

自动控制原理第一卷

# 制 导

A. S. 格克著



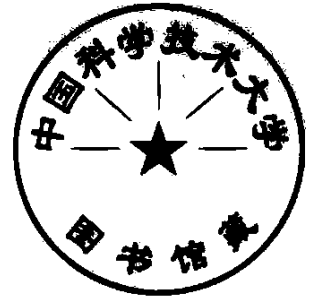
国防工业出版社



導彈設計原理第一卷

# 制 導

A. S. 洛克著



國防工業出版社

Principles of guided missile design  
Edited by Grayson Merrill, Captain U S N

---

GUIDANCE

Arthur s locke  
and collaborators

D Van Nostrand Company, Inc.  
Princeton, New Jersey, Toronto, New York, London  
1956

導彈設計原理第一卷

制 導

[美] A S 洛克著

屈 其 華 譯

\*

國防工業出版社

北京市書刊出版業營業許可証出字第074号  
機械工業出版社印刷廠印刷 新华書店發行

-\*

850×1168<sup>1</sup>/<sub>32</sub>·印張23<sup>1</sup>/<sub>16</sub>·插頁2·652千字

1959年4月第一版

1959年4月第一次印刷

印數 0,001—4,150册 定價 (11) 4.80元

NO 2765

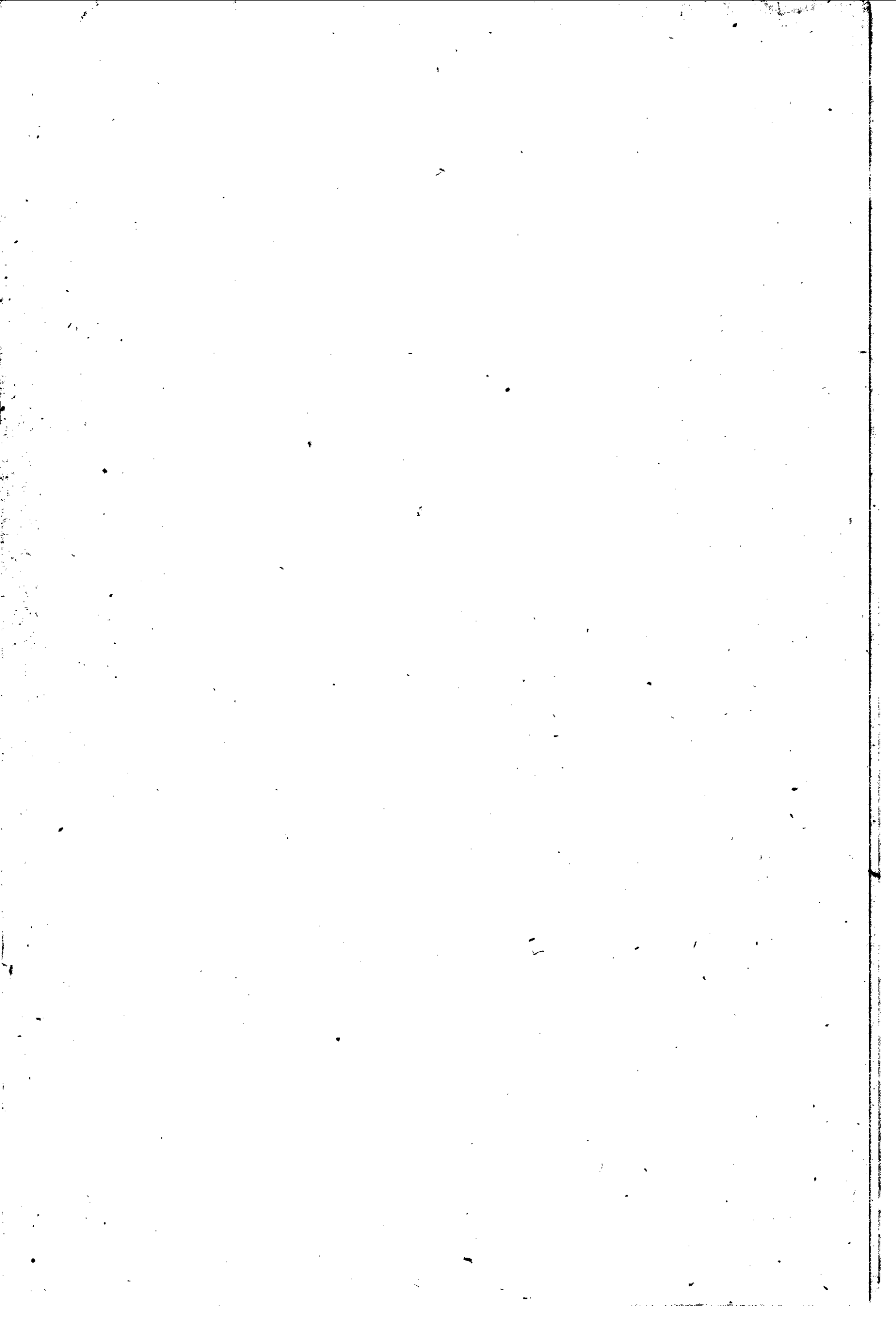
# 勘 誤 表

頁 号	行 数	誤	正
64	9	Rozon	Razon
{430 10	{倒数9.2 19	混頻器和本地振蕩器	混頻器和本机振蕩器
67	圖內	水压閥	液壓閥
150	8	I, 为在表面法向的……	I为在表面法向的……
170	倒5	……气体探测器 (或称高萊探测器) 气体探测器 <sup>(23)</sup> , 通常称为高萊管, ……	气体探测器 (或称高萊探测器) 气 体探测器 <sup>(23)</sup> 通常称为高萊管,
265	9	……与高速的动力性能的……	……与高速的动态性能的……
278	4	假設該目标以等速度, 如等高度作直 綫飞行	假設該目标以等速度和等高度作直綫 飞行
320	末行	在某些情况中, 用渐近增益特性曲綫 在这种接連的方法中代替……	在某些情况中, 在这方面, 可用渐近 增益特性曲綫代替……
545	圖內	$\frac{\omega_5+5}{\omega_5}$	$\frac{\omega_6+5}{\omega_6}$
{569 570	圖注	……材料費用…… ……总費用……	……材料成本…… ……总成本……
608	圖內	自动駕駛和稳定系統	自动駕駛仪和稳定系統
740	圖內	三到 N-1号拾取器	三号到N-1号拾取器
715	9	……及其过去的演变过程应的連續的解	……及其过去的演变过程适应的連續的解
715	12~13	这个采样率, 計算以及修正……	这个采样率, 計算以及修正……
692	6	……較最后的金屬結構易于修改, ……	較最后的实物易于修改, ……
692	7	……真正制导系統的动作。	……真正導彈系統的动作。
673	下圖內	空間运动	空間运动学
663	倒数3	为了使自接到指示到开始自动跟踪目 标的20秒延迟時間的大部分都給予跟踪 雷达, 發射器應該能够跟着雷达指揮仪 而不至另有过多的誤差。进行比較的帶 寬是初步的估計。	为了使自接到指示到跟踪雷达开始自 动跟踪目标的20秒時間內, 發射器能够 跟随雷达指揮仪而不致有过大的誤差。 达到上述要求所得出的帶寬是确定帶寬 的主要估計。
145	倒8 倒13 11	……collissions…… by H. leaderman, “……Fregnency……”	……collisions by H. Leaderman, “……Frequency……”
140	倒10	……美国海空軍發展中心……	……美国海軍航空發展中心……
118	16	$d = \sqrt{2h}$	$d = \sqrt{2h}$ (哩)
146	1	“……on Nodern physics……	“……on Modern physics……
146	11	“……Radiaition……	……Radiation……
663	4	在導彈設備的部分轉換中, 跟踪雷达…	如果半只船都改装为導彈設備, 則跟 踪雷达……

## 出版者的話

導彈是現代科學技術的新產物，它誕生於第二次世界大戰的末年，到現在只有十几年的歷史。導彈的資料多散見於各種期刊，印刷成書的完整的資料則很少見到，這套美國出版的“導彈設計原理”是把有關導彈的多方面資料系統地搜集起來的一套較好的叢書，它對於研究人員或工程技術人員確實是有較大的參考價值的。所以，我們決定把它譯成漢文出版，介紹給我國的讀者。

由於這套書是美國出版的，其中自然會有許多觀點和說法是不正確的，從字里行間我們可以看到作者為美帝“實力政策”張目，鼓吹戰爭，處處為“承包商”着想的“苦心”。但是，在美國，既然壟斷了所有的科學技術部門，把科學技術看成是發財致富的、為戰爭服務的工具，那麼，作者也就必然會在書中反映出“承包商”的感情來。讀者看到作者的這些“感情”，倒也有助於認識“超階級論者”、“不問政治的科學家”的真正面目，所以我們保留了原書的風貌，未加刪節，便予以出版。



## 譯者說明

美国出版的原書錯誤很多，不仅有校印方面的錯誤，像錯拼字、数学符号的錯落和数学公式漏項的現象，同时也有原作內容方面的錯誤，如举例中所举数字前后不合。凡是我們已能肯定的差錯，都作了改正，但是受到科学知識水平的限制，可能还有沒發現的錯漏，亦望讀者發現后告知我們，再作核對。

翻譯名詞，屬于基础科学的，一般均以科学院編譯局所編訂的名詞為準，但其中有些名詞的譯法几乎无人采用，則仍从習慣譯法。屬于应用科学的，多从習慣。对于若干新名詞，我們拟定了一些譯名，是否确切，尙待專家們指正。現將一部分有代表性的借用的譯名和費解的新譯名，說明如下：

1. armament 系指導彈的彈頭、引信、保險裝置系統三者的組零件，因与兵工中称为炮彈“战斗部”的含意完全相同，故借用“战斗部”这一名称。

2. booster 系裝在導彈尾部的一个火箭，作为導彈的輔助推進裝置，譯作“助推器”。

3. breadboard 是用作进行电路實驗的試驗板，在導彈制導系統設計中，包括电路与机械两方面的原理，为檢查所設計的电路效果是否符合要求，暫不計机械部分的效果，即采取試驗板實驗作为設計實驗的一个步驟，譯作“試驗板”。

4. crossover, 假設以等高、等速和不变方向飞行的飞机目标，其飞行路綫形成一条直綫，通过地面上的某一观测点作一平面与此直綫正交，当飞机飞越这一平面时所形成的交点就叫作 crossover, 譯作“最近越渡点”。

5. gun order 譯作“炮瞄信号”，系指高射炮指揮儀的摹拟計算机，依照炮瞄雷达所跟踪的目标运动情况，所求出的射击諸元而輸入伺服系統的信号，随着这种輸入信号伺服系統产生的輸出，就能使高射炮自动得出正确瞄准目标的动作与姿态。

6. homing guidance 譯作“寻的制导”，寻的是自动寻找目标的意思，是从“寻的魚雷”引用来的。

7. human engineering 譯作环境工程学，是研究由人所操縱的机器仪表等如何合理的安排部局，以达到操縱手便于操作，避免差錯、减少疲劳目的的工程学。

8. mechanization of equations 譯作“方程式的机械編排”，系指在导彈設計中，将求得的表示各元件的数学方程式，分別轉化为机械的和电路的形式，全部編排到电子計算机的綫路中的程序。因而这里所指的“机械”还包括电路的含义在內。

屈其华



# 目 录

序 .....	15
前言 .....	17

## 第一章 导弹制导的基本问题

1-1 绪言 .....	21
1-2 导弹 .....	23
1-3 导弹系统 .....	24
1-4 导弹制导系统 .....	24
1-5 导弹的分类 .....	24
1-6 地对地导弹的制导 .....	25
1-7 地对空导弹的制导 .....	28
1-8 空对地导弹的制导 .....	30
1-9 空对空导弹的制导 .....	32
1-10 导弹攻击水下目标 .....	34
1-11 海陆空军要求的根据 .....	36
1-12 导弹飞行过程中制导的三个阶段 .....	38
1-13 导弹制导的基本原理 .....	39

## 第二章 以前的成就

2-1 通用武器系统 .....	42
2-2 高射炮的炮火控制 .....	43
2-3 地面炮火控制 .....	47
2-4 船面炮火控制系统的稳定问题 .....	48
2-5 方位差的计算 .....	49
2-6 空中炮火控制系统 .....	50
2-7 第二次世界大战中的导弹制导系统 .....	54

2-8	V-1制导系統	55
2-9	V-2制导系統	56
2-10	德国的无綫电指揮制导系統	58
2-11	制导炸彈	63
2-12	战后導彈制导的發展	65
2-13	海盜式火箭	65
2-14	空中导航	68
2-15	观察和識別导航	68
2-16	三角測量导航	69
2-17	地球基准或天体基准导航	72
2-18	飞机的自动控制	72
2-19	飞机的自动駕駛仪	74

### 第三章 地球定位及天体定位

3-1	航用圖投影法	77
3-2	麦卡托投影	79
3-3	橫切麦卡托投影	81
3-4	日晷投影	84
3-5	極座标航用圖	84
3-6	藍伯圓錐投影	85
3-7	多錐体投影	86
3-8	地球的运动	86
3-9	地球自轉的影响	86
3-10	地球的形状	86
3-11	地球自轉对于重力的影响	87
3-12	科里奧利影响	91
3-13	時間	94
3-14	地球的公轉、进动与空間运动	95
3-15	地磁	96
3-16	其他的地球定位	98
3-17	天体定位	98
3-18	导航三角	100

3-19	海上和空中的天体导航	105
3-20	自动天体导航	107
3-21	極地导航	109

## 第四章 无綫电波的傳送

4-1	无綫电頻率的分类	111
4-2	大气層	113
4-3	电离層对无綫电波傳送的影响	114
4-4	无綫电波的多道傳送	116
4-5	空气的折射率对电波傳送的影响	117
4-6	无綫电波的極化	119
4-7	无綫电波的反射	120
4-8	双道傳送	122
4-9	选择極化波型时应考虑的因素	127
4-10	无綫电波的繞射	128
4-11	典型的場强曲綫	128
4-12	大气中分子对无綫电波的吸收	130
4-13	无綫电波的散射	132
4-14	空中下降的液态水和固态水所引起的电波衰减	132
4-15	选择頻率时应考虑的因素	133
4-16	天綫罩	135
4-17	电波通过电介薄片的傳送	137
4-18	火焰对无綫电波傳送的影响	140
4-19	带电气体媒質的电导率	141
4-20	带电气体媒質的吸收作用	143
4-21	电波在空气与带电气体媒質間的边界的反射	143
4-22	火焰特性的理論研究及实验研究	144

## 第五章 紅外綫的發射、透射和探測

	本章所用符号	147
5-1	全輻射	148
5-2	輻射的波譜分布	159

5-3	分布律的簡化式 .....	165
5-4	热輻射探测器 .....	166
5-5	大气透射 .....	178
5-6	探测器的积分反应 .....	188
5-7	光学材料 .....	192

## 第六章 数学基础

	本章所用符号 .....	203
6-1	綫性網絡 .....	204
6-2	拉普拉斯变换 .....	206
6-3	函数換式对的發展 .....	207
6-4	拉普拉斯变换的基本定理 .....	209
6-5	一个簡單的微积分方程式的求解 .....	212
6-6	有理分数的拉普拉斯倒換式 .....	213
6-7	某些重要的微积分方程式的求解 .....	216
6-8	傅里叶換式 .....	220
6-9	頻率响应函数 .....	221
6-10	稳态运算中以 $j\omega$ 代替 $d/dt$ 的簡化法 .....	222
6-11	系統的傳遞特性 .....	224
6-12	相关函数 .....	224
6-13	極点、零点和解析函数 .....	227
6-14	反饋系統的稳定性 .....	228
6-15	两种曲綫拟合法 .....	240
6-16	概率論概說 .....	251

## 第七章 伺服系統的原理

	本章所用符号 .....	261
7-1	伺服系統的設計問題 .....	263
7-2	閉合回路的关系式 .....	265
7-3	I型伺服系統 .....	268
7-4	改良的I型伺服系統 .....	282
7-5	II型基本伺服系統 .....	288

7-6	傳遞函数的設計技術 .....	296
7-7	系統性能的改进 .....	315
7-8	在系統設計中頻率响应与瞬变响应理論之間的相互作用 .....	322

## 第八章 战术上的考虑

8-1	摧毁目标的定义 .....	327
8-2	关于誤差的术语 .....	330
8-3	地对地導彈的制导 .....	336
8-4	地对空導彈的制导 .....	342
8-5	空对地導彈的制导 .....	351
8-6	空对空導彈的制导 .....	355

## 第九章 導彈运动的各种測算方法

9-1	如何决定数据 .....	361
9-2	陀螺仪 .....	362
9-3	垂直陀螺仪 .....	365
9-4	空中磁罗盘 .....	370
9-5	單自由度机械系統 .....	372
9-6	綫性加速計 .....	374
9-7	角加速計 .....	385
9-8	速率陀螺仪 .....	386
9-9	运动測算器的使用 .....	389

## 第十章 探測与信息的搜集

	本章所用符号 .....	392
10-1	典型的通信系統 .....	393
10-2	信息傳送的方式 .....	394
10-3	調幅——載波及双旁带 .....	394
10-4	調幅——双旁带抑載波 .....	394
10-5	調幅——單旁带抑載波 .....	395
10-6	調頻 .....	396
10-7	次載波 .....	393

10-8	制导信息的性質	400
10-9	主載波頻譜	400
10-10	勞兰	401
10-11	勞兰的基本概念	401
10-12	勞兰对的識別	403
10-13	勞兰有效区域	404
10-14	電波傳播对勞兰系統的影响	405
10-15	勞兰的准确度	407
10-16	勞兰在導彈制导中利用的可能性	409
10-17	雷達	411
10-18	調頻雷達系統	413
10-19	脈冲雷達系統的參數	419
10-20	雷達天綫	419
10-21	雷達射頻組件	424
10-22	雷達發送機	425
10-23	脈冲調制器	426
10-24	跟踪雷達	429
10-25	雷達接收機	430
10-26	混頻器和本地振蕩器	430
10-27	关于噪声數的考慮	432
10-28	中頻系統	434
10-29	視頻放大器和檢波器	436
10-30	自动增益控制	439
10-31	自动距离跟踪	446
10-32	定距部分	450
10-33	角度誤差探測器	452
10-34	电源	456
10-35	低仰角时的雷達跟踪問題	460
10-36	相关技术	462
10-37	行波管	465
10-38	标向术	466
10-39	指向标的可靠距离	467

10-40	指向标接收机 .....	467
10-41	指向标调制器 .....	470
10-42	指向标天线设计中应考虑的问题 .....	471
10-43	指向标在导弹制导系统中的应用 .....	472

## 第十一章 目标问题

11-1	无线电波反射 .....	475
11-2	飞机目标 .....	475
11-3	飞机目标的统计学特性 .....	476
11-4	角度坐标的测定 .....	477
11-5	距离坐标的测定 .....	478
11-6	跟踪噪声的测定 .....	479
11-7	目标噪声的来源 .....	479
11-8	关于双反射元目标的分析 .....	480
11-9	振幅起伏的影响 .....	483
11-10	大目标的跟踪 .....	483
11-11	低角跟踪 .....	484

## 第十二章 飞行路线的分析

	本章所用符号 .....	485
12-1	视线路线 (驾束导弹) .....	486
12-2	纯追逐路线 .....	500
12-3	偏差追逐路线 .....	509
12-4	定向路线 .....	515
12-5	比例导航 .....	517

## 第十三章 导弹的发射准备和发射

13-1	一般的发射准备 .....	522
13-2	发射前关于制导设备的准备工作 .....	523
13-3	发射概论 .....	525
13-4	地对地导弹的发射 .....	528
13-5	地对空导弹的发射 .....	529

13-6	空对地導彈的發射	531
13-7	空对空導彈的發射	532

## 第十四章 導彈的彈體

14-1	彈體的环境	533
14-2	作为控制回路元件的彈體	535
14-3	彈體的經典表式	536
14-4	关于俯仰角傳遞函数的推导	538
14-5	环境参数变化的影响	548
14-6	穩定性参数变化的影响	552
14-7	滾动的傳遞函数的推导	553
14-8	彈體頻率响应的实验証明	555
14-9	控制設計者利用彈體特性的問題	556

## 第十五章 經濟上的考虑

15-1	平时經濟与战时經濟	558
15-2	導彈制导設備的研究与發展計劃	559
15-3	彈體以外的設備的生产与分配	565
15-4	導彈內制导設備的生产与分配	567
15-5	船上制导設備的保养	570
15-6	彈體內的制导設備的保养	571
15-7	導彈系統的費用	571
15-8	环境規格	574
15-9	設備的环境研究	575
15-10	环境驗收試驗	578
15-11	可靠率	576

## 第十六章 導彈的制导系統

	本章所用符号	582
16-1	系統設計中应考虑的問題	583
16-2	寻的制导系統	584
16-3	指揮制导系統	606



16-4	駕束制导系統	618
16-5	慣性的、地球的和天体的制导系統	627
16-6	无綫电导航技术在导彈制导上的应用	639
16-7	利用声波的导彈制导方法	646
16-8	制导系統的組合	649

## 第十七章 帶寬研究

	本章所用符号	653
17-1	战术上的要求	654
17-2	雷达射程的計算	657
17-3	导彈系統	658
17-4	照射雷达与發射器	658
17-5	發射器計算机	663
17-6	船身运动的稳定問題	664
17-7	导彈中的雷达	664
17-8	說明	670

## 第十八章 导彈制导的帶寬研究

18-1	概述	671
18-2	空間几何学与运动学的諸項	673
18-3	自动駕駛仪回路	676
18-4	俯仰控制回路	683
18-5	發射瞬变	685
18-6	滾动控制	686
18-7	因系統的各种限制而造成的失誤	689
18-8	說明	690

## 第十九章 摹拟、計算、遙測

19-1	摹拟	692
19-2	方程式的机械編排	696
19-3	在三度空間內摹拟导彈性能的主要問題	708
19-4	摹拟計算机及数字計算机	712