ZGY树脂砂高温性能测试仪内存分配，接口及通讯一览表

C8051F350-GQ片内内存分配

直接寻址区(00H-7FH)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 第0组寄存器 | 第1组寄存器 | 第2组寄存器 | 第3组寄存器 |
| 主程序 | 串行中断 | 定时器T2中断 | 定时器T3中断 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 20H |  |  | 加热炉升降滑台 | 40H | 加热炉升降速度设定 |  | T2/  T3中断 | 60H | 开路检测20秒计时 |
| 21H |  |  | 41H |  |  | 61H | 1S定时,40 |
| 22H |  |  | 42H | 滑台下降距离设定高 |  | 62H | 0.2秒定时，8 |
| 23H |  |  | 43H | 滑台下降距离设定低 |  | 63H |  |
| 24H |  |  | 44H | 加热炉升降计数高 |  | 64H |  |
| 25H |  |  | 45H | 加热炉升降计数低 |  | 65H |  |
| 26H |  |  | 46H |  |  | 66H |  |
| 27H |  |  | 47H |  |  | 67H |  |
|  | 28H |  |  |  | 48H |  |  |  | 68H |  |
| 29H |  |  | 49H |  |  | 69H |  |
|  | 2AH |  |  | 4AH |  |  | 6AH |  |
| 2BH |  |  | 4BH |  |  | 6BH |  |
| 标志区 | 2CH | 行程开关状态 |  | 4CH |  |  | 6CH |  |
| 2DH | 其它 |  | 4DH |  |  | 6DH |  |
| 2EH | 测试方式 |  | 4EH |  |  | 6EH |  |
| 2FH | 浮点数运算用 |  | 4FH |  |  | 6FH |  |
| 浮点运算库 | 30H | 暂存 |  | 力传感器 | 50H | F，先导字节 |  |  | 70H |  |
| 31H |  |  | 51H | D1，数据高 |  | 71H |  |
| 32H |  |  | 52H | D2，数据中 |  | 72H |  |
| 33H |  |  | 53H | D3，数据低 |  | 73H |  |
| 34H |  |  | 54H | 0DH，结束字节 |  | 74H |  |
| 35H |  |  | 55H |  |  | 75H |  |
| 36H |  |  | 56H |  |  | 76H |  |
| 37H |  |  | 57H |  |  | 77H |  |
| 浮点运算单元 | 38H |  |  | 加载电机设置 | 58H | 空载上升距离设定高 |  | 78H |  |
| 39H |  |  | 59H | 空载上升距离设定低 |  | 79H |  |
| 3AH |  |  | 5AH | 空载上升距离计数高 |  | 7AH |  |
| 3BH |  |  | 5BH | 空载上升距离计数低 |  | 7BH |  |
| 3CH |  |  | 5CH |  |  |  | 7CH |  |
| 3DH |  |  | 5DH |  |  | 7DH |  |
| 3EH |  |  | 5EH | 加载速度定时高 |  | 7EH |  |
| 3FH |  |  | 5FH | 加载速度定时低 |  | 7FH |  |

间接寻址区(80H-FFH)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 控温仪  返回数据 | 80H |  |  | 读控温仪 | A0H | 81H |  | 六十四级堆栈区 | C0H |  |
| 81H |  |  | A1H | 81H |  | C1H |  |
| 82H |  |  | A2H | 52H |  | C2H |  |
| 83H |  |  | A3H | 00H(SV) |  | C3H |  |
| 84H |  |  | A4H | 00H |  |  |  |
| 85H |  |  | A5H | 00H |  |  |  |
| 86H |  |  | A6H | 53H |  |  |  |
| 87H |  |  | A7H | 00H |  |  |  |
| 88H |  |  | 写控温仪设定温度 | A8H | 81H |  | D0H |  |
| 89H |  |  | A9H | 81H |  | D1H |  |
|  | 8AH |  |  | AAH | 43H |  | D2H |  |
| 8BH |  |  | ABH | 00H(SV) |  | D3H |  |
| 8CH |  |  | ACH | 写入数低字节 |  |  |  |
| 8DH |  |  | ADH | 写入数高字节 |  |  |  |
| 8EH |  |  | AEH | 校验码L |  |  |  |
| 8FH |  |  | AFH | 校验码H |  |  |  |
| 90H |  |  | 启动  /  停止控温仪 | B0H |  |  | E0H |  |
| 91H |  |  | B1H |  |  | E1H |  |
| 92H |  |  | B2H |  |  | E2H |  |
| 93H |  |  | B3H |  |  | E3H |  |
| 94H |  |  | B4H |  |  |  |  |
| 95H |  |  | B5H |  |  |  |  |
| 96H |  |  | B6H |  |  |  |  |
| 97H |  |  | B7H |  |  |  |  |
| 98H |  |  |  | B8H |  |  |  |  |
| 99H |  |  | B9H |  |  |  |  |
| 9AH |  |  | BAH |  |  |  |  |
| 9BH |  |  | BBH |  |  |  |  |
| 9CH |  |  | BCH |  |  | FCH |  |
| 9DH |  |  | BDH |  |  | FDH |  |
| 9EH |  |  | BEH |  |  | FEH |  |
| 9FH |  |  | BFH |  |  | FFH |  |

标志位

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 2CH  行  程  开  关  状  态 | 60H | 加热炉行程开关上限位、零位 | 60H=0，未到零位； | 60H=1，已到零位。 |
| 61H | 加热炉行程开关下限位 | 61H=0，未到； | 61H=1，已到下限位。 |
| 62H | BPSP, 加热炉预设行程到位标志 | 62H=0，未到； | 62H=1，已到 |
| 63H | FERR, 加热炉升降出错标志 | 67H=0，正常； | 67H=1，出错。 |
| 64H | 加载步进电机行程开关上限位 | 64H=0，未到； | 64H=1，已到上限位。 |
| 65H | 加载电机行程开关下限位、零位 | 65H=0，未到零位 | 65H=1，已到零位 |
| 66H | 加载电机预设行程到位标志 | 66H=0，未到； | 66H=1，已到 |
| 67H | LERR, 加载电机运行出错标志 | 67H=0，正常； | 67H=1，出错。 |
| 2DH | 68H | 开路检测标志。 | 68H=0，不检测； | 68H=1，开路检测。 |
| 69H | 力传感器开路标志。 | 69H=0，正常； | 69H=1，开路。 |
| 6AH |  | 6AH=0，正常； | 6AH=1，开路。 |
| 6BH | 测试状态标志。 | 6BH=0，停止； | 6BH=1，开始。 |
| 6CH | 炉温到达设定温度标志。 | 6CH=0，未到达； | 6CH=1，到达。 |
| 6DH |  | 6DH=0，； | 6DH=1， |
| 6EH |  | 6EH=0，压力1； | 6EH=1，压力2。 |
| 6FH | 吹气电磁阀开关标志。 | 6FH=0，阀开； | 6FH=1，阀闭。 |
| 2EH | 70H | 测试高温抗压强度标志。 | 70H=0，不测试； | 70H=1，测试。 |
| 71H | 测试热稳定性标志。 | 71H=0，不测试； | 71H=1，测试。 |
| 72H | 测试高温膨胀力标志。 | 72H=0，不测试； | 72H=1，测试。 |
| 73H |  |  |  |
| 74H |  |  |  |
| 75H |  |  |  |
| 76H |  |  |  |
| 77H |  |  |  |
| 2FH  浮  点  运  算 | 78H | 数符暂存 | | |
| 79H | |x|≤0.5标志。 | 79H=0，|x|≤0.5； | 79H=1，|x|>0.5。 |
| 7AH | 被加（减、乘、除）数数符暂存。 | | |
| 7BH | 加（减、乘、除）数数符暂存。 | | |
| 7CH |  |  |  |
| 7DH |  |  |  |
| 7EH | 积(商)数符暂存。 |  |  |
| 7FH |  |  |  |

主要元器件一览

[C8051F350-GQ](file:///D:\科研项目\ZGY树脂砂高温性能测试仪\DOC\C8051F35x_ch.pdf)，[FT232RL](D:\\科研项目\\ZGY树脂砂高温性能测试仪\\Doc\\FT232R USB UART IC Datasheet_V201.pdf)

口地址分配表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 口 | P0 | I/O | 接口 | P1 | I/O | 接口 | A/D | 接口 |
| 0 | EV1 | O | 电磁阀 | FPUL | O | 加热炉升降脉冲 | AIN0 | 力传感器+ |
| 1 | LED1 | O | 按钮指示灯 | FDIR | O | 加热炉升降方向 | AIN1 | 力传感器- |
| 2 | KEY2 | I |  | FENA | O | 加热炉升降使能 | AIN2 | NC |
| 3 | RUN | I | 开始按钮 | LSXW | I | 加载上限位开关 | AIN3 | NC |
| 4 | TX | O | UART | LXXW | I | 加载下限位开关 | AIN4 | NC |
| 5 | RX | I |  | FZERO | I | 加热炉零位开关 | AIN5 | NC |
| 6 | LPUL | O | 加载脉冲 | FXXW | I | 加热炉下限位开关 | AIN6 | NC |
| 7 | LDIR | O | 加载方向 | FSXW | I | 加热炉上限位开关 | AIN7 | NC |

力传感器

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 型号 | 测量范围 | 灵敏度系数 | 供电电压 | 最大输出值 | 精度 |
| NS-WL5 | 50Kg | 1.5mV/V | 12V | 18 mV | 0.3% |
| S型 | 50Kg | 2V/V | 10V | 20mV |  |

ADC配置

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 通道 | 放大倍数 | 数据格式 | 数据更新率  Hz | 有效分辨率  bit | 参考电压  V | 满量程  mV | 最大力值  Kg |
| 0-1 | 128 | 双极性 | 10 | 14.72 | 2.5 | 19.53 | 54.25 |
|  |  |  |  |  |  | S型 | 49.8 |

AI-519控温仪

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 波特率 | 地址 | 最高温度 | 最低温度 |  |
| 19200 | 1 | 1200 | 500 |  |

加载步进电机参数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 驱动器型号 | 相电流 | 螺距 | 细分数 | 单脉冲 | 二字节满行程 |
| DM860D | 5.5A | 2mm | 5000/转(25细分) | 0.0004mm | 26.214mm |

电炉升降步进电机参数

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 驱动器型号 | 相电流 | 螺距 | 细分数 | 单脉冲 | 二字节满行程 |
| DM756D | 2.3A | 10mm | 3200(16细分) | 0.003125mm | 204.8mm |

ZGY与PC机通讯功能及指令一览表

1. **网络结构**

以RS-232网络（波特率115200bps）为基础的USB主从结构，PC机为主机，ZGY为从机。主机、从机双向通讯，从机采集相关数据后向主机发送，或根据主机要求补发相关数据。主机根据试验过程将相关控制数据发送到从机。从机根据指令做出相应回应。

1. **主机发送指令及结构（变长字节）**

**#（先导字节，必须）N(指令，ASCII码，必须) B(数据，ASCII码，可选)**

**注：当第一个字节不是#或者第二个字节大于>3FH(字符@)时，从机返回?@00**

1. 指令0：力传感器当前值查询(无数据)，共2个字节。

例：#0

从机返回值：正常，F(D1D2D3H)(0DH)；出错，?000(0DH)

1. 指令1：设置测试方式，共3个字节。

例：#11, 高温抗压强度

从机返回值：正常，#100(0DH)；出错，?100(0DH)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 发送代码 | 1 | 2 | 4 |
| 测试方式 | 高温抗压强度 | 热稳定性 | 高温膨胀力 |

1. 指令2：单片机复位，共2个字节。

例：#2

从机返回值：正常，#200(0DH)；出错，?200(0DH)

1. 指令3：开始测试，共2个字节。

例：#3

从机返回值：正常，P000(0DH)；出错，?300(0DH)

1. 指令4：结束测试，共2个字节。

例：#4

从机返回值：正常，K000(0DH)+L000(0DH)；出错，?400(0DH)

1. 指令5：禁止/允许发送传感器零点数据，共2个字节。

例：#5

从机返回值（行程开关状态）：K000、K100、L000、L100或#000(0DH)

1. 指令6：炉温到达设定温度指令，共2个字节。

例：#6

从机返回值：正常，#600(0DH)；出错，?600(0DH)

1. 指令7：仪器查询指令，共2个字节。

例：#7

从机返回值：正常，ZGY2(0DH)；出错，?700(0DH)

1. 指令8：电机运行测试指令，共3个字节。

例：#80, 0-加载电机下降，1-加载电机上升；2-加热炉下降，3-加热炉上升

从机返回值：正常，#800(0DH)；出错，?800或L000、L100、K000、K100

1. 指令9：加载步进电机升/降一步（0.001mm）指令，共3个字节。

例：#9X，X=0-下降；X=1-上升

从机返回值：正常，#900(0DH)；行程开关闭合，L000(0DH)或L100(0DH)

1. 指令10：加载步进电机停止/运行指令

例：#:X，X=0停止；X=1运行

从机返回值：正常，#:00(0DH)；出错，?:00(0DH)

1. 指令11：加载步进电机高速归零指令，共2个字节。

例：#；

从机返回值：正常，L000(0DH)；出错，?;00(0DH)

1. 指令12：加载步进电机空载行程设定值，共4个字节。

例：#<HH

HH-脉冲计数, 双字节16进制数。计算HH=2500\*空载行程

从机返回值：正常，#<00(0DH)；出错，?<00(0DH)。

例: #<0x4E 0x20 空载行程10mm

从机返回值：正常，#<00(0DH)；出错，?<00(0DH)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 空载行程 | 2mm | 4mm | 6mm | 8mm | 10mm | 12mm | 14mm | 16mm | 18mm | 20mm |
| 脉冲计数 | 1388 | 2700 | 3A98 | 4E20 | 61A8\* | 5DC0 | 6D60 | 7D00 | 8CA0 | 9C40 |

输出值=5000(细分)\*空载行程mm/2（螺距）

1. 指令13：设置加载步进电机上升速度指令，共3个字节。

例：#=4

从机返回值：正常，#=00(0DH)；出错，?=00(0DH)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发送代码 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4\* | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 加载速度mm/min | 1 | 2 | 3 | 4 | 5＊ | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 定时时间ms | 30 | 15 | 10 | 7.5 | 6 | 5 | 4.29 | 3.75 | 3.33 | 3 |
| 定时常数 | 10BE | 885F | B03F | C42F | E813 | D81F | DDD2 | E217 | E56A | E813 |
| 5000细分 | A04C | D026 | E01A | E813 | ECDC | F00D | F254 | F40A | F55E | F66E |

定时常数=65536-定时时间（螺距/细分数/加载速度/2）x系统时钟频率/12

=65536-(2/5000/加载速度/2)x24500000\*60/12=65536-24500/加载速度(mm/min)

1. 指令14：加热炉按设定速度和距离下降指令，共4个字节。

例：#>45，4-设定速度，5-设定距离

从机返回值：正常，G000(0DH)；出错，?>00(0DH)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发送代码 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4\* | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 速度mm/s | 10 | 20 | 30 | 40 | 50\* | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 定时常数 | B0H | D8H | E5H | ECH | F0H | F2H | F4H | F6H | F7H |

定时常数=256-定时时间（螺距/细分数/加载速度/2）x系统时钟频率/48

=256-(10/3200/加载速度/2)x24500000/48=256-797.526/加载速度(mm/s)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发送代码 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5\* | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 下降距离mm | 150 | 152 | 154 | 156 | 158 | 160 | 162 | 164 | 166 | 168 |
| 脉冲计数 | BB80 | BE00 | C080 | C300 | C580 | C800 | CA80 | CD00 | CF80 | D200 |

脉冲计数=下降距离x3200(细分)/10（螺距）

1. 指令15：加热炉归零指令，共2个字节。

例：#?

从机返回值：正常，K000(0DH)；出错，??00(0DH)

1. **从机发送指令结构（等长字节，5字节）**

C(指令) D1D2D3（数据）0DH（结束字符）

1. 指令R：开始测试，无数据。
2. 指令C：结束测试，无数据。
3. 指令F：力传感器采样数据。

例：F(D1D2D3H)(0DH)

其中：D1D2D3H为力传感器输出值（三字节二进制补码，高字节在前）

1. 指令E：力传感器出错代码。

例：E001(0DH)：力传感器输入通道开路错误

1. 指令O：力传感器正常。

例：O001(0DH)：力传感器输入通道正常

1. 指令K：加热炉位置指示。

例：K000(0DH)：加热炉到上限位（零位）

1. 指令L：加载步进电机位置指示。

例：L000 (0DH)：加载步进电机到下限位

1. 指令P：加载电机到达预设行程指令。
2. 指令G：加热炉到达预设行程指令。

表1 单片机发送指令一览表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 指令 | 数据1 | 数据2 | 数据3 | 结束字符 | 备注 |
| 1 | F | D1H | D2H | D3H | 0DH | 力数据，三字节补码 |
| 2 | R | 0 | 0 | 0 | 0DH | 测试开始 |
| 3 | C | 0 | 0 | 0 | 0DH | 停止测试 |
| 4 | E | 0 | 0 | 1 | 0DH | 力传感器通道错误 |
| 5 | O | 0 | 0 | 1 | 0DH | 力传感器通道正常 |
| 6 | K | 0 | 0 | 0 | 0DH | 加热炉到上限位（零位） |
| 7 | K | 1 | 0 | 0 | 0DH | 加热炉到下限位（出错） |
| 8 | L | 0 | 0 | 0 | 0DH | 加载电机到下限位（零位） |
| 9 | L | 1 | 0 | 0 | 0DH | 加载电机到上限位（出错） |
| 10 | P | 0 | 0 | 0 | 0DH | 加载电机到达预设行程 |
| 11 | G | 0 | 0 | 0 | 0DH | 加热炉到达预设行程 |

**主机程序执行过程**

1. **加热炉温度采集**
   1. 搜集温度数据。根据与AI519通讯指令中“查询指令”搜集相关温度数据。
   2. 数据处理。温度数据为带符号的2字节二进制补码，将该数转换成浮点数后乘以系数0.1得到温度数据。
2. **力传感器的采样与数据处理**
   1. 根据从机发来的F指令搜集相关压力传感器数据，指令中的数据为当前时间的力传感器输出值。零点数据输出周期为1秒，测试数据输出周期为0.2秒。
   2. 力传感器采样数据的处理。(D1D2D3H) 为带符号的三字节二进制补码，将该数转换成浮点数后乘以系数2500/8388607/128=2.328306714x10-6得到力传感器的输出值*VF*，单位为mV。利用下式计算力值，单位N：



1. **测试过程**

开机，执行ZGY控制程序。主机自动识别COM口(3个)，自动识别每个COM口对应的设备（控制板、位移传感器和控温仪），设置相应的COM口。

* 1. **加热炉升温与温度控制（与AI519通讯）。**

1. 主机发出“手动控制指令”，控温仪进入手动控制状态。主机发送“手动控制输出值设置指令”，设置输出值为0，停止加热；
2. 主机发出“设定控制温度指令”，设定控制温度；
3. 主机发出“自动控制指令”，控温仪进入自动控制状态，加热炉开始升温；
4. 每隔0.5秒钟，主机发出“查询指令”，读取温度测量值和状态；
5. 当炉温到达设定温度并稳定约5分钟后，温度测量值由红变绿，“测试”按钮可选
6. 向从机发出可测试信号。（向从机发送#6指令）
   1. **测试仪器初始化**
      1. 选择测试方式（四选一），主机发送#1X指令。
      2. 加载步进电机空载行程设定。主机发送#<X指令。（缺省空载行程为7.5mm）
      3. 加载步进电机加载速度设定。主机发送#=X指令。（缺省加载速度为5mm/min）
   2. **开始测试**
      1. 力传感器零点数据采集和处理。主机发送#5（指令5）（再次发送#5指令可停止零点值发送），从机先发送加载电机和加热炉位置状态信息，随后每1秒钟定时发送力传感器零点数据采样值，每20秒发送一次传感器连接状态数据O001-传感器连接正常，E001-传感器连接开路。
      2. 把试样放入试样座（下石英棒的顶端），按“测试”按钮（仪器端或程序端），a. 仪器端：从机向主机发送R000(0DH)；b. 程序端：主机向从机发送#3指令，程序端“测试”按钮变为“停止”。此操作的前提是加载电机和加热炉均在零位，温度到达设定值！
      3. 测试开始, 加载电机以60mm/min的速度上升，走完预先设定的空载行程（由指令12设定）后，从机发送P000指令。加载电机停止运行，从机开始每0.2秒发送一次传感器采样值。
      4. 当主机接收到P000后，接收10个传感器采样值（约2秒钟），以此10个采样值计算力传感器零点值。
   3. **高温抗压强度**
      1. **加热炉下降**：主机发送#>45（指令14, 4、5为配置文件内的值或参数设置窗口内的设置值），加热炉按设定速度和行程下降。
      2. **试样加热和加载**：主机接收到G000后，开始以“抗压试样保温时间”设定的值（缺省值为1分钟）计时，计时期间更新零点值。当计时到达预设值，主机发送#:1（指令10），加载电机以预先设定的加载速度（低速，由指令13设定）继续上升。
      3. **采样数据处理**：主机根据接收到的采样数据减去零点值除试样面积得到强度值，显示强度值并动态绘出抗压强度（KPa）-时间曲线（s）。

**高温抗压强度=（当前采样值-零点值）/试样面积, 单位KPa**

* + 1. **测试结束**：测试终点到（强度值突然变小，多少？），测试结束，面板上显示最大抗压强度和对应的时间。

* 1. **高温膨胀力**
     1. **调整预载荷**：主机发送#:1（指令10），加载电机按预设速度（低速）上升，主机读取传感器采样值并计算预载荷，当预载荷（当前采样值-零点值）=10N时，主机发送#:0（指令10），加载电机停止运行。主机继续读取采样值并计算预载荷，应保证预载荷值=10N±1N。预载荷的调节：当预载荷>11N, 主机发送#90（指令9），预载荷<9N, 主机发送#91（指令9）。
     2. **加热炉下降**：主机发送#>45（指令14, 4、5为配置文件内的值或参数设置窗口内的设置值），加热炉按设定行程下降，主机接收到G000后，开始计时；
     3. **采样数据处理**：主机处理力采样数据，显示高温膨胀力值并动态绘出力（N）-时间曲线（s），当力值突然变小（多少？），测试结束，面板上显示最大力值和对应的时间。
  2. **条件热稳定性**
     1. **调整预载荷**：主机发送#:1（指令10），加载电机按预设速度（低速）上升，主机读取传感器采样值并计算预载荷，当预载荷（当前采样值-零点值）=0.1MPa时，主机发送#:0（指令10），加载电机停止运行。主机继续读取采样值并计算预载荷，应保证预载荷值=0.1±0.01MPa。预载荷的调节：当预载荷>0.11MPa, 主机发送#90（指令9），预载荷<0.09MPa, 主机发送#91（指令9）；
     2. **加热炉下降**：主机发送#>45（指令14, 4、5为配置文件内的值或参数设置窗口内的设置值），加热炉按设定行程下降，主机接收到G000后，开始计时;
     3. **采样数据处理**：主机处理力采样数据并保持预载荷值=0.1±0.01MPa (使用指令9，动态调整) ，显示时间并动态绘出预载荷（MPa）-时间曲线（s），当力值突然变小（多少？），结束计时，面板上显示最大时间(s)和预载荷值（MPa）。
  3. **高温急热膨胀率**
     1. 把试样放入试样座（下石英棒的顶端），按“测试”按钮（仪器端或程序端），a. 仪器端：从机向主机发送R000(0DH)；b. 程序端：主机向从机发送#3指令，程序端“测试”按钮变为“停止”。此操作的前提是加载电机和加热炉均在零位，温度到达设定值！测试开始, 加载电机以60mm/min的速度上升，走完预先设定的空载行程（由指令12设定）后，从机发送P000指令。加载电机停止运行，从机开始每0.2秒发送一次传感器采样值。为保护力传感器，程序可定时读取该值并计算其力值，当力值>1.2倍额定值时，应停止测试，加热炉和加载电机复位。
     2. **调整位移传感器零点**：主机发送#:1（指令10），加载电机按预设速度（低速）上升，主机开始以0.1秒为间隔读取位移传感器采样值并以前三次的位移平均值作为预置零点值，当当前采样值-预置零点值在0.1mm附近时，主机发送#:0（指令10），加载电机停止运行。
     3. **加热炉下降并确定零点值**：主机发送#>45（指令14, 4、5为配置文件内的值或参数设置窗口内的设置值），加热炉按设定行程下降，主机接收到G000后，重新开始计时并以此时作为时间和位移传感器零点，同时以0.1秒为时间间隔，读取位移传感器位移值。
     4. **位移传感器采样数据处理**：以（位移值-零点值）/试样长度20mm x 100%为高温急热膨胀率值，在面板上显示时间和对应的高温急热膨胀率并动态绘出膨胀率（%）-时间曲线（s），当位移值突然变小（多少？），测试结束，面板上显示最大膨胀率值和对应的时间。
  4. **结束测试**
     1. 主机发送#4指令，待主机接收到K000(0DH)+L000(0DH)后，测试结束，从机开始以每秒1次的频率发送传感器数据；
     2. 主机弹出提示是否保存数据窗口；
     3. 清扫残余试样，准备下次试验。
  5. **力传感器的标定**
     1. 主机发送#81指令三次，加载电机将上升6mm。从机以每秒1次的频率发送力传感器数据，主机读出该数据，转换为力值（N）并显示在窗口；
     2. 弹出页设数据窗口三个分别显示力值，标准砝码重量值和校正系数值。设按钮四个分别为清零、称重、计算校正系数和退出。
     3. 清零：连续读取五个数据，取其平均值作为力传感器的零点值，在显示力值窗口显示0。
     4. 称重：读取一个数据与零点值相减得到的值为称重值在显示力值窗口显示。
     5. 计算校正系数：连续读取五个数据，取其平均值作为重量值：
     6. 退出：主机发送指令11（#；加载步进电机高速归零指令），退出标定程序界面。

设置参数一览表（写入配置文件）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 参数 | 缺省值 | 可选范围 | 选择方式 | 测试方式 |
| 1 | 炉温设定值 | 1000°C | 500-1200°C | 窗口 | 全部 |
| 2 | 试样名称 | 冷芯盒树脂砂 | 无 | 窗口 | 全部 |
| 3 | 试样编号 | S00001 | 无 | 窗口 | 全部 |
| 4 | 重复次数 | 1 | 无 | 窗口 | 全部 |
| 5 | 测试人员 | 张三 | 无 | 窗口 | 全部 |
| 6 | 测试单位 | 无锡三峰 | 无 | 窗口 | 全部 |
| 7 | 加载电机空载行程 | 5mm | 4.5-9mm | 下拉框 | 全部 |
| 8 | 加载电机加载速度 | 5mm/min | 1-9mm/min | 下拉框 | 全部 |
| 9 | 加热炉下降距离 | 165mm | 160-169mm | 下拉框 | 全部 |
| 10 | 加热炉升降速度 | 50mm/s | 10-100 mm/s | 下拉框 | 全部 |
| 11 | 试样尺寸 | Φ12 | Φ12和Φ20 | 下拉框 | 全部 |
| 12 | 抗压试样保温时间 | 1min | 0.5-1.4 | 下拉框 | 高温抗压强度 |
| 13 | 高温膨胀力预载荷 | 10N | 5-14N | 下拉框 | 高温膨胀力 |
| 14 | 条件热稳定预载荷 | 0.1MPa | 0.05-0.4MPa | 下拉框 | 条件热稳定 |

计算机与控温仪（AI519）通讯指令一览表

1. 接口。计算机端（主）：USB，温控仪端（从）：RS485，转换器：NS-USB485-B；
2. 通讯协议。RS232，19200bps，N, 8, 2, 中断号1；
3. 指令：
   1. 查询指令：

主机发送：81H，81H，52H，00H，00H，00H，53H，00H（共8个字节）

从机返回10个字节：1-2，温度测量值，低字节在前，二进制补码；

3-4，温度设定值，低字节在前，二进制补码；

5, 输出值

6, 报警状态值

7-8, 温度设定值，低字节在前，二进制补码；

9-10，校验码

* 1. 设定控制温度指令：

主机发送：81H，81H，43H，00H，10H，27H，54H，27H（共8个字节）

5-6字节为温度设定值=1000，低字节在前，二进制补码；

7-8字节为效验码，计算（2字节二进制求和）：设定值+43H+1

* 1. 控温仪停止运行指令：

主机发送：81H，81H，43H，1BH，01H，00H，45H，1BH

* 1. 控温仪运行指令：

主机发送：81H，81H，43H，1BH，00H，00H，44H，1BH

* 1. 手动控制指令：

主机发送：81H, 81H, 43H, 18H, 00H, 00H, 44H, 18H

* 1. 手动控制输出值设置指令：

主机发送：81H, 81H, 43H, 1AH, 00H, 00H, 44H, 1AH

输出值为0，停止加热。

* 1. 自动控制指令：

主机发送：81H, 81H, 43H, 18H, 01H, 00H, 45H, 18H