

DS-CLS9-FCAO

闭环步进电机驱动器

使用说明书

版本 Ver1.3

【使用前请仔细阅读本手册，以免损坏驱动器】



江苏鼎智智能控制科技股份有限公司

商品保证

- 购入本产品一年之内，如由于非失误/不当操作原因而发生故障的话，可以使用快递或物流的方式将故障品运回本公司，之后便可享受免费维修服务。维修通常需要耗费若干工作日，还望各位谅解。
- 由于操作不当或失误导致故障发生，或是购入一年过后发生任何程度的故障时，则维修需要收取费用。同上一条所述，可以使用快递或物流的方式将故障品运回本公司。由于维修通常需要耗费若干工作日，如果
- 本产品是用在极为重要的运作系统中的话，为确保系统的稳定性恳请考虑购入备用品。
- 如以寄送方式将本产品送到本公司维修时，在运送过程中造成本产品损坏，恕本公司无法对此类故障负责。恳请用户在寄之前确认本产品包装中填入充分缓冲材料，并尽量使本产品不受到外部环境过大震动的影响(0.5G 以下)。
- 以下服务项目没有包含在本产品的出售价格当中，所以希望各位谅解。
 - A)与系统适性的检讨、判断(设计时)
 - B)试运转以及调整(电机如需调整，则原方案电机将无法退回)
 - C)在本产品所处现场的故障判定及维修

使用注意事项

- 请遵守额定值及在本书申明的环境中使用本产品。
- 本公司产品的设计及制造目的，并非是为了让本产品能被使用在关乎性命的情况或环境中。因此如有特殊用途需购入本产品时，请告知本公司业务人员并进行讨论及确认。
- 本公司不断努力追求更高的质量与更好的顾客信任，但使用本公司产品时请务必考虑多重备用设计、火情对策设计、误动作防止设计等安全设计，以避免因系统设计引起故障而发生人身意外、火灾意外等社会性损害。
- 为不断改良特性，本产品今后可能会不事先预告而有规格上变更。

目 录

一、 产品简介	1
1. 功能特点	1
2. 技术参数	1
二、 示意图及接口定义.....	1
1. CN1 (电源).....	1
2. CN2 (电机配线).....	2
3. CN3 (抱闸输出).....	2
4. CN4 (编码器输入).....	2
5. CN5 (I/O)	2
6. CN6(IN) /CN7(OUT) (CANopen 通讯).....	3
7. SW1 (设置开关)	4
8. LED 指示灯	5
9. 超程显示	7
三、 电源供给	7
1. 电压.....	7
2. 电流.....	7
3. 再生放电	8
四、 电机连接	8
五、 信号典型接法.....	9
1. 输入信号共阳接法	9
2. 输出信号共阴接法	9
六、 接线要求	9
七、 驱动器安装	10
八、 CANopen 通讯.....	10
1. CANopen 通讯服务	10
2. CANopen 通信对象标识符	11
3. 对象字典(OD)	12
4. 网络管理(NMT).....	13
5. NMT 错误控制	14
6. 服务数据对象(SDO)	16
7. 过程数据对象(PDO)	17
8. 同步对象(SYNC)	21
9. 紧急对象服务 (EMCY)	22
九、 参数说明与设置.....	23

1. SDO 参数一览表.....	23
十、 常用功能	26
1. 控制字和运行模式	26
2. 编码器分辨率	29
3. 输出峰值电流	29
十一、 附录：回原点方法.....	30

DINGS' MOTION

一、产品简介

1. 功能特点


- 输入电源：DC 24V~48V
- 最大输出电流（峰值）：6.5A
- PWM 恒流双极性细分驱动
- CANopen 通讯控制，支持控制模式 PP、PV、HM、PT
- 光电隔离输入功能
- 电机短路保护、欠压保护、过压保护、过流保护等功能
- 设计精巧、噪音低、振动小

2. 技术参数

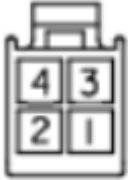
驱动器型号		DS-CLS9-FCAO
适配电机		适配两相混合式步进电机
电源供电		DC 24V~48V
输出电流		6.5A (0 -peak)
驱动方式		全桥双极性 PWM 驱动
设备初始化时间		2s
输入信号	2 路高速输入信号	光耦输入电压：H = 3.5 - 26V , L = 0 - 0.8V 导通电流 5~8mA
	5 路通用输入信号	光耦输入电压：H = 24V , L = 0 - 0.8V 导通电流 5~8mA
输入信号	3 路通用输出信号	光电隔离输出，最高承受电压 30VDC，最大饱和电流 50mA
外形尺寸(mm)		156×97×33.5
重量		约 500 克
使用环境	使用场合	避免粉尘，油雾及腐蚀性气体
	湿度	< 85 % RH, 无凝露
	温度	0°C - +40°C
	散热	安装在通风环境中

二、示意图及接口定义


1. CN1 (电源)

端子号	图示	Pin.	信号名称
CN1		2	电源 V+ (DC24V ~ 48V)
		1	电源 GND

2. CN2 (电机配线)

端子号	图示	Pin.	信号名称
CN2		4	电机 A+
		3	电机 B+
		2	电机 A-
		1	电机 B-

3. CN3 (抱闸输出)

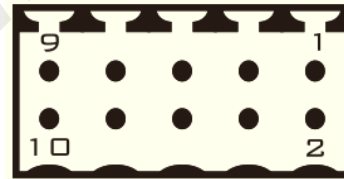
端子号	图示	Pin.	信号名称
CN3		2	BRK+制动输出正
		1	BRK-制动输出负

- ※注：
- 1、最大输出电流 500mA，无需外接继电器
 - 2、默认出厂关闭此功能，当需要此功能时请通过调试软件打开并设置相关参数

4. CN4 (编码器输入)

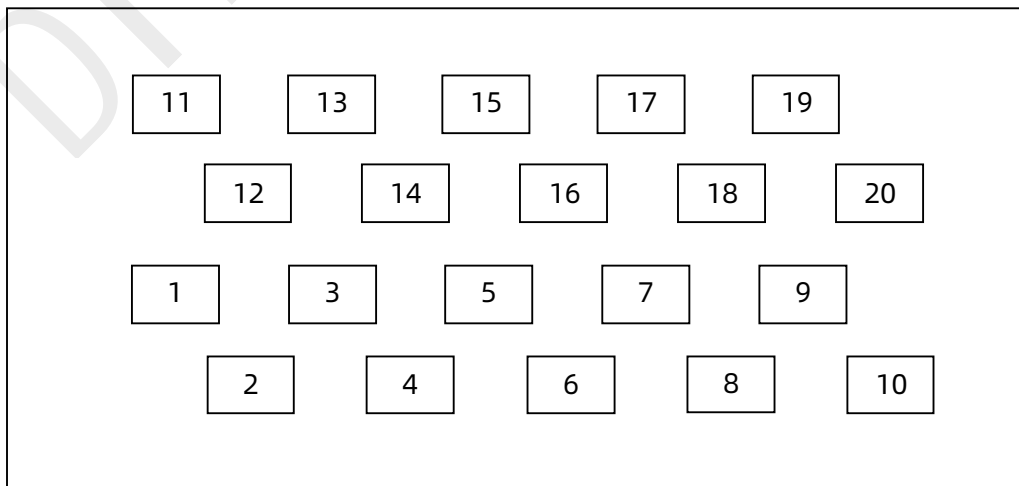
Pin.	信号名称	Pin.	信号名称
1	A+	2	A-
3	B+	4	B-
5	Z+	6	Z-
7	+5V	8	0V
9	FG	10	NC

示意图



5. CN5 (I/O)

图示



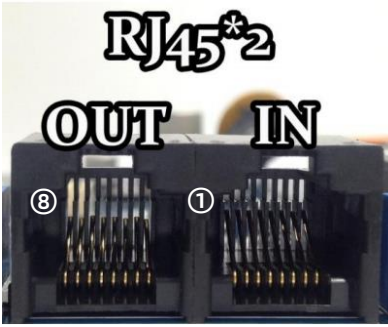
端子号	Pin	信号名称	描述
CN5	1	COM (IN)	单端输入信号公共端，共阳或共阴
	2	IN1	差分输入信号 IN1 ~ IN5，18 ~ 24V 有效，最大输入频率 10KHz，信号定义可配置，IN1 默认为正限位，IN2 默认为负限位，IN3 默认为原点，IN4 和 IN5 默认为通用输入
	3	IN2	
	4	IN3	
	5	IN4	
	6	IN5	
	7	IN6+	差分输入信号 IN6，5 ~ 24V 有效，最大输入频率 500KHz，信号定义可配置
	8	IN6-	
	9	IN7+	差分输入信号 IN7，5 ~ 24V 有效，最大输入频率 500KHz，信号定义可配置
	10	IN7-	
	11	OUT1	单端输出信号，共阴接法，输出最大电流 50mA，最大耐压 30Vdc。输出功能可配置，默认报警输出
	12	OUT2	单端输出信号，共阴接法，输出最大电流 50mA，最大耐压 30Vdc。输出功能可配置，默认未配置
	13	OUT3	单端输出信号，共阴接法，输出最大电流 50mA，最大耐压 30Vdc。输出功能可配置，默认未配置
	14	COM (OUT)	输出共阴极公共端
	15	NC	厂家预留
	16	NC	厂家预留
	17	NC	厂家预留
	18	NC	厂家预留
	19	NC	厂家预留
	20	NC	厂家预留

6. CN6(IN) / CN7(OUT) (CANopen 通讯)

Pin.	信号名称	Pin.	信号名称
1	CANH	2	CANL
3	厂家预留	4	GND
5	GND	6	厂家预留
7	终端电阻 (CN7)	8	终端电阻 (CN7)

标准品：RJ45 类型 ×2

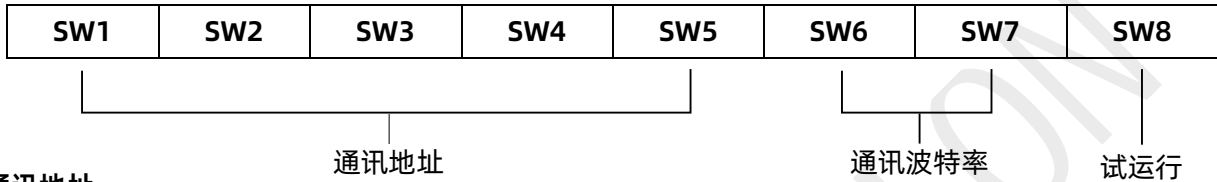
以面向插入视角看各针脚位置



※注意：当使用多台串接时，在最后一台 CN7 的 1 脚和 8 脚短路、2 脚和 7 脚短路时，即为接入终端电阻。

备注：CN6 不含终端电阻。

7. SW1 (设置开关)



(1) 通讯地址

用户采用 CAN 总线，最多可以同时控制 127 台 DS-CLS9-FCAO 驱动器。驱动器通讯地址设置采用 5 位拨码开关，地址设置范围为 1-32，其中地址 32 为系统预留，当驱动器地址设置大于 31 时，需要使用上位调试软件进行设置和保存，并且开关需全设为 OFF（默认为 1）。

※注意：

- 1) 一台控制器通过 CAN 总线最多可以同时控制 127 台 DS-CLS9-FCAO 驱动器。
- 2) 每台驱动器的通讯地址设置必须要唯一，否则会引起通讯错误。

拨码开关					实际地址 (十进制)	显示地址 (十六进制)
SW1	SW2	SW3	SW4	SW5		
ON	ON	ON	ON	ON	1	01H
ON	ON	ON	ON	OFF	2	02H
ON	ON	ON	OFF	ON	3	03H
ON	ON	ON	OFF	OFF	4	04H
ON	ON	OFF	ON	ON	5	05H
ON	ON	OFF	ON	OFF	6	06H
ON	ON	OFF	OFF	ON	7	07H
ON	ON	OFF	OFF	OFF	8	08H
ON	OFF	ON	ON	ON	9	09H
ON	OFF	ON	ON	OFF	10	0AH
ON	OFF	ON	OFF	ON	11	0BH
ON	OFF	ON	OFF	OFF	12	0CH
ON	OFF	OFF	ON	ON	13	0DH
ON	OFF	OFF	ON	OFF	14	0EH
ON	OFF	OFF	OFF	ON	15	0FH

ON	OFF	OFF	OFF	OFF	16	10H
OFF	ON	ON	ON	ON	17	11H
OFF	ON	ON	ON	OFF	18	12H
OFF	ON	ON	OFF	ON	19	13H
OFF	ON	ON	OFF	OFF	20	14H
OFF	ON	OFF	ON	ON	21	15H
OFF	ON	OFF	ON	OFF	22	16H
OFF	ON	OFF	OFF	ON	23	17H
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	24	18H
OFF	OFF	ON	ON	ON	25	19H
OFF	OFF	ON	ON	OFF	26	1AH
OFF	OFF	ON	OFF	ON	27	1BH
OFF	OFF	ON	OFF	OFF	28	1C H
OFF	OFF	OFF	ON	ON	29	1D H
OFF	OFF	OFF	ON	OFF	30	1E H
OFF	OFF	OFF	OFF	ON	31	1F H
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	自定义	自定义

(2) 通讯波特率


拨 码 开 关		波特率 (bps)
SW6	SW7	
ON	ON	125K
ON	OFF	250K
OFF	ON	500K
OFF	OFF	1M




(3) 试运行

试运行功能用于检验驱动器的性能。断电状态下把第 SW8 档开关拨为 ON。然后上电在无脉冲输入的状态下，将第 SW8 档拨码开关由 ON 档拨到 OFF 档，1 秒后再由 OFF 档拨置 ON 档，即启动试运行功能(电机以 1 转/秒的速度循环正反运动一圈)。

8. LED 指示灯

(1) 状态显示

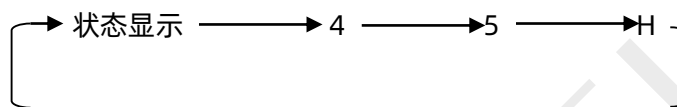
显示	说明
	电机旋转显示 电机旋转时灯亮，停止时灯灭

	设备使能状态 设备使能灯亮，设备失能灯灭
	指令输入中显示 指令输入中灯亮
	CONNECT 中显示 CONNECT 中灯亮

(2) 站点号显示

站点号逐字显示，以 H 结束，CONNECT 连接成功后只显示状态

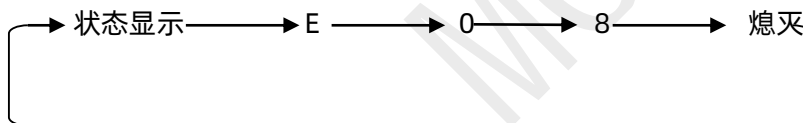
例：站点号：45H



(3) 报警显示

报警码逐字并闪烁显示，以 E 结束

例：报警码 E8



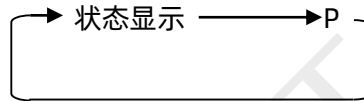
功能	报警码	报警/警告	说明
电机过流	报警	AH	电机相电流过流或驱动器故障
电机缺相	报警	bH	电机没接
备用	报警	CH	厂家预留
欠压	报警	dH	电源输入小于 18V
过压	报警	EH	电源输入大于 85V
过热	报警	FH	驱动器散热器温度达到 85°C以上
MOS 管驱动器电压故障	报警	10H	MOS 管驱动器电压故障
备用	报警	11H	厂家预留
备用	报警	12H	厂家预留
备用	报警	13H	厂家预留
EEPROM 数据写入异常	报警	14H	EEPROM 数据写入异常
位置超差	报警	19H	位置超差
电流过载	报警	1AH	电流过载
编码器错误	报警	1BH	编码器接线错误
通讯异常	报警	64H	通讯总线异常。在设备使能的状态下通讯

			线断开或通讯质量不稳定
EEPROM 数据读取异常	警告	100H	EEPROM 数据读取异常
母线电压不稳定	警告	200H	母线电压不稳定
急停	警告	400H	急停
正限位	警告	800H	在正限位上或超正软限位
负限位	警告	1000H	在负限位上或超负软限位
回原点失败	警告	2000H	回原点失败

9. 超程显示

发生超程时显示如下：

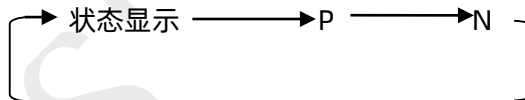
(1) 正转侧超程 (P-OT)



(2) 反转侧超程 (N-OT)



(3) 正转侧/反转侧超程均发生



三、电源供给

1. 电压

斩波式驱动器工作时不停地改变电机绕组端电压的大小及方向，同时检测电流以获得精确的相电流。如果要同时保证高效率 and 低噪音，则驱动器供电电压至少 5 倍于电机额定相电压（即电机额定相电流×相电阻）。

如果您需要电机获得更好的高速性能，则需要提高驱动器供电电压。

如果使用稳压电源供电，要求供电电压不得超过 48V。

如果使用非稳压电源供电，要求电压不得超过 34V。

因为非稳压电源的额定电流是满载电流；在负载很轻，例如电机不转时，实际电压高达电源额定电压的 1.4 倍。想要电机平稳安静的运转，选择低电压。

2. 电流

最大供电电流应该为两相电流之和。通常情况下，您需要的电流取决于电机的型号、电压、转速和负载条件。实际电源电流值大大低于这个最大电流值，因为驱动器采用的是开关式放大器，将高电压低电流转换成低电压高电流，

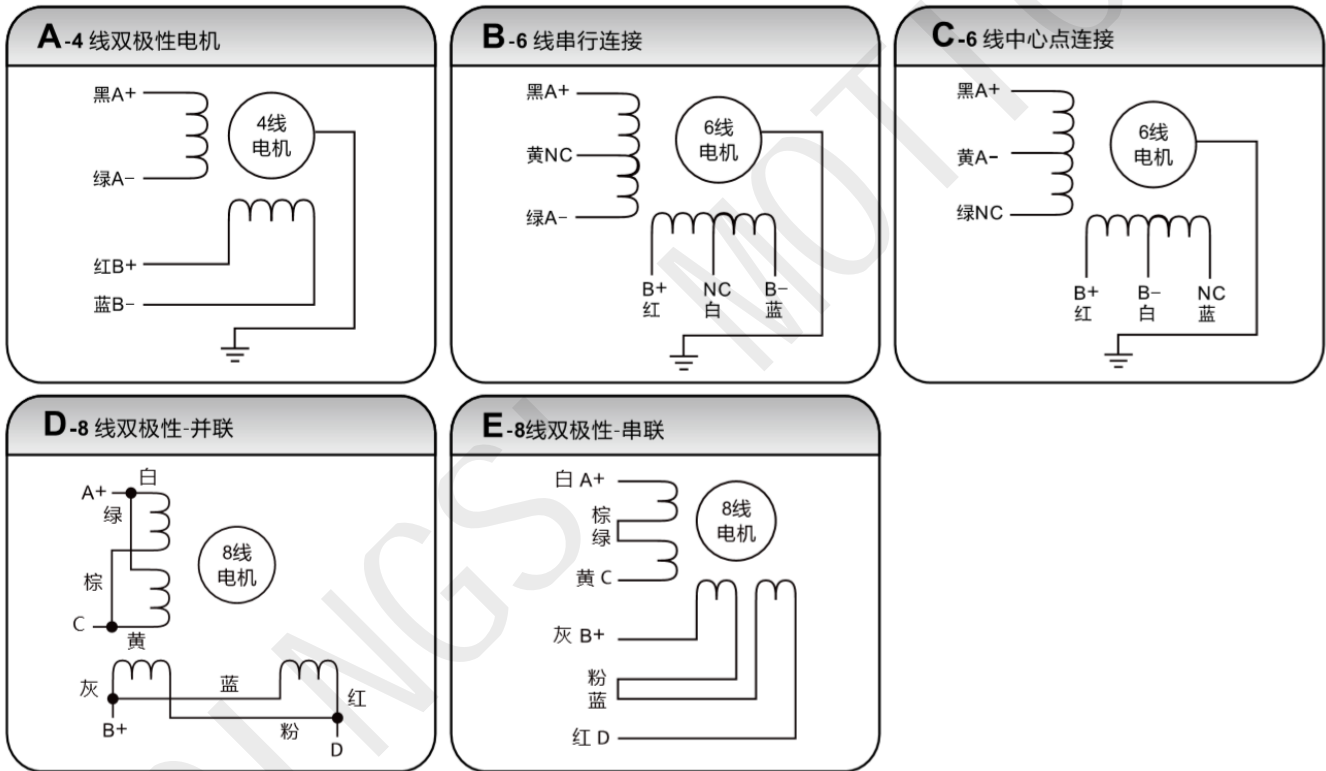
电源电压超过电机电压越多，需要的电源电流越少。

3. 再生放电

当电机减速的时候，它会像发电机一样将负载的动能转化为电能。一些能量会被驱动器和电机消耗掉。如果您的应用中有大的负载以高速运行，相当大的动能会被转换成电能。易造成驱动器报警（过压）甚至可能会造成驱动器的损坏。

四、电机连接

警告：当将电机接到驱动器时，请先确认驱动器电源已关闭。确认未使用的电机引线未与其它物体发生短路。在驱动器通电期间，不能断开电机。不要将电机引线接到地上或电源上。



1) 四线电机只能用一种方式连接。

2) 六线电机可以用两种方式连接：全组、半组。在全组模式下，电机在低速下运转具有更大的转矩，但是不能像接在半组那样快速的运转。全组运转时，电机需要以低于半组方式电流的 30% 运行以避免过热。

3) 八线电机可以用两种方式连接：串联、并联。串联方式在低速时具有更大的转矩，而在高速时转矩较小。串联运转时，电机需要以并联方式电流的 50% 运行以避免过热

※注意：

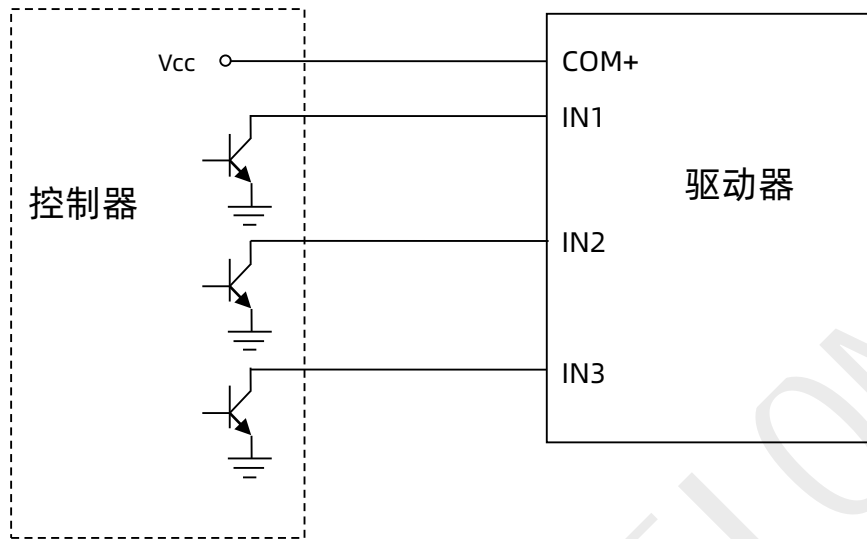
1) 不同的电机引线对应的颜色不一样，使用时以电机资料说明为准。

2) 电机不同相的绕组不能接在驱动器同一相的端子上（A+、A-为一相，B+、B-为另一相），若电机转向与期望转向不同时，仅交换 A+、A- 的位置即可。

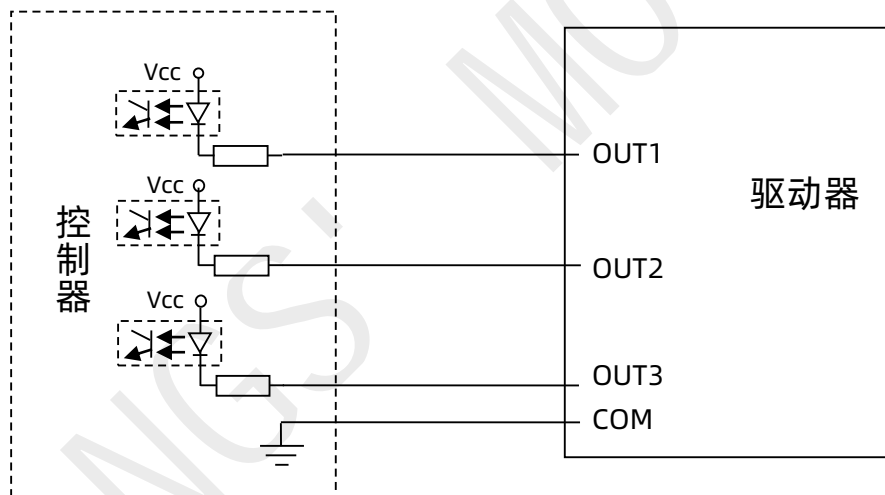
3) 本驱动器只能驱动两相混合式步进电机，不能驱动三相和五相步进电机。

五、信号典型接法

1. 输入信号共阳接法



2. 输出信号共阴接法



六、接线要求

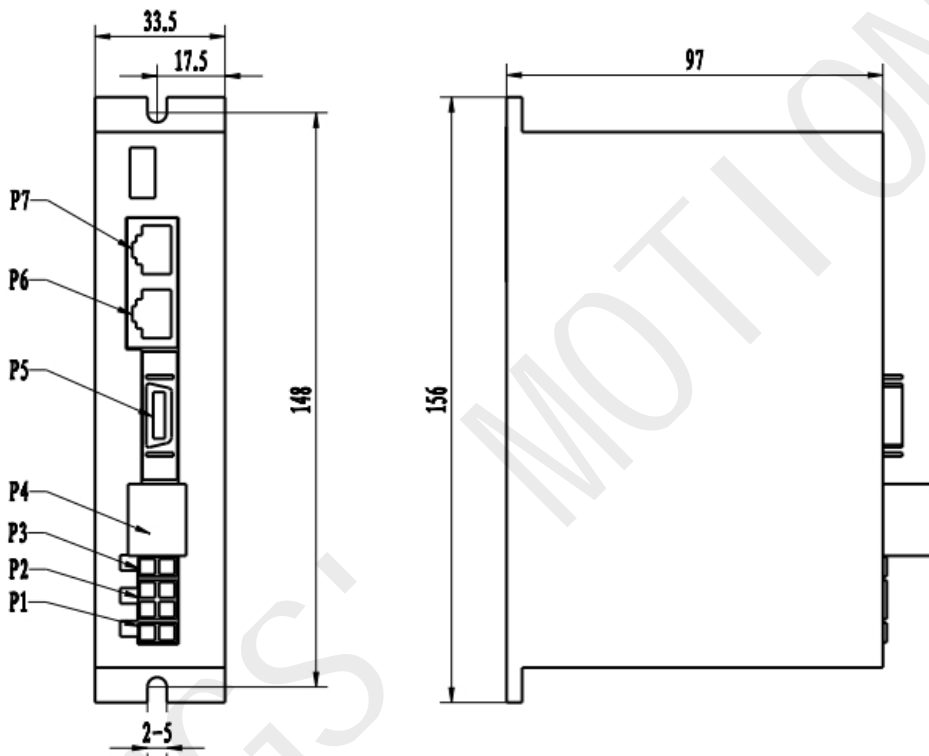
- 1) 为了防止驱动器受干扰，建议控制信号采用屏蔽电缆线，并且屏蔽层与地线短接，除特殊要求外，控制信号电缆的屏蔽线单端接地：屏蔽线的上位机一端接地，屏蔽线的驱动器一端悬空。同一机器内只允许在同一点接地，如果不是真实接地线，可能干扰严重，此时屏蔽层不接。
- 2) 脉冲和方向信号线与电机线不允许并排包扎在一起，最好分开至少 10cm 以上，否则电机噪声容易干扰脉冲方向信号引起电机定位不准，系统不稳定等故障。
- 3) 如果一个电源供多台驱动器，应在电源处采取并联连接，不允许先到一台再到另一台链状式连接。
- 4) 严禁带电拔插驱动器强电（电机和电源）端子，带电的电机停止时仍有大电流流过线圈，拔插强电（电机和电源）端子将导致巨大的瞬间感生电动势将烧坏驱动器。

- 5) 严禁将导线头加锡后接入接线端子，否则可能因接触电阻变大而过热损坏端子。
- 6) 接线线头不能裸露在端子外，以防意外短路而损坏驱动器。

七、驱动器安装

用窄边安装，用 M4 螺丝通过两边的孔安装。驱动器的功率器件会发热，如果连续工作在高输入电压大功率条件下，应扩大有效散热面积或强制冷却。

不要在空气不流通的地方或者环境温度超过 40°C 的地方使用；不要将驱动器安装在潮湿或有金属屑的地方。



外形尺寸 (mm)

八、CANopen 通讯

1. CANopen 通讯服务

(1) 产品遵循的 CANopen 规范:

- 遵循 CAN 2.0A 标准
- 符合 CANopen 标准协议 DS 301 V4.02
- 符合 CANopen 标准协议 DSP 402 V2.01

(2) CANopen 驱动器支持的服务:

- 支持 NMT Slave 服务
- 设备监控：支持心跳报文、节点保护

- 支持 PDO 服务：每个从站最多可配置 4 个 TxPDO 和 4 个 RxPDO
- PDO 传输类型：支持事件触发，时间触发，同步周期，同步非周期
- 支持 SDO 服务
- 支持 Emergency Protocol

2. CANopen 通信对象标识符

通信对象标识符 (COB-ID) 是用来指定通信对象的优先级和对通信对象的识别。

11 位 CAN - ID, 包含 4 位的功能码部分和 7 位的节点 ID(Node-ID)部分, 如下图所示:

功能码				节点 ID						
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Node-ID 范围是 1~127(0 不允许被使用)。

CANopen 的各个通信对象都有默认的 COB-ID, 可以通过 SDO 进行读取, 部分可以通过 SDO 进行修改。对象列表如下所示:

CANopen 预定义主/从连接集的广播对象				
对象	功能码	节点地址	COB-ID	对象字典索引
NMT 网络管理	0000	0	0x000	-
同步对象	0001	0	0x080	1005H,1006H,1007H
紧急	0001	1~127	0x081~0x0FF	1024H,1015H
TXPDO1(发送)	0011	1~127	0x181~0x1FF	1800H
RXPDO1(接收)	0100	1~127	0x201~0x27F	1400H
TXPDO2(发送)	0101	1~127	0x281~0x2FF	1801H
RXPDO2(接收)	0110	1~127	0x301~0x37F	1401H
TXPDO3(发送)	0111	1~127	0x381~0x3FF	1802H
RXPDO3(接收)	1000	1~127	0x401~0x47F	1402H
TXPDO4(发送)	1001	1~127	0x481~0x4FF	1803H
RXPDO4(接收)	1010	1~127	0x501~0x57F	1403H
TSDO(服务器发送)	1011	1~127	0x581~0x5FF	1200H
RSDO(客户发送)	1100	1~127	0x601~0x67F	1200H
NMT 错误控制	1110	1~127	0x701~0x77F	1016H~1017H

※注意:

- 1) PDO/SDO 发送/接收是相对于从(slave)CAN 节点而言的。
- 2) NMT 错误控制包括节点保护(NodeGuarding), 心跳报文(Heartbeat)和 Boot-up 协议。
- 3) ID 地址分配表与预定义的主从连接集相对应, 因为所有的对等 ID 是不同的, 所以实际上只有一个主设备(知道所有连接的节点 ID)能和连接的每个从节点(最多 127 个)以对等方式通讯。两个连接在一起的从节点不能够通讯。

3. 对象字典(OD)

(1) 对象字典概述

对象字典(ObjectDictionary)是一个有序的对象组；每个对象采用一个 16 位的索引值来寻址，为了允许访问数据结构中的单个元素，同时定义了一个 8 位的子索引，对象字典的结构如下表：

索引	对象
0000H	未使用
0001H--001FH	标准数据类型，如布尔型(Bool),有符号十六位(Integer16)等
0020H--003FH	复杂数据类型，如 PDO 通讯参数(PDOCommPar)等
0040H--005FH	制造商规定的负责数据类型
0060H--007FH	设备子协议规定的标准数据类型
0080H--009FH	设备子协议规定的复杂数据类型
00A0H--0FFFH	保留区域
1000H--1FFFH	通讯子协议区域，如设备类型，PDO 数量等
2000H--5FFFH	制造商特定子协议区域
6000H--9FFFH	标准的设备子协议区域，如 DSP 402 的对象字典区域等
A000H--FFFFH	保留区域

对象字典的详细定义是在电子数据文档（EDS）中描述的，EDS 可以联系我司技术获取。

关于 EDS 中的 3 类主要对象字典说明如下：

- 1) 通讯类对象字典，如 1000H, 1400H, 1A00H 等对象字典；
- 2) 厂家自定义对象字典，如 2000H-2130H；
- 3) CIA DSP402 部分对象字典。

(2) 对象类型

上表中“对象”栏对应的 CANopen 对象代码如下表所示：

对象名称	对象代码	说明
NULL	0	无数据
DOMAIN	2	大量的数据，如可执行代码段
VAR	7	变量，如布尔，无符号 8 位类型
ARRAY	8	数组，大量同类型的数据
RECORD	9	记录，可以为大量不同类型的数据

(3) 访问属性

属性	说明
RW	可读写
WO	只写
RO	只读
CONST	常数，只读

(4) 通讯对象字典

通讯类对象字典列表如下：

索引	对象类型	名称	数据类型	访问属性
1000H	VAR	设备类型	无符号 32 位	RO
1001H	VAR	错误寄存器	无符号 8 位	RO
1003H	ARRAY	预定义错误区	无符号 32 位	RO
1005H	VAR	PDO 同步 ID	无符号 32 位	RW
1006H	VAR	通讯循环周期	无符号 32 位	RW
1007H	VAR	PDO 时间窗口	无符号 32 位	RW
1008H	DOMAIN	设备名称	字符串	CONST
1009H	VAR	硬件版本	字符串	CONST
100AH	VAR	软件版本	字符串	CONST
1014H	VAR	紧急事件消息	无符号 32 位	RW
1017H	VAR	生产者心跳时间	无符号 16 位	RW
1018H	RECORD	标识对象	无符号 32 位	RO
1200H	RECORD	服务器 SDO 参数	服务器 SDO 参数	RO
1400H	RECORD	接收 PDO 参数	接收 PDO 参数	RW
1402H	RECORD	接收 PDO 参数	接收 PDO 参数	RW
1403H	RECORD	接收 PDO 参数	接收 PDO 参数	RW
1600H	RECORD	接收 PDO 映射	接收 PDO 映射	RW
1602H	RECORD	接收 PDO 映射	接收 PDO 映射	RW
1603H	RECORD	接收 PDO 映射	接收 PDO 映射	RW
1800H	RECORD	发送 PDO 参数	发送 PDO 参数	RW
1802H	RECORD	发送 PDO	发送 PDO	RW
1803H	RECORD	发送 PDO 参数	发送 PDO 参数	RW
1A00H	RECORD	发送 PDO 映射	发送 PDO 映射	RW
1A02H	RECORD	发送 PDO 映射	发送 PDO 映射	RW
1A03H	RECORD	发送 PDO 映射	发送 PDO 映射	RW

4. 网络管理(NMT)

NMT 提供网络管理服务。这种服务是采用主从通讯模式(所以只有一个 NMT 主节点)来实现的。

只有 NMT 主节点能够传送 NMT 模块控制报文, 所有从节点必须支持 NMT 模块控制服务, NMT 模块控制不需要应答。其消息格式如下:

NMT 主节点 → NMT 从节点

COB-ID	Byte 0	Byte 1
0x000	命令字	Node-ID

当 Node-ID=0, 则所有的 NMT 从节点都被寻址。命令字的取值与服务的对应关系如下表:

命令字	NMT 服务
1(01H)	启动远程节点
2(02H)	停止远程节点
128(80H)	进入预操作状态
129(81H)	节点复位
130(82H)	通讯复位

5. NMT 错误控制

NMT 错误控制主要用于检测网络中的设备是否在线和设备所处的状态, 包括节点保护、寿命保护和心跳。

※注意:

- 1) 节点保护和心跳不能同时使用;
- 2) 节点保护, 心跳时间不能设置过短, 以免增大网络负载。

(1) 节点/寿命保护

节点保护是 NMT 主机通过远程帧, 周期查询 NMT 从机状态; 寿命保护则是从站通过收到的用于监视从站的远程帧间隔来间接监视主站的状态, 节点保护遵循主从模型, 每个远程帧都必须得到应答。

与节点/寿命保护相关的对象包括保护时间 100Ch 和寿命因子 100Dh。100Ch 的值是正常情况下节点保护远程帧间隔, 单位是 ms, 100Ch 和 100Dh 的乘积决定了主机查询的最迟时间。正常情况下, 节点保护是可以实现的。

当节点 100Ch 和 100Dh 为非 0, 且受到一帧节点保护请求帧时, 激活寿命保护。

主站每隔 100Ch 时间发送节点保护远程帧, 从机必须做出应答, 否则认为从站掉线; 从站 100Ch*100Dh 时间内未收到节点保护远程帧, 则认为主站掉线。

通过此项服务, NMT 主节点可以检查每个节点的当前状态, 主节点发送远程帧格式如下:

NMT 主节点→NMT 从节点

COB-ID
0x700+Node-ID

NMT 从节点应答报文格式如下:

NMT 从节点→NMT 主节点

COB-ID	Byte0
0x700+Node-ID	Bit6:0 状态

数据部分包括一个触发位(bit7), 触发位必须在每次节点保护应答中交替置“0”或者“1”。触发位在第一次节点保护请求时置为“0”。位 0 到 6(bits0 ~ 6)表示节点状态, 其取值与状态的对应关系如下表所示:

数值	状态
0(00H)	初始化
1(01H)	未连接
2(02H)	连接
3(03H)	预备

4(04H)	停止
5(05H)	操作
127(7FH)	预操作

※注意：如果用到节点/寿命保护，100C 建议设置大于 10ms，100D 设置大于 2。

(2) 心跳

一个节点可被配置为产生周期性的被称作心跳报文(Heartbeat)的报文。心跳模式采用的是生产者--消费者模型。CANopen 设备可以根据生产者心跳间隔对象 1017h 设置的周期来发送心跳报文，单位为 ms。网络中总具有消费者心跳功能的节点，根据对象 1016h 设置的消费者时间监视该生产者，一旦在消费者心跳时间范围内未接收到相应节点的生产者的心跳，则认为该节点掉线（或者存在故障）。

配置生产者心跳时间间隔 1017h 后，节点心跳功能激活，开始产生心跳报文。配置消费者心跳 1016h 的有效子索引后，接收到相应节点发出的一帧心跳即开始监视。

主机按其生产者时间发送心跳报文，监视主机的从机在 1016h 子索引时间内，未接收到心跳报文，则认为主机掉站。1016h 某子索引时间 \geq 主机生产者时间 $\times 2$ ，否则易误报从机认为主机掉站。

从机每隔 1017h 时间发送心跳报文，监视从机的主机(或其他从机)，在消费者时间内未接收到心跳报文，则认为该从机掉站。1017h $\times 2 \leq$ 监控该从机的主机(或其他从机)的消费者时间，否则易误报从机掉站。

心跳报文格式如表所示，数据段只含有一个字节，其它为与表中节点保护应答报文状态一致。

心跳生产者→消费者

COB-ID	Byte 0
0x700+Node-ID	状态

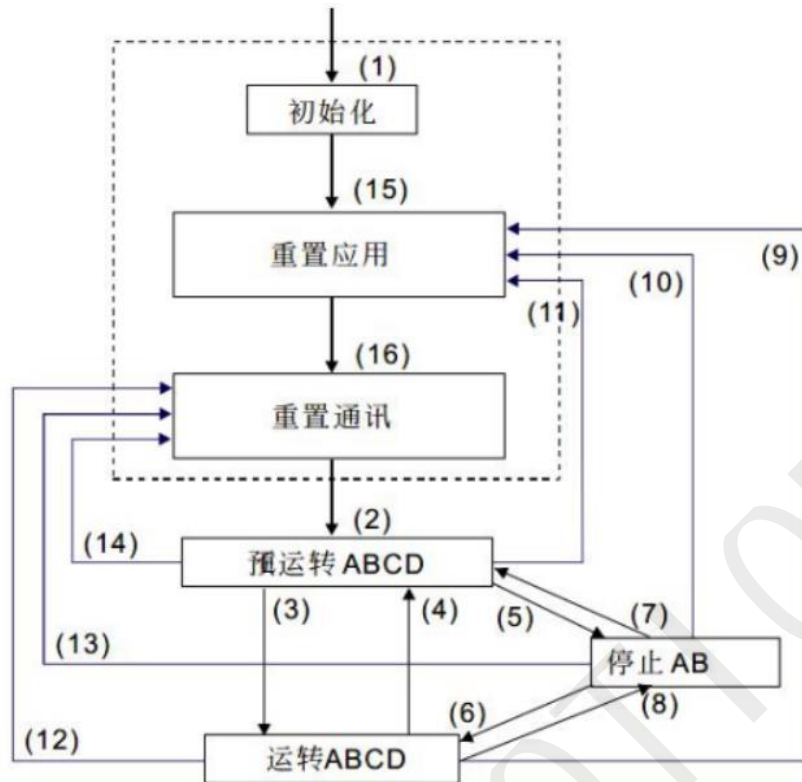
其取值对应的意义如下表所示：

状态值	意义
0(00H)	初始化
4(04H)	停止
5(05H)	操作
127(7FH)	预操作

※注意：驱动器是心跳生产者。建议心跳生产者的时间不要低于 20ms。

(3) 通讯状态机

CANopen 的通讯状态机如下图所示：



说明:

- (1) 电源开启后, 自动进入初始化状态 A: NMT
- (2) 自动进入预运转(预操作)状态 B: Node Guard
- (3) (6) 启动远程节点 C: SDO
- (4) (7) 进入预运转(预操作)状态 D: Emergency
- (5) (8) 停止远程节点 E: PDO
- (9) (10) (11) 重置节点 F: Boot-up
- (12) (13) (14) 重置通讯
- (15) 自动进入重置应用状态
- (16) 自动进入重置通讯状态

设备初始化(图中初始化、重置应用及重置通讯的统称)完成后进入预操作状态。在这一状态的设备可通过 SDO(例如使用配置工具)设置参数和分配 ID。然后, 节点直接进入操作状态。

6. 服务数据对象(SDO)

SDO 用来访问一个设备的对象字典。访问者被称作客户(client), 对象字典被访问且提供所请求服务的 CANopen 设备别称作服务器(server)。客户的 CAN 报文和服务器的应答 CAN 报文总是包含 8 字节数据(尽管不是所有的数据字节都一定有意义)。一个客户的请求一定有来自服务器的应答。

其基本结构如下:

Byte0	Byte1:2	Byte3	Byte4:7
SDO 命令字	对象索引	对象子索引	数据

例: 使用 SDO 消息将值 0x20F0 写入到 ID 为 2 的索引为 1801H, 子索引为 3 的对象字典中。

COB-ID	Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
客户→服务器								
602	2B	01	18	03	F0	20	00	00
服务器→客户								
582	60	01	18	03	00	00	00	00

使用下面的 SDO 消息，将对象字典中索引为 1801H 子索引为 3 的对象的数据读出。

COB-ID	Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7
客户→服务器								
602	40	01	18	03	00	00	00	00
服务器→客户								
582	4B	01	18	03	F0	20	00	00

SDO 客户或者服务器通过发出如下格式的报文来中止 SDO 传送：

客户→服务器/服务器→客户

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
	1	0	0	-	-	-	-	-

在 SDO 的传送中止报文中，数据字节 0 和 1 表示对象索引，字节 2 表示子索引，字节 4 至 7 包含 32 位中止码，其描述了报文中止传送的原因。

7. 过程数据对象(PDO)

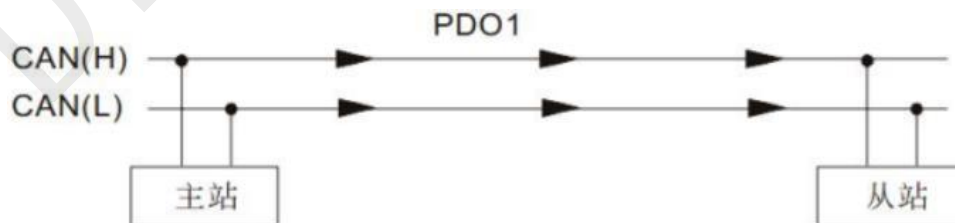
(1) PDO 的传输框架和特点

过程数据对象 (PDO) 是用来实时传输数据，是 CANopen 中最主要的数据传输方式。PDO 采用生产者/消费者模式，PDO 长度可以小于 8 个字节，传输速度比较快，PDO 数据传送可以是一对一或是一对多的方式进行。每一个 PDO 信息包含了发送 PDO(TxPDO)和接收 PDO(RxPDO)信息，其传送方式定义在 PDO 通讯参数索引中。

所有的 PDO 传送数据必须透过对象字典映像到对应的索引区上。以 DSP402 中定义的 1600H 及 1A00H 对象为例：

注：图中对象字典的取值只是举例需要，并不具有实际意义。

主站发送信息到从站 PDO



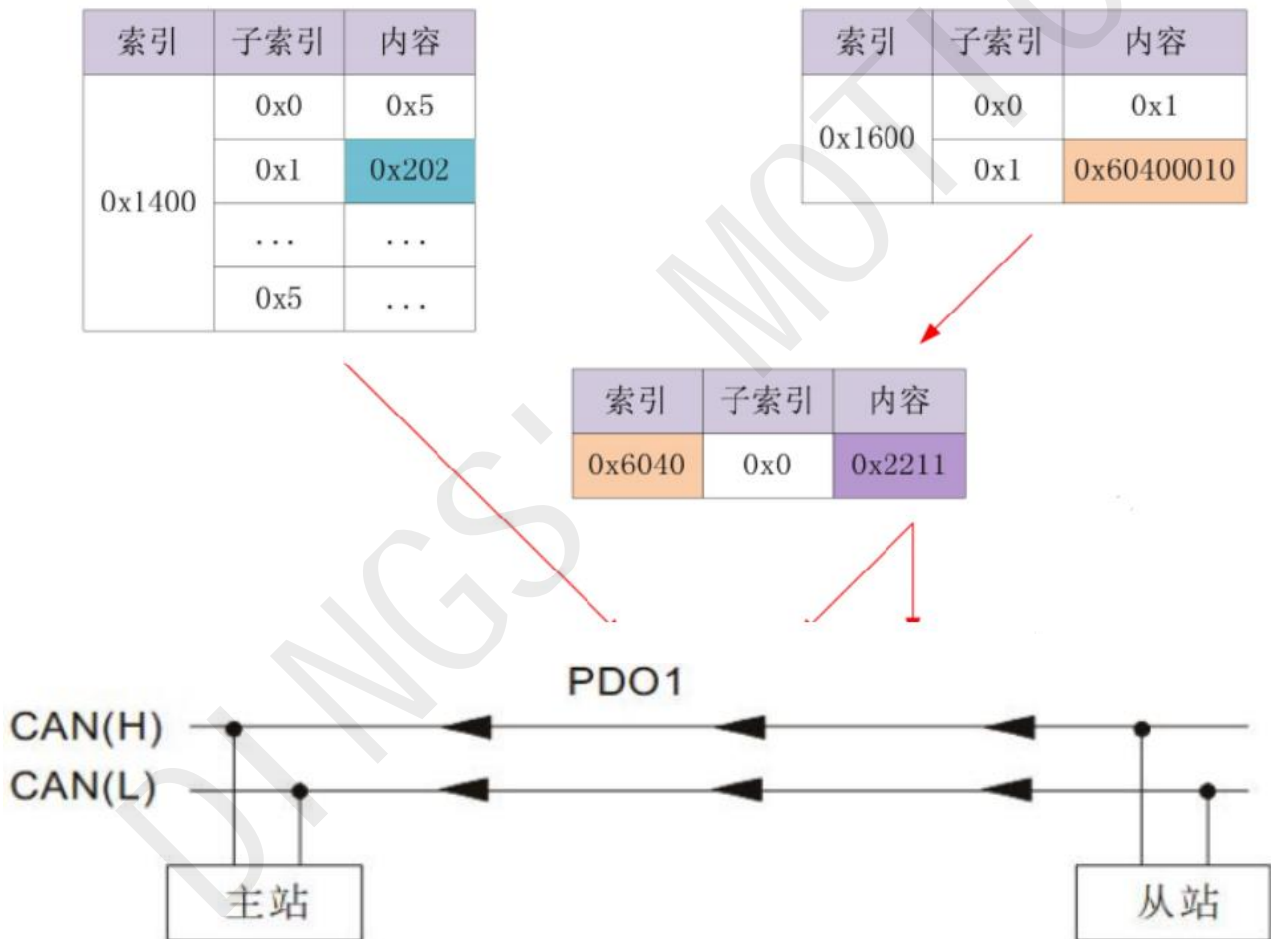
PDO1 data value Data 0, Data 1, Data 2, Data 3, Data 4, Data 5, Data 6, Data 7, 0x77, 0x88,

Index	Sub	Definition	Value	R/W	Size
0x1600	0	0. Number	1	R/W	U8
0x1600	1	1. Mapped Object	0x60400010	R/W	U32
0x1600	2	2. Mapped Object	0	R/W	U32
0x1600	3	3. Mapped Object	0	R/W	U32
0x1600	4	4. Mapped Object	0	R/W	U32
0x6040	0	0. Control word	0x2211	R/W	U16 (2 Byte)

PDO1 Map

0x60400010

下图较详尽的表述了 PDO 参数(1400H)与 PDO 映射(1600H)之间的关系及 PDO 数据的传输过程(以节点 2 为



例), 图示箭头的方向表示主站数据处理方向。

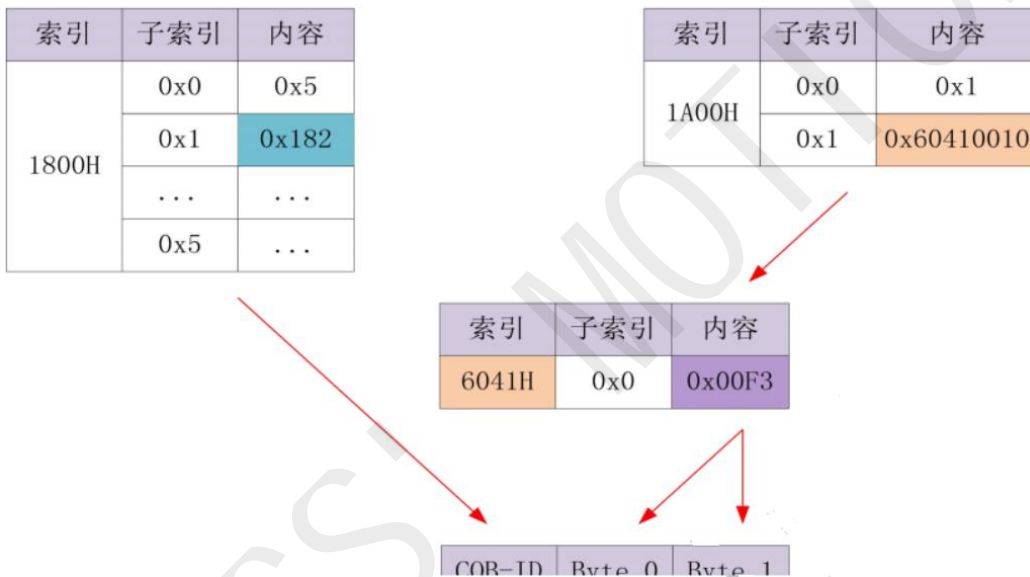
主站接收信息从站返回的信息

PDO1 data value Data 0, Data 1, Data 2, Data 3, Data 4, Data 5, Data 6, Data 7,
0xF3, 0x00,

Index	Sub	Definition	Value	R/W	Size
0x1A00	0	0. Number	1	R/W	U8
0x1A00	1	1. Mapped Object	0x60410010	R/W	U32
0x1A00	2	2. Mapped Object	0	R/W	U32
0x1A00	3	3. Mapped Object	0	R/W	U32
0x1A00	4	4. Mapped Object	0	R/W	U32
0x6041	0	Statusword	0xF3	R/W	U16

下图较详尽的表述了 PDO 参数(1800H)与 PDO 映射(1A00H)之间的关系及 PDO 数据的传输过程(以节点 2 为例), 图示箭头的方向表示从站数据处理方向。

此产品中, CANopen 通信只支持点对点的 PDO 传输。



(2) PDO 对象

按照接收和发送的不同, 注意, 此处描述是针对从站而言, PDO 分为 TPDO 和 RPDO, 使用了 4 个 TPDO 和 4 个 RPDO, 相关对象列表如下所示:

(3) PDO 通信参数

A. PDO 的 CAN 标识符

PDO 的 CAN 标识符即 PDO 的 COB-ID, 包含控制位和标识数据, 确定该 PDO 的总线优先级。COB-ID 位于通信参数(RPDO: 1400h~1403h, TPDO:1800h~1803h)的子索引 01 上, 最高位决定该 PDO 是否有效。

驱动器只支持点对点的 PDO 传输, 因此 COB-ID 低 7 位必须为该节点的站号地址。

B. PDO 的传输类型

PDO 的传输类型位于通信参数(RPDO: 1400h~1403h, TPDO:1800h~1803h)的子索引 02 上异步传输--由事件触发传输, 包括数据改变触发、周期性事件定时器触发; 同步传输--网络中同步帧有关。

通信参数(RPDO: 1400h~1403h, TPDO:1800h~1803h)子索引 02 不同的数值代表不同的传输类型, 定义了触发 TPDO 传输或处理收到的 RPDO 的方法, 具体对应关系如表所示。

通信类型数值	同步		异步
	循环	非循环	
0		√	
1~240	√		
241~254	保留		
254、255			√

说明:

- 1) 当 TPDO 传输类型为 0 时, 如果映射对象的数据发生改变, 且接收到一个同步帧, 则发送该 TPDO;
- 2) 当 TPDO 的传输类型为 1~240 时, 接收到相应个数的同步帧时, 发送该 TPDO。
- 3) 当 TPDO 的传输类型是 254 或 255 时, 映射数据发生改变或者事件计时器到达则发送该 TPDO。
- 4) 当 RPDO 的传输类型为 0~240 时, 只要接收到一个同步帧则将该 RPDO 最新的数据更新到应用; 当 RPDO 的传输类型为 254 或者 255 时, 将接收到的数据直接更新到应用。

C. 禁止时间

针对 TPDO 设置了禁止时间, 存放在通信参数(1800h~1803h)的子索引 03 上, 防止 CAN 网络被优先级较低的 PDO 持续占有。该参数的单位是 100us, 设置数值后, 同一个 TPDO 传输间隔减不得小于该参数对应的时间。

例如: TPDO2 的禁止时间为 300, 则 TPDO 的传输间隔不会小于 30ms。

建议: 当变化较为频繁的对象(例如反馈位置、反馈速度等)配置到 TPDO, 且该 TPDO 的传输类型为异步方式时, 建议设置一定的禁止时间。

D. 事件计时器

针对异步传输(传输类型为 254 或 255)的 TPDO, 定义事件计时器, 位于通信参数(1800h~1803h)的子索引 05 上。事件计时器也可以看做是一种触发事件, 它也会触发相应的 TPDO 传输。如果在计时器运行周期内出现了数据改变等其它事件, TPDO 也会触发, 且事件计数器会被立即复位。

E. PDO 属性的配置建议

- 1) 同步还是异步: 同步的传输方式是指 PDO 所对应的数据在总线上产生同步帧的时候进行更新, 其特点是数据更新周期稳定, 但不能实时与数据变化保持同步。异步是指数据一旦发生变化马上进行数据更新, 这种传输方式响应迅速但对于频繁变化的数据(如实时位置信息)等, 易对总线产生较大的数据负荷, 所以常配置一个禁止时间参数(数据发送不成功, 间隔一个时间再发送, 而不是反复不间断发送)以降低网络负载。所以建议网络内对实时性要求不高的参数用同步 PDO 的方式, 实时性高的参数用异步 PDO 的传输方式, 但要注意配置禁止时间, 以保护网络负荷不受冲击。

- 2) 同步周期的设置: 建议按照经验公式计算(默认波特率 1M):

$$\text{同步周期(毫秒)} = [\text{PDO 总数} / 9] / (40\%) + 2$$

假设一个 CANopen 网络共有 12 个轴, 每个轴有一个发送和一个接收 PDO。则 PDO 总数是 $12 * 2 = 24$ 个。每个毫秒内总线满负荷情况下可传输约 9 个 PDO, 考虑总线负荷余量, 假设总线负载为 40% (相对合理的负载率), 则 24 个 PDO 传输所需时间为: $24 / 9 / (40\%) = 6.67$ (毫秒), 再考虑到网络内 SDO、同步帧、心跳报文、紧急报文等的时间开销, 再增加 2 个毫秒, 建议配置同步周期为 8.67 毫秒。

以上经验公式同样适用于异步 PDO 的禁止时间的设置。

(4) PDO 映射参数

PDO 映射参数包含指向 PDO 需要发送或者接收到的 PDO 对应的过程数据的指针，包括索引、子索引及映射对象长度。每个 PDO 数据长度最多可达 8 个字节，可同时映射一个或者多个对象。其中子索引 0 记录该 PDO 具体映射的对象个数，子索引 1~8 则是映射内容。映射参数内容定义如下。

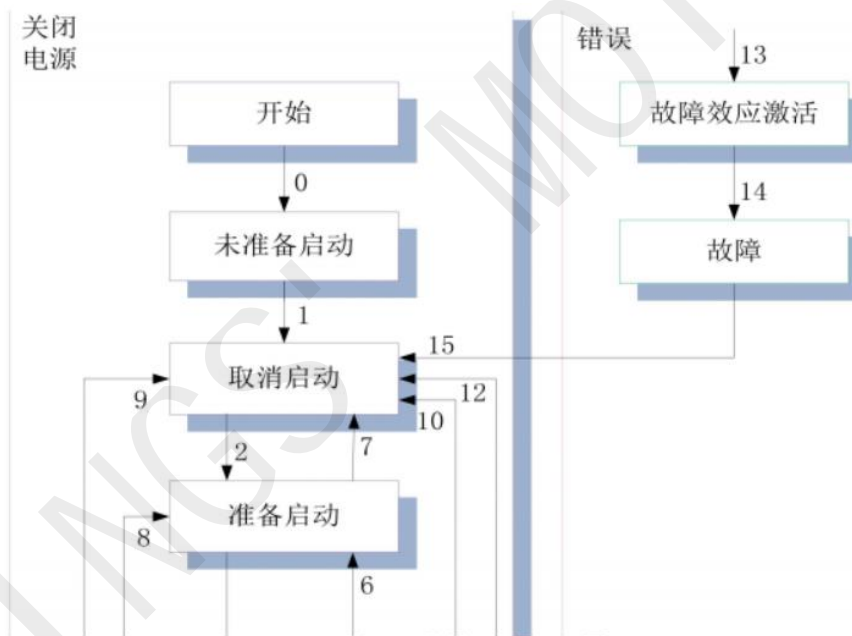
位	31	16	15	8	7	0
定义	索引			子索引			对象长度		

索引和子索引共同决定对象在对象字典中的位置，对象长度指明该对象的具体位长，用十六进制表示，即：

对象长度	位长
08h	8 位
10h	16 位
20h	32 位

8. 同步对象(SYNC)

同步对象(SYNC) 是控制多个节点发送与接收之间谐调和同步的一种特殊机制，用于 PDO 的同步传输。同步发生器的配置流程如下：



驱动器不建议使用低于 2ms 的同步循环周期。

(1) 同步发生器

驱动器既是同步消费者，也是同步生产者。支持与同步相关的对象分别是同步对象 COB-ID (1005h) 和同步循环周期 (1006h)。

同步对象 COB-ID 的次高位决定是否激活同步发生器。

(2) 同步对象的传输框架

与 PDO 的传输类似，同步对象的传输遵循的是生产者--消费者模型，由同步生产者发出同步帧，CAN 网络中的其它所有节点都可以作为消费者接收该同步帧，且无需反馈。同一个 CAN 网络中只允许有一个激活的同步发生器。

同步 PDO 的传输与同步帧紧密联系。

- 对于同步 RPDO，只要接收到了该 PDO，在下一个 SYNC 时将接收到的 PDO 更新到应用。
- 对于同步 TPDO，分为同步循环和同步非循环，如下表所示：

类型		说明
同步 TPDO	同步非循环	PDO 传输类型为 0，PDO 映射对象内容发生改变，在下一个 SYNC 时发送。
	同步循环	PDO 传输类型为 1~240，只要达到传输类型指定的 SYNC 时，不管数据有无改变，均需要发送该 TPDO

9. 紧急对象服务 (EMCY)

当 CANopen 节点出现错误时，按照标准化机制，节点会发送一帧紧急报文。紧急报文遵循的是生产者--消费者模型，节点故障发出后，CAN 网络中其它节点可选择处理该故障。驱动器只作为紧急报文生产者，不处理其它节点紧急报文。

与紧急报文相关的对象	说明
错误寄存器 (1001h)	反映该节点的一般错误状态，各个位按相应的错误分类
预定于错误场 (1003h)	保存最近出现的错误

应急指示报文由设备内部出现的致命错误触发，由相关应用设备已最高优先级发送到其它设备。适用于中断类型的错误报警信号。

一个应急报文由 8 字节组成，格式如下：

发送端→接收端

COB-ID	Byte0:1	Byte2	Byte3:7
0x080+Node-ID	应急错误代码	错误寄存器(1001H)	厂商指定区域

支持的应急错误代码

最近出现的错误都会保存在“预定于错误场”对象字典中(索引为 1003H)；用户可以通过 SDO 读取这些信息；但如果驱动器断电，不会保存这些错误信息。当前的错误类型保存在对象字典错误寄存器中(索引 1001H)。

设备可以将内部错误映射到这个状态字节中，并可以快速查看当前错误类型。

下表为错误寄存器位定义

位	错误类型
0	一般性错误
1	电流
2	电压
3	温度
4	通讯
5	设备协议(402)指定的错误
6	保留
7	厂商指定错误

九、参数说明与设置

1. SDO 参数一览表

总线型闭环步进驱动器是标准的 EtherCAT 从站设备，遵循 EtherCAT 标准协议，可与支持该协议的标准主站通讯。PC 软件与驱动器采用 MODBUS 协议交互，PC 软件可以修改/读取驱动器所有参数、报警信息及控制驱动器试运行。

(1) 配置参数

对象字典	名称	属性	Word	范围	默认值	单位	备注
2064	综合电流	RO	1	0~65535	--	0.1%A	
2065	母线电压	RO	1	0~65535	--	1%V	
206C	错误码	RO	1	0~65535	--		
206D	运行状态	RO	1	0~65535	--		
206E	硬件版本	RO	1	0~65535	--		
206F	软件版本	RO	1	0~65535	--		
207E	实际位置	RO	1	0~65535	--		
20C8	电流环 Kp	RW	1	50~30000	800		
20C9	运转方向	RW	1	0~3	0		选择电机运行方向及设置编码器方向： bit1=0: 不改变编码器方向、bit1=1:改变编码器方向； bit0=0: 不改变运行方向、bit0=1:改变运行方向。
20CE	控制命令	RW	1	0~5	0		
20D5	空闲电流	RW	1	10~120	50		停止电流为运行电流的百分比。
20D7	电流环 Ki	RW	1	50~30000	800		
20D9	电机模式设置	RW	1	0~2	0		0: 开环， 1: 闭环。
20DE	电流环 Kp 最大值	RW	1	50~30000	800		
20E0	滤波系数	RW	1	0~500	50		值越小,电机运行越平滑,但延迟也越高。
20E1	电流比例最大值	RW	1	1000~2000	1000		
20E4	电流环 Ki 最大值	RW	1	50~30000	800		
20F1	电流设置	RW	1	0~6500	1000	0.1%A	

20F2	分辨率设置	RW	2	0~ 4294967296	10000	PPR	
20F5	空闲电流时间	RW	1	0~65535	200	ms	电机停止运行后进入半流状态的延时时间
20F6	编码器分辨率	RW	1	200~65535	10000		分辨率=编码器线数x4。
20F7	到位范围	RW	1	1~1000	5		
20F8	弱磁限制	RW	1	0~1000	500		
20FB	速度环 Kp	RW	1	0~30000	1000		
20FC	速度环 Ki	RW	1	0~30000	50		
20FD	速度环 Kd	RW	1	0~30000	0		
20FE	最大速度						
20FF	位置环 Kp	RW	1	0~30000	500		
2100	位置环 Ki	RW	1	0~30000	1000		
2101	位置环 Kd	RW	1	0~30000	0		
2102	位置超差阈值	RW	1	1~30000	1000		位置超差阈值，数值为编码器分辨率。
2127	自动检测参数	RW	1	0~1	1000		开环模式下是否自动检测并更新电机参数 0: 手动设置 1: 自动检测
2190+1	IN1 功能选择	RW	1	0~23	0		
2190+2	IN2 功能选择	RW	1	0~23	0		
2190+3	IN3 功能选择	RW	1	0~23	0		
2190+4	IN4 功能选择	RW	1	0~23	0		
2190+5	IN5 功能选择	RW	1	0~23	0		
2190+6	IN6 功能选择	RW	1	0~23	0		
2190+7	IN7 功能选择	RW	1	0~23	0		
2190+8	IN8 功能选择	RW	1	0~23	0		
21A4+1	OUT1 功能选择	RW	1	100~109	101		
21A4+2	OUT2 功能选择	RW	1	100~109	100		
21A4+3	OUT3 功能选择	RW	1	100~109	100		
21A4+4	OUT4 功能选择	RW	1	100~109	100		
21A4+5	OUT5 功能选择	RW	1	100~109	100		
21AD	输入端口逻辑	RW	1	0~65535	RW		
21AE	输出端口逻辑	RW	1	0~256	RW		

(2) 运动参数

对象字典	名称	属性	Word	范围	默认值	单位	备注
603F	错误寄存器	R	1	0~65535	0	--	
6040	控制字	R/W	1	0~65535	0	--	
6041	状态字	R	1	0~65535	0	--	
605A	快速停止	R/W	1	0~65535	0	--	
6060	操作模式	R/W	1	0-255	1	--	1-pp,3-pv,6-Home,8--CSP
6061	操作模式显示	R	1	0-255	0	--	
6064	实际位置	R	2	-2147483647~2147483647	0	pulse	
606C	实际速度	R	2	-2147483647~2147483647	0	PRS	
6071	目标扭力	R/W	1	0~120	100	--	
6074	转矩要求	R	1	0~65535	0	--	
6077	实际扭力	R	1	-32767~32767	0	--	
607A	目标位置	R/W	2	-2147483647~2147483647	0	pulse	pp 模式 1 目标位置指令
607D+1	负向软限位	R/W	2	-2000000000~2000000000	2000000000	pulse	
607D+2	正向软限位	R/W	2	-2000000000~2000000000	2000000000	pulse	
6080	最大限制速度	R/W	2	-2147483647~2147483647	3000	rpm	
6081	梯形速度	R/W	2	-2147483647~2147483647	50000	PRS	pp 模式 1 最大速度
6083	加速度	R/W	2	-2147483647~2147483647	4000	PRS^2	pp、pv 模式 1、3 加速度
6084	减速度	R/W	2	-2147483647~2147483647	4000	PRS^2	pp、pv 模式 1、3 减速度
6085	急停减速度	R/W	2	-2147483647~2147483647	40000000	PRS^2	急停减速度(pp、pv、Home)
6087	扭力斜率	R/W	2	0~ 4294967296	--	--	

6098	原点方式	R/W	1	0~ 100	21	--	
6099	原点速度	R/W	2	-2147483647 ~2147483647	50000	PRS	
609A	回零加减速	R/W	2	-2147483647 ~2147483647	25000	PRS^2	
607C	原点偏移量	R/W	2	-2147483647 ~2147483647	0	pulse	
60FD	输入 IO 状态	R	2	0~ 4294967296	0	--	输入 IO 功能 逻辑状态
60FE+1	物理输出开启	R/W/S	2	0~ 4294967296	0	--	主站输出信号控制字
60FE+2	物理输出使能	R/W/S	2	0~ 4294967296	0	--	主站输出信号控制字
6502	支持操作模式	R	2	0~ 4294967296	165	--	驱动器所支持 控制模式

十、常用功能

1. 控制字和运行模式

本产品闭环步进驱动器在收到主站的运动启动命令后，将按主站发送的运动参数进行轨迹规划；在非同步运动模式下，每个电机轴之间的运动是异步的。本产品非同步运动模式包含协议位置模式(PP)、协议速度模式(PV)及原点模式(HM)。

无论哪种控制模式，EtherCAT 总线主从站间数据交互都通过对象字典来实现，数据传输方式有 PDO 和 SDO 两种方式，根据控制需要按数据传递实时性要求及重要性分为三个级别：必须>建议>可以。“必须”表示该模式下，对应的对象字典必须配置为 PDO 传输方式。“建议”表示该模式下，对应的对象字典被建议配置为 PDO 传输方式，保障数据实时性，以获得更好的控制需求；如果控制要求不高，也可以通过 SDO 通信方式进行数据传输。“可以”表示该模式下，对应的对象字典一般通过 SDO 通信方式进行数据传输，不必一定要配置为 PDO。各个控制模式所关联的对象字典如下表所示。

各控制模式关联对象字典							
控制模式	索引+子索引	名称	数据类型	访问类型	单位	PDO 配置	SDO 通信
PP 模式 (1)	607A-00h	目标位置	I32	RW	P	建议	可以
	6081-00h	最大速度	U32	RW	P	可以	可以
PV 模式 (3) PP 模式 (1) 共有	60FF-00h	目标速度	I32	RW	P	建议	可以
	6040-00h	控制字	U16	RW	-	建议	可以
	6083-00h	加速度	I32	RW	P/S^2	可以	可以
	6084-00h	减速度	U32	RW	P/S^2	可以	可以

HOME 模式 (6)	6040-00h	控制字	U16	RW	-	建议	可以
	6098-00h	回零方法	I8	RW	-	可以	可以
	6099-01h	原点快速	U32	RW	P/S	可以	可以
	6099-02h	原点慢速	U32	RW	P/S	可以	可以
	609A-00h	原点加速度	U32	RW	P/S^2	可以	可以
	607C-00h	原点偏移	U32	RW	P	可以	可以
PP、PV 和 HOME 模式共有	6041-00h	状态字	U16	RO	-	建议	可以
	6064-00h	实际位置	I32	RO	P	建议	可以
	606C-00h	实际速度	I32	RO	P/S	可以	可以
PT 模式	6040-00h	控制字	U16	RW	-	必须	可以-
	6041-00h	状态字	U16	RO	-	必须	可以-
	6071-00h	目标扭力	I16	RW	-	必须	可以
	6074-00h	转矩要求			-	建议	可以
	6077-00h	实际扭力			-	建议	可以
	6087-00h	扭力斜率			-	必须	可以
所有模式共有	60FD-00h	数字输入	U32	RO	-	建议	可以
	603F-00h	最新错误代码	U16	RO	P	建议	可以
其他关联参数	6060-00h	操作模式	I8	RW	-	可以	可以
	60B0-00h	位置偏移	I32	RW	-	可以	可以
	6082-00h	起跳速度	U32	RW	P/S	可以	可以
	6085-00h	急停减速度	U32	RW	P/S^2	可以	可以
	6061-00h	操作模式显示	I8	RO	-	可以	可以

无论采用哪种控制模式来实现对执行机构的驱动控制,都离不开控制字 6040h 和状态字和 6041h 两个对象字典的读写,主从站通过这两个对象字典作为媒介实现指令下发和状态监视。

以下重点介绍这两个对象字典各个位的定义:

控制字(6040h)定义如下表所示。表中左半边描述 bit4~6 和 bit8,其含义视操作模式而定,主要管控各个模式的运行执行或停止等;表中右半边描述 bit0~3 和 bit7,这几位组合管理着 402 状态机的状态跃迁变化,从而满足复杂多样的控制需求。状态字(6041h)定义如状态字(6041h)位定义表所示。bit0~bit7 主要显示 402 状态机跃迁状态,bit8~bit15 主要显示各个控制模式下运动执行或停止状态。使能的典型状态跃迁如下:

初始(00h)-----上电(06h)-----启动(07h)-----使能(0fh)-----执行运行或暂停(视操作模式,结合 bit4~6 和 bit8 下发相关的控制指令)。各控制模式下触发运行控制的状态跃迁如各模式控制运行的状态跃迁表所示。

控制字(6040h)位定义												
模式/位	15~9	8	6	5	4	7	3	2	1	0	典型值	动作结果
共有	-	暂停	视操作模式而定			错误复位	允许操作	快速停止	电压输出	启动		
PP 模式 1	-	减速停止	绝对 / 相对	立即触发	新位置点	0	0	1	1	1	07h	启动
PV 模式 3	-	减速停止	无效	无效	无效	0	0(x)	0	1	0(x)	02h	快停
HM 模式 6	-	减速停止	无效	无效	启动运动	0	1	1	1	1	0fh	使能
无						1	0(x)	0(x)	0(x)	0(x)	80h	清错
无						0	0	0	0	0	0	初始

其他位的补充说明：

- 位 2 快速停止触发逻辑是 0 有效，注意与其他触发的逻辑区分开。
- 位 7 错误复位触发逻辑是上升沿有效。
- 位 5 立即触发触发逻辑是上升沿有效。

状态字(6041h)位定义								
模式/低 8 位	7	6	5	4	3	2	1	0
共用	保留	未启动	快速停止	上电	错误	允许操作	启动	准备启动
模式/高 8 位	15	14	13	12	10	8	11	9
共用	视操作模式而定						限位有效	远程
PP 模式 1	可触发应答	参数有 0	无效	新位置点应答	位置到达	异常停止	在硬件限位有效时会置位	PreOP 以下为 0
PV 模式 3	无效	参数有 0	无效	速度为 0	速度到达	快速停止		
HM 模式 6	可触发应答	参数有 0	原点错误	原点完成	位置到达	异常停止		

其他位的补充说明：

- 当驱动器投入电源后位 4 将置位。
- 位 5 快速停止激活，是在逻辑 0 下才有效，与其他位的逻辑相反。
- 位 9 远程，显示通讯状态机状态，在 ProOP 以下时为 0，此时控制字(6040h)的命令将无法执行。

- 位 11 限位，在硬件限位有效时才置位。
- 位 8 非正常停止，一般在硬件限位、减速停止及快速停止触发状态下有效。
- 位 12 跟随主站，在 CSP 下若驱动器未使能或者不再跟随主站的指令，该位置 0。

各模式控制运行的状态跃迁										
	步骤	0	1	2	3	4	5	6	7	8
模式	动作	预备工作	初始	得电	启动	使能	启动运行	变位	停止	故障
PP 模式 1	6040	建立通信 OP 状态,设置 运动参数	00h	06h	07h	0fh	-	2fh->3fh	10fh	-
	6041		250h	231h	233h	8237h	1237h	1637h -> 1237h	1737h	1238h
PV 模式 3	6040	建立通 OP 状态, 设置 运动参数	00h	06h	07h	0fh	使能后 即运行	变更速 度即可	10fh	-
	6041		250h	231h	233h	1637h	1637h	1637h	1737h	1638h
HM 模 式 6	6040	建立通 OP 状态, 设置 运动参数	00h	06h	07h	0fh	1fh	无效	10fh	-
	6041		250h	231h	233h	8337h	237h	237h	737h	238h

其他位的补充说明：

- PP 模式变更位置时，需要给控制字的 bit5 上升沿，才能启动新的位置运动。

2. 编码器分辨率

本驱动器编码器分辨率为 10000，默认匹配 2500 线编码器电机。如果用户使用的是 5000 线编码器电机，则需要将编码器分辨率改为 20000（4 倍频）。

编码器分辨率可通过主站 PLC 的对象字典设置，对象字典为：0x20F6。也可以通过上位机调试软件设置，如下所示：

20F6	编码器分辨率	RW	1	200~65535	10000		分辨率=编码器 线数 x4
------	--------	----	---	-----------	-------	--	------------------

3. 输出峰值电流

如果匹配的是 42 及以下机座的电机，则初次连接电机前，务必先修改驱动器输出峰值电流，以防输出电流过大烧毁电机。

修改输出峰值电流可通过主站 PLC 的对象字典设置，对象字典为：0x20F1，也可通过上位机调试软件修改，如下所示：

20F1	电流设置	RW	1	0~6500	1000	0.1%A	
------	------	----	---	--------	------	-------	--

十一、附录：回原点方法

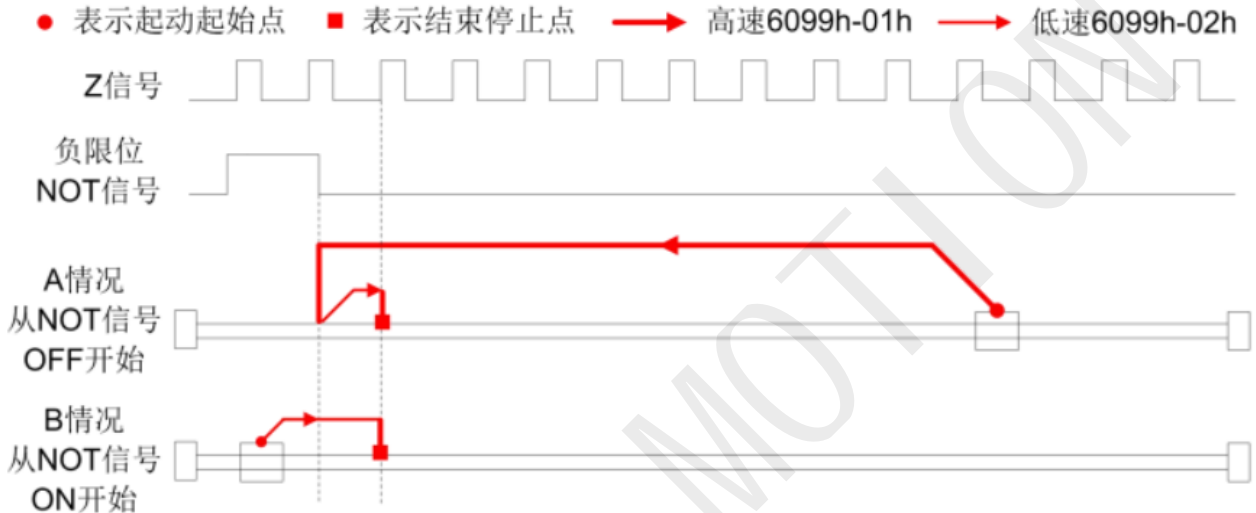
本驱动产品支持 Z 信号回原点 1~32 的回原点方式，具体定义和回原点的过程如下描述。

方法 1:

如果负限位无效，电机将往负方向以原点高速运动，直到负限位开关信号有效，电机急停并开始正向以原点低速运动，在离开负限位开关后的第一个在编码器 Z 信号有效时停止运动，如下图 A 情况。

如果电机开始原点运动时就停在负限位位置，那么电机将正向以原点低速运动，在离开负限位开关后的第一个在编码器 Z 信号有效时停止。

如果在运动过程中正限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

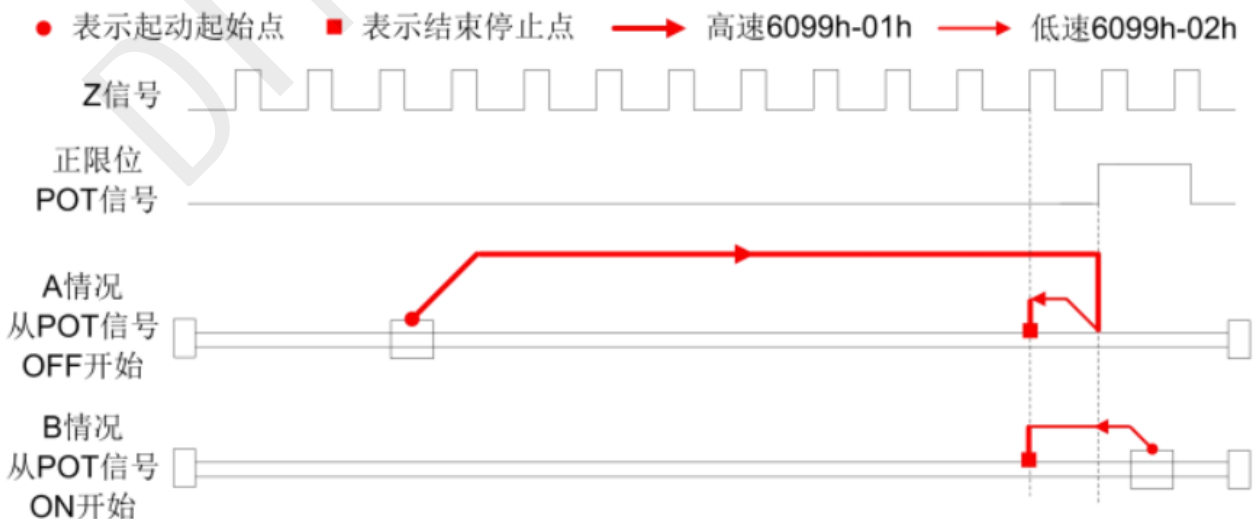


方法 2:

如果正限位无效，电机将往正方向以原点高速运动，直到正限位开关信号有效，电机停止并向负向以原点低速运动，在离开负限位开关后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如下图 A 情况。

如果电机开始原点运动时就停在正限位位置，那么电机将负向以原点低速运动，在离开正限位开关后的第一个 Z 信号有效时停止。

如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。



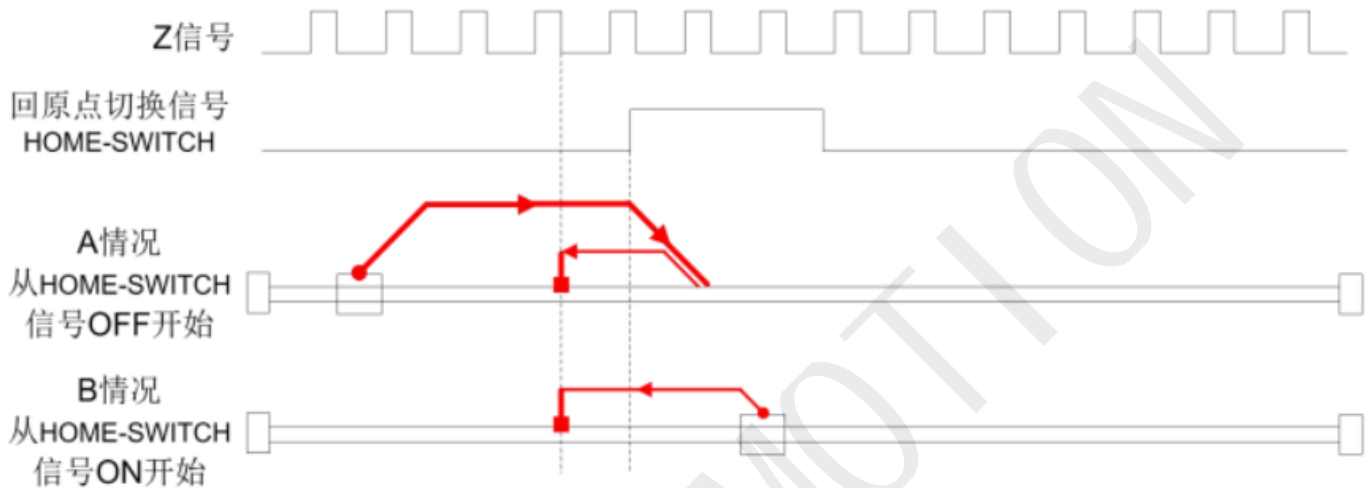
方法 3:

如果原点信号无效，电机将往正方向以原点高速运动，直到原点信号有效，电机停止并向负向以原点低速运动，在离开原点开关后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如下图 A 情况。

如果电机开始原点运动时就停在原点信号开关位置，那么电机将负向以原点低速运动，在离开原点开关后的第一个 Z 信号有效时停止。

如果在运动过程中限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

● 表示起动起始点 ■ 表示结束停止点 → 高速6099h-01h → 低速6099h-02h



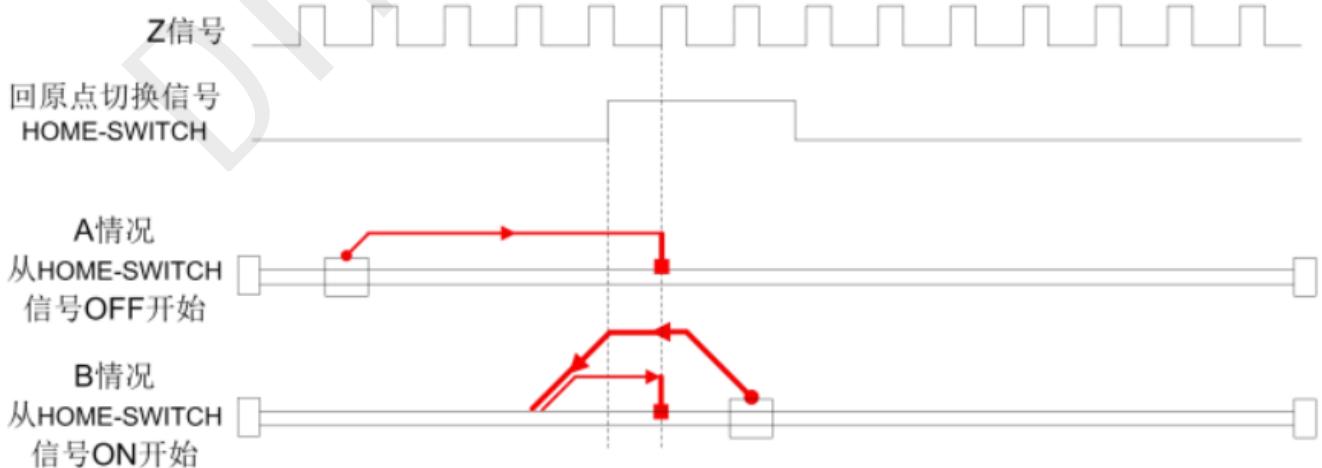
方法 4:

如果原点信号无效，那么电机将正向以原点低速运动，直到原点信号有效后的第一个编码器 Z 信号有效时停止，如图 A 情况所示。

如果电机开始原点运动时就停在原点信号开关位置，电机将负方向以原点高速运动，直到原点信号无效，电机减速停止并向正向以原点低速运动，在原点信号有效后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 B 情况。

如果在运动过程中限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

● 表示起动起始点 ■ 表示结束停止点 → 高速6099h-01h → 低速6099h-02h

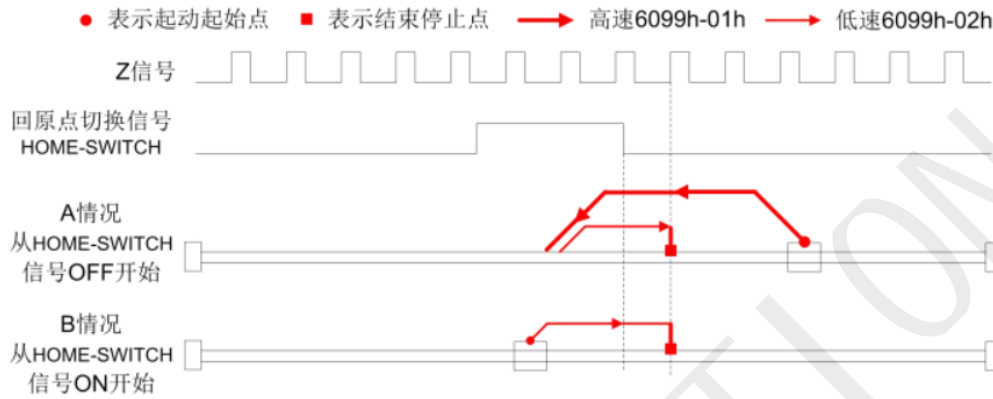


方法 5:

如果原点信号无效，电机将往负方向以原点高速运动，直到原点信号有效，电机减速停止后向正向以原点低速运动，在离开原点信号开关后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 A 情况。

如果电机开始原点运动时就停在原点信号开关位置，那么电机将正向以原点低速运动，在离开原点信号开关后的第一个 Z 信号有效时停止，如图 B 情况。

如果在运动过程中限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

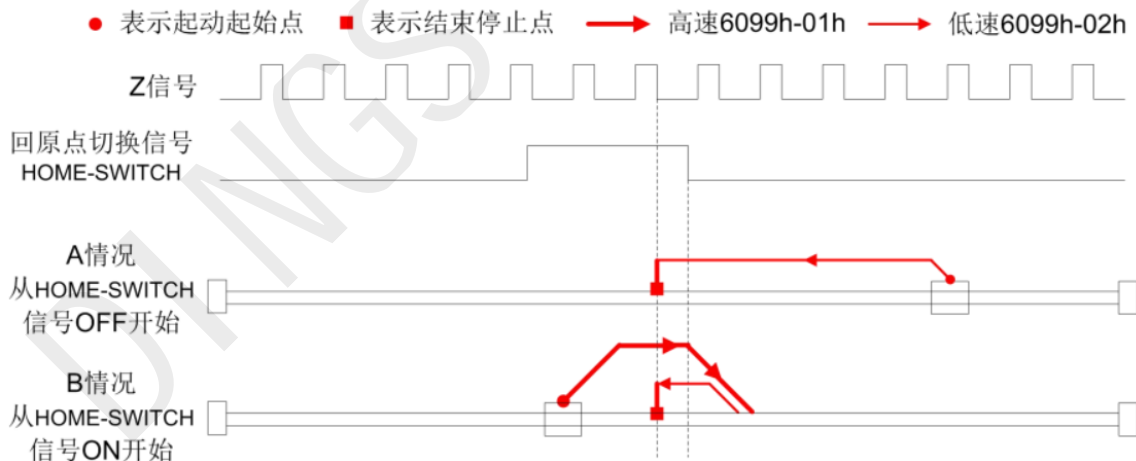


方法 6:

如果原点信号无效，电机将往负方向以原点低速运动，直到原点信号有效的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 A 情况。

如果电机开始原点运动时就停在原点信号开关位置，电机将正向以原点高速运动，在离开原点信号开关时减速停止，然后往反方向以原点低速运动，直到原点信号有效的第一个 Z 信号有效时停止，如图 B 情况。

如果在运动过程中限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。



方法 7:

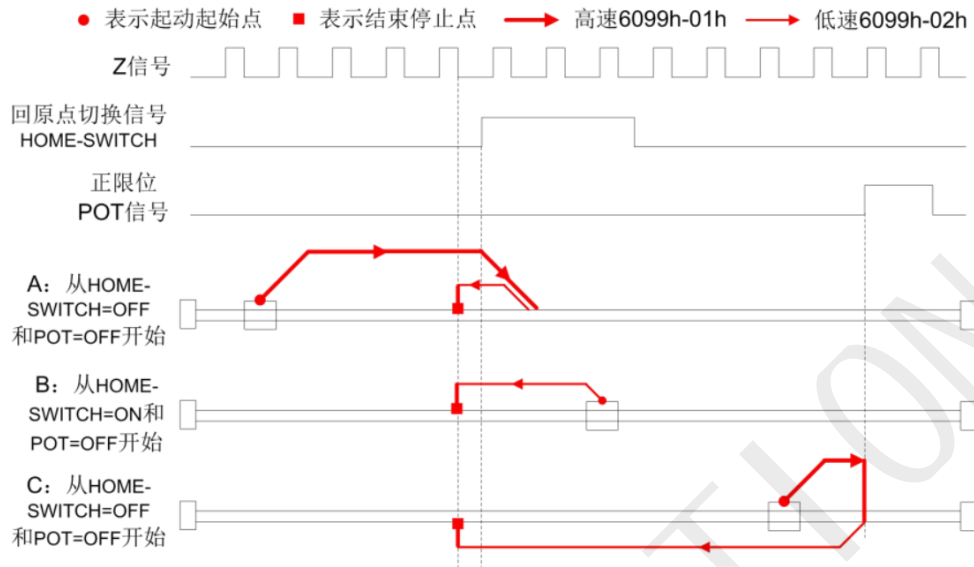
如果原点信号和正限位信号都无效，电机将往正方向以原点高速运动，直到原点信号有效时减速停止，然后往负方向以原点低速运动，在离开原点信号开关的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 A 情况。

如果正限位无效，电机开始原点运动时就停在原点信号开关位置，电机将负向以原点低速运动，在离开原点信号开关的第一个 Z 信号有效时停止，如图 B 情况。

如果原点信号和正限位信号都无效，电机将往正向以原点高速运动，直到正限位信号有效急停，然后往负方向以

原点低速运动，在原点信号有效时继续运动，直到离开原点信号开关的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 C 情况。

如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。



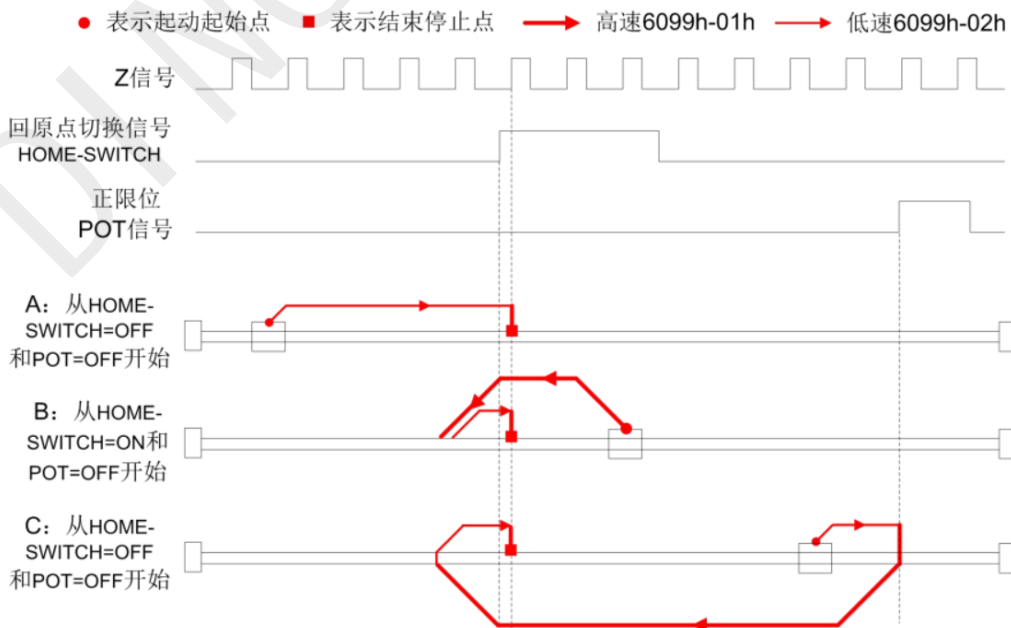
方法 8:

如果原点信号和正限位信号都无效，电机将往正方向以原点低速运动，在原点信号有效的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 A 情况。

如果正限位无效，电机开始原点运动时就停在原点信号开关位置，电机将负向以原点高速运动，在离开原点信号开关后减速停止，然后往正向以原点低速运动，在原点信号有效后的第一个 Z 信号有效时停止，如图 B 情况。

如果原点信号和正限位信号都无效，电机将往正向以原点低速运动，直到正限位信号有效急停，然后往负方向以原点高速运动，在原点信号有效时继续运动，直到离开原点信号开关后减速停止，然后往正向以原点低速运动，再在原点信号有效后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 C 情况。

如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。



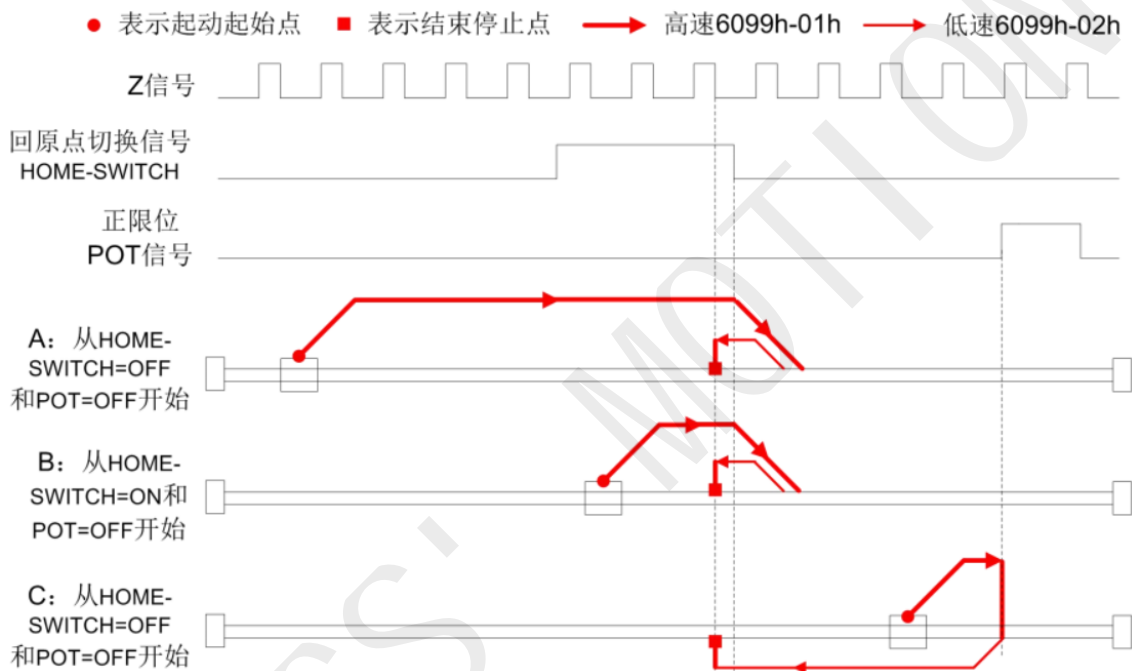
方法 9:

如果原点信号和正限位信号都无效，电机将往正方向以原点高速运动，原点信号有效时继续运动，在离开原点信号开关时减速停止，然后往负向以原点低速运动，直到原点信号有效后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 A 情况。

如果正限位无效，电机开始原点运动时就停在原点信号开关位置，电机将正向以原点高速运动，在离开原点信号开关后减速停止，然后往负向以原点低速运动，在原点信号有效后的第一个 Z 信号有效时停止，如图 B 情况。

如果原点信号和正限位信号都无效，电机将往正向以原点高速运动，直到正限位信号有效急停，然后往负方向以原点低速运动，在原点信号有效后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 C 情况。

如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。



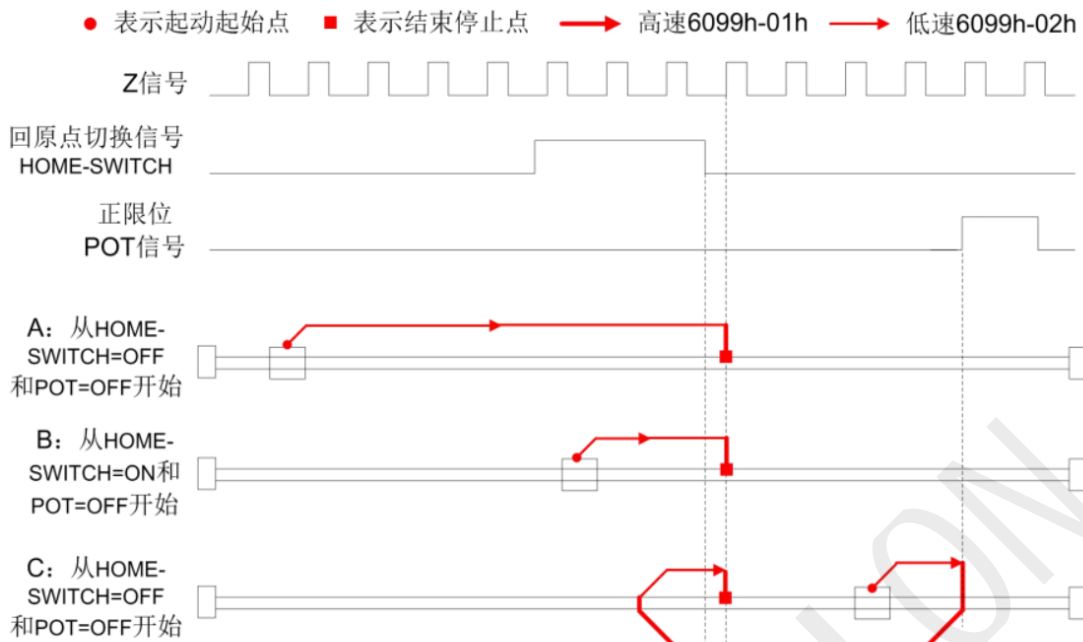
方法 10:

如果原点信号和正限位信号都无效，电机将往正方向以原点低速运动，原点信号有效时继续运动，直到原点信号无效后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 A 情况。

如果正限位无效，电机开始原点运动时就停在原点信号开关位置，电机将正向以原点低速运动，在原点信号无效后的第一个 Z 信号有效时停止，如图 B 情况。

如果原点信号和正限位信号都无效，电机将往正向以原点低速运动，直到正限位信号有效后急停，然后往负方向以原点高速运动，在原点信号有效后减速停止，然后往正向以原点低速运动，直到原点信号无效后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 C 情况。

如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。



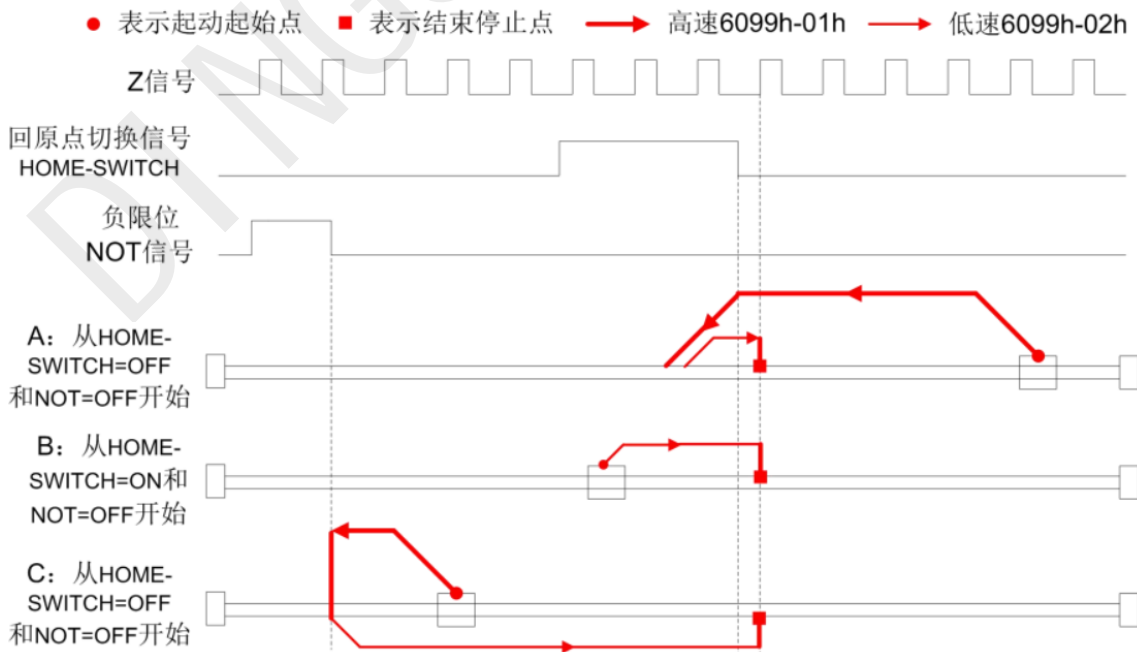
方法 11

如果原点信号和负限位信号都无效，电机将往负方向以原点高速运动，直到原点信号有效时减速停止，然后往正方向以原点低速运动，在离开原点信号开关的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 A 情况。

如果负限位无效，电机开始原点运动时就停在原点信号开关位置，电机将正向以原点低速运动，在离开原点信号开关的第一个 Z 信号有效时停止，如图 B 情况。

如果原点信号和负限位信号都无效，电机将往负向以原点高速运动，直到负限位信号有效急停，然后往正方向以原点低速运动，在原点信号有效时继续运动，直到离开原点信号开关的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 C 情况。

如果在运动过程中正限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。



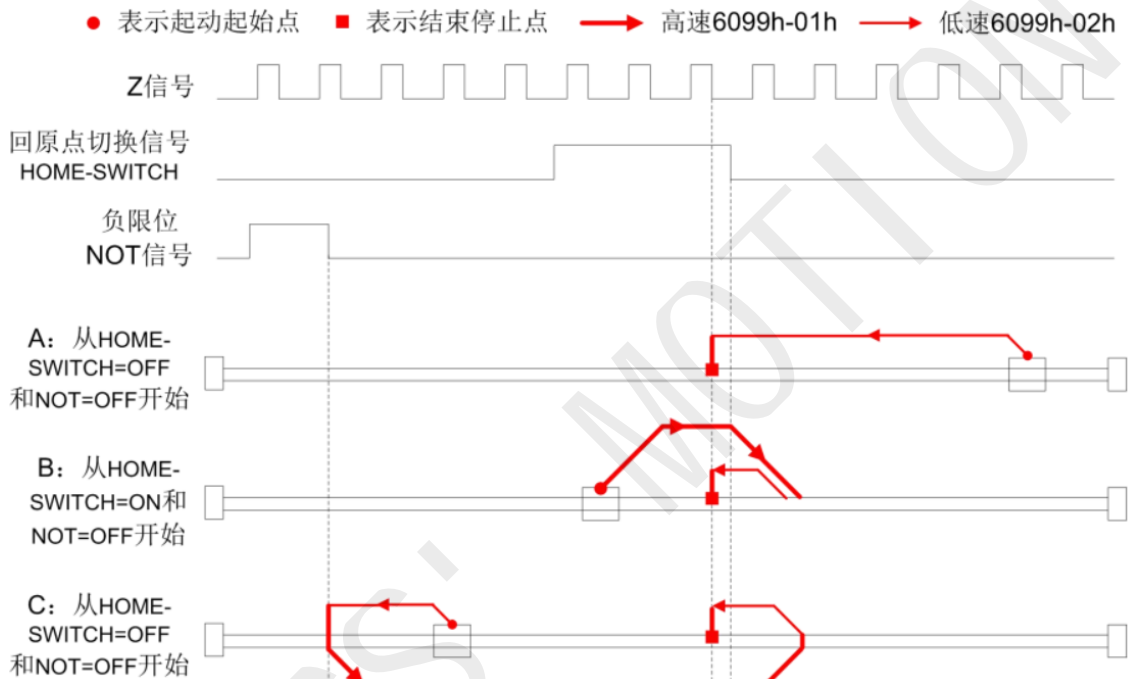
方法 12:

如果原点信号和负限位信号都无效，电机将往负方向以原点低速运动，在原点信号有效的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 A 情况。

如果负限位无效，电机开始原点运动时就停在原点信号开关位置，电机将正向以原点高速运动，在离开原点信号开关后减速停止，然后往负向以原点低速运动，在原点信号有效后的第一个 Z 信号有效时停止，如图 B 情况。

如果原点信号和负限位信号都无效，电机将往负向以原点低速运动，直到负限位信号有效急停，然后往正方向以原点高速运动，在原点信号有效时继续运动，直到离开原点信号开关后减速停止，然后往负向以原点低速运动，再在原点信号有效后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 C 情况。

如果在运动过程中正限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。



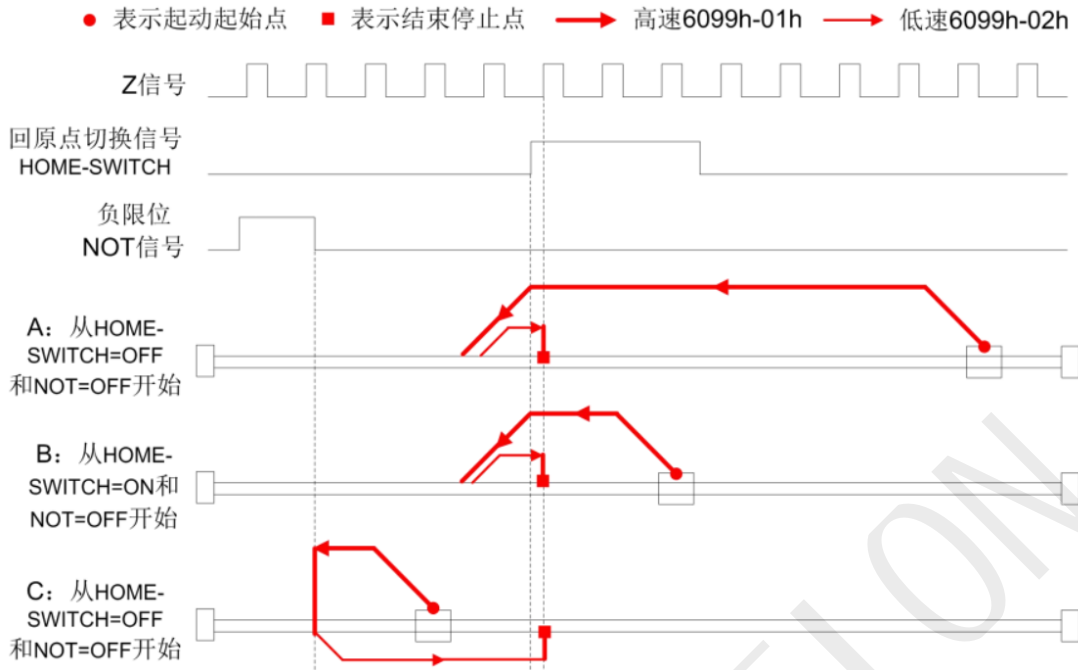
方法 13:

如果原点信号和负限位信号都无效，电机将往负方向以原点高速运动，原点信号有效时继续运动，在离开原点信号开关时减速停止，然后往正向以原点低速运动，直到原点信号有效后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 A 情况。

如果负限位无效，电机开始原点运动时就停在原点信号开关位置，电机将负向以原点高速运动，在离开原点信号开关后减速停止，然后往正向以原点低速运动，在原点信号有效后的第一个 Z 信号有效时停止，如图 B 情况。

如果原点信号和负限位信号都无效，电机将往负向以原点高速运动，直到负限位信号有效急停，然后往正方向以原点低速运动，在原点信号有效后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 C 情况。

如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。



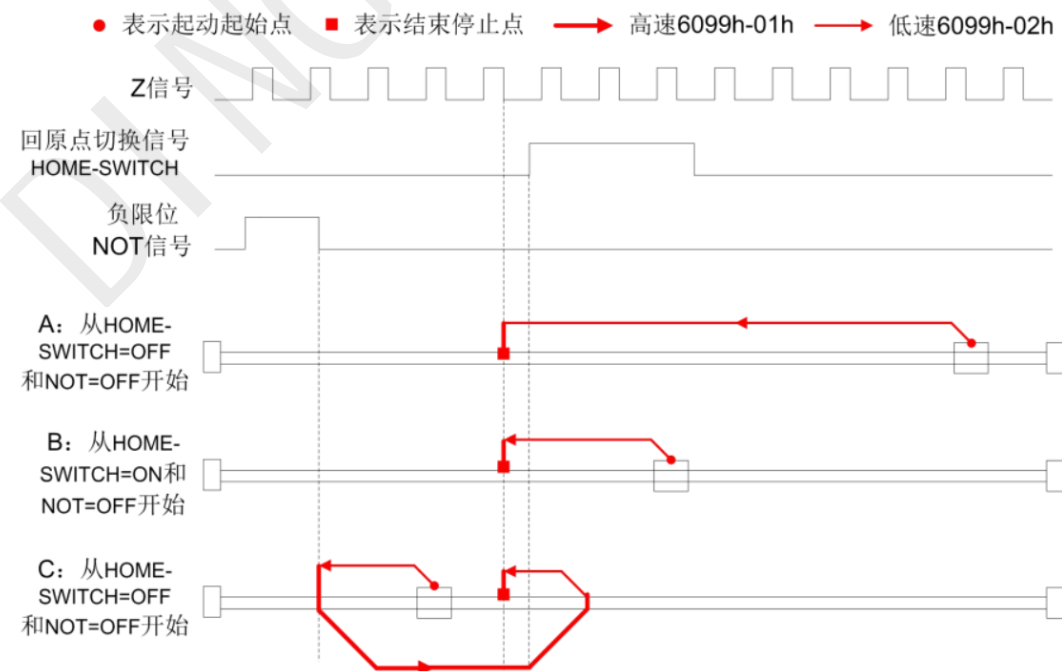
方法 14:

如果原点信号和负限位信号都无效，电机将往负方向以原点低速运动，原点信号有效时继续运动，直到原点信号无效后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 A 情况。

如果负限位无效，电机开始原点运动时就停在原点信号开关位置，电机将负向以原点低速运动，在原点信号无效后的第一个 Z 信号有效时停止，如图 B 情况。

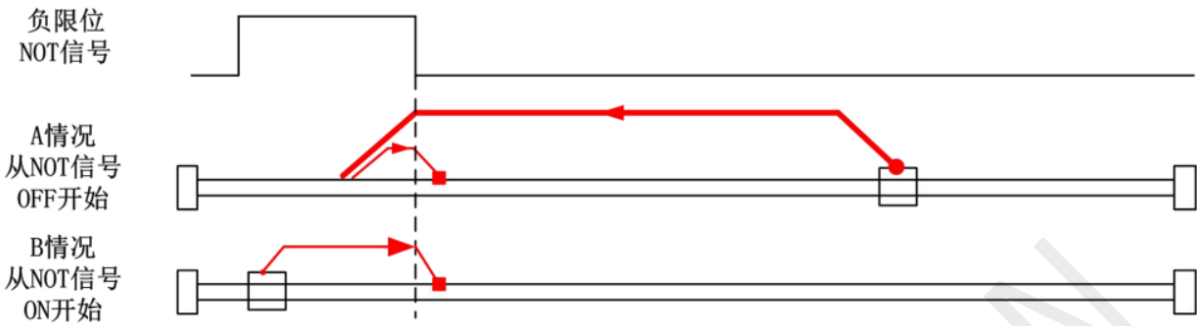
如果原点信号和负限位信号都无效，电机将往负向以原点低速运动，直到负限位信号有效后急停，然后往正方向以原点高速运动，在原点信号有效后减速停止，然后往负向以原点低速运动，直到原点信号无效后的第一个编码器 Z 信号有效时停止运动，如图 C 情况。

如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。



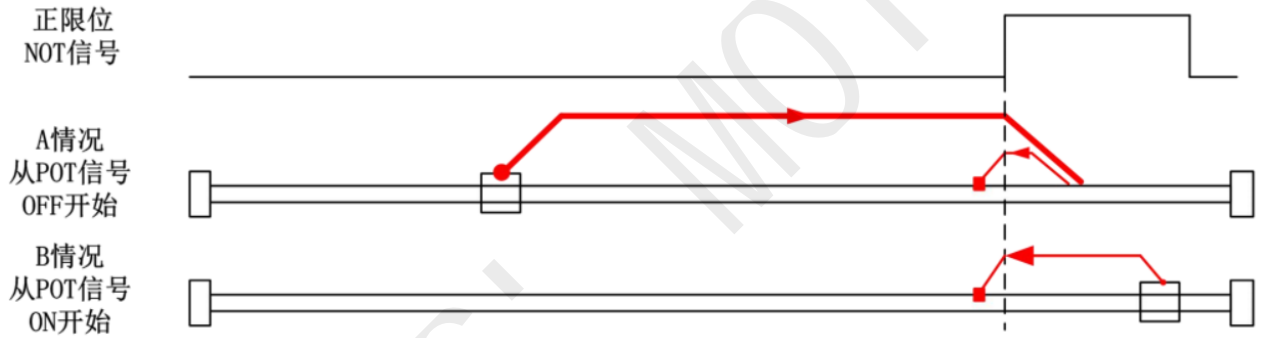
方法 15:

● 表示启动起始点 ■ 表示结束停止点 高速6099h-01h 低速6099h-02h



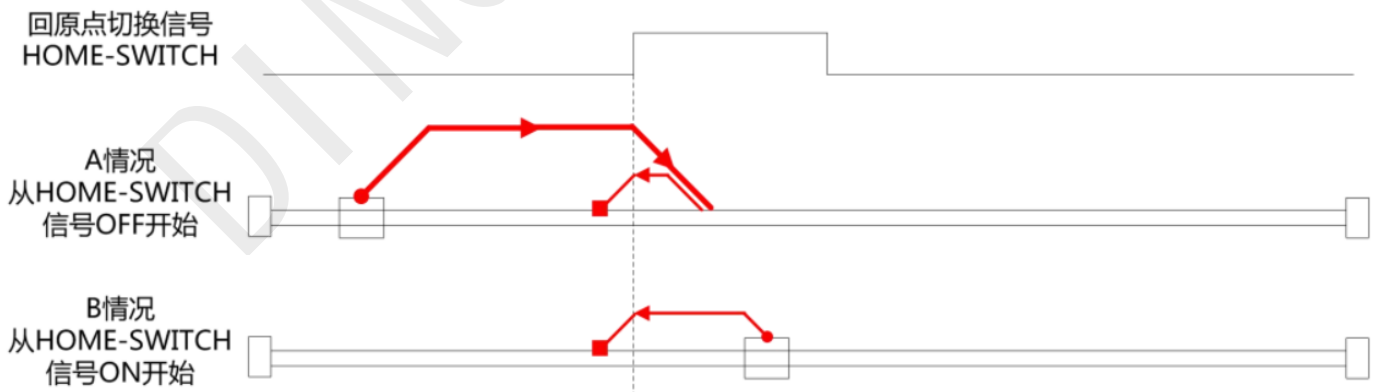
方法 16:

● 表示启动起始点 ■ 表示结束停止点 高速6099h-01h 低速6099h-02h

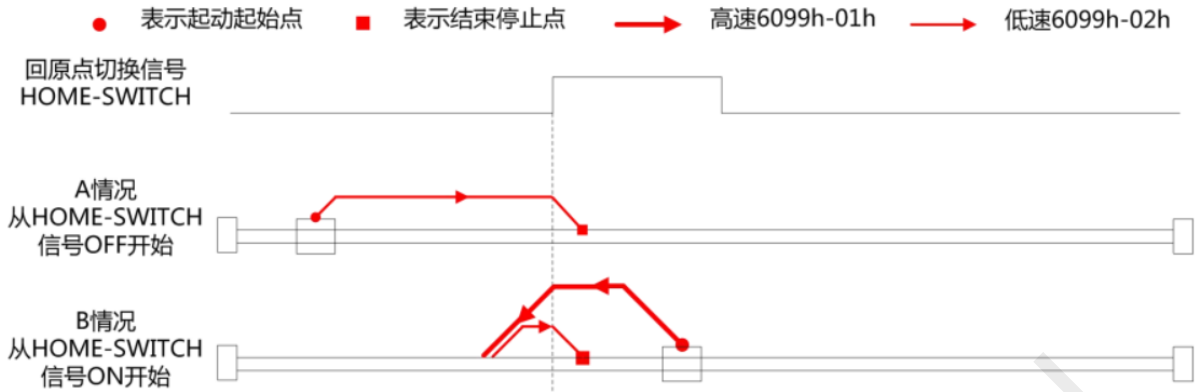


方法 17:

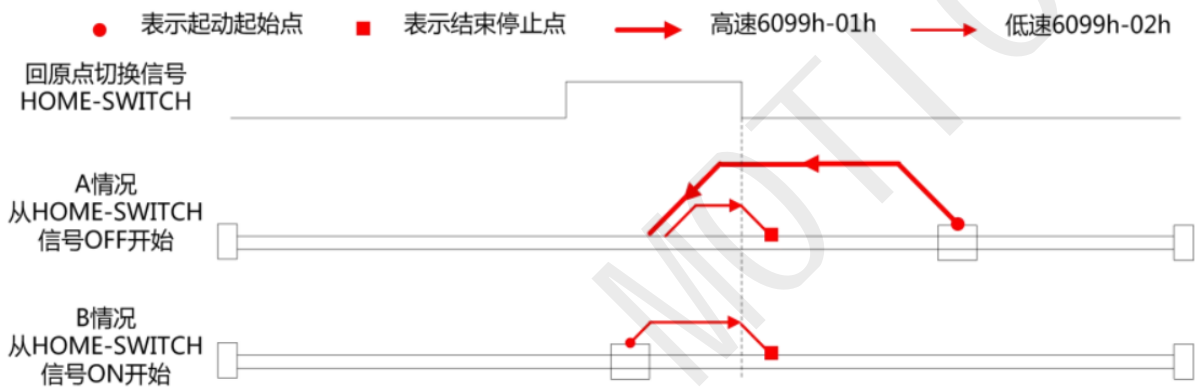
● 表示启动起始点 ■ 表示结束停止点 高速6099h-01h 低速6099h-02h



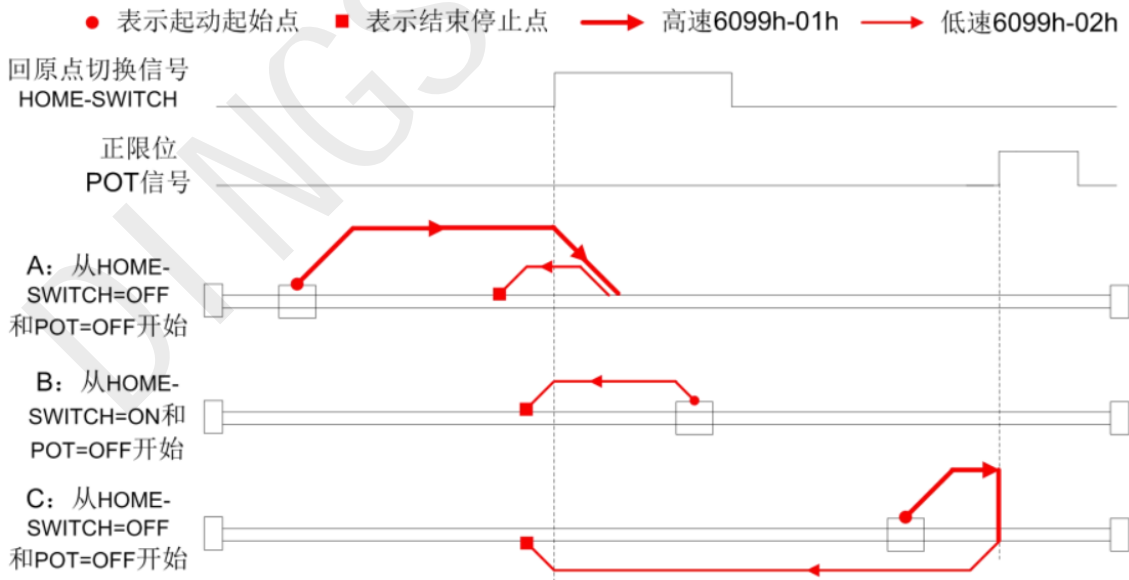
方法 18:



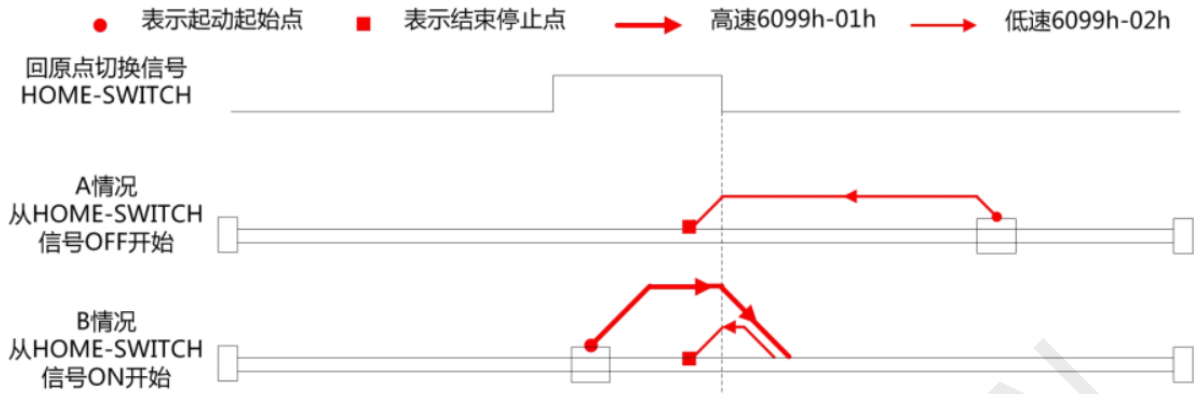
方法 19:



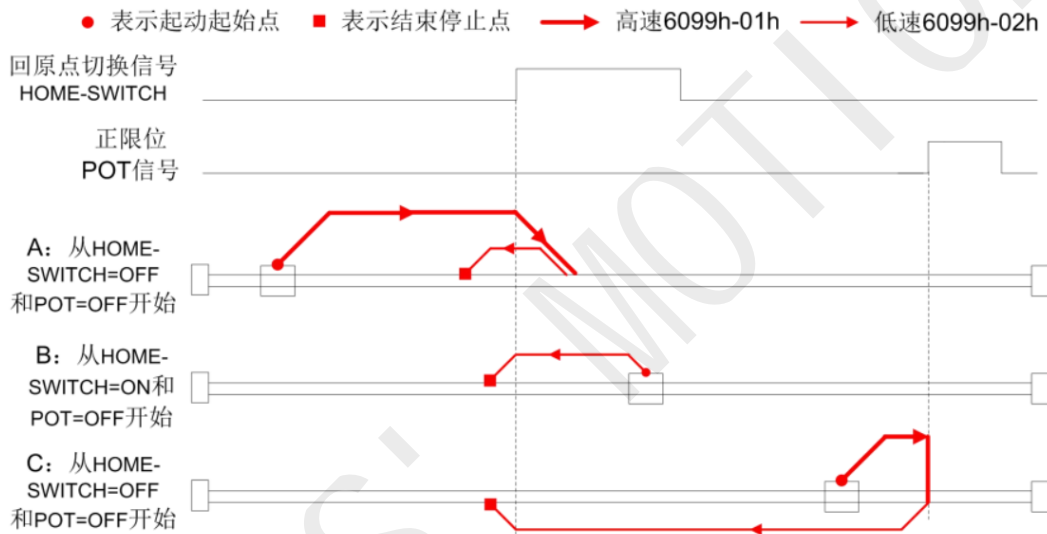
方法 20:



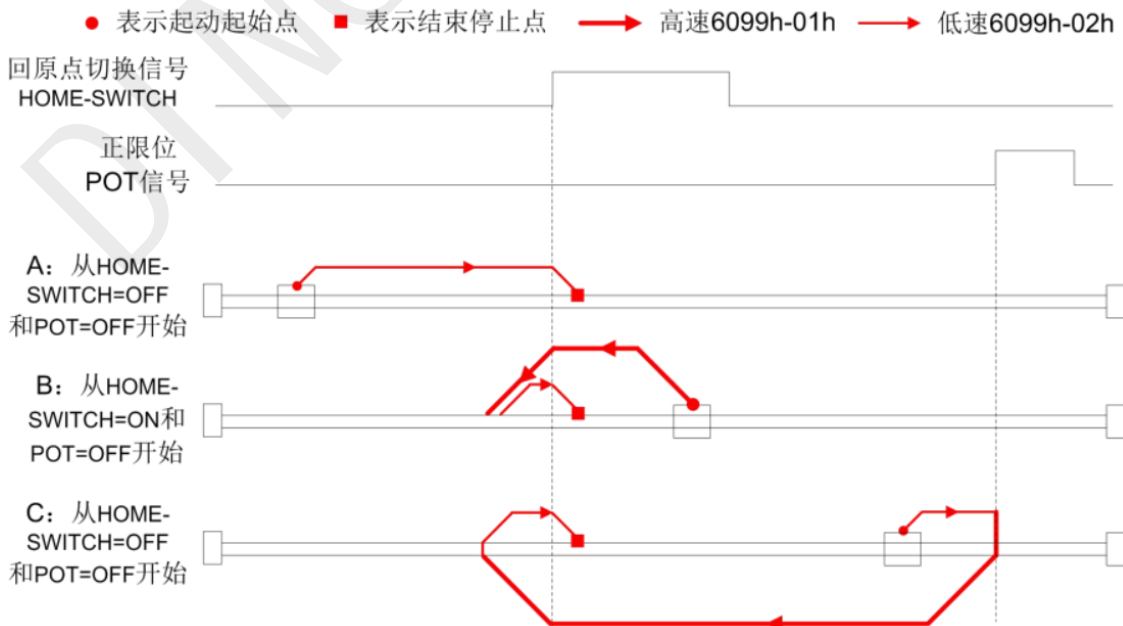
方法 21:



方法 22:

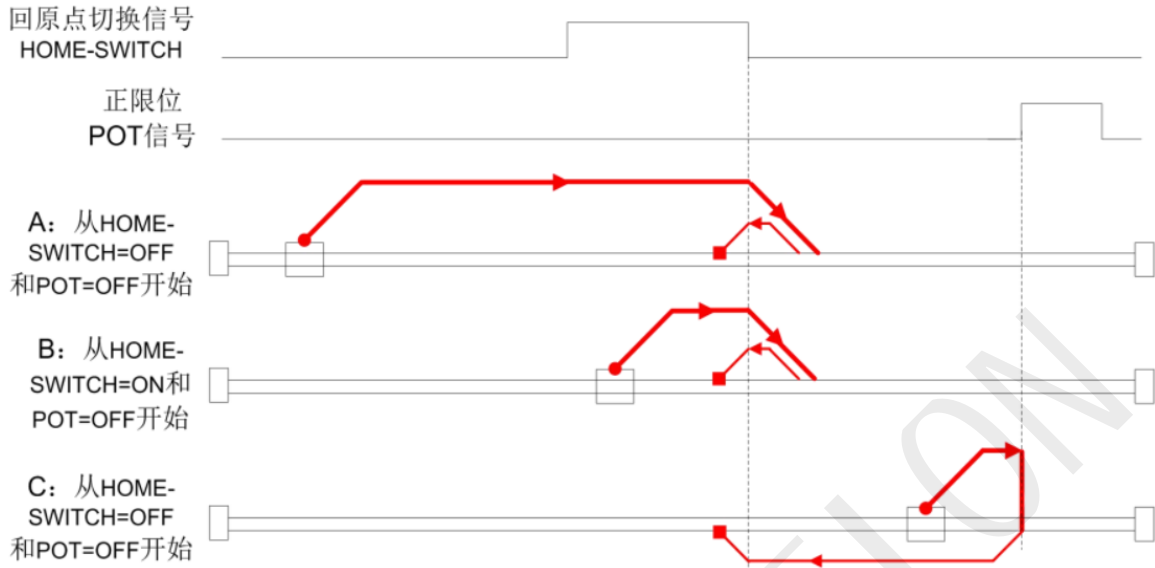


方法 23:



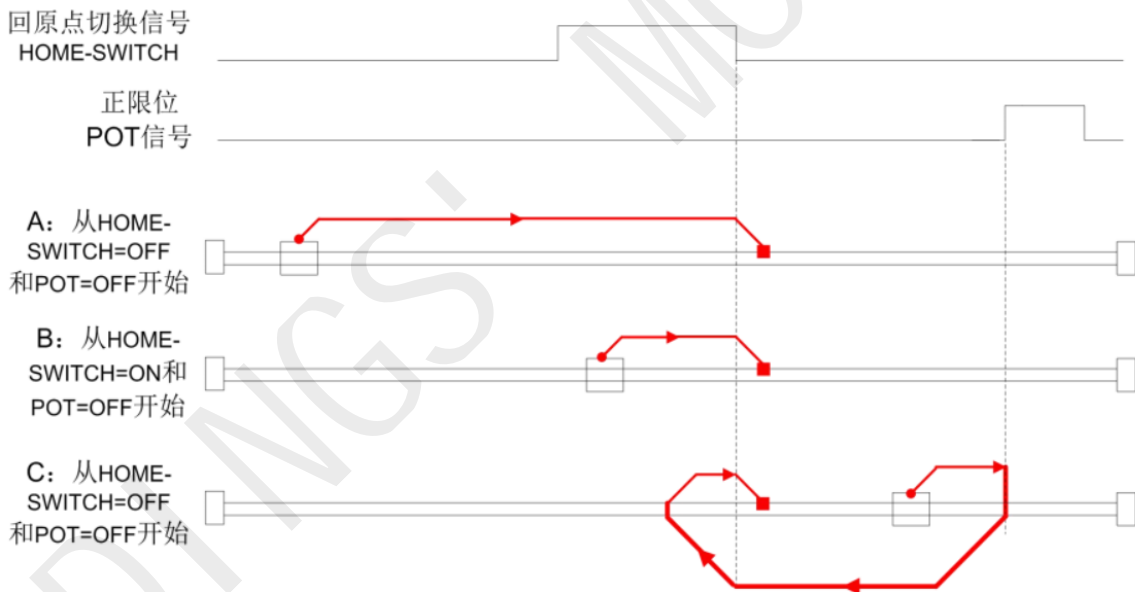
方法 24:

● 表示起动起始点 ■ 表示结束停止点 → 高速6099h-01h → 低速6099h-02h



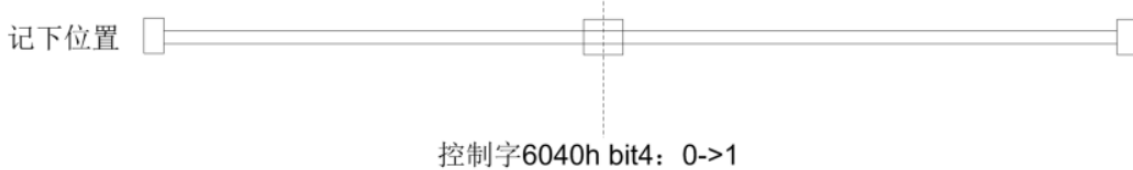
方法 25:

● 表示起动起始点 ■ 表示结束停止点 → 高速6099h-01h → 低速6099h-02h

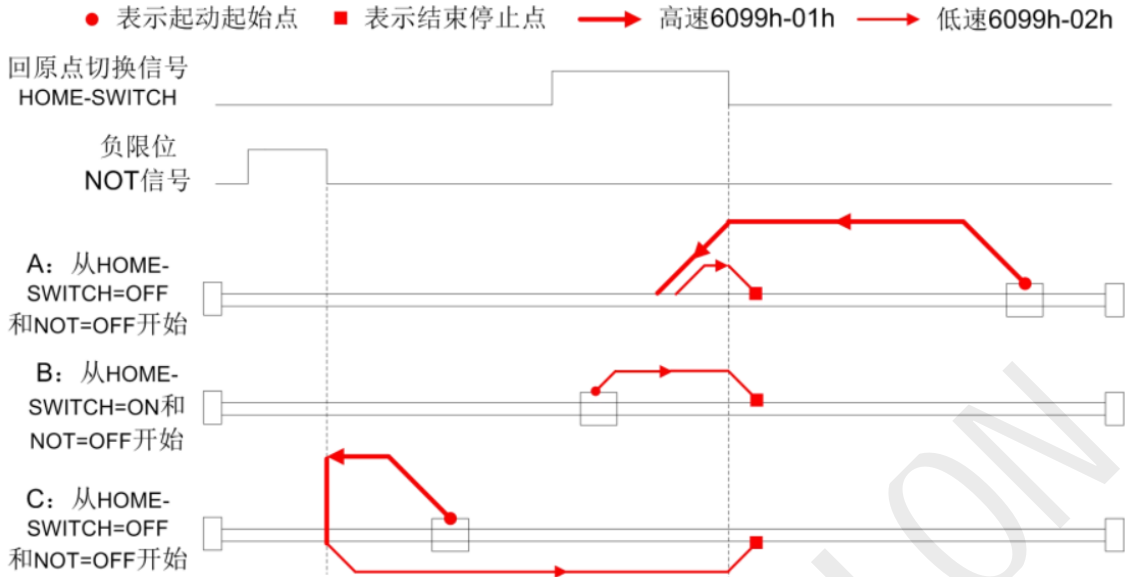


方法 26:

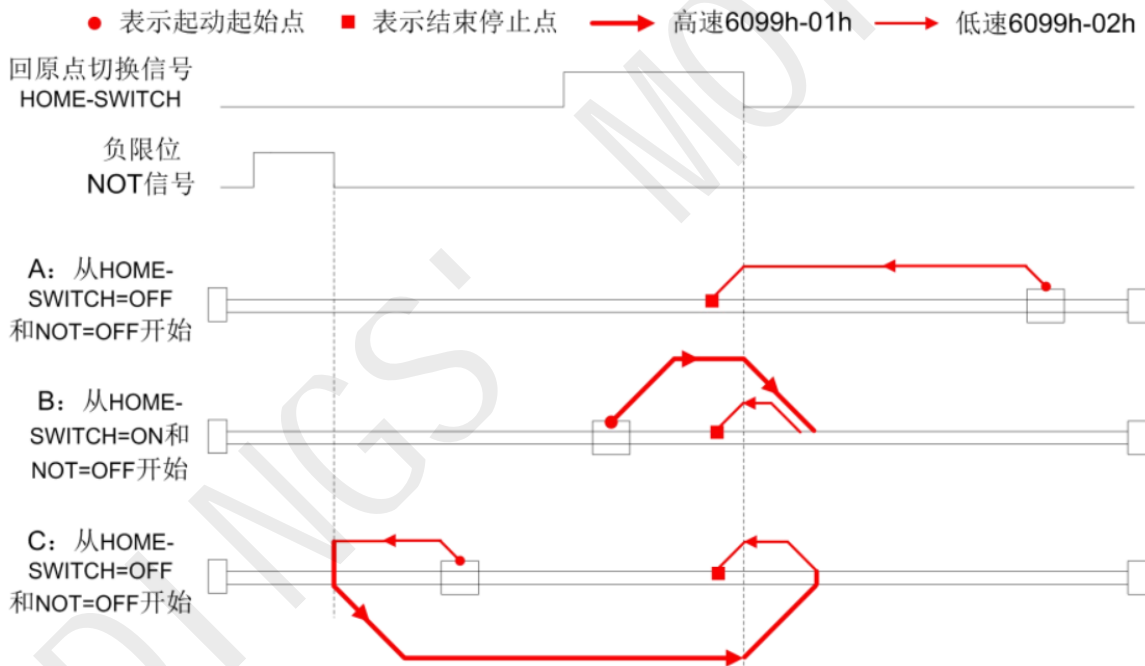
● 表示起动起始点 ■ 表示结束停止点 → 高速6099h-01h → 低速6099h-02h



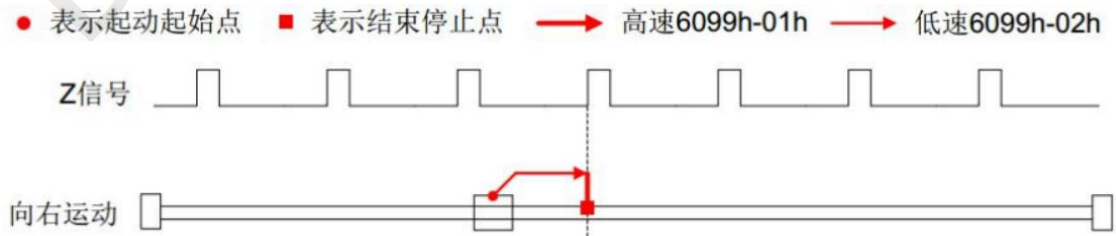
方法 27:



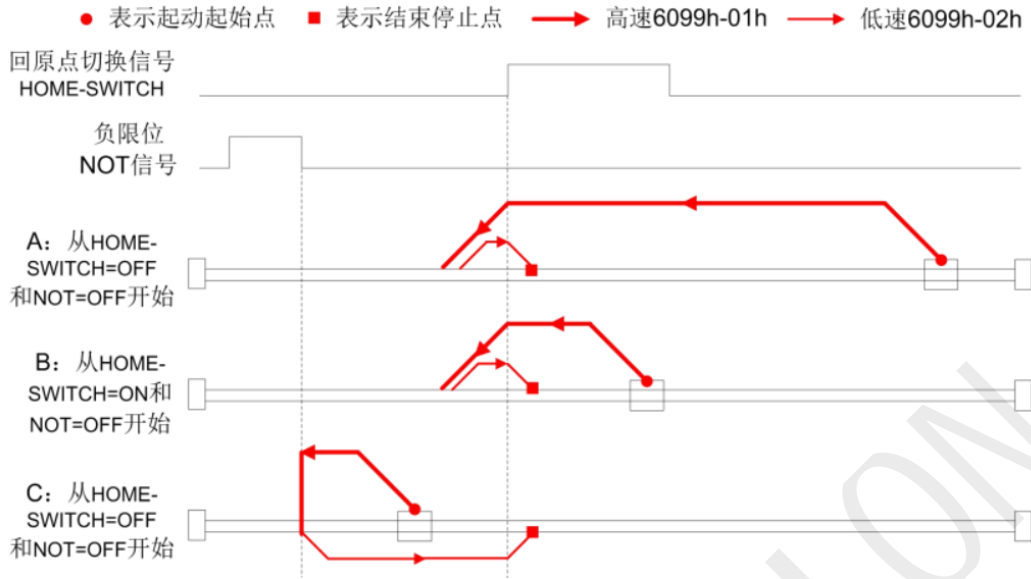
方法 28:



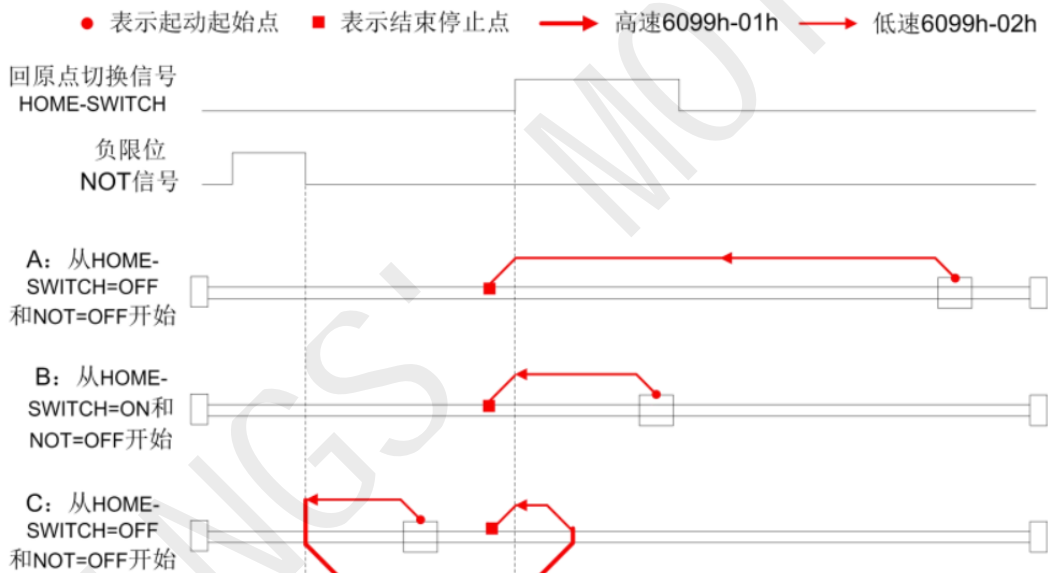
方法 29:



方法 30:



方法 31:



方法 32:

