

DANDAO DAODAN
ZONGTI YU KONGZHI RUMEN

弹道导弹 总体与控制入门

黄纬禄 著



中国宇航出版社



DANDAO DAODAN
ZONGTI YU KONGZHI RUMEN

ISBN 978-7-80218-133-5



9 787802 181335 >

定价: 18.00元

DANDAO DAODAN
ZONGTI YU KONGZHI RUMEN

弹道导弹 总体与控制入门

黄纬禄 著



中国宇航出版社

· 北京 ·



前言

随着我国航天事业的发展，导弹与航天领域会不断增加许多新的人员，在这本书里作者将介绍一些关于弹道导弹总体与控制的基础知识，供刚步入航天领域的大、中专学生们，导弹部队或发射基地的指挥人员或相关院校的学生们参考，希望能使他们对弹道导弹与控制技术产生更大的兴趣，从而进一步钻研专业的理论知识，为加强祖国国防和发展航天事业作出新的贡献。

由于弹道导弹涉及的内容很多，这本书只能介绍一些知识性的问题，侧重于地地导弹的总体与控制技术，也涉及一点潜地导弹和卫星方面的知识。叙述的方式采用问答式，一个问题一个问题地写，未按章节划分，这只

是一种尝试。因本人水平有限，故书中定有很多不妥之处，尚请读者多多指教。

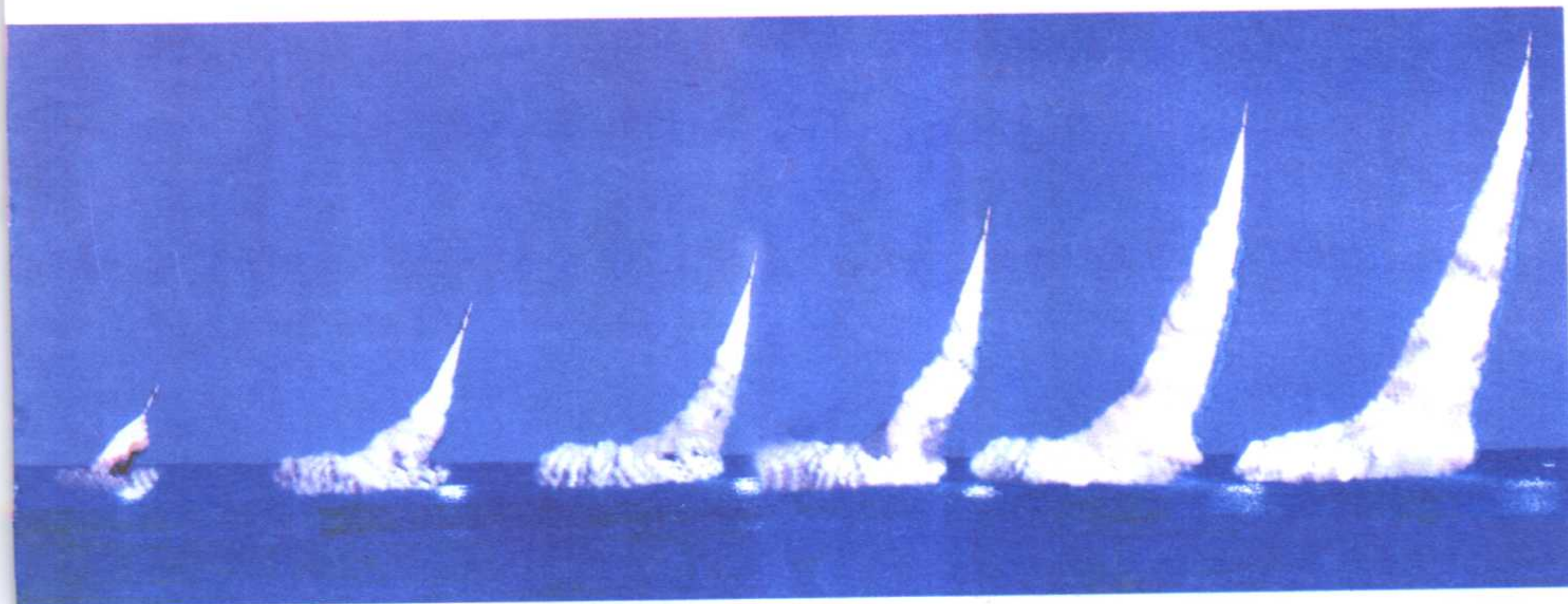
在本书的编写过程中，王永平和周鸿宾两位研究员对初稿从技术上进行了补充、整理和校订，孙梅高级工程师作了文字整理工作，《太空探索》杂志的田如森主编提供了部分图片，陈绪光、吕慧英高级工程师以及香港信德集团有限公司的何振林先生作了大量的组织工作。本书在出版过程中得到了何鸿燊航天科技人才培训基金会的大力支持和资助，并得到中国航天科工集团二院科技委、四院四部、北京航天自动控制研究所的大力支持，在这里一并表示衷心感谢。

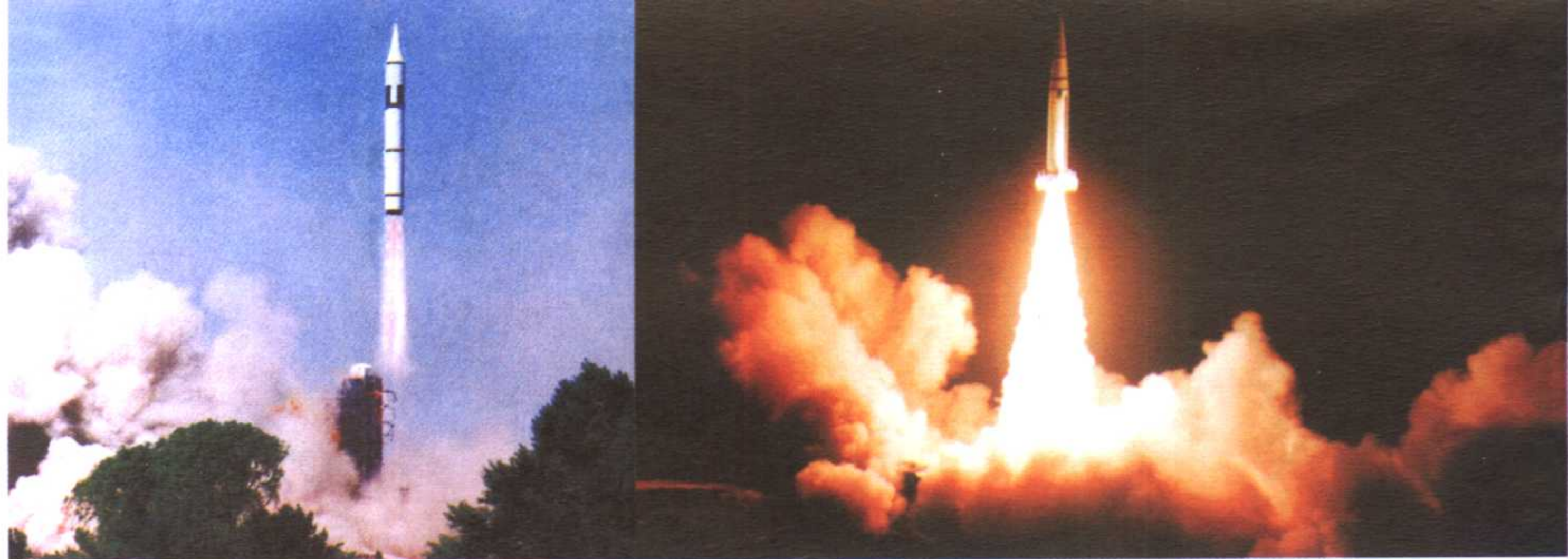
黄伟禄

二〇〇六年八月十五日

目 录

1. 什么是火箭? 火箭与导弹有什么不同?	1
2. 导弹怎样分类?	2
3. 导弹的飞行原理是什么?	11
4. 导弹是由哪些部分组成的? 其功用是什么?	14
5. 怎样对飞行中的导弹进行控制?	20
6. 什么是校正网络? 它在姿态控制系统中起什么作用? . . .	28
7. 什么是惯性器件? 它在导弹上起什么作用?	30
8. 地球引力对加速度计有什么影响?	39
9. 地球引力的大小与到地心的距离有什么关系?	39
10. 导弹在飞行过程中地球引力方向与惯性坐标系的方向 将起什么变化?	40
11. 在捷联制导方案中如何计算导弹的速度和位置?	41
12. 什么是陀螺稳定的三轴平台? 它在导弹中起什么作用? . .	43





13. 什么是弹体的弹性振动? 它对姿态控制系统有什么影响? . . . 45
14. 陀螺稳定的三轴平台的三个轴是怎样设置的? 用什么方法
使平台的三个轴和惯性坐标系中的三个轴重叠起来? . . . 47
15. 惯性器件是怎样影响导弹落点精度的? . . . 48
16. 怎样求出关机点的位置和速度的组合? . . . 50
17. 地球自转对导弹落点有什么影响? . . . 52
18. 什么叫重力异常? 它对导弹的精度有什么影响? . . . 53
19. 什么是后效冲量? 它对导弹的精度有什么影响? . . . 53
20. 什么是弹头再入误差? . . . 54
21. 怎样减小惯性器件的工具误差? . . . 56
22. 如何衡量导弹落点精度? . . . 59
23. 导弹落点的精度和落点的密集度有什么区别? . . . 61



24. 导弹落点的精度与摧毁目标的能力有什么关系?	62
25. 还有什么其他方法可提高导弹的精度?	62
26. 什么是弹头突防技术?	66
27. 弹头是由哪些部分组成的? 其作用是什么?	70
28. 什么是遥测系统? 它起什么作用?	74
29. 遥测系统是如何组成的?	75
30. 遥测发射机是如何把很多通路的信号组合起来通过一个 无线电信道传送下来的? 接收到这一信道的信号后又是 如何把这些通路分开的?	79
31. 在无线电波传输受到阻碍的情况下, 怎样取得遥测数据? . . .	81
32. 弹体结构包含哪些部分?	82
33. 弹体结构设计应考虑哪些问题?	84
34. 液体导弹的动力系统是由哪些部分组成的?	88
35. 导弹的发动机有哪些性能指标?	90
36. 液体火箭发动机和固体火箭发动机有哪些不同?	93
37. 什么是安全系统?	95



38. 什么是外测系统?	98
39. 如何进行外弹道测量?	99
40. 远程导弹为什么采用多级方案?	109
41. 导弹有哪些发射方式?	111
42. 潜艇水下发射有哪些特殊的技术问题?	114
43. 导弹的整个飞行程序是什么?	115
44. 配合导弹用的地面设备有哪些? 其作用是什么?	117
45. 风洞试验对导弹设计起什么作用?	121
46. 对导弹武器系统设计有哪些要求?	122
47. 研制导弹与发射卫星有什么关系? 什么是地球同步卫星?	125
48. 卫星有哪些种类? 其作用是什么?	128
结束语	131
作者小传	133





1. 什么是火箭？火箭与导弹有什么不同？

火药是中国祖先发明的。把能够燃烧的物质（称为燃料）和能够提供氧气的物质（称为氧化剂）按照适当的比例混合在一起（例如碳粉、硫磺和一些硝化物质混合在一起）就成为火药，一经点燃，碳粉、硫磺被氧化产生大量的高温气体，迅速膨胀开来。最初我们利用火药来做炮竹，供节日使用；后来又把火药制成炸药供开山筑路之用；还用火药制成枪弹、炮弹、炸弹作为战争武器。火箭炮就是一种比较进步的武器，其工作过程是在火箭炮弹内引燃火药，其内装火药不断燃烧并向后方连续喷射高温、高压的燃气，产生很强的推力，使火箭炮弹加速飞向远方。这种以火药燃气为动力使之高速飞向远方并能攻击敌人的武器就叫做火箭。这里需要说明的是，作为炸药、枪弹、炮弹、炸弹、火箭的装药，其成分均不同于做炮竹的火药成分，装药的能量大大提高了。火药的燃烧速度因其用途的不同而不同，作为炸药、枪弹、炮弹用的其燃烧速度就很快，作为火箭用的其燃烧速度就稍慢一些。早先的火药是固体的，而现在火箭上用的火药既有固体的也有液体的，因而也就不叫它为火药而为推进剂，因其功能是将箭体推向前进而得名。

对较大的火箭有时称为火箭弹，像火箭炮一样，在攻击目标时先瞄准方位和设置高低角，发射出去后就完全靠它自己的惯性飞行，因此其命中精度较差。为了提高命中精度，在火箭弹射出后，仍然对它进行控制，这种具有控制功能的火箭弹就称为导弹。显然，导弹是载有战斗部、依靠自身动力装置推进、由控制系统控制其飞行



轨迹并导向目标的武器。

导弹作为现代的一种新式武器，是在第二次世界大战末期才出现的。1944年6月13日德国首次使用V-1导弹和V-2导弹，攻击了英国首都伦敦。20世纪50年代以后，火箭技术和导弹武器的发展进入了一个新的发展时期。

2. 导弹怎样分类？

第二次世界大战后，导弹发展日新月异，其品种型号更是五花八门。其中有不少导弹在一些局部战争中显示了威力。随着军事上的需要，导弹的种类将越来越多。

导弹的分类方法较多。按作战使命来分有战略导弹和战术导弹；按射程来分有近程导弹、中程导弹、远程导弹、洲际导弹；按所用推进剂形态来分有固体导弹和液体导弹；按其飞行航迹来分有飞航(式)导弹和弹道(式)导弹，前者具有弹翼，全程都在较稠密的大气环境中飞行，后者在弹头和弹体分离后，弹头在较稀薄的大气环境中按照自由弹道飞行，直至落入目标点。所谓自由弹道即弹头根据其具有的速度和所在位置，在有地球引力作用下，进行自由飞行的弹道；导弹还可按照工作方式或使用目的或所攻击的目标来分类命名，如激光制导导弹、反辐射导弹、反坦克导弹等，其他分类就不一一列举了。

目前，常见的是按照导弹发射时所在区域（海、陆、空）以及被攻击目标所在区域（海、陆、空）分类，这里的海即指舰艇或简称为“舰”，陆上则称为“地”，故有地地导弹、地舰导弹、舰地导弹、舰舰导弹、地空导弹、舰空导弹、空地导弹、空舰导弹、空空导弹等九种。为简化起见，将海和陆统称为“面”（因为海和陆都在地球的表面上），则上述分类可简化为面面导弹、面空导弹、空面导弹、空空导弹四种（参见图1）。

由于各类导弹特征的差异和任务的具体化，因此，各类导弹又可进一步细分为若干小类。

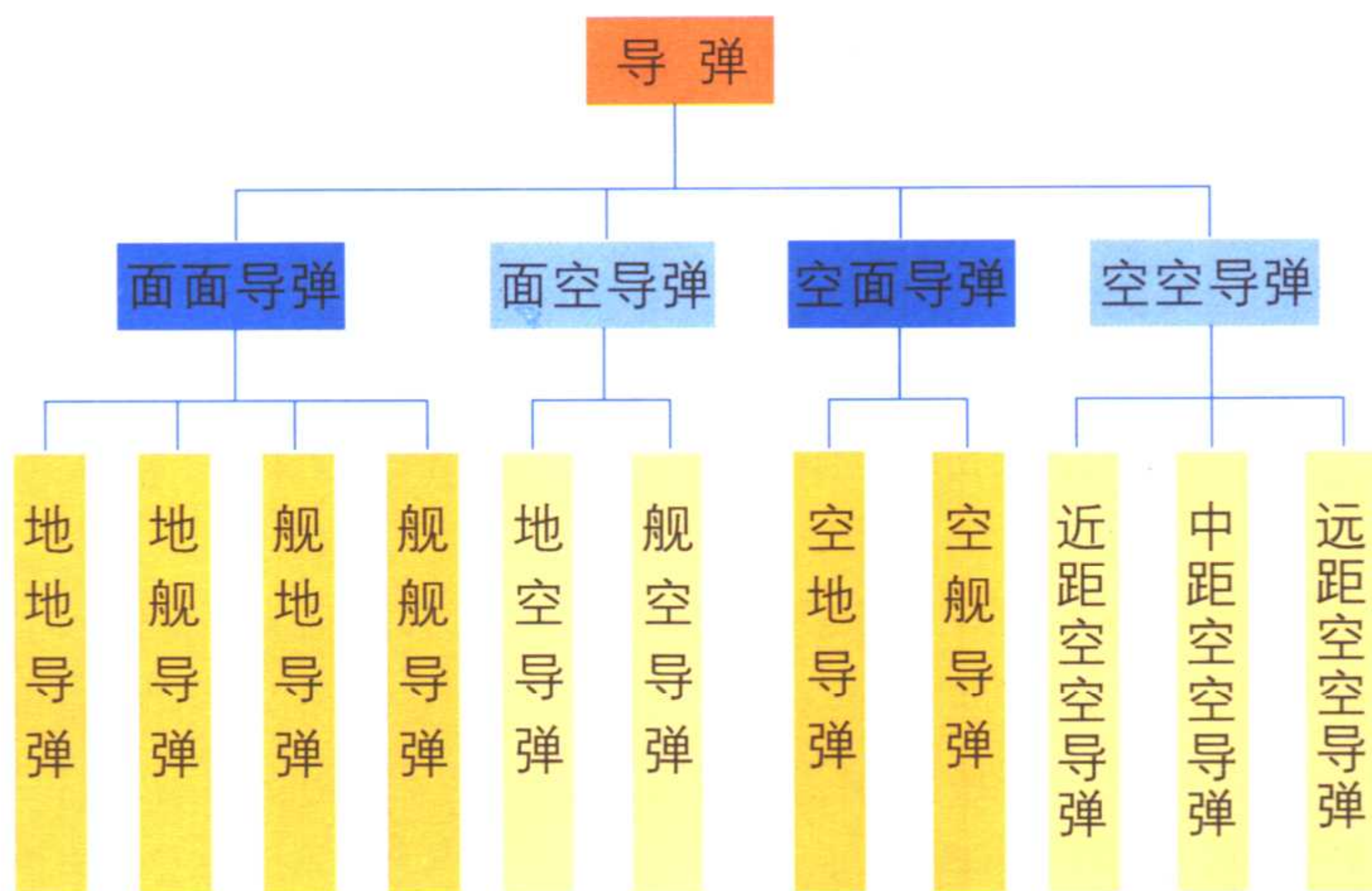


图1 导弹的分类

(1) 面面导弹

凡发射点和目标点在地面、地下、水面、水下的导弹统称为面面导弹，它又可分为地地、舰地、地舰、舰舰四类导弹。

① 地地导弹

地地导弹(参见图2)是从陆地上(含地下井)发射攻击敌方地上或地下目标的导弹。

▲按射程的远近分为近程导弹(1 000 km以下)、中程导弹(1 000~4 000 km)、远程导弹(4 000~8 000 km)、洲际导弹(8 000 km以上)。需要说明的是，按导弹射程远近的分类方法较多，各国的分法也不尽相同，这里只介绍了其中的一种分法。

▲按作战任务分为战略导弹和战术导弹。

战略导弹：载核弹头，主要用于打击各种战略目标。



战术导弹：载常规弹头或核弹头，用于打击各种战役、战术纵深目标和部分战略目标。

▲按飞行轨迹分为弹道导弹和飞航导弹（也称巡航导弹）。

弹道导弹：其飞行轨迹很像炮弹的飞行弹道，其弹头大部分时间是在接近真空的大气环境中飞行；其外形基本上是头部为圆锥形的旋转体，均采用火箭发动机。

飞航导弹：其大部分时间处于“巡航”状态，即处于用气动升力支撑其重力，靠发动机推力克服前进阻力，近似于以匀速、等高状态在较稠密的大气环境中飞行；其结构外形像普通飞机，可用空气喷气发动机。对飞航导弹若按作战使命分类，可分为战略和战术飞航导弹两大类；若按发射点所在位置分类，又可分为陆射、海射和空射飞航导弹三大类。



近程导弹 中近程导弹 中程导弹 中远程导弹 洲际导弹

图2 中国的地地导弹

② 舰地导弹

舰地导弹是从水面舰艇或水下潜艇发射攻击敌方陆地上目标的导弹。舰地导弹可以是飞航式的，也可以是弹道式的；一般潜艇水下发射的导弹为弹道式的。当潜地导弹配置在核动力潜艇上后，可以较长时间地隐藏在水下，并可在较大海域内机动（参见图3）。

③ 地舰导弹

地舰导弹是从地面（海防要塞）发射攻击舰艇的一种导弹（参见图4），直接用来支援海上的舰艇作战。

④ 舰舰导弹

舰舰导弹既可装备在水面舰艇上（参见图5），也可装备在潜艇上。按其所承担的攻击任务分类，又可分为反舰导弹和反潜导弹。导弹装备在舰艇上，用来攻击敌方的舰艇及其他海上目标，可以弥补常规兵器的某些不足。



图3 发射潜地导弹



图4 发射地舰导弹



图5 发射舰舰导弹

(2) 面空导弹

面空导弹是从地面或舰面发射,用来拦截空中来袭目标的导弹。从地面发射的称为地空导弹(参见图6),从舰面发射的称为舰空导弹。随着航空技术的不断发展以及远程弹道导弹的出现,迫使面空导弹朝着多种型号、多功能的方向发展,同时也将担负起反弹道导弹的任务。目前,面空导弹发展异常迅速,品种繁多,不过大体上可分为防空导弹和反弹道导弹两种。



图6 发射地空导弹



① 防空导弹

防空导弹主要用来打击高度在 30 km 以下的飞机和巡航导弹。它除可以配置在陆地上，还可以配置在水面舰艇和潜艇上。

② 反弹道导弹

反弹道导弹是指用于拦截来袭的弹道导弹的防御性武器。由于弹道导弹飞行速度快、弹道高，要有效地对它进行拦截难度很大。

(3) 空面导弹

空面导弹是指装备在各种飞机上的攻击地面目标的导弹。按照被攻击目标所在的位置，空地导弹可分为空地导弹（参见图 7）和空舰导弹两种；按其作战使命又可分为战略空地导弹、战术空地导弹和反辐射导弹。

① 战略空地导弹

战略空地导弹一般携带核战斗部，装备在各种轰炸机上，执行二次核打击任务。从技术发展来看，这类导弹大致经历了三代。第一代从 20 世纪 50 年代末到 60 年代初，这一代导弹的体积大、笨重、命中精度低、突防能力差，大部已退役。第二代是 20 世纪 70 年代初装备的，这一代导弹在结构上摆脱了飞机式布局，体积与质量减小、速度增大、突防能力增强，但命中精度不高，如美国的“近程



图 7 空地导弹



攻击导弹”和苏联的 AS-6 导弹等。第三代从 20 世纪 70 年代开始研制，其主要技术特点是体积与质量小、射程远、精度高，如美国的“空射巡航导弹”（参见图 8）、苏联的 AS-15、法国的 ASMP 导弹等。20 世纪 80 年代以后，西方国家正在研制新一代空地导弹，它们将运用控制、制导、推进和结构材料等方面的最新成就，如美国的“先进巡航导弹”等。



图 8 空射巡航导弹

② 战术空地导弹

战术空地导弹是指装备在各种飞机上的攻击各种地面目标并完成各种战术使命的导弹。早期的战术空地导弹采用视线瞄准及跟踪、有线或无线指令传输，导弹发射以后，载机不能撤离战区，继续随目标飞行，直至命中目标。第二代战术空地导弹主要对制导系统进行改进，采用电视、红外成像与激光制导，某些远程导弹还装有惯性制导与数据传输系统，使导弹具有“发射后不管”与远程控制能力，如美国的“幼畜”、法国的 AS-30L 导弹等。

③ 反辐射导弹

反辐射导弹也叫反雷达导弹，实际上也是战术空地导弹家族中的一类，专门用来攻击地面与舰载的雷达系统。现在，它已经成为电子对抗的重要手段，与其他对抗手段相配合，保证作战飞机安全地执行作战任务。

从技术水平上看，反辐射导弹已发展了三代。第一代反辐射导

