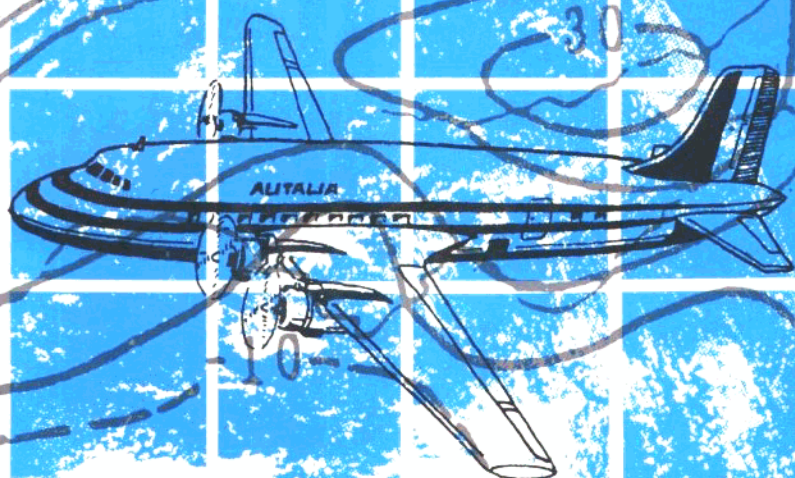


航空气候学

张开斗 张军 郭建兴 包曾德 编著



气象出版社

航空气候学

张开斗
郭建兴

张军
包曾德 编著

气象出版社

(京)新登字 046 号

内 容 简 介

本书针对航空的需要,介绍了应用于航空气候的统计方法以及航空气候的某些规律和特点,并吸收了我国航空气候学近期的某些研究成果。主要内容有:(1)航空气候的统计方法(基本航空气候要素及航空气候条件的统计方法、航空气候区划的方法等);(2)局地航空气候的特点以及几种特殊的航空气候要素的气候特点;(3)我国地面及高空的航空气候特点;(4)航空气候影响评价。

本书可供航空气象工作人员、大学本科及专科航空气象专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

航空气候学/张开斗等编著. —北京:气象出版社,1997.1

ISBN 7-5029-2277-6

I. 航… I. 张… II. 航空学:气候学 N.V321.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 01119 号

航空气候学

张开斗 张 军 编著
郭建兴 包曾德

责任编辑:张 斌 终审:周诗健

封面设计:曹金屋 责任技编:刘祥玉 责任校对:何素兰

气象出版社 出版发行

(北京海淀白石桥路 46 号 100081)

北京怀柔王史山胶印厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:9.75 字数:250 千字

1997 年 1 月第一版 1997 年 1 月第一次印刷

印数:1—2100

ISBN 7-5029-2277-6/P·0840

定价:20.00 元

前 言

气候对经济建设和作战都有很大的影响,对航空来说更为突出。早在第二次世界大战期间,许多国家就已注意研究气候对航空兵作战的影响,并注意整编航空气候资料,以适应作战的需要。第二次世界大战以后,由于航空事业的发展,航空气候的研究更加受到重视。即使现代出现了高技术航空飞行器,航空气候的研究仍是不可缺少的,因为现代飞机虽然能克服某些不良天候条件的影响,但许多危险天气仍严重威胁着飞行的安全,如雷雨、冰雹、大风、低空风切变、低云等。此外,气候的变化也影响着航空活动。例如,靠近城市的机场,由于城市的发展,使得机场能见度渐趋恶化,机场使用率明显下降,这种情况已引起航空部门的关注。因此,航空气候的分析与研究工作一直备受重视。

航空气候的研究内容,最主要的有如下几方面:

- (1) 全球云气候学研究。主要是利用气象卫星云图的观测资料对全球云的分布进行分析;
- (2) 高空气候学研究。由于现代飞机飞行高度较高,人们加强了对流层上层及平流层气候的研究;
- (3) 危险航空气候的研究。例如,飞机颠簸、飞机积冰以及低空风切变、下击暴流等危险天气的气候特点,对选择航线、制订飞行计划都是很重要的;
- (4) 航空气候资料的整编与统计。通常利用计算机整编最近 30 年的资料,并针对不同的需要进行统计,供天气预报、气候分析及有关部门使用;
- (5) 航空气候志的编写及航空气候区划的研究。主要分析不同地区的航空气候的特点及其对飞行的影响,为气象人员及有关部门安排飞行及拟订作战计划提供参考;
- (6) 航空气候变化特点及其对飞行影响的评价以及航空气候变化的预测。目前影响最大的是机场能见度气候的变化。

通过近几十年来的研究与发展,我们认为航空气候学已成为一门独立学科。为了满足有关院校及机场气象人员业务训练的需要,我们尝试编写了这本《航空气候学》,较系统地阐述了航空气候学最基本的内容和方法,使读者了解航空气候的基本内容和规律,以便进一步搞好航空气候的研究工作。

航空气候学不同于航空气象学,航空气象学着重阐明气象对飞行影响的原理以及飞行气象保障的方法;而航空气候学则着重介绍航空气候要素的统计及整编的基本方法、航空气候的特点、变化规律及其对飞行的影响以及航空气候服务等。航空气象学虽也涉及一些航空气候的内容,但不是主要的。可以说,对保障飞行的气象人员来说,航空气象学与航空气候学都是需要学习的。

针对台站航空气候工作的需要,本书主要包括以下几方面内容:

- (1) 基本航空气候要素及航空气象条件的统计分析;
- (2) 局地航空气候特点及其对飞行的影响;
- (3) 几种特殊的航空气候要素;
- (4) 航空气候区划;
- (5) 我国地面及高空航空气候的主要特点;

114699/09

(6) 航空气候影响评价。

本书第一、五章由张开斗负责编写,张军编写第二、三、七章,郭建兴编写第四、六章,包曾德编写了第八、九章。最后,由张开斗对全书进行了统稿。由于编者水平有限,难免有错漏之处,敬请读者批评指正。

编者

1996年4月

目 录

前 言

第一章 概述	(1)
第一节 气候的概念	(1)
第二节 航空气候学的意义和内容	(4)
第二章 基本航空气候要素的统计	(8)
第一节 航空气候要素资料的整理	(8)
第二节 Poisson 分布与雷暴日数的概率分布模式	(12)
第三节 能见度、云幕高和风速的概率分布	(14)
第四节 云量和云幕的区域分布概率模型	(17)
第三章 航空气象条件的统计气候分析	(24)
第一节 正态化转换	(24)
第二节 航空气象条件的统计分析	(27)
第四章 局地航空气候	(32)
第一节 地形与局地航空气候	(32)
第二节 水陆分布与局地航空气候	(39)
第三节 城市化与局地航空气候	(47)
第五章 几种特殊的航空气候要素	(53)
第一节 飞机颠簸	(53)
第二节 飞机积冰	(56)
第三节 低空风切变	(60)
第六章 航空气候区划	(65)
第一节 航空气候区划概述	(65)
第二节 航空气候区划的基本方法	(69)
第三节 我国航空气候要素的区划	(74)
第七章 我国地面航空气候主要特点	(82)
第一节 风	(82)
第二节 云	(85)
第三节 能见度	(92)
第四节 雷暴	(98)
第五节 我国边境地区航空气候概况	(107)
第八章 我国高空航空气候主要特点	(117)
第一节 高空气候的一般特点	(117)
第二节 高空急流	(122)
第三节 对流层顶	(126)
第四节 高空气候条件对飞行的影响	(132)

第九章 航空气候影响评价	(134)
第一节 航空气候影响评价的意义和类型.....	(134)
第二节 航空气候影响评价的基本资料及其处理系统.....	(135)
第三节 航空气候影响概率评价.....	(136)
第四节 航空气候影响指数评价.....	(141)
第五节 航空气候变化影响评价.....	(148)
参考文献	(150)

第一章 概述

气候作为人类生活的环境,对人类的活动有很大的影响,这是早已为人们所知的,我国古代就曾提出利用“天时”的问题,许多地方对气候事件、气候规律都有所记载和描述,写出了各地的气候志。随着世界经济的发展和科学技术的进步,人类活动的领域更加开阔,从地面发展到高空,从陆地发展到海上,和气候的关系就更加紧密了。不利的气候条件可以给人类带来严重的损失和灾害,而有利的气候可以给人类带来较大的经济效益。因此,如何避开不利的气候条件,利用有利的气候条件,就更为人们所关心,也更为航空部门所关心。在这一章中,简要介绍气候的一般概念、研究航空气候的意义以及航空气候学的主要内容。

第一节 气候的概念

通常认为,某一瞬间或一定时期内气象要素的综合称为天气,气候则是长时期内的平均天气状况及其变化的特征。

一、天气与气候的区别

天气和气候是大气科学中既有联系又有区别的两个不同的概念,主要区别有以下几方面。

1. 时间尺度不同

天气是对瞬间或短时期内而言的,气候则是对长时期而言的,为了更清楚地说明这个问题,需要对天气过程的尺度作一些了解。图 1.1 说明了天气过程的尺度谱。

时间尺度	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
空间尺度	分 时 日 月 年													
潜级	湍流尺度		天气尺度				大天气尺度	气候尺度						
阶次			积云	中小尺度系统	短长波	超长波	年变	2-5年周期	25-40年周期	小冰期、回暖期	副冰期、副间冰期	亚冰期、亚间冰期		大冰期、温暖期
频率	超高频		高频				低频	次低频						
学科	微气象学		天气学				大天气学	气候学						

图 1.1 天气过程尺度谱

图中时间和空间坐标都是用 10 为底的指数来表示,时间单位为年,空间长度单位为公里(km)。由图可以看出,湍流的时空尺度最小,空间范围只有几百米,时间长度只有几分钟;天气尺度的空间范围约为数百公里至数千公里,时间长度从几分钟到十几天;气候的空间范围没有

明确规定,可以是一局地,也可以是全球,其时间尺度可以为月、季或更长。由以上划分标准可以看出,天气尺度的范围是以瞬时天气图分辨能力的极限来确定的。范围小的是区域天气图,只能分析短波或长波天气系统;范围最大的天气图是全球天气图,能分辨超长波,其生命史可超过10天。而气候学则更主要地分析长时间的气候要素的特征,例如多年1月份的平均气温以及多年中1月平均气温的变化趋势等。

世界气象组织(WMO)规定30年作为描述气候的标准时段,认为30年内各种气象要素和气象现象的统计量可以表示气候的特征,如30年的平均气温、30年的平均降水等。进一步分析发现,不同的30年内的气候要素统计量有一定的差异,也就是说气候发生了变化,所以研究气候时还需要研究气候的变化。

2. 形成的原因不同

天气出现时,由于时间短暂,大气来不及充分地与下垫面进行能量和物质交换,因此,天气的形成可以近似认为是大气内部的动力过程。气候则不同,它是由于大气与外界(海洋、陆地、冰雪地表等)进行了充分的物质和能量交换后形成的。例如,某地靠近海洋,由于常年向岸风输送水汽的作用,使该地形成潮湿多雨的气候,如果某一年由于大气环境的异常变化使该地变得干燥,也不能说明该地的气候特点是干燥少雨。

3. 分析时所需的信息不同

分析天气时,所需大气信息基本上是瞬时值和用瞬时值所绘制的各种图表;分析气候所需的大气信息则主要是一段时期的统计值,这也是由于天气和气候的含义不同而决定的。一般来说,为了掌握天气变化的规律,需要用瞬时值来分析高低压系统及其随时间的变化情况;而研究气候时,则用多年的平均气压值来研究高低压系统。气候图上出现的高低压系统不是实际出现的高低压个体,而是多年的高低压平均位置,是高低压群的综合反映,是由基本的气候因子造成的,因此可以说,气候是天气变化的背景,而天气则是气候的基础。

4. 应用的性质不同

天气的应用是属于战术性的,主要是考虑某天、某月或某年的天气对人类活动的影响,例如,某天暴雨对交通的影响,某天海上台风对舰船航行的影响等等。而气候的应用则是属于规划性的,例如,机场跑道方向的确定,不是依据某天的风向而是依据多年的各风向频率来确定,这两种应用都是十分需要的。一般来说,属于永久性的工程常常需要气候资料,而短时的行动则需要天气资料和天气预报,两者相辅相成,缺一不可。

二、气候系统

由前述可知,气候是由于大气与海洋、陆地、冰雪等地表进行了充分的物质和能量交换后形成的。因此,20世纪60年代提出了气候系统的概念。所谓气候系统是指由大气圈、水圈(海洋、湖泊)、岩石圈(平原、高山、盆地、高原等)、冰雪圈(冰雪覆盖区等)和生物圈(动植物群落以及人类)组成的系统,其中大气圈、水圈、岩石圈、冰雪圈、生物圈分别称为气候系统的子系统。

气候系统是一个开放系统。气候系统的主要能源是太阳辐射,太阳活动影响地球气候,地球气候又与大气圈、水圈、岩石圈和生物圈等子系统相互影响、相互制约,这就构成了天、地、生相互影响的问题。用这个概念来研究气候问题,有利于气候学理论的进一步发展。

现将气候系统的各个部分简述如下:

(1) 大气圈 它是地球的气体包围圈,也是天气系统中最活跃的、变化最大的组成部分。通过铅直的和水平的热量传输,大气圈对于外部施加影响的响应约为一个月。如果没有补

充大气动能的过程,动能因摩擦作用而耗尽的时间大约也是一个月。

(2) 水圈 它包括海洋、湖泊、河流和地下水,也包括地表上空的液态水,其中海洋对气候变化的影响最重要。海洋吸收到达地表的大部分太阳辐射,由于海水的质量和比热都很大,因而成为一个巨大的能源库,海洋输送的热量约等于大气由赤道向极地输送的热量总和。海洋上层与大气的相互作用,时间尺度为几个月到几年,而海洋深层的热力调整时间则长达几个世纪。

(3) 冰雪圈 它包括陆地冰、冰川冰、海冰、地面雪被以及湖冰、河冰。雪被和海冰有很大的季节性变化,而冰川的变化要缓慢得多,它们的容积要在几百年以至百万年之内才有明显的变化,这种变化则与海平面变化有着密切的联系。

(4) 岩石圈 它由地表面上的大片陆地构成,包括山脉、洋底、地表岩层、沉积物和土壤。在时间尺度上,岩石圈特征的变化是气候系统中变化最缓慢的,其时间长度可与地球本身的年龄相比。

(5) 生物圈 它是由陆地上和海洋中的生物体所构成,包括植被和各种各样的动物。生物界对气候最敏感,而其本身又会影响气候的变化。地表植被变化的特征时间差异很大,农田为数周到数月,大片森林可长达数十年或数百年。

在气候系统内部的相互作用中,存在着大量的反馈过程,对内部起着调节作用。所谓反馈,就是一个系统输出的能量有一部分又返回到该系统,对系统的能量交换过程起到调节作用。如果反馈过程使能量交换进一步加强,则称为正反馈;如果反馈过程使能量交换受到限制,则称为负反馈,例如,当气温降低(升高)时,地球上冰雪覆盖面积增大(缩小),冰面反射的太阳辐射就会加强(减弱),使气温进一步降低(增加),这就是一个典型的正反馈例子。又如,当地面温度增加,蒸发加强,大气中水汽含量增加,云量就会增多,从而使到达地面的太阳辐射减小,地面温度重新降低,这是一个典型的负反馈例子。

正反馈可能使系统失去控制,负反馈可使系统趋于稳定,在气候系统中出现的主要是负反馈过程。

三、气候学及其分支

在人类历史发展的不同阶段,人们对气候的认识不断深入提高,逐渐总结出气候的规律和理论,从而形成气候学这门学科。就当前人类对气候现象的认识水平,可将气候学的定义归结如下:气候学是研究气候形成的原因和过程,确定气候的空间分布特征和时间演变规律,并有效地预报未来气候及其变化趋势的学科。

按照气候系统的概念,气候学是一门涉及到多种学科的边缘学科,其中有自然地理学、海洋学、水文学、生物学等,气候学研究的内容丰富、范围广泛,因此分支学科也很多,主要有:

(1) 物理气候学 物理气候学是用物理学方法分析、研究气候的形成,并对各种气候现象进行物理解释,以揭示气候因果的关系。其研究的内容主要有:大气中的辐射过程以及大气与地表面之间热量、水汽、动量和各种物理属性的垂直交换过程,强调对气候现象的解释和其间的因果关系。目前着重探讨的内容主要是全球的辐射平衡、能量平衡和水分平衡问题。物理气候学按照研究对象不同,有时又可再分为辐射气候学、热量平衡气候学和水分平衡气候学。

(2) 天气气候学 天气气候学是依据流场型式与天气系统的关系来研究气候。通过研究长时期内平均环流、环流型式与天气系统的相互作用以及大气环流与大范围气候异常的相互关系,阐明气候形成和气候变异的发生机制,为进一步的理论分析提供依据。

(3) 动力气候学 动力气候学是用流体力学的观点和方法研究气候形成和气候现象的物理规律性,目的在于对大气环流或对时间尺度和空间尺度都很大的大气运动提供全面的解释。动力气候学偏重于研究较大尺度的大气运动,主要有全球气候系统的大气动力学过程、热力学过程和气候数值模拟。随着大型电子计算机的运用,已逐步建立了一些气候模式,例如能量气候模式、大气环流模式、随机—动力气候模式和非线性动力气候模式等,这些模式对深入解释气候的形成过程和解释气候变化的原因已起着越来越重要的作用。

(4) 卫星气候学 卫星气候学是利用气象卫星资料从事有关气候学方面的研究,其研究内容主要包括地—气系统的辐射收支及其变化、全球的和区域性的气候特征及其变化、行星反射率和大气辐射、冰雪覆盖面积及其季节变化、大气中的水汽含量和温度、海面温度及地表温度的分布等。由于气象卫星资料的获得不是用仪器直接接触地球和大气进行观测,对人迹罕至或荒无人烟的地区也可进行探测,可得到全球的气候信息,这对气候学研究有重要意义。

(5) 区域气候学 区域气候学是利用气候要素的统计资料,研究地球表面某些特定区域的气候。根据实际的需要确定研究的区域,可以是行政区域,如某省或某国气候,也可以是自然区域,如沙漠地区气候、高原地区气候等。气候统计方法作为一种工具,在区域气候学中占有重要的地位。近年来,由于统计方法的迅速发展,已出现了一门独立气候学分支——统计气候学。

(6) 应用气候学 应用气候学是研究气候对人类活动影响的学科。人类的活动是极广泛的,其中最主要的有经济建设和国防建设两大类,具体说来有工业、农业、航空、航海、医疗等。应用气候学就是要研究气候与上述各项活动的关系,并指出有利及不利的影响。因此,应用气候学是气候学与其他专业学科之间的一门边缘学科。研究应用气候学不仅要熟悉气候学知识,也要了解其他有关专业的知识。目前,发展较成熟的应用气候学有农业气候学、建筑气候学、航空气候学、生物气候学等。

第二节 航空气候学的意义和内容

一、航空气候学的定义

航空气候学是研究气候对航空活动影响的学科,是应用气候学中的一个分支。航空气候学与航空气象学有所不同,航空气象学着重研究一般的气象条件对航空活动影响的原理和航空气象保障,例如,风对起飞着陆的影响、颠簸对飞行的影响等等。航空气候学是研究一个地区长时间内形成的气候条件对航空活动影响的规律的学科。例如,某地气候对可飞日数的影响、某机场气候对机场建设的影响、山区气候对飞行的影响、某地气候变化对飞行的影响等。航空气象学虽然也研究一些气候对航空活动的影响,但满足不了航空的需要。在最近几十年里,世界上无论是在战时或平时时期,人们已逐渐认识到气候对于航空活动的重要性,并在这方面做了不少研究工作,以至逐渐形成了一门独立的学科。

二、气候对航空活动的影响

如前所述,气候与人类活动密切相关,随着航空事业的发展,人们越来越认识到气候的重要性。

1. 气候对制订作战方案的影响

在第二次世界大战中,航空兵器起着重要的作用。在航空兵器使用中,各国逐渐认识到了

研究气候的重要性。

在第二次世界大战初期,美国成立了“新奥尔良资料整编部队”,负责空军所需的气候学研究,珍珠港事件后,就更加重视气候统计和分析了。当时美国为了在亚洲作战,曾整编了中国的气候资料。在二战期间,各国还认识到气候研究对拟定作战计划有重要价值,特别是对多兵种联合作战具有更重要的意义。例如,英美联军 1944 年 6 月 6 日在法国诺曼底登陆前,美陆军航空兵气象局在 1~2 年前就提供了许多气候报告;美国在日本投掷原子弹前,也充分研究了日本的气候,确定了两个目标区。

二次世界大战以后,几次较大的战争行动也都考虑了气候对作战的影响。1982 年 5 月发生的英阿马岛战争,在确定登陆地点时也考虑了气候因素。由于 5 月正是南半球初冬季节,冷空气活动频繁,天气寒冷,风速很大,海面波涛汹涌,经研究,圣卡洛斯港兵力较弱,且风浪小,气候条件相对较好,因此英军选择圣卡洛斯港登陆取得了成功。

海湾战争中,美国确定战争最迟应于 1 月中旬开始,争取 4 月底结束,这主要是考虑了气候条件,因为 4 月份以后海湾地区天气炎热,不利于战斗行动。

由此可知,在制定各兵种(包括航空兵)作战计划时必须先考虑气候因素。所以,为了应付突然发生的战事,必须事先收集战区的气候资料,并进行气候分析,供制订作战方案时参考。

2. 气候对安排飞行训练的影响

在训练飞行中,必须依靠气候背景资料有计划地安排飞行任务,气象人员必须为指挥员提供专门的气候报告,说明哪些季节适于训练飞行,哪些季节不适于训练飞行,哪些季节适于复杂气象条件飞行,哪些季节适于简单气象条件飞行。

为了掌握全国的航空气候情况,还有必要对全国进行航空气候分区,说明不同区域的航空气候情况,供各级指挥员参考。

3. 气候对机场建设的影响

建造和使用机场时,除了考虑其它因子外,还要考虑气候条件。通常考虑的气候条件包括风、云、能见度、降水、气温、气压和相对湿度等。

一般来说,机场应建在风影响最小的地区,主跑道应按盛行风向设置,云和能见度也是建设机场必须考虑的,应尽量考虑低云和低能见度出现频率较小的地区。在大城市和工业区附近选择机场时,为避免烟尘的影响,应选在上风方向。机场的排水系统应考虑当地降水资料;在设计跑道的长度时,则应考虑气温、气压和湿度等资料。

在机场使用过程中,还应注意气候变化的影响,特别是由于城镇建设的发展,常常使机场的能见度迅速降低,严重影响机场的使用率。

4. 气候对确定飞行航线的影响

一般来说,确定飞行航线时需要选择气候条件良好的线路,以有利于提高航行效率。对于某些情况,例如为了达到突然袭击的目的,可利用气候条件较复杂的航线隐蔽自己。第二次世界大战期间,日军偷袭美军珍珠港时,为了达到突然袭击的目的,曾仔细研究海上的气候特点,最后选择了水文、气象条件都很复杂的北航线航行,因为北航线位于高空西风急流下面,气旋活动频繁,气候恶劣,不易被美军发现。

5. 气候对武器装备和人员的影响

气候条件除了影响飞行活动以外,对武器装备及人员也有很大的影响,特别是一些恶劣气候的影响尤为显著。例如在海湾战争中,中东的酷热气候给战役准备造成很大困难,50℃的高温以及来自海洋的盐分,给武器的操纵和使用带来严重问题。在持续、强烈的阳光照射下,无线

电发射台纤细的天线可能被融化,各种飞机、导弹系统必须要装降温设备才能使用,飞机零配件损坏的情况要比平时严重三倍。这种酷热干燥的气候对人员的影响也很大,尤其是人体失水较多,每天必须饮大量的水,不然就可能中暑。另外,严寒气候的影响也是很大的,英阿马岛战争正是南半球的寒冷潮湿季节,天气恶劣,海面上风浪较大,对舰上雷达和无线电通讯都有很大的干扰。寒冷也会使人员的活动能力降低。

美军和英军战前针对这种恶劣气候做了大量的准备工作,由此可见,提前了解战区的气候及其对武器装备、人员的影响,做好准备工作是很重要的。

三、航空气候学的研究内容

(一) 航空气候要素的统计分析

1. 基本航空气候要素的统计分析

航空气候分析是建立在航空气候要素统计的基础之上的,对航空活动影响最大的风、云、能见度等要素与气温、降水等要素的特点有很大不同,因而统计方法也有所不同。例如,气温的日变化、年变化规律很明显,而云的日变化一般不那么明显,随机性很强。另外,对航空气候分析来说,非航空部门的统计资料往往不适用,必须依据航空气象条件进行专门的统计。

2. 航空气候要素变化的统计分析

目前,许多机场由于环境条件的改变,使得航空气候也发生了变化,特别突出的是能见度,因此,对航空气候要素的变化进行分析是非常重要的。对航空气候要素变化进行分析和预测,也就成为航空气候学很重要的一个内容。

(二) 区域航空气候的研究

区域航空气候学受到各国航空部门的重视,主要包括两方面内容:

1. 航空气候区划

航空气候区划是将一国或某一个大区,根据不同的气候条件,采用不同的方法进行分区,以了解各地的航空气候特点。这对安排飞行、机场建设、作战都有一定的参考意义,因此研究航空气候区划也是航空气候学的重要任务之一。

2. 区域航空气候分析

根据不同的需要,对一定区域的航空气候进行分析,例如,我国边境地区航空气候分析、战区航空气候分析、某机场航空气候分析等,其分析的结果可写成气候报告、航空气候志、航空气候手册等。为了实际需要,也可对一些特殊的地区航空气候进行分析,例如,高原地区航空气候、寒冷地区航空气候等。

(三) 航空气候服务

航空气候服务是一项很重要的航空气候工作,早在 50 年代我国空军就开展了这项工作,随着我军现代化、正规化建设的深入,航空气候服务工作日益受到重视。为了满足飞行训练、作战等航空任务的需要,向有关部门提供气候资料、气候分析报告以及气候预报等称为航空气候服务。一般来说,航空气候服务包括以下几方面内容:

1. 气候资料服务

气候资料服务主要是通过整编气象资料供有关气象保障部门使用。资料整编分为两种:一种是日常整编,如月报、日报;另一种是阶段性整编,如对 30 年气象资料进行整编。资料整编中,常统计的项目有:

(1) 地面气象资料,通常包括航空地面气象观测的所有项目;

(2) 空中气象资料,主要包括各等压面资料,各温度层资料,如 0°C 层、 -10°C 层、逆温层资料,各高度合成风资料以及飞机积冰、飞机颠簸等资料;

(3) 洋面气象资料,通常包括海平面气压、气温、湿度、海面上的风、云、能见度、天气现象等;

(4) 各类飞行日数,如航空兵各种气象条件的可飞日数,有利于伞降的日数,有利于陆空、海空联合作战的日数等。

目前,随着计算机的发展与普及,气候资料整编已逐步采用计算机进行自动处理,可以做到快速、准确、完整地提供气候情报。

2. 气候报告

气候报告是依据空军活动的需要,对某些地区的气候进行分析,通常是采用文字描述,图表表示、数据说明等手段将气候特点简明地表示出来,供有关部门参考。主要有两类:

(1) 综合气候报告

综合气候报告是根据军事活动的需要,对某些地区气候全貌进行分析,主要包括以下内容:地形地貌特征对当地气候的影响,各季气候特点和变化规律以及主要天气形势,年、季、月各气象要素值的状况,影响空军活动的主要天气过程及灾害性天气等。

(2) 专题气候报告

专题气候报告是为航空部门执行某一项任务而编写的专门报告,例如为进行战场准备、修建机场、开辟新航线等而提供的专门气候报告。

专题气候报告通常是提供给领导机关和首长使用,因此,分析的内容要重点突出,文字简明扼要。

3. 航空气候志

航空气候志是描述某地一个地区或一个机场的航空气候特点的气候手册,航空气候志一般编写以下内容:

- (1) 该区自然地理环境;
- (2) 主要环流及航空气候特征;
- (3) 地面及空中气候要素特征;
- (4) 影响飞行的主要天气现象;
- (5) 飞行气象条件的综合分析。

4. 航空气候影响评价

如前所述,气候对航空活动有很大的影响,不同的气候情况有不同的影响,同一气候情况对不同的活动也有不同的影响,因此气候特别是恶劣气候对各种航空活动究竟有多大影响需要进行评价。例如,在某地建设一个机场,这个机场建成以后使用率有多高,需要事先进行评价,当使用率达到一定要求时,才可以在该地建设机场。航空气候影响评价可分为两类:

(1) 通用气候影响评价 根据航空活动的需要,综合分析一地的航空气候特点,重点阐述对航空活动有严重影响的灾害性气候特点及其对航空活动影响的程度。通用气候影响评价的内容广泛,可供航空各部门参考。

(2) 专题气候影响评价 专题气候影响评价是针对某一航空活动进行气候评价,例如气候对飞行事故的影响。

第二章 基本航空气候要素的统计

第一节 航空气候要素资料的整理

航空气候资料的整理是深入研究航空气候特征及其变化规律的基础,也是对航空气候要素制作预报(尤其是中期和长期预报)的重要依据。

航空气候要素资料整理的项目很多,但主要是指风、云、能见度和雷暴等与航空活动密切相关的气候要素。

航空气候要素资料的整理有明确的时间尺度。通常,一年分为72候,从1月1日开始,每月六候,不跨月,每候5天,第六候若月大则6天;2月份平年为3天,闰年为4天。每月为3旬,每旬10天,下旬若月大为11天;2月份平年8天,闰年为9天。

一、常用气候指标

(一) 平均值、中位数、众数

1. 平均值

设某航空气候要素有 N 次观测值,即有 N 个观测数据 $X_1, X_2, \dots, X_n$,则该要素的平均值 $\bar{X}$ 为:

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^N X_i / N \quad (2.1.1)$$

平均值计算容易,而且意义简单明了,是各种气候指标中最常用的一种。但是,有些气候要素无法用平均值表示,或者即使计算出平均值也没有实际意义,例如风向就是如此。

2. 中位数

设某航空气候要素有 N 个观测值,按其数值从小到大顺序排列为 $X_{(1)}, X_{(2)}, \dots, X_{(n)}$,则最大值为 $X_{(n)}$,最小值为 $X_{(1)}$,而中位数 M 为:

$$M = \begin{cases} X_{(n+1)/2} & \text{当 } n \text{ 为奇数时} \\ \frac{1}{2}[X_{(n/2)} + X_{(n/2+1)}] & \text{当 } n \text{ 为偶数时} \end{cases} \quad (2.1.2)$$

如在云高统计中,即可用中位数来说明某一种云的平均云高。

3. 众数

众数是指某气候要素的一系列数值中出现次数最多的一个数,如表2.1所示,北京某年1月份各风向出现的次数以北风最多,达140次,因此,北风即为风向的众数。

表 2.1 北京某年1月份风向出现次数

风向	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
频数	140	100	92	70	67	50	83	116

(二) 极端值和较差

1. 极端值

某气候要素在一段时间内出现的最大值和最小值即为极端值,极端值可分为绝对极端值和极端平均值两种。绝对极端值是指所统计的时期内所有观测记录中的最大值和最小值。平均极端值是指各段时间内的绝对极端值的平均数,例如某站某月逐时风速观测资料中,其最大风速和最小风速即为该月风速绝对极端值,而该月每日最大风速和最小风速的月平均值即为平均极端风速。

2. 较差

同一时期内最大值和最小值之差称为较差。日较差用一日内最高值与最低值相减求得。一个月中日较差的月平均值称之为月平均日较差,它也可以用月平均最高值与月平均最低值求得。年较差是用一年十二个月的月平均值中的最高值与最低值相减求得。

(二) 频率

频率是表现气候要素变化特征最常用的气候指标之一。所谓频率,是指某气候要素在某段时期内出现的次数 m 与观测时次数 n 的百分比,即

$$f = m/n \times 100\% \quad (2.1.3)$$

例如,某站某年7月份能见度逐时观测中,能见度 $\leq 4\text{km}$ 出现的时数为102,则低能见度出现频率13.7%。

(四) 距平

距平

$$d_i = X_i - \bar{X} \quad (2.1.4)$$

X_i 表示某气候要素第 i 年的观测值 ($i = 1, 2, \dots, n$), 而 $\bar{X}$ 为该 n 年内该要素观测的平均值。

d_i 为正,即为正距平,正距平表明该年的气候要素值高于多年的平均值; d_i 为负,即为负距平,负距平说明该年的气候要素值低于多年的平均值。

(五) 持续时间

某气候要素在正点实况连续出现的时数即为持续时间,而连日出现的天数即为持续日数。持续时间是表明航空气候要素基本特征的一个重要气候指标。

持续时间的计算可跨日、月、年,最长持续时间从历年记录中挑取。

二、主要航空气候要素资料的整理

整理各个航空气候要素的资料时,一般是通过统计求出各种指标,并利用这些指标来说明各气候要素随时间的变化及其在空间分布的情况。对每个气候要素来说,该选用哪些气候指标,还须根据它们本身的特点及实际需要决定。

(一) 风

风是一种向量,它是以风向和风速来表示的。通常除了分别对风向和风速进行统计外,还要将它们综合起来进行统计。统计风向的基本指标为不同风向的出现频率,而出现频率最大者即为盛行风向。整理风速资料,除了平均风速外,还要统计各级风速出现的日数和频率。风速的分级应根据不同机种的飞行气象条件来确定,一般可分为 8.0、12.0、14.0、17.0m/s 等几个等级。为了说明大风情况,还要统计大风日数,一日内出现瞬间风速大于或等于 17m/s 的风,即可算作一个大风日。

综合整理风向、风速资料时,通常需要统计各风向的平均风速,各风向上各级风速的出现频率和各个时期内出现的最大风速及其风向。

(二) 云

由于云的特征表现在云量、云状、云高等方面,所以必须对它们分别进行统计。

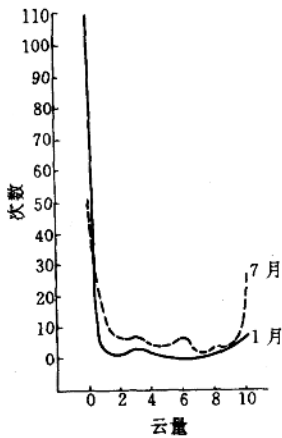


图 2.1 北京 1 月份和 7 月份云量出现次数的分配

因为云量的变化很大,最常出现的云量与平均云量有很大的差别,所以在统计云量时,不但要统计年、月、日平均云量,而且还需要分级统计云量。最常出现的云量与平均云量的差别,可从云量出现次数分配图中比较清楚地看出来。如图 2.1 所示,北京 1 月份和 7 月份的云量出现次数的分配情况是:1 月份出现云量为 0 的次数最多,达 100 次以上,7 月份出现云量为 0 与云量为 10 的次数最多,其他各级云量出现的次数都很少。所以云量的众数和算术平均数的差别往往很大。例如,根据计算,7 月份平均云量约等于 4,而从图中看出云量等于 4 的情况只出现了 5 次左右,比最常出现的云量(0 和 10)少了很多。由此可见,单靠平均云量是不能反映出云量特征的,通常还要按 0~3、4~5、6~7、8~10 等几个级别来统计总云量和低云量的出现频率。

此外,云量的情况还可用晴、云、阴天的日数来表示。一天四次定时(02、08、14、20 北京时)观测到的云量合计为 0~7 者,称为晴天;8~32 者,称为云天;33~40 者,称为阴天。同时,也可用日平均云量来划分,日平均云量小于 2 者,称为晴天;日平均云量大于或等于 2 而小于或等于 8 者,称为云天;日平均云量大于 8 者,称为阴天。

统计云状,一般要统计各时期内各种云状的出现频率和日数,并须指出哪一种云状出现的次数最多。此外,还应着重统计云量大于或等于 4 的积雨云出现频率或日数以及云量 ≥ 8 的高层云、高积云、层积云、雨层云的出现频率或日数,并指出它们的平均持续时间及最长持续时间。

统计云高,主要统计各级云高的出现频率。由于云底高度越低对飞行的影响越大,所以,低云高的分级要特别细一些,通常把 400m 以下的云分 < 100 、100~200、200~300、300~400m 等几级,随着云底高度的增高,其间隔可适当加大一些。

在航空气候中,还需要整理云幕高度资料。云幕的定义是:从天空的最低一层云的云量向上累积,直到叠加的总云量达到或大于 6 时的情况。若总云量不到 6 就不成为云幕。而云幕高为云幕距离地面的垂直高度。

(三) 能见度

能见度的范围变化很大,因而,统计能见度时,不宜用平均值,而必须将能见度分为若干级,以各级能见度的出现频率作为基本指标。能见度的分级视不同的需要而定,通常按 < 0.5 、0.5~1.0、1.0~10.0、 > 10.0 km 的标准来划分。

统计一日内各时各级能见度的出现频率,可以说明能见度的日变化情况。统计一年内各月中各级能见度的出现频率,可以说明能见度的年变化情况。图 2.2 表示某地能见度的年度变化情况,图中折线 a、b、c、d 分别表示能见度 ≤ 1 、2、4、10km 的出现频率。由图可见,冬季经常出现较坏的能见度,夏季的能见度则经常是较好的。

由于能见度的好坏与当地风向、风速的关系很密切,故常需统计不同风向、风速时各级能见度的出现频率。

此外,烟幕、雾、风沙、吹雪、降水等天气现象都会使能见度变坏,因此,需要分别统计各月中由于各种天气现象的出现使能见度 ≤ 4 km 及 ≤ 1 km 的日数和频率。