主编　王学智

地空导弹发射系统及其技术

Dikong Daodan Fashe Xitong Jiqi Jishu



国防工业出版社
National Defense Industry Press

军队“2110 工程”资助项目

地空导弹发射系统及其技术

主编　王学智

编者　刘少伟　程永强　刘建设　冯刚　丁尔启

国防工业出版社

·北京·

内容简介

本书以地空导弹发射系统为研究对象，主要阐述了地空导弹发射系统的相关概念、主要组成部分的工作原理及其采用的相关技术。系统介绍了导弹发射方式、发射系统、发射技术、发射场地等基本概念，发射装置的一般组成、各组成部分的设计要求和典型结构，发射控制系统的工作程序、计算机控制发控系统、发控系统数据通信和发控系统配电技术，倾斜发射、弹射发射和垂直发射方式及其采用的关键技术等。

本书可作为武器发射工程等专业本科生和兵器发射理论与技术等方向研究生的教材和参考资料，亦可供从事导弹发射系统研究、设计和试验的有关工程技术人员阅读和使用。

图书在版编目(CIP)数据

地空导弹发射系统及其技术/王学智主编. —北京：国防工业出版社，2017.6

ISBN 978-7-118-11340-2

Ⅰ. ①地… Ⅱ. ①王… Ⅲ. ①地空导弹系统－发射系统－教材 Ⅳ. ①E92

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 143602 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)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 **印张** 14 **字数** 348 千字

2017 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 **印数** 1—2000 册 **定价** 98.00 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

随着高新技术的不断发展及其在武器装备中的应用，地空导弹武器装备得到了跨越式发展，大量高新技术密集、多学科交叉融合、信息化程度高、体系结构复杂、功能综合多样的新型地空导弹武器系统列装部队，呈现出“多代多型共用、防空反导并举、反辐射反隐身兼顾”的局面。

导弹发射系统作为地空导弹武器系统中的重要地面作战装备，也由以往的模拟化分立型、倾斜自力发射发展为数字化集成型、垂直弹射发射，呈现出集自动化技术、机电一体化技术、液压技术、信息检测技术和数据传输技术等为一体的技术特点。

本书针对导弹发射系统的发展及其技术特点，在深入研究国内外现役各型号地空导弹发射系统的基础上，以通用设备、通用原理和通用技术为主线，从通用的视角系统介绍了地空导弹发射系统的相关概念、主要组成部分的工作原理及其采用的相关技术，内容丰富翔实，理论联系实际。

全书共六章。第一章介绍导弹发射方式、发射系统、发射技术、发射场地等基本概念。第二章介绍发射装置的一般组成、各主要组成部分的设计要求和典型结构。第三章介绍发射控制系统的功用组成、工作程序及其采用的相关技术。第四章介绍倾斜发射的发展概况及特点、导弹发射动力学的一些基本概念、倾斜发射导弹滑离技术、倾斜发射导弹初始瞄准技术。第五章介绍弹射技术的发展及特点、典型弹射器及一般组成、活塞式弹射器的结构及原理、火药燃烧基础、弹射内弹道模型及其求解设计。第六章介绍垂直发射的发展概况及特点、与导弹垂直发射密切相关的捷联惯导技术、推力矢量控制技术、大攻角飞行控制技术、俯仰转弯方案设计、初始瞄准技术等关键技术。

本书的成稿，凝聚了空军工程大学防空反导学院发射系统教研室几代人的心血和智慧，是集体创作的成果，也是作者多年从事导弹发射系统教学和科研工作的成果总结。

本书的出版得到了军队“2110 工程”项目的资助，在此表示衷心感谢。本书参考了大量航天工业部门的装备资料，引用了许多专家学者的研究成果，作者对列入或未列入参考文献的专家学者在该领域所做出的贡献和无私奉献表示崇高的敬意，对能引用他们的成果感到十分荣幸并表示由衷的谢意。

限于编者的水平，不妥与错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

编著者

2016 年 12 月于空军工程大学防空反导学院

目　录

第一章　概述 …… 1
第一节　导弹发射方式 …… 1
第二节　导弹发射系统 …… 6
第三节　导弹发射系统的地位与作用 …… 9
第四节　导弹发射系统的一般工作程序 …… 10
第五节　导弹发射技术及其主要研究内容 …… 13
第六节　导弹发射场地 …… 15
第七节　导弹发射系统的发展概况与发展趋势 …… 18
第二章　地空导弹发射装置 …… 22
第一节　概述 …… 22
第二节　定向器 …… 29
第三节　瞄准机构 …… 44
第四节　燃气防护装置 …… 61
第五节　发射装置运载体及调平装置 …… 65
第六节　贮运发射箱 …… 74
第三章　地空导弹发射控制系统 …… 90
第一节　概述 …… 90
第二节　发控系统工作程序 …… 97
第三节　计算机控制发控系统 …… 101
第四节　计算机控制发控系统数据通信 …… 108
第五节　发控系统配电技术 …… 120
第四章　地空导弹倾斜发射技术 …… 125
第一节　概述 …… 125
第二节　基本概念 …… 126
第三节　倾斜发射导弹滑离技术 …… 134
第四节　倾斜发射导弹初始瞄准技术 …… 140
第五章　地空导弹弹射技术 …… 148
第一节　概述 …… 148
第二节　典型弹射器及其一般组成 …… 150
第三节　活塞式弹射器 …… 157
第四节　火药燃烧基础 …… 160
第五节　高压室弹射内弹道问题 …… 170
第六节　低压室弹射内弹道问题 …… 178

第七节　弹射内弹道问题求解设计 …… 181
第六章　地空导弹垂直发射技术 …… 185
第一节　概述 …… 185
第二节　捷联惯导技术 …… 190
第三节　推力矢量控制技术 …… 197
第四节　大攻角飞行控制技术 …… 201
第五节　导弹初始转弯方案设计 …… 204
第六节　垂直发射导弹初始瞄准技术 …… 210
参考文献 …… 216

第一章　概　　述

导弹发射系统是地空导弹武器系统的重要组成部分，主要完成导弹的可靠发射，并保证要求的发射精度。本章主要介绍导弹发射方式及其分类，导弹发射系统的结构组成、战术技术性能、地位与作用、一般工作程序，导弹发射技术及其主要研究内容、导弹发射场地、导弹发射系统的发展概况及趋势等内容。

第一节　导弹发射方式

导弹发射方式是反映武器系统作战性能的重要特征因素，发射方式的选择是导弹武器系统论证的重要内容之一，也直接关系到导弹发射系统的结构组成、战术技术性能和作战使用等。因此，在研究导弹发射系统之前，先讨论地空导弹的发射方式。

一、导弹的发射

导弹的发射是指以导弹为对象，运用测试技术和发射技术，按照一定的程序和规范，对其进行技术准备和实施发射的过程。

狭义地说，导弹的发射是指发射装置上的待发导弹，自按下发射按钮到飞离发射装置的过程，其中包括发射装置、发控系统、弹上仪器和发动机等设备在此期间所进行的各种运作。有些导弹，如波束导引的导弹，导弹必须进入导引波束之后才能对它进行制导，因此往往把导弹飞抵起控点的这一段过程也计入发射过程。

广义地说，导弹的发射是指导弹部队自上级下达发射战斗任务后，经武器系统战斗队形的展开，技术准备至实施发射乃至射后撤离的全过程。在该过程中，不同类型的武器系统都要分别进行一系列的战地勤务操作。

发射成功的标志是导弹飞离发射装置时具有预定的初始姿态和速度。发射成功与否直接影响导弹的作战效果，是导弹作战过程的关键环节之一。

二、发射方式的涵义

所谓导弹的发射方式，是由发射地点、发射动力和发射姿态所综合形成的发射方案及其在发射系统上的具体体现。

发射方式直接影响导弹武器系统的作战能力、发射精度、生存能力、补给方式和研制成本等。发射方式的确定，应根据武器系统的战术技术要求来进行有机的综合考虑、反复论证，甚至通过必要的试验，才能得以完成。

地空导弹的发射方式，随着科学技术的发展和导弹武器系统战术技术性能的提高，特别是导弹机动性和命中精度的提高而在不断地变化和发展。一般说来，导弹的发射方式主要取决于发展该武器系统的战略、战术指导思想，对武器系统的战术技术要求、作战部署和

运用原则。

选择最优发射方式的程序大致如下：根据对武器系统的战术技术要求和导弹的类型、尺寸、重量和射程等指标，考虑国家现有的技术水平和经济能力等条件，初步选定某种或某几种不同的发射方式；确定每种发射方式的发射准备过程、发射技术及其技术装备设施组成、作战使用工艺流程；计算每种发射方式的发射准备时间和生存能力；计算研制和生产成本；在给定的经费条件下，计算武器系统的效能指标；通过比较而选定战斗效能好，生存能力高的最优方案。

三、发射方式的分类

由于地空导弹的用途、结构、重量和制导方式等的不同，使得导弹采用的发射方式也各不相同。导弹发射方式可从导弹发射动力、发射姿态和发射地点等方面来进行分类，这种分类方法与导弹的分类及导弹发射装置的分类有着密切的联系。

（1）按导弹发射动力可分为自力发射方式、弹射发射方式和复合发射方式。

（2）按导弹发射时的姿态可分为倾斜发射方式和垂直发射方式，其中倾斜发射方式又分为倾斜变射角和倾斜定射角等方式。

（3）按导弹发射地点分，地空导弹均属陆基发射方式，具体可分为地面机动式（自行式、牵引式、便携式）和固定式（地面、半地下）。

（4）一种特殊发射方式：贮运发射箱（筒）式发射方式。

四、自力和弹射发射方式

1. 自力发射方式

自力发射是指导弹起飞时依靠其自身的发动机或助推器的推力而离开发射装置。这种发射方式在实际中应用最早最广，可用来发射各种类型的导弹。

采用自力倾斜发射时，为了获得较大的起飞加速度，常常采用助推器或单室双推力火箭发动机。采用自力垂直发射时，导弹的初始加速度较小，有时也需要助推器，但起飞后常自行脱落，以减轻飞行重量。

2. 弹射发射方式

弹射发射方式是指导弹在起飞时由发射装置给导弹一个推力，使导弹加速运动直至离开发射装置。当导弹被弹射到一定高度以后，导弹的主发动机点火工作，推动导弹继续加速飞行。弹射也称为“冷”发射，即不点燃导弹发动机的发射。

弹射力对导弹的作用时间很短，但推力很大，可使导弹获得很大的加速度。这对减轻导弹重量和尺寸，提高发射精度来说是很重要的技术措施。弹射发射方式，在发射装置上要配置弹射力发生器，显然，其发射装置比自力发射装置要复杂。但这种发射方式的应用将越来越广，由战术导弹直到战略导弹都可应用。

有关弹射发射的内容将在第五章进行详细介绍。

3. 两种发射方式的优缺点对比

（1）弹射发射导弹，可以免除自力发射带来的极为复杂的燃气排导问题，简化燃气流防护设备。

（2）弹射发射小型导弹，可以比自力发射获得大得多的导弹出口速度，减小了从导弹起动

到导弹与目标遭遇这段时间。这有利于提高导弹的发射精度，缩小杀伤区近界，提高近距离作战的能力。

（3）弹射发射的缺点是由于发射装置上有动力源而带来的发射装置结构复杂、重量加大的问题。

弹射发射和自力发射，究竟选择哪一种为好，必须对具体情况进行具体分析，才能选择得合理。

五、倾斜和垂直发射方式

1. 倾斜发射方式

倾斜发射是指发射前导弹（或箱弹）在发射装置的定向器（或起落臂）上，跟踪、瞄准目标，发射时弹体沿定向器（或发射箱）导轨滑行一段距离后脱离导轨，同时获得一定的速度，并使导弹进入到一定的弹道上。

倾斜发射方式根据定向器的型式，分为导轨式倾斜发射和支撑式倾斜发射两种方式；还可根据导弹的发射角度，分为变角倾斜发射和定角倾斜发射两种方式。

导轨式倾斜发射方式根据导弹前后定向件离轨的时间，分为同时滑离式和不同时滑离式两种；还可根据导弹在定向器上的位置，分为上支弹式和下挂弹式两种。

导弹发射时，必须保证导弹需要的发射精度和发射的可靠性。导弹倾斜发射时，不论采用哪种发射方式，均应保证导弹具有必要的离轨速度，以便导弹进入发射弹道。

1）导轨式倾斜发射

这种发射方式采用导轨式定向器，发射时导轨对导弹起支撑、滑行和导向作用，保证导弹的滑离速度和发射方向。

采用不同的导轨型式，可以使导弹同时滑离，也可以使导弹不同时滑离。为了减小发射偏差，保证发射精度，要求导轨应平直，导轨与定向件的间隙要适中，既能使导弹顺利滑行，又可防止导弹跳动和滚动，同时要求定向器有足够的强度和刚度。当导弹滑离速度较低，头部下沉较大时，应选用同时滑离的发射方式。当导弹滑离速度较大，前后定向件距离较短，或导弹助推器能产生竖向推力作用，导弹起飞时产生的头部下沉较小，对发射精度影响不大时，可采用不同时滑离的发射方式。

导弹安放在定向器的上面称为上支弹式，导弹挂在定向器的下面称为下挂弹式。采用下挂弹式比较容易解决导弹下沉后的碰撞问题，但使起落部分的耳轴位置增高，给作战使用带来不便。

2）支撑式倾斜发射

这种发射方式采用支撑式定向器（因导轨长度为零，又称零长式定向器），它只能确定导弹的起始方向，不能控制导弹的飞行路线。为了保证发射精度和发射可靠性，要求发射时导弹前后定向件要同时解除约束，防止导弹头部下沉；要求导弹与定向器之间有足够的间隙，以免导弹整体下沉后与定向器相碰；要求有足够的闭锁力，保证需要的离架速度。若导弹起飞时的推重比较大，并采用较大的发射高低角，或导弹的自动驾驶仪在整个发射阶段能进行控制时，可采用这种发射方式。

3）变角倾斜发射

这种发射方式采用在高低和方位上都能跟踪、瞄准目标的发射装置，其高低角的工作范围

一般为0°~85°;方位角的工作范围一般为0°~360°。

采用变角发射时,需要发射装置具有跟踪瞄准功能,瞄准部分应具有足够大的跟踪瞄准速度、加速度和调转速度,以保证能及时对目标进行跟踪瞄准,满足发射精度要求。

由于变角倾斜发射方式能够较好地满足战术技术要求,因此地空导弹广泛采用此种发射方式。

4)定角倾斜发射

这种发射方式采用高低角或方位角是固定不变的发射装置,当攻击不同方向的目标时,一是靠发射装置的起落部分转向,一是靠导弹机动飞行奔向目标。

定角发射装置结构比较简单,尺寸小、重量轻。从设计和使用发射装置的角度来看,这是很理想的。但对导弹来说,必须具有足够大的机动能力,以免失去战机或被拦截。

5)倾斜发射过程

导弹倾斜发射过程一般可分为如下几个步骤:

(1)根据空中目标的方位和高度,确定导弹的初始射向和初始姿态;

(2)将发射装置调转到打击空中目标需要的方向;

(3)根据空中目标的最大飞行速度,确定发射装置跟踪目标的速度和加速度;

(4)发射导弹,使导弹发射发射装置。

倾斜发射技术的主要内容就是对上述发射过程的有关问题进行分析,确定有关的总体设计参数。有关这些方面的内容将在第四章进行详细介绍。

2. 垂直发射方式

垂直发射是指按照目标的信息,首先将放置在呈垂直状态发射筒内的导弹垂直向上发射,然后按照预先设计的方位对准和俯仰转弯方案进行转弯,进入到一定的弹道上。

垂直发射方式可分为自力发射("热"发射)和弹射发射("冷"发射)两种。

1)自力垂直发射

自力垂直发射是指利用导弹发动机点火产生的推力,将导弹从发射筒(箱)中垂直推出的发射方式。

燃气排导是自力垂直发射系统设计时要解决的主要技术问题。自力发射由于导弹发动机点火推动导弹起飞,因此,需要根据对燃气流温度场、压力场的分析,研制能承受高温高压燃气流作用的燃气排导装置,保证导弹、发射装置、阵地的安全。由于要考虑燃气排导和防护问题,使得自力垂直发射装置的结构比较复杂。

2)弹射垂直发射

弹射垂直发射是指利用导弹以外的动力(如燃气),先将导弹弹射离开发射筒(箱),待导弹到达预定的安全高度后,在空中点燃导弹发动机,使导弹快速飞向目标的发射方式。

弹射发射与自力发射的最大不同点是,弹射发射时导弹不是靠火箭助推器的推力发射,不存在燃气排导问题。因此,弹射垂直发射系统避开了燃气排导这一复杂的技术难点。由于不需要燃气排导装置,使得垂直发射装置结构相对简单些。

导弹弹射器是弹射垂直发射系统设计时要解决的主要技术问题。由于贮运发射箱内需配备弹射器,而使得发射箱的结构较为复杂。

我国多年研制地空导弹的经验证明,地空导弹发动机工作安全可靠性在导弹发射时已达到很高的水平,从未发生过发动机点火时在发射装置上爆炸的情况。相反,因发动机"哑火"

或延迟点火而导弹未发射出去的情况曾发生过。若导弹弹射出去后，出现发动机“哑火”或延迟点火时间过长，将会危及地面人员、设备、阵地安全。因此，采用弹射发射导弹时对导弹的可靠性要求更高了。

从发展来看，战术导弹采用垂直发射方式是一发展方向。过去垂直发射方式仅用于攻击固定目标的战略、战术弹道导弹，攻击活动目标的战术导弹一般都采用倾斜发射方式。进入20世纪70年代以后，由于战术上的需要和技术上的可能，开始对战术导弹垂直发射技术进行研究。20世纪80年代初，攻击活动目标的战术导弹垂直发射技术取得突破并获得成功，垂直发射技术开始在舰空导弹和地空导弹中得到应用。

垂直发射技术需要研究的问题是方位对准方案设计、俯仰转弯方案设计、转弯动力方案设计等。垂直发射的关键技术是推力矢量控制技术、捷联惯导技术、亚声速大攻角飞行控制技术、自推力发射排焰技术等。有关这些方面的内容将在第六章进行详细介绍。

六、其他发射方式

1. 机动发射方式

机动发射方式是指导弹的发射阵地可根据需要而迅速改变，这点对地空导弹来说是非常重要的。例如，执行野战防空任务的地空导弹要能随野战部队迅速转移并及时参加战斗。由于高空侦察技术和远程导弹命中精度的提高，对地空导弹来说，只有采用机动发射才能提高其生存能力。

地空导弹武器的机动方式有车载和便携两种，车载是主要的机动方式。在车载机动中除有轮式和履带式自行车辆外，还有牵引式车辆。轮式装甲越野车辆作为导弹发射装置运载体，其机动能力和防护性能较好，而且成本较低；履带式装甲车运载体通过性较好，但造价很贵；牵引式运载体的优点是拖车承载能力一般不受限制，轻型或重型发射装置都可采用，成本低，但机动性较差。从目前来看，上述几种机动车辆都被广泛采用，有的导弹武器先后或同时采用几种机动型式。如美国“霍克”地空导弹发射装置运载体首先采用单轴拖车而后又采用履带车。

便携式机动方式用于超低空防空导弹武器系统。常由单兵或兵组背负，在战场上可随时转移发射阵地，而且能很快投入战斗。背负机动的导弹武器，每人负重一般不大于20～25kg，远距离行军时仍应由车载运输。

2. 贮运发射箱(筒)式发射方式

贮运发射箱是发射装置定向器的一种特殊型式，一般称它为贮运发射箱定向器(简称为箱式定向器或发射箱)。按贮运发射箱的本体结构型式，可分为方形箱式和筒形箱式两种类型，也可称为发射箱和发射筒。前者结构紧凑，后者适用于不折合或半折合尾翼的导弹。这两种类型在第二、三代地空导弹发射装置中都得到了广泛的应用。

贮运发射箱除了具有一般定向器的功能外，还能在运输、贮存中起导弹包装箱的作用，在贮运期间很好的保护导弹对增加导弹的使用寿命有重大作用。

对于贮运发射箱式发射，导弹与发射箱组合状态是基本使用状态，导弹一般以箱弹组合状态出厂。在服役期间，运输、存放、值勤、发射等均在箱弹组合状态下进行，导弹的预防性维护也在箱弹组合状态下进行，只有在必须对导弹故障作进一步诊断及更换弹上设备时，才将导弹出箱，分解。因此，采用贮运发射箱式发射，必将给导弹发射前的准备工作和为此所需用的各

种设备带来较大的变化。它对导弹武器系统的作战程序和战术性能，也产生一定的影响。为此，可以把它也视为一种发射方式。

有关贮运发射箱的内容将在第二章第六节进行详细介绍。

第二节　导弹发射系统

导弹发射系统包括在导弹进入临射状态到点火起飞并飞抵起控点的过程中，一直与导弹保持联系并处于工作中的所有技术设备。导弹发射系统的结构与组成、功能和性能直接影响武器系统的战术技术性能和作战效能。

一、导弹发射系统定义

导弹发射系统是指发射前完成对导弹的固定、支撑及射前检查和准备工作；发射时按照指挥控制系统的要求控制发射导弹，并赋予导弹初始射向和离轨速度；发射后与装弹设备一起完成导弹再装填的设备总和。

导弹发射系统又称导弹发射设备，通常将导弹发射设备集成安装在一辆具有机动能力的车辆底盘上，构成导弹发射车。

二、导弹发射系统组成

由于地空导弹类型、发射方式、作战使命等不同，导弹发射系统的组成与结构也有较大区别。通常由发射装置、发射控制系统、初始射向控制（或展开）设备、发电配电设备和通信设备等组成。下面分别介绍倾斜发射系统和垂直发射系统的组成。

1. 典型地空导弹倾斜发射系统组成

典型地空导弹倾斜发射系统，一般由倾斜发射装置、发射控制系统、随动系统、发电配电设备、通信设备、调平装置和军用越野车底盘等组成，如图 1-1 所示。

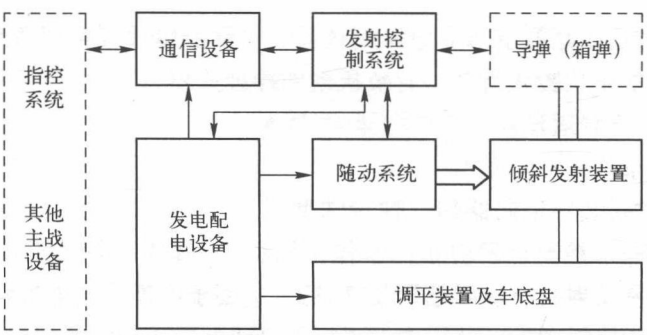


图 1-1　典型地空导弹倾斜发射系统组成及功能联系简图

倾斜发射装置在导弹发射前，能安全可靠地支撑固定导弹，并在随动系统控制下完成方位和高低两个射界内的运动，为导弹提供规定的初始射向；发射时，为导弹提供足够的轨上运动距离，使导弹具有一定的离轨速度，保证导弹发射的初始精度，同时对导弹发动机喷出的燃气流进行排导；发射后，可与装填设备配合，安全、快速、顺利地装退导弹。

发射控制系统是由地面发控设备和弹上有关的控制执行部件组成的一套电气遥控设备，

通常是由计算机控制的一种逻辑程序控制系统，属于开环控制系统。发控系统通过一套逻辑电路与弹上控制执行部件一起来实现发控系统的各项功能，它是指控系统和发射装置上的导弹之间的接口设备，通过它把指控系统和发射装置上的导弹连接在一起。发控系统在指控系统的指挥和控制下，完成导弹的射前检查、发射准备和发射控制。当发射不成功时，发控系统能及时断开弹上供电电源，停止发射导弹。

随动系统能够根据指控系统给出的角度控制信号，控制发射装置带动导弹在方位和高低射界内进行自动跟踪瞄准，赋予导弹一定的初始射向，同时向指控系统回送发射装置的当前角位置信息。

导弹发射车一般采用主机发电方式提供作战电源，即利用发射车自身的汽车发动机作为原动机驱动发电设备，提供发射车所需的电源给各用电设备。发电设备也可通过发射车上的拖动电机，由电源车或市电驱动，供部队应急作战或平时训练时使用。当发射车的发电设备故障时，也可直接使用电源车提供的电源。

导弹发射车一般配置有线/无线数传设备和有线/无线话音设备。发射车在作战时通常处于无人值守的遥控状态，有线/无线数传设备主要用于保障发射车与指控车之间的数据通信，实现指控车对发射车的遥控操作及控制。有线/无线话音设备主要是在作战、训练或行军过程中，为武器系统各主战设备间提供话音通信保障。

调平装置主要完成导弹发射车的自动/手动调平，保持发射车的调平精度，并能自动和手控撤收。

2. 典型地空导弹垂直发射系统组成

典型地空导弹垂直发射系统，主要由垂直发射装置、液压传动装置、液压传动控制设备、发射控制系统、发电配电设备、通信设备和军用越野车底盘等组成，如图 1-2 所示。其中，发射控制系统、发电配电设备和通信设备的功能和基本组成与倾斜发射设备大致相同。

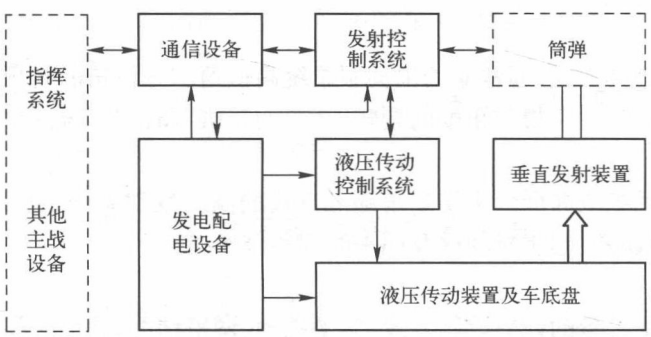


图 1-2 典型地空导弹垂直发射设备组成及功能联系简图

垂直发射装置通常采用四联装方式，主要用于携带四发筒弹，进行发射前可靠地固定、支承筒弹，以及起竖筒弹到发射位置；发射时赋予导弹初始姿态，为导弹提供发射基准；发射后与其他设备配合，完成筒弹装填等工作。

液压传动装置是发射车车体调平、发射装置起竖和回平、筒弹的下滑和提升等各种动作的执行机构。

液压传动控制设备用于控制液压传动装置完成发射车车体调平、调平支腿回收、发射装置起竖和回平、筒弹的下滑和提升、筒弹的锁定和解锁、行军固定器锁定和解锁等功能。

从上述对典型导弹发射系统组成及各组成部分的功能分析可以看出，导弹发射系统是一类结构复杂、自动化程度高，集机、电、液、通信与控制于一体的地面作战设备。

三、导弹发射系统战术技术性能

导弹发射系统完成作战任务的能力，通常用其战术技术性能来表征。导弹发射系统的战术技术性能一般包括如下的功能和性能指标。

1. 工作环境条件

通常应给出发射车能正常、可靠工作的自然环境及使用条件，如作战阵地最大海拔高度、环境温度、最大太阳辐射照度、相对湿度、地面风速、降雨强度、防盐雾腐蚀和防霉菌生长能力等。

2. 重量及外形尺寸

(1) 重量：通常应给出发射车空载时的最大重量以及满载时的最大重量。

(2) 外形尺寸：通常应给出发射车在行军状态下空载和满载时的外形尺寸(长×宽×高)，以及发射车在展开(作战)状态的最大外形尺寸(长×宽×高)。

3. 发射方式

通常应给出导弹的联装数量、定向器的型式、发射动力、发射姿态等功能描述。

4. 瞄准方式及瞄准参数

1) 瞄准方式

对于倾斜发射系统，瞄准方式可分为定角瞄准和伺服跟踪瞄准两种方式，按照高低角和方位角瞄准方式的异同有三种组合型式：高低角和方位角都采用定角瞄准方式，高低角采用定角瞄准方式而方位角采用伺服跟踪瞄准方式、高低角和方位角都采用伺服跟踪瞄准方式。

通常应给出伺服系统的信号特点(如连续、数字)、组成元件的物理性质(如电气、液压、电气－液压)等功能描述。

2) 瞄准参数

对于伺服跟踪瞄准方式，通常应给出伺服系统高低角和方位角的射角范围、跟踪速度和加速度、动态误差和静态误差、规定角度的调转时间、调转协调时的半振荡次数等技术指标。

5. 起竖性能

对于垂直发射系统或高低角采用定角瞄准方式的倾斜发射系统，通常应给出高低角的起竖角度、起竖角测量误差、起竖时间以及回平时间等技术指标。

6. 调平方式

通常应给出调平设备的调平控制方式、调平范围、调平精度、调平时间、调平精度保持时间等技术指标。

7. 标定方式

通常应给出发射车的标定方法(如绝对标定、相对标定、自动定向或寻北等)、标定精度、标定时间等功能和性能指标。

8. 通信方式

通常应给出话音通信和数传通信设备的通信方式(有线、无线)、通信距离、通信频率、数据误码率、信道带宽以及无线通信的环境条件等功能和性能指标。

9. 发控系统性能

通常应给出导弹准备时间、导弹准备完毕时间、导弹正常发射时间、导弹发射间隔时间、发

射故障处理时间、导弹预定参数、导弹电池组激活电流、电爆管点火电流、高低角和方位角的发射禁区等性能指标。

10. 电源系统

通常应给出发射车的供电方式，如自主供电、电源车供电、市电供电等；供电频率和电压的参数、精度要求及接线方法；正常环境及湿热环境下的绝缘电阻值。

11. 机动能力

1）运输方式

通常应给出发射车进行机动时的运输方式，如公路运输、铁路运输或水路运输等，以及各种运输方式下的运输里程。

2）行驶速度

通常应给出发射车在各种等级公路上行驶的最大车速、平均车速。

3）续驶里程

通常应给出发射车的主、副油箱加满油料后，一次能够连续行驶的最大里程。具有主机发电功能的发射车在完成一次连续行驶的最大里程后，还应具有规定时间的供电能力。

4）通过能力

通常应给出发射车的最小转弯半径、最小离地间隙、最大爬坡度、越垂直障碍高度、越壕宽度、涉水深度、制动距离、离去角、进入角等参数。

5）起动性能

通常应给出发射车的起步坡度、正常温度条件下的起动时间、低温条件下采用附加措施后的起动时间。

12. 可靠性、维修性和测试性

通常应给出发射车的工作寿命、连续工作时间、平均无故障时间（MTBF）、平均修复时间（MTTR）等可靠性、维修性指标；机内测试设备的实时检测、故障定位能力，以及故障检测率、故障隔离率、故障虚警率等测试性指标。

在导弹发射系统的战术技术性能中，一般还应给出发射车的战斗准备时间、发射车的展开和撤收时间、装（卸）导弹的时间等战术性能指标。

第三节 导弹发射系统的地位与作用

导弹发射系统是地空导弹武器系统的重要组成部分，其功能和性能对武器系统的快速反应能力、对付多目标能力、导弹发射精度、机动能力、作战环境适应能力、作战可靠性和生存能力等具有重要的影响。导弹发射系统的重要地位及作用主要表现在以下方面。

1. 对武器系统快速反应能力的影响

武器系统的快速反应能力，是指发现目标后能迅速发射导弹的能力，通常用搜索雷达发现目标到第一发导弹发射出去的时间长短（即系统反应时间）来衡量，一般为几十秒，最短的甚至只有几秒。倾斜发射装置带弹调转、跟踪的时间是武器系统反应时间的组成部分，可采用快速响应的大功率伺服系统来缩短系统反应时间。垂直发射装置无须带弹调转、跟踪就可以发射导弹，有效地提高了系统快速反应能力。可见，发射装置采用不同的发射方式对武器系统反应时间有较大影响。

2. 对付多目标能力的影响

导弹发射系统对武器系统对付多目标能力起着重要的保证作用，如采用多联装发射装置、采用垂直发射方式等措施都能有效提高武器系统对付多目标的能力。

3. 对发射精度的影响

发射精度可以给出导弹在特征位置偏离理想弹道的程度和偏离性质。发射装置对发射精度的影响，主要是指导弹滑离发射装置瞬时的初始瞄准误差和初始扰动，使导弹偏离理想弹道的程度和偏离趋势。发射装置对发射精度起很大作用，有时甚至起决定性的作用。

4. 对机动能力的影响

武器系统的机动能力，一般采用展开和撤收时间、最大行军速度、最大行军里程及越野性、可运输性等参数描述。在新型地空导弹武器系统中，指挥控制系统与发射系统之间采用数字通信和遥码通信技术，电缆连接简单甚至取消连接电缆，使武器系统能够快速展开或撤收；导弹发射车广泛采用自行式或军用越野机动方式，这些措施有效提高了武器系统的机动能力。

5. 对作战环境适应能力的影响

发射装置上的导弹能否经常保持战备状态，并能耐受各种严酷的外界环境，虽与导弹本身有很大关系，但是发射装置在很大程度上起着保证作用，最有效的方法是采用筒（或箱）式发射。筒（或箱）式发射可以使导弹贮存、运输、发射一体化，改善了导弹贮运和发射的条件，使导弹经常处于良好的贮存条件下，大大减少周围环境对架上战备状态导弹的影响，可使导弹在发射装置上较长时间处于待发状态，提高了导弹对作战环境的适应能力。作战实践表明，导弹发射系统对实现导弹的安全、可靠和快速发射起着非常重要的作用。

6. 对作战可靠性的影响

导弹发射系统是一类结构复杂、自动化程度很高的机、电、液一体化地面作战设备，既包含控制计算机、数字电路、模拟电路等众多电子组合，也包含大量的非电子设备或组件，任何一个电子元器件或非电子单元失效，都可能使发射系统丧失作战能力，因此应保证发射系统的可靠性满足武器系统规定的指标，以提高武器系统的作战可靠性。

7. 对武器系统生存能力的影响

导弹发射设备是发射阵地上数量最多的作战装备，在现代战争侦察攻击一体化的作战环境中，搞好导弹发射设备的伪装与防护，对于提高武器系统的生存能力显得尤为重要。现有型号的地空导弹发射设备，采用机动方式本身就是隐蔽伪装的一种措施，采用装甲车底盘和发射筒结构都具有一定的防护功能。目前广泛采用的伪装隐蔽技术，可归纳为采用变形迷彩的融合技术，采用伪装遮障的隐身技术和采用假目标的示假技术。这些技术的研究和广泛采用，将会大大提高导弹发射设备的伪装防护能力。

第四节　导弹发射系统的一般工作程序

由于地空导弹类型、发射方式、作战使命及武器系统配置方式等不同，导弹发射系统的一般工作程序有较大区别，通常包括战斗准备、战斗实施、战斗恢复与撤收等三个阶段。

一、战斗准备

本阶段的主要工作包括发射车的展开、车体调平、本车检查、标定、装填导弹以及发射装置

起竖等。

1. 发射车展开

发射车展开是指在指定的配置地点，将发射车定位、展开和连接，使其与其他作战装备构成一个整体。其具体过程包括：

1）占领阵地

发射车进入预先选定的发射阵地，按阵地配置要求就位。

发射阵地应事先将发射车停放点编上地标号或发射车编号，并用箭头标出其车头指向。在以发射车为中心的一定半径圆周内不准有易然物品堆放，在发射车侧旁应留有一定宽度的路面供运输装填车装填使用，停放位置旁边应有潮湿松软土质地供打地桩用。发射车停放场地的面积、场地坡度、停放地面的硬度、停放位置的遮蔽角等应符合指标要求。

2）解除固定

拆除车辆运输时的伪装篷布和紧固绳索，放置车辆的人行梯。对于倾斜发射系统还需用手摇柄转动高低、方位手动轴，取下高低、方位行军固定销，解除行军固定。

3）连接电缆

展开发射车电缆网，按要求连接发射车与其他作战装备（如指挥控制车、应急电源车等）之间的电缆。对于具有自主供电和无线数传设备的发射系统，紧急状态下可不用连接电缆，由发射车上的主机发电设备提供所需电源，发射车与指控车之间采用无线数传通信。

4）打地桩

地桩应放置于发射车底盘侧面预先选定的位置上，将金属屏蔽线连接车体和地桩。地桩入土长度应符合指标要求。

2. 发射车车体调平

根据发射车调平装置的指标要求，按照调平装置的操作程序进行调平操作，使发射车处于规定的水平位置。

3. 发射车本车检查

本车检查即检查发射车各部分的主要技术状况，具体内容包括检查开关初始位置、检查发射车供电情况、检查设备加电情况、发射车的加电自检以及动态功检等。

本车检查是了解兵器技术状况的重要手段，检查必须准确细致，一丝不苟。应特别注意各主要参数的准确性，发现故障立即报告，及时排除。

4. 无线通信设备展开

对于具有无线通信设备的发射系统，按照无线通信设备展开的操作程序进行展开与连接操作，为发射车与指控车之间进行无线通信做好准备。

5. 发射车标定

对于倾斜发射系统，通常采用绝对标定或相对标定的方式，根据发射车标定的指标要求，按照标定的操作程序进行方位角、高低角等的标定操作。

对于垂直发射系统，通常采用惯性测量装置或光学瞄准设备，根据发射车标定的指标要求，按照标定的操作程序测量发射车纵轴与正北方向的方位角。

6. 装填导弹

按照装填导弹的要求及操作程序，与运输装填车的操作人员密切配合，进行装填导弹的操作。