

引进的长期自记气候站和自动记录气候站简介

李 寿 夏

研制长期自记气候站和自动记录气候站是国家气象局列出的重点科研项目之一。为了研制出性能好质量高的气候站并缩短研制周期,国家气象局于1983年9月从意大利引进了机械式长期自记气候站,同年12月从美国引进了自动记录气候站,交给研制单位作参考样机,以便及早生产出我国自己的类似设备。本文对意大利生产的长期自记气候站及美国生产的自动记录气候站作简单介绍。

一、意大利的长期自记气候站

这套设备是意大利SIAP BOLOGNA公司生产的,该厂生产这种设备已有五十多年的历史。全世界先后有20个国家使用这种设备,是一种机械式的自记气候站。它可记录的气象要素有空气温度、相对湿度、风向、

风速、雨量。五个要素均在一张记录纸上分区记录。除雨量记录和电子机械钟使用普通1号干电池外,其余四个要素都是全机械式的。它的记录部分可连续记录两个月或四个月的气象要素。

1. 结构

机械式自记气候站由三部分构成:三脚支架、传感器、记录部分。

1) 三脚支架

安装拆卸较方便,为使放自记气候站主体的门朝南开,安装时三脚支架的一个脚的方向要对准北方。自记气候站必须固定在水平的地方。

2) 传感器及其性能参数

自记气候站的测量要素、所用感应元件、测量范围和测量精度如表1。

表 1

测量要素	感应元件	测量范围	测量精度	备 注
空气温度	环形双金属片	$\pm 60^{\circ}\text{C}$	$< \pm 1^{\circ}\text{C}$	
相对湿度	毛发束	0—100%	$\pm 5\%$	
风 速	三 杯	0—28m/s	$\leq 15\text{ m/s}$ 时 $\pm 0.5\text{ m/s}$ $> 15\text{ m/s}$ 时 $\pm 1.5\text{ m/s}$	起动风速 0.5m/s
风 向	平衡锤风向标	0—360°	$\pm 5^{\circ}$	
雨 量	翻 斗	0—30mm	全量程的 $\pm 2\%$	分辨率 1mm 漏斗口径 200cm ²

3) 记录器

自记气候站采用的是滚筒式记录器。记

录纸由微型直流电机驱动,驱动后其速度由同精度的擒纵机构控制。使用的记录纸是一

种覆盖着一层蜡的有色纸,底色为红色。蜡纸长度为15米。各要素的自记笔在自记纸上划破蜡后露出的红线即为对应要素的自记曲线。自记纸的走速可调成每小时走10毫米(可记录两个月资料);亦可调成每小时走5毫米(可记录四个月资料),但分辨率要降低一半。

2. 安装、使用和检定

该自记气候站除电池、雨量器的漏斗和风杯组件外,其余部分事先安装成一个整体。安装时要先架设三脚支架,使其牢牢固定在水平位置,使得风杯和风仪的轴在任何方向都垂直;气候站主体亦可固定架设在别的支柱上,但该支柱必须深深地牢固埋入土或混凝土中。安装气候站主体时要对好南北线,记录器箱门要正对南方,以便取得正确的风向及减小温度、湿度感应元件的辐射误差。然后装好风向风速感应元件和雨量器收集漏斗,接通雨量收集导管到翻斗的金属管子,同时放松记录笔,接好干电池(注意电极要接正确)。这时自记气候站即算装好,可以开始工作。

自记气候站在出厂前,全部要素已经过校准,使用时一般不必进行再校准。如存放时间长或工作时记录数据不对,才需校准。由于它是一整体件,进行严格检定较困难,无法分要素拆下检定,只能用比较的办法进行校准。

自记气候站使用过程中,要对各元件、部件进行定期仔细的清洗;在 0°C 以下使用时需对干电池采取保温措施。

3. 优缺点

1) 结构简单,安装使用方便,价格较便宜。

2) 因是机械式,所以设备结实可靠,不易出故障。

3) 风向风速的传动部分采用螺旋形蜗杆形式,较好地解决了风向过北问题,且工艺较先进。

4) 记录纸较好,不用自记墨水,可以在低温下工作,符合野外长期工作的要求。

5) 但设备的整体性也带来不足之处,即无法对每个要素进行检定。使用时,当某一要素损坏时无法单独进行维修更换。鉴于此,在设计我国自己的机械式长期自记气候站时建议采用积木式结构。

二、美国的自动记录气候站

该设备是美国加利福尼亚州天气电子公司(Weathertronics)生产的。探测到的气象要素经过微型信息处理机处理后,自动记录在磁带上。根据需要随时可取出磁带,连接上打印机,打出所记录的气象资料,也可以接到中心处理机进行资料处理。使用的磁带是普通的盒式磁带,每盒磁带的一面可记录3~6个月的资料(根据采样时间而定)。自动记录气候站采用蓄电池供电。可用太阳能电池或交流电池对蓄电池充电。这次引进的自动记录气候站的测量要素有:空气温度、相对湿度、风向风速、气压、太阳辐射、土壤湿度和叶面湿度。与之配套的微型信息处理机可以同时接受和处理九个感应头的输入(两个脉冲量和七个模拟量)。使用者可根据需要选择测量要素。微型信息处理机的工程测量单位转换程序和专门的输出程序可由用户选择,可获得测量要素的最大值、最小值、平均值、瞬时值、总量和标准偏差等,这些量都按规定程序记录在磁带上,然后用最简单的办法由打印机打印出来。

1. 结构和性能

自动记录气候站由塔架、传感器和资料获取系统构成。

1) 塔架是由铝合金管做成的三角塔架,可以根据需要升高或降低到一定程度。装卸都较方便。

2) 传感器

空气温度:元件由三个精密的热敏电阻排列而成,并带有三层式防辐射罩。其性能如下:

测量范围: $-50\sim+50^{\circ}\text{C}$;

灵敏度: $0.00559149\text{ Ein}/^{\circ}\text{C}$ (Ein-爱因

斯坦);

线性偏差: $\pm 0.08^{\circ}\text{C}$;

绝对精度和互换性: $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$;

时间常数: 15 s。

相对湿度: 元件是高分子湿敏电容薄片, 使用时带有风标吸引式防护罩以达到防辐射误差和自然通风的目的。测量结果经过差动放大器放大后输出。其性能如下:

测量范围: 0—100% (相应的输出值为 0—100 mV);

电容: 相对湿度 0%、温度 20°C 时电容量为 45 pF;

灵敏度: 0.1 pF/%;

响应时间: 1s (相对湿度变化 90%);

滞后: 在 0—80% 之间 $< 1\%$;

线性: 在 0—80% 之间 $< 1\%$;

温度系数: $0.05\%/^{\circ}\text{C}$;

输入电压: $3.6\text{V} \pm 0.01\text{V}$;

输入电流: $\sim 11\text{mA}$;

负载阻抗: 1000 Ω ;

工作温度范围: $-40 - +80^{\circ}\text{C}$

风向: 采用高灵敏度的尾翼风标, 重量轻。风标连结在不锈钢轴上, 内有电位器作为换能器。当风标转动时电位器输出模拟量信号与风向对应。其性能如下:

测量范围: 0—360°;

测量精度: $\pm 2^{\circ}$, 死角 1° ;

起动风速: $\sim 0.25\text{m/s}$;

距离常数: 8.89 cm;

旋转半径: 457 mm;

工作温度: $-40 - +60^{\circ}\text{C}$ 。

风速: 采用不锈钢制成的三杯式, 风杯直径 5.08 cm, 厚度 0.01 cm。用直流发电机作换能器, 最大换能电流 20 mA。其性能如下:

起动风速: $\sim 0.25\text{m/s}$;

测量范围: 0—45 m/s;

精度: $\pm 1\%$;

距离常数: 1.524 m;

工作温度: $-40 - +60^{\circ}\text{C}$ 。

气压: 感应元件是镍-碳无汞压敏元件, 通过差动放大器输出, 并有温度补偿措施。其性能如下:

感应范围: 600—1100 mb (工作范围从海平面到海拔 4242 m);

输出: 2.9008—5.3167V(DC);

灵敏度: 4.83 mV/mbar;

精度: 全量程的 0.08% (包括滞后、温度漂移、非线性);

工作温度: $-10 - +50^{\circ}\text{C}$ (贮藏或运输范围 $-50 - +65^{\circ}\text{C}$, 贮藏压力 5—30 磅/英寸²);

功率: 10.5—24.0 V(DC), 15 mA。

太阳辐射: 感应元件是 6 个黑色的和 6 个白色的扇形块组成的星状体, 采用热电堆式, 其性能如下:

光谱范围: 0—3 μm ;

热电堆数: 72 对;

灵敏度: $\sim 8\text{mV/gm cal/cm}^2 \cdot \text{min}$;

温度系数: $0.025\%/^{\circ}\text{C}$;

时间常数: 4 s;

阻抗: 30—34 Ω ;

圆顶罩: 直径为 7 cm 磨光石英玻璃;

余弦响应: $< 1\%$ ($0 - 70^{\circ}$ 入射角)。

土壤湿度: 感应元件采用多孔陶瓷介质体, 测量水势张力。测量范围 10—100 cb (厘巴)。

叶面湿度: 感应部分是镀铜电极, 测量电阻值随湿度的变化。测量范围是从干状态 3,000,000 Ω 到湿状态 20,000 Ω 。

3) 资料获取系统

资料获取系统由微信息处理机、固态存储器和模拟量电子仪器、电池、磁带机 (以上均安装在一个能防雨水的铁箱内, 与传感器组成一个整体), 以及打印机组成。它可以同时接受 7 个模拟量和 3 个计数脉冲量输入。自动记录气候站可按用户需要采用交流或直流电源。各要素的传感器可以方便地与资料获取系统连接。

资料获取系统的技术指标如下:

输入通道:模拟量7;脉冲量2。

模拟输入范围: $-2\text{ mV} \sim +25\text{ mV}$;
 $-0.2\text{ V} \sim +2.5\text{ V}$ 。

输入型式:模拟 交流或直流;脉冲 触点闭合式或外部信号。

放大器精度:读数的 $\pm 0.2\%$ 。

分辨率: 25 mV 量程, $\pm 5\text{ }\mu\text{V}$; 2.5 V 量程, $\pm 1\text{ mV}$ 。

扫描间隔: 1 s 或 10 s 任选。

显示器: 6 位液晶显示。

输入顺序: 直流伏、直流毫伏、交流伏、交流毫伏、脉冲。

输出顺序: 采样、平均、合计、最大、最小及其它。

内部数据存储器: 640 个输出单元, 64 个中间单元, 9 个传感器输入单元。

输出间隔: 用户可以从 1 s 到 24 hr 任选。

工作温度: $-25 \sim +50^\circ\text{C}$ 。

工作湿度: $0 \sim 95\%$ (无凝结)。

电源: 12 V (DC) , 最大电流 10 mA 。使用密封式铅酸电池, 其标称值为 5 Ah , 充满为 13.2 V , 到 11.5 V 时需充电, 可用 $115/230\text{ V}$ 交流或太阳能电池充电。

尺寸: $406 \times 610 \times 280\text{ mm}^3$ 。

重量: 22.7 kg 。

2. 安装使用和检定

先将自动记录气候站的三角塔架牢固地固定在地上, 再将各要素的传感器根据需要高度架设在三角塔架的各部分, 把资料获取系统铁盒安放在三角架的一个侧面上, 以使用操作方便及牢固为原则, 最后把传感器输入和资料获取系统连接并把磁带记录器接通

即可进行工作。按照已定的程序间隔, 资料获取系统储存的资料就被记录在磁带上。

自动记录气候站由蓄电池供电, 有一实时钟, 一个由程序控制的模拟数字转换器和一个连续的输入/输出接口, 它带有充电器, 可用太阳能电池浮充。系统每分钟(或 10 秒 , 任选)对输入程序的输入通道扫描一次, 处理获得的资料, 并按输出程序的要求进行存贮。它的输入、输出程序已固化在存储器中。

自动记录气候站使用的磁带机是普通的精巧小型录音机, 用高质量普通盒式录音磁带。当处于伺服状态时, 仍能保持电池供电, 数字打印机使用一个热印字磁头。自动记录气候站的资料获取系统铁箱内装有差动放大器, 这是为获得气压和湿度资料所必须的, 气压和湿度传感器输出要转换成资料获取系统可接收的单端信号, 它们要求差动输入或一个电阻电桥装置。

自动记录气候站保证连续使用一年, 一年以上则需进行检定, 除湿度检定需要一种专用设备外, 其它要素均可卸下按各自的检定要求进行。

3. 评价

该自动记录气候站的自动水平较高, 属于七、八十年代水平, 可以自动记录、数据处理、打印或连接中心计算机处理。测量要素所采用的感应元件的精度较高, 整机采用积木式, 可按需要接上各种传感器, 这样各要素可根据使用情况随时进行检定。电源使用密封式铅酸蓄电池, 电解液不会溢出, 且可用太阳能电池对之充电, 适合于野外使用。