

兵器科学与技术

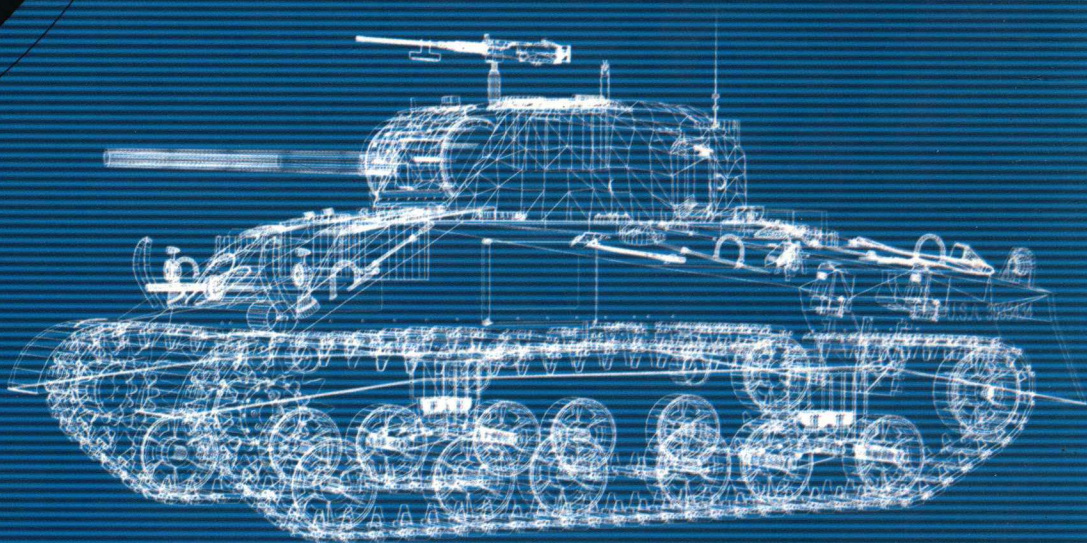


国防科工委「十五」
规划教材

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



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

(下册)

闫清东 张连第 赵毓芹 编
胡纪滨 刘 辉

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

内容简介

本书上册以国产某型号主战坦克结构为主线,比较系统地介绍了坦克的武器、推进、防护、电器、通讯等系统的总体构造、功用及工作原理。同时,对步兵战车、装甲人员输送车、自行火炮等其他类型装甲车辆中一些部件的构造,也作了简要叙述。书中特别对坦克的传动装置、防护系统等内容,结合某型号主战坦克和一些世界先进坦克资料进行了比较详细的阐述。

下册系统论述了坦克装甲车辆的总体性能、总体设计方法和流程、行驶原理以及传动、行动和操纵各主要部件的设计理论、方法和流程,并介绍了现代设计方法和计算机技术在坦克装甲车辆设计中的应用。

本书既可供高等学校地面武器机动工程专业或其他国防专业学生学习,也可作为有关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

坦克构造与设计,下册/闫清东等编. —北京:北京理工大学出版社,2007.1

国防科工委“十五”规划教材. 兵器科学与技术

“十一五”国家重点图书出版规划项目

ISBN 978-7-5640-0906-9

I. 坦… II. 闫… III. 坦克-高等学校-教材 IV. TJ811

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 132142 号

坦克构造与设计(下册)

闫清东 等编

责任编辑 赵继香

责任校对 张宏

北京理工大学出版社出版发行

北京市海淀区中关村南大街5号(100081)

电话:010-68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

<http://www.bitpress.com.cn>

北京圣瑞伦印刷厂印制 各地新华书店经销

开本:787×960 1/16

印张:37 字数:743千字

2007年1月第1版 2007年1月第1次印刷

印数:2000册.

ISBN 978-7-5640-0906-9 定价:60.00元

国防科工委“十五”规划教材编委会

(按姓氏笔画排序)

主任：张华祝

副主任：王泽山

编委：王 祁

乔少杰

杨志宏

陈国平

贺安之

郭黎利

陈懋章

王文生

仲顺安

肖锦清

陈懋章

夏人伟

屠森林

屠森林

王泽山

张华祝

苏秀华

庞思勤

徐德民

崔锐捷

田 蔚

张近乐

辛玖林

武博祎

聂 宏

黄文良

史仪凯

张耀春

陈光禡

金鸿章

贾宝山

葛小春



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

今国防科技的发展水平,不适应国防现代化的形势要求,对国防科技高层次人才的培养造成了相当不利的影 响。为尽快改变这种状况,建立起质量上乘、品种齐全、特点突出、适应当代国防科技发展的国防特色专业教材体系,国防科工委全额资助编写、出版 200 种国防特色专业重点教材和专著。为保证教材及专著的质量,在广泛动员全国相关专业领域的专家学者竞投编著工作的基础上,以陈懋章、王泽山、陈一坚院士为代表的 100 多位专家、学者,对经各单位精选的近 550 种教材和专著进行了严格的评审,评选出近 200 种教材和学术专著,覆盖航空宇航科学与技术、控制科学与工程、仪器科学与工程、信息与通信技术、电子科学与技术、力学、材料科学与工程、机械工程、电气工程、兵器科学与技术、船舶与海洋工程、动力机械及工程热物理、光学工程、化学工程与技术、核科学与技术等学科领域。一批长期从事国防特色学科教学和科研工作的两院院士、资深专家和一线教师成为编著者,他们分别来自清华大学、北京航空航天大学、北京理工大学、中北大学、沈阳航空工业学院、哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学、上海交通大学、南京航空航天大学、南京理工大学、苏州大学、华东船舶工业学院、东华理工学院、电子科技大学、西南交通大学、西北工业大学、西安交通大学等,具有较为广泛的代表性。在全面振兴国防科技工业的伟大事业中,国防特色专业重点教材和专著的出版,将为国防科技创新人才的培养起到积极的促进作用。

党的十六大提出,进入 21 世纪,我国进入了全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化新的 发展阶段。全面建设小康社会的宏伟目标,对国防科技工业发展提出了新的更高的要求。推动经济与社会发展,提升国防实力,需要造就宏大的人才队伍,而教育是奠基的柱石。全面振兴国防科技工业必须始终把发展作为第一要务,落实科教兴国和人才强国战略,推动国防科技工业走新型工业化道路,加快国防科技工业科技创新步伐。国防科技工业为有志青年展示才华,实现志向,提供了缤纷的舞台,希望广大青年学子刻苦学习科学文化知识,树立正确的世界观、人生观、价值观,努力担当起振兴国防科技工业、振兴中华的历史重任,创造出无愧于祖国和人民的业绩。祖国的未来无限美好,国防科技工业的明天将再创辉煌。

张华祝



前 言

自20世纪初坦克问世以来,随着科学技术的发展和两次世界大战以及几次局部战争的推动,现代坦克已发展成为集火力、防护、机动及电子信息性能于一体的陆军主要突击兵器,在陆军装备中占有十分重要的地位。同时,坦克也是一种涉及机械、电子、液压与液力、光学等多个技术领域的武器系统,其技术先进程度是衡量一个国家陆军机械化、信息化水平的重要标志。随着现代高新技术的不断出现和在军事上的应用,坦克面临着愈来愈大的挑战,其技术发展也进入了一个新的历史阶段。

目前,世界各国装备的先进坦克装甲车辆都大量采用了新结构、新工艺、新原理和新技术。我国经过多年的研究与发展,在坦克装甲车辆技术领域,也取得了很多科研成果并已得到了应用,为了适应形势发展的需要,满足坦克装甲车辆行业技术人员知识更新和培养专业人才的要求,结合现代教育教学及地面武器机动工程专业的特点,编写了这本《坦克构造与设计》。在编写过程中,从现代教育教学需要出发,结合现代设计方法和科研成果,保证了教材内容的系统性、理论性和先进性。

全书分上、下两册出版。上册共五章,由张连第副教授编写,以新型主战坦克为主,全面叙述了坦克各部分的构造、特点、功用和工作原理。同时兼顾其他履带式装甲车辆。

下册共十章,系统论述了坦克装甲车辆的总体性能、总体设计方法和流程,行驶原理以及传动、行动和操纵各主要部件的设计理论、方法和流程,并介绍了现代先进设计方法和计算机技术在坦克装甲车辆设计中的应用。闫清东教授编写第一、三章和第二章的第一节、第二节;胡纪滨副教授和赵毓芹教授共同编写第六、八、九、十章和第二章的第三节、第四节及第三章的第二节;刘辉副教授编写第四、五、七章。全书由闫清东教授拟定编写大纲和统稿。

在编写过程中得到了很多研究所、工厂、学校的大力支持和协助,在此,我们表示衷心感谢。由于编者经验和水平所限,书中难免存在不妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编者



目 录

第一章 概论	(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)
第二章 总体性能和设计	(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)
第三章 传动系统设计	(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)
第四章 离合器	(146)
第一节 摩擦转矩的计算	(147)
第二节 热负荷计算	(155)
第五章 变速装置	(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)
第六章 转向装置	(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)
第七章 制动器	(327)



第一节	车辆制动性能计算	(327)
第二节	摩擦制动器	(330)
第三节	液力减速器	(335)
第四节	液机联合制动系统	(339)
第八章	操纵装置	(343)
第一节	概述	(343)
第二节	机械操纵装置	(347)
第三节	液压操纵装置	(360)
第四节	复合式操纵装置	(378)
第五节	电液自动换挡操纵装置	(383)
第九章	悬挂装置	(421)
第一节	概论	(421)
第二节	扭杆悬挂装置	(429)
第三节	油气悬挂装置	(444)
第四节	减振器	(468)
第五节	平衡肘	(495)
第六节	车体位置控制系统	(508)
第十章	履带行驶装置	(514)
第一节	概论	(514)
第二节	履带	(516)
第三节	主动轮	(533)
第四节	负重轮	(552)
第五节	诱导轮和履带张紧机构	(563)
第六节	履带行驶装置布置方案设计	(570)
附录	思考题和习题	(576)
参考文献	(579)

第一章 概 论

第一节 设计制造过程

坦克装甲车辆是具有火力、机动、防护、信息功能,并集机、电、液、光技术于一体的复杂武器系统,其战术技术性能要求多达几十项,其设计是以当代科学技术研究为基础,在满足技术性能要求的条件下,创造性地应用多方面技术来处理矛盾,确定技术文件和工程图纸的过程。坦克的设计不但要进行各种性能之间、总体布置、部件之间结构协调,而且还要解决使用和生产之间,即产品性能的先进性和生产的可能性之间的矛盾——既要使产品的综合性能达到高水平,又要经济地制造出来。只有这样,研制出的坦克才能成批地装备和有效地使用,并在战斗中很好地完成任务。

坦克的技术综合性和结构复杂性决定了其研制是一个研究、创新的过程。达到产品设计定型和生产定型所需要的时间,对于研发一种新坦克来讲,通常需3~5年;达到现代高技术水平所需要的时间更长,约为10年。对已有车型改进,或利用基准型车设计变型车,研制周期会短一些。通常参加研制的各种技术人员达几百人。

设计制造过程分五个阶段,见图1-1。

一、计划和论证阶段

从提出需要某种车辆,甚至从形成某种新车辆的概念开始,对军事需求、战略和战术观点、地理和气候条件、科学技术水平、生产制造的能力、国防的经费投入、部队的素质和后勤保障等进行充分的调研、比较和讨论,明确列入坦克装甲车辆的型谱规划和装备发展计划。

根据使用目的和方法,结合我军的作战特点、我国的地域特点,进行装备战斗效能和对抗的仿真试验,提出相应的战术技术要求,明确具体性能指标,并经过程序化的评审和批准,作为研制的依据。

二、研究阶段

在研制任务下达之前,根据对需求和科技发展方向的预测,按计划课题,进行新技术、新部件的预先研究和试验,作好技术准备。当接受任务后,以已开展的预先研究为基础,对总体方案和关键技术,有针对性地进行研究和试验,验证新技术、新部件和总体方案的可行性,为下一步研制工作打好基础。

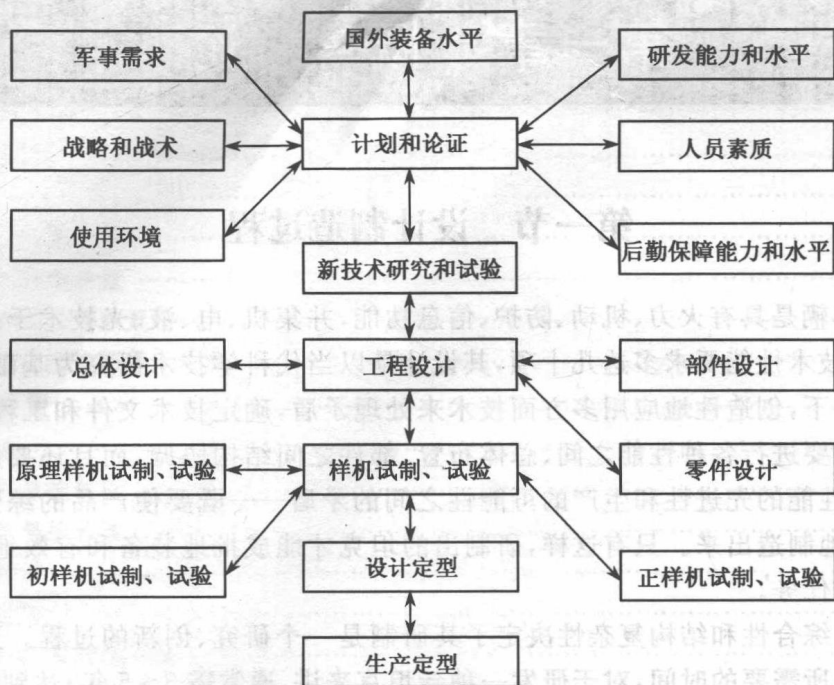


图 1-1 设计制造过程

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



科技与武器装备的发展步伐,亦步亦趋。可根据需要与实际可能,加速发展的过程,不能长期停留在仿制与改进的基础上。有许多高新技术不必重复走别人走过的道路,可跨越十几年或几十年的时间,迎头赶上。

目前,技术发展的国际化趋势愈来愈明显,迅速发展的新科技革命,表明人类已进入以经济全球化和知识化为特征的新时代。我国改革开放的政策,也为引进国外先进技术创造了条件。但引进先进技术,必须及时转入消化吸收和创新阶段,才能摆脱受制于人的局面,自立于世界高科技兵器之林。开阔视野,革新思路,技术创新是发展坦克装甲车辆的永恒主题。无论过去、现在和将来,坚持独立自主、自力更生、结合国情、创新研究,走有中国特色的发展坦克装甲车辆技术的道路,是一条根本性的原则。

(四) 军民结合,寓军于民的原则

在进行坦克装甲车辆设计的时候,要考虑采用一些性能较好、技术较成熟、能进行批量生产的民用产品的部件。这样,一方面可缩短坦克装甲车辆的研制周期,降低研制成本;另一方面,在发生战争的时候,便于大规模生产。

在满足总体性能要求的前提下,兼顾军民结合,选用技术含量高、质量好、性能优的民用产品的部件来装备坦克装甲车辆,对军用车辆也是一种补充。对车辆上的一些共性技术,在研究的时候,也要考虑向民用产品推广应用。

(五) 贯彻标准化、通用化、系列化、模块化的原则

零件标准化、部件通用化、产品系列化及结构模块化可简化生产,提高工效,保证产品质量,降低生产成本,减少配件品种,方便维修保障,有利于产品的改进和变型。

“零件标准化”是指在设计中广泛采用标准件,以利于组织生产、提高质量、降低造价和方便维修。

“部件通用化”是指在同一系列或总质量相近的一些车型上,采用通用的总成或部件,以简化生产。

“产品系列化”是将产品合理分档,组成系列和型谱,并考虑各种变型。如传动装置有我国自行研制的军用履带车辆传动装置系列——Ch300、Ch500、Ch700、Ch1000,美国阿里逊公司的 X 系列——X-200、X-300、X-700、X-1100,德国 ZF 公司的 LSG 系列——LSG1000、LSG1500、LSG2000、LSG3000,德国伦克公司的 HSWL 系列——HSWL096、HSWL106、HSWL186、HSWL290 等。

模块是模块化设计与建造的基础。模块可以定义为:由标准件和非标准件经设计组合,具有某种特定功能及结构的单元,能够与其他组件(或模块)通过标准接口构成更大的组件、部件或系统。模块通过搭积木方式既可组成系列化、标准化产品,也可以配套组成在性能、结构上有较大差别,能满足不同要求的产品。各模块具有相对的独立性,可以进行独立的设计和组织生产;具有广泛的通用性和良好的互换性,可以根据需要组合成新的功能或结构单元;具有标



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。

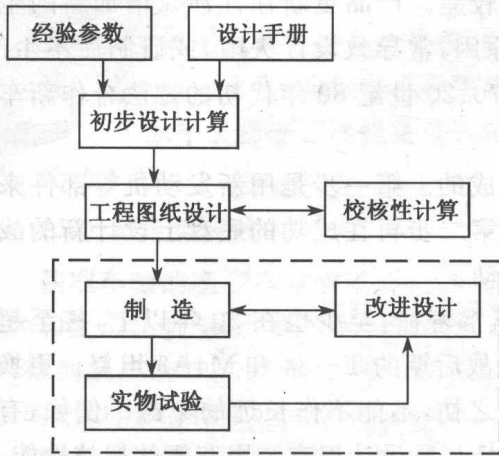


图 1-2 传统设计流程

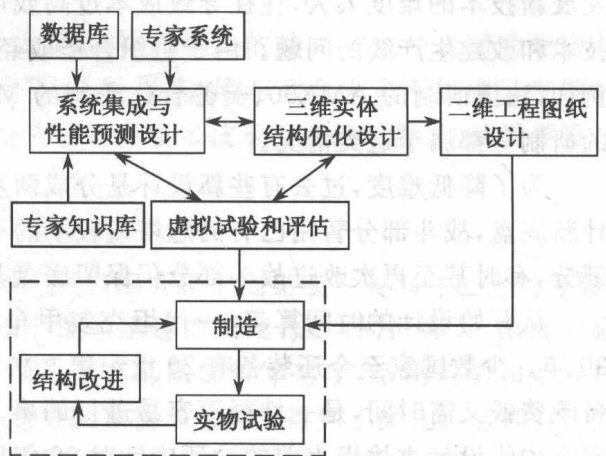


图 1-3 基于现代设计理论和方法的设计流程

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。