

序章

1.modbus 地址与博创系统全局变量映射关系

博创系统全局变量数据类型：有符号的 32 位浮点数

MODBUS 地址数据类型：16 位整形

映射关系：

一个全局变量对应两个 modbus 寄存器

以小端模式为例：

MODBUS 地址：0——全局变量地址：GV1-L

MODBUS 地址：1——全局变量地址：GV1-H

2.modbus 功能码解析

06H 写单个寄存器：

发送报文：01 06 00 01 00 03

从机地址	功能码	寄存器地址高位	寄存器地址低位	数据高位	数据低位
01	06	00	01	00	03

解析：往单个 modbus 寄存器地址 0001，写入数据 0003。

10H 写多个寄存器：

发送报文：01 10 00 01 00 02 04 00 0A 01 02

从机地址	功能码	起始地址高位	起始地址低位	数量高位	数量低位	字节数	0001 H高位	0001 H低位	0002 H高位	0002 H低位
01	10	00	01	00	02	04	00	0A	01	02

解析：从 modbus 寄存器地址 0x01，连续写 2 个地址。

0x01 地址写入数据为 000A；0x02 地址写入数据为 0102。

03H 读多个寄存器：

发送报文：01 03 00 6B 00 03

从机地址	功能码	起始地址高位	起始地址低位	寄存器数量高位	寄存器数量低位
01	03	00	6B	00	03

解析：从 modbus 寄存器地址 0x6B，连续读两个地址。

返回报文：

从机地址	功能码	字节数	006BH 高字节	006BH 低字节	006CH 高字节	006CH 低字节	006DH 高字节	006DH 低字节
01	03	06	00	6B	00	13	00	00

解析：0x6B 地址返回值 0013；0x6C 地址返回值 0000。

MODBUS 从站运动控制功能

应用场景：

上位机和机器人使用 modbus 进行数据交互。现需要通过上位机示教机器人运动到多个点，并把离散点位都保存下来，进行直线或圆弧轨迹运动，从而实现脱离示教器跑轨迹。

实现流程：

- 一、使用**功能 4“示教运动”**，示教机器人运动到指定位置；
如需运动指定距离，使用**功能 1“增量运动”**。
- 二、使用**功能 2“创建临时点”**，机器人记录当前点位，保存临时点。
- 三、使用**03H 功能码**查询机器人当前位姿数据，上位机进行缓存。
- 四、重复第一、二步骤，保存多个临时点，临时点 ID 不重复。
- 五、上位机对运动类型和临时点数据进行规划，把每段轨迹的数据分别设置配方。
- 六、使用**功能 3“运行至临时点”**，按先后顺序依次进行运动。最终实现“示教—存点—运动”的效果。
- 六、通信过程中，周期监控机器人当前位姿或状态。

功能 1 通过 MODBUS 控制机器人单步增量运动

功能 1 通过 MODBUS 控制机器人单步增量运动	
效果	使机器人在当前位置，往指定方向(关节)运动指定距离(角度)
条件	● Modbus 通信正常
步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 切换为自动模式 (GV222_L) 2. 设置增量参数 (GV200-205) 3. 设置期望运动速度 (GV225) 4. 开始增量运动 (GV220_L=0x40/0x41) 5. 查询命令返回状态 (GV291) 6. 查询是否有报警 (GV281_L) 7. 运动过程中，根据需要暂停 (GV221_L)、继续 (GV221_H) 或停止 (GV220_H) 运动

案例 1：通过 modbus TCP 控制机器人 1 轴关节旋转 30°

1. 机器人切换自动模式 【GV222_L (444) =1】

Tx:	00 00 00 00	00 06	01 06 01 BC 00 01
Rx:	00 00 00 00	00 06	01 06 01 BC 00 01

2. 设置增量运动偏移量 【GV200 (400-401) =30】

Tx:	00 01 00 00	00 0B	01 10 01 90 00 02 04 00 00 41 F0
Rx:	00 01 00 00	00 06	01 10 01 90 00 02

关节坐标系增量运动下，GV200-GV205 定义为：J1-J6 轴关节角偏移量

基坐标系增量运动下，GV200-GV205 定义为：XYZABC 位姿偏移量

附加轴关节增量运动下，GV236~GV240 定义为：J7-J11 附加轴关节角偏移量

3. 设置增量运动速度 【GV225 (450,451) =100】

Tx:	00 02 00 00	00 0B	01 10 01 C2 00 02 04 00 00 42 C8
Rx:	00 02 00 00	00 06	01 10 01 C2 00 02

4. 以关节坐标系增量运动启动机器人 【GV220_L (440) =0x40】

Tx:	00 03 00 00	00 06	01 06 01 B8 00 40
Rx:	00 03 00 00	00 06	01 06 01 B8 00 40

GV200_L=0x40 以关节坐标系增量运动

GV200_L=0x41 以基坐标系增量运动

5. 通过 03H 功能码查询命令反馈和报警状态

功能 2 通过 MODBUS 创建临时点

功能 2 通过 MODBUS 创建临时点		
效果	使用机器人当前位置或指定全局变量数据，将其保存为临时点	
条件	● Modbus 通信正常	
步骤	一、使用机器人当前位置 1. 切换自动模式 (GV222_L) 2. 设置临时点 ID (GV200) 3. 选择创建方式 (GV201=0) 4. 选择工具坐标系 (GV245) 5. 发送临时点创建指令 (GV220_L=0xE0) 6. 查询命令返回状态 (GV291)	二、使用全局变量数据 1. 切换自动模式 (GV222_L) 2. 设置临时点 ID (GV200) 3. 选择创建方式 (GV201=1) 3. 设置全局变量起始序号 (GV202) 4. 选择工具坐标系 (GV245) 5. 发送临时点创建指令 (GV220_L=0xE0) 6. 查询命令返回状态 (GV291)

案例 2.1：通过 modbus TCP 以当前位置保存为临时点：1

1. 机器人切换自动模式 【GV222_L (444) =1】

Tx:	00 00 00 00	00 06	01 06 01 BC 00 01
Rx:	00 00 00 00	00 06	01 06 01 BC 00 01

2. 设置保存的临时点 ID 【GV200 (400,401) =1】

Tx:	00 01 00 00	00 0B	01 10 01 90 00 02 04 00 00 3F 80
Rx:	00 01 00 00	00 06	01 10 01 90 00 02

临时点 ID 最大 10000 个，位姿数据不唯一，同一 ID 重复设置会覆盖原数据。
系统重新登录后，临时点数据初始化，需要重新设置。

3. 选择临时点创建方式为当前位置 【GV201 (402,403) =0】

Tx:	00 02 00 00	00 0B	01 10 01 92 00 02 04 00 00 00 00
Rx:	00 02 00 00	00 06	01 10 01 92 00 02

GV201=0 表示以当前位置创建临时点。

GV201=1 表示以全局变量数据创建临时点，需要再设置全局变量起始序号 (GV202)。

3. 选择工具坐标系 ID 【GV245 (490,491) =0】

Tx:	00 02 00 00	00 0B	01 10 01 EA 00 02 04 00 00 00 00
Rx:	00 02 00 00	00 06	01 10 01 EA 00 02

GV245=200 表示不使用工具坐标系。

GV245=0 表示使用第 1 个工具坐标系。

GV245=N 表示使用第 N+1 个工具坐标系。

4. 发送创建临时点执行命令【GV220-L (440) =0XE0】

Tx:	00 03 00 00	00 06	01 06 01 B8 00 E0
Rx:	00 03 00 00	00 06	01 06 01 B8 00 E0

5. 通过 03H 功能码查询命令反馈和报警状态【见表 2】

案例 2.2：上位机缓存临时点，系统重启后直接导入。

1. 案例 2.1 操作完毕后，将当前 XYZABC 数据读取到上位机【GV206~GV211 (412~422)】

Tx:	00 00 00 00	00 06	01 03 01 9C 00 18
Rx:	00 00 00 00	00 18	01 03 18 xx xx xx xx yy yy yy yy zz zz zz zz aa aa aa aa bb bb bb bb cc cc cc cc

xx yy zz aa bb cc 以返回报文的实际数据为准，此处仅为便于区分，并非真实数据。

GV206~GV211 基座标下 XYZABC 实时数据

GV212~GV216 附加轴 EJ1~EJ5 实时角度

2. 每次创建临时点时，重复第 1 步把数据依次读取到上位机缓存。

3. 系统断电重启后，更改临时点创建方式为全局位置【GV201 (402,403) =1】

Tx:	00 01 00 00	00 0B	01 10 01 92 00 02 04 00 00 3F 80
Rx:	00 01 00 00	00 06	01 10 01 92 00 02

GV201=0 表示以当前位置创建临时点。

GV201=1 表示以全局变量数据创建临时点，需要再设置全局变量起始序号（GV202）。

4. 选择工具坐标系 ID【GV245 (490,491) =0】

Tx:	00 02 00 00	00 0B	01 10 01 EA 00 02 04 00 00 00 00
Rx:	00 02 00 00	00 06	01 10 01 EA 00 02

GV245=200 表示不使用工具坐标系。

GV245=0 表示使用第 1 个工具坐标系。

GV245=N 表示使用第 N+1 个工具坐标系。

5. 把上位机缓存数据写入机器人全局变量地址【GV0~GV5 (0~10)】

Tx:	00 03 00 00	00 1F	01 10 00 00 00 0C 18 xx xx xx xx yy yy yy yy zz zz zz zz aa aa aa aa bb bb bb bb cc cc cc cc
Rx:	00 03 00 00	00 0B	01 10 00 00 00 0C

GV0-GV99 都是通用地址，可任选连续的六个，用于保存上位机发过来的数据。

6. 设置全局变量起始序号【GV202 (404,405) =0】

Tx:	00 04 00 00	00 0B	01 10 01 94 00 02 04 00 00 00 00
Rx:	00 04 00 00	00 06	01 10 01 94 00 02

从 GV0 开始连续取六个数据作为临时点的 XYZABC。

7.设置保存的临时点 ID 【GV200 (400,401) =1】

Tx:	00 05 00 00	00 0B	01 10 01 90 00 02 04 00 00 3F 80
Rx:	00 05 00 00	00 06	01 10 01 90 00 02

临时点 ID 号重复设置会覆盖原有数据，不同数据的临时点 ID 应不同。
例如：第一个临时点 ID 为 1，第二个临时点 ID 应为 2。

8.发送创建临时点执行命令 【GV220-L (440) =0XE0】

Tx:	00 06 00 00	00 06	01 06 01 B8 00 E0
Rx:	00 06 00 00	00 06	01 06 01 B8 00 E0

9.重复第 5.6.7.8 步骤，直到上位机缓存的临时点数据均创建完成。

功能 3 通过 MODBUS 控制机器人运动至临时点

功能 3 通过 MODBUS 控制机器人运动至临时点	
效果	使机器人以直线/圆弧运动至指定的点
条件	● Modbus 通信正常，且通过程序或 MODBUS 创建了临时点数据
步骤	<ol style="list-style-type: none">1. 切换自动模式 (GV222_L)2. 设置直线或圆弧运动类型 (GV200)3. 设置终点的临时点 ID (GV201)4. 设置运动是否姿态保持 (GV202)5. 设置是否忽略圆弧运动中间点 (GV203)6. 设置期望速度 (GV225)7. 选择工具坐标系 (GV245)8. 开始运动至临时点 (GV220_L=0x42)9. 查询命令返回状态 (GV291)10. 查询是否有报警 (GV281_L)11. 运动过程中，根据需要暂停 (GV221_L)、继续 (GV221_H) 或停止 (GV220_H) 运动

案例 3：通过 modbus TCP 以直线类型运行至临时点：1

1. 机器人切换自动模式 【GV222_L (444) =1】

Tx:	00 00 00 00	00 06	01 06 01 BC 00 01
Rx:	00 00 00 00	00 06	01 06 01 BC 00 01

2. 设置运动类型参数 【GV200 (400,401) =-1】

Tx:	00 01 00 00	00 0B	01 10 01 90 00 02 04 00 00 BF 80
Rx:	00 01 00 00	00 06	01 10 01 90 00 02

直线运动类型：GV200=-1。

圆弧运动类型：GV200 的值为圆弧运动的中间点 ID。

3. 设置终点的临时点 ID 【GV201 (402,403) =1】

Tx:	00 02 00 00	00 0B	01 10 01 92 00 02 04 00 00 3F 80
Rx:	00 02 00 00	00 06	01 10 01 92 00 02

4. 设置运动是否姿态保持 【GV202 (404,405) =1】

Tx:	00 03 00 00	00 0B	01 10 01 94 00 02 04 00 00 3F 80
Rx:	00 03 00 00	00 06	01 10 01 94 00 02

GV202=0 姿态保持不变

GV202=1 姿态变化

4.设置期望速度【GV225 (450,451) =100】

Tx:	00 04 00 00	00 0B	01 10 01 C2 00 02 04 00 00 42 C8
Rx:	00 04 00 00	00 06	01 10 01 C2 00 02

5.选择工具坐标系 ID【GV245 (490,491) =0】

Tx:	00 05 00 00	00 0B	01 10 01 EA 00 02 04 00 00 00 00
Rx:	00 05 00 00	00 06	01 10 01 EA 00 02

6.发送运动至临时点执行命令【GV220-L (440) =0X42】

Tx:	00 06 00 00	00 06	01 06 01 B8 00 42
Rx:	00 06 00 00	00 06	01 06 01 B8 00 42

7.通过 **03H 功能码**查询命令反馈和报警状态【见表 2】

功能 4 通过 MODBUS 示教机器人运动	
效果	自动模式下对机器人进行示教运动
条件	● Modbus 通信正常
步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1. 机器人切换自动模式(GV222_L) 2. 设置示教运动的坐标系类型 (GV200) 3. 设置示教运动的轴序号 (GV201) 4. 设置示教方向 (GV202) 5. 设置示教速度比率 (GV203=0)，准备示教使能 6. 进入示教使能状态(GV220_L=0X80) 7. 设置示教速度比率 (GV203 > 0)，开始运动 8. 查询命令返回状态 (GV291) 9. 查询是否有报警 (GV281_L) 10. 运动过程中，设置示教速度比率 (GV203=0)，停止示教运动 11. 停止运动后，根据需要重设示教参数 (GV200-203)，更换示教方向 12. 切换示教禁止状态，退出示教模式(GV220_L=0X81)

案例 4：通过 modbus TCP 在基座标系下往 X 正方向示教机器人

1. 机器人切换自动模式 【GV222_L (444) =1】

Tx: 00 00 00 00 00 06 01 06 01 BC 00 01
 Rx: 00 00 00 00 00 06 01 06 01 BC 00 01

2. 设置示教运动的坐标系类型 【GV200 (400,401) =0】

Tx: 00 01 00 00 00 0B 01 10 01 90 00 02 04 00 00 00
 Rx: 00 01 00 00 00 06 01 10 01 90 00 02

GV200 =0 基座标系
 GV200 =1 用户坐标系 需补充设置 GV241 来确定用户坐标系的 ID
 GV200 =2 工具坐标系 需补充设置 GV245 来确定工具坐标系的 ID
 GV200 =3 关节坐标系

如果需要切换示教的坐标系，需要切换到示教使能禁止状态，再重新使能。

3. 设置示教运动的轴序号 【GV201 (402,403) =0】

Tx: 00 02 00 00 00 0B 01 10 01 92 00 02 04 00 00 00
 Rx: 00 02 00 00 00 06 01 10 01 92 00 02

基座标系，用户坐标系，工具坐标系示教时：0-5 依次表示 XYZABC 六个方向。
 关节坐标系示教时：0-10 依次表示 J1-J11 关节轴。

4. 设置示教方向 【GV202 (404,405) =1】

Tx: 00 03 00 00 00 0B 01 10 01 94 00 02 04 00 00 3F
 Rx: 00 03 00 00 00 06 01 10 01 94 00 02

GV202=0 负方向；GV202=1 正方向

5. 设置示教速度比率等于 0，准备示教使能【GV203 (406,407) =0】

Tx: 00 04 00 00 00 0B 01 10 01 96 00 02 04 00 00 00 00
Rx: 00 04 00 00 00 06 01 10 01 96 00 02

6.进入示教使能状态【GV220_L(440)=0X80】

Tx: 00 05 00 00 00 06 01 06 01 B8 00 80
Rx: 00 05 00 00 00 06 01 06 01 B8 00 80

- 1) 仅当 GV203=0 时，才能进入示教使能状态。
- 2) 当“切换手动模式”“程序运行”“急停”“归零”状态触发时，切换示教禁止状态，需重新使能。

7.设置示教速度比率大于 0，开始运动【GV203 (406,407) =10】

Tx: 00 06 00 00 00 0B 01 10 01 96 00 02 04 00 00 41 20
Rx: 00 06 00 00 00 06 01 10 01 96 00 02

- 1) $0 < GV203 \leq 100$ ，机器人开始运动，示教过程中可动态调整速度。
- 2) 示教过程中 GV203=0，或停止程序。机器人会停止示教，但仍处于示教使能状态。
- 3) 若需要切换示教方向，先把 GV203=0，再重新配置 GV200-GV202，最后开始运动。

8.切换示教禁止状态【GV220_L(440)=0X81】

Tx: 00 07 00 00 00 06 01 06 01 B8 00 81
Rx: 00 07 00 00 00 06 01 06 01 B8 00 81

9. 通过 **03H 功能码**查询命令反馈和报警状态【见表 2】

表 1: MODBUS 程序控制专用寄存器说明

地址	全局变量	含义	参数	备注
440	220_L	运行程序	0x01-运行指定程序 0x40-按关节坐标增量运动 0x41-按基坐标增量运动 0x42-运动至临时点	只对 0x06 命令有效
441	220_H	停止程序	0x01-停止	只对 0x06 命令有效
442	221_L	暂停程序	0x01-暂停	只对 0x06 命令有效
443	221_H	继续程序	0x01-继续	只对 0x06 命令有效
444	222_L	切换工作模式	0x00-手动；0x01-自动	只对 0x06 命令有效
445	222_H	运行至零位	0x00~0x0a-对应单轴归零 0x0b-全轴归零	只对 0x06 命令有效
446	223_L	运行程序的 ID	待运行的程序序号	对 0x03、0x06 和 0x10 命令均有效
447	223_H	运动模式	0x00-单步运动 0x01-单次运动 0x02-循环运动	对 0x03、0x06 和 0x10 命令均有效
448	224_L	循环次数	0x00-无限循环 其它-循环次数	对 0x03、0x06 和 0x10 命令均有效
449	224_H	运行速度比率	1-100	对 0x03、0x06 和 0x10 命令均有效
450,451	225	增量运动、临时点运动的期望速度	浮点型； 关节运动单位：转/分 直线运动单位：毫米/秒	对 0x03、0x06 和 0x10 命令均有效
452	226_L	获取系统非标资源	整形；资源类型	对 0x06 命令有效
453	226_H	获取系统非标资源的参数入口	整形；输入参数存放的全局变量地址	对 0x06 和 0x10 命令均有效

表 2：MODBUS 状态显示专用寄存器说明

地址	全局变量	含义	参数	备注
560	280_L	控制器当前模式	0x00-手动 0x01-自动 0x02-modbus 示教使能	只对 0x03 命令有效
561	280_H	程序当前运行状态	0x00-停止 0x01-正在运行 0x02-暂停	只对 0x03 命令有效
562	281_L	报警类型	b0-急停报警 b1-伺服报警 b2-刹车异常报警 b3-算法报警 b4-获取编码器角度报警	只对 0x03 命令有效
582,583	291	增量运动、 临时点运动 命令返回状态	0-初始值 0xff-命令执行完成 1-工作模式错误 2-急停报警 3-伺服报警 4-刹车异常报警 5-总线伺服初始化错误 6-运动过程中 7-数据长度错误 8-获取编码器角度错误 9-更新编码器角度错误 10-计算错误 11-运行过程中算法错误 12-运动超时 13-终点的临时点 ID 错误	只对 0x03 命令有效
		临时点创建 命令返回状态	0-初始值 0xff-命令执行成功 1-临时点 ID 错误	
		示教运动 命令返回状态	0-初始值 0xff-命令执行成功 1-工作模式错误 2-急停报警 3-伺服报警 4-刹车异常报警 5-总线伺服初始化错误 6-算法报警 7-示教速率不为零，示教使能或禁止命令无效	
576,577	288	系统时间	系统日期:年(2B)+月(1B)+日(1B)	
578,579	289	系统时间	系统时间:时(2B)+分(1B)+秒(1B)	