

# 坦克

## 装甲车辆设计

行走系统卷

冯益柏 主编



化学工业出版社

# 坦克

## 装甲车辆设计

### 行走系统卷

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行走系统的基础知识,坦克推进系统中履带、主动轮、负重轮、拖带轮、诱导轮和履带张紧机构的设计技术,在坦克悬挂系统中介绍了扭杆悬挂装置、油气悬挂装置、半主动悬挂装置与主动悬挂装置,并对减震器/缓冲器和车体位置控制机构的设计做了详尽论述。

全书图文并茂,参考性强,对于从事坦克装甲车辆设计、研究的技术人员有很好的参考价值。

### 图书在版编目(CIP)数据

坦克装甲车辆设计.行走系统卷/冯益柏主编. —北京:  
化学工业出版社,2015.7

ISBN 978-7-122-24025-5

I. ①坦… II. ①冯… III. ①坦克-行驶系-系统设计  
IV. ①TJ811

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第108345号

---

责任编辑:仇志刚

装帧设计:刘丽华

责任校对:边涛

---

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25 字数706千字 2016年9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	闫清东
吕小岩	刘 川	刘 勇	苏 波	杜 宏	李 萍
李 毅	李春明	李福田	杨玉淳	张 林	张文超
张玉龙	张立群	张存莉	张树勇	张振文	卓 峰
郑 威	周广明	周黎明	孟 红	项昌乐	赵银虎
宫 平	徐劲松	凌 云	唐 进	黄 健	曹 宁
曹 辉	曹福辉	窦铁炎	魏晋忠		

# 序

第二次世界大战确定了坦克“陆战之王”的主体地位。自1916年诞生至今，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 and 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的步伐。

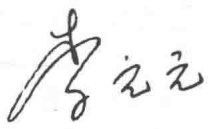
高新技术在军事工业上的成熟应用，极大地推动了现代坦克的整体发展进程，也促进了新时代军事变革下坦克技术的日臻完善和升华。一大批新技术、新原理、新工艺快速发展和广泛应用，催生了许多新技术理论的创造发明和持续演化，带动了与坦克装甲车辆领域交叉融合的多学科技术进步，也更加强化了坦克装甲车辆在立体攻防联合作战中的生存能力。

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、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、数据翔实可靠，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

2024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。

自坦克 1916 年问世以来，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，坦克已发展到第三代，第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上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》系列书。系列图书共有十卷，分别为：总体设计卷，武器系统卷，动力系统卷，传动系统卷，行走系统卷，防护系统卷，综合电子信息系统卷，履带式战车卷，轮式战车卷，坦克装甲车辆可靠性、维修性及保障性卷。

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，语言精练，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。

# 目录

## 第一章 概论

第一节 简介 .....	1
一、基本概念与特点 .....	1
二、履带推进装置 .....	2
三、悬挂装置 .....	8
四、坦克行走系统的使用与保养 .....	11
第二节 坦克装甲车辆行走系统的设计 ..	16
一、总体方案与设计的要求 .....	16
二、履带推进装置的总体设计 .....	18

三、履带推进装置结构选型 .....	23
第三节 坦克装甲车辆悬挂技术 .....	39
一、弹性元件与阻尼元件 .....	39
二、悬挂装置的分类与特点 .....	42
第四节 主战坦克的悬挂装置 .....	56
一、形势与任务 .....	56
二、主战坦克悬挂装置的特点 .....	58
三、研究进展和发展趋势 .....	59

## 第二章 坦克装甲车辆行走系统理论应用与研究

第一节 现代理论应用与分析 .....	61
一、履带行走系统爬坡与过障 .....	61
二、履带行走系统在软地面试驶仿真 ..	66
三、高速履带车辆振动平稳性的建模与 仿真 .....	70
四、基于波动方法的履带振动模型与 仿真 .....	72
五、履带车辆原地转向特性仿真 .....	75
六、履带行走系统协同分析与仿真 .....	76
七、电传动履带车辆双侧驱动转矩调节	

控制策略 .....	78
第二节 履带张紧力的理论研究与仿真 ..	83
一、履带张紧力及其影响因素 .....	83
二、履带推进装置的力学特性及张紧力 计算 .....	89
三、履带动态张紧力的理论研究与 仿真 .....	93
四、高速履带车辆履带预张紧力与平顺性 仿真 .....	95

## 第三章 坦克履带与主动轮的设计

第一节 履带的设计技术 .....	99
一、简介 .....	99
二、履带板的设计 .....	100
三、橡胶履带板的设计 .....	107

第二节 主动轮的设计 .....	119
一、简介 .....	119
二、啮合副齿形设计 .....	120
三、主动轮的结构设计 .....	126

## 第四章 坦克负重轮、诱导轮与履带张紧机构的设计

第一节 负重轮的设计技术 .....	131
一、负重轮的理论计算 .....	131
二、负重轮的设计 .....	138
第二节 诱导轮和履带张紧机构设计 技术 .....	142

一、诱导轮的设计 .....	142
二、履带张紧机构的设计 .....	143
三、履带行走机构张紧力分析 .....	148
四、高速履带车辆诱导轮张紧力的计算与 仿真 .....	150



## 第五章 坦克悬挂系统理论计算

第一节 坦克悬挂系统的性能要求与评价	155
一、悬挂装置性能评价方法	155
二、悬挂装置性能要求	155
三、理论计算的作用	156
第二节 传动理论计算	158
一、传统理论计算方式与评价	158
二、新型的理论计算方法	164

第三节 现代理论计算方法与评价	172
一、基于 ATV 的履带车辆悬挂系统仿真	172
二、履带车辆非线性悬挂系统的 ADAMS 仿真	175
三、履带车辆悬挂系统振动的模糊控制与仿真	178

## 第六章 坦克扭杆悬挂系统的设计

第一节 扭杆悬挂简介与主要参数的计算	183
一、简介	183
二、扭杆悬挂装置的刚度计算	184
三、扭杆的直径和工作长度的计算	188
四、负重轮的行程	189
五、扭杆剪切应力的计算	190
六、振动周期与最大角振幅	192
七、平衡肘的倾角 $\beta_0$ 的计算	192
第二节 扭杆的结构设计与计算	192
一、端部结构	192
二、整体结构	194
三、扭杆花键连接的计算	194
第三节 扭杆制造工艺要求	195
一、材料与热处理	195

二、安装要求	195
三、强化工艺措施	196
第四节 平衡肘的设计计算	198
一、平衡肘载荷计算	198
二、平衡肘危险截面内的应力计算	201
三、平衡肘支座的设计计算	207
第五节 减振器的设计	211
一、减振器的特点	211
二、减振器的设计要求	213
三、筒式液压减振器的设计	213
四、叶片式减振器的设计	223
五、减振器阀门的设计	226
六、减振器热力计算	237

## 第七章 坦克油气悬挂装置的设计

第一节 简介	244
一、油气悬挂简介	244
二、设计基础	246
三、油气悬挂装置的工作原理	247
四、油气悬挂装置的悬挂特征	248
五、油气悬挂的结构设计	250
第二节 油气悬挂装置的结构设计计算	252
一、油气悬挂装置初步设计计算	252
二、油气悬挂装置的设计计算	261
第三节 油气悬挂装置的仿真设计与研究	273
一、简介	273
二、油气悬挂虚拟样机模型	274
三、仿真结果与性能	274

四、研究结果	275
第四节 各国油气悬挂装置简介与发展状况	276
一、美国	276
二、英国	277
三、德国	279
四、俄罗斯	280
五、日本	280
六、法国	281
第五节 车体位置控制系统	281
一、简介和要求	281
二、车体位置控制系统的液压传动简图	283
三、车体位置控制系统的计算原理	284

## 第八章 坦克半主动悬挂系统

第一节 半主动悬挂控制系统的总体设计	286
一、简介	286
二、半主动悬挂系统执行机构的设计	288
三、半主动悬挂系统的控制策略	297
第二节 半主动悬挂系统的现代理论设计研究	302

一、履带车辆半主动悬挂系统建模与仿真	302
二、基于磁流变的半主动悬挂系统的仿真研究	315
三、基于卡尔曼滤波的履带车辆半主动悬挂系统	322



# 第一章 概论

## 第一节 简介



### 一、基本概念与特点

坦克行走系统又称行走装置，是指那些保证行驶、支撑车体、减小坦克在各种地面行驶中颠簸与振动的机构与零件的总称。它由履带推进装置和悬挂装置两部分组成。其重量占整车总重量的16%~27%。

坦克装甲车辆履带推进装置与地面接触，将传动装置输出的作用力转化为驱动车辆行驶的牵引力，而悬挂装置可减缓行驶过程中产生并传给车体的冲击与振动。

坦克行走装置有轮式和履带式两种形式。轮式行驶装置的驱动轮转动与地面作用产生牵引力推动车辆行驶。轮式装甲车辆通常采用全轮驱动，非全轮驱动的车辆还有支承车重的从动轮。履带式推进装置一般包含主动轮、履带、负重轮、带张紧装置的诱导轮以及托带轮。主动轮卷绕履带使其与地面作用产生牵引力，负重轮支承车重并把履带紧压在地面上，使履带与地面有较大的接触面积，以产生更大的附着力，同时把车体对履带的运动变为负重轮的滚动，提高行驶效率。履带式车辆行走装置如图1-1所示。

悬挂装置安装在车体和着地车轮之间，包括弹性元件、阻尼元件以及相关的控制和连接件。轮式装甲车辆现在用得较多的是圆柱螺旋弹簧与筒式液压减振器并列的独立式悬挂，也有采用扭杆弹簧，或摆动缸体式油气弹簧作弹性元件的。履带式装甲车辆第二次世界大战中曾用过装有叶片弹簧、蜗卷弹簧、圆柱螺旋弹簧的平衡式或独立式悬挂，均因占用空间大、重量大、缓冲能力和可靠性差等原因而被淘汰。现代坦克装甲车辆用得较多的是高强度扭杆弹簧和减振器并列的独立式悬挂，也有采用可调油气悬挂，或混合悬挂的，悬挂性能和可靠性均有大

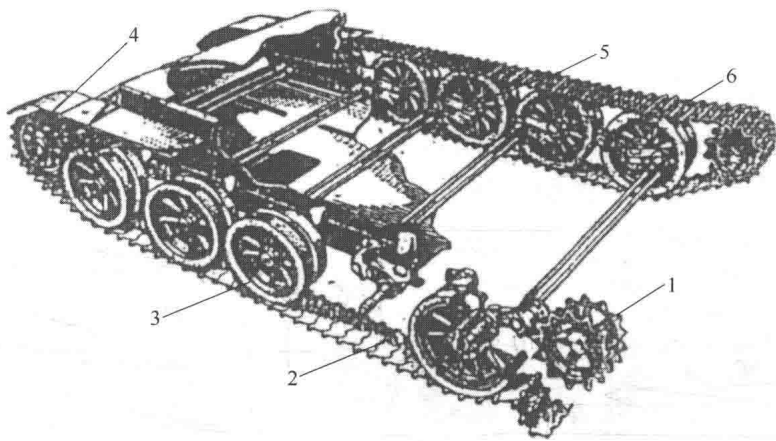


图 1-1 履带式车辆行走装置

1—主动轮；2—履带；3—负重轮；4—带张紧装置的诱导轮；5—扭杆弹簧；6—液压减振器

幅度提高。

## 二、履带推进装置

履带推进装置用来支撑坦克的重量，将发动机传至主动轮上的转矩变为牵引力以使坦克运动，并提高坦克的通行能力。

### (一) 构造

履带推进装置由主动轮、履带、诱导轮及履带调整器、负重轮和托边轮组成。

履带共两条，用来将主动轮上的转矩变为牵引力，以推动坦克运动。履带可以增大坦克着地面积并保证与地面有良好地附着，以提高坦克的通行能力。坦克是金属铰链履带，必要时，可安装防滑履刺及挂胶履带。

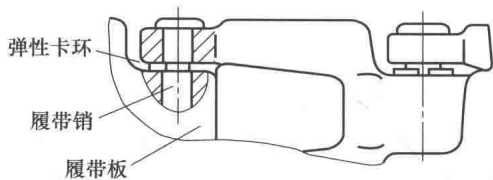
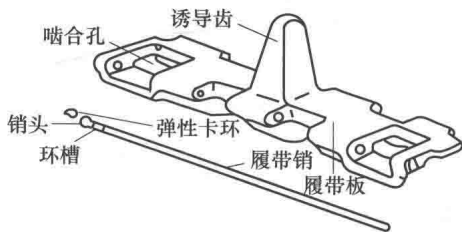


图 1-2 金属铰接履带

(1) 金属铰链履带 每条履带是由若干块履带板、若干条履带销和弹性卡环组成的(图 1-2)。

① 履带板：履带板为钢质铸件，上面有 1 个诱导齿和 9 个销耳（一侧 4 个，另一侧 5 个），每个销耳均有直径相同的销耳孔。板体两端有啮合孔，与主动轮齿相啮合。板体中间的诱导齿用来规正履带，并防止坦克转向或侧倾行驶时履带脱落。板体与地面接触的一面，制有纵向筋和横向筋，用来提高履带板的强度和履带与地面的附着能力。

② 履带销：履带销起连接履带板的作用。履带销的一端是圆形销头，连接履带板时，应将销头朝向车体，靠它与推销铁的作用，可将窜出的履带销推回。在靠近销头的一端有环槽。弹性卡环位于两块履带板的缝隙处，安装在卡槽环内，以限制履带销轴向窜动，减少履带销头与推销铁的磨损。

(2) 橡胶金属铰链履带 与金属铰链履带结构全然不同，履带板体耳孔有橡胶与金属履带销相连，履带板折转时橡胶扭转变形，而无金属摩擦。典型结构为履带板体为双板式，履带销为双销式，板体之间用端联器和中联器连接。板体为钢制件，着地面可安装胶块。

(3) 防滑履带 附有履刺防滑装置(图 1-4)的防滑履带用以提高坦克的通过性。冬季当

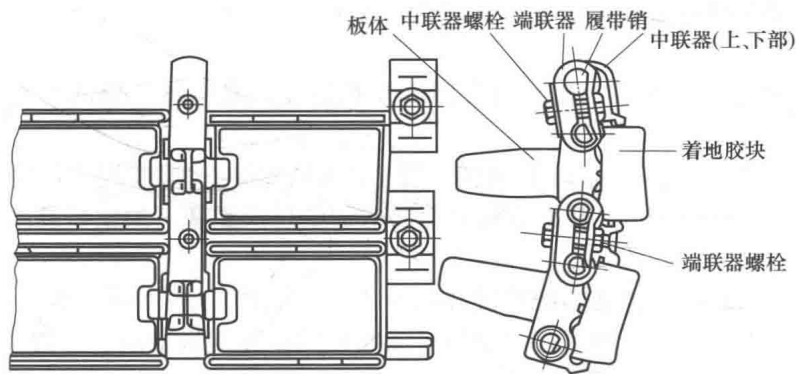


图 1-3 挂胶履带

坦克在冰雪覆盖的起伏地、上坡道、冰雪地及冰川上行驶时，为防止横滑和提高爬坡度，可及时加装三棱形防滑履刺，在不需防滑措施的路面上应及时用带把冲子和手锤拆掉防滑履刺。防滑履带由金属铰链普通履带板、锥孔履带板和防滑履刺组成。

锥孔履带板与普通履带板的不同点是在诱导齿两侧与负重轮接触部位的背面（着地面），制有两个锥形孔座，用以安装防滑履刺，可提高坦克冬季在冰雪路面的附着能力。该装置可通过正面坡  $30^\circ$  左右、侧面坡  $20^\circ$  左右的冻土坡。

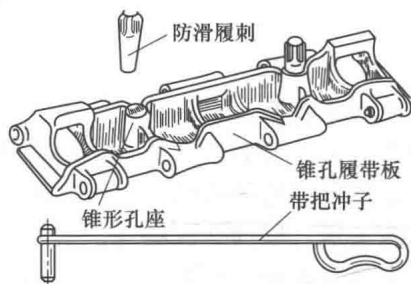


图 1-4 履刺防滑装置

防滑履刺着地端制成三棱形，另一端制成圆锥柄，使用时将圆锥柄一端从锥孔履带板的着地面锥孔处插入，并用手锤打紧。

## (二) 主动轮

主动轮（图 1-5）一般位于车体尾部两侧，用来将侧减速器传来的转矩传给履带，使坦克运动。它一般由轮毂、齿圈、内锥体、外锥体、带齿垫圈、固定螺塞及止动螺栓等组成。

① 齿圈：安装齿圈时应使两侧齿圈的基准齿互相对正（对应齿的错移量不大于  $2.5\text{mm}$ ），

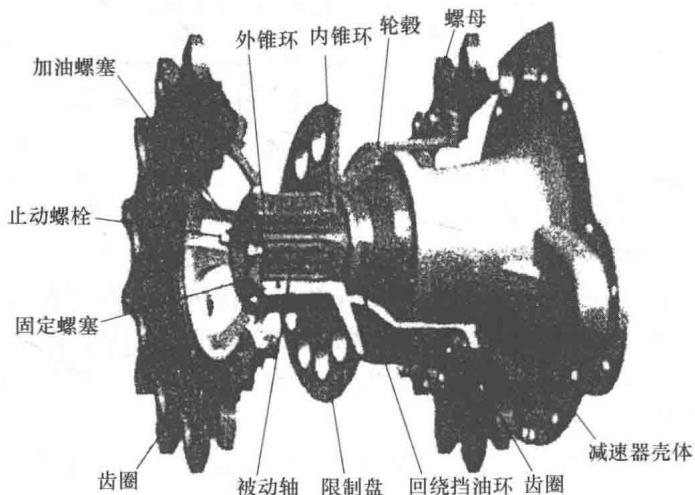


图 1-5 主动轮



用螺栓、螺母固定在轮毂上，螺母的拧紧力矩为  $450 \sim 590 \text{ N} \cdot \text{m}$  ( $45 \sim 59 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ )，并用锁紧垫片锁紧。

② 轮毂：轮毂上有排泥孔，轮毂内有锥面及花键孔，靠车体一侧的毂内端面上焊有回绕挡油环，防止尘土进入。

③ 固定螺塞：拧在侧减速器被动轴内，用来固定主动轮。螺塞用带齿垫圈锁住，螺塞的拧紧力矩为  $1200 \sim 1500 \text{ N} \cdot \text{m}$ 。其上有侧减速器的加油口及螺塞，加油口螺塞用铁丝与止动螺栓锁在一起。

主动轮安装在侧减速器被动轴的花键和两个有开口的内锥体和外锥体上，并用固定螺塞，通过带齿垫圈加以固定。固定螺塞拧紧后用止动螺栓固定在带齿垫圈上，防止自行松动。外锥体的端面上制有螺纹孔，用以拆卸主动轮时将外锥体顶出。

主动轮上焊有限制盘，用以防止履带偏移脱落。主动轮左右安装方式相同，部件可以左、右互换。

### (三) 负重轮

坦克两侧各有 6 个负重轮，装在相应的平衡肘上，用来承受坦克的重量和规正履带。由于两侧扭力轴需要前后错开布置，故左侧负重轮比右侧负重轮错后 115mm。

负重轮是双轮缘式的，两个带胶轮缘装于轮毂上，通过螺母总成压紧。其中第一对负重轮可增加碗形罩，以加强其刚性。

它由带胶轮缘、轮毂、轴盖、圆锥滚柱轴承、挡圈、止退垫圈、止退垫片、固定螺母、迷宫式挡油盖、回绕挡油环和自紧油封等组成（图 1-6）。

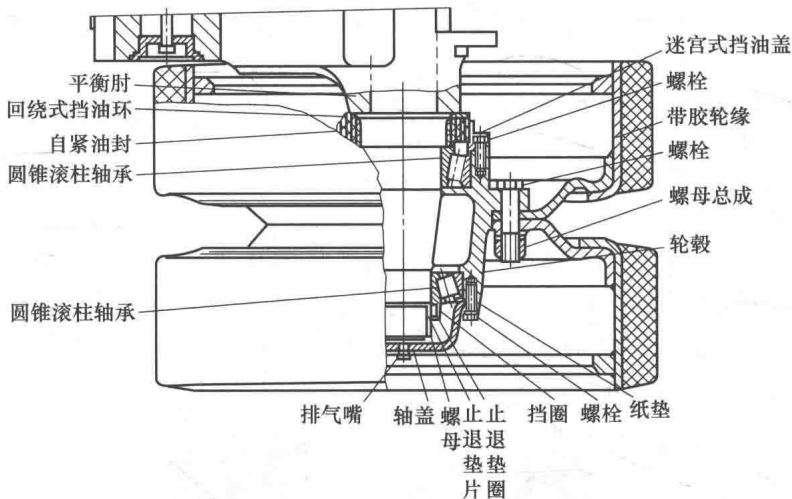


图 1-6 负重轮

① 轮毂：通过两个圆锥滚子轴承安装在负重轮轴上，负重轮轴的螺纹部分有一平面用于锁紧。负重轮用带有内螺纹的挡圈压紧，同时保证轴承轴向间隙  $0.1 \sim 0.2 \text{ mm}$ 。挡圈上有 4 个供拆装用的轴向通孔和一个凸出端面的铆钉，在挡圈外面装有带缺圆孔的止退垫圈，止退垫圈圆周上有 16 个通孔，其中一个孔套在挡圈端面凸出的铆钉头上用来止退挡圈。在止退垫圈外边装止退垫片，该垫片端面有两个凸起，突入止退垫圈的孔内，然后拧紧固定螺母并将止退垫片对称的两处折边折到固定螺母的六方上。

两片负重轮背靠背用螺栓连接在平衡肘总成的轮毂上。负重轮有两个品种：第一负重轮和普通负重轮。第一负重轮装在第一、六悬挂处，普通负重轮装到第二、三、四、五悬挂处。第一负重轮与普通负重轮的区别是第一负重轮带胶轮缘里焊有支撑圈。

② 轴盖：用六个螺栓固定在轮毂外端面上，轴盖与轮毂之间用涂有平面密封剂和纸垫密封。

③ 迷宫式挡油盖：用螺栓固定在轮毂的内侧，与焊在平衡肘上的回绕挡油环构成迷宫式挡油装置。安装在负重轮轴颈上的两个自紧油封，用梳状弹簧撑开自紧油封唇部，使其压在迷宫式挡油盖内孔的表面上。在轮毂外部锥体上装有两个注油螺塞，螺塞孔与轮毂内腔相通，用以加注润滑油。

#### (四) 托带轮

托带轮用来支撑上支履带，不使它下垂和过分抖动，同时也限制上支履带的横向滑移。胶圈可以缓冲履带的冲击。

托带轮一般每侧 3 个。典型结构为前、后配置的是内托带轮；中间配置的是外托带轮。两者的区别仅在于内外支座总成的长短不同，内支座短，外支座长。轮的结构相同，它由轮毂、钢质轮缘、支座总成、向心滚柱轴承（两个）、轴盖和橡胶轮圈等组成（图 1-7、图 1-8）。

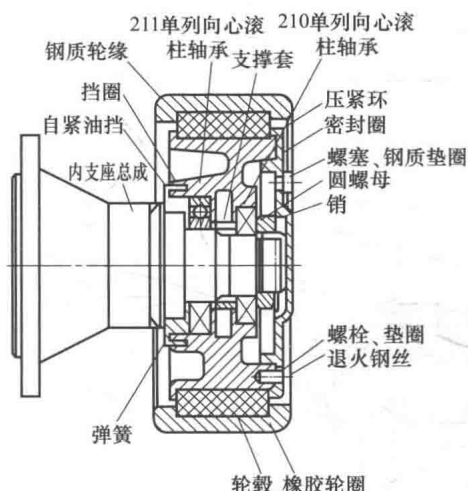


图 1-7 内托带轮

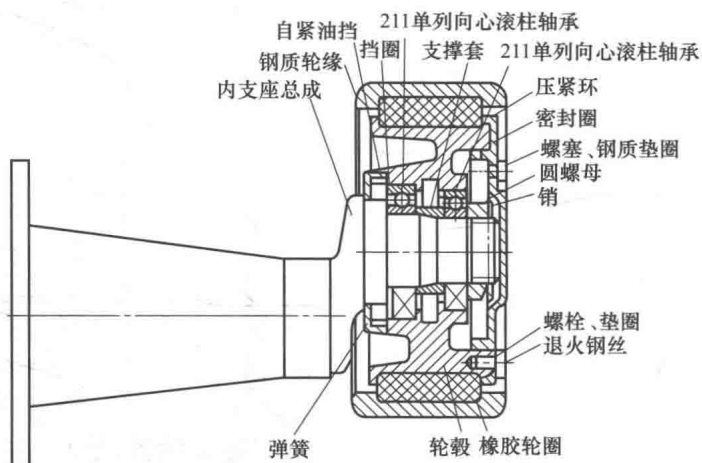


图 1-8 外托带轮

#### (五) 诱导轮及履带调整器

##### 1. 诱导轮

诱导轮的功用是用来支撑上支履带段和改变上支履带段的运动方向。诱导轮安装在履带张紧机构的曲臂轴上，靠张紧机构移动诱导轮来张紧和调节履带的松紧程度。

对诱导轮的基本要求与对负重轮的基本要求相同，因为它们在结构上有许多共同点，以致在一些军用履带式车辆上二者是可以互换的。

诱导轮的位置可以抬高，也可以降低。在下降到地面的位置上时也同时起负重轮的作用。此外，诱导轮按结构不同也分为单排和双排两类，而按轮缘形式也可分为金属轮缘和挂胶轮缘两种。在履带式车辆上，用得最广的是金属轮缘的诱导轮。它们的尺寸比较小，并能较好地自动清除履带滚道上的污泥和杂物，有时候为此而赋予诱导轮以特殊形状，橡胶轮缘可以减小诱导轮轴承上的动载荷和降低车辆行驶时的噪声。

诱导轮位于车首两侧，用来支撑和诱导履带，保证履带在正确的位置运动，并与履带调整器一起调整履带的松紧程度，图 1-9 和图 1-10 为典型结构形式。

该诱导轮由带胶轮缘、轮毂、轴盖、圆螺母、球轴承、双排向心滚柱轴承和回绕挡油盖等组成。

诱导轮通过球轴承和双排向心滚柱轴承，支撑在曲臂的诱导轮轴上，用圆螺母固定，螺帽

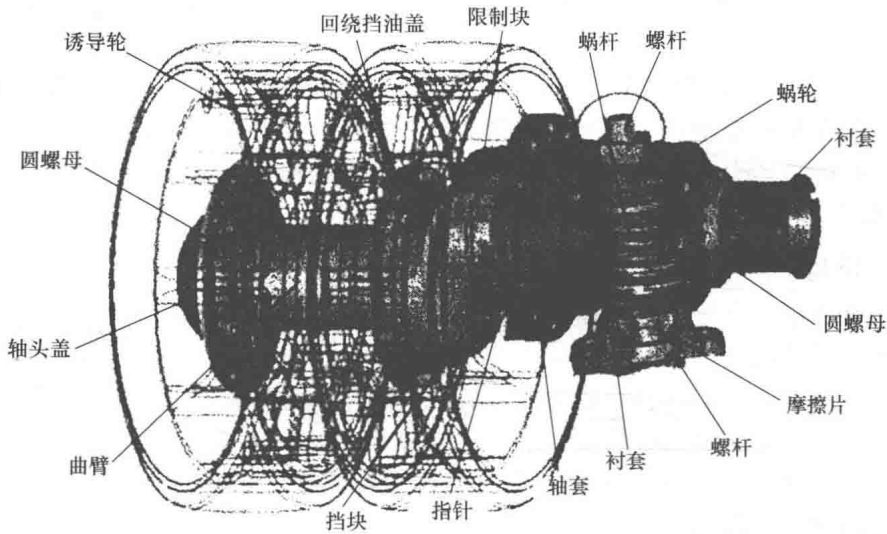


图 1-9 诱导轮和履带调整器

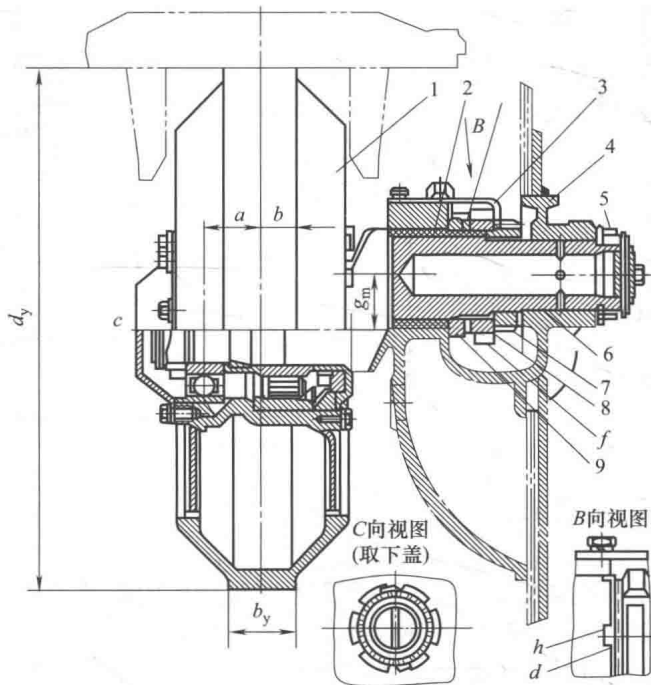


图 1-10 带曲臂张紧机构的诱导轮

- 1—诱导轮；2—抗磨衬套；3—止动片；4—焊接架；5—端螺母；  
6—张紧机构的曲臂轴；7—压紧螺母；8—活动环；9—固定环

用销子锁住。轴承的外圈与诱导轮轮毂之间为间隙配合，内圈压在轴上。

① 轴盖：固定在轮毂外端面上，并用涂有铅油的纸垫密封。轴盖的 10 个固定螺栓中有两个与轮毂内腔相通，它们的位置在轮毂上对称的两个壁厚增大处，螺栓端面涂有红色磁漆。

② 回绕挡油盖：用带弹簧垫圈的螺栓固定在轮毂内端面上，并用涂有铅油或平面密封胶的纸垫密封。盖内装有毡垫和双向自紧油挡，与诱导轮轴的回绕挡油环组成回绕挡油装置。防止润滑脂外漏和泥水进入轴承。

两侧诱导轮可以互换。

## 2. 履带调整器

履带调整器共两个，安装在车体前部两侧的诱导轮支架上，与诱导轮一起实现调整履带。履带调整器为单蜗杆式，蜗杆、蜗轮为球面啮合，以增大啮合齿数。它由支架、曲臂、轴套、支撑套、蜗轮、蜗杆、螺杆、摩擦片、上下衬套及盖等组成（图 1-9）。

① 支架：焊在车体前部的两侧，外端孔内装有轴套。轴套内镶有铜衬套。轴套内的铜衬套为曲臂轴的外支撑点；支架里端孔内装有铜衬套，该铜衬套为曲臂的内支撑点。

② 曲臂：分曲臂轴、肘体和诱导轮轴三部分。曲臂一端通过曲臂轴支撑在支架轴孔的铜衬套上，另一端以诱导轮轴支撑诱导轮，诱导轮轴相对曲臂轴偏心。其上焊有两个挡块和一指针。挡块与轴套上的限制块一起限定曲臂的转角，避免在调整履带时蜗轮与蜗杆脱离啮合；指针用以确定锁紧蜗杆的方法。曲臂轴上有花键和螺纹，花键用来安装蜗轮，螺纹用来安装固定螺母。

③ 轴套：用螺栓固定在支架上，与支架之间装有调整垫。其凸缘上制有缺口，用以与曲臂上的指针配合确定锁紧方法。与缺口相对处固定一限制块。在轴套与曲臂轴两端面之间装有密封罩和胶圈。装配时密封罩与轴套之间涂满 2 号坦克润滑脂。

④ 蜗轮：为便于装配，蜗轮铣去一个切面，故其转动角度不能超过  $240^\circ$ 。蜗轮内圆制有花键与曲臂轴上的花键相啮合，蜗轮带凹面的一侧顶住支撑套，而支撑套装在曲臂轴的光滑部分上，另一侧用固定螺母固定，螺母用销子锁紧。固定螺母的拧紧程度，以保证支撑套与蜗轮既能贴合又能相对转动为宜。

⑤ 蜗杆：装入支架内，上端是四方体用以安装调整工具。两端光滑部分分别支撑在上下衬套内。上端衬套压入支架内。蜗杆是中空的，下部的内螺纹与锁紧螺杆的外螺纹相配合。下衬套固定在支架上，与支架间有调整垫保证蜗轮蜗杆间的正确配合。下衬套下端用螺栓固定有盖，盖的下端的两螺纹孔拧有螺塞，用来在潜渡后排除积水。

⑥ 螺杆：上端是六方体，用以安装调整工具。下部有螺纹，与蜗杆上的内螺纹相配合。下端带凸缘，上下各有一片摩擦片。螺杆锁紧蜗杆是靠旋转螺杆的力矩使螺杆凸缘端面借摩擦片与衬套或盖的端面产生摩擦力矩来防松。在行驶过程中履带对诱导轮的作用力总是与蜗杆端面压紧力方向一致，增大了摩擦力使螺杆不松动。

曲臂装入支架前应在支架孔内填入  $1\sim 1.5\text{kg}$  的 2 号坦克润滑脂。

履带的张紧通过转动蜗杆来实现。调整履带时先将锁紧用的螺杆松开，如果螺杆的圆柱形环带凸出（即高于蜗杆四方体上端面），则需将螺杆拧入  $1\sim 1.5$  圈；若圆柱形环带凹下（即低于蜗杆四方体端面），则需将螺杆拧出  $1\sim 1.5$  圈（图 1-11）。然后转动蜗杆调整履带的松紧，履带松紧度合适后，用螺杆锁紧蜗杆。如果曲臂颊部上的指针高于轴套上的缺口用上锁紧（即把螺杆拧出使用上部的摩擦片锁紧）；反之，则用下锁紧（即拧入螺杆使用下部的摩擦片锁紧）。拧紧螺杆的力矩为  $800\sim 1000\text{N}\cdot\text{m}$ 。

左侧与右侧履带调整器可以互换（蜗杆可不换），此时需重新计算调整垫。按需求安装限制块。在三级保养后，左、右调整器可以对调使用，以便提高蜗轮、蜗杆及曲臂的使用寿命。

### （六）工作原理

主动轮工作时，要拉出负重轮下面的履带，但由于坦克的重力使履带与地面紧紧地啮合，

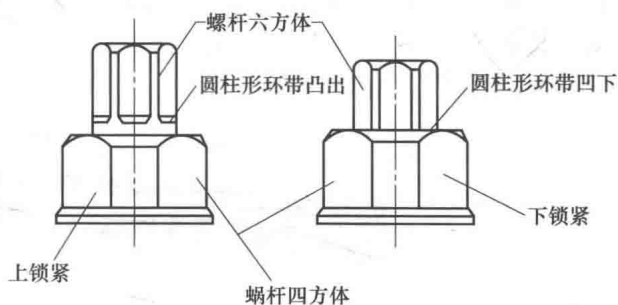


图 1-11 判别上下锁紧示意图





地面便给履带以反作用力（即牵引力），使履带不能被拉出。因此，在主动轮拉紧履带时，通过主动轮和后负重轮给车体以推力，使坦克向前运动。坦克运动时，履带在主动轮、诱导轮和托边轮的诱导下不断绕动，成为负重轮的轨道。

### 三、悬挂装置

悬挂装置用来减缓地面对车体的冲击，衰减车体的振动，提高坦克行驶的平稳性和工作的可靠性。现仅以某型号车辆为典型结构加以说明，其他类型结构见第三节所述。

#### （一）组成

悬挂装置为独立扭杆式，由连接车体和负重轮的一些零部件如扭杆、橡胶缓冲器、平衡肘总成和摩擦减振器等组成（图 1-12）。

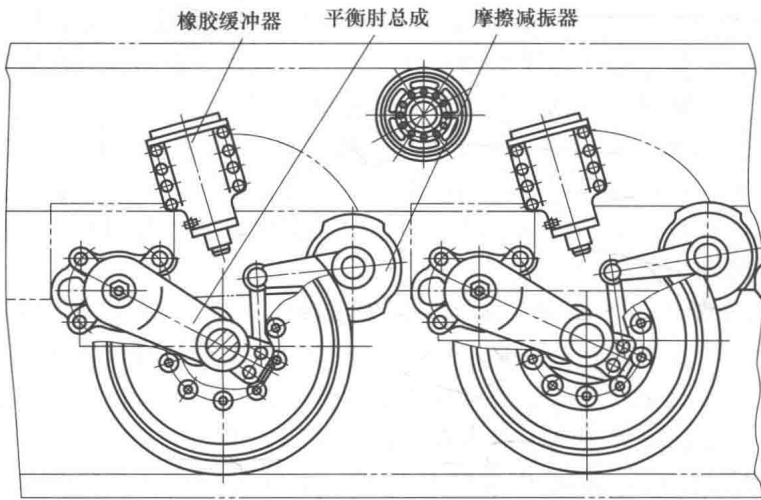


图 1-12 悬挂装置

#### 1. 扭杆

扭杆（图 1-13）共 12 根，用来支撑车体并减轻坦克在运动时地面对车体的冲击。它是悬挂装置的弹性元件，是一根钢制圆杆，杆的一端有长花键（A 端），另一端有短花键（B 端）。在扭杆长花键一端的顶端上，有一个拆装用的螺纹孔，该孔装有螺栓用以固定盖防止扭杆纵向移动。长花键的一端插入平衡肘花键孔内，短花键的一端插入另一侧的与车体螺栓连接的平衡肘套的花键孔内作为扭杆的固定点。

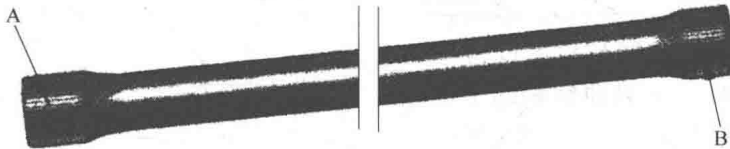


图 1-13 扭杆

车体左右两侧的扭杆制造时预扭方向不同，安装时不能互换，在其长花键端的端面上左侧的标有 L 字，右侧的标有 R 字。使用时将端面标有 R 的扭杆装到右侧第 1、2、3、4、5 悬挂和左侧第 6 悬挂，将端面标有 L 的扭杆装到左侧第 1、2、3、4、5 悬挂和右侧第 6 悬挂。互换仅限于标有相同字母的扭杆之间，即左右不能互换。此外，两侧的第 1、2、5、6 悬挂处安装的是粗扭杆，第 3、4 悬挂处是细扭杆。

由于扭杆带长花键的一端固定在平衡肘内，带短花键的另一端固定在肘套内，因此当负重