



车载武器技术丛书

毛保全 于子平 邵毅 编著

车载武器技术概论

CHEZAIWUQIISHUGAILUN



国防工业出版社

National Defense Industry Press

车载武器技术丛书

车载武器技术概论

毛保全 于子平 邵毅 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书以装甲车辆为载体的车载武器为研究的装备对象,以车载武器各关键技术为主线,全面系统地介绍车载武器基础理论和关键技术,并着重体现与车载武器系统相关的最新技术。全书共8章,包括绪论、车载武器总体设计及评价、车载武器发射技术、车载武器反后坐技术、车载武器自动机技术、车载武器供输弹技术、车载武器弹药技术、车载武器控制与制导技术。

本书可作为从事车载武器研究、论证、设计、教学、生产及试验的科研人员及武器相关专业研究生和高年级本科生的教材,也可作为有关领域工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

车载武器技术概论/毛保全,于子平,邵毅编著. —北京:国防工业出版社,2009.5

(车载武器技术丛书)

ISBN 978-7-118-06047-8

I. 车... II. ①毛... ②于... ③邵... III. 军用车辆—武器装备—研究 IV. TJ81

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第179247号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 19½ 字数 354 千字

2009年5月第1版第1次印刷 印数 1—3000册 定价 42.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

以装甲车辆为载体的武器,即车载武器发展十分迅速,已经从坦克炮和车载轻武器发展成包括自行火炮、车载火炮、车载导弹以及新概念武器和遥控武器站等在内的武器群。这一武器群所涉及的技术涵盖机械、电子、力学、信息、兵器、车辆及控制等诸多学科领域,包括总体技术、发射技术、反后坐技术、自动机技术、弹药技术、火力控制技术、制导技术等。随着现代战争对陆基机动作战平台火力要求的不断提高,新概念、新技术不断应用于车载武器系统,车载武器技术内涵也越来越丰富。

车载武器系统装备量大、种类多、涵盖的技术面宽,要想在一本书里详细介绍这么多装备对象所包含的技术内容是很难的。为此,本书着重把这些装备对象所具有的共性技术提炼出来加以介绍。本书是作者多年从事车载武器系统教学和科研工作成果的汇集,以近20年来发表的有关学术论文为基础,同时充分融入了他人的最新研究成果,对车载武器系统的相关技术进行了全面系统的归纳和总结。

本书的特色在于全、新、精、全,本书内容涵盖车载武器论证、设计、分析、仿真各技术环节以及车载武器各重要部件的关键技术,内容丰富,涵盖面广,注重系统完整性,力求用最精简的内容清晰、全面地介绍车载武器的技术和理论。新,本书突出考虑了车载武器发展速度较快的特点,融入了车载武器的最新发展成果,体现了车载武器的最新技术水平,反映了车载武器领域的最新发展动态。精,突出强调车载武器的基本技术和基本原理,不拘泥于具体构造细节和工作过程,以区别于同类图书。

在国内,随着武器系统机动能力的不断提高,以装甲车辆为载体的车载武器论证、分析、研究和设计以及装备工程实践方面的工作已经有许多积累,车载武器技术也逐步形成独立体系。但对车载武器相关技术进行归纳总结和提炼还不够及时,不能满足工程实践对理论指导提出的更高要求。目前比较系统全面介绍车载武器基础理论,体现与车载武器系统相关的最新技术的专著

还很少,作者衷心期望通过本书的出版,能对车载武器技术的研究和教学起到积极的推动作用。

本书以装甲车辆为载体的车载武器为研究的装备对象,以车载武器各关键技术为主线,全面系统地介绍车载武器基础理论和关键技术,并着重体现与车载武器系统相关的最新技术。全书共8章,包括绪论、车载武器总体设计及评价、车载武器发射技术、车载武器反后坐技术、车载武器自动机技术、车载武器供输弹技术、车载武器弹药技术、车载武器控制与制导技术。

本书不仅对从事车载武器研究、论证、设计、教学、生产及试验的科研人员及武器相关专业研究生和高年级本科生具有参考价值,也可作为有关领域工程技术人员参考书。

全书的文稿处理和绘图工作由纪兵、费丽博、吴东亚、范栋等同志完成,李向荣博士参加了第七章车载武器弹药技术的编写工作,赵俊严、王传有、房学龙、李磊等同志参加了文稿校对,在此对上述同志的辛勤劳动一并表示衷心感谢。本书的编写和出版还得到装甲兵工程学院钟孟春处长、李华刚同志、兵器工程系张爱国政委、郭金茂主任、张金忠副主任、火炮室王国辉主任以及国防工业出版社各级领导的大力支持和帮助,特向他们表示衷心的感谢。

由于水平和经验所限,书中难免有不少缺点和错误,恳请读者予以批评指正。

编者

2008年7月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 车载武器的结构特点	1
第二节 车载武器的发展现状	15
第三节 车载武器的发展趋势	59
第二章 车载武器总体设计及评价	68
第一节 车载武器性能指标及论证	68
第二节 车载武器总体设计	90
第三节 车载武器的载体	98
第四节 车炮匹配性评价	101
第三章 车载武器发射技术	116
第一节 枪炮发射原理	116
第二节 火箭导弹发射原理	120
第三节 高新发射技术	121
第四节 车载武器发射动力学	129
第四章 车载武器反后坐技术	140
第一节 概述	140
第二节 火炮反后坐装置	141
第三节 自动炮浮动原理	160
第四节 膛口制退器	165
第五节 自动武器缓冲装置	170

第五章 车载武器自动机技术	180
第一节 火炮和自动武器自动机	180
第二节 火炮半自动机	196
第三节 自动机动力学	202
第六章 车载武器自动装弹技术	206
第一节 坦克炮自动装弹技术	206
第二节 自行火炮供输弹技术	211
第三节 自动武器供弹技术	214
第七章 车载武器弹药技术	219
第一节 毁伤效应	219
第二节 弹药增程技术	232
第三节 弹道修正弹技术	238
第四节 弹药总体技术	243
第八章 车载武器控制与制导技术	254
第一节 坦克装甲车辆火控系统	254
第二节 随动技术	271
第三节 制导技术	290
第四节 炮射导弹技术	297
第五节 末制导炮弹技术	300
参考文献	305

第一章 绪 论

自 1916 年坦克发明以来,现代战争发生了深刻变化。自此以后,以前单纯的兵器与运载车辆有机结合起来,形成集高机动、强火力和好防护于一体的兵器系统。其后,在坦克的影响下,出现了多种车载式武器系统。特别是 20 世纪 90 年代以来,在高新技术的推动下,出现了种类繁多、性能优良的车载式武器系统。

所谓车载武器,是指以装甲车辆为运输载体的武器。一般包括坦克炮、自行火炮、车载炮、车载小口径自动炮、车载机枪、车载反坦克导弹等。装备车载武器的装甲车辆有坦克、步兵战车、装甲输送车、自行火炮、导弹发射车等。不同载体依据战术功能不同,所装备的车载武器配置也不同。对坦克而言,车载武器有坦克炮和机枪及其弹药;对步兵战车,车载武器有小口径机关炮、机枪和反坦克导弹或炮射导弹;对装甲输送车,车载武器有外置机枪;对自行火炮,车载武器有加农炮、榴弹炮和迫击炮以及外置机枪。随着战场形势的变化,装甲车辆的车载武器配置也不是一成不变的,也在进行不断的调整。但不管配置如何调整,其基本组成还是各种口径的坦克炮及反坦克炮或一般火炮、机枪、小口径机关炮和反坦克导弹等。

第一节 车载武器的结构特点

车载武器与其他武器相比,虽有共同点,但由于其在车辆上工作条件的特殊性,因而在结构上有其特殊点。以坦克炮为例,这些特点包括:

- (1) 火炮炮身要承受更高的膛压(有的达 $490.33\text{MPa} \sim 686.47\text{MPa}$);
- (2) 火炮前方有坚强的装甲防护;
- (3) 后坐距离短,反后坐装置的结构及计算方法不同;
- (4) 炮尾的活动半径小;
- (5) 有发射时的安全装置(防危板、自动闭锁器)和药筒处理装置(收集器或抛壳窗);
- (6) 起落部分的平衡要考虑;
- (7) 火炮发射延迟时间要短;

- (8) 战斗室有通风与膛膛抽气装置;
- (9) 采用高低和方向双向稳定;
- (10) 装填实现自动化, 并采用新弹种;
- (11) 采用操纵方便和准确的火控系统;
- (12) 采用身管热护套以消除身管因温差引起的弯曲;
- (13) 采用昼夜观察瞄准仪器;
- (14) 采用并列机枪和遥控高射机枪;
- (15) 零件的强度应考虑能承受发射及坦克运动时所引起的惯性和动载负荷。

下面, 对坦克炮的几个主要结构特点, 作一下简要介绍。

一、炮身结构

坦克炮身属于长身管加农炮的类型, 身管长在 50 倍 ~ 60 倍口径; 由于对其初速要求愈来愈高, 因此膛压也愈来愈高, 是典型的高膛压火炮。例如过去 T-62 坦克 115mm 滑膛炮, 最大膛压仅为 294.2MPa, 而当前德国的 120mm 滑膛炮最大膛压为 547.21MPa, 设计膛压可达 706.08MPa, 英国 M13A 型 120mm 线膛炮最大设计膛压达 617.82MPa。为此, 各国现均采用了新工艺与新材料以适应高膛压的需要。例如德国的滑膛炮即采用了真空重熔钢, 英国的新 120mm 炮采用了电渣重熔钢, 身管承受压力由普通方法制造的 416.98MPa 提高到 586.93MPa。电渣重熔钢不仅能提高强度, 主要地能大幅度提高韧性和疲劳寿命。

此外, 当前各国的坦克炮身均采用了自紧工艺。计算表明, 在膛压不变的条件下, 自紧身管的重量可下降 60%; 在身管壁厚不变, 质量相同的条件下, 自紧身管的膛压可提高一倍。

除了上述特点外, 坦克炮身还广泛采用下列装置:

- (1) 膛膛抽气装置。用以抽出发射后膛内和战斗室内的火药气体。
- (2) 炮管隔热护套。主要解决身管受日晒变形和射击身管温度升高各个方向冷却速度不一致造成变形而导致射击精度下降的问题, 美国在 M60A1 坦克的 105mm 坦克炮上测试, 身管照射面和阴面, 温度相差 3.5℃, 即可使炮口弯曲 1mm, 火炮误差达 1 密位。
- (3) 有的国家还采用了炮口觇视校正镜, 乘员不需下车即可校正瞄准镜的零线。
- (4) 装药中加添缓蚀剂和膛膛镀铬以提高炮身寿命。

由于近年来坦克炮广泛发射尾翼稳定弹, 许多国家采用了滑膛炮, 但目前有的国家仍使用线膛炮, 并已研制出在线膛炮上发射的尾翼稳定炮弹。因此, 各国

对于坦克炮采用滑膛结构还是采用线膛结构至今未取得一致看法。

二、火炮的装甲防护

火炮的装甲防护,除了炮塔本身外,在正面主要是活动防盾和固定防盾。

活动防盾通过螺栓与火炮摇架固定在一起,随火炮一起俯仰。它大多是铸造的,也可以是焊接的。为了保证火炮正面的防护力,活动防盾的厚度是全车最厚的,并且作成圆弧形或尖角形的表面。对于既作高低又作水平运动的花炮(自行火炮),防盾做成球形的,如图 1-1 所示。

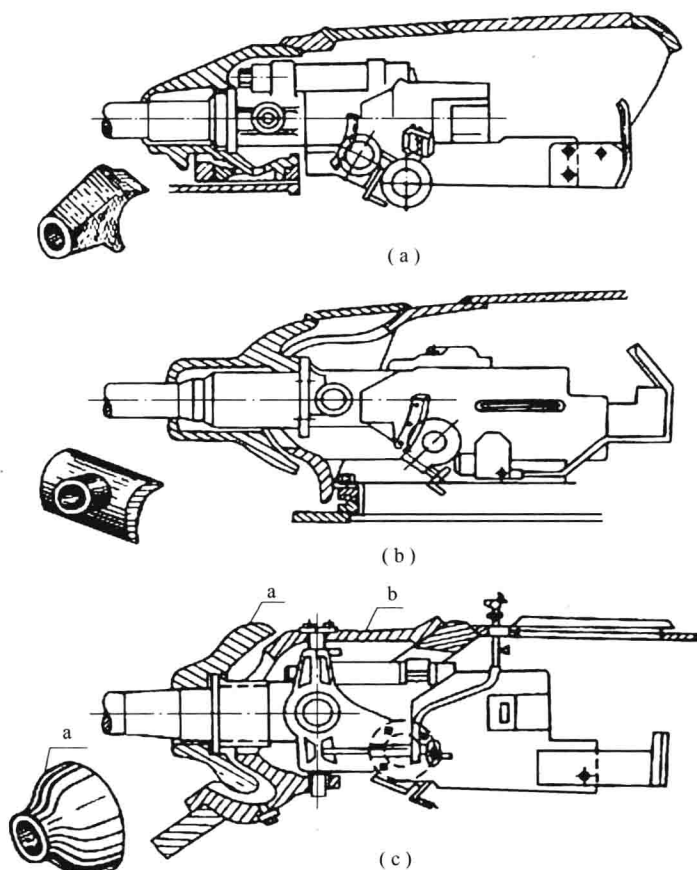


图 1-1 火炮的防盾

(a)活动防盾;(b)扇形活动防盾;(c)球形活动防盾 a 和固定防盾 b。

由于起落部分采用了防盾,在设计火炮时应考虑下列几个问题:

(1) 保证防盾与摇架连接的可靠,螺栓应有足够的强度,在连接处采用橡皮

减震垫和锁紧垫圈使螺栓不会自动松动,同时使摇架与防盾是弹性连接,可以减少惯性力对摇架的有害影响。

(2) 保证起落部分平衡,由于防盾在耳轴前方,对起落部分的平衡很不利。在自然平衡时,不得不将火炮的尾部之战斗室向后移(这是很不理想的),或者增加炮尾质量。采用了防盾的火炮可使炮身炮口部分细一些,这样质心可稍后移。

(3) 要考虑摇架和各有关零件的强度,因为防盾增加了起落部分的质量和惯性力矩,因此计算摇架、炮框和高低机的强度时要考虑车辆运动时的附加惯性力和力矩的作用。

此外,防盾的尺寸应能在任何瞄准位置上都能保护住武器的各部分,防盾可以放在窗口外面(如 T-34),此时尺寸和质量较大。防盾可以小一些放在窗口内(如 59 式),此时与窗口间侧向有间隙而瞄准镜和并列机枪口则要在炮塔上开一长缝。

有些自行火炮除活动防盾外还有固定防盾,固定防盾用螺栓固定在车体前装甲板上,这样便于火炮由固定防盾窗口向前吊出。

防盾的质量一般较大,T-34 85mm 的质量为 350kg,T-54 100mm 的防盾质量为 220kg,Cy-100mm 的防盾质量为 470kg,有的大威力自行火炮的防盾质量能达一吨多。

三、反后坐装置的结构特点与布置

坦克和自行火炮由于战斗室空间的限制和工作条件的特殊,与一般地面火炮反后坐装置有下列几个主要不同点:

(1) 后坐长度较短(300mm~600mm),这样使得现代大威力的火炮后坐阻力增到几十吨。没有驻锄的自行火炮,考虑到射击时车体的位移和加速度对间接射击精度带来的影响,苏联沙姆钦科曾给出后坐阻力 R 不超过 $(0.75 \sim 0.8)Q$, Q 为车重。对于直接瞄准射击的坦克,则不受此限制。实践证明,在车体强度允许条件下有的坦克 R/Q 值可超过 1。一般后坐阻力 R 常比野战炮大 2 倍~3 倍,并为膛底火药气体最大作用合力的 $1/15 \sim 1/8$ 。这是由于作为炮架的坦克车体质量比野炮大,不致因此影响射击稳定性。

(2) 为了减少后坐阻力 R ,有的坦克炮采用了炮口制退器吸收后坐能量(能达 30%~60%),但由于它影响瞄准观察和搭载及随伴的步兵,多数坦克炮较少使用。此外,采取加重炮尾和利用筒后坐方式的反后坐装置连接座来增加后坐部分质量也能减小后坐阻力的数值。

(3) 反后坐装置的长度和直径较小。这样,在驻退机内的液体工作压力可达 29.42MPa,一般火炮仅为 7.35MPa~14.71MPa,复进机内的初压也较高

(5.57MPa~7.09MPa),液体量也较少。例如59式100mm高炮复进机液体量为15.9L,而59式100mm坦克炮仅为4.5L,气体压缩比达2.66。因此在向坦克炮复进机内注液需要特别注意,如果超过了标准是危险的,因为它使压缩比急剧地增加。因此驻退机和复进机筒的强度和刚度要有保证。

(4)一般坦克炮的驻退机不采用液量调节器,这样可减小长度,此外,也由于坦克炮一般不用于长时间射击,因此液体来得及冷却。设计时常用少灌0.2L~0.3L的液体(保留空间)的方法来考虑液体过热听增加的液体容积。

(5)在结构和布置上应考虑使反后坐装置的检查保养在战斗室中能较方便地进行,如采用液量气压指示器或用气瓶注液及检查液量等。

(6)后坐阻力随后坐行程的变化规律一般采用常数规律,即后坐阻力值在后坐时恒定不变。但实际上在后坐开始的一段阻力是时间的直线函数或正弦平方函数。采取后坐阻力为常数变化规律可使炮架所受的力较均匀而其最大数值较小。图1-2给出两种后坐阻力变化曲线,由图中可见曲线①为后坐阻力随行程 X 变化而改变的规律曲线,其最大值 R_{M1} ,比曲线②的最大值 R_{M2} 大。曲线②为 R 的变化规律是常数的曲线。

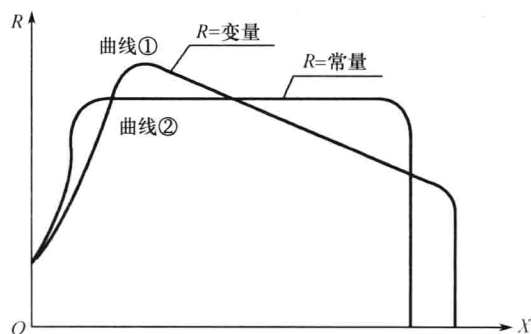


图1-2 后坐阻力 R 与后坐行程 x 的变化曲线

反后坐装置的布置:在坦克炮塔内,反后坐装置可以布置在火炮炮身的上方、两侧和下方,布置的原则是紧凑,保证火炮有足够的俯仰角度,不妨碍稳定器,并列机枪及瞄准镜的安装以及易于拆装检查如图1-3所示。

图中所示的布置方式,有布置在上方的,有布置在下方的,有布置在两侧的,见于某些自行火炮上。

还有一种“同心层”式反后坐装置,它把摇架兼作驻退筒,炮身圆柱部作为驻退杆。摇架内注有液体并有沟槽。复进机采用弹簧式套在炮身上。这样,摇架外径只比普通摇架大30mm~50mm,因此显得炮身很紧凑。后坐距离一般为300mm左右,发射时产生的不平衡力矩小,对稳定性有利。缺点是紧塞装置较

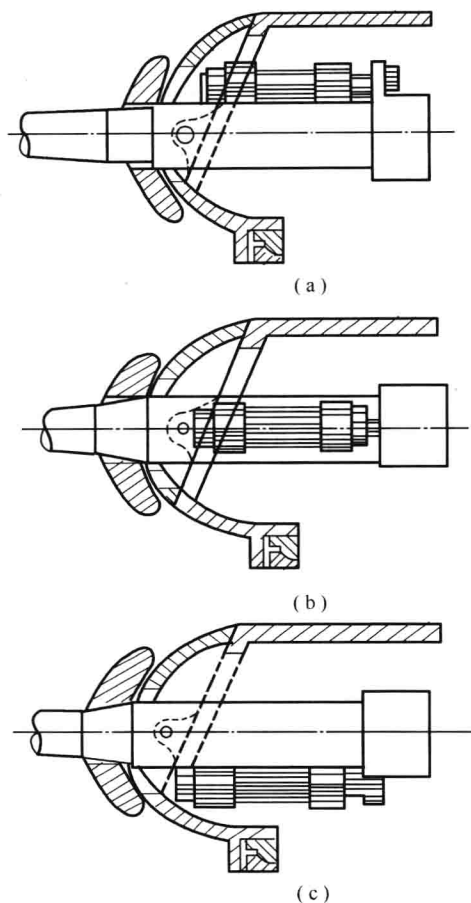


图 1-3 反后坐装置的布置方法
(a) 右炮身上面; (b) 左侧面; (c) 右炮身下方。

大,液体温升较快。

反后坐装置可以是筒后坐或杆后坐,筒后坐的固定较困难,但后坐部分质量较杆后坐的大 5% ~ 10%。

由于反后坐装置条件的限制,它的复进机液量和气压的检查及人工后坐只能在它的后部进行,其方法也与一般地炮稍有不同。

四、炮尾及防危板的活动半径

活动半径 R 指的是自耳轴中心至起落部分最远的一点的距离。这个半径应该愈小愈好,它决定于起落部分自耳轴以后的长度 l 高度 b 和宽度 a (图 1-4),即

$$R = \sqrt{l^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} \quad (\text{自行火炮})$$

$$R = \sqrt{l^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} \quad (\text{坦克})$$

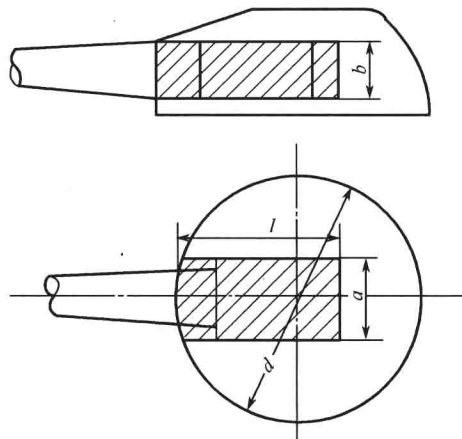


图 1-4 坦克炮后部在炮塔内的容积

火炮在炮塔内的紧凑性用 a 、 l 、 b 乘积来评价,它直接影响战斗室内的总体布置。

增加坦克炮口径、身管长度或加重防盾以及采用炮口制退器和抽气装置,都会增加起落部分耳轴后面的长度 l 。要把它放在有限尺寸的炮塔内,就必须将火炮向前移出或采用平衡机。

五、射击安全装置和药筒处理装置

1. 射击安全装置

为了防止火炮射击时炮身后坐伤害乘员,坦克炮均设有防危板和自动闭锁器。防危板由薄钢板或钢管加钢网构成,固定在摇架上。防危板的后端可以是抽动的也可以是折叠式的。

为了防止装填手装弹后手臂尚未离开危险区火炮就击发后坐而伤害乘员,坦克和自行火炮上安装了自动闭锁器。在火炮发射后,自动闭锁器即切断发射线路,只有当装填手再次装弹后,按下自动闭锁按钮,才能接通发射电路,这样就保证了装填手的安全。

有的火炮还安装了反后坐装置射击安全装置,当后坐长度超过规定范围或反后坐装置因漏液而破坏了工作性能以后能自动切断发射电路。

2. 药筒处理装置

发射后的药筒的处理对于坦克来说是一个问题,因为散落在底板上的药筒妨碍乘员动作,并且药筒内的残余火药气体使战斗室空气污染严重。对于小口径火炮可用帆布袋收集,对于中、大口径火炮则不好用袋子装了。有的坦克在底板上设置专门的药筒收集箱并有风扇排除其火药气体。有的坦克则在炮塔后方开有一专用的抛筒窗,可将药筒抛出炮塔。采用半可燃药筒和全可燃药筒可以大大减少这方面的矛盾,这是坦克炮弹药的发展趋势。

六、火炮的平衡

为了瞄准机操作轻便和稳定器工作顺利,对坦克炮提出了起落部分要平衡的要求,最好是整个火炮俯仰部分重心与耳轴中心重合以取得自然平衡。因此,在设计坦克炮时要仔细地安排炮身、防盾、炮口制退器、抽气装置、稳定器、瞄准镜、并列机枪、防危板以及其他部件的质量和位置,但往往由于坦克炮塔内空间小,使得火炮对耳轴来说存在不平衡力矩,因此,在过去常采用平衡机来解决此问题。平衡机有弹簧式或液体气压式的。平衡机的存在往往不能使火炮在任意射角下全部平衡,并由于行进间车体振动的影响,起落部分作俯仰运动,它的惯性力矩相当大,并且经常变换方向,降低了平衡机的效果。在某些情况下反而使瞄准困难并对瞄准机产生了引起损坏的附加力。

现代坦克炮在炮身上采用了补偿装置,如图 1-5 所示。因为起落部分重心在耳轴正下方,当火炮俯仰时产生了一个小的不平衡力矩,这时补偿装置的弹簧

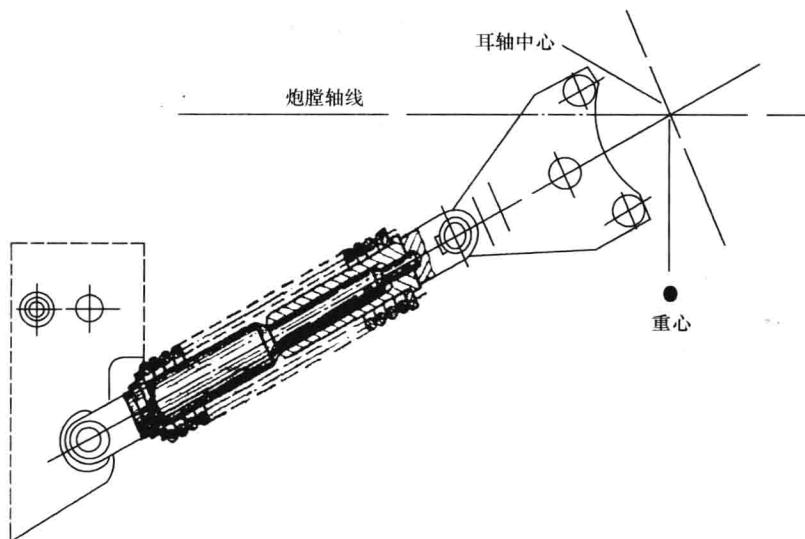


图 1-5 补偿装置

伸张或压缩用以补偿此不平衡力矩。它不但能补偿火炮在垂直面内的不平衡力矩,也能消除高低机的啮合间隙。

起落部分的质量平衡可以用在炮尾上或摇架后部加以配重来解决。前者由于后坐部分质量的增加而减小了后坐阻力。后者,配重仅仅是质量的补偿,但使炮尾部活动半径减小了。

在高低机上应用摩擦机构和不自锁传动来保证火炮受过载时(惯性力矩或扭矩)传动机构不至损坏。

对于方向上也要求整个炮塔对于回转中心要平衡,否则坦克侧倾时或振动时均使瞄准和稳定困难,但事实上往往不易做到,因此要求回转偏心距尽可能小。

七、坦克炮的发射延迟时间

从射手决定发射的时刻到弹丸离炮膛为止的那一段时间称为发射延迟时间(τ)。

发射延迟时间由下式表示:

$$\tau = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \tag{1-1}$$

式中: t_1 为射手延迟时间; t_2 为发射装置里的延迟时间; t_3 为击发机构的延迟时间; t_4 为膛内延迟时间。

当车体在行进间射击时,炮身以 ω 的角速度在纵平面(射面)内上下振动,此时它的射角 φ 由于 τ 的影响产生了射角偏差 $\Delta\varphi$,而

$$\Delta\varphi = \omega\tau \tag{1-2}$$

从实测中得出数值如表 1-1 所列。

表 1-1 发射延迟时间实测数值

发射装置 类 型	延迟时间的组成部分				发 射 延迟时间 τ /s	t_2/τ /%
	射 手 延迟时间 t_1 /s	发射装置 延迟时间 t_2 /s	击发机构 延迟时间 t_3 /s	膛 内 延迟时间 t_4 /s		
机 械 式	0.045	0.14	0.0055	0.014	0.205	68.5
电 磁 式	0.045	0.09	0.0055	0.014	0.155	58
电点火式	0.045	0.0055	0	0.014	0.065	8.5

如果车体在垂直面上以 $\omega = 3^\circ/\text{s}$ 的角速度振动,由于发射延迟时间 τ 而引起的射角变化量为

机械式： $\Delta\tau = 3 \times 0.205 = 0.615 \approx 10.3$ 密位

电磁式： $\Delta\tau = 3 \times 0.155 = 0.465 \approx 7.8$ 密位

电火点式： $\Delta\tau = 3 \times 0.065 = 0.195 \approx 3.3$ 密位

在 1000km 射距离上,上述射角变化能使弹丸飞行距离改变数百至上千米,这说明减少发射延迟时间 τ 对坦克炮来说是非常重要的。从表中也看出采用电点火发射装置的发射延迟时间最短,此外,采用火炮稳定器使 ω 值尽量减小,并掌握好发射时机,能使行进间车体振动对射击精度的影响减到最小。

八、炮膛吹洗、抽气和战斗室通风

在坦克战斗室中,由于火炮发射和发动机排气使空气严重污染,影响乘员工作甚至中毒。

在发动机隔离和坦克以 20km/h 速度运动的情况下,在战斗室内,由发动机排出的废气造成的 CO 的浓度大约是 0.03mg/L 空气。影响还不太大,因为战斗室内 CO 浓度容许的极限值是 0.15mg/L ~ 0.20mg/L 空气。

但是,在发动机不工作,战斗室不通风情况下,中口径坦克炮一分钟内发射 4 发炮时,战斗室 CO 浓度可达 0.84mg/L 空气,超过允许浓度 4 倍,其中 40% 来自抽出的药筒中残留的火药气体。

为了减低发射时战斗室内有害气体 CO 的含量和避免炮尾焰的产生,在坦克战斗室中采取了风扇通风和炮膛吹洗或抽气装置。

在一些重型坦克和海军炮塔内过去采用了用压缩空气在炮闩未打开以前或将开时向膛内吹洗。为此必须备有压缩空气机和高压气瓶及一系列控制装置,使战斗室内更加拥挤。

现代坦克炮在身管上采用了引射式抽气装置,利用火药气体自储气筒内向炮膛冲出的火药气流的引射作用,将膛内及战斗室的残余气体引射出炮口,这样简化了问题的解决。

抽出的药筒所残留的火药气体,采用战斗室风扇可以排出室外。有的车辆在底板上装有特制的箱子,药筒抽出后被引入箱中,箱盖自动关闭;箱内有特置的风扇可将火药残留气体排出去。有的坦克则有特制抛壳窗可将药筒抛出车外。

使用半可燃药筒和全可燃药筒后,残留药筒中的火药气体将大为减少。

保持战斗室、驾驶室的空气新鲜、无 CO 气体中毒现象,对保持和发扬乘员战斗力有很大关系。因此战斗室的通风效率,炮膛火药气体的引射作用必须保持在高水平上。