

空中交通管制机载应答机

现代飞机电子设备知识丛书

XIANDAI FEIJI DIANZISIHEBEI
ZHISHI CONGSHU

黎廷璋 编著 张德馨 审校



现代飞机电子设备知识丛书

V243.5
1001-7

空中交通管制机载应答机

黎廷璋 编著
张德馨 审校



30834322

国防工业出版社

834322

(京)新登字 106 号

内 容 简 介

本书是《现代飞机电子设备知识丛书》之一,共分三章:第一章空中交通管制概述;第二章机载 ATC 应答机,重点介绍目前民航飞机波音 747—SP 的机载应答机的组成安装、一般工作原理及其线路原理;第三章 ATC/S 模式应答机,介绍民航飞机波音 747—400 最新的机载 ATC/S 模式应答机的工作原理。

本书适于航空部门飞行、调度、通信、导航、飞机电子设备以及其他专业人员、各级业务领导和广大航空爱好者阅读,也可作为航空类大专院校、中专、技校的教学参考书。

*

现代飞机电子设备知识丛书
空中交通管制机载应答机

黎廷璋 编著
张德馨 审校

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092 毫米 16 开本 印张 13 1/4 298 千字

1992 年 7 月第一版 1992 年 7 月北京第一次印刷

印数: 0001—3000 册

ISBN 7-118-01031-6/V·86 定价:11.60 元

《现代飞机电子设备知识丛书》

编辑委员会

主任委员

李 钊

副主任委员 陆家沂 莫 及 王维民 李振达
刘得一 钦庆生

委 员(以姓氏笔划为序)

马士忠 王长升 王章铸 李 焯(常务)
陆芝平 祁元福 杨颂伟(常务) 张永生
张德馨 周其焕 周宝魁 周瑞琏 郑连兴
高 柱(常务) 翟建平 蔡成仁 黎廷璋

主 编 单 位 中国民用航空局适航司
中国民用航空局科教司
中国民航学院
中国民用航空局第一研究所

责 任 编 辑 马征宇

出版说明

随着近代电子技术的迅速发展,现代飞机采用了大量新型的先进电子设备。近几年,我国民航使用了许多新型现代飞机,为了帮助从事航空电子技术的广大工程技术人员系统地了解和学习现代飞机电子设备所涉及的新知识、新理论和新技术,为了适应广大航空电子技术爱好者对新技术的了解和自学的需要,我们组织编写了这套《现代飞机电子设备知识丛书》。

本丛书不同于一般现代航空电子技术专著,也不同于民航院校的教科书,而是一套较通俗易懂的丛书,着重于内容的科学性、知识性、趣味性、启发性和实用性,主要介绍现代飞机上所采用的具体设备和系统的功能、作用、原理和结构。考虑到实际工作的需要,本书保留了少量英制单位,全书的单位一律采用中文名称。

本丛书约 24 分册,各册内容独立,自成体系,陆续分册出版。

本丛书将为目前从事航空电子设备的科研、设计、制造、使用和维修工作的广大专业人员提供适合其工作特点的理论参考书,可作为大、中专院校有关专业的师生在开阔视野方面的一套参考读物。本丛书还可供在航空部门工作的其他同志阅读。

《现代飞机电子设备知识丛书》编辑委员会

序 言

自本世纪初人类首次实现了具有动力并可由人控制的飞行以来,民用航空已获得了惊人的发展。

我国民航在实现社会主义现代化进程中,其发展速度为国际民航界所瞩目。1984~1987年航空运输总周转量和旅客运输量年递增率分别为30.0%和33.2%。近年我国民航事业为适应国民经济建设的需要,推进技术装备现代化,加快民航生产力发展,先后淘汰了一批适航性差的老旧飞机,增添了一批现代化飞机。仅在1985~1988年4年间,就新增大、中型运输机126架。

这些现代飞机的电子设备有了飞跃的发展,普遍采用了计算机、数据传输和屏幕显示等新技术,实现了自动飞行控制。这就对民航广大技术人员提出了更高的要求。

科技的发展,经济的振兴乃至整个社会的进步,都取决于劳动者素质的提高和大量合格人才的培养。科学技术的进步和管理水平的提高,将从根本上推动我国民航事业的现代化建设进程。我希望这套《现代飞机电子设备知识丛书》的出版,对促进我国民用航空事业的发展起到有益的作用。

王 斌
3/8-1989

前 言

本书是根据《现代飞机电子设备知识丛书》的统一要求而编写的,全书较系统地介绍了空中交通管制的目的和任务,实施空中交通管制的一次和二次雷达的一般工作原理,存在问题和发展趋势,S模式系统的一般工作原理,详细阐述了目前我国民航飞机大量使用的空中机载应答机的组成安装和工作原理,并重点介绍了民航波音747—400客机最新的机载ATC/S模式应答机的一般和详细的工作原理。ATC/S模式应答机可与交通警告防撞系统配套使用,在附录中对交通警告防撞系统作了一般介绍。

全书是在编者多年从事飞机特种设备维护和教学工作的基础上,综合波音747等飞机维修手册应答机部分、美国柯林斯公司有关621A—6A型空中交通管制应答机和ATC/S模式应答机维护手册及有关航管雷达资料编写而成的。这是目前我国系统介绍空中交通管制机载应答机、特别是ATC/S模式应答机的第一本普及性读物。顺便指出,为了照顾读者便于查阅原始技术资料进行对照学习,本书在引用具体型号应答机的有关图表资料时,不得不保留了原有的电路元器件的文字符号,而未按国家标准进行改动和统一。

高级工程师张德馨同志对本书进行了审校并提出了重要的修改补充意见。中国民用航空局适航司、科教司和第一研究所、中国国际航空公司北京飞机维修工程有限公司等单位对本书的编写给予了大力支持,编者在此一并表示感谢!

由于航空电子技术发展日新月异,编者学识和水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者指正。

编著者 1991.8

目 录

第一章 空中交通管制概述	1
1.1 空中交通管制的概念	1
1.1.1 空中交通管制的目的和任务	1
1.1.2 空中交通管制体制	2
1.1.3 机场区域内飞行	2
1.1.4 航路	2
1.1.5 飞行间隔标准和高度层	3
1.2 空中交通管制雷达系统	4
1.2.1 一次雷达	4
1.2.2 航路监视雷达	5
1.2.3 机场监视雷达	5
1.2.4 精密进近雷达	5
1.3 二次雷达	6
1.3.1 询问信号的模式	7
1.3.2 回答信号的编码格式	8
1.3.3 旁瓣抑制	14
1.3.4 自动过载控制	15
1.3.5 管制中心荧光屏上的显示	15
1.3.6 航管雷达的一般技术数据	16
1.4 航管雷达存在的问题	16
1.4.1 同步窜扰	17
1.4.2 非同步窜扰	17
1.4.3 多途径反射	17
1.4.4 目标分辨力差	18
1.5 航管雷达的发展趋势	18
1.5.1 离散选址信标系统的概念	18
1.5.2 离散选址信标系统的组成	18
1.5.3 相控阵单脉冲天线	19
1.5.4 询问机	20
1.5.5 数据处理系统提供的通信	21
1.5.6 S模式的机载应答机	22
1.5.7 S模式兼容的询问和回答信号的格式	22
1.5.8 过渡到S模式的发展趋势	22
第二章 机载 ATC 应答机	23

2.1	应答机在波音 747—SP 飞机上的安装	23
2.2	621A—6A 应答机的技术规格	23
2.3	应答机的一般简介	26
2.3.1	应答机的收发组	26
2.3.2	应答机的控制盒	26
2.3.3	波音 747—SP 飞机双套应答机系统	29
2.4	应答机收发组的简单工作原理	30
2.4.1	接收机部分	30
2.4.2	视频处理器	31
2.4.3	译码动作	32
2.4.4	编码动作	33
2.4.5	监查器	33
2.4.6	自试	33
2.5	621A—6A 应答机的线路工作原理	34
2.5.1	高频部分	34
2.5.2	中频放大器	36
2.5.3	视频处理器	43
2.5.4	译码电路的工作原理	51
2.5.5	编码电路的工作原理	67
2.5.6	调制器和发射机部分	75
2.5.7	监查电路的工作	81
2.5.8	自试电路	91
2.5.9	电源供给器	100
第三章	ATC/S 模式应答机	105
3.1	S 模式的功能	105
3.2	S 模式的工作方式	105
3.3	S 模式数据通信的内容	109
3.4	S 模式的询问信号	110
3.4.1	脉幅调制询问信号	110
3.4.2	差动相移键控询问信号	112
3.4.3	S 模式上传询问格式	114
3.5	S 模式的回答信号及下传输回答格式	118
3.6	S 模式应答机简介	124
3.6.1	ATC/S 模式应答机面板指示灯和自试钮	125
3.6.2	TPR—720 ATC/S 模式应答机的技术规格	127
3.7	ATC/S 模式应答机的设计特点	128
3.8	ATC/S 模式应答机的一般工作原理	129
3.9	ATC/S 模式应答机的详细工作原理	134
3.9.1	电源供给器	136

3.9.2 发射机	138
3.9.3 接收机	147
3.9.4 输入/输出和处理器	150
3.9.5 中央处理器	162
3.9.6 软件说明	163
3.9.7 内部连接 A5	182
3.10 ATC/S 模式应答机和 TCAS 控制盒	182
3.10.1 S 模式应答机和 TCAS 控制盒的设计特点	183
3.10.2 技术说明	185
附录一 缩略词英汉对照表	186
附录二 逻辑符号对照表	190
附录三 TPR—720 ATC/S 模式应答机所用集成电路名称和型号	191
附录四 交通警告防撞系统(TCAS)简介	193
附录五 ATC 应答机设备装机表	200
主要参考文献	201

第一章 空中交通管制概述

1.1 空中交通管制的概念

现代民航飞机从起飞、爬高进入航路到下降、着陆,都可以凭借飞机上的各种数字化的通信和导航设备,及时、准确地指示飞机在空间的位置和高度,以及航路中的气象和有关空情。波音 747 和 MD—82 飞机还可以实现全航程的自动驾驶。但是,那么多的飞机在天空中,还必须有地面的指挥、管制,以使它们有秩序、安全地飞行,做到万无一失,使旅客安全、愉快地到达目的地,这就需要空中交通管制(ATC)。

整个空中交通管制系统涉及到飞行的全过程,从广义来说,它包括地面的各种监视雷达和飞机上的应答机,以及有关的通信、导航设备;而对从事航空电子人员来说,“空中交通管制”这个术语,仅狭义地单指飞机上的“空中交通管制机载应答机”。

柯林斯(Collins)公司从 1976 年将原有 1970 年生产的 621A—6 型应答机互换更新,推出了 621A—6A 型应答机,它采用数字化集成电路,减少了零件,将原有五块电路板合并为一块,提高了可靠性,降低了成本。中国民航自 1979 年引进波音 747—SP 客机时,首先采用 621A—6A 型应答机,以后相继在波音 737、MD—82 等飞机上大量使用,为此本书除对空中交通管制系统作一般概述和重点介绍 621A—6A 型应答机的线路工作原理外,并对波音 747—400 客机所采用最新的 ATC/S 模式应答机,也作了较详细的方块图介绍。ATC/S 模式应答机采用了很多新技术设计,它可与交通警告防撞系统相结合使用(参见附录四:交通警告 防撞系统简介)。

1.1.1 空中交通管制的目的和任务

空中交通管制是一种以确保飞机飞行安全和提高飞行效率为目的而建立起来的业务。

空中交通管制也可叫做航行管制,其主要任务是:

- (1) 保证一切飞机的飞行活动,随时受地面指挥调度的管制,严格按计划(航线和高度)飞行;
- (2) 有效地利用空间,保证空中交通有秩序地进行;
- (3) 保证准确与安全的导航勤务,防止飞机在空中相撞或与地面障碍物相撞;
- (4) 提供有助于保障飞行安全的有效信息和情报,识别进入航管区域飞机的有关数据和代号,以便及时采取必要措施;
- (5) 在必要时提供有关迷航遇险飞机的情报。

随着我国民航事业的迅速发展,国际国内航线四通八达,每天班机的飞行量急剧增加,各大航空港飞机的起飞和降落日益频繁,虽然各种新型客机上都具有多种自主式导航设备,但是,为了保障人民生命和财产的安全,防止空中飞行秩序混乱,造成不应有的损失,所以还必须实行空中交通管制。

我国目前还基本上采用着半自动方式的空中交通管制设备,这与我国民航迅速发展的形势很不相应,亟待更新现有地面设备,实现全自动化计算机管理方式。

1.1.2 空中交通管制体制

为了在飞机活动的整个空域内有效地实施空中交通管制,全国统一根据飞行和管制特点进行适当的划分,采用分级管理体制。一般可分为飞行情报区管制、区域管制、进近管制和塔台管制。这些管制区域都有一定宽度和高度,以便维持空中交通秩序和保证飞行安全。

飞行情报区管制,是对大行政区提供飞行动态情报,由多个远程搜索雷达联合组成雷达网,对整个国土进行对空监视。例如,对国际飞行的民航班机提供所需的沿国境和公海上空有关的情报。对发现的目标应进行识别和跟踪,并进行必要的引导或拦截,这主要由空军执行,民航配合。

区域管制由民航各地区管理局航行调度部门执行。主要配备有航路监视雷达,可进行300~500公里远程搜索。其职责是在管制区域内监督飞机的活动,实施垂直的、纵向的和横向的调配,以保证在航路上的飞机安全、正常、迅速而有秩序地飞行。

进近管制由机场或航站航行调度部门执行。其职能是对到达或离场的飞机实施管制。一般都配备有机场监视雷达和二次雷达(即空中交通管制询问雷达),可进行100~150公里近程搜索和询问。其管制区域可包括大城市区的几个机场,在中、小航站将与塔台管制合并执行。

塔台管制由机场塔台执行。其职能是负责维持机场秩序、指挥飞机滑行和起飞、着陆,防止飞机在活动中发生碰撞事故。一般配备有精密进近雷达(即着陆雷达)。

1.1.3 机场区域内飞行

在大航空港,各条航线的班机频繁地起飞和着陆,跑道的利用率很高,显得极为繁忙而拥挤。由于航路上的天气变化等原因,虽然有班机时刻表,但总难免出现多架飞机前后到达机场上空的情况,故机场区域内飞行,极为重要。

机场区域是指机场和为该机场划定的一定范围的、设置各种飞行空域的空间。机场区域的界线通常与机场飞行管制区的界线相同。

机场区域的飞行空域通常分为班机飞行空域、超低空飞行空域和等待飞行空域等。飞行空域的范围应根据飞行的需要、飞机的型别、机场区域的地理条件等来确定。

飞机起飞后在机场区域内的上升,飞机降落前在机场区域内的下降,都应当按照飞行指挥员的指示进行。飞机飞离机场加入航路、地方航线,或脱离航路、地方航线飞向机场,通常应当按照该机场使用细则规定的航线和高度上升或下降。进行空域飞行时,应当按照规定的航线、高度、次序进入空域或脱离空域,并且严格保持在规定的空域和高度范围内飞行。

为了便于安排飞机降落的顺序,凡是具有复杂气象飞行保障设备的机场,都应当在导航台上空划定复杂气象等待空域。从高度600米开始,每隔300米为一高度层。在等待空域内所使用的高度,是指该机场场压气压高度。

1.1.4 航路

为了保障民航运输,提高空间的利用率,维护飞行秩序,保证飞行安全,在大城市之间和飞行频繁地区划设航路。航路是一种具有一定宽度(一般是航路中心线两侧各10公

里)和一定高度的固定空域。为适应飞机性能的要求,考虑到航程的长短,通常划设中、低空航路和高空航路。航路应有可靠的通信、导航、雷达的保障,沿航路应有可供昼夜间复杂气象条件下飞机起飞、降落的机场。航路的宽度和高度范围在领航图中注明。

1.1.5 飞行间隔标准和高度层

飞行间隔标准是指在空中交通管制中,为防止飞行冲突,保证飞行安全和提高飞行空间和时间的利用率所制订的飞机与飞机之间所应保持的一种安全间隔,它是调度飞行活动的依据。飞行间隔标准包括纵向、横向和垂直间隔三种,它是根据飞行性能、实际飞行经验和所使用的导航、雷达设备的精度来确定的。对同一航线、同一高度作同向飞行的两架飞机,其纵向间隔不小于5分钟;在同一高度上,航线之间的横向间隔不小于15公里;两机最小垂直间隔为300米;当高度在6000米以上时,相向飞行两飞机之间应有600米的垂直间隔,而同向飞行两飞机之间应有1200米的垂直间隔。参看图1-1飞行高度层的配备。

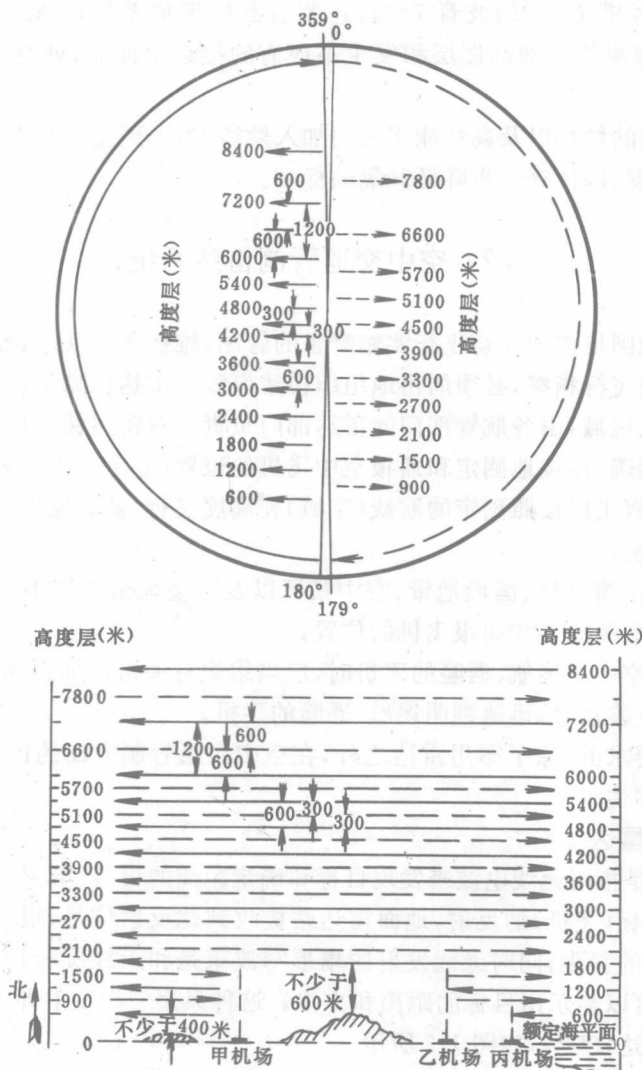


图 1-1 飞行高度层的配备

飞行高度层是调度飞行活动,解决飞行冲突的一种方法。它按规定把空间划成不同的高度层,将飞机配备在不同的高度层上飞行,使飞行之间保持有安全的高度差。在航路飞行时,高度层的配备是以航路的航线角为依据的。在航线角 $0^{\circ}\sim 179^{\circ}$ 范围内,高度由900~5700米,每隔600米为一个高度层;高度在6600米以上,每隔1200米为一个高度层。航线角在 $180^{\circ}\sim 359^{\circ}$ 范围内,高度由600~6000米,每隔600米为一个高度层;高度在6000米以上,每隔1200米为一个高度层。

飞行的安全高度是保证飞机不致与地面障碍物相撞的最低的飞行高度。航线飞行的安全高度,在平原地带应当高出航线两侧各25公里以内最高标高400米以上;在山岳地带应当高出航线两侧各25公里以内最高标高600米以上。参看图1-1,如从甲机场往西飞是平原地带,则在最高标高400米以上的安全高度上飞行;如乙机场经山岳地区向甲机场飞行时,应在最高标高600米以上的安全高度上飞行。

在大型民航客机里(例如波音747),还装有高度警戒系统(AAS)和近地报警系统(GPWS),对飞机偏离给定的高度层和发生不应有的接近地面时,就会及时发出警报,以提醒驾驶员注意。

随着交通密度的增加以及高性能飞机的加入航线,为了更充分利用空间,必须提高导航、雷达设备的精度,以便进一步降低间隔的标准。

1.2 空中交通管制雷达系统

为了保障对我国境内的一切飞行实施严密的管制,维护飞行秩序,准确地掌握空中情况和不间断地实施飞行指挥,必须周密地组织雷达保障。雷达保障工作,应按照飞行管制区域或者雷达责任区域,由各航管部门的雷达部门负责。对雷达保障的要求:

- (1) 及时、准确、连续地测定和通报空中飞机的位置(方位及距离)和高度;
- (2) 严密监察飞机按照预定的航线(空域)和高度飞行,及时发现和报知飞机偏离航线、超出空域的情况;
- (3) 加强对沿海地区、国境地带、空中禁区以及国境地带的空中走廊或进出口特定地区的飞行监察,准确测定和通报飞机的位置;
- (4) 当获知空中有迷航、遇险的飞机时,应当组织有关雷达加强观察,并且注意使用询问机和飞机的应答信号,迅速判明迷航、遇险的飞机。

能达到上述要求的,除了军用雷达之外,在空中交通管制方面的民用航空雷达,就是一次雷达和二次雷达。

1.2.1 一次雷达

雷达(Radar)是指用无线电波来发现目标和确定距离的设备。雷达发射(X波段的)电磁波,碰到空中目标(飞机)的反射,地面雷达站接收到此反射信号,根据发射和返回的时间,可以算出目标的斜距;同时天线发射的扇形窄波束是和天线旋转扫描同步的,因而在平面显示器上就可以显示出目标的距离和方位。这种只用一次发射即可得出目标的距离和方位,称一次雷达(PSR),如图1-2所示。

整个空中交通管制系统中使用的一次雷达,按管制区的使用来划分,一般可分为:

- (1) 航路监视雷达;

(2) 机场监视雷达;

(3) 精密进近雷达。

这些一次雷达的优点是,可在雷达荧光屏显示器上用光点提供飞机的方位和距离,不管飞机上是否装有应答机,都能正确地显示,故仍为空中交通管制不可缺少的设备。

但是,一次雷达的缺点是不能识别飞机的代号和高度,且反射回波较弱,易受固定目标的干扰。

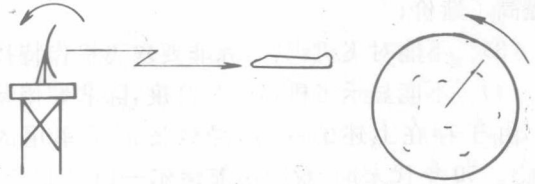


图 1-2 一次雷达

1.2.2 航路监视雷达

航路监视雷达是一种远程搜索雷达,它的作用距离约为 300~500 公里,主要用于监视连接各机场之间的航路上和航路外的飞机活动情况,为管制部门随时提供在其管辖范围内的飞机活动情况。航路监视雷达一般供区域管制之用。

管制人员根据空情,监视飞机的安全间隔,检查是否有发生两机相撞的可能,如发现有危险征候,则对飞行员发出警告,以保证航路飞行安全,提高航路利用率。此外,还能确定迷航飞机的位置和协助飞机绕过天气恶劣的区域。

一般将航路监视雷达连接成雷达网,以便各管制中心能了解全部空域内的空情,使区域管制更为有效、准确和及时。

1.2.3 机场监视雷达

机场监视雷达(ASR)亦称机场调度雷达,是一种近程搜索雷达,用以探测以机场为中心,半径 100~150 公里范围内的各种飞机的活动。通常它以平面位置显示器来显示飞机的距离和方位,一般都与二次雷达配合使用。

管制人员根据机场监视雷达所提供的情况,并根据飞机的请求和各飞机之间应该保持的安全间隔,便可实施机场近程上空的交通管制和导航。在能见度很差的情况下,可大大减小飞机起飞和着陆的时间间隔,提高起飞和进场着陆的效率,提高机场飞行密度,保证飞行安全。

1.2.4 精密进近雷达

精密进近雷达(PAR)亦叫着陆雷达,是一种装在跑道头一侧的 3 厘米雷达。它发射左右扫描共 20°航向波束,和上下扫描共 10°的下滑波束,波束中心仰角为 7°。作为监视进近着陆空域内的飞机,作用距离可达 40~60 公里。这是一种由塔台指挥引导进近和着陆的设备。在低能见度情况下,使管制人员掌握场面飞机活动情况,以充分利用跑道和滑行道。其缺点是驾驶员被动,需绝对服从塔台的指挥。近年来有了飞机上的仪表着陆系统(ILS)或更先进的微波着陆系统(MLS),驾驶员就能自主判断飞机是否处在正确的着陆航向和下滑道了,即使在能见度几乎为零的情况下,也能安全着陆了。

上述各种一次雷达,虽然具有各种不同的作用而起到各种监视功能,但仍然存在下列缺点:

(1) 必须有足够大的辐射能量电平,一次雷达才能收到远距离目标的反射信号,由于距离与辐射能量的四次方成反比,因而雷达站的造价高;

(2) 除了飞机以外的其他固定目标(包括地物目标)也将得到显示,这就需要应用多

普勒效应来减少这些固定目标的干扰,使其只检拾活动的目标,但这样就使得设备复杂,也提高了造价;

- (3) 不能对飞机识别,除非要求飞机作特技飞行;
- (4) 不能显示飞机当时的高度,除非装用特殊的测高雷达。

由于存在上述的缺点,导致发展了军用的二次雷达(SSR)一般称为敌我识别器(IFF)。50年代末期,我国民航伊尔—14飞机上用苏联的CPO—2敌我识别器,即为此种类型设备之一。用此系统时,仅在装有特殊的应答设备的飞机才给地面雷达站回答信号(国外军用1式和2式的雷达,地面询问台发射的脉冲对的间隔分别为3微秒和5微秒)。这个系统后来就发展到军用和民用飞机上;这个应答设备就是装在飞机上的空中交通管制应答机。

1.3 二次雷达

二次雷达是针对一次雷达而言的。二次雷达由地面询问雷达发射一定模式的询问信号,装在飞机上的应答机收到这个模式的询问信号后,经过信号处理、译码,然后由应答机发回编码的回答信号。地面雷达收到这个回答信号,也经过信号处理,把装有应答机的飞机代号、高度、方位和距离显示在平面位置显示器上。这种经过两次程序(一次是询问,另一次是回答)发射的雷达,就名为二次雷达。美国通称这种二次雷达为空中交通管制雷达信标系统,简称为航管雷达信标系统(ATCRBS),本书简称为航管雷达或A—C模式。

航管雷达由两部分组成,一部分是二次雷达,另一部分是一次雷达。天线也由两部分组成,一个是一次雷达X波段用的;另一个是为二次雷达L波段用的。两个天线装在一起同步旋转并向同一方向发射。之所以要把一次雷达加入二次雷达同步工作,是考虑到有些飞机没有装设应答机,或者虽装有应答机,由于应答机发生故障而失效,这些飞机仍然要受到航管雷达的监视。

一次和二次雷达的联系工作方块图如图1-3所示;航管雷达的安装和塔台的联系如图1-4所示。一次雷达用来监视和跟踪在管制区域范围内的所有飞机;二次雷达(它与一次雷达同步扫描)发射询问信号并接收应答机发回的编码回答信号,以识别出装有应答机的飞机。一次雷达和二次雷达接收到的信息,在航管雷达的平面显示器上显示出来,因而在这个管制台除了能探测和监视所有飞机的距离和方位之外,还可以识别出装有应答机的飞机和高度。

应答机所发射的回答脉冲(经过编码的)包括有识别飞机的代号和高度的信息,它比一次雷达的回波信号强得多,因此较之一次雷达有下述优点:

- (1) 不受目标有效反射面积的限制,回答脉冲比一次雷达回波强很多,便于录取信号和进行自动跟踪;
- (2) 询问和回答信号的格式和频率是不同的,消除了地面杂波和气象反射的干扰;
- (3) 能够用事先编排好的代号为多达4000多架飞机进行准确的识别和特殊的位置识别;
- (4) 能够提供准确的飞机即时飞行高度;
- (5) 接收询问信号和发射回答信号之间有一个固定的短时延时(3微秒)间隔,在收

到旁瓣抑制(SLS)信号时,抑制应答机的回答,避免荧光屏上出现假信号。

1.3.1 询问信号的模式

航管雷达的询问信号为脉幅调制(PAM)信号,共有四种模式,按地面对空中所询问的用途而定,如图1-5所示。

- A 模式的询问用来识别空中飞机的代号(A 模式与国外军用 3 式相同,所以亦叫 3/A 模式);
- B 模式用来识别民航飞机的代号(现尚未分配);
- C 模式的询问用来识别飞机的高度;
- D 模式尚未分配。

地面询问机以射频 1030 兆赫来发射询问信号,主要是由 360°旋转波束发射方向性的、两个 0.8 微秒宽的脉冲对(即 P1 和 P3 脉冲)所组成。脉冲对之间的间隔:

- A 模式为 8 微秒;
- B 模式为 17 微秒;

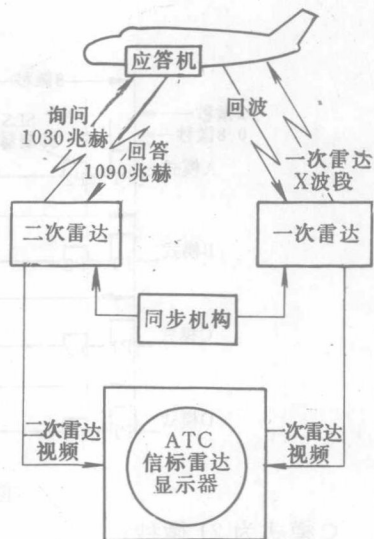


图 1-3 一次和二次雷达方块图

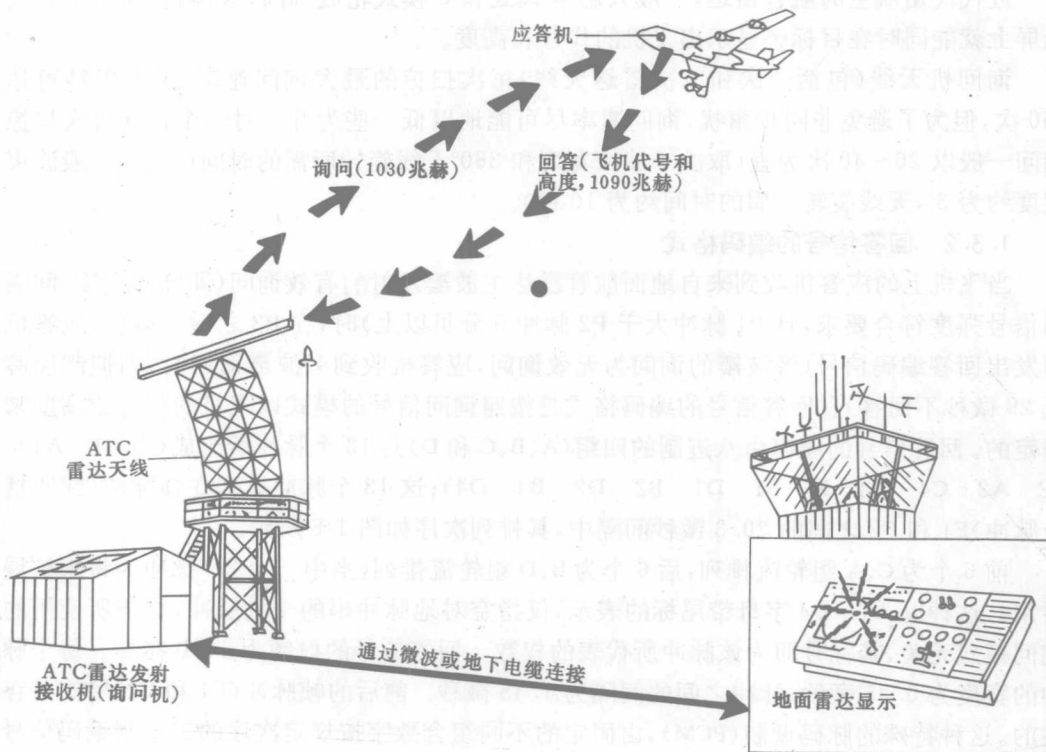


图 1-4 航管雷达安装示意图