

## 1. 简介

实现西门子面板与 S7-400H 冗余系统的连接，并在冗余切换时实现连接自动切换，主要有 PROFIBUS DP、MPI 和 Industrial Ethernet 三种连接方式。本文将分别介绍在这三种连接方式下的四种实现方法：

- (1) DP 方式(-) 通过两个 PROFIBUS 中继器实现连接面板到冗余系统
- (2) DP 方式(=) 通过两个非冗余 PROFIBUS DP 接口实现连接面板到冗余系统
- (3) MPI 方式 通过 MPI 方式连接面板到冗余系统
- (4) IE 方式 通过 Industrial Ethernet 方式连接面板到冗余系统

三种连接方式的优缺点可以参考下表：

	硬件需求 <sup>[1]</sup>	编程实现
DP方式(-)	需要额外的2个中继器、占用1个DO输出通道、可能还需要继电器等	无须考虑冗余切换的编程；编程与组态简单
DP方式(=)	需要占用两个非冗余的DP接口	须对冗余切换进行编程；编程与组态相对复杂
MPI方式	无需额外的硬件设置	须对冗余切换进行编程；编程与组态相对复杂
IE方式	需要工业交换机支持（若系统中没有，需另外配置）	须对冗余切换进行编程；编程与组态相对复杂

注<sup>[1]</sup> 这里不包括DP电缆、DP总线连接器（DP接头）及工业双绞线、RJ45插头等。

表 1 面板与冗余 CPU 连接的方式对比

本文所实现的自动切换功能，均是利用“面板连接的切换”或“硬件链路的切换”功能，使面板仅与当前冗余系统中的主 CPU 连接。而由于网络线路故障等原因产生的连接失败无法进行自动切换。另一种使用“心跳信号”的判断方法，可以参考下面文档。

《连接面板到 S7-400H 系统——心跳信号方法》

下载中心文档编号: F0680

<http://www.ad.siemens.com.cn/download/searchResult.aspx?searchText=F0680>

本文所述面板与冗余系统的连接切换主要有两种思路：

- (1) 通过 PROFIBUS 中继器实现硬件上的连接切换。可参考“ DP 方式(-)”。
- (2) 通过脚本实现软件上的连接切换<sup>[2]</sup>。可参考“ DP 方式(=)、MPI 方式、IE 方式”。

注<sup>[2]</sup>：该方法只适合于支持 3 个及以上连接的、并且支持“ ChangeConnection” 函数的面板。

OP 77、OP/TP 170、OP/TP 177、OP/TP 270、OP/TP 277、MP 270、MP 277、MP 370 等面板都能满足这些要求。

## 2. 通过 PROFIBUS DP 方式连接面板到冗余系统

Y-Link 不支持路由功能，其后只能接标准的 DP 从站，面板作为二类 DP 主站，不能接在 Y-Link 之后的 DP 总线上实现和冗余 CPU 通信。

注意：不建议将已经组态于连接面板的 DP 接口，用于连接 DP 从站。

### 2.1 通过两个 PROFIBUS 中继器实现连接面板到冗余系统

面板可以通过两个中继器“间接”与冗余 CPU 连接。冗余 CPU 通过必要的程序，将一个 CPU 的实时“主从关系”状态输出给一个数字量输出通道（DO）。这个数字量输出连接并控制两个中继器的供电，实现其中一个得到供电、一个失去供电，也就是说在同一时刻只有一个中继器工作。事实上，面板时刻只与其中一个 CPU 建立有效的连接。当中继器失去供电后，内部终端电阻将不再有效，此时需要一个有源的终端电阻，如图 1 所示。

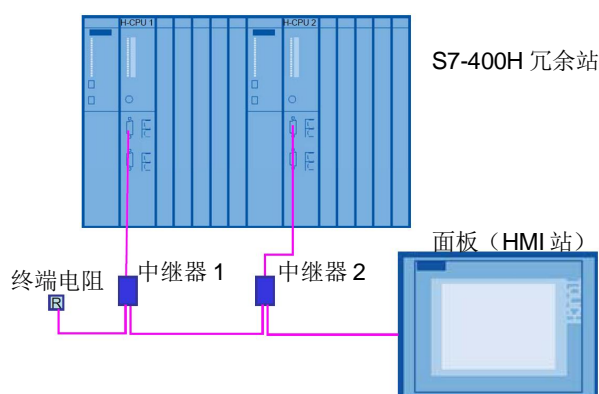


图 1 通过中继器实现面板与冗余 CPU 连接的示意图

此方式适应用于使用冗余的 PROFIBUS DP 接口的场合（具有相同 DP 地址），同样适用于连接具有相同地址的 MPI 接口。

通过中继器方式实现面板与冗余 CPU 连接，所需额外的硬件（不包含 PROFIBUS DP 电缆和继电器等）可以参考下表。

所需额外硬件	数量	订货号
RS 485 中继器	2	6ES7 972-0AA02-0XA0
有源 RS 485 终端电阻	1	6ES7 972-0DA00-0AA0

表 2 通过中继器实现面板与冗余 CPU 连接的硬件需求

关于中继器的接线，可以参考下面接线图。

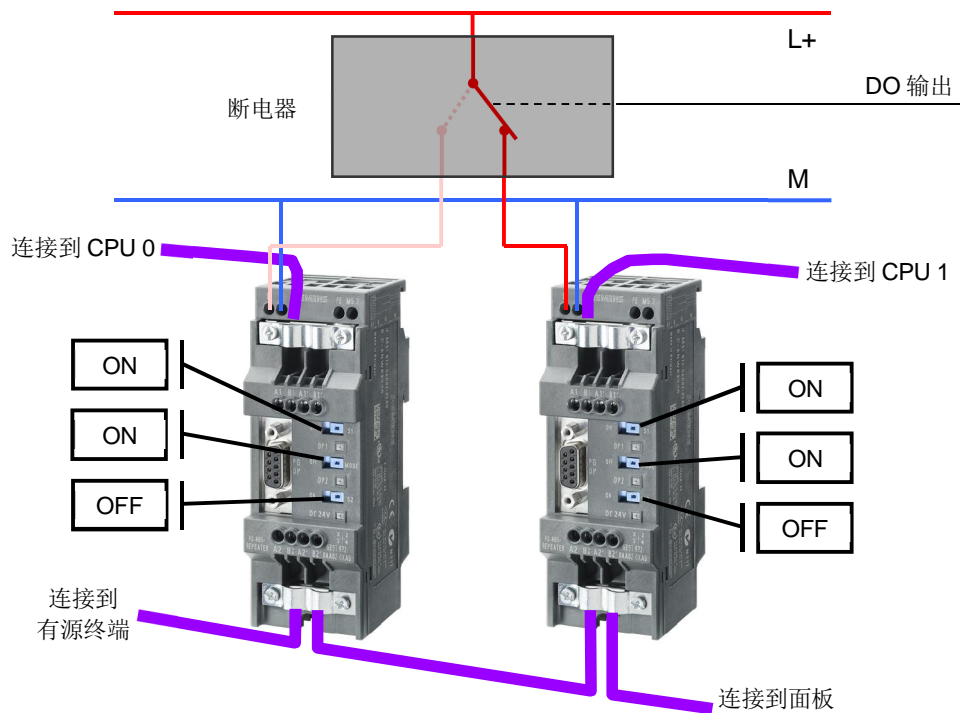


图 2 中继器连接面板的中继器接线图

### 步骤 1 组态 S7-400H 硬件和网络

在 SIMATIC MANAGER 中插入 SIMATIC H Station，打开硬件组态程序 HW Config，插入机架、电源、CPU、CPU 的同步模块、CP 模块等，并组态和分配相应的 PROFIBUS DP 网络，工业以太网网络等。打开网络组态 NetPro，如图 3 所示，可以使用一对冗余的 PROFIBUS DP 接口与中继器连接。

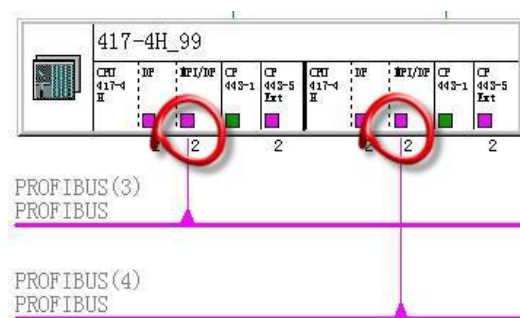


图 3 组态 S7-400H 硬件

## 步骤 2 编写 S7-400H 相关程序

为了控制继电器供电得失，冗余 CPU 需要编程将“主从标志位”发送到一个 DO 输出点，进而控制继电器的断开与吸合。关于有关的程序部分可以参考图 4。本例以 Q0.0 作为数字量输出点。

本文中使用 FB 523 来读取 CPU 的状态，关于 FB 523 程序块和相关的使用说明，可参考下面链接。MSG\_EVID 是和上位机报警消息相关的 ID 号，由系统自动填充。FB 523 程序部分应在 OB 1 或循环中断 OB 3x 中调用。

《如何读出一个 H 系统的运行状态和冗余状态？》  
下载中心文档编号: 19537149  
<http://www.ad.siemens.com.cn/download/searchResult.aspx?searchText=19537149>

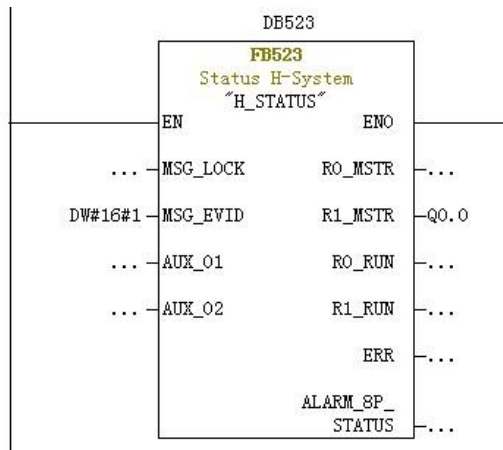


图 4 控制继电器供电得失的程序部分

## 步骤 3 组态 HMI 站连接

使用此方法与面板连接时，只需建一个与冗余 CPU 对应的连接。连接参数中，需要将“扩展插槽”和“机架”设置为空，如图 5 所示。

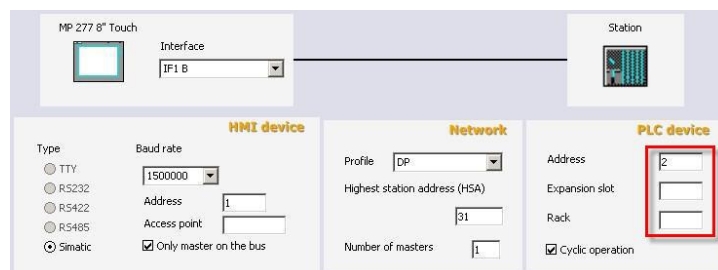


图 5 控制继电器供电得失的程序部分

#### 步骤 4 组态 HMI 站变量、画面等以及结果测试

面板与冗余 CPU 的连接切换是由 CPU 程序和中继器来完成的，所以 HMI 站不需要特别的组态，具体组态过程和测试过程这里不再赘述。所有工程外部变量都建立在唯一的连接上。

#### 2.2 通过两个非冗余 PROFIBUS DP 接口实现连接面板到冗余系统

考虑到冗余的 PROFIBUS DP 接口只能设置相同的 DP 地址，而两个非冗余的 PROFIBUS DP 接口就可以设置不同的 DP 地址。（如果使用的 DP 接口为冗余接口，则必须使用两对冗余 DP 接口，并从每个 CPU 各取一个接口，用于与面板连接的组态。）此时，面板和冗余系统的连接与 MPI 方式、IE 方式类似。注意，用于连接面板的 PROFIBUS DP 接口（或冗余 PROFIBUS DP 接口）不建议连接任何 DP 从站。两条 PROFIBUS DP 总线的参数设置应相同。

下面以 S7 417-4H 的集成 MPI/DP 接口(Port 1)和集成 DP 接口(Port 2)为例，介绍组态步骤。

#### 步骤 1 组态 S7-400H 硬件

在 SIMATIC MANAGER 中插入 SIMATIC H Station，打开硬件组态程序 HW Config，插入机架、电源、CPU、CPU 的同步模块、CP 模块等，并组态和分配相应的 PROFIBUS DP 网络，工业以太网网络等。

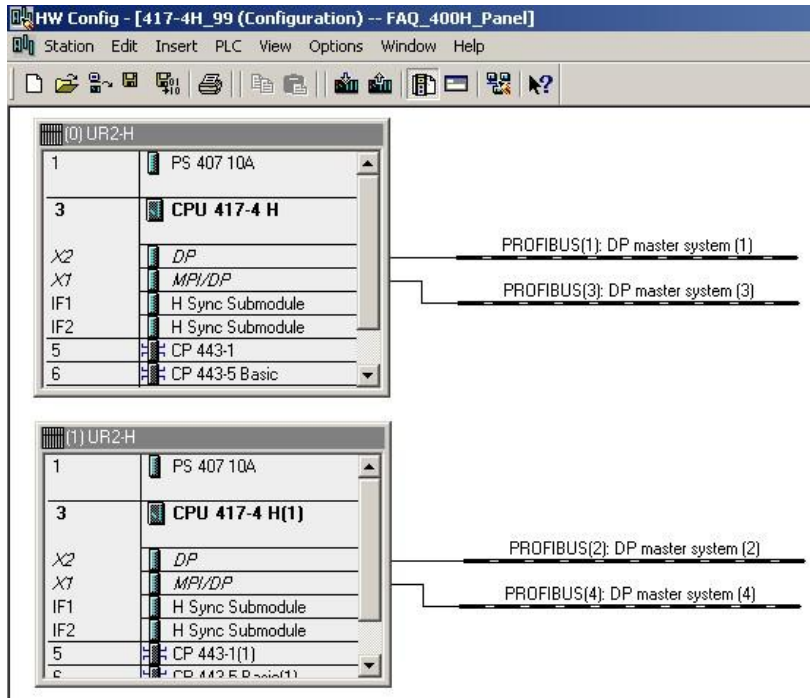


图 6 组态 S7-400H 硬件

### 步骤 2 组态 PROFIBUS DP 网络

打开网络组态 NetPro，组态 PROFIBUS DP 网络，如图 7 所示。

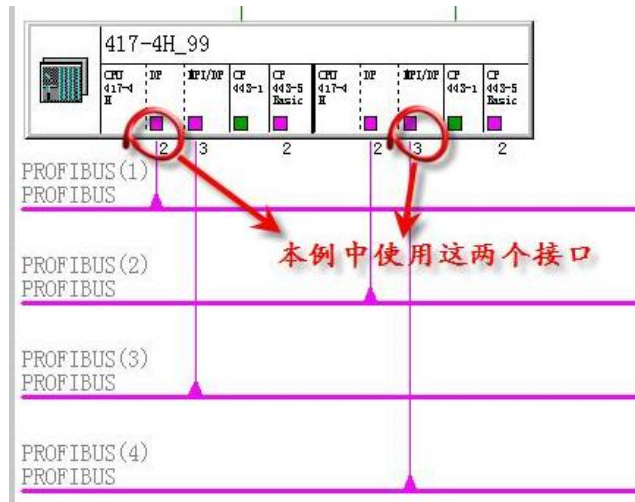


图 7 组态 S7-400H 网络

### 步骤 3 编写 S7-400H 程序

这里仍然使用 FB 523，用于判断 CPU 状态的程序。有关 FB 523 的说明请参考前文。

首先在符号中定义 4 个 **BOOL** 型变量，用来存放 **CPU** 的运行状态和主从状态，如图 8 所示。将 **FB 523** 编写在 **OB 1** 或循环中断 **OB 3x** 中调用，图 9 和图 10 分别示例了在 **CFC** 中和在梯形图中如何编写 **FB 523** 程序部分。（可以根据项目需求选择一种编程方式。）组态 **CPU** 的属性，设置 **MB 10** 作为 **Clock Memory** 用于测试，如图 11 所示。

Symbol	Address	Data type	Comment
HCPU0_RUN	M 0.0	BOOL	the run status of H cpu0
HCPU0_MSTR	M 0.1	BOOL	the master status of H cpu0
HCPU1_RUN	M 1.0	BOOL	the run status of H cpul
HCPU1_MSTR	M 1.1	BOOL	the master status of H cpul
Test_Variable	MB 10	BYTE	test variable

图 8 在符号表中建立用于存储 CPU 状态和测试的变量

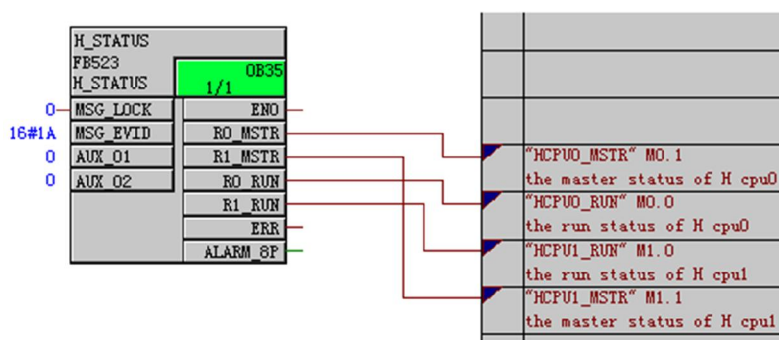


图 9 在 CFC 中调用 FB 523

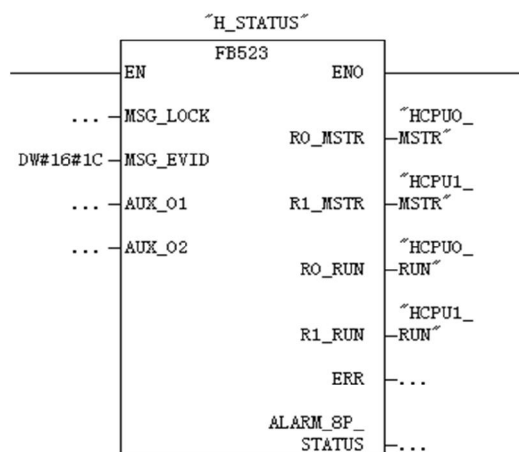


图 10 使用梯形图调用 FB 523



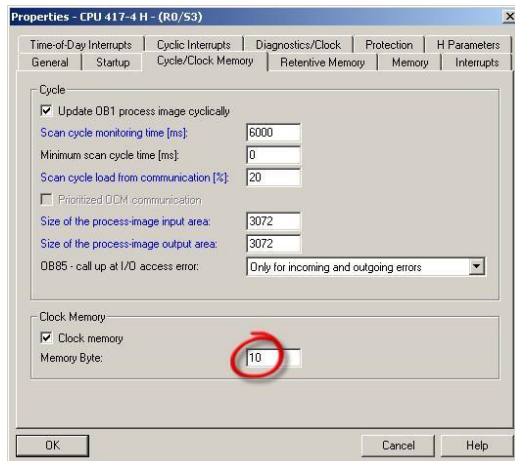


图 11 组态 Clock Memory 用作测试变量

#### 步骤 4 新建 HMI 站

新建一个 WinCC Flexible 项目，选择相应的 HMI 设备。

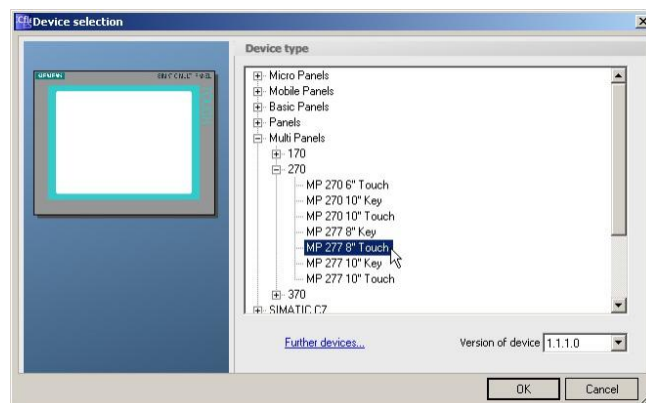


图 12 选择相应的 HMI 设备

#### 步骤 5 组态 HMI 站的连接

打开 HMI 项目的连接组态，新建 3 个连接：Connection\_1、Connection\_2 和 Connection\_X，如图 13 所示。可以将 Connection\_X 的组态为与 Connection\_1 相同的地址设置。

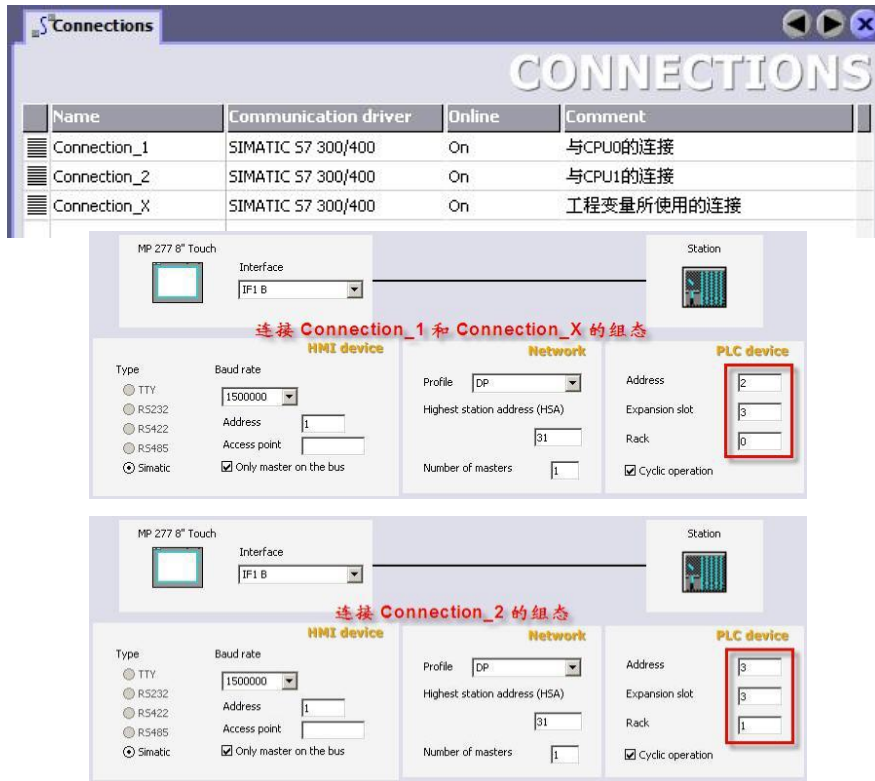


图 13 新建 3 个连接并进行组态

### 步骤 6 组态 HMI 站的变量

按图 14 和图 15 所示创建必要的变量，图示中前 6 个变量都是必要的，并将它们的更新模式都设置为“Cyclic Continuous（周期连续）”。所有项目中需要的工程变量应建立在连接“Connection\_X”上，本文以“Test\_Variable”为工程变量（测试），作为示例。

Name	Connection	Data type	Address	Array elements	Acquisition cycle	Comment
CPU0_Status	<Internal tag>	Byte	<No address>	1	1 s	
CPU1_Status	<Internal tag>	Byte	<No address>	1	1 s	
CPU0_Status_FromCPU0	Connection_1	Byte	MB 0	1	1 s	
CPU1_Status_FromCPU0	Connection_1	Byte	MB 1	1	1 s	
CPU0_Status_FromCPU1	Connection_2	Byte	MB 0	1	1 s	
CPU1_Status_FromCPU1	Connection_2	Byte	MB 1	1	1 s	
Test_Variable	Connection_X	Byte	MB 10	1	1 s	

图 14 组态 Memory Clock 用作测试变量

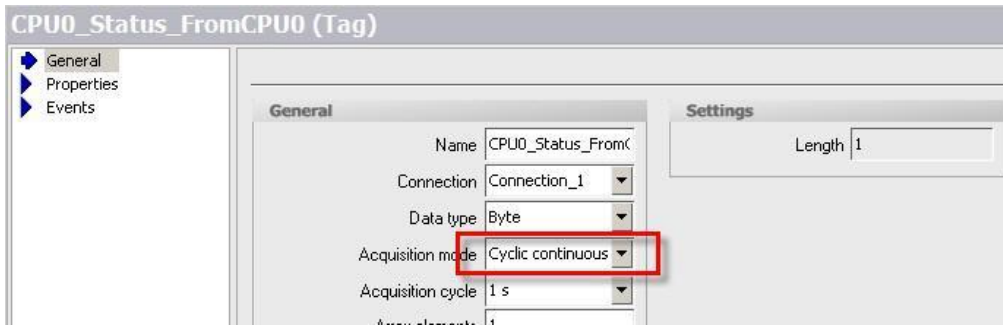


图 15 将外部变量全部组态为“ cyclic continuous（周期连续）”

如果希望在 HMI 画面上显示冗余 CPU 的运行状态，如图 16 所示，需要为外部变量 CPU0\_Status\_FromCPU0、CPU1\_Status\_FromCPU0、CPU0\_Status\_FromCPU1 以及 CPU1\_Status\_FromCPU1 添加在数值改变的事件函数——“ SetValue” 函数。

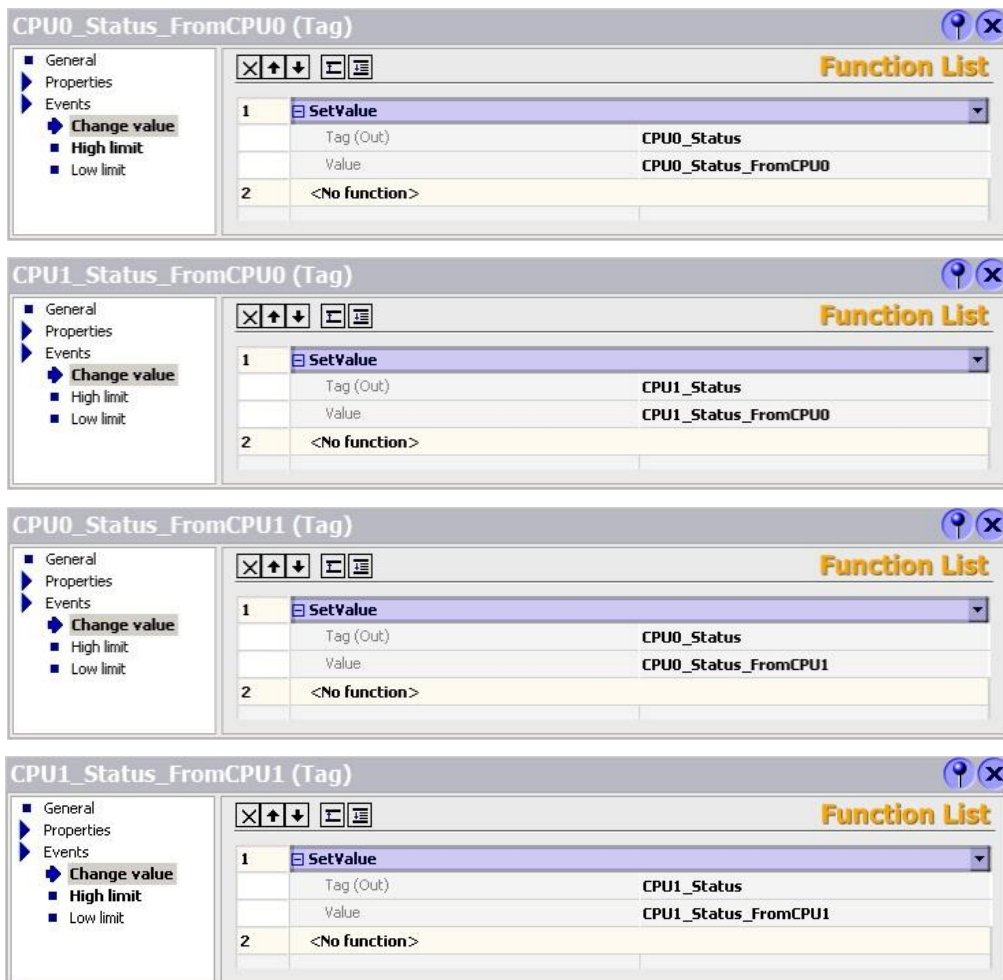


图 16 组态在冗余 CPU 状态变化时触发的函数

## 步骤 7 组态 HMI 站连接的自动切换

为了使面板与冗余 CPU 的连接能自动切换，需要为外部变量 CPU0\_Status\_FromCPU0 和 CPU1\_Status\_FromCPU1 创建上限值 1，并设置相应上限时触发的事件函数。每个变量添加一个“ChangeConnection”函数，如图 17 和图 18 所示。

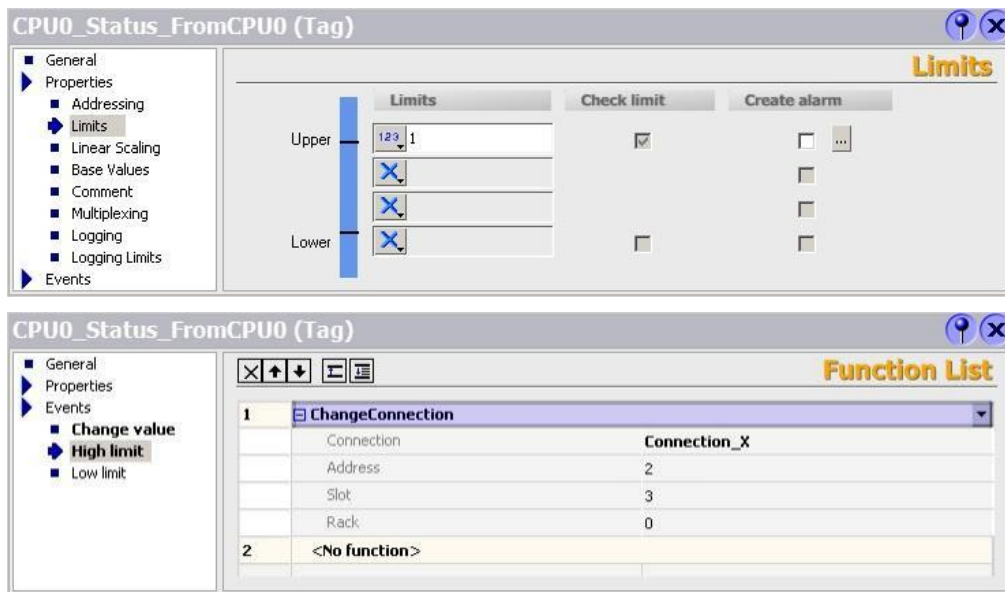


图 17 组态 CPU0\_Status\_FromCPU0 变量的上限值和上限触发的函数

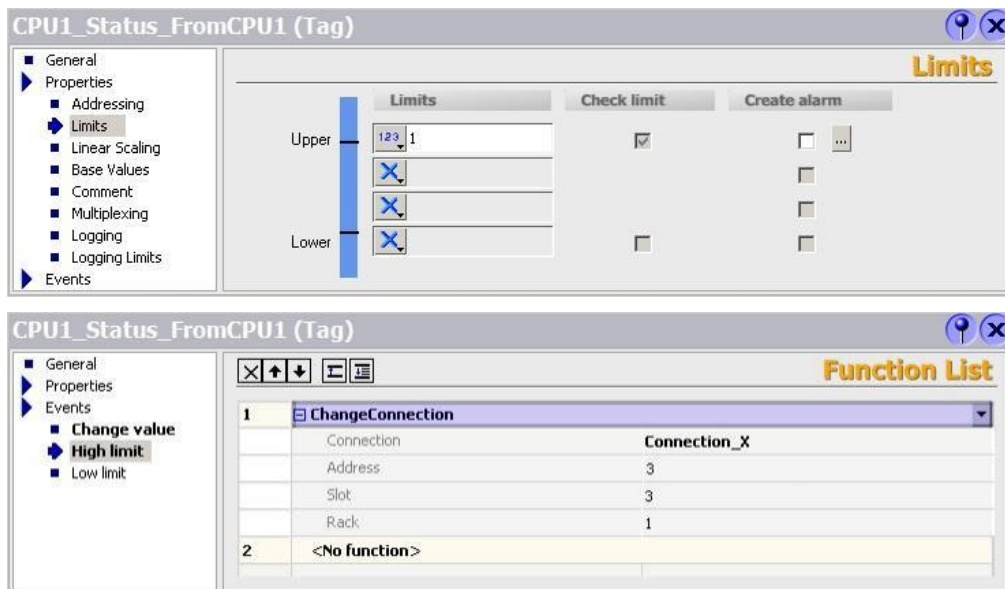


图 18 组态 CPU1\_Status\_FromCPU1 变量的上限值和上限触发的函数

## 步骤 8 组态 HMI 的画面

根据需求新建一个或若干画面，并添加工程变量相关的组件。这里不介绍 HMI 画面的组态过程和组态方法。详细可以参考下面链接。

《SIMATIC HMI WinCC flexible 2008 使用入门 - 首次使用》

下载中心文档编号: 18660846

<http://www.ad.siemens.com.cn/download/searchResult.aspx?searchText=18660846>

下面介绍如何在画面中添加用于“显示冗余 CPU 运行状态”及“手动切换连接”的部分。用户可以根据需求选择性地添加到画面中。如图 19~23 所示，在画面中添加 4 个矩形对象，利用内部变量的 CPU0\_Status 和 CPU1\_Status，实现 CPU 状态的图形显示。此外，还可添加两个按钮用于“手动”连接切换。分别设置两个按钮的对象属性“事件 → 按下”，添加“ChangeConnection”函数。“切换连接函数”的参数设置可以参考步骤 7 的组态。

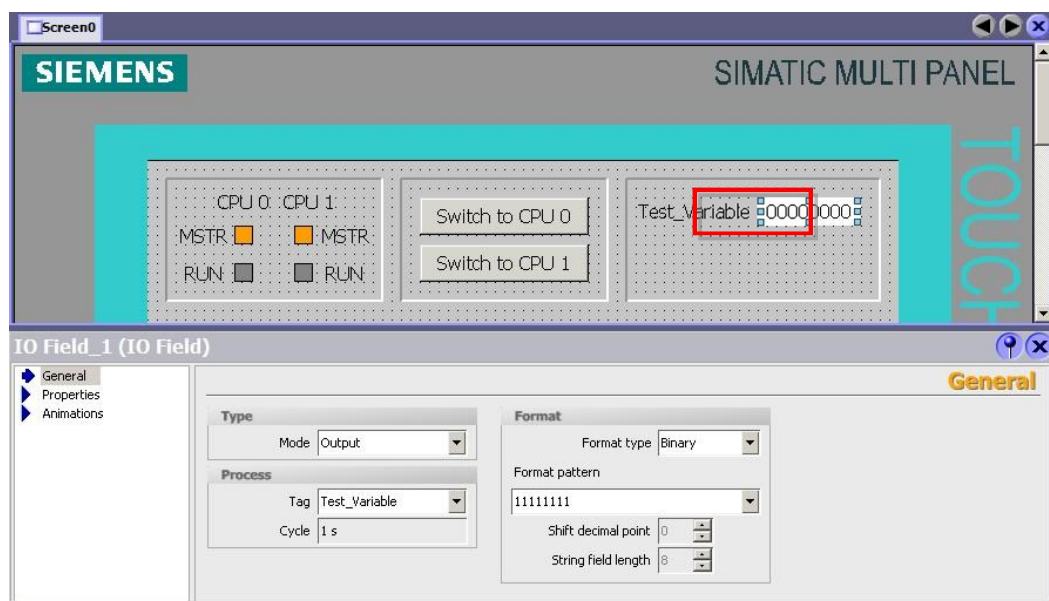


图 19 组态测试变量的显示

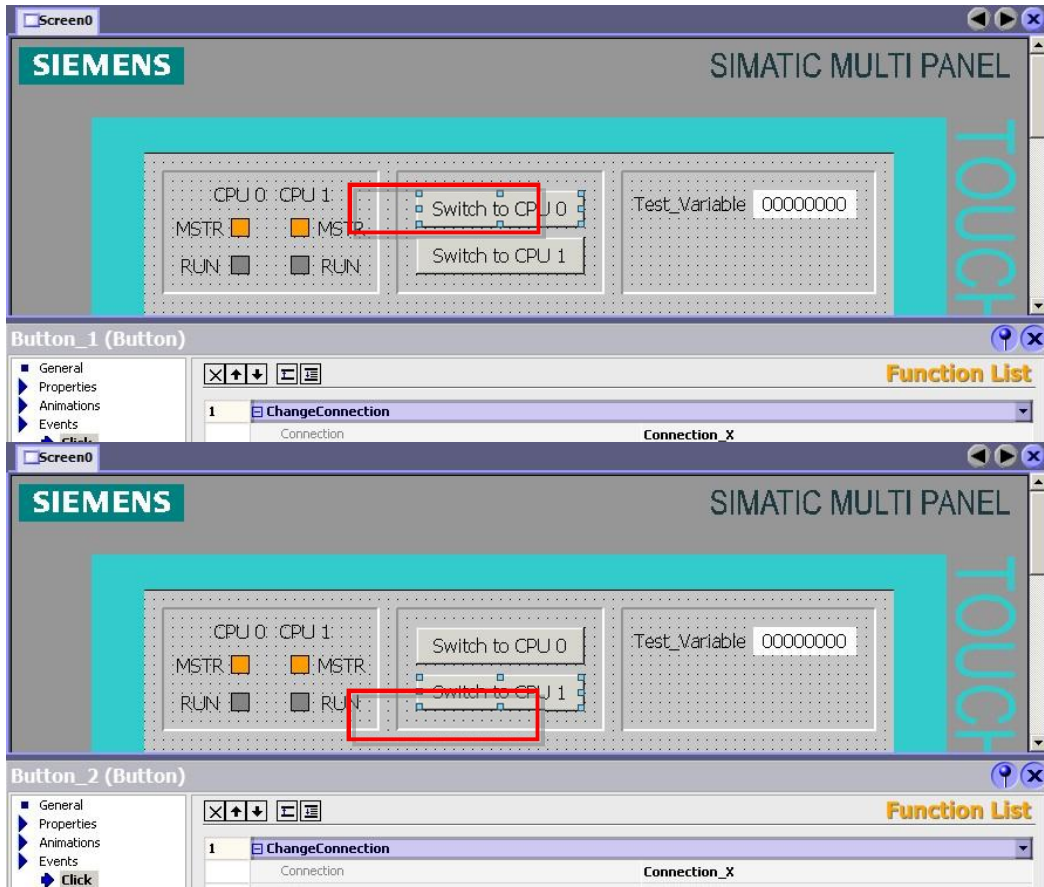


图 20 组态“切换到 CPU 0”和“切换到 CPU 1”的按钮

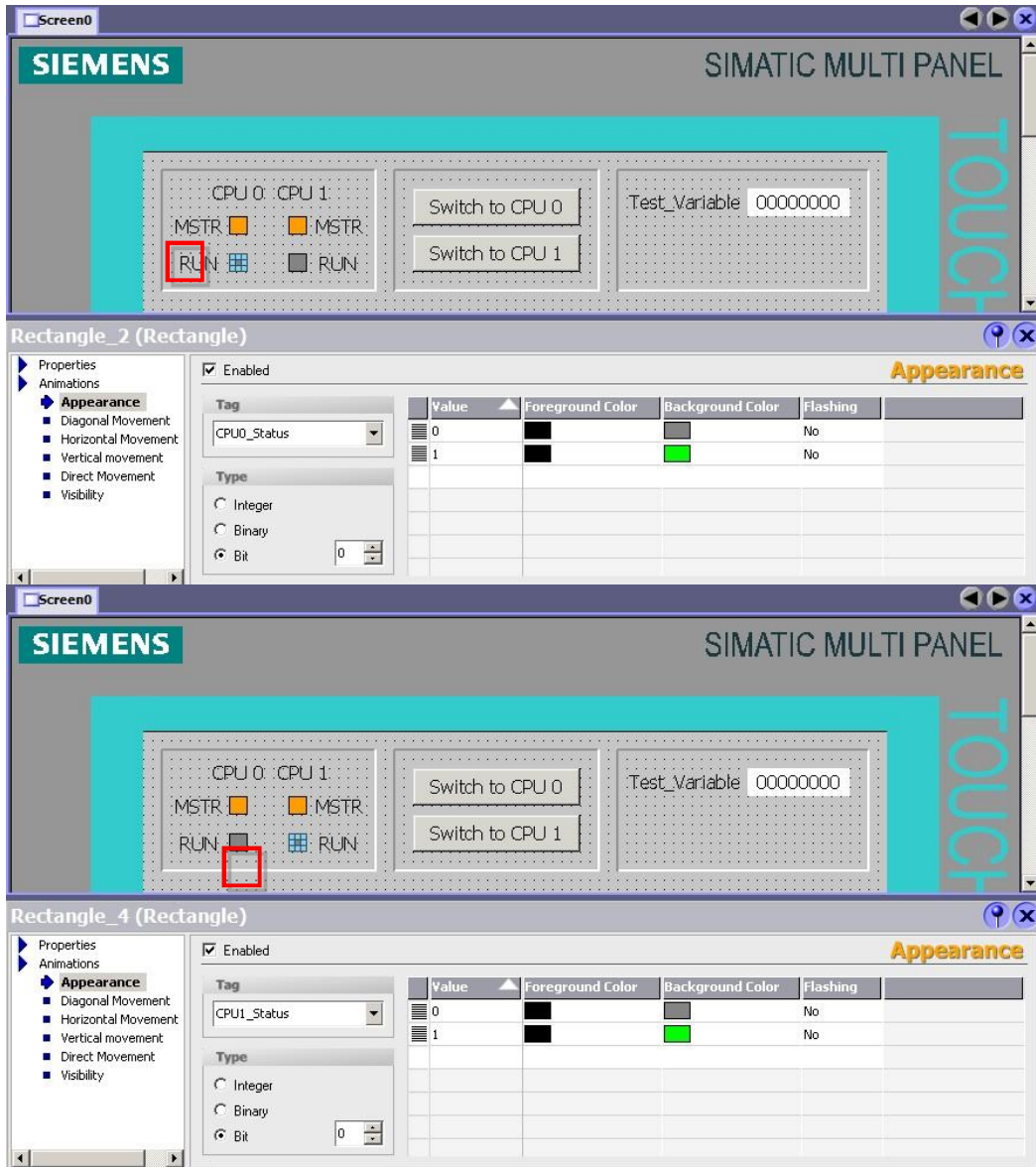


图 21 组态 CPU 0 和 CPU 1 的 RUN 状态显示

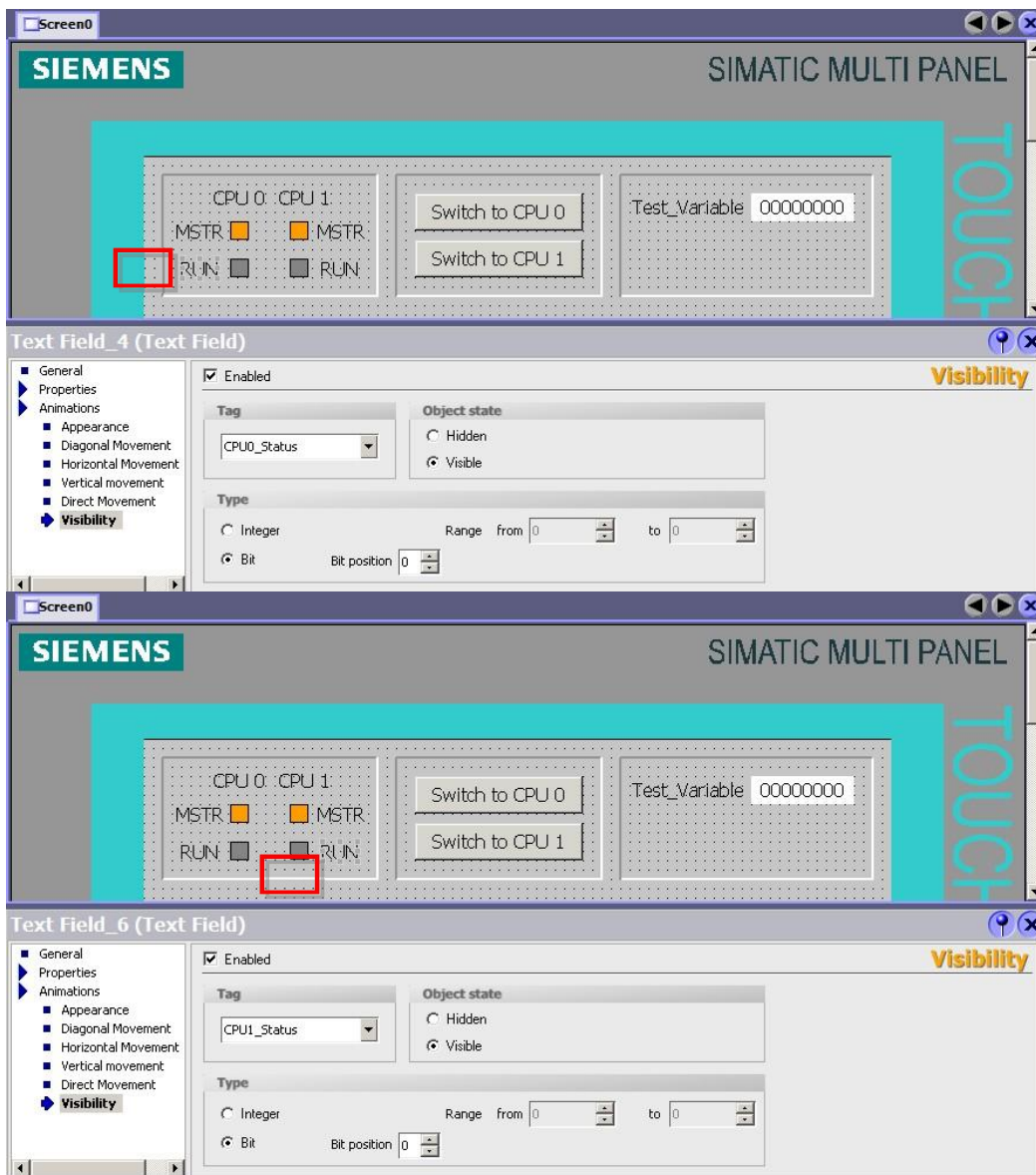


图 22 组态“ RUN”文本的显示



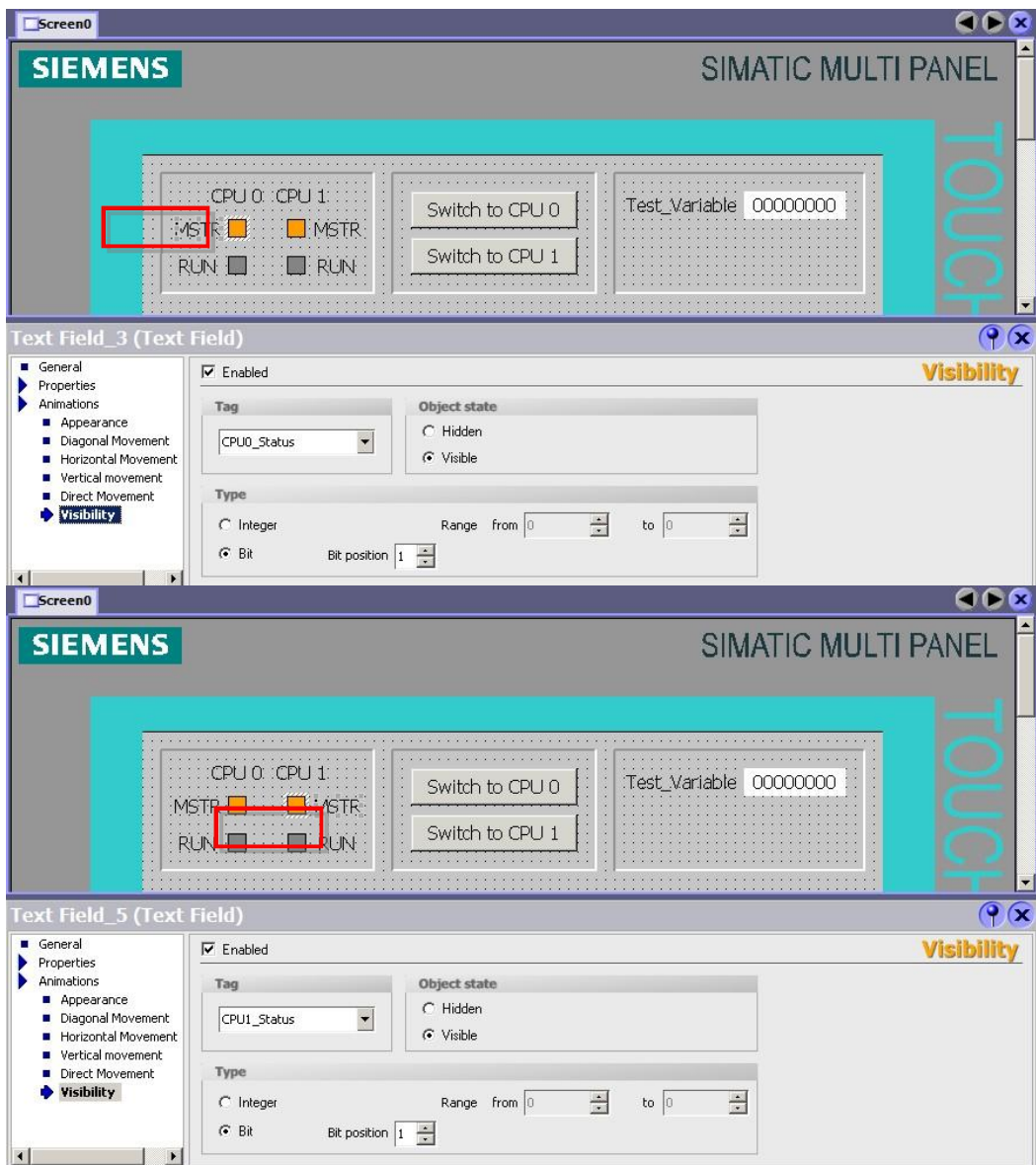


图 23 组态“ MTSR” 文本和 Master 状态显示

## 步骤 9 测试结果

完成上述组态步骤后，可以对面板与冗余 CPU 连接的自动切换进行测试。本例的测试结果如图 24 所示。可以看到测试变量 Test\_Variable 不断更新变化，且自动连接切换正常、可靠。

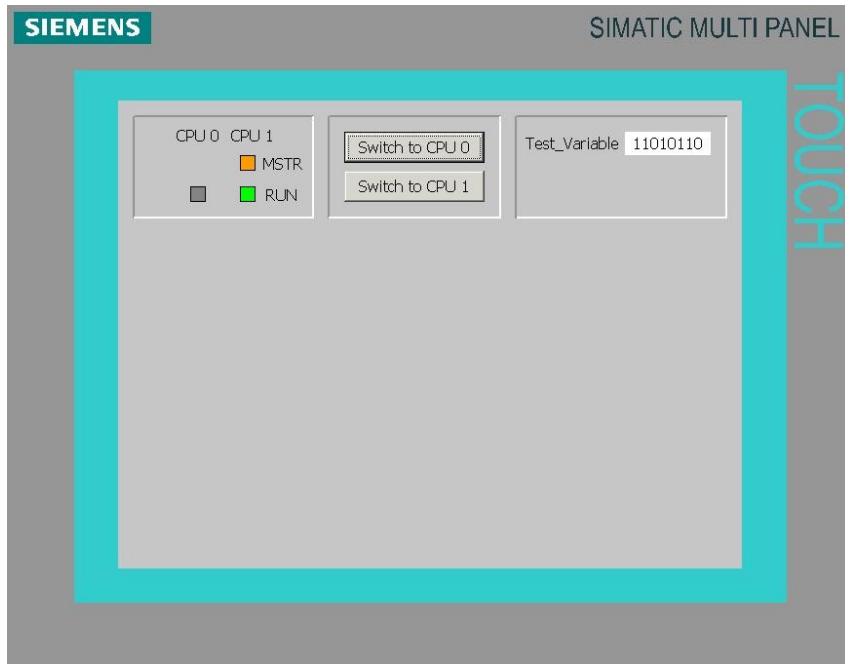


图 24 测试结果示例

### 3. 通过 MPI 方式连接面板到冗余系统

#### 步骤 1 组态 S7-400H 硬件

参考 [ 2.2 通过两个非冗余 PROFIBUS DP 接口实现连接面板到冗余系统 ]

→ [ 步骤 1 组态 S7-400H 硬件 ]

#### 步骤 2 组态 MPI 网络

打开网络组态 NetPro，组态 MPI 网络，如图 24 所示。

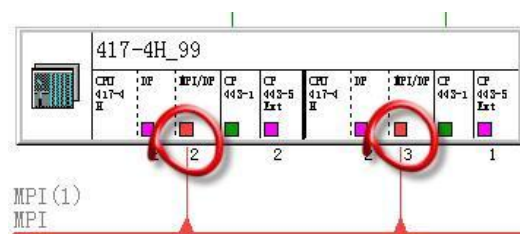


图 25 组态 S7-400H 网络

### 步骤 3 编写 S7-400H 程序

### 步骤 4 新建 HMI 站

参考 [ 2.2 通过两个非冗余 PROFIBUS DP 接口实现连接面板到冗余系统 ]

→ [ 步骤 3 编写 S7-400H 程序 ]

→ [ 步骤 4 新建 HMI 站 ]

### 步骤 5 组态 HMI 站的连接

打开 HMI 项目的连接组态，新建 3 个连接：Connection\_1、Connection\_2 和 Connection\_X，如图 26 所示。可以将 Connection\_X 的组态为与 Connection\_1 相同的地址设置。

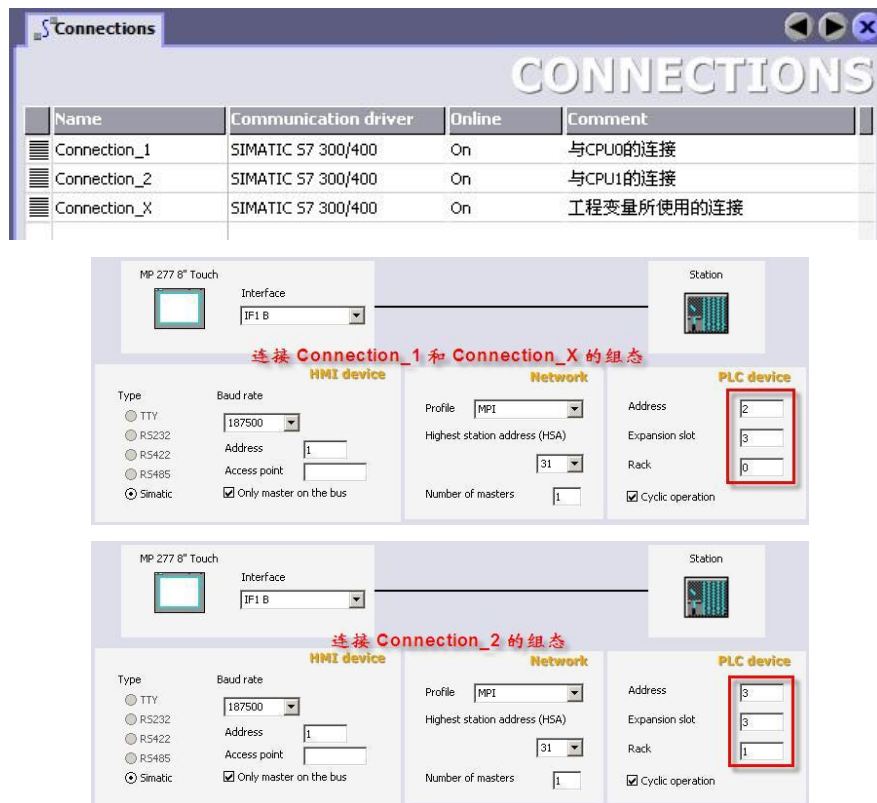


图 26 新建 3 个连接并进行组态

### 步骤 6 组态 HMI 站的变量

### 步骤 7 组态 HMI 站连接的自动切换

## 步骤 8 组态 HMI 的画面

## 步骤 9 测试结果

参考 [ 2.2 通过两个非冗余 PROFIBUS DP 接口实现连接面板到冗余系统 ]

→ [ 步骤 6 组态 HMI 站的变量 ]

→ [ 步骤 7 组态 HMI 站连接的自动切换 ]

→ [ 步骤 8 组态 HMI 的画面 ]

→ [ 步骤 9 测试结果 ]

## 4. 通过 Industrial Ethernet 方式连接面板到冗余系统

### 步骤 1 组态 S7-400H 硬件

参考 [ 2.2 通过两个非冗余 PROFIBUS DP 接口实现连接面板到冗余系统 ]

→ [ 步骤 1 组态 S7-400H 硬件 ]

### 步骤 2 组态 Industrial Ethernet 网络

打开网络组态 NetPro, 组态 Industrial Ethernet 网络, 如图 27 所示。

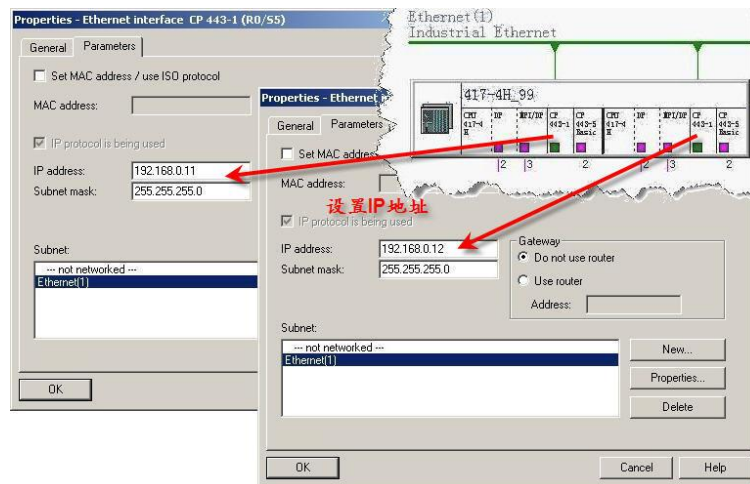


图 27 组态 S7-400H 网络

### 步骤 3 编写 S7-400H 程序

### 步骤 4 新建 HMI 站

参考 [ 2.2 通过两个非冗余 PROFIBUS DP 接口实现连接面板到冗余系统 ]

→ [ 步骤 3 编写 S7-400H 程序 ]

→ [ 步骤 4 新建 HMI 站 ]

### 步骤 5 组态 HMI 站的连接

打开 HMI 项目的连接组态，新建 3 个连接：Connection\_1、Connection\_2 和 Connection\_X，如图所示。可以将 Connection\_X 的组态为与 Connection\_1 相同的地址设置。

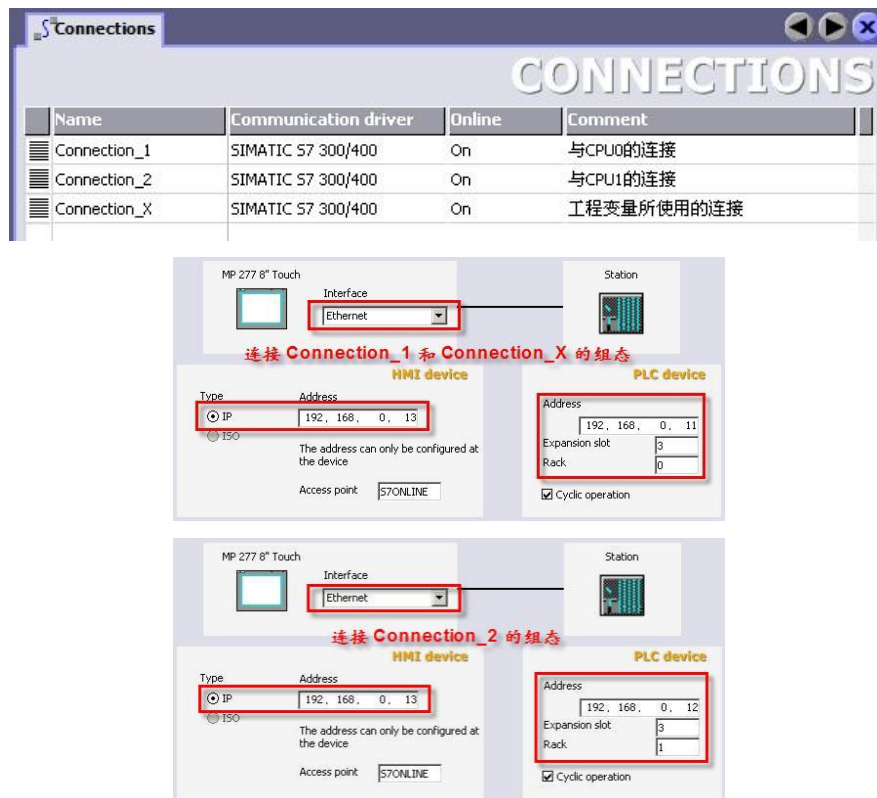


图 28 新建 3 个连接并进行组态

### 步骤 6 组态 HMI 站的变量

参考 [ 2.2 通过两个非冗余 PROFIBUS DP 接口实现连接面板到冗余系统 ]

→ [ 步骤 6 组态 HMI 站的变量 ]

### 步骤 7 组态 HMI 站连接的自动切换

为了使 HMI 与 CPU 的连接能自动切换，需要为外部变量 CPU0\_Status\_FromCPU0 和 CPU1\_Status\_FromCPU1 创建上限值 1，并设置相应上限时触发的事件函数。每个变量添加一个“ChangeConnection”函数。

(将 CPU0\_F\_0/CPU1\_F\_0 分别给 CPU0\_Status 和 CPU1\_Status)

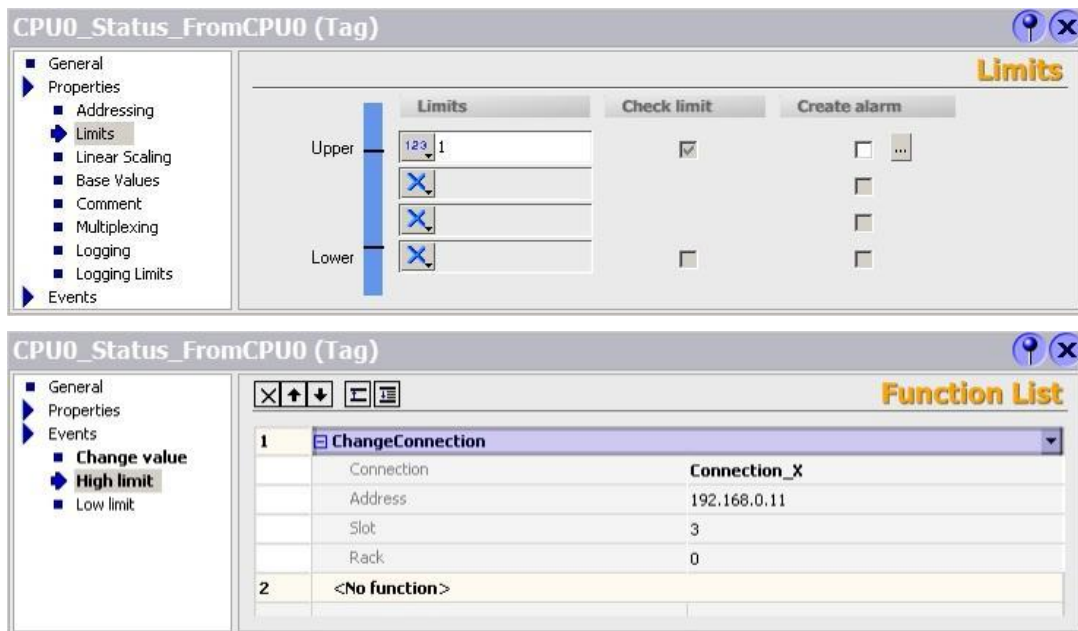


图 29 组态 CPU0\_Status\_FromCPU0 变量的上限值和上限触发的函数

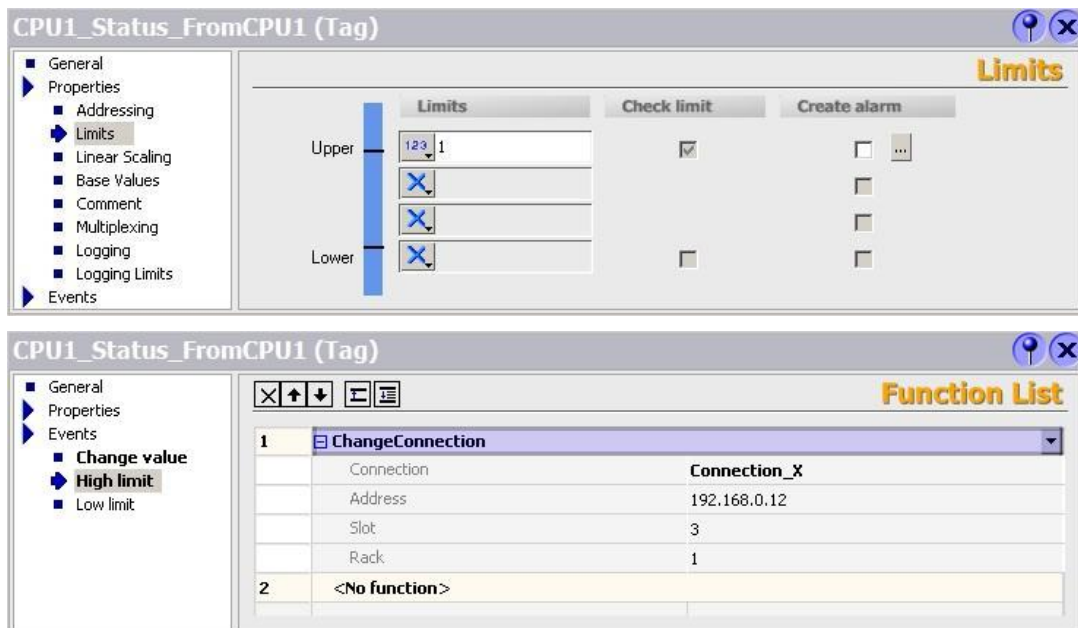


图 30 组态 CPU1\_Status\_FromCPU1 变量的上限值和上限触发的函数

**步骤 8 组态 HMI 的画面**

**步骤 9 测试结果**

参考 [ 2.2 通过两个非冗余 PROFIBUS DP 接口实现连接面板到冗余系统 ]

→ [ 步骤 8 组态 HMI 的画面 ]

→ [ 步骤 9 测试结果 ]