

气象学与气候学实习指导书

查良松编



安徽师范大学国土资源与旅游学院

2006. 07

前 言

一、实习教学目的与意义

地球是太阳系的一个行星，强大的太阳辐射是地球上最重要的能源，这个能源首先经过大气圈而后到达下垫面。大气中所发生的一切物理过程和物理现象，除决定于大气本身的性质外，都直接或间接与太阳辐射和下垫面有关。这些物理现象与物理过程对人类的生活和生产活动关系至为密切。人类在长期的生产实践中不断地对它们进行观测、分析、总结，从感性认识提高到理性认识，再在生产实践中加以验证、修订、逐步提高，这就产生了专门研究大气物理现象和物理过程，并直接或间接地用之于指导生产实践的科学——气象学。

气象学的领域很广，其基本内容是：(1)把大气当作研究的物质客体来探讨其一般特性，如大气的组成、范围、结构和密度等；(2)研究导致大气现象发生、发展的能量来源、性质及其转化；(3)研究大气现象的本质，从而能够解释大气现象，寻求控制其发生、发展的规律，(4)探讨如何应用这些规律，为建设和谐社会做出贡献。

气候学研究的对象是地球上的气候。气候和天气是两个既有联系又有区别的不同概念。从时间上来讲，天气是指某一地区在某一瞬时或某一短时间内大气中气象要素(如温度、湿度等)和天气现象(如云、雾等)的综合。天气过程是大气中的短期过程，而气候则指的是在太阳辐射、下垫面性质、大气环流和人类活动长时间相互作用下，在某一时段内大量天气过程的综合；它不仅包括该地多年来经常发生的天气状况，而且包括某些年份偶尔出现的极端天气状况。例如从芜湖近百年的长期观测总结出，芜湖在6月中旬到7月中旬，经常会出现阴雨连绵、闷热、风小、潮湿的梅雨天气。但是有的年份也并非如此，这就是芜湖初夏时的气候特征。

由此可见，要了解一地的气候，必须作长时期的观测，才能总结出当地多年天气变化的情况。决不能单凭某一年的观测资料，就说芜湖市气候是什么样的，也不能凭一年的情况，概述芜湖市的天气怎么样。因这些都是个别年份出现的具体天气现象，而气候是在多年观测到的天气基础上所得出的总结和概括，也就是说气候过程是在一定时段内由大量天气过程综合而得出的长期大气过程。二者之间存在着统计联系，从时间上反映出微观与宏观的关系。另外，从内容上，气候系统包括了大气、海洋、陆地表面、冰雪覆盖



层和生物圈等组成的庞大系统，而天气系统则可看作单纯的大气系统。气候所包含的内容要比天气复杂得多。

我们要掌握气象学与气候学知识，必须要了解气象观测的一般操作和气象数据的获取和处理，掌握一些动手技能。有了一定感性知识，对学习基础课—气象学与气候学，以及其它有关自然地理课程有用，同时对中学地理教学，以及全民科技知识普及

有用。

要求达到：

(一)通过实践，掌握气象观测、气候统计分析和气候调查的方法，来记叙大气中所观察到的现象，从定性和定量两方面说明它们的特性。

(二)探讨对它们的正确解释和研究它们发展的规律，特别要掌握天气演变和气候形成过程的物理规律性。解释各不同地区的气候特征及其地理分布，进行气候分类和气候区划，研究气候变迁的原因及其规律。

(三)根据所发现的规律，研究预测未来天气变化的途径和单站天气预报的方法。做到学、用结合，创造条件做到为全校师生服务。

(四)应用已发现的规律，能为学习其它有关课程打下基础。

二、实习项目与内容简介

(一) 自动气象要素观测和数据处理实习项目

自动气象站是按照国际气象 WMO 组织气象观测标准设计、生产的标准气象站，本自动站可观测的气象要素有：风向、风速、气温、相对湿度、气压、雨量和地温（地表温、浅层地温、深层地温）、太阳辐射、日照时间、土壤湿度、CO₂、紫外线等指标。还可与 GPS 定位系统、QSE101 天气报文编码器、GPRS、GSM 通信和 Modem 等设备连接。具有性能稳定，检测精度高，无人值守等特点，可满足气象观测的业务要求。



机场、环境监测、交通运输、军事、农林、水文、大型工程和科研教学等领域。

具体技术特点

1、系统具有标准通讯接口 RS232 可与微机连接实现数据下载，即可用微机实时监测数据，也可以通过 GSM 数据模块对自动站进行远程监控，又可独立运行显示，存储气象要素值。

2、具有连网功能，通过无线控制器（GPRS）实现多路气象站数据连网，更加准确预报天气情况。

3、TRM—ZS2 型自动气象站管理软件满足气象观测标准规定，在 WINDOWS98 以上环境即可运行，实时显示各路数据，每隔 10 秒更新一次，小时整点数据自动存储（存储时间可以设定），与打印机相连自动打印存储数据，数据存储量达一年以上，数据存储格式为 EXCEL 标准格式可供其它软件调用。

4、TRM—ZS2 自动气象站数据采集器采用高性能微处理器为主控 CPU，大容量数据存储器，可连续存储整点数据半年以上，工业控制标准设计，便携式防振结构，大屏幕汉字图形液晶显示屏，轻触薄膜按键，适合在恶劣工业环境使用。具有停电保护功能，当交流电停电后，由充电电池供电，可维持 72 小时以上。



5、系统具有多种供电方式，交直流两用或配太阳能电池供电（15 瓦）

6、可以配套多种户内户外型显示屏。

7、观测要素可以根据用户需求灵活调整和增减。

8、防雷性能：雷击感应电压小于 5KV，雷击感应电流小于 1700A，响应时间小于 10^{-12} 秒

9、平均无故障时间：>5000 小时

10、工作环境：温度：-50~50℃，湿度：100%，抗风等级：≤75m/s

11、时钟精度： <0.03 秒/天 25°C （由中心站计算机自动校时）

12、具有 GPS 接口功能，可监测记录当地经度，纬度，海拔高度，时间等方面数据。以便与地理信息系统（GIS）软件连接使用。

（二）太阳光谱分析系统观测与分析实习项目

太阳辐射是气象观测指标中重要内容，根据国际气象组织 WMO 标准要求，太阳辐射标准观测分为：(总

辐射、散射辐射、直接辐射、反射辐射、净全辐射),太阳光谱辐射观测分为：(紫外光、可见光，近红外光，远红外光)此项内容的记录分析将对人类研究太阳能、气象、环境海洋、农业生态、建筑材料等起到重大作用，广泛应用于农业气象、植物生理研究、太阳能利用、海洋考察、建筑材料老化及大气污染等科学研究。

测量内容：

总辐射、散射辐射、直接辐射、反射辐射、净全辐射，紫外光、可见光，近红外光，远红外光，日照时间。

1、总辐射

水平表面上，在 2π 立体角内所接收到的太阳直接辐射和散射太阳辐射之和称为总辐射（短波）。总辐射是辐射观测最基本的项目。总辐射用总辐射表测量。

2、净全辐射

由天空（包括太阳和大气）向下投射的和由地表（包括土壤、植物、水面）向上投射的全波段辐射量之差称为净全辐射，简称净辐射。净全辐射是研究地球热量收支状况的主要资料。净全辐射为正表示地表增热，即地表接收到的辐射大于发射的辐射，净全辐射为负表示地表损失热量。净全辐射用净全辐射表测量。

3、直接辐射

测量垂直太阳表面（视角约 0.5° ）的辐射和太阳周围很窄的环形天空的散射辐射称为太阳直接辐射。太阳直接辐射是用太阳直接辐射表（简称直接辐射表或直射表）测量。



4、散射辐射和反射辐射

辐射中把来自太阳直射部分遮蔽后测得为散射辐射或天空辐射。感应面朝下所接的为反射辐射。散射辐射和反射辐射都是短波辐射。这两种辐射均用总辐射表配上有关部件加以测量。

6. PC—2B 型多通道太阳辐射记录仪采用高性能微处理器为主控 CPU，大容量数据存储器，可连续存储数据（存储时间可以设定），工业控制标准设计，便携式防震结构，大屏幕汉字液晶显示屏（一屏显示多路监测要素，可替代微机），轻触薄膜按键。适合在恶劣工业环境使用。具有停电保护功能，当交流电停电后，由充电电池供电，可维持 72 小时以上，即可与微机同时监测，又可以断开微机独立监测。

（三）农业气象生态环境监测系统要素观测与分析实习项目

农业气象生态环境监测系统具有气象监测和病害预警等多种功能，对病虫害防治、作物生产和商业及科研分析提供强有力的信息支持，可对地面生态环境及多种气象要素（温度、湿度、风速、风向、气压、雨量、太阳辐射、蒸发、土壤温度、土壤湿度、热通量、CO₂等）进行定时自动采集，计算，处理，显示，存储，通讯和打印，提高了观测效率，减轻了观测人员的劳动强度。支持多种网络通讯功能，通过 RS232 接口与微机有线相连进行数据通讯。该系统具有性能稳定，检测精度高，无人职守，抗干扰能力强，软件功能丰富等方面特点。广泛应用于农业气象、水文地质、海洋、军事、建筑、农业温室、太阳能研究、学校教学、科学研究等领域。

具体技术特点

1. 系统具有标准通讯接口 RS232 可与微机连接实现数据下载，即可用微机实时监测数据，又可独立运行显示、存储气象要素值。
2. 具有无线网络通讯功能，配无线通讯器通过 GSM 网/GPRS 网可实现远距离布网监测或异地遥测数据。不受距离限制，每个气象监测网点配备一个无线通讯端口，由气象中心监测站的主控微机对网点内所有气象站的数据进行统一监控，以达到整个网点内气象数据整合及统计。也可采用移动存储器技术传输数据。
3. 农业气象生态环境监测系统管理软件在 WINDOWS98 以上环境即可运行，实时显示各路数据，每隔 10 秒更新一次，小时整点数据自动存储（存储时间可以设定），与打印机相连自动打印存储数据，数据存储格式为 EXCEL 标准格式可供其它软件调用。
4. 农业气象生态环境监测系统数据采集器采用高性能微处理器为主控 CPU，大容量数据存储器，可连续存

储整点数据三个月以上，工业控制标准设计，便携式防震结构，大屏幕汉字图形液晶显示屏，轻触薄膜按键。适合在恶劣工业环境使用。具有停电保护功能，当交流电停电后，由充电电池供电，可维持 72 小时以上。

5. 系统具有多种供电方式，交直流两用，或选配太阳能电池供电。

6. 可以选配套多种户内、户外型显示屏。

三、实习教学安排

1. 实习课时：16 课时；
2. 组织形式：以 10 人为一实习小组，集中与分散结合结合。
3. 鼓励学生业余巩固实习操作

四、实习教学要求

1. 遵循《气象学与气候学实习大纲要求》，加强学生实践能力的培养。
2. 注意课堂教学与实验室教学内容相结合。
3. 学生写出报告。老师有实习纪录。

实 习 一

一、目的和要求

1. 了解气象观察室内外环境及仪器设备和部分仪器指标
2. 进行 15 要素观测和操作
3. 利用计算机中气象数据处理成数据产品。
4. 写出实习报告

二、仪器参数和实习内容

气象要素	型号	测量范围	分辨率	准确度
气 温	PTS-3	-50~+80℃	0.1℃	±0.1℃
相对湿度	PTS-3	0~100%	0.1%	±2%(≤80%时) ±5%(>80%时)
露 点	PTS-3	-40~50℃	0.1℃	±0.2℃
风 向	EC-9X	0~360°	3°	±3°
风 速	EC-9S	0~60m/s	0.1m/s	±(0.3+0.03V)m/s
降水量	L3	0-999.9 mm	0.1mm	±0.4mm(≤10mm 时) ±4%(>10mm 时)
地温(5层)	PTWD-2A	-50~+80℃	0.1℃	±0.1℃
气 压	QA-1	550~1060hPa	0.1hPa	±0.3hPa

太阳辐射	TBQ-2	0~2000W	1 W/m ²	≤5%
紫外线	TBQ-ZW-2UVB	0~500W	1 W/m ²	≤5%
蒸发	ZFL1	0~100mm	0.1mm	±1.5%
直接辐射	TBS-2-2	0~2000W	1 W/m ²	≤5%
日照	TBS-2-2	0~24h	0.1h	±0.1h
二氧化碳	ES-DCO2	0~2000ppm	1ppm	±20ppm
土壤湿度	TDR2	0~100%	0.1%	±2%
太阳能供电装置	TDC-15	太阳能电池+充电电池+保护器	功率: 15W	选配
无线通讯控制器	GSM-1, GPRS1			选配
GPS 卫星定位接收器	GPS-1	经度, 纬度, 海拔高度	0.1 米	小于 5 米 选配
自动气象站支架	TRM-ZJ1 固定 TRM-ZJ2 便携	钢结构, 外观喷塑防腐, 含防雷保护装置	10 米高	

三、实习步骤

1. 进行气温、相对湿度、露点、风向、风速、降水量、地温(5层)、气压观测和数据换算。
2. 在中心监测和遥控系统中, 以电脑为载体, 进行数据分析

四、实验结果分析与讨论

1. 近一个月来, 自动观测纪录的数据特征
2. 气象要素之间的关系
3. 中心监测和遥控系统的基本内容
4. 全国乃至全世界气象组织在气象、气候研究中的可作用

实 习 二

一、目的和要求

1. 重整了解气象观察室内外太阳辐射仪器指标
2. 进行太阳辐射、紫外线、直接辐射等要素观测和操作
3. 写出实习报告

二、仪器参数和实习内容

1、总辐射

01. 光谱范围: 280---3000nm;
02. 测试范围: 0~2000W/m²;
03. 精 度: <5%;
04. 分 辨 率: W/m², 0.01MJ/ m²;

2、净全辐射

01. 光谱范围: 280-----50000nm ;
02. 测试范围: -2000~+2000W/m²;
03. 精 度: <5%;



04. 分辨率: W/m^2 , $0.01MJ/m^2$;

3、直接辐射和日照度

01. 光谱范围: 280---3000nm;

02. 测试范围: $0\sim 4000W/m^2$;

03. 自动跟踪器电源: DC: $6V\pm 15\%$ AC $220V\pm 10\%$;

04. 精度: $<5\%$;

05. 分辨率: $1W/m^2$, $0.01MJ/m^2$;

06. 日照时间: 范围: $0\sim 24$ 小时, 精度: 0.1 小时;

4、散射辐射和反射辐射

辐射中把来自太阳直射部分遮蔽后测得为散射辐射或天空辐射。感应面朝下所接的为反射辐射。散射辐射和反射辐射都是短波辐射。这两种辐射均用总辐射表配上有关部件加以测量。

01. 光谱范围: 280---3000nm;

02. 测试范围: $0\sim 2000W/m^2$

03. 精度: $<5\%$;

04. 分辨率: W/m^2 , $0.01MJ/m^2$;

5. 太阳分光辐射测量技术指标:

01. 光谱测量范围:

分光辐射表: (3 台)

紫外辐射 UVAB (280---400nm);

光合辐射 (光量子数) (400---700nm);

近红外辐射 (700---3000nm) ;

长波辐射表:

远红外辐射 (地球辐射) (3000---500000 nm);

02. 测试范围: $0\sim +2000W/m^2$

03. 精度: $<5\%$;

04. 分辨率: 瞬时值: W/m^2 , 累计量: $0.01MJ/m^2$;

6. 多通道太阳辐射记录仪采用高性能微处理器为主控 CPU, 大容量数据存储器, 可连续存储数据 (存储时间可以设定), 工业控制标准设计, 便携式防震结构, 大屏幕汉字液晶显示屏 (一屏显示多路监测要素, 可替代微机), 轻触薄膜按键。适合在恶劣工业环境使用。具有停电保护功能, 当交流电停电后, 由充电电池供电, 可维持 72 小时以上, 即可与微机同时监测, 又可以断开微机独立监测。

01. 显示方式: 大屏幕液晶汉字及图形显示, 一屏显示多路数据, 液晶尺寸: $115*65(mm)$, 记录仪具有先进的轻触薄膜按键, 操作简单, 实现对各路数据的实时观测;

02. 仪器尺寸: $340*150*300 (mm)$;

03. 重量: 6.5Kg, 金属外壳;

04. 工作环境: $-40^{\circ}C\sim +70^{\circ}C$, 相对湿度小于 90%;

05. 通道数: 24 通道;

06. 输入范围: $\pm 25Mv$;

07. 准确度: 0.5% ;

08. 显示方式: 大屏幕汉字液晶图形显示

09. 分辨率: $1W/m^2$;

10. 显示内容: 日期, 时间, 辐射瞬时值、小时累计量及最大值、日累计量及最大值;

11. 存储内容: 日期, 时间, 辐射瞬时值、小时累计量及最大值、日累计量及最大值;

12. 供电方式: 采用交直流两用供电方式, 在没有交流电现场由充电电池供电, 同时也可配太阳能电池对蓄电池充电, 可保证系统在没电地区常年稳定工作; 机内电池连续工作时间: 大于 3 天; 太阳能电池功



系统监测主机

率:15 瓦(选配); 具有交流电(220V)与太阳能电池双充电功能。

AC:220V±10% 50Hz DC:12V 可外接太阳能电池板;

13. 通讯接口:标准 RS232 计算机通讯口; 配 USB/RS232 转换器可与微机 USB 接口通讯, 配 GSM 无线通讯控制器, 可实现数据远程遥测。

14. 测试周期:<30ms;

15. 显示周期:10S;

16. 系统软件:太阳辐射监测软件(符合气象监测标准)实时显示各路辐射瞬时值, 累计量(小时, 日);

17. 存储容量:>6000 条数据

三、实习步骤

1. 蒸发、土壤湿度等观测和数据计算

2. 观测和数据处理:

- (1) 系统测量光谱范围:总辐射(280---3000nm), 紫外(280---400nm), 紫蓝(400---500nm)
绿光(500---600nm), 红橙光(600---700nm), 可见光(400---700nm),
近红外(700---760nm), 红外(760---3000nm), 远红外(3000---50000nm)

(2) 光谱强度范围:0---2000W/m²两套分光光谱表同时测量(一套正对天空, 一套对测量点)可算出该点的太阳光谱反射率(反射率定义:物体对入射辐射的反射部分称为反射辐射, 反射辐射对入射辐射之比称为反射率。)

3. 在太阳光谱分析系统中, 以电脑为载体, 进行数据分析

四、实验结果分析与讨论

1. 讨论蒸发与土壤湿度关系

2. 分析太阳光谱系统, 讨论直接辐射、散射辐射、总辐射之间关系

3. 以上观测数据 2 有何特点

4. 为什么说太阳辐射是大气的主要能源

实 习 三

一、目的和要求

1. 明确农业气象生态环境监测系统要素观测与分析实习项目是为今后工作实践服务
2. 在当今生态系统教学或研究中, 学习应用精确尺度下实践操作
3. 利用中心监测、遥控系统, 分析各数据变化规律。
4. 写出实习报告

二、仪器参数和实习内容

1. 温度(土壤, 叶片, 水温等)

通道数: 1~30 路

测量范围: -50~150℃

测量精度: ±0.2℃



气象站监测主机外观图

分辨率: 0.1℃

2. 风速

通道数: 1路

测量范围: 0~70 m/s

测量精度: ± 0.3 m/s

分辨率: 0.1 m/s

3. 风向

通道数: 1路

测量范围: 0~360

测量精度: $\pm 3^\circ$

分辨率: 3°

4. 环境湿度

通道数: 1路

测量范围: 0~100%

测量精度: 2%

分辨率: $\pm 0.1\%$

5. 环境温度

通道数: 1路

测量范围: $-50\sim 80^\circ\text{C}$

测量精度: $\pm 0.1^\circ\text{C}$

分辨率: 0.1℃

6. 降水量

通道数: 1路

测量范围: 0~999.9mm

测量精度: ± 0.4 mm

分辨率: 0.1mm

7. 日照

通道数: 1路 (直接辐射表测量)

测量范围: 0~24h

测量精度: ± 0.1 h

分辨率: 0.1h

8. 太阳辐射

通道数: 10路 (总辐射, 散射辐射, 直接辐射, 反射辐射, 净辐射, 分光谱辐射 (紫外, 光合, 红外))

测量范围: 0~2000W

测量精度: $\leq 5\%$

分辨率: 1W

9. 土壤热通量

通道数: 1~6路

测量范围: ± 500 W

测量精度: $\leq 5\%$

分辨率: 1W

10. 土壤湿度

通道数: 1~6路

测量范围: 0~100%

测量精度: $\pm 2\%$

分辨率: 0.1%

11. 二氧化碳



气象环境监测软件

通道数: 1~6 路
测量范围: 0~2000ppm
测量精度: ± 20 ppm
分辨率: 0.1ppm

12. 蒸发:

通道数: 1 路
测量范围: 0~100 mm
测量精度: $\pm 1.5\%$
分辨率: 0.1mm

13. 大气压力: (德国进口)

通道数: 1 路
测量精度: ± 0.3 hpa
分辨率: 0.1hpa

14. 露点:

通道数: 1 路
测量范围: -40~50℃
测量精度: ± 0.2 ℃
分辨率: 0.1℃

15. 通讯接口: 系统可配有有线(标准 RS232)+无线(GSM 网/GPRS 网)两路通讯接口

标准 RS232 接口, 与管理微机有线连接(增加驱动器通讯距离达 200 米), 实时传送采集数据, 配无线通讯控制器可实现监测中心对各路站点进行实时监测, 系统采用 GSM 网/GPRS 网通讯技术, 不受距离限制, 数据传输可靠。

16. 管理微机及软件:

16.1 选择控制微机(586 以上), 24 小时连续运行。

16.2 TRM-ZS1 气象生态环境监测系统管理软件一套。WINDOWS98 以上环境即可运行, 实时显示各路数据, 每隔 10 秒更新一次, 小时整点数据自动存储(存储时间可以设定), 与打印机相连自动打印存储数据, 数据存储格式为 EXCEL 标准格式, 可生成数据图表, 供其它软件调用。

17. TRM-ZS1 气象生态环境监测系统数据采集器一台。该采集器采用高性能微处理器为主控 CPU, 大容量数据存储, 可连续存储正点数据三个月以上(存储时间可以设定), 工业控制标准设计, 便携式防震结构, 大屏幕汉字液晶显示屏(一屏显示多路气象要素, 替代微机), 轻触薄膜按键。适合在恶劣工业环境使用。具有停电保护功能, 当交流电停电后, 由充电电池供电, 可维持 72 小时以上, 既可与微机同时监测, 又可以断开微机独立监测。

18. 电源系统:

18.1 采用交直流两用供电方式, 在没有交流电的现场由充电电池供电, 同时配太阳能电池对蓄电池充电, 可保证系统在没电地区常年稳定工作;

18.2 充电电池连续供电时间: 大于 15 天;

18.3 太阳能电池功率: 25 瓦;

18.4 具有交流电(220V)与太阳能电池双充电功能;

三、实习步骤

1. 进行土壤, 叶片, 水温、气温、相对湿度、蒸发、露点、风向、风速、降水量、二氧化氮等要素观测。

2. 在中心监测和遥控系统中, 作一实例分析

四、实验结果分析与讨论

1. 如何在野外从事该系统观测

2. 这些气象要素与常规气象要素有什么不同
3. 用一实例，利用中心监测和遥控系统进行分析