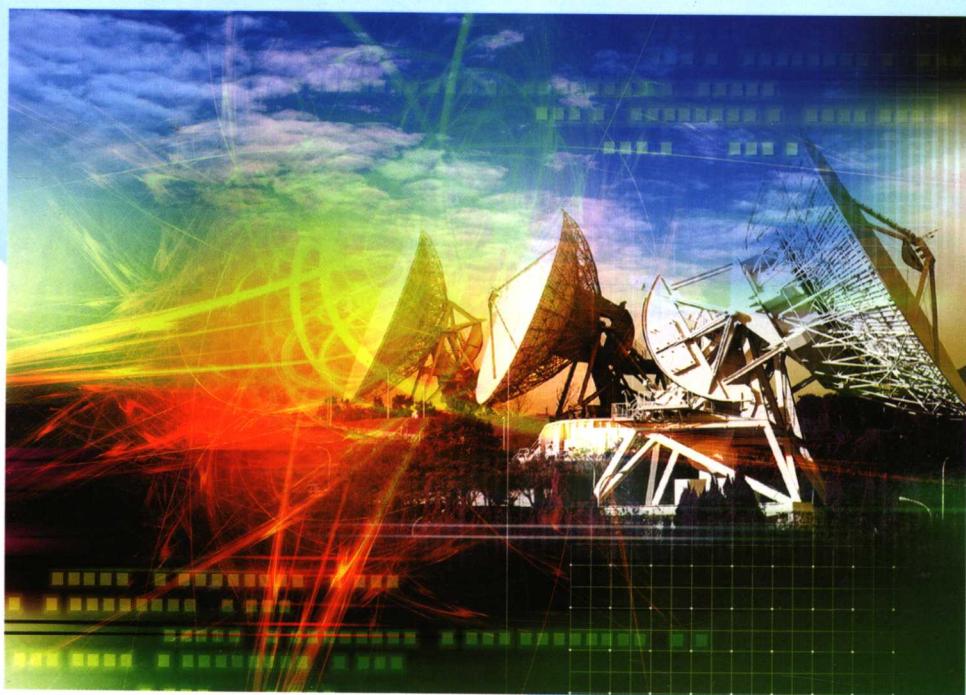




气象学实验教程

QI XIANGXUE SHIYAN JIAOCHENG

● 段文标 汪永英 主编



东北林业大学出版社

气象学实验教程

段文标 汪永英 主编

东北林业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

气象学实验教程/段文标, 汪永英主编. —哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2006.4
ISBN 7-81076-859-X

I. 气… II. ①段… ②汪… III. 气象学—实验—教材 IV. P4-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 040693 号

责任编辑: 姜俊清

封面设计: 彭 宇



NEFUP

气象学实验教程

Qixiangxue Shiyān Jiāochéng

段文标 汪永英 主编

东北林业大学出版社出版发行

(哈尔滨市和兴路 26 号)

东北林业大学印刷厂印装

开本 787 × 1092 1/16 印张 14.75 字数 330 千字

2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—1 000 册

ISBN 7-81076-859-X

P·2 定价: 25.00 元

前 言

《气象学实验教程》是为高等林业院校环境科学专业、林学专业、园林专业和森林资源保护与游憩专业本专科生编写的实验教材。气象学实验是气象学教学过程中最重要的环节之一，旨在培养学生实际动手进行观测、分析、统计、考察和判别能力。它是紧密结合理论和实践，补充和巩固课堂讲授内容，借助气象学仪器和设备，提高学生实验操作技能的必要手段。通过实验教学，学生需要掌握常规气象仪器的原理、构造、使用 and 保养方法；熟练应用气象仪器进行室内外观测，并对观测数据进行统计、整理、分析和解释，了解天气和气候的变化规律以及天气与气候变化对未来人类生存环境的影响。使学生真正具备运用气象学理论知识解决各专业面临的实际问题，充分发挥学生的主观能动性和创造性，全面提高学生的综合素质和创新能力。

《气象学实验教程》共包括 14 章内容，第 1 章至第 10 章主要介绍了地面气象观测场的建立，主要气象要素如辐射、温度、湿度、气压、风、降水、蒸发、云、能见度和天气现象等测量仪器的原理、构造、安装、观测步骤与使用方法以及维护等，并在每章后面附有实验目的、实验仪器、实验内容、实验用品与实验材料以及实验作业或思考题；第 11 章至第 14 章扼要介绍了天气图分析、气候资料的统计与整理、地面气象资料的处理和报表编制的目的、内容、方法步骤、注意事项以及 Vantage Pro 和 HOBO 自动气象站的原理、主要功能、构造、工作程序、安装步骤、数据采集器及其软件的使用和野外观测实例。其中第 2、3、5、6、7 章由段文标编写，第 14 章第 1 节由段文标、刘少冲、黑龙江省环境科学研究院张颖以及硕士研究生李岩共同编写，第 2 节由段文标和硕士研究生李岩共同编写，第 1、4、8、9、10、11、12、13 章由汪永英编写。实验一至实验七由段文标编写，实验八和全书的思考题由汪永英编写。

在本书的编写、评审和出版过程中，得到了林学院领导、评审专家和校出版社的精心指导和大力支持，在此一并表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中如有疏漏和不妥之处，热切盼望广大读者批评指正，以便再版时修改。

段文标 汪永英

2005 年 10 月于哈尔滨

目 录

1 地面气象观测场的建立	(1)
1.1 地面气象观测场建立的要求	(1)
1.2 观测场内仪器的布置及观测	(3)
2 太阳辐射、日照时数和照度的观测	(11)
2.1 太阳辐射的测量	(11)
2.2 日照时数的测定	(19)
2.3 照度的测定	(22)
2.4 自动辐射站简介	(25)
实验一 太阳辐射和日照时数的观测	(38)
附表1 太阳倾角表	(42)
附表2 日期订正表	(43)
附表3 订正数 $k + d\lambda + dt$	(44)
附表4 时差表	(45)
附表5 时角查算表(按照 $\cos t$ 求时间表)	(46)
3 空气温度的观测	(47)
3.1 百叶箱	(47)
3.2 各种测温仪器的介绍	(48)
实验二 空气温度的观测	(58)
4 土壤温度的观测	(60)
4.1 地面和曲管地温表	(60)
4.2 直管地温表	(62)
4.3 冻土的观测	(64)
实验三 土壤温度的观测	(66)
5 空气湿度和土壤湿度的观测	(68)
5.1 干湿球温度表	(68)
5.2 通风干湿表	(69)
5.3 空气湿度的查算	(70)
5.4 毛发湿度表	(73)
5.5 毛发湿度计	(78)
5.6 土壤湿度的测定	(79)
实验四 空气湿度和土壤湿度的观测	(82)
6 气压的观测	(85)
6.1 水银气压表	(85)

6.2	空盒气压表	(90)
6.3	自记气压计	(91)
	实验五 气压的测定	(93)
7	风的观测	(95)
7.1	风的基本知识	(95)
7.2	风的测定	(96)
	实验六 风的测定	(104)
8	降水和蒸发的观测	(106)
8.1	降水与蒸发的基础知识	(106)
8.2	降水的观测	(108)
8.3	蒸发量的测定	(114)
	实验七 降水与蒸发的测定	(119)
9	云的观测	(121)
9.1	云的分类及特征	(121)
9.2	云状、云量、云高的观测与记录	(126)
10	能见度和天气现象的观测	(132)
10.1	能见度的观测	(132)
10.2	天气现象的观测	(136)
11	天气图分析	(145)
11.1	天气图的一般知识	(145)
11.2	天气图分析	(150)
	实验八 天气图分析	(158)
12	气候资料的统计与整理	(159)
12.1	基本的气候指标	(159)
12.2	气候资料的整理	(166)
13	地面气象资料的处理和报表编制	(176)
13.1	月地面气象资料的处理和报表编制	(176)
13.2	年地面气象资料的处理和报表编制	(187)
14	自动气象站简介	(196)
14.1	Vantage Pro 自动气象站	(196)
14.2	HOBO 自动气象站	(211)
	参考文献	(227)

1 地面气象观测场的建立

气象观测是气象业务工作的基础。根据观测项目的不同,气象观测分为地面气象观测、高空探测和专业气象观测三类。地面气象观测是气象观测的重要组成部分,它是用气象仪器对近地面层的物理现象及其变化过程,进行系统的、连续的观察和测定,用肉眼对大气的一些现象,如云、光、电等进行观测,为天气预报、气象情报、气候分析、科学研究和气象服务提供气象情报和积累基本资料以服务于生产和国防。

地面气象观测是每个气象站的基本工作任务之一,必须严肃、认真、负责地做好。地面气象观测的项目有太阳辐射、气压、气温、湿度、风向、风速、降水、积雪、蒸发、云、天气现象、能见度、日照、地温、冻土等。这些项目称为气象要素。

由于近地面层的气象要素存在着空间分布的不均匀性和时间变化上的脉动性,天气预报和气候分析往往需要广大地区乃至全球的气象资料。这些气象资料是从分散的气象台站网取得的,使用时又是集中起来进行比较分析,这就要求各站的记录不仅要准确,而且基本代表一个地区的气象情况,还要能够相互之间进行比较。因此地面气象观测获取的资料必须具有代表性、准确性、比较性。

代表性——观测记录不仅要反映测点的气象状况,而且要反映测点周围一定范围内的平均气象状况。地面气象观测在选择站址和仪器性能、确定仪器安装位置时,要充分满足观测记录的代表性要求。

准确性——观测记录要真实地反映实际气象状况。地面气象观测使用的气象观测仪器性能和制定的观测方法要充分满足地面气象观测规范规定的准确度要求。

比较性——不同地方的气象台站在同一时间观测的同一气象要素值,或同一个气象台站在不同时间观测的同一气象要素值能进行比较,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。地面气象观测在观测时间、观测仪器、观测方法和数据处理等方面要保持高度统一。

同时,气象要素是随时间不断变化的,它的变化只有通过对大气的连续观测,并进行天气学分析才能了解。因此气象观测必须保持连续性,不能中断或短缺。连续观测记录的年代愈长,对预报业务和科研工作价值愈大。

1.1 地面气象观测场建立的要求

1.1.1 观测场环境条件要求

地面气象观测的主要项目都是在观测场内通过各种仪器进行的,观测场地的选择是否适宜,对观测资料的代表性、准确性和比较性影响极大。观测场地的选择,关键在于站址的选择。气象站站址的选择必须符合观测技术上的要求,同时也应考虑服务和生活

的方便。

(1) 观测场是取得地面气象资料的主要场所，地点应设在能较好地反映本地较大范围的气象要素特点的地方，避免局部地形的影响。

除某些根据特殊需要而建立的专业台站外，一般要求观测场四周必须平坦空旷，避免建在陡坡、洼地或邻近有丛林、铁路、公路、工矿、烟囱、高大建筑物的地方。避开地方性雾、烟等大气污染严重的地方。观测场四周障碍物的影子应不会投射到日照和辐射观测仪器的受光面上，在日出日落方向障碍物的高度角不超过 5° ，附近没有反射阳光强的物体。因为在复杂地形影响下，风、云、温度、湿度等要素均有显著差异，不能真实反映这个地区自由大气的实际变化情况；树林对辐射、温度、湿度、降水，特别是风（据实验，空旷地带的风在越过 20 m 高的树林时，风速可减小二成）都有显著影响；建筑物密集的城镇，由于建筑物吸热和散热都较快，人类活动频繁，使得城镇温度比农村偏高，湿度较农村偏低，同时建筑群会影响空气的运行，既能减低风速，也能改变风向。此外，城镇空气固体悬浮物多，能削弱太阳辐射，使能见度下降，这对日射和日照观测均会造成影响。

(2) 在城市或工矿区，观测场应选择在城市或工矿区最经常出现风向的上风方。

因为如果台站设在工业城市最多风向下风方，经常受吹来烟尘的影响，肯定将影响观测资料的代表性。

(3) 观测场边缘与四周孤立障碍物的距离应至少是该障碍物高度的 3 倍以上，距成排障碍物高度 10 倍以上，距离较大水体（水库、湖泊、河流、海洋）的最高水位线的水平距离应在 100 m 以上。为保证气流畅通，观测场四周 10 m 范围内不能种植高秆作物，以保证气流畅通。

如果观测场距离障碍物的距离是其高度的 3 倍，将有 3/10 的天空被遮蔽，即使观测场周围这样的障碍物只占 1/3，也将有 1/10 的天空被遮蔽。这显然不合乎视野开阔的要求。据实验，在障碍物与观测场的距离是其高度的 4~6 倍的方向上，风向频率较其他方向减小 2%~6%，风速平均偏小 0.5~1.0 m/s，在有 6 级以上大风时，甚至可能偏小 4~5 m/s，气温平均略偏离 0.5℃。

(4) 各级气象部门应注意保护气象站的观测环境。观测场的周围环境应符合《中华人民共和国气象法》和国务院颁布的有关气象观测环境保护法规和规定的要求。

(5) 无人值守气象站和机动气象观测站，由于客观环境条件限制或设站目的不同，观测场地的选择可参照上述要求灵活掌握。

如果有些地区很难找到完全合乎上述要求的地点，应尽可能建立在对当地地形、地貌最有代表性的地方。例如，在相对高度相差不大的浅山区和丘陵区，站址选在较平坦的山顶，比在山谷、山坡上要好一些；再如，戈壁沙漠、草原、森林等地形、地貌单一的地区，就应选择能反映当地下垫面自然状况的地方，否则反而没有代表性了。

1.1.2 观测场地的规格要求

地面气象观测场地不宜过小，否则场内安置的仪器，难以保持一定的间隔，容易彼此遮挡，影响通风。

(1) 观测场一般为与周围大部分地区的自然地理条件相同的 25 m^2 的平整场地；确因条件限制，也可取 16 m （东西向） $\times 20 \text{ m}$ （南北向），高山站、海岛站、无人站不受此限；需要安装辐射仪器的台站，可将观测场南边缘向南扩展 10 m 。学校气象园则可以根据观测仪器和观测项目多少确定场地大小。

(2) 要测定观测场的经纬度（精确到分）和海拔高度（精确到 0.1 m ），其数据刻在石桩上，埋设在观测场内的适当位置。

(3) 为了保护场地和仪器设备，观测场四周一般设置约 1.2 m 高的通风铁丝网或木、竹围栏，围栏所用材料不宜反光太强，围栏上不得生长蔓生植物或晾晒衣物以保持气流畅通。围栏的北面正中开一小门，以便出入。

(4) 观测场地要求平整，不应有洞穴、坑洼、凸起的地方，否则仪器安置不易达到水平的要求。保持有均匀草层（不长草的地区例外），草高不能超过 20 cm 。需要对草层经常进行养护，不能对观测记录造成影响。场内不准种植作物。

(5) 为保持观测场地自然状态，场内铺设 $0.3 \sim 0.5 \text{ m}$ 宽的小路（不用沥青铺面），以利于保护草层，保持场内整洁，方便行走，小路不宜过宽，也不宜过多，以免影响场内自然状况。有积雪时，除小路上的积雪可以清除外，应保护场地积雪的自然状态。

(6) 根据场内仪器布设位置和线缆铺设需要，在小路下修建电缆沟或埋设电缆管，用以铺设仪器设备线缆和电源电缆。电缆沟（管）应做到防水、防鼠，并便于铺设和维护。

(7) 观测场的防雷必须符合《气象台（站）防雷技术规范》（QX4—2000）的要求。

1.2 观测场内仪器的布置及观测

1.2.1 观测场内仪器的布置

观测场内仪器的布置应当保持一定距离，要注意互不影响，便于观测操作。具体要求如下：

(1) 高的仪器安置在北边，低的仪器安置在南边；北高南低，东西成行；靠近小路，便于工作。

为了保持场地通风良好和仪器之间互不影响，每件仪器之间要保持一定的距离。为了使仪器受阳光照射而形成的影子不遮蔽其他仪器，要把高的仪器安在北面，低的仪器安在南面，东西成行，南北向相互交错。为了便于气象员观测时能迅速从北面接近仪器，仪器均应安置在小路南面，观测次数多的仪器，尽量接近中间小路。 $(25 \times 25) \text{ m}^2$ 观测场内仪器布置如图 1-1 所示。

由于地面受太阳辐射直接作用的结果，从地面到离地 1.5 m 高这个范围内温度梯度是很大的，而且随地表性质和天气条件不同而变化，其变化幅度也很大，白天地表受热强烈增温，夜间辐射冷却强烈降温，水汽至地面向上递减也很快，一般情况下，地面附近相对湿度会比 1.5 m 高处大 $5\% \sim 15\%$ 。这种温度和湿度的急剧变化所能达到的高度一般在 1.5 m 左右，在此以上气温有规律地随高度而递减，所以一般认为这是贴地层小

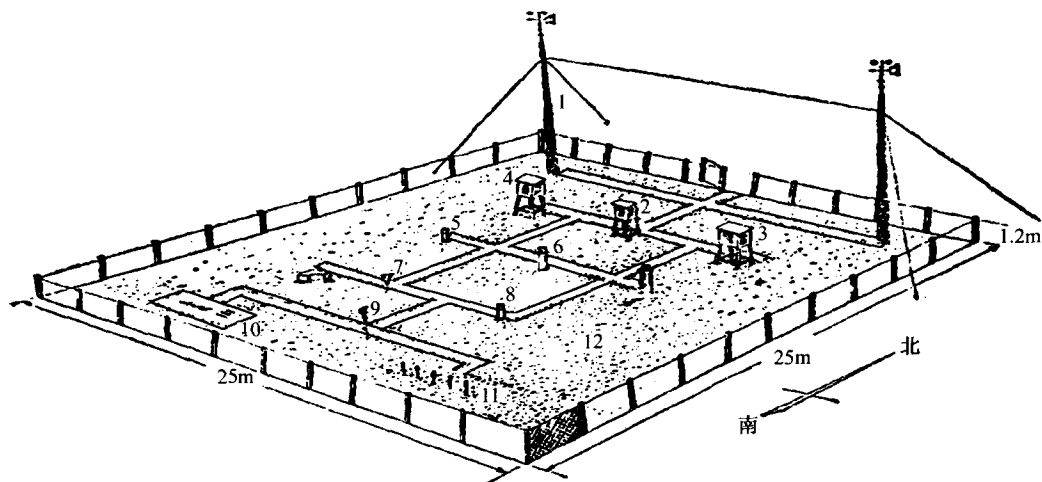


图 1-1 观测场仪器布置参考图

1. 电接风向风速仪; 2. 小百叶箱; 3、4. 大百叶箱; 5. 备用百叶箱; 6. 雨量计; 7. 蒸发器
8. 雨量筒; 9. 日照计; 10. 地面及浅层地温表; 11. 冻土器深层地温表; 12. 草坪

气候与一般气候分界的高度, 在此以上所测得的温度、湿度是接近大气的真实温度和湿度的, 因此, 百叶箱内温度表安置的高度规定为 1.5 m。

雨量器要安置在适当的高度上。如果安置太低, 降至地面的雨滴容易溅入器内, 在冬季有积雪时, 风也容易从地面把雪吹入雨量器内, 使记录不准; 如果安置过高, 不仅观测不便, 而且由于较大的乱流混合作用, 形成涡旋, 影响雨雪降落, 甚至将已降入雨量器的雪片吹走, 使测得的记录失真。所以雨量器的安置高度规定为 70 cm。

贴近地面层的风由于受地面、地面障碍物以及因障碍物引起的乱流混合作用的影响, 对自由大气来说几乎没有什么代表性, 因此, 测风仪器要安置在距地面 10 m 以上处。

(2) 各仪器设施东西排列成行, 南北布设成列, 相互间东西间隔不小于 4 m, 南北间隔不小于 3 m, 仪器距观测场边缘护栏不小于 3 m。

(3) 观测场围栏的门一般开在北边, 仪器设备紧靠东西向小路南侧安设, 观测员应从北面接近观测仪器。

(4) 辐射观测仪器一般安装在观测场南边, 观测仪器感应面不能受任何障碍物影响。因条件限制不能安装在观测场内时, 总辐射、直接辐射、散射辐射以及日照观测仪器可安装在天空条件符合要求的屋顶平台上, 反射辐射和净全辐射观测仪器安装在符合条件的有代表性下垫面的地方。

(5) 观测场内仪器的布置可参考图 1-1, 仪器设备安装和维护、检查按表 1-1 的要求进行。

(6) 北回归线以南的地面气象观测站观测场内设施的布置要考虑太阳位置的变化进行灵活掌握, 使观测员的观测活动尽量保证记录的代表性和准确性。

表 1-1 观测场内仪器安置要求及允许误差范围

仪 器	要求与允许误差范围		基准部位
	要 求	允许误差范围	
百叶箱通风干湿表	高度 1.5 m	± 5 cm	感应部分中心
干湿球温度表	高度 1.5 m	± 5 cm	感应部分中心
最高温度表	高度 1.53 m	± 5 cm	感应部分中心
最低温度表	高度 1.52 m	± 5 cm	感应部分中心
温度计	高度 1.5 m	± 5 cm	感应部分中心
雨量器	高度 70 cm	± 3 cm	口缘
虹吸雨量计	仪器自身高度		
遥测雨量计	仪器自身高度		
小型蒸发器	高度 70 cm	± 3 cm	口缘
E-601 型蒸发器	高度 30 cm	± 1 cm	口缘
地面温度表, 地面最高、最低温度表	感应部分和表身埋入土中一半		
曲管地温表	深度 5、10、15、20 cm 倾斜角 45°	± 1 cm $\pm 5^\circ$	感应部分中心 表身与地面
直管地温表	深度 40 cm、80 cm 深度 160 cm 深度 320 cm	± 3 cm ± 5 cm ± 10 cm	感应部分中心
冻土器	深度 50 ~ 350 cm	± 3 cm	内筒零线
日照计	高度以便于操作为准, 纬度以本站纬度为准, 方位正北	纬度: $\pm 0.5^\circ$ 方位: $\pm 5^\circ$	底座南北线
风速器	安在观测场内高度 10 ~ 20 m		风杯中心
风向器	方位正南	$\pm 5^\circ$	方位指南杆
积冰架	上导线高 220 cm	± 5 cm	导线水平线
水银气压表 (定槽)	高度以便于操作为准		水银槽盒中线
水银气压表 (动槽)	高度以便于操作为准		象牙针尖
气压计	高度以便于操作为准		
日射仪器	高度 1.5 m		感应面

1.2.2 地面观测场南北线的确定

地面气象观测站、哨, 在选择站、哨地址, 安装场内仪器以及以后检查仪器等, 要求必须正南正北, 即沿当地子午线的方向安置。因此, 要进行方位测定。测定方位的方法很多, 下面介绍几种测定方位的方法。

1.2.2.1 罗盘定位法

用罗盘仪测定子午线,需要进行磁偏差订正。偏东加,偏西减。优点是方便,但误差较大。

1.2.2.2 太阳高度定位法

选晴天的上午,在空旷地上垂直地竖立一根2 m左右的直杆(图1-2)。立杆以后,在杆的西部可看到杆的影子。这时杆在地面上的竖立点,即A点,在10:00左右,以杆所在位置A点为圆心,以杆在地面的影子为半径,画半圆弧,并在当时杆影的顶端与圆弧相交的地方做一个标记B(即影子长半径线接触点)。到14:00前在直杆外等候,等到下午直杆的影子由短增长到刚好杆影顶端与圆弧又一次相交时,再做一标记C。联结B、C两点成一直线;再从木杆所在位置A向BC做垂直线,平分BC,得点D,连接AD并延长之,即为所求之本站子午线。木杆所在一方为南,另一方为北。根据这条南北线,就可确定仪器的安置方位。

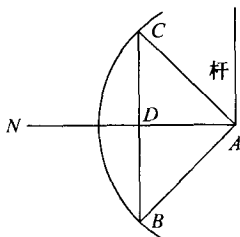


图1-2 太阳定位法

此外,还有北极星法测定南北方向,这里从略。

1.2.3 地面气象观测项目与观测程序

1.2.3.1 观测分类

地面气象观测台、站按承担的观测业务属性和作用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,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。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。

气象站是气象网的基层单位。气象站的布局必须分散在各地从平原到山区,从高山到沿海,从沙漠到海岛,有些人烟稀少的极其偏僻的地区,为了取得气象资料也要建立气象站。建立气象站的工作,除规划气象站网的布局外,还包括观测场地的选择,观测场内仪器的布置,规定观测的时间和观测次数,以及观测、发报、记录报表等。

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。

气象辐射观测一级站——进行总辐射、散射辐射、太阳直接辐射、反射辐射和净全辐射观测的辐射观测站。

气象辐射观测二级站——进行总辐射、净全辐射观测的辐射观测站。

气象辐射观测三级站——只进行总辐射观测的辐射观测站。

1.2.3.2 观测项目

按国务院气象主管机构规定的方法和要求开展的观测项目有：

(1) 各台站均须观测的项目：云、能见度、天气现象、气压、空气的温度和湿度、风向和风速、降水、日照、蒸发、地面温度、雪深；

(2) 由国务院气象主管机构指定台站观测的项目：浅层和深层地温、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，根据服务需要在国家指定台站以外进行国家指定台站观测的项目。

各定时观测项目分别见表 1-2、表 1-3、表 1-4。

表 1-2 定时自动观测项目表

时间	北 京 时		地 平 时	
	每 小 时	20 :00	每 小 时	20 :00
观 测 项 目	气压、气温、湿度、风向、风速、地温及其极值和出现时间、降水总量、时蒸发量	日蒸发量	辐射时曝辐量、辐射辐照度及其极值、出现时间	辐射日曝辐量、辐射日最大辐照度及出现时间

表 1-3 定时人工观测项目表

时间	北 京 时				真太阳时
	02 :00、08 :00、 14 :00、20 :00	08 :00	14 :00	20 :00	日落后
观 测 项 目	云、能见度、气压、气温、湿度、风向、风速、0~40 cm 地温	降水量、冻土、雪深、雪压、换降水自记纸	80~320 cm 地温、地面状态、换气压、温、湿自记纸	降水量、蒸发、最高、最低气温、最高、最低地面温度并调整	日照总时数、换日照纸

说明：基准站实现自动观测后，按表 1-4 进行人工观测。天气现象连续观测。

表 1-4 基准站人工观测项目

时间	北 京 时					真太阳时
	每小时	02 :00、08 :00、 14 :00、20 :00	08 :00	14 :00	20 :00	日落后
观 测 项 目	云、能见度、气压、气温、湿度、风向、风速	0~40 cm 地温	降水量、冻土、雪深、雪压	80~320 cm 地温、地面状态 (13 :00 换风向风速自记纸)	降水量、蒸发、最高、最低气温、最高、最低地面温度	日照总时数

说明：天气现象连续观测。

省、地、县级气象主管机构自行规定的方法和要求开展的观测项目由省、地、县级气象主管机构根据需要自定。

1.2.3.3 观测程序

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。地面气象观测的基本项目有云状云量、天气现象、能见度、气压、空气温度、空气湿度、风向风速、蒸发、日照、地温等。其中前三项为人工目测项目,其余的为人工器测项目。为农业生产服务的气象哨,可只观测与农业生产有关的气象要素。

(1) 自动观测方式观测程序

①每日日出后和日落前巡视观测场和仪器设备,具体时间,各站自定,但站内必须统一;

②正点前约 10 min 查看显示的自动观测实时数据是否正常;

③0:00 min, 进行正点数据采样;

④0:00~01 min, 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地面气象观测规范第二十三章的规定处理;

⑤0:01~03 min, 向微机内录入人工观测数据;

⑥按照各类气象报告的时效要求完成各种定时天气报告和观测数据文件的发送。

(2) 人工观测方式观测程序

①一般应在正点前 30 min 左右巡视观测场和仪器设备,尤其注意湿球温度表球部的湿润状况和冬季湿球溶冰等准备工作;

②45~60 min 观测云、能见度、空气温度和湿度、降水、风向和风速、气压、地温、雪深等发报项目,连续观测天气现象;

③雪压、冻土、蒸发、地面状态等项目的观测可在 40 min 至正点后 10 min 内进行;

④日照在日落后换纸,换其他自记纸的时间由省级气象主管机构自定;

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观测程序的具体安排,台站可根据观测项目的多少和观测时的天气状况确定,但气压观测时间应尽量接近正点,全站的观测程序必须统一,并且尽量少变动。

1.2.3.4 观测种类

地面气象观测工作的基本任务是观测、发报和编制报表。从观测的目的出发,地面观测的种类大致可分为气候观测(定时观测)、天气观测、航空天气观测和危险天气观测等几类。地面观测分为定时观测和不定时观测两类。定时观测包括定时气候观测和定时天气观测两种。

(1) 定时观测

定时观测包括定时气候观测和定时天气观测两种。定时气候观测是台站的基本观测,观测的目的是积累资料,了解某地的气候情况,为预报提供实况。一般说一天内观测次数越多,越能反映出一地的气候要素变化情况,但为了节约人力、物力,可以在一天中选几个适当的时间进行观测。统计结果表明,每日选适当时间观测 4 次与观测 24 次的日平均值非常接近,所以确定每天进行 4 次气候观测,基本能满足要求。国家基本站每天进行 02:00、08:00、14:00、20:00 四次定时观测,昼夜值班;国家一般站由省、

市、自治区气象局确定,每天进行02:00、08:00、14:00、20:00 4次或08:00、14:00、20:00 3次定时观测,昼夜值班或白天值班。气象要素的观测以北京时间20时为日界;日照以日落为日界。

为了获得各气象要素的连续变化和极值,气象站还配有各种自记仪器,连续记录各种气象要素的变化,经过和实测值订正,便能在自记记录上得到任意时间的气象要素值和一天中出现的极值。这样,就可以弥补不定时气候观测的不足。

定时天气观测主要是为了编发天气报告(电报编码按统一规定编成),满足天气预报进行天气分析的需要而进行的气象观测。由于天气分析预报,必须了解全球各地同一瞬间的气象要素情况,因此,要求全球台站按同一时间进行天气观测。

天气系统的移动和变化是相当快的。为了比较全面地掌握大气系统发生、发展和消亡情况,观测次数不能太少。一般应隔3~6h观测一次,基本可以满足要求。目前全球以世界标准时0:00、6:00、12:00、18:00进行基本绘图天气观测,换为北京时是08:00、14:00、20:00、2:00四次。在两次绘图天气观测之间,进行一次补助绘图天气观测,即北京时5:00、11:00、17:00、23:00 4次。担负天气观测的气象站,叫国家基本发报站。

(2) 不定时观测

此外,有些台站根据上级指示和服务单位的需要,进行一些定时或不定时的观测。如航空大气观测、危险天气观测和预约天气观测等。这些观测的次数、项目和时间视需要单位的具体要求而定。

为了使观测记录有比较性,观测程序要尽可能统一。基本原则是短时间变化不大的要素,如目测项目可先观测。温、湿、压等要素尽可能接近正点观测。发报台站对天气现象的观测必须固定在43~46min进行,气压观测必须固定在56~58min进行。

气象要素均以北京时20:00为日界(即从昨天20:00至今天20:00为一天),自记记录则以北京时24:00为日界。

学校气象园的观测项目,可根据具体情况自己拟定。为了不影响正常教学工作的进行,通常每天观测3次,即北京时间07:00、13:00、19:00。

1.2.3.5 观测场地、设备的维护

保护观测场地和周围环境,使之符合观测规范要求,是取得科学观测数据的重要保证。为此,观测采用的观测仪器要符合规范技术标准,检定合格,性能良好,安装准确。在使用中要定期进行检查、清洁和维护,发生故障要及时排除或更换。实际工作中具体应做好以下工作:

(1) 经常检查百叶箱、风向杆、围栏是否牢固并保持洁白,一般1~3年油漆一次。

(2) 要保持场内整洁,及时清理观测场内的树叶纸屑等杂物;清理下来的杂草及时运出观测场;有积雪时,除小路上的积雪可清除外,其他地方应保持场地积雪的自然状态。

(3) 严格执行仪器的操作规程,保证仪器正常运转,现用仪器发生故障应及时排除,保证仪器处于良好状态,超过检测期的仪器应及时撤换。

(4) 现用仪器设备每天小清洁一次,每月按规定检查、清洁、维护一次;大风、沙

尘暴、降雨（雪）以及其他有关天气之后要及时检查并清洁仪器。

1.2.4 观测的基本守则

(1) 观测员要具有强烈的责任心和树立高度的负责精神，坚守工作岗位，密切注意天气变化。

(2) 要严格按照规范的规定进行观测。严禁漏测、迟测和缺测，只能记载自己亲眼看到的数据和天气现象，禁止用任何估计或揣测的办法来代替实际观测。严禁伪造和随意涂改观测记录。

(3) 正确地安置和使用仪器，观测前应对仪器设备进行巡视，避免影响记录准确性的临时事故发生。经常进行仪器的清洁、维护工作。

(4) 注意保护观测场内的自然植被，对周围地形、地物、建筑物等环境条件的变化必须及时记录，以备日后考察。

(5) 观测结果应立即用黑色铅笔记入观测记录簿，记录须准确，字迹整洁清晰，要认真填写各种簿、表。

思考题

1. 说明地面气象观测的重要意义和特点，并组织观测小组，进行地面气象观测。
2. 简要说明观测场地的选择和场地内仪器安置的原则，在可能条件下参加一次观测场地选择和场内仪器安置的实践活动。
3. 进行一次测定某场地子午线的活动。
4. 设计一个学校气象园地的仪器布置图和观测记录表。
5. 观测场选址应该注意哪些问题？
6. 观测场内仪器应如何布置？
7. 地面气象观测主要包括哪些项目？
8. 地面气象观测的基本程序是什么？

2 太阳辐射、日照时数和照度的观测

2.1 太阳辐射的测量

气象站的辐射测量,包括太阳辐射与地球辐射两部分。

地球上的辐射能来源于太阳,太阳辐射能量的 99.9% 集中在 $0.2 \sim 10 \mu\text{m}$ 的波段,其中的波长短于 $0.4 \mu\text{m}$ 的称为紫外辐射, $0.4 \sim 0.76 \mu\text{m}$ 的称为可见光辐射,而长于 $0.76 \mu\text{m}$ 的称为红外辐射。此外,太阳光谱在 $0.29 \sim 3.0 \mu\text{m}$ 范围,称为短波辐射,目前气象站主要观测这部分太阳辐射。

太阳辐射以两种方式到达地面,一是以平行光的形式直接投射到地面上,称为太阳直接辐射;一是经过质点散射后,以散射光的形式投射到地面上,称为散射辐射;两者之和为到达地面的太阳总辐射。日照时数的观测是利用日照计测定太阳直接照射地面的时数。

太阳辐射是绿色植物通过光合作用制造有机物质的唯一能量来源,也是热量的主要来源。日照时数的长短对植物光周期现象有很大的影响。

2.1.1 辐射测量单位

(1) 辐照度 E (辐射通量密度)

在单位时间内,投射到单位面积上的辐射能,即观测到的瞬时值。单位为瓦·米⁻² ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$),取整数。在早期的气象文献中,常用的辐射通量密度单位为 $\text{cal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min})$ [卡/(厘米²·分)],两种单位之间的换算关系是 $1 \text{ cal}/(\text{cm}^2 \cdot \text{min}) = 697.8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。

(2) 曝辐量 H

指一段时间(如 1 d)辐照度的总量或称累计量。单位为兆焦耳·米⁻² ($\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$),取两位小数, $1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J} = 10^6 \text{ W} \cdot \text{s}$ 。

(3) 光照度

单位时间、单位面积上接受的光能,单位为 lx (勒克斯)。

2.1.2 辐射的测量

测量太阳辐射常用的仪器有:直接辐射表(测量到达地面的太阳辐射的辐射通量密度)、天空辐射表(又称总辐射表,测量水平面上的太阳总辐射、天空散射辐射和下垫面反射辐射的辐射通量密度)、净辐射表(测量天空向下与下垫面向上发射辐射通量密度之差值)、照度计(测量可见光的光照度)。

测定太阳辐射的仪器多属热电型,即利用黑体作为辐射感应器。把热电偶一端焊在金属片上,金属片上涂有对各种波长辐射都进行无选择性吸收的材料(如烟黑);另一