

空军装备系列丛书

AERONAUTICAL METEOROLOGICAL EQUIPMENT

航空气象装备

《空军装备系列丛书》编审委员会 编

总主编 张 伟



航空工业出版社

空军装备系列丛书

航空气象装备

《空军装备系列丛书》编审委员会 编

总主编 张 伟

航空工业出版社

北 京

内 容 提 要

本书共分10章,系统地介绍了地面气象观测装备、空中气象探测装备、天气雷达、气象卫星、飞机气象探测装备、气象观测装备、气象信息接收与传输装备、天气预报与气象保障自动化系统、人工影响天气装备、空间天气装备的发展概况,以及主要功能、组成与工作原理、技术特点等内容。

本书可作为部队和有关院校的训练参考用书,也可作为军事气象科研单位和有关军工企事业单位科研人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

航空气象装备/《空军装备系列丛书》编审委员会编.
北京:航空工业出版社,2009.1
(空军装备系列丛书)
ISBN 978-7-80243-234-5

I. 航… II. 空… III. 航空—气象观测—观测设备
IV. V321.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第210041号

航空气象装备

Hangkong Qixiang Zhuangbei

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

发行部电话:010-64815615 010-64978486

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

2009年1月第1版

2009年1月第1次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:13

字数:309千字

印数:1—3000

定价:26.00元

空军装备系列丛书

编审委员会

主任：吕刚 胡秀堂

副主任：张伟

成员：熊笑非 甘晓华 涂剑刚 朱林

张列刚 武维新 朱祝华 刘永坚

费爱国 施明利 刘健文 胡瑜

张勋

空军装备系列丛书

编审办公室

主任：王军良

副主任：李廷立

成员：李海亮 韩 枫 梅文华 孙亚力

赵 琼 王子刚 海建和 张国杰

序

空军武器装备是空军诸兵种用于实施和保障战斗行动的武器、武器系统以及与之配套的其他军事技术装备的统称，包括各种战斗装备和保障装备。

空军武器装备的历史不过百年，却谱写了武器装备历史上发展速度最快的篇章。人类翱翔天空的梦想可以追溯到远古时代，但直到1903年才由美国的莱特兄弟首次实现有动力自主飞行，1907年才开始用于军事。不论是在两次世界大战还是冷战时期，飞机及相关技术都显示了突出优势，得到快速发展。空军从辅助兵种发展成独立的战略军种，从从属其他军兵种作战发展到能够担当战略战役主要任务，成为诸军兵种一体化联合作战的主力。空军武器装备也形成了歼击机、强击机、轰炸机、侦察机、运输机、特种飞机、雷达、高炮、地空导弹、空投空降、通信导航等多个装备系列。随着科学技术的发展，精确制导弹药、预警飞机、无人驾驶飞机、电子战装备、数据链、综合电子信息系统、空天防御系统等众多新类别武器装备还在源源不断地加入到空军武器装备行列中来。空军武器装备仍将保持高速发展的势头。

百年之间，空军从无到有，从弱到强。人类社会也从工业时代进入信息时代。战争形态由机械化战争向信息化条件下的高技术战争转变，军队面临着深刻的转型和军事变革。在这个深刻变革的时代，空中力量成为高技术战争的关键因素，空中力量的运用成为影响战争结局的重要环节，空中战争形态仍在以高速率发生变化，空军仍是世界各国军队发展建设的重点。空军在保卫国家安全、维护国家主权、抵御外来侵略、支撑不断拓展的国家利益等方面，都将发挥越来越重要的作用。

纵观世界空军武器装备发展历史，可以看出，战争需求是空军装备发展

的强大牵引力，科学技术进步是空军装备发展的不竭推动力。当今空军武器装备的作战使用，已不是传统概念的单个武器平台对抗，而是敌对双方整个武器装备体系的对抗。按照体系配套思想发展建设武器装备已经成为基本趋势。更加强调空天一体、攻防兼备、平战结合，更加重视发展具有威慑与实战双重功能的武器装备，信息装备由从属地位上升为主战装备，常规武器弹药向精确打击转变，支援保障装备成为联合作战的重要支撑。

武器装备是军队履行使命任务的基本物质基础，是军队现代化水平的主要标志。军事领域的革命性变化，通常始于武器装备的突破性进步。空军武器装备集现代科学技术尖端成果之大成，与国家的政治、经济、文化、社会紧密关联，与百姓生活紧密关联，一向引发人们的广泛兴趣和关注。空军装备研究院组织编写的《空军装备系列丛书》，作者都是空军相关学科的专家学者，不少是本学科的领军人物。该丛书全面系统地介绍了空军装备及相关技术，是一套了解空军装备、学习高科技知识的好读本，对于认识空军在国防和军队建设中的地位与作用，了解空军武器装备的历史、现状和发展趋势，研究探讨空军武器装备发展的特点、规律，引发更多的人把目光投向空军武器装备建设，会起到积极的作用。我曾任空军装备研究院第一任院长，有幸参与了《空军装备系列丛书》的编辑策划工作。衷心希望在中国空军武器装备高速发展的进程中，《空军装备系列丛书》能够发挥其应有的作用。

预祝《空军装备系列丛书》出版发行获得圆满成功！

魏 钢

2007年11月16日

前 言

随着新技术在军事领域的广泛应用，高技术武器装备大量涌现，在战争中发挥了无比巨大的威力。然而，战争实践表明，高技术武器装备并没有完全摆脱气象条件的影响和制约，云、雾、浓烟、沙尘暴、强降水、大风、雷暴等恶劣天气，不仅严重影响高技术武器装备作战性能的发挥，有时甚至会使其完全丧失作战能力。因此，各国空军十分重视作战气象保障，在大力发展武器装备的同时，加强航空气象装备建设，不断提升作战气象保障能力，使之成为部队战斗力的“倍增器”。

为了使读者对世界航空气象装备有一个全面、系统的了解，本书在大量收集、整理国内外有关资料的基础上，按其在气象保障中的用途，将航空气象装备分为：地面气象观测装备、空中气象探测装备、天气雷达、气象卫星、飞机气象探测装备、气象观探测装备、气象信息收集与传输装备、天气预报与气象保障自动化系统、人工影响天气装备、空间天气装备等，重点介绍其发展概况、主要功能、组成与工作原理、技术特点等内容。

本书共分10章，第1章由王锡友、张文军编写，第2章由毕波编写，第3章由徐磊编写，第4章由刘宪勋编写，第5章由陈广玉、王荣华编写，第6章由李玮编写，第7章由钱利、盛思源编写，第8章由纪飞、闫郭明编写，第9章由白洁编写，第10章由张国杰、张鹏锐编写。全书的统稿、修改和审定由李锡元、王锡友、张国杰、周红红、李春普、严军等完成。

本书由空军装备研究院组织编写。在本书编写过程中，得到了空军司令部气象局的大力支持和帮助，并参考了许多资料、文献，在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平的限制，错漏和不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2008年11月

本书共分五章，第一章为总论，第二章为气象装备的发展，第三章为气象装备的组成，第四章为气象装备的研制，第五章为气象装备的试验。本书可作为从事航空气象装备工作的工程技术人员、研究人员、管理人员的参考书，也可作为高等院校相关专业师生的参考书。

本书在编写过程中，得到了空军装备研究院领导和有关专家的大力支持，也得到了有关单位的配合。本书的出版得到了空军装备研究院领导的高度重视。本书的编写得到了空军装备研究院领导和有关专家的悉心指导和帮助。本书的出版得到了空军装备研究院领导和有关专家的悉心指导和帮助。

本书共分五章，第一章为总论，第二章为气象装备的发展，第三章为气象装备的组成，第四章为气象装备的研制，第五章为气象装备的试验。本书可作为从事航空气象装备工作的工程技术人员、研究人员、管理人员的参考书，也可作为高等院校相关专业师生的参考书。

目 录

第 1 章 综 述	(1)
第 1 节 航空气象装备的种类及用途	(1)
第 2 节 航空气象装备在保障飞行中的地位与作用	(3)
第 3 节 航空气象装备发展概况	(8)
一、发展简史	(8)
二、发展趋势	(12)
第 2 章 地面气象观测装备	(14)
第 1 节 概 述	(14)
一、特点和主要内容	(14)
二、主要装备	(15)
三、发展概况	(15)
第 2 节 地面自动气象观测设备	(16)
一、种类和特点	(16)
二、发展概况	(19)
三、组成与工作原理	(19)
第 3 节 能见度探测设备	(25)
一、基本概念	(25)
二、发展概况	(26)
三、组成和工作原理	(26)
四、跑道视程探测系统	(27)
第 4 节 云底高探测设备	(28)
一、概述	(28)
二、发展概况	(28)
三、组成和工作原理	(29)
第 5 节 天气现象探测设备	(31)
一、基本概念	(31)
二、发展概况	(31)
三、组成和工作原理	(31)
四、几种有代表性的天气现象探测设备	(32)
五、闪电定位系统	(35)

第3章 空中气象探测装备	(39)
第1节 发展概况	(39)
一、发展简史	(39)
二、发展趋势	(40)
第2节 高空气象探测雷达系统	(41)
一、概述	(41)
二、组成	(42)
三、工作原理	(43)
四、几种常用的高空气象探测雷达系统	(44)
五、几种常用的探空仪	(46)
第3节 风廓线雷达	(50)
一、概述	(50)
二、组成	(50)
三、发展概况	(52)
四、几种类型的风廓线雷达	(52)
第4节 无线电经纬仪系统	(59)
一、概述	(59)
二、组成与工作原理	(60)
三、几种型号的无线电经纬仪	(60)
第5节 导航测风设备	(64)
一、概述	(64)
二、原理与要求	(64)
三、欧米伽系统	(65)
四、罗兰-C系统	(66)
第6节 GPS 高空气象探测系统	(67)
一、概述	(67)
二、系统组成	(68)
三、GPS 探空系统测风原理	(68)
四、国外 GPS 高空气象探测系统现状	(68)
五、几种典型的 GPS 探空系统	(69)
六、国内 GPS 高空气象探测系统	(77)
第7节 平飘气球探测系统	(79)
一、概述	(79)
二、组成	(80)
三、发展概况	(80)
第8节 气象火箭探测系统	(80)
一、概述	(80)
二、系统组成	(81)

三、几种典型的气象火箭	(82)
第 4 章 天气雷达	(85)
第 1 节 发展概况	(85)
第 2 节 天气雷达回波处理	(86)
一、回波强度处理	(87)
二、回波径向速度处理	(87)
第 3 节 数字化天气雷达	(88)
一、功能	(88)
二、组成	(88)
三、技术特点	(89)
四、典型装备	(89)
第 4 节 多普勒天气雷达	(89)
一、功能	(89)
二、组成	(90)
三、技术特点	(90)
四、典型装备	(92)
第 5 章 机载气象探测装备与气象飞机	(94)
第 1 节 概述	(94)
第 2 节 机载气象探测装备	(94)
一、机载气象雷达	(94)
二、机载激光雷达	(98)
三、机载红外系统	(101)
第 3 节 有人驾驶气象飞机	(103)
一、发展概况	(103)
二、主要飞机平台	(107)
三、主要气象探测设备及性能参数	(108)
第 4 节 无人气象飞机	(118)
一、发展概况	(118)
二、几种型号的无人气象侦察飞机	(120)
三、业务试验和应用	(122)
第 6 章 气象卫星	(125)
第 1 节 极轨气象卫星	(125)
一、概述	(125)
二、国外极轨气象卫星	(126)
三、中国极轨气象卫星	(129)

四、极轨气象卫星的发展趋势	(131)
第 2 节 静止气象卫星	(131)
一、概述	(131)
二、国外静止气象卫星	(131)
三、中国静止气象卫星	(134)
四、发展趋势	(136)
第 3 节 气象卫星资料的地面接收处理与应用	(136)
一、气象卫星资料地面接收系统	(136)
二、气象卫星资料处理系统	(137)
三、气象卫星资料的军事应用	(139)
第 7 章 气象信息接收与传输装备	(141)
第 1 节 概述	(141)
一、气象信息与航空气象信息概念	(141)
二、运用通信设备收集的航空气象信息来源和种类	(141)
三、航空气象信息接收与传输特点	(142)
四、发展概况	(142)
第 2 节 卫星接收与传输装备	(143)
一、概述	(143)
二、几种卫星接收与传输系统	(144)
第 3 节 无线气象通信装备	(147)
一、概述	(147)
二、几种无线气象通信系统	(148)
第 4 节 有线传输装备	(152)
一、概述	(152)
二、几种有线气象通信系统	(153)
第 5 节 机动接收与传输装备	(157)
一、概述	(157)
二、几种机动接收与传输设备	(157)
第 8 章 天气预报与气象保障装备	(159)
第 1 节 天气图自动填绘和分析系统	(159)
一、系统组成	(159)
二、主要功能	(159)
三、主要应用软件	(160)
第 2 节 数值天气预报系统	(160)
一、系统组成	(160)
二、发展历史	(161)

三、数值天气预报平台	(163)
四、发展趋势	(164)
第 3 节 航空气象保障自动化系统	(167)
一、美国国际气象服务天气工作站	(167)
二、天气预报保障工作站	(168)
第 4 节 机动气象保障装备	(172)
一、美军掌上气象站	(172)
二、航空兵气象保障车	(173)
三、气象装备检修、抢修车	(173)
第 9 章 人工影响天气装备	(174)
第 1 节 人工消雾设备	(174)
一、发展概况	(174)
二、人工消雾设备	(175)
第 2 节 人工消云设备	(176)
一、人工消冷云的基本原理及其设备	(176)
二、人工消暖云的基本原理及其设备	(176)
第 3 节 人工降水设备	(177)
一、发展概况	(177)
二、基本原理	(177)
三、主要设备	(178)
第 4 节 气象武器	(179)
一、发展概况	(179)
二、气象武器展望	(181)
第 10 章 空间天气探测设备	(182)
第 1 节 概述	(183)
一、空间天气概念	(183)
二、空间天气对军事活动的影响	(183)
三、空间天气探测发展概况	(185)
第 2 节 地基空间天气探测设备	(186)
一、太阳光学望远镜	(186)
二、太阳射电望远镜	(187)
三、地磁仪	(188)
第 3 节 天基空间天气探测设备	(189)
一、空间天气探测卫星	(190)
二、空间探测器	(191)
参考文献	(192)

第1章 综 述

航空气象装备是空军用于保障作战、训练的各种气象仪器、设备、器材和系统的统称，是空军装备的组成部分，是空军气象保障的物质和技术基础，也是空军气象保障能力的重要构成要素。

第1节 航空气象装备的种类及用途

航空气象装备的种类较多，目前已基本形成了以地基为主，空基、天基相结合的立体化气象装备体系。按其在气象保障中的用途可分为：气象观探测装备、气象信息接收与传输装备、天气预报与气象保障装备、人工影响天气装备、空间天气探测装备等5大类。其中，气象观探测装备又分为地面气象观测装备、空中气象探测装备、天气雷达、气象卫星和飞机气象探测装备等。

（一）地面气象观测装备

地面气象观测装备按操作方式的不同，分为常规和自动化遥测两类。常规的气象仪器设备主要有：测量气温用的玻璃温度表、最高温度表、最低温度表和温度计；测量气压用的水银气压表和测量湿度用的毛发湿度表；测量风向风速用的电传风向风速仪、手持式轻便风向风速仪；测定降水量用的雨量器和雨量计；测量云底高用的云幕灯、云幕气球等。地面自动化气象观测装备主要有：地面自动气象观测系统，主要用于测量地面温度、湿度、气压、降水量、风向风速等基本气象要素；激光测云雷达和激光多普勒测风雷达，主要用于测量云底高和低空风场；能见度探测设备，主要用于测量气象光学视程和跑道视程以及水平能见度等；天气现象探测设备，主要用于测量大气的物理现象和特征等。在保障飞机起飞、降落的过程中，离不开地面气象观测装备获取的各种气象观测资料。

（二）空中气象探测装备

空中气象探测装备种类较多，主要包括高空气象探测雷达系统、风廓线雷达、无线电经纬仪系统、导航测风设备、GPS（全球定位系统）高空气象探测系统、平飘气球探测系统、气象火箭探测系统等，主要用于探测自由大气近地面层、行星边界层（摩擦层）、对流层、平流层、中间层、热层以及外逸层（即外层空间）等各高度层中气象要素的时空分布状况。测量项目主要包括各高度上的气温、气压、湿度、风向风速、大气成分、臭氧含量、辐射和大气电场等空中气象要素和大气物理状态。空中气象探测装备

获取的各种气象信息，是研究天气变化、保障各种飞行任务完成的重要依据。

(三) 天气雷达

天气雷达是指专门用于对云、降水、雷暴等现象进行探测的气象雷达，又称测雨雷达。按相干性可分为相干天气雷达和非相干天气雷达，相干天气雷达也称多普勒天气雷达，非相干天气雷达又可分为模拟和数字化两类。天气雷达利用大气中的水滴、冰晶等质粒对电磁波的后向散射，对云、降水，特别是积雨云、雷雨等危及飞行安全的天气进行探测，测定其空间位置、强度分布、垂直结构、移动方向和速度等。通过天气雷达的连续探测，可跟踪测定热带风暴、台风以及强对流天气系统的移动路径及其发展演变情况，对做准短时航空天气预报，保证飞行安全具有极为重要的作用。

(四) 气象卫星

气象卫星是指从外层空间对地球表面及其大气层进行气象观测的人造地球卫星。按照运行轨道的不同，分为极轨气象卫星和静止气象卫星。气象卫星是先进的大气遥感探测设备，它能够测量地球大气层的可见光、红外和微波辐射，并通过反演处理获得大气的垂直温度、水汽、云及风场的分布等，计算得出各种定量的数字化气象资料，对获取军事气象情报、监视全球范围天气变化、实施作战气象保障具有十分重要的作用，也是军事远程通信、雷达探测、新武器试验所需高层大气环境数据的主要来源。

(五) 飞机气象探测装备

飞机气象探测装备包括安装在战斗机、运输机及其他通用飞机上的各种机载气象探测装备和专用气象探测飞机、无人驾驶气象探测飞机等。其中，机载气象探测装备主要有机载气象雷达，机载激光雷达，机载红外系统，温度、湿度、气压测量仪，空中垂直大气风廓线仪，云滴谱仪，光学量子探测仪，红外及微波辐射遥感仪和摄像仪等。飞机气象探测装备主要用于战区、航线，以及海洋、沙漠、山区等气象资料稀少地区的气象探测，获取空中气温、气压、湿度、风、云、降水、雷电等气象要素和现象的分布情况以及大气物理和大气化学特性，为制作天气预报、实施气象保障和科学研究等提供气象信息。在组织实施飞行中，利用飞机实施气象探测，是直接了解和掌握飞行区域天气情况的有效手段之一。

(六) 气象信息接收与传输装备

气象信息接收与传输装备，是用于接收、传递和分发气象信息的各种通信设备的统称（又称为气象通信设备），是航空气象装备的重要组成部分。气象信息接收与传输装备通常包括：气象信息卫星接收与传输设备、气象信息无线接收与传输设备、气象信息有线接收与传输设备和气象信息机动接收与传输设备。由于气象信息具有信息来源分散、种类多、信息量大、传递集中和时效性强等特点，因此要提高空军气象保障的快速反应能力，在很大程度上必须依赖于畅通、稳定、快捷、可靠的气象信息接收与传输装备。

(七) 天气预报与气象保障自动化系统

天气预报与气象保障自动化系统主要包括：天气图自动填绘和分析系统、数值天气预报系统、气象保障工作站、机动气象保障装备等。主要用于天气图的自动填绘、分析和航空天气预报的制作以及空军作战、训练等飞行所需气象信息的提供、显示和气象保障辅助决策。先进的天气预报技术和气象保障自动化系统，不仅能够减轻气象人员的劳动强度，提高天气预报的客观性、量化水平，而且可以大大增强气象保障的机动能力，实现气象保障辅助决策系统与作战指挥和武器装备平台的有效融合。

(八) 人工影响天气装备

人工影响天气装备主要包括：人工消云装备、人工消雾装备、人工增雨装备、人工防雹装备和人工引雷装备等。主要用于监测云雾的微物理过程，向大气中播撒催化剂，或局部加热大气温度，或以动力方式扰动混合空气，或以爆炸的方式破坏雹云的形成和发展，以及对人工影响天气的效果进行评估等，以达到影响或改变局部天气的目的。

(九) 空间天气装备

空间天气装备包括空间天气探测装备和空间天气预报保障装备。空间天气探测装备，按照工作平台的不同，分为地基空间天气探测装备和天基空间天气探测装备。地基空间天气探测装备主要有太阳光学望远镜、太阳射电望远镜、地磁仪等；天基空间天气探测装备主要有安装于航天器上的光学、高能粒子与与等离子体相关的探测仪器。这些装备主要用于探测太阳表面，行星际空间，地球的磁层、电离层和热层等空间环境的状态及其变化。

第2节 航空气象装备在保障飞行中的地位与作用

飞行是在大气中进行的，由于大气的不断运动，产生了各种天气现象和变化，极大地影响和制约着各种飞行活动。天气对飞行的影响是多方面、全过程的，既有正面的影响，也有负面的影响。航空兵部队平时利用有利的天气组织飞行训练，可提高飞行技术、战术水平，增强部队战斗力；战时利用有利于我而不利于敌的天气，可发挥战术优势，顺利完成作战飞行任务。相反，飞行中遇到雷暴、积雨云、低空风切变、飞机颠簸、飞机积冰，以及低于规定飞行标准的低云、低能见度、大风等，如果不避开，轻则返航改降，完不成飞行任务，重则机毁人亡，造成严重飞行事故。因此，任何一次飞行，指挥员和飞行员都必须了解起飞降落机场、航线、飞行区域的风、云、能见度、天气现象等各种气象要素的实时资料和预定飞行期间的天气预报情况。而要及时准确地获得这些资料，必须依赖于性能良好的气象装备。

(一) 完善的机场气象观测探测装备，是保障飞机安全起降的重要手段

机场的地面气温、气压和风、云、能见度等气象要素对飞机的正常起飞、着陆有