



“2110工程”三期重点建设教材

舰炮武器原理

石晨光 编著

JIANPAO WUQI YUANLI



国防工业出版社

National Defense Industry Press

舰炮武器原理

石晨光 编著

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书对现代舰炮武器的结构与原理进行了较为全面系统的阐述,提出了新的舰炮结构组成体系的理论表述形式。全书共八章,包括绪论、舰炮的结构与原理、弹药的结构与原理和舰炮的发展现状与展望四大部分,涵盖了舰炮的结构体系、自动机、炮架、扬弹系统、监视控制系统、炸药、炮弹以及舰炮武器的发展现状、发展需求与关键技术展望等内容。在着重研究结构原理和技术特点的基础上,对通用性的维护保养方法也进行了较系统的论述。

本书主要用于指挥与技术保障军官的岗位任职能力培训的教学使用。同时,也可以作为从事兵器研究、设计、试验的科技人员的参考用书以及院校工程类舰炮专业学员的参考或选修教材。

图书在版编目(CIP)数据

舰炮武器原理 / 石晨光编著. —北京: 国防工业出版社, 2014.9
ISBN 978-7-118-09819-8

I. ①舰… II. ①石… III. ①舰炮—理论 IV.
①TJ391

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 23590 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)
北京奥鑫印刷厂印刷
新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17 字数 390 千字
2014 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 55.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

舰炮是世界各国海军舰艇必备的武器装备,经过了近 700 年的发展,目前它已经是一种集机械、自动控制、光电和信息技术于一身的复杂的光机电一体化现代武器装备。为了满足现代化舰炮武器的教学和训练需求编写了此书。

全书总体指导思想是满足新课标的教学需要和反映现代舰炮武器发展的最新成果。在内容的组织上,以舰炮武器的基本理论为基础,融合现代舰炮武器的新理论、新技术和新结构,构建本书的知识体系,能较好地满足教学的需求。在结构体系的编排上,以单元知识的完整、界面清晰,整体上严谨、系统、连贯为原则,并以实现最佳的知识表达和传播为目标,综合现代舰炮的结构特征和火炮的发展历史,提出了现代火炮和现代舰炮结构组成体系的理论表述形式,较好地实现了对舰炮武器知识的组织和表达;在知识的阐释上,紧贴现代舰炮武器装备发展的实际,在着重论述结构原理和技术特点的基础上,针对任职的需要,采用理论联系实际的方法,对装备通用性的维护保养的原理、方法和规章也进行了较系统的论述,为技术指挥军官的第一任职需要提供直接的理论支持。

本书的编写工作启动于 2008 年,并于当年出版了《舰炮原理》讲义。以 2009 年新颁布的海军舰艇训练与考核大纲为指针,在讲义的基础上于 2009 年 10 月由学院出版了《舰炮武器原理》教材,该教材于 2011 年获海军级优秀教材三等奖,并作为新的海军舰艇训练和考核大纲配套的军官岗位合格培训基本教材,获得了海军统编训练教材的立项,于 2012 年由中国人民解放军海军出版。本书是在前三版的基础上修订而成的,主要是纠正了在近 7 年的教学使用过程中发现的问题,修改了部分插图;充实了近两年列装的新型舰炮武器所采用的新技术与原理。整个修订工作涉及文字约 60 千字,插图近 90 幅,新增内容约 18 千字,新增插图 20 余幅、表格 3 个。使全书的内容更加贴近部队装备发展的实际,实用性更强;知识体系得到了进一步优化,知识的阐述更加流畅,易读性更好。

在本书的编写过程中,作者所在教研室的全体同志、学院的教材专家审查组的专家和海军组织的教材审定会的与会代表对本书的有关内容进行了热烈的讨论,他们充满智慧的意见和建议给了作者很大的帮助和启发;黄景德博士给作者提供了丰富的弹药方面的资料;海军大连舰艇学院孙绪业博士、海军东海舰队楼国苗业务长、西安昆仑工业(集团)有限公司军品研究所欧阳雯研究员级高级工程师和张中华研究员级高级工程师分别对书稿的全部或部分章节进行了全面、认真、细致的审阅,并提出了许多宝贵的意见和建议;海军周海平业务长和海军大连舰艇学院王芳参谋给予了热情的支持和富有成效的帮助;还有徐明、闵建华、解维河同志以及 2008 级和 2012 级舰炮指挥专业的全体学员对本书也付出了辛勤的劳动。在此一并向所有为本书编写提供帮助的人们表示诚挚的谢意。

由于时间紧,加之作者的水平有限,书中的观点和内容难免存在错误和不足,希望广大读者批评指正。本人将真诚地听取意见和建议,并将其反映到后续修订版的教材之中,以提高教材的质量。

石晨光

2014 年 04 月 03 日

目 录

第一章 绪论	1
1.1 舰炮与舰炮武器	1
1.2 本书的主要内容	2
1.3 舰炮的功用与组成	2
1.3.1 舰炮的功用	2
1.3.2 舰炮的组成	3
1.4 主要战术技术指标	4
1.5 舰炮分类	7
1.5.1 口径	7
1.5.2 炮身长度	8
1.5.3 自动化程度	8
小结	9
思考与练习题	9
第二章 自动机	10
2.1 炮身	10
2.1.1 身管	10
2.1.2 炮尾	18
2.1.3 炮口装置	19
2.1.4 各部件之间的连接	21
2.2 炮闩	22
2.2.1 闭锁机构	22
2.2.2 击发机构	26
2.2.3 抽筒机构	28
2.2.4 开关机构	30
2.3 供输弹机构	35
2.3.1 供弹机构	35
2.3.2 输弹机构	43
2.4 发射控制机构与保险装置	45
2.4.1 发射控制机构	45
2.4.2 保险装置	46
2.5 反后坐装置	47
2.5.1 复进机	48

2.5.2 制退机与液量调节器	51
2.6 首发装填机构	56
2.6.1 炮身后坐式	57
2.6.2 自动开闭式	57
2.6.3 混合式首发装填机构	59
2.7 炮箱	59
2.7.1 炮箱的结构	59
2.7.2 炮箱与炮架的连接	60
2.8 自动机的类型与结构特点	60
2.8.1 后坐式自动机	60
2.8.2 导气式自动机	61
2.8.3 转膛式自动机	62
2.8.4 转管式自动机	63
2.8.5 浮动式自动机	65
2.8.6 链式自动机	66
2.9 自动机的维护保养	69
2.9.1 身管寿命	69
2.9.2 自动机的工作过程分析	79
2.9.3 主要保养内容	80
2.9.4 初速下降量的测量方法	84
小结	85
思考与练习题	85
第三章 炮架	87
3.1 摇架	88
3.2 俯仰支撑装置	88
3.3 旋回架	89
3.4 旋回支撑装置	91
3.5 固定基座	92
3.6 瞄准机	93
3.6.1 原动机	93
3.6.2 传动机构	94
3.6.3 动力输入转换机构	97
3.6.4 分析箱	97
3.7 航行固定器	99
3.8 极限角限制器	100
3.9 危险射界自动停射器	100
3.10 炮架的维护保养	101
3.10.1 影响瞄准的主要因素	101
3.10.2 维护与检查调整	101

小结	102
思考与练习题	102
第四章 扬弹系统	103
4.1 系统的组成	103
4.1.1 总体结构及工作模式	103
4.1.2 各个组成部分的功用及特点	104
4.2 系统的配置	104
4.2.1 三级配置系统	105
4.2.2 两级配置系统	105
4.2.3 一级配置系统	105
4.3 系统的分类与结构原理	105
4.3.1 弹链式扬弹系统	105
4.3.2 链条式扬弹系统	110
4.3.3 弹箱式扬弹系统	120
4.4 系统的维护保养	123
4.4.1 静态检查	123
4.4.2 动态检查	124
小结	124
思考与练习题	124
第五章 监视控制系统	125
5.1 瞄准随动系统	125
5.1.1 系统的功用与组成	125
5.1.2 系统各组成部分的基本结构与工作原理	126
5.1.3 系统的分类与基本工作原理	139
5.2 发射控制系统	143
5.2.1 传感器	143
5.2.2 动力执行机构	143
5.2.3 动力控制机构	144
5.2.4 控制电路	147
5.3 监控柜	149
5.3.1 控制柜体	149
5.3.2 控制面板	149
5.3.3 监视控制电路	151
5.4 系统的维护保养	152
5.4.1 外观	152
5.4.2 绝缘检查	152
5.4.3 通电检查	152
5.4.4 零位调整	152
5.4.5 安全性检查	154

小结.....	155
思考与练习题.....	155
第六章 炸药	156
6.1 炸药的能量特征量	156
6.2 炸药爆炸反应的特征	157
6.2.1 放热性	157
6.2.2 高速性	158
6.2.3 生成气体产物	158
6.3 爆炸反应的形式	158
6.3.1 燃烧	159
6.3.2 爆轰	160
6.4 引爆炸药的外能作用方式	161
6.4.1 热能	162
6.4.2 机械能	162
6.4.3 起爆能	162
6.5 炸药的性质	162
6.5.1 感度	162
6.5.2 安定性	165
6.5.3 威力和猛度	167
6.6 炸药的分类与用途	168
6.6.1 起爆药	169
6.6.2 猛性炸药	171
6.6.3 火药	178
6.6.4 烟火剂	190
6.7 膛压和初速的影响因素及修正量算法	193
6.7.1 火炮的发射过程	193
6.7.2 气体生成速率	194
6.7.3 影响气体生成速率的因素	196
6.7.4 最大膛压和初速变化的修正量计算方法	196
小结.....	199
思考与练习题.....	199
第七章 炮弹	201
7.1 弹丸.....	201
7.1.1 弹体	202
7.1.2 弹丸装药	204
7.2 发射装药.....	204
7.2.1 发射药	204
7.2.2 辅助元件	204

7.3	药筒和药包袋	206
7.3.1	药筒	207
7.3.2	药包袋	208
7.4	底火	209
7.4.1	击发底火	209
7.4.2	电发底火	210
7.4.3	底火使用注意事项	211
7.5	引信	211
7.5.1	引信的一般组成	211
7.5.2	引信的作用过程	214
7.5.3	引信的分类	215
7.5.4	榴-1 式引信	216
7.6	炮弹的分类及常用炮弹	219
7.6.1	炮弹的分类	219
7.6.2	常用炮弹	220
7.7	新型炮弹简介	231
7.7.1	AHEAD 弹药	231
7.7.2	弹道修正弹	231
7.7.3	末敏弹	233
7.7.4	末制导炮弹	234
7.8	炮弹标志	236
7.8.1	各种标志的含义	236
7.8.2	标注方法	238
7.9	弹药的日常与战斗管理	240
7.9.1	日常管理	240
7.9.2	战斗管理	243
	小结	244
	思考与练习题	244
第八章	舰炮的发展现状与展望	245
8.1	舰炮武器的发展现状	245
8.1.1	现役舰炮的主要口径序列	245
8.1.2	现役各种典型舰炮及战术技术性能	245
8.2	现代海战的特点及其对舰炮武器的需求	247
8.2.1	现代海战的特点	247
8.2.2	现代海战对舰炮武器发展的需求	248
8.3	现代舰炮武器发展展望	250
8.4	舰炮武器关键技术展望	251
8.4.1	增程技术	251

8.4.2 提高射速和控制发射技术	252
8.4.3 提高命中精度技术	253
8.4.4 轻量化和隐身技术	253
8.4.5 综合集成技术	254
8.4.6 勤务保障技术	254
8.4.7 学科的融合发展	255
小结	255
思考与练习题	255
附表 典型舰炮的战术技术性能	256
参考文献	261

第一章 绪 论

1.1 舰炮与舰炮武器

舰炮是火炮家族中的一员,是海军古老的传统型舰载武器。自 14 世纪装备海军舰艇以来,舰炮经过了近 700 年的发展,其结构形式和操作使用方法已经发生了巨大的变化。现代舰炮已不是经过简单的舰艇适应性改装、人工直接操作的纯机械式的火炮,而是在火炮的基础上,融合了扬弹系统和监视控制系统后形成的新型舰载武器装备。它集机械、自动控制、光电和信息技术于一身,在威力、准确性、快速反应能力、可靠性、维修性、适装性和自主作战等各方面的性能都得到了显著的提升。如小口径舰炮的射速已突破万发;中大口径舰炮已基本实现了扬供输弹的自动化,各种口径舰炮的重量显著降低、信息化水平显著提高,并进一步朝着轻量化、隐身化和智能化的方向发展。

弹药是舰炮最终完成其战术使命,达到杀伤、破坏等战术目的的功能单元。随着增程技术、末制导技术以及信息技术等在弹药领域里的应用,弹药得到了迅猛的发展。目前,中大口径弹药已实现了增程制导化,增程技术已使其射程突破 100km;各种新型弹药不断涌现,如脱壳穿甲弹、AHEAD 弹药、3P 弹、增程弹和末制导炮弹等已经进入了实用化阶段,具有高杀伤性能的各种灵巧型弹药还在不断发展。

弹药只有被火炮发射至预定的区域才能够实现它的杀伤作用。火炮为弹药而生,弹药通过火炮来实现它对目标的杀伤效应。舰炮与弹药两者相互依存、共同作用来完成它们的战术使命。同时,它们又互相促进。为了将炮弹迅速、准确地发射到更远的区域,人们研制新火炮,促进了火炮射程的增大、单位时间内发射炮弹数量的增多和射击准确性的提高,使火炮的作战范围又得到了拓展。火炮作战范围的拓展又导致各种新型弹种的出现,使火炮的作战能力又进一步加大。随着科学技术的进步,火炮的性能还将有突破性进展,新型舰炮将会出现。如电热化学炮、液体发射药火炮、随行装药火炮、串联发射火炮(金属风暴)、电磁炮和激光炮等,有的在不久的将来就可能正式加入战斗序列;非致命、软杀伤弹药的发展还将极大地扩展舰炮武器的作战能力。初速更高、射程更远、射速更快、威力更大、适装性和勤务性能更好的舰炮武器将会以崭新的面貌展现在未来的战场上。

舰炮武器是舰炮与弹药的统称,它包括舰炮与弹药两个部分。在现代舰艇上,舰炮已经不是孤立的、由操作者直接控制的弹药发射装置,而是一种以现代舰炮武器为基础,融合了目标指示装置、观测跟踪装置、火控设备、垂直捷联基准和训练保障设备等的舰炮武器系统。舰炮武器是舰炮武器系统的基础和核心,舰炮武器系统就是在这个基础上发展起来的。所以,舰炮武器结构原理知识不仅是舰炮武器装备研究开发、维修管理与保障的技术支撑,也是进一步学习与研究舰炮武器系统其他组成部分的基础。目前,舰炮武器系

统是世界各国海军舰艇必备的武器装备,也是常规兵器中的火力骨干。它与导弹等其他武器系统的融合构成了现代水面舰艇从水面到空中,远、中、近梯次搭配的进攻与防御火力系统。在未来的海战中,它仍将以其火力密度高、威力大、持续战斗时间长、全寿命周期总费用低等特点发挥新的作用。

1.2 本书的主要内容

装备的结构原理知识是开展装备维修、管理与保障的技术基础。本书是舰炮武器原理课程的配套基本教材,旨在为装备维修、管理和保障人员(装备技术指挥军官)提供开展装备维修、管理与保障所必备的舰炮武器知识。依据教学标准,舰炮武器原理课程包括舰炮的结构与原理和弹药的结构与原理两大部分的教学内容。依据课程的整体设计,本书将全部教学内容整合为八章,分为四个大的组成部分。

第一部分为绪论,主要介绍本书的编写宗旨,舰炮与舰炮武器的概念内涵及与舰炮武器系统间的关系,舰炮的组成、常用战术及指标、分类方法、发展现状及在未来海战中的作用和地位等,使读者对舰炮及其在未来海战中的作用和学习内容有一个初步的了解,为舰炮与弹药结构原理的学习打下基础。

第二部分为舰炮的结构与原理,安排在书中的第二至第五章。它们分别是自动机、炮架、扬弹系统和监视控制系统。每一章为舰炮组成的一个功能单元,从部件的功用为切入点,系统地阐释了它们的结构和工作原理。在此基础上讨论它们维护保养的要点。

第三部分为弹药的结构与原理,安排在书中的第六章和第七章。第六章论述的是炸药。以炸药的基本概念作为切入点,系统地阐释了炸药爆炸反应的形式、特征及影响爆炸反应的主要因素,炸药的主要性质及影响因素。在本章的第六节阐释了炸药的用途、分类方法和常用炸药,在本章的最后阐述了火药在火炮发射过程中的应用及影响火炮的最大膛压和初速的主要因素及修正量的计算方法。第七章论述的是炮弹。系统地阐释了炮弹的组成,各个组成部的功用、结构与工作原理。本章的第六节阐释了炮弹的分类方法及常用炮弹的性能特点与用途,第七节对新炮弹进行了简要的介绍。在本章的最后两节较为系统地介绍了弹药的识别方法与维护保养。

第四部分为舰炮的发展现状与展望,安排在第八章。主要阐释了舰炮武器的发展现状、未来海战对舰炮武器的需求及制约舰炮武器发展的关键技术,并从平台(舰炮)和弹药两个方面对舰炮武器的发展前景进行了展望。

1.3 舰炮的功用与组成

1.3.1 舰炮的功用

舰炮的功用是将舰艇弹药库内的炮弹发射至预定的地点,实现对目标的杀伤或达到特定的战术目的。

舰炮完成一次射击牵涉到炮弹的供给、发射、瞄准和过程控制等多个阶段。在现代舰炮中,炮弹的供给与发射已实现了连发自动化,并实现了瞄准跟踪的全自动。整个发射工

作过程都是在其控制系统的作用下遥控完成的。

1.3.2 舰炮的组成

现代舰炮主要由自动机、炮架、扬弹系统和监视控制系统四部分组成。

1. 自动机

自动机的功用是自动连续发射炮弹。它主要由炮身、炮闩、供输弹机构、发射机构与保险装置、反后坐装置与缓冲装置、首发炮弹的装填机构和炮箱等七部分组成。

当扬弹系统将炮弹扬送至自动机的进弹口后,它能自动完成供弹、输弹、关门、闭锁、击发和开锁、开门、抽筒等全部发射动作的自动化。击发后火药燃烧生成的火药气体对弹丸做功,使弹丸获得一定初速后飞离炮口。只要扬弹系统能够给自动机连续地提供炮弹,它能够自动完成重复装填和发射下一发炮弹的全部动作,连续地发射炮弹。

2. 炮架

现代舰炮炮架的基本功用是承受自动机和其自身的重量以及发射载荷,并赋予炮身一定的指向。同时还具有航行固定、极限角限制和危险射界自动停射等辅助功用。它主要由摇架、俯仰支撑装置、旋回架、旋回支撑装置、固定基座、瞄准机、航行固定器、极限角限制器和危险射界自动停射器等九部分组成。

炮架是瞄准跟踪的功能单元,它也是舰炮的一个基础性构件,一般设置有人力操作和遥控操作等多种接口,既可人力直接操作,也可在瞄准控制系统的控制下全自动工作。它已经是一个功能完整、结构独立的功能模块。

3. 扬弹系统

扬弹系统的功用是将其受弹口的炮弹连续有序传送至自动机的进弹口,为自动机的连续发射提供弹药支持。它一般由下扬弹机、应急弹药箱、上扬弹机、旋俯传递机构、供弹接口等五部分组成。

扬弹系统是弹药供给的功能单元,也是舰炮特有的组成部分之一,已经成为了现代舰炮必备的组成模块之一。从技术特点来看,同一口径类型的舰炮中,不同口径的舰炮可以采用同一结构类型的扬弹系统。这标志着扬弹系统已经发展成为了一个功能完整、结构独立的功能单元。但在更换弹种等方面还需要进一步深化研究。

4. 监视控制系统

监视控制系统的主要功用是监视自动机、炮架和扬弹系统主要部件的工作状态;控制自动机、炮架和扬弹系统的工作过程;控制火炮对目标进行跟踪和瞄准;组织舰炮内部各战位之间和舰炮与火控系统之间的通信联系。它主要由瞄准控制系统、发射控制系统、安全保护装置和监控台四大部分组成。

监视控制系统是实现舰炮的过程控制与遥控操作的功能单元,它将自动机、炮架和扬弹系统组成了一个有机的整体。在作战过程中,现代化舰炮操作者的主要任务是首发炮弹的装填等射击准备工作。通过监视控制系统使首发炮弹射击时的装填、扬弹、击发和瞄准等全部操作动作都实现了自动化和远程遥控操作控制。在正常的射击过程中,几乎不用人工干预就可完成预定的武器使用过程。

火炮是利用火药燃烧生成的火药气体来发射炮弹的管形火器,由炮身和炮架组成。如今,传统火炮中承担发射功能的炮身已经演变成了具有连续发射功能的自动机,炮架已

经演变成了具有遥控操作接口的多功能炮架。因此,依据火炮的定义,自动机和炮架的组合就是火炮发展到高级阶段的结构形式——现代火炮。

基于火炮这一概念也可将现代舰炮的结构组成表述为:现代舰炮由火炮、扬弹系统和监视控制系统三大部分组成。这种定义方法较好地实现了舰炮这一个概念的历史性和现实性的统一。

1.4 主要战术技术指标

装备的战术技术指标是其用途、威力、性能的一种度量和表示,是作战使用和维护保障工作的依据。对于舰炮的作战使用部门,牵涉到舰炮的作战使用和维护保障的战术技术指标主要有初速、射程、射速、精度、快速反应能力、破坏性、可靠性和维修性等。

1. 初速

初速一般指弹丸离开炮口时的瞬间速度,一般以符号 V_0 表示。

初速大,弹丸就能够获得较大的射程与射高,并且其对目标的侵彻能力也强,破坏力也大。另外,增大初速还能够缩短炮口至目标之间的飞行时间,提高对活动目标射击时的准确性。

影响初速大小的因素很多,从火炮结构的角度讲,主要有内弹道装填条件和身管的长度等。装填条件指的是发射药的数量、性质、形状、弹丸重量和装填密度等。

发射装药的装填密度增加,弹丸的初速增加;身管长,则火药气体对弹丸做功的时间长,弹丸的初速大。

目前中大口径舰炮的初速,大都在 $800 \sim 1000\text{m/s}$ 范围内,小口径舰炮的初速大都在 1000m/s 以上。资料显示,目前国际上初速最高的是瑞士“海上卫士”近程反导武器系统中配备的四管 25mm 舰炮,其初速达到了 1470m/s 。

2. 射程与射高

舰炮所能射击的最大水平距离,叫作最大射程;所能射击的最大垂直高度,叫作最大射高。最大射高约为最大射程的 $2/3 \sim 3/4$ 。而保证具有较高准确性的水平射击距离(或高度),叫作有效射程(或射高)。有效射程(或射高)约为最大射程(或射高)的 $1/2 \sim 2/3$ 。射程远,在战术上可以做到先敌开火;在与目标从接近到脱离的过程中,能够射击的时间长,可以增加射弹命中数。

最大射程和射高,主要决定于弹丸的炮口动能和弹形。弹丸的炮口动能大,在空气阻力一定的情况下,弹丸可飞行更远的距离;弹形好,弹丸的飞行阻力小,在同样的距离上消耗的阻力功小。也就是说在同样炮口动能的情况下,弹形好的炮弹可以飞行更远的距离和高度。

火炮的射程与口径密切相关,一般射程随着口径的增大而增大。如意大利单管 76mm 舰炮的最大射程为 16300m ,美国 MK45 型单管 127mm 舰炮的最大射程为 23720m ,俄制 130mm 舰炮的最大射程达到了 29500m 。

3. 射速

射速指的是火炮在单位时间内能够发射的炮弹数,一般用符号 n 表示。在实际使用过程中,射速可分为理论射速、实际射速和极限射速。

理论射速是指在不考虑外界条件的影响下,自动机在单位时间内可能发射的弹数(即自动机工作的循环次数)。可见,理论射速取决于自动机工作循环时间。在自动连续发射时,相继的两次击发(或其他动作)间的工作过程称为自动机的一个工作循环,其延续时间(即一个周期)称为自动机循环时间。若用符号“ T ”采用“秒”为单位来表示这个循环时间,则理论射速为 $n = 60/T$ (rds/min)。

理论射速是自动机的一个主要特征数。理论射速的大小主要取决于火炮的口径、炮弹的尺寸和重量。自动机及其各机构的作用原理和构造,对理论射速也有很大影响。

实际射速是指把瞄准、修正瞄准、重新装填(扬弹、供弹、输弹)以及更换或冷却身管所需时间考虑在内时,火炮在单位时间内所能发射的弹数。由此可见,实际射速和理论射速不同,它是考虑到战斗使用时各种条件的特征数。

极限射速(发射速度规定)是指在一定时间内持续射击,在不损害火炮技术性能条件下,所允许发射的最大弹数。速射火炮的极限射速一般是根据持续射击时身管温升情况确定的。通常限制身管的最高温度,对小口径火炮为 $400 \sim 450^{\circ}\text{C}$,对中口径加农炮为 350°C (一般测量身管口部外表面)。这样可以避免身管材料的机械性能降低太多,炮膛烧蚀和磨损太快的现象。

极限射速是火炮持续作战能力的特征数,是对其持续作战能力的度量。也就是说火炮并不能总是按照标准的射速持续进行射击,而是连续发射一定的炮弹数后,必须停下来冷却一定的时间后才能够继续进行射击。如某型小口径舰炮,以它的射速只能连续射击 70rds(约 11s);再如另一种型号的小口径高射炮,在 10s 内可以射击 30rds,40s 内可以射击 70rds,而在 5min 内最多只能发射 200rds,而它的实际射速为 $80 \sim 100\text{rds/min}$ 。显然,在长时间射击时,其极限射速明显低于实际射速。

射速是一个重要的火炮威力指标。射速大意味着可以在单位时间内发射更多的弹丸,从而提高打击的威力和杀伤的效果。打击快速活动目标时,由于射击时间很短,提高舰炮射速就具有更重要的意义。极限射速大,说明火炮的持续作战能力强。

目前,采用身管后坐式自动机的小口径舰炮的每管射速大多在 $200 \sim 1000\text{rds/min}$;采用转管式自动机的小口径舰炮每座的最大射速已突破 9000rds/min ,并且还在进一步发展。

4. 精度

精度是指弹丸对预定弹着点散布的密集程度,也就是弹丸散布范围的大小。高的精度是实现射击目的的基本条件。精度好,打得准,毁伤目标才有可能;对于现代化舰炮来讲,它是一个综合指标,主要受弹丸、火炮和瞄准控制系统等三方面因素的影响和制约。一般情况下,制造水平高,散布就小,命中精度就高。

现代舰炮通常以瞄准控制系统控制火炮对某一固定目标射击时的射弹散布的公算偏差来表示其精度,它综合了瞄准控制、弹丸与火炮等多种因素。对于小口径舰炮,一般用 200m 立靶的方向和高低的公算偏差来衡量。如意大利“达多”近程反导武器系统中配备的双管 40mm 舰炮的精度为 1mrad ;对于中大口径舰炮,一般用在某一射击距离上的距离散布和方位散布来衡量。现代加榴炮使用普通炮弹射击时,其距离概率误差(中间误差)约为射程的 $1/400 \sim 1/200$ 。

瞄准控制系统本身的精度用在协调状态下的系统的输入量和炮架的实际位置之间的

偏差值来衡量。它又可分为静态、等速跟踪、正弦跟踪和正弦射击等四种。如某型小口径舰炮瞄准控制系统的静态、等速、正弦和射击时的精度分别为1、2、4和8密位。

常用的精度单位有m、密位和mrad。密位和毫弧都是角度单位,1密位为 $1/6000$ 圆周,1mrad为 $1/(2000\pi)$ 圆周。密位与mrad的换算关系是:1密位 ≈ 1.04719755 mrad。

5. 快速反应能力

快速反应能力有两个层面上的涵义。一是全系统的快速反应能力,二是舰炮本身的快速反应能力。本书中讨论的就是舰炮本身的快速反应能力。

舰炮的快速反应能力是指从接受作战准备命令开始至完成首发炮弹的装填和舰炮调舷的迅速程度。它主要受舰炮供弹系统的自动化程度、首发炮弹的装填方式和瞄准控制系统的启动速度、瞄准跟踪速度以及加速度的影响。对于实现了自动化供弹、并配有首发自动装填装置和瞄准控制系统的现代舰炮,由于装弹和调舷的动作是可以重叠的,其迅速程度基本上取决于装弹和调舷中较慢的一个动作过程。如某型小口径舰炮瞄准控制系统的方位瞄准速度和加速度分别为 $100^\circ/\text{s}$ 和 $140^\circ/\text{s}^2$,完成方位 90° 大角度调舷的时间约为1.8s。

舰炮的快速反应能力强有利于抓住战机,争取更多的打击时间。

6. 弹种更换能力

随着科学技术的发展,炮弹的种类越来越多,性能也越来越先进。一种类型的舰炮配备多种类型炮弹是舰炮的发展趋势之一。根据打击目标的变化,及时迅速地更换弹种是对现代舰炮发展的基本要求。

弹种更换能力是指从发出弹种更换指令开始至首发指定的弹种被发射出去为止所用的时间。这个时间越短表示弹种的更换能力越强。

弹种更换能力主要取决于扬弹系统的结构形式和扬供弹路线的长度。在结构形式一定的情况下,扬供弹路线越长,实现弹种的快速更换就越困难。

7. 破坏性

破坏性主要是指弹丸对目标的毁伤程度。它包括弹丸对目标的穿彻作用、爆破作用和杀伤作用。弹丸的破坏性越大,作战效率越高。

弹丸的破坏性主要取决于舰炮的口径和作战时弹种的正确选用。口径大,弹丸的重量、体积和装药量都大,穿彻和爆破能力强,杀伤范围大。在作战时,对有钢甲防护的目标,应选用穿甲弹,以弹丸的坚固性和强大的动能穿透钢甲,并破坏其内部;对钢筋混凝土工事,应选用爆破弹,充分利用炸药的爆炸作用来摧毁目标;对舱面有生力量和脆弱目标,应选用杀伤弹,用弹丸爆炸时产生的大量碎片,杀伤目标。

一般穿甲弹所能穿彻的钢甲厚度,约为口径的0.5~1.5倍,射击距离越近,穿透厚度越大。爆破弹所能炸毁的水泥工事厚度约为口径的5~8倍。杀伤弹所能杀伤人员的有效半径约为口径的300~500倍。

8. 可靠性

从产品应用的角度,可靠性可分为固有可靠性和使用可靠性。在这里说的是使用可靠性。它可认为是综合考虑了舰炮设计、制造、安装、环境、使用维修等环节中的可靠性因素,用于衡量舰炮在一定环境中使用的可靠性水平。通常用平均故障间隔时间来衡量。由于舰炮结构的特殊性,监视控制系统的可靠性用平均故障间隔时间度量,表示符号MT-