

YINGYONG WEIXING QIXIANGXUE

王丕浩 刘宗义 张开斗 编

应用卫星气象学

中国海洋大学出版社

应用卫星气象学

王丕诤 刘宗义 张开斗 编

中国海洋大学出版社

· 青岛 ·

内 容 提 要

随着空间技术的飞速发展,业务气象卫星日臻完善,各国接收的气象资料极为丰富,其中卫星云图得到了广泛的应用,成为制作天气预报的重要依据。本书紧密联系实际,指出怎样对照不同性质的云图才能较正确地分析各种云系、地表以及主要天气系统的发生、发展和移动。书中还叙述了一些怎样利用卫星云图与其他气象资料相结合制作天气预报的例子。本书内容较为丰富、实用性强,可作为气象预报人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

应用卫星气象学/王丕浩,刘宗义,张开斗编. —青岛:中国海洋大学出版社,2004.2

ISBN 7-81067-546-X

I. 应… II. ①王… ②刘… ③张… III. 气象卫星—气象观测 IV. P405

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 004462 号

中国海洋大学出版社出版发行

(青岛市鱼山路 5 号 邮政编码:266003)

出版人:王曙光

日照报业印刷有限公司印刷

新华书店经销

*

开本:850mm×1 168mm 1/32 印张:7.875 字数:183 千字

2004 年 3 月第 1 版 2005 年 3 月第 2 次印刷

印数:1 001~1 500 定价:16.00 元

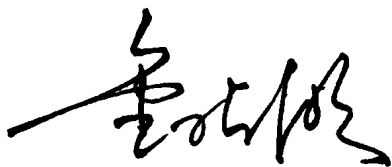
序 言

气象卫星作为一种新的大气探测工具而得到广泛应用,它对经济建设和国防建设有着明显的效益。由气象卫星获取的云图是监测和预报灾害性天气的重要手段,它能十分及时、准确地监测台风的位置、强度;对强对流天气以及海雾、低云、海上细胞状云系、海冰、海温和海洋环境的监测范围广,可靠性强,对航空、航海及渔业生产、港口建设提供了准确的气象信息。近几年的实践证明,气象卫星对洪涝、森林及草原火灾等大范围自然灾害的监测十分准确,而且对植被生长状况和作物估产、冰雪覆盖和水资源等地表特征的有效监测,是安排农业生产和作物管理的重要依据;气象卫星资料日积月累,丰富和加深了对全球大气的认识,对天气和气候研究拓宽了思路。

本书编者重视对卫星云图资料的分析应用,预报出一些转折性的难点天气过

程,取得了许多宝贵的经验,如利用卫星云图资料制作海雾、海上细胞状云系的分布,以及对热带风暴(台风)强度、移向、移速的探讨等是编者多年来辛勤耕耘的成果。《应用卫星气象学》内容较为丰富,通俗易懂,除了气象预报人员可以参考使用外,其他非从事气象工作的人员也可参考使用。

目前,一场世界性的变革正如火如荼地向纵深发展,我们面临难得的机遇,当然也有挑战,气象人员除了分析应用国外的气象卫星资料外,还应该充分利用我国研制的风云一号、风云二号气象卫星发送的云图资料,进行认真的研究,围绕扎实推进这一主题,研究新信息,确立新思路,解决新问题,理论密切联系实际,充分发挥卫星云图在天气分析和天气预报中的作用,重视与其他气象资料相结合,开创应用气象卫星云图资料的新局面。



2003年10月

前 言

自美国 1960 年成功地发射了第一颗气象卫星以来,一些国家和组织又发射了不同型号的气象卫星,已从宇宙空间发回数以千万计的云图和各种气象资料。

我国对卫星云图资料的接收和分析使用人员进行了系统的培训,培养了大批的技术人才,从此以后,卫星云图资料得到了广泛的应用,并先后在武汉和北京召开了气象卫星云图分析应用交流会。气象卫星资料分析研究及应用服务实践给了我们许多有益的启示,取得了许多宝贵的经验。本书编者多年来利用卫星云图资料对海雾、海上细胞状云系、热带风暴(台风)进行了一些探讨,摸索了一些经验。现结合国内外总结研究的许多好的成果,在综合、参考很多文献资料的基础上,完成了《应用卫星气象学》一书的编写工作,其内容较为丰富,且篇幅适中,文中插图具有代表性,可供气象预报人员参考

使用。为了使读者更系统地了解各国接收、应用卫星云图资料情况,本书提供了一些原始资料图片,可使读者对过去卫星云图资料在天气预报中的应用有一个初步的了解。另外,本书还对国外气象卫星的概况作了简单介绍,较系统地介绍了我国气象卫星的发展史,可使我们对未来我国气象卫星的发展更充满信心。

本书叙述了气象卫星概况、辐射遥感原理、应用卫星云图分析天气系统以及如何结合其他气象资料制作较为准确的天气预报等。我们认为,在应用卫星云图时,要尽可能地同常规气象资料如天气图、传真图、测雨雷达资料、探空、天气实况、三线图(温、压、湿曲线)等结合起来,只有这样,才能使我们的研究成果和应用经验不断深化、提高,才能更好地应用于气象业务中去,不至于出现我们的研究成果和应用经验在时间和空间上有很大的局限性。当然,在某些情况下可以发挥其独特作用,也可以独立应用。近几年来,越来越多的事实证明,气象卫星资料的应用领域正在迅速地扩大,展示了广阔的前景,对气象卫星资料进行适当处理、加工,可以获得更多有用信息。本书在应用定性成果的同时,也利用“卫星云图自动接收与处理系统”使用了一些定量成果,取得了明显的经济效益。

在本书编写过程中,得到北京大学蒋尚城教授、中国海洋大学周发琇教授的热情指导,黄红联、孙建军、臧韶华、范亚琴、张国梅、明博等参加了制图、校对、修改、打字等工作,在此深表谢意。

由于受水平的限制,本书不当之处在所难免,望读者给予指正。

编 者

2003 年 10 月

目 录

1 气象卫星	(1)
1.1 气象卫星的发展简况	(1)
1.2 气象卫星的应用	(4)
1.2.1 在气象学中的应用	(4)
1.2.2 在陆地和海洋科学中的应用	(5)
1.2.3 在气候研究方面的应用	(6)
1.2.4 在农业中的应用	(6)
1.2.5 在军事气象方面的应用	(7)
1.2.6 在气象通信中的应用	(7)
1.3 气象卫星的轨道及轨道参数	(7)
1.3.1 气象卫星的轨道	(8)
1.3.2 气象卫星的轨道参数	(10)
1.3.3 星下点、升交点和降交点	(14)
1.4 气象卫星姿态的稳定方式	(14)
1.4.1 自旋稳定	(15)
1.4.2 三轴定向稳定	(17)
1.4.3 重力梯度稳定	(18)
1.5 各国接收气象卫星资料简况	(18)
1.5.1 艾萨气象卫星资料	(18)

1.5.2	诺阿气象卫星资料	(21)
1.5.3	葵花静止气象卫星资料	(22)
1.5.4	风云一号气象卫星资料	(23)
1.5.5	风云二号 B 气象卫星资料	(25)
2	气象卫星辐射遥感原理及其图像	(26)
2.1	可见光云图	(26)
2.2	红外云图	(30)
2.3	可见光云图和红外云图的比较	(32)
2.4	水汽图像	(35)
2.4.1	辐射波长	(36)
2.4.2	辐射路径内的水汽含量	(37)
2.4.3	水汽的垂直位置	(38)
2.4.4	气柱温度	(38)
2.5	气象卫星通道的选择及其应用	(39)
2.6	卫星云图的分辨率	(41)
3	卫星云图上云和地表的识别	(43)
3.1	卫星云图概述	(43)
3.2	识别云的判据	(46)
3.2.1	结构型式	(46)
3.2.2	范围大小	(47)
3.2.3	边界形状	(47)
3.2.4	色调	(47)
3.2.5	暗影	(48)
3.2.6	纹理	(49)

3.3 云的识别	(51)
3.3.1 高云	(52)
3.3.1.1 纤维状卷云	(54)
3.3.1.2 密卷云	(55)
3.3.1.3 卷层云	(55)
3.3.1.4 卷云砧	(56)
3.3.2 中云(高层云和高积云)	(56)
3.3.3 低云	(57)
3.3.3.1 积云(积云、浓积云)	(57)
3.3.3.2 积雨云	(59)
3.3.3.3 层积云	(60)
3.3.3.4 层云和雾	(60)
3.3.4 卫星云图上各种云的相互联系	(61)
3.4 地表的识别	(61)
3.4.1 可见光云图上地表的识别	(62)
3.4.1.1 陆地表面	(62)
3.4.1.2 水面	(63)
3.4.1.3 雪和冰的覆盖区	(65)
3.4.2 红外云图上地表的识别	(67)
3.5 物象识别的几个步骤	(68)
3.6 红外云图、可见光云图及水汽图像之间的比较	(68)
 4 卫星云图在天气预报中的应用	 (72)
4.1 云量的分析	(72)
4.2 云厚的分析	(74)
4.3 风的分析	(74)

4.3.1	根据卫星云图上云系外貌分析风	(74)
4.3.1.1	中低空风的分析	(74)
4.3.1.2	高空风的分析	(76)
4.3.2	用静止卫星云图分析风	(76)
4.4	利用卫星云图估计降水	(77)
4.5	在海雾分析和预报中的的应用	(78)
4.5.1	海雾的成因	(78)
4.5.2	海雾的形成过程	(78)
4.5.3	海雾的分布	(79)
4.5.3.1	海雾相对频率的计算	(79)
4.5.3.2	海雾相对频率的分布	(79)
4.5.3.2.1	4~7月逐月分布	(79)
4.5.3.2.2	雾季的海雾分布	(82)
4.5.3.3	雾区特点	(83)
4.5.3.3.1	雾区面积较大	(83)
4.5.3.3.2	雾区靠近海的西岸	(84)
4.5.3.3.3	雾区形状多样	(85)
4.5.3.3.4	雾区生消迅速	(87)
4.5.3.4	雾日分析	(88)
4.5.4	一次持续16天的海雾过程	(89)
4.5.4.1	海雾生消的分析	(89)
4.5.4.2	卫星云图特征	(91)
4.5.4.3	与历年6月份黄渤海海雾频率相比较	(95)
4.5.4.4	探空曲线的分析	(95)
4.5.4.5	天气形势的分析	(97)
4.5.4.5.1	雾型	(97)

4.5.4.5.2 无雾型	(97)
4.5.5 一次雾消过程的典型卫星云图分析	(99)
4.6 用卫星云图分析预报细胞状云系	(101)
4.6.1 细胞状云系的成因	(102)
4.6.1.1 细胞状云系的特征	(102)
4.6.1.2 细胞状云系的形成	(105)
4.6.2 细胞状云系的分布	(108)
4.6.2.1 细胞状云系的分布特点	(108)
4.6.2.2 细胞状云系的分布类型	(110)
4.6.3 细胞状云系的预报	(113)
4.6.3.1 细胞状云系预报的基础	(113)
4.6.3.2 细胞状云系的短期预报	(116)
4.6.3.3 细胞状云系的短时预报	(118)
5 分析天气系统	(123)
5.1 卫星云图上的一些常见云系	(123)
5.1.1 带状云系	(123)
5.1.2 涡旋云系	(123)
5.1.3 正涡度中心云系(逗点云系)	(124)
5.1.4 射流状云系	(125)
5.1.5 横向波动云系	(125)
5.1.6 地形波状云系	(127)
5.2 分析和确定天气系统	(127)
5.2.1 分析和确定锋面	(127)
5.2.1.1 确定冷锋的位置	(128)
5.2.1.1.1 活跃的冷锋	(130)

5.2.1.1.2	不活跃的冷锋	(130)
5.2.1.2	确定暖锋的位置	(131)
5.2.1.3	确定锢囚锋的位置	(132)
5.2.1.4	确定静止锋的位置	(132)
5.2.1.4.1	昆明静止锋	(133)
5.2.1.4.2	华南静止锋	(134)
5.2.1.4.3	梅雨静止锋	(134)
5.2.1.4.4	天山静止锋	(135)
5.2.2	气旋发生与发展的分析	(136)
5.2.2.1	气旋的发生、发展过程	(136)
5.2.2.2	气旋形成的其他类型	(140)
5.2.3	高空急流云系	(141)
5.2.3.1	中高纬极锋急流	(143)
5.2.3.2	副热带急流	(144)
5.2.4	确定槽线和脊线的位置	(145)
5.2.4.1	确定高空槽线的位置	(145)
5.2.4.2	确定高空脊线的位置	(149)
5.2.4.3	确定地面高压脊线的位置	(150)
5.2.5	高空冷涡的分析	(155)
5.2.6	飕线的分析	(156)
5.2.7	青藏高原的天气系统分析	(162)
5.2.7.1	高原的高空槽分析	(164)
5.2.7.2	高原上的冷锋	(165)
6	热带天气系统的分析	(167)
6.1	赤道辐合带的分析	(167)

6.1.1	西太平洋赤道辐合带位置的变化	(167)
6.1.2	赤道辐合带云系的分布特征	(174)
6.2	热带云团的分析	(175)
6.2.1	西太平洋云团的统计特征	(176)
6.2.2	云团的分类	(178)
6.3	东风波云系的分析	(179)
6.4	热带风暴(台风)的分析	(179)
6.4.1	热带风暴(台风)发生发展的条件	(180)
6.4.2	热带风暴(台风)中心位置的确定	(180)
6.4.3	热带风暴(台风)发生发展的过程	(181)
6.4.4	热带风暴(台风)的路径预报	(190)
6.4.4.1	热带风暴(台风)的移向与其本身云系的 关系	(190)
6.4.4.2	热带风暴(台风)移向与其周围云系的 关系	(191)
6.4.4.3	应用“逻辑云图”计算热带风暴(台风)的 移向移速	(194)
7	卫星云图与其他气象资料的综合应用	(197)
7.1	正确识别各种云系	(197)
7.2	卫星云图要与天气图结合起来使用	(200)
7.3	卫星云图要与其他气象资料结合起来使用	(209)
7.4	综合应用举例	(211)
7.4.1	一次锋生过程的突变大风分析	(211)
7.4.1.1	华北地区暖高压的长时间维持,产生了 襟裾地区的高温天气	(211)

7.4.1.2	渤海湾附近持续降水的降温效应,造成了中小尺度的冷空气堆	(216)
7.4.1.3	冷锋的迅速锋生,是产生突变大风的主要原因	(216)
7.4.1.4	地形作用和地表性质是不可忽视的重要因素	(221)
7.4.2	9012 号台风移动路径的分析	(222)
7.4.2.1	9012 号台风概述	(222)
7.4.2.2	9012 号台风的路径分析	(222)
7.4.2.3	9012 号台风与 6312,6611,7010 号台风的比较	(230)
参考文献		(232)

1 气象卫星

1.1 气象卫星的发展简况

自 1957 年前苏联把世界上第一颗人造地球卫星发射成功后,美国于 1960 年成功地发射了第一颗气象卫星。到现在世界各国已累计发射几千颗有价值的卫星,其生命史长短不一,有的 1~3 周,有的 1~3 年,一般为 5~10 年。卫星上携带各种气象观测仪器,测量诸如温度、湿度、风、云和地表、地物辐射等气象要素以及各种天气现象,这种主要用于以气象为目的的卫星称作气象卫星。到目前为止共成功发射 150 多颗气象卫星运转于宇宙太空。经过 40 多年的研究、发展、反复试验及业务应用,气象卫星技术已经发展到了比较成熟的阶段。

气象卫星按其担负任务的性质可分为两大类:一类是专供试验研究用的气象试验卫星系列;另一类为专供日常业务使

用的气象业务卫星系列。按其绕地球运行的轨道分为近极地太阳同步轨道气象卫星(简称极轨气象卫星)和地球同步轨道气象卫星(简称地球同步气象卫星或静止气象卫星)两类。

美国 1960~1965 年先后发射了 10 颗泰罗斯(TIROS)卫星,为第一代试验性极轨气象卫星;1964~1978 年发射了 7 颗雨云(NIMBUS)卫星,为第二代试验性极轨气象卫星;1966~1969 年发射了 9 颗艾萨(ESSA)卫星,为第一代业务极轨气象卫星;1970~1976 年发射了 6 颗诺阿(NOAA)卫星,为第二代业务极轨气象卫星;1978 年 10 月 13 日泰罗斯-N(TIROS-N)卫星发射成功,为第三代业务极轨气象卫星;1979 年以后凡发射成功的,以诺阿气象卫星命名和编号(至 2002 年已有 17 颗诺阿卫星发射成功);1966 年起共发射了 6 颗应用技术卫星(ATS),其中 3 颗获得成功,为第一代试验静止气象卫星;1974 年起共发射了 5 颗第一代业务静止气象卫星,即 SMS-1, SMS-2, GOES-1, GOES-2, GOES-3。另外,1980 年发射的 GOES-4,用 VISSR 大气探测器(VAS)替代以前的 VISSR,它除了继续提供云图外,主要是增加了位于二氧化碳和水汽吸收带的 11 个供大气温度和水汽测量用的红外探测通道,利用其测值可以画出比常规探测时间和空间分辨率高得多的高空温、湿场,能够监视常规手段监视不了的强对流天气。VAS 的使用,标志着美国业务静止气象卫星进入了第二代。继 GOES-4 之后,美国又分别发射了 GOES-5, GOES-6 和 GOES-7。为准确快速预报天气,美国于 1994 年 4 月 13 日发射了新一代静止气象卫星,即 GOES-8,重 2.5 t。以后发射的 GOES-9,我国可以间接收到其气象资料。

前苏联从 1966 年 3 月开始用宇宙卫星(KOCMOC)进行气象探测试验,于 1969 年 3 月建立了流星(METEOR)极轨业务气象