

SIEMENS

S7-300/400 热电偶的接线及信号处理

S7-300/400 thermocouple wiring and signal transforming

Getting-Started

Edition (2009 年 8 月)

摘要 本文介绍了 S7-300/400 可接热电偶的模拟量输入模板的各种补偿方式，相应的接线及信号处理等内容。

关键词 热电偶，模拟量输入模板，补偿，接线

Key Words Thermocouple, analogy input module, compensate, wiring

目 录

S7-300/400 热电偶的接线及信号处理.....	1
1. 热电偶的概述	4
1.1 热电偶的工作原理.....	4
1.2 热电偶与热电阻的区别	5
2. 热电偶的类型和可用模板.....	5
2.1 热电偶类型	5
2.2 可用的模板	6
3. 热电偶的补偿接线	6
3.1 补偿方式.....	6
3.2 各补偿方式接线	7
3.2.1 内部补偿	7
3.2.2 外部补偿—补偿盒.....	7
3.2.3 外部补偿—热电阻.....	10
3.2.4 外部补偿—固定温度	11
3.2.4 混合补偿—热电阻和固定温度补偿	12
4. 热电偶的信号处理方式.....	14
4.1 硬件组态设置.....	14
4.2 测量方式和转换处理.....	17
5. 附录—推荐网址	18

1. 热电偶的概述

1.1 热电偶的工作原理

热电偶和热电阻一样，都是用来测量温度的。

热电偶是将两种不同金属或合金金属焊接起来，构成一个闭合回路，利用温差电势原理来测量温度的，当热电偶两种金属的两端有温度差，回路就会产生热电动势，温差越大，热电动势越大，利用测量热电动势这个原理来测量温度。

结构示意图如下：

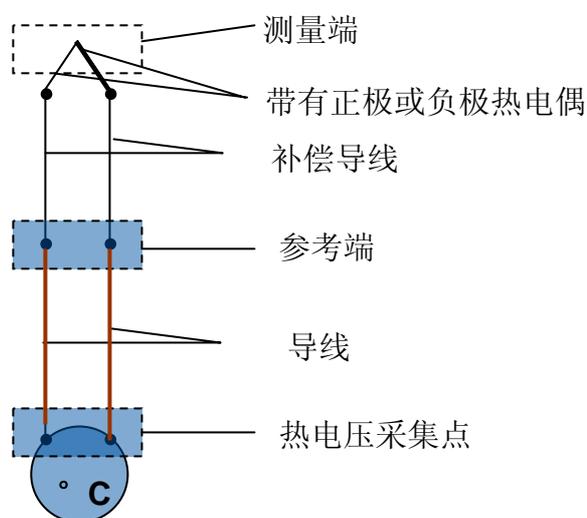


图 1 热电偶测量结构示意图

注意：如上图所示，热电偶是有正负极性的，所以需要确保这些导线连接到正确的极性，否则将会造成明显的测量误差

为了保证热电偶可靠、稳定地工作，安装要求如下：

- ① 组成热电偶的两个热电极的焊接必须牢固；
- ② 两个热电极彼此之间应很好地绝缘，以防短路；
- ③ 补偿导线与热电偶自由端的连接要方便可靠；
- ④ 保护套管应能保证热电极与有害介质充分隔离；
- ⑤ 热电偶对于外界干扰比较敏感，因此安装还需要考虑屏蔽的问题。

1.2 热电偶与热电阻的区别

属性	热电阻	热电偶
信号的性质	电阻信号	电压信号
测量范围	低温检测	高温检测
材料	一种金属材料（温度敏感变化的金属材料）	双金属材料在（两种不同的金属，由于温度的变化，在两个不同金属的两端产生电动势差）
测量原理	电阻随温度变化的性质来测量	基于热电效应来测量温度
补偿方式	3 线制和 4 线制接线	内部补偿和外部补偿
电缆接点要求	电阻直接接入可以更精确的避免线路的的损耗	要通过补偿导线直接接入到模板；或补偿导线接到参比接点，然后用铜制导线接到模板

表 1 热电偶与热电阻的比较

2. 热电偶的类型和可用模板

2.1 热电偶类型

根据使用材料的不同，分不同类型的热电偶，以分度号区分，分度号代表温度范围，且代表每种分度号的热电偶具体多少温度输出多少毫伏的电压，热电偶的分度号有主要有以下几种。

分度号	温度范围(°C)	两种金属材料
B 型	0~1820	铂铑—铂铑
C 型	0~2315	钨 3 稀土—钨 26 稀土
E 型	-270~1000	镍铬—铜镍
J 型	-210~1200	铁—铜镍
K 型	-270~1372	镍铬—镍硅
L 型	-200~900	铁—铜镍
N 型	-270~1300	镍铬硅—镍硅
R 型	-50~1769	铂铑—铂
S 型	-50~1769	铂铑—铂
T 型	-270~400	铜—铜镍
U 型	-270~600	铜—铜镍

表 2 分度号对照表

2.2 可用的模板

CPU 类型	模板类型	支持热电偶类型
S7-300	6ES7 331-7KF02-0AB0 (8 点)	E,J,K,L,N
	6ES7 331-7KB02-0AB0 (2 点)	E,J,K,L,N
	6ES7 331-7PF11-0AB0 (8 点)	B,C,E,J,K,L,N,R,S,T,U
S7-400	6ES7 431-1KF10-0AB0 (8 点)	B,E,J,K,L,N,R,S,T,U
	6ES7 431-7QH00-0AB0 (16 点)	B,E,J,K,L,N,R,S,T,U
	6ES7 431-7KF00-0AB0 (8 点)	B,E,J,K,L,N,R,S,T,U

表 3 S7 300/400 支持热电偶的模板及对应热电偶类型

3. 热电偶的补偿接线

3.1 补偿方式

热电偶测量温度时要求冷端的温度保持不变，这样产生的热电势大小才与测量温度呈一定的比例关系。若测量时冷端的环境温度变化，将严重影响测量的准确性，所以需要冷端温度变化造成的影响采取一定补偿的措施。

由于热电偶的材料一般都比较贵重（特别是采用贵金属时），而测温点到控制仪表的距离都很远，为了节省热电偶材料，降低成本可以用补偿导线延伸冷端到温度比较稳定的控制室内，但补偿导线的材质要和热电偶的导线材质相同。热电偶补偿导线的作用只起延伸热电极，使热电偶的冷端移动到控制室的仪表端子上，它本身并不能消除冷端温度变化对测温的影响，不起补偿作用。因此，还需采用其他修正方法来补偿冷端温度变化造成的影响，补偿方式见下表。

温度补偿方式		说 明	接 线
内部补偿		使用模板的内部温度为参比接点进行补偿，再由模板进行处理。	直接用补偿导线连接热电偶到模拟量模板输入端。
外部补偿	补偿盒	使用补偿盒采集并补偿参比接点温度，不需要模板进行处理。	可以使用铜质导线连接参比接点和模拟量模板输入端。
	热电阻	使用热电阻采集参比接点温度，再由模板进行处理。 如果参比接点温度恒定可以不要热电阻参考	

表 4 各类补偿方式

3.2 各补偿方式接线

3.2.1 内部补偿

内部补偿是在输入模板的端子上建立参比接点，所以需要将热电偶直接连接到模板的输入端，或通过补偿导线间接的连接到输入端。每个通道组必须接相同类型的热电偶，连接示意图如下。

CPU 类型	支持内部补偿模板类型	可连接热电偶个数
S7-300	6ES7 331-7KF02-0AB0	最多 8 个（4 种类型，同通道组必须相同）
	6ES7 331-7KB02-0AB0	最多 2 个（1 种类型，同通道组必须相同）
	6ES7 331-7PF11-0AB0	最多 8 个（8 种类型）
S7-400	6ES7 431-7KF00-0AB0	最多 8 个（8 种类型）

表 5 支持内部补偿的模板及可接热电偶个数

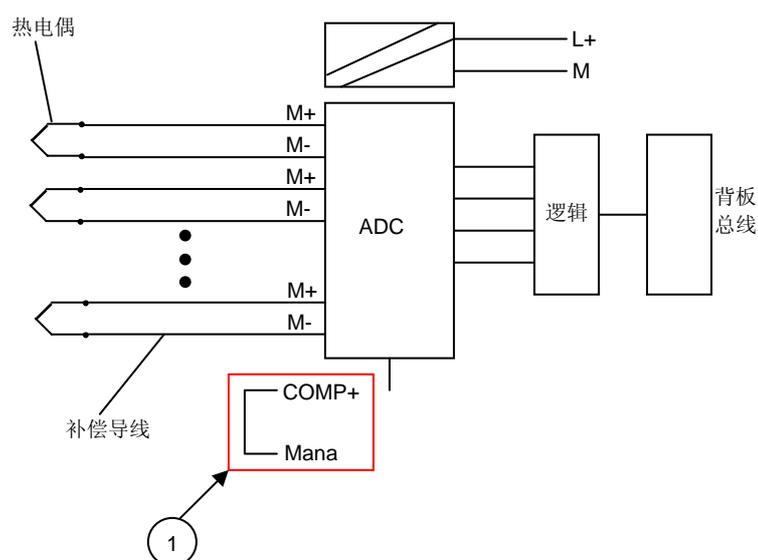


图 2 内部补偿接线

注 1：模板 6ES7 331-7KF02-0AB0 和 6ES7 331-7KB02-0AB0 需要短接补偿端 COMP+(10) 和 Mana(11)，其它模板无。

3.2.2 外部补偿—补偿盒

补偿盒方式是通过补偿盒获取热电偶的参比接点的温度，但补偿盒必须安装在热电偶的参比接点处。

补偿盒必须单独供电，电源模块必须具有充分的噪声滤波功能，例如使用接地电缆屏蔽。

补偿盒包含一个桥接电路，固定参比接点温度标定，如果实际温度与补偿温度有偏差，桥接热敏电阻会发生变化，产生正的或者负的补偿电压叠加到测量电势差信号上，从而达到补偿调节的目的。

补偿盒采用参比接点温度为 0°C 的补偿盒，推荐使用西门子带集成电源装置的补偿盒，订货号如下表。

推荐使用的补偿盒			订货号
带有集成电源装置的参比端，用于导轨安装			M72166-V V V V V
辅助电源	B1	230VAC	
	B2	110VAC	
	B3	24VAC	
	B4	24VDC	
连接到热电偶	1	L 型	
	2	J 型	
	3	K 型	
	4	S 型	
	5	R 型	
	6	U 型	
	7	T 型	
参考温度	00	0°C	00

表 6 西门子参比接点的补偿盒订货数据

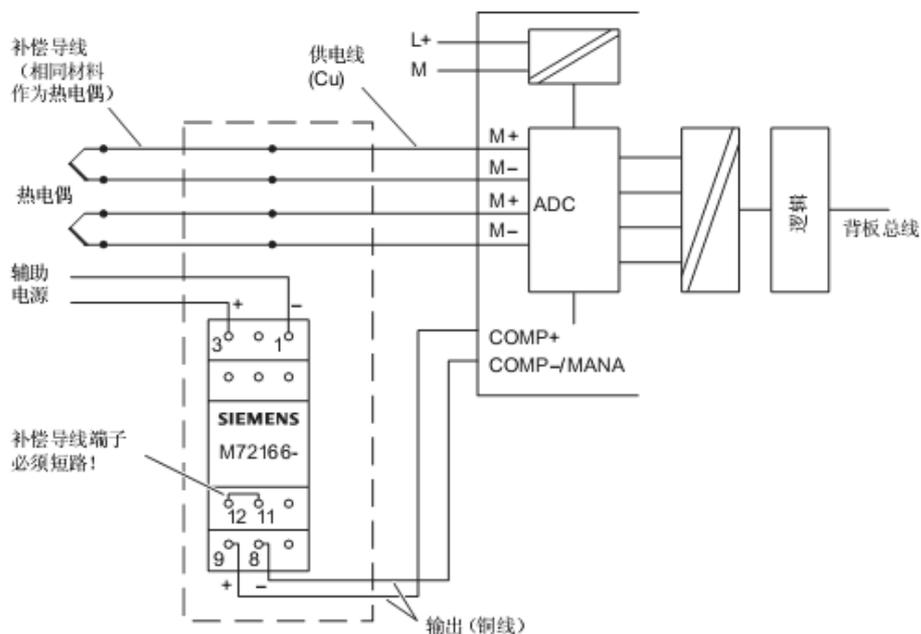


图 3 S7-300 模板支持接线方式

图 3 类型：热电偶通过补偿导线连接到参比接点，再用铜质导线连接参比接点和模板的输入端子构成回路，同时由一个补偿盒对模板连接的所有热电偶进行公共补偿，补偿盒的 9, 8 端子连接到模板的补偿端 COMP+(10)和 Mana(11)，所以模板的所有通道必须连接同类型的热电偶。

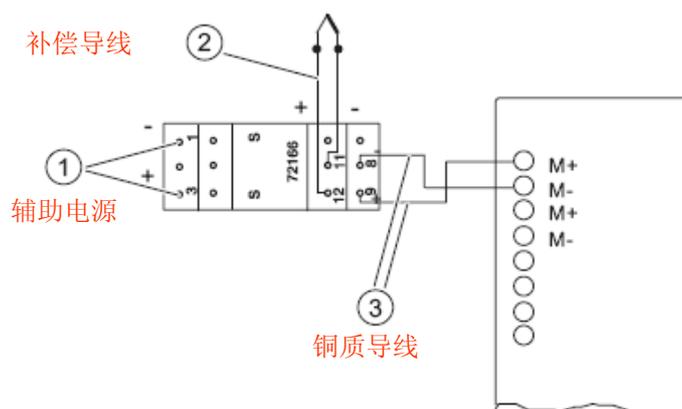


图 4 S7-400 模板支持接线方式

图 4 类型：模板的各个通道单独连接一个补偿盒，补偿盒通过热电偶的补偿导线直接连接到模板的输入端子构成回路，所以模板的每个通道都可以使用模板支持类型的热电偶，但是每个通道都需要补偿盒。

CPU 类型	支持外部补偿盒补偿模板类型	可连接热电偶个数
S7-300	6ES7 331-7KF02-0AB0	最多 8 个（同类型）
	6ES7 331-7KB02-0AB0	最多 2 个（同类型）
S7-400	6ES7 431-1KF10-0AB0	最多 8 个（类型可不同）
	6ES7 431-7QH00-0AB0	最多 16 个（类型可不同）

表 7 支持外部补偿盒补偿的模板及可接热电偶个数

3.2.3 外部补偿—热电阻

热电阻方式是通过外接电阻温度计获取热电偶的参比接点的温度，再由模板处理然后进行温度补偿，同样热电阻必须安装在热电偶的参比接点处。

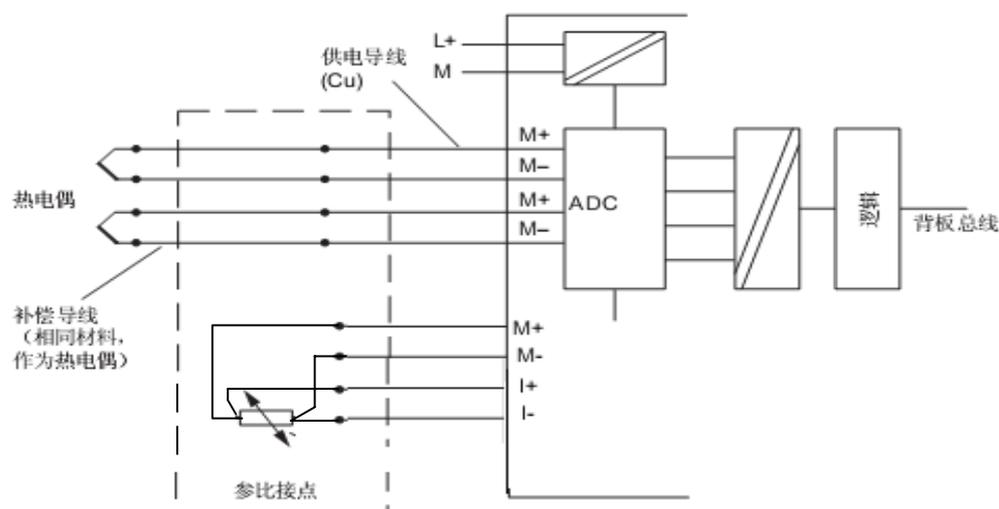


图 5 S7-300 模板支持方式

图 5 类型：参比接点电阻温度计 pt100 的四根线接到模板的 35, 36, 37, 38 端子，对应 (M+, M-, I+, I-)，可测参比接点出温度范围为-25℃到 85℃，

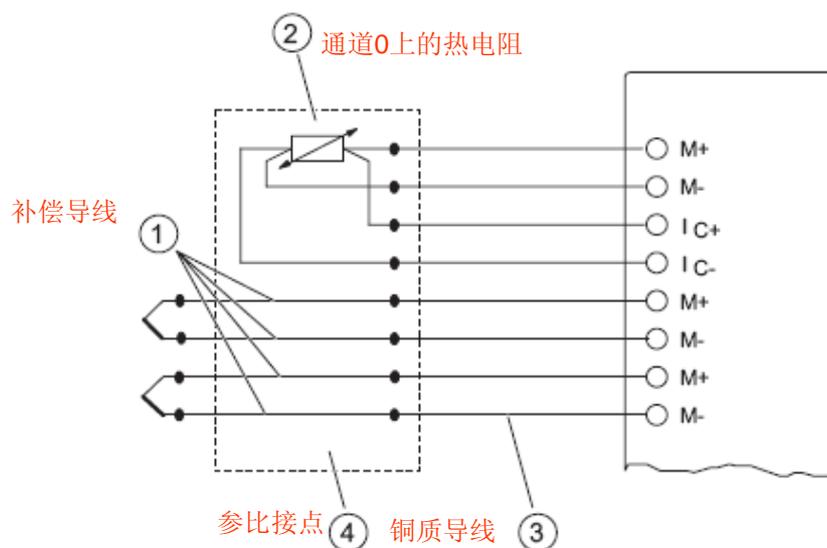


图 6 S7-400 模板支持方式

图 6 类型：参比接点电阻温度计的四根线接到模板的通道 0，占用通道。

以上这两种方式，参比接点到模板的线可以用铜质导线，由于做公共补偿，只能接同类型的热电偶。

CPU 类型	支持电阻补偿模板类型	可连接热电偶个数
S7-300	6ES7 331-7PF11-0AB0	最多 8 个（同类型）
S7-400	6ES7 431-1KF10-0AB0	最多 6 个（同类型）
	6ES7 431-7QH00-0AB0	最多 14 个（同类型）

表 8 支持电阻补偿的模板及可接热电偶个数

3.2.4 外部补偿—固定温度

如果外部参比接点的温度已知且固定，可以通过选择相应的补偿方式由模板内部处理补偿，组态设置详见下章节。

CPU 类型	支持固定温度补偿模板类型	可连接热电偶个数	可设定温度范围
S7-300	6ES7 331-7PF11-0AB0	最多 8 个（同类型）	0°C 或 50°C
S7-400	6ES7 431-1KF10-0AB0	最多 8 个（同类型）	-273.15°C~327.67°C
	6ES7 431-7QH00-0AB0	最多 16 个（同类型）	-273.15°C~327.67°C
	6ES7 431-7KF00-0AB0	最多 8 个（同类型）	-273.15°C~327.67°C

表 9 支持固定温度补偿的模板及可接热电偶个数

从上表可以看出，300 的模板只支持参比接点的温度为 0°C 或 50°C 两种，而 400 的模板支持可变温度范围，且范围大。

3.2.4 混合补偿—热电阻和固定温度补偿

另外，除单独补偿方式外，可以使用相同参比接点给多个模板，通过电阻温度计进行外部补偿，S7-400 的模板支持这种方式，补偿示意图如下。

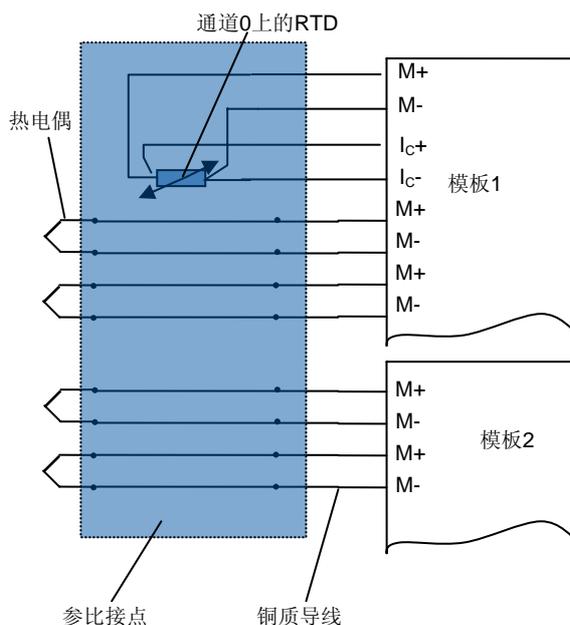


图 7 混合外部补偿

补偿过程：如图所示，模板 2 和 1 有公共的参比接点，模板 1 进行外部电阻温度计补偿方式，由 CPU 读取 RTD 的温度，然后使用系统功能 SFC55(WR_PARM)将温度值写入到模板 2 中，模板 2 选择固定温度补偿的方式。

SFC55 只能对模板的动态参数进行修改，模拟量输入模板的静态参数（数据记录 0）和动态参数（数据记录 1）的参数及数据记录 1 的结构如下：

参数	数据记录号	参数分配方式	
		SFC55	STEP7
用于中断的目标 CPU	0	否	是
测量方法	0	否	是
测量范围	0	否	是
诊断	0	否	是
温度单位	0	否	是

温度系统	0	否	是
噪声抑制	0	否	是
滤波	0	否	是
参比接点	0	否	是
周期结束中断	0	否	是
诊断中断启用	1	是	是
硬件中断启用	1	是	是
参考温度	1	是	是
上限	1	是	是
下限	1	是	是

表 10 S7-400 模拟量输入模板的参数

下图显示模拟量输入模块参数的数据记录 1 的结构。

要启用某个参数，请将相应位设置为逻辑“1”。



图 8 S7-400 模拟量输入模板的数据记录 1 的结构

以 6ES7 431-7QH00-0AB0 模拟量输入模板为例，程序块 SFC55 调用：

```

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"
Network 1: Title:
CALL "WR_PARM"
REQ    :=M0.0           //为1使能
IOID   :=B#16#54       //输入模板
LADDR  :=W#16#64       //模板地址100
RECNUM :=B#16#1        //数据记录号1
RECORD :=P#M 100.0 BYTE 67 //数据记录长度
RET_VAL:=MW200         //返回值
BUSY   :=M0.1         //为1时正在建立

```

图 9 SFC55 系统块调用

当 M0.0 上升沿使能时，将写入的参数从 MB100~MB166 传递到输入地址为 100 开始的模板，修改其数据记录 1 的参数，同时也将参比接点的温度也写入模板的设定位置。

参数	声明	数据类型	描述
REQ	INPUT	BOOL	REQ=1，写请求，上升沿信号。
IOID	INPUT	BYTE	地址区域的标识号：外设输入=B#16#54； 外设输出=B#16#55； 外设输入/输出混合，如果地址相同，指定为 B#16#54，不同则指定最低地址的区域 ID。
LADDR	INPUT	WORD	模板的逻辑地址（初始地址），如果混合模板，指定两个地址中的较低的一个。
RECNUM	INPUT	BYTE	数据记录号，参考模板数据手册。
RECORD	INPUT	ANY	需要传送的数据记录存放区。
RET_VAL	OUTPUT	INT	故障代码。
BUSY	OUTPUT	BOOL	BUSY=1，写操作未完成。

表 11 各参数的说明

4. 热电偶的信号处理方式

4.1 硬件组态设置

首先要在硬件组态选择与外部补偿接线一致的 measuring type（测量类型），measuring range（测量范围），reference junction（参比接点类型）和 reference temperature（参比接点温度）的参数，如下各图所示。

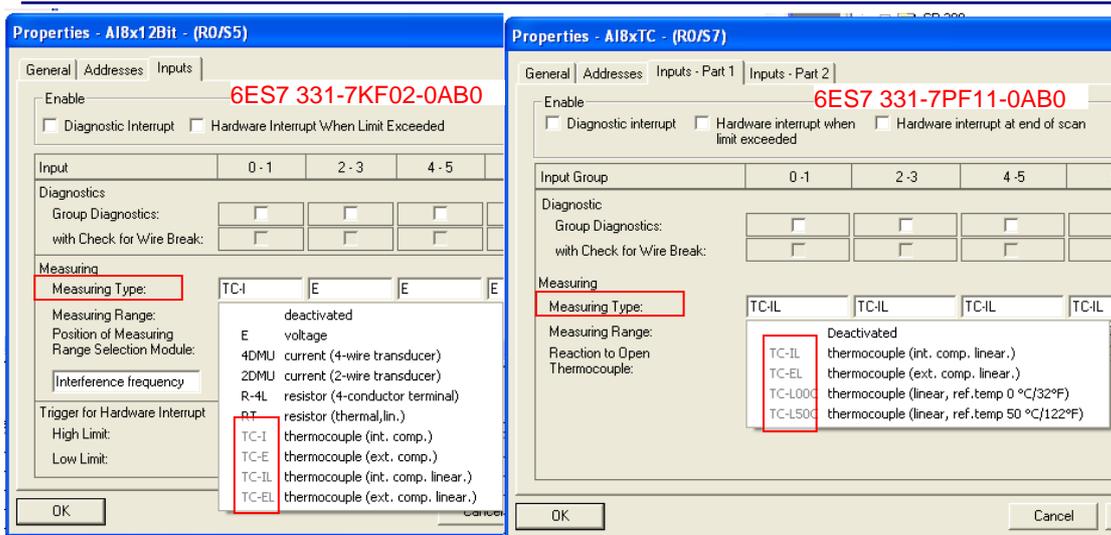


图 10 S7-300 模板测量方式示意图

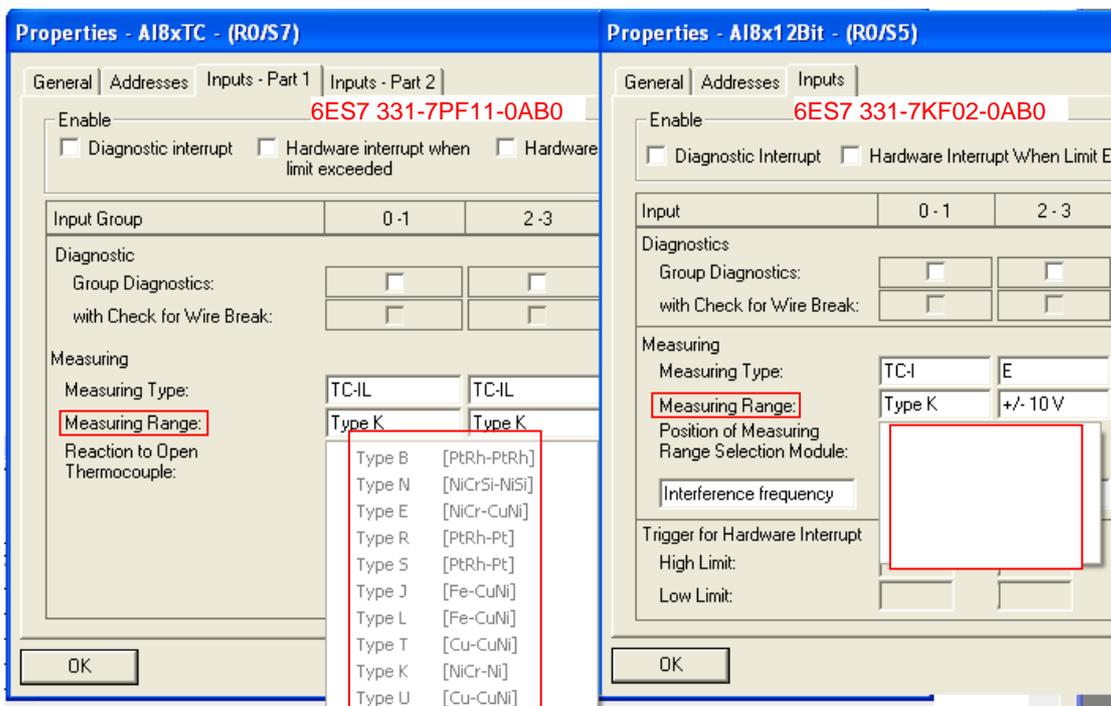


图 11 S7-300 模板测量范围示意图

对于 S7-300 的模板，组态如图 10 和 11 所示，只需要选择测量类型和测量范围（分度类型），补偿方式包含在测量类型中。比如：参比接点固定温度补偿方式，测量类型选择 TC-L00C（参比接点温度固定为 0℃）或 TC-L50C（参比接点温度固定为 50℃），再选择分度类型，组态就完成。

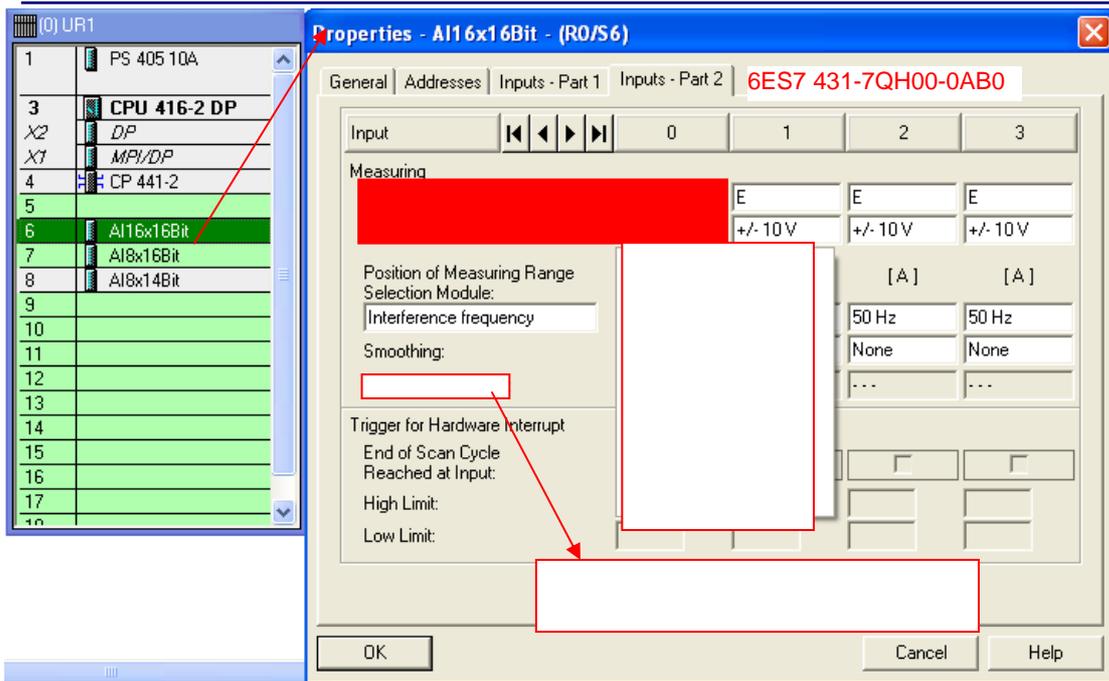


图 12 S7-400 模板组态图 1

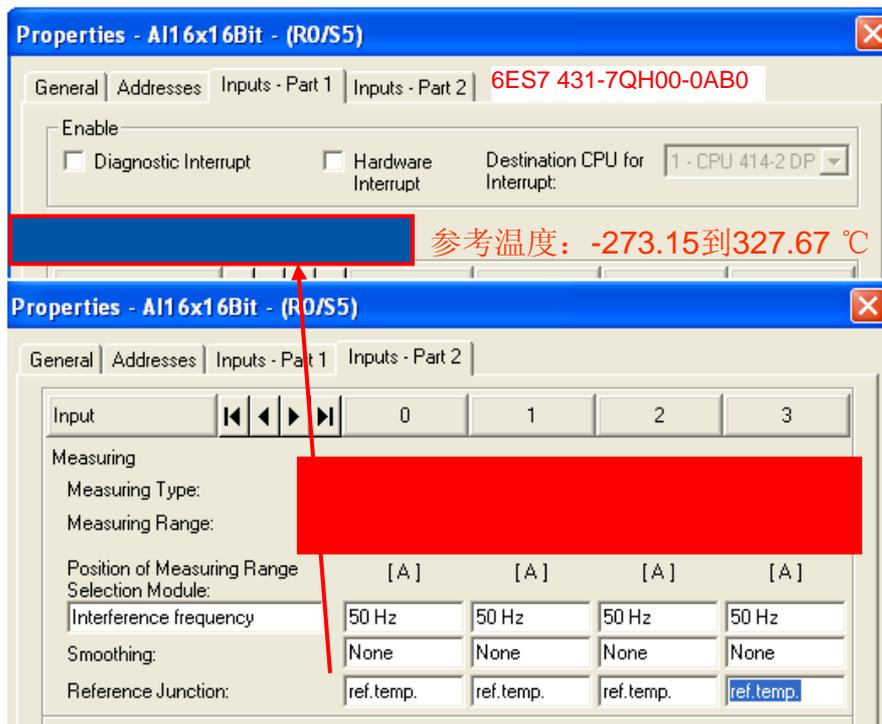


图 13 S7-400 模板组态图 2

对于 S7-400 的模板，组态如图 12 和 13 所示，测量类型中选择 TC-L 方式，测量范围中选择与实际热电偶类型一致的分度号，参比接点的选择。比如：参比接点固定温度的方式，测量类型和测量范围选择完后，在参比接点选择 ref.temp（参考温度），然后在 reference temperature 框（参考温度）内填写参比接点的固定，组态就完成，或者是共享补偿方式，可以用 SFC55 动态传输温度参数。

400 模板组态中 Reference junction 参数	说 明
none	无补偿
internet	模板内部补偿
Ref. temp	参比接点温度固定已知补偿

表 12 参比接点参数说明

4.2 测量方式和转换处理

CPU 类型	测量方法	说 明
300CPU	TC-I	内部补偿
	TC-E	外部补偿
	TC-IL	线性，内部补偿
	TC-EL	线性，外部补偿
	TC-L00C	线性，参比接点温度保持在 0° C
	TC-L50C	线性，参比接点温度保持在 50° C
400CPU	TC-L	线性

表 13 测量方式各参数的说明及处理

注：测量方式中：I：内部补偿，E：外部补偿，L：线性处理。

线性化方式（TC-IL/EL/L00C/L50C/L）

线性化方式下，由模板内部根据所选择的热电偶类型的特性进行线性处理，可以使用 L PIW xxx 直接读入，则将获得十进制的温度值，精度为 0.1。例如：读进来的十进制值为 2345，则对应的温度值为 234.5°C。

非线性化方式（TC-I/E）

对于非线性化的设置，此设置类似 80Mv 的电压测量，CPU 得到的是 0~27648 之间的一个十进制数值，即 0~80Mv 对应 0~27648，需要转换成相应 Mv 信号，然后通过对照表查找温度。

综上所述，如果想得到所测的温度值，选择线性化方式的设置比较方便；如果仅需要得到 Mv 信号，可以选择非线性化方式的设置。

附录一 推荐网址

自动化系统

西门子（中国）有限公司

工业自动化与驱动技术集团 客户服务与支持中心

网站首页：www.4008104288.com.cn

自动化系统 下载中心：

<http://www.ad.siemens.com.cn/download/DocList.aspx?Typeld=0&CatFirst=1>

自动化系统 全球技术资源：

<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/10805045/130000>

“找答案” 自动化系统版区：

<http://www.ad.siemens.com.cn/service/answer/category.asp?cid=1027>

通信/网络

西门子（中国）有限公司

工业自动化与驱动技术集团 客户服务与支持中心

网站首页：www.4008104288.com.cn

通信/网络 下载中心：

<http://www.ad.siemens.com.cn/download/DocList.aspx?Typeld=0&CatFirst=12>

通信/网络 全球技术资源：

<http://support.automation.siemens.com/CN/view/zh/10805868/130000>

“找答案” Net版区：

<http://www.ad.siemens.com.cn/service/answer/category.asp?cid=1031>

注意事项

应用示例与所示电路、设备及任何可能结果没有必然联系，并不完全相关。应用示例不表示客户的具体解决方案。它们仅对典型应用提供支持。用户负责确保所述产品的正确使用。这些应用示例不能免除用户在确保安全、专业使用、安装、操作和维护设备方面的责任。当使用这些应用示例时，应意识到西门子不对在所述责任条款范围之外的任何损坏/索赔承担责任。我们保留随时修改这些应用示例的权利，恕不另行通知。如果这些应用示例与其它西门子出版物(例如，目录)给出的建议不同，则以其它文档的内容为准。

声明

我们已核对过本手册的内容与所描述的硬件和软件相符。由于差错难以完全避免，我们不能保证完全一致。我们会经常对手册中的数据进行检查，并在后续的版本中进行必要的更正。欢迎您提出宝贵意见。

版权© 西门子（中国）有限公司 2001-2008 版权保留

复制、传播或者使用该文件或文件内容必须经过权利人书面明确同意。侵权者将承担权利人的全部损失。权利人保留一切权利，包括复制、发行，以及改编、汇编的权利。

西门子（中国）有限公司