

S7-200 SMART V2.8 版本 PID 自整定快速入门指南

STEP 7-Micro/WIN SMART V2.8

https://w2.siemens.com.cn/smart/

法律信息

应用示例的使用

应用示例说明了通过文本、图形和/或软件模块形式的几个组件的交互来解决自动化任务。应用示例是西门子（中国）有限公司或其子公司（“西门子”）提供的免费服务。所有应用示例均“按现状”予以提供，且不提供保修、赔偿、支持或其他承诺。应用程序示例仅对典型任务提供帮助；它们不构成客户特定的解决方案。您有责任按照适用的法律法规正确和安全操作产品，还必须检查相应应用示例的功能并根据您的系统进行定制。您亦应当遵循警告、安全说明以及任何其他依法使用的信息（如适用），例如通用条件、文档或操作说明。

西门子授予您非排他性的、不可再许可的和不可转让的权利，由经过技术培训的人员、为您的内部业务目的使用应用示例。未经西门子书面许可，您不得将应用示例用于任何外部或商业用途，亦不得(i)转售、转移、分许可、发 布、出借或出租任何应用示例或为任何第三方的利益使用； (ii) 修改、更改、篡改、修复； (iii) 逆向工程（reverse engineer）、反汇编（disassemble）、反编译（decompile）或以其他方式试图发现任何应用示例的源代码； (iii) 将任何应用示例用于开发或增强与该产品有竞争关系的任何竞争产品； 或 (vi) 删除任何产品中包含或随附的任何专有声明或图例。您对应用示例的使用还应遵守附件的“可接受的使用政策”。

对应用程序示例的任何更改都由您负责。该应用实例无须接受收费产品的习惯测试和质量检验；它们可能具有功能和性能缺陷以及错误，其所包含的功能未必能满足您的要求。您有责任据此设计您的使用机制并以恰当的方式使用它们，从而确保可能发生的故障均不会导致环境、财产损失或人身伤害。

免责声明

西门子不基于任何法律原因而对应用示例的使用承担任何责任，包括但不限于应用示例的可用性、完整性和无缺陷性以及相关信息、配置和性能数据及其造成的任何损害。这不适用于适用法律有强制性规定的情况，或故意、重大过失造成的人身伤害。上述规定并不意味着对你不利的举证责任的任何改变。对于第三方因您使用应用示例而提出的任何索赔，您应向西门子作出赔偿，除非西门子负有法定赔偿责任。

通过使用应用示例，您承认西门子对上述责任条款之外的任何损害不承担责任。

知识产权

应用示例及其所有权利，但不限于其中的专有权利(包括但不限于应用示例中包含的源代码、目标代码、图片、照片、动画、视频、音频、音乐、文本和小程序)、随附材料和每份副本，以及其中的所有知识产权(包括任何版权、专利、商标、商业秘密和公开权)均归西门子、其许可方或关联公司所有。除非本文件明确规定，西门子未就上述知识产权向您明示或默示授予任何权利。您同意，对于任何因您使用应用示例而引发的知识产权侵权索赔或诉讼或与之相关的任何其他损害，应由您(而非西门子)全权负责。

其他信息

西门子保留随时更改应用示例的权利，无需另行通知。如果应用实例中的建议与其他西门子文档(如目录)之间存在差异，则应优先考虑其他文件的内容。

如您发现应用示例的任何问题或缺陷，请及时与西门子取得联系。西门子会在技术可行和商业合理的范围内，自行决定调查和修复任何问题或缺陷，为您提供支持。

安全信息

西门子提供具有工业安全功能的产品和解决方案，支持工厂、系统、机器和网络的安全运行。

为了保护工厂、系统、机器和网络免受网络威胁，有必要实施——并持续维护——一个整体的、最先进的工业安全概念。西门子的产品和解决方案构成了这一概念的一个元素。

客户有责任防止对其工厂、系统、机器和网络的未经授权的访问。

这些系统、机器和组件只应在必要的情况下连接到企业网络或 Internet，并且只有在适当的安全措施(例如防火墙和/或网络分割)到位的情况下才应连接到这种连接。有关可能实施的工业保安措施的其他资料，请浏览 https://www.siemens.com/industrialsecurity.

西门子的产品和解决方案经过不断的发展，使其更加安全。西门子强烈建议，一旦产品更新可用，就立即应用产品更新，并使用最新的产品版本。使用不再受支持的产品版本以及未能应用最新更新可能会增加客户遭受网络威胁的风险。

了解产品更新，请订阅西门子工业安全 RSS https://www.siemens.com/industrialsecurity.

西门子已建立接收西门子产品和解决方案安全漏洞信息的平台。您可以通过向 productcert@siemens.com 或 src.cyscn.cn@siemens.com 发送邮件的方式报送您发现或遇到的西门子产品和解决方案的安全漏洞。西门子将在 https://www.siemens.com/industrialsecurity 上不时公布西门子产品和解决方案的安全漏洞和修补措施（如有）。用户应定期访问上述网站并及时采取相关修补措施。西门子强烈建议用户在上述网站登记并订阅 Security Advisory，从而以获取关于最新的安全漏洞和修补措施的及时推送。

© Siemens AG 2024 All rights reserved

可接受使用政策

本可接受使用政策（简称**"AUP"**）规定了您和您的代表在使用我们的**产品和服务**时必须遵守的条款。

1. **凭证**

您应：

- 不得使用虚假身份获取产品和服务的访问权限；
- 妥善保管和保护访问凭证和安全令牌，不得用于未经授权的访问、披露或使用；
- 不得通过任何其他方式（即在用户账户或其他我方允许方式以外）获取产品和服务的访问权限；
- 不得规避或披露贵方用户账户的验证和安全机制、底层技术或与之相关的任何主机、网络或账户信息等；
- 确保任何访问凭证仅由被授权人员使用且不得与其他人共享。我们有权根据合理性和必要性判断，自行决定更改相关访问凭证。

2. 无非法、有害或攻击性使用或内容

您不得自己或鼓励、鼓动、协助或指示他人将产品和服务用于任何非法、有害或攻击性用途，或传输、存储、展示、分发或以任何其他方式提供非法、有害、欺诈、侵权或攻击性的内容。您对产品和服务的使用和存储在产品和服务中的内容均不得：

- 违反任何国家、地区的法律、法规；
- 侵犯他人权利；
- 以任何方式（包括提供或传播假冒商品、服务、方案或促销活动、快速赚钱计划骗局、庞氏骗局或传销、网络钓鱼、网域嫁接骗局或其他欺骗手段）危害他人或我们的声誉；
- 在贵方自己的内容中针对任何非法或您无相应授权的外部网站或数据源（包括嵌入式小工具）进行输入、存储或发送超链接，或提供访问权限或任何其他访问方式；
- 具有诽谤、淫秽、侮辱或侵犯隐私权的行为或性质。

3. 无违反使用限制

您不得：

- 针对产品和服务进行转售、转让、再许可、出借、出租或发布、或将产品和服务用于运营业务流程外包或其他外包或分时服务（经我们明确允许的情形除外）；
- 针对产品和服务或其底层技术进行逆向工程、反汇编、反编译或以其他方式修改、合并、篡改、修复、或试图发现其源代码（与您所在地区适用法律存在冲突时除外）；
- 攻击、干扰、扰乱或不利影响任何服务、硬件、软件、系统、网站或网络，包括但不限于使用大量自动化手段(包括机器人、爬虫、脚本或类似的数据收集或提取方法)访问或攻击任何服务、硬件、软件、系统、网站或网络；
- 传输任何数据、发送或上传任何包含病毒、蠕虫、特洛伊木马、网络定时炸弹、键盘记录器、间谍软件、广告软件或任何其他有害程序或类似的旨在对任何计算机硬件或软件的操作或安全产生不利影响的计算机代码；
- 从任何被适用的制裁和/或（再）出口管制法律和法规（包括中国、欧盟、美国和/或任何其他适用国家的此类法律和法规）禁止或制裁或有许可要求的地点访问产品和服务，并且您应仅上传非受控的内容（例如，在欧盟的分类为"N"，而在美国 ECCN 为"N" 或"EAR99"），适用的（再）出口管制法律和法规或相应政府许可或批准另行允许的情形除外。

4. 无滥用

您不得：

- 出于避开或绕过任何使用限制（例如访问和存储限制）、监控或避免产生费用等目的使用产品和服务；
- 出于性能测试、构建竞争产品或服务或复制其功能或用户界面等目的访问或使用产品和服务；
- 干扰我们系统的任何正常功能或安全；
- 分发、发布、发送或协助发送任何未经许可的群发邮件或其他消息、促销活动、广告或招徕信息（包括商业广告和信息通知）。未经发送人明确许可，您不得修改或隐藏邮件标题或假冒发送人身份发送邮件。

5. 无安全违规

您不得以可能对产品和服务或其底层技术造成或促成安全威胁的方式使用产品和服务。特别是，您应：

- 采取合理措施，预防和抵御针对您用于连接和/或访问产品和服务的自有系统、本地硬件、软件或服务相关的任何安全攻击、病毒和恶意代码；
- 未经我方事先书面明确同意，不得针对产品和服务或其底层技术进行任何渗透测试；
- 不得使用不符合行业标准安全政策（例如密码保护、病毒防护、更新和补丁级别）的设备访问或使用产品和服务。

© Siemens AG 2024 All rights reserved

6. 我方监控和报告

您确认我们及我们的分包商有权通过产品和服务监控您的 AUP 遵守情况。我们保留对任何违反本 AUP 的行为进行调查的权利。如果您了解任何违反本 AUP 的行为，应立即通知我们，并应我们请求提供相应协助，用以阻止或缓解相应违反行为或进行相关补救。我们有权删除、禁止访问或修改任何违反本 AUP 或其他贵方与我方之间有关产品和服务使用的协议的内容或资源。我们有权向相关执法机关、监管机构或其他相关第三方举报任何我们怀疑的违法或违规行为。如有第三方声称您对产品和服务的使用或您的内容侵犯了其权利或违反任何法律或法规，我们有权与其共享相关客户信息。

7. 版权

西门子将按照其版权政策，对有关内容的版权侵权通知作出回应。您可通过相关西门子关联公司网站或访问产品和服务的网站获取该政策的网络链接。

© Siemens AG 2024 All rights reserved

目录

1 概述 6

1.1 PID 自整定功能介绍 6

1.2 硬件及软件需求 6

2 PID 整定控制面板 7

2.1 PID 整定控制面板界面 7

2.2 PID 整定控制面板介绍 8

3 PID 自整定步骤 12

3.1 手动调节步骤 12

3.2 预调节步骤 13

3.3 精确调节步骤 15

4 注意事项和使用技巧 22

5 参考资料 23

6 更新日志 24

© Siemens AG 2024 All rights reserved

1 概述

1.1 PID 自整定功能介绍

通过 STEP 7-Micro/WIN SMART 中的 PID 整定控制面板，可以非常方便的对 S7-200 SMART PLC 中 PID 进行自整定。

CPU 在线后处于 RUN 状态时，可通过 PID 整定控制面板在用户程序中触发自整定。PID 自整定功能会计算建议的增益值、积分时间和微分时间整定值。可以根据被控对象和希望达到的控制效果选择合适的回路类型，包括快速响应、中速响应、慢速响应或极慢速响应等整定类型。

通过 PID 整定控制面板，可以启动自整定、中止自整定以及在图表中监视结果。

控制面板会显示所有可能出现的错误情况或警告。可以应用通过自整定计算出的增益、积分时间和微分时间的值。

本文档以正向加热/负向制冷双向温度 PID 调节自整定为例，其他物理量的 PID 自整定方法也可以参考。



图 1-1-1 启动 PID 整定控制面板方法一



图 1-1-2 启动 PID 整定控制面板方法二

1.2 硬件及软件需求

S7-200 SMART 自 V2.8 版本开始支持双向和温度 PID 功能，因此本文档提到的 PID 整定功能基于以下硬件及软件：

硬件

- SIMATIC S7-200 SMART V2.8

软件

- STEP 7-Micro/WIN SMART V2.8

© Siemens AG 2024 All rights reserved

2 PID 整定控制面板

2.1 PID 整定控制面板界面

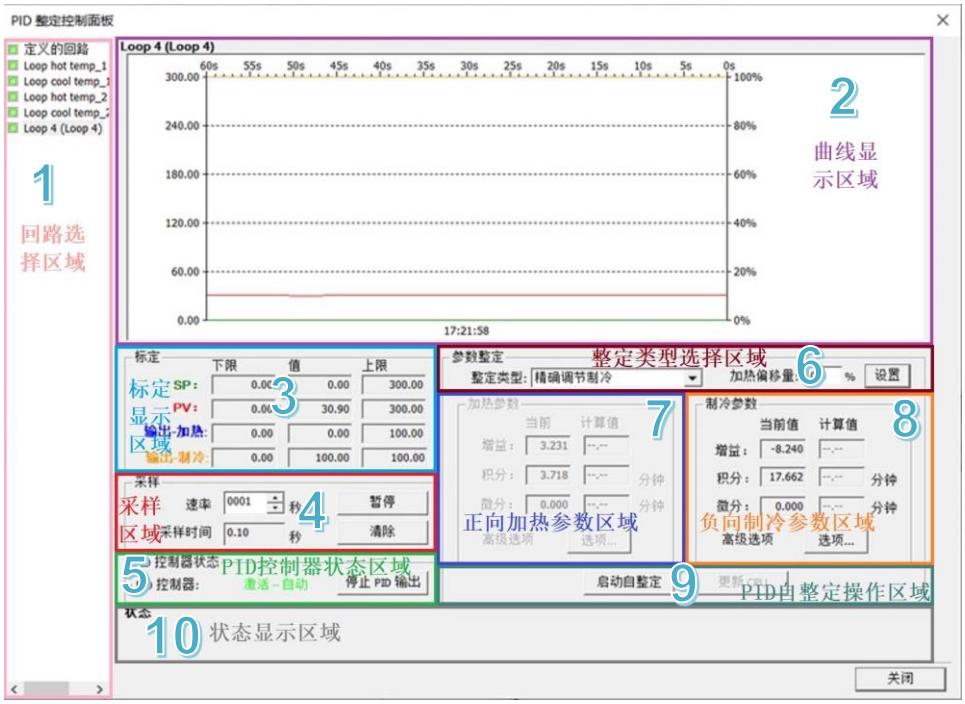


图 2-1-1 PID 整定控制面板

PID 整定控制面板分为 10 个区域，分别为：

（1） 回路选择区域

（2） 曲线显示区域

（3） 标定显示区域

（4） 采样区域

（5） PID 控制器状态区域

（6） 整定类型选择区域

（7） 正向加热参数区域

（8） 负向制冷参数区域

（9） PID 自整定操作区域

（10） 状态显示区域

© Siemens AG 2024 All rights reserved

2.2 PID 整定控制面板介绍

(1) 回路选择区域

显示当前已组态的 PID 回路，单击选择 PID 整定控制面板显示和设置哪一路 PID 进行自整定。可以多路同时 PID 自整定，最多同时 16 路 PID 自整定。



图 2-2-1 回路选择区域

(2) 曲线显示区域

显示标定区域的 4 个变量随时间的变化曲线，分别为：

- 绿色-SP(Set Point 设定值)
- 红色-PV(Present Value 过程值)
- 蓝色-输出加热(Output Heat 正向加热输出值)
- 橙色-输出制冷(Output Cool 负向制冷输出值)

横坐标是时间轴，新值从右侧进入，上方为时间刻度，下方为当前系统时间。

左侧纵坐标为 SP 和 PV 的标定刻度值，刻度值范围在 PID 向导中或者 PID 回路表里设置。本文档中案例的标定刻度值单位是摄氏度。

右侧纵坐标为加热输出和制冷输出的标定刻度值，范围是 0%到 100%

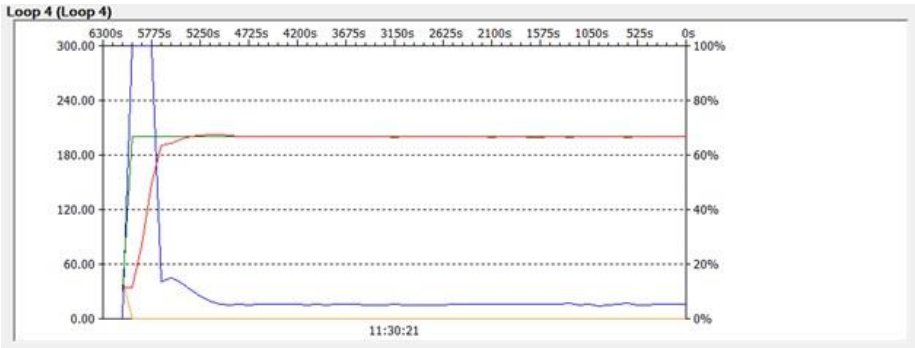


图 2-2-2 曲线显示区域

(3) 标定显示区域

显示 SP(设定值),PV(过程值),加热输出,制冷输出 4 个变量的当前值和上下限值。

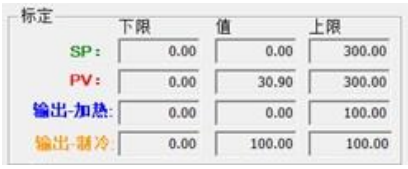


图 2-2-3 标定显示区域

© Siemens AG 2024 All rights reserved

(4) 采样区域

速率输入框可以设置曲线显示的采样速率，以秒为单位，范围 1 到 240，数值越大曲线显示的时间间隔就越大。如果想看较长时间段的曲线变化，可以适当增加这个数值。

采样时间显示的是 PID 回路定义表或者 PID 向导里设置的当前值的采样周期，以秒为单位。

暂停按钮可以暂停曲线，保持曲线静止以便观察。

清除按钮可以清除当前显示的曲线。



图 2-2-4 采样区域

(5) PID 控制器状态区域

可以显示 PID 控制器是否激活，以及手动还是自动。

停止 PID 输出按钮可以强制 PID 输出值为 0.



图 2-2-5 PID 控制器状态区域

(6) 整定类型选择区域

通过下拉列表选择需要的整定类型，整定类型共有 7 种，分别为：

- 预调节加热，预调节加热与制冷，预调节制冷
- 精确调节加热，精确调节制冷
- 手动调节加热，手动调节制冷

只有双向 PID 才能设置偏移量，偏移量仅在精确调节的过程中起作用。选择精确调节加热类型时，可以设置制冷偏移量；选择精确调节制冷类型时，可以设置加热偏移量。偏移量是在精确调节类型的反方向设定的一个持续输出，用来在精确调节自整定时形成振荡以计算出 PID 三个参数的建议值。偏移量的值是最大输出的百分比，需要根据现场实际情况进行设置。

选择哪种整定类型，取决于现场的情况以及想要达到的效果，如果现场已经有了一组比较不错的 PID 参数，只是想看一下效果并做微调的话，建议选择手动调节；如果现场没有任何 PID 参数，则建议先预调节出来一组参数之后，再精确调节自整定出更好的参数。可以根据现场的实际情况，多次精确调节自整定以优化参数。整定的方法步骤及条件见下一章节相关内容。



图 2-2-6 整定类型选择区域和整定类型选项

(7) 正向加热参数区域

包括正向加热增益(P),积分(I),微分(D)三个参数的当前值和整定后的计算值显示。若整定类型是手动调节加热，则计算值一栏为手动设定的 PID 值。

© Siemens AG 2024 All rights reserved



图 2-2-7-1 正向加热参数区域

整定类型为预调节加热、预调节加热与制冷、精确调节加热，这三种类型时，高级选项的选项按钮才会启用，否则就是灰色的不可启用状态。

高级选项的选项按钮点开后，如果整定类型为预调节加热或者预调节加热与制冷，那么其他选项为灰色不可设置状态，只可以设置动态响应为以下五种其中的一种：ZN-快，ZN-中，ZN-慢，ZN-非常慢，CHR 无超调(尽量减少超调)。



图 2-2-7-2 正向加热参数区域预调节高级选项

若整定类型为精确调节，则动态响应只能设置为以下其中一种:ZN-快，ZN-中，ZN-慢，ZN-非常慢。

选择动态响应的时候不需要考虑系统是快速系统还是慢速系统，只需要考虑想要达到的控制效果，所以快速系统也有可能要选择 ZN-慢，具体细节可参考下一章节相关内容。

如果整定类型为精确调节，那么高级选项中除了动态响应需要设置外，还需要根据现场实际情况设置看门狗时间，初始输出步，以及是否快速系统，具体细节可参考下一章节相关内容。



图 2-2-7-3 正向加热参数区域精确调节高级选项

当整定类型为手动调节时，计算值一栏的 PID 三个参数会变为可以手动输入的模式。



图 2-2-7-4 正向加热参数区域手动调节加热参数

© Siemens AG 2024 All rights reserved

(8) 负向制冷参数区域

包括负向制冷增益(P),积分(I),微分(D)三个参数的当前值和整定后的计算值显示。若整定类型是手动调节制冷，则计算值一栏为手动设定的 PID 值。



图 2-2-8-1 负向制冷参数区域

整定类型为预调节制冷，预调节加热与制冷，精确调节制冷，这三种类型时，高级选项的选项按钮才会启用，否则就是灰色的不可启用状态。

负向制冷高级选项设置与正向加热高级选项设置类似，可参考之前正向加热高级选项设置的内容。

当整定类型为手动调节时，计算值一栏的 PID 三个参数会变为可以手动输入的模式。

注意，制冷参数的增益(P)为负值。



图 2-2-8-2 负向制冷参数区域手动调节制冷参数

(9) PID 自整定操作区域

本区域有两个 PID 自整定的按钮：

启动自整定（停止自整定）可以控制自整定的启动和停止。

更新 CPU 可以把自整定的计算值或手动调节的 PID 值，写入 PID 功能的数据区，并直接使用新 PID 值进行控制。



图 2-2-9-1 PID 自整定操作区域



图 2-2-9-2 PID 自整定结果保存

(10) 状态显示区域

显示当前 PID 自整定的状态，包括 AT 状态和 AT 结果。详情参考《S7-200 SMART V2.8 版本 PID 功能自整定指南》或《SIMATIC S7-200 SMART 系统手册 V2.8》765,766,769,770 页的相关内容。



图 2-2-10 状态显示区域-正常完成

© Siemens AG 2024 All rights reserved

3 PID 自整定步骤

3.1 手动调节步骤

适用场景

手动调节适用场景为：

1. 现场已经有了一组比较不错的 PID 参数，只是想看一下效果并做一些微调的场合。
2. 调试工程师对现场工艺很熟悉，因为工艺调整或者设备升级改造，原有的 PID 参数还能用，但是控制效果变差，需要对原有的 PID 参数进行适当调整的场合。
3. 调试工程师对现场工艺很熟悉，因为工艺调整或者设备升级改造，原有的 PID 参数已无法使用，需要调试工程师根据现场情况，重新手动调节新 PID 参数的场合。
4. 调试工程师对现场工艺不熟悉，现场也没有现成的 PID 参数，并且无法满足预调节的条件，需要精确调节自整定出合适的参数，但是直接两步法精确调节自整定一直不能成功完成，没有时间多次尝试两步法精确调节，需要手动调节 PID 使系统尽量接近稳态，并在反馈值(PV)与设定值(SP)接近时启动精确调节以提高精确调节自整定成功率的场合。

© Siemens AG 2024 All rights reserved

原理概述

PID 控制方法将偏差的比例增益（proportional）、积分（integral）、微分（derivative）通过线性组合构成控制量，对被控对象进行控制。

常规 PID 控制系统中 u(t)与 e(t) 之间的函数关系如下:

$u(t) = Kp\ e(t) + Ki\int_0^t e(t)dt + Kd\ \frac{de(t)}{dt}$

分别调节 Kp、Ki、Kd 参数对 PID 控制系统性能的影响如表所示:

调节方法	上升时间	超调量	稳定时间	稳态误差	系统稳定性	噪声敏感性
增大 Kp	减少	增加	小幅增加	减少	变差	增加
增大 Ki	小幅减少	增加	增加	大幅减少	变差	增加
增大 Kd	小幅减少	减少	减少	变化不大	变好	大幅增加

表 3-1-2-1 PID 参数对 PID 控制系统性能的影响

详细步骤

建议 PID 参数手动调节步骤：

（1）前提条件：反馈信号是否稳定，执行机构是否正常以及控制器的正反作用。

（2）积分时间设置为无穷大 INF（或 9999.9），此时积分作用近似为 0；将微分时间设置为 0.0，此时微分作用为 0 。然后开始调节比例增益(P)，根据系统特性，从 0.1 开始或者从 1 开始，逐步增大比例增益(绝对值)，如果是正方向或者加热调节的话，比例增益为正值，如果是负方向或者制冷调节的话，比例增益为负值。

（3）当过程变量达到给定值且在给定值上下波动，将调好的比例增益调整到之前设置值的 50%~80%后，由大到小减小积分时间(I)，直到过程值与设定值相等或无限接近。

PID 调节有很多种方法，以上仅是建议步骤，也并未考虑微分(D)作用，如果客户对超调量和稳定时间有较高要求，在调好比例和积分参数后，还需要调整微分(D)参数，一般是从小到大调节，客户依据实际情况灵活调节，同时可以参考反馈值(PV)与设定值(SP)的曲线图。

注意事项

(1) 用户经常会遇到这样的问题：尝试了很多组 PID 参数，都无法满足控制器的要求。 此时需要考虑 PID 的采样时间是否适合当前系统。

(2) 采样时间就是对反馈进行采样的间隔。短于采样时间间隔的信号变化是不能测量到的。采样间隔过短，两次实测值的变化量太小，也不合适，而且增加 PLC 的运算负担；采样间隔过长，将会引起有用信号的丢失，使系统品质变差，不能满足扰动变化比较快、或者速度响应要求高的场合。

(3) 除此以外，也有可能是系统自身的问题，无法调节到稳定，例如，不规律的干扰，或者反馈信号不稳定。在开始 PID 自整定前，整个 PID 控制回路必须工作在相对稳定的状态。稳定的 PID 是指过程变量接近设定值，输出不会不规则的变化，且回路的输出值在控制范围中心附近变化。

3.2 预调节步骤

© Siemens AG 2024 All rights reserved

适用场景

预调节适用场景为：

1. 现场没有现成的 PID 参数，系统满足预调节的条件，希望先预调节出来一组参数之后，再精确调节自整定出更好参数的场合。
2. 系统满足预调节的条件，对控制精度要求不高，不想花太多时间精确调节或者手动调节，希望快速调节出一套可用 PID 参数的场合。

原理概述

预调节可确定对输出值跳变的过程响应，根据受控系统的最大斜率和死区时间计算 PID 参数。

STEP 7-Micro/WIN SMART 具有不同的预调节类型，具体取决于组态：

预调节正向/加热；预调节负向/制冷；预调节正向/加热和负向/制冷

如果要调节正向/加热和负向/制冷的 PID 参数，则可通过“预调节正向/加热”然后“预调节反向/制冷”（而非“预调节正向/加热和负向/制冷”）获得更好的控制响应。分两步进行预调节需要更多的时间。

单向预调节的要求:

正向/加热

- | 设定值 - 过程值 | > 0.3 × |过程值上限 - 过程值下限 |
- | 设定值 - 过程值 | > 0.5 × 设定值
- 设定值 > 过程值

负向/制冷

- | 设定值 - 过程值 | > 0.3 × |过程值上限 - 过程值下限 |
- | 设定值 - 过程值 | > 0.5 × 设定值
- 设定值 < 过程值

双向预调节的要求:

正向/加热

- | 设定值 - 过程值 | > 0.3 × |过程值上限 - 过程值下限 |
- | 设定值 - 过程值 | > 0.5 × 设定值
- 设定值 > 过程值

负向/制冷

- 成功执行正向/加热预调节
- | 设定值 - 过程值 | < 0.05 × |过程值上限 - 过程值下限 |

正向/加热和负向/制冷

- | 设定值 - 过程值 | > 0.3 × |过程值上限 - 过程值下限 |
- | 设定值 - 过程值 | > 0.5 × 设定值
- 设定值 > 过程值

详细步骤

建议 PID 参数预调节步骤：

（1）前提条件：

反馈信号是否稳定，执行机构是否正常以及控制器的正反作用。

PID 控制功能是通过 PID 向导生成的。

设定值和过程值符合预调节的要求。

（2）在线打开 PID 整定控制面板，并把整定类型选择为“预调节加热”。

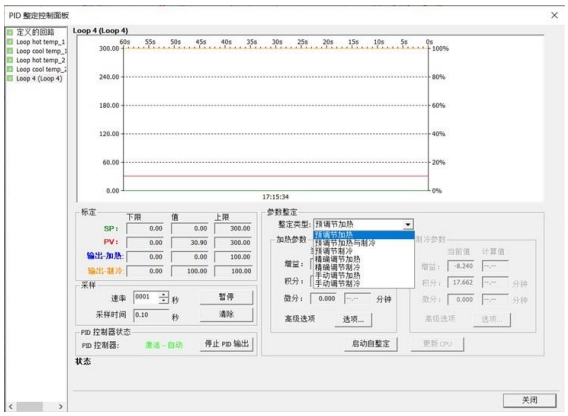


图 3-2-3-1 预调节加热

（3）单击加热参数区域的“选项”按钮，在高级选项的动态响应里，根据期望达到的控制效果选择相应的动态响应选项。

动态响应选择建议：

如果对达到稳态的时间没有要求，但是需要尽量减少超调，那么建议选择“**CHR-无超调（尽量减少超调）**”或者“**ZN-非常慢**”。

如果可以接受比较大的超调，而且希望可以尽快达到稳态，那么动态响应可以选择“**ZN-快**”。

如果不能接受大的超调但是可以接受比较小的超调，对达到稳态的时间也没有很高要求，那么动态响应可以选择“**ZN-中**”或者“**ZN-慢**”。

© Siemens AG 2024 All rights reserved



图 3-2-3-2 预调节加热动态响应选择

（4）单击“启动自整定”按钮，开启预调节加热自整定。

（5）预调节加热自整定完成后，点击“更新 CPU”按钮，把得到的 PID 计算值写入 PLC 相关存储区。

（6）如果是单向 PID，到此预调节加热就结束了，可以继续用 PID 整定控制面板观察预调节出来的 PID 参数值的控制效果，如果是双向 PID，那么进行下一步。

（7）把整定类型选择为“预调节制冷”。该过程和预调节加热步骤一致，此处不再介绍。

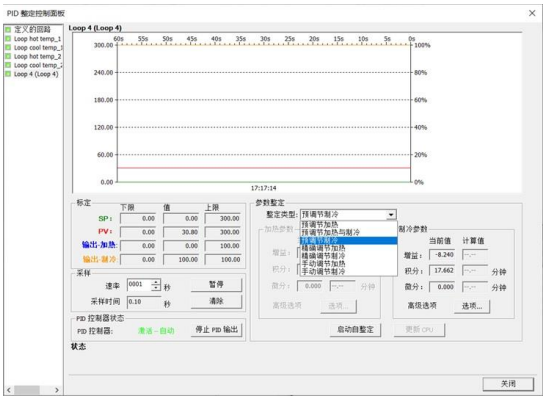


图 3-2-3-3 预调节制冷

注意事项

(1) 设定值和过程值需满足预调节要求，否则会预调节失败。

(2) 双向 PID 控制要先调节正向/加热，再调节负向/制冷，不能颠倒。

3.3 精确调节步骤

适用场景

精确调节适用场景为：

1. 对控制精度要求较高，并且可以接受自整定耗时较长的场合。
2. 对现有 PID 参数不满意，希望通过多次精确调节自整定以优化参数的场合。
3. 由于工艺要求，需要分段进行 PID 控制的场合。
4. 多个物理量同时进行 PID 控制的场合，比如需要同时控制温度和湿度的恒温恒湿试验箱。

原理概述

精确调节会生成恒定的、有限过程值振荡。PID 参数根据该振荡的振幅和频率对工作点进行调节。

© Siemens AG 2024 All rights reserved

详细步骤

建议 PID 参数精确调节步骤：

（1）前提条件：

反馈信号是否稳定，执行机构是否正常以及控制器的正反作用。

PID 控制功能是通过 PID 向导生成的。

最好是系统处在稳态(输出的 OUT 值没有剧烈跳变，只是在某个值附近小幅增减)，并且过程值接近设定值时启动精确调节。这样整定的成功率会提高，并且可以节省一些时间。如果系统无法达到稳态或者过程值没有办法达到设定值的话，启动精确调节也可以整定出结果，但是整定的成功率会下降，并且会耗费更多的时间。

（2）在线打开 PID 整定控制面板，并把整定类型选择为“精确调节加热”。

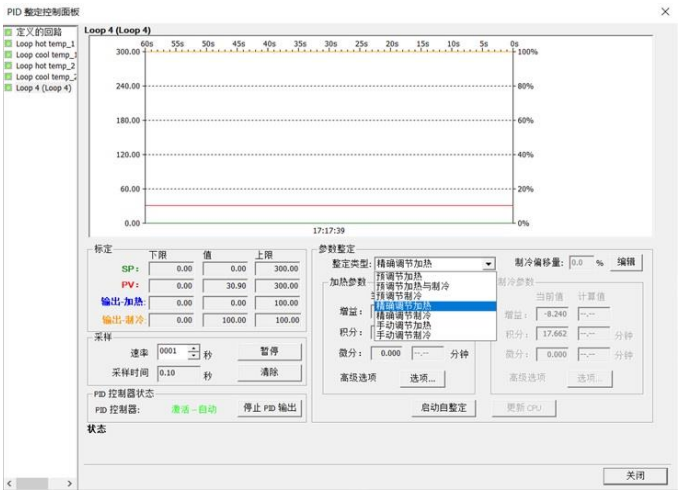


图 3-3-3-1 精确调节加热

（3）单击加热参数区域的“选项”按钮，在高级选项中选择相应的动态响应选项。

动态响应选择建议：

如果对达到稳态的时间没有要求，但是需要尽量减少超调，那么建议选择“**ZN-非常慢**”。
如果可以接受比较大的超调而且希望可以尽快达到稳态，那么动态响应可以选择“**ZN-快**”。
如果不能接受大的超调但是可以接受比较小的超调，对达到稳态的时间也没有很高的要求，那么动态响应可以选择“**ZN-中**”或者“**ZN-慢**”。



图 3-3-3-2 精确调节加热动态响应选择

© Siemens AG 2024 All rights reserved

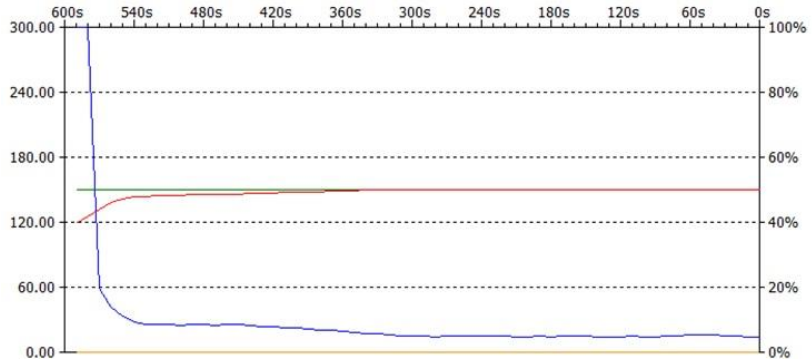


图 3-3-3-3 动态响应选择“ZN-非常慢”整定出的 PID 参数的控制效果

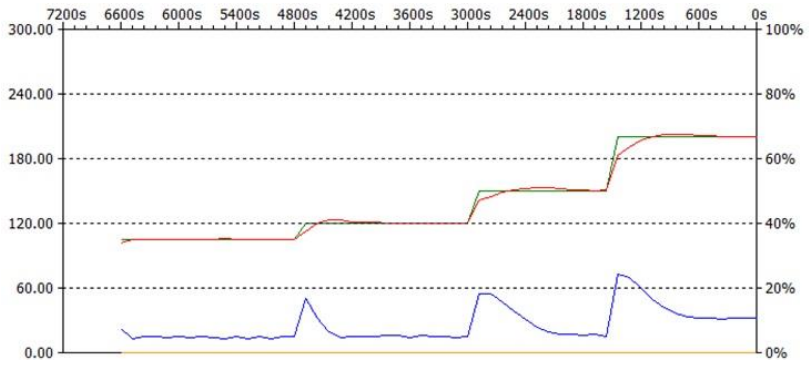


图 3-3-3-4 动态响应选择“ZN-慢”整定出的 PID 参数的控制效果

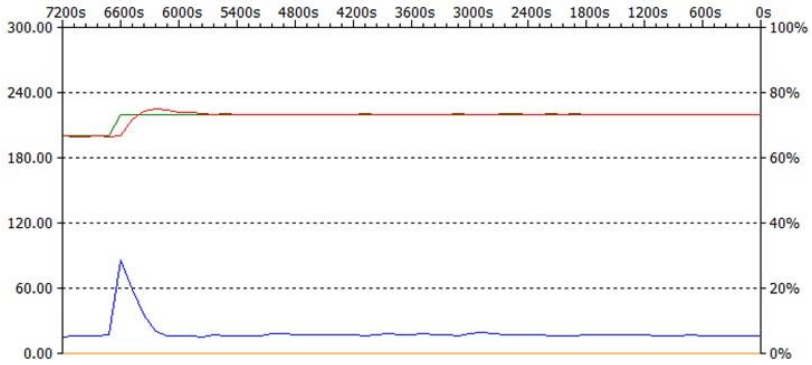


图 3-3-3-5 动态响应选择 “ZN-中”整定出的 PID 参数的控制效果

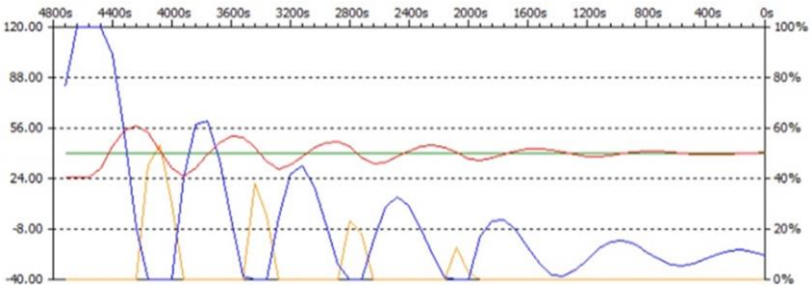


图 3-3-3-6 动态响应选择“ZN-快”整定出的 PID 参数的控制效果

© Siemens AG 2024 All rights reserved

（4）在高级选项的看门狗时间设置中，设置适当的看门狗时间，单位为秒。

看门狗时间为 PID 控制器输出两次过零之间允许的最大秒数值，范围 60 到 7200，默认 7200 秒。如果自整定时 PID 控制器输出两次过零之间（一个计算周期）时长超过设定的看门狗时间间隔半个周期的话，CPU 会判定自整定失败，并在 PID 整定控制面板的状态栏显示 “已中止，过零时看门狗超时” 。

对于快速系统，为了提高整定效率，可以适当降低看门狗时间。对于滞后比较大的系统，为了可以顺利完成自整定，建议直接设置为最高的 7200 秒。

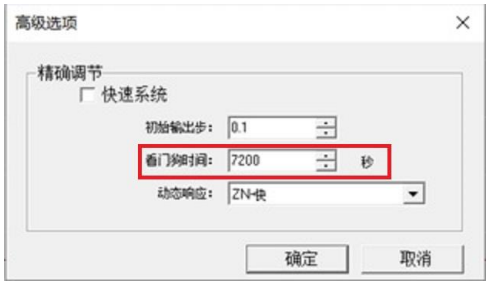


图 3-3-3-7 精确调节加热看门狗时间

（5）在高级选项弹出窗口里的初始输出步输入栏里，输入适当的初始输出步，用于使 PV 产生振荡（范围：0.0 到 0.4，不包括 0.0）。

初始输出步表示 PID 整定的初始输出值，初始步值用实际输出的最大功率的百分比表示。PID 精确调节启动后，控制器会主动更改 PID 输出值，观察整个系统的响应。

如果未组态调节偏移，正向加热整定开始时的 PID 输出值加上”初始输出步”值将用作输出，来为过程值生成正向振荡。负向制冷整定开始时的 PID 输出值减去”初始输出步”值将用作输出，来为过程值生成负向振荡。

为了生成一个恒定的、有限的过程值振荡，建议设置合适的”初始输出步”参数。在大多数情况下用默认的 0.1 就可以了。

如果初始输出步 0.1 整定不出来的话，可以直接设置为上限值 0.4(注意不要超出系统限制，如果系统有限制的话要根据系统限制来设置)，并结合偏移量的设置，先整定出来一套 PID 参数，之后再慢慢降低初始输出步的值，多次整定以优化 PID 参数。

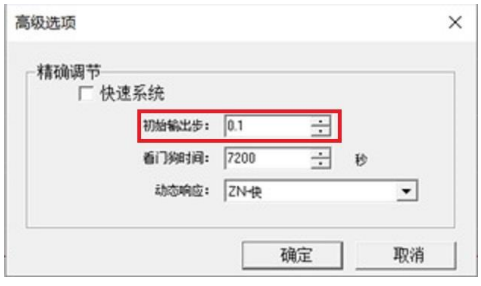


图 3-3-3-8 精确调节加热初始输出步

（6）根据实际现场的系统特性，如果系统是快速系统的话，在高级选项弹出窗口里的快速系统勾选框里，把快速系统勾选上。一般来说，如果系统没有明显滞后，并且 PV 值一分钟内的变化幅度超过 PV 值允许的整个范围的 20%，就可以认为系统是快速系统（20%是经验值，并不绝对，

© Siemens AG 2024 All rights reserved

可以根据现场情况灵活判断）。如果是明显的快速系统的话，建议勾选上，可以提高整定成功率，整定出来的 PID 参数效果也会更好。

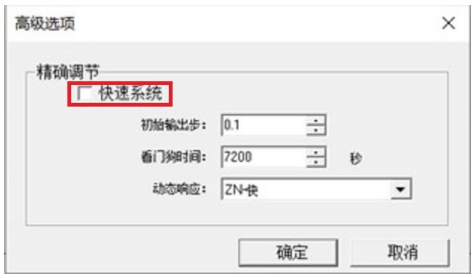


图 3-3-3-9 精确调节加热快速系统

（7）如果系统是双向系统，并且允许双向同时工作的话（至少在自整定期间允许），为了提高整定成功率，可以点击编辑按钮，这时偏移量输入栏会变成可输入状态，输入范围为 0.0%到 100.0%

精确调节加热时偏移量为制冷偏移量，精确调节制冷时偏移量为加热偏移量。输入合适的偏移量后，点击设置按钮。之后系统就会在整定时持续输出一个设置的反向偏移量，更容易形成振荡从而计算出合适的 PID 参数值。

偏移量设置为多少合适取决于系统本身的特性，以可以形成合适的振荡为准。整定时观察曲线变化，如果无法形成振荡的话，建议中止本次整定，修改偏移量或其他参数（比如动态响应和初始输出步）后，再次重新整定。

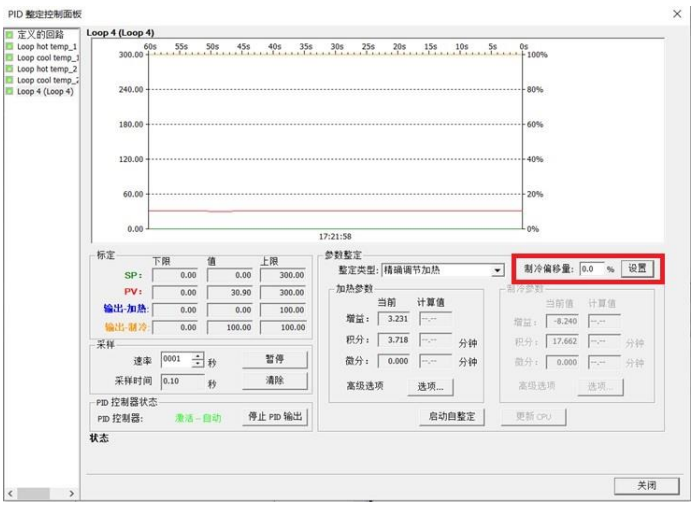


图 3-3-3-10 精确调节加热制冷偏移量

© Siemens AG 2024 All rights reserved

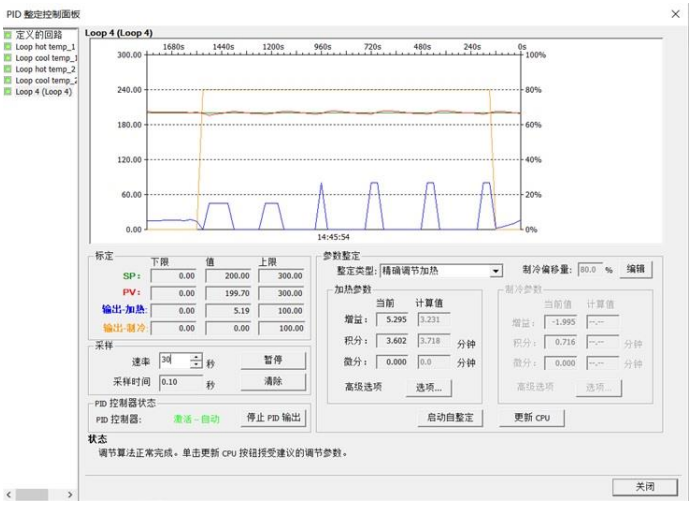


图 3-3-3-11 精确调节加热形成合适振荡

（8）单击“启动自整定”按钮，开启精确调节加热自整定。

（9）精确调节加热自整定完成后,点击“更新 CPU”按钮,把得到的 PID 计算值写入 PLC 相关存储区。

（10）如果是单向 PID，到此精确调节加热就结束了，可以继续用 PID 整定控制面板观察精确调节出来的 PID 参数值的控制效果，如果是双向 PID，那么进行下一步。

（11）把整定类型选择为“精确调节制冷”。

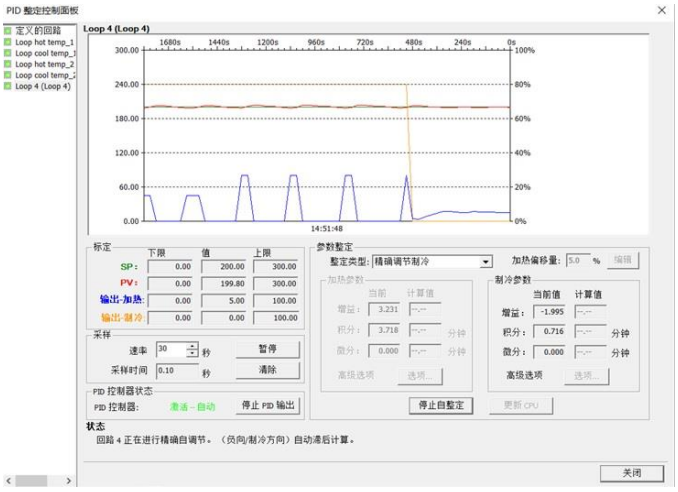


图 3-3-3-12 精确调节制冷

（12）单击制冷参数区域的“选项”按钮，在高级选项中选择相应的动态响应选项。该过程和精确调节加热步骤一致，此处不再介绍。

（13）在高级选项中分别设置合适的“看门狗时间”和“初始输出步”参数，并根据系统特性，选择是否勾选“快速系统”。高级选项设置完毕后，可以根据现场系统情况，设置偏移量。

该过程和精确调节加热步骤一致，此处不再介绍。

注意双向系统中要把正向加热和负向制冷视为两个各自独立的系统，有可能加热和制冷的系统特性完全不同，所以各项参数设置要按照两个系统各自的特性分别设置。

（14）单击“启动自整定”按钮，开启精确调节制冷自整定。

© Siemens AG 2024 All rights reserved

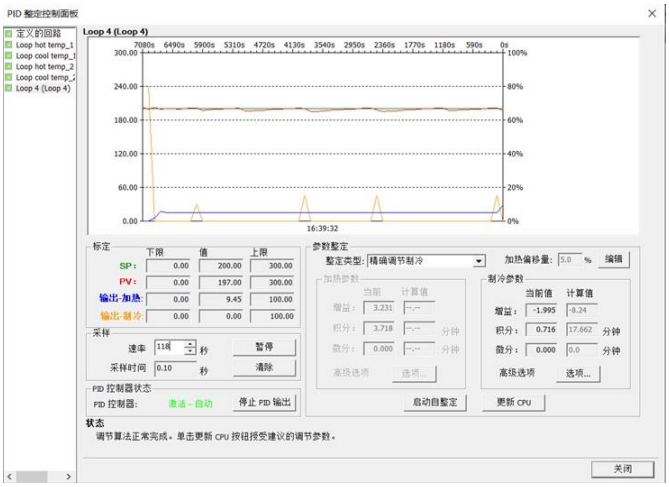


图 3-3-3-13 精确调节制冷形成合适振荡

（15）精确调节制冷自整定完成后,点击“更新 CPU”按钮,把得到的 PID 计算值写入 PLC 相关存储区。

注意事项

(1) PID 控制功能是通过 PID 向导生成的。

(2) 双向 PID 控制的调节顺序要先调节正向/加热，再调节负向/制冷，不能颠倒。

(3) 精确调节自整定是否能够成功完成，关键看是否能够形成合适的振荡，这就需要根据现场实际情况和系统本身的特性，合理设置各项参数。尤其是“**动态响应**”，“**初始输出步**”，“**制冷/加热偏移量**”这三个参数，根据现场实际情况和系统特性多尝试几次，找到合适的参数值组合，绝大多数情况下就可以成功完成精确调节自整定。

(4) 正常情况下输出值 12 次过零(6 个计算周期)后就可以得到建议 PID 参数值完成自整定，如果超过 24 次过零，或者报看门狗超时等其他错误，或者观察曲线一直无法形成振荡的话，说明本次整定大概率会失败，可以考虑中止本次整定，修改参数后重新开始自整定。

(5) 精确调节时的设定温度(SP)尽量处在上下限之间比较靠中间的位置，不要过于靠近上限或者下限，某个 SP 实在整定不出来的话可以换个其他 SP 整定试试看。

(6) 某些系统不同温度段的表现会不一样，对于这类系统可能需要分阶段整定。

© Siemens AG 2024 All rights reserved

4 注意事项和使用技巧

(1) 要使用 PID 整定控制面板，PID 编程必须使用 PID 向导完成，CPU 中必须存在一个用于 PID 回路的向导生成的组态，并且 CPU 在线而且处于 RUN 模式。

(2) PID 回路定义表存储空间在 V2.7 及以前的固件版本的 CPU 内占 80 字节，在 V2.8 版本占 120 字节(单向)或 240 字节(双向)，升级 CPU 固件的时候需要注意 PID 回路表存储空间的变化。

(3) 整定类型里的 “手动调节”, “预调节”, “精确调节” 根据实际情况选择使用，不必全部使用，另外，“预调节”和”精确调节”前要确保 PID 在自动模式下。

(4) PID 自整定的时候如果是使用 PID 整定控制面板，那务必全程使用控制面板来整定，如果是通过外部修改相应的 PID 数据块 V 区值的状态来整定，那么务必全程使用修改 V 区值的方式来整定，两种方式不能混用。

(5) PID 回路表请参考系统手册 P760, 关于 PID 算法，数值转换，以及自整定说明的相关内容请参考 200SMART V2.8 系统手册 P375, P379, P755.

(6) 回路表中标注预留的地址其实也是被占用了的，其他地方请勿使用。

(7) PID 功能自动占用了 SMB34 对应的定时中断 0，所以程序中请不要使用定时中断 0，也不要对 SMB34 赋值，以免 PID 计算出现混乱。SMB35 对应的定时中断 1 没有占用，可以使用定时中断 1.

(8) CPU 自带的 PID 功能没有输出限幅的功能，输出限幅功能需要自行编程实现，可以参考 “S7-200 SMART V2.8 版本 PID 温度整定模板 样例程序 “进行编程。

(9) 如果自整定开始时当前的微分参数设置为 0 的话，CPU 会认为系统是一个 PI 系统，从而自整定的时候忽略微分项。如果需要整定微分项的话，建议整定之前给当前微分参数赋一个较小的正值，比如 0.5.

(10) 在极少数情况下，如果尝试了各种方式的 PID 整定但是结果都不理想，或者 PID 控制器长时间运行后输出有发散的趋势的话，可以考虑启用积分限幅功能。方法如下：假设 PID 数据存储区从 VB0 开始，那么可以把 V99.2(正向加热)或 V219.2(负向制冷)置 ON，然后修改 VB109(正向加热)或 VB229(负向制冷)的值，从大到小进行测试 (范围 0-100• 0：积分已禁用。• 100：积分限幅已禁用) 。

(11) 必须保证用 SM0.0 无条件调用 PID 子程序。

(12) 在程序里不能使用禁止中断指令。

(13) 本指南主要是介绍如何通过 S7-200 SMART V2.8 版本的 PID 整定控制面板整定出合适的 PID 参数，如果想了解如何用其他方式整定，或者 PID 控制相关的内容的话，请参考系统手册和其他相关资料。

© Siemens AG 2024 All rights reserved

5 参考资料

关于 S7-200 SMART V2.8 版本 PID 功能自整定详细步骤请参考：

S7-200 SMART V2.8 版本 PID 功能自整定指南

关于 S7-200 SMART V2.8 版本 PID 向导功能请参考：

S7-200 SMART V2.8 版本 PID 向导功能指南

关于 S7-200 SMART V2.8 版本 通过 HMI 自整定 PID 参数功能请参考：

S7-200 SMART V2.8 版本 PID 温度整定模板 样例程序

关于 S7-200 SMART V2.8 版本 PID 功能更多信息请参考：

SIMATIC S7-200 SMART 系统手册 V2.8, 08/2023 (A5E03822234-AI)

© Siemens AG 2024 All rights reserved

相关参考网站：

S7-200 SMART 官网

https://w2.siemens.com.cn/smart/

PID 常见问题

https://www.ad.siemens.com.cn/productportal/prods/s7-200-smart-portal/200smarttop/function/PID/PID_FAQ.html

以前版本的 PID 自整定与调试面板

https://www.ad.siemens.com.cn/productportal/prods/s7-200-smart-portal/200smarttop/function/PID/PID_AUTO.html

PID 自动/手动调节的无扰动切换

https://www.ad.siemens.com.cn/productportal/prods/s7-200-smart-portal/200smarttop/function/PID/PID_AUTO_MANUAL.html

6 更新日志

版本& 日期	更新描述
V1.0.0 08/2024	

© Siemens AG 2024 All rights reserved