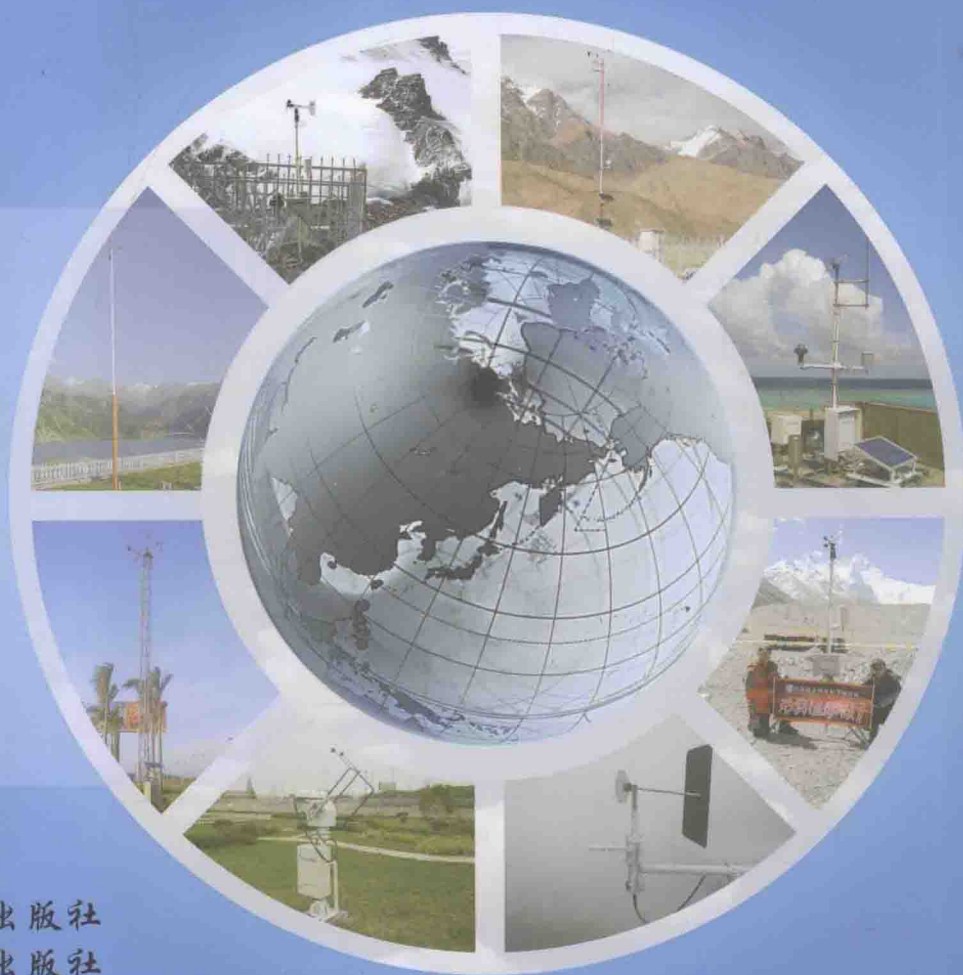


自动气象站 技术与应用

吕文华 薛鸣方 行鸿彦 主编



 中国质检出版社
中国标准出版社

自动气象站技术与应用

吕文华 薛鸣方 行鸿彦 主编

中国质检出版社
中国标准出版社
北 京

图书在版编目(CIP)数据

自动气象站技术与应用/吕文华,薛鸣方,行鸿彦主编. —北京:中国质检出版社,2013.12
ISBN 978-7-5026-3923-5

I. ①自… II. ①吕… ②薛… ③行… III. ①自动气象站 IV. ①P415.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 267492 号

内 容 提 要

本书系统、全面地介绍了自动气象站的相关技术与应用。主要包括:概述、自动气象站原理与技术特性、气象传感器、数据采集器、应用软件、数据通信与组网、电源与雷电防护、安装与场地、日常维护、检定与校准、质量管理和常用地面气象自动观测系统。

本书可作为气象观测、气象仪器和相关领域工作人员参考书和培训教材,也可作为高等院校气象类各专业、电子信息类(气象观测特色)等专业教材。

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 14.5 字数 354 千字

2013 年 12 月第一版 2013 年 12 月第一次印刷

*

定价 63.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010) 68510107

编 委 会

主 编 吕文华 薛鸣方 行鸿彦

副主编 贺晓雷 敖振浪 李 斌 张建敏

编 委 房岩松 关彦华 潘 军 罗 昶

李晓峰 孙 嫣 熊健林 沙 莉

边泽强 崇 伟

前 言

我国是世界上遭受气象灾害影响最严重的国家之一,气象灾害种类多、强度大、频率高,严重威胁人民生命财产安全,给社会发展造成了巨大影响。为了促进国民经济的快速发展、社会的进步和人民生活水平的提高,要求对气象进行全方位观测和预报预警。

气象观测是天气预警预报、气候预测、气象服务和气象科学研究的基础,地面气象观测是气象观测的重要组成部分。我国自有地面气象观测以来,一直是以人工观测为主,不但效率较低,而且观测准确性和时效性均较差。随着国民经济的发展和人们对气象预报准确度要求的提高,为了推进气象科技创新体系和现代气象业务体系建设,提高气象观测现代化水平与气象要素观测准确度,利用自动化气象探测仪器开展地面气象观测是非常必要的。

从“九五”开始,我国气象部门在全国范围内,逐步装备了自动观测仪器(即大气监测一期工程建设),截至2012年底,装备了国家级自动气象站和区域自动气象站近5万套。如何保障投入业务运行的自动气象站能够正常工作,确保各台站的自动气象站观测数据的准确和可靠,除了依赖于仪器技术的不断进步,充分优化仪器结构和观测技术,也需要操作人员正确地使用与充分地维护设备。同时,还与计量检定、量值溯源的准确可靠密切相关。为此,中国气象局气象探测中心、南京信息工程大学 and 江苏省无线电科学研究所有限公司联合相关气象领域、部分省气象局的专家、学者和工程师编写了本书。

本书较详细地介绍了自动气象站的相关技术与应用。本书编写过程中,广泛征求了地面气象自动观测设备研发、生产、使用、维护维修和管理方面专家、学者和一线工程师的意见,并根据研发经验、生产工艺、使用规范、维护维修规程、教学规律和人才培养要求,对内容进行了合理的安排,扩大其使用范围和应用对象。本书共分为四个部分:第一部分是第一章,系统地介绍了气象观测、观测体系的基本概念,详述了自动气象站在地面气象观测体系中的作用要求、历史沿革、应用现状;第二部分为第二章~第七章,详细介绍了自动气象站的系统构成

和工作原理,阐述了气象自动观测中的各类传感器,如:温度、湿度、气压、风速风向、雨量、辐射、日照、蒸发、能见度、云高、土壤水分和天气现象等传感器的基本原理和技术指标,分析了自动气象站的数据采集与处理系统、数据通信与组网及其应用软件,并介绍了自动气象站的电源、雷电防护技术;第三部分为第八章~第十一章,介绍了自动气象站的安装要求和施工规范,并结合实际工程与使用经验,介绍了自动气象站的日常维护和故障判断方法,综合气象仪器对计量检定的需求,分类阐述了传感器检定和采集器校准的方法、设备,针对自动气象站数据质量问题介绍了数据保障技术与质量管理经验;第四部分为第十二章,系统介绍了各类专用自动气象站的功能、指标和使用说明。全书既有理论基础,也有实际应用,是一本集理论、研发、应用和资料性的著作,可作为气象仪器、气象计量、大气探测、雷电科学与技术、气象工科和电子信息类(气象观测特色)等专业教材,也可作为气象仪器、大气探测、气象卓越工程师培养等相关技术人员的培训用书,还可作为自动气象站、气象探测仪器等研发和管理人员的参考书。

本书在编写过程中,得到了中国气象局气象探测中心和南京信息工程大学领导的大力支持;江苏省无线电科学研究所有限公司、中环天仪(天津)集团气象仪器有限公司和中国华云气象科技集团公司等单位提供了大量的资料;中国气象局气象探测中心、广东省气象局、浙江省气象局、甘肃省气象局、新疆建设兵团气象局、江苏省无线电科学研究所有限公司、中国人民解放军理工大学气象海洋学院等单位有关专家对本书提出了许多宝贵意见;王瑞余教授在本书的初期编写中做了大量工作,边泽强博士和硕士研究生武向娟、崇伟、彭基伟在本书的编写过程中做了大量的资料收集、整理与文字录入工作,在此一并表示衷心的感谢!

由于作者水平所限,书中错误难免,敬请广大读者批评指正!

作者邮箱:lwhaoc@cma.gov.cn

编著者
2013年10月

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 气象观测	(1)
1.2 气象观测体系	(1)
1.3 地基气象观测系统	(2)
1.4 地面气象观测站	(4)
1.5 自动气象站	(8)
第 2 章 自动气象站原理与技术特性	(11)
2.1 自动气象站类型和名称	(11)
2.2 自动气象站原理与结构	(12)
2.3 自动气象站组成	(13)
2.4 自动气象站技术特性	(17)
2.5 自动气象站网	(25)
第 3 章 气象传感器	(27)
3.1 概述	(27)
3.2 温度传感器	(28)
3.3 湿度传感器	(32)
3.4 气压传感器	(36)
3.5 风向风速传感器	(38)
3.6 降水传感器	(48)
3.7 辐射传感器	(51)
3.8 日照传感器	(65)
3.9 蒸发传感器	(67)
3.10 能见度传感器	(68)
3.11 测云传感器	(73)
3.12 天气现象传感器	(77)

第 4 章 数据采集器	(81)
4.1 概述	(81)
4.2 集中式数据采集器	(83)
4.3 分布式数据采集器	(86)
4.4 数据处理	(94)
第 5 章 应用软件	(107)
5.1 软件组成	(107)
5.2 软件功能	(107)
第 6 章 数据通信与通信组网	(113)
6.1 数据通信	(113)
6.2 通信组网	(115)
6.3 通信组网设备	(119)
6.4 数据通信接口	(122)
第 7 章 电源与雷电防护	(125)
7.1 电源	(125)
7.2 雷电防护	(130)
第 8 章 安装与场地	(142)
8.1 概述	(142)
8.2 安装前的场地施工	(145)
8.3 安装安全	(147)
8.4 安装流程	(151)
8.5 各部件的安装	(152)
第 9 章 日常维护	(161)
9.1 概述	(161)
9.2 日常维护	(162)
9.3 故障分析与判别	(166)
第 10 章 检定与校准	(169)
10.1 概述	(169)
10.2 量值传递与溯源	(169)
10.3 检定与校准	(171)
10.4 现场校准	(178)

第 11 章 质量管理	(181)
11.1 概述	(181)
11.2 气象观测过程	(181)
11.3 影响质量的因素	(182)
11.4 影响质量因素的控制	(184)
11.5 质量管理体系	(187)
第 12 章 常用地面气象自动观测系统	(188)
12.1 I 型自动气象站	(188)
12.2 II 型自动气象站	(190)
12.3 中尺度和区域自动气象站	(192)
12.4 新型自动气象站	(193)
12.5 温雨自动气象站	(196)
12.6 农田小气候自动观测站	(197)
12.7 机场自动气象站	(199)
12.8 高速公路自动气象站	(201)
12.9 移动式自动气象站	(202)
12.10 城市自动气象站	(203)
12.11 海岛自动气象站	(205)
12.12 森林火险气象监测站	(206)
12.13 便携式自动气象站	(208)
12.14 生态环境监测站	(209)
12.15 土壤水分观测站	(211)
12.16 气象辐射测量系统	(212)
12.17 梯度环境自动观测系统	(214)
12.18 太阳能资源观测系统	(216)
参考文献	(221)

1

第 1 章

概 述

1.1 气象观测

气象观测是指对地球大气圈及其密切相关的水圈、冰雪圈、岩石圈、生物圈等的物理、化学、生物特征及其变化过程进行系统、连续地观察和测定,并对获得的记录进行质量控制(误差分析与修正)、分析、加工和对各种资料进行融合形成观测产品的过程。气象观测是气象工作和大气科学发展的基础,是气象业务的重要组成部分。

气象观测是气象科学的重要分支,它是由气象基础理论与现代科学技术相结合形成的多学科交叉融合的独立学科,气象观测是研究测量和观察地球大气的物理和化学特性以及大气现象的方法和手段的一门学科,它包括地面气象观测、高空气象观测和大气遥感观测等,有时统称为大气探测。地面气象观测主要是对近地层范围内的气象要素进行观察和测定,主要观测的项目有:空气温度(离地 1.5m 高处,百叶箱内的气温)、地温(指下垫面温度和不同深度的土壤温度)、空气湿度、大气压力、风(包括风向风速)、云、天气现象、能见度、降水、蒸发量、日照时数、太阳辐射等。高空气象探测一般是用探空气球携带探空仪器升空进行,可测得不同高度的大气温度、湿度、气压,并以无线电信号发送回地面。利用地面的雷达系统跟踪探空仪的位移还可测得不同高度的风(风向、风速)。遥感气象探测主要是利用气象卫星、雷达等设备进行气象要素探测。

气象观测信息和数据是开展天气预警预报、气候预测预估及气象服务、科学研究的基础,是推动气象科学发展的原动力。通过气象观测及分析发现的新现象,使人们对大气运动的规律有进一步的认识,从而形成了新的科学理论。气象科学理论的发展也会对观测技术提出新的需求,并指导气象观测的发展,进而推动气象观测技术水平的提高。

1.2 气象观测体系

气象观测体系应具有观测各种尺度的大气和地球表面状态要素、参数和制约其变化的物理、化学、生物因子的能力,其组成为以高轨道卫星(地球同步卫星)、低轨道卫星(近极地太阳同步轨道等)为观测平台的天基遥感探测系统,以飞机、气球为观测平台的空间基遥感探测系统,以及以地球表面为观测平台的地基探测系统。

(1) 地基气象观测系统

以地面为传感器设置平台,以整个地球大气圈和相关圈层为观测对象,采用多种观测技术的综合性观测。包括地面气象观测、地基气候系统观测、地基遥感探测、雷电综合观测、地基大气边界层探测、地基中高层大气和空间天气监测、地基移动气象观测等。

(2) 空基气象观测系统

以气球、飞机和火箭等作为携带传感器的平台,以对流层、平流层和中间层大气的物理、化学特性为观测对象,采用遥感遥测技术的综合观测。

(3) 天基气象观测系统

以高轨道卫星(地球同步)和低轨道卫星(太阳同步)作为观测平台,通过遥感技术手段对地球系统进行连续观测,对观测资料通过地面的处理,提取大气、陆地、海洋的各种物理和化学的参数。

随着气象事业现代化的发展,现代气象观测与传统气象观测相比,现代气象观测业务的内涵已有了很大的变化。

1.3 地基气象观测系统

1.3.1 地基气象观测系统特点

地球表面是大气与海洋、陆地、冰雪、生物系统相互作用的界面,是人类活动的主要空间。

随着全社会对气候和气候变化的高度关注,地基气象观测的范围从大气圈扩展到整个气候系统,包括陆地、海洋、冰雪等广阔领域和气象、生态、大气化学成分变化等各个方面。采用新技术,开展多要素综合观测,已成为地基气象观测的发展方向。

地基气象观测亦是气候资源(风能、太阳能等)、水资源、生态资源等可再生资源开发利用的重要信息源。地基遥感探测还可以直接为军事气象提供重要信息,为气象灾害监测及其防灾减灾提供决策服务。因此,地基气象观测受到高度重视并正在快速发展中。

气象预报正在向精细化方向发展,要求地基观测向高准确度、高时空分辨力方向发展。为了提高气象预报的准确率,增强捕获局地突发性中小尺度灾害性天气系统的能力,常规气象观测网将向合理的密度发展。自动气象站的广泛布设使加密观测和连续观测成为可能。

高技术在气象领域的应用使地基气象观测技术现代化进程加快。人工观测正在逐步被自动化观测取代,自动气象站大量应用于地基观测,观测的时空密度和准确度得到极大改善和提高。

气象预报正在向气候预测和气候变化预估发展,相应的地基气象观测的范围已从大气圈扩展到整个气候系统,大气成分观测、陆面过程观测、生态系统观测、海洋气象观测、水分气象观测、环境气象观测等交叉领域将成为地基气象观测的基本组成部分。

随着地基气象观测站向一站多能、综合观测发展,地基气象观测和地基气候系统观测的发展将带动气象观测站的功能和业务发生根本的改变。传统的气象观测站网还将

承担对环境、生态、水文等多方面的观测,地球综合观测将向一体化方向发展。

1.3.2 地基气象观测体系

地基气象观测业务体系由地面气象观测、地基气候系统观测、地基遥感探测、地基移动气象观测、地基大气边界层探测、地基中高层大气和空间天气监测等组成,还包括地基气象观测业务运行监控和技术保障。

(1) 地面气象观测

由国家气候基准站、国家基本天气站、一般气象站和专业气象观测站组成地面气象观测站网。另根据天气气候特点和气象服务的需要,布设加密用的地面气象观测站和大量的无人值守自动气象站,形成适应气象预报服务需要的布局合理、自动化程度较高的地面气象站网。并通过站网调整、任务调整和观测方法改革,实现新的农业气象观测、生态气象观测的业务运行。还要形成区域大气成分观测网,以及大力推行地面气象观测技术规范、标准化。

(2) 地基气候系统观测

并不是要建立一个独立的气候观测系统,而是要通过更好地收集、更仔细地分析和更有效地发挥现有的大气、海洋、陆地、生态观测资料,通过改进和集成这些与气候系统观测有关的已有观测系统,增强对气候系统各个圈层以及它们之间相互作用的观测,以满足我国气候与气候变化研究和服务的需要。

(3) 地基遥感探测

由天气雷达、风廓线雷达、闪电定位、GPS/MET 等高新技术产品形成的地基遥感观测网,实现了规范化的组网业务观测,显著提高了对灾害性天气特别是中小尺度灾害性天气实时监测和预警能力,同时为人工影响天气作业提供实时观测资料。

另外,还要发展相控阵天气雷达、激光雷达、毫米波雷达等新型气象遥感技术,实现地基气象业务跨越式发展。

(4) 地基移动气象观测

并不是指移动式自动气象站,而是指能够在全国范围内可移动的、海陆空三位一体的应急观测系统。在有重大灾害性天气和突发事件出现时,气象监测、预报专业人员可使用移动气象综合观测系统,及时赶赴现场,对天气实况进行现场观测,做出预警、预报,为组织抢险救灾提供现场服务。

(5) 地基大气边界层探测

常规业务气象站按照边界层探测要求增加观测项目,并布设风廓线雷达和 RASS 等边界层遥感探测系统。

(6) 空间天气地基观测

采用先进的光学、无线电、火箭和气球等探测手段,对我国上空的空间区域进行多学科、多空间层次、多种参数的连续剖面观测,获取空间天气观测、预警和研究必需的地面观测基础数据。

地基气象观测还要建立探测数据质量控制系统,从简单地提供探测数据向直接提

供探测产品发展。地基气象观测将以观测气候系统为目标,全面加强对影响气候系统的主要过程的长期、连续、高准确度观测。

1.4 地面气象观测站

1.4.1 地面气象观测站分类

地面气象观测站是取得气象观测资料的主要来源,是气象工作的重要组成部分。目前,我国气象部门按照站点设置的目的、密度、观测项目、观测时次和发报任务,把常规地面观测站分为国家基准气候站、气象基本站、一般气象观测站三类。

随着观测手段自动化、遥测化水平的不断提高,自动气象站的应用越来越普及,常规地面观测站大多配备了自动气象站。地面气象观测站除了三类常规地面观测站外,还布设了大量的无人值守的区域自动气象站。

(1) 国家基准气候站

国家基准气候站简称基准站。根据国家气候区划,以及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和标准站,必要时可承担观测业务试验任务。

国家基准气候站一般间距 300km~400km,昼夜守班。人工观测每天 24 次,观测的气象要素为云、水平能见度、天气现象、气压、气温、湿度、风向、风速、降水量、雪深、雪压、日照、蒸发、地温、冻土、电线结冰、日射等。现已配备 I 型自动气象站,能自动测量气压、气温、相对湿度、风向、风速、降水量、地温、太阳辐射、日照时数、蒸发量等。

(2) 气象基本站

气象基本站简称基本站。根据全国气候分析和天气预报的需要所设置的地面气象观测站,大多担负区域或国家气象信息交换任务,是国家天气气候站网中的主体。

气象基本站一般间距不大于 150km,昼夜守班。人工观测每天 8 次,观测的气象要素与基准站相同。现已配备 II 型自动气象站,能自动测量气压、气温、相对湿度、风向、风速、降水量、地温等。

(3) 一般气象观测站

一般气象观测站简称一般站。主要是按省(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和当地的气象服务,也是国家天气气候站网的补充。

一般气象观测站站点间距通常 50km 左右,夜间不守班,多数观测站现已配备 II 型自动气象站。

上述三类观测站的一部分还兼有专业气象观测,例如气象辐射的观测等。

(4) 区域自动气象站

在不便建立人工地面气象观测站的地方,利用自动气象站建立的无人地面气象观测站,用于天气气候站网的空间加密。在我国经济发达地区,大多已建立了中尺度自动气象站网,站间距 10km~20km,测量风向、风速、温度、雨量等要素,用于中小尺度灾害性天气观测。有的地方还建立了站间距 5km 左右的雨量站网。

地基气象观测和地基气候系统观测的发展将带动气象观测站的功能和业务发生根本的变化,传统的气象观测站网将承担对环境、生态、水分等多方面的观测,一站多能、综合观测是必然趋势。

1.4.2 地面气象观测任务

目前,三类常规地面观测站的基本任务是观测、记录、处理气象数据和编发气象报告,包括:

(1) 为积累气候资料按规定的时次进行定时气象观测。自动观测项目每天进行 24 次定时观测,也可每分钟连续观测。人工观测项目,昼夜守班站每天进行 02 时、08 时、14 时、20 时 4 次定时观测;白天守班站每天进行 08 时、14 时、20 时 3 次定时观测。基准站使用自动气象站后以自动观测记录进行编发报,但仍保留 24 次按《地面气象观测规范》(气象出版社,2003)进行的人工定时观测。

(2) 为制作天气预报提供气象实况资料,即按规定的时次进行天气观测,并按规定的种类和电码及数据格式编发各种地面气象报告。

(3) 进行国家气象主管机构根据业务发展需要新增加项目的观测。

(4) 按省、地、县级气象主管机构的规定,进行自定项目和开展气象服务所需项目的观测。

(5) 经省级气象主管机构指定的气象站,按规定的时次、种类和电码,观测、编发定时加密天气观测报告、不定时加密雨量观测报告和其他气象报告。

(6) 按统一的格式和规定统计整理观测记录,进行记录质量检查,按时形成并传送观测数据文件和各种报表数据文件,并可打印出各类报告。

(7) 按有关协议观测、编发定时航天天气观测报告和不定时危险天气报告。

(8) 对出现的灾害性天气及时进行调查记载。

用自动气象站建立的无人值守气象站,其主要任务是观测、记录或发送气象观测数据。

地基气象观测和地基气候系统观测的发展将带动气象观测站的功能和业务发生根本性的改变,上述观测任务只是三类常规地面观测站目前的基本任务。

1.4.3 地面气象观测项目

观测项目即观测的气象要素。地面气象观测项目有云、水平能见度、天气现象、气压、气温、湿度、风向、风速、降水、日照、蒸发、地面(含草面)温度、浅层和深层地温、雪深、雪压、冻土、电线积冰、辐射、地面状态等。不同类型的地面观测站,有不同的观测任务和观测项目。

三类常规地面观测站开展的观测项目有:

(1) 各观测站均需观测的项目:云、水平能见度、天气现象、气压、气温、空气湿度、风向、风速、降水、日照、蒸发、地面(含草面)温度、雪深;

(2) 根据需要还可以增加观测的项目:浅层和深层地温、冻土、电线积冰、辐射、地面状态、雪压等。

特殊项目观测是为一定的科研任务或某一专业的气象要求而进行的观测,如农业气象观测、大气污染观测、航空气象观测、小气候观测等。

1.4.4 地面气象观测对观测数据的要求

地面的气象要素存在着空间分布的不均匀性和随时间变化的脉动性,因此,地面气象记录(观测数据)必须具有:

(1) 代表性

气象观测的代表性是指气象观测所获取的资料要代表一定空间范围内和一段时间内气象要素的平均情况。它包括空间代表性和时间代表性,即需要体现一定区域的空间平均和一段时间内的平均。空间范围的大小和时间的长短是根据观测目标 and 需求决定的。

气象观测的空间代表性的要求体现在观测站网的布局、选址、环境等方面;时间代表性的要求体现在采样时间、间隔、数据处理方法等方面。为此,必须注意站址的选择、观测场地的标准化和仪器的合理安置。

一般而言,站址应选在能较好反映本地大气本性的地方,因而观测场四周须空旷平坦,要尽可能避开山、水、丛林、工矿、高大建筑物等,也不要选在工业城市最多风向的下风方。当然,在某些必要设站之地,如高山、海岛等,可不受这种限制。

观测场的标准尺寸为 $25\text{m} \times 25\text{m}$,场的四边最好与东西南北相一致,也就是观测场方向要正。场内和各种仪器均按一定规则安置。如果确因条件限制,也可选用 $16\text{m} \times 20\text{m}$ 的观测场。对自动气象站观测场尺寸的要求可更宽一些,一般不小于 $6\text{m} \times 9\text{m}$,其传感器也大多安装在气象支柱上或环绕其四周安装。

(2) 准确性

气象观测的准确性是指观测记录真实地反映实际气象状况。

作为现代气象观测,所进行的测量是定量化测量,准确是基本要求。世界气象组织(WMO)对气象观测系统所需要的准确度和业务上可实际达到的准确度有要求。国家和行业气象观测标准也规定了气象观测的准确度要求,这些都是对气象观测业务的基本要求。但是对气象测量而言,准确只是定性的概念,因为所谓准确是指测量结果与被测对象的真值一致。而在大气中,气象要素永远处于不断变化的过程中,真值是无法确定的,准确也就是相对的,只能争取使测量结果无限地逼近大气的真值。

影响观测准确性的因素很多,观测仪器的性能是最关键的。准确度是气象仪器的基本性能参数,决定着仪器可以测量到的准确度的限度。在业务实践中,气象仪器的准确度并不一定就是实际观测的准确度,还必须对仪器进行正确的使用和操作,才能保证实现符合要求的观测准确度,否则也会因为各种外部的或人为的误差,使观测准确度降低。

确定仪器准确度的方法主要是由具有专业计量资质的单位对仪器进行严格的计量检定。但仪器在使用过程中能否保持其性能不变仍然是一个很实际的问题,不仅仪器自身存在性能变化的可能,恶劣的环境条件也会损害仪器性能,所以,经常性的维护是

非常重要的,并且必须进行周期性的严格的实验室计量检定,也需要定期进行现场检定,以保证仪器始终具有符合要求的准确度。

(3) 比较性

气象观测的比较性是指不同地方的气象观测站在同一时间观测的同一气象要素值,或同一个气象站在不同时间观测的同一气象要素值可以进行相互比较,从而能分别表示出气象要素的地区分布特征和随时间的变化特点。

比较性包括空间上的可比较性和时间上的可比较性,是对气象预报和服务业务非常重要的基本要求。

对于每一个气象站,今天的观测资料与上一天同一时间观测的资料必须是可比较的,与上个月、上一年观测的资料也是可比较的,直至使自建站以来所有的资料都是可比较的。这就是时间上的可比较性。

比较性要求资料记录是系统的,观测仪器是统一类型的。这样,本站不同时期的资料以及各站同一时间的资料才能相互比较。同时各站采取统一步调,即在规定的时间内同步地进行观测。国际上规定一天四次,即世界标准时 00 时、06 时、12 时、18 时,换算成北京时就是 08 时、14 时、20 时、02 时。

1.4.5 地面专业气象观测网

除气象部门以外,军队、民航、农垦、林业、水利等部门都有自己的专业气象观测站,按照各自行业的需要进行观测,组成了很多用途各异的地面专业气象观测网。

(1) 天气雷达网

天气雷达是地基遥感的主要探测设备,气象部门建设的新一代多普勒雷达和原有的数字化雷达组成的天气雷达网是地基遥感观测的主要组成部分。

(2) 雷电定位系统

目前有上百个地闪定位测站,主要由气象、电力、电信、民航、军队等部门建设和使用,用于对流性灾害天气过程的观测、人工影响作业指挥、雷电防护等方面。

(3) 大气成分观测网

气象部门的大气成分观测网包括大气本底观象台、区域大气本底观测站、沙尘暴观测站、酸雨观测站、臭氧观测站等。

(4) 生态系统观测网

中国生态系统观测网包括农业生态站、森林生态站、草地生态站、湖泊生态站、海洋生态站、荒漠生态站、沼泽生态站等;农林部门有森林生态系统观测站和数百个农业气象观测站;中国科学院有“中国生态系统研究网络”所属的生态试验站。

(5) 中国水文观测网

水利部门建设,包括收集河流、湖泊、水库等水体的各项水文要素的水文站以及雨量站、蒸发站、泥沙站、水质站、地下水观测井等。

(6) 环境观测网

环境观测网主要有环境质量、地面水观测、大气观测、酸雨观测、噪声观测、城市空气

自动观测系统等。

(7) 海洋观测系统

海洋部门建设,由海洋观测站、志愿观测船、浮标观测、海洋调查船、全国海洋验潮网、海岸测冰雷达、“中国海监”飞机等组成。

1.5 自动气象站

1.5.1 定义

世界气象组织(WMO)的气象仪器与观测方法委员会(CIMO)在《气象仪器与观测方法指南》中定义自动气象站为:能够自动进行观测和数据传输的气象站,由硬件和软件系统组成。硬件系统包括传感器、采集器、通讯接口、电源、计算机等。软件系统由采集软件和业务应用软件组成。传感器感应气象要素变化,输出电信号到数据采集器,进行数据处理、存储并发送至中心站。将自动气象站与中心站联接形成自动气象站网,可实现区域气象联网监测。自动气象站(automatic weather station, AWS)也称为自动气象测量系统(automated weather observing system, AWOS)和自动地面测量系统(automated surface observing system, ASOS)。通常将自动气象站简称为 AWS。

1.5.2 我国自动气象站发展历史

我国自动气象站的研制始于1964年,由当时的中央气象局提出。在当时的四机部(后改为电子工业部)的全力支持下,1965年研制出电子管式的无人自动气象站,并于当年年底在全国新仪器仪表展览会的综合馆(重大项目馆)展出,此后在青海试验。这台自动气象站可测量气压(膜盒)、温度(双金属片)、湿度(毛发)、风向(八方位)、风速(测速电机)、雨量(翻斗)六要素,使用 π 型天线、莫尔斯电码,短波传输。

20世纪70年代,江苏省无线电科学研究所又研制出晶体管式自动气象站,并获全国科学大会奖。70年代末,有五台自动气象站在青海日月山、扎陵湖等地进行业务试用试验,这是我国第一批正式进行业务试验的自动气象站,试验工作至1985年结束。

80年代,改革开放给自动气象站的发展带来生机,国外技术开始进入我国。这时期的代表作是中尺度自动气象站。

“七五”期间,为配合京津冀、长江中上游、长江三角洲、珠江三角洲四个中尺度基地的建设,由中国气象科学研究院、上海无线电二十三厂、广东省气象局、中山大学、江苏省无线电科学研究所、上海市气象局等单位先后研制了中尺度用自动气象站。在中尺度自动气象站中,使用了微控制器和[嵌入式]操作系统,计算机技术在自动气象站中的应用使自动气象站的技术有了质的飞跃。而中小尺度天气观测网开创了自动气象站联网试验的先例。

1986年,中国气象科学研究院大气探测技术研究所引进5台DCP系统为契机,在消化吸收国外技术的基础上,研制出国产DCP系统,并投入业务试用试验,取得了较好的效果。