

舰炮 保障性试验与评价



主 编 黄士亮
副主编 齐亚峰



国防工业出版社
National Defense Industry Press

舰炮保障性试验与评价

主 编 黄士亮

副主编 齐亚峰

编著者 (按姓氏笔画排序)

田福庆 史 强 齐亚峰

李本任 李志刚 吴军波

张振东 秦东兴 黄士亮

蔡永涛

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书在简要介绍保障性及保障性试验的概念、发展及保障性试验目的、类型、试验时机及试验管理、舰炮保障性度量等内容的基础上,详细介绍了舰炮可靠性试验、维修性试验、测试性试验、安全性试验、保障资源试验等舰炮保障性设计特性和保障资源试验方案、试验方法及评价方法;从舰炮战备完好性评估、舰炮效能分析评估、舰炮寿命周期费用分析评估、舰炮费用-效能分析评估等四个方面介绍了舰炮保障性综合评估方法。

本书可供从事舰炮论证、研制、试验、教学等工作的人员使用,也可供相关专业高校学生使用。

图书在版编目(CIP)数据

舰炮保障性试验与评价/黄士亮主编. —北京:国防工业出版社,2014.5

ISBN 978-7-118-09389-6

I. ①舰... II. ①黄... III. ①舰炮-武器试验②舰炮-评价 IV. ①TJ391

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 075548 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 11 $\frac{3}{4}$ 字数 261 千字

2014 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—1500 册 定价 36.00 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

序 言

装备的保障性是装备快速形成并保持战斗力的重要因素。世界先进国家早在 20 世纪 60 年代就开始重视并系统地研究装备保障性问题,已经形成了完备的规范和体系。国内装备保障性研究工作虽起步较晚,但已日益得到高度重视,并在保障性理论研究和工程实践方面不断走向深入。

装备保障性反映了装备的保障性设计和保障资源计划满足平时战备和战时使用要求的能力,它直接影响装备执行任务的能力。装备保障性要求在论证时提出,在研制中赋予,在试验中验证,在使用中评价。保障性试验与评价是装备研制的重要程序,是验证装备保障性的重要步骤,是查找装备保障性薄弱环节、完善保障性的必要工作。

作战的需求赋予新型舰炮多样化的使命任务;大量新技术的应用,极大地提高了新型舰炮的性能。同时,舰炮结构复杂,是集机、电、液、光等多学科技术于一体的综合体,装备保障难度增大,迫切需要从理论和工程技术角度来指导解决验收与评价工作中所面临的问题。

本书在系统梳理保障性要求的基础上,对舰炮保障性试验理论和方法进行论述。从试验条件、保障性要求到统计验证方案及评价方法;从保障设计特性、保障资源到舰炮保障性综合评估,内容系统、详实、全面、可操作性强。多年来我们在装备保障性试验实践方面缺少系统的理论指导,本书的编写必将加强保障性试验理论的创新和发展,促进舰炮武器保障性工作的扎实开展。

作者长期从事舰炮试验与鉴定工作,在实践中积累了较丰富的经验。本书是作者在舰炮保障性试验与评价理论方面积极探索和总结的结晶,希望会对读者有所帮助。

装备保障性工作在型号研制中已经起步,但各行业发展不平衡,管理体制还需完善。加强保障性试验理论研究,必将促进装备研制过程中保障性工作的扎实开展,进而有利于装备保障性试验理论研究和实践。因此,希望装备管理部门、论证单位、研制单位与试验鉴定单位共同协作,加强沟通,勇于创新,积极探索,为部队提供顶用、适用、好用的武器装备。

邱志明

前 言

随着军事装备高科技的发展,新型舰炮武器的技术含量越来越高,体系结构越来越复杂,呈现出信息化、模块化、智能化的发展趋势,新型舰炮不仅具有打击海上、岸上目标的能力,还担负着近程防御的使命任务,因此,新型舰炮具有射速快、精度高、射程远的特点。舰炮性能的提高和结构的复杂以及使命任务的多样性,对舰炮保障提出了较高的要求,如何加强对新型舰炮进行保障性的综合试验与评价,保证装备在具有高性能的同时,又易于部队使用过程中的保障,降低寿命周期费用,在服役期间充分发挥装备的作战效能,是试验鉴定阶段担负的重要职责和任务。深入研究舰炮保障性试验理论和方法是一项基础工作,是完成好新型舰炮保障性试验与评价的理论支撑。

目前,舰炮保障性工作还处于起步阶段,作者从行业发展需求出发,率先研究了舰炮保障性试验与评价理论,这部专著的出版必将促进新型舰炮保障性工作的扎实发展,进一步完善和规范舰炮保障性试验与评价内容,对加强舰炮保障性试验与评价理论的创新及促进战斗力的生成具有重要意义。

全书共分七章,第一章舰炮保障性试验与评价概述,介绍了舰炮保障性发展,试验与评价的目的、类型、内容、时机、管理及舰炮保障性的度量;第二章舰炮可靠性试验与评价,介绍了舰炮可靠性鉴定试验方案、验收试验方案及评价方法;第三章舰炮维修性试验与评价,介绍了舰炮维修性试验与评估程序、试验准备内容、试验计划制定、人员培训、试验方案和实施方法;第四章舰炮测试性试验与评价,介绍了舰炮测试性统计验证试验方案及测试性评价;第五章舰炮安全性试验与评价,介绍了安全性、生存性、人素工程等试验与评价内容;第六章舰炮保障资源试验与评价,介绍了人力和人员、供应保障、保障设备、训练保障、技术资料、计算机资源等保障资源试验与评价的内容;第七章舰炮保障性综合评估,介绍了舰炮使用性、战备完好性等舰炮保障性综合指标的评估方法。全书从舰炮保障性发展、指标体系的建立出发,全面论述了舰炮保障性设计特性和保障资源的试验理论和方法,内容全面、详实,具有可操作性,对舰炮保障性试验鉴定具有很强指导作用,对其他装备保障性试验与评价具有重要参考价值。

第一、二、六章由黄士亮、张振东、秦东兴编写,第三章由李志刚、李本任编写,第四章

由齐亚峰、吴军波编写,第五章由史强、蔡永涛编写,第七章由黄士亮、田福庆编写,全书由黄士亮统稿。孙朝江、郑文荣同志对全书进行了校对。

邱志明同志为本书作序,给予了很多期望。汪德虎教授对全书进行了审阅,提出了宝贵的意见。本书在编写过程中参考了很多专家、教授的著作、文献,在此表示忠心感谢。

由于作者学识有限和时间仓促,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请广大同行、读者及时给予指正。

作者

目 录

第一章 舰炮保障性试验与评价概述	1
第一节 舰炮概述	1
一、舰炮使命任务	1
二、舰炮结构特点概述	2
三、舰炮保障性特点	7
第二节 舰炮保障性发展	8
一、国内外装备保障性发展	8
二、保障性及保障性试验	9
三、舰炮保障性试验与评价的目的	10
四、舰炮保障性试验与评价的类型和内容	11
五、保障性试验与评价的时机	12
六、保障性试验与评价的管理	13
第三节 舰炮保障性的度量	13
一、保障性定量要求	14
二、保障性定性要求	18
第二章 舰炮可靠性试验与评价	20
第一节 概述	20
一、可靠性试验定义和分类	20
二、可靠性试验时机及要求	21
三、试验前应明确的事项	23
第二节 舰炮可靠性试验大纲及试验报告	28
一、可靠性试验大纲	29
二、可靠性试验结果分析报告	31
第三节 舰炮可靠性鉴定试验方案	32
一、指数寿命型可靠性鉴定试验方案	32
二、二项型可靠性鉴定试验方案	42
第四节 舰炮可靠性验收试验方案	45
一、二项型抽样检验方案	46
二、GJB 179 计数抽样检验方案	46
三、小批量方案(超几何分布)	47

第五节 舰炮可靠性定量与定性评价	48
一、舰炮可靠性鉴定试验定量评价	48
二、舰炮可靠性验收试验定量评价	50
三、舰炮可靠性定性要求与评价	50
第三章 舰炮维修性试验与评价	52
第一节 概述	52
一、舰炮维修性定义	52
二、舰炮维修性要求	52
三、常用的维修时间统计分布	56
四、舰炮维修性试验与评价程序	58
第二节 舰炮维修性验证试验准备	59
一、制定维修性试验与评定计划	59
二、选择试验方法	60
三、确定受试品	61
四、培训试验人员	61
五、确定和准备试验环境及保障资源	61
第三节 舰炮维修性统计验证试验方案和实施办法	61
一、统计验证试验方案设计	61
二、舰炮维修性试验实施办法	67
三、收集、分析与处理维修性数据	69
四、舰炮维修性评价	71
五、舰炮维修性试验案例	73
第四章 舰炮测试性试验与评价	77
第一节 概述	77
一、舰炮测试性定义及验证试验内容	77
二、舰炮测试性试验目的	78
三、舰炮测试性定量要求和定性要求	79
四、舰炮测试性试验与评价程序	79
五、试验一般要求	80
六、测试性验证试验技术文书	80
第二节 舰炮测试性验证试验方案	81
一、舰炮故障检测率、隔离率验证试验方案	81
二、舰炮虚警评估验证方案	88
第三节 舰炮测试性验证试验的实施	90
一、验证试验程序	90
二、设计验证试验方案	91
三、故障样本的分配	91

四、故障模式库建立及故障注入	91
五、试验数据记录	94
第四节 舰炮测试性评价	95
一、舰炮测试性分析评价	95
二、舰炮测试性验证试验结果评价	96
三、舰炮测试性使用评价	96
第五章 舰炮安全性试验与评价	101
第一节 概述	101
一、概念与定义	101
二、舰炮安全性度量	102
三、舰炮安全性定性要求和定量要求	104
第二节 舰炮安全性试验方法	106
一、试验要求	107
二、试验安全区域确定	107
三、试验项目及方法	108
第三节 舰炮安全性评价	114
第六章 舰炮保障资源试验与评价	119
第一节 概述	119
一、舰炮保障资源试验目的和试验类型	119
二、舰炮保障资源试验步骤	119
三、舰炮保障资源试验项目	120
四、舰炮保障资源评价内容	121
第二节 人力和人员试验与评价	121
一、人力和人员定性要求和定量要求	122
二、舰炮人力和人员试验项目及方法	122
三、舰炮人力和人员评价	123
第三节 供应保障试验与评价	123
一、供应保障定性要求和定量要求	123
二、舰炮供应保障试验项目及方法	123
三、舰炮供应保障评价	124
第四节 保障设备试验与评价	125
一、保障设备定性要求和定量要求	126
二、舰炮保障设备试验项目及方法	126
三、舰炮保障设备评价	127
第五节 训练保障试验与评价	127
一、训练保障定性要求和定量要求	127
二、舰炮训练保障试验项目及方法	128

三、舰炮训练保障评价	128
第六节 技术资料适用性试验与评价	129
一、技术资料定性要求和定量要求	129
二、舰炮技术资料试验项目及方法	129
三、舰炮技术资料评价	130
第七节 计算机资源试验与评价	132
一、计算机资源保障定性要求和定量要求	133
二、舰炮计算机资源保障试验项目及方法	133
三、舰炮计算机资源保障评价	133
第八节 保障设施试验与评价	134
一、保障设施定性要求和定量要求	134
二、舰炮保障设施试验项目及方法	134
三、舰炮保障设施评价	135
第九节 包装、装卸、储存和运输保障试验与评价	135
一、包装、装卸、储存和运输保障定性要求和定量要求	135
二、舰炮包装、装卸、储存和运输保障试验项目及方法	136
三、舰炮包装、装卸、储存和运输保障评价	136
第七章 舰炮保障性综合评估	137
第一节 概述	137
一、保障性评估目的及内容	137
二、装备在编时间的划分	138
三、保障性综合评估的内容	139
四、舰炮保障性综合评估时机	141
第二节 舰炮战备完好性评估模型	141
一、舰炮可用度	141
二、使用可靠性维修性	142
三、舰炮保障资源	143
四、保障系统能力	144
五、舰炮安全性	144
第三节 舰炮效能分析评估	144
一、舰炮效能概念及分类	144
二、效能的度量方法	145
三、舰炮效能分析评估	145
第四节 舰炮寿命周期费用分析评估	149
一、寿命周期费用	149
二、费用估算方法	151
三、各阶段费用估算	153
第五节 舰炮费用—效能分析	153

一、舰炮费用—效能分析的概念	154
二、费用—效能分析的作用	154
三、舰炮费用—效能分析的主要内容	155
四、舰炮费用—效能分析程序	156
附录一 χ^2 分布分位数表	159
附录二 Γ 分布分位数表	161
附录三 一次抽样检验表	166
附录四 测试性试验数据用表	169
参考文献	175

第一章 舰炮保障性试验与评价概述

保障性试验与评价是一门新兴学科，在各类装备中都有不同程度的应用。随着高新技术在新型舰炮武器中的广泛应用，舰炮复杂程度不断提高，舰炮保障性成为直接影响舰炮武器战斗力生成的重要因素，因此必须运用装备保障性系统工程的理论、方法和技术提高舰炮武器保障性。同时保障性的优劣需要验证，如何检验舰炮保障设计特性和规划的保障资源是否满足部队平时战备和战时使用要求，查找薄弱环节，采取纠正措施，是舰炮保障性试验与评价研究的主要任务。本书主要介绍舰炮定型阶段的保障性试验与评价的理论和方法。

第一节 舰炮概述

19 世纪以前舰炮作为独立作战单元，是海上作战的主要武器之一，20 世纪初舰炮成为舰炮武器系统的重要组成部分，主要承担跟踪瞄准、供弹、输弹、压弹、发射等任务。按照口径大小舰炮分为大口径舰炮($>100\text{mm}$)、中口径舰炮($100\text{mm}\sim 60\text{mm}$)、小口径舰炮($<60\text{mm}$)。按照舰炮功能可分为进攻打击型舰炮(对海对岸舰炮、空中打击舰炮)、近程防御(反导)型舰炮。

舰炮一般主要由供弹系统、发射系统、炮架、引信测合机、随动系统、舰炮监控系统、辅助系统等组成。各型舰炮在结构组成上有较大差别，特别是中大口径舰炮与小口径舰炮差别更为明显。中大口径舰炮发射系统主要由输弹机、压弹机、炮尾及炮尾上的发射部件等组成，供弹系统组成有拨盘式、链条式、链条弹鼓式等；小口径舰炮发射系统主要由进弹机、拨弹轮、压弹轮、自动机等组成，供弹系统常用的有弹链式、弹鼓式等。本节简要介绍舰炮使命任务、结构组成及特点等相关内容。

一、舰炮使命任务

舰炮口径、射程、射速、精度、可靠性是舰炮重要的战术技术性能，不同的使命任务对舰炮的战术技术指标有着不同的要求；反之，不同战术技术性的舰炮担负着不同的使命任务。根据战术技术性能舰炮的使命任务主要有：

1. 大口径舰炮的使命任务

- (1) 有效打击海上各种目标，包括各型水面舰艇；
- (2) 有效打击岸上目标，对抢滩登陆作战提供火力支援；
- (3) 兼顾防空反导。

2. 中口径舰炮的使命任务

- (1) 有效打击海上中小型水面舰艇；

(2) 有效打击岸上目标, 对抢滩登陆作战提供火力支援;

(3) 有效打击来袭的固定翼飞机;

(4) 兼顾反导。

3. 小口径舰炮的使命任务(射速小于 1000 发/min, 不含近程反导舰炮)

(1) 有效打击海上小型水面舰艇、漂雷及有生力量;

(2) 有效打击岸上目标及有生力量;

(3) 对抢滩登陆提供一定的火力支援。

4. 近程防御(反导)舰炮的使命任务

(1) 有效拦截反舰导弹;

(2) 有效打击海上小型水面舰艇、漂雷及有生力量;

(3) 有效打击来袭的固定翼飞机。

二、舰炮结构特点概述

1. 世界主要中大口径舰炮

1) 美国 MK45 型 127mm 舰炮

MK45 型 127mm 舰炮是美国海军大中型水面舰艇上的标准装备。研制成功的 MK45 型舰炮重量 22.5t, 射速 20 发/min, 配备多种弹药, 作战性能有了极大提高, 如高性能炮弹、增程制导炮弹、子母炮弹等。该型舰炮主要由发射系统、供弹系统、电气控制系统和液压系统组成。

(1) 发射系统。

发射系统位于甲板以上的炮塔内, 用于完成炮弹的自动发射。主要由炮身、滑板构件、上部蓄压系统、制退机、复进机、摇架等部件组成。

滑板构件是完成射击的主要部件, 包括炮闩、后膛机构、摇架等部件。楔式炮闩上下运动。滑板构件接收摆弹臂摆上来的炮弹, 并负责输弹入膛。带液压式活塞驱动联动装置的后膛机构, 为开关炮闩和抽筒提供动力。

摇架安装有发射系统的主部件, 通过炮耳轴与炮架连接, 负责完成高低瞄准。

(2) 供弹系统。

供弹系统负责为发射系统提供炮弹, 由两部下扬弹机、弹鼓、引信测合机、上扬弹机、摆弹臂及下部蓄压系统等部分组成。

供弹系统完成将弹药从弹药库输送至炮塔内供弹位置的全过程。有一个装填弹鼓, 可储存 20 发炮弹。供弹时, 由弹药库的装弹手将分装式的弹丸和药筒从下扬弹机的两个装填口放入后自动上扬至弹鼓内, 再由引信测合机装定引信, 然后进入上扬弹机直至提升到炮塔内, 转送给摆弹臂, 当摆弹臂摆至与炮管平行位置时, 炮弹便由输弹器推入膛内。

(3) 炮架、炮塔及转台。

炮架支承着炮耳轴上部的摇架部分(包括摇架内的炮尾、炮身, 摇架上的蓄压系统、滑板系统等)和炮塔等上部主要结构, 它配有炮座圆环、瞄准和射击用的动力驱动装置。

密封炮塔由玻璃纤维材料制成, 具有重量轻、防水、防冻、抗高温、耐腐蚀以及抗导弹发射冲击波压力等特点。炮塔上装防护罩门、系统通风装置、液压集油箱和缓冲减

震装置。

转台是整个上部结构的底座，并用作方向瞄准和安装大型瞄准齿圈的固定部件。MK45 型 127mm 舰炮没有水冷却装置，但有吹气系统，发射后开闭的瞬间将膛内的火药残渣从炮口处吹出。

(4) 控制系统。

在甲板下的舱室里装有 EP1 配电柜、EP2 火炮操纵台和 EP3 显示器。

2) 法国紧凑型 100mm 舰炮

紧凑型 100mm 舰炮由法国克勒索—洛瓦尔公司在 1978 年推出，是法国海军大中型舰艇不可缺少的武器装备，可以完成对舰作战、对空防御和对岸火力支援等多种使命任务。具有重量轻、发射率高、精度高、结构紧凑等特点，发射率达到 90 发/min，立靶精度小于 1mrad，备弹量超过 100 发，虽经多次改进，但依然存在着很多不完善的地方，比如结构复杂、可靠性不高等。

法国紧凑型 100mm 舰炮主要由发射系统(含俯仰部分)、炮塔供弹系统、扬弹机、补弹系统、炮架、防护装置、引信测合系统、瞄准传动机构、瞄准随动系统、弹药控制系统、液压系统及辅助系统等部分组成。全炮采用计算机控制，具有三型弹药识别和自动更换弹种的功能。

(1) 发射系统。

发射系统负责按照时序和发射逻辑要求，自动逐发地发射弹药。

发射系统装在炮塔内，通过耳轴装在摇架上，由炮身、炮尾(安装有炮闩、开关门机构、击发机构)、驻退复进机、压弹机、输弹机等组成，射击过程中主要完成输弹、压弹、关门、击发、后坐、开门、抽筒、复进等机构动作。炮身上装有内、外冷却装置，在进行身管外冷却的同时，每发射一发炮弹后还要对内膛进行喷水气冷却和膛内残渣的清除。由于有合理的火炮冷却装置，使其身管寿命达到了 3000 发。

(2) 炮塔供弹系统。

炮塔供弹系统用于接收扬弹机的炮弹，并将炮弹输送到发射系统。

炮塔供弹系统位于炮塔内右侧，由固定弯道、中间弹仓、活动弯道、拨叉组件及供弹马达等组成。引信测合机和装弹马达装在活动弯道上，负责完成测合引信和向发射系统输弹。中间弹仓用来储存可供射击的 12 发特种弹，同时中间弹仓与固定弯道、活动弯道一起组成常规弹的过渡通道。

(3) 扬弹机及补弹系统。

扬弹机位于炮塔和补弹链之间，负责扬升补弹系统的炮弹到供弹系统，或将供弹系统的炮弹退到补弹系统，主要由扬弹机筒、扬弹链条及液压马达等组成。

补弹系统用来储存炮弹，用来为扬弹机和供弹系统提供炮弹。补弹系统位于扬弹机下面，主要由主补弹链、副补弹链、旋转拨弹鼓、补弹马达、弹种识别箱等组成。主补弹链用于储存常规炮弹，有三种规格可分别容纳 42 发、66 发、90 发。副补弹链用来储存 12 发特种弹。

(4) 瞄准随动系统。

瞄准随动系统的功能是接受指挥仪提供的瞄准指令，控制火炮完成瞄准。其由遥控机柜、瞄准维修箱、电枢箱、执行电机、分析箱等组成。

(5) 弹药自动控制系统。

弹药自动控制系统负责完成弹药的自动管理,包括炮弹装卸、弹种更换、弹种识别、射击弹数控制、固定弯道和活动弯道供弹等功能。主要由弹药管理计算机控制柜、人工装弹控制柜、舰炮主控制箱、电子设备箱等设备组成。

(6) 液压系统。

液压系统负责为装弹、供弹、扬弹、补弹提供动力,同时用来完成首发装填、击针复拨、排壳槽门打开和关闭、解航和锁航、扬弹机结合和断开等动作。其主要由液压控制箱、电机、泵、油箱、液压阀、装弹马达、供弹马达、补弹马达、油缸、行程开关等组成。

总之,法国紧凑型 100mm 舰炮结构紧凑,发射系统和供弹系统结构与控制部分复杂,维修空间小,给保障带来较大难度。但从口径、射程、精度、射速等指标看该型舰炮是世界上较为先进的舰炮。

3) 意大利 OTO76mm 舰炮

意大利 OTO76mm 舰炮由奥托—梅莱拉公司研制,适装于护卫舰以下的小型水面舰艇,射速 100~120 发/min,主要用来打击中小型水面舰艇、岸上目标及有生力量,配备适合的弹药,具有很好的防空能力,在欧美等国海军中装备量较大。OTO76mm 舰炮主要由发射系统、供弹系统、电气系统、液压系统、防护装置(炮塔)及辅助系统组成,基本结构如下:

(1) 发射系统(俯仰部分)。

发射系统用来自动逐发地发射弹药。主要由炮身(含炮膛清洁器和冷却水套)、炮尾、盘式输弹机(含输弹器和抛壳机构)、鼓形进弹机、液压传动装置、驻退机、复进机、摇架等部件组成。

(2) 供弹系统。

供弹系统主要用来装卸炮弹、储存炮弹、为发射系统输送弹药。主要由旋转弹鼓、螺旋扬弹机、摆弹臂、液压控制系统等组成。

(3) 电气系统、液压系统、防护装置。

电气系统主要用来完成舰炮瞄准跟踪及发射控制功能,液压系统主要为供弹系统提供动力,炮塔采用玻璃纤维材料,为舰炮提供防护。

4) 俄罗斯 AK-176M 单 76mm 舰炮

俄罗斯 AK-176 M 单 76mm 舰炮(简称 AK-176)是由苏联研制的一门全自动中口径火炮,主要装备在中小型水面舰艇上。能有效打击和毁伤来袭的固定翼飞机、直升机和其他空中目标,有效打击中、小型水面舰艇,有效打击岸上或岛礁上的设施及有生力量,配备近炸引信预制破片弹,具有反导能力。具有射速高、备弹量大、精度高、可靠性高等优点。

该舰炮主要由发射系统、供弹系统、炮架、方向高低瞄准机构、电气系统、液压系统、防护装置、通风系统等组成,配备有炮位光电瞄准装置,可实现半自动瞄准射击。

该型舰炮发射系统利用后坐能进行工作,左、右两个供弹系统交替为发射系统供弹,供弹动力为电机,射击时供弹系统由发射系统控制。

(1) 发射系统。

发射系统负责按照时序和瞄准诸元自动逐发地发射弹药。主要由装填机、炮身、炮

尾、制退机摇架等组成。射击过程完成压弹、输弹、关门、击发、后坐、开闩、抽筒等机构动作。

(2) 供弹系统。

供弹系统用于储存、步进炮弹，并按照发射系统的要求向发射系统供弹。主要由摆式转弹机、扬弹机、运弹装置、供弹动力传动装置等组成。

(3) 电气系统。

电气系统负责舰炮瞄准控制、舰炮发射控制、液压系统控制、炮位通风控制、炮位加热控制。主要由舰炮监控柜、随动控制柜、配电柜、继电器箱、接线箱、方向高低扩大机、方向高低执行电机、位置指示器、各种电磁铁、行程开关等部件组成。

(4) 液压系统。

液压系统负责提供动力，主要用来完成首发装填、击针复拨、排壳槽门打开和关闭、解航和锁航、扬弹机结合和断开等动作。主要由电机、泵、油箱、液压阀、油缸、行程开关等组成。

2. 世界主要近程防御(反导)舰炮

1) 俄罗斯的 AK-630M6 管 30mm 舰炮

AK-630M6 管 30mm 舰炮(简称 AK-630M)是俄罗斯研制的全自动舰载 6 管 30mm 加特林机炮，是俄罗斯的舰载近程防御武器系统(CIWS)。主要是为打击反舰导弹设计，亦可用于打击水面舰艇、防空以及扫雷等多元目标。

AK-630M 型舰炮是一型内能源转管炮，即自动机工作循环借助于舰炮发射时的火药气体能量维持而无需外能源，采用电击发方式，射速大于 3000 发/min。主要由自动机、炮架、供弹系统、电气系统、随动系统、冷却系统、供气系统、排壳排链器等组成。

(1) 自动机。

自动机在转动过程中用来完成弹药的自动除链、进弹、关门、击发、抽壳等机构动作，采用电击发方式，由 6 个炮闩和 6 根炮管组成的炮管组带有冷却水套，采用循环淡水冷却炮管以提高身管寿命。由炮管组、炮箱、后盖组、除链器、拨弹器、箱盖、炮闩、起动机、活塞、通电器、缓冲弹簧、星形体、拨弹齿轮、拨弹轮等组成。

(2) 炮架。

炮架用来安装自动机和炮上其他零部件，主要由摇架、旋回架、滚珠座圈、基座、防护罩、航行固定器、方向机、高低机、炮眼护板、方向和高低缓冲器、射界和制动控制机构、开关盒、火药气体稀释器等组成。

(3) 供弹系统。

供弹系统采用弹链供弹方式负责向自动机供弹。供弹系统由圆形弹箱(前、后弹箱)、内导引、供弹口、直导引、螺旋导引、气动张紧装置、下供弹口、下软导引、上软导引等零部件组成。

(4) 随动系统。

随动系统为液压随动系统，用来完成瞄准跟踪，主要由液压控制箱、伺服马达及油箱、电机、泵等组成。

(5) 防护罩。

防护罩内装有稀释装置，可降低残留的火药气体浓度，以防其浓度增加而爆炸。防护罩内还装有气压控制装置，射击中，一旦罩内气压超过了规定值，罩后盖会自动开启一个长缝而向外排气，待降压后自行复位关盖。

2) 美国 20mm 密集阵

密集阵系统是世界上第一种全自动近程反导弹舰炮武器系统，装备于美国及世界 20 多个国家海军舰艇，它协同中、远程防空系统，实现对空中目标的纵深防御。该系统由 20mm 自动炮、搜索雷达、跟踪雷达和射击指挥仪等组成，系统采用模块式结构，结构紧凑，跟踪雷达、光电装在舰炮上，形成“三位一体”。

密集阵系统使用的 6 管 20mm 舰炮，主要包括 M61A1 型自动机和驱动部件、螺旋式供弹弹鼓等，发射脱壳穿甲弹，射速在 3000~4500 发/min 可调，弹鼓储弹 950 发，射程 1500m 左右，其舰炮结构特点如下：

(1) 自动机。

自动机为外能源 6 管转管自动机，采用电击发方式连续自动地发射炮弹，主要由身管、炮箍、前后轴承支承、炮箱、闭锁机、发火机、进弹机、传动部件等零、部件组成。

(2) 炮架。

炮架为铸造结构，其上装有自动机、雷达天线座、高低机、方向机。炮架主要包括旋回平台、摇架、托板、两侧支架等，两侧支架置于旋回平台上，通过摇架、托板支撑着转管炮和雷达随动系统装置。这些大件都采用铝合金镶嵌钢件结构，并组合装配在一起，既保证了足够的强度，又减轻了重量。

(3) 供弹系统。

采用无弹链供弹方式，鼓形弹仓和供弹机位于火炮下方，鼓形弹仓可容纳炮弹 950 发。炮弹在弹鼓内沿纵向固定导轨径向排列，由螺旋内鼓将炮弹分隔成单层排列。射击时，在外部液压马达的驱动下，内鼓随着炮管同步转动，将弹药向前推至弹鼓出口处，并通过供弹槽和导向槽输弹入膛。

(4) 控制系统。

舰炮采用电气控制，液压驱动，包括有高低驱动装置、方向驱动装置及自动机转动驱动装置。这些驱动装置主要由齿轮、齿圈、齿轮箱、液压马达、测速机、制动器、手动传动装置等部件组成，为舰炮提供瞄准驱动和自动机转动驱动。

综上所述，意大利 OTO76mm 舰炮、俄罗斯 AK 单 76mm 舰炮、法国紧凑型 100mm 舰炮、美国 MK45 型 127mm 舰炮等四型舰炮是世界上各国海军装备最多的中、大口径舰炮，特别是意大利 OTO76mm 舰炮和美国 MK45 型 127mm 舰炮。分析这些炮的结构和组成，虽然实现功能的方式和说法不同，但有共同的特点，从功能上其组成可概括为：发射系统、供弹系统、补弹系统、电气系统、液压系统、炮架、防护装置、通风系统、航行固定装置、缓冲器、瞄准传动机构。近程防御舰炮主要由自动机、供弹系统、电气系统、液压系统、炮架、防护装置、通风系统、航行固定装置、缓冲器、瞄准传动机构等组成。

甲板以上所有舰炮机构都封装在炮塔内，即这些舰炮都有防护装置，维修空间有限。都具备供弹、瞄准、发射的全自动工作能力，自动化程度高，维修技能要求全面。都工作在复杂的海上环境和复杂的电磁环境中，具有“三防”功能。