

# AIBUS 及 MODBUS 通讯协议说明（V8.0）

AIBUS 是为 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全面的功能，其特点是写参数的同时亦可完成读功能，因此写参数时不破坏读的循环周期时间，加上指令长度较少，因此具有比 MODBUS 更快的速率（尤其是有写入指令时，MODBUS 的写入指令不能同时完成读下位机数据的功能，会破坏读指令的周期，延长了读的循环周期），AIBUS 协议具有组建大规模过程控制系统能力。AIBUS 采用了 16 位的求和校正码，下位机运算快速且通讯可靠，支持 9600 和 19200 等不同波特率，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 40mS。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。基于 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。这使得采用仪表+上位机结构的测控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。宇电 AI-5 系列仪表写入寿命可达 100 万次，而 AI-7/8 系列仪表则允许连续写参数，如写给定值或输出值，写入寿命高达 10 亿次，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。需要连接更多的仪表时，需要中继器，也可选择采用 1/2 或 1/4 负载等芯片的通讯接口来增加可连接仪表的数量。目前生产的 AI 仪表通讯接口采用低负载芯片并且一定的防雷击和防静电功能，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，但能 100% 完整地对仪表进行操作；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：

要读参数的代号 × 256+82+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）：

要写的参数代号 × 256+67+要写的参数值+ADDR

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：

测量值 PV+给定值 SV+输出值 MV 及报警状态+所读/写参数值+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	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：为 PV+SV+（报警状态\*256+MV）+参数值+ADDR 按整数加法相加后得到的余数。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/706M	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。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 (V8.0 518/518P/708/708P/719/719P)

参数代号	AI-518/518P	说明
00H	给定值	单位同测量值
01H	HIAL 上限报警	单位同测量值
02H	LoAL 下限报警	单位同测量值
03H	dHAL 正偏差报警	单位同测量值
04H	dLAL 负偏差报警	单位同测量值
05H	AHYS 报警回差	单位同测量值
06H	CtrL 控制方式	0, ONOFF; 1, APID; 2, nPID; 3, PoP; 4, SoP
07H	P 比例带	单位同测量值
08H	I 积分时间	秒
09H	d 微分时间	0.1 秒
0AH	Ctl 控制周期	0.1 秒
0BH	InP 输入规格	见使用说明书
0CH	dPt 小数点位置	0, 0; 1, 0.0; 2, 0.00, 3, 0.000; 如读入的以上数据+128, 则表示所有测量值及与测量值使用相同单位的参数 (无论是温度或线性信号), 均需要除 10 后 4 舍 5 入后再进行显示处理。例如, dPt 数值为 128+1=129, 读入的测量值或相关参数值 16 位整数值为 1000, 则实际显示应为 10.0, 若 dPt 数值为 1, 则实际显示的数据为 100.0; 该参数亦可以写入, 但写入时不得加 128, 写数据范围是 0~3。
0DH	ScL 刻度下限值	单位同测量值
0EH	ScH 刻度上限值	单位同测量值
0FH	ALP 报警输出选择	含义见说明书
10H	Sc 测量平移修正	单位同测量值
11H	oP1 主输出方式	0, SSR; 1, rELy; 2, 0-20; 3, 4-20
12H	OPL 输出下限	%
13H	OPH 输出上限	%
14H	CF 功能选择	含义见说明书
15H	仪表型号特征字	5180(AI-518)或 5187 (AI-518P)
16H	Addr 通讯地址	
17H	FIL1 数字滤波	
18H**	AMAn 手动/自动选择	0, MAN; 1, Auto; 2, FMan; 3, FAut
19H	Loc 参数封锁	
1AH**	MV 手动输出值	
1BH	Srun 运行/停止选择	0, run; 1, StoP; 2, HoLd
1CH	CHYS 控制回差	单位同测量值
1DH	At 自整定选择	0, OFF; 1, on; 2, FoFF
1EH	SPL 给定值下限	单位同测量值
1FH	SPH 给定值上限	单位同测量值
20H	Fru 单位及电源频率	0, 50C; 1, 50F; 2, 60C; 3, 60F
21H	OHEF OPH 有效范围	单位同测量值
22H	Act 正/反作用	0, rE; 1, dr; 2, rEbA; 3, drbA
23H	AdlS 报警选择	0, OFF; 1, on
24H	Aut 冷输出规格	0, SSR; 1, rELy; 2, 0-20; 3, 4-20
25H	P2 冷输出比例带	单位同测量值
26H	I2 冷输出积分时间	秒
27H	d2 冷输出微分时间	0.1 秒
28H	Ctl2 冷输出周期	0.1 秒
29H	Et 事件输入类型	0, nonE; 1, ruSt; 2, SP1.2; 3, Pld2
2AH***	SPr 升温速率限制	测量值单位/ (分钟) (需等同测量值进行单位处理)
2BH*	Pno 程序段数	整数
2CH*	PonP 上电选择	0, Cont; 1, StoP; 2, run1; 3, dASt; 4, HoLd
2DH*	PAF 程序参数	功能见说明书
2EH*	STEP 程序段号	整数
2FH*	已运行时间	0.1 分或 0.1 小时, 由 PAF 参数决定
30H*	事件输出状态	0, 无事件输出; 1, 事件 1 (AL1) 动作; 2, AL2 动作; 3, AL1 及 AL2 动作
31H**	OPrt 软启动时间	
32H**	Strt 阀门转动时间	定义阀门转动需要的时间
33H**	SPSL 外给定下限	当外给定输入口用于测量阀门反馈信号时, 设定阀门定位值 1
34H**	SPSH 外给定上限	当外给定输入口用于测量阀门反馈信号时, 设定阀门定位值 2
35H**	Ero 故障输出值	定义传感器输入故障或超量程时, 仪表的调节输出值
36H**	AF2	功能参数 2
37H~3FH	备用	
40H~47H	EP1~EP8	
48H**	阀门位置 (只读)	数值 0~25600 对应 0~100%, 读取数除以 256 方为百分比数
49H~4FH	备用	
50H~51H	SP1、t1	SP1 为给定值 1, t1 为首段程序值
52H~	SP2 ~ 程序段数据,	

	数量由 Pno 参数定义	
--	--------------	--

说明：

1、带一个\*星号的参数仅为 AI-518P/708P/719P 可用，若对 AI-518/708/719 读写则视为无效参数代号，带\*\*的参数是 AI-719 等仪表方可使用，带\*\*\*的参数是 AI-518P/708P/719/719P 等型号方可使用。

2、如果向仪表读取参数代号在表格中以外的参数（无效参数代号或备用参数代号），则仪表返回的参数值，高位值为 127（若读成整数就是 32512~32767，由于 AI 系列仪表参数最大设置范围是 32000，所以 32512 以上参数可以作为读错参数代号的标志），在上位机程序中予以处理；若读取参数代号大于有效程序段的最后一个数值（0B4H），则下位机视同传输输出错，不回应。

3、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。

4、15H 为仪表的型号特征字，不同型号仪表其数字不同，上位机可用于区分仪表型号：

	型号特征字
AI-518(V8.0)智能温控器	5180
AI-518P(V8.0)程序型智能温控器	5187
AI-708(V8.0)高精度智能温控器	7080
AI-708P(V8.0)高精度程序型智能温控器	7087
AI-719(V8.0)高精度智能温控器/调节器	7190
AI-719P(V8.0)高精度程序型智能温控器/调节器	7197
AI-702M/704M/706M	768
AI-708H/808H (流量通道)	256 (普通累积模式); 257 (批量控制模式)
AI-808H (温度及压力通道)	258
AI-301M	512
AI-7048 四路 PID 控制器	7048

针对不同型号仪表，上位机应对其传输数据做不同模式处理。

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行编程。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 SP1 为 1000）为：COMM1.OUTPUT=

CHR\$(129)+CHR\$(129)+CHR\$(67)+CHR\$(0)+CHR\$(232)+CHR\$(3)+CHR\$(44)+CHR\$(4)

3、小数点处理（仅 V8.0 版本以上）：为提升效率，仪表传送的所有数值均为 16 位二进制补码整数，因此上位机必须将整数按一定规则转换为带小数点的实际数据，方法是在上位机程序启动后，应优先读取参数 dPt (0CH) 获得测量信号的小数点位置。注意：如果 dPt 的数值大于或等于 128，则表示所传输的测量值，以及与测量值相同单位的参数应该除以 10 后进行显示，当对下位机写这类参数值时，则应将显示的数取消小数点成为整数，再乘以 10，按 16 位二进制补码下传数据。

通讯的技术指标如下：

仪表型号	AI-301、AI-7/8 系列仪表 (V7.X)	AI-5XX 系列仪表
最迟返回时间 (4800bit/S 条件下)	100mS	150mS
最快返回时间 (19200 bit/S 条件下)	5mS	5mS
平均读写周期 (19200bit/S 条件下)	20mS	50mS

参数允许改写次数	10 亿次	100 万次
----------	-------	--------

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。

#### 四、MODBUS 兼容通信协议

从 V8.2 版本开始，AI 系列仪表可选择使用 MODBUS 通信协议，AI 仪表能支持 MODBUS 协议下的 2 条子指令，以更广泛地与其它 MODBUS 设备相互通信，为保证速率，AI 仪表采用 RTU（二进制）模式，波特率必须设置为 9600bit/S，无奇偶校验位，支持 03H（读参数及数据）及 06H（写单个参数）这两条指令。

对于 518/708/708P/719/719P 等型号仪表的 03 指令，要求一次性读取 4 个数据，指令如下：

ADDR+03H+0+要读的参数代号+0+4+CRC 校验码

返回数据为：ADDR+03H+08H+测量值 PV 高位+测量值 PV 低位+给定值 SV 高位+SV 低位+报警状态+输出值 MV+所读参数值高位+所读参数值低位+CRC 校验码低位+CRC 校验码高位

写单个参数指令为：

ADDR+06H+0+要写的参数代号+要写入的数据高位+要写入数据低位+CRC 校验码

由于 MODBUS 协议的本身的限制，使用写指令无法返回测量值等信息，会导致写入时测量值无法刷新，因此应尽量减少写指令的使用，以免影响系统性能。

阿姆斯壮机械（中国）有限公司

2010 年 10 月