



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

农业气象实习指导

段若溪 姚渝丽 主编



气象出版社
China Meteorological Press

面向 21 世纪 课程教材
Textbook Series for 21st Century

农业气象实习指导

段若溪 姚渝丽 主编

气象出版社

China Meteorological Press

内 容 简 介

全书共八章,介绍了气象要素的观测,农业小气候的观测,气象资料的整理、统计、分析和应用,现代气象观测简介等内容。第二章到第七章后安排了一至多个实习内容,且在各章后面编写了复习思考题,在实习后面编写了实习作业,以期达到学生对气象学基础理论和基本实践技能的掌握。本教材突出对学生实际操作和观测技能的培养,同时也根据农业气象观测要求和技术科学发展的趋势,介绍农业小气候基本观测知识和介绍一些新仪器、新技术。使本教材内容既保证正规性、合理性、先进性,又具有一定的知识储备。学生今后无论在基层或科研部门工作,都能适应现代农业技术的需求,更好地开展工作。

图书在版编目(CIP)数据

农业气象实习指导/段若溪、姚渝丽主编. —北京:气象出版社,2002.10

ISBN 7-5029-3446-4

I 农… II. ①段… ②姚… III. 农业科学:气象学—高等学校—教材
IV. S16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 073286 号

Nongye Qixiang Shixi Zhidao

农业气象实习指导

段若溪 姚渝丽 主编

责任编辑:王元庆 终 审:汪勤模

封面设计:张建永 责任技编:刘祥玉 责任校对:张丽

出版发行: **气象出版社**

出版社地址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮政编码:100081

电 话:(010)68408046

传 真:(010)62176428

经 销:新华书店北京发行所

印 刷:新艺印刷厂

开 本:787mm×960mm 1/16

版 次:2002 年 10 月第 1 版

印 张:7.5

印 次:2002 年 10 月第 1 次印刷

字 数:150 千字

印 数:1~9000

定 价:9.00 元

版权所有 侵权必究

《农业气象实习指导》编写者

主 编 段若溪 姚渝丽

编 委 (按姓氏笔画排序)

王春华 王 健 田志会 白雅梅 李 京

陈志全 陈家豪 张连根 肖金香 杨书运

杨建松 段若溪 姚渝丽 战景仁

《农业气象实习指导》参编单位

(以单位笔画排序)

中 国 农 业 大 学	(段若溪)
云 南 农 业 大 学	(张连根)
东 北 农 业 大 学	(白雅梅)
北 京 农 学 院	(田志会)
华 中 农 业 大 学	(李 京)
江 西 农 业 大 学	(肖金香)
吉 林 农 业 大 学	(姚渝丽)
安 徽 农 业 大 学	(杨书运)
贵 州 大 学 农 学 院	(杨建松)
海 南 大 学 农 学 院	(王 健)
湖 南 农 业 大 学	(陈志全)
福 建 农 林 大 学	(陈家豪)
新 疆 农 业 大 学	(王春华)
解 放 军 军 需 大 学	(战景仁)

前 言

《农业气象实习指导》是为高等农业院校作物、植保、园艺、资环、畜牧、林学、农田水利等院系开设的实习课程教材。农业气象实习是农业气象教学过程中最重要的环节之一。通过实习,可以补充和巩固课堂教学讲授的内容,同时还可以培养学生的实际动手能力,进行观测、分析、统计、考察和判断能力,是学生今后开展农业气象工作的基础,也是揭示农业生产与农业气象条件相互关系的基本方法和必要手段。

根据国家教育部高教司批准立项的“面向 21 世纪高等农林教育环境生态类系列课程本科人才培养方案及教学内容和课程体系的改革与实践”(编号 04-20)的项目研究中,项目组制定《农业气象实习指导》的编写思想,旨在使农业气象实践教学形成科学、系统地适应当今人才培养要求的教学体系,适应高等农业院校农业气象学的实践教学工作。

《农业气象实习指导》共八章:第一至第五章主要介绍了气象观测场地建设,气象要素如辐射、温、湿、风、压、降水、蒸发等要素测量仪器设备的原理、安装、观测方法及步骤。第六章主要介绍了包括农田小气候和温室小气候的观测原则、仪器特点、观测程序、地点及时间安排等。第七章主要介绍了包括气象资料和农业气候资料的整理、统计、绘图、分析及应用。第八章简单介绍了包括常规自动气象站系统和现代农业气象观测中使用的一些新仪器、新技术。

农业气象观测是一门需要实际操作技能的课程,故本教材强调知识与技能并重,而且在某些方面更侧重技能的掌握,使学生基本技能操作熟练并规范化。为此,我们在大多数章内(除第一、第八章外)都安排了一至多个实习内容,且在各章后面编写了复习思考题,在实习后面编写了实习作业,以期达到学生对气象学基础理论和基本实践技能的掌握。

在教材编写方面,突出对学生实际操作和观测技能的培养,同时也根据农业气象观测要求和技术科学发展的趋势,介绍农业小气候基本观测知识和介绍一些新仪器、新技术。使该教材内容既保证正规性、合理性、先进性,又具有一定的知识储备。学生今后无论在基层或科研部门工作,都能适应现代农业技术的需求,更好地开展工作。

在实际教学工作中,各院校可根据本校具体仪器设备条件、实习课学时数的多少等,对本教材内容作相应的取舍,并编写出适应本校情况的实习报告作业本,以实施教学。

《农业气象实习指导》是由全国十几所高等农业院校,在教学第一线从事多

年教学工作的广大教师共同努力完成的。

由于编者水平有限,加之时间仓促,虽竭尽全力,力求完善,仍难免有许多不足和缺点。希望得到读者的指正

编者

2002年9月

目 录

前言

第一章 地面气象观测场地建设	(1)
第二章 太阳辐射和日照时数的测定	(6)
第一节 辐射的测量	(6)
第二节 日照时数的观测	(15)
第三节 仪器的维护	(17)
实习一 太阳辐射和日照时数的观测	(19)
第三章 空气温、湿度与土壤温度的观测	(20)
第一节 气象观测常用的测温仪器	(20)
第二节 空气湿度观测	(28)
第三节 湿度查算表的使用方法	(32)
实习二 空气温度和土壤温度的观测	(34)
实习三 空气湿度的观测	(35)
第四章 气压、风的观测	(36)
第一节 气压观测	(36)
第二节 风的观测	(40)
第三节 仪器维护及注意事项	(47)
实习四 气压和风的观测	(50)
第五章 降水和蒸发的观测	(54)
第一节 降水的观测	(54)
第二节 蒸发量的观测	(59)
实习五 降水、蒸发量的观测	(63)
第六章 农业小气候观测	(64)
第一节 农田小气候观测	(64)
第二节 温室小气候观测	(74)
实习六 农田小气候观测	(75)
实习七 温室小气候观测	(76)
第七章 气候资料的整理、统计与分析	(77)
第一节 气象观测资料的统计	(77)
第二节 农业气候观测资料的整理与分析	(81)
实习八 气象资料统计与分析	(97)
实习九 农业气候资料统计与分析(1)	(98)

实习十 农业气候资料统计与分析(2)	(100)
实习十一 气候等值线图的绘制与分析	(101)
第八章 现代气象观测简介	(104)
第一节 常规自动气象站观测系统	(104)
第二节 农业气象观测系统	(106)

第一章 地面气象观测场地建设

一、观测场地的建设和要求

1. 观测场环境的要求

观测场是取得地面气象资料的主要场所,观测场地选择适宜与否,对气象资料的代表性、准确性和比较性都有很大的影响。地点应选择在四周平坦空旷,无任何障碍物且能够反应本地较大范围气象要素特点和区域土壤特性的地方。尽量避免高山、洼地、丛林、高大建筑物、公路、工矿等的影响。在城市或工矿区设立观测场应选择在最经常出现风向的上风方。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三倍以上,距成排障碍物高度 10 倍以上。为保证气流通畅,观测场四周 10m 范围内不能种植高秆作物。设在高山、海岛或丘陵山区的站点,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。气象站建成后,应注意保持观测场四周环境条件。

2. 观测场的规格和要求

观测场大小应为 $25 \times 25\text{m}^2$, 见图 1-1。因条件限制可设为 $16(\text{东西向}) \times 20(\text{南北向})\text{m}^2$ (高山、海岛站不受此限)。观测场地要求平整,场内应种植浅草(不长草的地区例外),草的高度不能超过 20cm。不准种植作物。为保持场地的自然状态,场内要铺设 0.3~0.5m 宽的小路,便于行走。观测员进行观测时应走小路,不可在场内乱走。为保护场内仪器设备,观测场四周应设高度为 1.2m 漆成白色的稀疏围栏。围栏上不得生长蔓生植物或晾晒衣物以保持气流通畅。

3. 观测场内仪器的布置

观测场内仪器布置的基本原则是各仪器互不影响,便于观测和操作。具体要求如下:

(1)高的仪器安置在北面,低的仪器顺次向南安置,仪器东西向排列成行,南北向相互交错。

(2)仪器之间南北间距不小于 3m,东西间距不小于 4m。仪器距围栏不小于 3m。

(3)观测场入口设在北面。仪器应安置在紧靠东西向小路的南面,观测人员应从北面接近仪器。

(4)各类仪器安置的高度、深度、方位、纬度、角度应符合“规范”的要求。详见表 1-1。

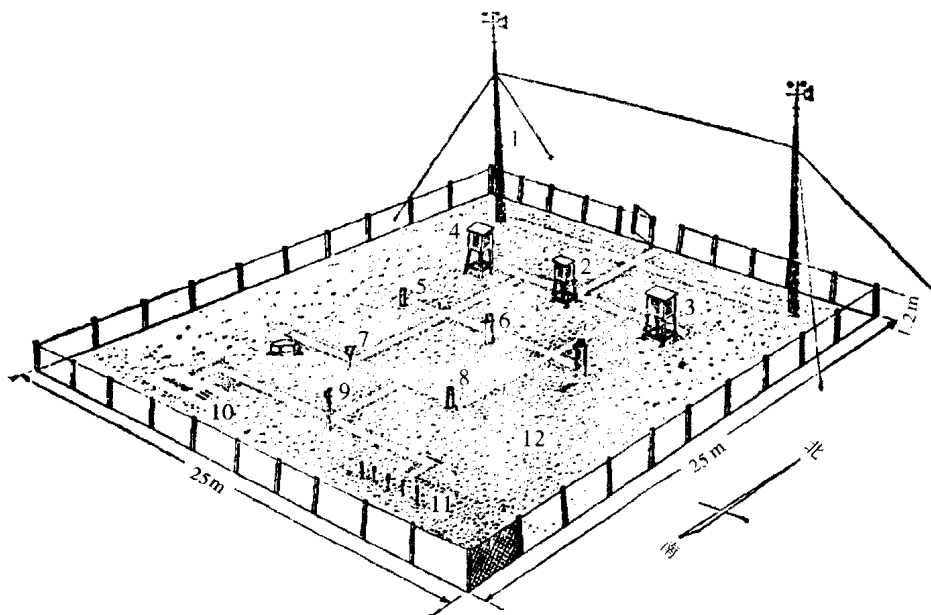


图 1-1 观测场仪器布置参考图

1. 电接风向风速仪 2. 小百叶箱 3. 大百叶箱 5. 备用雨量筒 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. 冻土器及深层地温表 12. 草坪

表 1-1 仪器安置要求与允许误差范围

仪 器	要求与允许误差范围		标准部位
	要求	允许误差范围	
百叶箱通风干湿表	高度 1.5m	$\pm 5\text{cm}$	感应部分中心
干湿球温度表	高度 1.5m	$\pm 5\text{cm}$	感应部分中心
最高温度表	1.53m	$\pm 5\text{cm}$	感应部分中心
最低温度表	高度 1.52m	$\pm 5\text{cm}$	感应部分中心
温度计	高度 1.5m	$\pm 5\text{cm}$	感应部分中心
雨量器	高度 70cm	$\pm 3\text{cm}$	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 70cm	$\pm 3\text{cm}$	口缘
E-60 I 型蒸发器	高度 30cm	$\pm 1\text{cm}$	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		

续表

曲管地温表	深度 5、10、15、20cm 倾斜角 45°	$\pm 1\text{cm}$ $\pm 5^{\circ}$	感应部分 中心表身与地面
直管地温表	深度 40、80cm 深度 160cm 深度 320cm	$\pm 3\text{cm}$ $\pm 5\text{cm}$ $\pm 10\text{cm}$	感应部分中心
冻土器	深度 50~350cm	$\pm 3\text{cm}$	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 10~20m		风杯中心
风向器	方位正南	$\pm 5^{\circ}$	方位指南杆
积冰架	上导线高度 220cm	$\pm 5\text{cm}$	导线水平面
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 1.5m		感应面

4. 观测场南北线的确定

观测场内某些仪器和设备, 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, 下面仅介绍太阳定位法: 选晴天的上午, 在地面上垂直地竖立一根木杆, 杆长 2m 左右。立杆以后, 在杆的西部可看到杆的影子, 见图 1-2。这时以杆所在位置 O 点为中心, 以影长为半径, 画半圆弧; 并在当时杆影的顶端与圆弧相交的地方作一个标记 A , 等到下午, 当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, 再作一标记 B 。连接 A 、 B 两点成一直线, 再从木杆所在位置 O 向 AB 做作垂直线, 这条垂直线就是当地的南北线。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。

5. 观测场地、设备的维护

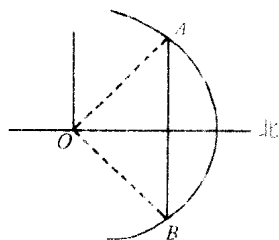


图 1-2 太阳定位法示意图

A. 上午标记 B. 下午标记 OA. 上午杆影 OB. 下午杆影 O. 木杆的位置

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。

二、地面气象观测与观测程序

1. 观测项目

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。国家基本站每天进行 2、8、14、20 时四次定时观测,昼夜值班;国家一般站由省、市、自治区气象局确定,每天进行 2、8、14、20 时四次或 8、14、20 时三次定时观测,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。

地面气象观测的基本项目有气压、空气温度、空气湿度、风向风速、蒸发、日照、地温、云状云量、天气现象、能见度等。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。

2. 观测程序

为使各观测站观测记录具有比较性,中国气象局统一规定了各气象要素的

观测时间和顺序。原则是先观测在短时间内变化不太大的气象要素,接近正点时观测易变化的要素。详见表 1-2。

表 1-2 定时气象观测程序表

北京时		定时观测项目及观测顺序
定时观测时间		
08、14、20、02	正点前 30 分	巡视仪器及观测准备工作,特别注意湿球湿润或溶冰
08、14、20、02	正点前 20 分~正点	云、能见度、天气现象、空气温度和湿度、风、气压、0~40cm 地温
08		降水、冻土、雪深、换降水自记纸
14		0.8、1.6、3.2m 地温,换气压、温、湿自记纸,13 时换电接风自记纸
20		降水、蒸发、最高、最低气温和地面最高、最低温度,并调整以上温度表
日落后天黑前		换日照纸

三、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。

复习思考题:

1. 观测场选址应该注意哪些问题?
2. 观测场内仪器应如何布置?
3. 地面气象观测主要包括哪些项目?
4. 地面气象观测的基本程序是什么?

第二章 太阳辐射和日照时数的测定

太阳时刻不停地以辐射的方式向宇宙空间发出巨大的能量,我们把从太阳发射出来的光、热能量总称为太阳辐射能,简称为太阳辐射。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惟一能量来源,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。

第一节 辐射的测量

一、测量单位间的换算

1. 辐射能:辐射的粒子学说认为,电磁辐射是由许多具有一定质量、能量和动量的微粒组成,这些微粒称为量子或光量子。由于单个光量子所具有的能量非常小,因此采用每 mol(阿伏加德罗常数: 6.02×10^{23}) 光量子为单位,用 E_i 表示。辐射能的单位用焦耳(J)表示。

2. 辐射通量密度(E):单位时间、单位面积上发射或吸收的辐射能量。单位为 W/m^2 (瓦/米²),在早期的气象文献中,常用的辐射通量密度单位为 $Cal/(cm^2 \cdot min)$ (卡/厘米²·分),两种单位之间的换算关系是: $1 Cal/(cm^2 \cdot min) = 697.8 W/m^2$ 。

3. 光照度:单位时间、单位面积上接受的光能,单位为勒克斯(lux 或 lx)。

二、辐射的测量

测量辐射常用的仪器有:直接辐射表:测量到达地面的太阳直接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(太阳、大气)向下与下垫面(土壤、植物、水面等)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;量子仪(又称光合有效辐射表):测量植物在光合作用中所吸收的光量子数。

1. 辐射表的构造及测量原理:

(1)直接辐射表

直接辐射表主要由感应器、进光筒、支架和底座构成如图 2-1。

直接辐射表的感应器是由 36 对康铜—锰铜薄片串联组成的热电堆, 置于进光筒的底部, 其接受日射面涂有吸收率很高的黑色涂料, 背面焊有星盘状温差热电堆的热接点, 冷接点焊在底座的铜环上与进光筒外壳相连, 便于与气温平衡。为了消除风及旁侧辐射的影响, 进光筒内有 5 个直径逐渐变小的环形光栅, 光栅内侧涂黑, 外侧镀镍。

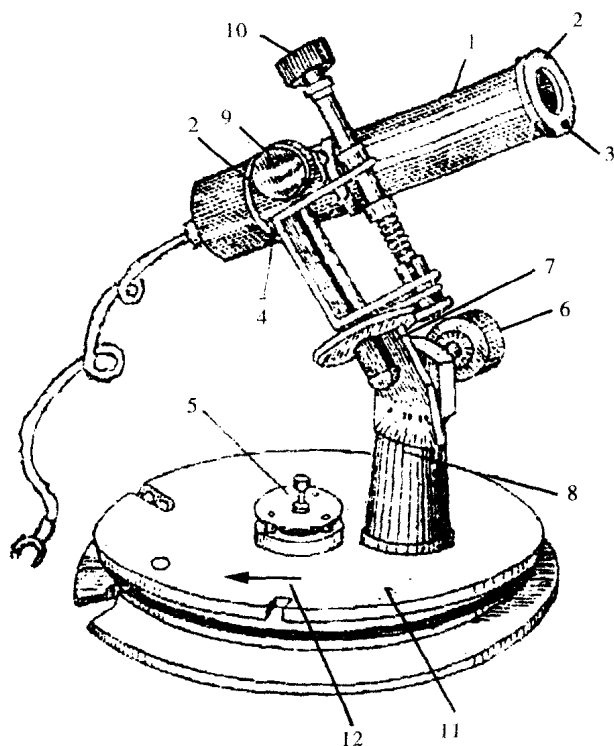


图 2-1 直接辐射表

1. 进光筒 2. 圆环 3. 小孔 4. 黑点 5. 筒盖 6. 螺丝 7. 支架
8. 对准当地纬度的刻度线 9、10. 螺丝 11. 底座 12. 指北箭头

测量时, 必须将进光筒感应面正对太阳, 让穿过小孔(3)的光点正好落在筒尾端的小黑点(4)上。当涂黑的银箔片受日光直射后, 温度升高, 由此产生温差电流, 温差电流的大小与直接辐射的辐射通量密度成正比。通过换算可得到太阳直接辐射的辐射通量密度。

进光筒固定在支架上, 支架上有螺丝用来对准当地纬度刻度。为使感应面对准太阳, 可用螺丝(9)(10)进行调整, 其中螺丝(9)能使进光筒口作上下移动, 而螺丝(10)能使进光筒做单项圆弧形转动。底座(11)上有一箭头(12)指向北, 用此来对准当地子午线。观测完毕, 用筒盖(5)盖上进光筒口。

(2)天空辐射表

天空辐射表可测量水平面上所接受到的太阳总辐射、天空散射辐射和地面反射辐射的仪器。

天空辐射表构造如图 2-2, 由玻璃罩、干燥器、水平泡、螺丝、遮光板、支杆、玻璃罩盖子、底座构成。

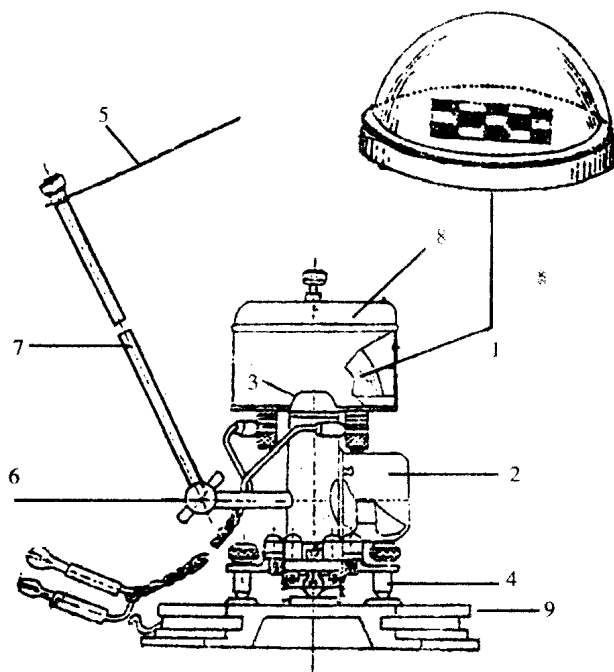


图 2-2 天空辐射表

1. 玻璃罩 2. 干燥器 3. 水平泡 4. 螺丝 5. 遮光板
6. 螺丝 7. 支杆 8. 玻璃罩的盖子 9. 底座

天空辐射表(黑白型)的感应面是黑白相间的锰铜片和康铜片, 两端彼此紧密焊接, 串联组成温差热电堆, 形成一块棋盘状的平板。其中黑色部分涂有无光炭黑, 白色部分涂有氧化镁, 感应面黑色背面串联成热电堆的热端; 白色背面串联成冷端。有太阳辐射时, 黑色板面强烈吸收太阳辐射能, 而白色板面几乎把能量全部反射掉, 两者之间产生的温差电流的大小与太阳辐射的辐射通量密度成正比。

天空辐射表的感应面上安有一个玻璃罩(1), 它的作用主要有: 滤去感应面上的大气及地面长波辐射; 防止风吹去黑白片上的热量。当玻璃罩内有水汽时, 会影响感应面吸收辐射能的能力, 因此在感应面下方一侧, 安有一个干燥器(2), 用以存放干燥剂以便于吸收罩内水分。

天空辐射表旁边有一水平泡(3), 可通过座架上的三个螺丝(4)来调整仪器