

SIEMENS

SIMATIC

PID 温度控制

手册

前言, 目录	
引言	1
连续温度控制器 FB 58 “TCONT_CP”	2
在 FB 58 “TCONT_CP” 中进行 控制器整定	3
步进温度控制器 FB59 “TCONT_S”	4
使用入门	5
温度控制器实例	6
附录	A
缩写和缩略语	B
索引	

安全指南

本手册包括了保证人身安全与保护本产品及相连设备所应遵守的注意事项。这些注意事项在手册中均以符号加以突出，并根据危险等级标识如下：



危险

表示如果不采取适当的预防措施，将导致死亡、严重人身伤害或重大财产损失。



警告

表示如果不采取适当的预防措施，可能导致死亡、严重人身伤害或重大财产损失。



当心

表示如果不采取适当的预防措施，可能导致轻微的人身伤害。

当心

表示如果不采取适当的预防措施，可能造成财产损失。

注意

提醒您注意有关产品、产品使用的特别重要的信息，或文档的某些特定部分。

合格人员

只有合格人员才允许安装和操作该设备。合格人员是指被授权按照既定安全惯例和标准，对线路、设备和系统进行调试、接地和标记的人员。

正确使用

请注意下列事项：



警告

本设备及其部件只能用于产品目录或技术说明书中所描述的范畴，并且只能与由西门子公司认可或推荐的第三方厂商提供的设备或部件一起使用。

只有正确地运输、保管、设置和安装本产品，并且按照建议的方式操作和维护，产品才能正常、安全地运行。

商标

SIMATIC®、SIMATIC HMI®和 SIMATIC NET®是 SIEMENS AG 的注册商标。

本文档中的其它一些标志也是注册商标，如果任何第三方出于个人目的而使用，都会侵犯商标所有者的权利。

版权所有 © Siemens AG 2001-2003 保留所有权利

未经明确的书面许可，不得复制、传播或使用本手册或所含内容。违者应对造成的损失承担责任。保留所有权利，包括实用模型或设计的专利许可权及注册权。

Siemens AG
Bereich Automation and Drives
Geschäftsgebiet Industrial Automation Systems
Postfach 4848, D- 90327 Nuernberg

Siemens Aktiengesellschaft

免责声明

我们已检查过本手册中的内容与所述硬件和软件相符。由于差错在所难免，我们不能保证完全一致。我们会定期审查本手册中的内容，并在后续版本中进行必要的更正。欢迎提出改进意见。

©Siemens AG 2001-2003
技术参数如有改动，恕不另行通知。

A5E00447393-02

前言

手册目的

当使用**标准库 > PID 控制**中的温度控制器块时，本手册可为您提供支持。本手册将帮助您熟悉控制器功能块的功能，特别是控制器的整定和用户界面的使用，用户可在该用户界面中设置功能块的参数。功能块和用户界面都有在线帮助，可在设置功能块参数时，为您提供支持。

本手册是针对可编程控制器的编程、组态、调试和维修人员编写的。

我们建议您多花一点时间学习第 6 章中的“温度控制器实例”。这些实例将帮助您快速、清楚地理解温度控制器的应用。

基本知识要求

为理解本手册，用户应熟知自动化工程技术，并了解闭环控制的基本原理。

还应能熟练使用装有 **Windows 95/98/NT/2000 或 Me** 操作系统的计算机或类似工具(例如，编程设备)。由于 **PID 温度控制**是与 **STEP 7 基本软件**配合使用的，用户还应熟悉基本软件的使用方法，如“使用 **STEP 7 V5.1 编程**”手册所述。

手册范围

本手册适用于 **STEP 7 编程软件 V5.1 版本**，**Service Pack 3** 和更高版本中的**标准库 > PID 控制**中的温度控制器。

STEP 7 文档数据包

本手册是 STEP 7 基本信息文档数据包的一部分。

手册	目的	订货号
STEP 7 基本信息, 包括 <ul style="list-style-type: none"> • 使用 STEP 7 V5.1 使用入门 • 使用 STEP 7 V5.1 编程 • 组态硬件和通讯连接, STEP 7 V5.1 • 从 S5 到 S7, 变频器手册 	供技术人员参考的基本信息, 描述了通过 STEP 7 和 S7-300/400 实现控制任务的方法。	6ES7810-4CA05-8BA0
STEP 7 参考, 包括 <ul style="list-style-type: none"> • 用于 S7-300/400 的梯形图 (LAD) / 功能块图(FBD) / 语句表(STL)手册 • 用于 S7-300/400 的标准和系统功能 	提供了参考信息, 并描述编程语言 LAD、FBD 和 STL、标准和系统功能, 扩充了 STEP 7 基本信息的范围。	6ES7810-4CA05-8BR0
电子手册 <ul style="list-style-type: none"> • PID 温度控制 	本手册描述了标准库 > PID 控制中的温度控制器。	STEP 7 软件包的一部分

在线帮助系统	目的	订货号
关于 STEP 7 的帮助信息	以在线帮助的形式, 提供使用 STEP 7 编程和组态硬件的基本信息。	STEP 7 软件包的一部分
参考帮助系统, 用于 <ul style="list-style-type: none"> • LAD/FBD/STL • SFB/SFC • 组织块 • PID 温度控制 	上下文相关的参考信息	STEP 7 软件包的一部分

SIMATIC S7 中的更多闭环控制产品

- *SIMATIC S7* 用户手册: 标准 PID 控制、模块化 PID 控制、PID 自整定器、FM355/455 PID 控制
- Jürgen Müller, “Regeln mit SIMATIC - Praxisbuch für Regelungen mit SIMATIC S7 und PCS7” (“用 SIMATIC 控制 – 用 SIMATIC S7 和 PCS7 控制的实践手册”), 由 MCI Publicis 出版社出版发行
ISBN 3-89578-147-9 (仅提供德语版本)

更多技术支持

如果有任何技术问题，请联系西门子代表或代理商。

您可以在下列网页中查找联系人：

<http://www.ad.siemens.de/partner>

培训中心

西门子提供了很多培训教程，帮助您熟悉 SIMATIC S7 自动化系统。详细信息请联系当地的培训中心，或位于德国纽伦堡(D 90327)的培训总部：

电话： +49 (911) 895-3200.

网址： <http://www.sitrain.com>

Internet 上的 SIMATIC 文档

可以在 Internet 上免费获得文档：

<http://www.ad.siemens.de/support>

在该网站上，可使用“知识管理器”快速地找到您所需要的文档。如果您对文档有任何疑问或建议，可进入 Internet 论坛上的“文档”会议室发表意见。

A&D 技术支持

遍布世界各处，24 小时服务：



<p>全球(纽伦堡) 技术支持</p> <p>每年 365 天，每天 24 小时</p> <p>电话： +49 (180) 5050-222 传真： +49 (180) 5050-223 电子邮件： adsupport@siemens.com</p> <p>格林威治标准时间 (GMT): +1:00</p>		
<p>欧洲/非洲(纽伦堡) 许可证</p> <p>当地时间： 星期一到星期五， 上午 8:00 到下午 5:00</p> <p>电话： +49 (180) 5050 222 传真： +49 (180) 5050 223 电子邮件： adsupport@siemens.com</p> <p>格林威治标准时间 (GMT): +1:00</p>	<p>美国(约翰逊城) 技术支持和授权中心</p> <p>当地时间： 星期一到星期五， 上午 8:00 到下午 5:00</p> <p>电话： +1 (423) 262 2522 传真： +1 (423) 262 2289 电子邮件： simatic.hotline@sea.siemens.com</p> <p>格林威治标准时间 (GMT): -5:00</p>	<p>亚洲/澳洲(北京) 技术支持和授权中心</p> <p>当地时间： 星期一到星期五， 上午 8:00 到下午 5:00</p> <p>电话： +86 10 64 75 75 75 传真： +86 10 64 74 74 74 电子邮件： adsupport.asia@siemens.com</p> <p>格林威治标准时间 (GMT): +8:00</p>
<p>SIMATIC 热线和授权热线的语言通常是德语和英语。</p>		

互联网服务与支持

除文档以外，还在英特网上在线提供了专业技术信息，网址如下：

<http://www.siemens.com/automation/service&support>

可在其中查找下列内容：

- 公司简讯，不断提供产品的最新信息。
- 相应文档资料，可通过“服务和支持”中的搜索功能查找。
- 论坛，世界各地的用户和专家可以在此交流经验。
- 当地自动化和驱动办事处。
- 在“服务”页面下提供了关于现场服务、维修、备件等信息。

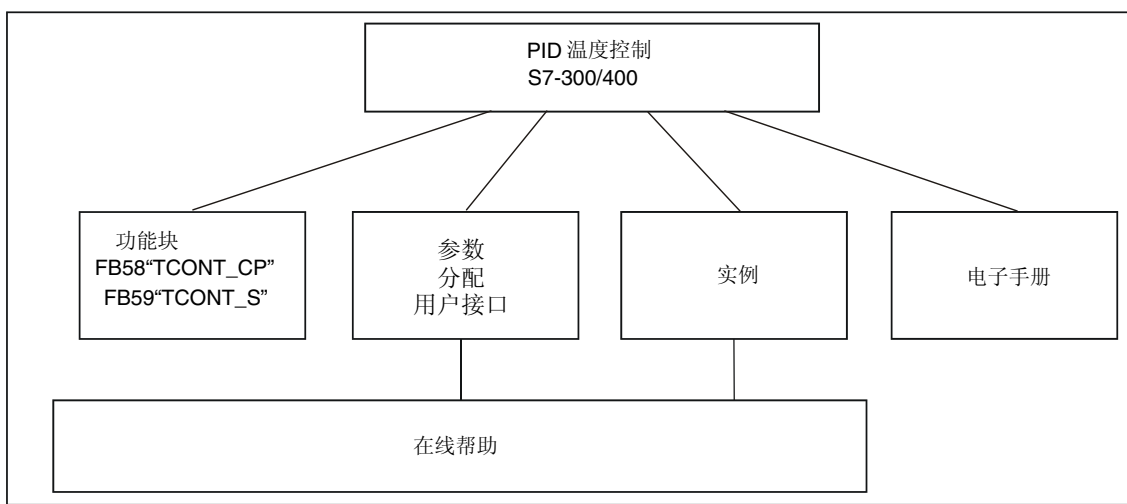
目录

1	引言	1-1
1.1	FB 58 “TCONT_CP”	1-3
1.2	FB59 “TCONT_S”	1-4
2	连续温度控制器 FB 58 “TCONT_CP”	2-1
2.1	控制器部分	2-1
2.1.1	形成偏差信号	2-1
2.1.2	PID 算法.....	2-4
2.1.3	计算可调节变量.....	2-6
2.1.4	保存和重新装载控制器参数	2-9
2.2	脉冲发生器 PULSEGEN (PULSE_ON)	2-11
2.3	方框图	2-13
2.4	在用户程序中包含功能块	2-14
2.4.1	调用控制器块	2-14
2.4.2	无脉冲发生器的调用(连续控制器).....	2-15
2.4.3	具有脉冲发生器的调用(脉冲控制器)	2-15
2.4.4	初始化	2-18
3	在 FB 58 “TCONT_CP” 中执行控制器整定	3-1
3.1	引言.....	3-1
3.2	过程类型	3-2
3.3	应用领域	3-3
3.4	控制器整定的阶段	3-4
3.5	准备工作	3-6
3.6	启动整定(阶段 1 -> 2)	3-8
3.7	搜索拐点(阶段 2)和计算控制参数(阶段 3、4、5).....	3-10
3.8	检查过程类型(阶段 7).....	3-10
3.9	整定结果	3-11
3.10	整定被操作员停止	3-11
3.11	出错状况和纠正方法	3-12
3.12	控制模式中的手动微调.....	3-16
3.13	控制通道的并行整定	3-19
4	步进温度控制器 FB59 “TCONT_S”	4-1
4.1	控制器部分	4-1
4.1.1	形成偏差信号	4-1
4.1.2	PI 步进控制器算法	4-4
4.2	方框图	4-5
4.3	在用户程序中包含功能块	4-6
4.3.1	调用控制器块	4-6
4.3.2	采样时间	4-7
4.3.3	初始化	4-7
5	使用入门	5-1

6	温度控制器实例	6-1
6.1	引言	6-1
6.2	使用 FB 58 “TCONT_CP” (脉冲控制)的实例	6-2
6.3	具有短脉冲发生器采样时间的 FB 58 “TCONT_CP” 的实例	6-6
6.4	使用 FB 58 “TCONT_CP” (连续控制)的实例	6-7
6.5	使用 FB 59 “TCONT_S” (步进控制器)的实例	6-11
A	附录	A-1
A.1	技术规范	A-1
A.2	执行时间	A-1
A.3	DB 分配	A-2
A.3.1	FB 58 “TCONT_CP” 的背景数据块	A-2
A.3.2	FB 59 “TCONT_S” 的背景数据块	A-13
A.4	整定期间可能出现的消息列表	A-17
B	缩写和缩略语	B-1
	索引	

1 引言

“PID 温度控制”的产品结构



在安装了 STEP 7 之后，STEP 7 PID 温度控制的各个组成部分就存在于下列文件夹中：

- SIEMENS\STEP7\S7LIBS\：FB
- SIEMENS\STEP7\S7WRT\：参数分配用户界面、自述文件、在线帮助
- SIEMENS\STEP7\EXAMPLES\：实例程序
- SIEMENS\STEP7\MANUAL\：手册

功能块

“标准库 PID 控制”包含了两个温度控制器：

1. **FB 58 “TCONT_CP”**：
用于具有连续或脉冲输入信号的执行器的温度控制器。这个控制器块还包含了 PI/PID 参数的自整定功能。
2. **FB 59 “TCONT_S”**：
用于具有集成组件(例如定位电机)的执行器的步进温度控制器。

控制块是纯软件控制器，在其中，一个块就包含了控制器的全部功能。周期计算所需的数据存储在相应的背景数据块中。

参数分配用户界面

使用参数分配用户界面为控制器设置参数，并对控制器进行整定。参数设置存储在相关背景数据块中。可以通过双击相关背景数据块启动参数分配用户界面。

在线帮助

您可以在在线帮助系统中查找到关于参数分配用户界面和功能块的描述。

打开自述文件

自述文件包含了关于您接收到的软件的最新信息。可以在 **Windows** 开始菜单中找到这个文件。

1.1 FB 58 “TCONT_CP”

FB 58 “TCONT_CP” 用于使用连续或脉冲控制信号来控制温度过程。您可以设置参数，启用或禁止 PID 控制器的子功能，以便使其和要控制的过程相适应。使用参数分配工具，可以很简单地进行这些设置。在 SIMATIC 管理器内，可以双击一个项目内的背景数据块来启动参数分配过程。可以按照下列步骤打开电子手册：
开始 > Simatic > 文档 > 英文 > PID 温度控制。

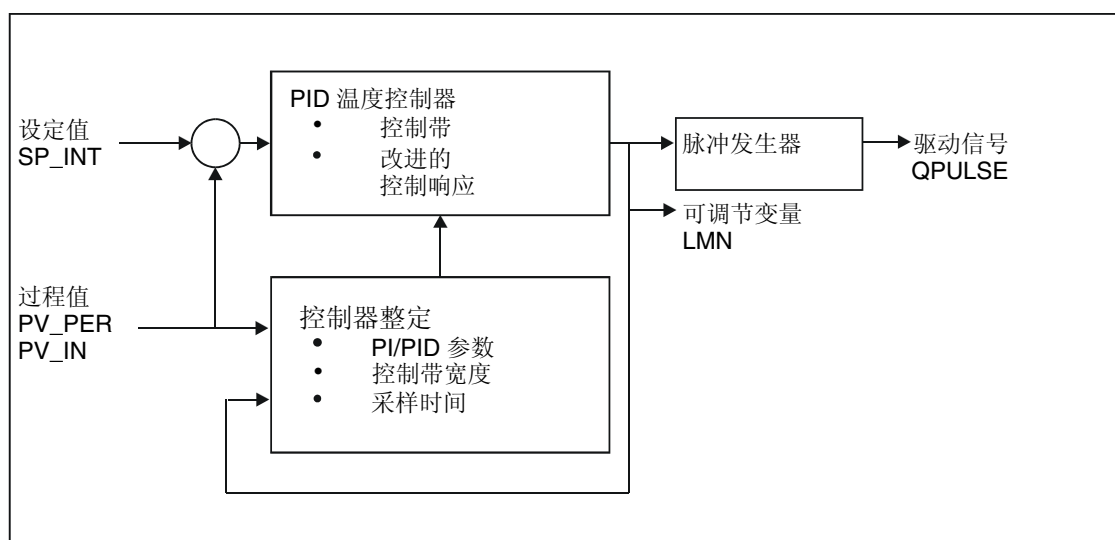
应用

模块功能以 PID 控制算法为基础，带有用于温度过程的附加功能。控制器提供了模拟量调节值和脉宽调制驱动信号。控制器将信号输出到一个执行器；换句话说，通过一个控制器，可以加热，也可以冷却，但是不能同时加热和冷却。

在加热或冷却过程中使用控制器

FB TCONT_CP 可以仅用于加热，也可以仅用于冷却。如果将块用于冷却，必须为 GAIN 分配一个负数。控制器的反转意味着，例如，如果温度上升，可调节变量 LMN 会增大，冷却效果也随着加强。

结构略图



描述

除了设定值和过程值分支中的功能以外，FB 还实现了完整的 PID 温度控制器，具有连续的和二进制的可调节变量输出。为了改善对温度过程的控制响应，该功能块包含了一个控制带，并且在发生设定值阶跃变化时还会减小 P 作用。

该功能块可以使用控制器整定功能，自行设置 PI/PID 参数。

1.2 FB59 “TCONT_S”

FB59 “TCONT_S” 用于控制工艺温度过程，其二进制控制器输出信号用于将执行器集成到 SIMATIC S7 可编程控制器上。通过设置参数，可以启用或禁止 PI 步进控制器的子功能，使控制器和过程相适应。在参数分配用户界面，可以很简单地进行这些设置。在 SIMATIC 管理器内，可以双击一个项目内的背景数据块来启动参数分配过程。可以按照下列步骤打开电子手册：

开始 > Simatic > 文档 > 英文 > PID 温度控制。

应用

其功能以采样控制器的 PI 控制算法为基础。这是通过从模拟量驱动信号中产生二进制输出信号的功能来实现的。

还可以在级联控制中将控制器用作次级定位控制器。通过设定值输入 SP_INT 来指定执行器的位置。在这种情况下，必须将过程值输入和参数 TI (积分时间) 设置为零。其应用可能是，例如，具有使用脉冲间断激励进行加热动力控制和使用蝶阀进行冷却控制的温度控制。要完全关闭阀门，可调节变量(ER*GAIN)应该是负值。

描述

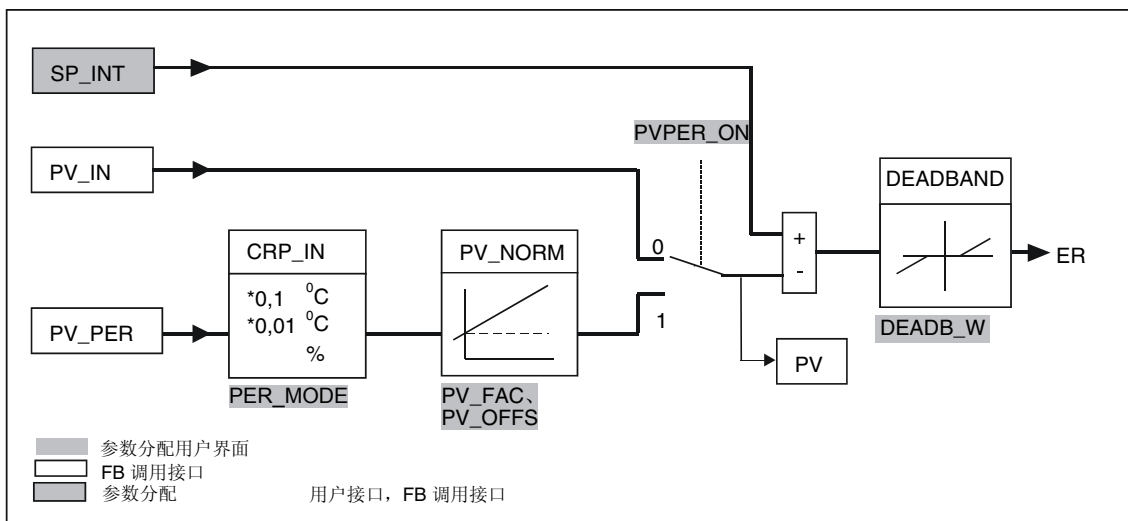
除了过程变量分支中的功能以外，FB 59 “TCONT_S” 还实现了完整的 PI 控制器，具有二进制调节值输出，并能选择手动影响控制器输出信号。步进控制器的运行不需要定位反馈信号。

2 连续温度控制器 FB 58 “TCONT_CP”

2.1 控制器部分

2.1.1 形成偏差信号

下面的方框图解释了偏差的形成过程：



设定值分支

设定值在 SP_INT 上以浮点数格式输入，可以是物理值，也可以是百分比。用于形成偏差的设定值和过程值必须具有相同的单位。

过程值选项(PVPER_ON)

根据 PVPER_ON，可以以外围设备(I/O)或浮点数格式采集过程值。

PVPER_ON	过程值输入
TRUE	过程值是通过外围设备 I/O 模拟量(PIW xxx)在输入端 PV_PER 上读取的。
FALSE	过程值是以浮点数格式在输入端 PV_IN 上采集的。

过程值格式转换 CRP_IN (PER_MODE)

CRP_IN 功能根据开关 PER_MODE，依据下列规则，将外围设备值 PV_PER 转换成浮点数格式：

PER_MODE	CRP_IN 的输出	模拟量输入类型	单位
0	$PV_PER * 0.1$	热电偶；PT100/Ni100；标准	°C； °F
1	$PV_PER * 0.01$	PT100/Ni100；气候；	°C； °F
2	$PV_PER * 100/27648$	电压/电流	%

过程值规格化 PV_NORM (PF_FAC, PV_OFFS)

PV_NORM 功能依据下列规则计算 CRP_IN 的输出：

$$\text{“PV_NORM 的输出”} = \text{“CPR_IN 的输出”} * PV_FAC + PV_OFFS$$

它具有下列用途：

- 通过过程值因子 PV_FAC 和过程值偏移量 PV_OFFS，对过程值进行修正。
- 将温度值规格化为百分比值
需要以百分比形式输入设定值，现在必须将测得的温度值转换成百分比值。
- 将百分比值规格化为温度值
需要按照物理温度单位输入设定值，现在必须将测得的电压/电流值转换成温度值。

参数的计算：

- $PV_FAC = PV_NORM \text{ 的取值范围} / CRP_IN \text{ 的取值范围}$ ；
- $PV_OFFS = LL(PV_NORM) - PV_FAC * LL(CRP_IN)$ ；
其中，LL 是下限值。

对于缺省值($PV_FAC = 1.0$ 和 $PV_OFFS = 0.0$)，禁止规格化。有效的过程值在 PV 输出端输出。

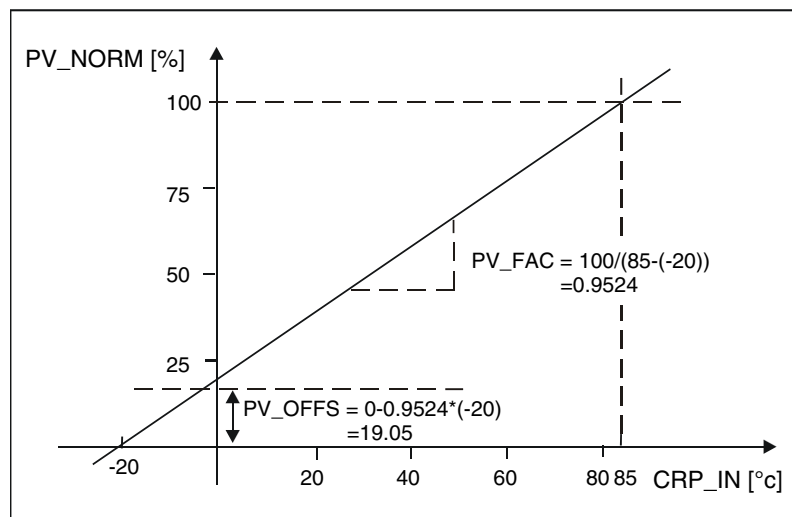
注意

对于脉冲控制，必须在更快的脉冲调用中将过程值传送到功能块中(原因：均值过滤)。否则，控制质量可能会恶化。

过程值规格化实例

如果要输入一个百分比形式的设定值，并且要施加-20~85 °C 的温度范围到 CRP_IN，则必须将温度范围规格化为百分比值。

下图给出了一个实例，将温度范围 -20~85 °C 调整到内部刻度 0~100 %:

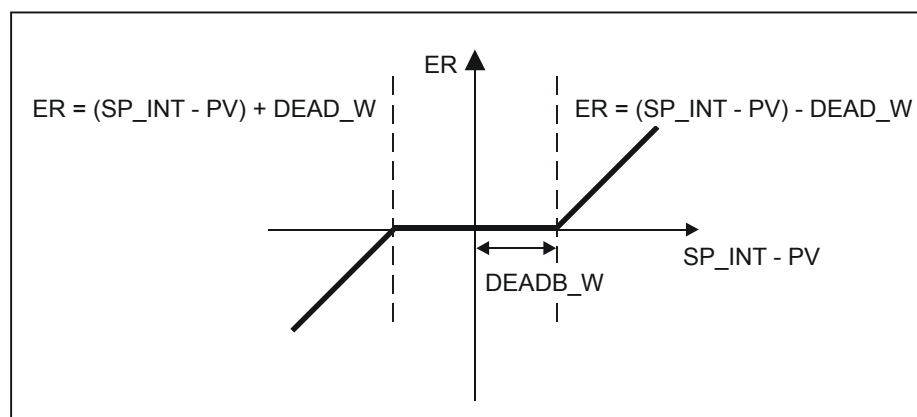


形成偏差信号

设定值和过程值之间的差值便是到达死区之前的偏差。
设定值和过程值必须具有相同的单位。

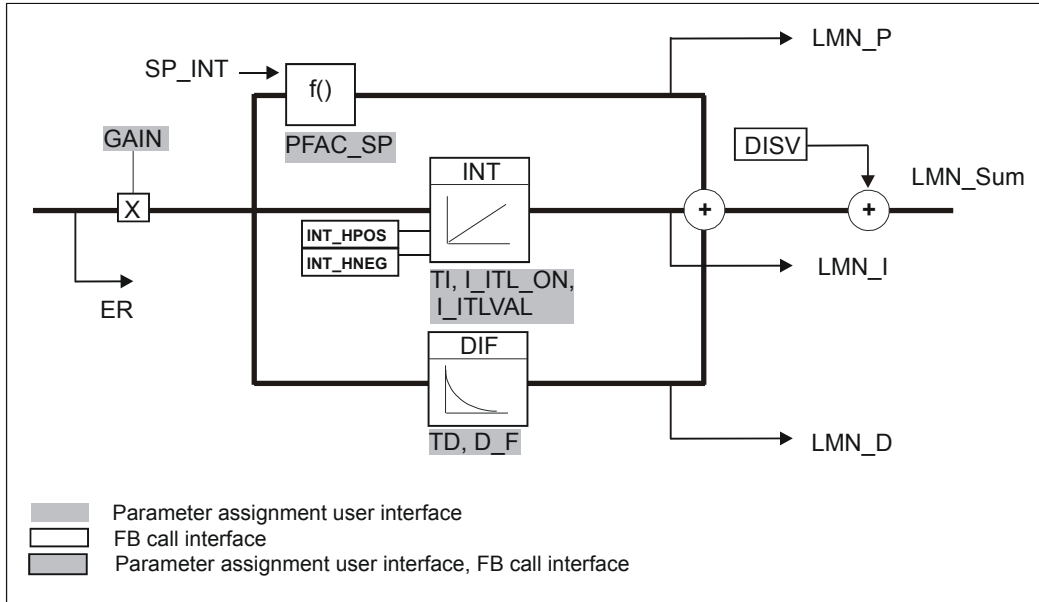
死区(DEADB_W)

为抑制由于可调节变量量化所引起的小幅恒定振荡(例如，在使用 PULSEGEN 进行脉宽调制时)，对偏差应用了死区(DEADBAND)。如果 DEADB_W = 0.0，则取消激活死区。有效的偏差信号由 ER 参数指示。



2.1.2 PID 算法

下图是 PID 算法的方框图：



PID 算法(GAIN、TI、TD、D_F)

PID 算法采用位置算法形式运行。比例、积分(INT)和微分(DIF)作用并行连接在一起，可以单独进行激活或取消激活。这样，就允许组态 P、PI、PD 和 PID 控制器。控制器整定支持 PI 和 PID 控制器。通过使用一个负的 GAIN 值来实现控制器反转(冷却控制器)。

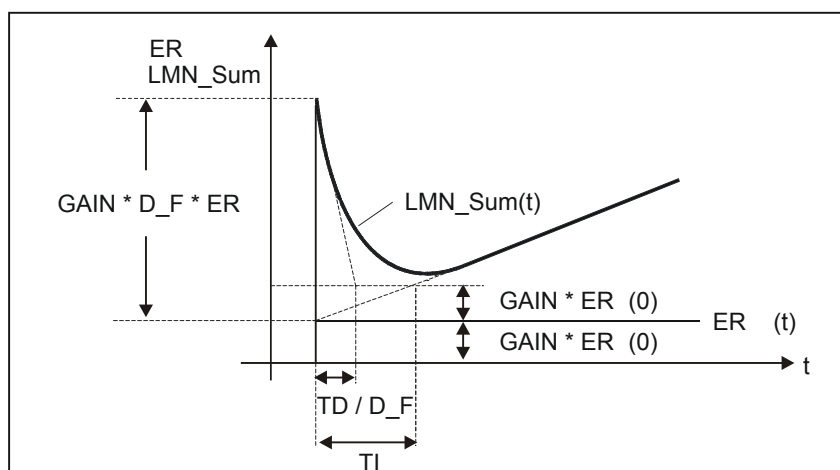
如果将 TI 和 TD 设置为 0.0，则可以在工作点上获得一个纯比例控制器。

时间范围内的阶跃响应是：

$$LMN_Sum(t) = GAIN * ER(0) \left(1 + \frac{1}{TI} * t + D_F * e^{-\frac{t}{TD/D_F}} \right)$$

其中：

LMN_Sum(t)	控制器处于自动模式时的可调节变量
ER (0)	规格化的偏差信号的阶跃变化
GAIN	控制器增益
TI	积分时间
TD	微分时间
D_F	微分因子



积分器(TI、I_ITL_ON、I_ITLVAL)

在手动模式中，进行如下修正： $LMN_I = LMN - LMN_P - DISV$ 。

如果可调节变量达到限制值，则积分作用停止。如果偏差使积分作用回到可调节变量范围，则积分作用重新被启用。

还可以使用下列措施来修改积分作用：

- 通过 $TI = 0.0$ ，取消激活控制器的积分作用
- 当发生设定值变化时，弱化比例作用
- 控制带
- 调节值上下限的在线修改

当发生设定值变化时，弱化比例作用(PFAC_SP)

为防止过调，可以使用“用于设定值变化的比例因子”参数(PFAC_SP)来弱化比例作用。使用 PFAC_SP，可以在 0.0 到 1.0 的范围之内连续选择，以决定当设定值变化时比例作用的影响：

- PFAC_SP=1.0: 如果设定值发生变化，比例作用发挥全部作用
- PFAC_SP=0.0: 如果设定值发生变化，比例作用不发挥任何作用

通过补偿积分作用，可以获得比例作用的弱化。

微分作用元素(TD、D_F)

- 通过 $TD = 0.0$ ，取消激活控制器的微分作用
- 如果激活了微分作用，则应该满足下列关系式： $TD \geq 0.5 * CYCLE * D_F$

通过工作点进行 P 或 PD 控制器的参数设置

在用户界面中，可以取消激活积分作用(TI = 0.0)，可能还可以取消激活微分作用(TD = 0.0)。然后进行下列参数设置：

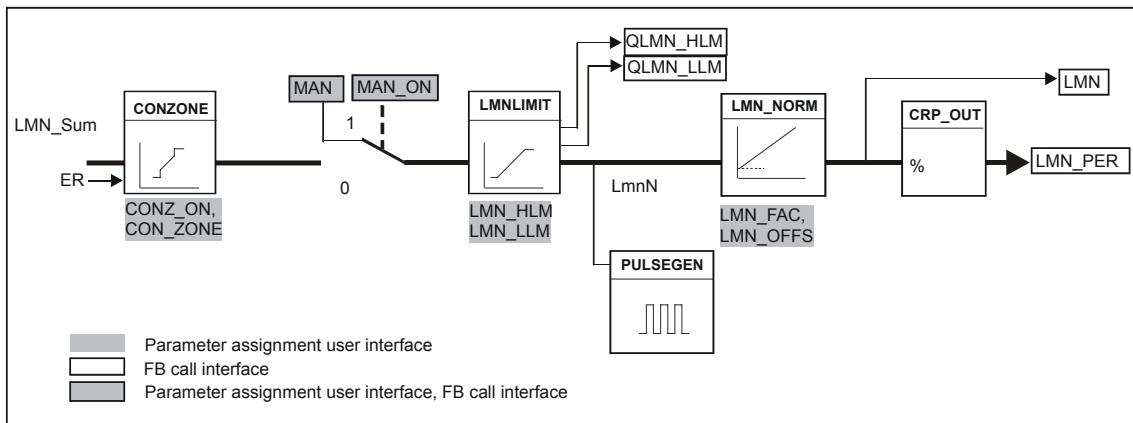
- I_ITL_ON = TRUE
- I_ITLVAL = 工作点；

前馈控制(DISV)

可以在 DISV 输入端上加一个前馈变量。

2.1.3 计算可调节变量

下图是可调节变量计算的方框图：



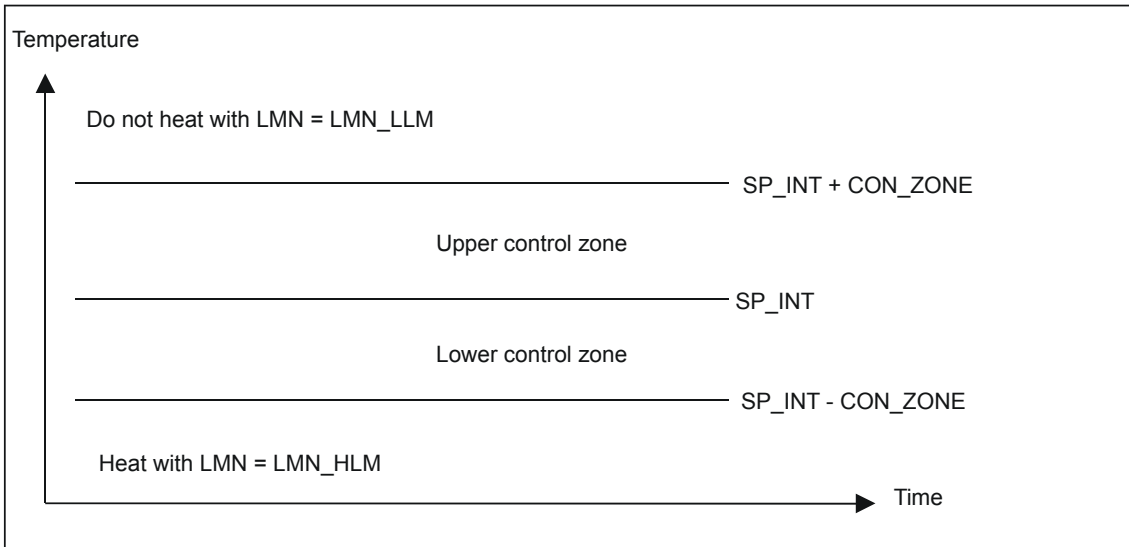
控制带(CONZ_ON、CON_ZONE)

如果 CONZ_ON = TRUE，则控制器运行时使用控制带。这意味着控制器将依据下列算法工作：

- 如果 PV 超出 SP_INT，且偏差超过了 CON_ZONE，则数值 LMN_LLM 作为可调节变量输出(受控的闭环回路)。
- 如果 PV 低于 SP_INT，且偏差超过了 CON_ZONE，则数值 LMN_HLM 作为可调节变量输出(受控的闭环回路)。
- 如果 PV 在控制带(CON_ZONE)之内，则可调节变量采用来自 PID 算法 LMN_Sum 的数值(自动闭环回路控制)。

注意

从受控的闭环回路到自动闭环回路控制的切换，需要考虑大小为控制带的 20% 的滞后。

**注意**

在手动激活控制带之前，必须确保控制带范围不能太窄。如果控制带范围太小，则可调节变量和过程变量可能会发生振荡。

控制带的优越性

当过程值进入控制带时，微分作用可造成可调节变量快速减小。这意味着，只有在激活了微分作用时控制带才有用。如果没有控制带，基本上只有通过减小比例作用才能减小可调节变量。如果最大或最小可调节变量输出远没有达到新工作点所要求的可调节变量，则控制带会导致在不过调或欠调的情况下，使调节尽快稳定。

手动值处理(MAN_ON、MAN)

可以在手动和自动运行之间进行切换。在手动模式中，可调节变量被修正为一个手动值。

积分作用(INT)在内部被设置为 $LMN - LMN_P - DISV$ ，而微分作用(DIF)被设置为 0，并且在内部进行同步。这样，切换到自动模式将是无扰的。

注意

在整定期间，MAN_ON 参数无效。

可调节变量限制值 LMNLIMIT (LMN_HLM、LMN_LLM)

通过 LMNLIMIT 功能，将可调节变量的数值限制在 LMN_HLM 和 LMN_LLM 限制值之间。如果达到了这些限制值，则通过消息位 QLMN_HLM 和 QLMN_LLM 来指示。

如果可调节变量达到限制值，则积分作用停止。如果偏差使积分作用回到可调节变量范围，则积分作用重新被启用。

在线更改可调节变量限制值

如果可调节变量的范围减小了，而可调节变量的新的未限制值超出了该限制范围，则积分作用和可调节变量的数值将因此发生变换。

可调节变量的减小量和可调节变量限制值的变化量相同。如果在变化之前可调节变量没有达到限制值，则它将被设置成新的限制值(这里所描述的用于可调节变量的上限)。

可调节变量规格化 LMN_NORM (LMN_FAC、LMN_OFFS)

LMN_NORM 函数依据下列公式规格化可调节变量：

$$LMN = LmnN * LMN_FAC + LMN_OFFS$$

它具有下列用途：

- 通过可调节变量因子 LMN_FAC 和可调节变量偏移量 LMN_OFFS，修正可调节变量

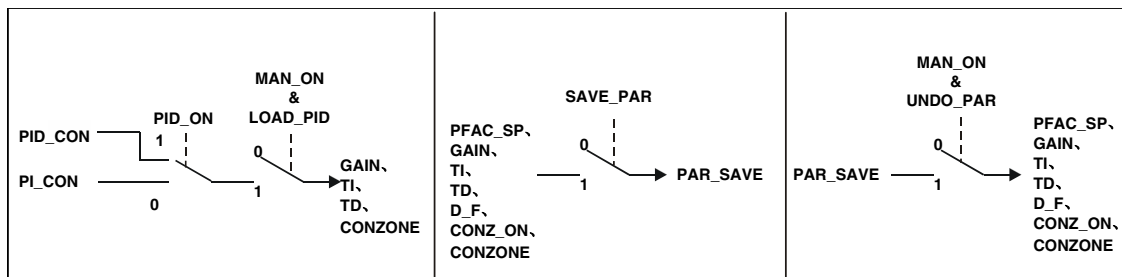
可调节变量的值还可以使用外围设备格式。CRP_OUT 功能依据下列公式，将 LMN 浮点数转换成外围设备数值：

$$LMN_PER = LMN * 27648/100$$

对于缺省值(LMN_FAC = 1.0 和 LMN_OFFS = 0.0)，规格化被禁止。有效的可调节变量在输出端 LMN 上输出。

2.1.4 保存和重新装载控制器参数

下图给出了相应的方框图：



保存控制器参数 SAVE_PAR

如果当前参数设置可用，则在进行手动更改之前，可以将其保存到 FB58 “TCONT_CP” 背景数据块的一个特殊结构中。如果整定控制器，则所保存的参数将被整定前的有效参数值覆盖。

PFAC_SP、GAIN、TI、TD、D_F、CONZ_ON 和 CONZONE 被写入到 PAR_SAVE 结构中。

重新装载保存的控制器参数 UNDO_PAR

使用本功能(仅在手动模式中)，可为控制器重新激活最后保存的控制器参数设置。

在 PI 和 PID 参数之间变化 LOAD_PID (PID_ON)

在整定之后，PI 和 PID 参数被保存在 PI_CON 和 PID_CON 结构中。根据 PID_ON，您可以在手动模式中使用 LOAD_PID，将 PI 或 PID 参数写入到有效的控制器参数中。

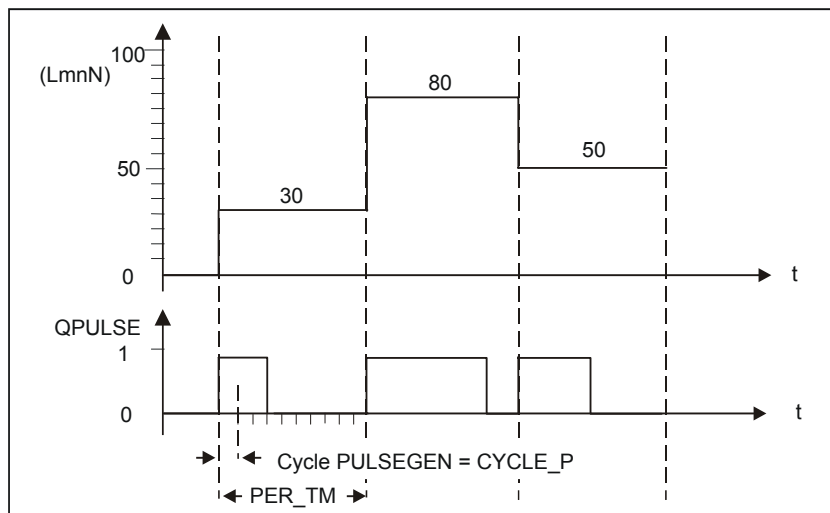
PID 参数 PID_ON = TRUE	PI 参数 PID_ON = FALSE
• GAIN = PID_CON.GAIN	• GAIN = PI_CON.GAIN
• TI = PID_CON.TI	• TI = PI_CON.TI
• TD = PID_CON.TD	

注意

- 只有当控制器增益不为 0 时，才能使用 UNDO_PAR 或 LOAD_PID，将控制器参数写回到控制器：
只有当相关 GAIN 不等于 0 时，LOAD_PID 才复制参数(要么是 PI 参数，要么是 PID 参数)。该策略考虑了还没有进行整定或 PID 参数丢失的情况。如果设置 PID_ON = TRUE，并且 PID.GAIN = FALSE，则 PID_ON 将被设置成 FALSE，而 PI 参数将被复制。
 - D_F、PFAC_SP 在整定时被设置成缺省值。以后用户可以对这些参数进行修改。LOAD_PID 并不会改变这些参数。
 - 对于 LOAD_PID，即使当 CONZ_ON = FALSE 时也始终重新计算控制带 (CON_ZONE = 250/GAIN)。
-

2.2 脉冲发生器 PULSEGEN (PULSE_ON)

PULSEGEN 功能使用脉宽调制，将模拟量可调节变量值 LmnN 转换成一系列周期为 PER_TM 的脉冲信号。通过设置 PULSE_ON=TRUE 激活 PULSEGEN，并在 CYCLE_P 周期中对其进行处理。



可调节变量值 LmnN = 30 %和每个 PER_TM 周期进行 10 个 PULSEGEN 调用，意味着下列内容：

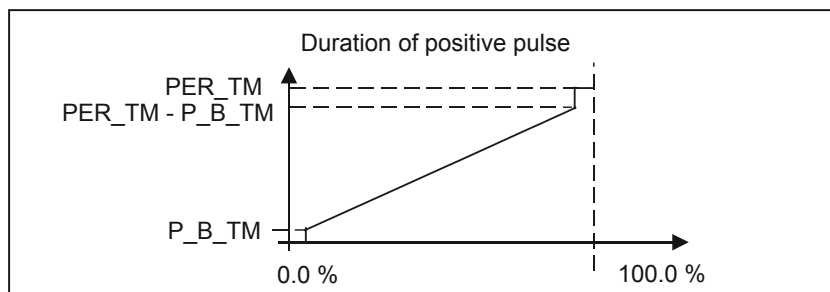
- 对于开始的三个 PULSEGEN 调用(10 个调用的 30 %)，输出 QPULSE 为 TRUE
- 对于剩下的七个 PULSEGEN 调用(10 个调用的 70 %)，输出 QPULSE 为 FALSE

每个脉冲重复周期内的脉宽和可调节变量成比例，其计算公式如下：

$$\text{脉宽} = \text{PER_TM} * \text{LmnN} / 100$$

通过抑制最小脉冲或断开时间，可以使转换的特征曲线在开始和结束区域内变成折线。

下图解释了具有单极可调节变量范围(0 %~100 %)的两步控制：



最小脉冲或最小断开时间(P_B_TM)

频繁的打开和关闭将缩短开关元件和执行器的工作寿命。可以通过设置一个最小脉冲或最小断开时间 P_B_TM 来避免发生此问题。

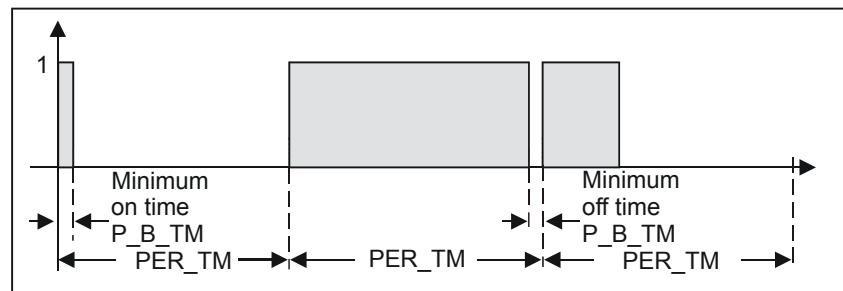
输入变量 LmnN 上的小绝对值可能会生成短于 P_B_TM 的脉冲时间，系统将抑制这些绝对值。

生成的脉冲时间长于 PER_TM - P_B_TM 的高输入值将被设置为 100%。从而降低脉冲生成的动态特性。

建议将 $P_B_TM \leq 0.1 * PER_TM$ 的值用作最小脉冲和最小断开时间。

上图中，曲线中的折线部分是由最小脉冲时间或最小断开时间引起的。

下图解释了脉冲输出的开关响应：



脉冲生成的精度

与脉冲重复周期 PER_TM 相比，脉冲发生器的采样时间 CYCLE_P 越小，脉宽调制的精度就越高。要获得充分精确的控制，请使用下列算式：

$$CYCLE_P \leq PER_TM/50$$

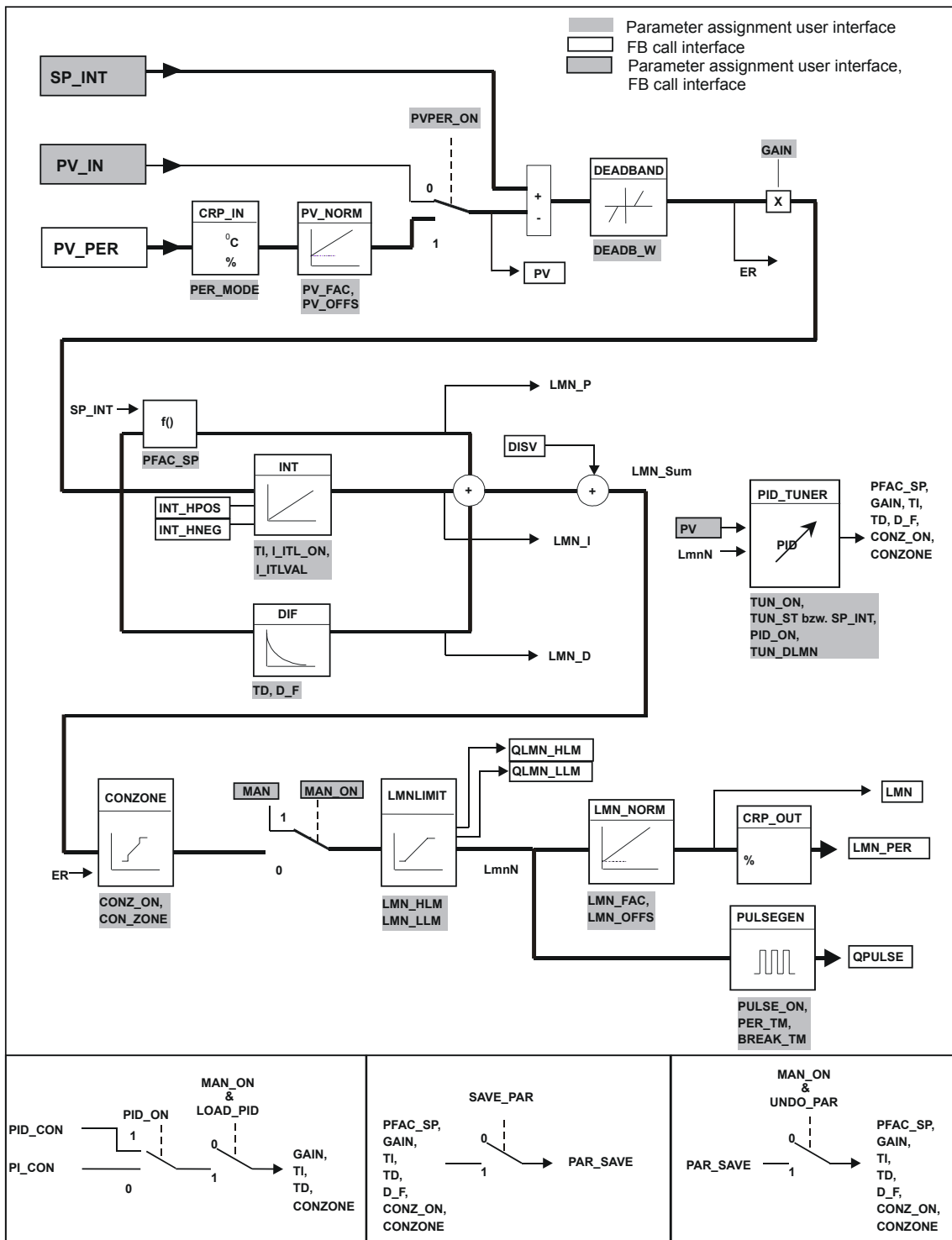
这意味着，可调节变量的数值被转换成脉冲，其精度为 $\leq 2\%$ (参见第2.4.3节，第2-15页上的实例)。

注意

调用脉冲发生器周期时，必须注意以下问题：

如果在脉冲发生器周期中调用控制器，则过程值将被取平均值。其结果是，在输出 PV 上输出的数值可能和输入 PV_IN 或 PV_PER 上的数值不同。如果需要修正设定值，则必须在整个控制器处理的调用点处，保存输入参数 PV_IN 上的过程值 (QC_ACT = TRUE)。脉冲发生器周期调用和整个发生器周期的调用点之间的其他调用，将和保存的过程值一起，转送到输入参数 PV_IN 和 SP_INT 中。

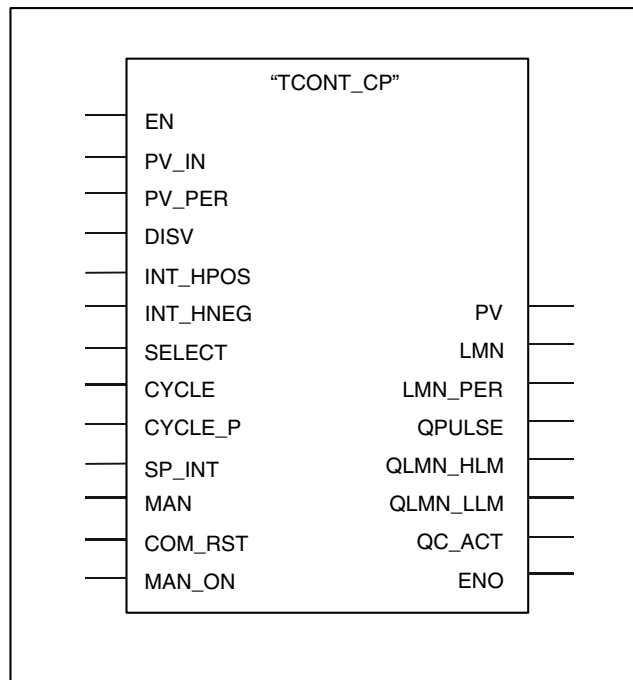
2.3 方框图



2.4 在用户程序中包含功能块

2.4.1 调用控制器块

下图给出了 FBD 中的控制调用：



必须以固定的时间间隔调用 FB TCONT_CP。为此，可以使用一个周期性中断 OB (例如，S7-300 中的 OB35)。功能块接口提供了最重要的参数，这些参数允许用户将功能块和过程变量互连在一起，例如设定值、过程值和可调节变量(参见附录 A.3 DB 分配)。还可以将一个手动值或干扰变量直接连接到功能块接口上。

2.4.2 无脉冲发生器的调用(连续控制器)

控制器采样时间 CYCLE

在 CYCLE 参数上指定采样时间。也可以使用参数分配工具输入采样时间。采样时间 CYCLE 必须和两次调用之间的时间差相匹配(周期性 OB 的周期包含了扫描速率)。

在控制器整定期间，功能块测量各次调用之间的时间，并将其和组态的数值 CYCLE 相比较。如果偏差大于 5%，则最优化将被中止，并设置 STATUS_H = 30005。

用于控制器采样时间 CYCLE 的经验法则

控制器采样时间不应该超过计算得到的控制器积分时间常数(TI)的 10%:

$$\text{CYCLE} \leq \text{TI}/10$$

2.4.3 具有脉冲发生器的调用(脉冲控制器)

控制器采样时间 CYCLE 和脉冲发生器采样时间 CYCLE_P

如果已经激活了脉冲发生器环节(PULSE_ON = TRUE)，则必须输入两个采样时间。

- 在 CYCLE_P 输入端输入脉冲发生器的采样时间。该时间必须和执行调用的周期性中断 OB 的时钟频率相匹配。所生成的脉冲的持续时间始终应该是此数值的整数倍。
- 在 CYCLE 输入端，为 FB 58 “TCONT_CP” 的其它控制功能指定采样时间。

在控制器整定期间，功能块测量各次调用之间的时间，并将其和组态的数值 CYCLE 相比较。如果偏差大于 5%，则最优化将被中止，并设置 STATUS_H = 30005。

FB 58 “TCONT_CP” 计算扫描速率，并按照 CYCLE 采样速率处理控制功能。一定要确保 CYCLE 是 CYCLE_P 的整数倍。

可以为 CYCLE 选择一个小于脉冲重复周期 PER_TM 的数值。此设置适用于需要尽可能高的脉冲重复周期以减小执行器上的磨损，但快速过程需要的采样时间却又比较短。

CYCLE 和 CYCLE_P 采样时间的经验法则

控制器采样时间不应该超过计算得到的控制器积分时间常数(TI)的 10 %: $CYCLE \leq TI/10$

为获得足够精确的可调节变量分辨率, 一定要确保下列关系式: $CYCLE_P \leq PER_TM/50$ 。

脉冲重复周期 PER_TM 的经验法则

脉冲重复周期不应该超过计算得到的控制器复位时间(TI)的 20 %:
 $PER_TM \leq TI/5$

参数 CYCLE_P、CYCLE 和 PER_TM 的作用效果实例:

PER_TM = 10 秒, CYCLE = 1 秒, CYCLE_P = 100 毫秒。

每 1 秒钟, 为可调节变量计算一个新值; 每 100 毫秒, 将该数值和最新的脉冲长度或断开长度相比较。

- 当输出一个脉冲时, 有两种可能:
 - 计算得到的可调节变量值大于最新的脉冲长度 PER_TM。这时脉冲将被延长。
 - 计算得到的可调节变量值小于或等于最新的脉冲长度 PER_TM。这时将不再输出脉冲。
- 如果没有输出脉冲, 又有两种可能:
 - 数值(100% - 计算得到的可调节变量值)大于最新的断开长度 PER_TM。这时断开时间将被延长。
 - 数值(100% - 计算得到的可调节变量值)小于或等于最新的断开长度 PER_TM。这时将输出一个脉冲。

用于脉冲控制的各种调用选项(SELECT)

在一个快速过程中，需要特别短的脉冲发生器采样时间(例如 10 毫秒)。由于程序运行时间(CPU 使用率)的存在，在脉冲输出计算所在的周期性中断 OB 中处理控制程序段是不现实的。因此，或者将控制功能移到 OB1 中，或者将其移到一个较慢的周期性中断 OB (S7-400)中。

下表给出了 SELECT 输入参数的参数设置总览：

应用	块调用	功能
缺省状况：在 S7-300 和 S7-400 中，脉冲发生器采样时间不是特别短 (例如，CYCLE_P = 100 毫秒)	在周期性中断 OB 中通过 SELECT = 0 进行调用	在同一个周期性中断 OB 中执行控制程序段和脉冲输出
在 S7-300 中，脉冲发生器采样时间较短 (例如，CYCLE_P = 10 毫秒)	在 OB1 中通过 SELECT = 1 执行条件调用(QC_ACT = TRUE)	在 OB1 中执行控制程序段
	在周期性中断 OB 中通过 SELECT = 2 进行调用	在周期性中断 OB 中执行脉冲输出
在 S7-400 中，脉冲发生器采样时间较短 (例如，CYCLE_P = 10 毫秒)	在低速周期性中断 OB 中通过 SELECT = 3 进行调用	在低速周期性中断 OB 中执行控制程序段
	在高速周期性中断 OB 中通过 SELECT = 2 进行调用	在高速周期性中断 OB 中执行脉冲输出

注意

如果调用了两个功能块来实现对控制器功能和脉冲发生器的处理，则需要注意以下几点：

- 当调用脉冲发生器时，必须向过程值(PV_IN 或 PV_PER)传送数值。所有其他形式操作数可以在调用控制器功能时获得数值。
- 每次调用都必须向 SELECT 参数传送数值。
- 如果通过 SELECT = 1 在 OB1 中进行调用，则实现了实例“脉冲控制器，OB 35，OB 1”中的条件调用。

数字实例

所需精度 G	TI	CYCLE = TI/10	PER_TM = TI/5	CYCLE_P = PER_TM*G	注释
1 %	100 秒	10 秒	20 秒	0.2 秒	通过 SELECT = 0 执行调用，周期为 200 毫秒
1 %	5 秒	0.5 秒	1 秒	0.01 秒	在单独的周期性中断等级中执行脉冲程序段的单独调用。

2.4.4 初始化

FB “TCONT_CP” 有一个初始化例行程序，当置位输入参数 COM_RST = TRUE 时，执行该例行程序。在处理完初始化例行程序后，功能块将 COM_RST 重新设置成 FALSE。

在初始化期间，积分作用被设置成数值 I_ITLVAL。当在周期性中断等级中调用时，它以此数值为起始值，继续工作。

所有其它输出都被设置成各自的初始值。

如果需要在 CPU 重启时执行初始化，则可在 OB100 中通过 COM_RST = TRUE 调用该功能块。

3 在 FB 58 “TCONT_CP” 中执行控制器整定

3.1 引言

控制器优化专用于加热或冷却过程。

当在 FB 58 “TCONT_CP” 中执行控制器整定时，将自动设置 PI/PID 控制器参数。有两种整定方式：

- 使用设定值阶跃变化，通过逼近工作点来实现整定
- 通过设置一个起始位，在工作点上进行整定

在这两种情形中，通过一个可选的可调节变量阶跃变化来激励过程的执行。在检测到一个拐点之后，将获得可用的 PI/PID 控制器参数，控制器也将切换到自动模式，并继续使用这些参数进行控制。

还可以使用参数分配用户界面中的向导来整定控制器。

优化控制器响应

控制器设计的目标是实现对干扰的最优响应。如果整定结果是“尖锐”的参数，则在设定值阶跃变化中将会导致变化量的 10%~40% 的过调。为避免发生这种情况，当发生设定值阶跃变化时，可通过 PFAC_SP 参数弱化比例作用。在典型的温度过程中，也可以通过暂时使用最小或最大可调节变量，减小由设定值的较大阶跃变化引起的过调(受控的闭环回路)。

测量周期 CYCLE 和 CYCLE_P

在整定过程开始时，将测量控制器采样时间 CYCLE 和脉冲发生器采样时间 CYCLE_P (如果脉冲控制处于激活状态)。如果测量值和组态值相差超过 5%，则控制器优化将中止，并设置 STATUS_H = 30005。

保存控制器参数(SAVE_PAR 或 UNDO_PAR)

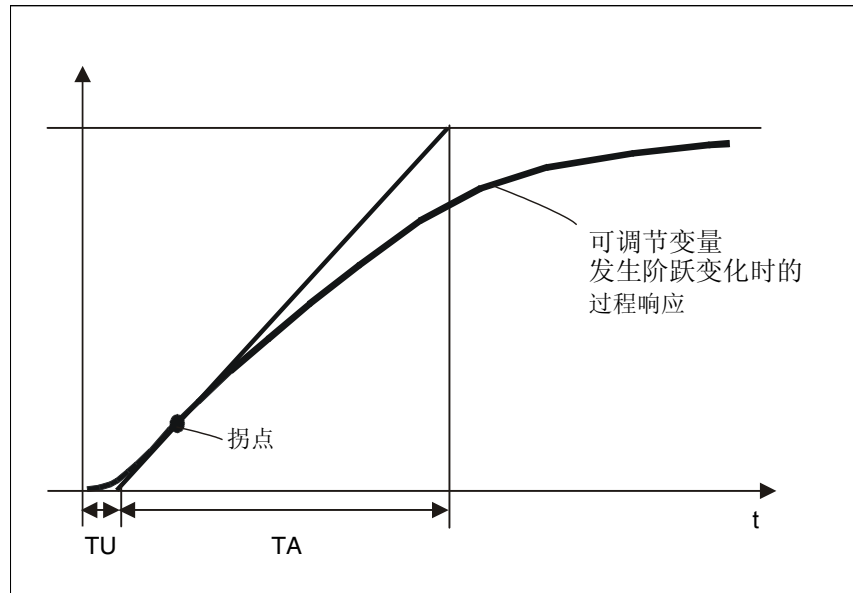
当整定控制器时，在整定开始之前将首先保存参数。当整定结束时，可以使用 UNDO_PAR 重新激活参数设置，使其与整定之前相同。

3.2 过程类型

过程类型

除了过程增益 $GAIN_P$ 以外，下图中给出的参数，即滞后时间 TU 和过程时间常数 TA 是过程的特征参数。

下图说明了阶跃响应：



下表列出了各种可以使用 FB 58 “TCONT_CP” 的过程：

过程类型 I	过程类型 II	过程类型 III
典型温度过程(理想情况)	中间范围	高阶温度过程(大滞后)
TU/TA 小于 0.1	TU/TA 约为 0.1	TU/TA 大于 0.1
一个主要时间常数	2 个大致等价的时间常数	几个时间常数

FB 58 “TCONT_CP” 是针对类型 I，即典型温度控制过程设计的。不过，也可以将该功能块用于类型 II 或 III 即高阶过程中。

3.3 应用领域

瞬态响应

该过程必须有一个稳定的、渐近的瞬态响应，具有时间延迟。

在可调节变量中发生阶跃变化之后，过程变量必须转变为稳定状态。因此，这就将无控制的振荡响应的过程和不是自调整的过程(在过程中使用积分器)排除在外。

线性度和工作范围

该过程必须在整个工作范围内具有线性响应。举例来讲，当某个单元的状态发生变化时，就产生了非线性响应。整定必须在工作范围的线性部分内进行。

这意味着，不论是在整定期间，还是在常规控制操作中，在工作范围内，非线性的影响必须是可忽略的。但是，如果再次整定是在紧邻新工作点的区域内进行，并且在整定期间所涉及到的范围内没有出现非线性，则当工作点发生变化时，可以重新整定该过程。

如果某些静态非线性(例如阀的特征)是已知的，则建议始终使用折线对这些非线性进行补偿，以使过程特征线性化。

温度过程中的干扰

诸如向邻近区域传递热量之类的干扰不得对整个温度过程影响太大。例如，当整定挤压机各个区域时，所有区域必须同时加热。

对于与测量噪声和低频干扰有关的信息，请参考第3.11节，第3-12页。

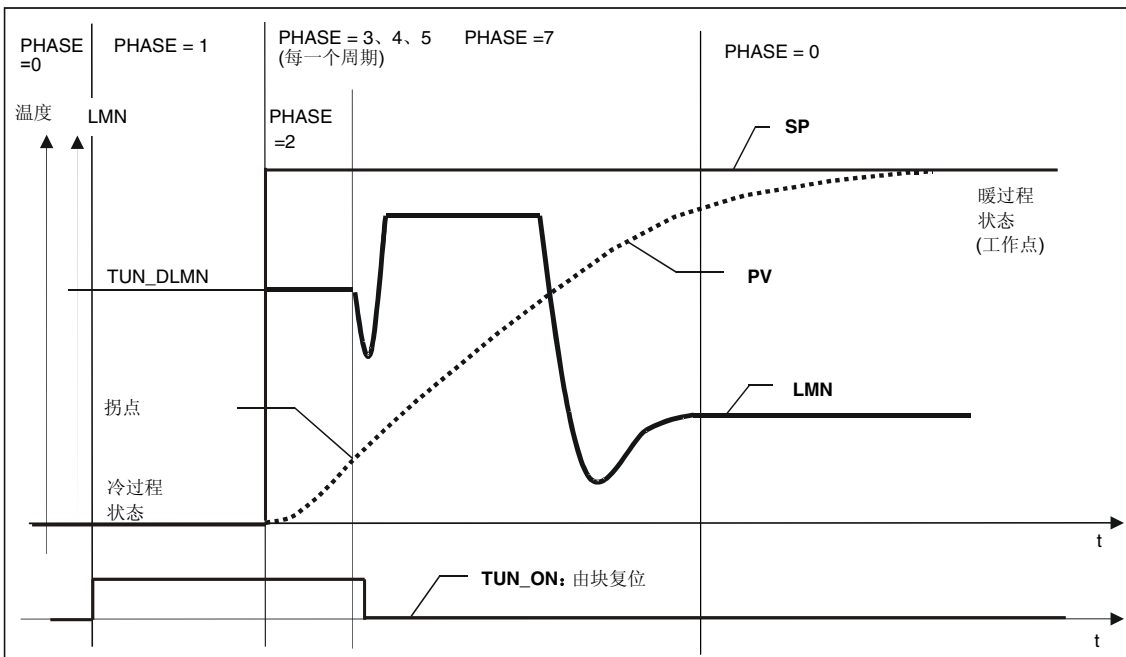
3.4 控制器整定的阶段

在整定期间，块算法要运行几个阶段。**PHASE** 参数指示了块当前正处于哪个阶段。按照下列操作步骤启动整定(参见第3.6节，第3-8页)：

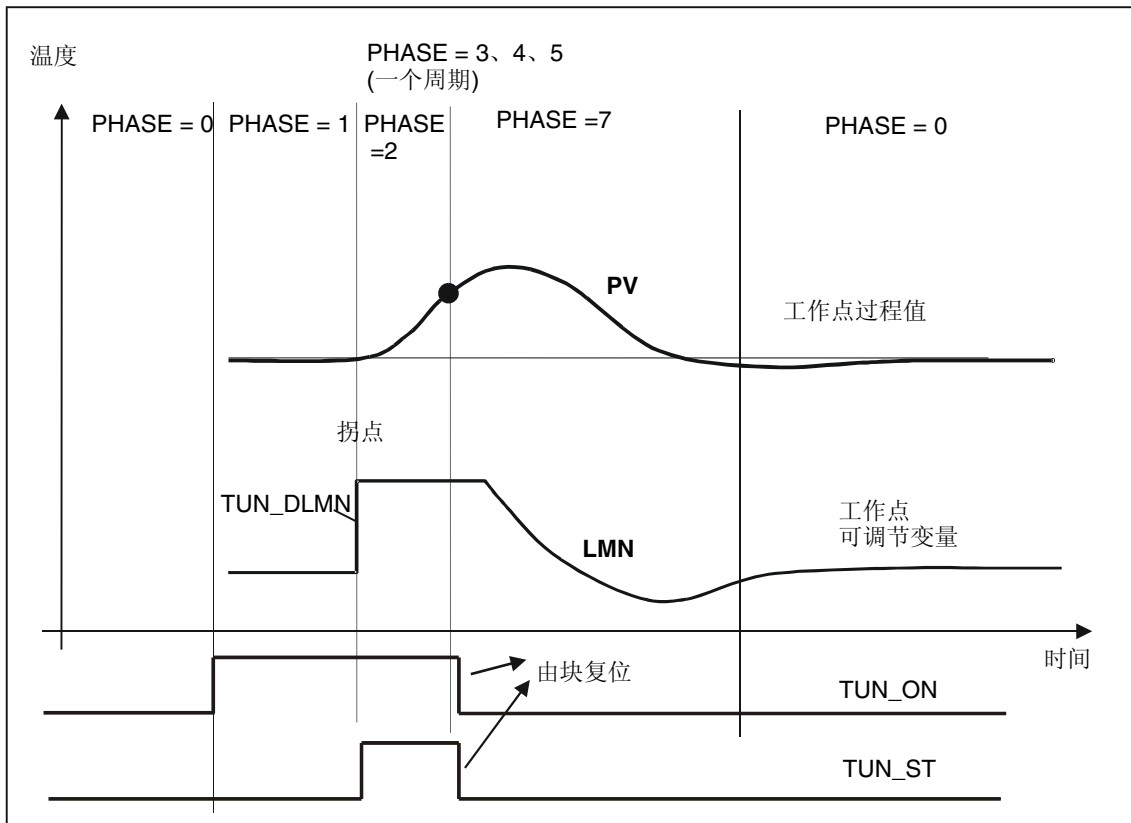
- 设置 **TUN_ON = TRUE**，准备整定控制器。控制器从阶段 0 切换到阶段 1。
- 在阶段 1 中等待一段时间后，或者在 **SP_INT** 参数设置一个设定值阶跃变化，或者设置 **TUN_ST = TRUE**。控制器输出一个由数值 **TUN_DLMN** 改变了的可调节变量，然后开始搜索拐点。

PHASE	描述
0	无整定；自动或手动模式
1	准备开始整定；检查参数，等待激励，测量采样时间
2	实际整定：等待在稳定的控制器输出值上检测到拐点。采样时间输入到背景数据块中。
3 (1 个周期)	过程参数的计算。整定前有效的控制器参数被保存。
4 (1 个周期)	控制器设计
5 (1 个周期)	使控制器处理新的可调节变量
7	检查过程类型

下图说明了整定的各个阶段，该整定是由于设定值从周围环境温度阶跃变化到工作点而引起的：



下图说明了从 TUN_ST = TRUE 开始的、在工作点上执行整定的各个阶段：



在整定结束时(参见第3.9节, 第3-11页), 当块返回到阶段 0 并且设置了 TUN_ON = FALSE 时, 可以通过 STATUS_H 参数来识别整定是否有误。

3.5 准备工作

SIMATIC 和控制器

通过输入/输出参数 TUN_ON、TUN_ST 或 SP_INT 来启动整定。可以通过下列方法来设置参数：

- 通过参数分配用户界面
- 通过操作员监控设备
- 从用户程序中

只要在一个周期中写入输入/输出参数，因为 FB 58 “TCONT_CP” 会复位这些参数。



警告

可能会发生死亡、严重人身伤害或重大财产损失。

在整定期间，MAN_ON 参数无效。其结果是，可调节变量或过程值可能会达到不可接受的极端值。

可调节变量是由整定功能设置的。要停止整定，必须首先设置 TUN_ON = FALSE。这样 MAN_ON 将重新变为有效。

确保一个准稳定状态初始状况(阶段 0)

如果受控变量中有低频振荡，例如由于控制器参数不正确，则应在开始整定之前将控制器切换到手动模式，并等待振荡消失。作为备选方案，可以切换到具有较柔和设置(低回路增益、高积分时间)的 PI 控制器。

现在必须等待，直到达到一个稳定状态；换句话说，直到过程值和可调节变量的数值都已经固定。过程变量的渐近稳定或缓慢漂移也是允许的(准稳定状态，参见下图)。可调节变量必须恒定或在恒定平均值周围波动。

注意

还应避免在即将启动整定前改变可调节变量。当建立整定所需要的条件时，也可能会意外引起可调节变量发生变化(例如，当关闭一个炉门时)！如果确实发生了这种情况，请至少等到过程变量开始渐进地趋向稳定状态。不过，如果能等到暂态完全消失，则可以获得更好的控制器参数。

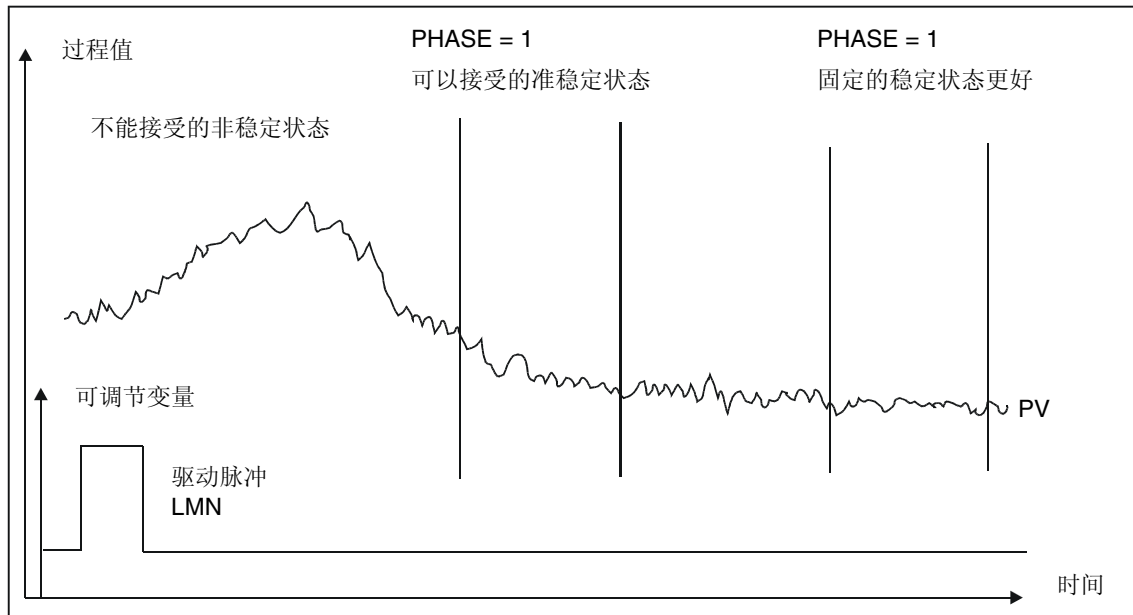
准备整定(阶段 0 -> 1)

既可以以手动模式启动整定，也可以以自动模式启动整定。

设置参数 `TUN_ON = TRUE`。这时 FB 58 “TCONT_CP” 准备进行整定(阶段 1)。只能在稳定状态中或在临时处于稳定状态时置位 `TUN_ON` 位。

如果在置位了 `TUN_ON` 位之后准稳定状态发生了变化，则必须复位该位，并且必须通过重新置位 `TUN_ON` 位将新的准稳定状态通知给 FB 58 “TCONT_CP”。

下图说明了过程变量是如何达到稳定状态的：



在阶段 1，可调节变量发生阶跃变化之前的时间被 FB 58 “TCONT_CP” 用于计算过程变量噪声 `NOISE_PV`、初始上升 `PVDT0` 和可调节变量的平均值(可调节变量的初始值 `LMN0`)。

注意

在阶段 1 中，在功能块确定可调节变量的平均值和过程变量的初始上升之前，只能等待过程激励(典型值：1 分钟)。

在阶段 1 中，对控制器采样时间 CYCLE 和脉冲发生器采样时间 CYCLE_P 都进行测量，并在阶段 2 开始时将这两个数值写入到相关输入/输出参数中。在没有脉冲发生器的控制模式中，CYCLE_P = CYCLE。

注意

如果使用 SELECT = 0 或 1 调用脉冲控制器，则在设置 TUN_ON 之前，必须通过参数 CYCLE 和 CYCLE_P 指定需要的比率 CYCLE/CYCLE_P。

3.6 启动整定(阶段 1 -> 2)

使用设定值阶跃变化，通过逼近工作点来实现整定

通过改变设定值来启动整定可调节变量(LMNO + TUN_DLMN) (阶段转变 1 -> 2)。但是，只有当达到拐点时，设定值才变为有效(只有当达到拐点时控制器才切换到自动模式)。

由用户负责根据允许的过程变量变化范围，选择可调节变量变化(TUN_DLMN)的大小。TUN_DLMN 的符号必须根据预期的过程变量变化来设置(考虑控制工作的方向)。

设定值阶跃变化和 TUN_DLMN 必须合适匹配。如果 TUN_DLMN 太高，则可能存在这样一种危险，即在设定值阶跃变化的 75%范围内找不到拐点。

但是，TUN_DLMN 必须足够高，以便过程变量可以至少达到设定值阶跃变化的 22%。否则，可能会一直停留在整定模式中(阶段 2)。

纠正方法：当整定功能尝试检测拐点时，减小设定值。

注意

对于特别缓慢的过程，建议在整定期间设置一个比预期工作点稍微低一些的目标设定值，并监视状态位和 PV (有过调危险)。

只在线性范围内进行整定：

某些受控过程(例如，锌和镁熔炉)，在工作点之前紧靠工作点的位置有一个非线性范围(物质状态发生变化)。

通过选择一个合适的设定值阶跃变化，可以将整定限制在线性范围内。当过程变量已经超过了设定值阶跃变化(SP_INT-PV0)的 75%时，整定结束。

同时，应该减小 TUN_DLMN，保证在达到设定值阶跃变化的 75%之前可以找到拐点。

没有设定值阶跃变化时，在工作点上进行整定

通过设置启动位 TUN_ST，执行整定可调节变量(LMN0 + TUN_DLMN) (阶段转变 1 -> 2)。当改变设定值时，只有到达拐点时(即当控制器切换到自动时)，新的设定值才开始起作用。

由用户负责根据允许的过程变量变化范围，选择可调节变量变化(TUN_DLMN)的大小。TUN_DLMN 的符号必须根据预期的过程变量变化来设置(考虑控制工作的方向)。

当心！

如果是通过 TUN_ST 来激励过程，则在 75%处不会安全关闭。当到达拐点时，整定终止。但是，在有噪声的过程中，可能会大大超过拐点。

对操作员输入错误的保护

操作员错误	状态和结果	注释
同时置位 TUN_ON 和设定值阶跃变化或 TUN_ST	转变成阶段 1，但是，整定并未启动。 <ul style="list-style-type: none"> • SP_INT = SPold 或 • TUN_ST = FALSE 	取消设定值改变。这可以防止控制器不必要地调整到新的设定值，从而离开稳定状态的工作点。
有效的 TUN_DLMN < 5% (阶段 1 结束)	STATUS_H = 30002 <ul style="list-style-type: none"> • 转变到阶段 0 • TUN_ON = FALSE • SP = SPold 	整定被中止。 取消设定值改变。这可以防止控制器不必要地调整到新的设定值，从而离开稳定状态的工作点。

3.7 搜索拐点(阶段 2)和计算控制参数(阶段 3、4、5)

在阶段 2，整定功能试图在可调节变量保持不变时检测拐点。此方法可以防止由于过程变量噪声而过早地找到拐点。

对于脉冲控制器，过程变量在 N 个脉冲周期内取平均值，然后再用于控制器环节。在控制器环节，还会进一步对过程变量取平均值：一开始，取均值处理并不起作用，也就是说，取均值始终是在 1 个周期中进行。只要噪声超过了一定程度，周期的数量就将加倍。

计算噪声的周期和振幅。只有在被评估的时间段内，斜率始终小于最大上升时，才取消搜索拐点，并退出阶段 2。而 TU 和 T_P_INF 是在实际的拐点处计算的。

但只有在下列条件满足时，整定才会终止：

1. 在远离拐点的地方，过程变量始终大于 $2 \cdot \text{NOISE_PV}$ 。
2. 过程变量已经超过了拐点，超出幅度达到 20%。

注意

当使用设定值阶跃变化激励过程时，整定最迟在过程变量超过设定值阶跃变化 ($\text{SP_INT}-\text{PV0}$) 的 75% 时终止(参见下文)。

然后依次运行阶段 3、4 和 5 各一次。过程类型在阶段 7 中检查。然后整定模式终止，FB 58 “TCONT_CP” 再次处于阶段 0。现在，控制器将始终以自动模式启动，并且 $\text{LMN} = \text{LMN0} + 0.75 \cdot \text{TUN_DLMN}$ (即使在整定之前是在手动模式中进行控制的)。

3.8 检查过程类型(阶段 7)

阶段 7 检查过程类型是否正确。该检查是在**自动模式**中进行的，使用刚刚计算得到的控制器参数，并且至少在拐点之后 $0.35 \cdot \text{TA}$ (恢复时间) 时间后结束。如果过程阶数和估计的值相差很大，则将重新计算控制器参数，并且 STATUS_D 将增 1。否则，控制器参数将保持不变。

注意

如果阶段 7 被 TUN_ON=FALSE 中止，则保留已经获得的控制器参数！

3.9 整定结果

STATUS_H 左边的位指示整定状态(对于详细的表, 请参见附录 A.4, 第 A-22 页):

STATUS_H	结果:
0	缺省或(还)没有找到新的控制器参数。
10000	找到合适的控制器参数
2xxxx	使用估计值找到的控制参数; 检查控制响应或检查 STATUS_H 诊断消息, 并重复控制器整定。
3xxxx	发生操作员输入错误; 检查 STATUS_H 诊断消息, 并重复控制器整定。

在 FB 58 “TCONT_CP” 中将更新下列控制参数:

- 用于减弱比例作用的因子 PFAC_SP = 0.8
- 控制器增益 GAIN
- 积分时间 TI
- 微分时间 TD
- 微分因子 D_F = 5.0
- 控制带开/关 CONZ_ON
- 控制带宽度 CON_ZONE

只有当过程类型合适(过程类型 I 和 II), 并且正在使用 PID 控制器时, 才会激活控制带(CONZ_ON = TRUE)。

根据 PID_ON, 或者使用 PI 控制器, 或者使用 PID 控制器来实现控制。旧的控制器参数被保存, 并且可以使用 UNDO_PAR 重新激活。PI 和 PID 参数设置也被保存在 PI_CON 和 PID_CON 结构中。使用 LOAD_PID, 并对 PID_ON 进行合适的设置, 就可在以后在 PI 或 PID 参数之间进行切换。

CYCLE 和 CYCLE_P 采样时间已经在阶段 1 中检查过了。

3.10 整定被操作员停止

在结束之前停止整定

在阶段 1、2 或 3 中, 可以通过将 TUN_ON 复位为 FALSE 来停止整定, 而不计算任何新参数。控制器以自动模式启动, $LMN = LMN_0 + TUN_DLMN$ 。如果控制器在整定之前处于手动模式, 将输出旧的手动值。

如果在阶段 4、5 或 7 中, 通过设置 TUN_ON = FALSE 来停止整定, 则在此之前已计算出的控制参数被保持。

3.11 出错状况和纠正方法

还未到达拐点(仅通过设定值阶跃变化进行激励)

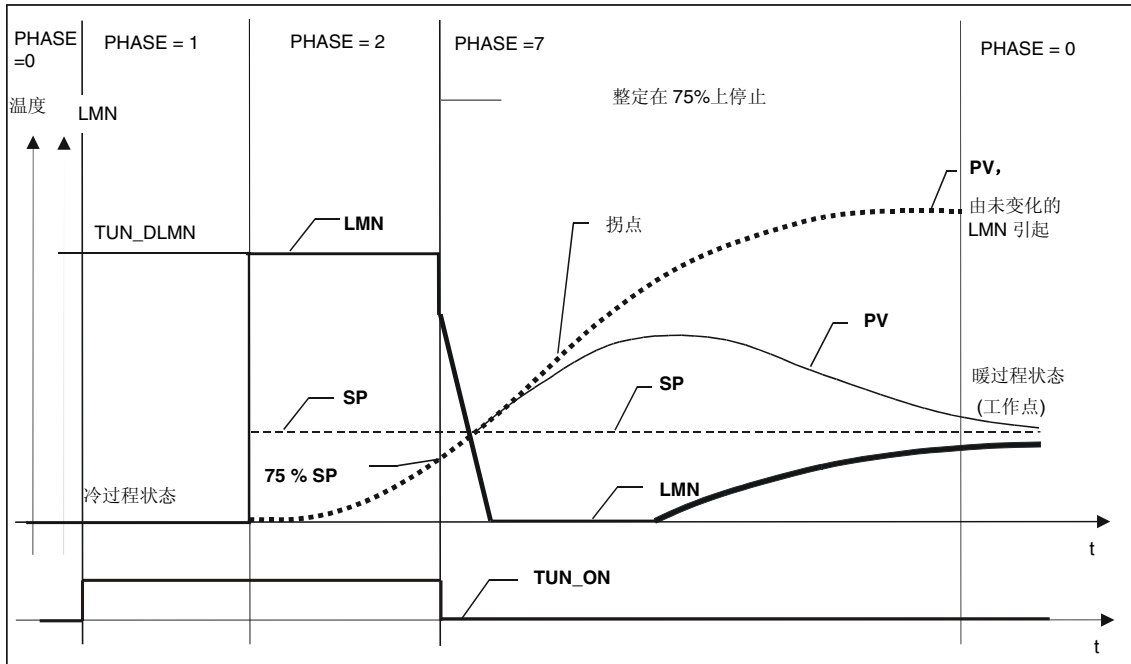
最迟当过程值超出设定值阶跃变化(SP-INT-PV0)的 75%时，终止整定。这通过 STATUS_H (2xx2x)中的“未到达拐点”来指示。

始终应用当前有效的设定值。通过减小设定值，可以更早地结束整定功能。

在典型温度过程中，在设定值阶跃变化的 75%处结束整定一般已经足以防止过调。在具有更大延迟的过程($TU/TA > 0.1$ ，过程类型 III)中，建议注意**当心**事项。如果与设定值阶跃变化相比，可调节变量的激励太高，则过程变量可能会大大过调(最大可以达到因子 3)。

在更高阶的过程中，如果在达到设定值阶跃变化的 75%之后，仍然远没有到达拐点，则将有非常显著的过调。除此之外，控制参数也太强。应该弱化控制器参数，然后重复尝试。

下图说明了激励太强时的过程变量过调(过程类型 III):



在典型的温度过程中，对于控制器参数来说，在即将到达拐点前中止整定并不是重大问题。

在重复尝试时请减少 TUN_DLMN 或增加设定值的阶跃变化。

原则：用于整定的可调节变量的数值必须和设定值阶跃变化相匹配。

估计时滞或阶数时出错

无法正确获得时滞(STATUS_H = 2x1xx 或 2x3xx)或阶数(STATUS_H = 21xxx 或 22xxx)。只能继续使用估计的数值进行整定，这样将无法获得最佳的控制器参数。

重复整定，并确保过程变量中没有干扰。

注意

纯 PT1 过程的特殊情况也通过

STATUS_H = 2x1xx (TU <= 3*CYCLE)来指示。这样，就不需要重复进行试验了。

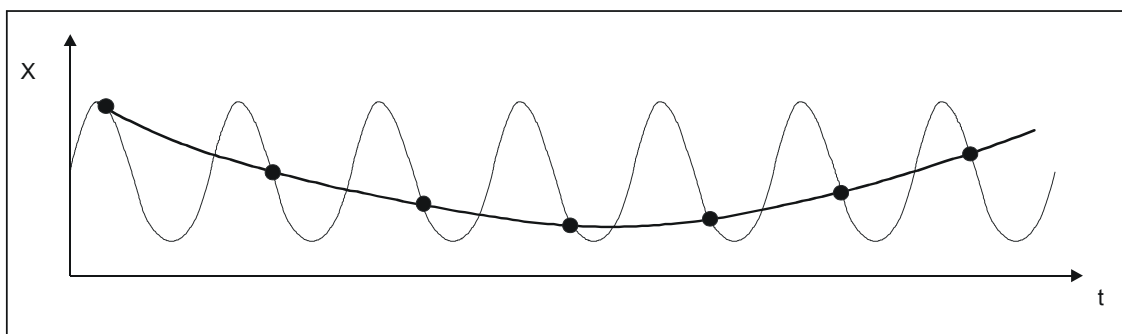
如果控制发生振荡，则请弱化控制器参数。

测量信号的品质(测量噪声，低频干扰)

整定结果可能会因测量噪声或低频干扰而失真。请注意下列事项：

- 如果遇到测量噪声，则将采样频率设置得高一些，而不是低一些。在噪声周期内，过程变量应至少采样两次。在脉冲模式中，增加均值过滤可能会有所帮助。但是，这是假设过程变量 **PV** 是在快速脉冲周期中传送到功能块中的。噪声的幅度不应该超过有用信号变化的 **5%**。
- 软件块无法过滤掉高频干扰。这类干扰应该早在测量传感器中就过滤掉，以防止产生混叠效应。

下图说明了采样时间过高时的混叠效应：



- 对于低频干扰，相对来说比较容易确保足够高的采样速率。另一方面，**TCONT_CP** 必须通过在均值过滤中使用一个较大的时间间隔来产生一个均匀的测量信号。均值过滤必须至少延长到两个噪声周期。在功能块内部，这会迅速产生更高的采样时间，从而影响整定精度。要保证获得足够的精度，在拐点之前至少要经历 **40** 个噪声周期。重复尝试时可能的纠正方法：增加 **TUN_DLMN**。

过调

在下列情形下可能会发生过调：

情形	原因	纠正方法
整定结束	<ul style="list-style-type: none"> 使用和设定值阶跃变化相比太高的可调节变量变化来激励(见上述)。 PI 控制器是由 <code>PID_ON = FALSE</code> 激活的。 	<ul style="list-style-type: none"> 增加设定值阶跃变化或减少可调节变量阶跃变化。 如果过程允许使用 PID 控制器，则使用 <code>PID_ON = TRUE</code> 来启动整定。
整定处于阶段 7 中	在阶段 7 中，一开始获得的控制器参数过于保守(过程类型 III)，这类参数可能会引起过调。	-
控制模式	PI 控制器，过程类型 I 使用 <code>PFAC_SP = 1.0</code> 。	如果过程允许使用 PID 控制器，则使用 <code>PID_ON = TRUE</code> 来启动整定。

3.12 控制模式中的手动微调

要获得无过调的设定值响应，可以采取下列措施：

调整控制带

在整定期间，控制带 CON_ZONE 是由 FB58 “TCONT_CP” 计算的，如果过程类型合适(过程类型 I 和 II)，并且正在使用 PID 控制器，则激活控制带(CONZ_ON = TRUE)。在控制期间，可以修改控制带或者将其完全关闭(通过设置 CONZ_ON = FALSE 关闭控制带)。

注意

对于更高阶的过程(过程类型 III)来说，激活控制带通常并不会带来任何好处，因为控制带大于 100%调节后的变量可以达到的控制范围。对 PI 控制器激活控制带也没有任何益处。

在手动激活控制带之前，必须要确保控制带宽度不能太窄。如果控制带带宽太小，可调节变量和过程变量可能会发生振荡。

通过 PFAC_SP 连续弱化控制响应

可以通过 PFAC_SP 参数，弱化控制响应。这个参数指定了在设定值阶跃变化中发挥作用的量。

不管过程类型如何，PFAC_SP 都被整定功能设置成缺省值 0.8，如果需要，您可以修改这个数值。为了在设定值阶跃变化(另外，要有正确的控制器参数)期间将过调限制到大约 2%，对 PFAC_SP 来说，下列数值应该已经足够：

	过程类型 I	过程类型 II	过程类型 III
	典型温度过程	中间范围	高阶温度过程(大滞后)
PI	0.8	0.82	0.8
PID	0.6	0.75	0.96

在下列情形中，特别应该修改缺省因子(0.8)：

- 过程类型 I，PID (0.8 -> 0.6)：PFAC_SP = 0.8 时，控制带内的设定值阶跃变化将引起大约 18%的过调。
- 过程类型 III，PID (0.8 -> 0.96)：PFAC_SP = 0.8 时，设定值阶跃变化的阻尼太强。这将引起非常缓慢的响应过程。

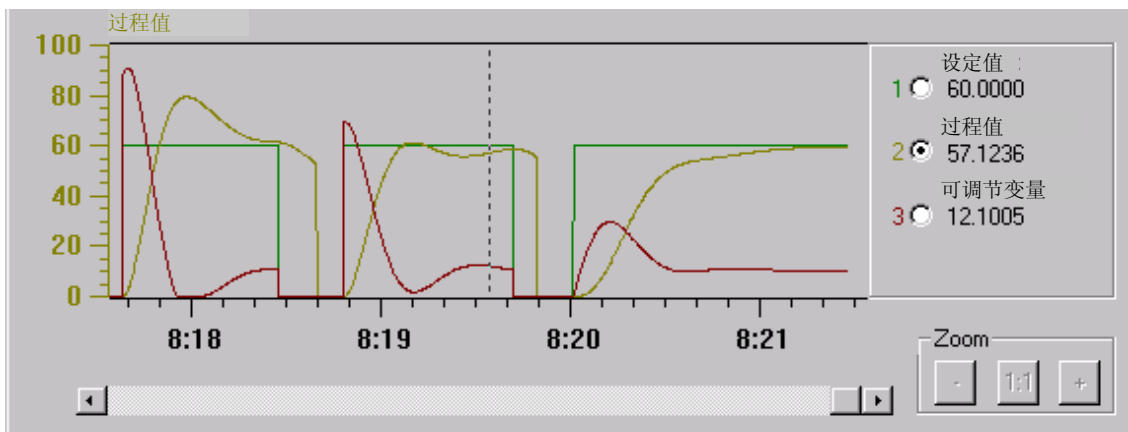
通过 PFAC_SP 弱化控制响应的实例

过程参数:

- GAIN = 6
- T1 = 50 秒
- T2 = 5 秒;

控制器参数:

- GAIN = 1.45
- TI = 19.6 秒



下图给出了三次尝试，每次设定值阶跃变化都是从 0 到 60:

尝试	PFAC_SP	注释	过调
左边 8:18	1.0	在反馈中没有比例作用； 无阻尼的控制响应	32 %
中间 8:19	0.8	在反馈中有 20%的比例作用； 最优控制响应	2 %
右边 8:20	0.0	在反馈中有全部比例作用； 阻尼太强，瞬态响应过程很长	-

弱化控制参数

如果在闭环控制回路中产生振荡，或者在设定值阶跃变化之后有过调，则可以减小控制器 **GAIN** (例如，减小到初始值的 **80 %**)，并增加复位时间 **TI** (例如，增加到初始值的 **150 %**)。如果连续控制器的模拟量可调节变量(**LMN**)通过脉冲发生器转换成二进制执行信号，则量化效应可能会引起小幅永久振荡。可以通过扩展控制器死区 **DEADB_W** 来消除这种振荡。

改变控制参数

要改变控制参数，需要遵循下列步骤：

1. 通过 **SAVE_PAR** 保存当前参数。
2. 改变参数设置。
3. 测试控制响应。

如果新的参数设置比旧的设置效果还差，则可通过 **UNDO_PAR** 重新装载旧参数。

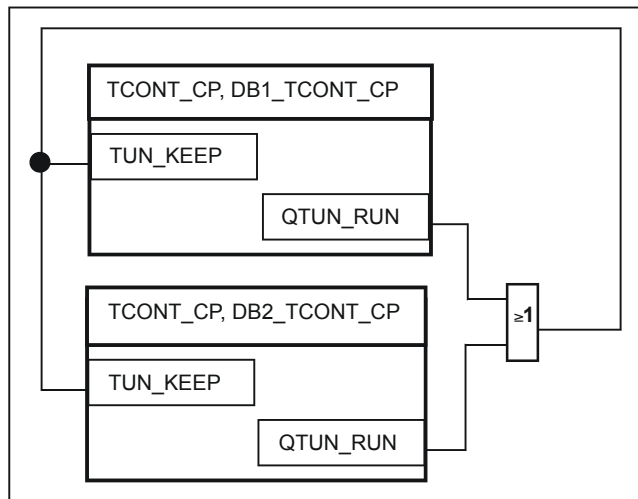
3.13 控制通道的并行整定

邻近区域(强热力耦合)

如果使用两个或多个控制器一起控制温度，例如，控制极板温度(即存在两个加热器和两个具有强热力耦合的测量过程值)，则请遵循下列步骤：

1. 将两个输出 QTUN_RUN 进行“或”运算。
2. 将两个 TUN_KEEP 输入和 OR 单元的输出互连。
3. 通过同时设置设定值阶跃变化或同时置位 TUN_ST 来启动两个控制器。

下图说明了如何并行整定控制器通道。



优点：

两个控制器都输出 LMNO+TUN_DLMN，直到两个控制器都已经离开阶段 2。这可以避免先结束整定的控制器由于其可调节变量的变化，而篡改另一个控制器的整定结果。

当心！

达到设定值阶跃变化的 75%意味着整定离开阶段 2，并且输出 QTUN_RUN 被复位。然而，只有当 TUN_KEEP 也变成 0 时，自动模式才启动。

邻近区域(弱热力耦合)

作为一个通用规则，整定的执行过程应该反映随后进行控制时所使用的的方法。如果在生产过程中各个区域是一起工作的，从而区域之间的温度差保持相同，则在整定期间邻近区域的温度也应当增加。

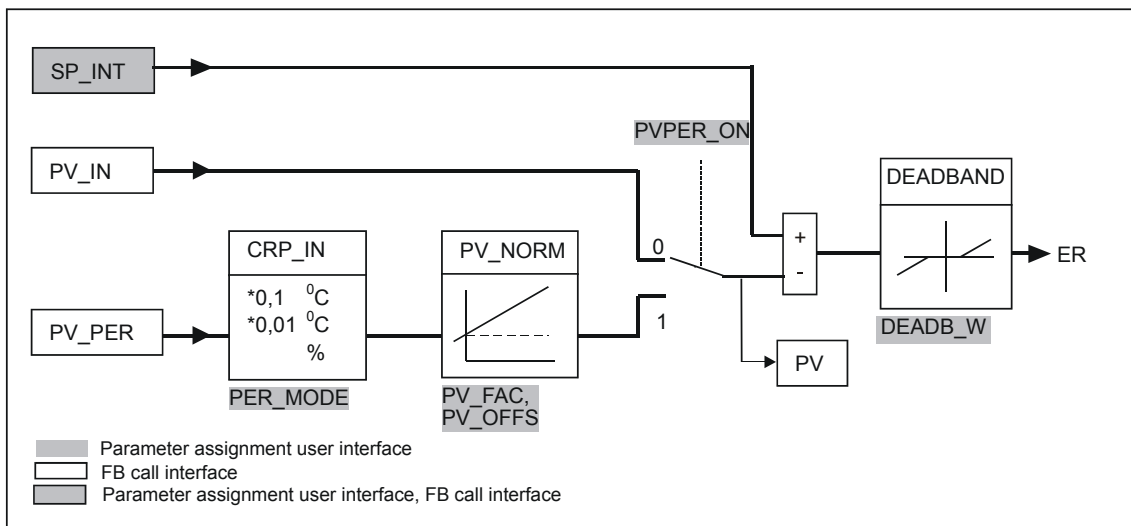
整定开始时的温度差与此不相关，因为将通过初始加热对此进行补偿(-> 初始增加 = 0)。

4 步进温度控制器 FB59 “TCONT_S”

4.1 控制器部分

4.1.1 形成偏差信号

方框图



设定值分支

设定值在 SP_INT 上以浮点数格式输入，可以是物理值，也可以是百分比值。用于形成偏差的设定值和过程值必须具有相同的单位。

过程值选项(PVPER_ON)

根据 PVPER_ON，可以以外围设备(I/O)或浮点数格式采集过程值。

PVPER_ON	过程值输入
TRUE	过程值是通过外围设备 I/O 模拟量(PIW xxx)在输入端 PV_PER 上读取的。
FALSE	过程值是以浮点数格式在输入端 PV_IN 上采集的。

过程值格式转换 CRP_IN (PER_MODE)

CRP_IN 功能根据开关 PER_MODE，依据下列规则，将外围设备值 PV_PER 转换成浮点数格式：

PER_MODE	CRP_IN 的输出	模拟量输入类型	单位
0	PV_PER * 0.1	热电偶；PT100/Ni100；标准	°C； °F
1	PV_PER * 0.01	PT100/Ni100；气候	°C； °F
2	PV_PER * 100/27648	电压/电流	%

过程值规格化 PV_NORM (PF_FAC, PV_OFFS)

PV_NORM 功能依据下列规则计算 CRP_IN 的输出：

$$\text{“PV_NORM 的输出”} = \text{“CPR_IN 的输出”} * \text{PV_FAC} + \text{PV_OFFS}$$

它具有下列用途：

- 通过过程值因子 PV_FAC 和过程值偏移量 PV_OFFS，对过程值进行修正。
- 将温度值规格化为百分比值
需要以百分比形式输入设定值，现在必须将所测得的温度值转换成百分比值。
- 将百分比值规格化为温度值
需要按照物理温度单位输入设定值，现在必须将所测得的电压/电流值转换成温度值。

参数的计算：

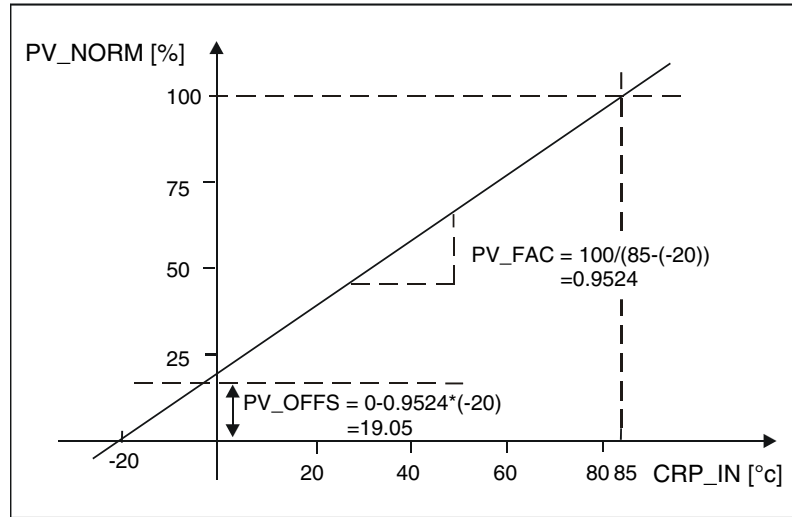
- $\text{PV_FAC} = \text{PV_NORM 的取值范围} / \text{CRP_IN 的取值范围}$ ；
- $\text{PV_OFFS} = \text{LL(PV_NORM)} - \text{PV_FAC} * \text{LL(CRP_IN)}$ ；
其中，LL 是下限值。

对于缺省值(PV_FAC = 1.0 和 PV_OFFS = 0.0)，禁止规格化。有效的过程值在 PV 输出端输出。

过程变量规格化实例

如果要输入一个百分比形式的设定值，并且要施加-20~85 °C 的温度范围到 CRP_IN，则必须将温度范围规格化为一个百分比。

下图给出了将温度范围-20~85°C 调整到内部刻度 0~100 %的过程：

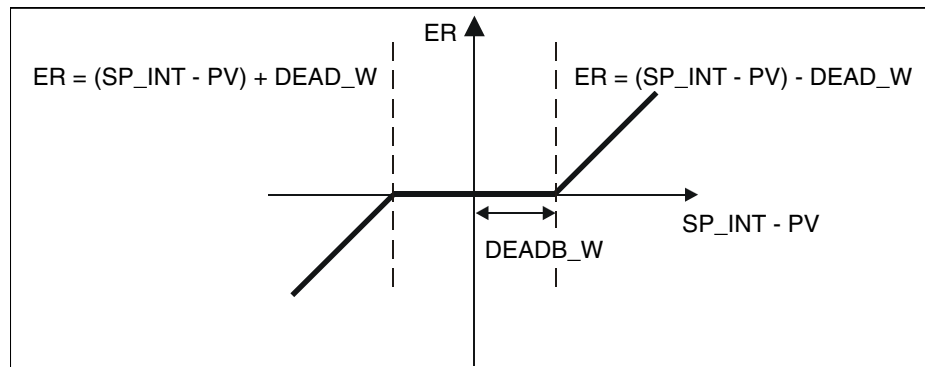


形成偏差信号

设定值和过程值之间的差值便是到达死区之前的偏差。
设定值和过程值必须具有相同的单位。

死区(DEADB_W)

为抑制由于可调节变量量化所引起的小幅恒定振荡(例如，在使用 PULSEGEN 进行脉宽调制时)，对偏差应用了死区(DEADBAND)。如果 DEADB_W = 0.0，则取消激活死区。



4.1.2 PI 步进控制器算法

FB 59 “TCONT_S” 在工作时，没有定位反馈信号(参见第4.2节，第4-5页中的方框图)。PI 算法的积分作用和假设的定位反馈信号是在一个积分器(INT)中计算的，并作为反馈值，与原有的比例作用进行比较。差值被应用于三步单元(THREE_ST)和脉冲发生器(PULSEOUT)，该发生器形成阀的脉冲信号。调整三步单元的响应阈值可以减少控制器的切换频率。

当发生设定值变化时，弱化比例作用(PFAC_SP)

为防止超调，可以使用“用于设定值变化的比例因子”参数(PFAC_SP)来减弱比例作用。通过使用 PFAC_SP，可以在 0.0 到 1.0 的范围之内连续选择，以决定当设定值变化时比例作用的影响：

- PFAC_SP=1.0: 如果设定值发生变化，比例作用发挥最大作用
- PFAC_SP=0.0: 如果设定值发生变化，比例作用不发挥任何作用

使用连续控制器时，如果电机运行时间 MTR_TM 相对恢复时间 TA 较小，并且比率 $TU/TA < 0.2$ ，则 PFAC_SP < 1.0 的值可以减小过调。如果 MTR_TM 达到 TA 的 20%，则只能略有改进。

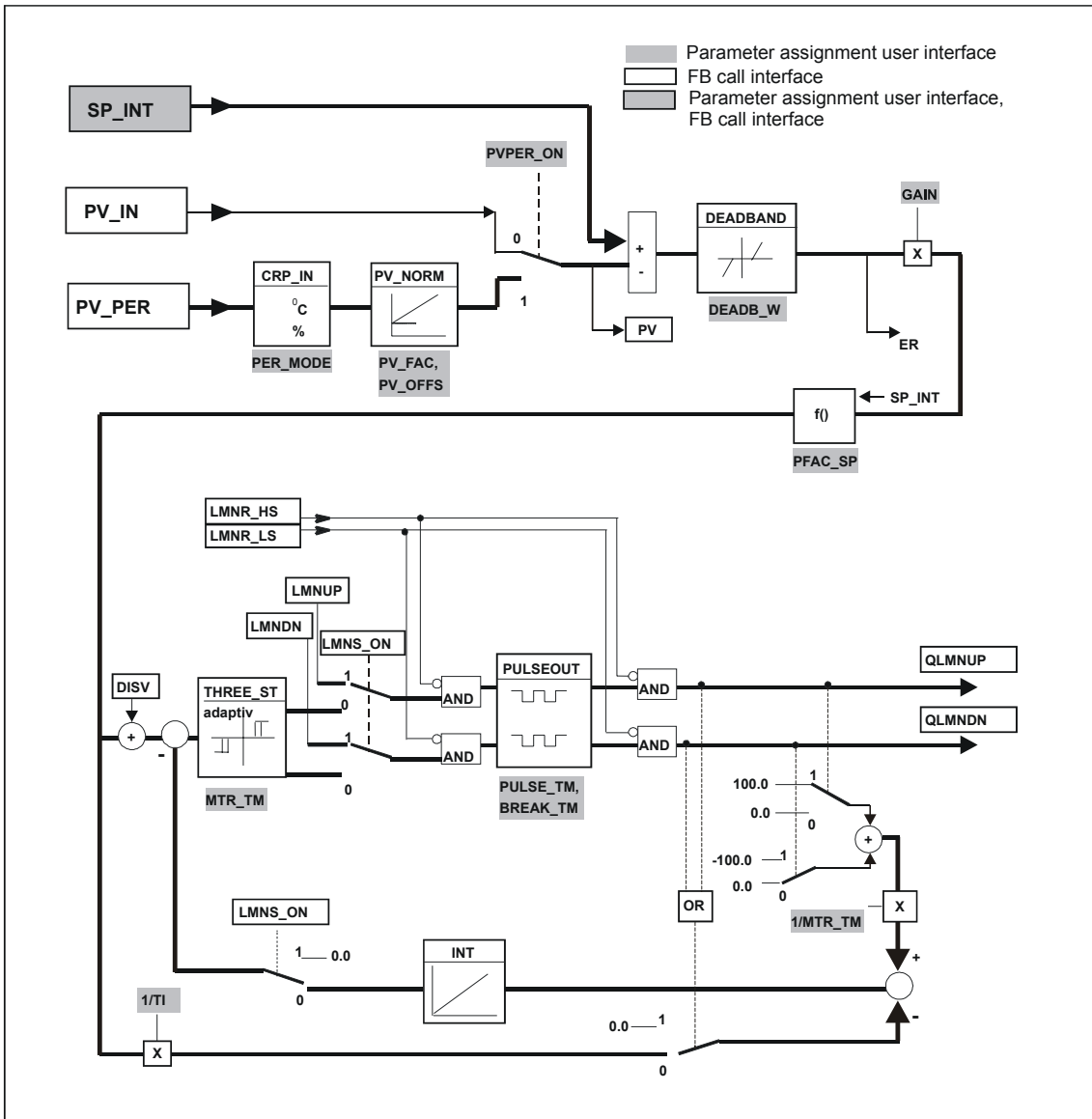
前馈控制

可以在 DISV 输入端上加一个前馈变量。

手动值处理(LMNS_ON、LMNUP、LMNDN)

通过 LMNS_ON，可以在手动模式和自动模式之间进行切换。在手动模式中，执行器和积分器(INT)在内部被设置为 0。使用 LMNUP 和 LMNDN，可以将执行器调整到 OPEN 和 CLOSED。因此，切换到自动模式会包含一个扰动。由于 GAIN 的存在，现有偏差会引起内部可调节变量的阶跃变化。但是，执行器的积分组件会引起斜坡形的过程激励。

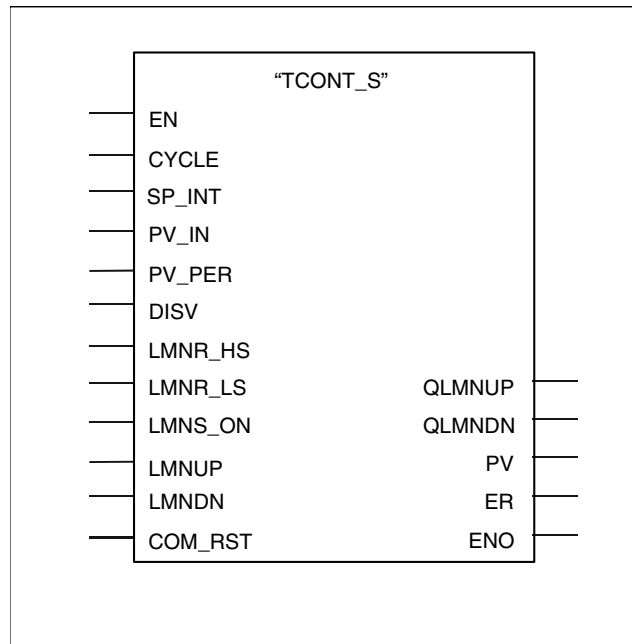
4.2 方框图



4.3 在用户程序中包含功能块

4.3.1 调用控制器块

下图给出了 FBD 中的控制器调用：



必须以固定的时间间隔调用 FB TCONT_S。为此，可以使用一个周期性中断 OB (例如，S7-300 中的 OB35)。功能块接口提供了最重要的参数，这些参数允许用户将功能块和过程变量互连在一起，如设定值、过程值和可调节变量。还可以将手动值信号或干扰变量直接连接到功能块接口上。

4.3.2 采样时间

在 **CYCLE** 参数上设定采样时间。也可以使用参数分配工具输入采样时间。采样时间 **CYCLE** 必须和两次调用之间的时间差相匹配(周期性 **OB** 的周期，包括扫描速率)。

用于控制器采样时间 **CYCLE** 的经验法则

控制器采样时间不应该超过计算得到的控制器积分时间(TI)的 10 %。通常，必须将采样时间设置为一个非常低的数值，以获得需要的步进控制器精度(参见下列数值实例)。

数值实例

所需精度 G	MTR_TM	CYCLE = MTR_TM*G	注释
0.5 %	10 秒	0.05 秒	采样时间由所需的步进控制器精度确定。

4.3.3 初始化

FB “TCONT_CP” 有一个初始化例行程序，当置位输入参数 **COM_RST = TRUE** 时，执行该例行程序。在处理完初始化例行程序后，功能块将 **COM_RST** 重新设置成 **FALSE**。

所有输出都被设置成各自的初始值。

如果需要在 **CPU** 重启时执行初始化，则可在 **OB100** 中通过 **COM_RST = TRUE** 调用该功能块。

5 使用入门

目的

基于下列简单实例，即“zEn01_13_STEP7__PID-Temp -> 脉冲控制器”，您将学习使用 FB58 “TCONT_CP” 温度控制器控制模拟的温度过程，并在线获得 PID 控制器参数。

要求

必须满足下列要求：

- 您正在使用一个 S7-300/400 站，该站包含一个电源和一个 CPU。
- 在您的编程设备上已安装 STEP 7 (≥ V5.1 SP3)。
- 该编程设备已经连接到 CPU。

创建一个新项目，然后复制实例

步骤	动作	结果：
1	在 SIMATIC 管理器中，通过文件->新建...，创建一个项目	SIMATIC 管理器中出现项目窗口。
2	插入一个 SIMATIC 300 或 400 站，以便符合硬件组态。	
3	在 HW Config 中组态您的站，并将 OB35 的周期性中断优先级的周期设置为 20 毫秒。	
4	从实例项目 zEn01_13_STEP7__PID-Temp 中将脉冲控制器程序复制到您的站中。	程序现在已准备就绪，可下载到 CPU。
5	选择您的程序，然后通过 PLC -> 下载，将其复制到 CPU 中。	

通过参数分配用户界面执行控制器整定

步骤	动作	结果:
1	在 SIMATIC 管理器中双击背景数据块 DB_TCONT_CP, 打开参数分配工具。	参数分配工具打开。
2	在“选项”下面, 选择菜单命令“控制器整定”。	曲线记录器和向导的第一个对话框打开。
3	在曲线记录器上, 检查可调节变量和过程值是否已设置完毕, 然后单击“下一步”。	“选择控制器类型”对话框打开。
4	设置“PID 参数”, 然后单击“下一步”。	“选择过程激励类型”对话框打开。
5	设置“使用设定值阶跃变化, 通过逼近工作点进行整定”, 然后单击“下一步”。	“过程激励”对话框打开。
6	将工作点设置到 70, 可调节变量差值设置为 80, 然后单击“下一步”。	“整定的状态和结果”对话框打开。
7	当显示控制器整定结束时, 单击“关闭”。	向导和曲线记录器关闭。

现在, 可以通过向过程施加设定值阶跃变化或干扰负载来测试这些控制器参数。

施加设定值阶跃变化

步骤	动作	结果:
1	在“选项”菜单中打开曲线记录器。	曲线记录器窗口打开。
2	在“选项”菜单中打开“调试”对话框。	“调试”对话框打开。
3	为设定值参数输入一个大小为 90 的设定值阶跃变化, 然后单击“发送”按钮。	曲线记录器中的设定值突然改变。
4	观察过程值和可调节变量的稳定响应。	

向过程施加干扰负载

步骤	动作	结果:
1	在 SIMATIC 管理器中打开 VAT_LoopControl 变量表。	变量表打开。
2	在“DB_PROC_P”.DISV 参数上输入一个大小为 30 的过程干扰。	在曲线记录器中, 过程值的曲线发生变化。
3	观察过程值和可调节变量的稳定响应。	

手动/自动切换

步骤	动作	结果:
1	在“调试”对话框中切换到手动，然后单击“发送”按钮。	在曲线记录器中，可调节变量的数值保持恒定。
2	为手动值设置一个不同的数值，然后单击“发送”按钮。	现在可以看到为可调节变量设置的新手动值。
3	返回到自动模式，然后单击“发送”按钮。	基于曲线记录器中可调节变量的值，您可以看到控制器是如何重新以自动模式工作的。

在 PID 和 PI 参数之间切换

步骤	动作	结果:
1	在“调试”对话框中切换到手动，然后单击“发送”按钮。	在曲线记录器中，可调节变量的数值保持恒定。
2	在 SIMATIC 管理器中打开 VAT_StructPar 变量表，然后单击“变量监视器”。	
3	在“调试”对话框的“PID/PI 参数设置”下面，选择 PI 参数，然后单击“下载”按钮。	在 VAT_StructPar 变量表中，您可以看到 PI_CON 参数是如何传送给有效参数的。
4	在“PID/PI 参数设置”下面，选择 PID 参数，然后单击“下载”按钮。	在 VAT_StructPar 变量表中，您可以看到 PID_CON 参数是如何传送给有效参数的。
5	返回到自动模式，然后单击“发送”按钮。	基于曲线记录器中可调节变量的值，您可以看到控制器是如何重新以自动模式工作的。

上传和保存控制器参数

步骤	动作	结果:
1	在“调试”对话框中切换到手动，然后单击“发送”按钮。	在曲线记录器中，可调节变量的数值保持恒定。
2	在 SIMATIC 管理器中打开 VAT_StructPar 变量表，然后单击“变量监视器”。	
3	单击“已保存的 PID 和控制带参数”选项中的“下载”按钮。	在 VAT_StructPar 变量表中，您可以看到 PAR_SAVE 参数是如何传送给有效参数的。
4	改变有效参数中的数值，以便随后可以识别出已传送过数值。	
5	单击“PID 和控制带参数”选项中的“下载”按钮。	在 VAT_StructPar 变量表中，您可以看到有效参数是如何传送给 PAR_SAVE 的。
6	返回到自动模式，然后单击“发送”按钮。	基于曲线记录器中可调节变量的值，您可以看到控制器是如何重新以自动模式工作的。

6 温度控制器实例

6.1 引言

概述

本章包含了温度控制器 FB 58 “TCONT_CP” 和 FB 59 “TCONT_S” 的可执行应用程序实例，并具有过程模拟。

可以在文件夹...**STEP7\EXAMPLES** 中找到该实例。

要求

- 已经建立并连接了一个 S7 站，该站包含电源和 CPU。
- 在您的编程设备上已安装 STEP 7 (V5.1 版本以上，Service Pack 3)。
- 该编程设备已经连接到 CPU。

准备工作

1. 通过 SIMATIC 管理器，在...**STEP7\EXAMPLES** 文件夹中打开实例项目 **zEn01_13_STEP7_PID-Temp**，然后将其复制到您的项目文件夹中，并以合适的名称保存(文件 > 另存为)。使用视图 > 详细信息选项，显示所有信息。
2. 在您的项目中插入一个站，以便符合硬件组态。
3. 选择一个实例程序，并将该程序复制到您的站中。
4. 通过 **HW Config** 组态硬件。
5. 保存硬件组态，然后将其下载至 CPU。
6. 将块文件夹下载至 CPU。

实例代码

该实例是使用 STL 语言编写的。可以直接在 LAD/STL/FBD 编辑器中查看。在此编辑器中，选择视图 > 显示“符号表达式”、“符号选择”和“注释”。如果屏幕上有足够的空间，则还可以显示“符号信息”。

使用实例

实例程序包含了变量声明表(VAT)，通过它您可以查看和更改数值。通过参数分配用户界面中的曲线记录器，还可以检查曲线。

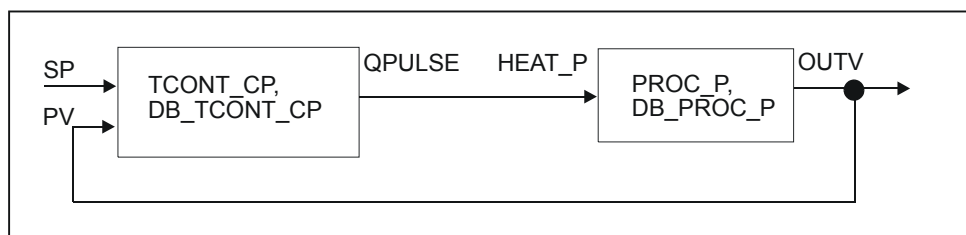
修改实例

可以直接将实例的代码用作用户程序，但该实例并没有针对实际过程进行过整定。

6.2 使用 FB 58 “TCONT_CP” (脉冲控制)的实例

“脉冲控制器”实例包含了一个简单控制回路，该回路包含了 FB 58 “TCONT_CP” 温度控制器，并通过 PROC_P 模拟温度过程。该控制器被设置成脉冲控制器。PROC_P 代表一个具有二进制输入的 3 阶滞后过程。

下图给出了实例的控制回路：



程序结构

在 OB35 中以 20 毫秒为周期性中断时间调用控制器和过程块。较慢的控制器环节的工作周期为 CYCLE = 400 毫秒。为获得所需精度，请选择 PER_TM > CYCLE (1 s)。

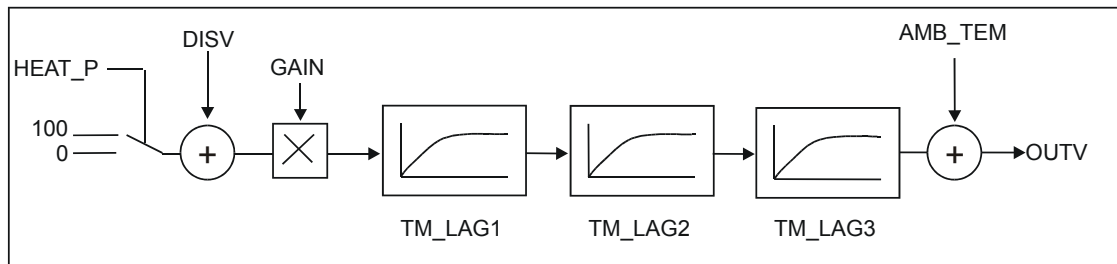
当 OB100 启动时，控制器和过程的重启动位被置位。

用于控制器的脉冲发生器在 OB100 中激活。

用于模拟温度加热区的过程块

该块模拟一个典型的用于加热的温度过程，在挤压机、注塑机中的控制带或一个单独的熔炉中可能会发生这类过程。

下图给出了过程 PROC_P 的方框图：



参数

参数	注释	描述
HEAT_P	加热脉冲	二进制加热输入信号
DISV	干扰变量	
GAIN	过程增益	
TM_LAG1	时间延迟 1	
TM_LAG2	时间延迟 2	
TM_LAG3	时间延迟 3	
AMB_TEM	环境温度	
OUTV	输出变量	控制带的温度

二进制输入信号被转换成连续的浮点数数值(0 或 100)。在与干扰变量相加并和过程增益相乘以后，过程值将穿过三个 1 阶滞后单元。最后，再加上环境温度的值。如果控制器是通过 $COM_RST = TRUE$ 初始化的，则输出变量将被设置成 $OUTV = DISV * GAIN + AMB_TEM$ 。

操作员监控

您可以在 VAT_LoopControl 变量表中进行操作员输入。

下列屏幕画面列出了 VAT_LoopControl 变量表：

	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
1		//Regler			
2	DB58.DBD 34	"DB_TCONT_CP".SP_INT	FLOATING_POINT	0.0	//70.0
3	DB58.DBD 14	"DB_TCONT_CP".PV	FLOATING_POINT	20.0	
4	DB58.DBD 18	"DB_TCONT_CP".LMN	FLOATING_POINT	0.0	
5	DB58.DBX 24.0	"DB_TCONT_CP".QPULSE	BOOL	false	
6	DB58.DBX 42.1	"DB_TCONT_CP".MAN_ON	BOOL	true	//true
7	DB58.DBD 38	"DB_TCONT_CP".MAN	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
8		//Impulsformer			
9	DB58.DBD 26	"DB_TCONT_CP".CYCLE	FLOATING_POINT	0.4	//0.4
10	DB58.DBD 30	"DB_TCONT_CP".CYCLE_P	FLOATING_POINT	0.02	//0.02
11	DB58.DBD 76	"DB_TCONT_CP".PER_TM	FLOATING_POINT	1.0	//1.0
12	DB58.DBD 80	"DB_TCONT_CP".P_B_TM	FLOATING_POINT	0.0	
13		//Parameter			
14	DB58.DBD 162	"DB_TCONT_CP".PFAC_SP	FLOATING_POINT	1.0	//0.8
15	DB58.DBD 166	"DB_TCONT_CP".GAIN	FLOATING_POINT	32.4	//32.4
16	DB58.DBD 170	"DB_TCONT_CP".TI	FLOATING_POINT	6.63	//6.63
17	DB58.DBD 174	"DB_TCONT_CP".TD	FLOATING_POINT	1.65	//1.65
18	DB58.DBD 182	"DB_TCONT_CP".CON_ZONE	FLOATING_POINT	7.8	//7.8
19	DB58.DBX 186.0	"DB_TCONT_CP".CONZ_ON	BOOL	false	//true
20	DB58.DBX 186.6	"DB_TCONT_CP".PID_ON	BOOL	true	
21	DB58.DBX 186.5	"DB_TCONT_CP".LOAD_PID	BOOL	false	
22		//Optimierung			
23	DB58.DBX 186.1	"DB_TCONT_CP".TUN_ON	BOOL	false	//true
24	DB58.DBX 186.2	"DB_TCONT_CP".TUN_ST	BOOL	false	//true
25	DB58.DBD 84	"DB_TCONT_CP".TUN_DLNM	FLOATING_POINT	80.0	//-20.0
26	DB58.DBW 108	"DB_TCONT_CP".PHASE	DEC	0	
27	DB58.DBW 110	"DB_TCONT_CP".STATUS_H	DEC	0	
28	DB58.DBW 112	"DB_TCONT_CP".STATUS_D	DEC	0	
29		//Prozess			
30	DB102.DBD 26	"DB_PROC_P".CYCLE	FLOATING_POINT	0.02	//0.02
31	DB102.DBD 2	"DB_PROC_P".DISV	FLOATING_POINT	0.0	
32	DB102.DBD 6	"DB_PROC_P".AMB_TEM	FLOATING_POINT	20.0	
33	DB102.DBD 10	"DB_PROC_P".GAIN	FLOATING_POINT	1.0	//1.0
34	DB102.DBD 14	"DB_PROC_P".TM_LAG1	FLOATING_POINT	50.0	//50.0
35	DB102.DBD 18	"DB_PROC_P".TM_LAG2	FLOATING_POINT	5.0	//5.0
36	DB102.DBD 22	"DB_PROC_P".TM_LAG3	FLOATING_POINT	0.0	
37					

控制器可以在 MAN_ON 开关上切换到手动模式。手动值则可以在 MAN 上设置。

在 CPU 上执行暖启动之后，控制器将处于手动，并且加热被关闭。

如果要整定控制器，可置位 TUN_ON 位，并在 SP 上输入一个设定值。可以在 PHASE 参数上监视整定过程。

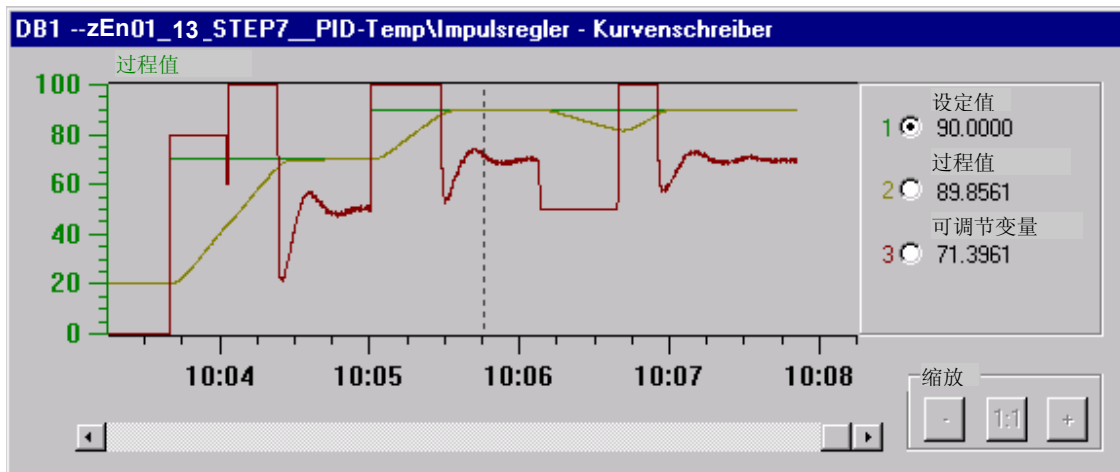
整定结果可以在状态字 STATUS_H 和 STATUS_D 上看到。

将实例程序投入运行

要将实例程序投入运行，需要遵循下列步骤：

1. 将实例程序复制到 CPU。
2. 在 HW Config 中，将 OB35 的周期设置为 20 毫秒。
如果在周期性中断级中发生时间错误，则必须延长周期。这时，仿真的运行将更加缓慢。当您控制实际过程时，OB35 的周期必须和 DB_PROC_P 的采样时间 CYCLE_P 或 CYCLE 相匹配。

下列屏幕画面说明了如何使用 FB58 进行控制器整定：



此屏幕画面显示了从环境温度 20°C 加热到工作点(70°C)时的控制器整定。在此之后，将通过控制带控制设定值阶跃变化。在 90°C 的新工作点上，重新使用负的可调节变量激励来整定控制器。

6.3 具有短脉冲发生器采样时间的 FB 58 “TCONT_CP” 的实例

这里所描述的两个实例等同于第6.2节中描述的“脉冲控制器”实例。唯一的差别在于下面将要讲述的调用机制。

FB 58 “TCONT_CP” 块包含这样一种机制，它允许以自己的大强度计算来处理控制器环节，并允许将整定转移到 OB1 或更慢的周期性中断 OB (例如 OB32: 1 秒) 中。当您的 CPU 已经负载很重，而您又需要很高的精度，并因此需要将 CYCLE_P 减小到 CYCLE 时，可以使用这种机制。

- “脉冲控制器 OB35、OB1” 实例适用于 S7-300，因为只有一个周期性中断级可用。

下图给出了 S7-300 上具有短脉冲发生器采样时间的块调用：

<p><u>OB1 (自由周期)</u></p> <pre> A "DB_TCONT_CP".QC_ACT JCN M001 Call TCONT_CP, DB_TCONT_CP ... SELECT = 1, ... M001: NOP 0 </pre>	<p><u>OB35 (例如, 20 ms)</u></p> <pre> Call TCONT_CP, DB_TCONT_CP ... SELECT = 2, ... </pre>
--	---

- “脉冲控制器 OB35、OB32” 实例适用于 S7-400，因为有几个周期性中断级可用。

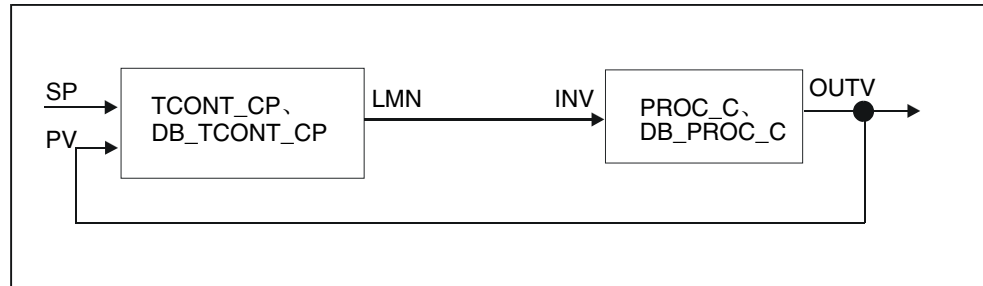
下图给出了 S7-400 上具有短脉冲发生器采样时间的块调用：

<p><u>OB32 (例如, 1 s)</u></p> <pre> Call TCONT_CP, DB_TCONT_CP ... SELECT = 3, ... </pre>	<p><u>OB35 (例如, 20 ms)</u></p> <pre> Call TCONT_CP, DB_TCONT_CP ... SELECT = 2, ... </pre>
---	---

6.4 使用 FB 58 “TCONT_CP” (连续控制)的实例

“连续控制器”实例包含了一个简单控制回路，该回路包含了 FB 58 “TCONT_CP” 温度控制器，并通过 PROC_P 模拟温度过程。该控制器被设置为连续控制器。PROC_C 代表一个具有模拟量输入的 3 阶滞后过程。

下图给出了实例的控制回路：



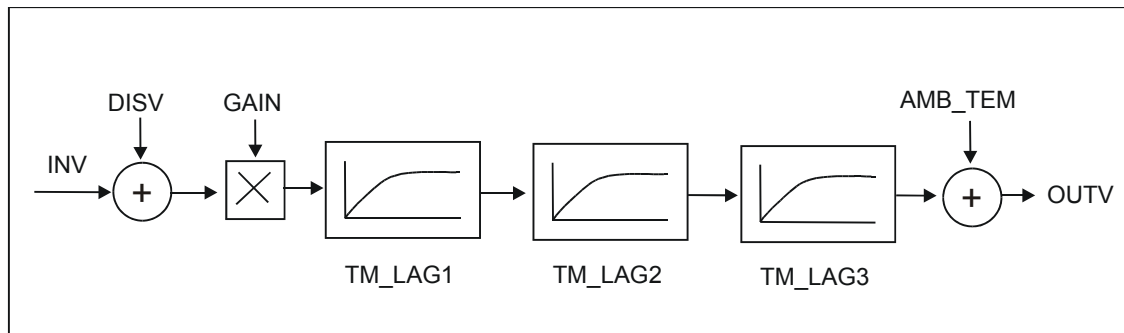
程序结构

在 OB35 中以 100 毫秒为周期性中断时间调用控制器和过程块。当 OB100 启动时，控制器和过程的重启动位被置位。

用于模拟温度加热区的过程块

该块模拟一个典型的用于加热的温度过程，在挤压机、注塑机中的控制带或一个单独的熔炉中可能会发生这类过程。

下图是受控系统 PROC_C 的方框图：



参数

参数	注释	描述
INV	输入变量	控制器的可调节变量的值
DISV	干扰变量	
GAIN	过程增益	
TM_LAG1	时间延迟 1	
TM_LAG2	时间延迟 2	
TM_LAG3	时间延迟 3	
AMB_TEM	环境温度	
OUTV	输出变量	控制带的温度

在与模拟量输入信号和负载(干扰变量)相加，然后与过程增益相乘之后，过程变量将穿过三个 1 阶时间滞后环节。最后，再加上环境温度的值。

如果控制器是通过 `COM_RST = TRUE` 初始化的，则输出变量将被设置成 $OUTV = (INV + DISV) * GAIN + AMB_TEM$ 。

操作员监控

您可以在 VAT_LoopControlIC 变量表中进行操作员输入。

	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
1		//Regler			
2	DB58.DBD 34	"DB_TCONT_CP".SP_INT	FLOATING_POINT	0.0	//60.0
3	DB58.DBD 14	"DB_TCONT_CP".PV	FLOATING_POINT	20.0	
4	DB58.DBD 18	"DB_TCONT_CP".LMN	FLOATING_POINT	0.0	
5	DB58.DBX 42.1	"DB_TCONT_CP".MAN_ON	BOOL	true	//true
6	DB58.DBD 38	"DB_TCONT_CP".MAN	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
7	DB58.DBD 26	"DB_TCONT_CP".CYCLE	FLOATING_POINT	0.1	
8		//Parameter			
9	DB58.DBD 162	"DB_TCONT_CP".PFAC_SP	FLOATING_POINT	1.0	//0.6
10	DB58.DBD 166	"DB_TCONT_CP".GAIN	FLOATING_POINT	6.48	//6.48
11	DB58.DBD 170	"DB_TCONT_CP".TI	FLOATING_POINT	3.16	//3.16
12	DB58.DBD 174	"DB_TCONT_CP".TD	FLOATING_POINT	0.79	//0.79
13	DB58.DBD 182	"DB_TCONT_CP".CON_ZDNE	FLOATING_POINT	38.6	//38.6
14	DB58.DBX 186.0	"DB_TCONT_CP".CONZ_ON	BOOL	false	//true
15	DB58.DBX 186.6	"DB_TCONT_CP".PID_ON	BOOL	true	//true
16	DB58.DBX 186.5	"DB_TCONT_CP".LOAD_PID	BOOL	false	
17					
18		//Optimierung			
19	DB58.DBX 186.1	"DB_TCONT_CP".TUN_ON	BOOL	false	//true
20	DB58.DBX 186.2	"DB_TCONT_CP".TUN_ST	BOOL	false	//true
21	DB58.DBD 84	"DB_TCONT_CP".TUN_DLNM	FLOATING_POINT	20.0	//20.0
22					
23	DB58.DBW 108	"DB_TCONT_CP".PHASE	DEC	0	
24	DB58.DBW 110	"DB_TCONT_CP".STATUS_H	DEC	0	
25	DB58.DBW 112	"DB_TCONT_CP".STATUS_D	DEC	0	
26					
27		//Prozess			
28	DB100.DBD 28	"DB_PROC_C".CYCLE	FLOATING_POINT	0.1	
29	DB100.DBD 4	"DB_PROC_C".DISV	FLOATING_POINT	0.0	
30	DB100.DBD 12	"DB_PROC_C".GAIN	FLOATING_POINT	10.0	//10.0
31	DB100.DBD 16	"DB_PROC_C".TM_LAG1	FLOATING_POINT	50.0	//50.0
32	DB100.DBD 20	"DB_PROC_C".TM_LAG2	FLOATING_POINT	2.0	//2.0
33	DB100.DBD 24	"DB_PROC_C".TM_LAG3	FLOATING_POINT	0.0	
34	DB100.DBD 8	"DB_PROC_C".AMB_TEM	FLOATING_POINT	20.0	
35	DB100.DBX 36.0	"DB_PROC_C".COM_RST	BOOL	false	//true
36					

Ka_Test1\SIMATIC 400(1)\...\Kontinuierlicher Regler RUN

控制器可以在 **MAN_ON** 开关上切换到手动模式。手动值则可以在 **MAN** 上设置。在 **CPU** 上执行暖启动之后，控制器将处于手动模式，并且加热被关闭。

如果要整定控制器，则请置位 **TUN_ON** 位，并在 **SP** 上输入一个设定值。可以在 **PHASE** 参数上监视整定过程。

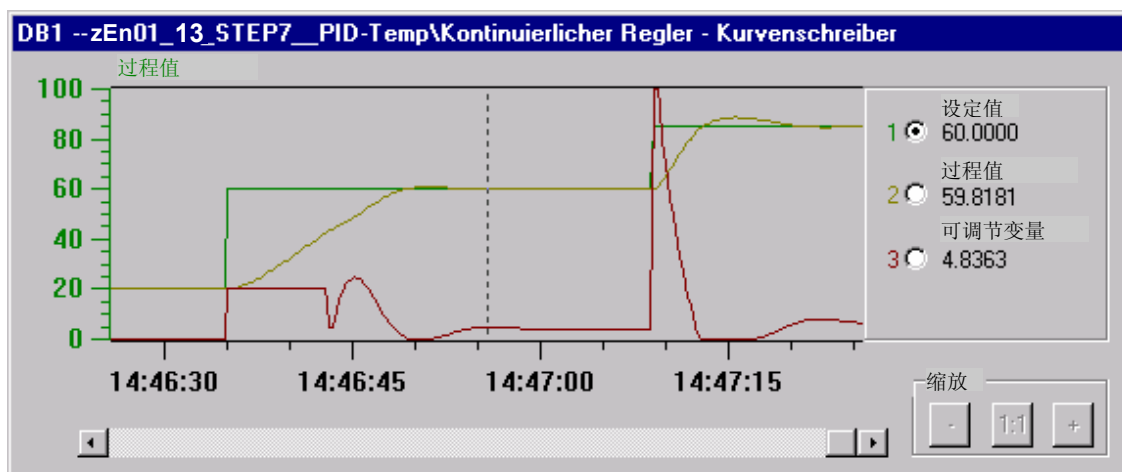
整定结果可以在状态字 **STATUS_H** 和 **STATUS_D** 上看到。

将实例程序投入运行

要将实例程序投入运行，需要遵循下列步骤：

1. 将实例程序复制到 **CPU**。
2. 如果 **OB35** 的缺省周期(100 毫秒)不再存在，则在 **HW Config** 中将 **OB35** 的周期设置为 100 毫秒。如果在周期性中断优先级中发生时间错误，则必须延长周期。这时，仿真的运行将更加缓慢。当您控制实际过程时，**OB35** 的周期必须和 **DB_PROC_CP** 和 **DB_PROC_C** 的采样时间 **CYCLE** 相匹配。
3. 为运行控制器整定，请将 **TUN_DLMN** 设置为 20%。

下列屏幕画面说明了如何使用 **TCONT_CP** 进行控制器整定：

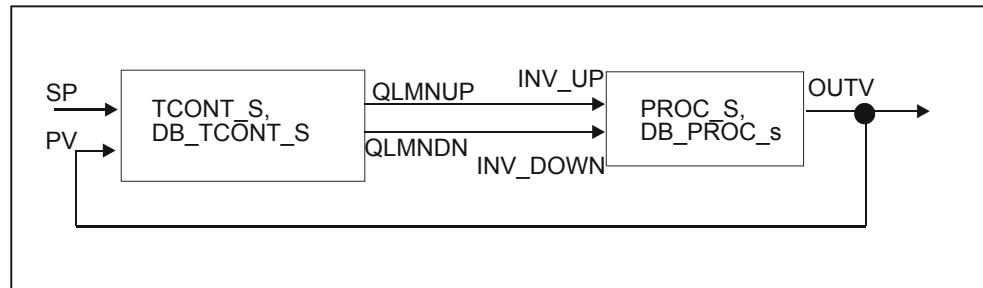


此屏幕画面显示了从环境温度 20°C 加热到工作点(60°C)时的控制器整定。此后，将在控制带内产生一个从 60°C 到 85°C 的设定值阶跃变化。可以通过将 **PFAC_SP** 从 0.8 减小到 0.6 来消除过调。

6.5 使用 FB 59 “TCONT_S” (步进控制器)的实例

“步进控制器”实例包含一个简单控制回路，该回路包含了一个 PI 步进控制器和一个三阶滞后环节，具有集成执行器，可作为温度过程的模型。

下图给出了实例的控制回路：



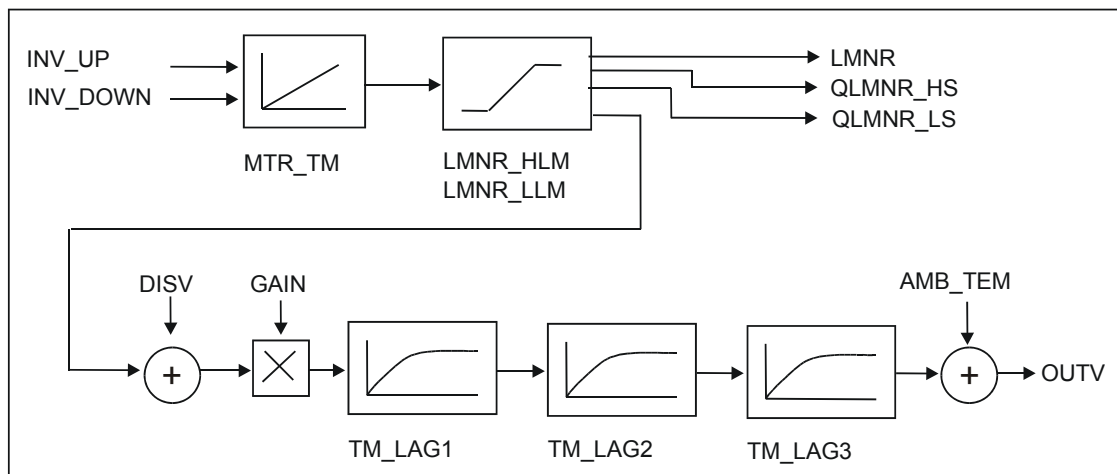
程序结构

控制器和过程是在 OB35 中调用的。当 OB100 启动时，控制器和过程的重启动位被置位。

用于模拟温度过程的过程块

该块模拟一个具有 3 阶时间延迟的过程。为温度过程选择有大、小时间常数 (TM_LAG1 = 10 × TM_LAG2 和 TM_LAG3 = 0 s) 的 2 阶时间延迟响应。

下图是带有执行器的受控过程 PROC_S 的方框图：



参数

参数	注释	描述
INV_UP	输入变量增加	
INV_DOWN	输入变量减小	
DISV	干扰变量	
GAIN	过程增益	
MTR_TM	电机启动时间	
LMNR_HLM	执行器数值上限	
LMNR_LLM	执行器数值下限	
TM_LAG1	时间延迟 1	
TM_LAG2	时间延迟 2	在温度过程中： $TM_LAG1 = 10 \dots 100 \times TM_LAG2$
TM_LAG3	时间延迟 3	在温度过程中：= 0
AMB_TEM	环境温度	
OUTV	输出变量	温度
LMNR	定位反馈信号	
QLMNR_HS	上限停止信号	
QLMNR_LS	下限停止信号	

根据输入信号 INV_UP 和 INV_DOWN，由积分器来计算定位反馈信号 LMNR。定位反馈信号的限值为 LMNR_HLM 和 LMNR_LLM。当达到限值时，限值停止信号 QLMNR_HS 或 QLMNR_LS 将被置位。

在与干扰变量相加，然后与过程增益相乘之后，过程值将穿过三个 1 阶滞后单元。

如果控制器是通过 COM_RST = TRUE 初始化的，则输出变量将被设置成 $OUTV = (LMNR + DISV) * GAIN + AMB_TEM$ 。

操作员监控

您可以在 VAT_LoopControlS 变量表中进行操作员输入。

	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
1		//Regler			
2	DB59.DBD 4	"DB_TCONT_S".SP_INT	FLOATING_POINT	20.0	//36.0
3	DB59.DBD 8	"DB_TCONT_S".FV_IN	FLOATING_POINT	20.0	
4		//Hand-Automatikumschaltung			
5	DB101.DBD 46	"DB_PROC_S".LMNR	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
6	DB59.DBX 18.2	"DB_TCONT_S".LMNS_ON	BOOL	true	//false
7	DB59.DBX 18.3	"DB_TCONT_S".LMNUP	BOOL	false	//false
8	DB59.DBX 18.4	"DB_TCONT_S".LMNDN	BOOL	false	//false
9	DB59.DBX 30.0	"DB_TCONT_S".COM_RST	BOOL	false	//true
10		//Parameter			
11	DB59.DBD 44	"DB_TCONT_S".PFAC_SP	FLOATING_POINT	1.0	//0.7
12	DB59.DBD 48	"DB_TCONT_S".GAIN	FLOATING_POINT	5.8	//5.8
13	DB59.DBD 52	"DB_TCONT_S".TI	FLOATING_POINT	20.0	//20.0
14	DB59.DBD 56	"DB_TCONT_S".MTR_TM	FLOATING_POINT	2.0	//2.0
15	DB59.DBD 60	"DB_TCONT_S".PULSE_TM	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
16	DB59.DBD 64	"DB_TCONT_S".BREAK_TM	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
17	DB59.DBD 0	"DB_TCONT_S".CYCLE	FLOATING_POINT	0.02	//0.02
18		//Prozess			
19	DB101.DBD 2	"DB_PROC_S".CYCLE	FLOATING_POINT	0.02	//0.02
20	DB101.DBD 6	"DB_PROC_S".DISV	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
21	DB101.DBD 10	"DB_PROC_S".AMB_TEM	FLOATING_POINT	20.0	//20.0
22	DB101.DBD 14	"DB_PROC_S".GAIN	FLOATING_POINT	1.5	//1.5
23	DB101.DBD 18	"DB_PROC_S".MTR_TM	FLOATING_POINT	2.0	//2.0
24	DB101.DBD 30	"DB_PROC_S".TM_LAG1	FLOATING_POINT	50.0	//50.0
25	DB101.DBD 34	"DB_PROC_S".TM_LAG2	FLOATING_POINT	5.0	//5.0
26	DB101.DBD 38	"DB_PROC_S".TM_LAG3	FLOATING_POINT	0.0	//0.0
27	DB101.DBX 52.0	"DB_PROC_S".COM_RST	BOOL	false	//true
28					

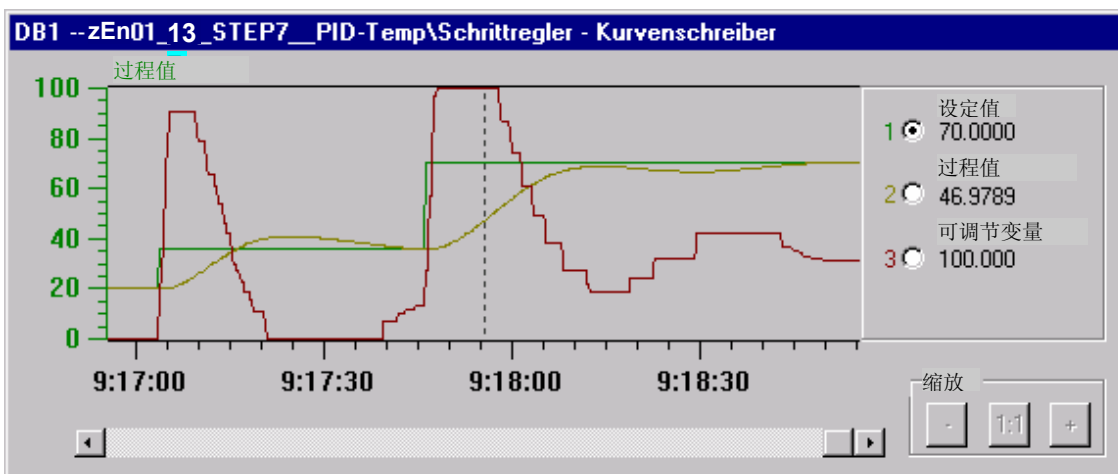
控制器可以在 LMNS_ON 开关上切换到手动模式。在 CPU 上执行暖启动之后，控制器将处于手动状态。如果置位了 LMNS_ON，则在手动模式中，可以在输入 LMNUP 或 LMNDN 上控制输出 QLMNUP 或 QLMNDN。

将实例程序投入运行

要将实例程序投入运行，需要遵循下列步骤：

1. 将实例程序复制到 CPU。
2. 在 HW Config 中，将 OB35 的周期设置为 20 毫秒。如果在周期性中断级中发生时间错误，则必须延长周期。这时，仿真的运行将更加缓慢。当您控制实际过程时，OB35 的周期必须和 FB 59 “TCONT_S” 的采样时间相匹配。

下列屏幕画面说明了如何使用 TCONT_S 进行控制器整定：



上图首先显示了一个从 20°C 到 36°C 的设定值阶跃变化。没有达到可调节变量限值，温度过调大约是 5°C (30%)。随着后来设定值发生从 36°C 到 70°C 的阶跃变化，达到了可调节变量的上限。这避免了过程变量的过调。

如果还要避免小的设定值变化引起过调，则必须减小 PFAC_SP (例如，从 1.0 减小到 0.8)。

A 附录

A.1 技术规范

下表给出了温度功能块需要的存储空间：

块名称	FB 编号	装载存储器要求	工作存储器要求	本地数据
TCONT_CP	FB 58	10866 个字节	9910 个字节	144
TCONT_S	FB 59	2282 个字节	1966 个字节	64

背景数据块	装载存储器要求	工作存储器要求
TCONT_CP 的背景数据块	1068 个字节	532 个字节
TCONT_S 的背景数据块	298 个字节	134 个字节

A.2 执行时间

块名称	FB 编号	组态	执行时间 (以毫秒为单位) CPU 314	执行时间 (以毫秒为单位) CPU 416
TCONT_CP	FB 58	具有典型参数设置的连续 控制器	4.7	0.14
TCONT_CP	FB 58	具有典型参数设置+控制器 整定的 连续控制器	6.2	0.19
TCONT_CP	FB 58	只处理脉冲发生器	0.87	0.025
TCONT_S	FB 59	具有典型参数设置的步进 控制器	2.8	0.095

测量时使用的设备：

CPU 314: 6ES7 314-1AE84-0AB0; 0.3 ms/kAW

CPU 416: 6ES7 416-1XJ02-0AB0; 0.08 ms/kAW

A.3 DB 分配

A.3.1 FB 58 “TCONT_CP” 的背景数据块

参数:

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
0.0	PV_IN	INPUT	REAL	取决于所使用的传感器	0.0	过程变量输入 可以在“过程变量输入”输入端设置初始值，或者也可以连接到浮点数格式的外部过程变量上。
4.0	PV_PER	INPUT	INT		0	外围设备过程变量 外围设备 I/O 格式的过程变量连接到控制器的“外围设备过程变量”输入端。
6.0	DISV	INPUT	REAL		0.0	干扰变量 对于前馈控制，干扰变量连接到“干扰变量”输入端。
10.0	INT_HPOS	INPUT	BOOL		FALSE	积分作用保持在正方向 积分作用的输出可以锁定在正方向。为此，INT_HPOS 输入端必须设置成 TRUE。在级联控制中，主控制器的 INT_HPOS 互连到次级控制器的 QLMN_HLM。
10.1	INT_HNEG	INPUT	BOOL		FALSE	积分作用保持在负方向 积分作用的输出可以锁定在负方向。为此，INT_HNEG 输入端必须设置成 TRUE。在级联控制中，主控制器的 INT_HNEG 互连到次级控制器的 QLMN_LLM。

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
12.0	SELECT	INPUT	INT	0 - 3	0	<p>调用 PID 和脉冲发生器的选项</p> <p>如果激活了脉冲发生器，则有几种方法可用于调用 PID 算法和脉冲发生器：</p> <ul style="list-style-type: none"> • SELECT =0: 在一个快速周期性中断级中调用控制器，并处理 PID 算法和脉冲发生器。 • SELECT =1: 在 OB1 中调用控制器，并且只处理 PID 算法。 • SELECT =2: 在一个快速周期性中断级中调用控制器，并只处理脉冲发生器。 • SELECT =3: 在一个慢速周期性中断级中调用控制器，并只处理 PID 算法。
14.0	PV	OUTPUT	REAL	取决于所使用的传感器	0.0	<p>过程变量</p> <p>有效的过程变量在“过程变量”输出端输出。</p>
18.0	LMN	OUTPUT	REAL		0.0	<p>可调节变量</p> <p>可调节变量的有效值以浮点数格式，在“可调节变量”输出端输出。</p>
22.0	LMN_PER	OUTPUT	INT		0	<p>外围设备操作可调节变量</p> <p>外围设备格式的可调节变量值连接到控制器的“外围设备操作可调节变量”输出端。</p>
24.0	QPULSE	OUTPUT	BOOL		FALSE	<p>输出脉冲信号</p> <p>可调节变量的值是在 QPULSE 输出端调制的输出脉冲宽度。</p>
24.1	QLMN_HLM	OUTPUT	BOOL		FALSE	<p>达到可调节变量的上限</p> <p>可调节变量的值始终限制在上限和下限范围之内。当超过了上限时，通过 QLMN_HLM 输出端进行指示。</p>

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
24.2	QLMN_LLM	OUTPUT	BOOL		FALSE	达到可调节变量的下限 可调节变量的值始终限制在上限和下限范围之内。当超过了下限时，通过 QLMN_LLM 输出端进行指示。
24.3	QC_ACT	OUTPUT	BOOL		TRUE	下一个循环周期，连续控制器继续工作 该参数指示在下一个块调用时是否执行连续控制器环节(只有当 SELECT 具有数值 0 或 1 时才相关)。
26.0	CYCLE	INPUT/ OUTPUT	REAL	≥ 0.001 秒	0.1 秒	连续控制器的采样时间[秒] 在此设置 PID 算法的采样时间。调谐器在阶段 1 中计算采样时间，然后将其输入到 CYCLE 中。
30.0	CYCLE_P	INPUT/ OUTPUT	REAL	≥ 0.001 秒	0.02 秒	脉冲发生器的采样时间[秒] 在该输入端，输入脉冲发生器环节的采样时间。FB 58 “TCONT_CP” 在阶段 1 中计算采样时间，然后将其输入到 CYCLE_P。
34.0	SP_INT	INPUT/ OUTPUT	REAL	取决于所使用的传感器	0.0	内部设定值 “内部设定值”输入端用于指定一个设定值。
38.0	MAN	INPUT/ OUTPUT	REAL		0.0	手动值 “手动值”输入端用于指定一个手动值。在自动模式中，它被改成可调节变量。
42.0	COM_RST	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	完全重启动 该块有一个初始化例行程序，当 COM_RST 输入端被置位时执行该例行程序。
42.1	MAN_ON	INPUT/ OUTPUT	BOOL		TRUE	手动操作打开 如果“手动操作打开”输入被置位，则中断控制回路。MAN 手动值被设置为可调节变量的值。

内部参数

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
44.0	DEADB_W	INPUT	REAL	取决于所使用的传感器	0.0	死区宽度 偏差通过死区。“死区宽度”输入决定死区大小。
48.0	I_ITLVAL	INPUT	REAL	0 到 100%	0.0	积分作用的初始化值 积分作用的输出可以在 I_ITL_ON 输入端上设置。该初始化值用于“积分作用的初始化值”输入。在重新启动期间， COM_RST = TRUE ，积分作用被设置成初始值。
52.0	LMN_HLM	INPUT	REAL	> LMN_LLM	100.0	可调节变量上限 可调节变量的值始终限制在上限和下限范围之内。“可调节变量上限”输入指定了上限。
56.0	LMN_LLM	INPUT	REAL	< LMN_HLM	0.0	可调节变量下限 可调节变量的值始终限制在上限和下限范围之内。“可调节变量下限”输入指定了下限。
60.0	PV_FAC	INPUT	REAL		1.0	过程变量因子 “过程变量因子”输入和“外围设备过程值”相乘。该输入用于调整过程变量的范围。
64.0	PV_OFFS	INPUT	REAL		0.0	过程变量偏移量 “过程变量偏移量”输入被加到“外围设备过程变量”上。该输入用于调整过程变量的范围。
68.0	LMN_FAC	INPUT	REAL		1.0	可调节变量因子 “可调节变量因子”输入和可调节变量相乘。该输入用于调整可调节变量的范围。

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
72.0	LMN_OFFS	INPUT	REAL		0.0	可调节变量偏移量 “可调节变量偏移量”输入加到可调节变量的数值上。该输入用于调整可调节变量的范围。
76.0	PER_TM	INPUT	REAL	\geq CYCLE	1.0 秒	周期[秒] 脉宽调制的脉冲重复周期在 PER_TM 参数上输入。脉冲发生器的脉冲重复周期和采样时间之间的关系决定脉宽调制的精度。
80.0	P_B_TM	INPUT	REAL	\geq 0.0 秒	0.02 秒	最小脉冲/断开时间[秒] 最小脉冲或最小断开时间可以在“最小脉冲/断开时间”参数上设置。P_B_TM 在内部被限制为大于 CYCLE_P。
84.0	TUN_DLMN	INPUT	REAL	-100.0 到 100.0 %	20.0	用于过程激励的可调节变量增量 用于控制器整定的过程激励来自于 TUN_DLMN 上的设定值阶跃变化。
88.0	PER_MODE	INPUT	INT	0、1、2	0	外围设备模式 可以在这个开关上输入 I/O 模块的类型。输入 PV_PER 上的过程变量在 PV 输出上被规格化成°C。 <ul style="list-style-type: none"> • PER_MODE =0: 标准 • PER_MODE =1: 气候 • PER_MODE =2: 电流/电压
90.0	PVPER_ON	INPUT	BOOL		FALSE	外围设备过程变量打开 如果想从 I/O 中读取过程变量，则 PV_PER 输入必须连接到 I/O，并且“外围设备过程变量”输入必须置位。

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
90.1	I_ITL_ON	INPUT	BOOL		FALSE	积分作用的初始化打开 积分作用的输出可以设置为 I_ITLVAL 输入。“设置积分作用”输入必须置位。
90.2	PULSE_ON	INPUT	BOOL		FALSE	脉冲发生器打开 如果设置了 PULSE_ON = TRUE, 则脉冲发生器被激活。
90.3	TUN_KEEP	INPUT	BOOL		FALSE	保持整定打开 只有当 TUN_KEEP 变成 FALSE 时, 工作模式才切换成自动。
92.0	ER	OUTPUT	REAL	取决于所使用的传感器	0.0	偏差信号 有效的偏差在“偏差信号”输出端输出。
96.0	LMN_P	OUTPUT	REAL		0.0	比例分量 “比例分量”包含了可调节变量的比例作用。
100.0	LMN_I	OUTPUT	REAL		0.0	积分分量 “积分分量”包含了可调节变量的积分作用。
104.0	LMN_D	OUTPUT	REAL		0.0	微分分量 “微分分量”包含了可调节变量的微分作用。
108.0	PHASE	OUTPUT	INT	0、1、2、3、4、5、7	0	自整定的阶段 控制器整定的当前阶段在 PHASE 输出端指示(0..7)。
110.0	STATUS_H	OUTPUT	INT		0	自整定的状态加热 在加热时, STATUS_H 指示搜索拐点的诊断值。
112.0	STATUS_D	OUTPUT	INT		0	自整定的状态控制器设计 当加热时, STATUS_D 指示控制器设计的诊断值。
114.0	QTUN_RUN	OUTPUT	BOOL		0	整定已激活(PHASE 2) 已经应用了整定可调节变量, 整定已经开始, 并仍然处于第 2 阶段(定位拐点)。

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
116.0	PI_CON	OUTPUT	STRUCT			PI 控制器参数
+0.0	GAIN	OUTPUT	REAL	%/物理单位	0.0	PI 比例增益
+4.0	TI	OUTPUT	REAL	≥ 0.0 秒	0.0 秒	PI 复位时间[秒]
124.0	PID_CON	OUTPUT	STRUCT			PID 控制器参数
+0.0	GAIN	OUTPUT	REAL		0.0	PID 比例增益
+4.0	TI	OUTPUT	REAL	≥ 0.0 秒	0.0 秒	PID 复位时间[秒]
+8.0	TD	OUTPUT	REAL	≥ 0.0 秒	0.0 秒	PID 微分时间[秒]
136.0	PAR_SAVE	OUTPUT	STRUCT			保存的控制器参数 PID 参数保存在此结构中。
+0.0	PFAC_SP	INPUT/ OUTPUT	REAL	0.0 - 1.0	1.0	用于设定值变化的比例因子
+4.0	GAIN	OUTPUT	REAL	%/物理单位	0.0	比例增益
+8.0	TI	INPUT/ OUTPUT	REAL	≥ 0.0 秒	40.0 秒	复位时间[秒]
+12.0	TD	INPUT/ OUTPUT	REAL	≥ 0.0 秒	10.0 秒	微分时间[秒]
+16.0	D_F	OUTPUT	REAL	5.0 - 10.0	5.0	微分因子
+20.0	CON_ZONE	OUTPUT	REAL	≥ 0.0	100.0	控制带打开
+24.0	CONZ_ON	OUTPUT	BOOL		FALSE	控制带
162.0	PFAC_SP	INPUT/ OUTPUT	REAL	0.0 - 1.0	1.0	用于设定值变化的比例因子 当有设定值变化时，PFAC_SP 指定有效的比例 P 作用。它的设置范围是 0 到 1。 <ul style="list-style-type: none"> 1: 如果设定值发生变化，则比例 P 作用具有全部效果。 0: 如果设定值发生变化，比例 P 作用没有任何效果。
166.0	GAIN	INPUT/ OUTPUT	REAL	%/物理单位	2.0	比例增益 “比例增益”输入用于指定控制器增益。可以通过给 GAIN 一个负号来反转控制方向。

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
170.0	TI	INPUT/ OUTPUT	REAL	≥ 0.0 秒	40.0 秒	复位时间[秒] “复位时间”输入(积分时间)决定了积分作用响应。
174.0	TD	INPUT/ OUTPUT	REAL	≥ 0.0 秒	10.0 秒	微分时间[秒] “微分时间”输入决定了微分作用响应。
178.0	D_F	INPUT/ OUTPUT	REAL	5.0 - 10.0	5.0	微分因子 微分因子描述了 D 作用的滞后。 • $D_F = \text{微分时间} / \text{“D 作用的滞后”}$
182.0	CON_ZONE	INPUT/ OUTPUT	REAL	取决于所使用的传感器	100.0	控制带 如果偏差大于控制带宽度，将输出可调节变量上限作为实际的可调节变量。 如果偏差小于控制带宽度，将输出可调节变量下限作为实际的可调节变量。
186.0	CONZ_ON	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	控制带打开 CONZ_ON = TRUE 激活控制带。
186.1	TUN_ON	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	自整定打开 如果设置了 TUN_ON=TRUE，则可调节变量被取平均，直到设定值发生阶跃变化或 TUN_ST=TRUE 将可调节变量激励 TUN_DLMN 激活。
186.2	TUN_ST	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	开始自整定 如果要使设定值在控制器整定期间在工作点上保持不变，则通过 TUN_ST=1 来激活可调节变量发生大小为 TUN_DLMN 的阶跃变化。

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
186.3	UNDO_PAR	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	撤消对控制器参数的更改 从数据结构 PAR_SAVE 中装载控制器参数 PFAC_SP、GAIN、TI、TD、D_F CONZ_ON 和 CON_ZONE (只在手动模式中)。
186.4	SAVE_PAR	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	保存当前控制器参数 将控制器参数 PFAC_SP、GAIN、TI、TD、D_F CONZ_ON 和 CON_ZONE 保存到数据结构 PAR_SAVE 中。
186.5	LOAD_PID	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	装载优化的 P/PID 参数 根据 PID_ON, 从数据结构 PI_CON 或 PID_CON 中装载控制器参数 GAIN、TI、TD (仅在手动模式中)
186.6	PID_ON	INPUT/ OUTPUT	BOOL		TRUE	PID 模式打开 在 PID_ON 输入上, 可以指定整定过的控制器是否作为 PI 控制器或 PID 控制器运行。 <ul style="list-style-type: none"> • PID 控制器: PID_ON = TRUE • PI 控制器: PID_ON = FALSE 对于某些过程类型来说, 尽管 PID_ON = TRUE, 但仍然可以只设计 PI 控制器。
188.0	GAIN_P	OUTPUT	REAL		0.0	过程比例增益 识别出的过程增益。对于过程类型 I 来说, GAIN_P 趋向于被估计得低一些。
192.0	TU	OUTPUT	REAL	$\geq 3 \cdot \text{CYCLE}$	0.0	延迟时间[秒] 识别出的过程延迟。
196.0	TA	OUTPUT	REAL		0.0	恢复时间[秒] 识别出的过程的系统时间常数。对于过程类型 I 来说, TA 趋向于被估计得低一些。
200.0	KIG	OUTPUT	REAL		0.0	PV WITH 100 % LMN 变化的最大斜率 $\text{GAIN}_P = 0.01 \cdot \text{KIG} \cdot \text{TA}$
204.0	N_PTN	OUTPUT	REAL	1.01 - 10.0	0.0	处理顺序 该参数指定处理的执行顺序。也可以指定“非整数”。

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
208.0	TM_LAG_P	OUTPUT	REAL		0.0	PTN 模型的时间延迟[秒] PTN 模型的时间延迟(有效值只用于 N_PTN >= 2)。
212.0	T_P_INF	OUTPUT	REAL		0.0	到拐点的时间[秒] 从过程激发到拐点所经历的时间。
216.0	P_INF	OUTPUT	REAL	取决于所使用的传感器	0.0	拐点处的 PV - PV0 从过程激发到拐点处, 过程变量发生的变化。
220.0	LMN0	OUTPUT	REAL	0 到 100%	0.0	整定开始时的可调节变量 在阶段 1 中检测(平均值)。
224.0	PV0	OUTPUT	REAL	取决于所使用的传感器	0.0	整定开始时的过程值
228.0	PVDT0	OUTPUT	REAL		0.0	整定开始时 PV 的变化率[1/s] 采用有符号数。
232.0	PVDT	OUTPUT	REAL		0.0	PV 的当前变化率[1/s] 采用有符号数。
236.0	PVDT_MAX	OUTPUT	REAL		0.0	每秒钟 PV 的最大变化率[1/s] 拐点处过程变量的最大变化率(采用有符号数, 始终大于 0), 用于计算 TU 和 KIG。
240.0	NOI_PVDT	OUTPUT	REAL		0.0	PVDT_MAX 中的噪声比率, 采用%形式 噪声的比例越高, 控制参数的精度就越低(越不积极)。
244.0	NOISE_PV	OUTPUT	REAL		0.0	PV 中的绝对噪声 阶段 1 中最大和最小过程变量的差值。
248.0	FIL_CYC	OUTPUT	INT	1 ... 1024	1	均值过滤器的周期数 过程变量取 FIL_CYC 个周期的平均值。如果需要, FIL_CYC 可以自动从 1 增加到最大值 1024。

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
250.0	POI_CMAX	OUTPUT	INT		2	拐点后的最大周期数 该时间用于在测量噪声存在的情况下，找到更进一步的(或者说，更好的)拐点。只有在此时间过后，整定才结束。
252.0	POI_CYCL	OUTPUT	INT		0	拐点后的周期数

A.3.2 FB 59 “TCONT_S” 的背景数据块

参数:

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
0.0	CYCLE	INPUT	REAL	≥ 0.001	0.1 秒	步进控制器的采样时间[秒] 在该输入端，输入控制器的采样时间。
4.0	SP_INT	INPUT	REAL	取决于所使用的传感器	0.0	内部设定值 “内部设定值”用于指定一个设定值。
8.0	PV_IN	INPUT	REAL	取决于所使用的传感器	0.0	过程变量输入 可以在“过程变量”输入端设置初始值，或者也可以连接到浮点数格式的外围设备过程变量上。
12.0	PV_PER	INPUT	INT		0	外围设备过程变量 外围设备 I/O 格式的过程变量连接到控制器的“外围设备过程变量”输入端。
14.0	DISV	INPUT	REAL		0.0	干扰变量 对于前馈控制，干扰变量连接到“干扰变量”输入端。
18.0	LMNR_HS	INPUT	BOOL		FALSE	反复调节值的上限信号 信号“阀在上限处停止”连接到“位置反馈信号的上限停止信号”。 <ul style="list-style-type: none"> LMNR_HS=TRUE: 阀在上限值处停止。

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
18.1	LMNR_LS	INPUT	BOOL		FALSE	反复调节值的下限信号 信号“阀在上限处停止”连接到“位置反馈信号的上限停止信号”输入端 • LMNR_LS=TRUE: 阀在下限停止。
18.2	LMNS_ON	INPUT	BOOL		TRUE	调节信号打开 控制器输出信号的处理在“调节信号打开”输入端上设置为手动。
18.3	LMNUP	INPUT	BOOL		FALSE	调节信号增大 当控制器输出信号设置为手动时，QLMNUP 输出信号施加到“调节信号增大”输入上。
18.4	LMNDN	INPUT	BOOL		FALSE	调节信号减小 当控制器输出信号设置为手动时，QLMNDN 输出信号施加到“调节信号减小”输入上。
20.0	QLMNUP	OUTPUT	BOOL		FALSE	调节信号增大 如果“调节信号增大”输出被置位，则阀将打开。
20.1	QLMNDN	OUTPUT	BOOL		FALSE	调节信号减小 如果“调节信号减小”输出被置位，则阀将关闭。
22.0	PV	OUTPUT	REAL		0.0	过程变量 有效的过程变量在“过程变量”输出端输出。
26.0	ER	OUTPUT	REAL		0.0	偏差信号 有效的偏差在“偏差信号”输出端输出。
30.0	COM_RST	INPUT/ OUTPUT	BOOL		FALSE	完全重新启动 该块有一个初始化例行程序，当COM_RST 输入端被置位时执行该例行程序。

内部参数

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
32.0	PV_FAC	INPUT	REAL		1.0	过程变量因子 “过程变量因子”输入和“过程值”相乘。该输入用于调整过程变量的范围。
36.0	PV_OFFS	INPUT	REAL	取决于所使用的传感器	0.0	过程变量偏移量 “过程变量偏移量”输入与“过程变量”相加。该输入用于调整过程变量的范围。
40.0	DEADB_W	INPUT	REAL	≥ 0.0	0.0	死区宽度 偏差通过死区。“死区宽度”输入决定死区的大小。
44.4	PFAC_SP	INPUT	REAL	0.0 - 1.0	1.0	用于设定值变化的比例因子[0..1] 当有设定值变化时, PFAC_SP 指定有效的比例 P 作用。 它的设置范围是 0 到 1。 <ul style="list-style-type: none"> 1: 如果设定值发生变化, 则比例 P 作用具有全部效果。 0: 如果设定值发生变化, 比例 P 作用没有任何效果。
48.0	GAIN	INPUT	REAL	%/物理单位	2.0	比例增益 “比例增益”输入用于指定控制器增益。可以通过给 GAIN 一个负号来反转控制方向。
52.0	TI	INPUT	REAL	≥ 0.0 秒	40.0 秒	复位时间[秒] “复位时间”输入(积分时间)决定了积分作用响应。
56.0	MTR_TM	INPUT	REAL	\geq CYCLE	30 秒	电机启动时间 阀从限停到限停的运行时间在“电机启动时间”参数中输入。
60.0	PULSE_TM	INPUT	REAL	≥ 0.0 秒	0.0 秒	最小脉冲时间[秒] 可使用“最小脉冲时间”参数设置最小脉冲时间。
64.0	BREAK_TM	INPUT	REAL	≥ 0.0 秒	0.0 秒	最小断开时间[秒] 可使用“最小断开时间”参数设置最小断开时间。

地址	参数	声明	数据类型	取值范围	初始值	描述
68.0	PER_MODE	INPUT	INT	0、1、2	0	外围设备模式 可以在这个开关上输入 I/O 模块的类型。输入 PV_PER 上的过程变量在 PV 输出上被规格化成°C。 <ul style="list-style-type: none">• PER_MODE =0: 标准• PER_MODE =1: 气候• PER_MODE =2: 电流/电压
70.0	PVPER_ON	INPUT	BOOL		FALSE	外围设备过程变量打开 如果想从 I/O 中读取过程变量，则 PV_PER 输入必须连接到 I/O，并且“外围设备过程变量”输入必须置位。

A.4 整定期间可能出现的消息列表

STATUS_H	描述	纠正方法
0	缺省或(还)没有新的控制器参数。	
10000	整定已结束，并且已经找到合适的控制器参数	
2xxxx	整定已结束，但控制器参数还不确定	
2xx2x	还未到达拐点(只是已经通过设定值阶跃变化进行了激励)	如果控制器是振荡的，则弱化控制器参数，并使用一个较小的可调节变量差值 TUN_DLMN 重复尝试。
2x1xx	估计偏差(TU < 3*CYCLE)	减少 CYCLE，然后重复尝试。 特殊情况， 纯粹的 PT1 处理：不要重复，可能弱化控制器参数。
2x3xx	估计的 TU 太高	在更好的条件下重复尝试
21xxx	估计偏差 N_PTIN < 1	在更好的条件下重复尝试
22xxx	估计偏差 N_PTIN > 10	在更好的条件下重复尝试
3xxxx	由于参数设置不好，整定在阶段 1 终止	
30002	有效可调节变量差值 < 5 %	修正可调节变量差值 TUN_DLMN。
30005	采样时间 CYCLE 和 CYCLE_P 之间的差值超过了测量值的 5%。	将 CYCLE 和 CYCLE_P 与周期性中断级的周期相比较，注意可能存在调用分配器。 检查 CPU 的使用情况。如果 CPU 处于高使用状态，则需要延长采样时间，该时间可以不和 CYCLE 或 CYCLE_P 匹配。

注意

如果在阶段 1 或 2 停止整定，则 STATUS_H 被设置为 0。但是，STATUS_D 将继续指示最新的控制器计算状态。

STATUS_D 的数值越高，受控过程的阶数就越高，比率 TU/TA 也越高，并且控制器参数就越软。

STATUS_D	描述
0	没有计算任何控制器参数
110	N_PTIN ≤ 1.5, 过程类型 I, 快速
121	N_PTIN > 1.5, 过程类型 I
200	N_PTIN > 1.9, 过程类型 II (中间范围)
310	N_PTIN ≥ 2.1, 过程类型 III, 快速
320	N_PTIN > 2.6, 过程类型 III
111、122、 201、311、 321	在阶段 7 修正参数。

B 缩写和缩略语

缩写/缩略语	解释
BREAK_TM	最小断开时间[秒]
COM_RST	重启动
CON_ZONE	控制带宽度
CONZ_ON	激活控制带
CYCLE	采样时间[秒]
CYCLE_P	脉冲发生器的采样时间[秒]
D_F	微分因子
DEADB_W	死区宽度
DISV	干扰变量
ER	错误
FIL_CYC	均值过滤器的周期数
GAIN	控制器增益
GAIN_P	过程增益
I_ITL_ON	设置积分作用
I_ITLVAL	积分作用的初始值
INT_HNEG	功能块在负方向进行积分运算
INT_HPOS	功能块在正方向进行积分运算
KIG	可调节变量从 0 变化到 100 %时最大的过程值上升速率[1/s]
LMN	可调节变量的值
LMN_D	微分作用
LMN_FAC	可调节变量因子
LMN_HLM	可调节变量上限
LMN_I	积分作用
LMN_LLM	可调节变量下限
LMN_OFFS	可调节变量偏移量
LMN_P	比例作用
LMN_PER	外围设备操作可调节变量
LMN0	整定开始时的可调节变量
LMNDN	驱动信号减小
LMNR_HS	位置反馈信号的上限停止信号

缩写/缩略语	解释
LMNR_LS	位置反馈信号的下限停止信号
LMNS_ON	为驱动信号激活手动模式
LMNUP	驱动信号增大
LOAD_PID	装载整定后的 PID 参数
MAN	手动值
MAN_ON	激活手动模式
MTR_TM	电机启动时间[秒]
N_PTN	处理顺序
NOI_PVDT	PVDT_MAX 中的噪声比率, 采用%形式
NOISE_PV	过程值中的绝对噪声
P_B_TM	最小脉冲/最小断开时间[秒]
P_INF	拐点处的过程值 – PV0
PAR_SAVE	保存的 PID 控制器参数
PER_MODE	外围设备模式
PER_TM	脉冲重复周期[秒]
PFAC_SP	用于设定值变化的比例因子
PHASE	控制器整定的阶段指示器
PI_CON	PI 控制器参数
PID_CON	PID 控制器参数
PID_ON	激活 PID 模式
POI_CMAX	拐点后的最大周期数
POI_CYCL	拐点后的周期数
PULSE_ON	激活脉冲发生器
PULSE_TM	最小脉冲时间[秒]
PV	实际值
PV_FAC	过程值因子
PV_IN	过程值输入
PV_OFFS	过程值偏移量
PV_PER	外围设备过程值
PV0	整定开始时的过程值
PVDT	当前的过程值上升速率[1/s]
PVDT_MAX	每秒钟过程值的最大变化量[1/s]
PVDT0	整定开始时的过程值上升率[1/s]
PVPER_ON	激活外围设备过程值
QC_ACT	将在下一次调用处理连续控制器动作
QLMN_HLM	达到可调节变量的上限
QLMN_LLM	达到可调节变量的下限

缩写/缩略语	解释
QLMNDN	驱动信号减少
QLMNUP	驱动信号增大
QPULSE	脉冲输出
QTUN_RUN	整定已激活(阶段 2)
SAVE_PAR	保存当前控制器参数
SELECT	为 PID 和脉冲发生器选择调用
SP_INT	内部设定值
STATUS_D	控制器整定的状态控制器设计
STATUS_H	控制器整定的状态加热
T_P_INF	到拐点处的时间[秒]
TA	过程的时间响应(恢复时间) [秒]
TD	微分时间常数[秒]
TI	积分时间常数或复位时间[秒]
TM_LAG_P	PTN 模型的时间常数[秒]
TU	过程的时间延迟(延迟时间) [秒]
TUN_DLMN	用于过程激励的可调节变量增量
TUN_KEEP	保持整定模式
TUN_ON	激活控制器整定
TUN_ST	启动控制器整定
UNDO_PAR	撤消控制器参数更改

索引

字母

CYCLE	2-15
CYCLE_P	2-15, 2-17
FB 58 “TCONT_CP”	
PID 算法	2-4
PID 算法	
方框图	2-4, 2-9, 2-12, 3-2, 3-4, 3-5
保存控制器参数	2-9
可调节变量规格化	2-8
可调节变量计算	2-9, 2-12, 3-2, 3-4, 3-5
可调节变量限制值	2-8
初始化	2-14, 2-15, 2-18
方框图	2-13
方框图保存和重新装载控制器参数	2-9
过程值格式转换	2-2
过程值规格化	2-2
过程值规格化, 实例	2-3
过程值选项	2-1
积分器	2-5
结构略图	1-3
控制	2-6
控制器采样时间	2-15, 2-16
控制器整定	3-1
冷却过程	1-3
脉冲发生器	2-11
脉冲发生器的采样时间	2-15
描述	1-4
偏差形成	2-1, 2-3
偏差形成方框图	2-1
前馈控制	2-6
弱化比例作用	2-5
设定值分支	2-1
实例	6-2, 6-6, 6-7
手动值处理	2-7
死区	2-3
应用	1-3
重新装载控制器参数	2-9
准备	3-6
FB 59 “TCONT_S”	1-4
PI 步进控制器算法	4-4

采样时间	4-7
初始化	4-7
方框图	4-5
过程值规格化	4-2
过程值选项	4-1
过程值转换	4-2
描述	1-4
偏差形成	4-1, 4-3
设定值分支	4-1
死区	4-3
应用	1-4
PI 步进控制器算法	4-4
前馈控制	4-4
PULSEGEN	2-11

C

产品结构	1-1
------	-----

G

干扰	3-3
工作范围	3-3
过程类型	3-2
检查	3-10

K

控制	6-1
控制模式中的微调	3-16
控制器采样时间	2-15, 2-16, 4-7
控制器整定	3-1
改进	3-16
阶段	3-4
结果	3-11
启动	3-8
强热力耦合	3-19
弱热力耦合	3-19
停止	3-11
问题	3-12

L

- 冷却..... 1-3
- 冷却过程 1-3

M

- 脉冲发生器..... 2-11
- 脉冲发生器的采样时间 2-15
- 脉宽调制 2-11

R

- 软件
 安装..... 1-1

S

- 使用 FB 58 “TCONT_CP”
 的实例..... 6-2, 6-6, 6-7
- 使用 FB 59 “TCONT_S” 的实例 6-11
- 使用入门 5-1
- 瞬态响应 3-3

X

- 线性度..... 3-3

Z

- 自述文件 1-2