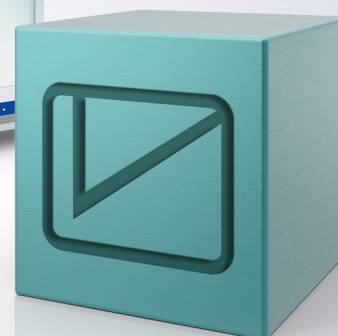
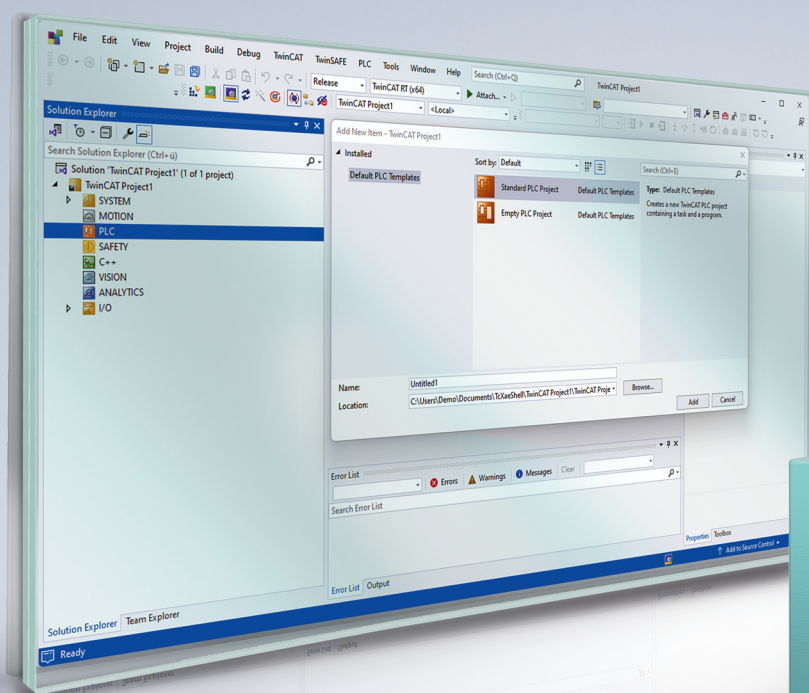


手册 | ZH

TF4110

TwinCAT 3 | Temperature Controller



目录

1 前言	5
1.1 文档说明	5
1.2 安全信息	5
1.3 信息安全说明	6
2 产品描述	7
3 安装	8
3.1 系统要求	8
3.2 安装	8
3.3 授权	9
4 配置	12
4.1 框图	12
4.2 生成设定值	12
4.3 生成控制值	14
4.4 分阶段调试控制器	14
5 PLC 库	18
5.1 功能块	18
5.1.1 FB_CTRL_TempController	18
5.1.2 结构体定义	21
5.1.3 FB_TempController	22
5.1.4 结构体定义	25
5.1.5 FB_CTRL_TempController_DistComp	25
5.2 全局常量	27
5.2.1 库版本	27
5.3 数据类型	27
5.3.1 E_CTRL_ERRORCODES	27
5.3.2 E_CTRL_ReactionOnFailure	28
5.3.3 E_CTRL_ControllerStateInternal	28
5.3.4 E_CTRL_ControlMode	28
5.3.5 E_CTRL_STATE	28
5.3.6 E_CTRL_STATE_TUNING	28
5.3.7 E_CTRL_TuneMode	28
5.3.8 E_CTRL_FilterType	29
5.3.9 E_CTRL_ControllerType	29
5.3.10 ST_ControllerParameter	29
5.3.11 ST_CTRL_ParaController	32
5.3.12 ST_ParaControlValue	33
5.3.13 ST_ParaController	36
5.3.14 错误代码	36
5.3.15 ReactionOnFailure	36
5.3.16 ST_ControlMode	37
5.3.17 状态	37

5.3.18 E_FilterType 37

5.3.19 E_ControllerType..... 38

5.3.20 ST_CTRL_DistCompParameter..... 38

6 示例..... 39

7 附录..... 40

7.1 控制算法 40

7.2 报警 41

7.3 自整定..... 41

7.4 扰动补偿..... 42

1 前言

1.1 文档说明

本说明仅适用于熟悉国家标准且经过培训的控制和自动化工程专家。

在安装和调试组件时，必须遵循文档和以下说明及解释。

操作人员应具备相关资质，并始终使用最新的生效文档。

相关负责人员必须确保所述产品的应用或使用符合所有安全要求，包括所有相关法律、法规、准则和标准。

免责声明

本文档经过精心准备。然而，所述产品正在不断开发中。

我们保留随时修改和更改本文档的权利，恕不另行通知。

不得依据本文档中的数据、图表和说明对已供货产品的修改提出赔偿。

商标

Beckhoff®、ATRO®、EtherCAT®、EtherCAT G®、EtherCAT G10®、EtherCAT P®、MX-System®、Safety over EtherCAT®、TC/BSD®、TwinCAT®、TwinCAT/BSD®、TwinSAFE®、XFC®、XPlanar® 和 XTS® 是 Beckhoff Automation GmbH

的注册商标并由其授权使用。本出版物中所使用的其它名称可能是商标名称，任何第三方出于其自身目的使用它们可能会侵犯商标所有者的权利。



EtherCAT® 是注册商标和专利技术，由 Beckhoff Automation GmbH 授权使用。

版权所有

© Beckhoff Automation GmbH。

未经明确授权，不得复制、分发、使用和传播本文档内容。

违者将被追究赔偿责任。Beckhoff Automation GmbH 保留所有发明、实用新型和外观设计专利权。

第三方商标

本文档可能使用了第三方商标。有关商标信息，可以访问：<https://www.beckhoff.com/trademarks>。

1.2 安全信息

安全规范

为了确保您的使用安全，请务必仔细阅读并遵守本文档中每个产品的安全使用说明。

责任免除

所有组件在供货时都配有适合应用的特定硬件和软件配置。严禁未按文档所述修改硬件或软件配置，否则，德国倍福自动化有限公司对由此产生的后果不承担责任。

人员资格

本说明仅供熟悉适用国家标准的控制、自动化和驱动工程专家使用。

警示性词语

文档中使用的警示信号词分类如下。为避免人身伤害和财产损失，请阅读并遵守安全和警告注意事项。

人身伤害警告

⚠ 危险

存在死亡或重伤的高度风险。

⚠ 警告

存在死亡或重伤的中度风险。

⚠ 谨慎

存在可能导致中度或轻度伤害的低度风险。

财产或环境损害警告

注意

可能会损坏环境、设备或数据。

操作产品的信息



这些信息包括：
有关产品的操作、帮助或进一步信息的建议。

1.3 信息安全说明

Beckhoff Automation GmbH & Co.KG (简称 Beckhoff) 的产品，只要可以在线访问，都配备了安全功能，支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。尽管配备了安全功能，但为了保护相应的工厂、系统、机器和网络免受网络威胁，必须建立、实施和不断更新整个操作安全概念。Beckhoff 所销售的产品只是整个安全概念的一部分。客户有责任防止第三方未经授权访问其设备、系统、机器和网络。它们只有在采取了适当的保护措施的情况下，方可与公司网络或互联网连接。

此外，还应遵守 Beckhoff 关于采取适当保护措施的建议。关于信息安全和工业安全的更多信息，请访问本公司网站 <https://www.beckhoff.com/secguide>。

Beckhoff 的产品和解决方案持续进行改进。这也适用于安全功能。鉴于持续进行改进，Beckhoff 明确建议始终保持产品的最新状态，并在产品更新可用后马上进行安装。使用过时的或不支持的产品版本可能会增加网络威胁的风险。

如需了解 Beckhoff 产品信息安全的信息，请订阅 <https://www.beckhoff.com/secinfo> 上的 RSS 源。

2 产品描述

TwinCAT Temperature Controller 是一种通用的 PLC 功能块，用于监测和控制温度相关的过程。该控制器可在以下模式下运行

- 自动模式（闭环）和
- 手动模式（开环）。

控制值可以数字量或模拟量形式访问。数字量控制值采用脉宽调制 (PWM)。此外，它还提供 1 个两点或三点输出。控制值不得超过所允许的最大值和最小值。

设定值也不得超过所允许的最小值和最大值，且支持斜坡升降调节。功能块的接口上提供了一个布尔位，便于从设定值切换到待机设定值。可对软启动进行参数设置，以支持“加热器烘烤”。这包括先将设定值（可选择斜坡升降调节）设为一个低值，保持一段时间，然后更改为真正的设定值（同样可选择斜坡升降调节）。

它支持对实际值进行数字滤波处理。

控制算法基于 PID。为了最大限度地减少超调，可以插入一个额外的预控制器。

该控制器具有多种可参数化的监控功能。具体包括

- 容差带监控（两个不同的容差带），
- 绝对值监控，
- 编码器监控（开路、反向电压、反接）以及
- 加热电流监控（开路、短路、漏电流）。

用于确定最佳控制器参数的算法大大简化了控制器的调试过程。该算法通过评估跳变，利用拐点切线法确定该段的最大速度和延迟时间。基于这些数据，可按照 Chien、Hrones 和 Reswick 规则整定控制器参数。在此也确定了预控制器的参数。如果已知控制器参数，那么也可以使用这些外部提供的参数来操作控制器。可分别确定加热段和冷却段的控制器参数。可以预先选择相应的整定过程顺序。如果没有为冷却确定单独的参数集，也可以通过一个可自行选择的比例系数，将加热参数集用于冷却段。

[分阶段调试控制器 \[► 14\]](#)。

[功能块的文档 \[► 18\]](#)和所需结构。

3 安装

3.1 系统要求

本节描述了工程和/或运行时系统所需的最低要求。

开发环境

纯粹的开发环境指的是一种仅用于开发 PLC 程序、但不具备程序执行功能的计算机系统。务必在开发计算机上安装以下组件：

- TwinCAT 3 XAE（工程）版本 4012 或更高版本
- TwinCAT 3 功能组件 TF4110 Temperature Controller 版本 3.3.0.0 或更高版本
- 请注意：开发环境可使用 7 天试用授权（如有需要，可多次使用），请参见 [授权 \[► 9\]](#)。

运行时环境

运行时环境指的是一种用于执行 PLC 程序的计算机系统。务必在运行时计算机上安装以下组件：

- TwinCAT3 XAR 版本 4012 或更高版本
- 安装 TC1200 PLC 和 TF4110 Temperature Controller
- TC1200 PLC 和 TF4110 Temperature Controller 的授权
请注意：7 天试用授权密钥可用于测试目的，请参见 [授权 \[► 9\]](#)。

一台计算机上集成开发和运行时环境

如果要在同一台计算机上运行运行时和开发环境（例如，在目标计算机上加载 PLC 程序之前，对其进行测试），则必须满足以下要求：

- TwinCAT3 XAE（工程安装）版本 4012 或更高版本
- TC1200 PLC 和 TF4110 Temperature Controller 的授权
- 请注意：7 天试用授权密钥可用于测试目的，请参见 [授权 \[► 9\]](#)。

3.2 安装

根据所使用的 TwinCAT 版本和操作系统，该 TwinCAT 3 功能组件可以采用不同的安装方式，下面将详细介绍。



更新安装

更新安装总是会卸载之前安装的版本。

- 在更新之前，请先备份您的配置文件。

TwinCAT 3 Package Manager : 安装 (TwinCAT 3.1 Build 4026)

如果在 Microsoft Windows 操作系统上使用 TwinCAT 3.1 Build 4026（及更高版本），则可以通过 TwinCAT Package Manager (TcPkg) 安装此功能。有关安装产品的详细说明，请参阅 [TwinCAT 3.1 Build 4026 安装说明中的管理 TwinCAT 软件](#)。

注意

未做好准备的 TwinCAT 重启会导致数据丢失

安装该功能可能会导致 TwinCAT 重启。

- 确保系统上没有运行重要的 TwinCAT 应用程序，或者先有序关闭这些应用程序。

TwinCAT Package Manager : 安装 (TwinCAT 3.1 Build 4026)

有关安装产品的详细说明, 请参阅 [TwinCAT 3.1 Build 4026 安装说明](#) 中的“[安装工作负载](#)”章节。

安装以下工作负载才能使用产品:

- TF4110 | TwinCAT 3 Temperature Controller

TwinCAT Package Manager CLI

您可以使用 [TcPkg Command Line Interface](#) (命令行界面, CLI) 来显示系统上的可用工作负载:

```
tcpkg list -t workload
```

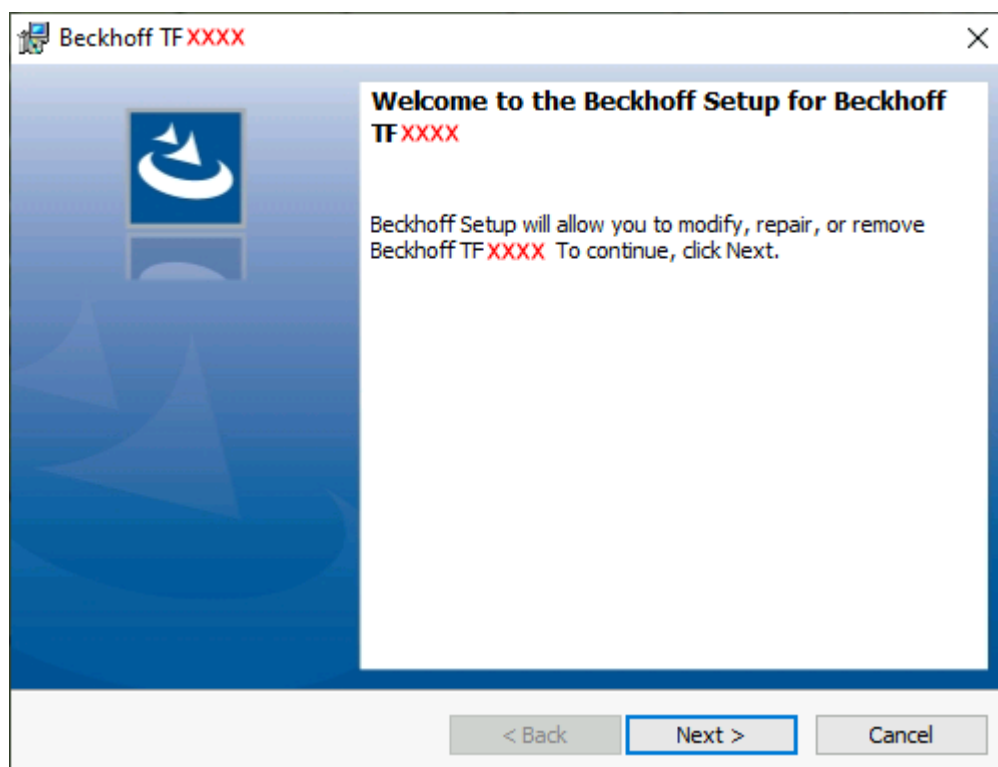
请使用以下命令安装工作负载:

```
tcpkg install TF4110.TemperatureController.XAE
```

TwinCAT 3 设置 : 安装 (TwinCAT 3.1 Build 4024 及更早版本)

如果您在 Microsoft Windows 操作系统上使用的是 TwinCAT 3.1 Build 4024, 可以通过一个安装包来安装该功能, 该安装包可以从倍福网站 <https://www.beckhoff.com/download> 上下载。

根据需要使用该功能的系统, 可以在工程设计或运行时端进行安装。下面的截图是设置界面示例。



要完成安装过程, 请按照“设置”对话框中的说明进行操作。

注意

未做好准备的 TwinCAT 重启会导致数据丢失

安装该功能可能会导致 TwinCAT 重启。

- 确保系统上没有运行重要的 TwinCAT 应用程序, 或者先有序关闭这些应用程序。

3.3 授权

TwinCAT 3 功能可以作为完整版或 7 天测试版激活。这两种许可证类型都可以通过 TwinCAT 3 开发环境 (XAE) 激活。

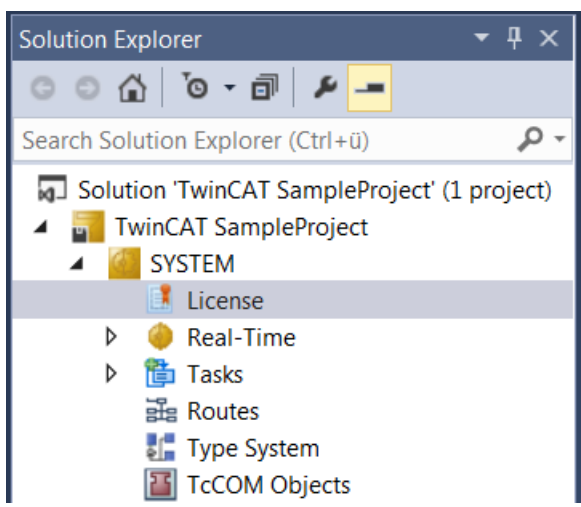
授权使用 TwinCAT 3 功能的完整版本

关于许可证完整版本的程序描述，可参见倍福信息系统的文档“[TwinCAT 3 授权](#)”。

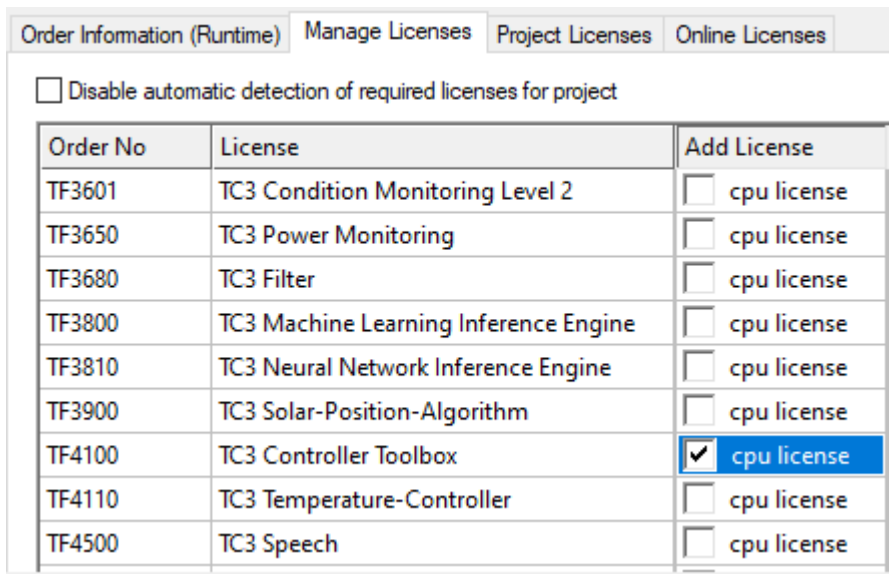
授权一个 TwinCAT 3 功能的 7 天测试版本

i 对于TwinCAT 3 许可证加密狗无法启用 7 天测试版本。

1. 启动 TwinCAT 3 开发环境（XAE）。
2. 打开一个现有的 TwinCAT 3 项目或创建一个新项目。
3. 如果想为一个远程设备激活授权，请设置所需的目标系统。为此，从工具栏的**选择目标系统**下拉列表中选择目标系统。
 - ⇒ 授权设置总是指选定的目标系统。在目标系统上激活项目时，自动将相应的 TwinCAT 3 许可证复制到该系统中。
4. 在**解决方案资源管理器**中，双击**系统子目录的许可证**。

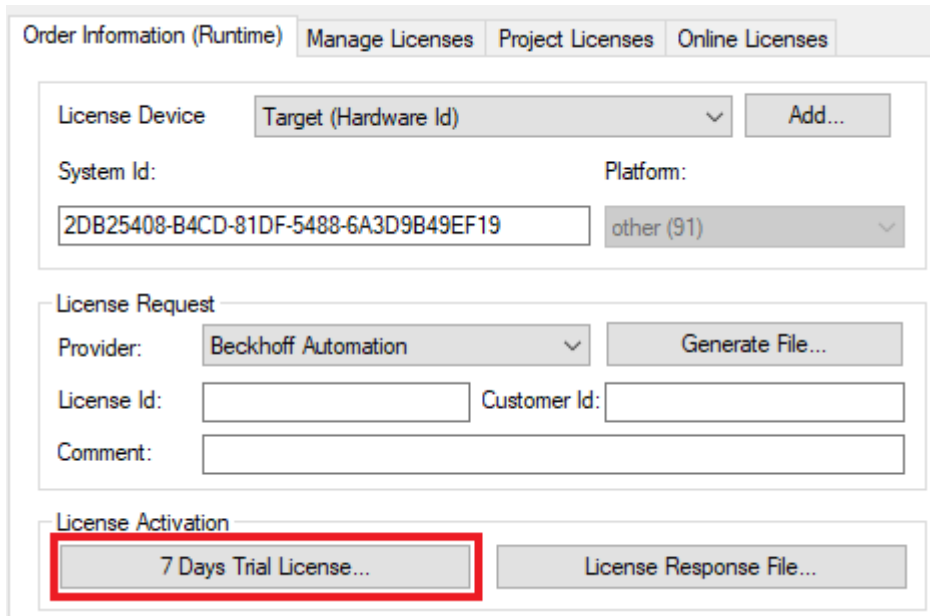


- ⇒ TwinCAT 3 许可证管理器打开。
5. 打开**管理许可证**选项卡。在**添加许可证**栏中，选中希望添加到项目的许可证的复选框（例如“TF4100 TC3 控制器工具箱”）。

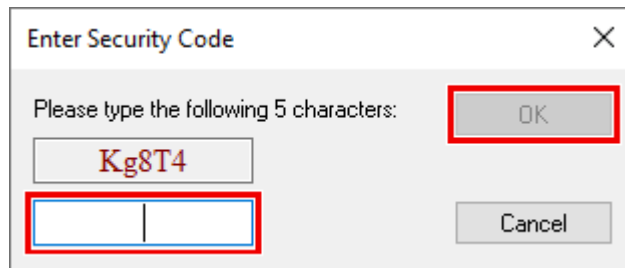


6. 打开**订单信息（运行时间）**选项卡。
 - ⇒ 在许可证的表格概览中，以前选择的许可证显示为“缺失”状态。

7. 点击**7 天试用许可证...**，以激活 7 天试用许可证。



⇒ 一个对话框打开，提示输入对话框中显示的安全代码。



8. 准确输入显示的代码并确认输入。

9. 确认随后的对话框，表明激活成功。

⇒ 在许可证的表格概览中，许可证状态现在显示许可证的到期日。

10. 重新启动 TwinCAT 系统。

⇒ 7 天试用版启用。

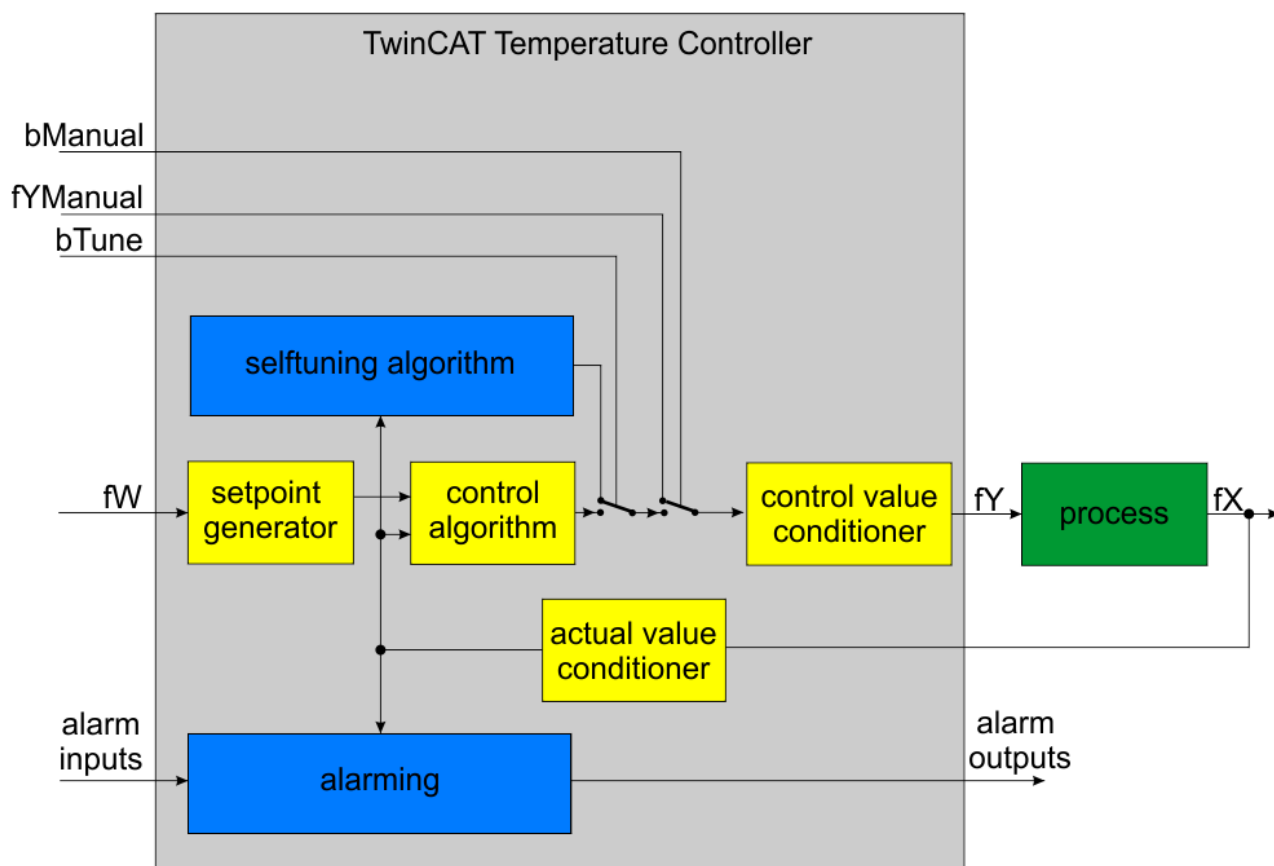
4 配置

4.1 框图

TwinCAT Temperature Controller 由多个功能块组成。涉及以下功能块：

- 自整定算法 (FB_Selftuner)
- 控制算法 (FB_ControlAlgorithm)
- 设定值发生器 (FB_SetpointConditioner)
- 控制值发生器 (FB_ControlValueConditioner)
- 报警 (FB_Alarming)

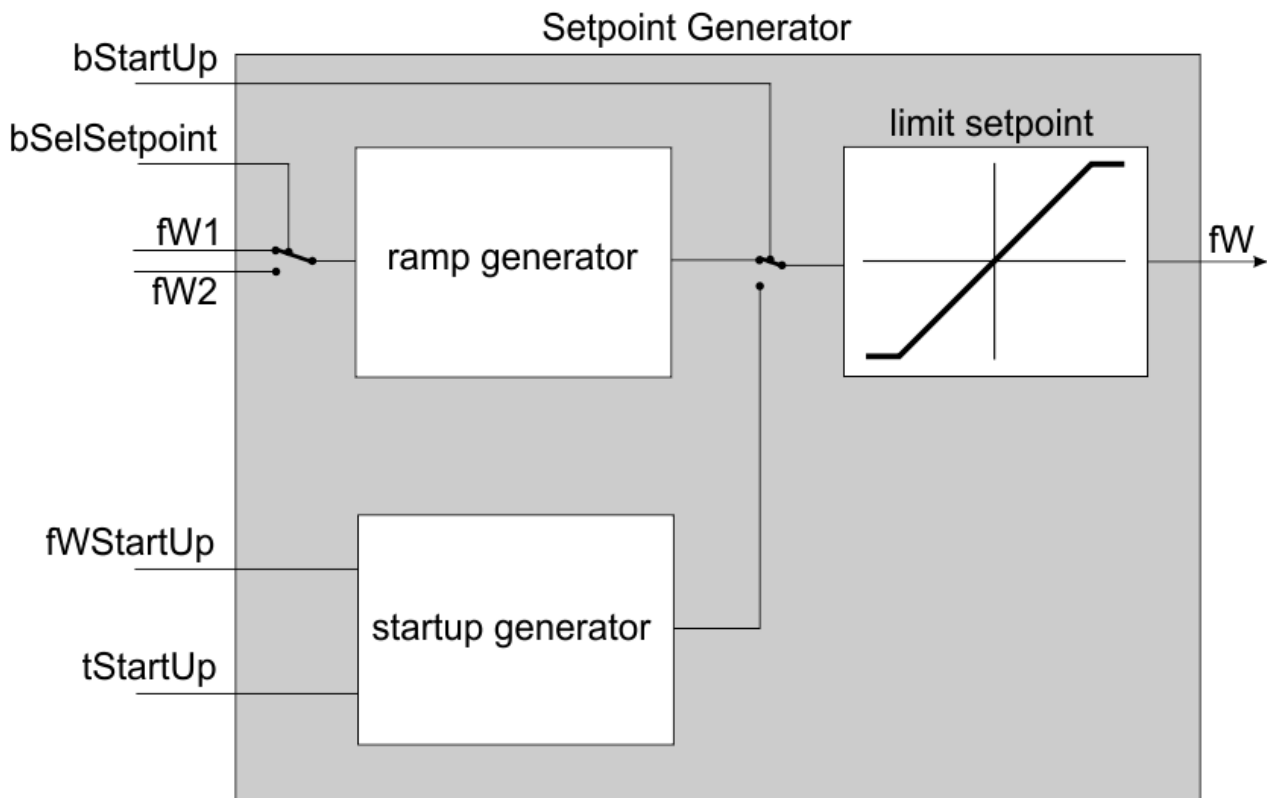
这些功能块继而调用一些其他子功能块。



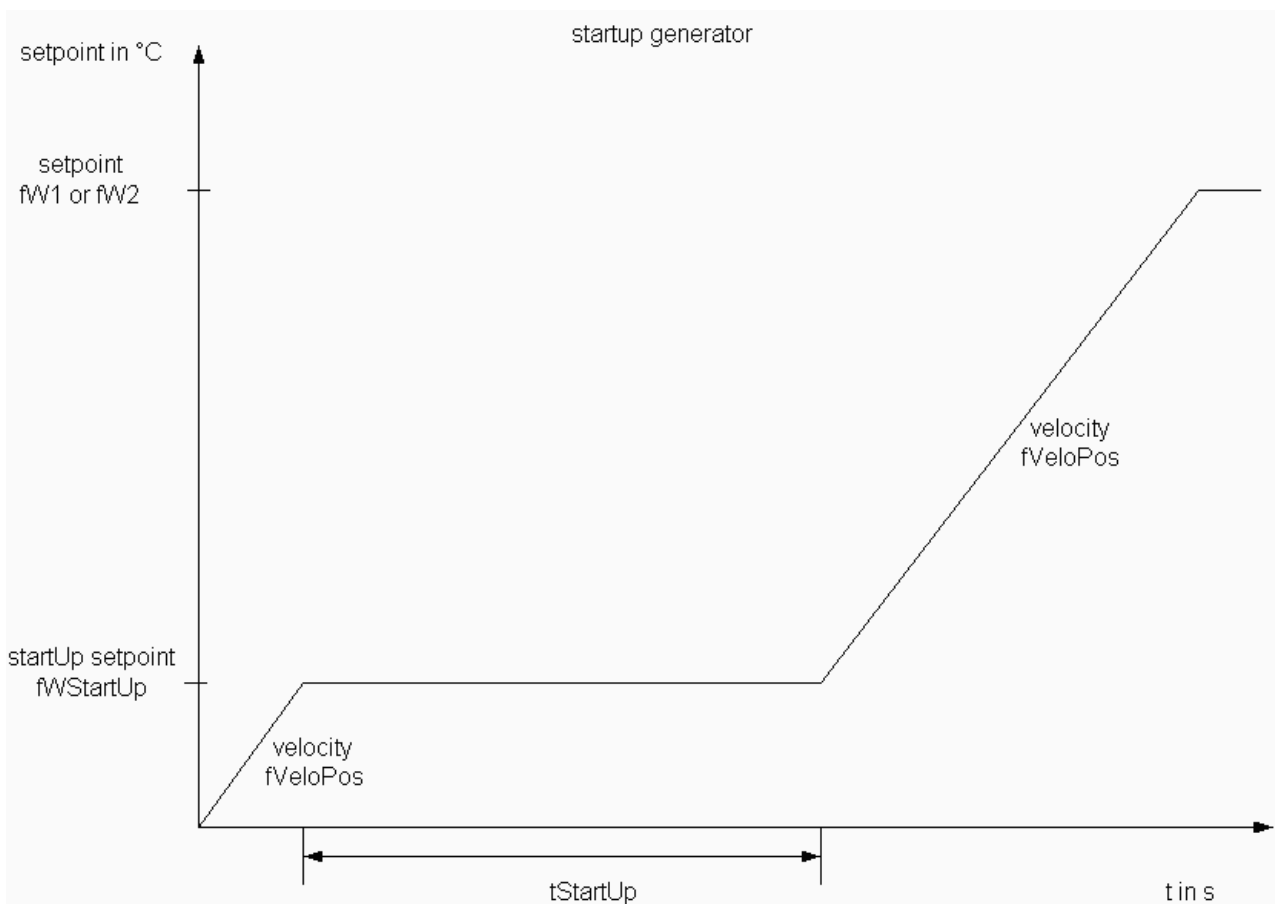
4.2 生成设定值

通过一个位信号可在各设定值之间切换。除实际设定值外，还有一个待机设定值。待机设定值可用于在运行暂停期间将温度降至较低值，以节约能源。必要时，可对设定值的阶跃值进行斜坡升降调节。设定值的参数集中包含上升率和下降率。

设定值不得超过其限值。

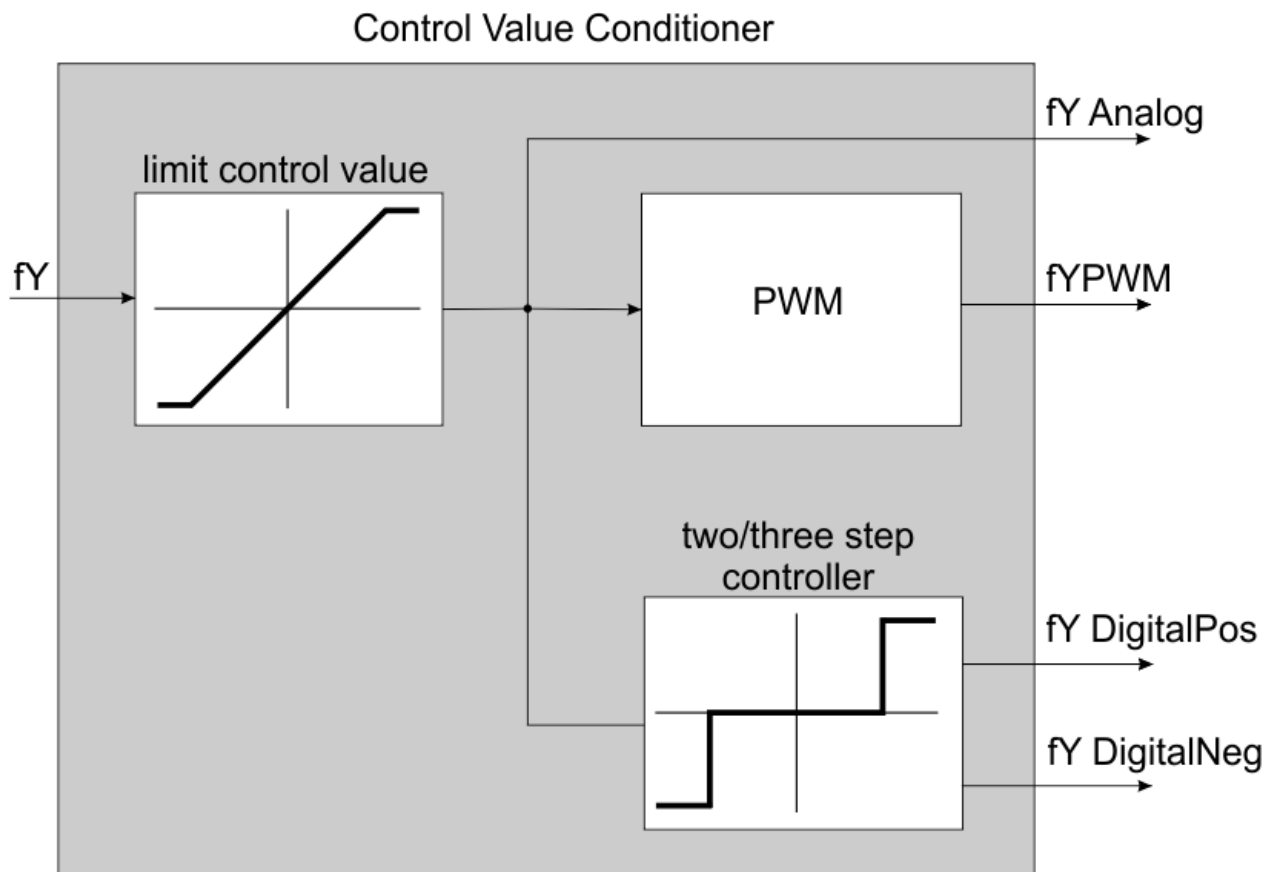


为了允许“加热器烘烤”，可对软启动进行参数设置。此时，温度首先从环境温度按斜坡升至较低设定值 (**fWStartUp**)。然后将该温度保持一段时间 (**tStartUp**)，在这段时间过后，才开始升温至实际设定值。



4.3 生成控制值

控制器计算出的控制值 (CV) 首先必须在有效范围内。各限值的数值通过控制值结构体传递给控制器功能块。可通过三种不同方式获得控制值。可以模拟量形式采集控制值。不过，更常见的输出是作为脉宽调制信号的数字量输出。通过控制值结构将脉宽调制所需的循环时间提供给控制器。此外，还可以连接两点输出（用于加热或冷却）和三点输出（用于加热或冷却）。



4.4 分阶段调试控制器

必须执行以下阶跃：

1. 通过库管理器将控制器库插入项目中。
 - 在库管理器中插入 Tc2_TempController。
2. 对至少一个控制器实例进行编程。
 - 为此，请创建控制器功能块 **FB_TempController** 的实例。
 - 同时创建结构体 **ST_ControllerParameter** 的实例。
 - 插入库。
3. 创建外部接线。

名称		描述
eCtrlMode	必须连接	将控制器切换至运行模式（主动、被动、整定）。
bSelSetpoint	可选连接	从两个可能的设定值中选择一个。FALSE 表示选择正常设定值，TRUE 表示选择待机设定值。
fW1	必须连接	设定值
fW2	可选连接	待机设定值通常小于 fW1。fSelSetpoint 可用于在 fW1 与 fW2 之间切换。
fX	必须连接	实际值，应为 LREAL 类型数值。实际值可能首先需要在功能块之外转换为 LREAL。
fYManual	可选连接	手动操作时的控制值
bOpenThermocouple	可选连接	TRUE 表示热电偶开路。必须由硬件（如 KL3xxx 或 EL3xxx）提供。
bReverseThermocouple	可选连接	TRUE 表示热电偶正负极连接错误。必须由硬件予以指示。
bBackVoltage	可选连接	TRUE 表示热电偶输入电压过高。必须由硬件予以指示。
bLeakage	可选连接	TRUE 表示检测到加热元件漏电流。必须由硬件予以指示。
bShortCircuit	可选连接	TRUE 表示检测到加热元件短路。必须由硬件予以指示。
bOpenCircuit	可选连接	TRUE 表示检测到加热元件开路。必须由硬件予以指示。
sControllerParameter	必须连接	此结构体用于向功能块传递常规参数（如采样时间等）。
sParaControllerExternal	可选连接	外部控制器参数集通过此结构体传递给功能块。

4. 通过该结构体对控制器进行必要的参数设置。

- 参数可以通过初始值或赋值来指定。
- 若通过初始值对参数进行赋值，示例如下：

```
(* 参数 *)
sControllerParameter : ST_CTRL_TempCtrlParameter :=
(
(* 基本参数 *)
tCtrlCycleTime := t#1000ms,
tTaskCycleTime := t#10ms,

fYMin := -100,
fYMax := 100,
tPWMCycleTime := t#100ms,
fYManual := 20,
bFilter := FALSE,
tFilter := t#100ms,
bDeadband := FALSE,
fEDeadband := 1.0, (* 死区 *)
fWMin := 15,
fWMax := 60,
fWStartUp := 20.0,
tStartUp := t#160s,
fWVeloPos := 0.01,
fWVeloNeg := 0.01,
bStartUpRamping := FALSE,
fWStartUpVeloPos := 0.1,
fWStartUpVeloNeg := 0.1,
iMode := eCTRL_ControlMode_HEATING,
```

```

dwAlarmSupp := 16#FF_FF_FF_FF,
bSelCtrlParameterSet:= FALSE,

(* 整定 *)
iTuningMode := eCTRL_TuneMode_heating,
fYTuneHeating := 100.0,
fYTuneCooling := -100.0,
fEndTunePercentHeating := 80.0, (* 当 X > 0.8*W 时切换为闭环控制 *)
fEndTunePercentCooling := -70.0, (* 当 X < 0.2*W 时切换为闭环控制 *)

iReactionOnFailure := eCTRL_ReactionOnFailure_StopController,
TempLow := -50.0,
TempLowLow := -100.0,
TempHigh := 100.0,
TempHighHigh := 155.0,
TempAbsoluteHigh := 150.0,
TempAbsoluteLow := -95.0,
bEnablePreController := FALSE,
bEnableZones := FALSE,
bEnableCVFilter := FALSE,
iFilterType := eCTRL_FilterType_AVERAGE,
iControllerType := eCTRL_ControllerType_PID
);

```

ST 中的赋值语句可如下所示：

```
sControllerParameter.tPWMCycleTime := t#100ms;
```

5. 设置控制器采样时间、任务周期时间和 PWM 循环时间。

- 控制器的采样时间必须与区段相适配。该值应等于或小于回路主导时间常数的十分之一。
- 任务周期时间由调用控制器功能块的 PLC 任务指定。该值可从任务配置（PLC 控制：资源任务配置）中读取。PWM 循环时间通常等于控制器的循环时间。如果任务周期时间为 10ms，而 PWM 循环时间（= 控制器采样时间）选择为 100ms，则共有 10 个等级（PWM 循环时间/任务循环时间）可供选择。

6. TwinCAT Scope 的参数设置。

- 如要查看结果，可对整定过程和闭环控制行为进行示波器记录。
- 为此，请启动 TwinCAT Scope View 并对其进行参数设置。
- 记录以下通道：设定值（fW1 或 fW2）、实际值（fX）和模拟量控制值（fYAnalog）。

7. 在调试阶段关闭报警。

- 在调试阶段可以暂时关闭报警。
- 在 dwAlarmSupp Dword 中设置相应的位掩码。
- 如果已在该 Dword 中设置一个位，则相应的报警将被禁用。此处 [► 25] 描述了各个报警的赋值情况。

重要信息：初次调试后，请重新开启所有必要的报警。

8. 通过整定启动控制器。

- 如要通过整定来确定控制器参数，则必须将控制模式设置为 eCTRL_MODE_TUNE。
- 首先要经过 20 秒的固定等待时间。在这段等待时间内，对温度进行监控，确保其保持在 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 范围内。如果温度超出此范围，则等待时间重新开始。随后以控制值 fYTune 对过程实施阶跃激发。然后，该过程会做出阶跃响应。只要未达到设定值的 80%，就会使用拐点切线法来确定过程参数。出于安全考虑，在达到设定值的 80% 后，控制模式将切换为闭环控制。如果温度过快达到 80%（无明显拐点），则应降低 fYTune 的值。以这种方式确定的参数可用于 PID 控制器，并在结构的控制器输出端提供。

● 设置控制模式

整定成功后，eCtrlState 将设置为 eCTRL_STATE_TUNED。控制器进入待机模式。只有将控制模式设置为 eCTRL_MODE_ACTIVE.，方可激活采用估计参数的闭环运行模式

9. 将内部控制参数与外部连接进行关联。

在整定过程中确定的控制器参数可以作为外部参数再次提供给控制器。如果只需进行一次整定（例如，仅在初始调试期间），则必须这样做。

- 为此，请追溯结构 `sParaControllerInternal` 至控制器 `sParaControllerExternal` 的输入端，并将标志 `bSelCtrlParameterSet` 设为 `TRUE`。

10. 手动进行微调。

整定过程中确定的控制参数旨在产生快速稳定，超调量约为 10%。如果只允许很小的超调量，甚至完全不允许超调，则可以使用 `ST_ControllerParameter` 结构体中的以下参数进行微调。这些数值仅为参考值。

行为	fTuneKp	fTuneTn	fTuneTv	fTuneTd
快速稳定，超调量为 10%-20%	1.2	2.0	0.42	0.25
缓慢稳定，超调量较小	1.0	2.5	0.42	0.25
近似渐近稳定，超调量极小	0.5	3.0	1.0	0.25

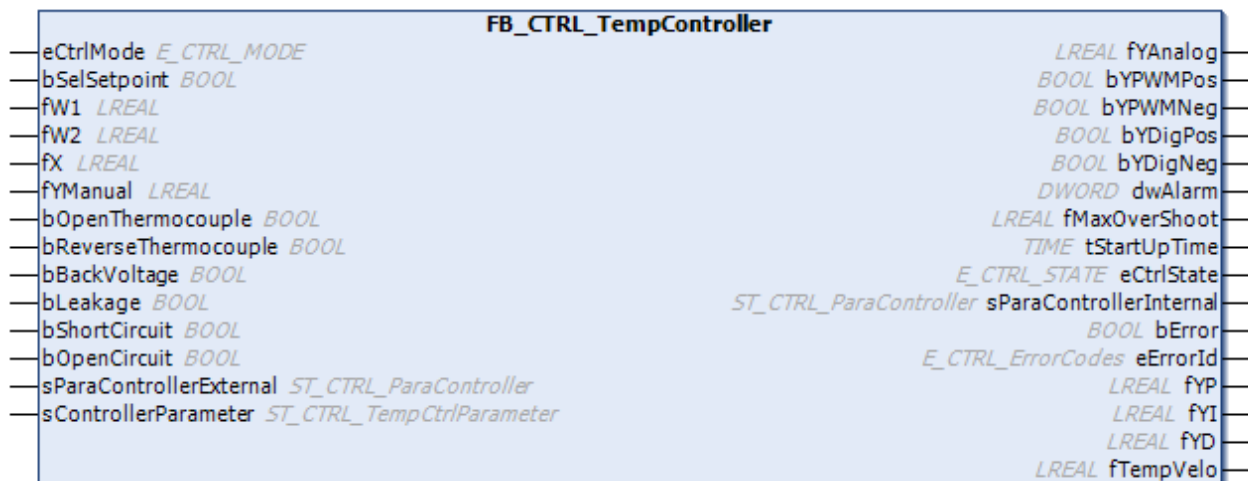
要求

开发环境	目标平台	要包括的 PLC 库
TwinCAT 3.1.4016	PC 或 CX	Tc2_TempController

5 PLC 库

5.1 功能块

5.1.1 FB_CTRL_TempController



温度控制器功能块 **FB_CTRL_TempController** 有多种输入和输出，具体如下。控制器的所有参数都通过结构传递给它。

接口

VAR_INPUT

```

VAR_INPUT
  eCtrlMode          : E_CTRL_MODE;
  bSelSetpoint       : BOOL;
  fW1                : LREAL;
  fW2                : LREAL;
  fX                 : LREAL;
  fYManual           : LREAL;
  bOpenThermocouple : BOOL; (* thermocouple *)
  bReverseThermocouple : BOOL;
  bBackVoltage       : BOOL;
  bLeakage           : BOOL; (* heating system *)
  bShortCircuit      : BOOL;
  bOpenCircuit       : BOOL;
  sParaControllerExternal : ST_CTRL_ParaController
END_VAR

```

名称	单位	值范围	描述
eControlMode	1	E_CTRL_MODE	模式切换
bSelSetpoint	1	[TRUE, FALSE]	从两个可能的设定值中选择一个。FALSE 表示选择正常设定值，TRUE 表示选择待机设定值。
fW1	°C	LREAL	设定值
fW2	°C	LREAL	待机设定值通常小于 fW1。fSelSetpoint 可用于在 fW1 与 fW2 之间切换。
fX	°C	LREAL	实际值
fYManual	-100% - +100%	LREAL	手动操作时的控制值
bOpenThermocouple	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示热电偶开路。必须由硬件予以指示。
bReverseThermocouple	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示热电偶正负极连接错误。必须由硬件予以指示。
bBackVoltage	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示热电偶输入电压过高。必须由硬件予以指示。
bLeakage	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示检测到加热元件漏电流。必须由硬件予以指示。
bShortCircuit	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示检测到加热元件短路。必须由硬件予以指示。
bOpenCircuit	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示检测到加热元件开路。必须由硬件予以指示。
sControllerParameter	无	结构体	此结构体用于向功能块传递常规参数（如采样时间等）。
sParaControllerExternal	无	结构体	外部控制器参数集通过此结构体传递给功能块。

VAR_OUTPUT

```

VAR_OUTPUT
  fYAnalog          : LREAL;
  bYPWMPos          : BOOL;
  bYPWMNeg          : BOOL;
  bYDigPos          : BOOL;
  bYDigNeg          : BOOL;
  dwAlarm            : DWORD;
  fMaxOverShoot     : LREAL;
  tStartUpTime      : TIME;
  eCtrlState        : E_CTRL_STATE := eCTRL_STATE_IDLE;
  sParaControllerInternal : ST_CTRL_ParaController;
  bError            : BOOL;
  eErrorId          : E_CTRL_ErrorCodes;
END_VAR

```

名称	单位	值范围	描述
fYAnalog	无	LREAL	模拟量控制值
bYPWMPos	无	[TRUE, FALSE]	布尔输出，经过脉宽调制。正向/加热模式
bYPWMNeg	无	[TRUE, FALSE]	布尔输出，经过脉宽调制。反向/冷却模式
bYDigPos	无	[TRUE, FALSE]	三位式控制器的布尔输出（TRUE 表示控制值为 100%，FALSE 表示控制值关闭）
bYDigNeg	无	[TRUE, FALSE]	三位式控制器的布尔输出（TRUE 表示控制值为 -100%，FALSE 表示控制值关闭）
dwAlarm	无	DWORD	报警消息（参见 ENUM）
fMaxOverShoot	°C	LREAL	高于/低于设定值的最大超调量（以 °C 为单位）。
tStartUpTime	TIME	-	首次达到设定值之前的启动时间
eCtrlState	无	E_CTRL_STATE	当前控制器状态（参见 ENUM）
sParaControllerInternal	无	结构体	在此结构中，可以使用内部控制器参数集（由整定决定）。
bError	无	[TRUE, FALSE]	如果出现错误，则 bError 为 TRUE。
iErrorId	无	INT	如果 bError 为 TRUE，则 iErrorId 会提供一个错误代码（参见 ENUM）

VAR_IN_OUT

```

VAR_IN_OUT
sControllerParameter : ST_CTRL_TempCtrlParameter; (* controller parameter set *)
END_VAR

```

名称	类型	描述
sController parameter	ST_CTRL_TempCtrl Parameter	功能块的参数结构

要求

开发环境	目标平台	要包括的 PLC 库
TwinCAT 3.1.4016	PC 或 CX	Tc2_TempController

5.1.2 结构体定义

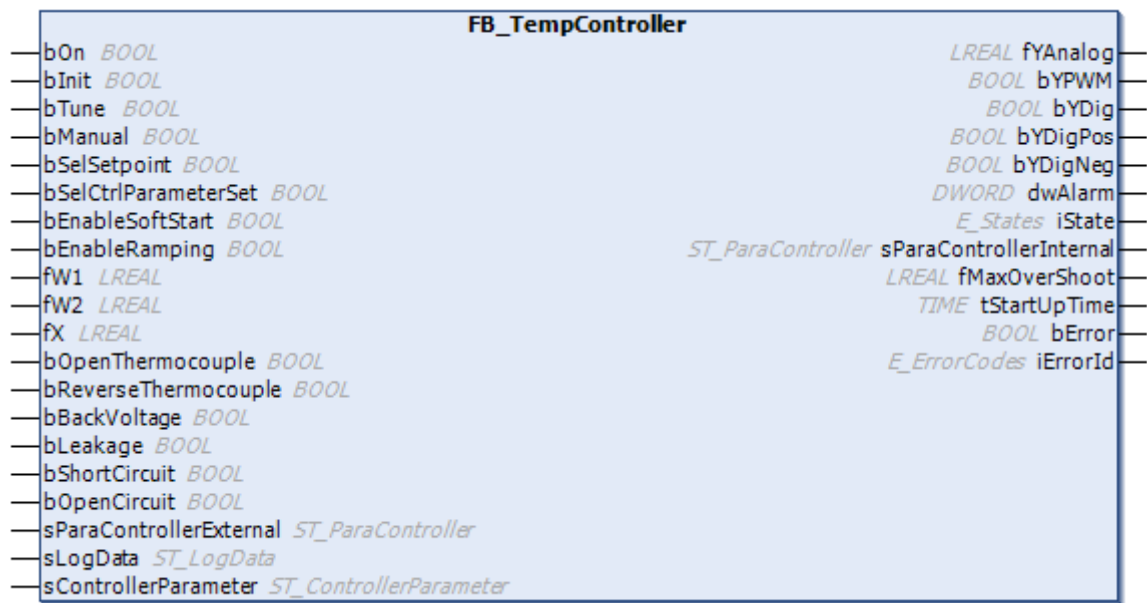
报警的位掩码

名称	掩码	描述
nAlarmOpenThermocouple	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0001	硬件：温度传感器开路
nAlarmReverseThermocouple	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0010	硬件：温度传感器反接
nAlarmBackVoltage	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0100	硬件：温度传感器电压过高
nAlarmLeakageCurrent	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_1000	硬件：测量到漏电流
nAlarmShortCircuit	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0001_0000	硬件：短路
nAlarmOpenCircuit	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0010_0000	硬件：无电流
nAlarmLimitLow	2#0000_0000_0000_0000_0000_0001_0000_0000	软件：低于第一个相对温度下限值
nAlarmLimitLowLow	2#0000_0000_0000_0000_0000_0010_0000_0000	软件：低于第二个相对温度下限值
nAlarmLimitHigh	2#0000_0000_0000_0000_0000_0100_0000_0000	软件：超出第一个相对温度上限值
nAlarmLimitHighHigh	2#0000_0000_0000_0000_0000_1000_0000_0000	软件：超出第二个相对温度上限值
nAlarmAbsoluteHigh	2#0000_0000_0000_0000_0001_0000_0000_0000	软件：超出绝对温度上限值
nAlarmAbsoluteLow	2#0000_0000_0000_0000_0010_0000_0000_0000	软件：低于绝对温度下限值

要求

开发环境	目标平台	要包括的 PLC 库
TwinCAT 3.1.4016	PC 或 CX	Tc2_TempController

5.1.3 FB_TempController



温度控制器功能块 **FB_TempController** 有多种输入和输出，具体如下。控制器的所有参数都通过结构传递给它。结构体和枚举的定义详见[此处](#) [► 25]。

注意

功能块的此版本已过时。
您不应再使用该功能块。

接口

VAR_INPUT

```
VAR_INPUT
  bOn          : BOOL;
  bInit        : BOOL;
  bTune        : BOOL;
  bManual      : BOOL;
  bSelSetpoint : BOOL;
  bSelCtrlParameterSe : BOOL;
  bEnableSoftStart : BOOL;
  bEnableRamping : BOOL;
  fW1          : LREAL;
  fW2          : LREAL;
  fX           : LREAL;
  bOpenThermocouple : BOOL;
  bReverseThermocouple : BOOL;
  bBackVoltage  : BOOL;
  bLeakage     : BOOL;
  bShortCircuit : BOOL;
  bOpenCircuit  : BOOL;
  sParaControllerExternal : ST_ParaController;
  sLogData     : ST_LogData := (bLog := FALSE, strLogFileName := '', strLogString :=
  '' );
END_VAR
```

名称	单位	值范围	描述
bOn	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示开启控制器。
bInit	1	[TRUE, FALSE]	初始化标志，必须在调用控制器的第一个周期内激活 (TRUE)。
bTune	1	[TRUE, FALSE]	上升沿开启自整定。如果在自整定过程中切换为 FALSE，则自整定中止，控制器继续使用旧参数运行（如果这些参数仍然存在）。
bManual	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示开启手动操作。如果信号再次变为 FALSE，则表示控制器返回自动模式。
bSelSetpoint	1	[TRUE, FALSE]	从两个可能的设定值中选择一个。FALSE 表示选择正常设定值，TRUE 表示选择待机设定值。
bSelCtrlParameterSet	1	[TRUE, FALSE]	从两个参数集中选择一个。FALSE 会使用内部（已确定的）参数集，而 TRUE 则切换为外部提供的参数集。
bEnableSoftStart	1	[TRUE, FALSE]	如果为 TRUE，则使用软启动过程。
bEnableRamping	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 会将每个设定值的阶跃变化转换为斜坡。
fW1	°C	LREAL	设定值
fW2	°C	LREAL	待机设定值通常小于 fW1。fSelSetpoint 可用于在 fW1 与 fW2 之间切换。
fX	°C	LREAL	实际值 - 该值必须转换为 LREAL。
bOpenThermocouple	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示热电偶开路。必须由硬件予以指示（例如 KLxxxx）。
bReverseThermocouple	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示热电偶正负极连接错误。必须由硬件予以指示。
bBackVoltage	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示热电偶输入电压过高。必须由硬件予以指示。
bLeakage	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示检测到加热元件漏电流。必须由硬件予以指示。
bShortCircuit	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示检测到加热元件短路。必须由硬件予以指示。
bOpenCircuit	1	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示检测到加热元件开路。必须由硬件予以指示。
sControllerParameter	无	结构体	此结构体用于向功能块传递常规参数（如采样时间等）。
sParaControllerExternal	无	结构体	外部控制器参数集通过此结构体传递给功能块。
sLogData	无	结构体	该结构体可向功能块传递日志记录参数（文件名等）。

VAR_OUTPUT

```

VAR_OUTPUT
  fYAnalog          : LREAL;
  bYPWM             : BOOL;
  bYDig             : BOOL;
  bYDigPos          : BOOL;
  bYDigNeg          : BOOL;
  dwAlarm           : DWORD;
  iState            : States      := TC_STATE_IDLE;
  sParaControllerInternal : ST ParaController;
  bError            : BOOL;
  iErrorId          : ErrorCodes;
END_VAR

```

名称	单位	值范围	描述
fYAnalog	无	LREAL	模拟量控制值
bYPWM	无	[TRUE, FALSE]	布尔输出，经过脉宽调制
bYDig	无	[TRUE, FALSE]	开关控制器的布尔输出（TRUE 表示控制值为 100%，FALSE 表示控制值为关闭）
bYDigPos	无	[TRUE, FALSE]	三位式控制器的布尔输出（TRUE 表示控制值为 100%，FALSE 表示控制值关闭）
bYDigNeg	无	[TRUE, FALSE]	三位式控制器的布尔输出（TRUE 表示控制值为 -100%，FALSE 表示控制值关闭）
dwAlarm	无	DWORD	报警消息（参见 ENUM）
iState	无	INT	当前控制器状态（参见 ENUM）
sParaControllerInternal	无	结构体	在此结构中，可以使用内部控制器参数集（由整定决定）。
bError	无	[TRUE, FALSE]	如果出现错误，则 bError 为 TRUE。
iErrorId	无	INT	如果 bError 为 TRUE，则 iErrorId 会提供一个错误代码（参见 ENUM）。

VAR_IN_OUT

```

VAR_IN_OUT
  sControllerParameter      : ST_ControllerParameter;
END_VAR

```

名称	类型	描述
sController parameter	ST_ControllerParameter	功能块的参数结构

要求

开发环境	目标平台	要包括的 PLC 库
TwinCAT 3.1.4016	PC 或 CX	Tc2_TempController

5.1.4 结构体定义

报警的位掩码

名称	掩码	描述
nAlarmOpen Thermocouple	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0001	硬件：温度传感器开路
nAlarmReverse Thermocouple	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0010	硬件：温度传感器反接
nAlarmBack Voltage	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0100	硬件：温度传感器电压过高
nAlarmLeakage Current	2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_1000	硬件：测量到漏电流。
nAlarmShortCircuit	2#0000_0000_0000_0000_0000_0001_0000	硬件：短路
nAlarmOpenCircuit	2#0000_0000_0000_0000_0000_0010_0000	硬件：无电流
nAlarmLimitLow	2#0000_0000_0000_0000_0000_0001_0000_0000	软件：低于第一个相对温度下限值。
nAlarmLimitLow Low	2#0000_0000_0000_0000_0000_0010_0000_0000	软件：低于第二个相对温度下限值。
nAlarmLimitHigh	2#0000_0000_0000_0000_0000_0100_0000_0000	软件：超出第一个相对温度上限值。
nAlarmLimitHigh High	2#0000_0000_0000_0000_0000_1000_0000_0000	软件：超出第二个相对温度上限值。
nAlarmAbsolute High	2#0000_0000_0000_0000_0001_0000_0000_0000	软件：超出绝对温度上限值。
nAlarmAbsolute Low	2#0000_0000_0000_0000_0010_0000_0000_0000	软件：低于绝对温度下限值。

要求

开发环境	目标平台	要包括的 PLC 库
TwinCAT 3.1.4016	PC 或 CX	Tc2_TempController

5.1.5 FB_CTRL_TempController_DistComp

FB_CTRL_TempController_DistComp	
—eCtrlMode <i>E_CTRL_MODE</i>	<i>LREAL</i> fYAnalog
—bSelSetpoint <i>BOOL</i>	<i>BOOL</i> bYPWMPos
—fW1 <i>LREAL</i>	<i>BOOL</i> bYPWMNeg
—fW2 <i>LREAL</i>	<i>BOOL</i> bYDigPos
—fX <i>LREAL</i>	<i>BOOL</i> bYDigNeg
—fYManual <i>LREAL</i>	<i>DWORD</i> dwAlarm
—bOpenThermocouple <i>BOOL</i>	<i>LREAL</i> fMaxOverShoot
—bReverseThermocouple <i>BOOL</i>	<i>TIME</i> tStartUpTime
—bBackVoltage <i>BOOL</i>	<i>E_CTRL_STATE</i> eCtrlState
—bLeakage <i>BOOL</i>	<i>ST_CTRL_ParaController</i> sParaControllerInternal
—bShortCircuit <i>BOOL</i>	<i>BOOL</i> bError
—bOpenCircuit <i>BOOL</i>	<i>E_CTRL_ErrorCodes</i> eErrorId
—fD <i>LREAL</i>	<i>LREAL</i> fYP
—bCompensateDisturbance <i>BOOL</i>	<i>LREAL</i> fYI
—sParaControllerExternal <i>ST_CTRL_ParaController</i>	<i>LREAL</i> fYD
—sControllerParameter <i>ST_CTRL_TempCtrlParameter</i>	<i>LREAL</i> fTempVelo
—sCompensatorParameter <i>ST_CTRL_DistCompParameter</i>	

该温度控制器功能块为 **FB_CTRL_TempController** 功能块增加了扰动补偿功能。此处对结构体进行了描述。

VAR_INPUT

```

VAR_INPUT
  eCtrlMode          : E_CTRL_MODE;
  bSelSetpoint       : BOOL;
  fW1                : LREAL;
  fW2                : LREAL;
  fX                 : LREAL;
  fYManual           : LREAL;
  bOpenThermocouple  : BOOL;
  bReverseThermocouple : BOOL;
  bBackVoltage       : BOOL;
  bLeakage           : BOOL;
  bShortCircuit      : BOOL;
  bOpenCircuit       : BOOL;
  fD                 : LREAL;
  bCompensateDisturbance : BOOL;
  stParaControllerExternal : ST_CTRL_ParaController;
END_VAR

```

名称	单位	区域	描述
eControlMode	不再支持	E_CTRL_MODE	切换模式。
bSelSetpoint	不再支持	[True, False]	从两个可能的设定值中选择一个；TRUE 表示选择待机设定值。
fW1	°C	LREAL	设定值
fW2	°C	LREAL	待机设定值（通常小于 fW1，bSelSetpoint 用于在 fW1 和 fW2 之间切换）。
fX	°C	LREAL	实际值
fYManual	%	[-100%, +100%]	手动模式下的控制值
bOpenThermocouple	不再支持	[True, False]	TRUE 表示热电偶开路；必须由硬件指定。
bReverseThermocouple	不再支持	[True, False]	TRUE 表示热电偶正负极连接错误；必须由硬件指定。
bBackVoltage	不再支持	[True, False]	TRUE 表示热电偶输入电压过高；必须由硬件指定。
bLeakage	不再支持	[True, False]	TRUE 表示检测到漏电流；必须由硬件指定。
bShortCircuit	不再支持	[True; False]	TRUE 表示检测到短路；必须由硬件指定。
bOpenCircuit	不再支持	[True, False]	TRUE 表示检测到开路；必须由硬件指定。
fD	不再支持	LREAL	已测量扰动变量的实际值
bCompensateDisturbance	不再支持	[True, False]	TRUE 表示已启用扰动补偿。
sParaControllerExternal	不再支持	结构体	外部控制器参数集已传输至控制器。

VAR_OUTPUT

```

VAR_OUTPUT
  fYAnalog          : LREAL;
  bYPWMPos          : BOOL;
  bYPWMPos          : BOOL;
  bYPWMNeg          : BOOL;
  bYDigPos          : BOOL;
  bYDigNeg          : BOOL;
  dwAlarm           : DWORD;
  fMaxOverShoot     : LREAL;
  tStartUpTime      : TIME;
  eCtrlState        : E_CTRL_STATE;
  sParaControllerInternal : ST_CTRL_ParaController;

```

```
bError          : BOOL;
eErrorId        : E_CTRL_ErrorCodes;
END_VAR
```

VAR_IN_OUT

```
VAR_IN_OUT
  sControllerParameter : ST_CTRL_TempCtrlParameter;
  sCompensatorParameter : ST_CTRL_DistCompParameter;
END_VAR
```

名称	类型	描述
sController parameter	ST_CTRL_TempCtrl Parameter	功能块的参数结构
sCompensator Parameter	ST_CTRL_DistComp Parameter	功能块的参数结构

要求

开发环境	目标平台	要包括的 PLC 库
TwinCAT 3.1.4016	PC 或 CX	Tc2_TempController

5.2 全局常量

5.2.1 库版本

所有库都有一个特定的版本号。该版本也可在 PLC 库存储库中查看。
全局常量包含库版本信息：

Global_Version

```
VAR_GLOBAL CONSTANT
  stLibVersion_Tc2_TempController : ST_LibVersion;
END_VAR
```

为了对比现有版本与所需版本，系统提供了函数 **F_CmpLibVersion**（在 Tc2_System 库中定义）。

要求

开发环境	目标平台	要包括的 PLC 库
TwinCAT 3.1.4016	PC 或 CX	Tc2_TempController

5.3 数据类型

5.3.1 E_CTRL_ERRORCODES

请参见 TwinCAT Controller Toolbox 的文档。

5.3.2 E_CTRL_ReactionOnFailure

名称	描述
eCTRL_ReactionOnFailure_NoFailure	无错误
eCTRL_ReactionOnFailure_StopController	如果出现错误（报警），则停用控制器。
eCTRL_ReactionOnFailure_SetManMode	如果出现错误（报警），则将控制器切换为手动操作。
eCTRL_ReactionOnFailure_SetYMax	如果出现错误（报警），则将控制值设为最大值。
eCTRL_ReactionOnFailure_SetYMin	如果出现错误（报警），则将控制值设为最小值。
eCTRL_ReactionOnFailure_SetYMean	如果出现错误（报警），则将控制值设置为平均值（准备中）。

5.3.3 E_CTRL_ControllerStateInternal

名称	描述
E_CTRL_ControllerStateInternalHeating	内部使用
E_CTRL_ControllerStateInternalCooling	内部使用

5.3.4 E_CTRL_ControlMode

名称	描述
eCTRL_ControlMode_HEATING	仅加热
eCTRL_ControlMode_COOLING	仅冷却
eCTRL_ControlMode_HEATING_COOLING	加热和冷却

5.3.5 E_CTRL_STATE

请参见 TwinCAT Controller Toolbox 的文档。

5.3.6 E_CTRL_STATE_TUNING

名称	描述
eCTRL_STATE_TUNING_INIT	整定：初始化
eCTRL_STATE_TUNING_IDLE	整定：等待稳定的输入信号（控制变量）
eCTRL_STATE_TUNING_PULSE	整定：通过短脉冲激发（准备中）
eCTRL_STATE_TUNING_STEP	整定：通过阶跃变化激发（拐点切线法）
eCTRL_STATE_TUNING_READY	整定：确定参数，最后确认
eCTRL_STATE_TUNING_ERROR	整定：整定过程中出现错误

5.3.7 E_CTRL_TuneMode

名称	描述
eCTRL_TuneMode_HEATING	整定：仅加热
eCTRL_TuneMode_COOLING	整定：仅冷却
eCTRL_TuneMode_HEATING_COOLING	整定：先加热，后冷却
eCTRL_TuneMode_COOLING_HEATING	整定：先冷却，后加热
eCTRL_TuneMode_OSCILLATION	整定：通过振动激发进行即时参数估计（准备中）

5.3.8 E_CTRL_FilterType

名称	描述
eCTRL_FilterType_FIRSTORDER	一阶滤波器
eCTRL_FilterType_AVERAGE	平均值滤波器

5.3.9 E_CTRL_ControllerType

名称	描述
eCTRL_ControllerType_PID	标准 PID 控制算法
eCTRL_ControllerType_PI	标准 PI 控制算法
eCTRL_ControllerType_PID_Pre	带预控制器的标准 PID 控制算法（准备中）
eCTRL_ControllerType_PID2	串行 PID 控制算法（准备中）

5.3.10 ST_ControllerParameter

```
TYPE ST_CTRL_TempCtrlParameter:
STRUCT
```

```

(* general parameters *)
iMode                : E_CTRL_ControlMode;
iReactionOnFailure   : E_CTRL_ReactionOnFailure;
bSelCtrlParameterSet : BOOL;
dwAlarmSupp          : DWORD;
tCtrlCycleTime       : TIME;
tTaskCycleTime        : TIME;

(* tuning parameter *)
iTuningMode          : E_CTRL_TuneMode;
tTuneStabilisation    : TIME := T#20S;
fEndTunePercentHeating : LREAL := 80.0;
fYTuneHeating         : LREAL;
fYStableHeating        : LREAL;
fEndTunePercentCooling : LREAL := 20.0;
fYTuneCooling          : LREAL;
fYStableCooling         : LREAL;
fScalingFactor        : LREAL := 1.0;

(* setpoint parameters *)
fWMin                 : LREAL;
fWMax                 : LREAL;

(* start up *)
bEnableSoftStart      : BOOL;
bEnableRamping         : BOOL;
fWStartUp              : LREAL;
tStartUp              : TIME;
bStartUpRamping        : BOOL;
fWStartUpVeloPos       : LREAL;
fWStartUpVeloNeg       : LREAL;
fWVeloPos              : LREAL;
fWVeloNeg              : LREAL;

(* actual value parameters *)
bFilter                : BOOL;
tFilter                : TIME;

(* deadband parameters *)
bDeadband              : BOOL;
fEDeadband             : LREAL;

(* control value parameters *)
fYMin                  : LREAL;
fYMax                  : LREAL;
fYManual               : LREAL;
fYOnFailure            : LREAL;
tPWMCycleTime          : TIME;
tPWMMinOffTime         : TIME;
tPWMMinOnTime          : TIME;
tPWMWaitingTime        : TIME;
fYThresholdOff         : LREAL;
fYThresholdOn          : LREAL;
nCyclesForSwitchOver   : INT := 100;

(* controller settings *)
bEnablePreController   : BOOL;
bEnableZones           : BOOL;
bEnableCVFilter        : BOOL;
iFilterType            : E_CTRL_FilterType;
```

```
iControllerType      : E_CTRL_ControllerType;

(* min max temperatures *)
TempLow              : LREAL;
TempLowLow           : LREAL;
TempHigh             : LREAL;
TempHighHigh         : LREAL;
TempAbsoluteHigh     : LREAL;
TempAbsoluteLow      : LREAL;

(* internal tuning parameters *)
fTuneKp              : LREAL      := 1.2;
fTuneTn              : LREAL      := 2.0;
fTuneTv              : LREAL      := 0.42;
fTuneTd              : LREAL      := 0.25;
END_STRUCT
END_TYPE
```

名称	单位	值范围	描述
一般参数			
iMode	无	INT	控制器运行模式（1 = 加热，2 = 冷却，3 = 加热和冷却）（见下文）
iReactionOnFailure	无	INT	可参数化的错误响应（见下文）
bSelCtrlParameterSet	无	BOOL	TRUE = 外部参数集，FALSE = 内部参数集（由整定决定）
dwAlarmSupp	无	DWORD	遮盖报警（见下文）
tCtrlCycleTime	s	TIME	控制器的采样时间。在采样时间内，控制器会重新计算控制值。
tTaskCycleTime	s	TIME	任务周期时间。FB 调用的时间间隔。
整定参数			
iTuningMode	K	E_CTRL_TuneMode	确定整定顺序（见下文）。
tTuneStabilization	s	TIME	等待直到区段稳定后可进行整定的时间。
fEndTunePercentHeating	%	LREAL	系统由此切换为闭环控制的设定值百分比值。
fYTuneCooling	K	LREAL	整定过程中控制值的阶跃变化。
fYStableCooling	K	LREAL	冷却期间切换到整定时的控制值。
fScalingFactor	无	LREAL	如果不对冷却进行整定，参数切换的比例系数。
设定值参数			
fWMin	K	LREAL	最小设定值
fWMax	K	LREAL	最大设定值
bEnableSoftStart	无	BOOL	FALSE = 无软启动，TRUE = 软启动
bEnableRamping	无	BOOL	FALSE = 无斜坡升降调节，TRUE = 斜坡升降调节
fWStartUp	K	LREAL	启动时的设定值
tStartUp	s	TIME	使用 fWStartUp 设定值的时间
bStartUpRamping	无	[TRUE, FALSE]	在启动阶段开启斜坡升降调节。
fWStartUpVeloPos	K/s	LREAL	启动阶段的（斜坡）上升率
fWStartUpVeloNeg	K/s	LREAL	启动阶段的（斜坡）下降率
fWVeloPos	K/s	LREAL	（斜坡）上升率
fWVeloNeg	K/s	LREAL	（斜坡）下降率。
实际值参数			
tFilter	s	TIME	实际值滤波器的时间常数（一阶 P-T1 滤波）
bFilter	无	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示已启动实际值滤波器。
死区参数			
bDeadband	无	[TRUE, FALSE]	TRUE = 死区开启，FALSE = 死区关闭
fEDeadband	K	LREAL	死区大小（以度为单位）
控制值参数			
fYMin	无	LREAL	控制变量的最小值
fYMax	无	LREAL	控制变量的最大值

名称	单位	值范围	描述
fYManual	无	LREAL	手动操作时的控制值
fYOnFailure	无	LREAL	发生错误时的控制值（可参数化）
tPWMCycleTime	s	TIME	PWM 信号的循环时间
tPWMMinOffTime	s	TIME	PWM：最短关断时间
tPWMMinOnTime	s	TIME	PWM：最短接通时间
tPWMWaitingTime	s	TIME	PWM：从加热切换到冷却时的等待时间
fYThresholdOff	%	LREAL	三位：断开阈值
fYThresholdOn	%	LREAL	三位：接通阈值
nCyclesForSwitchOver	无	INT	从一个参数集过渡到另一个参数集的周期数
控制器参数			
bEnablePreController	无	[TRUE, FALSE]	开启预控制器。
bEnableZones	无	[TRUE, FALSE]	开启开环特性，直至接近设定值。
bEnableCVFilter	无	[TRUE, FALSE]	在主控制器之后开启控制值滤波器。
iFilterType	无	ENUM	为主控制器之后开启的控制值滤波器选择滤波器类型（见下文）。
iControllerType	无	ENUM	选择控制算法（见下文）。
报警参数			
TempLow	K	LREAL	第一个区间的相对温度下限值
TempLowLow	K	LREAL	第二个区间的相对温度下限值
TempHigh	K	LREAL	第一个区间的相对温度上限值
TempHighHigh	K	LREAL	第二个区间的相对温度上限值
TempAbsoluteHigh	K	LREAL	绝对温度上限值
TempAbsoluteLow	K	LREAL	绝对温度下限值
专家参数			
fTuneKp	无	LREAL	PID 控制器的微调参数（仅适用于高级用户）
fTuneTn	无	LREAL	PID 控制器的微调参数（仅适用于高级用户）
fTuneTv	无	LREAL	PID 控制器的微调参数（仅适用于高级用户）
fTuneTd	无	LREAL	PID 控制器的微调参数（仅适用于高级用户）

5.3.11 ST_CTRL_ParaController

```

TYPE ST_CTRL_ParaController :
STRUCT
  (* Controller parameter set - heating *)
  KpHeat    : FLOAT;
  TnHeat    : TIME;
  TvHeat    : TIME;
  TdHeat    : TIME;
  (* Controller parameter set - cooling *)
  KpCool    : FLOAT;
  TnCool    : TIME;
  TvCool    : TIME;
  TdCool    : TIME;
END_STRUCT
END_TYPE

```

名称	单位	值范围	描述
KpHeat	无	LREAL	主控制器的放大系数
TnHeat	s	TIME	主控制器的积分作用时间 (I 分量)
TvHeat	s	TIME	主控制器的微分作用时间 (D 分量)
TdHeat	s	TIME	主控制器的阻尼时间
KpCool	无	LREAL	主控制器的放大系数
TnCool	s	TIME	主控制器的积分作用时间 (I 分量)
TvCool	s	TIME	主控制器的微分作用时间 (D 分量)
TdCool	s	TIME	主控制器的阻尼时间

5.3.12 ST_ParaControlValue

i 功能块的此版本已过时。
请勿继续使用此功能块。

```

TYPE ST_ParaControlValue :
STRUCT

  (* general parameters *)
  iMode                : E_ControlMode;
  iReactionOnFailure   : E_ReactionOnFailure;
  fYTune               : LREAL;
  fYStable             : LREAL;
  dwAlarmSupp         : DWORD;
  tCtrlCycleTime       : TIME;
  tTaskCycleTime       : TIME;

  (* setpoint parameters *)
  fWMin                : LREAL;
  fWMax                : LREAL;

  (* start up *)
  fWStartUp            : LREAL;
  tStartUp             : TIME;
  bStartUpRamping      : BOOL;
  fWStartUpVeloPos     : LREAL;
  fWStartUpVeloNeg     : LREAL;
  fWVeloPos            : LREAL;
  fWVeloNeg            : LREAL;

  (* actual value parameters *)
  bFilter              : BOOL;
  tFilter              : TIME;

  (* control value parameters *)
  fYMin                : LREAL;
  fYMax                : LREAL;
  fYManual             : LREAL;
  fYOnFailure          : LREAL;
  tPWMCycleTime       : TIME;

  (* controller settings *)
  bEnablePreController : BOOL;
  bEnableZones         : BOOL;
  bEnableCVFilter      : BOOL;
  iFilterType          : E_FilterType;
  iControllerType      : E_ControllerType;

  (* min max temperatures *)
  TempLow              : LREAL;
  TempLowLow           : LREAL;
  TempHigh             : LREAL;
  TempHighHigh         : LREAL;
  TempAbsoluteHigh     : LREAL;
  TempAbsoluteLow      : LREAL;

  (* internal tuning parameters *)
  fTuneKp              : LREAL := 1.2;
  fTuneTn              : LREAL := 2.0;
  fTuneTv              : LREAL := 0.42;
  fTuneTd              : LREAL := 0.25;
END_STRUCT
END_TYPE

```

ST_ControllerParameter

名称	单位	值范围	描述
iMode	无	INT	控制器运行模式（1 = 加热，2 = 冷却，3 = 加热和冷却）（见下文）
iReactionOnFailure	无	INT	可参数化的错误响应（见下文）
fYTune	无	LREAL	自整定期间的控制器值（通常为 100%）
fYStable	无	LREAL	稳定阶段的控制值（通常为 0%）
dwAlarmSupp	无	DWORD	遮盖报警（见下文）
tCtrlCycleTime	s	TIME	控制器的采样时间。在采样时间内，控制器会重新计算控制值。
tTaskCycleTime	s	TIME	任务周期时间。FB 调用的时间间隔。
fWMin	K	LREAL	最小设定值
fWMax	K	LREAL	最大设定值
fWVeloPos	K/s	LREAL	（斜坡）上升率
fWVeloNeg	K/s	LREAL	（斜坡）下降率。
fWStartUp	K	LREAL	启动时的设定值
tStartUp	s	TIME	使用 fWStartUp 设定值的时间
bStartUpRamping	无	[TRUE, FALSE]	在启动阶段开启斜坡升降调节。
fWStartUpVeloPos	K/s	LREAL	启动阶段的（斜坡）上升率
fWStartUpVeloNeg	K/s	LREAL	启动阶段的（斜坡）下降率
fYMin	无	LREAL	控制变量的最小值
fYMax	无	LREAL	控制变量的最大值
fYManual	无	LREAL	手动操作时的控制值
fYOnFailure	无	LREAL	发生错误时的控制值（可参数化）
tPWMCycleTime	s	TIME	PWM 信号的循环时间
tFilter	s	TIME	实际值滤波器的时间常数（一阶 P-T1 滤波）
bFilter	无	[TRUE, FALSE]	TRUE 表示已启动实际值滤波器。
bEnablePreController	无	[TRUE, FALSE]	开启预控制器。
bEnableZones	无	[TRUE, FALSE]	开启开环特性，直至接近设定值。
bEnableCVFilter	无	[TRUE, FALSE]	在主控制器之后开启控制值滤波器。
iFilterType	无	ENUM	为主控制器之后开启的控制值滤波器选择滤波器类型（见下文）。
iControllerType	无	ENUM	选择控制算法（见下文）。
TempLow	K	LREAL	第一个区间的相对温度下限值
TempLowLow	K	LREAL	第二个区间的相对温度下限值
TempHigh	K	LREAL	第一个区间的相对温度上限值
TempHighHigh	K	LREAL	第二个区间的相对温度上限值
TempAbsoluteHigh	K	LREAL	绝对温度上限值
TempAbsoluteLow	K	LREAL	绝对温度下限值
fTuneKp	无	LREAL	PID 控制器的微调参数（仅适用于高级用户）

名称	单位	值范围	描述
fTuneTn	无	LREAL	PID 控制器的微调参数（仅适用于高级用户）
fTuneTv	无	LREAL	PID 控制器的微调参数（仅适用于高级用户）
fTuneTd	无	LREAL	PID 控制器的微调参数（仅适用于高级用户）

5.3.13 ST_ParaController

i 功能块的此版本已过时。
请勿继续使用此功能块。

```

TYPE ST_ParaController :
STRUCT
(* Main Controller parameter set *)
KpMain    : LREAL;
TnMain    : LREAL;
TvMain    : LREAL;
TdMain    : LREAL;
(* Pre Controller parameter set *)
KpPre     : LREAL;
TvPre     : LREAL;
TdPre     : LREAL;
END_STRUCT
END_TYPE

```

名称	单位	值范围	描述
KpMain	无	LREAL	主控制器的放大系数
TnMain	s	TIME	主控制器的积分作用时间（I 分量）
TvMain	s	TIME	主控制器的微分作用时间（D 分量）
TdMain	s	TIME	主控制器的阻尼时间
KpPre	无	LREAL	预控制器的放大系数
TvPre	s	TIME	预控制器的微分作用时间（D 分量）
TdPre	s	TIME	预控制器的阻尼时间

5.3.14 错误代码

i 功能块的此版本已过时。
请勿继续使用此功能块。

名称	描述
TC_ERR_NOERROR	无错误
TC_ERR_INVALIDPARAM	参数无效
TC_ERR_NO_INIT	功能块未初始化。
TC_ERR_NO_INFLECTION_POINT	在自整定过程中未发现拐点。无法确定参数。
TC_ERR_INVALID_PARAM	参数无效
TC_ERR_INVALID_CYCLETIME	循环时间（采样时间和 PWM 循环时间）组合无效
TC_ERR_WRONG_TU	由于自整定故障或中止，无法找到 Tu 参数的有效值。

5.3.15 ReactionOnFailure

i 功能块的此版本已过时。
请勿继续使用此功能块。

名称	描述
TC_OnFailureNoFailure	无错误
TC_OnFailureStopController	如果出现错误（报警），则停用控制器。
TC_OnFailureSetManMode	如果出现错误（报警），则将控制器切换为手动操作。
TC_OnFailureSetYMax	如果出现错误（报警），则将控制值设为最大值。
TC_OnFailureSetYMin	如果出现错误（报警），则将控制值设为最小值。

5.3.16 ST_ControlMode

i 功能块的此版本已过时。
请勿继续使用此功能块。

名称	描述
CTRLMODE_HEATING	仅加热
CTRLMODE_COOLING	仅冷却
CTRLMODE_HEATING_COOLING	加热和冷却

5.3.17 状态

i 功能块的此版本已过时。
请勿继续使用此功能块。

名称	描述
TC_STATE_IDLE	控制器已关闭。
TC_STATE_INIT	控制器正在初始化。
TC_STATE_OFF	控制器已关闭，之前曾开启。
TC_STATE_TUNE	控制器处于整定/自整定状态。
TC_STATE_MANUAL_OPERATION	控制器处于手动操作状态。
TC_STATE_CLOSED_LOOP	控制器处于自动运行状态。
TC_STATE_TUNE_IDLE	整定已开始，但尚未运行。等待空闲。
TC_STATE_TUNE_PULSE	用于测定死区时间的脉冲。
TC_STATE_TUNE_STEP	用于测定死区时间和最大速度的阶跃。
TC_STATE_TUNE_READY	自整定完成。
TC_STATE_ERROR	错误（逻辑错误）

5.3.18 E_FilterType

i 功能块的此版本已过时。
请勿继续使用此功能块。

名称	描述
E_FilterType_FIRSTORDER	一阶滤波器
E_FilterType_AVERAGE	平均值滤波器

5.3.19 E_ControllerType



功能块的此版本已过时。
请勿继续使用此功能块。

名称	描述
E_ControllerType_PID	标准 PID 控制算法
E_ControllerType_PIDDD2	规划的串行 PID 控制算法

5.3.20 ST_CTRL_DistCompParameter

```

TYPE ST_CTRL_DistCompParameters
STRUCT
    fKd      : LREAL := 0;
    tT1      : TIME  := T#0MS;
    tT2      : TIME  := T#0MS;
END_STRUCT
END_TYPE
    
```

名称	单位	区域	描述
fKd	不适用	LREAL	超前-滞后补偿器的比例增益
tT1	时间	TIME	超前-滞后补偿器的第一时间常数
tT2	时间	TIME	超前-滞后补偿器的第二时间常数

6 示例

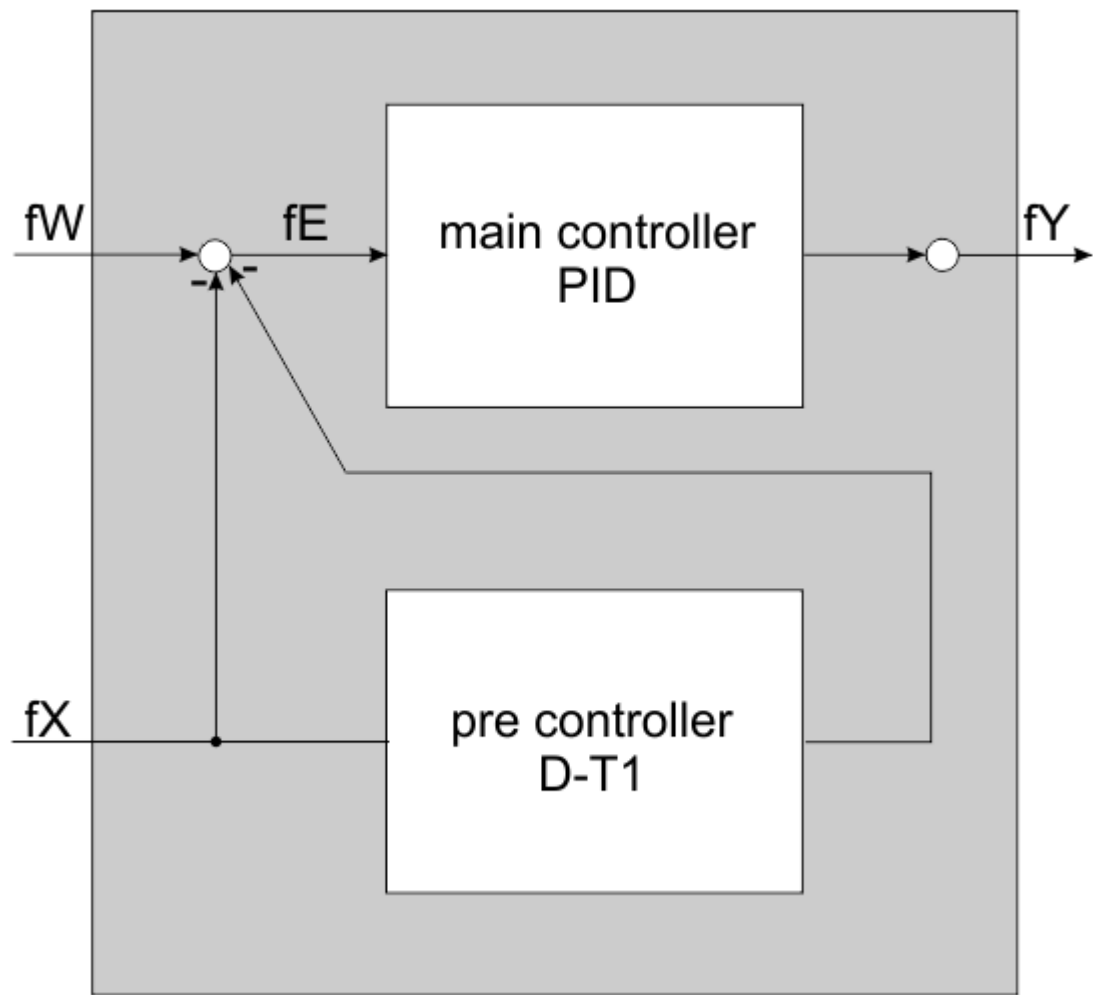
该示例程序包含了集成到 MAIN 程序中的内容。被控系统由 PT2 元件模拟。可以通过 TwinCAT Scope View 对数值进行记录。

要求

开发环境	目标平台	要包括的 PLC 库
TwinCAT 3.1.4016	PC 或 CX	Tc2_TempController

7 附录

7.1 控制算法

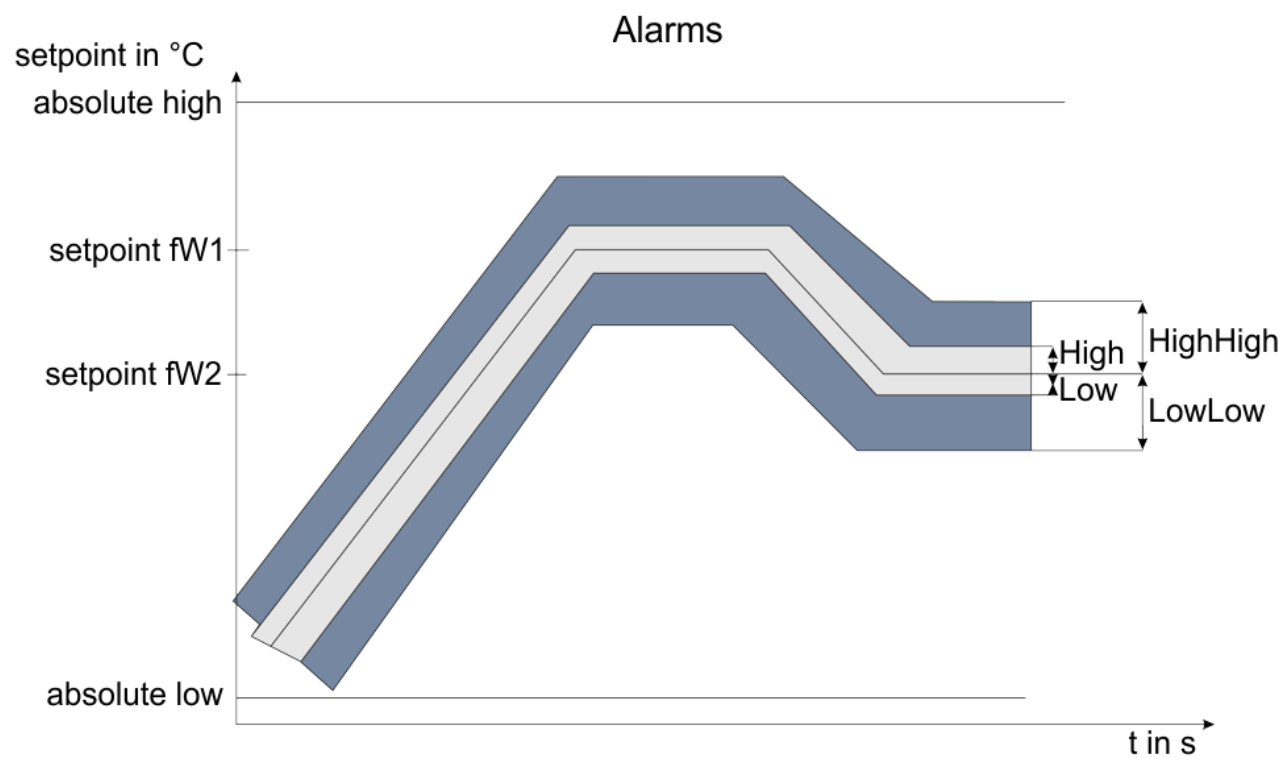


TwinCAT Temperature Controller 的核心是一个标准 PID 控制器。如果控制值受到限制，该控制器内核还支持抗积分饱和措施，以限制 I 分量。由于控制器是根据 Chien, Hrones and Reswick 的整定程序设计的，目的是将扰动降至最低，因此当设定值发生变化时，可能会出现超调。为了减少这种超调，可以插入一个预控制器来应对设定值的变化。预控制器具有 D-T1 特性，可整体抑制控制器的振荡。由于预控制器的 D 分量具有“粗化”控制值的效果，因此必须谨慎考虑预控制器的使用。当实际值在设定值的一定范围内并保持一定时间后，预控制器将关闭。预控制器可通过在相当长的一段时间内逐渐降低输出来关闭。为了最大程度减少控制值的振荡，可选择在主控制器后增设一个滤波器。P-T1 和滑动平均滤波器均可用于此目的。

要求

开发环境	目标平台	要包括的 PLC 库
TwinCAT 3.1.4016	PC 或 CX	Tc2_TempController

7.2 报警



温度控制器持续监控以下报警状态：

- 绝对温度（过高和过低）
- 相对温度（以设定值为中心分为两个区间）

以下与传感器相关的硬件条件也可与温度控制器相关联：

- 热电偶开路：连接温度传感器的接线断开。
- 反向电压：温度传感器上存在超出允许范围的电压。
- 热电偶反接：温度传感器正负极连接错误。

如果已连接电流传感器，则可以将下列信号与温度控制器相关联：

- 短路
- 开路
- 漏电流

要求

开发环境	目标平台	要包括的 PLC 库
TwinCAT 3.1.4016	PC 或 CX	Tc2_TempController

7.3 自整定

自整定算法基于经典的拐点切线法。这种方法最早是由 Ziegler 和 Nichols 发明的。其假设正在检查的是一个有死区时间的线性 P-T1 回路。最大变化率是通过实验阶跃确定的。这是通过研究多个样本的差异得出的。以变化率达到最大值时的点为切线，找到其与时间轴的交点。延迟时间 T_u 是指从测量开始到拐点切线与时间轴相交为止的时间。在已知 T_u 和 V_{max} 的情况下，根据 Chien, Hrones and Reswick 公式，可以得出抑制扰动的控制器参数，超调量为 20%。借助启发式公式，可轻松从主控制器的参数中推导出预控制器的参数。自整定完成后，这些参数将用于自动切换为闭环运行。

要求

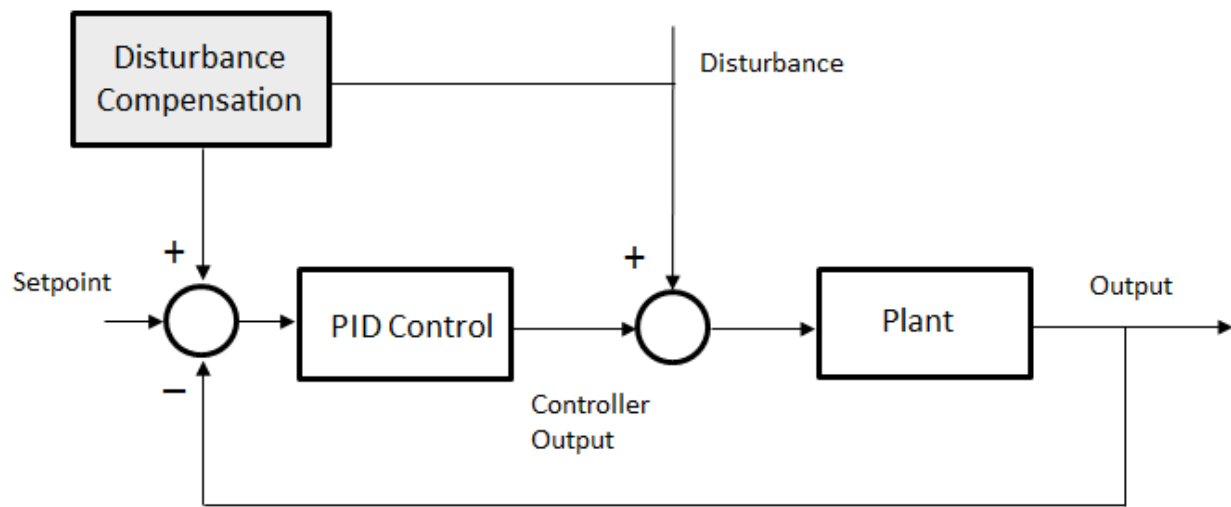
开发环境	目标平台	要包括的 PLC 库
TwinCAT 3.1.4016	PC 或 CX	Tc2_TempController

7.4 扰动补偿

扰动补偿

扰动信号对控制器的质量具有相当大的影响，也许还会影响受控过程。PID 控制器可以通过增加控制器输出来被动抵消干扰信号的影响。但是，这种补偿方式效率并不高。

功能块 `FB_CTRL_TempController_DistComp` 可提供额外的超前/滞后补偿，以主动补偿干扰信号。假设已测量有关干扰信号并将其输入功能块。下面的框图解释了扰动补偿的结构：



扰动补偿是一个超前/滞后补偿器。超前/滞后补偿器是一个多功能组件，只要谨慎选择增益和时间常数，就可以用来设置 I、D、PI、PD 和 PID 补偿。在补偿器的帮助下，可以减少稳态偏差和峰值，改善干扰情况下的动态特性。您可以在[此查看有关超前/滞后补偿器的更多信息](#)。

Trademark statements

Beckhoff®, ATRO®, EtherCAT®, EtherCAT G®, EtherCAT G10®, EtherCAT P®, MX-System®, Safety over EtherCAT®, TC/BSD®, TwinCAT®, TwinCAT/BSD®, TwinSAFE®, XFC®, XPlanar® and XTS® are registered and licensed trademarks of Beckhoff Automation GmbH.

Third-party trademark statements

Excel, IntelliSense, Microsoft, Microsoft Azure, Microsoft Edge, PowerShell, Visual Studio, Windows and Xbox are trademarks of the Microsoft group of companies.

更多信息:
www.beckhoff.com/automation

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG
Hülshorstweg 20
33415 Verl
Germany
电话号码: +49 5246 9630
info@beckhoff.com
www.beckhoff.com

