

“十二五”国家重点出版物出版规划项目

现代海军兵器技术丛书

# 海军导弹发射技术



瞿军 刘林密 编著

兵器工业出版社

“十二五”国家重点出版物出版规划项目

现代海军兵器技术丛书

# 海军导弹发射技术

瞿 军 刘林密 编著

兵器工业出版社

## 内容简介

本书在介绍导弹发射的基本知识基础上,针对海军导弹发射的主要形式,系统阐述了箱式发射技术、垂直发射技术、机动车载发射技术、水下发射技术、发射控制技术以及发射瞄准控制技术的原理及发展现状等内容。

本书可供从事发射技术研究以及发射装备论证、研制、使用等工程技术人员参考,也可作为兵器发射工程领域相关专业的教材或参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

海军导弹发射技术 / 瞿军, 刘林密编著. -- 北京 : 兵器工业出版社, 2015. 12

(现代海军兵器技术丛书 / 林春生, 滕克难主编)

“十二五”国家重点出版物出版规划项目

ISBN 978-7-5181-0174-0

I. ①海… II. ①瞿… ②刘… III. ①舰载导弹—导弹发射 IV. ①TJ762.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第295395号

出版发行: 兵器工业出版社

发行电话: 010-68962596, 68962591

邮 编: 100089

社 址: 北京市海淀区车道沟10号

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京圣夫亚美印刷有限公司

版 次: 2015年12月第1版第1次印刷

责任编辑: 陈红梅 杨俊晓

封面设计: 正红旗下

责任校对: 郭 芳

责任印制: 王京华

开 本: 710×1000 1/16

印 张: 10.5

字 数: 170千字

定 价: 56.00元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)

# 现代海军兵器技术丛书

## 编审委员会

主任：程锦房

副主任：林春生 滕克难 王德石

委员（按姓氏笔画排序）：

田福庆 付强 齐欢 许诚 严卫生

李国林 吴茂林 余湖清 张晓晖 张效民

张静远 陈川 周穗华 郑学合 赵修平

黄俊斌 龚沈光 颜冰

总主编：林春生 滕克难

## 丛书序

海军肩负着保卫国家海洋领土完整、海洋运输线安全和国家海洋权益的重大使命，先进的海军兵器是海军履行使命的基本保证。新中国建立以后，伴随着我国海军部队的发展和壮大，海军兵器从无到有，在科学原理、设计理论、制造技术、保障方法等方面得到了全方位的发展。我国海军兵器技术的发展经历了二十世纪五十、六十年代的全面仿制阶段和七十、八十年代的原理模仿与技术创新阶段，从九十年代起，进入了全面自主设计阶段，使得我国海军在役兵器的主体具备了完全的知识产权，海军兵器技术理论也逐步得到发展和完善。特别是最近十几年来，随着国家海洋权益意识的不断提高和海军转型改革的不断深入，海军兵器得到了更加迅速的发展，大量新型高技术兵器已经装备部队或者即将装备部队；不少新装备采用了新概念、新技术、新材料、新能源，海军兵器正朝着智能化、信息化、精确打击的目标发展。

随着海军大批高新技术兵器装备部队，以及兵器学科理论的发展与完善，迫切需要一套全面反映海军兵器学科基础理论、设计制造技术、保障方法的丛书，一方面方便广大海军官兵系统掌握现代海军兵器的基础理论、技术原理和使用维护方法，以便科学合理地运用兵器、充分发挥高新技术兵器的作战效能；另一方面，对海军兵器学科理论的发展做一个比较全面系统的归纳和总结，以促进海军兵器学科理论和技术方法的创新。为此，我们组织编撰了《现代海军兵器技术丛书》。该丛书以相关专业教学、科研人员近十几年来的学术积累为基础，同时广泛收集国内相关技术领域的代表性研究成果，着重论述新兴技术对海军装备的影响，结合海军装备技术

发展热点，全面阐述海军兵器的新理论、新技术、新发展；丛书内容涉及舰炮、鱼雷与反潜武器、水雷与反水雷、导弹等多种海军兵器；丛书编撰注重学科理论和技术原理的阐述，同时兼顾内容的系统性，力争使丛书兼备较高的学术水平和较好的实用性。

本丛书可供海军兵器论证、设计、制造、使用和维护领域的技术人员和管理人员阅读参考，也可用作相关高等院校专业师生的教学参考书。

**《现代海军兵器技术丛书》编委会**

**2015年2月**

# 前 言

导弹发射技术是指在特定条件下保证导弹按照预定的弹道稳定、准确地发射出去,并且不影响导弹、发射装置及载体的专门技术,其理论基础主要是发射动力学和发射燃气流场分析与计算。发射动力学的研究对象为导弹与发射装置系统(简称弹—架系统),主要研究发射装置所受的动态载荷、振动及导弹在发射装置内运动及导弹飞离发射装置的瞬时运动姿态,为发射装置的结构设计与可靠性提供理论依据;发射燃气流场分析与计算为解决导弹发射的燃气流防护与结构设计提供理论依据。

海军作战主要在海洋,海洋是导弹武器广阔的应用领域。海基导弹的发射主要是水面发射和水下发射。水面发射是从各种舰艇上发射导弹,现代水面舰艇都是以导弹作为主战武器,涵盖了反舰、防空、反潜及对地攻击等各类导弹,倾斜式发射和垂直式发射都被普遍采用。水下发射主要是指潜艇水下发射,可以发射弹道式战略导弹或飞航式战术导弹,一般采用垂直发射或者基于鱼雷发射管的水平发射。水下发射具有良好的机动性和隐蔽性,潜艇可长期潜航和靠近攻击目标,这相当于增加了导弹的射程,因而水下潜艇发射具有战略意义。此外,现代海岸防御已由早期的火炮装备转变为岸防导弹装备,海军岸防导弹部队已成为海岸防卫作战的重要力量之一,运用的车载式机动发射导弹武器系统具有机动能力强、攻防兼备的综合作战能力。

本书较全面地介绍了海军导弹发射技术领域的基本知识和技术现状。全书共分为7章:第1章绪论,主要介绍了导弹发射系统、发射方式以及海基导弹发射技术的基本概念。第2章箱式发射技术,主要介绍了战术导弹贮运发射箱的箱体结构技术、支承定向技术、箱盖与开盖技术以及闭锁挡弹器、减振器、电插头机构等专用机构的技术原理。第3章垂直发射技术,在简要介绍舰载导弹垂直发射系统总体构成与要求的基础上,论述了

导弹垂直发射的燃气流排导技术、燃气—蒸汽式弹射技术以及燃气式弹射技术，介绍了舰载弹库安全技术以及先进的同心筒式发射技术。第4章机动车辆发射技术，主要介绍了机动发射车底盘系统的类型与结构特点，论述了发射姿态控制技术，包括发射平台的调平控制、发射装置的起竖控制以及发射装置锁定与解锁控制，简要介绍了机动发射定位定向技术，包括惯性定位定向技术、卫星定位技术以及航位推算定位定向技术等。第5章水下发射技术，针对导弹水下发射的特点，分析了导弹水下水平发射和垂直发射的技术原理，介绍了战略导弹的水下垂直弹射技术以及导弹的水下通用垂直发射技术。第6章发射控制技术，针对导弹的发射准备和发射过程控制，论述了导弹发射控制的基本概念、发控设备的构成及原理、发射程序的功能及组成，介绍了计算机发控系统技术、发控系统可靠性和安全性技术。第7章瞄准控制技术，针对导弹发射前使导弹对准目标的问题，论述了导弹倾斜发射和垂直发射的瞄准原理，介绍了倾斜发射瞄准控制技术和垂直发射瞄准控制技术。

本书是集体创作的成果，主要由瞿军和刘林密完成编著工作，参加编写的还有孟凡磊、崔伟成、姚跃亭、余仁波、刘涛等，全书由瞿军统稿。赵修平教授和彭绍雄教授认真审阅了本书，并提出了宝贵建议和修改意见；郭恒光博士参与了有关资料的整理，在此向他们一并表示衷心感谢。本书在编写过程中，还参考了相关文献资料，在此对原作者表示衷心感谢。

本书在内容上力求全面、系统，但受作者学术水平的限制，难免存在缺陷和不足，敬请读者批评指正。

作者

2015年11月于烟台



# 目 录

第1章 绪 论 .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 导弹的发射方式 .....	2
1.3 海基导弹发射技术 .....	5
1.3.1 导弹发射技术 .....	5
1.3.2 舰载导弹水面发射技术 .....	6
1.3.3 潜射导弹水下发射技术 .....	9
1.3.4 岸防导弹机动发射技术 .....	11
第2章 箱式发射技术 .....	13
2.1 概述 .....	13
2.2 箱体结构技术 .....	16
2.2.1 箱体的构型 .....	16
2.2.2 箱体总体结构 .....	17
2.2.3 箱体的气密与隔热 .....	19
2.3 箱内支承定向技术 .....	22
2.3.1 导轨一定向件式支承导向技术 .....	22
2.3.2 适配器式支承导向技术 .....	24
2.4 箱盖及开盖技术 .....	26
2.4.1 机械式开盖技术 .....	27
2.4.2 易碎式开盖技术 .....	28

2.4.3	抛掷式开盖技术 .....	31
2.5	专用机构 .....	32
2.5.1	闭锁挡弹器 .....	32
2.5.2	减振器 .....	34
2.5.3	电插头机构 .....	35
<b>第3章</b>	<b>垂直发射技术 .....</b>	<b>41</b>
3.1	概述 .....	41
3.2	垂直发射系统总体构成与要求 .....	44
3.3	燃气流排导技术 .....	48
3.4	弹射技术 .....	50
3.4.1	燃气—蒸汽式弹射技术 .....	51
3.4.2	燃气式弹射技术 .....	52
3.5	舰载弹库安全技术 .....	53
3.5.1	弹库安全的重要性 .....	53
3.5.2	喷淋式弹库安全技术 .....	54
3.6	同心筒式发射技术 .....	55
<b>第4章</b>	<b>机动车载发射技术 .....</b>	<b>59</b>
4.1	概述 .....	59
4.2	机动发射车底盘系统 .....	62
4.2.1	类型与特点 .....	62
4.2.2	系统构成 .....	63
4.3	发射姿态控制技术 .....	67
4.3.1	发射平台调平控制 .....	67
4.3.2	发射装置起竖控制 .....	76
4.3.3	发射装置锁定与解锁控制 .....	80
4.4	机动发射定位定向技术 .....	81
4.4.1	机动发射的定位与定向 .....	81

4.4.2 惯性定位定向技术 .....	83
4.4.3 卫星定位技术 .....	86
4.4.4 航位推算定位定向技术 .....	89
<b>第5章 水下发射技术 .....</b>	<b>91</b>
5.1 概述 .....	91
5.2 水下水平发射 .....	95
5.3 水下垂直发射 .....	98
5.3.1 水下垂直发射技术分类 .....	98
5.3.2 战略导弹垂直弹射 .....	99
5.3.3 水下通用垂直发射 .....	100
<b>第6章 发射控制技术 .....</b>	<b>106</b>
6.1 概述 .....	106
6.2 发控系统及设备 .....	107
6.2.1 发控设备功能 .....	108
6.2.2 发控设备构成及原理 .....	109
6.2.3 发射程序 .....	112
6.3 计算机发射控制系统 .....	115
6.3.1 计算机发控系统技术要求 .....	116
6.3.2 计算机发控系统构成与原理 .....	116
6.4 发控系统可靠性和安全性技术 .....	121
6.4.1 发射电路的可靠性 .....	122
6.4.2 发射电路的安全性 .....	125
<b>第7章 瞄准控制技术 .....</b>	<b>127</b>
7.1 概述 .....	127
7.2 发射瞄准原理 .....	128
7.2.1 倾斜发射瞄准 .....	129
7.2.2 垂直发射瞄准 .....	132

7.3 倾斜发射瞄准控制技术 .....	133
7.3.1 倾斜发射瞄准系统构成 .....	133
7.3.2 轴角编码技术 .....	134
7.3.3 伺服电机驱动技术 .....	136
7.3.4 多电机传动技术 .....	141
7.3.5 伺服控制技术 .....	143
7.4 垂直发射瞄准控制技术 .....	147
参考文献 .....	151
索引 .....	153

# 第1章 绪论

## 1.1 概述

导弹是载有战斗部，依靠自身动力装置推进，由制导系统导引、控制其飞行轨迹，并导向目标的飞行器<sup>[1]</sup>。导弹作为国防现代化的标志性兵器，在现代战争中发挥着越来越重要的作用，正逐步成为决定战争胜负的一个重要因素。我国在现代化国防和军队武器装备建设过程中，为了打破超级大国的核垄断，应对和反击敌人对我国的核威慑，发展了战略导弹武器；为了防止敌人空中、地面、海上对我国的袭击，发展了各种打击空中、地面和海上目标的战术导弹武器。

单独的导弹并不能完成作战任务，必须有与其相关的系统或设备通过一定的连接方式相互配合，构成一个完整的整体，才能完成赋予导弹武器的作战使命任务，这个整体就是导弹武器系统。因此，导弹武器系统是由导弹和其他配套的技术装备和设施组成的能够独立执行作战任务的系统。不同的导弹武器系统，其组成不尽相同，但一般由导弹、发射系统和技术保障设备三大部分组成。其中，发射系统完成对目标信息的获取和显示、数据处理、发射平台参数测量和处理、计算装定射击诸元、射前检查、战术决策和实施导弹发射任务。该系统主要由目标探测和显示系统、数据处理计算系统、发射平台参数测量处理系统、发射前检测设备、发射装置、发射控制系统等构成。为了把导弹顺利而成功地发射出去，必须具备完善的发射装置和地面设备，包括发射装置、装填(弹)设备、检测设备、发控设备、电源设备、起重运输设备、标定和瞄准设备、装卸和对接设备、加注、洗涤和消防设备、供气设备及维护设备等，而发射装置是发射系统的核心。

导弹发射装置是用于发射前支承导弹、进行射前瞄准并最后发射导弹的专用设备。在基本概念上,这一专门设备有多种不同的名称,如发射平台、发射架、发射器等,但都可以统称为发射装置。在基本功能上,导弹发射装置的功能一般可概括为三个方面:一是导弹发射前,用于支承导弹并与其他设备协同完成发射诸元确定和发射准备;二是导弹发射时,确定导弹的发射姿态,使导弹在飞离发射装置的瞬间具有所要求的发射参数;三是导弹发射后,能与输弹、装填设备共同完成导弹的再装填任务,以满足持续发射的要求。如果导弹因故未能发射出去,应能安全顺利完成退弹任务。此外,当发射装置与导弹制导系统构成一体化系统时,能够完成对目标的跟踪任务。

由于导弹的用途不同,各种类型的导弹发射装置在原理和结构形式上会存在很大的差异,但一般都包括支承和导向部件、瞄准装置、回转架、基座和发射控制系统等基本部分。

## 1.2 导弹的发射方式

导弹自第二次世界大战末期发明以后,经历了早期发展阶段、大规模发展阶段、改进提高阶段以及全面更新阶段等不同的发展阶段,导弹发射技术以及发射装备也伴随着导弹的发展而发展,至今已有了巨大的变化。导弹发射方式是指导弹由不同的发射基点、发射动力、发射姿态和发射装置等诸要素可能组合的方式。一般来说,导弹发射方式与发展导弹的指导思想、武器系统的技术要求、作战部署和运用原则、动力装置的类型及制导方式等有关。图1-1所示为导弹发射方式的分类,从中可以看到导弹发射方式随导弹技术发展而发展的大致情况。

由图1-1可知,导弹的发射点可以遍及陆、海、空各个领域。凡是陆地为发射基点的称为陆基发射;以海洋为发射基点的称为海基发射;以空中为发射基点的称为空基发射。

就发射动力而言,导弹可自力发射、投放发射、弹射发射以及复合发射等。所谓发射动力,是指导弹发射时赖以起动的原动力。这种原动力可以由导弹自身的动力装置产生,也可以由导弹以外的发射系统产生,或者由两者联合产生。自力发射是指靠导弹自身发动机产生的推力来发射导

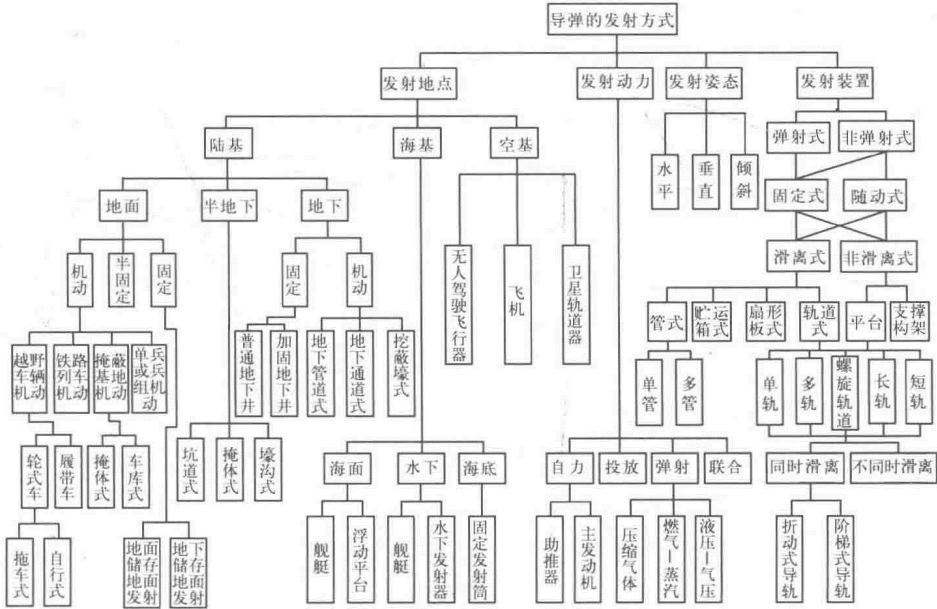


图 1-1 导弹发射方式的分类

弹；投放发射是指靠导弹自身的重力投放导弹，其过程是打开挂弹装置上的释放机构，导弹在重力作用下脱离载机作静力滑翔，经过一定的延迟，发动机点火，导弹作动力飞行；弹射发射是指靠发射装置提供弹射力来发射导弹；复合发射是指自力发射与弹射发射相结合的发射。

导弹的发射姿态有垂直、水平和倾斜三种。陆基、海基的大型弹道式导弹采用垂直发射；空基的空对空导弹和大型空对地导弹，一般采用水平发射；而地对空导弹(或舰对空导弹)，一般采用倾斜发射。近年来重点发展了垂直发射，这类导弹的发射姿态较为灵活。

为了提高导弹武器系统在各种对抗条件下的生存能力和作战的灵活性，要求导弹能够进行机动发射。所谓机动发射，就是利用运输工具和发射装置适时改变地点发射导弹，主要有陆基、海基、空基三种机动形式。为满足机动发射要求，除导弹要小型化之外，发射设备必须具备能够快速转移、迅速准确定位和定向、发射准备时间短以及有较好的隐蔽性等能力。为保证采用高精度惯性制导系统的导弹准确命中预定目标，机动发射前要精确确定发射初始条件，应根据导弹类型和机动方式的不同在运输工

具上设置不同的测速、定位和定向系统。

陆基机动发射适用于固体和可贮液体导弹的发射，按机动程度分为有限机动发射和随意机动(越野机动)发射两种方式。其中，有限机动发射是指在预先设置好的有限个发射点之间选择发射位置实施发射，这种机动发射方式适用于战略导弹武器系统。随意机动发射是指在未经预先设定好的地点进行发射，适用于战术和战役导弹的发射。这种发射方式需要快速、准确的定位和定向设备，一般采用惯性大地测量系统。这种系统由惯性测量，数据处理、存储、控制、显示，电源设备以及相应的软件组成。定位由车载的惯性大地测量系统来进行，定向则由陀螺罗盘来完成。

海基机动发射有水面机动发射和水下机动发射。水面机动发射由水面舰艇装载导弹并实施发射。一般驱逐舰和护卫舰的综合作战能力较强，都装载有反舰、防空和反潜等不同类型的导弹，而轻型护卫舰和导弹艇等小型水面舰艇以反舰作战为主，主要发射反舰导弹。水下机动发射由潜艇装载导弹并实施发射，一般采用鱼雷发射管发射反舰和防空导弹，而大型的战略导弹则采用专门的垂直发射系统。国外也在潜艇上发展了用于发射远程巡航导弹的垂直发射系统，使得潜艇的对地攻击能力非常强大。水面舰艇和潜艇都有各种导航系统和导弹发射系统，出航后利用导航系统为舰艇定位，并随时向发射系统提供导弹发射所需要的地理信息、航行信息以及舰艇的摇摆数据，经发射系统处理后形成导弹发射的控制条件。

空基机动发射是指将导弹安装在飞机上从空中发射。机载的战术导弹和战略巡航导弹采用这种方式，后者还需在飞机上装上组合式的机载惯性导航系统。起飞前，先在地面对惯性导航系统进行校准；起飞后，在飞行中继续进行校正并将飞机引导到预定的发射空域。发射前，由装在飞机上的惯性导航系统进行测速、定位和瞄准，并将有关数据送入弹上的制导计算机。为了提高精度，需要进行全程连续制导，如采用地形匹配与惯性组合制导系统，或在远程导弹上装有主动式雷达寻的末制导系统等。

在海军作战中，导弹的机动发射涵盖了以上三种主要形式。其中，空基机动发射导弹的机动性最好，但发射精度相对较低。由海基机动发射导弹最为普遍，尤其是潜艇的隐蔽性强、突然性好，也具有较强的机动能力。根据岸防作战的需要，岸基导弹机动发射也正迅速发展和运用。



## 1.3 海基导弹发射技术

地球表面积的70%左右是海洋,是导弹武器广阔的应用领域。海基导弹发射可分为水面、水下和海底三种。水面发射主要是指从各种舰艇上发射导弹。现代水面舰艇都是以导弹作为主战武器,涵盖了反舰、防空、反潜以及对地攻击等各类导弹,倾斜式发射和垂直式发射都普遍采用。水下发射主要是指潜艇水下发射,可以发射弹道式战略导弹或飞航式战术导弹,一般采用垂直式发射或者基于鱼雷发射管的水平式发射。水下发射具有良好的机动性和隐蔽性,潜艇可长期潜航和靠近攻击目标,这相当于增加了导弹的射程,因而水下潜艇发射具有战略意义。海底发射是指在海底固定发射装置,从水下发射导弹。但因海底作业难度大,并且如果水中弹道过长对导弹的动力性能和姿态控制性能要求会很高,因此海底发射很少应用。

### 1.3.1 导弹发射技术

导弹发射技术是指保证发射装置在导弹发射或运输等特定工作条件下能够安全可靠地工作,保证导弹按照预定弹道稳定、准确地发射出去,并且不影响导弹、发射装置以及载体的专门技术。

导弹发射技术的基本理论有其自身特点,在发射装置结构设计、强度分析、寿命估计、材料及工艺等方面都有其专门的理论和分析方法。发射燃气流流场分析与计算为解决燃气流防护和发射装置设计提供了理论依据;发射动力学是对发射装置进行动态分析的基本理论,它研究发射装置所受的动载、振动和导弹在导轨上运动及离轨瞬时的运动姿态,为发射装置可靠性和结构动力设计提供了理论依据。

贮运箱式发射技术主要解决导弹在发射箱内的安全可靠发射、燃气流排导、燃气流反冲击等关键技术问题,保证导弹的发射精度,同时还要解决导弹在运输过程中的抗振动冲击问题,贮存时充气密封、调温及箱盖开启、锁定或易碎、易冲破、抛射等技术。

垂直发射技术主要解决多联垂直发射系统的轻型集箱式发射技术、燃气流排导防护技术及安全保障技术等。