

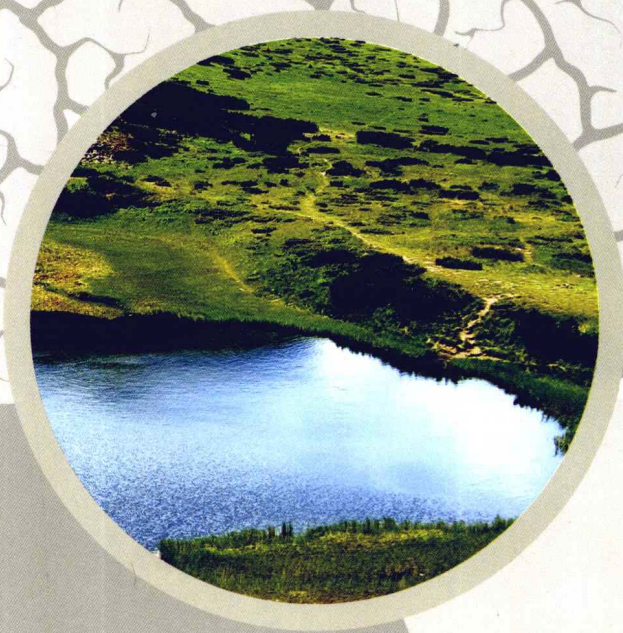


普通高等教育“十二五”规划教材

高等学校水土保持与荒漠化防治特色专业建设教材

水土保持实验 研究方法

刘增文 吴发启 主编



科学出版社

普通高等教育“十二五”规划教材
高等学校水土保持与荒漠化防治特色专业建设教材

水土保持实验研究方法

刘增文 吴发启 主编

科学出版社

—北京

内 容 简 介

本书综合了水土保持与荒漠化防治专业的主要实验研究方法,包括气象学、地质地貌学、土壤学、水力学、土力学、水文学、土壤侵蚀原理、生态学、种苗学、水土保持经济植物栽培学、建筑材料、风沙物理学、荒漠化防治工程、水土流失监测与评价等。

本书可为水土保持与荒漠化防治专业的本科生、研究生及其他从业人员进行相关教学和科研工作提供指导。

图书在版编目(CIP)数据

水土保持实验研究方法/刘增文,吴发启主编. —北京:科学出版社,2011
普通高等教育“十二五”规划教材·高等学校水土保持与荒漠化防治特色专业建设教材

ISBN 978-7-03-032473-3

I. ①水… II. ①刘…②吴… III. ①水土保持-实验-研究方法-高等学校-教材 IV. ①S157-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 202752 号

责任编辑:丛楠 刘晶 / 责任校对:张怡君
责任印制:张克忠 / 封面设计:华路天然工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京市农林印务有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 12 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2011 年 12 月第一次印刷 印张:15 1/4

字数:390 000

定价:33.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

我国水土保持教学可以追溯到 20 世纪的 40 年代，而系统的专业教育则始于 20 世纪五六十年代。目前在高等教育系统中，开设水土保持与荒漠化防治本科专业的院校已增加到了 20 所。这无疑对我国水土保持与荒漠化防治事业的发展做出了很大贡献。但由于水土保持既是一门边缘交叉学科，又是一门综合性很强的应用技术学科，因而各院校的教育培养目标、教学方案与课程体系及各门课程的教学内容，都存在着一定的差别。虽然已展现出了百花齐放的局面，但对教学管理和人才规格的衡量等造成了一定的困难。为了解决这一矛盾，并继续保持各院校的教学优势，就得在骨干课程上进行统一与规范。

21 世纪初，中华人民共和国教育部启动了进一步提高本科专业教学质量的“质量工程”。西北农林科技大学资源环境学院水土保持系的全体教师有幸获批了“高等学校水土保持与荒漠化防治特色专业建设”的项目。他们结合专业特点与社会需求，在全国开展了较大范围的调查研究，初步确定了本专业的骨干课程，并以其中的专业基础课与专业课为对象，组织了全国百余名教师、研究人员和工程技术人员联合编写《土壤侵蚀学》等 10 余本教材，这套教材既充分吸纳了水土保持学科已有的成果，又反映了学科发展的现状与趋势；既注重理论教学，又考虑到了学生动手能力的培养；既注重了课程的内涵，又考虑了课程的系统组合，并减少了课程内容的重叠。可以说，它对实现学生厚基础、宽口径、强能力和高素质的培养很有帮助。

当前，防治水土流失与荒漠化已成为我国的一项基本国策，既是实现生态良性循环的主要内容，又是社会经济可持续发展的重要基础。因此，建设型人才的培养与训练至关重要。希望这套教材能为专业建设型人才的培养和水土保持与荒漠化防治高等教育做出应有的贡献。同时，也衷心祝愿我国水土保持与荒漠化防治的高等教学更为完臻。

国际欧亚科学院院士
中国科学院水利部水土保持研究所研究员

唐克明

2010 年 12 月 10 日

前 言

实验是专业实践教学的重要环节,学生只有通过实验才能更加深入地理解和领会专业理论教学的内容。由于水土保持与荒漠化防治专业综合了气象、地学、工程和生物学等多个学科,所以其实验教学的内容也广泛而繁杂。以往的实验教学指导教材分别附属于不同的专业课程,很少正式出版,且实验内容上存在不少相互交叉、重复、遗漏或冲突的问题,教师和学生难以全面了解和系统掌握本专业实验教学的整个体系。这种局面非常不利于教学质量的提高,所以编写一本专业通用的实验指导教材非常必要。

本书综合了水土保持与荒漠化防治专业的主要课程实验,并对实验方法进行了分类设计。其中,操作技能类实验重点培养学生掌握一些常规仪器、设备的使用方法和操作技能;科学认知类实验以分类识别、鉴定标本和参观模型为主,如植物、种苗、岩石矿物和土壤标本、水文和侵蚀模型;科学验证类实验的目的在于通过实验验证已知的科学事实和规律;科学探索类实验则注重探索一些未知的科学问题。

本书由西北农林科技大学资源环境学院水土保持与荒漠化防治系及其他相关专业的骨干教师共同编写,具体分工如下:§1 气象学由刘淑明教授编写;§2 地质地貌学由姚军副教授编写;§3 土壤学由余雕讲师编写;§4 水力学由朱首军副教授编写;§5 土力学由佟小刚讲师编写;§6 水文学由王健副教授编写;§7 土壤侵蚀原理由吴发启教授、王健副教授编写;§8 生态学由刘增文教授编写;§9 种苗学由吕月玲副教授编写;§10 水土保持经济植物栽培学由王进鑫教授编写;§11 建筑材料由张强讲师编写;§12 风沙物理学由薛智德副教授编写;§13 风蚀荒漠化防治技术由廖超英教授编写;§14 水土流失监测与评价由高国雄副教授编写。

由于编者水平有限,书中定会存在一些不足、遗漏甚至错误,恳请广大读者批评指正!

编 者

2011年5月

目 录

序

前言

§ 1 气象学	1
实验 1 日照的观测	1
实验 2 照度的测定	2
实验 3 空气温度和土壤温度的观测	3
实验 4 空气湿度的观测	11
实验 5 降水和蒸发的观测	18
实验 6 气压和风的观测	23
实验 7 气候资料的整理	27
§ 2 地质地貌学	32
实验 1 矿物鉴定	32
实验 2 岩石鉴定	33
§ 3 土壤学	36
实验 1 土壤的剖面形态观察	36
实验 2 土壤机械组成的测定	37
实验 3 土壤容重、孔隙度及含水量测定	48
实验 4 土壤渗透测定	50
实验 5 土壤有机质的测定	52
实验 6 土壤 pH 的测定	54
实验 7 土壤养分的速测	59
§ 4 水力学	70
实验 1 静水压强实验	70
实验 2 文丘里流量计率定实验	73
实验 3 能量方程验证实验及断面点流速的量测（毕托管）	77
实验 4 动量方程实验	79
实验 5 流态演示与临界雷诺数量测实验	82
实验 6 沿程水头损失量测实验	85
实验 7 局部水头损失量测实验	87
实验 8 堰流及闸孔出流量测实验	90
实验 9 明渠非均匀流水面曲线演示及水跃量测实验	96
实验 10 达西定律验证实验	102
§ 5 土力学	105
实验 1 土的液、塑限联合测定实验	105
实验 2 土的压缩（固结）实验	107



实验 3 土的直接剪切实验	111
实验 4 土壤抗剪实验	113
§ 6 水文学	116
实验 1 河道径流测定	116
实验 2 河道泥沙测定	118
实验 3 入渗量观测	120
§ 7 土壤侵蚀原理	123
实验 1 雨滴中数直径观测	123
实验 2 雨滴击溅侵蚀量测定	125
实验 3 土壤水稳性团粒组成的测定	126
实验 4 人工模拟降雨侵蚀实验	127
实验 5 土壤崩解实验	129
实验 6 土壤抗冲实验	132
§ 8 生态学	136
实验 1 植物生长及生态因子的综合观测	136
实验 2 温度胁迫对植物的影响	138
实验 3 植物种群空间分布格局调查	140
实验 4 植物群落最小表现面积确定	141
实验 5 植物群落中种的优势度测定	142
§ 9 种苗学	144
实验 1 林木种子识别	144
实验 2 种子物理性状测定	145
实验 3 种子发芽能力测定	150
实验 4 种子活力测定	154
实验 5 种子生活力测定	155
实验 6 苗木质量指标测定	159
§ 10 水土保持经济植物栽培学	163
实验 1 主要水土保持经济植物种的识别	163
实验 2 主要水土保持经济植物野外鉴别方法	166
实验 3 常见水土保持经济树木物候期的观测	169
实验 4 木本经济植物树体结构和枝芽特性观察	171
实验 5 木本经济植物树冠体积及叶面积指数测定	173
实验 6 经济植物无性繁殖——芽接	175
实验 7 经济植物无性繁殖——枝接	177
实验 8 经济树木花芽分化观察	180
实验 9 植物生长调节剂的配制与应用	182
实验 10 核桃果实经济性状鉴定——品质鉴定	186
§ 11 建筑材料	188
实验 1 水泥细度测定	188



实验 2 水泥标准稠度用水量测定	189
实验 3 水泥初凝时间测定	191
实验 4 混凝土骨料实验——砂料颗粒级配	192
实验 5 混凝土拌和物和易性实验	193
实验 6 砂浆稠度实验	195
实验 7 水泥混凝土强度实验	196
实验 8 建筑砂浆强度实验	197
§ 12 风沙物理学	200
实验 1 沙物质粒配分析	200
实验 2 风信资料的整理	203
实验 3 大气中总悬浮颗粒物的测定（重量法）	206
§ 13 风蚀荒漠化防治技术	208
实验 1 风速梯度及地表粗糙度测定	208
实验 2 植物组织含水量及饱和亏的测定	209
实验 3 切片制作及沙漠植物叶解剖结构观察	211
实验 4 风沙土机械组成分析（比重计法）	213
§ 14 水土流失监测与评价	216
实验 1 侵蚀区航片判读	216
实验 2 基于 GIS 的土壤侵蚀因子分析与信息提取	219



实验 1 日照的观测

一、实验目的和意义

通过实验了解暗筒式日照计的原理、构造，掌握日照时数的测定方法。

二、仪器原理和构造

1. 原理 暗筒式日照计是利用太阳光通过仪器上的小孔射入筒内，使涂有感光试剂的日照纸上留下感光迹线，计算日照时数。

2. 构造 暗筒式日照计（图 1.1）由金属圆筒、纬度刻度盘和支架底座等构成。

金属圆筒的底端密闭，筒口带盖，它的两侧各有一进光孔，两孔前后位置错开，与圆心的夹角为 120° 。筒内附有压纸夹，用于固定日照纸。有的日照计暗筒上还有隔光板，可将上午、下午的日光明确分开。圆筒下部有固定螺钉，如松开后，圆筒可绕支架轴旋转。支架下部有指示纬度的记号线。

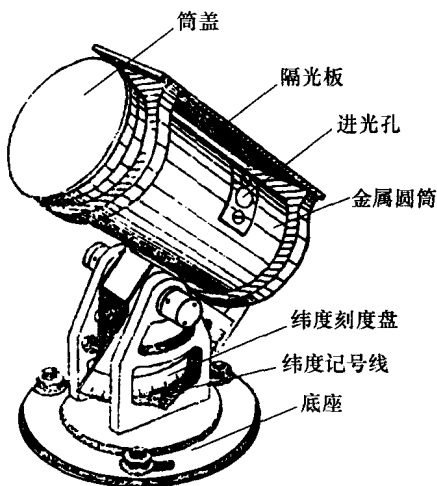


图 1.1 暗筒式日照计

三、方法与步骤

1. 仪器安装 日照计应安置在地形开阔、终年从日出到日落都能受到太阳光照射的地方，安置时底座要水平，筒口对准正北，纬度记号线对准纬度盘上当地的纬度值。

2. 日照纸涂试剂

1) 试剂的配制 涂抹日照纸的试剂由感光试剂枸橼酸铁铵 $[\text{Fe}_2(\text{NH}_4)_4(\text{C}_5\text{H}_5\text{O}_7)]$ 和显影试剂赤血盐 $[\text{K}_2\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 配制而成。枸橼酸铁铵与水的比例为 3 : 10，赤血盐与水的比例为 1 : 10。两种试剂配好后，分别装入棕色瓶中，放在暗处备用。

2) 涂试剂 取等量的两种试剂均匀混合，在暗室（或夜间）用脱脂棉（或排笔）蘸试剂，均匀地刷在日照纸上，待阴干后暗藏备用，严防感光。

3. 换纸与记录整理 每天在日落后换纸，即使是全日阴雨，也要照常换纸，以备日后查考。换纸时，先打开筒盖，取下压纸夹，取出筒内日照纸，再将涂过试剂的日照纸填好年、月、日并使试剂面朝里卷成筒状放入筒内，使日照纸上 10:00 线对准筒口白线，14:00 线对准筒底白线，且纸上两个圆孔对准两个进光小孔，压纸夹交叉处向上，将纸压紧，盖好筒盖。



换下的日照纸，应依感光迹线的长短，在其下描画铅笔线，然后将日照纸放入足量的清水中浸漂 3~5 min 后拿出，阴干后再复验感光迹线与铅笔线是否一致。如感光迹线比铅笔线长，则应补上这一段铅笔线，然后按铅笔线计算各时日照时数，日照纸上一大格为 1 h，一小格为 0.1 h，将各小时的日照时数相加，即得全天的日照时数，如果全天无日照，日照时数记 0.0。

四、检查与维护

- (1) 应经常检查仪器的水平、方位、纬度的安置情况，发现问题及时纠正。
- (2) 日出前应检查日照计的小孔有无被小虫、尘沙等堵塞或被露、霜等遮住。

实验 2 照度的测定

一、实验目的和意义

通过实验了解照度计的原理、构造，掌握照度测定方法。

二、仪器原理和构造

照度计型号较多，现介绍 CZ-4 型照度计的主要构造和使用方法。

1. 原理 照度计根据光电效应原理制成，是具有接近于人眼分光灵敏度特性的一种测光仪器，主要由光电池、滤光片和电流表三部分组成。光电池由硅半导体或硒半导体制成，它和适当的滤光片配合使得对不同波长入射光的相对灵敏度与正常人的眼睛相同，并能将光能转换成电能，使电流表的读数能表示出照度的强弱。

2. 构造 CZ-4 型照度计由接收器、显示器及电流电压变换器等构成，如图 1.2 所示。

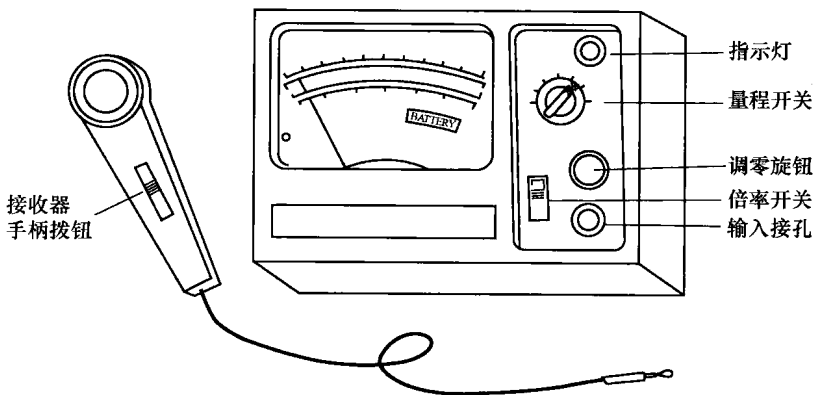


图 1.2 CZ-4 型照度计

(1) 接收器。采用蓝硅光电池作为光能转换器材，其上装有滤光罩，它的手柄上有一按钮，与仪表面板上倍率开关相配合，可调节所用量程大于（或小于）2000 lx。

(2) 显示器。显示器为宽角度镜面指针式电流表，表盘上有两行刻度，0~20 lx 及 0~60 lx，分别用于量程开关满度值 20~200 000 lx 及 60~600 000 lx 读数用。另外，表盘刻度下有一蓝色“BATTERY”区域，可检测电池电压。

(3) 电流电压变换器采用集成电路。

三、方法与步骤

(1) 将仪表水平放置, 先检查和调整表头指针的机械零位。

(2) 检查电池电压。把量程开关拨至“电池”栏, 电表指针应在“BATTERY”区域内, 若指针低于此范围, 表示电池电压不足, 应调换新电池。

(3) 调节“零位”。接收器的插头插入仪表输入插孔, 接收器的测量头罩上滤光罩, 把量程开关拨到“20 lx”档, 右上方的红色指示灯发亮, 调节“调零”旋钮, 使指针指零, 然后将量程开关拨到“2000 lx”档, 准备测量。

(4) 照度测量。测量前应估计被测照度大小, 按照度大于(或小于)2000 lx 选择使用拨钮及倍率开关, 读数时各刻度按量程开关红色(蓝色)满度值扩大相应倍数。

① 若被测照度大于2000 lx, 将接收器手柄拨钮向上推足(出现红条), 并把倍率开关也推向上方(红块), 测量值按量程开关所指红色满度值读数。

【例1】 量程开关调在 $\frac{20\,000}{200}$ (红), 指针所指刻度为 $\frac{10.2}{31}$ (上), 则照度计读数应取上行刻度再扩大 $20\,000/20=1000$ 倍, 即

$$10.2 \times 1000 = 10\,200(\text{lx})$$

② 若被测照度小于2000 lx, 将接收器手柄拨钮向下推足(出现蓝条), 并把倍率开关也推向下(蓝块), 测量值按量程开关所指蓝色满度值读数。

【例2】 量程开关调在 $\frac{6000}{600}$ (红), 指针所指刻度为 $\frac{17.8}{54}$ (上), 则照度计读数应取下行刻度再扩大 $600/60=10$ 倍, 即

$$54 \times 10 = 540(\text{lx})$$

读数时, 应将量程开关调在适当位置, 使指针有较大偏转, 以减少读数误差, 测量时可遮挡接收器受光面数次, 取 n 次测量值的平均值。

(5) 测量完毕, 将量程开关按回“关”的位置, 仪器面板右上方的红色指示灯也关闭。

四、注意事项

(1) 接收器白色受光部位的前端平面为基准测试面, 测试时须注意正确安放接收器的位置。

(2) 调换电池, 将仪表从盒内取出, 卸下底部的电池盖板即可。新电池装入时须注意电池极性不可装错, 且两节电池应同时调换。

实验3 空气温度和土壤温度的观测

空气的温度(简称气温)是表示空气冷热程度的物理量, 地面气象观测中测定的是离地面1.5 m高度处的气温。土壤温度包括地面、地中浅层(离地面5 cm、10 cm、15 cm、20 cm深度)及较深层(离地面40 cm、80 cm、160 cm、320 cm深度)的温度, 统称地温。

温度观测均采用摄氏温标, 单位是摄氏度(°C)。

常用的测温仪器是玻璃液体温度表和双金属片温度计。

一、实验目的

了解空气温度和土壤温度的测定方法，掌握百叶箱内仪器的安装、地温表的安装、温度计的使用、温度表的读数。

二、仪器原理和构造

(一) 玻璃液体温度表

1. 测温原理 玻璃液体温度表的感应部分是一个充满测温液体的球部，与球部相连的是一根一端封闭、粗细均匀的毛细管。设温度为 0°C 、 $t^{\circ}\text{C}$ 时，球部与管部的液体体积分别为 V_0 、 V_t 。当温度改变 $\Delta t^{\circ}\text{C}$ 时，液体体积的变比量为 ΔV ，则有

$$\Delta V = V_t - V_0 = V_0(1 + \alpha \Delta t) - V_0 = V_0 \alpha \Delta t \quad (1.1)$$

式中， α 为测温液的视膨胀系数，即测温液体膨胀系数与玻璃膨胀系数之差。

在截面积为 S 的毛细管内，液柱长度改变了 ΔL ，即

$$\Delta L = \frac{\Delta V}{S} = \frac{V_0 \alpha}{S} \Delta t \quad (1.2)$$

式中， V_0 、 α 、 S 对于一支温度表来说是固定的 (α 近似常量)，则液柱长度改变量 ΔL 与温度的变化成正比，故可利用液柱位置的变化来测定温度。

2. 种类

1) 普通温度表 普通温度表可用来测定任一时刻温度，通常由感应球部、毛细管、刻度磁板、外套管组成 (图 1.3)，是一种套管温度表，测定气温用的干球温度表及测定地面温度的地面温度表即属此类。此外，有的普通温度表毛细管壁较厚，温度刻度直接刻在毛细管外壁上，称为棒状温度表。

常用的测温液有水银和酒精两种。水银具有比热小、热导率大、不透明等优点，可制作精度较高的水银温度表。但水银的凝固点太高，只有一 -38.9°C ，所以低温条件下只能用凝固点很低的酒精 (-117.3°C) 作为测温液，而酒精纯度低、沸点低，且浸润玻璃，因此酒精温度表精度低，仅用于最低温度及精度较低的温度观测。

2) 最高温度表 最高温度表用来测定一定时间间隔的最高温度。

(1) 构造原理。球部内有一玻璃针，伸入毛细管，使球部和毛细管之间形成一窄道 (图 1.4)。当温度升高时，球部水银体积膨胀，挤入毛细管，而温度下降时，水银收缩由于窄道外的摩擦力超过了水银的内聚力，毛细管内水银在此中断，不能缩回球部，温度表的最高示度就被保留下来。

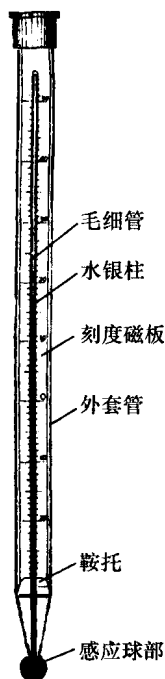


图 1.3 普通温度表
(干球温度表)

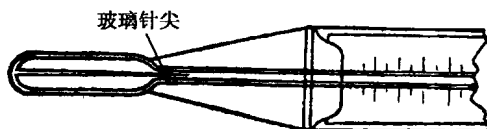


图 1.4 最高温度表球部构造图

(2) 调整。最高温度表观测读数完后，必须用外力使毛细管内部水银回到球部，该过程称为调整。调整的方法是用手握住表身，球部向下，磁板面与甩动方向平行；手臂向外伸出约 30° 的角度，用大臂将表在前后 45° 范围内甩动，毛细管内水银即可下落球部，使示度接近于当时的干球温度。调整后，应把温度表水平放回到原来的位置上，先放球部，后放表身，以防汞柱因重力作用滑向表身。

3) 最低温度表 最低温度表用来测定一定时间间隔的最低温度。

(1) 构造原理。测温液是酒精，毛细管内有一哑铃形游标（图 1.5），当温度下降时，酒精柱便相应下降，由于酒精柱顶端表面张力作用，带动游标下降，当温度上升时，酒精膨胀，酒精柱经过游标周围慢慢上升，而游标仍停在原来位置上，因此它能指示一定时间间隔内曾出现的最低温度。



图 1.5 最低温度表

(2) 调整。抬高温度表的球部，表身倾斜，使游标回到酒精柱的顶端。

(3) 注意事项。最低温度表游标远离球部的一端表示最低温度，而酒精柱表示空气温度，观测最低温度时，眼睛应平直地对准游标远离球部的一端，观测酒精柱顶时，对准凹面中点（最低点）位置。如图 1.6 所示，低温度的读数（即游标的示度）是 -3.6°C ，气温（酒精柱）读数是 5.3°C 。

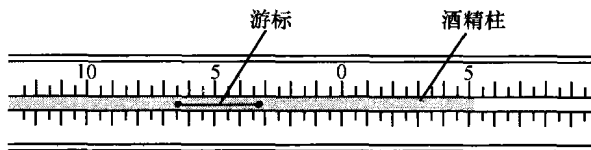


图 1.6 最低温度表读数示意图

4) 曲管地温表 曲管地温表的构造和原理同普通温度表，只是表身下部伸长，长度不一，且球部上端弯折，与表身呈 135° 夹角（图 1.7A），为了防止玻璃套管内空气的对流，表身下部用石棉灰及棉花充填。整套曲管地温表包括深度为 5 cm、10 cm、15 cm、20 cm 的 4 支温度表，常用于观测固定地点浅层各深度的地温。

此外，还有一种直角地温表，其球部附近的管子弯曲成 90° 角（图 1.7B），由于安装方便，常用于地温流动观测。

5) 直管地温表 直管地温表是测定较深层地中温度的仪器，它的构造（图 1.8）是将一支普通温度表装入嵌有金属底盖的特制塑料套管内，且在温度表球部周围填有很多铜屑，使温度表具有必要的滞后性，以便从地中抽出时，短时间内读数保持不变。

6) 插入式地温表 插入式地温表是将一支普通温度表固定在金属保护套内，套管下端是锐利的金属尖，温度表球部用金属屑填充，使用时以尖端插入土中，5 min 后即可读数，常用于野外流动测定。

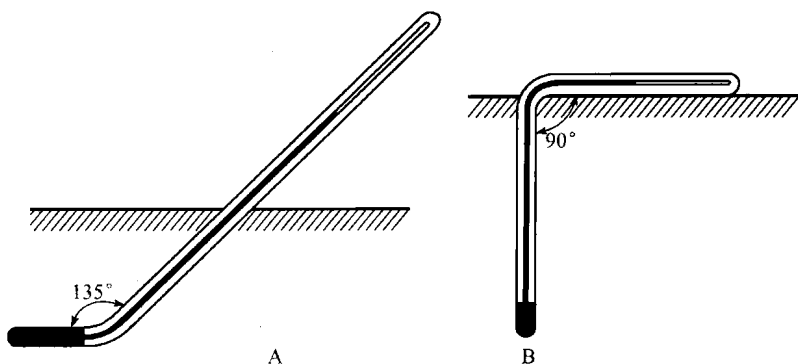


图 1.7 双金属片曲管地温表

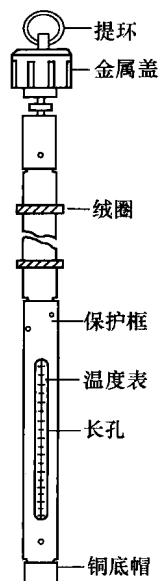


图 1.8 直管地温表

(二) 双金属片温度计

温度计是自动记录气温连续变化的仪器，从自记记录上可以获得任何时间气温、极端值（最高值和最低值）及其出现时间。由于精度所限，其记录必须与百叶箱干球温度表同时测得的气温比较，并进行差值订正，方可使用。

1. 构造和原理 双金属片温度计的构造如图 1.9 所示，分为感应、传递放大和自记三大部分。

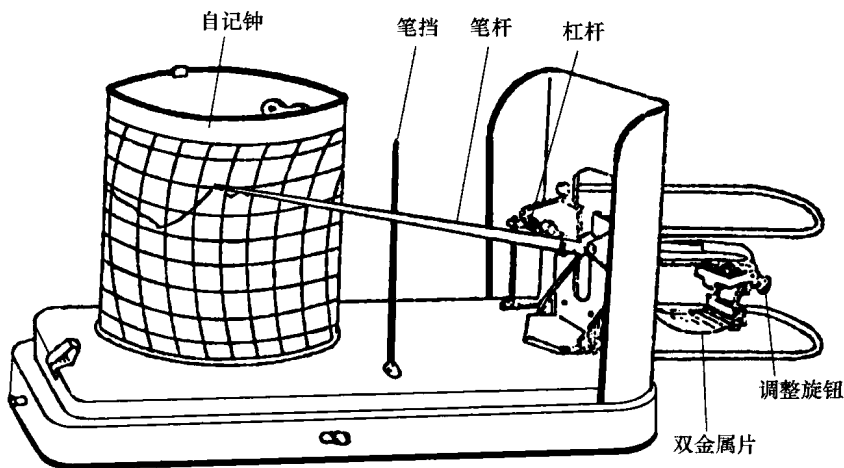


图 1.9 温度计

1) 感应部分 感应部分是一个双金属片，它由两片热胀系数不同的金属片互相铆接或焊接在一起组成。一般上片为膨胀系数大的黄铜，下片为膨胀系数小的因钢。当温度变化时，由于黄铜和因钢的膨胀量不同而发生弯曲（图 1.10）。双金属片一端固定在支架上，另

一端（自由端）随温度变化发生位移，其位移与温度变化成正比，故可根据自由端的位移确定温度变化。

2) 传递放大部分 传递放大部分由一组杠杆组成，其作用是使双金属片自由端微小位移放大并传递到自记笔尖上。

3) 自记部分 自记部分包括自记钟、自记纸与自记笔。

圆筒形的自记钟（图 1.11）内装有类似普通钟表的钟机，钟筒套在仪器的主轴上，主轴底部有一固定齿轮，自记钟底部有一向外伸出的小齿轮，与固定齿轮相衔接，小齿轮能随钟机转动，在钟机走动时，小齿轮就围绕固定齿轮均匀旋转，从而带动整个钟筒旋转。一般自记钟分日转与周转两类。

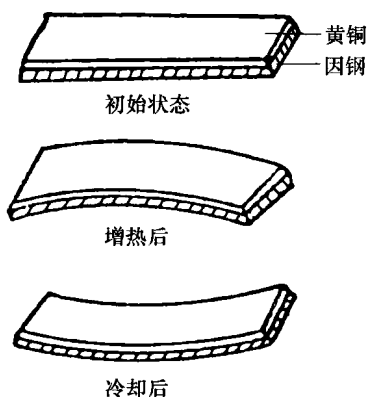


图 1.10 温度变化时双金属片的弯曲

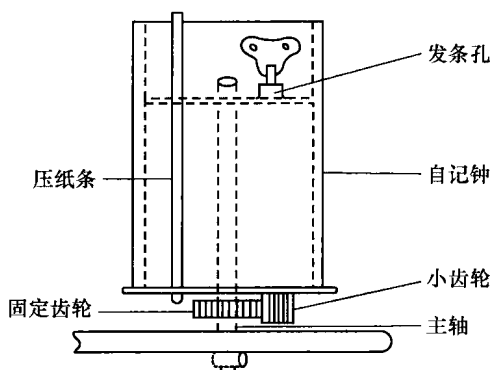


图 1.11 自记钟

自记纸裹紧在钟筒上，用压纸条压紧，纸上的纵坐标为温度值，每一小格表示 1.0°C ；横坐标为时间线，是一弧线，每一小格表示 15 min。

自记笔尖内盛挥发性很小的特制墨水。自记钟时刻运转，温度不断变化，这样就会使笔尖在自记纸上连续画出清晰的曲线。

2. 观测和记录 观测时，根据笔尖在自记纸上的位置读数，取一位小数，并作时间记号。作时间记号的方法是按动一下仪器右壁外侧的计时按钮，使自记笔尖在自记纸上划一短垂线。

3. 更换自记纸 日转型自记钟每天换纸，周转型自记钟每周换纸一次，换纸步骤如下所述。

(1) 作记录终止的记号（方法同作时间记号）。

(2) 掀开盒盖，拨开笔挡，取下自记钟筒（也可不取下），在自记迹线终端上角记下记录终止时间。

(3) 松开压纸条，取下自记纸，上好钟机发条（切忌上得过紧），换上填写好日期的新纸。上纸时要求自记纸卷紧在钟筒上，两端的刻度线要对齐，底边紧靠钟筒突出的下缘，切勿使压纸条挡住有效记录的起止时间线。

(4) 在自记迹线开始记录一端的上角，写上记录开始时间，使钟筒稍微超过当时时间，再将钟筒反转（以消除大小齿轮间的空隙），使笔尖对准记录开始的时间，拨回笔挡并作一时间记号，盖上盒盖。

4. 自记记录的订正 在换下的自记纸上，把定时观测的实测值和自记读数分别填在

相应的时间线上，自记记录以时间记号作为正点。

(1) 确定各正点时间记号。以定时观测的时间记号为准，在两次定时观测之间的自记迹线上用内插法求得各正点时变差，确定各正点位置，并在相应的各正点时间线和自记迹线的交叉处划一短垂线，然后读出自记值。

(2) 订正各正点自记记录。先求出两定时自记值的器差值（实测值减去相应的自记值），然后将两定时自记值的器差值用内插法求得各正点器差分配数，并计算出各正点的正确值，如表 1.1 所示。

表 1.1 温度自记记录器差订正表 (°C)

	时 间						
	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00
实测值	-1.9						2.4
自记值	-1.3	-0.8	-0.2	0.5	1.4	1.9	2.3
器差值	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	0.0	0.1
正确值	-1.9	-1.3	-0.6	0.3	1.3	1.9	2.4

5. 维护

(1) 当记录曲线出现“间断”或“阶梯”现象时，应及时检查自记笔尖对自记纸的压力是否适当，方法如下所述：把仪器向自记笔杆的一面倾斜 $8^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ，如笔尖稍微离开钟筒，则压力适宜；否则说明压力过大或过小，应检查笔根转轴是否灵活，或调节根部的螺丝，使笔尖压力适当。

(2) 平时不要随便调整自记仪器笔尖位置，只有当自记纸示度与实测值相差较大时才转动调整螺丝，把笔尖调整到正确示度上。

(3) 笔尖须及时添加墨水，但不要过满，以免墨水溢出；换笔尖时应注意自记笔杆（包括笔尖）的长度必须与原来的等长。

三、空气温度的观测

空气温度的观测包括对定时气温、日最高气温、日最低气温的观测，以及作气温的连续记录。用干球温度表、最高和最低温度表及温度计观测。

由于测温仪器的感应部分对太阳及周围物体辐射能的吸收能力远远大于空气，如果仪器露天放置在被测环境下测定气温，太阳辐射及周围物体的辐射对气温观测会产生“辐射误差”，这种误差在晴朗的白天可使气温偏高 $4 \sim 5^{\circ}\text{C}$ ，夏季甚至可偏高 10°C ，夜间会偏低 $1 \sim 2^{\circ}\text{C}$ 。因此，进行气温观测必须采取防辐射措施。可将温度表（计）置于百叶箱或简单的防辐射罩内，或者在温度表上增设通风和防辐射装置。

（一）百叶箱

百叶箱是安置测定空气温、湿度仪器用的防护设备，它的作用是防止太阳对仪器的直接辐射和地面对仪器的反射辐射，保护仪器免受强风、雨、雪等的影响，并使仪器感应部分有适当的通风，能真实地感应外界空气温度和湿度的变化。

1. 构造 百叶箱四壁由两排薄的木板百叶组成，木板向内、向外倾斜与水平方向呈 45° ；箱底由三块木板组成，中间一块比边上稍高一些；箱盖有两层，其间空气能自由流通。

百叶箱内外均涂白色，以减少辐射影响。

2. 仪器安置 百叶箱分大、小两种。小百叶箱内安置各种温度表和毛发湿度表。各种仪器应装置在一个固定的支架上（图 1.12），干湿球温度表垂直悬挂在支架两侧的环内，干球在东，湿球在西，球部中心距地 1.50 m。最高、最低温度表水平放置在支架下横梁上的两对弧形钩上，球部中心离地 1.52~1.53 m，因此气象台站测定的气温是离地面 1.50 m 高度的气温。

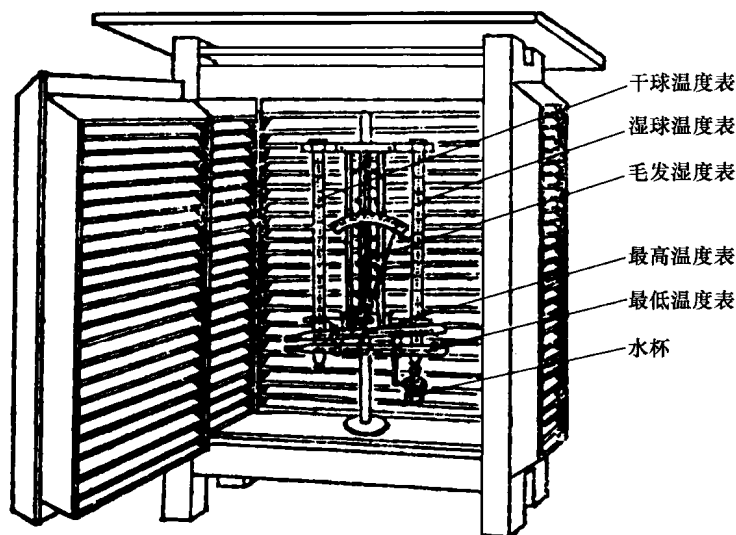


图 1.12 小百叶箱仪器安置示意图

大百叶箱内安置温度计和湿度计，温度计安放在前边支架上，感应部分中心离地 1.50 m，湿度计放在后边稍高的木架上。

3. 安装 百叶箱应水平牢固地安装在一个高出地面的特制支架上，箱门朝正北。

（二）观测和记录

（1）定时观测程序：干球、湿球温度表，最低温度表酒精柱，最高温度表，最低温度表游标。20:00 观测后调整最高温度表和最低温度表，然后记录温度计读数，并作时间记号，14:00 观测后换温度自记纸。

（2）各种温度表读数要准确到 0.1℃，温度在 0℃ 以下，应加“—”号。读数记入观测簿相应栏内，并进行器差订正。

（3）温度表读数时应注意以下两点。

① 动作要迅速。读数力求敏捷，尽量缩短停留时间，并且勿使头、手和灯接近球部，不要对着温度表呼吸。

② 复读。避免发生误读或颠倒零上、零下的差错。

四、土壤温度的观测

地面温度是指直接与土壤表面接触的温度表所示的温度，包括地面温度、地面最高温度、地面最低温度，用地面温度表（又称 0 cm 温度表）、地面最高温度表和最低温度表观测。