

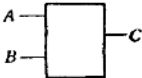
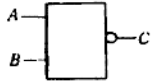
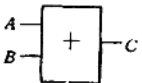
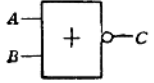
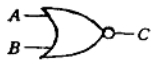
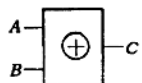
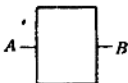
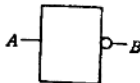
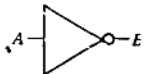
航 空 无 线 电

(1)



本书常用数表

1. 常用逻辑符号对照表

名称	国家标准	本书符号	英文名称	逻辑关系
与门			AND GATE	$C = A \cdot B$
与非门			NAND GATE	$C = \overline{A \cdot B}$
或门			OR GATE	$C = A + B$
或非门			NOR GATE	$C = \overline{A + B}$
异或门 (异门)			EXCLUSIVE OR GATE	$C = A \oplus B$
放大器			AMPLIFIER	$B = KA$
非门 (反相器)			INVERTER	$B = -KA$

注: K 为放大倍数, $K > 0$.

2. 常用单位及其换算关系

	符 号	名 称	换 算 关 系
长 度	m	米	
	km	千米	1km = 1000m
	cm	厘米	100cm = 1m
	mm	毫米	1000mm = 1m
	ft*	英尺	1ft = 0.3048m
	in*	英寸	1in = 2.54cm
	n mile	海里	1n mile = 1.852km
时 间	h	小时	
	min	分	
	s	秒	
	ms	毫秒	1000ms = 1s
	μs	微秒	1000μs = 1ms
	ns	纳秒	1000ns = 1μs
频 率	Hz	赫(兹)	
	kHz	千赫	1kHz = 1000Hz
	MHz	兆赫	1MHz = 1000kHz
	GHz	吉赫	1GHz = 1000MHz
电 工 单 位	V	伏	
	kV	千伏	1kV = 1000V
	mV	毫伏	1000mV = 1V
	μV	微伏	1000μV = 1mV
	A	安	
	mA	毫安	1000mA = 1A
	μA	微安	1000μA = 1mA
	Ω	欧姆	
	kΩ	千欧	
	MΩ	兆欧	
	w	瓦	
	kW	千瓦	
其 他	dB	分贝	
	dBmW	分贝毫瓦	
	lb*	磅	1lb = 0.453592kg
	lbf/ft²*	磅力/平方英尺	1lbf/ft² = 47.8803Pa
	in/s*	英寸/秒	

表中带*的单位为非许用计量单位。

3. 常用物理量与符号

符号	名称或含义	符号	名称或含义
B	磁感应强度	D	天线方向系数,场效应管的漏极
b	晶体管基极,波导的窄边	E	电场强度,直流电源电压
C	电容	c	晶体管发射极
CR	二极管	F	频率(低频信号)
c	光速,晶体管集电极	f	频率(高频信号)

f_I	中频频率	R	电阻
f_i	接收机本机振荡频率	R_L	负载电阻
f_s	射频信号频率	S	场效应管的源极
G	增益,增益系数,场效应管的栅极	T	周期
I	直流电流	TE	横电波
I_m	交流电流的幅值	TEM	横电磁波
i	交流信号的电流瞬时值	TM	横磁波
i_b	基极电流	t	时间
i_c	集电极电流	U_m	交流电压的幅值
i_D	漏极电流	u	交流信号的电压瞬时值
i_e	发射极电流	V	直流电压
i_G	栅极电流	v	速度
i_s	源极电流	β	相移常数
K	放大倍数	ϵ_r	相对介电常数
L	电感	η	效率
m_a	调幅系数	θ	方位角
m_f	调频指数	λ	波长
P	功率	μ	磁导率
P_a	交流功率	ρ	距离
P_{-T}	载波功率	τ	时间常数,脉冲宽度
P_O	直流功率	φ	相位
P_C	集电极耗散功率	ω	角频率(低频)
PRF	脉冲重复频率	ω	角频率(高频)

目 录

序.....	i
前言.....	ii
本书常用数表.....	xii
第一章 飞机无线电系统基础	1
第一节 飞机无线电系统.....	1
一、飞机无线电系统的功能与分类	1
二、飞机无线电通讯系统	2
三、飞机无线电导航系统	4
第二节 导航参量与位置线.....	11
一、地理坐标参量	12
二、导航参量	13
三、位置线与导航定位方法	17
第三节 无线电信号及其频谱.....	20
一、无线电信号	20
二、低频信号的频谱	22
三、信号调制	24
四、高频信号及其频谱	26
五、无线电频段	30
第二章 发送与接收原理	32
第一节 调幅发射设备基础.....	32
一、发射机的基本组成	32
二、发射机的电气性能指标	33
三、发射机的高频载波电路	34
四、信号调幅与低频电路	36
五、功率放大器与功率合成器	38
第二节 调幅接收原理.....	42
一、接收机的组成及基本工作原理	42
二、接收机的主要性能指标	48
三、跟踪与波段划分	50
四、自动增益控制	52
五、对数中频放大器	56
第三节 频率合成器.....	58
一、直接合成法	58
二、间接合成法	59
第四节 电声器件.....	61
一、送话器	61

• • •

二、耳机与扬声器	64
第三章 调频收发基础与自动频率微调	67
第一节 调频信号的产生与解调	67
一、调频收发设备的特点	67
二、调频信号的产生	69
三、调频信号的解调	73
第二节 自动频率微调原理	76
一、自动频率微调系统的功用	76
二、自频调系统的基本工作过程	76
三、自频调电路的组成	77
四、自频调系统的动态平衡	78
第三节 速调管振荡器	79
一、速调管的构造	79
二、振荡原理	80
三、振荡特性	81
第四章 天线与电波传播	83
第一节 传输线的基础知识	83
一、传输线的基本概念	83
二、传输电磁能的基本过程与行波工作状态	85
三、开路传输线的驻波工作状态	89
四、短路线的特性	93
五、复合波与驻波系数	94
六、传输线的应用及维护基础	95
第二节 波导	96
一、波导的形成与种类	97
二、电磁波在波导中的传播与分布	98
三、波导的激励	101
四、常用波导器件与谐振腔	102
第三节 天线基础	105
一、天线的基本原理	105
二、天线的方向性	106
三、天线的辐射电阻与输入阻抗	109
四、几种天线的工作原理	111
第四节 电波传播	114
一、无线电波	115
二、无线电波传播的基本规律	118
三、地面与大气层对电波传播的影响	120
四、电波的传播方式与各波段电波的传播特点	122
第五章 通讯系统	126
第一节 通讯系统的用途与分类	126
第二节 甚高频通讯系统	127
一、组成与工作概况	127

二、甚高频信号的发送与接收	129
三、电路工作原理	131
四、新型甚高频系统	152
第三节 高频通讯系统	155
一、单边带通讯的基本原理	155
二、高频通讯系统	157
三、主要电路的工作原理	165
第四节 选择呼叫系统	170
一、系统功能与组成	170
二、工作原理	171
第五节 内话机系统	174
一、系统的功能与用途	174
二、部件说明	175
三、音频选择盒电路的工作原理	178
第六节 客舱广播系统	178
一、系统的用途	178
二、组成	178
三、工作说明	181
第七节 话音记录器	182
一、话音记录器的用途	182
二、组成	182
三、工作方式	184
四、工作原理	185
第八节 应急电台	185
第六章 气象雷达	188
第一节 气象雷达基础	188
一、气象雷达的基本功用及工作概况	188
二、雷达的基本组成	190
三、气象雷达的基本工作原理	192
四、雷达信号及其基本参数	194
五、气象雷达的工作方式	196
第二节 雷达收发电路的基本工作原理	198
一、电路组成与结构特点	198
二、发射电路的基本工作原理	201
三、收发转换电路	206
四、接收电路的基本工作原理	208
五、本机振荡频率的自动微调	215
第三节 雷达天线基础	216
一、天线的组成与工作概况	217
二、天线高频系统	218
三、天线方位系统	221
四、天线姿态稳定系统与人工俯仰	223

第四节 显示器的基本工作原理	225
一、显示信息与控制功能	226
二、显示器的基本组成电路	229
三、显象管的基本工作原理	230
四、极坐标扫描与电视扫描	234
五、彩色显示原理	240
第七章 空中交通管制应答机	243
第一节 雷达信标系统的基本工作原理	244
一、空中交通管制	244
二、一次雷达与二次雷达	244
三、询问信号	248
四、应答信号——识别码与高度码	249
五、旁瓣抑制 (SLS)	256
第二节 机载应答机系统	257
一、机载应答机系统的组成与技术参数	257
二、系统工作概况	261
三、应答机的基本工作原理	262
第三节 接收电路	264
一、接收机	264
二、视频处理器	268
第四节 译码与编码电路	272
一、组成与工作概况	272
二、译码电路的基本工作原理	273
三、编码电路的基本原理	277
四、移位寄存器	279
第五节 发射电路	280
一、调制器	281
二、脉冲功率振荡器	282
第六节 离散寻址信标系统	283
一、离散寻址信标系统的询问信号	283
二、应答格式	285
三、DABS 应答机	286
第八章 测距机	288
第一节 测距机系统	288
一、测距机的作用	288
二、测距机系统的工作概况	289
三、机载设备	292
四、信号与技术参数	294
第二节 基本工作原理	297
一、信号产生与处理过程	297
二、距离测量与状态转换	299
三、应答识别——闪频原理	301

第三节 询问信号的产生	302
一、发射电路的组成	302
二、颤抖脉冲的产生原理	303
三、脉冲重复频率的转换	307
四、编码原理	308
五、频率合成与驱动电路	311
六、调制器	313
七、功率放大器及环流器	314
第四节 应答信号的接收与处理	316
一、电路组成及信号处理过程	316
二、预选电路及混频器	317
三、中频电路	319
四、视频处理电路的基本工作原理	320
第五节 距离计算原理	324
一、模拟式距离测量电路	324
二、数字式测距电路的基本原理	326
三、数字式测距的搜索过程	328
四、数字式测距的跟踪过程	329
第六节 应用微处理器的新型测距机	330
一、工作方式	330
二、功能说明	330
三、射频电路	331
四、视频/距离处理器	333
第九章 自动定向机	336
第一节 组成与功用	336
一、定向机的功用和性能	336
二、系统组成	337
三、电台方位的测定	342
第二节 定向原理	342
一、环形天线的方向特性	342
二、自动定向机的单值定向	344
三、自动定向原理	345
第三节 系统的干扰和误差	348
一、静电干扰	348
二、夜间效应	348
三、山区效应	349
四、海岸效应	350
五、象限误差	350
第四节 几种典型的定向机	353
一、51Y/7 型自动定向机	353
二、APK-15M 型无线电罗盘	359
三、APK-11 型无线电罗盘	365

第五节 定向机的几种典型电路	370
一、环形混频器	370
二、平衡调幅器	372
三、双T型滤波器	374
四、APK-11 的相位鉴别和斩波器	375
五、电感式罗差补偿器	377
第十章 无线电高度表	379
第一节 组成与工作概况	379
一、系统的功用	379
二、系统的组成	379
三、无线电高度表的工作原理	381
四、工作概况	382
五、气压高度和无线电高度	386
第二节 测高原理	387
一、调频式无线电高度表	387
二、恒定差频调频式无线电高度表	391
三、脉冲式无线电高度表	393
四、无线电高度表的剩余高度	397
第三节 典型的无线电高度表	397
一、系统的组成及测高原理	398
二、电路工作原理	401
第十一章 甚高频全向信标系统	407
第一节 VOR 系统工作原理	407
一、有关的角度定义	407
二、VOR 导航系统的用途	408
三、VOR 工作频率分配	409
四、地面台的配置	410
五、VOR 系统的基本原理	411
第二节 VOR 地面台发射信号	410
一、两种信号调制方式	411
二、基准相位信号	412
三、可变相位信号	413
四、合成空间辐射场	414
五、VOR 信号的产生	415
第三节 VOR 机载设备	417
一、组成与功用	417
二、VOR 导航接收机	420
三、VOR 方位测量电路	424
四、航道偏离指示电路	428
五、向/背台指示电路	430
六、警告旗电路	434
第四节 VOR 数字方位测量电路	435

一、基本原理	435
二、实际电路分析	437
第十二章 仪表着陆系统	442
第一节 仪表着陆系统的基本工作原理	442
一、功用	442
二、着陆标准等级	442
三、仪表着陆系统的组成	443
四、仪表着陆系统的工作频率	445
第二节 航向信标系统	447
一、航向信标发射信号	447
二、调制深度差和偏离指示的关系	448
三、航向信标覆盖范围	451
四、航向信标接收机	452
第三节 下滑信标系统	455
一、下滑信标辐射场	456
二、下滑信标接收机	457
第四节 指点信标系统	459
一、系统的功用	459
二、指点信标发射信号	459
三、航路指点信标	460
四、机载接收机	461
第十三章 多普勒雷达	467
第一节 多普勒雷达测量偏流和地速的基本原理	467
一、接收频率与发射频率的关系	467
二、利用多普勒效应测偏流和地速的原理	469
三、多普勒频率与等多普勒频率曲线	470
四、飞机偏流和地速的测量	471
第二节 多普勒雷达的类型	474
一、按发射高频信号分类	474
二、按发射波束分类	475
三、按天线类型分类	475
第三节 信号强度与系统误差	475
一、反射信号的强弱与反射面及雷达工作波长的关系	475
二、地面反射信号强度与波束入射角	476
三、多普勒导航系统的误差	476
四、多普勒雷达频率偏移误差	476
五、多普勒频移与海水运动	478
六、飞机俯仰和倾斜对多普勒雷达的影响	478
第四节 AD-560 多普勒雷达	479
一、组成与工作概况	479
二、主要组件的简要工作原理	480
第十四章 奥米伽导航系统	487

第一节 系统组成与工作概况	487
一、奥米伽导航系统的功用	487
二、奥米伽导航系统的特点	488
三、机载奥米伽导航系统	489
四、奥米伽地面发射台网	490
五、甚低频信号的传播	492
第二节 奥米伽导航系统基础	493
一、飞机位置与信号相位	494
二、 ρ - ρ - ρ 导航与 ρ - ρ 导航	496
三、双曲线导航	498
四、巷识别	500
五、信号的时间编码格式与台识别	502
第三节 机载奥米伽导航系统	503
一、天线耦合器	504
二、接收处理器	505
三、控制显示器及其对系统工作的控制	508
四、奥米伽导航系统与其他系统的接口关系	511
第四节 机载奥米伽导航系统的导航程序	512
一、基本工作程序	512
二、人工数据输入	515
三、信号的接收与处理程序	518

第一章 飞机无线电系统基础

第一节 飞机无线电系统

现代民用飞机装备的无线电系统种类甚多,型号复杂。在详细介绍各无线电系统的工作原理之前,本节先简略介绍飞机无线电系统的类别和主要系统的功能,使读者对飞机无线电系统的全貌有一个基本的了解。

一、飞机无线电系统的功能与分类

飞机无线电系统是现代飞机的重要组成部分。现代民用飞机装备有多种先进的无线电导航、通讯和雷达系统。

飞机无线电系统的分类从不同的角度出发,有不同的分类法。最常用的方法是按照系统的功能,把飞机无线电系统分为通讯系统和导航系统两大类。

(一) 通讯系统和导航系统的基本功能

通讯系统主要用以实现飞机与地面之间、飞机与飞机之间的相互通讯,也用以进行机内通话、广播、记录驾驶舱内的语音以及向旅客提供视听娱乐信号。

无线电导航系统的基本功能是引导飞机按选定航路安全、经济地完成规定的飞行任务。按照各个系统的功能,又可以把飞机无线电导航系统进一步划分为定位、测高、着陆引导和环境监测系统四大类。测距机、定向机、全向信标系统、多普勒雷达、奥米伽导航系统等是用于确定飞机位置的无线电定位系统;低高度无线电高度表是典型的测高设备;仪表着陆系统属于着陆引导设备;气象雷达则是最常用的环境监测系统。实际上,无线电系统的功能往往是相互补充、相互渗透的,有的系统又需要和其他系统配合工作,上述分类方法只是就无线电系统的基本功能而言,机械地划分种类不一定有什么实际意义。例如,空中交通管制应答机和地面二次雷达相配合,就是既可以传送飞机的高度和代码信息,也可以确定飞机的平面位置的多功能系统。

有时,也可将机载无线电系统分为通讯、导航、雷达三种。这里从导航系统中列出的雷达系统,是指那些利用目标对无线电波的反射而实现目标探测和定位计算的无线电系统,例如气象雷达系统和多普勒导航雷达。这样,可以把无线电高度表称为测高雷达。空中交通管制应答机则是二次雷达系统的机载设备。当然,这种分法也只是一种习惯而已,其间并没有严格的界线。

(二) 自备式与他备式系统

这是从机载设备能否独立实现系统功能的角度来划分的。

有的飞机无线电系统,不需依赖任何地面设施,便可实现系统的既定功能,这样的系统称为自备式(或称自主式)系统,例如无线电高度表、气象雷达和多普勒导航系统;相应地,那些需要和地面设施配合才能实现既定功能的系统称为他备式系统,如测距机、应答机、定向机、全向信标系统等。

(三) 模拟式设备与数字式设备

就同一种无线电系统而言,其内部信号处理的方式可以是模拟式的,也可以是数字式的。传统的机载无线电设备中所处理的通常是模拟形式的电量;这类模拟式设备大都采用分立的电路器件以及小规模集成器件。随着数字技术及大规模集成器件的日益成熟,现代机载电子系统在信号处理、变换、计算以及控制等方面越来越多地采用数字方式;在电路方面则普遍使用大规模集成器件,以从根本上提高系统的性能。通常把这种类型的设备叫作数字式设备。

二、飞机无线电通讯系统

目前,飞机装备的通讯系统主要有甚高频通讯、高频通讯、选择呼叫和音频系统四类。

(一) 甚高频通讯系统

甚高频通讯(VHF COMM)系统是最重要也是应用最广泛的飞机无线电通讯系统。所有需要进行通讯的飞机都毫无例外地装备有甚高频通讯系统。大型飞机通常装备3套或者2套相同的系统,以保证甚高频通讯的高度可靠。甚高频通讯系统主要用于飞机在起飞着陆期间以及飞机通过管制空域时与地面交通管制人员之间的双向语言通讯。

甚高频通讯系统的工作频段通常为118—135.975MHz,有的旧式甚高频通讯系统工作频段为100—150MHz。由于甚高频信号只能以直达波的形式在视距内传播,所以甚高频通讯的距离较近,并受飞行高度的影响。当飞行高度为10 000ft(3 000m)时,通讯距离约为123 n mile(225km);若飞行高度为1 000ft(300m),则通讯距离约为40 n mile

(74km)。现代甚高频通讯系统的波道间隔为25kHz,在118至135.975 MHz频段内可提供720个通讯波道。

机载甚高频通讯系统由收发组、控制盒和天线三个基本组件组成,见图1-1。收发组用晶体控制的频率合成器提供稳定的基准频率。接收机一般为双变频超外差式,设置有静噪电路,以在无信号时消除接收机输出的噪音,减轻机组的疲劳程度。甚高频通讯系统使

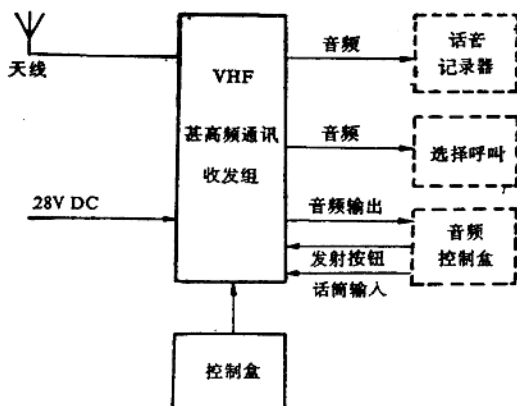


图1-1 甚高频通讯系统

用刀形天线。耳机和话筒通过音频控制盒转接至收发组，可通过控制盒上的音量旋钮调节音量。

(二) 高频通讯系统

高频通讯 (HF COMM) 系统是一种机载远程通讯系统,通讯距离可达数千公里,用于在远程飞行时保持与基地间的通讯联络。系统占用 2—30MHz 的高频频段,典型设备的频率范围为 2.8—24MHz,波道间隔为 1kHz。高频通讯信号利用天波传播,因此信号可以传播很远的距离。大型飞机上通常装备两套高频通讯系统。

现代机载高频通讯系统都是单边带通讯系统,并通常能够和普通调幅通讯相兼容。应用单边带通讯可以大大压缩所占用的频带,节省发射功率。

典型的高频通讯系统由收发组、天线调谐组、天线和控制盒组成,如图 1-2 所示。收发组由于功率较大,需要采取特殊的通风散热措施。天线调谐组件用以实现天线和发射机输出级之间的阻抗匹配。在某些系统中使用分离的天线耦合器和天线耦合控制组件。早期低速飞机的高频系统应用张线天线,现代飞机则应用与机身蒙皮齐平安装的天线,以适应高速飞行的需要。这类天线多安装在飞机尾部或垂直安定面的前缘。有的飞机则使用探针式天线。

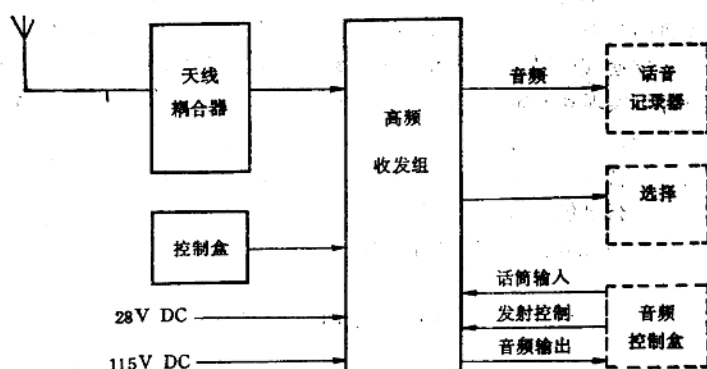


图 1-2 高频通讯系统

(三) 选择呼叫系统

选择呼叫 (SELCAL) 系统不是一种独立的通讯系统,它是配合高频通讯系统和甚高频通讯系统工作的。它的功用是当地面呼叫指定飞机时,以灯光和钟声谐音的形式通知机组进行联络,从而免除机组对地面呼叫的长期守候。

为了实现选择呼叫,机上高频和甚高频通讯系统必须调谐在指定的频率上,并且把机上选择呼叫系统的代码调定为指定的飞机(或航班)代码。飞机的代码由四位字母组成,每位的字母可以由 A 至 S (不用 I, N 和 O) 中的一个,这样总共可有 10 920 个选择呼叫代号。

选择呼叫系统由选择呼叫译码器和控制盒组成,见图 1-3。各甚高频通讯系统和高频通讯系统的输出加至选择呼叫译码器。当地面通过所约定的甚高频或高频波道发出二

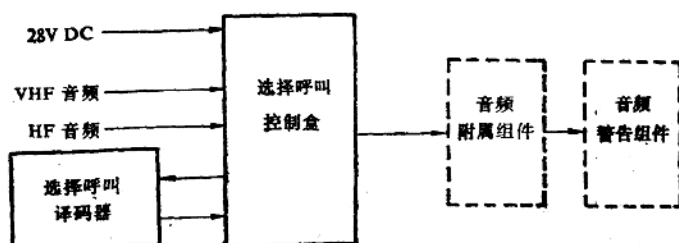


图 1-3 选择呼叫系统

个射频呼叫脉冲后,选择呼叫译码器对输入的四位代码信号译码。若呼叫代码与机上选择呼叫系统调定的代码符合,则表明地面呼叫本飞机,于是译码器输出灯光驱动信号至控制盒上相应系统的通告灯,同时输出呼叫谐音,通知机组地面已发出呼叫。机组在转至相应通讯系统后,可按压控制盒上的复位按钮复位灯光信号与呼叫谐音,以等待下一次呼叫。

(四) 音频综合系统

音频综合系统(AIS)泛指机内的所有通话、广播、录音等音频系统。这些系统的主要作用是实现机内各类人员(包括机组、乘务员、旅客以及飞机停场时的地面维修人员等)之间的语音信息交换,以及驾驶舱内话音的记录。因此,除了电视系统以外,这类系统无需借助无线电波即可实现其既定功能。从这个意义上讲,这些系统可以称为“有线电”系统而不是无线电系统。

干线飞机上的音频系统有飞行内话系统、客舱内话、勤务内话、旅客广播、旅客娱乐系统、地面呼唤系统、驾驶舱话音记录器等。

对各飞机通讯系统的详细说明见第五章。

三、飞机无线电导航系统

目前广泛应用的民用机载无线电导航系统有自动定向机、甚高频全向信标系统、仪表着陆系统、气象雷达、应答机、测距机、低高度无线电高度表、多普勒导航系统和奥米伽导航系统。

(一) 自动定向机

自动定向机(ADF),又称无线电罗盘。自1920年起即开始应用,可以说是最早应用的无线电导航系统。自动定向机是一种中低频近程测向设备,它的功用是测量地面导航台相对于飞机纵轴的方位,以引导飞机向台飞行或背台飞行。

自动定向机是依靠机上环形天线的方向特性来测定电台方位的。自动定向机工作于100至2000kHz的中长波段,典型设备的工作频率为190至1750kHz。在这个波段中,不仅设置有专供导航的无方向导航信标台(NDB),还有大量的大功率广播电台可供利用。因此,尽管自动定向机的测向精度仅为2—5°,但由于设备简单,操作方便,所以获得了广

泛的应用。

自动定向机由接收机、环形天线、垂直天线、控制盒和指示器等组成，如图 1-4 所示。在一些飞机上，自动定向机所测得的电台相对方位是通过无线电方位指示器（RBI）指示的；在现代飞机上，自动定向机总是与甚高频全向信标系统共用一个无线电指示器（RMI）的。飞机通常都装备两套自动定向机系统，所以实际应用的都是双针指示器。

对自动定向系统的详细说明见本书第九章。

（二）甚高频全向信标系统

甚高频全向信标（VOR）系统是一种工作于甚高频频段的近程测向系统，可在航线飞行和进近着陆期间对飞机进行引导。

机载甚高频全向信标接收机的基本功能是测定 VOR 方位，以进一步确定飞机相对于所选定的 VOR 航道的偏离。

VOR 地面台发射以基准 30Hz 和可变 30Hz 信号调制的甚高频信号，形成旋转速率为 30Hz 的心脏形方向波瓣。机载甚高频全向信标接收机比较所接收的可变 30Hz 信号与基准 30Hz 信号的相位差，从而测定全向信标台的磁方位。当通过全方位选择器（OBS）选定飞行的 VOR 航道后，在测定 VOR 方位的基础上，系统即可显示飞机相对于所选定的 VOR 航道的偏离情况，从而引导飞机沿所选定的 VOR 航道飞行。飞机相对于选定 VOR 航道的偏离情况，由水平状态显示器（HSI）上的偏离杆（即航道指引杆）显示。如果偏离杆偏向方位指针的右侧，则表示飞机偏在所选航道的左侧，飞机应向右机动，以进入所选定的航道。可见，偏离杆是一种指引杆。

除了利用单个 VOR 台引导飞机沿选定的 VOR 航道飞行外，还可利用 VOR 系统和同台安装的测距台对飞机进行区域导航或确定飞机的位置。利用两个 VOR 台也可进行飞机定位。由于甚高频全向信标系统的用途广泛，所以自 1949 年该系统成为国际民航组织批准的标准近距导航系统以来，一直得到广泛的应用。

甚高频全向信标系统工作于 108—118MHz 的甚高频波段，共有 160 个工作波道，波道间隔为 50kHz。

甚高频全向信标系统的机载设备包括甚高频导航接收机、天线、控制盒、全方位选择器以及无线电指示器等。

有关全向信标系统的详细说明见第十一章。

（三）仪表着陆系统

仪表着陆系统（ILS）用于引导飞机沿正确的航向下滑线着陆，是保证飞机安全着陆的重要设备，尤其是在夜间和不良气象条件下，仪表着陆系统显得更为重要。由于仪表着

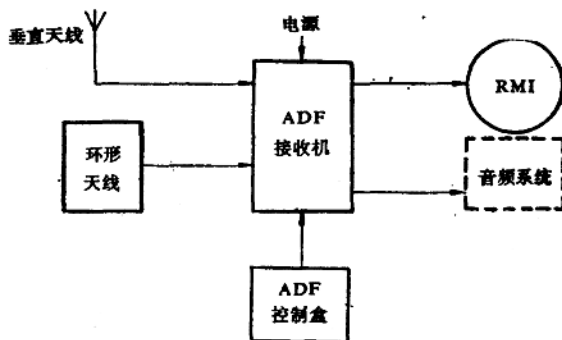


图 1-4 自动定向系统