

ZQZ-3 型无线遥测自动气象站

江苏省无线电科学研究所 倪春森

本文就 ZQZ-3 型无线遥测自动气象站的测量系统与控制系统的逻辑原理、性能及采用的技术手段作一概论介绍。

一、原理概述

无线遥测自动气象站由四个部份组成，一，气象参数传感器，二，主机，三，发射机，四，电源（蓄电池组）它们通过电缆连接组成成套设备，该设备每隔六小时对八个气象要素测报一次，测量数据通过发射机传送给中心站，现就八个气象要素的测量及控制系统的操作概况分别简述如下：

1. 湿度测量

该项参数是八个要素中较难对付的一个，关键在于到目前为止，尚未找到一个理想的感应元件。ZQZ-3 型自动气象站所采用的湿度传感器是由我所自行研制的氯化锂湿敏电阻，其测量范围为：30—95% ± (3—4)%，测量原理是利用湿敏电阻表面吸湿或放湿时电阻 R 的改变，通过 R—f 参数转换器将 R 的改变再转换成脉冲频率 f 的改变，测出 f 即可得到相对湿度 RH，测量过程参看图 1。当自动气象站时控单元进入 02、08、14、20 时，发出开机指令，令总开关机控制单元打开，从而给所有有关电路加上电源，此时 R—f 转换器进入工作状态。2 分钟后，时控单元令电子门打开 0.9375 秒时间，代表湿度值的振荡脉冲通过电子门送入记录器记录，然后在程序指令下通过发射机发出。

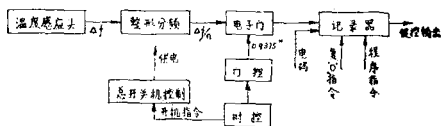


图 1 湿度测量方案

由于环境温度改变要保持 R—f 参数转换电路不产生漂移，是不易实现的，为此采用对不同条件下获得的频率作“订正”的办法加以纠正，订正值由一个 47KΩ 标准电阻，通过“测量元件自动转换控制电路”以代替湿敏电阻接入转换器的办法来获得。订正方法是这样的：设在 20°C 定时 47KΩ 的标准频率为 f_标，使用时对于某个温度 T 时测报湿度频率为 f_T，订正频率为 f_{标T}，则实际的湿度频率 f = f_T + (f_标 - f_{标T}) 根据 f 即可得到相对湿度 RH。

由于氯化锂的电阻值具有一个不可忽视的负温度系数，即温度每改变 10°C 便令相对湿度值改变 3—4%，因此采用正温度系数的热敏电阻予以补偿，实地考察结果，证明效果良好。

2. 温度测量

热敏电阻、铜电阻、铂电阻都曾被广泛地用作温度感应元件，但由于热敏电阻的非线性不易补偿，以及稳定性与互换性较差，因此在 ZQZ-2 型中使用效果不理想。

铜电阻、铂电阻其线性、互换性、稳定性均较满意，但由于低阻工作如一般铜电阻分辨率为 1Ω/°C，铂电阻为 0.33Ω/°C。因此引线长短，分布电容的大小，接插件接触电阻的改变，都将给参数引进误差。更主要的是要在无人管理的恶劣环境下正确测量，对 R—f 参数转换电路的稳定性提出了苛刻的要求，实践证明在 ZQZ-2 型中用铜电阻测温效果也不够理想。

采用测温晶体作 ZQZ-3 型自动气象站温度感应元件，目前已获得满意的结果，方案如图 2 所示。2.5mc Y 割切型晶体作温度感应元件。其振荡频率与温度 T 的关系在 ±50°C 范围内近于线性。考虑到传输效果及记录器的容量，所以采用测温晶振输出与一个 AT 割切型的 2.4mc 固定频率晶振输出相混频，通过选频电路选出 Δf = f_测 - f_基，经放大后送给主机。

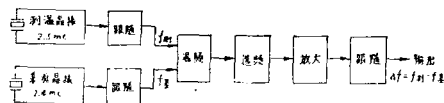


图 2 晶体测温头框图

测报过程和湿度测报过程一致，每当时控电路进入 02、08、14、20 时指令总开关机控制器打开，从而温度测报系统加上电源，进入工作状态。2 分钟后，电子门开启 0.9375 秒时间 Δf 通过电子门送到记录器记录，然后在程序指令下发出。由所得频率即可得到相应温度 T（框图如图 3 示），每次测报过程，设备自动进行二次测量，以确保所测频率的可信度，

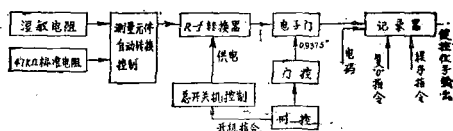


图 3 温度测量方案

3. 气压测量

用空盒作自动气象站的气压感应元件，从原理上讲应该是可行的，关键在于膜盒位移的微量改变，采用何种手段将其转换成电参量。遗憾的是，至今尚未找到一种理想的办法。ZQZ-3型自动气象站采用上海气象仪器厂生产的精密空盒气压表作传感器，在自动气象站中使用只需将原空盒气压表中的数字轮改成电码轮，测得的气压值通过与码轮接触的触点送出即成。测量过程是（参看图4）：开机时由主机供气压力计电源，这时气压计中的可逆电机在传动控制单元的控制下，带动测微丝杆，亦即带动码轮前进或后退，当测微丝杆触点与膜盒控制的角尺杠杆触点处于接触或脱开之时，此时电码轮所反映出的数据即为所测的大气压力值。此值在程序指令下发出。

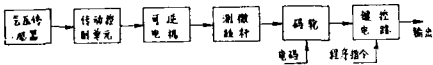


图4 气压测量方案

4. 二分钟平均风速测量

ZQZ-3型自动气象站采用目前气象台站上所使用的电接风速仪作风速测量传感器，风杯转动带动八极磁钢在定子线圈中转动，产生感应电动势，风杯每转一周（2.5米风程）送出四个交变信号（如图5示），因此只要测出二分钟时间内风速仪送出的交变信号的数目，即可测得相应的二分钟平均风速。测量方案如图6所示：

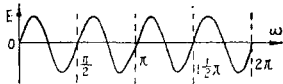


图5 风速仪信号（每转一圈）

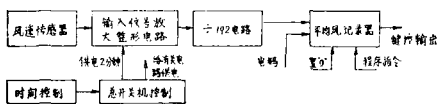


图6 平均风速测量方案

由于风速仪送出的是幅度和频率随风速大小而改变的非脉冲电压信号，这种信号若不预处理则计数器是无法实施计数的。因此首先送入输入电路进行放大和整形，把幅度大小不等的非脉冲信号转换成幅度恒定的脉冲信号。同时为了达到以单位米/秒为量化单位的要求，将该脉冲信号除以192处理后，再送记录器记录。测量过程是：开机后由总开关机控制器供给风速输入电路二分钟电源，风速仪送出的交变信号在这二分钟时间内允许通过输入电路送到记录器中去，二分钟时间一过即切断输入电路电源，记录器记录到的就是这二分钟时间内由风速仪送出的交变信息总量的平均

值，在程序指令下通过发射机发出。

5. 风向测量（参看图7）

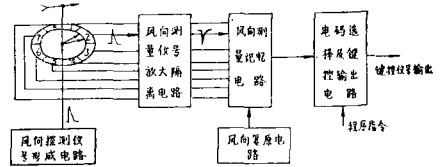


图7 风向测量方案

传感器为箭杆式风标，风标的摆动带动一个滑动触点在代表风向的八个方位块上滑动。八个方位块各引出一线，与风向记忆电路中八个可控硅依次相接。测量时由风向探测脉冲形成电路送出一个探测信号给滑动触点，此信号通过与之相接触的方位块送到风向记忆电路加以记忆，然后在程序指令下通过电码选择及键控输出电路送出。如果滑动触点同时与相邻二个方位块相接，这时这两个方位在记忆电路中同时被记忆，采用电码相拼的办法以形成所谓“混码”发出。这样用八个方位块实现了风向16个方位测量。

每次测报过程对风向总共实施4次测量，每次测量前由复原电路送出复原信号，令风向记忆电路回复原始状态，然后进行测量，所测风向为实时风向，取四次风向平均为所测风向。

6. 最大瞬时风速测量（参看图8）。

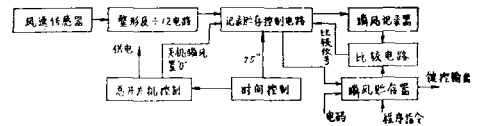


图8 瞬风速测量方案

该项参数指的是在二次发报时间间隔内的最大瞬时风速值，以7.5秒内的平均值计。测量方法是：风速传感器送出的交变信号经整形及除以12处理后，通过记录贮存控制电路加到瞬时风速记录器进行记录、瞬风速记录器将记录到的风速值通过比较电路与最大风速贮存器贮存到的风速值进行比较，当记录器记录到的数大于贮存器已贮存的数时，比较电路送出比较信号，通过记录贮存控制电路令瞬风速记录器跟着记录器计数。记录器每隔7.5秒复0一次，然后记录器对下一个7.5秒内风速值从0开始重新进行计数。若记录器记录到的数值小于贮存器已贮存的数时，贮存器保持前面已贮数值不变，只有当记录器记录到的数值大于已贮数时，贮存器才再跟踪贮存。这样贮存器在比较电路控制下把二次发报时间内瞬时风速的最大值贮存了下来。发报时最大瞬时风速值由贮存器送出。当发报结束，贮存器便复“0”。于是瞬时风速测量电路对下一个六小时内风速的最大值进行测量。

7. 累计液体降水量测量 (见图 9)

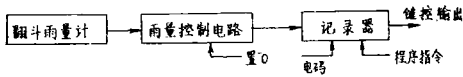


图 9 累计雨量测量方案

传感器采用翻斗雨量计其灵敏度为：0.25mm/斗，从节电考虑，当无雨或雨量未超过 0.25mm 时，雨量控制电路关闭，记录器不供电，只有当雨量超过 0.25mm 时，记录器才接通电源，并开始计数，发报时将所测数据发出，然后复“0”。

8. 发报时有无降水现象测量 (见图 10)

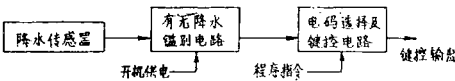


图 10 发报时有无降水测报框图

传感器由两块互不接触的金属片组成，当发报时有雨水滴落到此传感器上时，雨水导电，把两片金属片导通，送出一个上跳脉冲，它使有无下雨鉴别电路送出有雨信号；反之则送出无雨信号。由于鉴别电路只有在发报时才接通电源，因此只在发报时间内才进行测报。

9. 控制系统概述

以上测量与信息传递都是在控制系统指令下完成的。控制系统主要包括：时间控制、开关机控制、程序控制及闸门控制等。为了传递测量数据，编码器乃是不可缺少的部件，整个系统是在时间控制单元指令下实施工作的。在 02、08、14、20 时，时控单元指令开关机控制单元工作，全机进入工作状态。温度、湿度、气压、平均风速开始测量，发射机开始呼叫。

开机后 2 分钟上述参数测量结束，发射机停止呼叫，设备进入程序控制器指令工作阶段，各项参数按预先编定的程序依次向中心站发出数据。考虑到信息传递的可靠性，程序控制过程作四遍循环。在这四遍循环过程中，风向完成 4 遍测报，当第四遍结束时，送出关机指令令开关机控制电路关闭，一次测报至此结束。假如四遍循环后未能关机，则到第八分钟时由时控单元送出辅助关机指令，再次关机。这是一项保险措施，但在实际使用过程中上述情况还未发生过。

考虑了电离层高度在白天与夜晚的变化，为了保证通讯，在发射机中有切换装置，通讯频率在白天与夜晚根据时控单元指令自动切换。时控单元由石英晶体振荡器通过分频、译码、显示及一组输出隔离电路组成。

二、设备的性能与采用的技术手段

ZQZ-3 型无线遥测自动气象站采用定时遥测方

式工作，可以进行八参数测量，也可作压、温、湿、风速、风向五参数测量。主机由 P—MOS 集成电路及 NPN 型硅管组装而成，5G657、2—N 进行计数电路 (N 最大为 16)。由于 N 按使用者需要能随意改变，因此比较灵活，它在自动气象站中作 2—4，2—6，2—10，2—12，2—16 进制计数及分频用。

采用低压荧光数码管作时间显示，避免了一套电压升压机构，使电路大为简化。用 SK-5 型二极管代替 ZQZ-2 型中的 $2\phi_1$ 型二极管，使设备可靠性大为提高。采用小功率可控硅作控制开关，电路简单可靠。由于进行了较严格的温度老化筛选，以及进行了严格的高低温度电路调试，使控制系统每块单板在 $-35 \sim +55^\circ\text{C}$ 范围内能正常工作。从青海使用中可看出：三台设备由于元器件损坏造成的故障时间概率远优于国内平均水平。为了降低功耗，对设备采取了较多的技术措施，3 型的功耗仅为 2 型功耗的一半。目前达到的水平是：在 8 参数运行时，耗电最多的 10V 挡电源为 120—140ma；五参数运行时约为 60—70ma。由于使用了集成电路，使主机所使用的印刷电路板数从 ZQZ-2 型时的 29 块减少到 17 块。各单元均用插接结构，为使接触可靠，插脚全部镀金，并且绝大部分采用双脚连接使用。为防潮，全机全部喷涂防潮漆。考虑到检查维修的需要，主机面板上还装了一套调试、检查、显示、监听装置。在调试结束时，上述装置的电源可全部断开，不使运转中无谓耗电。

主机、发射机体积较小，主机为 $(540 \times 500 \times 180\text{mm}^3)$ ；发射机为 $(540 \times 320 \times 180\text{mm}^3)$ 。重量较轻：主机为 13kg；发射机为 6kg。满足了人背马驮的要求。

发射机由二套独立的晶体管短波发射机组成。通讯方式采用莫尔斯电码手抄。一共只用了五个基本电码和一个“S”填充码。采用 S 码填充手段使五个基本电码可构成 0—9 十个信息码。再用基本码与基本码相拼，还可拼出十个混码。因此只用六个电码就能获得全部信息码，这就为抄报人员提供了方便。由于设备采用的是电子编码器，因此若要改为机抄也极为方便 (该项工作早在 1976 年已完成)。

更 正

本刊 1980 年第 4 期封四

1. 四人生卒年份分别是：V·皮叶克尼斯 (1862—1951)；罗斯贝 (1898—1957)；J·皮叶克尼斯 (1897—1975)；伯杰龙 (1891—1977)。

2. 倒数第 3 行 Tullies 应为 Tellus。