



导弹总体结构创新设计



第二章 战术技术要求与分析论证

§ 2.1 战术技术要求的内容

§ 2.2 目标特性分析

§ 2.3 导弹性能

§ 2.4 战斗部系统分析

§ 2.5 多级导弹级数分析

§ 2.6 推进系统分析

§ 2.7 制导系统分析

§ 2.8 发射方案分析



导弹总体结构设计

DAODAN ZONGTI JIEGOU SHEJI



新型导弹的设计通常是**根据作战要求**进行的。随着现代化战争中使用的**高技术武器威胁**的不断增强，现有的导弹已不能对付新的威胁，必然要提出新的**作战要求**。

战术技术要求是指导弹为完成特定的**战术任务**必须保证的**导弹战术性能、技术性能、技术经济条件**和**使用维护条件**等的综合要求。它是设计制造导弹最根本的**原始条件**和依据。

拟定**战术技术要求**的过程：

威胁论证



作战要求



战术技术任务



战术技术要求



§ 战术技术要求的内容

战术技术要求涉及面很广，包括制导系统、战斗部系统、推进系统、发射系统、作战环境等要求。主要分为以下几个方面

一、战术要求

(1) 目标特性

设计一种导弹应给出攻击目标的典型特性。

(2) 发射条件

- 对于防空导弹，应说明发射点的环境条件、作战单位发射点的布置、发射方式、发射速度等。
- 对于空射导弹，应说明载机的性能、悬挂和发射导弹的方式、瞄准方式和发射条件
- 对于水上或水下发射的导弹，应说明运载舰艇、潜艇的主要数据、发射方式及条件等。

§ 战术技术要求的内容

(3) 导弹的性能

即导弹的作战能力，主要包括飞行性能、制导精度、威力、突防能力和生存能力、可靠性、使用性能、经济性能等。

(4) 导弹的杀伤概率

是导弹武器系统最重要的、最能代表性能优劣的主要战术指标。

(5) 制导系统的主要特征

包括发现目标的距离，导引误差、制导精度，抗干扰能力等。

(6) 对单个目标和群体目标的作战能力

(7) 发射导弹的准备工作时间，二次发射的可能性等。



§ 战术技术要求的内容

二、技术要求

- (1) 导弹的外廓尺寸及起飞质量限制。
- (2) 制导控制系统的类型、质量和尺寸。
- (3) 动力装置的类型、燃料类型、质量与尺寸。
- (4) 材料的要求、限制及来源。
- (5) 作战环境条件：高度、温度、湿度条件等。
- (6) 弹体各舱段的气密性、防湿性要求。
- (7) 成批生产的规模、生产条件、设备。
- (8) 导弹的研制周期及成本。



§ 战术技术要求的内容

三、维护性要求

- (1) 部件互换能力。
- (2) 在技术站进行装配的快速性及自动检测设备工作状态的要求。
- (3) 装配、检验、加油、安装战斗部的安全条件。
- (4) 战时维修的简便性。
- (5) 导弹的贮存条件及时间。
- (6) 导弹定期检查的工作内容。接近设备的开敞性、可达性。
- (7) 导弹包装、运输方式及条件等。
- (8) 导弹的使用期限、超期服役和定期检查的期限。



§ 目标特性分析

所谓目标是需要毁伤的对象，它包括敌人任何直接或间接用于军事行动的部队、军事技术装备和设施、工厂、城市等。

一、目标分类

- ◆ 按目标的军事性质，可分为非军事目标和军事目标；
- ◆ 按目标所在的位置，可分为空中目标、地（水）面目标和地（水）下目标；
- ◆ 按目标的活动性分为运动目标和固定目标；
- ◆ 按目标的大小，可分为点目标、线目标和面目标；
- ◆ 按目标的数量分为单目标和群目标；
- ◆ 按目标耐受冲击波的程度分为硬目标和软目标。



§ 目标特性分析

二、典型目标

定义: 在同类目标中, 根据目标的辐射特性、运动特性、几何形状、结构强度、动力装置类型、制导系统、抗爆能力、火力配备、可靠性、可维修性、有效性和生存能力等特性, 并考虑到技术发展, 综合而成的具有代表性的目标。

例如, 飞机类典型目标主要特征有: 外形尺寸、飞行高度、最大速度、机动能力、要害部位的分布和尺寸、辐射或反射特性、防护设备、干扰与抗干扰能力、火力配备等。



§ 目标特性分析

1、空中目标（防空导弹的攻击对象）

● 作战飞机

- 速度高、机动能力强、几何尺寸小和突防能力强；带有各种精确制导武器，可攻击多个目标；带有电子战系统，干扰能力强。

● 武装直升机

- 起降灵活、超低空飞行能力、空中悬停能力；可携带多种攻击武器；带有电子战系统，干扰能力强。

● 战术导弹和无人驾驶飞行器

- 速度较快；体积较小；相应的雷达散射截面及红外辐射强度比轰炸机低**2~3**个量级，突防能力强；价格较低，可大规模使用。

§ 目标特性分析

2、水面目标（反舰导弹的攻击对象）

在海面上包括各种作战舰艇和运输船只，在水下为潜艇。水面舰艇可分为：快艇、驱逐舰、护卫舰、巡洋舰、航空母舰等。特点为：

- ◆ 攻击火力集中而强大
- ◆ 战斗状态持续能力强而且续航能力高
- ◆ 生存能力强而且防御力量大
- ◆ 目标无线电波散射及光学辐射特征强

§ 目标特性分析

3、地面目标（弹道导弹和空地导弹）

包括军事对抗目标和重要的民用建筑和设施。

- ◆ 有确定的位置和坐标
- ◆ 一般为集中的地面目标
- ◆ 防暴能力强（军事对抗目标）
- ◆ 有防空部队和地面部队防护（重要的战略目标）
- ◆ 具有隐蔽、防伪等措施



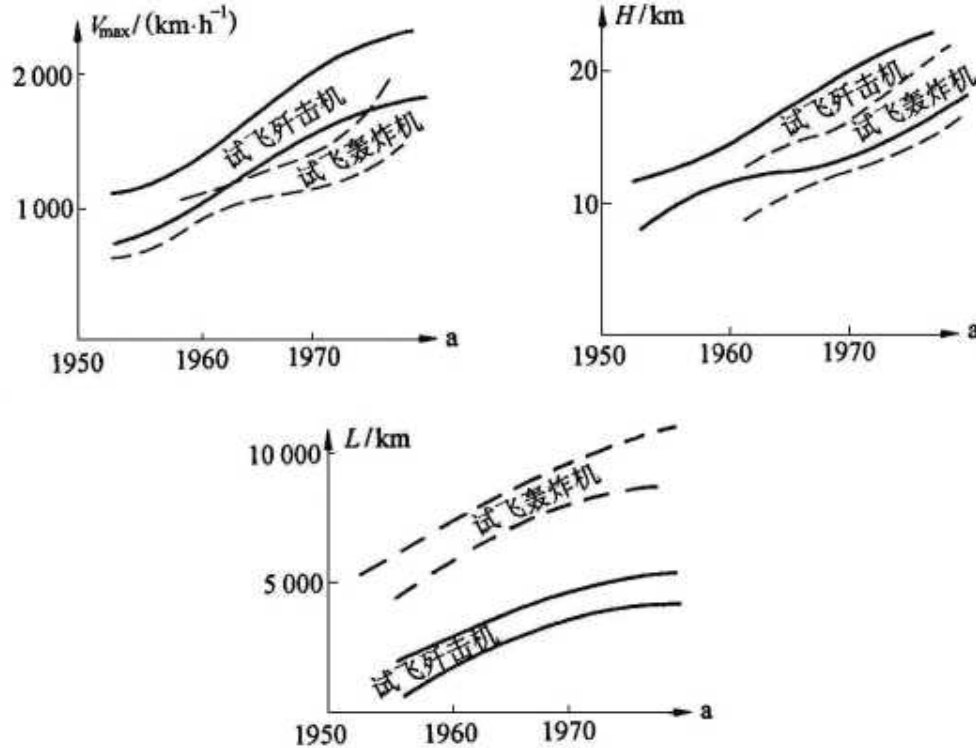
§ 目标特性分析

三、根据目标特性制定的战术技术要求

- (1) 依据对目标的毁伤要求，确定战斗部的类型、质量、引战配合要求
- (2) 根据目标特性，确定导弹制导体制和攻击目标的方式，确定命中的目标精度。
- (3) 依据目标攻防特性，确定导弹的有效射程、载体安全撤离措施，提出导弹突防性能。

§ 目标特性分析

由于导弹武器系统的研制需要一定周期，因此制定战术技术指标时，需要考虑目标的发展趋势。



飞机性能随年代变化曲线

§ 导弹性能

一、导弹的飞行性能

导弹的飞行性能即质心的运动特性，主要指其射程、速度、高度和过载。飞行性能数据是评价导弹性能的主要依据之一。

1、射程

射程是保证一定命中概率的条件下，导弹发射点至命中点或落点之间的距离。

射程分为：最大射程和最小射程。最大射程取决于导弹的起飞质量、发动机性能、燃料性能、结构特性、气动特性和弹道特性等。最小射程取决于飞行中开始受控时间、初始散布、过载特性和安全性等。

§ 导弹性能

影响各类导弹射程的因素：

- ✚ 地对空导弹
 - ✚ 取决于自动导引头的限制、制导系统的作用距离及准确度的限制、第二次攻击的可能性以及击毁目标应远离发射阵地、雷达站等限制。
- ✚ 空对空导弹
 - ✚ 受导引头工作距离的限制、弹上能源工作时间的限制、导引头视角的限制、最大和最小相对接近速度的限制、引信解除保险的限制以及导弹最大法向过载的限制等。
- ✚ 空对地导弹
 - ✚ 主要受制导系统和载机安全的限制。
- ✚ 反舰导弹
 - ✚ 由于涡喷、涡扇发动机技术、整体式冲压发动机技术以及卫星定位系统（**GPS**）在导弹上应用技术的突破，大大增加了反舰导弹的射程。
- ✚ 地对地导弹
 - ✚ 是发射点到目标点的距离。其它如反坦克导弹，其射程受目标能见度及制导系统的限制。

§ 导弹性能

各种型号导弹都有自己的射程范围，最终可组成一个导弹系列来完成对给定目标的打击任务。

例如，弹道导弹应能攻击射程为几百公里到上万公里的目标，射程的分布范围如下：

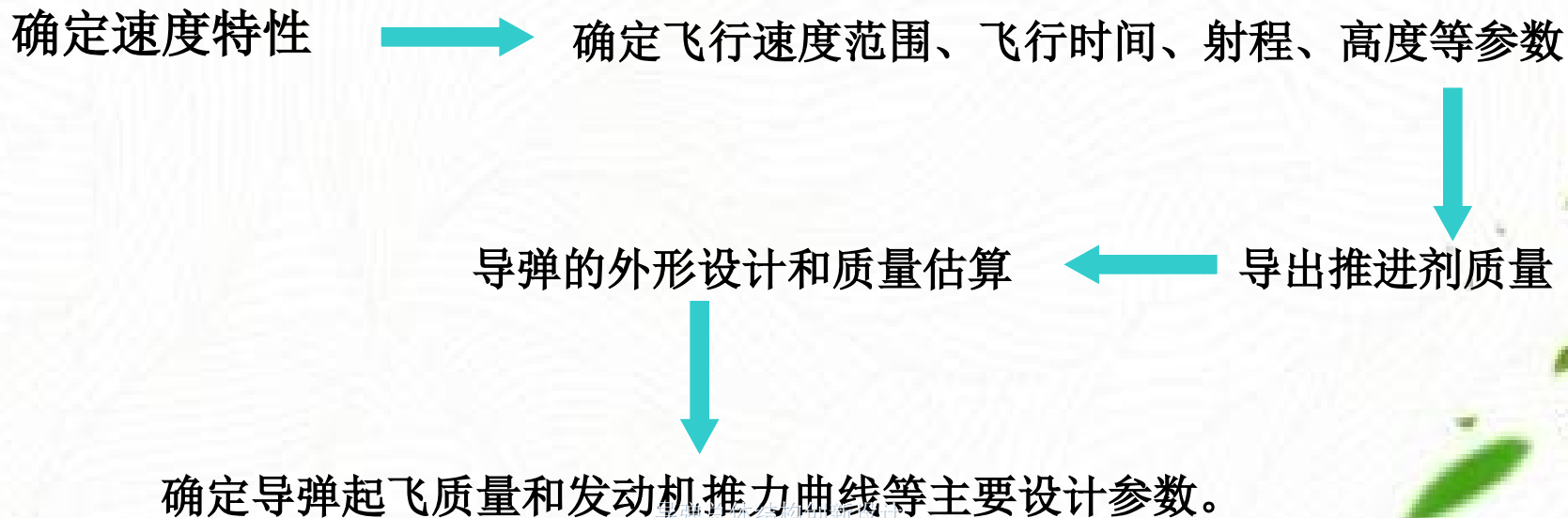
- ◆ 战术弹道导弹：10 ~ 300km
- ◆ 战役弹道导弹：300 ~ 1000km
- ◆ 战略近程导弹：1000 ~ 2000km
- ◆ 战略中程导弹：2000 ~ 5000km
- ◆ 战略远程导弹：5000 ~ 8000km
- ◆ 战略洲际导弹：大于8000km

§ 导弹性能

2、速度

速度特性： 导弹的速度随时间变化曲线及速度特征量（最大速度、平均速度、加速度和速度比等）。

速度特性是导弹初步设计依据之一。



§ 导弹性能

确定方法：按导弹类型不同可由战术技术要求规定，也可由射程、目标特性、导引方法、突防能力等确定。

影响因素：

(1) 突防能力

导弹速度的增大

敌方反击时间就越少，突防能力增强

阻力将呈平方地增加，发动机质量和导弹质量增大。

(2) 制导系统要求

- 采用自动导引头，则导弹速度越大，跟踪目标的视角越小，导引头就越易保证跟踪目标。
- 采用目视（10"~15"）或电视（20"）制导系统，则因操纵手要有一定的时间迟缓，故要求弹速度不能太大。

§ 导弹性能

(3) 从减少截击时间及进行第二次攻击看，需要导弹速度较大。

(4) 机动性

导弹的飞行速度与可用过载成正比。

(5) 接近目标时引信要求

导弹速度应有一定大小。如，接近目标时导弹与目标的相对速度应大于200m/s。

(6) 导弹的射程和起飞质量。

在较小的起飞质量和外廓尺寸条件下获得最大射程，是设计师们所追求的目标。

(7) 气动加热对导弹飞行速度提出了限制值。

气动热流随**Ma**数增加，成幂次方增加，超声速和高超声速时气动加热变得非常严重，对导弹结构有很大影响。

§ 导弹性能

3、高度

飞行高度是指飞行中的导弹与某一水平面之间的距离。按所取的水平面位置可分为：

- 绝对高度，即以海平面为起点的高度；
- 相对高度，即以某一假定平面为起点的高度；
- 真实高度，即以当地的地平面（与地球表面相对的平面）为起点计算的高度。

利用气压原理的高度表可测出绝对高度或相对高度，而采用无线电波反射原理的高度表可测出真实的高度。

§ 导弹性能

导弹的飞行高度，随导弹类型而异。

- 近程导弹（相对高度）
- 远程导弹（真实高度）
- 面对空导弹的飞行高度，一般是指最大作战高度，即在此高度内导弹具有一定毁伤概率。

根据防空导弹的作战空域分类：现在一般将空域划分为高空、中空、低空和超低空。空域划分标准各国不尽一样。例如北大西洋公约国家规定：**5 000m** 以上称为高空；**300 ~ 5 000m** 称为中空；**40~300m** 称为低空；**40m** 以下称为超低空。中国规定：**100 ~ 1 000m** 称为中空；**5~100m**称为超低空。

§ 导弹性能

确定高度时应考虑的因素：

- (1) 从突防能力来看，导弹飞行高度越低，越不易被敌方雷达发现；
- (2) 从提高生存能力，不易被敌方击毁考虑，或低空飞行，或在很高的高空飞行；
- (3) 从射程考虑，飞行高度越高，阻力越小，射程越大。
- (4) 一般应从整个武器系统的配套分工，来确定某型导弹的飞行高度。

§ 导弹性能

4、机动性

导弹的机动性是指导弹可能迅速地改变飞行速度大小和方向的能力。是评价导弹飞行性能的重要指标之一。通常用过载来评定。

- 轴向过载，表征速度大小改变快慢。
- 法向过载，表征速度方向改变快慢。
- 导弹的过载受到导弹结构、仪器设备等承载能力的限制。

§ 导弹性能

二、制导精度

制导精度： 表征导弹制导控制系统性能的一个综合指标，反映系统制导导弹到目标周围时脱靶量的大小。

制导精度的衡量标准：

- 单发导弹在无故障飞行条件下命中目标的概率。
- 在一定的射击条件下，弹着点偏离目标中心的散布状态统计特征量——概率偏差或圆概率偏差。
-

§ 导弹性能

概率偏差：可分为纵向概率偏差和横向概率偏差，用符号PE表示。

圆概率偏差：它是指以落点的散布中心为中心，该圆范围内所包含的弹着点占全部落点的50%，则该圆的半径就是圆概率偏差。一般用符号CEP表示。

圆概率偏差约等于概率偏差的倍，而概率偏差约为圆概率偏差的倍。

§ 导弹性能

三、威力

威力是表示导弹对目标破坏、毁伤能力的一个重要指标。导弹的威力表现为导弹命中目标并在战斗部可靠爆炸之后，毁伤目标的程度和概率。

- 反坦克及反舰导弹，常用穿甲厚度作为衡量其威力的指标；
- 反飞机导弹主要依靠战斗部爆炸后形成的破片杀伤目标，所形成破片的有效杀伤半径作为其威力的重要指标。
- 常规弹道式导弹战斗部的威力，以其装药的质量表征对目标破坏程度的大小。
- 当弹道式导弹采用核战斗部时，其威力取决于核爆炸时所释放出的总能量相当于多少吨**TNT**炸药爆炸时的能量，因此，它是以**TNT**当量（简称当量）作为核战斗部的威力指标。

§ 导弹性能

四、突防能力和生存能力

突防能力：在突防过程中，导弹在飞越敌方防御设施群体之后仍能保持其初级功能（不坠毁）的能力。突防能力的量度指标是突防概率。

生存能力：导弹在遭受到敌方火力攻击之后，能保存自己不被摧毁并且仍具有作战效能的能力。生存能力的量度指标是生存概率。

影响导弹武器系统的突防能力和生存能力的因素：

- ▶ 隐蔽性
- ▶ 机动性
- ▶ 光电对抗能力
- ▶ 火力对抗能力
- ▶ 易损性
- ▶ 多弹头技术

§ 导弹性能

为了提高武器装备的隐蔽性，目前主要采用隐身技术、高空超声速突防、超低空亚声速突防以及各种伪装措施等。

- ◆ 超声速突防，缩短敌方反应时间，降低拦截概率；
- ◆ 超低空弹道，有效地利用敌方的雷达盲区，达到突防的目的。
- ◆ 隐身技术，减小飞行器的各种可探测特征而采取的减小飞行器辐射或反射能量的一系列技术措施。

§ 导弹性能

隐身技术主要包括以下4个方面内容：

- (1)** 改进飞行器的外形设计；
- (2)** 控制飞行器的飞行姿态；
- (3)** 采用吸收无线电波的复合材料和涂料；
- (4)** 从结构、燃料、材料等方面采取措施，降低红外辐射。

§ 导弹性能

五、可靠性

衡量导弹系统作战性能的一个综合性指标。主要取决于导弹系统的设计、生产时所采取技术措施的可靠程度及可维修性。

导弹是由许多分系统组成的，而各个分系统又由成千上万个零部件组成。因此导弹的可靠性就直接取决于分系统的可靠性，或者说取决于零部件的可靠性。

§ 导弹性能

设导弹可能产生故障的来源共有**9000**个，若各个零部件都是以串联方式组成整个导弹系统，则每一个故障都可能完全使导弹失去作用或不能完成战斗任务。如果每个元件的可靠性为 R ，则

$$R_m = R^{9000}$$

欲

$$R_m = 62\%$$

$$R = 99.9947\%$$

为了保证导弹有很高的可靠性，而又不过多增加对零部件可靠性要求的难度，通常要采用可靠性设计方法来解决，这将在第六章专门讲述。

§ 导弹性能

六、使用性能

导弹的使用性能是指保证导弹作战使用时操作简便、准备时间短、安全可靠等。

1、运输维护性能

指导弹系统及零部件应具有优良的运输维护性能。

- ✚ 运输性能与导弹的尺寸、质量、结构强度及导弹元器件对运输振动冲击的敏感性等有直接关系。
- ✚ 维护性能是指导弹在贮存期间，为保证处于良好的正常工作状态而必须进行的经常性维护、检查及排除故障缺陷等性能。

§ 导弹性能

2、操作使用性能

主要指导弹的发射准备时间。取决于：

- ✚ 发动机类型（固体火箭发动机比液体火箭发动机优越）；
- ✚ 战斗准备时间及系统反应时间；
- ✚ 发射方式；
- ✚ 对发射气象条件的要求是否简单。

§ 导弹性能

七、经济性能

1、生产经济性要求

- ✚ 设计结构的简单可靠性和工艺性好坏
- ✚ 导弹各部件的标准化程度高低
- ✚ 材料的国产化程度和规格化程度
- ✚ 是否符合组合化系列化要求

2、使用经济性要求

- ✚ 成本低
- ✚ 设备简化
- ✚ 人员减少

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/386014040050010050>