

## 目 录

## 一、自动控制理论与自动驾驶仪

自动控制·····	3—1	方块图·····	3—11
自动控制系统·····	3—1	信号流程图·····	3—13
恒值控制系统·····	3—2	信号·····	3—14
程序控制系统·····	3—3	阶跃信号·····	3—15
随动系统·····	3—3	脉冲信号·····	3—16
连续时间控制系统·····	3—3	斜坡信号·····	3—17
断续时间控制系统·····	3—3	响应·····	3—18
线性控制系统·····	3—4	阶跃响应·····	3—18
非线性控制系统·····	3—4	脉冲响应·····	3—19
反馈·····	3—5	斜坡响应·····	3—19
单回路控制系统·····	3—6	频率特性·····	3—19
多回路控制系统·····	3—6	对数频率特性·····	3—20
开环控制系统·····	3—6	频率法·····	3—21
闭环控制系统·····	3—7	典型环节·····	3—21
定常系统·····	3—7	放大环节·····	3—22
时变系统·····	3—8	惯性环节·····	3—23
单输入单输出系统·····	3—9	振荡环节·····	3—25
多输入多输出系统·····	3—9	振荡·····	3—28
误差信号·····	3—9	自然频率·····	3—28
系统分析·····	3—9	谐振频率·····	3—29
系统综合·····	3—10	阻尼·····	3—30
拉氏变换·····	3—10	阻尼比·····	3—30
传递函数·····	3—11	积分环节·····	3—31

一阶微分环节 .....	3—33	有源校正网络 .....	3—51
二阶微分环节 .....	3—34	控制规律 .....	3—52
延迟环节 .....	3—36	根轨迹法 .....	3—53
小扰动线性化法 .....	3—37	零、极点法 .....	3—54
典型非线性特性 .....	3—38	积分性能指标 .....	3—54
死区 .....	3—39	相平面法 .....	3—55
稳定性 .....	3—39	描述函数法 .....	3—56
稳定性判据 .....	3—40	噪声 .....	3—56
稳定裕度 .....	3—41	干扰 .....	3—57
动态过程 .....	3—42	零漂 .....	3—57
过渡过程 .....	3—42	零偏 .....	3—57
超调量 .....	3—43	灵敏度 .....	3—58
上升时间 .....	3—44	系统的可靠性 .....	3—58
调节时间 .....	3—44	静态试验 .....	3—59
快速性 .....	3—44	动态试验 .....	3—59
时间常数 .....	3—45	在线测试 .....	3—59
频带宽度 .....	3—45	现代控制理论 .....	3—60
稳态 .....	3—46	状态向量 .....	3—61
静态 .....	3—47	状态变量 .....	3—62
静差 .....	3—47	状态空间 .....	3—63
有差系统 .....	3—48	性能指标 .....	3—63
无差系统 .....	3—48	二次型性能指标 .....	3—65
剩余振荡 .....	3—49	可控性 .....	3—66
系统的校正 .....	3—49	可观性 .....	3—67
校正装置 .....	3—50	最优控制 .....	3—68
相位超前网络 .....	3—50	极大值原理 .....	3—69
相位滞后网络 .....	3—50	动态规划 .....	3—70
滞后-超前网络 .....	3—51	卡尔曼滤波 .....	3—72
无源校正网络 .....	3—51	辨识 .....	3—73

自适应控制系统 .....	3—73	无差式自动驾驶仪 .....	3—84
自学习系统 .....	3—75	自适应式自动驾驶仪 .....	3—84
瞬时控制力 .....	3—75	敏感元件 .....	3—84
周期平均控制力 .....	3—76	放大变换器 .....	3—84
交叉耦合 .....	3—78	反馈装置 .....	3—85
解耦 .....	3—78	导弹控制回路 .....	3—85
重力补偿 .....	3—78	导弹稳定回路 .....	3—85
控制系统误差 .....	3—79	通道 .....	3—86
动态误差 .....	3—79	滚动通道 .....	3—86
干扰误差 .....	3—80	俯仰通道 .....	3—87
初始误差 .....	3—80	偏航通道 .....	3—87
常值误差 .....	3—81	双通道控制系统 .....	3—87
随机误差 .....	3—81	单通道控制系统 .....	3—88
绝对误差 .....	3—82	脉冲调宽系统 .....	3—88
相对误差 .....	3—82	有线控制 .....	3—89
工艺误差 .....	3—82	控制盒 .....	3—90
系统精度 .....	3—83	控制线 .....	3—90
导弹自动驾驶仪 .....	3—83	红外测角仪 .....	3—91
有差式自动驾驶仪 .....	3—83	断路器 .....	3—91

## 二、惯导与惯性器件

陀螺仪 .....	3—93	章动阻尼 .....	3—101
定轴性 .....	3—94	角动量 .....	3—102
进动性 .....	3—95	表观运动 .....	3—103
哥氏加速度 .....	3—96	自由度 .....	3—105
陀螺力矩 .....	3—98	框架自锁 .....	3—105
陀螺动力效应 .....	3—99	单自由度陀螺仪 .....	3—106
章动 .....	3—100	速率陀螺仪 .....	3—107
章动频率 .....	3—101	积分陀螺仪 .....	3—108

无约束陀螺仪.....3—110	固定姿态漂移率.....3—123
二自由度陀螺仪.....3—110	平均漂移率.....3—123
自由陀螺仪.....3—112	逐次漂移率.....3—123
俯仰陀螺仪.....3—112	静态漂移.....3—123
滚动(倾斜)陀螺仪.....3—113	摇摆漂移.....3—124
航向陀螺仪.....3—113	振动漂移.....3—125
水平陀螺仪.....3—113	$g^0$ 漂移.....3—125
垂直陀螺仪.....3—115	$g^1$ 漂移.....3—126
前置陀螺仪.....3—115	$g^2$ 漂移.....3—126
自转轴.....3—115	稳定力矩.....3—126
自转参考轴.....3—115	修正力矩.....3—127
输入轴.....3—116	弹性力矩.....3—128
输入参考轴.....3—116	阻尼力矩.....3—128
输出轴.....3—117	干扰力矩.....3—129
输出参考轴.....3—117	不平衡力矩.....3—130
输入角.....3—117	摩擦力矩.....3—130
输出角.....3—117	惯性力矩.....3—131
固有频率.....3—118	不等惯性力矩.....3—131
陀螺增益.....3—118	不等弹性.....3—132
陀螺传递系数.....3—119	不等弹性力矩.....3—133
起动时间.....3—119	机械零位(偏差).....3—134
惯性时间.....3—119	安装误差.....3—134
起动电流.....3—120	框架误差.....3—135
工作电流.....3—120	交叉耦合误差.....3—135
陀螺仪精度.....3—120	再平衡回路.....3—136
陀螺漂移.....3—120	模拟加矩.....3—136
陀螺漂移数学模型.....3—121	脉冲加矩.....3—137
陀螺零位偏差.....3—122	调谐转速.....3—138
陀螺漂移率.....3—122	正交力矩.....3—138

弹性约束系数	3—139	振动陀螺仪	3—165
圆锥运动	3—140	捷联式陀螺仪	3—166
静力不平衡	3—141	惯性平台	3—166
静平衡	3—142	陀螺稳定平台	3—167
力偶不平衡	3—142	捷联式导航平台	3—169
动力不平衡	3—143	平台伺服回路	3—169
动平衡	3—143	平台力矩马达	3—170
陀螺转子	3—144	初始对准	3—170
浮子	3—145	方位对准系统	3—171
陀螺框架	3—145	调平系统	3—172
支承装置	3—145	舒拉调谐	3—174
弹性支承	3—146	惯性导航系统	3—174
轴承支承	3—146	解析式惯性导航系统	3—175
静电支承	3—147	半解析式惯性导航系统	3—175
气体轴承	3—148	几何式惯性导航系统	3—176
电磁支承	3—149	捷联式惯性导航系统	3—177
信号传感器	3—149	自主制导	3—178
阻尼器	3—150	惯性制导系统	3—178
锁紧装置	3—151	组合制导系统	3—179
恢复力矩装置	3—151	多普勒导航系统	3—179
输电装置	3—152	天文导航系统	3—180
自由转子陀螺仪	3—152	力矩反馈试验	3—180
静电陀螺仪	3—153	伺服试验	3—181
激光陀螺仪	3—155	位置试验	3—182
超导陀螺仪	3—157	翻滚试验	3—182
挠性陀螺仪	3—158	比力	3—183
液浮陀螺仪	3—160	加速度计	3—184
气浮陀螺仪	3—162	线加速度计	3—184
射流陀螺仪	3—164	角加速度计	3—185

摆式加速度计	3—186	交叉轴灵敏度	3—199
三轴加速度计	3—187	交叉耦合系数	3—199
双轴加速度计	3—188	摆误差	3—199
摆式积分陀螺加速度计	3—188	膜盒式垂直速度传感器	3—199
液浮加速度计	3—190	速压传感器	3—200
挠性加速度计	3—191	微动气压计	3—201
积分加速度计	3—192	无线电高度表	3—202
双重积分加速度计	3—192	惯性坐标系	3—203
振弦式加速度计	3—193	地理坐标系	3—204
振梁式加速度计	3—195	地球坐标系	3—205
静电加速度计	3—196	弹体坐标系	3—206
压电式加速度计	3—196	速度坐标系	3—207
压阻式加速度计	3—197	地心垂线	3—207
检测质量	3—198	表观垂线	3—208
惯性	3—198	铅垂线	3—209
交叉加速度	3—198	地理垂线	3—209

### 三、变换装置

变换装置	3—211	微分电路	3—218
调制器	3—212	积分电路	3—219
解调器	3—212	积分器	3—220
检波器	3—213	寄生振荡	3—220
鉴频器	3—213	放大	3—221
鉴相器	3—214	放大器	3—221
选频放大器	3—215	相敏放大器	3—222
脉宽调制	3—215	综合放大器	3—223
校正网络	3—216	电压电流放大系数	3—223
移相网络	3—216	电压放大器	3—223
滤波器	3—217	前置放大器	3—224

功率放大器	3—224	共模抑制比	3—232
推挽功率放大器	3—225	输入阻抗	3—232
磁放大器	3—225	输出阻抗	3—233
继电器放大器	3—226	线性度	3—233
射极输出器	3—227	非线性失真	3—234
限幅放大器	3—227	放大器零位漂移	3—234
直流感放大器	3—228	电路中的反馈	3—235
差分放大器	3—228	寄生反馈	3—236
运算放大器	3—229	温度补偿	3—236
集成运算放大器	3—230	整流器	3—237
开环电压增益	3—230	稳压器	3—237
闭环电压增益	3—230	振荡器	3—238
输入失调电压	3—231	多谐振荡器	3—238
输入失调电流	3—231		

#### 四、伺 服 系 统

伺服系统	3—240	铰链力矩反馈伺服机构	3—245
伺服系统零位	3—241	舵机	3—246
伺服系统零漂	3—241	伺服机构灵敏度	3—246
伺服系统增益	3—241	伺服机构线性度	3—247
舵系统	3—241	伺服机构对称性	3—248
舵系统零位	3—242	伺服机构速度特性	3—248
舵系统零漂	3—242	伺服机构输入电流	3—248
舵系统增益	3—242	伺服机构额定电流	3—249
位置反馈	3—242	伺服机构输出力矩	3—249
速度反馈	3—243	铰链力矩	3—249
测速发电机	3—243	伺服机构额定负载	3—250
伺服机构	3—244	伺服机构延迟时间	3—250
脉冲调宽式伺服机构	3—244	电动伺服机构	3—250

伺服电动机.....3—251	伺服阀流量特性.....3—268
直流伺服电动机.....3—251	作动筒.....3—268
空心杯电枢直流伺服	液压马达.....3—269
电动机.....3—252	伺服机构能源.....3—269
无槽电枢直流伺服	伺服机构工质.....3—270
电动机.....3—252	燃气发生器.....3—270
步进电动机.....3—252	点火器.....3—271
力矩电动机.....3—253	药柱燃烧.....3—272
驱动微电机.....3—253	气动涡轮.....3—272
谐波电动机.....3—253	气源.....3—272
磁粉离合器.....3—254	纯净气体.....3—273
扭簧式电磁离合器.....3—255	露点.....3—273
减速器.....3—256	液压泵.....3—273
谐波齿轮传动.....3—256	齿轮泵.....3—274
少齿差行星轮传动.....3—257	柱塞泵.....3—275
滚珠丝杠传动.....3—258	阀.....3—276
液压伺服机构.....3—258	单向阀.....3—276
气动伺服机构.....3—259	溢流阀.....3—277
燃气伺服机构.....3—259	安全阀.....3—278
推力矢量控制.....3—260	过滤器.....3—278
摆动发动机.....3—260	蓄压器.....3—278
摆动喷管.....3—261	雷诺数.....3—279
二次流体注射.....3—261	连续方程.....3—280
喷流偏转.....3—262	伯努利方程.....3—280
电液伺服阀.....3—262	流量系数.....3—281
力矩马达.....3—263	粘度.....3—281
射流管阀.....3—264	泄漏.....3—282
喷嘴-挡板阀.....3—265	弹性模量.....3—282
滑阀.....3—266	液动力.....3—283

液阻·····3—283	闪点·····3—284
绝热流动·····3—283	凝点·····3—284
等温流动·····3—284	

### 五、自动驾驶仪测试设备

频率特性测试仪·····3—285	陀螺静态综合测试台·····3—290
伪随机信号发生器·····3—285	伺服转台·····3—291
相关仪·····3—286	低速转台·····3—292
频谱分析仪·····3—286	突停台·····3—292
振动试验台·····3—287	微力矩测试仪·····3—292
冲击试验台·····3—288	流量测试仪·····3—293
离心机·····3—288	数字扭矩仪·····3—294
陀螺动态测试仪·····3—289	数字测速仪·····3—295
摇摆台·····3—289	负载模拟器·····3—295
动平衡机·····3—290	

### 六、模式识别与相关制导

信号数字处理·····3—298	差分·····3—309
时域离散信号与序列·····3—299	差分方程·····3—311
二维序列·····3—301	Z变换·····3—312
时域离散系统·····3—302	褶积和的Z变换·····3—314
线性非移变系统·····3—302	系统函数·····3—315
单位取样响应·····3—303	数字滤波器·····3—315
傅里叶级数与傅里叶 变换·····3—304	空间滤波器·····3—316
离散傅里叶级数·····3—305	图象·····3—316
离散傅里叶变换·····3—306	多光谱图象·····3—316
快速傅里叶变换·····3—308	数字图象·····3—317
褶积和·····3—308	灰度·····3—317
	噪声与信噪比·····3—318

图象处理.....	3—318	特征抽取中的线性变换	
图象数字处理系统.....	3—319	方法.....	3—345
图象数字变换.....	3—320	模式识别中的学习.....	3—346
拉德梅克函数.....	3—321	参数估计与非参数估计.....	3—347
沃尔什函数.....	3—322	类条件概率密度函数.....	3—347
沃尔什级数与沃尔什		模式分类.....	3—348
变换.....	3—324	贝叶斯决策.....	3—349
离散沃尔什变换.....	3—326	错误概率.....	3—351
协方差矩阵.....	3—327	准则函数.....	3—353
$K-L$ 变换.....	3—328	判决函数.....	3—354
熵准则.....	3—328	近邻规则.....	3—355
图象编码.....	3—329	聚类分析.....	3—356
频域技术与空域技术.....	3—330	句法模式识别.....	3—356
图象增强.....	3—331	形式语言.....	3—357
图象平滑.....	3—331	短语结构文法.....	3—357
图象锐化.....	3—333	自动机.....	3—360
低通滤波器.....	3—334	特征链.....	3—361
高通滤波器.....	3—335	树状语言.....	3—362
图象复原.....	3—335	树状文法.....	3—362
图象校正.....	3—336	模式基元.....	3—363
图象分割.....	3—337	基元选择.....	3—364
图象描述.....	3—337	文法推断.....	3—364
图象显示.....	3—338	文法分析.....	3—364
模式.....	3—338	遥感.....	3—365
模式识别.....	3—340	热辐射.....	3—366
统计模式识别.....	3—341	黑体.....	3—367
模式的预处理.....	3—342	黑体辐射.....	3—367
特征抽取与特征选择.....	3—342	电磁波谱.....	3—369
特征矢量与特征空间.....	3—343	发射率与光谱发射率.....	3—370

反射率与光谱反射率.....3—371	相关制导技术.....3—388
敏感器.....3—372	图象匹配中的预处理.....3—389
航空照相机.....3—373	参考图象与敏感器图象.....3—389
多光谱相机.....3—374	数字地图.....3—390
分光仪.....3—375	窗口与搜索区.....3—390
探测器.....3—376	极值度量.....3—391
扫描仪.....3—376	匹配点.....3—392
多光谱扫描仪.....3—377	图象匹配.....3—392
辐射计.....3—377	相关面.....3—393
微波辐射计.....3—378	门限值判决.....3—393
雷达截面积.....3—379	位移矢量.....3—394
雷达分辨率.....3—379	相关器.....3—394
脉冲压缩技术.....3—380	正确匹配概率与失配
侧视雷达.....3—381	概率.....3—395
真实孔径雷达.....3—382	误配概率.....3—395
合成孔径雷达.....3—384	正确截获概率.....3—396
照片判读.....3—386	匹配精度.....3—396
相关函数.....3—386	地形相关系统.....3—396
相关技术.....3—388	景物匹配系统.....3—397
<b>中文索引</b> .....3—399	
<b>英文索引</b> .....3—410	
<b>俄文索引</b> .....3—423	

## 一、自动控制理论与自动驾驶仪

### 自动控制

automatic control

автоматическое управление

在无人直接参加的情况下，依靠控制装置使被控对象按预定要求进行工作。

主要研究内容包括自动控制理论、自动控制装置及其应用。

自动控制理论以反馈理论为基础。在五十年代初已基本形成了以频域法为基础的经典控制理论。随着工业生产和科学技术的发展以及电子计算机的出现，到六十年代初又逐步形成了以时域法为基础的现代控制理论。

自动控制装置一般是机电、气动、液压和电子式的器件，随着工业生产和科学技术的发展，电子计算机及微电子器件在自动控制中的应用日益增多。

在飞机自动驾驶系统、导弹制导、航天飞行等方面，自动控制是必不可少的。在机器制造、仪表、冶金、化工、电力、雷达、计算机、航海等各个技术领域中，自动控制也获得了广泛应用。

### 自动控制系统

automatic control system

система автоматического управления

能对被控对象的工作状态进行自动控制的系统。由控制

装置和被控对象组成。被控对象是指要求实现自动化操作的机器、设备或生产过程，例如飞机、导弹、机床及化工生产过程等。控制装置是指对被控对象起控制作用的设备总体。

在经典控制理论中，评价自动控制系统的品质指标包括稳定性及稳定裕度、过渡过程品质(包括调节时间、超调量及振荡次数)和静态误差，同时要求具有一定的抗干扰能力。

自动控制系统按输入量或输出量的变化规律，可分为恒值控制系统、程序控制系统及随动系统。

按传递信号的特性可分为连续控制系统及断续控制系统。

按描述系统的微分方程是否具有线性特性，可分为线性控制系统及非线性控制系统。

按系统结构特点可分：单回路控制系统及多回路控制系统；开环控制系统、闭环控制系统及复合控制系统；固定结构控制系统和变结构控制系统。

按系统微分方程式的系数是否可变，可分为定常系统及时变系统。

按系统的输入、输出变量的个数，可分为单输入单输出及多输入多输出系统。

### 恒值控制系统

constant value control system

система с постоянным входом

又称“镇定系统”。系统的输入量为常值的自动控制系统。要求系统的输出量也为常值。

例如某些导弹的倾斜角稳定回路，在给定倾斜角(即系统输入量)为零的情况下，通过稳定回路来保证导弹的实际倾斜角(即系统的输出量)也为零，而不受外界干扰的影响。

## 程序控制系统

program control system

система программного управления

系统的输入量按预定规律变化的自动控制系统。要求系统的输出量准确地随着输入量的变化规律而变化。

例如某些巡航导弹的程序爬高飞行，弹道式导弹在主动段的飞行。

## 随动系统

feedback control system

следающая система

又称“跟踪系统”。系统的输入量是未知时间函数的自动控制系统。要求系统的输出量按一定关系准确地随着输入量的变化而变化。

随动系统应用广泛，例如记录笔跟随要记录的电信号的系统，导弹发射架跟随雷达天线的系统，导引头跟踪目标的系统等。

## 连续时间控制系统

continuous-time control system

непрерывная система управления

所有元件的输入量和输出量都是时间的连续函数的系统。

## 断续时间控制系统

discrete-time control system

дискретная система управления

至少有一个变量以断续信号的形式传递信息的系统。目前常用的有以下三种。

1. 继电系统：又称开关控制系统。如含有继电器的系

统，两位调节是其最简单的一种。

2. 脉冲系统：有脉冲调制器（采样器）的系统。可能有一个或几个连续变量在离散时刻 $t_0$ 、 $t_1$ 、 $t_1$ ……经采样器采样后，转变为一组一组的脉冲序列。根据调制器的不同工作原理，通常可分为脉冲幅值调制和脉冲宽度调制等。

3. 数字系统：有数字运算装置的系统。

### 线性控制系统

linear control system

линейная система управления

可用线性的数学方程（如代数方程、微分方程、差分方程等）或线性的数学方程组来描述的系统。

线性系统的重要特性是满足叠加原理。叠加原理说明：多个作用函数同时作用于系统时，其响应等于单个作用函数的响应之和；如作用函数增大 $n$ 倍，则响应也会增大 $n$ 倍。

### 非线性控制系统

nonlinear control system

нелинейная система управления

描述系统的数学方程（如代数方程、微分方程、差分方程等）或数学方程组中至少含有一个非线性函数关系的系统。对非线性系统不能应用叠加原理，其响应除了与输入信号的形式有关外，还与输入信号的幅值有关。

目前对非线性系统还没有一个通用的分析方法，只有对某些简单的非线性微分方程才能求到精确的解，而对于许多在实际上很重要的非线性微分方程，只能在某些限定的条件下得到近似的解。

常用的工程方法有小扰动线性化法、描述函数法及相平面法，但对于任何非线性微分方程都可以应用计算机求得精

确解。

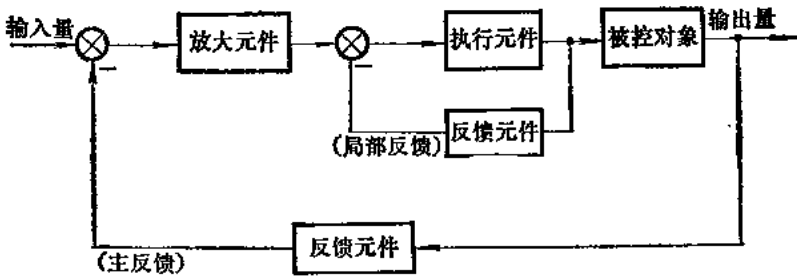
## 反馈

feedback

обратная связь

又称“回输”或“回授”。将输出量按一定的关系反回而作用到输入端。反馈信号与输入信号相加时称正反馈，正反馈能提高系统的灵敏度，但极易引起系统的振荡。反馈信号与输入信号相减时称负反馈，负反馈能提高系统的稳定性，减少畸变及失真，改善频率响应，减小由于元件参数或特性的变化而对系统品质所造成的影响，减小某些非线性因素的影响；但同时将引起传递系数的降低。在自动控制中主要应用负反馈。

系统的输出量（即被控量）反回到系统的输入端，这种反馈称主反馈。局部元件之间的反馈称局部反馈，见图。



反馈示意图

反馈元件的输出量与系统的输出量成比例关系时称硬反馈，与系统输出量的导数成比例关系时称软反馈或速度反馈。

### 单回路控制系统

single-loop control system

одноконтурная система управления

只有一个反馈通道的闭环控制系统。其结构简单，容易设计和调整，是自动控制系统中最基本的结构形式。

### 多回路控制系统

multi-loop control system

многоконтурная система управления

具有多个反馈通道的闭环控制系统。可用来提高系统的抗干扰能力，改善被控制对象或局部元件的动态特性，从而改善整个系统的动态特性。导弹控制系统通常是多回路控制系统。

### 开环控制系统

open-loop control system

разомкнутая система управления

控制装置与被控对象之间只存在单向作用而没有反馈联系的控制系统（见图）。在控制系统中不存在主反馈而仅有局部反馈的系统，也称为开环控制系统。



开环控制系统示意图

所有手动控制、某些程序机床及数控机床以及时间程序控制等，都属于开环控制。

在预知扰动、准确设定给定值及系统正常工作的条件下，开环控制系统具有满意的精度；但干扰和给定值的变化会使系统输出量偏离希望值而造成误差。所以在过程控制中很少