

AIBUS 通讯协议说明 (V7.0)

AIBUS 是厦门宇电自动化科技有限公司为 AI 系列显示控制仪表开发的通讯协议，能用简单的指令实现强大的功能，并提供比其它常用协议（如 MODBUS）更快的速率（相同波特率下快 3-10 倍），适合组建较大规模系统。AIBUS 采用了 16 位的求和校正码，通讯可靠，支持 4800、9600、19200 等多种波特率，在 19200 波特率下，上位机访问一台 AI-7/8 系列高性能仪表的平均时间仅 20ms，访问 AI-5 系列仪表的平均时间为 50ms。仪表允许在一个 RS485 通讯接口上连接多达 80 台仪表（为保证通讯可靠，仪表数量大于 60 台时需要加一个 RS485 中继器）。AI 系列仪表可以用 PC、触摸屏及 PLC 作为上位机，其软件资源丰富，发展速度极快。基与 PC 的上位机软件广泛采用 WINDOWS 作为操作环境，不仅操作直观方便，而且功能强大。最新的工业平板触摸屏式 PC 的应用，更为工业自动化带来新的界面。这使得 AIDCS 系统价格大大低于传统 DCS 系统，而性能及可靠性也具备比传统 DCS 系统更优越的潜力，V7.X 版本 AI-7/8 系列仪表允许连续写参数，写给定值或输出值，可利用上位机将仪表组成复杂调节系统。

一、接口规格

AI 系列仪表使用异步串行通讯接口，接口电平符合 RS232C 或 RS485 标准中的规定。数据格式为 1 个起始位，8 位数据，无校验位，1 个或 2 个停止位。通讯传输数据的波特率可调为 4800~19200 bit/S，通常用 9600 bit/S，单一通讯口所连接仪表数量大于 40 台或需要更快刷新率时，推荐用 19200bit/S，当通讯距离很长或通讯不可靠常中断时，可选 4800bit/S。AI 仪表采用多机通讯协议，采用 RS485 通讯接口，则可将 1~80 台的仪表同时连接在一个通讯接口上。

RS485 通讯接口通讯距离长达 1KM 以上（部分实际应用已达 3-4KM），只需两根线就能使多台 AI 仪表与计算机进行通讯，优于 RS232 通讯接口。为使用普通个人计算机 PC 能作上位机，可使用 RS232/RS485 或 USB/RS485 型通讯接口转换器，将计算机上的 RS232 通讯口或 USB 口转为 RS485 通讯口。宇电为此专门开发了新型 RS232/RS485 及 USB/RS485 转换器，具备体积小、无需初始化而可适应任何软件、无需外接电源、有一定抗雷击能力等优点。

按 RS485 接口的规定，RS485 通讯接口可在一条通讯线路上连接最多 32 台仪表或计算机。需要联接更多的仪表时，需要中继器，也可选择采用 75LBC184 或 MAX487 等芯片的通讯接口。目前生产的 AI 仪表通讯接口模块通常采用 75LBC184，这种芯片具备一定的防雷击和防静电功能，且无需中继器即可连接约 60 台仪表。

AI 仪表的 RS232 及 RS485 通讯接口采用光电隔离技术将通讯接口与仪表的其他部分线路隔离，当通讯线路上的某台仪表损坏或故障时，并不会对其它仪表产生影响。同样当仪表的通讯部分损坏或主机发生故障时，仪表仍能正常进行测量及控制，并可通过仪表键盘对仪表进行操作，工作可靠性很高。16 位校验码的正确性是简单奇偶校验的 30000 倍，基本能保证数据可靠性。并且同一网络上有其他公司也采用主从方式通讯的产品时，如 PLC、变频器等，多数情况下 AI 系列仪表都不会受其它公司产品通讯干扰，不会产生采集数据混乱或无法通讯的问题。但是 AI 仪表协议并不能保证其它公司产品能否正常工作，所以除非万不得已，不应将 AI 仪表与其它产品混在一个 RS485 通讯总线上，而应分别使用不同的总线。

二、通讯指令

AI 仪表采用 16 进制数据格式来表示各种指令代码及数据。AI 仪表软件通讯指令经过优化设计，标准的通讯指令只有两条，一条为读指令，一条为写指令，两条指令使得上位机软件编写容易，不过却能 100% 完整地对手表进行操作；标准读和写指令分别如下：

读： 地址代号+52H（82）+要读的参数代号+0+0+校验码

写： 地址代号+43H（67）+要写的参数代号+写入数低字节+写入数高字节+校验码

地址代号：为了在一个通讯接口上连接多台 AI 仪表，需要给每台 AI 仪表编一个互不相同的通讯地址。有效的地址为 0~80（部分型号为 0~100），所以一条通讯线路上最多可连接 81 台 AI 仪表，仪表的通讯地址由参数 Addr 决定。仪表内部采用两个重复的 128~208（16 进制为 80H~D0H）之间数值来表示地址代号，由于大于 128 的数较少用到（如 ASC 方式的协议通常只用 0-127 之间的数），因此可降低因数据与地址重复造成冲突的可能性。

AI 仪表通讯协议规定，地址代号为两个相同的字节，数值为（仪表地址+80H）。例如：仪表参数 Addr=10

(16 进制数为 0AH, 0A+80H=8AH), 则该仪表的地址代号为: 8AH 8AH

参数代号: 仪表的参数用 1 个 8 位二进制数 (一个字节, 写为 16 进制数) 的参数代号来表示。它在指令中表示要读/写的参数名。

校验码: 校验码采用 16 位求和校验方式, 其中读指令的校验码计算方法为:

$$\text{要读参数的代号} \times 256 + 82 + \text{ADDR}$$

写指令的校验码计算方法为以下公式做 16 位二进制加法计算得出的余数 (溢出部分不处理):

$$\text{要写的参数代号} \times 256 + 67 + \text{要写的参数值} + \text{ADDR}$$

公式中的数字都为十进制; 公式中 ADDR 为仪表地址参数值, 范围是 0~80 (注意不要加上 80H)。校验码为以上公式做二进制 16 位整数加法后得到的余数, 余数为 2 个字节, 其低字节在前, 高字节在后。要写的参数值用 16 位二进制整数表示。

返回数据: 无论是读还是写, 仪表都返回以下 10 个字节数据:

$$\text{测量值 PV} + \text{给定值 SV} + \text{输出值 MV} + \text{报警状态} + \text{所读/写参数值} + \text{校验码}$$

其中 PV、SV 及所读参数值均各占 2 个字节, 代表一个 16 位二进制有符号补码整数, 低位字节在前, 高位字节在后, 整数无法表示小数点, 要求用户在上位机处理; MV 占一个字节, 按 8 位有符号二进制数格式, 数值范围-110~+110, 状态位占一个字节, 校验码占 2 个字节, 共 10 个字节。

不同型号仪表返回各数据含义如下:

仪表型号	调节器 温控器	AI-708M 巡检仪	AI-708H/808H 流量通道	AI-808H 温度/压力通道	AI-301M 频率调 节器/IO 模块
PV	测 量 值 PV	测量值	瞬时流量测量值	温度测量值, 单 位为 0.1℃	测量值 PV
SV	当前给定 值 SV	通道号 (1-6)	累积流量低位 或批量控制测量 值	压力测量值, 单 位为 0.001MPa	当前给定值 SV
MV	输 出 值 MV 状态字节 B	状态字节 B	累积流量高位 或批量控制给定 值	补偿前流量或 频率值, 单位 0.1Hz	调节输出值 MV
状态字节	状态字节 A	状态字节 A			状态字节 A
参数值	表示要读或写的参数的值				

返回校验码:

$$\text{PV} + \text{SV} + (\text{报警状态} \times 256 + \text{MV}) + \text{参数值} + \text{ADDR}$$

按整数加法相加后得到的余数 (公式中的数字都为十进制)。计算校验码时, 每 2 个 8 位字节组成 1 个 16 位二进制整数进行加法运算, 溢出数忽略, 余数作为校验码。

状态字节 A 表示仪表部分状态, 其含义如下 (位 7 固定为 0):

	调节器及单显表 (V7.0)	AI-702M/704M/706 M	调节器、温控器及单显表 (V7.5)
位 0	上限报警 (HIAL)	上限报警 (HIAL)	HIAL
位 1	下限报警 (LoAL)	下限报警 (LoAL)	LoAL
位 2	正偏差报警 (dHAL)	0	HdAL
位 3	负偏差报警 (dLAL)	0	LdAL
位 4	输入超量程报警 (orAL)	超量程报警 (orAL)	orAL
位 5	AL1 状态, 0 为动作	0	备用 (0)
位 6	AL2 状态, 0 为动作	0	0 表示 MV 为输出值, 1 为状态字 B

巡检仪具备状态字节 B, 对于 V7.5 版本以上调节器、温控仪、单显表, MV 则可交替代表 MV 值及状态字节 B (由状态字节 A 的位 6 决定)。状态字节 B 的位 0~6 分别表示 OP1、OP2、AL1、AL2、AU1、AU2 及 MIO

口的输入状态，0 表示为未接通或未输出，1 表示外部开关接通或有输出，OUTP 或 AUX 做调节输出时则对应位固定为 0。利用功能可将对应端口作为上位机开关量的输出或输出，应用 ALP 参数设置没有用到的报警端口均可作为 I/O 端口，利用修改 NONC（常开/常闭）参数即可实现对开关量的输出，作为开关量输入时，应将 nonc 对应位设置为常开，若读入信号为 1，则表示外部开关闭合或有信号输入。

AI 仪表可读/写的参数代号表：

表一

参数代号		调节器		巡检仪	
10 进制	16 进制	AI-518/708/808/518P/708P/808P	AI-519/719/719P	AI-501/701	AI-702M/704M/706M
0	00H	SV 给定值/SteP 程序段	SV 给定值/SteP 程序段	(空)	(空)
1	01H	HIAL 上限报警	HIAL 上限报警	HIAL 上限报警	HIAL 上限报警
2	02H	LoAL 下限报警	LoAL 下限报警	LoAL 下限报警	LoAL 下限报警
3	03H	dHAL 正偏差报警	HdAL 偏差上限报警	HdAL 第二上限报警	(空)
4	04H	dLAL 负偏差报警	LdAL 偏差下限报警	LdAL 第二下限报警	(空)
5	05H	dF 回差	CHYS 控制回差	AHYS 报警回差	dF 回差
6	06H	Ctr1 控制方式	Ctr1 控制方式	(空)	(空)
7	07H	M5 保持参数	P 比例带	(空)	(空)
8	08H	P 速率参数	I 积分时间	(空)	(空)
9	09H	t 滞后时间	d 微分时间	(空)	(空)
10	0AH	CtI 控制周期	CtI 控制周期	(空)	Cn 测量路数
11	0BH	Sn 输入规格	InP 输入规格	InP 输入规格	Sn 输入规格
12	0CH	dIP 小数点位置	dPt 小数点位置	dPt 小数点位置	dIP 小数点位置
13	0DH	dIL 输入下限显示值	SCL 信号刻度下限	SCL 信号刻度下限	dIL 输入信号刻度下限
14	0EH	dIH 输入上限显示值	SCH 信号刻度上限	SCH 信号刻度上限	dIH 输入信号刻度上限
15	0FH	ALP 报警输出定义	AOP 报警输出定义	AOP 报警输出定义	ALP 报警输入定义
16	10H	Sc 输入平移修正	Scb 输入平移修正	Scb 输入平移修正	Sc 输入平移修正
17	11H	OP1 输出方式	OPt 主输出类型	OPt 主输出类型	OPn 变送输出通道号
18	12H	oPL 输出下限	OPL 输出下限	(空)	oPL 变送输出电流下限
19	13H	oPH 输出上限	OPH 输出上限	(空)	oPH 变送输出电流上限
20	14H	CF 功能选择	AF 高级功能代码	(空)	AF 高级功能代码
21	15H	仪表特征码/程序控制字 (运行:0 暂停:4 停止:12)	仪表特征码/程序控制字 (运行:0 暂停:4 停止:12)	仪表特征码(与 SV 的值一样, 且可修改)	仪表特征码
22	16H	仪表地址 (读/写)	仪表地址 (读/写)	仪表地址 (读/写)	仪表地址 (读/写)
23	17H	dL 数字滤波	FILt 输入数字滤波	FILt 输入数字滤波	dL 数字滤波
24	18H	run 运行参数	A-M 自动/手动控制选择	(空)	nonc 常开/常闭选择
25	19H	Loc 参数封锁	Loc 参数封锁	Loc 参数封锁	Loc 参数封锁
26	1AH	C01 (AI-808 写入时设置 MV 值)	C01(AI-519/719 写入时设置 MV 值)		
27	1BH	t01	t01		
28	1CH	C02	C02		
29	1DH	t02	t02		
30	1EH	C03	C03		
31	1FH	t03	t03		
32	20H	C04	C04		
33	21H	t04	t04		
34	22H	C05	C05		
35	23H	t05	t05		
36	24H	C06	C06		
37	25H	t06	t06		

38	26H	C07	C07		
39	27H	t07	t07		
40	28H	C08	C08		
41	29H	t08	t08		
42	2AH	C09	C09		
43-85	2BH-55H	t09-t30 程序数据	t09-t30 程序数据		
86	56H	当前程序段运行时间	当前程序段运行时间		

表二

参数代号		流量积算仪	AI-301M	四路 PID 调节器
10 进制	16 进制	(AI-708H/Y/808H)	频率测量/开关量	AI-7048
0	00H	SV 批量控制给定值	SV 频率控制给定值	SP 给定值
1	01H	FHIA 瞬时流量上限报警	HIAL 上限报警	HIAL 上限报警
2	02H	FLoA 瞬时流量下限报警	LoAL 下限报警	LoAL 下限报警
3	03H	SPE 批量控制流量累积速率时间	dHAL 正偏差报警	
4	04H	Act 批量控制继电器动作时间	dLAL 负偏差报警	
5	05H	Sn 输入规格	dF 回差	AHYS 回差
6	06H	FSc 流量信号测量平移修正	Ctrl 控制方式	At 自整定开关
7	07H	PdIH 压力测量量程定义	M5 保持参数	P 比例带
8	08H	CSc 温度测量平移修正	P 速率参数	I 积分时间
9	09H	CdIH 温度测量量程定义	t 滞后时间	d 微分时间
10	0AH	Cut 流量小信号切除比率	CtI 控制周期	
11	0BH	FdIH 流量测量量程定义	Frd 频率量程	InP 输入规格
12	0CH	FdIP 流量小数点	dIP 小数点位置	dPt 小数点位置
13	0DH	PA 大气压力/温度补偿系数	dIL 下限显示值	SCL 信号刻度下限
14	0EH	Po 流量传感器设计工作压力	dIH 上限显示值	SCH 信号刻度上限
15	0FH	Co 流量传感器设计工作温度	ALP 报警输出选择	AOP 报警输出定义
16	10H	Frd 频率信号上限	开关量状态	Scb 输入平移修正
17	11H	CF 功能选择参数	oP1 输出方式	
18	12H	bC 温压补偿类型	OPL 输出下限	
19	13H	IoL 变送输出电流下限	OPH 输出上限	OPH 输出上限
20	14H	FoH 变送输出流量量程	CF 功能选择	AF 高级功能代码
21	15H	仪表特征码	仪表特征码	仪表特征码
22	16H	仪表地址（读/写）	仪表地址（读/写）	仪表地址（读/写）
23	17H	IoH 变送输出电流上限	dL 数字滤波	FILt 输入数字滤波
24	18H	FdL 流量信号数字滤波强度	run 运行参数	Nonc 常开/常闭选择
25	19H	Loc 参数封锁	Loc 参数封锁	Loc 参数封锁
26	1AH	（空）	MV 手动输出值	Cn 测量路数
27	1BH	FdF 瞬时流量报警回差		
28	1CH	CHIA 温度上限报警		
29	1DH	CLoA 温度下限报警		
30	1EH	PHIA 压力上限报警		
31	1FH	PLoA 压力下限报警		
32	20H	ALP 报警输出定义		
33	21H	FSb 批量控制给定值偏移		
34	22H	CdIP 温度小数点		
35	23H	PdIP 压力小数点		
36	24H	PSc 压力测量信号平移修正		
37	25H	CLn 清零次数（只读）		

38	26H	FLJH 累积流量高 4 位（只可清零）		
39	27H	FLJL 累积流量低 4 位（只可清零）		
40	28H	EJH(补前流量高)		
41	29H	EJL(补前流量低)		
42	2AH	批量累积值清零位		
43-85	2BH-55H			
86	56H			

说明：

1、如果向仪表读取参数代号在表格中参数以外，则仪表不会返回任何数据。AI-501/701 型仪表不具备表格中所有参数，当读写实际参数表以外的参数或备用参数时，仪表实际均对 SP1 参数操作。

2、带手动调节功能的仪表处于手动状态时，可通过写 1AH 参数来调节手动输出值。

3、AI-7048 型 4 路控制器占 4 个地址，比如 Addr=5，则 5，6，7，8 分别为 4 个回路的通讯地址。

4、程序控制字：对于 AI-518P/708P/808P 等型号程序仪表，15H 返回程序控制字，其高位字节数值为 0，低位字节数据则如下：

(X) (X) (X) (X) (EV2) (EV1) (HOLD) (STOP)

前 4 位 (BIT) 目前暂不用，程序中应允许其为任意值；HOLD 及 STOP=0，则程序运 STOP=0，HOLD=1，则程序暂停；STOP=1，HOLD=1，则程序停止；EV1、EV2 表示事件输出状态，为 1 时表示事件输出动作，为 0 时表示事件输出无效。

5、累积流量清零：AI-708H/808H 的流量累积参数 FLJH 及 FLJL 只能清零，不能改写，清零方法是向 FLJH 写入 30808（占 2 个地址时，必须是用第一个地址），即可清零累积流量 FLJH、FLJL 及补偿前流量累积 EJH 及 EJL，同时 CLn 值加 1，CLn 为只读，不可改写。向参数代号 2AH 写入 31808，则可清除批量控制累积值，同时复位批量控制输出继电器。

三、编程方法

系统采用主从式多机通讯结构，每向仪表发一个指令，仪表返回一个数据。编写上位机软件时，注意每条有效指令仪表应在 0~150ms 内作出应答，而上位机也必须等仪表返回数据后，才能发新的指令，否则将引起错误。如果仪表超过最大响应时间（150ms）仍没有应答，则原因可能无效指令、通讯线路故障，仪表没有开机，通讯地址不合等，此时上位机应重发指令或跳过改地址仪表。例如，将地址（参数 ADDR）为 1 的仪表的给定值（参数代号 0）写为 100.0℃（整数为 1000），用 VB 的编程方法如下：

1、初始化通讯口，包括与仪表相同的波特率，数据位 8，停止位 2，无校验。注意某些厂家的 RS232/RS485 通讯转换器对 RTS、DTR 等控制线有一定的要求，上位机软件必须对这些控制线进型编程。用本公司生产的 RS232/RS485 转换器则可免去对这些线进行编程。

2、VB 编程指令（写 SV 为 1000）为：

```
Dim Cmdout (0 To 7) As Byte
```

```
Cmdout(0)=129
```

```
Cmdout(1)=129
```

```
Cmdout(2)=67
```

```
Cmdout(3)=0
```

```
Cmdout(4)=232
```

```
Cmdout(5)=3
```

```
Cmdout(6)=44
```

```
Cmdout(7)=4
```

```
COMM1.OUTPUT=Cmdout
```

仪表返回数据：

```
Dim instring() as byte
```

```
Dim pv as integer, sv as integer, mv as integer, alm as integer, cs as integer, crc as integer
```

```
instring = MSComm1.Input      ' 假设已经有数据返回
```

```
pv= Join2Byte(instring(0), instring(1))
```

```
sv= Join2Byte(instring(2), instring(3))
```

```
mv= (instring(4))
```

```
alm= integer(instring(5))
```

```
cs= Join2Byte(instring(6), instring(7))
```

```
crc= Join2Byte(instring(8), instring(9))
```

```
Public Function Join2Byte(lowbyte As Byte, highbyte As Byte)
```

```
Dim c As Integer
```

```
c = highbyte
```

```
If c > 127 Then
```

```
    c = (c - 256) * 256
```

```
Else
```

```
    c = c * 256
```

```
End If
```

```
Join2Byte = c + lowbyte
```

```
End Function
```

注：对于 AI-5XX 系列仪表，写入参数周期不易低于 2 分钟，否则可能导致仪表在 5 年保修期内损坏存储单元损坏。

厦门宇电自动化科技有限公司

2006 年 7 月