

普通高等教育“十三五”规划教材

火力控制技术基础

马新谋 樊水康 编著
王建国 赵刚 刘佳 主审

FUNDAMENTALS OF
FIRE CONTROL TECHNOLOGY



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

火力控制技术基础

马新谋 樊水康 编著
王建国 赵刚 刘佳 主审



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了火力控制系统的基本概念、基本组成、基本原理。全书分为8章,内容包括火控系统概述、目标位置的描述、目标搜索与跟踪、火控系统分析、武器随动系统、火控系统总体设计、典型火控系统介绍、火力控制与指挥控制一体化介绍等内容。

本书可作为大学本科高年级学生或研究生学习火力控制技术基础的教科书或教学参考书,也可作为相关专业工程技术人员和部队的有关人员的业务参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

火力控制技术基础/马新谋,樊水康编著. —北京:北京理工大学出版社,2018.8
ISBN 978-7-5682-6119-7

I. ①火… II. ①马… ②樊… III. ①火控系统 IV. ①E92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 190460 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 18.25

字 数 / 423 千字

版 次 / 2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 59.00 元

责任编辑 / 陈莉华

文案编辑 / 陈莉华

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前言

随着科学技术的发展,武器系统越来越复杂,火力控制系统成为现代武器系统不可缺少的重要组成部分。我国在军事斗争准备的历程中,在还没有彻底完成机械化就迎来了信息化、网络化的需求,而火力控制系统的先进与否是现代化武器装备信息化程度的重要标准,也是武器系统先进与否的重要标志。因此有必要对兵器类非火力控制专业的兵器类本科生开展火力控制技术的普及,为武器系统信息化发展提供人力和智力支撑。而目前国内关于火力控制类的书都是专业著作,不适合用来对于非火力控制专业本科生进行教学。为此急需编写一部既能把火力控制系统概念、基本原理、基本组成讲清,又不过分专业的教材。

本书是专门为非火控专业本科生或研究生学习火力控制技术而编写的教材。本书共分8章。第一章火控系统概述,简要介绍了火控系统的基本概念、基本组成、分类和火控系统的发展及展望。第二章目标位置的描述,介绍了火控系统常用的坐标系、目标位置的描述和坐标转换理论。第三章目标搜索与跟踪,介绍了火控系统对目标搜索与跟踪系统的技术要求和战技指标,并介绍了典型的搜索跟踪传感器。第四章火控系统分析,主要介绍了目标运动状态估计理论,介绍了常见的目标运动假定,最小二乘滤波和Kalman滤波的基本理论;介绍了火控系统常用的几种弹道模型及其基本原理;分析了静对静、静对动、动对动几种不同的命中问题类型,并阐述了各类命中方程的建立及求解方法,分析了允许射击的区域。第五章武器随动系统,主要介绍了武器随动系统的基本概念、基本组成、基本原理,介绍了武器随动系统的战技指标要求,探讨了武器随动系统的特点等。第六章火控系统总体设计,主要介绍了火控系统的主要战技指标要求,由于可靠性是目前制约武器性能的一个重要指标,因此较详细地介绍了可靠性的相关理论;简要介绍了火控系统总体方案设计、火控系统仿真技术等。第七章典型火控系统介绍,主要介绍了坦克火力控制系统和高炮火力控制系统,以及它们有各自的特点。第八章火力控制与指挥控制一体化介绍,随着信息化技术在武器装备中的运用,火力控制与指挥控制一体化成为21世纪火控系统技术发展的重要方向,本章主要介绍了火力控制与指挥控制一体化系统的构成和关键技术问题。

本书是在作者多年的教学实践和科研实践基础上,以作者在中北大学应用了十年的、修订过多次的《火控概论》讲义为蓝本,收集和参阅了大量文献、资料的基础上编写的。编写力求科学、准确、易懂,既能把火力控制技术的基本概念、基本原理、基本组成讲清、讲透,又能准确反映火力控制技术的最新发展现状,符合编著者的初衷。

本书主要由马新谋和樊水康编著。全书编写体系由马新谋和樊水康多次共同讨论确定,各章的撰稿人为:马新谋承担第四、五、六章的撰写工作;樊水康承担第一、三、七、八章的撰写工作;常列珍承担第二章的撰写工作。全书由马新谋负责统稿工作。由207所火控技术领域的一线专家王建国、赵刚和刘佳负责全书的审稿工作,并提出了许多中肯的建议和意见,都已在书中体现。硕士研究生郝一凝、王常龙、何自力在文字录

入和资料整理中做了大量的工作。

本书的编写受到中北大学兵器科学与技术学科部主任高跃飞教授的支持和指导，得到山西省学科攀升计划、兵器科学与技术学科建设计划和中北大学教材建设基金的资金支持，在此一并表示感谢。本书在编写过程中，参考和引用了许多专家和学者的著作和论文，在此对原作者深表谢意。

由于作者学识水平和经验有限，书中难免存在错误和不足之处，恳请读者批评指正。

目 录

CONTENTS

第一章 火控系统概述	001
第一节 火控系统基本概念	002
一、火控系统基本概念	002
二、火控系统任务	003
三、支撑火控系统发展的关键技术	003
第二节 火控系统的组成	004
一、火控系统的组成	004
二、可独立自主作战火炮武器系统的火控系统组成	005
三、自行榴弹炮火控系统体系结构	008
四、坦克火控系统体系结构	008
五、总线形式的火控系统体系结构	010
第三节 火控系统的分类	011
一、按功能的综合程度分类	011
二、按瞄准方式分类	011
三、按控制方式分类	012
四、其他分类方式	018
第四节 火控系统的发展概述	019
一、火控系统的发展历程	019
二、现代火控系统的发展	022
三、火控系统发展展望	023

第二章 目标位置的描述	026
第一节 火控系统常用坐标系	026
一、惯性坐标系	027
二、非惯性坐标系	028
三、坦克火控系统中常用的坐标系	031
第二节 目标位置的描述	033
一、目标与载体之间的几何关系	033
二、目标提前点位置的描述	034
第三节 坐标系转换	035
一、平面直角坐标系与极坐标系之间的转换	035
二、直角坐标系与球坐标系之间的转换	035
三、直角坐标系平动坐标转换	035
四、直角坐标系转动坐标转换	036
第三章 目标搜索与跟踪	043
第一节 目标搜索与导引	043
一、目标搜索与导引	043
二、火控系统对搜索与导引的主要技术要求	045
三、搜索与导引的主要工作程序	049
四、目标搜索方式	049
五、导引方式	051
第二节 目标截获与跟踪	051
一、目标截获与跟踪概述	051
二、火控系统对目标截获与跟踪的主要技术要求	052
三、跟踪方式	052
四、测距	056
第三节 典型搜索、跟踪传感器介绍	062
一、典型搜索传感器	062
二、典型跟踪传感器	064
第四章 火控系统分析	067
第一节 目标运动状态估计	067
一、目标运动假定与目标状态预测	067

二、最小二乘滤波法	072
三、递推线性最小二乘估计	076
四、卡尔曼滤波	079
第二节 火控弹道模型	091
一、火控弹道模型概述	091
二、弹道学基础知识	094
三、质点弹道微分方程组	102
四、修正质点弹道方程	104
五、刚体弹道方程	109
六、简化的刚体弹道方程	113
七、射表及其函数逼近	116
第三节 命中问题分析	126
一、目标和武器均静止状态下的命中问题	127
二、目标运动而武器静止状态下的命中问题	128
三、目标与武器均处于运动状态下的命中问题	131
第四节 命中方程的建立及求解	142
一、命中公式系	142
二、命中方程组的建立	145
三、命中方程组的求解	148
四、允许射击区域	154
第五章 武器随动系统	159
第一节 概述	159
一、随动系统	159
二、随动系统性能指标	163
第二节 武器随动系统的组成	164
一、武器随动系统	164
二、武器随动系统的特点	171
三、武器随动系统的组成	172
四、执行电机—被控对象模型	173
第三节 武器随动系统的工作原理	175
一、武器随动系统模型	175
二、复合控制随动系统	178

第六章 火控系统总体设计	186
第一节 火控系统性能指标	186
一、工作范围	186
二、精度	188
三、反应时间	188
四、环境适应性	189
五、可靠性	190
六、维修性	206
七、电磁兼容性	210
第二节 火控系统设计	211
一、火控系统总体设计	211
二、方案设计	212
三、常用的火控系统方案	213
第三节 火控系统仿真	216
一、火控系统全寿命周期仿真	217
二、火控系统性能仿真	218
三、火控系统仿真类型	219
四、火控系统仿真的作用	220
五、火控系统仿真结果的可信度	221
第七章 典型火控系统介绍	222
第一节 坦克稳像式火控系统介绍	222
一、坦克火控计算机	222
二、稳像式火控系统控制盒	230
三、炮长观瞄系统	237
四、火控系统传感器	240
五、稳像式火控系统的使用	241
第二节 防空卫士火控系统介绍	245
一、防空卫士概述	245
二、防空卫士火控系统的组成	246
三、防空卫士火控系统的主要技术性能	248
四、防空卫士火控系统的主要特点	255

第八章 火力控制与指挥控制一体化介绍	258
第一节 火力控制与指挥控制一体化系统的构成	259
一、传感器网络	259
二、信息传输网络	260
三、指挥控制中心	264
四、火力打击网络	266
第二节 火力控制与指挥控制一体化系统的关键技术	269
一、传感器网络的关键技术	270
二、信息传输网络的关键技术	270
三、指挥控制中心的关键技术	274
四、火力打击网络的关键技术	276
参考文献	278

第一章

火控系统概述

- ◆ **学习目标：**学习和掌握火控系统的基本概念、基本组成、分类和发展趋势，可以用火控系统相关的专业术语描述火控问题。
- ◆ **学习重点：**火控系统的基本概念、基本组成。
- ◆ **学习难点：**火控系统的基本组成。

随着科学技术的不断发展和战争的需要，现代火炮武器系统（如牵引火炮、自行火炮、坦克炮、航炮、舰炮……）几乎都配备了火力控制系统。火力控制系统（Fire Control System, FCS），简称火控系统，亦称射击控制系统；泛指控制火炮、导弹、鱼雷等武器瞄准和发射的成套设备，是现代武器系统必不可少的重要组成部分，是武器系统的“大脑”和“眼睛”，而且是武器系统先进性的重要标志。也有学者给火控系统下了另一个定义，即火控系统是指为实现火控全过程所需的各种相互作用、相互依赖的设备的总称。火力控制系统的核心功能是快速发现目标，对目标实施快速精确的打击。配备火控系统的武器系统，能缩短系统的反应时间，提高射击精度。火控系统研究的问题是：如何将一枚射弹从武器系统射向目标并使其击中目标。

火控系统的发展是随着电子技术的发展而发展的，特别是计算机技术的发展，极大地推动了火控系统的发展。在第二次世界大战后，传感器和武器的类型与性能都有显著的变化，形成了现代战争的一系列新特点：多目标、多批次、多方向、空海潜立体战的攻击形式；攻击的隐蔽性、突然性、破坏性都比过去大大增强。因而就要求我们能够先敌发现、反应迅速、指挥得当、打击有力，为此对来自各个传感器的目标信息，要求能迅速地识别、分类，可向指挥员提供清晰、全面的作战态势，并且能协助指挥员迅速、准确地制定作战方案，控制各种武器打击目标。显然，仅仅以火力控制系统是不能完成该使命的，必须有一套以计算机为核心进行必要的情报处理和辅助作战指挥的系统，即综合火力控制系统。

从火力控制系统本身来讲，综合火力控制系统是其发展方向。综合火力控制系统，是指综合使用观察器材，综合控制多种同类型和不同类型的武器，且能自行做出目标指示的火力控制系统。此处所谓“能自行做出目标指示”，是指这种系统具有简单的战术处理能力，即在一定程度上可以完成敌我识别、威胁度判断和武器分配的功能，从而使系统具有简单的战术处理能力。

此外，需要指出的是现代武器如火炮、火箭、鱼雷、航空炸弹，以及一些小型自寻的制导武器，如防空导弹、机载或舰载的拦击导弹等，大多配有火控系统。非制导武器配

备火控系统,可提高瞄准与发射的快速性与准确性,提高对各种天候的适应性,以有效地把握战机,提高命中率,使武器的毁伤能力得到充分发挥。对于制导武器,可提高其快速反应能力,改善制导系统的效能,进一步减少失误率。配备不同档次的火控系统,会使武器系统的性能和价值相差甚远。火控系统的成本通常占到坦克总价值的 30% ~ 50%。单从这一点上,我们也可以清楚地认识到火控系统在坦克武器系统中的重要作用和地位。

第一节 火控系统基本概念

一、火控系统基本概念

为了后面描述方便,在这里我们先介绍几个关于火控系统的专业术语。

火力控制系统是指控制武器自动或半自动地实施瞄准与发射(抛射)的全过程,它是武器系统的重要组成部分,简称火控。深入地讲,火控包括:为瞄准目标而实施的搜索、识别、跟踪目标;为命中目标而进行的依据目标状态测量值、弹道方程(或射表)、目标运动假定、实际弹道条件、武器运载体运动方程计算射击诸元;以射击诸元控制武器随动系统驱动武器线趋近射击线,并依据射击决策自动或半自动地执行射击程序。目的是控制武器发射射弹,击中所选择的目标。

瞄准矢量是指以观测器材回转中心为始点,目标中心为终点的矢量。瞄准矢量常用球坐标 D 、 β 、 ε 表示,其中 D 、 β 、 ε 分别表示目标现在点的斜距离、方位角、高低角。

瞄准线是指以观测器材回转中心为始点,通过目标中心的射线。

跟踪线是指以观测器材回转中心为始点,通过观测器材中某一基准点的射线。

武器线是指以武器身管或发射架回转中心为始点,沿膛内或发射架上弹头运动方向所构成的射线。

射击线是指为保证弹头命中目标,在武器发射瞬间,武器线所必需的指向。

现在点是指将目标视为一个点,在弹头每次发射瞬间,目标所处的空间点。

未来点又称命中点,是指目标与弹头(视为一点)相碰撞的空间点。需要在这里强调,命中点肯定是未来点中的一个,但不是所有的未来点都是命中点。

射击诸元主要指射击线在大地坐标系中的方位角 β_g 和射角 φ_g 。

由于弹道的弯曲、气象条件影响、目标的运动、武器载体的运动,致使瞄准矢量与射击线不一致。射击线相对瞄准矢量的夹角定义为空间提前角。空间提前角一般分解为方位提前角和高低提前角。提前角取决于弹头的外弹道特性与目标和武器载体的运动状态。瞄准矢量、射击线与提前角间的相互关系如图 1.1 所示。

应当指出,在跟踪目标过程中,总是使跟踪线趋近于瞄准线,二者存在的偏差称为跟踪误差,分为方位跟踪误差及高低跟踪误差。未来点是相对现在点而言的,在火控问题有解范围内,二者是一一对应的。武器线与射击线一般是不重合的,存在偏差,称为射击诸元误差。只有当射击诸元误差小于希望值时,才允许射击。

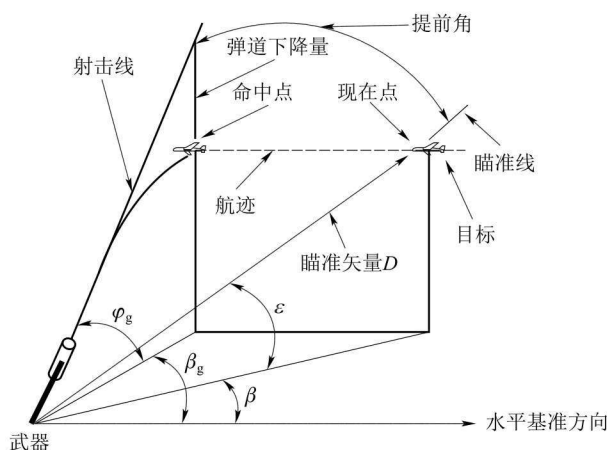


图 1.1 瞄准矢量、射击线与提前角相互关系图

二、火控系统任务

火力控制系统的主要任务是控制武器装备实施对目标进行射击，并评估射击效果。但是不同的武器系统、不同配置的火控系统所需要完成的任务也是不尽相同的。以现代火炮武器系统为例，现代火炮武器系统的火控子系统需要完成以下诸项任务或其中一部分任务：

- (1) 利用各种探测、跟踪器材，搜索、发现、识别、跟踪目标，并测定目标现在点的坐标。
- (2) 依据目标运动模型、目标坐标的测量值，估计目标的运动状态参数（位置、速度、加速度）。
- (3) 依据弹头的外弹道特性、实际气象条件、地理特征、武器载体及目标运动状态，预测命中点、求取射击诸元。
- (4) 依据射击诸元，利用半自动或全自动武器随动系统驱动武器线趋近于射击线，并根据指挥员的射击命令控制射击程序实施。
- (5) 实测脱靶量，修正射击诸元，实现校射或大闭环火控系统。
- (6) 实时测量武器载体的运动姿态或其变化率，用于火控计算及跟踪线、武器线稳定。
- (7) 实施系统内部及外部的信息交换，使武器系统内部协调一致地工作及使火控系统成为指挥控制系统的终端。
- (8) 实施火控系统的一系列操作控制，使火控系统按战术要求及作战环境要求工作。
- (9) 实施火控系统的故障自动检测和性能自动检测。
- (10) 实施操作人员的模拟训练。

某一实际火控系统的任务，依据作战要求可多可少，但最基本的搜索及跟踪目标、求取射击诸元、驱动武器线任务是必不可少的。

三、支撑火控系统发展的关键技术

火控系统作为现代武器系统必不可少的组成部分，从其出现到现在一直在不断发展变化中，支撑火控系统发展的技术包含以下几个方面：

- ① 计算机技术;
- ② 语音识别、合成技术;
- ③ 图像、图形处理技术;
- ④ 建模仿真技术;
- ⑤ 人工智能技术;
- ⑥ 网络技术;
- ⑦ 通信技术;
- ⑧ 光电技术;
- ⑨ 探测技术;
- ⑩ 信息对抗安全技术;
- ⑪ 传感技术;
- ⑫ 自控技术;
- ⑬ 电磁兼容设计技术;
- ⑭ 机械设计技术;
- ⑮ 系统工程。

以上诸技术中的任何一个有了长足的进步,就会推动火控技术和相关技术的快速升级进步。因此火控系统是一个系统工程,要综合运用各种先进技术来提高自己的技术水平。

第二节 火控系统的组成

一、火控系统的组成

目前,世界上各国的火力控制系统种类繁多,广泛应用于陆、海、空三军,也用于战略导弹部队。形式与组成多种多样,但是归纳起来,火控系统主要由三部分组成,如图 1.2 所示。

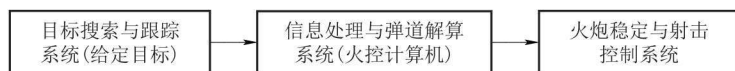


图 1.2 火力控制系统的组成

但是仅靠图 1.2 中的三个系统组成的火控系统,在现代战场条件下是无法完成火控任务的,现代化的火控系统还需要有操作显控台、导航系统、姿态测量系统、弹道气象测量系统为火控计算机提供各类信息,因此现代火控系统一般划分为 5 个子系统,如图 1.3 所示。

目标搜索与跟踪系统包括目标搜索和跟踪传感器,其任务是测量目标的斜距离、方位角、高低角或其各阶变化率,目标的速度、航向或矩变率和横移率,并将这些数据送至火力控制计算机。常见的

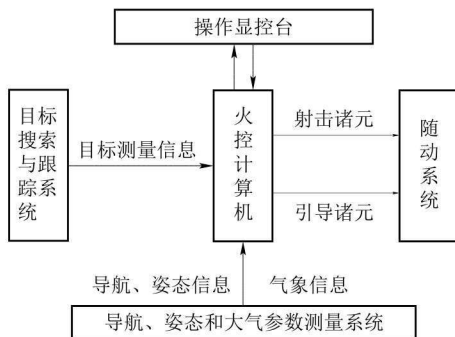


图 1.3 现代火力控制系统组成框图

测量跟踪装置有光学瞄准镜、红外跟踪装置、被动雷达、激光测距机、雷达、激光雷达等。

导航和姿态参数测量系统可实时测量武器载体的地理位置、速度、加速度信号和载体的姿态参数。气象参数测量系统可实时测量风速、风向、大气温度、大气压力等参数，并将这些测量参数传输到火控计算机，为解命中问题提供支撑。例如常用的装置有电罗经、磁罗经、平台水平仪、平台罗经、卫星导航装置（GPS，GLONASS，GALILEO，BEIDOU）、惯性导航系统、寻北仪、横风传感器、气压计、气温计等。

火控计算机的主要任务是接收目标搜索与跟踪装置提供的目标数据（斜距离 D ，方位角 β 、高低角 ε 或其各阶变化率），接收导航设备、姿态测量装置和大气测量系统提供的武器载体导航信息、载体姿态信息、运动参数信息和大气参数；依据操作显控台的控制自动或半自动地估计目标的运动状态（目标的位置、速度和加速度）信息，计算武器的射击诸元等，如导弹自控时间、武器的发射架瞄准角等。

随动系统就是接收火控计算机计算的射击诸元，驱动武器身管或发射架；按照射击控制程序，进行击发射击。

火控系统的操作显控台是人机交互的平台，通过操作显控台的按钮、开关、键盘使火控系统各个分系统协调地工作，例如使火控计算机完成相应的计算和控制动作。通过数码管、指示灯、显示器把文字、图像、光和声音等以多媒体手段形象地将交互信息提供给操作人员，操作人员可通过控制台控制武器发射。当系统处于全自动状态时，操作显控台只是用来监控各个系统的工作状态，不需要人为干预，直到发出需要人为干预警报时才需要人员操作。此外操作显控台还可以实现指示故障部位、指导模拟训练等功能。

二、可独立自主作战火炮武器系统的火控系统组成

不同武器的火控系统虽然作战使命与控制任务不同，但其功能和实现这些功能的分系统却大体相同。如果一个武器系统要求有独立自主作战的能力，那么它的火控系统要求具有目标搜索与跟踪功能、弹道气象测量等功能，下面仅从火控系统应完成的功能出发，给出一种具有独立自主作战能力的自行高炮火控系统的组成框图，如图 1.4 所示。

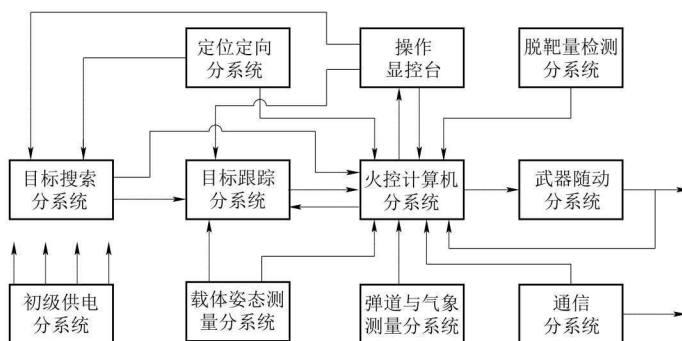


图 1.4 自行高炮火控系统的组成框图

应当指出，并不是所有的自行高炮火控系统都必须具备图中所有的分系统，而是根据战术需要、经费支持情况可以增减的，形成同一体系结构、不同配置的火控系统。

火控系统的构成不是唯一的，需根据武器系统战术技术要求，选择火力控制系统的技术设备，构成不同档次、不同销售价格的火力控制系统，以满足不同用户在不同使用环境下的

需求。但目标跟踪分系统、火控计算机分系统、弹道与气象测量分系统、操作显控台和供电分系统是必不可少的组成部分。

下面概述各分系统的功能。

1. 目标搜索分系统

目标搜索分系统的功能是：独立实施防区内的目标搜索或依据上级给出的目标指示实施指定区域内的目标搜索；概略估计搜索到的目标类型、数量、位置、运动参数，显示目标航迹；完成目标敌我识别与敌方目标对我方目标的威胁度估计；测量目标粗略坐标，并为目标跟踪分系统指示目标，引导其截获目标。一般由目标搜索分系统的敌我识别器识别敌、我目标。概略估计目标的特征与性质由计算机自动完成。这里之所以是概略估计，是因为搜索装置的测程大、搜索区域广，难以得到准确测量值。

完成目标搜索任务的装置种类繁多，主要有：警戒与搜索雷达、无人侦察飞机、侦察校射雷达、红外预警系统、声测系统、变倍大视场光学观测器材等。

2. 目标跟踪分系统

目标跟踪分系统的功能是：在搜索分系统的导引下截获目标；从背景中识别目标；精确地跟踪目标；测量并输出目标现在点坐标（距离、方位角、高低角）；显示目标与目标航迹；实现自行武器跟踪线的独立与稳定。

完成目标跟踪的主要装置有：各种跟踪雷达、白光、微光、电视、远红外（热成像）跟踪仪及激光跟踪仪或激光测距仪等。对回波跟踪体制，目标识别靠的是检测回波；对图像跟踪体制，靠的是图像处理技术；目标运动参数的求取主要使用计算机的滤波软件。跟踪线的独立与稳定则主要用惯性器件。

3. 火控计算机分系统

武器火控系统的核心部分是火控计算机（又名射击指挥仪或弹道计算机），它存储与处理火控系统的全部信息与数据，估计目标运动状态，求解实战条件下的弹道方程或查询存储于其中的射表，决定射击诸元，并依据射击结果加以修正。为给火控计算机求解命中问题提供必要的参数，通常由雷达、光学测距机、激光测距机、声测机、电视跟踪仪等坐标测量装备或校射飞机，测定目标与炸点的坐标；由温度计、气压计、风速计、弹速测量仪等气象与弹道测量仪器，测定实战时的气象与弹道条件。

火控计算机分系统的主要功能是：接收目标指示数据、敌我识别标志、目标现在点坐标值、载体位置和姿态、弹道及气象修正和射击校正量等信息；求取目标运动参数、射击诸元、跟踪线和射击线稳定控制策略、武器随动系统控制策略、火控系统管理控制策略、最佳射击时机及射击时间；输出射击诸元、各种控制信号及系统控制面板的显示信息，检测火控系统功能，诊断其故障。应着重指出，现代火控计算机分系统的主要任务是完成火控系统的各种控制功能，火控解算功能仅是其中之一。

对集中式火控系统而言，这个分系统一般是一台数字式计算机及火控软件。模拟计算机在新研制的火控系统中早已不用。

对分布式火控系统而言，其计算任务将被分解为若干个软件，分散地插入相关的分系统之中。独立的火控计算机有可能不再存在。

4. 武器随动分系统

武器随动分系统的功能是：接收火控计算机分系统给出的射击诸元，驱动武器身管或发

射架；按照射击控制程序，进行击发射击。

主要射击诸元有：高低角与方位角。而对时间引信分划（弹头飞行时间）、水面或水中武器的转向角、爆炸深等，则在弹头发射前由相应控制机构完成。武器随动分系统通常采用直流或交流机电随动系统，功率较大时，则采用液压式随动系统。对自行武器，该分系统还应具备武器线稳定功能。为提高武器随动分系统的快速性及平衡性，有的武器随动分系统采用了前馈补偿原理，因此，还必须接收射击诸元的一阶导数及二阶导数。

5. 定位定向分系统

定位定向分系统的功能是：测量载体纵轴相对正北方向的偏航角、载体的地理经纬坐标。用于外部目标指示及载体驾驶导航。

自动寻北的主要设备有陀螺寻北仪、磁或电磁寻北仪。如再配以计程仪，即可完成武器定位任务。卫星定位系统（美国为 GPS，俄罗斯为 GLONASS，欧盟为“伽利略系统”，中国为“北斗卫星系统”）的地面接收器可给出武器的地理经纬坐标，如使用其差分工作方式，还可完成自动寻北任务。该分系统是武器协同作战时必不可少的，如仅考虑独立作战且不考虑车辆导航时则不需要定位定向分系统。

6. 载体姿态测量分系统

载体姿态测量分系统的功能是：在载体运动中测量载体旋转运动的三个分量，即偏航角、纵倾角、横滚角或它们的角速度。载体静止状态下，载体相对地面的倾斜角常用倾斜传感器测量。用惯性陀螺仪可很方便地测量出载体的三个旋转角度或角速度，这些量不仅用于射击诸元计算，而且还可用于稳定跟踪线和武器线。

7. 弹道与气象测量分系统

弹道与气象测量分系统的功能是：测量并输出为修正射击诸元所必需的全部弹道与气象条件。它包括弹头初速、药温等弹道条件及气温、空气密度、湿度、风速、风向等气象条件。各种气象传感器既可分散单独使用，也可组成气象站。弹头初速测量雷达与气象测量雷达则是日益广泛应用的先进弹道与气象条件检测设备。

8. 脱靶量检测分系统

脱靶量检测分系统检测出来的脱靶量主要用于评估射击效果，实施校射。地炮校射雷达用跟踪弹道末端的弹头轨迹来推算落点，从而计算出脱靶量。对空中活动目标，需要用能同时跟踪目标与弹头的观测器材来检测脱靶量，如相控阵雷达、大视场光电实时成像系统均可完成这一任务。因能实时测量脱靶量，则可构成大闭环火控系统，提高射击精度。

9. 通信分系统

通信分系统的功能是：实施火控系统内部各个分系统间的信息传递以及它与外部的信息交换。各种有线与无线、模拟与数字式通信装置都能承担这一任务。但是，自行武器与外部交换信息只能采用无线通信方式。数字计算机的局域网通信技术也已进入这一领域。各种机电与数/模变换器件，如自整角机、旋转变压器、数/模变换器、模/数变换器、轴角编码器等等，用于信息类型的自动转换。

10. 操作显控台

火力控制计算机靠人进行操作，通过操作显控台的按钮、开关、键盘使火力控制计算机完成相应的计算和控制动作，操作显控台还通过数码管、指示灯或显示器把文字、图像、声音等以多媒体手段直观形象地将交互信息提供给操作员。操作员可通过操作显控台控制武器