

空军装备新技术丛书

航空气象新技术



空军司令部 编

空军装备新技术丛书

航空气象新技术

主编:蔡剑平 李建辉

蓝天出版社

(京)新登字 126 号

航空气象新技术

空军司令部编

蓝天出版社出版发行

(北京复兴路 14 号)

(邮政编码:100843)

电话:6788133 6784244

北京第二新华印刷厂印刷

787×1092 毫米 32 开本 4.625 印张 100 千字
1993 年 5 月第 1 版 1993 年 5 月第 1 次印刷
印数 1—10000

ISBN7 — 80081 — 416 — 5/G · 195

(内部发行)

前 言

为了更好地贯彻新时期军事战略方针,适应武器装备不断更新的新形势,搞好人和武器的结合,充分发挥武器的效能,需要下大力提高空军广大指战员的科技素质。为此,空军党委《关于加强空军科学技术工作的决定》中提出了具体要求。为了落实这些要求,我们组织编写了《空军装备新技术》丛书。这套丛书由《航空装备新技术》、《对空情报雷达新技术》、《地空导弹武器系统新技术》、《通信导航装备新技术》、《指挥自动化系统新技术》、《电子对抗装备新技术》、《空中交通管制系统新技术》、《航空气象新技术》和《防化装备新技术》等九个分册组成,分别介绍 80 年代以来,国内外空军在这些武器装备系统中广泛应用的和今后即将得到应用的先进技术。全套丛书力求用通俗易懂的语言,深入浅出地介绍各项新技术的基本概念、基本原理和基本功能,及其应用情况和发展前景,以适应各级指战员和各类专业技术人员在职学习的需要。

《航空气象新技术》一书,是由空军气象学院编写完成的。全书共分六章,分别介绍了大气遥测、大气遥感、情报传输、天气预报与气象保障、气象业务自动化、人工影响天气等方面应用的新技术的有关知识。

蔡剑平、李建辉、廖仿玉、屠一元、彭洪森、孔玉寿、黄培强

等参加了该书的编写工作。

空军第七研究所江廷久、张兴家、吴镇中、高庆凯对该书进行了审阅。

在此,对在该书编审中提出过宝贵意见和建议,提供了宝贵资料和图表,以及做了大量组织协调工作的单位和个人,一并致以谢意。

空 军 司 令 部

目 录

概述	(1)
第一章 大气遥测技术	(7)
地面气象自动探测技术	(8)
低空气象探测技术	(11)
气象塔	(12)
遥控云幕灯	(14)
气球探测	(16)
无线电探空系统	(19)
飞机探测	(23)
火箭探测	(26)
第二章 大气遥感技术	(30)
测雨雷达	(31)
测云雷达	(36)
风廓线雷达	(38)
声雷达	(44)
激光雷达	(46)
气象卫星	(51)
大气辐射仪	(54)
大气廓线仪	(59)

雷电探测仪	(62)
第三章 气象情报传输技术	(67)
气象情报公用数据交换网	(68)
气象情报卫星通信网	(71)
气象情报辅助通信网	(73)
气象情报局域网	(75)
气象情报传真传输技术	(77)
气象情报移频传输技术	(79)
气象情报通信设备故障诊断技术	(81)
第四章 天气预报和气象保障技术	(84)
数值天气预报	(85)
动力统计预报	(87)
应用模糊数学方法作天气预报	(90)
应用耗散结构理论作天气预报	(92)
应用灰色系统理论作天气预报	(94)
多层递阶预报	(97)
临近预报	(99)
气象预报专家系统.....	(101)
大气污染潜势预报.....	(104)
气象导航.....	(106)
第五章 气象业务自动化.....	(110)
气象情报自动处理技术.....	(111)
自动填图技术.....	(113)
自动绘图技术.....	(114)
气象图形、图象处理技术	(118)
天气预报工作站.....	(120)

气象保障工作站·····	(122)
气候资料自动处理技术·····	(124)
气象业务自动管理技术·····	(125)
第六章 人工影响局地天气·····	(127)
人工增雨技术·····	(127)
人工消雾技术·····	(129)
人工消云技术·····	(132)
人工防雹技术·····	(133)
人工引雷技术·····	(136)
气象战·····	(137)

概 述

航空活动是在大气中进行的,它任何时候都受到大气的影 响。

大气是包围地球的空气层,它由氧、氢、氮等各种气体和水汽、尘粒等组成。分为对流层、平流层、中间层、热层和外逸层 5 个层次。大气的上限离地面约 1200 千米(见图 1)。

对流层是大气的最低层,该层气温随高度增加而降低,空气的对流运动极为明显,厚度为 8—16 千米,随纬度和季节变化。低纬厚,高纬薄;夏季厚,冬季薄。对流层聚集了大气圈四份之三的大气质量和近乎全部水汽,各种云、雨、雷暴等天气现象大都出现在这里,是天气最复杂的层次。对流层和平流层之间有一个厚度为 1—2 千米的过渡层,称为对流层顶,它对垂直气流有很大的阻挡作用,上升气流带来的水汽和尘粒多聚其下,能见度较差。其上的平流层厚度约 40—50 千米,这里气流平稳,能见度好。现代飞行活动一般都在这两个层次进行。

表征大气状态和现象的因素叫气象要素,如气温、气压、湿度、风、能见度等物理量,日照、辐射、蒸发、凝结、升华等物理现象和云、降水、雷暴、冰雹等天气现象。它们都与航空活动有着密切的关系,不仅可以直接使飞行产生颠簸、积冰、雷击

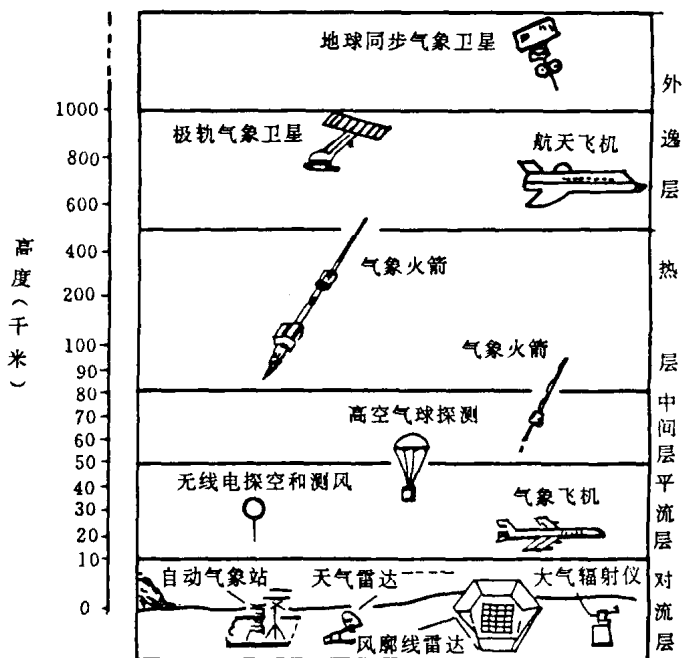


图1 大气层和气象探测装备示意图

等而引起一系列飞行事故,而且影响到整个战斗甚至战役的成败。

因此,研究、制造适应航空活动,能精确探测上述气象要素,快速传递气象信息,做好预报保障工作的仪器装备,使飞行活动有效地利用有利天气,避开不利天气,是航空气象装备工作担负的基本使命。

为了适应飞速发展的航空事业,实现气象勤务准确、及时、连续、机动的要求,航空气象装备正在现代化的道路上迅猛发展,高新技术不断涌现。特别是电子计算机技术的引入,引起了气象装备的更新换代,导致了信息处理、天气预报和保障工作的深刻变革,促进了气象业务自动化。

九十年代,航空气象装备的高新技术,主要体现在以下三个方面。

1. 大气遥测、遥感技术的普及

大气探测都是通过仪器、装备进行的。九十年代的仪器、装备主要有直接探测和遥感探测两类。

所谓直接探测,是将感应元件直接感应大气的物理、化学特性来进行气象探测。为了拓宽探测范围,改善工作条件,直接探测正在遥测和自动探测方向普及。自动气象站、遥测气象站、遥控云幕灯等逐渐投入业务使用;气球探测、飞机探测、火箭探测等技术日趋成熟。它们使得海洋、沙漠和高层大气探测成为可能。

所谓遥感探测,是不需要仪器与大气直接接触,而是接收由探测装置向大气发射并被大气反射回来的波信号,或者对来自不同距离的大气自然信号,从中提取或反演出大气参数的时空分布。第二次世界大战后期,雷达技术在气象业务上的应用拉开了遥感探测的序幕,六十年代初第一颗气象卫星的发射成功是这个阶段的重要里程碑。现在,多普勒雷达、声雷达、大气辐射仪、大气廓线仪、雷电定位器等都是遥感探测陆续用于气象业务的新技术。它们不仅扩大了探测范围,提高了探测的连续性和精度,而且极大地丰富了探测内容,增加了气象信息,是航空活动平时和战时都十分适用的新技术。

2. 预报保障技术的发展

近代天气预报技术虽然只有一百多年历史,但已经经历了4个阶段。1820年布兰德斯绘制出第一张天气图,开创了近代天气学的分析预报方法;1920年前后,锋面、气旋和气团学说的建立,为天气预报的发展提供了新的理论基础;1930年前后,无线电探空技术的问世和大气长波理论的建立,使天气分析从平面向立体发展;1960年前后,计算机技术应用于气象业务,导致了预报保障工作的深刻变革。

首先,处理数以亿计的数据并进行复杂运算的数值预报、统计预报和动力——统计预报得到迅速发展,目前中期数值预报的准确率已超过经验预报。模糊数学、耗散结构理论等现代数学和物理的理论和方法也逐渐应用到天气预报中。天气预报专家系统——模拟气象专家的预报思路和策略,解决天气预报问题的计算机人工智能系统,已能够制作出接近气象专家水平的天气预报。

其次,从气象情报的获取、传递、处理,到各种气象图表的填绘、分析,直到制作和输出预报产品,实施气象保障,均应用了计算机技术,通过各种计算机来完成,走上了自动化的道路。

此外,随着人工影响天气技术的发展,人工生消云雾、人工影响降水等技术正逐渐成熟,“呼风唤雨”将逐渐成为可能。七十年代以来,有的国家已经把改变大气条件用于作战目的称为气象战,并在一些战场上实施,从而使气象由作战条件变成作战武器。

3. 气象信息工程的崛起

大气遥测、遥感技术的普及和预报保障技术的发展,与气

象信息工程的崛起密切相关。气象信息工程通常是指通信技术、计算机技术用于气象业务的新技术,包括气象信息传输、气象信息处理和计算机气象应用系统等。

气象信息传输是指气象信息从信源到信宿间的传输技术。它是一个载有气象信息的电、光信号的产生、变换、处理、传输、交换、接收的复杂的技术方法和技术系统。九十年代的气象通信传输媒介主要采用有线、无线和光纤三类。与此相应构成有线通信、无线通信和光纤通信。这里,除了短波通信和超短波通信继续使用外,卫星通信、数字通信和图象通信的比重越来越大。由此建立的局域网、辅助网、卫星网等比较适应气象通信信源分散、信息量大、传输集中和实时性强的特点。

气象信息处理技术主要有数据处理、数据交换、模式识别、图象处理、人工智能和再现技术等。数据处理是用计算机收集、记录气象数据,加工生成新的信息形式的技术,主要包括数据采集、数据分组、数据组织、数据存储、数据检索和数据排序等。数据交换是按一定规程交换数据信息的技术,通常以电子计算机为中心,把分散于各气象台站的终端连接起来,或在计算机之间进行数据传递和交换。模式识别是对文字、图象等具体对象,或状态等抽象对象进行鉴别和分类的技术,在大气遥感、图像处理 and 人工智能技术中均有应用。图像处理是使用计算机对图像加工的技术,常用的有图像数字化、图像编码、图像配准、图像增强、图像特征显示和图像数值计算等。人工智能是用电子计算机完成人的某些智能行为(感知、推理、执行、学习等)的技术,主要用于大气探测、仪器检定、天气预报、保障工作等。再现技术是利用电子计算机提供灵活变换的视觉信号(字符、图形、图像等)的技术,亦称显示技术,一般用

于向用户显示中间产品或最终产品。

气象业务的各个领域应用信息传输和信息处理技术,通过对电子计算机硬、软件的开发应用,目前已建立了相当数量的计算机单项和综合的应用系统,前者如气象情报接收转发系统、天气预报专家系统;后者如天气观测和预报服务系统、作战指挥自动化气象分系统等。这些系统,有效地提高了气象保障能力。

为了跟上航空装备和航空活动的发展,未来航空气象装备新技术将会日新月异,不断发展。其主要趋势是:

自动化。随着气象信息工程的崛起和在气象业务各个领域的广泛应用,气象业务自动化程度将越来越高,它不仅大大地提高工作时效和工作质量,而且将会引起气象勤务、保障方式的变革。

综合化。航空气象装备技术大多处于气象科学与其他学科的汇合点上,这样,装备技术必然趋向于综合化。例如,为了认识和预报一些危险天气,就要综合运用雷达技术、卫星技术、高速通信技术和信息处理技术等构成一套监测、预报和保障系统。这种综合化趋势可能会导致形成“科学—技术—保障”一体化的科技体制。

此外,随着军事高科技和武器技术的发展,对气象保障必然提出新问题,高新技术也就不断出现。例如,发展军用激光技术和红外技术就要弄清不同波段的激光和红外辐射在大气通道中的传播衰减情况,选择适宜的“大气窗口”,气象装备技术就要与此配套。因此,我们必需提高科技水平,抓住机遇,迎接新技术的挑战。

第一章 大气遥测技术

大气遥测是指测量区域与观测点相距较远,测量仪器的感应器置于测量区域,与被测气象要素相接触,其测量信息通过有线或无线通信传送到观测点,从而获得所需气象信息的一种测量方式。大气遥测技术的发展为提高工作效率,减轻劳动强度,实现大气探测工作自动化,提高探测质量提供了较好的基础。

大气遥测技术通常可分为有线遥测和无线遥测两种。有线遥测是指感应器所测量的气象信息通过传输线传送到观测点的工作方式。如电传风向风速仪,温湿遥测仪,遥测水银气压表等,均为有线遥测方式。无线遥测是指感应器将获得的气象信息经过处理后通过无线电通讯方式传送到观测点的一种方式。这时感应器所获得的气象信息必须通过整理编码,并调制在发送频率(载频)上,由无线电发射机发送到观测点。目前,多数无人自动气象站,均为无线电遥测方式。

随着计算机技术和卫星通讯技术的发展,大气遥测技术得到迅速的发展。例如美国于1980年建成的,由中心站和野外若干子站组成的自动气象遥测系统(RANOS);日本于七十年代建成的由中心气象台与1300个观测站和58个地区气象台组成的区域气象资料系统(AMEDAS),美国建立的气象业务

和服务自动化计划——AFOS 系统等,都将大气遥感技术和应用范围扩展了。八十年代我国京津唐地区、长江三角洲、珠江三角洲地区等地建设的中尺度天气观测网,都采用了大气遥感技术。

地面气象自动探测技术

地面气象自动探测技术是自动进行地面气象观测和资料收集、传输技术的总称。应用此技术已研制成了自动气象站。

自动气象站主要由传感器、数据变换器、数据处理器、记录器和通讯系统等组成。由气象传感器获得的信号,通过传输线传送给数据变换器和数据处理器进行处理,然后送给资料记录器,并同时传送给调制解调器,将观测资料送往发射机向外发送出去。

自动气象站可以进行气温、气压、相对湿度、风向、风速和降水等基本气象要素的测量。有的自动气象站还能进行能见度、云高、雷暴活动、日照时数和辐射等要素的测量。它们可进行连续的或定时的气象观测。

自动气象站最初是为解决沙漠、高山和海洋等人烟稀少地区的气象资料收集而发展起来的,后来被广泛应用于机场等需要频繁查询气象信息的部门。目前,还被广泛应用于中尺度天气系统的加密观测中,一些国家和地区已组成了自动气象站网,逐步取代人工观测站。自动气象站网通常由一部中心处理计算机和多个自动气象站组成。各自动气象站与中心处理计算机之间,可以通过有线或无线方式进行联系(如图 1—1 所示)。

目前,自动气象站采用的新技术比较多,主要体现在综合

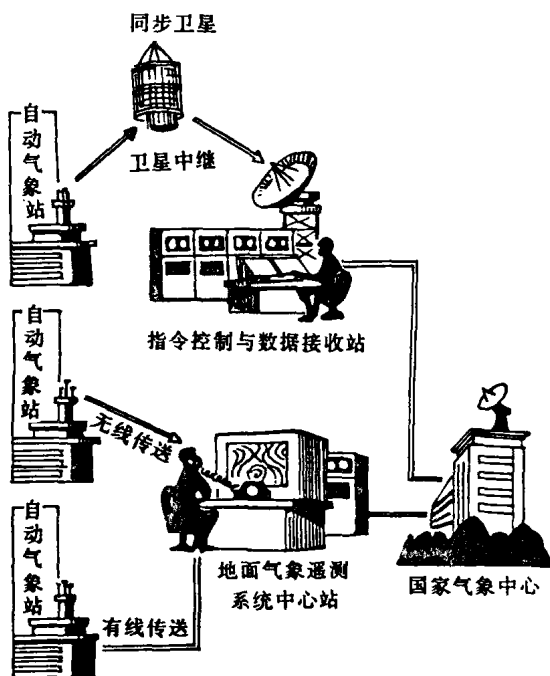


图 1—1 地面自动站网的组成方式

传感器、应用卫星转发气象资料和气象信息语言合成等方面。

综合传感器是一种新的传感器，与传统的传感器概念上有很大不同。传统的传感器对影响测量准确度的因子的处理是通过硬件方式处理的。例如，当传感器的变换特性为非线性器件时，常采用复杂的电路使之线性化，这样做既增加了误差来源，又增加了不稳定性，从而影响了传感器的性能。而综合传感器技术则对影响测量准确度的因子，采用软件方式处理。