

纺织厂空调的自动控制

蒋克家 许可

(南通电子计算机厂) (南通第一棉纺织厂)

【提要】 文章介绍了自动控制技术在纺织厂空调上的应用。以数控仪应用为例,叙述了控制原理、整机框图、主要配件选用和工作过程。该数控仪还可用于类似的空调场所。

作者设计制造了一台“纺织厂空调数控仪”,介绍如下,以期得到广大同好的关注,使其更加趋于完善。

一、整机控制原理

本机选择了温度和相对湿度两个变量为被调参数,以纺织厂车间空气状态为被调对象。用调节器、执行机构、调节对象、探测头等组成一个闭合反馈系统,见图1。由探测头探测到的被调参数与给定值进行比较,产生偏差信号,调节器即根据此信号操纵执行机构动作,从而达到自动控制的目的。

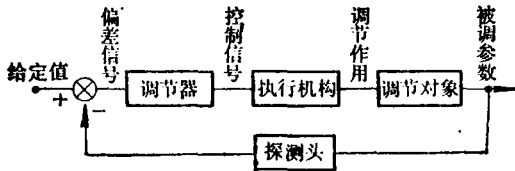


图1 控制原理图

由于纺织厂各车间对空气状态的要求不尽相同,故按工序分成若干检测区,在各检测区内选择具有代表性的点作为检测点。在各检测点上分别检测温度和相对湿度。现以纺纱车间为例,分清花、梳棉、并粗、细纱、筒摇五个检测区,每个检测区又分别设置八个检测点,每个检测点分别检测两个参数,整个车间内共计检测80个参数。主机即对80个参数分别转换、显示、比较,发出控制信号,驱动执行部件动作,使整个车间的空气经常处于最佳状态。

二、整机框图

整机由巡回检测部分(探测头)、巡检控制部分、电流-电压转变部分、模/数转换部分、显示部分、比较部分、驱动部分、执行控制部分和附属部分组成,见图2。

由探测头将测得的温度 T 和相对湿度 ϕ 讯号变换成0~10毫安的直流电讯号,通过电缆送到主机采样开关的输入端。

由巡检控制部分分别发出控制脉冲,以控制采样开关将各测点的被测参数的信号电流依次送至电流-电压转换器,转换成直流信号电压。

此信号电压又分为二路,一路送模/数转换器,将输入的模拟量转换成数字量,以供显示部分显示;另一部分送比较器与给定的标准值比较后,经成形电路输出脉冲信号,以触发计数器计数。由于对同一控制范围来讲,当测出6/8的区域的温度(或相对湿度),已能反映该测区的状况。故本机在比较区后设置了六进制计数器。当测得温度值 T 或相对湿度 ϕ 与标准值比较后,如超出标准范围的上限或下限,则分别将对应的六进制计数器加1。如六进制计数器记满,即有6个点均超过或均低于控制范围,则产生进位的状态信号,即发出温高(或湿高)或温低(或湿低)的信号,存入状态寄存器。驱动部分则根据本测区的温度和相对湿度的状态信号进行组合,从而产生驱动信号,使控制执行部分动作,发出指令,使执行部件动作。这样做一方面

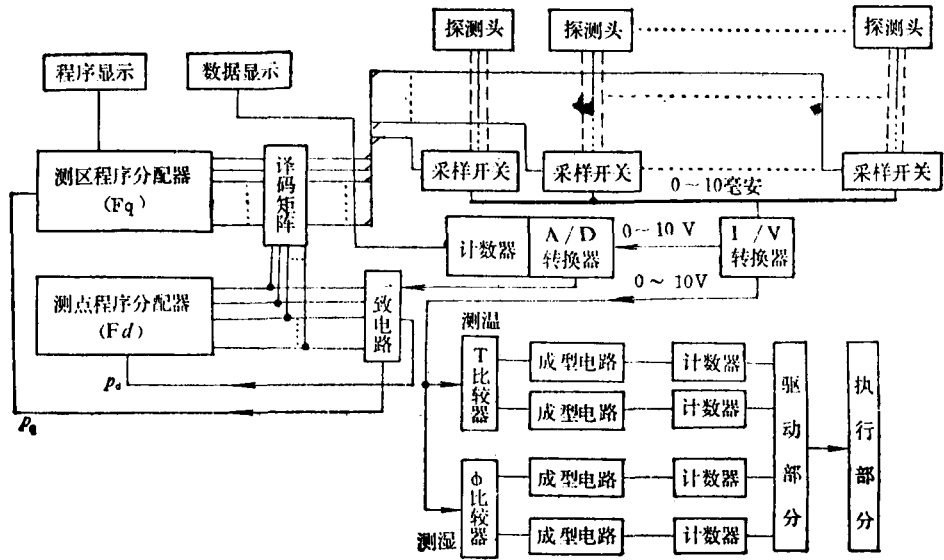


图2 整机框图

是考虑测区面积较大，如某测点由于某种原因而使温度或相对湿度产生了异常，不致影响整个测区的调节；另一方面是避免由于某一测点的仪器包括连接电缆等发生故障而影响整个区域的温湿度控制，同时也相对提高了仪器的可靠性。

三、主要部件介绍

1. 探测头采用氯化锂露点式相对湿度计。该仪器有两个独立的测量通道，可分别输出 0~10 毫安的直流信号电流。

2. 巡检控制部分由两只程序分配器和一致电路组成。其中测点程序分配器 F_d 由 4 只 JK 触发器组成扭环形计数器。共有 8 个有效循环状态，分别控制 8 个检测点的参数测试。由一致电路送来的测点计数脉冲 P_d 使它依次翻转。由 16 只与非门组成一级译码电路，将 8 个状态译成相应的 8 个测试高电平 $O_1 \sim O_8$ 。

测区程序分配器 F_q 由 5 只 JK 触发器组成扭环形计数器，共有 10 个有效循环状态，分别控制 5 个测区的温度与相对湿度的测量。由一致电路送来的测区计数脉冲 P_q 使它依

次翻转。由 20 只与非门组成的一级译码电路，将 10 个状态依次译成测试第一区的温度和相对湿度的高电平，第二测区的温度和相对湿度的高电平……直至第五测区。

由 80 只与非门组成译码矩阵，将测点程序分配器 F_d 的 8 个状态和测区程序分配器 F_q 的 10 个状态进行二级译码，先后输出 80 个采样开关控制脉冲，以控制 80 只采样开关依次开动，将探测头测得的信号电流送往 I-V 转换器，转换成信号电压。

一致电路由 8 个与非门和一个 8 输入端与非门组成。其作用是与测点程序分配器 F_d 配合动作，以产生 F_d 与 F_q 所需要的计数脉冲 P_d 和 P_q 。当 F_d 的译码器译出某一高电平，将一致电路中相应的与非门打开。当此点参数测试完毕后，由 A/D 转换器发出测完脉冲 P_{CW} ，通过被打开的与非门发出一致信号，经过积分整形后，作为测点计数脉冲 P_d 。当 8 个点的温度或相对湿度测完后，一致电路中第 8 个与非门从“1”→“0”的负跳变，作为清零脉冲 P_{QL} 被取出，再经二次倒相及延时后，作为测区计数脉冲 P_q ，促使程序分配器的翻转（包括二参数的交替测试）。

当测试各区温度时，即 $D_{T1 \sim V}$ 中任一为“1”电平时，通过或非门1和非门发出测温信号 C_T 。一方面控制A/D转换器的线性锯齿波发生器的时间参数，另一方面封锁后面测温通道中的成形电路，打开测温通道，避免逻辑上的混乱。同理，测试各区相对湿度时，即 $D_{\phi 1 \sim V}$ 中任一为“1”电平时，通过或非门2和非门发出测温信号 C_ϕ ，以控制后边各电路执行相应动作。

本仪器测试各参数的前后秩序是：首先是第一区的依次8个点的温度值，然后是本测区的8个点的相对湿度值，驱动电路即根据所测结果产生新的控制指令。同时开始测试第二区的8个点的温度和相对湿度，如此继续下去，直至80个参数均测试完毕。

3. 采样开关由一只TTL与非门和二只P沟道型场效应管组成模拟电流开关。当控制信号为高电平时，信号电流被旁路到地；控制信号为低电平时，信号电流通过场效应管加到I-V转换器输入端。

4. I-V转换器由线性集成电路组成，利用其输入电流为零的特点，信号电流在电阻上的压降全被放大为信号电压输出。

5. A/D转换器是采用斜坡式模/数转换器，其特点是结构简单，精度与速度均能满足一定要求。输入的模拟量按每 0.1°C （或 $0.1\% \text{ R.H.}$ ）转换为一个数字脉冲。由于温度（ $0.00 \sim 40.0^\circ\text{C}$ ）与相对湿度（ $0.00 \sim 99.9\%$ ）的脉冲当量不等，为共用一个A/D转换器，本机利用测温信号 C_T 或测温信号 C_ϕ 控制线性锯齿波发生器的充电时间常数的变化，使满量程的温度值或相对湿度分别对应于400个和999个数字脉冲。

A/D转换器转换完毕后，发出测完脉冲 P_{CW} ，通过一致电路发出换序脉冲。

6. 显示部件是采用5只YS13-3萤光数码管，其中二只分别用来作为测区（1~5）和测点（1~8）的序号显示，其余3只即作为测试数据显示。译码器将A/D转换器送来的0

~400和0~999个计数脉冲译成二进制代码，再由译码器驱动数码管显示出来。由于显示是以每一个脉冲为显示单位，而每10个脉冲对应于 1°C （或 1% ），即400个（999个）脉冲分别对应 40.0°C （或 99.9% ）。显示时，将数据显示的第二只数码管的小数点也同时显示出来。

7. 比较单元由二只比较器、四个成型电路、四个六进制计数器和状态寄存器组成。两比较器电路结构相同，仅标准比较电压值不同。采用双限三态比较器，其输入电压与

输出电压的关系如图3所示。其输出电压具有正、负、零三种状态。当输入电压 $V_I > V_{I1}$ 时， V_O 为负；当 $V_I < V_{I1}$ 时， V_O 为正； $V_{I1} < V_I < V_{I2}$

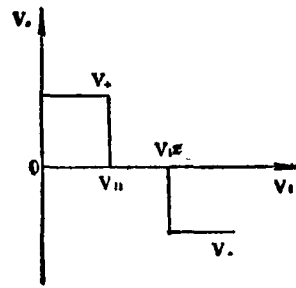


图3 输入与输出电压的关系

时， V_O 为零。当温度或相对湿度超过控制范围时，比较器分别输出二路信号电压（分别为正或负）送成型电路。

由于温度与相对湿度的标准值不同，可控范围不同，且精度要求不同，故本机在此分为测温通道和测温通道，分别将信号电压与标准值比较。根据比较结果，分别输入到对应的成型电路。本机采用四只成型电路，分别对应于温高、温低、湿高、湿低。它们的输出分别由测温脉冲 C_T 与测温脉冲 C_ϕ 控制。测温时，对应于湿高与湿低的两个成型电路输出门被封锁。同理，测温时，对应于温高与温低的两个成型电路输出门被封锁，从而节省了信号电压输入两个比较器的切换开关。对应于比较器分别输出正负信号，成型电路分别由TTL与非门（正逻辑）和P-MOS与非门（负逻辑）组成单稳态上升沿成型电路，将比较器输出的电压整理成脉冲信号。当比较器输

入电压 $V_i < V_{i1}$, 输出电压为正值时, 由TTL与非门组成的上升沿成型电路 CX_2 或 CX_4 输出一个负脉冲, 作为后续六进制计数器的CP脉冲。如此比较器输入电压 $V_i > V_{i1}$ 时, 输出电压为负值(即向负方向跳变), 由于TTL与非门不能正常工作, 故本机 CX_1 、 CX_4 采用了负逻辑的P-MOS电路构成的上升沿成型电路。由于P-MOS电路不可直接与TTL电路相连, 故在成型电路与六进制计数器之间插入了P-MOS~TTL转接电路。

六进制计数器由JK触发器组成。计数器如计满六个数, 则产生进位脉冲, 送由JK触发器组成的状态寄存器寄存。

根据纺织厂空调的特点, 一年可分为夏、冬、过渡三个季节, 各季节给定的标准值范围都不相同。本机通过季节开关将标准电压接入分压比不同的电阻支路, 从而得到不同的标准电压值, 作为比较器的标准比较电压。由于各工序对温湿度有不同的要求, 其标准范围亦不相同, 本机则采用在测区讯号控制下通过切换开关将对应的电阻分压支路接入, 从而得到不同的标准电压值。

8. 驱动部分是由5套切换电路、驱动电路组成(对应于5个检测区)。当某检测区的温度与相对湿度均测试完毕后, 对应的状态寄存器均被置成“0”或“1”。本检测区的切换电路被接通, 驱动电路即根据状态寄存器中本测区的温度和相对湿度, 状态信号, 以及当时执行部件的状态, 进行组合, 产生新的执行控制信号。驱动电路采用由与非门或非门组成的锁存器的形式, 使得驱动电路发出控制信号后, 产生自锁, 不致于当控制信号过后, 继电器又失电而达不到控制执行部件的目的, 从而保证了执行部件的正常运转。

锁存器还设置了8只按钮开关, 以便开机时人工控制。

9. 执行部分是由中间继电器的吸铁线圈、指示灯、状态开关等组成, 按五个测区共

有五套, 分别由对应测区的驱动电路控制。而每套驱动电路又按8个执行控制指令分为8组, 当驱动电路发出执行指令时, 与之对应的中间继电器吸合, 使执行部件如风机的电动机、输送管道的电磁阀等动作, 使温度和相对湿度恢复到标准范围。

针对夏季工况及冬季工况分别存在的特殊情况, 本机设置了选择开关及状态开关, 以供调节工根据需要进行调节。本机的调节量是固定的, 一档调节量大, 二档调节量小。由于二个调节参数具四个可能的组合(温高湿高、温高湿低、温低湿高、温低湿低), 各分二档, 共有八个调节档位, 驱动电路即根据所测参数出现的状态, 及目前执行部件所处的档位, 经过组合而产生新的控制指令。

10. 附属电路主要有延时控制电路、自动置零电路、脉冲发生器、整机启停电路及电源部分等。延时控制电路的作用是: 由于车间里的空调在半小时左右基本上可反映出调节量是否恰当, 故确定每次调节时间为半小时。而测试各参数只需1~2分钟即可完成, 分别启动执行部件动作, 同时主机失电自动关机。延时控制电路延时半小时后, 发出自动开机脉冲, 开始下一次测试。

四、整机工作过程

1. 开机前准备: 将控制部分的选择开关、状态开关及供给比较器标准电源的季节开关拨至相应位置。

2. 开机: 合上电源开关 K_1 , 驱动部分和执行部分工作, 主电路暂不通电。按下驱动部分锁存器中适当的按钮, 对车间空气状态进行调节, 延时电路开始延时, 半小时后, 车间温湿度达到一定的范围。

3. 启动: 延时控制电路发出开机脉冲(亦可由工人开机), 主机电源接通, 整机开始工作。自动置零电路动作, 发出置零脉冲, 将程序分配器、显示计数器等置零。此时, 程序显示分别为“1”, “1”, 数据显示为“00.0”。

测区程序分配器 F_1 置“00000”后,输出高电平,将测第一区温度的译码矩阵中的与非门1~8打开。测点程序分配器 F_2 置“0000”后,译码器译出第一根程序线为高电平,一方面将一致电路中第一个与非门打开,另一方面通过已被 F_1 打开的译码矩阵中的与非门,发出控制脉冲,打开第一区第一点测温度的采样开关,将已被探头转换为0~10毫安直流信号电流的第一区第一点的温度值送往I-V转换器,输出0~10伏的直流信号电压。此电压分两路,一路送A/D转换器,转换成数字量后,计数器并行输出2~10进制代码,A/D转换器发出测完脉冲 P_{CW} ,一方面将计数器输出的代码打入显示部分的置数寄存器以供显示;另一方面送往一致电路,发出换序信号。另一路信号电压送往 T 、 ϕ 比较器进行比较。由于测湿通道被测温信号 C_T 封锁,故只有 T 比较器工作。信号电压与标准电压比较后,输出电压经成型电路整形成脉冲信号,送到对应的六进制计数器计数。由于模/数转换与比较器同时工作,且A/D转换相对来讲速度较慢,故测完脉冲 P_{CW} 取自A/D转换器。

测点程序分配器 F_2 接到新的换序脉冲后换序,开始测第二点的温度。同时将A/D转换器中的计数器置零。重复上述过程,此时测区显示仍为“1”,测点显示为“2”。

当六进制计数器计满6,则发出进位脉冲,送对应的状态寄存器,使对应的状态寄存器置“1”。8个测点的温度都测完后,六进制计数器如有进位信号,则存在由JK触发器组成的状态寄存器中,因此时相对湿度尚未测量,故驱动部分切换电路的与非门仍被封锁着。

温度测试完毕后,由一致电路中的与非门发出清零脉冲将六进制计数器清零。同时通过积分整形,倒相并延时,作为测区计数

脉冲将测区程序分配器 F_1 置“10000”,打开测试第一区相对湿度的与非门9~16。测点程序分配器被重新置成“0000”,第一根程序线又为高电平,开始测第一区第一点的相对湿度。此时,测区显示仍为“1”,测点显示又重新显示“1”,数据显示部分显示相对湿度值。同时,测湿脉冲 C_1 一方面将A/D转换器中的时间常数改变;另一方面打开测湿通道,封锁测温通道,且将对应于第一区的相对湿度的标准电压接入 ϕ 比较器,开始检测第一区的相对湿度。8个点的相对湿度测试完毕后,亦将六进制计数器的进位信号送相应的状态寄存器,由切换脉冲将状态信号通过切换电路送到驱动电路,发出执行控制信号,控制执行部件动作。

同时,测区计数脉冲又向测区程序分配器发出换区信号,开始检测第二区的温度。此时,测区显示为“2”,其余显示同前,如此反复检测,直至全部测试完毕。

4. 自动关机:当第五区第8点的相对湿度测试完毕后,与非门8出“0”,略延时后,发出全完脉冲,主机失电关机。

5. 人工关机:按下常闭按钮即可。

6. 延时控制开机:延时半小时后,延时继电器动作,常开触点闭合,主机开始工作。

7. 全机关车:拉下电源开关 K_1 即可。

五、结 束 语

本机采用了数字式逻辑电路,为配以微处理机提供了可能。如织造车间全面质量管理采用电子计算机控制时,可利用计算机的优先中断技术,将空调数控仪作为计算机的一个外部设备,以充分提高计算机的工作效率。本数控仪虽是以纺织厂为设计对象,但稍加改动,亦可使用于其它类似的空调范围较大的场合。