

DUT 系列数据采集模块说明书

一、产品特点

DUT 系列数据采集模块将温度传感器（热电阻、热电偶等）的输出信号或电流、电压等信号直接转换成数字量，通过 RS-485 总线及标准通信协议将数据传送给计算机，还可以通过标准异步并行接口传送给 PLC 或嵌入式系统中。在模块内由 89C52 单片机管理模块自动工作，通道转换、ADC 启动、采集数据、参比端补偿（热电偶）、引线电阻补偿（热电阻）、数字校零、非线性校正和数据处理等，主机发送读取数据命令，模块输出已经线性化了的温度的数字量。通讯协议兼容台湾研华 ADAM4000 系列、松下 PLC 的通讯协议及 MODBUS 协议，可以与大多数组态软件直接连接，不需要额外的驱动程序。本产品主要用于各种现场的数据采集和控制系统。产品特点如下：

- 1、89C52 单片机为核心，集成电路全部采用 CMOS 器件；
- 2、隔离 DC-DC 变换器和隔离 RS485 输出，以及隔离标准异步并行输出接口，全浮空电路设计；
- 3、采用三线制热电阻测量电路，自动补偿引线电阻；
- 4、模块内置测温元件，软件完成热电偶参比端温度补偿；
- 5、无电位计设计，软件校准零点和满度，保证各个通道的精度和一致性；
- 6、采用数字校零技术消除运放的失调和漂移；
- 7、软件选择各种类型传感器，通用性强；
- 8、输入加有完善的保护电路，误加几十伏高压不会损坏；
- 9、电源监视电路和看门狗电路，保证恶劣环境下可靠运行。

二、技术指标

- 1、传感器：PT100/Cu50/Cu100，各种热电偶，电流、电压
- 2、路数：8 路（热电偶：7 路+1 路环境温度）
- 3、范围：温度传感器全范围，0~50mV，0~5V，4~20mA
- 4、分辨率：0.1℃，300 码/mV，2000 码/V，500 码/mA
- 5、电路精度：±0.2℃，±2 字
- 6、转换时间：
 - 有滤波：2.16S/8 通道；
 - 无滤波：0.72S/8 通道；

- 7、输出：隔离 RS485，隔离异步并行接口
- 8、电源电压：9~30V
- 9、功耗：<2W
- 10、外形尺寸：146×116×45
- 11、环境温度：-30~70℃
- 12、相对湿度：≤85%

三、工作原理

温度采集模块原理如图 1 所示，模拟开关 CD4052 分别切换多路温度传感器，由单片机控制顺序选中通道 0 到通道 7 的温度传感器测量电路，经过放大后送入 A/D 转换器 ICL7135（±20000 码）。单片机 89C52 采集数据后，经校零、滤波、参比端补偿（热电偶）和线性化处理转换为对应的温度数字量，存入内部 RAM 中。上位机需要数据时，通过串行口发取数据命令，单片机则把当前最新数据传送给上位机。异步并行接口在无条件输出方式时，每转换完一次，通过并行接口选通输出数据。

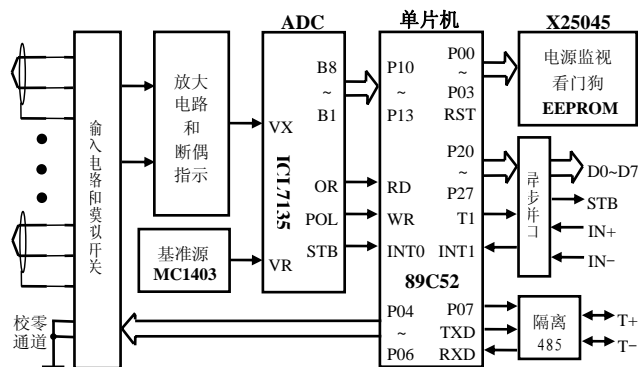


图 1 温度采集模块电路原理图

四、底部外型尺寸和端子定义

图 2 为采集模块底部外型装配图，外型尺寸为 146×98.4×45（单位 mm），模块装配在工业标准导轨上。此外，模块两侧各有一固定孔，孔径为 5.5mm，也可以用 φ4 螺丝通过这两个固定孔将模块固定。

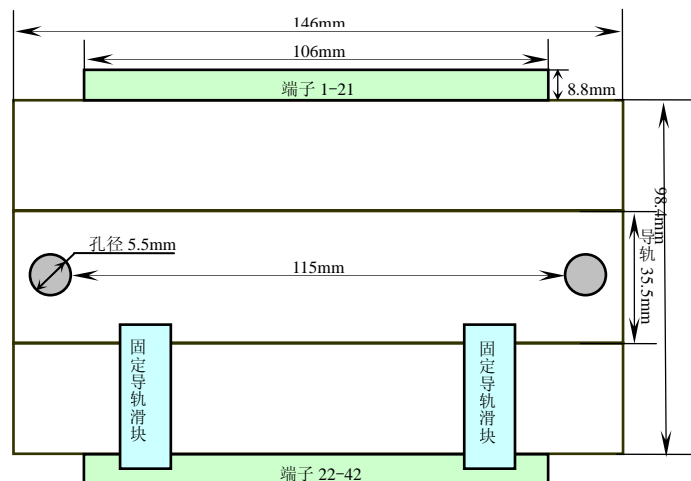


图 2 模块底部外型装配图

图 3 为端子定义图，模块电源使用直流 24V 接于 V+和 V-之间；T+和 T-为 RS485 接口的 A

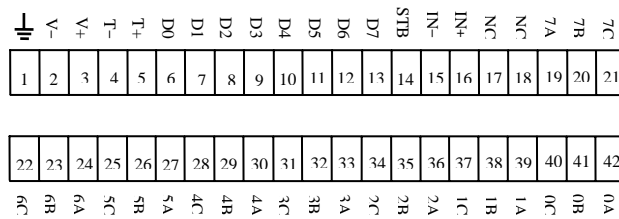


图 3 端子定义图

和 B (研华的 ADAM4520 为 DATA+和 DATA-); STB 为异步并行接口的选通信号，D0~D7 为异步并行接口的数据线，IN+和 IN-为开关量输入，外设的请求信号通过这两个端子输入，异步并行输出接口输出时序在第七部分中介绍；iA、iB、iC 为模拟量输入端。

图 4.1 与图 4.2 为采集模块的传感器输入端子接线图。其中，传感器输入端每个通道为 3 个接线端子，8 路共 24 位端子。热电阻温度传感器采用三线制连接，接线如图 4.1 所示，8 路接法相同，热电阻温度传感器连接时要注意三根导线要采用同一规格，且 iB 和 iC 两根导线在现场的传感器端连接到一起。热电偶和电流、电压输入接法基本相同，如图 4.2 所示，即每组的 iA 为传感器的正端和 iB 为传感器的负端，iC 为屏蔽端。热电偶采集模块，最后一路用于冷端补偿，模块内自带补偿元件，端子上不要接任何东西，主机采集的最后一路数据为环境温度。模块内的测温元件也可以通过端子 7A、7B 和 7C 连接到现场，这样可以节省补偿导线。



图 4.1 单路热电阻端子接线图

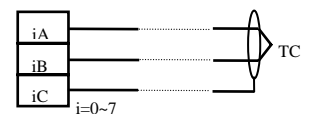


图 4.2 单路热电偶端子接线图

五、传感器类型

模块内部有一传感器类型码用以选择传感器类型和模块的工作方式，该字节定义如下：

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
滤 波	补 偿	C8	独 立	选择传感器			

D7=0 滤波工作方式，2.16S/8 通道；D7=1 不滤波工作方式，0.72S/8 通道。D6=0 热偶冷端不补偿；D6=1 热偶冷端补偿。D5=0 通道 7 为外输入传感器；D5=1 通道 7 为模块内环境温度测试（冷端补偿）。D4=0 由 D3~D0 选择传感器类型，如表 1 所示；D4=1 单独设置传感器类型码，这时模块内另有 8 个字节各自独立定义每个通道的输入传感器类型。传感器类型码出厂时根据用户要求已设置好。各种型号的热电偶和 0~50mV 电压由于硬件电路相同可以互换，传感器类

型码由设置程序设置。铂热电阻 PT100、铜热电阻 Cu50 和 Cu100 硬件电路相同，可以由设置程序选择。4⁻20mA、0⁻5V 等型号硬件有差异，需在订货时选择。传感器类型码设置程序 DUTSET.EXE 存于提供给用户的光盘中。

表 1 传感器类型码表

D3 ~ D0	传感器	范 围	灵敏度	路数
0H	双极性 A/D	-19999 ⁻ +19 999	1 字/码	8
1H	电压	0 ⁻ 50mV	300 码/mV	8
2H	电流	4 ⁻ 20mA	500 码/mA	8
3H	铂电阻 PT100	-70 ⁻ 270	0.01℃/ 码	8
4H	J 型热电偶	-210 ⁻ 1200	0.1℃/码	7
5H	E 型热电偶	-230 ⁻ 1000	0.1℃/码	7
6H	N 型热电偶	-230 ⁻ 1300	0.1℃/码	7
7H	T 型热电偶	-230 ⁻ 400	0.1℃/码	7
8H	W 型热电偶	0 ⁻ 2310	0.1℃/码	7
9H	R 型热电偶	-50 ⁻ 1760	0.1℃/码	7
AH	S 型热电偶	-50 ⁻ 1760	0.1℃/码	7
BH	B 型热电偶	50 ⁻ 1820	0.1℃/码	7
CH	K 型热电偶	-230 ⁻ 1370	0.1℃/码	7
DH	铂电阻 PT100	-200 ⁻ 850	0.1℃/码	8
EH	铜电阻 CU50	-50 ⁻ 150	0.1℃/码	8
FH	铜电阻 CU100	-50 ⁻ 150	0.1℃/码	8

六、串行通讯协议与数据采集

(一) 串行通讯设置

1、通讯波特率：

模块内有一波特率控制字，用以选择波特率、通讯校验方式和异步并行输出接口的工作方式，其格式如下：

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
校 验	请 求	字 节	未 用	选择波特率			

D7=0 串行通讯无校验方式； D7=1 串行通讯奇校验方式。

D6=0 并行接口无条件输出，每 2.16 秒（不滤波为 0.72S）输出 8 个通道数据；

D6=1 并行接口请求输出，IN（IN+和 IN-）为 ON 时，请求输出一次数据。

D5=0 并行接口半字节输出，每次输出 4 位二进制数；

D5=1 并行接口字节输出，每次输出 8 位二进制数。

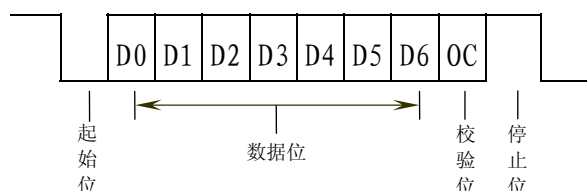
D3~D0 选择串行通讯波特率（bps），如表 2 所示。

表 2 通讯波特率码表

代 码	波 特 率	代 码	波 特 率
0	1200	3	9600
1	2400	4	19200
2	4800	5	38400

默认值为 03H，即波特率为 9600，无奇偶校验。波特率控制字可由设置程序 DUTSET.EXE 改变。

2、字符格式



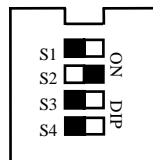
字符格式采用标准异步串行通讯格式，一个起始位、8 个数据位，或 7 个数据位加上一个奇校验位（由波特率控制字最高位选择），一个停止位。

3、通讯方式

主从工作方式，由主机调度。

（二）模块内部的 DIP 开关设置

模块内部有 4 位 DIP 开关，用以设置模块的工作方式。其中由开关 S1、S2 来设置通讯协议，DUT-4000 系列模块支持的通讯协议有 ADAM4000 系列协议、松下 PLC 协议、MODBUS ASCII 码协议和 MODBUS 二进制协议，协议的具体命令格式将在后续章节中介绍。



S3=ON	设置状态；	*S3=OFF	工作状态
S4=ON	下降沿选通；	*S4=OFF	上升沿选通
S2	S1	选择串行通讯协议	
OFF	OFF	松下协议	
*ON	OFF	研华协议	
OFF	ON	MODBUS ASCII 协议	
ON	ON	MODBUS RTU 协议	

注：*为出厂时设置状态

图 5 DIP 开关选择协议图

S2=OFF、S1=OFF 时，选择松下协议；S2=ON、S1=OFF 时，选择研华协议；S2=OFF、S1=ON 时，选择 MODBUS ASCII 码协议；S2=ON、S1=ON 时，选择 MODBUS 二进制协议。

S3=ON 为设置状态，此时在计算机上运行 DUTSET 程序对采集模块工作状态的一些参数进行设置，出厂时默认设置为研华通讯协议；S3=OFF 为工作状态。

S4 为异步并行接口选通脉冲 STB 的有效沿，S4=ON 下降沿选通有效；S4=OFF 上升沿选通有效（默认状态），详见第七部分。

（三）松下兼容通讯协议

1、通讯的块格式：

%	机号	标识	命令	数据	BCC	CR
---	----	----	----	----	-----	----

由“%”字符开始，由回车符“CR”结束，中间由一个字符的机号、标识符、命令、数据和 BCC 校验组成。BCC 校验为从“%”开始到数据结束所有字符异或后形成一个字节数据，将这个数据转换成两个 16 进制字符作为 BCC 校验值。参见松下 PLC 手册。

2、通讯命令：

（1）主机发送：

1	2	3	4	5	6	7	8
%	C	#	R	D	BCC	CR	

地址号默认为字符“C”（ASCII 码为 43H），可以用设置程序改变。

(2) 从机响应:

正确响应:

1	2	3	4	5	6	45	46	47	48
%	C	\$	R	D	数	据	BCC	CR	

数据为 8 个通道的当前数据。每个通道数据为 5 位 ASCII 码，值为-9999~99999，表示温度值为-999.9℃~9999.9℃，共 8 个通道占 40 字节。命令串的长度为 48 字节。若输入开路，输出值为-9999。

错误响应:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
%	C	\$	R	D	0	1	BCC	CR	

(四) 研华 ADAM 兼容通讯协议(默认协议)

1、命令集

表 3 研华兼容协议命令集

命令语法	命令响应	功 能	说 明
%AANN (CR)	! AA (CR)	修 改 地 址	改 地 址 为 NN
#AAN (CR)	>(data) (C R)	读 数 据	读 通 道 N 的 值
#AA (CR)	>(data) (C R)	读 数 据	读 取 8 个 通 道 数 据
\$AA2 (CR)	!AATCCFF (CR)	读 配 置	取 波 特 率
\$AA3 (CR)	!AASS (CR)	读 传 感 器	模 块 传 感 器
\$AA6 (CR)	!AAFF (CR)	通 道 状 态	恒 为 FF

\$AAM (CR)	!AA4017 (CR)	模块名	为 4017
\$AAF (CR)	!AAD1.0 (CR)	软件版本	为 D1.0

说明：研华协议兼容研华 ADAM4017 命令集，但与 ADAM4017 的差别是：无奇偶校验，自动识别累加和。

命令详述：

(1) %AANN

名称： 修改模块地址

语法： %AANN (CR)

%为定界符

AA (范围 00⁻FFH) 表示要修改模块的两位十六进制地址

NN 将模块修改为新的十六进制地址，地址范围 00⁻FFH

(CR) 为结束符，即回车 (0DH)

回答： 如果命令有效：! AA (CR)

! 定界符，表示收到有效命令

AA (范围 00⁻FF) 新的输入模块的两位十六进制地址

(CR) 为结束符，即回车 (0DH)

注：在通讯命令中，如果模块检测到语法错、通讯错或指定的地址不存在，则没有回答。

(2) #AAN

名称： 读模块中通道 N 的数值

说明： 本命令从模块 (地址为 AAH) 8 个通道中的一个读回数据

语法： #AAN (CR)

#为定界符

AA (范围 00⁻FF) 表示模块的两位十六进制地址

N 为将要读出的通道号，N 值为 0⁻7

(CR) 为结束符，即回车 (0DH)

回答： >(data) (CR)

>为定界符

(data)是通道号为 N 的测量数据值，该数据以“+”或“-”开头，后面跟 4 位十进制整数和一位小数（温度 0.1℃分辨率输出），或以“+”或“-”开头后面跟 6 位十进制整数（电压、电流和 0.01℃分辨率温度输出）。传感器开路输出-0999.9 或-009999

(CR)为结束符，即回车(0DH)

例、命令：#430(CR)

回答：>+0408.6(CR)

本命令请求从地址为 43H 的模块读回通道 0 的温度值。模块应答通道 0 的温度值为+408.6℃。

(3) #AA

名称：读模块中 8 个通道的数值

说明：本命令从模块（地址为 AAH）读回 8 个通道的数据

语法：#AA(CR)

#为定界符

AA（范围 00~FF）表示模块的两位十六进制地址

(CR)为结束符，即回车(0DH)

回答：>(data)(CR)

>为定界符

(data)是 8 个通道当前的测量数据值。每个通道的数据格式与#AAN 命令中对(data)的说明相同

(CR)为结束符，即回车(0DH)

例、命令：#43(CR)

回答：>+0408.6+0408.6+0408.6+0408.6+0408.6+0408.6
+0408.6+0408.6(CR)

本命令请求从地址为 43H 的模块读回 8 个通道的温度值。模块应答 8 个通道的温度值均为+408.6℃。

(4) \$AA2

名称：读模块的配置状态

说明：本命令从地址 AA 的模块读回配置数据

语法: \$AA2 (CR)

\$为定界符

AA (范围 00~FF) 表示要查询模块的两位十六进制地址

2 为读配置状态命令

(CR) 为结束符, 即回车 (0DH)

回答: 如果命令有效: ! AATCCFF (CR)

! 为定界符

AA (范围 00~FF) 表示输入模块的两位十六进制地址

TT 类型码, 本模块返回值为 0BH

CC 表示波特率代码, 如表 4 所示

表 4 研华协议通讯波特率码表

代码	波特率	代码	波特率
03	1200	06	9600
04	2400	07	19200
05	4800	08	38400

FF 数据格式, 本模块返回 80H

例、命令: \$432 (CR)

回答: !430B0680 (CR)

地址为 43H (字符 C), 波特率为 9600bps。

(5) \$AA3

名称: 读 DUT 模块传感器类型

说明: 本命令从地址 AA 的模块读回传感器类型码

语法: \$AA3 (CR)

\$为定界符

AA (范围 00~FF) 表示要查询模块的两位十六进制地址

3 为读传感器类型码命令

(CR) 为结束符, 即回车 (0DH)

回答: 如果命令有效: ! AASS (CR)

! 为定界符

AA (范围 00~FF) 表示模块的两位十六进制地址

SS 用十六进制码表示的传感器类型码, 参见表 1

例、命令: \$433 (CR)

回答: !430D (CR)

滤波方式, PT100 传感器温度采集模块。

(6) \$AA6

名称: 读通道状态

说明: 本命令从地址 AA 的模块读回 8 个通道状态

语法: \$AA6 (CR)

\$为定界符

AA (范围 00~FF) 表示要查询模块的两位十六进制地址

6 为读通道状态命令

(CR) 为结束符, 即回车 (0DH)

回答: 如果命令有效: ! AAVV (CR)

! 为定界符

AA (范围 00~FF) 表示输入模块的两位十六进制地址

VV 为 8 位二进制值, 分别表示 8 个通道状态, “0” 表示通道禁止, “1” 表示通道允许,
本模块返回 FFH

(7) \$AAF

名称: 读防火墙软件版本号

说明：本命令从地址 AA 的模块读防火墙版本号

语法：\$AAF (CR)

\$为定界符

AA (范围 00~FF) 表示要查询模块的两位十六进制地址

F 为读防火墙版本号命令

(CR) 为结束符，即回车 (0DH)

回答：如果命令有效：! AAD1.0 (CR)

防火墙软件版本被设为 1.0

(8) \$AAM

名称：读模块名称

说明：本命令从地址 AA 的模块读模块名

语法：\$AAF (CR)

\$为定界符

AA (范围 00~FF) 表示要查询模块的两位十六进制地址

M 为读模块名命令

(CR) 为结束符，即回车 (0DH)

回答：如果命令有效：! AA4017 (CR)

本模块名定为 4017，命令完全兼容 ADAM4017

2、测试、修改地址程序 DUTADAM

DUT-4000 系列温度、电流、电压采集模块支持研华协议时，命令完全兼容研华 ADAM4017，软件 DUTADAM.EXE 用以测试模块和修改地址。也可由 ADAM.EXE 或 ADAM304.EXE 测试和修改模块地址。出厂时模块各个通道的零点和满度已经校准好，足以保证测量精度要求，用户无需再校准。

3、GENIE 软件使用

研华的组态软件 GENIE 可直接读取模块数据，使用方法和 ADAM4017 完全相同。温度数据含一个小数位，单位为℃；电流和电压数据为码数，标度变换可以由驱动程序完成。传感器悬空输出值为-999.9℃。DUT 模块自动识别检验和，在 GENIE 软件中可根据需要设置。另外，组

态王等一些组态软件也支持这种通讯协议，用户可参阅相应组态软件手册进行配置。

(五) MODBUS 协议

MODBUS 最初是为了加强 PC 机对某些 PLC 相互信息交互而设计的，随后为众多 PLC 厂家所接受，并成为一种通用的通讯标准。MODBUS 工作的基本过程是一系列周而复始的呼叫——应答，呼叫为主方设备（通常是 PC 机）发出，指向挂在总线某处具有确定地址的从方设备（例如 DUT-4000 系列模块），从方则以应答方式确认收到呼叫并返回主方所要的数据。

1、ASCII 方式

呼叫与应答的信息用 16 进制的字符 0⁻9、A⁻F 表示，每两个 ASCII 字符组成一个信息字节，字符冒号<: >表示待传递信息的起始处，字符<CR>（回车）、<LF>（换行）表示此信息传送结束。MODBUS 中的 ASCII 码方式多用于实时性要求不高的场合。

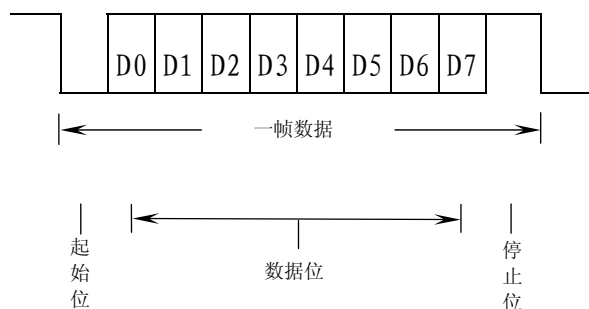
2、RTU 方式

呼叫与应答均用二进制字节的数值表达，总线上传送的信息时间性要求十分严格。因 RTU 方式所有内容均可能为信息，因此无法用特殊字符表示数据块的起始和结束。信息起始和结束的定位靠预先定义的无传输字节时间宽度来辨别，通常取传输 3.5 个字节所需要的时间。显然，该宽度与通讯波特率有关。当总线上呈现 3.5 个字节周期或更长的静止期后，出现的第一个字节即为另一个信息的起始点，该字节总是针对某一从方设备的地址信息。一串信息内容字节过后再出现 3.5 个字节周期宽度，表示此串信息结束。

3、DUT-4000 系列 MODBUS 协议的数据

(1) 字符格式:

数据为一个起始位、8 个数据位、一个停止位、无奇偶校验位。



(2) 波特率:

波特率如表 2 所示，由波特率控制字选择。默认值为 03H，即 9600 波特。波特率控制字

地址 08H，功能码 04H，16 字节数据，对应 8 个通道数据，每个通道为 16 位二进制有符号补码，表示乘 10 的温度值或电流、电压的码数，根据命令返回值可以少于 16 个字节，例子中每个通道的温度值都为 408.6℃ (0FF6H=4086)，SUM 为累加和。

如果读取命令功能码是 03H，则返回的码也是 03H，其他相同。

5、RTU 格式

- 起始通道可以是 0~7，超出这个范围命令无效；通道数为 1~8，超出范围无效；起始通道号+通道数小于 8，超过范围命令无效。
- 功能码也可以是 03H。

RTU 应答：

<08> <04> <10> <0F><F6> <0F><F6> <0F><F6> <0F><F6>

地址 功能 字节数 通道 0 通道 1 通道 2 通道 3

<0F><F6> <0F><F6> <0F><F6> <0F><F6> <c><c>

通道 4 通道 5 通道 6 通道 7 CRC 校验

地址 08H，功能码 04H，返回 16 字节数据，对应 8 个通道，16 个字节数据，每个通道的数据是 16 位二进制有符号数补码，本例数值都为 4086 (0FF6H)。

如果读取命令中的功能码为 03H，则返回串中的功能码也是 03H。

6、MODBUS 协议校验

ASCII 方式校验采用累加和校验方式，即将从机地址开始到串结束的所有数值相加得到一个字节的和的相反数，转换成十六进制形式，附加在串后。

RTU 方式采用 CRC-16 校验，校验多项式为 $(X^{16}+X^{15}+X^2+1)$ 。由于低位先发送，所以校验多项式的二进制为 1010000000000001 (A001H)。(参见 MODBUS 协议手册)

(六) 通过串行口采集数据

1、模块与上位机连接

模块与计算机通过串行口连接如图 6 所示。计算机的串行口 1 或串行口 2 通过 RS232 到 RS485 转换器 (可以选用 ADAM4520) 转换为 RS485 标准，各个采集模块以 RS485 总线形式和计算机相连。ADAM4520 的 DATA+ 和 DUT 模块的 T+ 相连，DATA- 与 T- 相连。+24V 电源也对应连接。

一般一个系统可直接连接 32 个模块，超过 32 个需要加中继器。

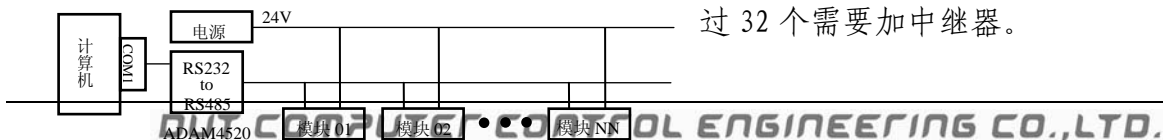


图 6 采集模块连接图

2、数据采集

在工作状态下，主机仅从 DUT 模块中读取数据。即主机发送读数据命令串，模块返回当前数据。模块响应时间一般小于 70mS（9600 波特时）。若超过 70mS 没有响应，可以重发。连续三次没有响应，进行错误告警。随产品提供各种语言数据采集源程序，这些程序也可以访问我们的网页 <http://www.dlia.com.cn> 得到。

七、隔离异步并行接口输出时序及应用

模块内有一波特率控制字除用以选择串行通讯波特率和奇偶校验外，还控制 DUT-4000 的并行接口的输出时序。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
校 验	请 求	字 节	未 用	选择波特率			

其中，D7=0 串行通讯无校验方式；D7=1 串行通讯奇校验方式。D6=0 并行接口无条件输出，每 2.16 秒（不滤波 0.72S）输出 8 个通道数据；D6=1 并行接口请求输出，IN+和 IN-为 ON 请求输出一次数据。D5=0 并行接口半字节输出，每次输出 4 位二进制数；D5=1 并行接口字节输出，每次输出 8 位二进制数。D3~D0 选择串行通讯波特率。

1、无条件半字节输出时序

当模块内波特率控制字的 D6=0、D5=0 选择并行无条件半字节输出，接口时序如图 7 和图 8 所示，选通脉冲 STB 可以是上升沿选通或下降沿选通，由板上的 DIP 开关 S4 选择。S4=OFF，上升沿选通（默认状态）；S4=ON，下降沿选通。数据由 D3~D0 输出，每个半字节（4 位二进制）输出时间为 20mS（默认），选通脉冲 STB 高电平和低电平时间各为 10mS。每个通道数据分 4 次输出，依次由低到高。数据为两个字节二进制补码，表示温度乘 10 的数据。每次连续输出 8 个通道共 16 个字节，输出时间为 640mS。模块在滤波工作方式下每 2.16S 转换完 8 个通道数据，然后按上述时序输出。不滤波方式下 0.72S 输出一次数据。并行接口的输出时间可以由设置程序设置，参见 DUTSET 说明。

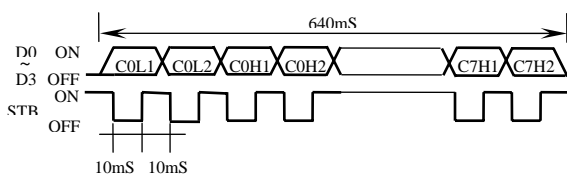


图 7 无条件半字节输出上升沿选通时序

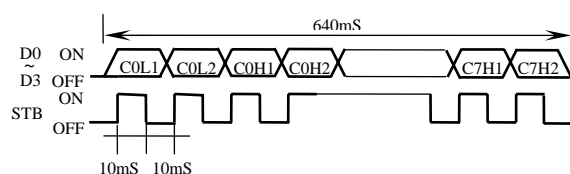


图 8 无条件半字节输出下降沿选通时序

2、无条件字节输出时序

当模块内波特率控制字的 D6=0、D5=1 选择并行无条件字节输出，接口时序如图 9 和图 10 所示。选通脉冲 STB 可以是上升沿选通或下降沿选通，由板上的 DIP 开关 S4 选择。S4=OFF，上升沿选通（默认状态）；S4=ON，下降沿选通。数据由 D7 $\bar{D}0$ 输出，每个字节输出时间为 20mS（默认），选通脉冲 STB 高电平和低电平时间各为 10mS。每个通道数据为两个字节二进制补码表示的有符号数，表示温度乘 10 的数据，先输出低位，然后输出高位。每次连续输出 8 个通道共 16 个字节，输出时间为 320mS。滤波工作方式下模块每 2.16S 转换完 8 个通道数据，然后按上述时序输出。不滤波方式下 0.72S 输出一次数据。并行接口的输出时间可以由设置程序设置，参见 DUTSET 说明。

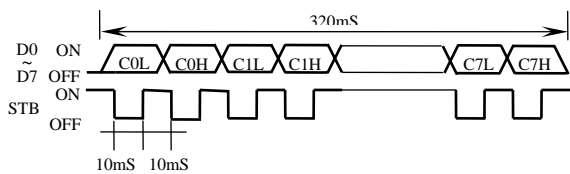


图 9 无条件字节输出上升沿选通时序

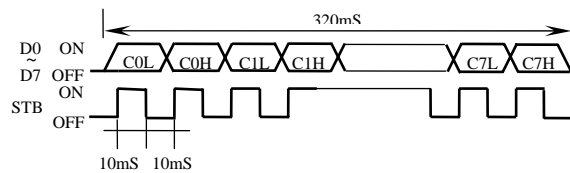


图 10 无条件字节输出下降沿选通时序

3、请求半字节输出时序

当模块内波特率控制字的 D6=1、D5=0 选择并行请求半字节输出，接口时序如图 11 所示，请求信号 IN (IN+与 IN-) 由 OFF 到 ON 引起请求输出。选通脉冲 STB 可以是上升沿选通或下降沿选通，由板上的 DIP 开关 S4 选择。S4=OFF，上升沿选通（默认状态）；S4=ON，下降沿选通。数据由 D3 $\bar{D}0$ 输出，每半个字节输出时间为 20mS（默认），选通脉冲 STB 高电平和低电平时间各为 10mS。每个通道数据分 4 次输出，依次由低到高。数据为两个字节二进制补码表示的有符号数，表示温度乘 10 的数据。每次连续输出 8 个通道共 16 个字节，输出时间为 640mS。并行接口的输出时间可以由设置程序设置，参见 DUTSET 说明。

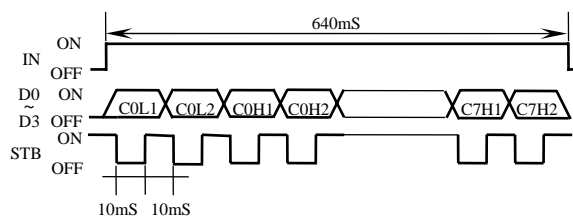


图 11 请求半字节输出上升沿选通时序

4、请求字节输出时序

当模块内波特率控制字的 D6=1、D5=1 选择并行请求字节输出，接口时序如图 12 所示，请求信号 IN (IN+与 IN-) 由 OFF 到 ON 引起请求输出，选通脉冲 STB 可以是上升沿选通或下降沿选通，由板上的 DIP 开关 S4 选择。S4=OFF，上升沿选通 (默认状态)；S4=ON，下降沿选通。数据由 D7~D0 输出，每个字节输出时间为 20mS，选通脉冲 STB 高电平和低电平时间各为 10mS。每个通道数据为两个字节二进制补码表示的有符号数，表示温度乘 10 的数据，先输出低位，然后输出高位。每次连续输出 8 个通道共 16 个字节，输出时间为 320mS。并行接口的输出时间可以由设置程序设置，参见 DUTSET 说明。

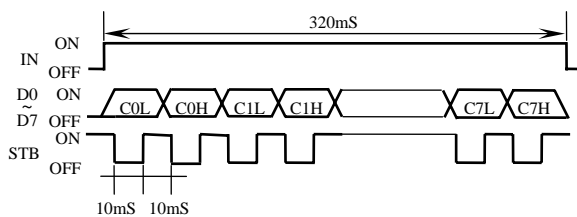


图 12 请求字节输出上升沿选通时序

5、模块与松下 PLC (FP1-C40) 连接采集数据

DUT-4000 系列采集模块以半字节无条件数据传送方式与 PLC(松下 FP1-C40)硬件连接如图 13 所示，D0~D3 连接到 PLC 的 X8~X11，STB 接 PLC 的 X7，X7 应能引起中断，电源直接取 PLC 的 24V 接到模块的 V+和 V-。

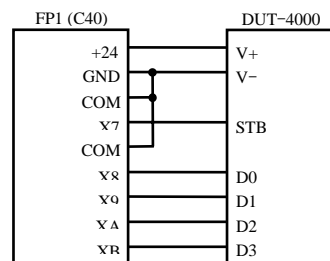


图 13 DUT-4000 模块与松下 PLC 连接图

编程使 PLC 的 X7 每次的上升沿 (或下降沿) 引起中断，在中断程序中读入 X11~X8 的数据，根据读入的次数和通道计数，将数据存入对应通道寄存器的低半字节到高字节，直到读入 8 通道 32 次数据，图 14 为 FP1 的数据采集程序梯形图，程序运行前将系统寄存器 N0.403 的 X7 设为中断输入。PLC 内数据为二进制有符号数补码，不用转换，该数即为温度乘 10 的值。为保证同步的可靠性，使用一个定时器 T0 定时 700mS (在 640mS~2.16S 之间) 监视选通脉冲 STB，若定时器溢出，则这次输出已经结束，下一个选通脉冲为第一个数据。

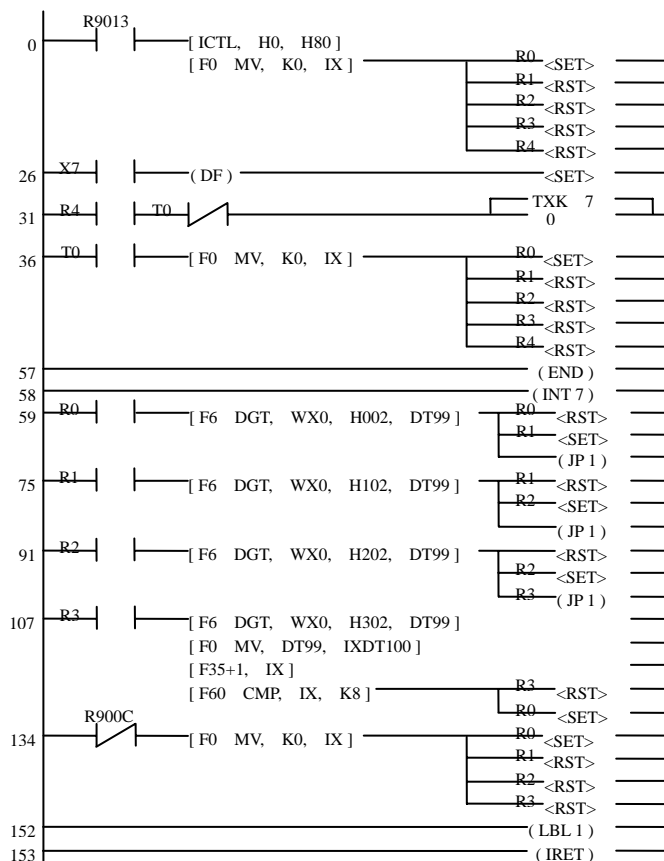


图 14 FP1 数据采集程序

断，程序长则扫描时间长，刷新间隔超过 20 毫秒时数据无法同步。解决的方法是在主程序中每隔一段时间加入强制刷新命令 IORF (F143)，如图 15 所示。每隔 300~400 步，加入 IORF 指令，读取的数据就比较可靠。

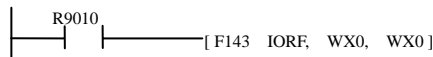


图 15 刷新指令

6、模块与西门子 S7-226 连接采集数据

硬件连接如图 16 所示，将 DUT-4000 模块的 STB 连接到 S7 的 I0.0，D0~D3 连接到 S7 的 I1.0~I1.3，S7 的+24V 电源和 GND 连接到 DUT 模块的 V+和 V-，S7 的 M1 连接到 GND。

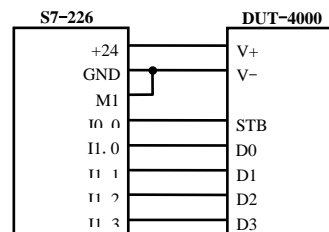


图 16 DUT-4000 模块与西门子 PLC 连接图

编程 I0.0 使其在上升沿产生中断。在中断程序中，根据顺序采集数据。用定时器 T33 定时 30mS 检测 I0.0 的脉冲，如果 30mS

不来脉冲，则本次数据采集结束。在程序中用字节 VB320 的低四位，指示每个通道数据的半字节顺序，字 VW324 采集半字节，字 VW322 为每个通道数据暂存变量，由 VW324 的半个字节组成通道数据。VD316 为间址存储器，通过间接寻址将采集的各个通道数据存储存储在 VW300~VW314 中。

结果存储在 VW300~VW314 中，从 0 通道~7 通道顺序存储。温度测量模块采集的为温度乘 10 的值，电流或电压模块采集的值是码数。Siemens S7-226 采集 DUT-4000 模块程序清单如下：

```

//主程序
//PROGRAM COMMENTS
//Press F1 for help and example program
NETWORK1//Acquisition Module Program
//
//NETWORK COMMENTS
//
LD SM0.1
ATCH INT_0,0
MOVD &VB300,VD316
MOVB 1,VB320
ENI
//中断 0 程序
NETWORK1 //Interrupt 0 for Collect Data
//
//NETWORK COMMENTS
//
LD SM0.0
BIR IB1,VB325
ANDW 16#000F,VW324
NETWORK2
LD V320.0
MOVW VW324,VW322
SLB VB320,1
CRETI
NETWORK3
LD V320.1
SLW VW324,4
ORW VW324,VW322
SLB VB320,1
CRETI
NETWORK4
LD V320.2
SLW VW324,8
ORW VW324,VW322
SLB VB320,1
CRETI
NETWORK5
LD V320.3
LPS
SLW VW324,12
ORW VW324,VW322
MOVW VW322,*VD316
INCD VD316
AENO
INCD VD316
LRD
MOVB 1,VB320
LPP
CRETI
NETWORK6
LDN T33
EU
MOVD &VB300,VD316
MOVB 1,VB320
NETWORK7
LD I0.0
TOF T33,+3
NETWORK8
LD V320.2
SLW VW324,8
ORW VW324,VW322
SLB VB320,1
CRETI
NETWORK9
LD V320.3
LPS
SLW VW324,12
ORW VW324,VW322
MOVW VW322,*VD316
INCD VD316
AENO
INCD VD316
LRD
MOVB 1,VB320
LPP
CRETI

```

7、用计算机的打印机接口采集数据

DUT-4000 模块可以通过并行接口与计算机连接采集数据。模块工作在请求半字节输出工作方式，硬件连接如图 17 所示。

注意：只有支持计算机并口的产品允许这样连接。

通过并行接口的计算机采集数据子程序如下，port 为打印机接口地址（一般 LPT1 为 378H），pointer 为数据缓冲区存放模块 8 个通道数据，由主程序申请 8 个元素的整型数组。这个程序在 VC5.0 下调试通过。DUT-4000 模块采集子程序如下：

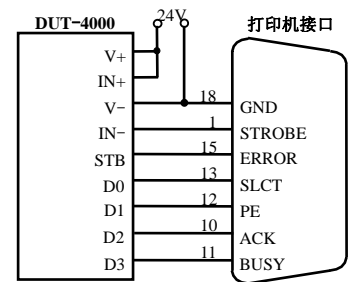


图 17 通过打印机接口与计算机连接

```
#define OVERFLOW 32767
```

```
#include <dos.h>
```

```
void rdboard(short int *pointer, short int port)
```

```
{ unsigned long times=6000000, j=0; // 查询次数
```

```
int i;
```

```
unsigned char *p1, c-byte;
```

```
p1=(unsigned char *)pointer;
```

```
for (i=0; i<8; i++)
```

```
pointer[i]=OVERFLOW; // 置不可读数据
```

```
_asm cli;
```

```
_outp(port+2, _inp(port+2) | 0x01); //发请求信号
```

```
j=0;
```

```
times=1000000;
```

```
while(j++<times)
```

```
{ if ((_inp(port+1) & 0x08) != 0) //上升沿选通
```

```
break; }
```

```
for (i=0; i<32; i++)
```

```
{ times=30000;
```

```
j=0;
```

```
while (j++<times)
```

```
{ if ((_inp(port+1) & 0x08) != 0) //高电平读数
```

```
{ if (i%2==0)
    c_byte=(-inp(port+1)^0x80); //最高位电路反相
else
    p1[i/2]=((-inp(port+1)^0x80)&0xf0 | ((c_byte>>4)&0xf); //高半字节
break; }
}
if (j>=times) break;
times=30000;
j=0;
while (j++<times)
{ if ((-inp(port+1)&0x08)==0) //低电平等待
    break; }
if (j>=times) break;
}
-outp(port+2, -inp(port+2)&0xfe); //清请求信号
-asm sti;
}
```

八、模块设置程序 DUTSET 使用说明

DUTSET 程序使用之前要将 DUT 系列模块设置成设置状态，如图 5 所示，将 S3 置为 ON，其余全为 OFF。只有在这种状态下，才能够用 DUTSET 程序设置。

1、按图 6 所示连接好连线后，将需要设置的模块置成设置方式（S3 为 ON，其余全为 OFF）。

注意，只能有一个模块处于设置方式。

2、运行 DUTSET 程序，屏幕上显示系统参数分别为：系列号（Series No.）、模块地址（Slave Number）、电路零偏（Circuit zero value）、模块识别号（Module identify）、通讯波特率和校验字节（baud and check）、模块软件版本号（Module version）、传感器类型码（Sensor, Cold and filter）、测量方式（Measurement mode）、制造日期（Manufacture date）、制造时间（Manufacture time）和并行接口输出一位的一半时间（Pout half time）等。然后显示每个通道零点校准值（Chnl Zero）、满度校准值（Chnl Full）、当前测出的 8 个通道的数据（Chnl value）以及各个通道的传感器类型。

3、系统参数设置

按 F7 键，进入系统参数的设置。依次显示：

(1) 输入模块地址

显示：Enter New Address: (Old=67)，后面以兰底黄字显示当前的模块地址，如果不修改，直接按回车。修改时要以十进制形式输入的地址，输入后按回车。接着输入波特率码。

(2) 输入波特率码

显示：Enter Baudrate Code (3)，括弧中是原来的波特率码，后面以兰底黄字显示当前的波特率码，前面显示各种速率的波特率码。波特率码除选择通讯速率 (bps) 外，还控制串行通讯的校验和并行接口输出方式 (参见七)。根据需要选择各位 “0” 或 “1”，然后转换成十进制输入，按回车。接着输入传感器类型码。

(3) 传感器类型码

显示：Enter Sensor Code (13)，后面以兰底黄字显示当前的传感器类型码，在上面显示各种传感器和类型码对应关系。传感器类型码除选择传感器外还控制热电偶的冷端补偿 (参见五)。根据需要选择各位 “0” 或 “1”，然后转换成十进制输入，按回车。接着输入冷端补偿误差。

(4) 输入冷端补偿 AD590 零点误差

显示：Enter AD590 Zero error (0)，后面显示当前冷端补偿 AD590 的零点误差，如果有误差，可以调节该数。当前显示值是测量值加上该值。显示值是温度乘 10 的数据。接着输入并行接口输出时间。

(5) 输入并行接口输出一位时间。

显示：Input Parallel output half digit time (uS): 10001，该值以微秒为单位，并行接口输出时间的一半时间 (默认 10mS)。在用查询方式采集模块数据时，有时需要修改该值来改变并行接口输出数据的速度。

输入完成后，程序提示是否接受这些参数，按 “y”，接受参数，如果按其他键，可以重新输入这些参数。

4、每个通道传感器单独设置

如果系统参数中传感器类型码是 16，可以用 F10 对每个通道传感器进行单独设置。传感器类型码如表 1 所示。当模块是热电阻传感器时，PT100、Cu50 和 Cu100 三种传感器可以由软

件选择；当模块是热电偶传感器时，各种型号热电偶传感器能够由软件选择，还可以将热电偶模块设置成电压输入，此时测试的是 mV 信号；标准电流和电压输入的模块不能用于其它传感器输入。

电 话：0411-84732220 / 84732221

传 真：0411-84732225

邮 编：116023

网 址：www.dlia.com.cn

电子邮箱：service@dlia.com.cn

地 址：大连市高新园区七贤岭学子街 2-3 号楼 4 单元 6-4 号

附表 1 热电偶简易分度表

温度 (°C)	微伏					
	S	B	W	T	E	K
-200				-5603	-8824	-5891
-150				-4648	-7279	-4912
-100				-3378	-5237	-3553
-50	-236			-1819	-2787	-1889
0	0	0	0	0	0	0
50	299	2	699	2035	3047	2022
100	645	33	1451	4277	6317	4095
150	1029	92	2250	6702	9787	6137
200	1440	178	3089	9286	13419	8137
250	1873	291	3962	12011	17178	10151
300	2323	431	4864	14860	21033	12207
350	2786	596	5788	17816	24961	14292
400	3260	786	6731	20869	28943	16395
450	3743	1002	7688		32960	18513
500	4234	1241	8655		36999	20640
550	4732	1505	9629		41045	22772
600	5237	1791	10608		45085	24902
650	5751	2100	11584		49109	27022
700	6274	2430	12559		53110	29128
750	6805	2782	13530		57083	31214
800	7345	3154	14494		61022	33277
850	7892	3546	15451		64924	35314
900	8448	3957	16397		68783	37325
950	9012	4386	17333		72593	39310
1000	9585	4833	18257		76358	41269

1050	10165	5297	19169			43202
1100	10754	5777	20066			45108
1150	11348	6273	20950			46985
1200	11947	6783	21820			48828
1250	12550	7308	22674			50633
1300	13155	7845	23514			52398
1350	13761	8393	24339			54125
1400	14368	8952	25149			
1450	14973	9519	25943			
1500	15576	10094	26723			
1550	16176	10674	27487			
1600	16771	11257	28236			
1650	17360	11842	28970			
1700	17942	12426	29688			
1750	18504	13008	30391			
1800		13585	31079			

附表 2 热电阻简易分度表

温度 (°C)	铂热电阻 Rt (Ω)				铜热电阻 Rt (Ω)	
	新分度号		老分度号		新分度号	
	PT10	PT100	BA1	BA2	Cu50	Cu100
-200	1.849	18.49	7.95	17.28		
-150	3.971	39.71	17.85	38.80		
-100	6.025	60.25	27.44	59.65		
-50	8.031	80.31	36.80	80.00	39.24	78.49
-40	8.427	84.27	38.65	84.03	41.40	82.80
-30	8.822	88.22	40.50	88.04	43.55	87.10
-20	9.216	92.16	42.34	92.04	45.70	91.40
-10	9.609	96.09	44.17	96.03	47.85	95.70
0	10.000	100.00	46.00	100.00	50.00	100.00
10	10.390	103.90	47.82	103.96	52.14	104.28
20	10.779	107.79	49.64	107.91	54.28	108.56
30	11.167	111.67	51.45	111.85	56.42	112.84
40	11.554	115.54	53.26	115.78	58.56	117.12
50	11.940	119.40	55.06	119.70	60.70	121.40
100	13.850	138.50	63.99	139.10	71.40	142.80
150	15.731	157.31	72.78	158.21	82.13	164.27
200	17.584	175.84	81.43	177.03		
250	19.407	194.07	89.96	195.56		
300	21.202	212.02	98.34	213.79		
350	22.997	229.97	106.60	231.73		
400	24.704	247.04	114.72	249.38		
450	26.411	264.11	122.70	266.74		
500	28.090	280.90	130.55	283.80		
550	29.739	297.39	138.21	300.58		

600	31.359	313.59	145.85	317.06		
650	32.951	329.51	153.30	333.25		
700	34.513	345.13				
750	36.047	360.47				
800	37.551	375.51				
850	39.026	390.26				

附录3 组态软件 GENIE 采集模块数据的使用方法

1、启动 GENIE Builder。

2、选择菜单 File/New，新建一个文件。

3、设置设备

(1) 选择 Setup/Devices 进入设备设置窗口；

(2) 按 Add>>按钮，在窗口的下部显示设备列表 (List of Devieces)；

(3) 选择 Advantech COM Devices，然后按 Install 进入串行口设置窗口；

(4) 按 port 按钮，选择工作端口 Comm. port ，设备连接在串行口 1 上；

(5) 按 Add>>按钮，显示设备列表，选择 Advatech ADAM-4000 Modules，然后按 Install 按钮；

(6) 模块类型 (Moduel Type) 选择 4017，模块地址选择 67 (出厂时模块默认地址是 67 [43H])；

(7) 关闭串行口设置窗口和设备设置窗口。

4、任务设计

(1) 进入任务设计窗口 (TASK1)；

(2) 从工具栏中选择 AI 模块添加到任务设计窗口中；

(3) 用鼠标右键点击 AI 模块，进入设置窗口；

(4) 设备 (Devices) 选择 COM1，模块 (Module) 选择 4017，最后通道 (To Channel) 选择 7 (输入通道 07)。

5、显示设计

(1) 进入显示设计窗口 (DISP1)；

(2) 从工具栏中选择 8 个数字显示框到显示窗口中；

(3) 用鼠标右键点击第一个数字显示框，进入显示输入选择窗口；

(4) 用鼠标点击选择按钮 (SELECT)，弹出连接窗口；

(5) 任务/显示 (Task/Display/Virtual) 选择 TASK1，标签名 (TagName) 选择 AI1: AI1，通道 (Channel) 选择 0 (Output 0)；

(6) 重复 (3)~(5) 步，将其余 7 个显示框分别设置成显示通道 1~7 的数据。

6、程序运行

(1) 将设计好的界面存盘；

(2) 连接好 RS232C/RS485 转换模块 (ADAM4520) 和 DUT-4000 数据采集模块

及+24V 电源，系统上电；

- (3) 选择运行菜单下的开始 (RUN/Start)，程序开始运行，在 8 个显示框中分别显示 8 个通道数据；
- (4) 选择 Run/Stop 停止运行。

附录 4 DUTADAM 程序使用说明

1、功能简介

DUTADAM 是 DUT-4000 系列模块在研华协议下的测试和修改地址程序，该程序能够测试多个模块，并在显示窗口的最后一行显示当前模块的 8 个通道的数据。该程序是在 DOS 界面下由 Borlandc3.1 开发的。

2、测试模块

- (1) 运行 DUTADAM 程序后，程序自动按默认参数搜索系统中连接的模块。每找到一个模块后，显示模块的参数；
- (2) 测试程序的默认参数是：模块连接在串行口 1 (COM1) 上；通讯波特率是 9600bps；扫描地址范围是 0~255；
- (3) 每找到一个模块后，从模块中读取相关参数，显示到模块窗口中。其中有：模块地址 (Address) 显示测到模块的地址；研华模块型号 (ADAM) 显示 4017；模块名 (Name) 显示 DUT 系列模块的型号；传感器 (Sensor) 类型显示模块对应传感器的类型 (有 PT100、Cu50、Cu100、K、S、B、T、E、J、R、W、A/D、V、I 等)；以及模块是否工作在滤波模式下。

3、修改测试参数

- (1) 用 F3 按键修改模块连接的串行口，每按一次 F3 串口号加 1，到达串口 4 后又返回到串行口 1，4 个串行口的参数如下表所示；

串口号	COM1	COM2	COM3	COM4
基地址	3F8H	2F8H	3E8H	2E8H
中断号	4	3	4	3

- (2) 用 F4 修改通讯波特率，默认 9600bps。每按一次 F4 波特率按 1200、2400、4800、9600、19200 的顺序递增；
- (3) 按 F5 键输入扫描的最后地址，默认扫描到 255；
- (4) 按 F6 重新扫描模块，修改参数后要按 F6 键按新的参数扫描模块；
- (5) 扫描完成后，红颜色显示当前模块，在窗口的最下边一行显示从当前模块读取的实时数据。可以用 UP 和 DOWN 键改变当前模块。

4、修改地址

- (1) 用 UP 和 DOWN 键改变要修改地址的模块为当前模块；
- (2) 按回车键 (Enter) 后，显示输入新的地址。输入地址后按回车，屏幕上当前模块的地址号被改变；
- (3) 可以再按 F6 键重新扫描模块，已确认地址修改的有效性。

5、按 ESC 键后程序退出。