

操作指南 • 4/2015

# ET200SP HS AI/AQ 模板过采样 (Oversampling) 功能使用入门

<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/109477947>

---

# 目录

<b>1</b>	<b>功能原理 .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>在 TIA 博途下组态 ET200 SP HS AI 模板的过采样功能 .....</b>	<b>4</b>
2.1	硬件环境 .....	4
2.2	组态步骤 .....	4
2.3	时间顺序 .....	16
<b>3</b>	<b>在 Step 7 V5.5 中 组态 ET200 SP HS AQ 模板的过采样功能 .....</b>	<b>18</b>
3.1	硬件环境 .....	18
3.2	组态步骤 .....	18
3.3	时间顺序 .....	23
<b>4</b>	<b>注意事项 .....</b>	<b>24</b>

# 1 功能原理

ET200SP 高速模拟量输入/输出 (HS AI/AQ) 模板的采样周期或者输出周期可以达到很短的时间, 比如 HS AI 模板最短采样周期可以达到  $50 \mu\text{S}$ 。而在 PROFINET 的等时同步模式下, 可以按照固定的系统时钟获取测量值和过程数据, 使用固定的处理时间来改善循环时间, I/O 数据是在等时同步模式下处理, 即输入数据始终以恒定的时间间隔读取并始终以恒定的时间间隔输出。

使用过采样 (或者细分采样, Oversampling) 功能时, 模块将设置的 PROFINET 时钟 (发送时钟) 分割成多个子时钟, 在每一个子时钟内模块记录下一个测量值 (AI 模板), 或者输出一个模拟量值 (AQ 模板)。即将恒定的时间间隔分成许多小的时间片, 在每个时间片内完成一次采样或输出。那么对应于每个发送时钟, HS AI 模板都会有多个采样值发送给控制器, 或者控制器将多个值发送给 HS AQ 模板在一个发送时钟内输出。控制器在等时同步组织块内对这些采样数据处理或者写入输出模块的模拟量值。

---

## 2 在 TIA 博途中组态 ET200 SP HS AI 模板的过采样功能

### 2.1 硬件环境

由于需要 PROFINET 的等时同步模式，所以 ET200SP 分布式 I/O 需要使用高性能接口模板（IM 155-6 PN HF）。本例中的硬件环境如下：

CPU 1516-3 PN/DP，订货号 6ES7 516-3AN00-0AB0

IM 155-6 PN HF，订货号 6ES7 155-6AU00-0CN0

ET200SP AI 2xU/I 2,4-wire HS，订货号 6ES7 134-6HB00-0DA1

### 2.2 组态步骤

下面以在 TIA 博途中组态为例，说明如何使用 ET200SP HS AI 模板的过采样功能。

首先需要组态等时同步模式。在 TIA 博途中添加 S7-1516 CPU 和 ET200SP 分布式 I/O，在分布式 I/O 中插入 HS AI 模块，并将 ET200 SP 分布式 I/O 分配给控制器。切换至拓扑视图，按照设备的实际端口连接情况，组态拓扑，如图 2-1 所示。

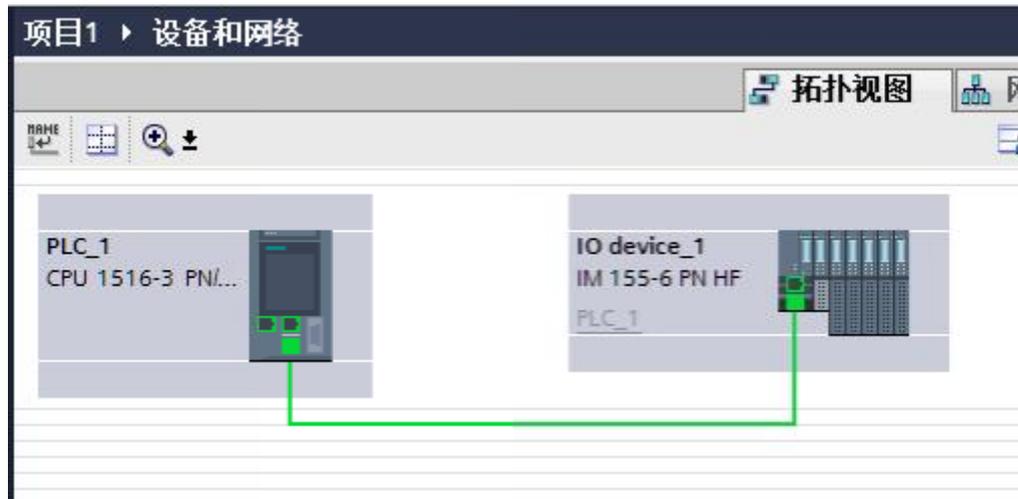


图 2-1 组态拓扑结构

组态同步域。切换至网络视图，在子网“PROFINET IO-System”上右键单击，弹出的窗口中选择“属性”，如图 2-2 所示。

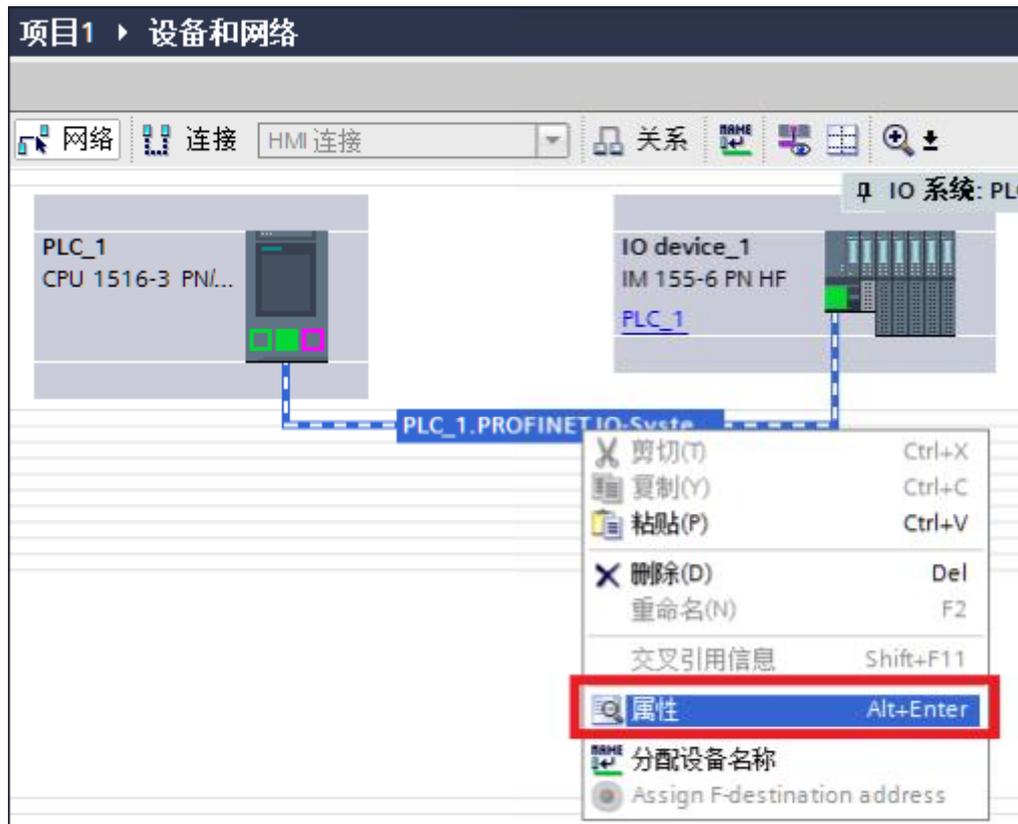


图 2-2 组态同步域

在下方的巡视窗口中就可以组态同步域的属性，依次选择“属性”->“常规”->“PROFINET”->“域管理”->“同步域”选项，使用默认同步域“Sync-Domain\_1”即可。首先设置发送时钟，用户可以根据自已的需求设置，此参数影响最小采样时间。本例中将发送时钟设置为 0.5mS，如图 2-3 所示。

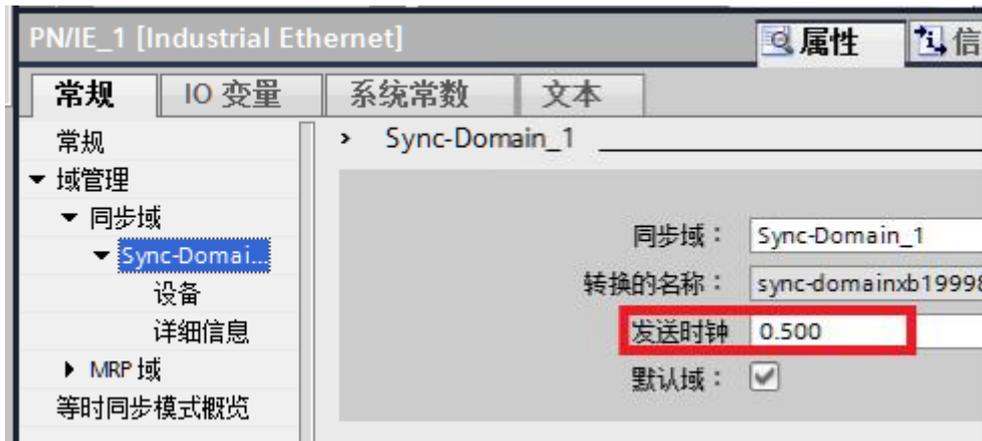


图 2-3 组态同步域发送时钟

下拉至 IO 设备选项，设置 RT 等级和同步角色。本例中将 CPU 集成的 PROFINET 接口设置为“同步主站”，将 ET200SP 设备的 RT 等级设置为“IRT”，则其同步角色自动变为“同步从站”，如图 2-4 所示。

IO 设备			
IO 设备名称	RT 等级	同步角色	
PLC_1.PROFINET ...		同步主站	
IO device_1	IRT	同步从站	

图 2-4 组态 RT 等级

在左侧项目树的 PLC 目录下找到“程序块”文件夹下，双击“添加新块”选项卡，在弹出的窗口中，选择“组织块”->“Synchronous Cycle”（同步中断组织块），用户可以修改组织块的名称和编号及编程语言，如图 2-5 所示。

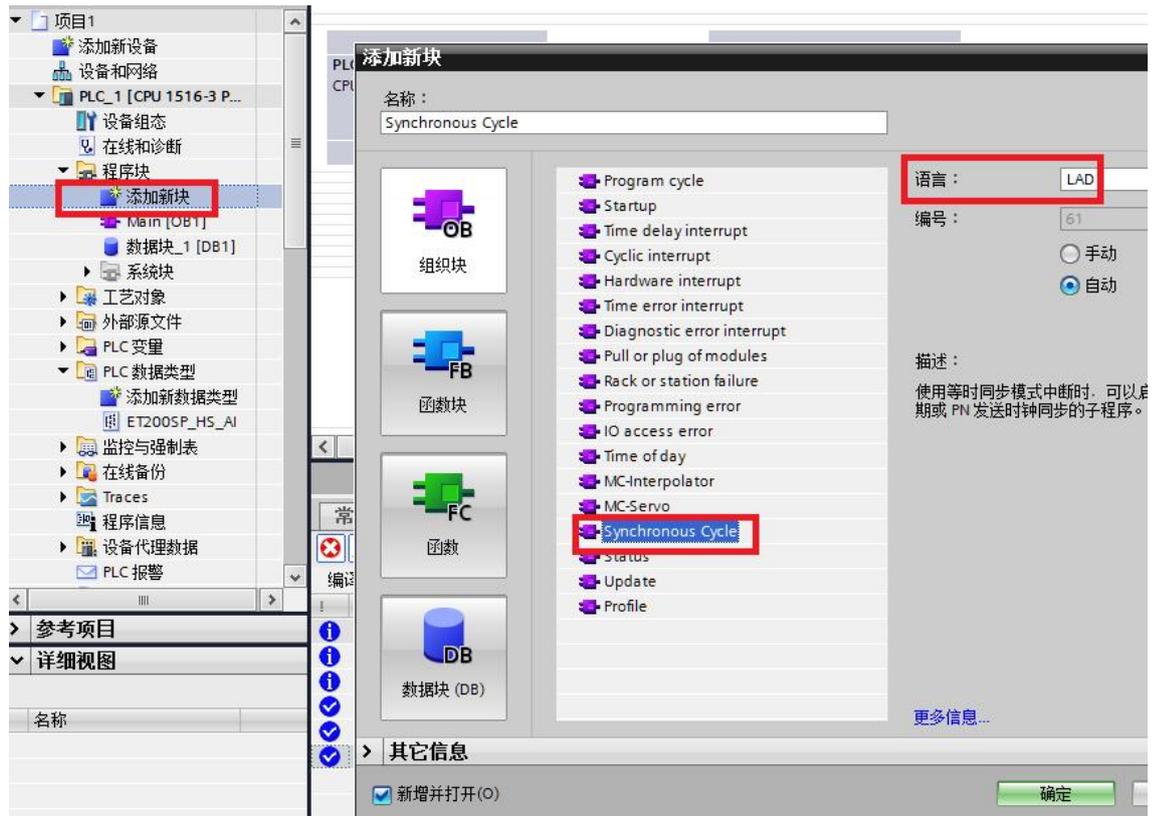


图 2-5 添加等时同步组织块

切换至设备视图（或者在网络视图中双击 ET200SP 分布式 IO），选择接口模板的 PROFINET 接口，在下方的巡视窗口中依次选择“属性”->“常规”->“PROFINET 接口 [X1]”->“高级选项”->“等时同步模式”，激活“等时同步模式”选项，在“详细信息概览中”，选择 AI HS 模板。如图 2-6 所示。

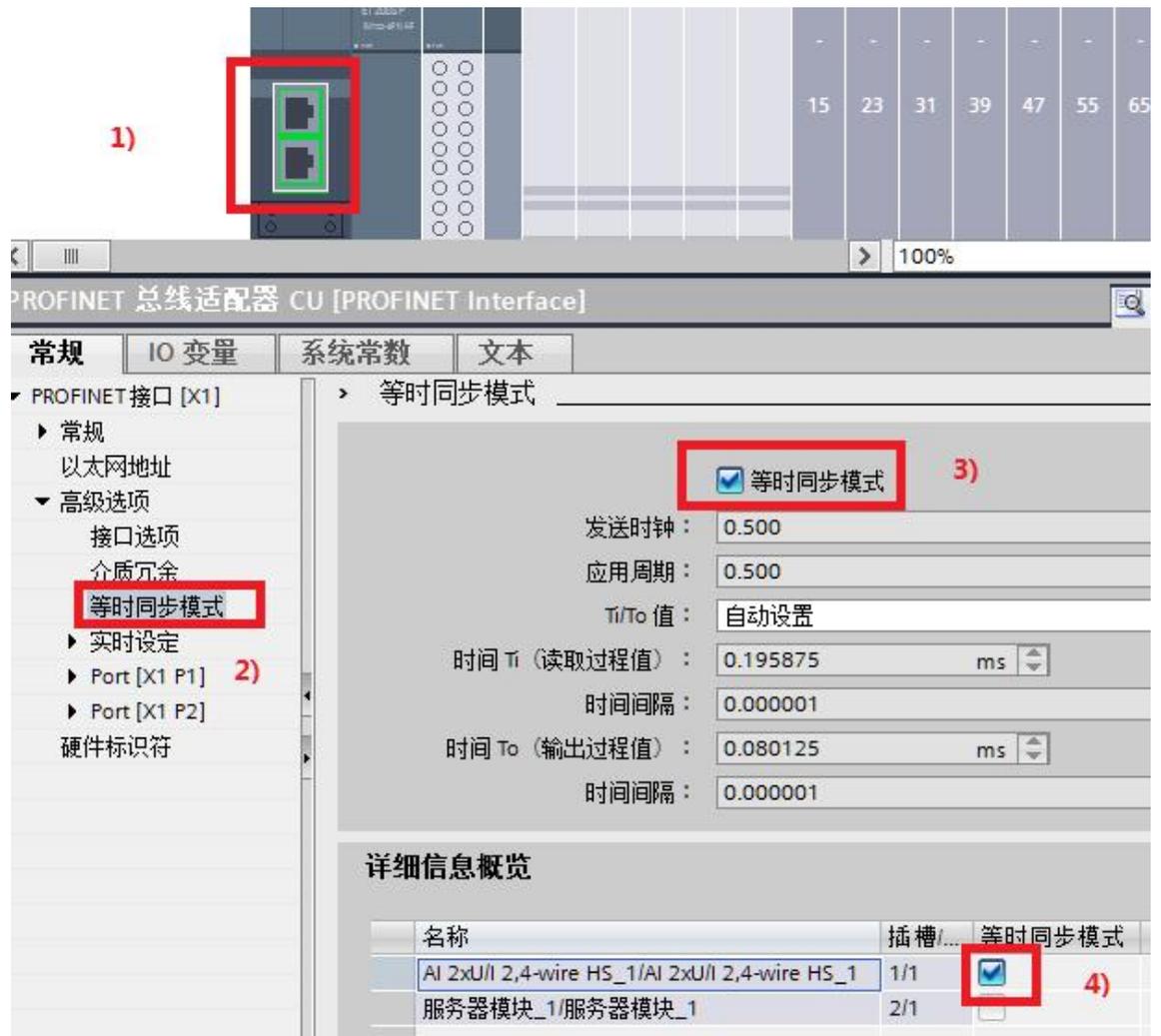


图 2-6 设置分布式 I/O 等时同步模式

选择 AI 模板，在下方的巡视窗口中依次选择“属性”->“常规”->“模块参数”->“AI 组态”中设置“采样率”。本例中将采样率设置为 10，则博途自动计算采样间隔为 50  $\mu$ S，如图 2-7 所示。



图 2-7 设置 HS AI 模板采样率

关于采样率设置的说明：如果此处设置为 1，则表示没有激活过采样功能（正常模式）。如果此处设置的采样率为 2 到 16，则激活了过采样功能，模板此时不支持硬件中断和值状态，并禁用了通道 1，同时地址空间变为 32 个字节。

由于最短的采样周期为 50 μ S，而本例中发送时钟为 500 μ S，所以此处设置的范围只能为 2~10，不能将采样率设置为 11 到 16，否则采样时间会小于模块所支持的最短采样时间。

当采样周期大于或等于 250 μ S 时，模块支持所有的测量量程和诊断功能，所以本例中如果设置为 2，则最短子时钟（采样时间）为  $500/2=250 \mu S$ ，则支持所有的测量量程和诊断功能（正常模式下的过采样）。当采样时间小于 250 μ S 时，即本例中采样率大于 2 时，模板的测量量程只支持 ± 10V 和 ± 20mA，并只支持部分诊断功能（高速模式下的过采样）。本例中发送时钟为 500 μ S，则当采样率设置为 10 时，则达到了模块所支持的最短采样时间 50 μ S。各种模式下支持的相应功能如表 2-1 所示。

功能	正常模式	正常模式下的过采样	高速模式下的过采样
等时同步模式	√	√	√
最短子时钟 (=采样时间)	250μS	250μS	50μS
所支持的细分采样等级	1	2 到 16	2 到 16
硬件中断	√	-	-
滤波	√	√	-
±10V	√	√	√
0 到 10V	√	√	-
±5V	√	√	-
1 到 5V	√	√	-
±20mA	√	√	√
0 到 20mA	√	√	-
4 到 20mA	√	√	-

上溢/下溢	√	√	x <sup>1)</sup>
断路 ( 4 到 20mA )	√	√	-
短路 ( 1 到 5V )	√	√	-
带电流测量范围的编码器 电源短路	√	√	√
负载电压诊断	√	√	√
值状态 ( QI )	√	-	-
地址空间	4 个字节	32 个字节	32 个字节

表 2-1 HS AI 模板工作模式

注 1: 对于产品版本 V1, 从固件版本 V1.x 起, 要进行可靠地检测诊断 (上溢/下溢), 至少需要是一个现场总线循环时间+250 μ S。

在属性中依次选择 “输入” -> “通道 0” -> “输入参数”, 来设置诊断及通道的测量类型, 本例中设置为 ± 10V, 如图 2-8 所示。



图 2-8 设置 HS AI 模板测量类型

在 “ I/O 地址 ” 选项中设置模块的起始地址和等时同步模式下的过程映像更新。模块地址空间为 32 个字节即 16 个字。每 1 个字长度对应 1 个过采样值。本例中采样率为 10, 则从最低地址开始, 前 10 个字为有效的采样值, 即 IW0~IW19。在 “组织块” 选项中选择已经添加好的等时同步组织块。过程映像默认为 “ PIP1 ”, 用户不必修改, 如图 2-9 所示。

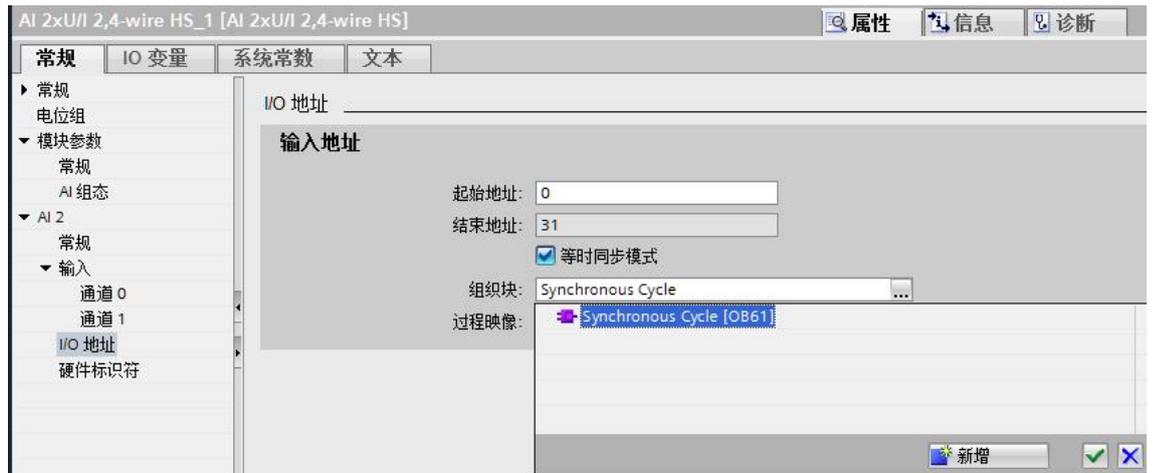


图 2-9 设置 HS AI 模板地址

为了方便监视和处理采集到的模拟量值，可以将采样值传送到数据块内，以使用户进一步处理数据。为了实现这一目的，首先声明一个 PLC 数据类型。在左侧的项目树下找到“ PLC 数据类型”选项，双击“添加新数据类型”选项，建立一个符号名为“ ET200SP\_HS\_AI”的 PLC 数据类型，在这个数据类型中，添加一个名称为“ Oversampling”的数组元素，数组包含 16 个“ Int”数据类型元素。如图 2-10 所示。

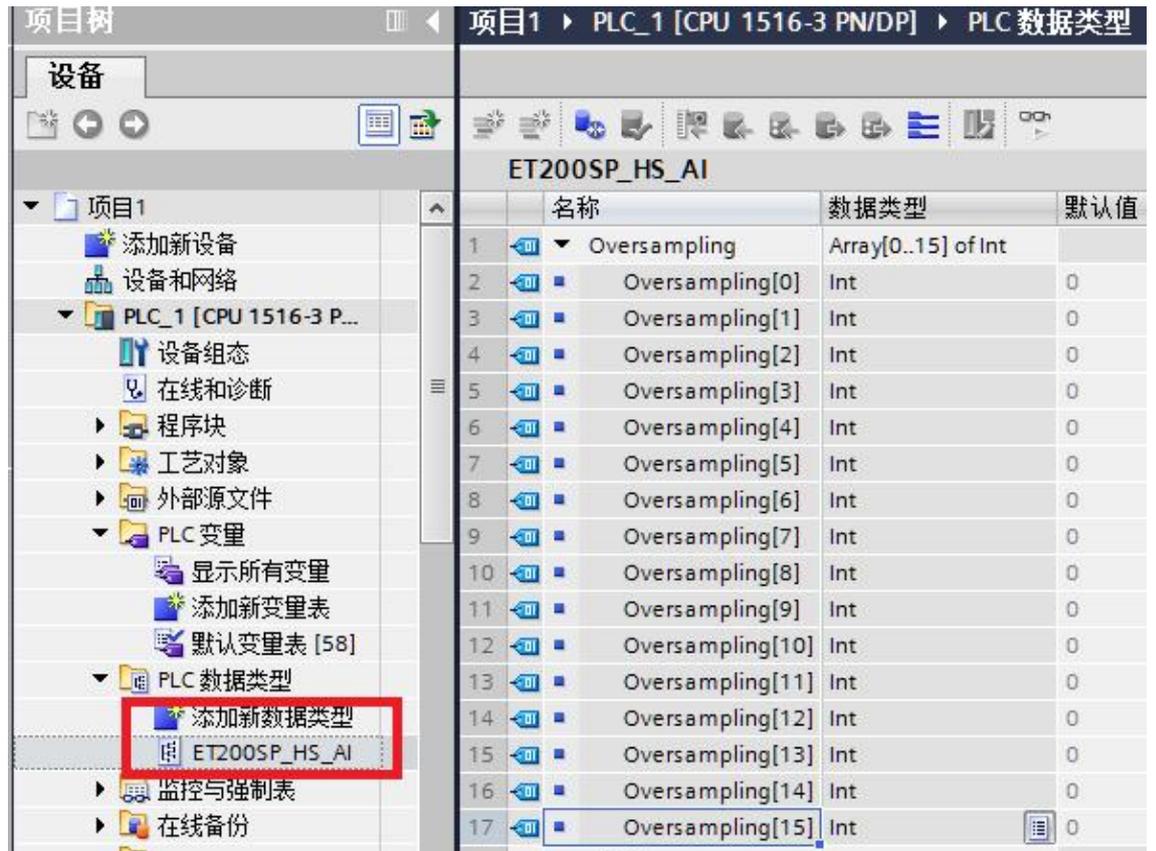


图 2-10 声明一个 PLC 数据类型

然后在变量表中声明一个符号名为“ HS\_AI\_1” ，数据类型为

“ ET200SP\_HS\_AI” 的变量，变量的地址填入 HS AI 模板的起始地址，本例中起始地址为“ I0.0” 。如果在变量表中点击右键，在弹出的菜单中选择“全部监视”，则可在变量表中直接监控 AI 模板的输入值，如图 2-11 所示。

项目1 ▶ PLC\_1 [CPU 1516-3 PN/DP] ▶ PLC 变量

PLC 变量

	名称	变量表	数据类型	地址	监视值
1	▼ HS_AI_1	默认变量表	"ET200SP...	%I0.0	
2	▼ Oversampling		Array[0.....	%I0.0	
3	Oversampling[...		Int	%IW0	19324
4	Oversampling[...		Int	%IW2	19316
5	Oversampling[...		Int	%IW4	19319
6	Oversampling[...		Int	%IW6	19521
7	Oversampling[...		Int	%IW8	19518
8	Oversampling[...		Int	%IW10	19720
9	Oversampling[...		Int	%IW12	19717
10	Oversampling[...		Int	%IW14	19719
11	Oversampling[...		Int	%IW16	19918
12	Oversampling[...		Int	%IW18	19919
13	Oversampling[...		Int	%IW20	32767
14	Oversampling[...		Int	%IW22	32767
15	Oversampling[...		Int	%IW24	32767
16	Oversampling[...		Int	%IW26	32767
17	Oversampling[...		Int	%IW28	32767
18	Oversampling[...		Int	%IW30	32767

图 2-11 在变量表中添加一个 PLC 数据类型的变量并监视

然后添加一个共享数据块，声明一个数据类型为“ ET200SP\_HS\_AI”的变量

“ HSAI\_Input”，如图 2-12 所示。

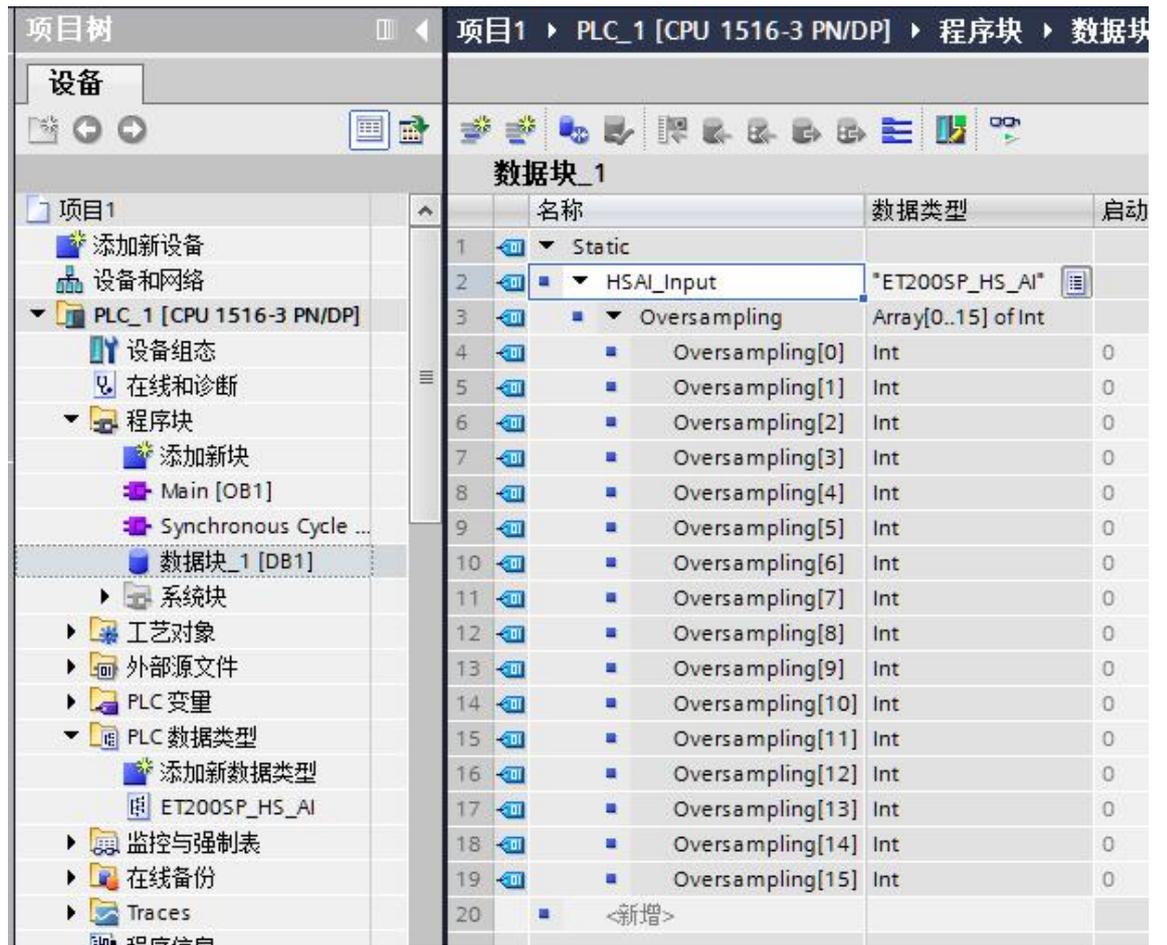


图 2-12 在数据块中声明变量

在等时同步组织块中编写程序。首先设置同步组织块的应用周期。为了能够采集到每个 PROFINET 发送时钟内的采样值，需要将同步组织块的应用周期对应于 1 个发送时钟的时间。右键单击组织块，弹出的窗口中，“常规” -> “等时同步模式” -> “应用周期 (mS)” 中进行设置。本例中即为 500  $\mu$  S (0.5mS)，如图 2-13 所示。

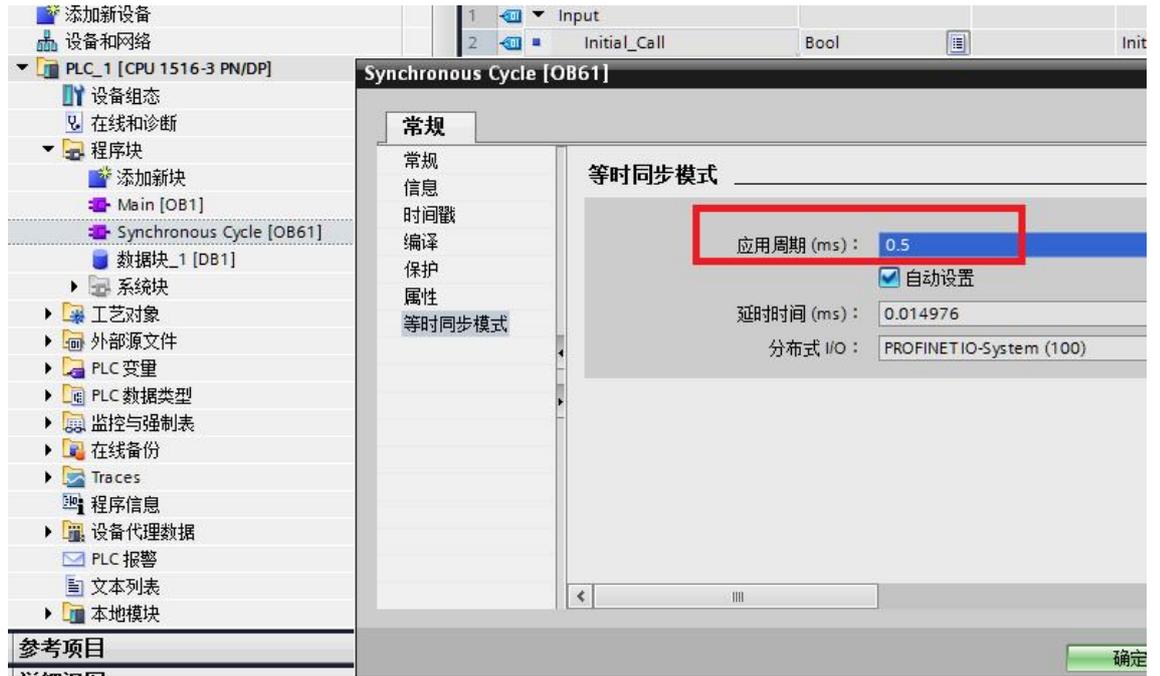


图 2-13 设置同步组织块的属性

打开同步组织块，在程序的开始处调用功能块“UPDAT\_PI”来更新输入映像区，然后将输入变量保存至共享 DB 块中，如图 2-14 所示。

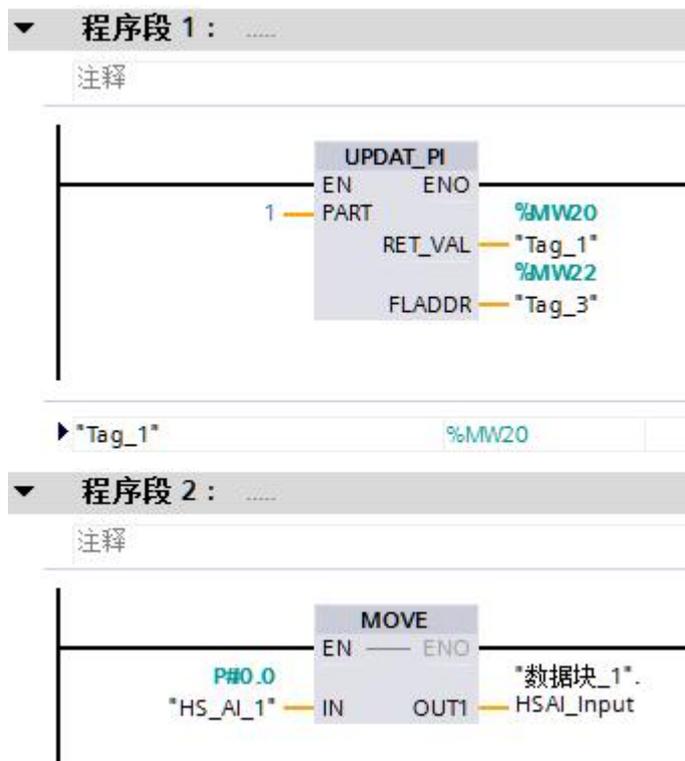


图 2-14 在同步组织块中编写程序

如果所设置的子时钟数少于 16，则使用 16#7FFF（十进制 32767）填充未使用的地址。将程序下载至 PLC 中，并分配 ET200SP 设备名称。在线监控采样值，前 10 个字即为每个发送时钟内采集到的值，后 6 个字为 32767，如图 2-15 所示。

数据块_1					
名称	数据...	...	监视值	保持性	
Static					
HSAI_Input	*ET...				
Oversampling	Array[...				
Oversampling[0]	Int	0	8401		
Oversampling[1]	Int	0	8621		
Oversampling[2]	Int	0	8605		
Oversampling[3]	Int	0	8603		
Oversampling[4]	Int	0	8803		
Oversampling[5]	Int	0	8804		
Oversampling[6]	Int	0	9018		
Oversampling[7]	Int	0	9000		
Oversampling[8]	Int	0	9002		
Oversampling[9]	Int	0	9203		
Oversampling[...]	Int	0	32767		
Oversampling[...]	Int	0	32767		
Oversampling[...]	Int	0	32767		
Oversampling[...]	Int	0	32767		
Oversampling[...]	Int	0	32767		
Oversampling[...]	Int	0	32767		

图 2-15 在线监控读取到的子时钟采样值

## 2.3 时间顺序

过采样时 AI 模块所记录的数据循环值将在下一个时钟周期复制到接口模板 IM 中，CPU 可在一个时钟周期后对这些数据进行处理。那么意味着第 n 个时钟周期的同步组织块中所对应的数据为第 n-2 个周期中的采样值，如图 2-16 所示。

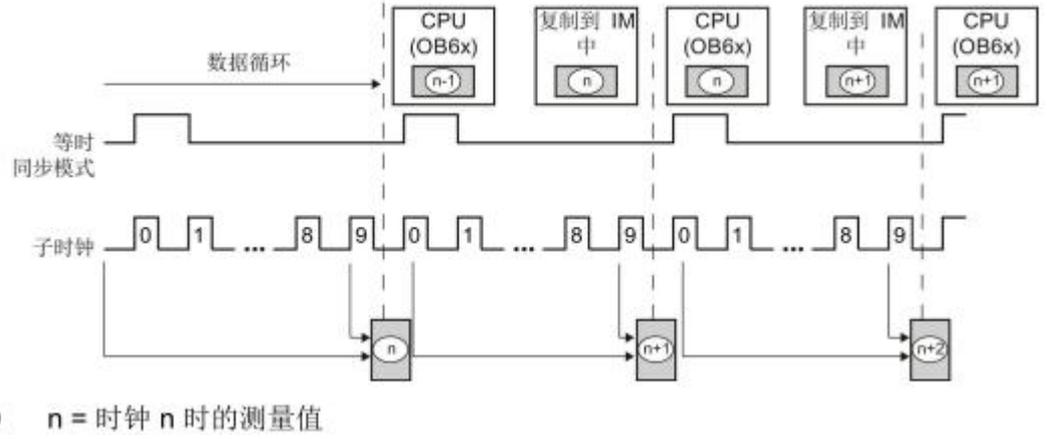


图 2-16 时间顺序

## 3 在 Step 7 V5.5 中 组态 ET200 SP HS AQ 模板的过采样功能

### 3.1 硬件环境

由于需要 PROFINET 的等时同步模式，所以 ET200SP 分布式 I/O 需要使用高性能接口模板（IM 155-6 PN HF）。本例中的硬件环境如下：

CPU 315-2 PN/DP，订货号 6ES7 315-2EH14-0AB0

IM 155-6 PN HF，订货号 6ES7 155-6AU00-0CN0

ET200SP AQ2 x U/I HS，订货号 6ES7 135-6HB00-0DA1

### 3.2 组态步骤

下面以在 Step 7 V5.5 中组态为例，说明如何使用 ET200SP HS AQ 模板的过采样功能。

首先需要组态等时同步模式，在 Step7 V5.5 中添加 S7-315 CPU 和 ET200SP 分布式 I/O，具体组态步骤参考下载中心文档“PROFINET IRT 等时模式使用入门”，文档编号 A0518，链接如下：

<https://support.industry.siemens.com/cs/cn/zh/view/79572885>

组态好等时同步模式后，双击 AQ 模板，在弹出的属性窗口中，选择参数

（Parameters）页面。由于 HS AQ 模板支持的最小子时钟为  $250 \mu\text{S}$ ，在发送时钟为  $1\text{mS}$  的情况下，细分等级最多为 4。本例中，设置输出率为 4，电压输出，范围为  $\pm 10\text{V}$ ，如图 2-17 所示。

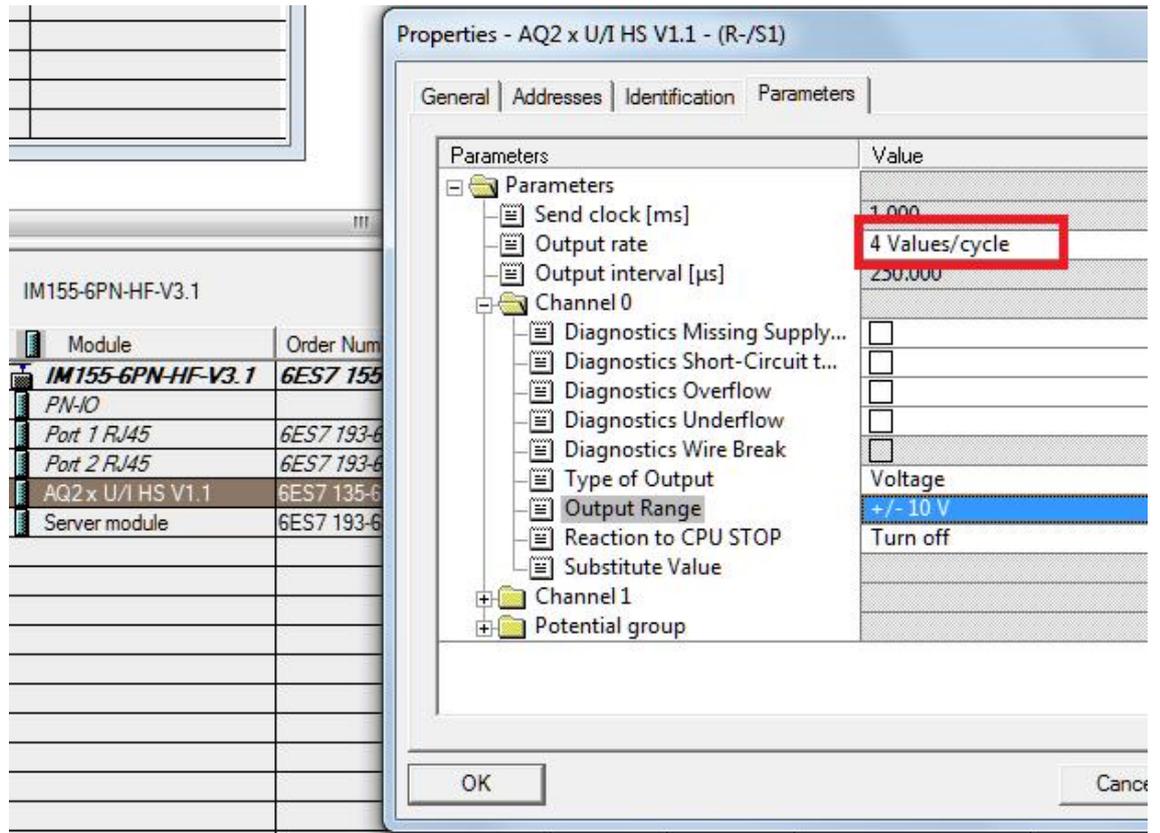


图 3-1 设置 HS AQ 模块的输出率

当设置输出率参数等于 1 时，没有激活 HS AQ 模块的过采样功能（正常模式）。大于 1 时，激活了过采样功能。此时会禁用通道 1，同时禁用了值状态功能，并将模块占用的输出地址区变为 32 个字节，即 16 个字。如果所设置的子时钟数小于 16，则 HS AQ 模块不会评估那些未使用的地址。本例中，前 4 个字为有效的地址，模块在一个发送周期会依次按照从低地址开始的前 4 个字的值输出，后 12 个字无效，模块不会对这些数据做出响应。操作模式总揽如表 3-1 所示。

功能	正常模式	正常模式下的过采样
等时同步模式	√	√
最短子时钟	250µS	250µS
所支持的细分采样等级	1	2 到 16
±10V	√	√

0 到 10V	√	√
±5V	√	√
1 到 5V	√	√
±20mA	√	√
0 到 20mA	√	√
4 到 20mA	√	√
上溢	√	√
下溢	√	√
电流断路	√	√
电压短路	√	√
带电流测量范围的编码器电源短路	√	√
负载电压诊断	√	√
值状态 ( QI )	√	-
对 CPU STOP 模式的响应	√	√
数据长度	4 个字节	32 个字节

表 3-1 HS AQ 模块工作模式

选择地址选项卡，用户可以自行设置模块的起始地址，本例中使用地址 0，过程映像区为 OB61 分配的 PIP1，如图 3-2 所示。

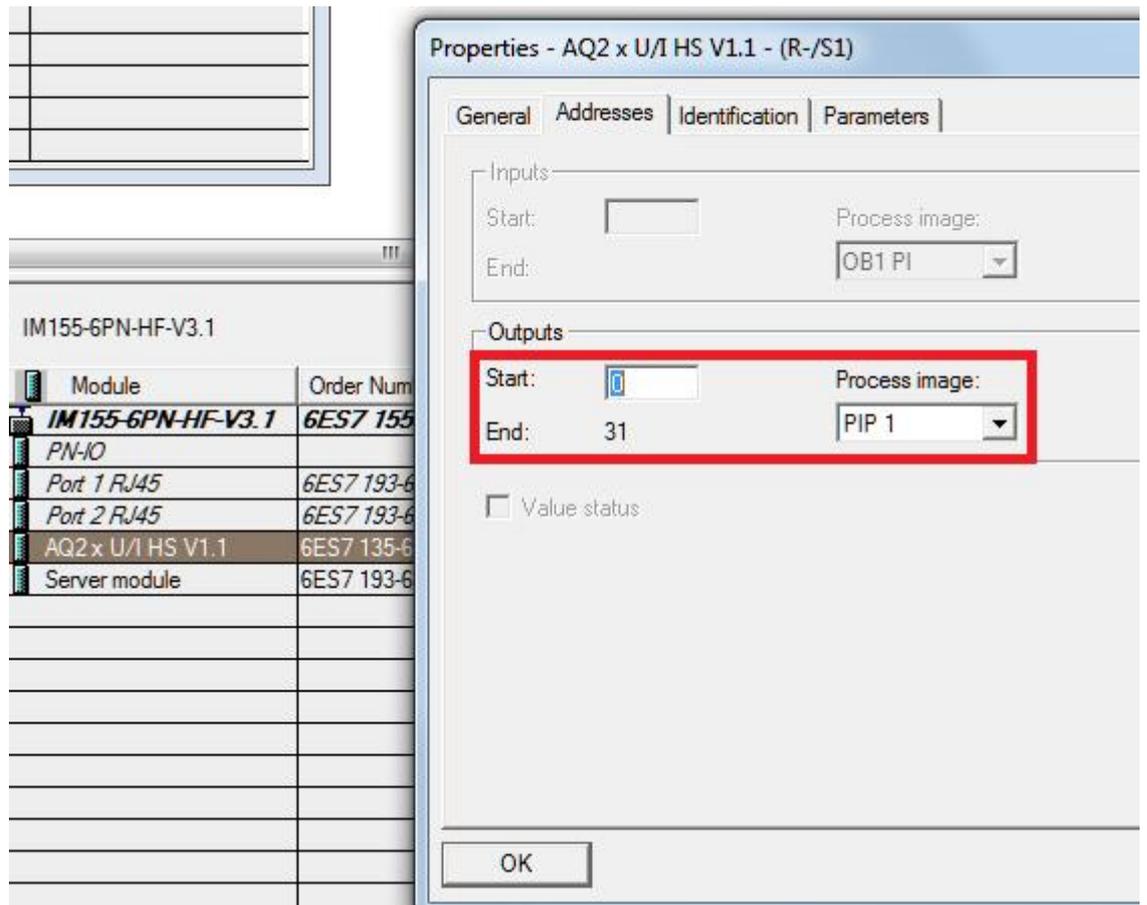


图 3-2 设置 HS AQ 模板的地址

在 OB61 中编写用户程序，输出一个周期为 1mS 的，电压值为-7.5V， -5.0V， 0V， +5V 的方波，即每个电压等级持续 250  $\mu$  S。并调用系统功能块 SFC127 “ SYNC\_PO” 更新输出映像区，如图 3-3 所示。

OB61 : "DP Synchronous Interrupt"

Comment:

Network 1: Title:

```
L    -20736          //-7.5V
T    QW    0
L    -13824          //-5V
T    QW    2
L    0              //0V
T    QW    4
L    13824          //+5v
T    QW    6

CALL "SYNC_PO"
PART :=B#16#1
RET_VAL:=MW20
FLADDR :=MW22
```

SFC127

图 3-3 在等时同步组织块中编写程序

使用示波器观察输出结果如图 3-4 所示。

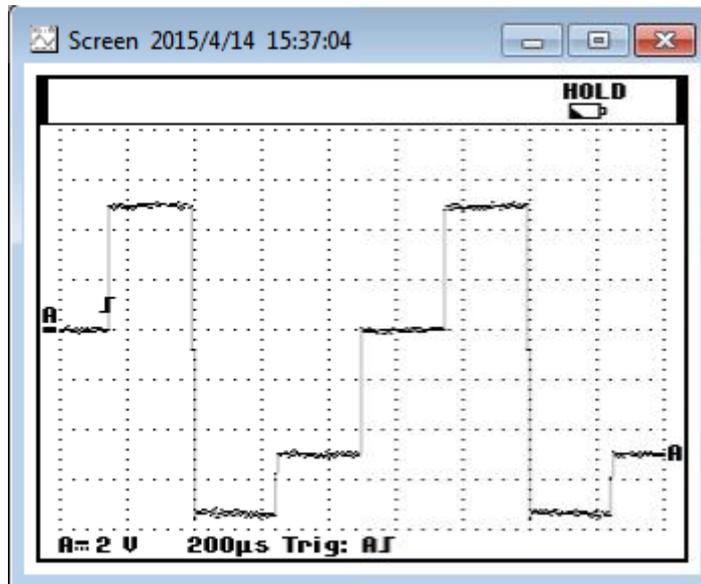
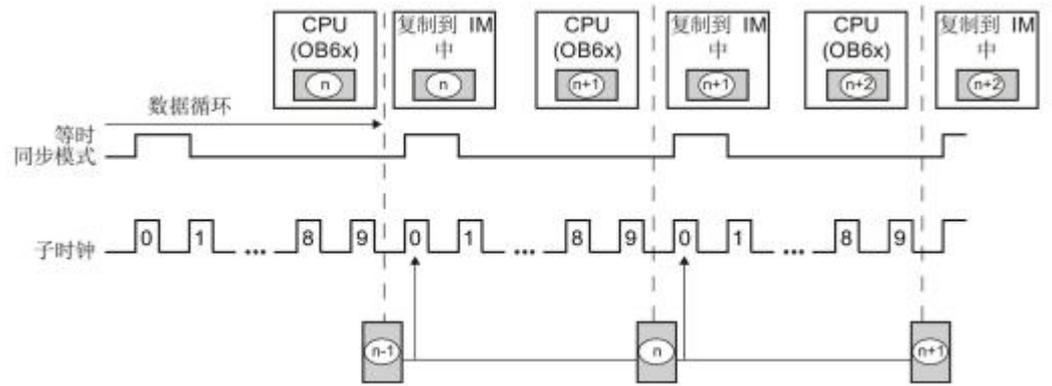


图 3-4 使用示波器观察输出

### 3.3 时间顺序

进行过采样时，CPU 中的输出数据将在下一个数据循环之后由模块输出，那么意味着第  $n$  个数据循环时钟的数据将在第  $n+2$  个数据循环时钟中输出，如图 3-5 所示。



①  $n =$  时钟  $n$  时的输出值

图 3-5 时间顺序

---

## 4 注意事项

1. 过采样功能依赖于分布式 I/O 的等时同步模式，意味着只能在分布式 I/O 上使用，且需要组态等时同步模式。
2. 过采样功能自动禁用 HS AI/AQ 模板的通道 1，意味着只有一个通道可用。
3. 在过采样功能下，如果 HS AI 模板最短采样时间小于  $250 \mu\text{S}$ ，则采集信号只能为  $\pm 10\text{V}$  或者  $\pm 20\text{mA}$ ，并且不支持硬件中断，滤波功能，由于不支持  $4\sim 20\text{mA}$ ， $1\text{V}\sim 5\text{V}$ ，所以也不支持断路、短路诊断功能。HS AQ 模板不影响诊断功能。但是两种模板在过采样状态下均不支持值状态。
4. HS AI 模板在一个通信周期内多次采集数据，一次性将这些数值发送给控制器。对于 HS AQ 模板，控制器在等时同步组织块内写好子时钟的输出数据，一次将这些数值发送给 AQ 模板输出。
5. 控制器在等时同步组织块内更新过程影像，获得输入数据或写输出数据。所以建议将等时同步中断组织应用周期对应于一个发送时钟的时间。