

宇电 AIBUS 及 MODBUS 通讯协议说明 (V8.0)

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 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+00+00+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/I/O 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 (V8.0 516/516P/518/518P/519/526/526P/708/708P/716/
716P/719/719P/733/733P)

参数代号	V8.0 仪表	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	HdAL 正偏差报警	单位同测量值
04H	LdAL 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	Scb 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	FILt 数字滤波	
18H**	AMAn 手动/自动选择	0, MAN; 1, Auto; 2, FMA; 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	AdIS 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	CtI2 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	SP 1, t 1	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-516P/518P/526P/708P/716P/719P 可用, 若对 AI-516/518/526/708/716/719 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 AI-518P/516P/526P/708P/716P/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 EHL, 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 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, 因此上位及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 V8.0 516/516P/518/518P/519/526/526P/708/708P/716/716P/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+00+要读的参数代号+00+04+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

例如可以发送：01 03 00 01 00 04 15 C9

	01	03	00	01	00	04	15	C9
解释	地址	功能码	固定值	参数代号	寄存器个数 (固定为 4)		CRC 校验码	

写单个参数指令为：

ADDR+06H+00+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。

厦门宇电自动化科技有限公司

2018 年 11 月