

# 攻击机动目标的最优制导规律

〔美〕C. J. 贝茨等 著 汤善同 陈德源 译

750309

宇航出版社

HK55/01

## 译者前言

战术导弹制导系统的功能是引导并控制导弹以最高的精确度接近目标,使导弹引信与战斗部有良好的配合,并以最大的命中概率击中目标。在战术导弹制导系统的研究上,制导规律的研究占有重要地位,它不仅关系到导弹的动力学特性,同时直接影响到导弹制导系统的设计和作战空域的制定。

战术导弹的制导方式是按照多种规律制定的,有的建立在早期概念基础上,有的建立在现代控制理论上。建立在早期概念基础上的制导规律通常称为古典制导规律,目前在战术导弹制导系统中广泛使用的制导规律几乎全是古典制导规律或是其改进形式。到了六十年代,随着现代控制理论和计算技术的迅速发展,国外有人开始应用现代控制理论的观点和方法研究制导规律,如最优和准最优的制导规律以及用微分对策理论所研究的制导规律都是建立在现代控制理论基础上的。在我国,关于这方面的研究虽然比国外某些先进国家起步得晚一些,但这些年来已取得很大的进展。有关的专门刊物已报导了这些方面的研究,其结果表明,应用现代控制理论研究新的制导规律将为制导规律的研究开辟广阔前景。

本书是有关这方面研究的一本专题著作。它的最明显特点是理论研究和实践结合,理论基础是最优控制理论,但考虑到了工程实现上的各种限制条件。这样就使本书的各种结论,不仅在理论上有意义,而且在工程实践上也是有价值的。在目前国内外的这类文献中,具有这些特点的著作,还不多

见。例如,本书对各种制导规律不仅用数字结果来验证,同时对以9个g的法向加速度作机动的目标,还作过拦截目标的飞行试验,通过试验比较了各种制导规律的优劣。

本书所用到的知识比起过去应用飞行力学观点研究制导规律的要多。这个知识面的扩充,对于结合未来空战的特点(即要对付多目标和对付大机动、大攻角和带有各种电子干扰手段的目标)来研究战术导弹的制导规律来说是必要的。因此,本书对从事导弹总体设计、控制系统设计、飞行力学以及控制理论研究的科技工作者、高等学校教师、研究生以及高年级大学生都具有一定的参考价值。我们将本书翻译出版,相信它会受到在这个领域内工作的同行们欢迎。

本书在翻译过程中,得到了于景元、彭冠一、等同志的大力支持和帮助,他们在百忙之中抽出了宝贵的时间为我们审阅了全文。特此表示感谢。

由于我们水平所限,可能在译文中有不少差错,欢迎读者批评指正。

一九八五年十一月二十日

# 表 格 清 单

| 表格序号 | 表 题                          |
|------|------------------------------|
| 1.   | 系统参数值                        |
| 2.   | 随机误差模型值参数                    |
| 3.   | 导弹速度变化对脱靶量均方根值的影响            |
| 4.   | 尾部攻击发射情况下(情况 1)终端条件的比较试验结果摘要 |
| 5.   | 侧向攻击发射情况下(情况 2)终端条件的比较试验结果摘要 |
| 6.   | 迎面攻击发射情况下(情况 3)终端条件的比较试验结果摘要 |
| 7.   | 尾部攻击发射情况下(情况 4)终端条件的比较试验结果摘要 |
| 8.   | 侧向攻击发射情况下(情况 5)终端条件的比较试验结果摘要 |
| 9.   | 解析解最优增益的单位                   |
| 10.  | 用于图 44 到 49 的参数值             |
| 11.  | 用于图 50 到 53 的参数值             |
| 12.  | 用于图 54 到 58 的参数值             |
| 13.  | 用于图 59 到 61 的参数值             |
| 14.  | 用于图 62 到 66 的参数值             |
| 15.  | 用于图 67 到 72 的参数值             |
| 16.  | 计算机程序变量一览                    |

## 图 清 单

| 图序号 | 图 题                                               |
|-----|---------------------------------------------------|
| 1.  | 寻的制导回路方块图                                         |
| 2.  | 截击几何关系                                            |
| 3.  | 导弹-目标运动学模型                                        |
| 4.  | 导弹-目标状态空间模型                                       |
| 5.  | 另一种导弹-目标状态空间模型                                    |
| 6.  | 导弹动力学中速度变化对最优导航比( $NR_0$ )的影响                     |
| 7.  | 最优制导规律模型                                          |
| 8.  | 在准最优定义下脱靶量均方根值随终端状态加权的变化                          |
| 9.  | 在不变的加速度、不变的负加速度和正加速度到负加速度转变的情况下最优导航比( $NR_0$ )的变化 |
| 10. | 导弹纵向加速度随时间变化的曲线                                   |
| 11. | 接近速度算法的拦截几何关系                                     |
| 12. | 短飞行时间情况下的接近速度比较                                   |
| 13. | 适中飞行时间情况下的接近速度比较                                  |
| 14. | 准最优制导规律方块图                                        |
| 15. | 角度定义                                              |
| 16. | 导弹加速度各分量                                          |
| 17. | 最优制导状态变量的方块图                                      |
| 18. | 准最优制导和比例导航状态变量的方块图                                |
| 19. | 最优制导规律情况下脱靶量均方根值随终端状态加权的变化                        |
| 20. | 视线加速度滤波器和目标加速度滤波器对总脱靶量均方根值的影响                     |
| 21. | 比例导航情况下的脱靶量均方根值误差曲线                               |

| 图序号 | 图 题                               |
|-----|-----------------------------------|
| 22. | 最优制导情况下的脱靶量均方根值误差曲线               |
| 23. | 准最优制导情况下的脱靶量均方根值误差曲线              |
| 24. | 脱靶量对目标加速度中阶跃变化的灵敏度                |
| 25. | 制导规律比较试验的几种截止情况                   |
| 26. | 尾部攻击发射情况下(情况 1)几种制导规律加速度指令的比较试验曲线 |
| 27. | 尾部攻击发射情况下(情况 1)机动代价的比较试验曲线        |
| 28. | 尾部攻击发射情况下(情况 1)导弹 - 目标运动轨迹的比较试验结果 |
| 29. | 侧向攻击发射情况下(情况 2)机动代价的比较试验曲线        |
| 30. | 侧向攻击发射情况下(情况 2)导弹 - 目标运动轨迹的比较试验结果 |
| 31. | 迎面攻击发射情况下(情况 3)机动代价的比较试验曲线        |
| 32. | 迎面攻击发射情况下(情况 3)导弹 - 目标运动轨迹的比较试验结果 |
| 33. | 瞄准线偏置为 $40^\circ$ 时的最远射程能力        |
| 34. | 瞄准线偏置为 $0^\circ$ 时的最远射程能力         |
| 35. | 最近射程寻的试验的截击条件                     |
| 36. | 尾部攻击发射时脱靶量随发射距离的变化曲线              |
| 37. | 近距离尾部攻击发射时制导规律的加速度指令              |
| 38. | 侧向攻击发射时脱靶量随发射距离的变化曲线              |
| 39. | 近距离侧向攻击发射时制导规律的加速度指令              |
| 40. | 迎面攻击发射时脱靶量随发射距离变化的曲线              |
| 41. | 近距离迎面攻击发射时制导规律的加速度指令              |

| 图序号 | 图 题                                                           |
|-----|---------------------------------------------------------------|
| 42. | 机动能力减小后(尾部攻击)脱靶量随发射距离的变化曲线                                    |
| 43. | 比例导航的脱靶量均方根值对导航增益的灵敏度                                         |
| 44. | $\omega_M$ 对解析解最优导航比( $NR_0$ )的影响                             |
| 45. | $\omega_M$ 对解析解增益 $G_1$ 的影响                                   |
| 46. | $\omega_M$ 对解析解增益 $G_2$ 的影响                                   |
| 47. | $\omega_M$ 对解析解增益 $G_3$ 的影响                                   |
| 48. | $\omega_M$ 对解析解增益 $G_4$ 的影响                                   |
| 49. | $\omega_M$ 对解析解增益 $G_5$ 的影响                                   |
| 50. | $S_E/r_0$ 和 $V_M$ 对解析解最优导航比( $NR_0$ )的影响                      |
| 51. | $S_E/r_0$ 和 $V_M$ 对解析解增益 $G_1$ 的影响                            |
| 52. | $S_E/r_0$ 和 $V_M$ 对解析解增益 $G_2$ 的影响                            |
| 53. | $S_E/r_0$ 和 $V_M$ 对解析解增益 $G_3$ 的影响                            |
| 54. | 常值 $\dot{V}_M$ 对解析解最优导航比( $NR_0$ )的影响                         |
| 55. | 常值 $\dot{V}_M$ 对解析解增益 $G_1$ 的影响                               |
| 56. | 常值 $\dot{V}_M$ 对解析解增益 $G_2$ 的影响                               |
| 57. | 常值 $\dot{V}_M$ 对解析解增益 $G_3$ 的影响                               |
| 58. | 常值 $\dot{V}_M$ 对解析解增益 $G_4$ 的影响                               |
| 59. | 常值 $V_M$ 时 $V_{M_1}$ 对解析解最优导航比( $NR_0$ )的影响                   |
| 60. | $V_M$ 的正值时 $V_{M_1}$ 、 $\dot{V}_{M_1}$ 对解析解最优导航比( $NR_0$ )的影响 |
| 61. | $V_M$ 为负值时 $V_{M_1}$ 、 $\dot{V}_{M_1}$ 对解析解最优导航比( $NR_0$ )的影响 |
| 62. | 常值 $\dot{V}_M$ 对改进的最优导航比( $NR_0$ )的影响                         |
| 63. | 常值 $\dot{V}_M$ 对改进的最优增益 $G_1$ 的影响                             |
| 64. | 常值 $\dot{V}_M$ 对改进的最优增益 $G_2$ 的影响                             |
| 65. | 常值 $\dot{V}_M$ 对改进的最优增益 $G_3$ 的影响                             |

| 图序号 | 图 题                                                                                               |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 66. | 常值 $\dot{V}_M$ 对改进的最优增益 $G_0$ 的影响                                                                 |
| 67. | 助推 - 滑行情况下 $\dot{V}_M$ 对改进的最优导航比 ( $NR_0$ ) 的影响<br>( $\dot{V}_M = +1000/-333$ 英尺/秒 <sup>2</sup> ) |
| 68. | 助推 - 滑行情况下 $\dot{V}_M$ 对改进的最优导航比 ( $NR_0$ ) 的影响<br>( $\dot{V}_M = +500/-500$ 英尺/秒 <sup>2</sup> )  |
| 69. | 助推 - 滑行情况下 $\dot{V}_M$ 对改进的最优增益 $G_0$ 的影响                                                         |
| 70. | 助推 - 滑行情况下 $\dot{V}_M$ 对改进的最优增益 $G_0$ 的影响                                                         |
| 71. | 助推 - 滑行情况下 $\dot{V}_M$ 对改进的最优增益 $G_0$ 的影响                                                         |
| 72. | 助推 - 滑行情况下 $\dot{V}_M$ 对改进的最优增益 $G_0$ 的影响                                                         |
| 73. | 最优制导伴随系统方块图                                                                                       |
| 74. | 准最优制导和比例导航伴随系统方块图                                                                                 |
| 75. | 终端寻的仿真方块图                                                                                         |

# 符 号 一 览 表

由于在航空航天工业中,国际单位制(SI)到目前为止还没有成为测量的标准所以本表仍使用美国的通用单位。

| 符 号             | 定 义                                                              |
|-----------------|------------------------------------------------------------------|
| $A$             | 基本矩阵                                                             |
| $a_{M_N}$       | 导弹横向机动(垂直于导弹中心线的加速度——与在第三章和第四章中使用的垂直于导弹速度向量的横向机动同义)              |
| $a_{M_{Nc}}$    | 导弹横向机动指令                                                         |
| $a_{M_x}$       | 沿导弹中心线方向的导弹轴向加速度                                                 |
| $a_{M_y}$       | 垂直于视线参考线的导弹总加速度                                                  |
| $a_{T_L}$       | 垂直于瞬时视线向量的预测出来的目标总加速度                                            |
| $a_{T_y}$       | 垂直于视线参考线的目标总加速度                                                  |
| $\dot{a}_{T_y}$ | 目标加加速度, $\frac{d}{dt}(a_{T_y})$                                  |
| $B$             | 控制向量的系数矩阵                                                        |
| $\underline{b}$ | 控制函数的系数列向量                                                       |
| $\underline{c}$ | 力函数的列向量(目标加速度)                                                   |
| $CI_{MN}$       | 机动代价, $\int_{t_0}^t a_{M_N}(t) dt$<br>(当上限 = $t_f$ 时,为拦截所消耗的总代价) |
| $e$             | 垂直于视线参考线方向测得的目标和导弹之间的距离                                          |
| $G_i$           | 最优制导的反馈增益( $i$ 为 1 到 5 之间的整数)                                    |

|                 |                                                  |
|-----------------|--------------------------------------------------|
| I               | 单位矩阵                                             |
| J               | 代价泛函或性能指标                                        |
| K               | 含有目标加速度的向量微分方程式的解 ( $K_i$ 为 $\underline{K}$ 的元素) |
| $K_N$           | 导航比增益 (近似于最优导航比)                                 |
| $K_r$           | 随机误差斜率                                           |
| LOS             | 视线                                               |
| M               | 伴随变换矩阵                                           |
| $\underline{m}$ | 伴随变换列向量 ( $m_i$ 为 $\underline{m}$ 的元素)           |
| N               | 白噪声谱密度 (常值)                                      |
| $N_{R_0}$       | 最优制导导航比                                          |
| P               | 黎卡提矩阵方程式的解 ( $P_{ij}$ 为 P 的元素)                   |
| Q               | 导弹状态向量的加权矩阵                                      |
| R               | 目标和导弹之间的相对距离 (沿视线方向)<br>( $R_0$ 为初始发射距离)         |
| $\underline{R}$ | 控制向量的加权矩阵                                        |
| $\dot{R}$       | 距离变化率, $\frac{d}{dt}(R)$                         |
| r               | 控制函数的加权函数 ( $r_0$ 为常值加权因子)                       |
| $R_B$           | 在助推段估计的剩余距离                                      |
| $rm$            | 均方根值                                             |
| S               | 拉普拉斯算子                                           |
| $S_f$           | 在终端时导弹状态向量的加权矩阵                                  |
| $S_t$           | 脱靶量 $X_t(t_f)$ 的加权系数                             |
| $\tau$          | 经历时间, 在寻的仿真 (正向中的时间自变量, 观察时间<br>(伴随的)            |
| $t_0, t_f$      | 分别为初始时间和终端时间                                     |
| $t_g$           | 剩余拦截时间, 数值积分程序中的时间自变量, $(t_f - t)$               |
| $t_B$           | 助推段时间                                            |

|                         |                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $t$                     | 伴随时间变量, 伴随仿真中的时间自变量 ( $t_f - t$ )                                                                                                                                                                                     |
| $\underline{u}$         | 控制列向量                                                                                                                                                                                                                 |
| $\underline{u}_0$       | 最优控制列向量                                                                                                                                                                                                               |
| $u(\cdot)$              | 单位阶跃函数                                                                                                                                                                                                                |
| $u$                     | 控制函数                                                                                                                                                                                                                  |
| $u_0$                   | 最优控制函数                                                                                                                                                                                                                |
| $V$                     | 速度。 $V_C$ 为接近速度 ( $-R$ ),<br>$V_M$ 为导弹速度, $V_T$ 为目标速度,<br>$V_{M_0} = V_M(t_0)$ 为导弹初始速度,<br>$V_{M_f} = V_M(t_f)$ 为导弹终端速度                                                                                               |
| $V_{C, eff}$            | 计的接近速度, 接近于 $R/(t_f - t)$                                                                                                                                                                                             |
| $\dot{V}$               | 纵向加速度, $\frac{d}{dt}(V)$ 。 $\dot{V}_M$ 为导弹加速度, $\dot{V}_T$ 为目标加速度,<br>$\dot{V}_{M_0} = \dot{V}_M(t_0)$ 为导弹初始加速度, $\dot{V}_{M_f} = \dot{V}_M(t_f)$<br>为导弹终端加速度, $\dot{V}_B$ 是在助推段导弹加速度平均值<br>$\dot{V}_D$ 是在滑行段导弹加速度平均值 |
| $\dot{V}_M$             | 导弹纵向加速度, $\frac{d}{dt}(\dot{V}_M)$                                                                                                                                                                                    |
| $\underline{X}$         | 系统状态向量 ( $X_i$ 为 $\underline{X}$ 的元素)                                                                                                                                                                                 |
| $X_i(t_f)$              | 脱靶量, $e(t_f)$                                                                                                                                                                                                         |
| $\tilde{\underline{X}}$ | 伴随系统状态向量                                                                                                                                                                                                              |
| $W$                     | 系统加权函数 (伴随)                                                                                                                                                                                                           |
| $\alpha$                | 导弹攻角, $(\theta_M - \gamma)$                                                                                                                                                                                           |
| $\gamma$                | 相对于视线参考线 (惯性参考线) 取向的导弹飞行弹道角 ( $\gamma_0$ 为初始值, $\gamma_p$ 偏离 $\gamma_0$ 的变化值)                                                                                                                                         |
| $\dot{\gamma}$          | 导弹飞行弹道转向角速率, $\frac{d}{dt}(\gamma)$                                                                                                                                                                                   |

|                         |                                                                                                                                       |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\dot{\gamma}_f$        | 飞行弹道转向角速率指令                                                                                                                           |
| $\delta$                | 单位脉冲函数                                                                                                                                |
| $\zeta$                 | 导弹系统的阻尼系数                                                                                                                             |
| $\underline{\eta}$      | 伴随变换列向量                                                                                                                               |
| $\eta$                  | 伴随变换变量                                                                                                                                |
| $\theta_g$              | 导引头轴线和导弹中心线之间的夹角                                                                                                                      |
| $\theta_M$              | 导弹中心线和惯性参考线之间的夹角                                                                                                                      |
| $\theta_N$              | 由于随机误差引起的虚假瞄准线与实际瞄准线之间的夹角                                                                                                             |
| $\theta_S$              | 导引头轴线和惯性参考线之间的夹角                                                                                                                      |
| $\underline{\lambda}$   | 伴随或协态列向量                                                                                                                              |
| $\underline{\lambda}_N$ | “新的”伴随列向量                                                                                                                             |
| $\lambda$               | 伴随或协态函数                                                                                                                               |
| $\sigma$                | 相对于视线参考线的视线角                                                                                                                          |
| $\dot{\sigma}$          | 视线角速率, $\frac{d}{dt}(\sigma)$                                                                                                         |
| $\sigma^2$              | 噪声方差( $\sigma$ 为均方根值)                                                                                                                 |
| $\tau$                  | 伪时间变量, 输入(伴随)的引入时间                                                                                                                    |
| $\phi$                  | 相对于视线参考线的目标飞行航迹角( $\phi_0$ 为初始值, $\phi_p$ 为偏离 $\phi_0$ 的变化值)                                                                          |
| $\phi$                  | 噪声谱密度                                                                                                                                 |
| $\omega_M$              | 导弹系统的固有频率                                                                                                                             |
| $\omega$                | 通频带宽度或拐角频率<br>$\omega_S$ 为导引头通频带宽度,<br>$\omega_{DS}$ 为视线加速度滤波器的拐角频率<br>$\omega_{TF}$ 为目标加速度估算滤波器的拐角频率,<br>$\omega_{FP}$ 为飞行弹道传递函数极点频率 |
| Deg                     | 度                                                                                                                                     |
| Deg/Sec                 | 度/秒                                                                                                                                   |

|         |      |
|---------|------|
| Ft      | 英尺   |
| ND      | 无量纲  |
| Rad/Sec | 弧度/秒 |
| Sec     | 秒    |
| 上标“T”   | 表示转置 |
| 上标“-1”  | 表示逆  |

说明：方程式(4-47)之后的所有方程式，除去出于清楚考虑而必须的话，这些方程式中的时间自变量都省略，不予写出。

# 目 录

## 译者前言

|                    |      |
|--------------------|------|
| 第一章 引言和内容安排        | (1)  |
| 1.1 引言和问题的陈述       | (1)  |
| 1.2 内容安排           | (6)  |
| 第二章 文献评述           | (9)  |
| 2.1 引言             | (9)  |
| 2.2 寻的制导论文         | (10) |
| 第三章 寻的制导模型         | (17) |
| 3.1 引言             | (17) |
| 3.2 截击几何           | (17) |
| 3.3 导弹-目标运动学方程式    | (19) |
| 3.4 导弹动力学          | (24) |
| 3.5 导弹速度和纵向加速度     | (26) |
| 第四章 最优制导规律         | (28) |
| 4.1 引言             | (28) |
| 4.2 导弹-目标系统的描述     | (29) |
| 4.3 一般最优控制问题的评述和解法 | (33) |
| 4.4 终端控制问题         | (37) |
| 4.5 解析解            | (40) |
| 4.5.1 最优制导增益       | (52) |
| 4.5.2 初步性能评价       | (54) |
| 4.6 数值积分解          | (56) |
| 4.7 制导增益变化的分析      | (64) |
| 4.8 状态变量的另一种选择     | (68) |
| 4.8.1 改进的最优制导增益    | (72) |
| 4.9 小结             | (73) |
| 第五章 准最优制导规律        | (76) |

|             |                            |              |
|-------------|----------------------------|--------------|
| 5.1         | 引言                         | (76)         |
| 5.2         | 准最优制导规律的形式                 | (76)         |
| 5.3         | 近似的导航增益                    | (78)         |
| 5.4         | 有效接近速度                     | (82)         |
| 5.5         | 纵向加速度制导指令                  | (90)         |
| 5.6         | 目标加速度估算                    | (93)         |
| 5.7         | 被动式距离和距离变化率估算              | (95)         |
| 5.8         | 小结                         | (97)         |
| <b>第六章</b>  | <b>性能评价</b>                | <b>(100)</b> |
| 6.1         | 引言                         | (100)        |
| 6.2         | 导弹-目标参数描述                  | (101)        |
| 6.3         | 随机误差源及其模型                  | (104)        |
| 6.4         | 统计分析                       | (109)        |
| 6.4.1       | 伴随定义                       | (110)        |
| 6.4.2       | 结果分析                       | (118)        |
| 6.5         | 终端寻的分析                     | (129)        |
| 6.5.1       | 制导规律比较试验                   | (129)        |
| 6.5.2       | 发射边界                       | (142)        |
| 6.6         | 小结和结论                      | (159)        |
| <b>第七章</b>  | <b>结束语, 结论和推荐</b>          | <b>(162)</b> |
| 7.1         | 结束语                        | (162)        |
| 7.2         | 结论                         | (163)        |
| 7.3         | 推荐                         | (167)        |
| <b>参考文献</b> |                            |              |
| <b>附录 A</b> | <b>解析解的最优增益曲线</b>          | <b>(171)</b> |
| A·1         | 引言                         | (171)        |
| A·2         | 增益随导弹固有频率的变化               | (172)        |
| A·3         | 在终端状态加权和导弹等速飞行情况下<br>增益的变化 | (180)        |
| A·4         | 在导弹纵向加速度和负加速度不变            |              |

|                                                  |              |
|--------------------------------------------------|--------------|
| 的情况下增益的变化.....                                   | (185)        |
| A • 5 未知的终端状态的影响.....                            | (191)        |
| <b>附录 B 改进的最优增益曲线.....</b>                       | <b>(196)</b> |
| B • 1 引言.....                                    | (196)        |
| B • 2 在导弹纵向加速度和负加速度不变的情况下改进的<br>增益变化.....        | (197)        |
| B • 3 改进的增益随助推力 - 滑行飞行情况下的导弹速度和纵向<br>加速度的变化..... | (203)        |
| <b>附录 C 仿真程序说明和编排表.....</b>                      | <b>(211)</b> |
| C • 1 引言.....                                    | (211)        |
| C • 2 解析解的增益计算程序编排.....                          | (211)        |
| C • 3 数值积分的增益计算的程序编排.....                        | (218)        |
| C • 4 伴随仿真方块图和程序编排.....                          | (218)        |
| C • 5 终端寻的仿真方块图和程序编排.....                        | (219)        |

# 第一章 引言和内容安排

## 1.1 引言和问题的陈述

近距离的空对空交战要对截击机的导弹系统，特别是对制导规律提出严格的要求。导弹是作为一种动力学系统工作的，其响应能力受到一定的限制；初始条件对拦截而言往往是不理想的；目标可能作高过载机动，从而引起运动学的巨大变化；所要求的反应时间可能非常短（2—3 秒）；制导信息有各种误差；此外，寻的制导规律对交战而言可能不是最优的。制导规律是在给定导弹系统设计和有适合于处理的信息的条件下实现拦截的基础。而且，为了提高导弹的作战能力，特别是为了增大作战距离，还应该在高的能量利用效率下实现拦截。因此，本书特对空对空导弹拦截问题中的制导规律部分进行论述。

制导规律是导弹制导回路的一个组成部分，导弹制导回路可以用图 1 来描述。终端寻的制导回路由许多功能相互独立的、制约的环节所组成，它们对导弹提供连续控制和闭路制导，直至命中目标。

在制导回路中，导引头是主要敏感元件。一般说来，它由目标跟踪器，万向支架平台和稳定系统组成。导引头跟踪目标并根据目标相对于导弹的位置获得视线角和视线角速率。导引头平台相对于弹体中心线的姿态提供了对制导可能有用的