

气象学与气候学 实践指导

■ 高卫东 ◎ 编

课外读



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

气象学与气候学实践指导

高卫东 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书基于综合类高校地球科学相关专业开设的大气科学、气象学与气候学相关课程,系统介绍气象学与气候学相关教学实践内容,并通过一系列的基础性实践项目,加深学生对基础理论知识的理解,并使學生通过实践掌握基本的实践技能;同时,为适应创新型人才培养的需求,在基础性实践项目的基础上,通过一些创新性较强的综合实践项目提高学生的创新能力,拓宽学生知识面,提高学生的专业素质。

本书可作为大气科学、气象学与气候学相关课程的实践指导教材,亦可为大学生、研究生进行相关科创实践活动提供指导。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

气象学与气候学实践指导 / 高卫东编. —北京: 电子工业出版社, 2018.5

ISBN 978-7-121-33759-8

I. ①气… II. ①高… III. ①气象学—高等学校—教学参考资料 ②气候学—高等学校—教学参考资料 IV. ①P4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 036177 号

策划编辑: 窦 昊

责任编辑: 窦 昊

印 刷: 三河市良远印务有限公司

装 订: 三河市良远印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编: 100036

开 本: 787×980 1/16 印张: 8.5 字数: 175 千字

版 次: 2018 年 5 月第 1 版

印 次: 2018 年 5 月第 1 次印刷

定 价: 29.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: (010) 88254466, douhao@phei.com.cn。

前 言

为了满足综合类高校地球科学相关专业开设的大气科学、气象学与气候学相关课程的需要,按照相关专业培养目标的要求,充分调研校内外各相关专业的教学实践要求,结合综合性高校学科发展融合的优势,以国内现有教材为基础,并结合国内外大气科学的最新研究成果,总结过去实践教学经验,编写了本教材。

本教材在满足为课程基础实践服务的同时,注重不同学科、专业的需求,适应综合性高校学科融合发展的要求,内容兼顾地理科学、自然地理与资源环境、环境科学、环境科学与工程、水文与水资源工程、地下水科学与工程七个专业的相关教学内容,通过一系列的基础性实践项目,加深学生对基础理论知识的理解并使学生通过实践掌握基本的实践技能;同时,为适应创新型人才培养的需求,在基础性实践项目的基础上,通过一些创新性较强的综合实践项目来提高学生的创新能力,拓宽学生的知识面,提高学生的专业素质。

本教材第 1~4 章对常规气象要素的观测内容和方法进行总体介绍;第 5~6 章介绍常规观测基础上的综合性实践;第 7~8 章较为详细地介绍气候资料的统计方法、气候代用资料的获取和气候重建;第 9 章介绍遥感技术在气象学中的应用;实践项目部分设计了十个具体的实践项目,对学生不同层次、不同专业的实践活动给予指导,同时为满足学生科创性实践的需要,设计了若干相关实践内容供学生参考。

教材编写过程中各方面均做了不少努力,但编者学识有限,对不同专业的了解仍有欠缺,书中谬误不可避免,真诚欢迎大家批评指正,以便我们不断改进。

教材具体内容参考了大量同行的教学研究成果,在此一并致谢。

作 者

2017 年 10 月于泉城济南

目 录

第 1 章	绪论	1
1.1	气象观测	1
1.2	观测系统	2
1.3	气象观测网	3
1.4	气象观测的重要性	3
1.5	我国的气象观测现状	4
1.6	气象观测简史	5
第 2 章	气象观测的分类和任务	7
2.1	观测分类	7
2.2	观测方式和任务	7
2.3	地面气象观测业务技术规定(2016 版, 部分)	8
第 3 章	地面气象观测场选址与仪器布设	13
3.1	地面气象观测场选址的要求	13
3.2	观测场	13
3.3	观测场内仪器设施的布置	14
第 4 章	主要气象要素的观测	17
4.1	气温和湿度观测	17
4.2	气压的观测	18
4.3	风速和风向的观测	18
4.4	云的观测	18
4.5	能见度的观测	20
4.6	天气现象的观测	20
4.7	辐射的观测	21
第 5 章	小气候观测	23
5.1	小气候的概念	23

5.2 小气候的特点	24
5.3 小气候的分类	25
第 6 章 天气图及天气预报	27
6.1 天气图	27
6.2 天气图分类	27
6.3 天气图分析	30
6.4 天气预报	30
第 7 章 气候资料的统计分析	32
7.1 平均值和总量	32
7.2 极值	33
7.3 频率	33
7.4 变率	34
7.5 年变化	35
7.6 日变化	36
7.7 天气现象日数	38
7.8 降水日数	38
7.9 其他常见统计项目	38
第 8 章 气候代用资料的获取与气候重建	40
8.1 利用史料重建气候	40
8.2 树木年轮方法重建气候	40
8.3 古地层分析法重建气候	41
8.4 冰芯资料法重建气候	41
8.5 树木年轮定年原理、取样方法和分析方法	41
第 9 章 遥感在气象中的应用	49
9.1 大气遥感概述	49
9.2 大气遥感发展历史	49
9.3 大气遥感分类	50
9.4 遥感的气象应用分类	52
实践项目一 空气温、湿度与土壤温度的观测	59
实践项目二 气压、风、云、降水、蒸发和能见度的观测	69
实践项目三 辐射的测量	84

实践项目四 气象要素的统计和气候类型的判别	91
实践项目五 校园小气候观测	104
实践项目六 简易天气形势图的绘制	112
实践项目七 树木年轮中气候信息的提取	115
实践项目八 Landsat TM 地表温度反演	118
实践项目九 卫星云图增强处理实践	121
实践项目十 济南玉符河水文特征与气象条件的关系分析	123
附录 气象学与气候学基础性实践及相关科创性实践介绍	125
主要参考文献	126

第 1 章

绪 论

气象观测，是研究测量和观察地球大气的物理和化学特性、大气现象的方法和手段的一门学科。主要有大气气体成分浓度、气溶胶、温度、湿度、压力、风、大气湍流、蒸发、云、降水、辐射、大气能见度、大气电场、大气电导率以及雷电、虹、晕等。从学科上分，气象观测属于大气科学的一个分支，包括地面气象观测、高空气象观测、大气遥感探测和气象卫星探测等，有时统称为大气探测。由各种手段组成的气象观测系统，能观测从地面到高层、从局地到全球的大气状态及其变化。

1.1 气象观测

1. 地面气象观测

地面气象观测是利用气象仪器和目力，对靠近地面的大气层的气象要素值，以及对自由大气中的一些现象进行观测。

地面气象观测的内容很多，包括气温、气压、空气湿度、风向风速、云、能见度、天气现象、降水、蒸发、日照、雪深、地温、冻土、电线结冻等。

地面气象观测的许多项目都是通过固定在观测场内的各种仪器进行的，所以气象站的站址和观测场地的选择及维护、仪器的安装是否正确，对资料的代表性、准确性和比较性有极大的影响。

2. 高空气象观测

高空气象观测是测量近地面到 30 km 甚至更高的自由大气的物理、化学特性的方法和技术。测量项目主要有气温、气压、湿度、风向和风速，还有特殊项目如大气成分、臭氧、辐射、大气电等。测量方法以气球携带探空仪升空探测为主。观测时间主要在北京时 7 时和 19 时两次，少数测站还在北京时 1 时和 13 时增加观测，有的测站只测高空风。此

外,其他不定时探测内容有2 km以下范围的大气状况的边界层探测、测量特殊项目的气象飞机探测和气象火箭探测等。

3. 气象卫星探测

在卫星上携带各种气象观测仪器,测量诸如温度、湿度、云和辐射等气象要素以及各种天气现象,这种专门用于气象目的的卫星被称为气象卫星。按卫星轨道分,气象卫星可以分为两类:

- 极地太阳同步轨道卫星,卫星的轨道平面与太阳始终保持相对固定的取向,卫星几乎以同一地方时经过世界各地。
- 地球同步气象卫星,又称静止气象卫星。卫星相对某一区域是不动的,因而由静止气象卫星可连续监视某一固定区域的天气变化。

根据气象卫星的目的还分为试验卫星,主要对各种气象卫星遥感仪器、新的技术进行试验,待试验成功后转到业务气象卫星上使用业务卫星,这种卫星带有各种成熟的设备和技术,获取各种气象资料,为天气预报和大气科学研究服务。

1.2 观测系统

一个较完整的现代气象观测系统由观测平台、观测仪器和资料处理等部分组成。

1. 观测平台

根据特定要求安装仪器并进行观测工作的基点。地面气象站的观测场、气象塔、船舶、海上浮标和汽车等都属地面气象观测平台;气球、飞机、火箭、卫星和空间实验室等,是普遍采用的高空气象观测平台。它们分别装载各种地面的和高空的气象观测仪器。

2. 观测仪器

经过三百多年的发展,应用于研究和业务的气象观测仪器,已有数十种之多,主要包括直接测量和遥感探测两类:前者通过各种类型的感应元件,将直接感应到的大气物理特性和化学特性,转换成机械的、电磁的或其他物理量进行测量,如气压表、温度表、湿度表等;后者是接收来自不同距离上的大气信号或反射信号,从中反演出大气物理特性和化学特性的空间分布,如气象雷达、声雷达、激光气象雷达、红外辐射计等。这些仪器广泛应用了力学、热学、电磁学、光学以及机械、电子、半导体、激光、红外和微波等科学技术领域的成果。此外,还有大气化学的痕量分析等手段。

3. 资料处理

现代气象观测系统所获取的气象信息是大量的,要求进行高速度的分析处理,一颗极

轨气象卫星,每12小时内就能给出覆盖全球的资料,其水平空间分辨率达1 km左右。采用电子计算机等现代自动化技术分析处理资料,是现代气象观测中必不可少的环节。许多现代气象观测系统都配备了小型或微型处理机,以及时分析处理观测资料和实时给出结果。

1.3 气象观测网

气象观测网是组合各种气象观测和探测系统而建立起来的,基本上分为以下两大类。

- 常规观测网。长期稳定地进行观测,主要为日常天气预报、灾害性天气监测、气候监测等提供资料的观测系统。由世界各国的地面气象站(包括常规地面气象站、自动气象站和导航测风站)、海上漂浮(固定浮标、飘移浮标)站、船舶站和研究船、无线电探空站、航线飞机观测、火箭探空站、气象卫星及其接收站等组成的世界天气监视网(WWW),就是一个规模最大的近代全球气象观测网。这个观测网所获得的资料,通过全球通信网络,可及时提供给各国气象业务单位使用。此外,还有国际臭氧监测网、气候监测站等。
- 专题观测网。根据特定的研究课题,只在一定时期内开展观测工作的观测系统。例如,20世纪70年代实施的全球大气研究计划第一次全球试验(FGGE)、日本的暴雨试验和美国的强风暴试验的观测网,就是为研究中长期大气过程和中小尺度天气系统等的发生发展规律而临时建立的。

组织气象观测网要耗费大量的人力和物力。如何根据实际需要,正确地选择观测项目,恰当地提出对观测仪器的技术要求,合理地确定仪器观测取样的频数和观测系统的空间布局,以取得最佳的观测效果,是一项重要的课题。

1.4 气象观测的重要性

气象观测是气象工作和大气科学发展的基础。由于大气现象及其物理过程的变化较快,影响因子复杂,除了大气本身各种尺度运动之间的相互作用外,太阳、海洋和地表状况等,都影响着大气的运动。虽然在一定简化条件下,对大气运动做了不少模拟研究(见大气运动数值试验)、大气运动模型实验,但组织局地或全球的气象观测网,获取完整准确的观测资料,仍是大气科学理论研究的主要途径。历史上的锋面、气旋、气团和大气长波等重大理论的建立,都是在气象观测提供新资料的基础上实现的。所以,不断引进其他科学领域的新技术成果,革新气象观测系统,是发展大气科学的重要措施。

气象观测记录和依据它编发的气象情报,除了为天气预报提供日常资料外,还通过长期积累和统计,加工成气候资料,为农业、林业、工业、交通、军事、水文、医疗卫生和环境保护等部门的规划、设计和研究,提供重要的数据。采用大气遥感探测和高速通信传输技术组成的灾害性天气监测网,已经能够十分及时地直接向用户发布龙卷风、强风暴和台风等灾害性天气警报。大气探测技术的发展为减轻或避免自然灾害造成的损失提供了条件。

1.5 我国的气象观测现状

人工观测逐渐转为自动观测,观测自动化水平不断提高。新一代天气雷达在北京奥运会、上海世博会、广州亚运会等重大活动气象保障中作用凸显;“风云二号 F 星”准确定位台风登陆地点;气象部门打造的地基、空基、天基观测网,在防灾减灾、应对气候变化等方面发挥了重要作用。

气象部门将综合气象观测网分为地基、空基、天基观测三部分,地基观测主要包括地面气象观测和天气雷达等地基遥感观测,空基观测主要包括 L 波段探空系统观测,天基观测主要是气象卫星观测。目前,我国的综合气象观测系统在观测能力、规模、密度等方面已经达到世界先进水平。我国 2423 个国家级地面气象观测站全部建成自动气象观测站,温度、湿度、气压、风速、风向等基本气象要素实现了观测自动化,观测频率达到分钟级,我国的地面气象观测能力已达到世界先进水平。

截至 2012 年年底,我国建设区域自动气象站 4.6 万个,平均间距 20 km 左右,乡镇覆盖率达 88.6%,显著提升了气象灾害监测预警能力。

中国气象局从 20 世纪 90 年代中期开始规划新一代天气雷达网,经过十多年建设,已在重点防汛区、暴雨多发区和沿海、省会城市建设 178 部新一代天气雷达,在人口聚居地的覆盖率达 90% 左右。新一代天气雷达实现 6 分钟一次数据实时传输和全国及区域联网拼图,提高了台风、暴雨、冰雹等灾害性天气的监测、预报、预警能力,在北京奥运会、上海世博会、广州亚运会和新中国成立 60 周年等重大活动的气象保障中发挥了重要作用。

在专业气象观测方面,气象部门建设了 93 套气溶胶质量浓度观测系统,实现全国所有省会和副省级城市的全覆盖;建成 2000 多个自动土壤水分观测站,覆盖国家规划的 800 个粮食主产县;在瓦里关、上甸子、龙凤山、临安和香格里拉等 5 个大气本底站建成温室气体在线监测系统,初步形成温室气体在线观测网;建成 1000 多个交通气象观测站,334 个雷电观测站,58 部风廓线雷达,16 个空间天气站。

目前,气象部门已在陆地上建设了高密度气象观测网,但是陆地只占地球表面的十分之三,地球表面的十分之七是海洋,对于海洋气象资料的获取,仅依靠海洋浮标和远洋船航线的观测是远远不够的,还存在大部分观测空白区。气象卫星观测资料可有效弥补海洋观测的空白区,在数值预报中发挥了非常重要的作用。

目前,我国已形成7颗卫星在轨稳定运行的业务布局,包括4颗静止卫星和3颗极轨卫星,形成了“多星在轨、统筹运行、互为备份、适时加密”的业务运行模式,成为与美国、欧盟并列的同时拥有静止和极轨两个系列业务化气象卫星的三个国家(地区)之一。

2012年发射的“风云二号F星”具备机动的区域观测能力,可实现6分钟一次区域加密观测,对台风登陆的准确定位发挥了重要作用。目前,“风云三号”极轨卫星实现上、下午星组网观测,成功完成技术升级换代,全球观测时间分辨率从12小时提高到6小时,探测资料有效提高了数值天气预报准确率。我国气象卫星的技术水平、运行稳定性和寿命、应用能力等都有了重大突破,接收和利用风云系列卫星资料及产品的用户已超过2500个,遍及亚洲、欧洲、美洲、非洲、大洋洲等70多个国家和地区。

天基观测是未来观测的主导,尽管我国气象卫星的研制水平已处于国际先进行列,但对气象卫星资料的应用能力与国际先进水平相比还有一定的差距,仍要加强对资料的应用,不断提高气象卫星资料应用水平。

1.6 气象观测简史

大气中发生的各种现象,自古以来就为人们所注意,在中外古籍中都有较丰富的记载。但在16世纪以前主要是凭目力观测,除雨量测定(最迟在15世纪之前已经出现)外,其他特性的定量观测,则是17世纪以后的事情。用仪器进行气象观测,经历了三个重要的发展阶段。

16世纪末到20世纪初,是地面气象观测的形成阶段。1597年(有说1593年)意大利物理学家和天文学家伽利略发明空气温度表,1643年E.托里拆利发明气压表。这些仪器以及其他观测仪器的陆续发明,使气象观测由定性描述向定量观测发展,在这阶段发明的气压表、温度表、湿度表、风向风速计、雨量器、蒸发皿、日射表等气象仪器,为逐步组建比较完善的地面气象观测站网和对近地面层气象要素进行日常的系统观测提供了物质基础,并为绘制天气图和气候图,开创近代天气分析和天气预报等的研究和业务提供了定量的科学依据。

20世纪20年代末至60年代初,是由地面观测发展到高空观测的阶段。随着无线电技术的发展,出现了无线电探空仪,得以测量各高度大气的温度、湿度、压力、风等气象

要素,使气象观测突破了二百多年来只能对近地面层大气进行系统测量的局限。到 20 世纪 40 年代中期,气象火箭把探测高度进一步抬升到 100 km 左右,同时气象雷达也开始应用于大气探测。这些高空探测技术的发展,使人们对大气三维空间的结构有了真正的了解。

60 年代初以来,气象观测进入了第三个阶段,即大气遥感探测阶段,它以 1960 年 4 月 1 日美国发射第一颗气象卫星(泰罗斯 1 号)为主要标志。大气遥感不仅扩大了探测的空间范围,增强了探测的连续性,而且增加了观测内容。一颗地球同步气象卫星可以提供几乎 1/5 地球范围内每隔 10 分钟左右的连续气象资料。

第2章

气象观测的分类和任务

2.1 观测分类

按承担的观测业务属性和作用，地面气象观测台分为国家基准气候站、国家基本气象站、国家一般气象站三类，此外还有无人值守气象站。承担气象辐射观测任务的站，按观测项目的多少分为一级站、二级站和三级站。

国家基准气候站，简称基准站，是根据国家气候区划和全球气候观测系统的要求，为获取具有充分代表性的长期、连续气候资料而设置的气候观测站，是国家气候站网的骨干。必要时可承担观测业务试验任务。

国家基本气象站，简称基本站，是根据全国气候分析和天气预报的需要所设置的气象观测站，大多担负区域或国家气象情报交换任务，是国家天气气候站网中的主体。

国家一般气象站，简称一般站，是按省（区、市）行政区划设置的地面气象观测站，获取的观测资料主要用于本省（区、市）和当地的气象服务，也是国家天气气候站网观测资料的补充。

无人值守气象站，简称无人站，是在不便建立人工观测站的地方，利用自动气象站建立的无人气象观测站，用于天气气候站网的空间加密，观测项目和发报时次可根据需要而设定。

另外还可布设机动地面气象观测站，按气象业务和服务的临时需要组织所需的地面气象观测。

2.2 观测方式和任务

地面气象观测分为人工观测和自动观测两种方式，其中人工观测又包括人工目测和人工器测。地面气象观测工作的基本任务是观测、记录处理和编发气象报告。

2.3 地面气象观测业务技术规定（2016 版，部分）

1. 观测时次

（1）国家级地面气象观测站自动观测项目每天 24 次定时观测。

（2）基准站、基本站人工定时观测次数为每日 5 次（08 时、11 时、14 时、17 时、20 时），一般站人工定时观测次数为每日 3 次（08 时、14 时、20 时）。

2. 观测项目（见表 2.1）

（1）各台站均须观测的项目：能见度、天气现象、气压、气温、湿度、风向、风速、降水、日照、地温（含草温）、雪深。

（2）由国务院气象主管机构指定台站观测的项目：云、浅层和深层地温、蒸发、冻土、电线积冰、辐射、地面状态。

（3）由省级气象主管机构指定台站观测的项目：雪压、根据服务需要增加的观测项目。

（4）有两套自动站（包括便携式自动站）的观测站，撤除气温、相对湿度、气压、风速风向、蒸发专用雨量筒、地温等人工观测设备；仅有一套自动站的观测站，仍保留现有工观测设备。

（5）云高、能见度、雪深、视程障碍类天气现象、降水类天气现象等自动观测设备已正式投入业务运行的观测站，取消相应的人工观测。

表 2.1 定时人工观测项目表

站 类	北 京 时			真 太 阳 时
	08 时	11 时、14 时、17 时	20 时	日 落 后
基准站 基本站	总云量 低云量 云高 能见度 冻土 雪深 雪压 降水量（结冰期）	总云量 低云量 云高 能见度	总云量 低云量 云高 能见度 日蒸发量（结冰期） 降水量（结冰期）	日日照时数
一般站	能见度 冻土 雪深 雪压 降水量（结冰期）	能见度	能见度 降水量（结冰期）	日日照时数
人工观测的天气现象白天需连续观测，夜间应尽量判断记录。 结冰期且无称重降水传感器的观测站需定时人工观测降水量。				

3. 观测任务与流程

(1) 每日观测任务

① 每日日出后和日落前巡视观测场和仪器设备, 确保仪器设备工作状态良好、采集器和计算机运行正常、网络传输畅通。具体时间各站自定, 站内统一。

② 每日定时观测后, 登录 MDOS、ASOM 平台查看本站数据完整性, 根据系统提示疑误信息, 及时处理和反馈疑误数据; 按要求填报元数据信息、维护信息、系统日志等。

③ 逐时上传地面小时数据文件、辐射数据文件, 按规定上传加密数据文件。

④ 按规定编发重要天气报告。

⑤ 电线积冰观测时间不固定, 以能测得一次过程的最大值为原则。

⑥ 日落后换日照纸, 20 时后至 23 时 45 分上传日照数据文件。

⑦ 每日 20 时后上传当日分钟数据文件; 检查当日数据是否齐全, 并做好数据文件的备份; 00 时后自动上传日数据文件(现行业务软件利用霾日统计算法在 00 时后对日数据文件中的天气现象段进行自动订正上传)。已自动发送的日数据异常时, 在次日 08 时前利用业务软件更正上传。

⑧ 自动站设备出现故障时, 按照《综合气象观测系统运行监控业务职责流程(试行)》(气测函〔2010〕235 号)填报 ASOM 系统。

⑨ 守班期间, 因硬件故障导致整套自动站无法正常工作, 经排查在 1 小时内无法恢复时, 及时启用备份自动站或便携式自动站。无备份自动站或便携式自动站的, 仅在定时观测时次进行人工补测。

⑩ 每日监测并记录探测环境变化情况, 探测环境有变化应及时上报。

(2) 定时观测流程

① 45~60 分观测云、能见度、雪深、雪压、冻土及其他人工观测项目, 连续观测天气现象。

② 正点前 10 分钟查看显示的自动观测实时数据是否正常。

③ 00 分, 进行正点数据采样。

④ 00~01 分, 完成自动观测项目的观测, 并显示正点定时观测数据, 发现有缺测或异常时及时按有关规定处理。

⑤ 01~03 分, 向微机内录入人工观测数据。

⑥ 03~05 分, 查询监控数据文件传输。

4. 观测与记录

(1) 云

基准站、基本站观测云量、云高, 不观测云状, 云高前不记录云状。一般站不进行云

的观测。因雪、雾、轻雾使天空的云量无法辨明或不能完全辨明时，总、低云量记 10；可完全辨明时，按正常情况记录。

因霾、浮尘、沙尘暴、扬沙等视程障碍现象使天空云量全部或部分不明时，总、低云量记“-”，若透过这些天气现象能完全辨明云量时，则按正常情况记录。

(2) 能见度

人工观测能见度记录以千米(km)为单位，取一位小数，第二位小数舍去，不足 0.1 km 记 0.0。自动观测能见度记录以米(m)为单位，取整数。最小能见度记录以米(m)为单位，取整数。自动观测能见度数据有 1 min 能见度值(瞬时值)和 10 min 平均值。

(3) 天气现象

观测和记录的天气现象有 21 种：雨、阵雨、毛毛雨、雪、阵雪、雨夹雪、阵性雨夹雪、冰雹、露、霜、雾凇、雨凇、雾、轻雾、霾、沙尘暴、扬沙、浮尘、大风、积雪、结冰。

① 记录规定

a. 已实现自动观测的天气现象每天 24 小时连续观测。

未实现自动观测的天气现象白天(08~20 时)保持人工连续观测，夜间(20~08 时)现象应尽量判断记录，只记符号，不记起止时间。

b. 夜间降水类天气现象应与降水量保持一致，避免出现有降水量但无降水现象的记录。

c. 由于降水现象影响人工观测能见度小于 10.0 km，不必加记视程障碍天气现象。

② 视程障碍类天气现象

能见度自动观测已正式业务运行的观测站，视程障碍类天气现象由软件自动判别，取消该类天气现象人工观测。视程障碍类天气现象自动判别的台站，扬沙、浮尘、轻雾、霾的能见度判别阈值为 7.5 km，沙尘暴、雾的能见度判别阈值为 0.75 km，能见度人工观测的台站其判别阈值为 10.0 km 和 1.0 km。

观测人员要参考上游天气状况、卫星云图及本地大气成分监测数据，结合本站地面气象观测数据对视程障碍类天气现象进行综合判识。定时时次对视程障碍类天气现象自动判识结果、现在天气现象编码和连续天气现象进行人工确认。

霾现象自动观测的台站，若日内现在天气现象的霾记录持续 6 个(含)以上时次，则当日日数据文件连续天气现象段记霾。日内霾现象持续记录不足 6 个时次，但 20 时日界前后达 6 个(含)以上时次时，若日界前(后)持续霾现象记录达 4 个(含)以上时次则在相应日记霾；若日界前和日界后持续霾记录均为 3 个时次，只在日界前记霾。08 时白天与夜间栏记录霾的原则同 20 时日界处理。若某时次现在天气现象缺测，则该时次按无霾现象记录处理。