型,研制周期长,质量差,成本高。

随着科学技术的发展,新的设计方法和手段也不断涌现,为传统的结构设计、强度分析、性能分析、试验等带来了新的变化。产品的设计由静态设计向安全寿命设计的动态设计方法过渡,由校验型设计向预测型设计过渡,现代设计理论和方法已成为坦克装甲车辆及各分系统提高性能和可靠性的前提条件,也是产品由粗放型设计向精细化设计转变的重要环节。利用现代设计理论和方法,逐步建立各类数据库、专家知识库、设计规范、设计方法、设计准则、试验规范和工艺规范,形成规范的现代设计体系和虚拟试验体系,实现由“经验设计”向“预测和创新设计”转变。图 1-2 为传统设计流程,图 1-3 为基于现代设计理论和方法的设计流程。

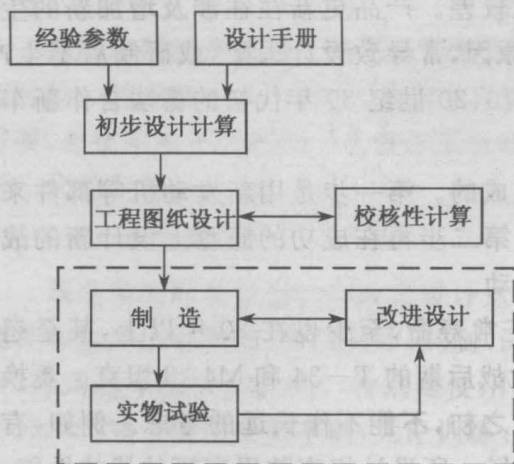


图 1-2 传统设计流程

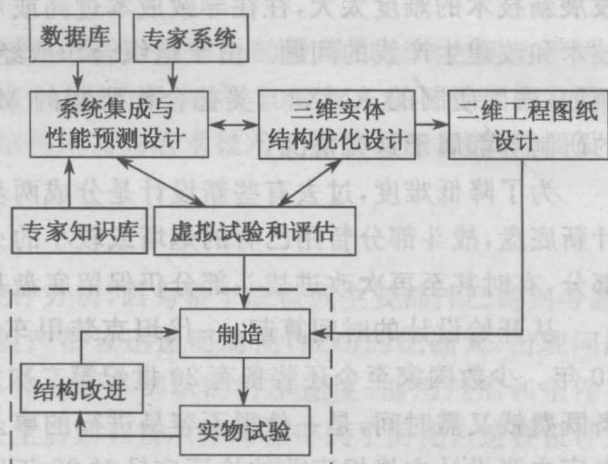


图 1-3 基于现代设计理论和方法的设计流程

经过几十年全行业的共同努力,我国坦克装甲车辆理论和设计技术研究从无到有,形成了较完善的理论和技术体系。自 20 世纪 50 年代引进前苏联的坦克,60 年代完成了坦克的自主设计研究,至今已经形成了坦克装甲车辆的系列产品,使我国的坦克装甲车辆技术跻身世界先进之列。在这些坦克装甲车辆的研发过程中,传统的设计方法和理论得到了丰富和发展,也积累了大量宝贵经验,出版了《坦克设计》、《坦克系统设计》、《坦克行驶原理》、《车辆传动系统分析》、《车辆液力传动》和《坦克结构与计算》等专著和教材;近年来,广泛采用了 CAD/CAM/CAE 等现代设计、制造和分析技术,大幅度提高了设计的水平和产品的质量,缩短了研制周期。

## 第二章 总体性能 and 设计

### 第一节 总体性能

坦克装甲车辆的总体性能是其本身所具有的作战使用特性和技术性能的总和。它包括了坦克装甲车辆的各种性能,如火力及火力机动性能、机动性能、防护性能、观察通信和电子信息性能、可靠性与维修保障性能,此外,还有经济性能、电器性能和环境适应性能等。对于一些具有特殊用途的专用坦克装甲车辆,还包含了一些特殊性能,如装甲侦察车有侦察距离、情报传输距离和定位精度等;坦克架桥车有架设宽度、桥体承载质量和架桥时间等。在这些性能中,火力及火力机动性能、机动性能和防护性能是坦克装甲车辆总体性能的基本内容,三者的结合和统一构成了坦克装甲车辆的基本特征。随着技术的不断发展和作战需求的不断变化,高新技术在坦克装甲车辆上的应用也愈来愈多,其总体性能在不断提升,性能内涵也在不断发生变化。比如,随着电子技术和计算机技术的应用和发展,综合电子信息性能就成为现代坦克装甲车辆的主要性能之一。另外,现代战争中精密制导武器和武装直升机的使用,使坦克装甲车辆的战损率空前加大;技术密集度高和结构复杂,使坦克装甲车辆维修难度明显增加,全方位立体化作战模式,使装甲兵后勤补给和技术保障困难,迫切要求提高坦克装甲车辆的可靠性、维修性和保障性。可靠性、维修性和保障性是充分发挥作战效能的重要质量特性,是影响其寿命周期费用的重要因素,已成为重要的战术技术性能。

#### 一、战术技术要求

坦克装甲车辆的战术技术要求,又称战技指标,是军方从作战使用和技术两个方面,对准备研制的坦克装甲车辆提出的各项性能的质和量的目标。它是进行研究、设计、试制、试验的基本依据。对于已研制完成的坦克装甲车辆,称为战术技术性能。

战术技术要求的形式、内容,以及提出和确定的程序,在不同国家和不同情况下,不尽相同。通常根据军事参谋部门按照军事理论、作战经验及敌我条件等方面制订的未来作战的设想和对武器装备的总要求,由专门技术部门根据战术运用,结合科学技术和生产水平、具体使用条件和经济能力等因素,进行调查研究、系统分析、评比选择、模拟对抗、理论计算和试验验证等工作,最后制订出战技指标,这就是战技指标的论证工作。参加论证的主要是装备论证部门、使用部门以及科研和生产部门等。其过程可能需要多次反复,视战技指标水平、复杂程度,特别是条件成熟程度等而定。战技指标经过批准后,一般以文件形式下达给参加研制的部门。较全面的战技指标,一般包括三方面的内容。





- (1) 作战指导思想和用途的说明,包括作用、使用方法、作战对象、作战地区等。
- (2) 具体战术技术指标,包括总体、火力、防护、机动等性能指标。
- (3) 补充性说明,例如对一些部件或技术的倾向性或否定性意见,对进度、步骤或一些问题的说明等。

制定坦克装甲车辆的战技指标,是对作战经验的总结,是时代军事战略战术思想的部分体现,也是对技术发展和工业生产的正确估计,它不规定将来的产品具体是什么样子,也不规定应该怎样制造,但在一定条件下基本决定了产品的方向和特征。坦克装甲车辆的战术技术性能是否符合正确的发展方向,往往要在若干年后,甚至于实战中才能得到证明。而在这个方向上性能水平的高低,更多应由研究、设计和制造的水平决定。适当的战技指标应能发挥研究设计和制造的积极性和创造性。如果战技指标是用已有的方案来表达,就缺乏了生命力和超前性,难以满足未来战争的需求。提出合理的战技指标,需要具有军事、战术、科学、技术、生产、经济和使用等多方面的知识和能力。战技指标过低,会直接影响一代装备的水平或部队的战斗能力。战技指标过高或缺乏根据,可能与客观实际不符或不能实现。没有抓住未来的主要发展方向,研制成功部署部队之后也经不住较长时间的考验。装备建设的偏向和失误不但经济损失大,而且若干年后即使发现了问题也难于补救。比较容易出现的是战技指标过高过急,导致欲速则不达,长期研制不成。或带来成本、使用上的许多问题。此外,要争取基本战技指标能较长期不变。发展一代坦克装甲车辆常需几年或十几年,改变一次往往就带来几年时间和相当的经费和人力的浪费。只有成熟的战技指标,才能保持比较稳定。战技指标包含的内容很多,履带装甲车辆常用的战技指标有 111 项,对于不同种类的坦克装甲车辆,其战技指标的构成也有所不同。

## 二、一般性能

一般性能反映坦克装甲车辆的概况或总面貌,不属于某一部件、某一系统或个别方面,通常列于战技指标之首,包括战斗全质量、乘(载)员人数、外廓尺寸、车底距地高、履带中心距及履带接地长等。

### (一) 战斗全质量

原称战斗全重,指装有额定数量的乘员和载员(包括随身制式装备),加满规定数量的各种油、脂、冷却液等,配齐一个基数的弹药,并且携带全部随车附件、配件、工具和装载额定载物时的车辆总质量。

战斗全质量影响车辆的运输性和机动性,是最重要的战术技术要求 and 性能之一,通常希望小一些。较重要的限制是公路桥梁的承载能力和车辆对地面的单位压力。从保证机动性能角度分析,战斗全质量每增加 1 t,发动机就必须提高 20~25 kW 的功率。随着发动机功率的提高,发动机的质量、体积就会相应增加,油耗也随之提高,形成恶性循环。

战斗全质量影响车辆各种矛盾性能的取舍处理,形成用途不同的战斗车辆。例如轻型坦



克装甲车辆受战斗全质量限制,火炮的口径较小、装甲较薄,但机动性较好,比较适于侦察和在复杂地形使用。重型坦克装甲车辆可以装备口径较大的火炮、较厚的装甲,更适于作突击攻坚用。许多性能的提高都是以增加质量为代价的。在第二次世界大战之前,坦克装甲车辆战斗全质量一般不超过 30 t。二战中,坦克装甲车辆战斗全质量迅速增加。战后一些主要的坦克装甲车辆战斗全质量发展情况如图 2-1 所示。现代主战坦克中战斗全质量较轻的正逐渐增加到 45 t 左右,较重的已发展到 50~62.5 t。现代轻型坦克、装甲运输车及步兵战车的战斗全质量约为 10~28 t。如何在提高性能的同时又控制战斗全质量不再增加甚至降低,即轻量化技术将是坦克装甲车辆研制中的关键技术。

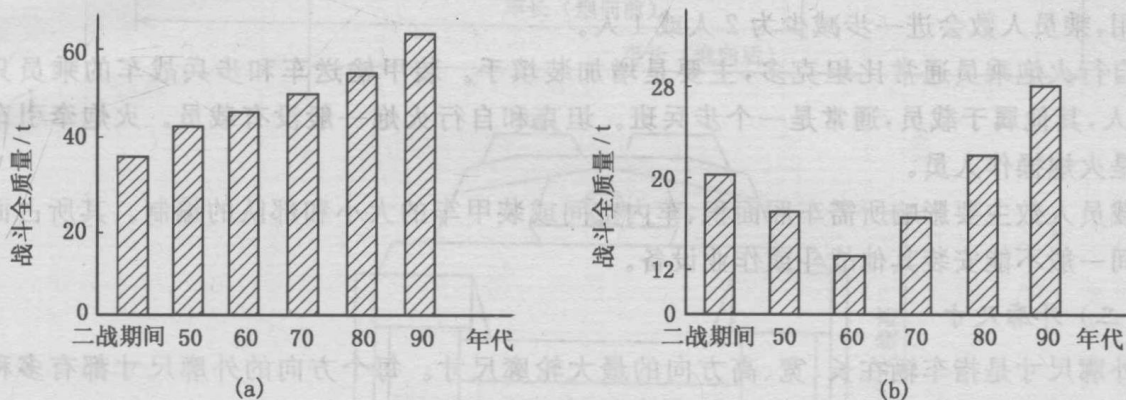


图 2-1 坦克装甲车辆战斗全质量发展情况

(a) 主战坦克; (b) 步兵战车和装甲运输车

坦克装甲车辆战斗全质量的概算公式为

$$m = 2b \left[ \frac{L}{B} (W - b) \right] \frac{p}{g} \quad (2-1)$$

式中  $p$ ——履带对地面的平均单位压力, Pa;

$b$ ——履带板宽度, m;

$L$ ——履带接地长度, m;

$B$ ——履带中心距, m;

$W$ ——车宽, m;

$g$ ——重力加速度,  $m/s^2$ 。

$p$  受车辆通过沼泽、水田、松沙、深雪等松软地面的限制,一般小于  $0.9 \times 10^5$  Pa。

车宽  $W$  受铁道运输限制,一般不大于 3.4 m。

履带板宽度  $b$  受可用车体的宽度限制,一般不超过 0.7 m。

根据转向要求,  $L/B \leq 1.8$ , 否则, 转向困难。



## (二) 乘(载)员人数

乘员指每辆车上的额定操作人员。一般包括驾驶员和战斗人员或作业人员。载员是指不编制在车上操作,需要离车去执行任务的额定携带人员。在车上没有设置固定位置的临时额外搭乘人员不算乘(载)员。

乘员人数影响作战任务的分工、保养操作和部队的编制,另外也影响车内空间的大小、装甲防护设置及战斗全质量的大小。

坦克乘员人数一般为4人,20世纪70年代前后部分车辆装备了自动装弹机,乘员人数减少为3人,即车长、炮长和驾驶员。随着科学技术的不断发展及自动化技术、计算机技术的深入应用,乘员人数会进一步减少为2人或1人。

自行火炮乘员通常比坦克多,主要是增加装填手。装甲输送车和步兵战车的乘员只有2~3人,其他属于载员,通常是一个步兵班。坦克和自行火炮一般没有载员。火炮牵引车的载员是火炮操作人员。

载员人数主要影响所需车厢面积、车内空间或装甲车的大小和部队的编制。其所占面积或空间一般不能安装其他战斗或作业设备。

## (三) 外廓尺寸

外廓尺寸是指车辆在长、宽、高方向的最大轮廓尺寸。每个方向的外廓尺寸都有多种算法,其原因是受影响的因素很多,例如随炮塔回转的外伸炮管、可俯仰或卸下的高射机枪,以及一些可卸装置如侧面的屏蔽装甲板等。图2-2所示的坦克外廓尺寸,适用于不同场合,如行驶、运输及库存等。

### 1. 车长

车长是车辆的最大纵向尺寸。当火炮可以回转时,车辆的车长可分为:车长(炮向前)、车长(炮向后)、车体长(不计外伸火炮)。两栖车辆按照车前防浪板打开或收回的两种情况计算车长。一些特殊作业车辆按照作业机械的不同状态来计算车长。

车长影响车辆在居民区、森林和山区等地域的机动性及运输装载空间和车库大小。

车体长是车辆的基本实体尺寸,主要由驾驶室、战斗室、动力-传动室3个长度环节组成,包括在炮塔回转到最小半径方位时不干涉吊装动力-传动装置所需的间距,有时也不计焊在车体前后的附座、支架、牵引钩和叶子板等。车长是外廓尺寸中受限制较小、变化幅度较大的一个尺寸。

现代大多数主战坦克的车长:车体长为6~7 m,炮向前车长为9~10.5 m,炮向后车长为8.5~9.5 m。

大多数轻型坦克的车长为4.5~8.5 m。

### 2. 车宽

车宽是车辆的最大横向尺寸,一般有包括和不包括侧面可卸屏蔽装甲的两种计算方法,各