

ALC用户手册通用版



北京赛博利特科技有限公司

前 言.....	4
1 产品硬件介绍.....	5
1.1 ALC 控制背部集成接口.....	6
1.1.1 SD/MMC 卡.....	7
1.1.2 USB 接口的设置.....	7
1.1.3 网络接口.....	7
1.1.4 RS232 接口.....	7
1.2 技术规格.....	8
1.3 ALC 控制器的安装.....	9
1.3.1 ALC 控制器安装位置的选择及要求.....	9
1.3.2 ALC 控制器的安装与固定.....	10
1.3.3 电源接线.....	11
1.3.4 开关量状态输入接线.....	11
1.3.5 模拟量输入.....	12
1.3.6 开关量控制输出.....	12
1.3.7 模拟量输出.....	12
2 使用 ALC 控制器.....	13
2.1 对系统硬件设备的要求.....	13
2.2 对过程的要求.....	13
2.3 一般过程描述.....	14
2.4 过程近似模型.....	15
3 ALC 控制器操作.....	18
3.1 仪表启动.....	18
3.2 总貌画面.....	18
3.2.1 操作权限显示区,	18
3.2.2 画面切换按钮.....	19
3.2.3 时间日期显示.....	19
3.2.4 控制器状态区.....	19
3.3 仪表盘显示画面.....	21
3.4 参数设置画面.....	21
3.4.1 参数组.....	21
3.4.2 控制器信息.....	22
3.4.3 控制器状态.....	23
3.4.4 参数信息.....	23
3.4.5 参数查看与修改步骤.....	24
3.5 系统设置画面.....	24
3.6 产品信息画面.....	25
4 IO 通道设置.....	25
4.1 参数说明.....	26
4.2 IO 通道参数查看与修改步骤.....	26
5 ALC 控制器参数.....	27
5.1 标准控制器.....	27
5.1.1 描述.....	27

5.1.2 控制器参数.....	27
5.1.3 使用指导.....	28
5.2 滞后控制器.....	29
5.2.1 描述.....	29
5.2.2 控制器参数.....	30
5.2.3 使用指导.....	31
5.3 非线性控制器.....	32
5.3.1 描述.....	32
5.3.2 控制器参数.....	32
5.3.3 使用指导.....	33
5.4 时变控制器.....	33
5.4.1 描述.....	33
5.4.2 控制器参数.....	34
5.4.3 使用指导.....	35
5.5 pH 控制器.....	35
5.5.1 描述.....	35
5.5.2 控制器参数.....	35
5.5.3 使用指导.....	36

前言

欢迎使用 ALC 系列控制器产品。

ALC 控制器是采用了神经网络自适应控制技术（ANNAC）的面向流程行业的自动调节控制一体化仪表。适用于石化、冶金、电力、精细化工、制药、造纸、食品、环保等众多领域，满足各种温度、压力、流量、液位、振动与位移、分析与质量变量等对象的闭环调节需要，可有效解决大滞后、大惯性、非线性、pH、以及时变等复杂控制问题。

ANNAC 控制技术，是一种无需建立过程模型的自适应控制方法。其具有以下特性：

1. 不依赖于精确的过程认识；
2. 很好的鲁棒性和容错性；
3. 对一实际过程无需进行专门控制器设计；
4. 控制器参数均具有工艺意义，方便整定；
5. 有稳定性分析和判据，保证闭环系统稳定。

ALC 包含多种针对不同特性的控制器类型，满足不同控制控制任务的需要：

- **标准控制器** — 取代 PID，免去复杂的控制器参数整定并抑制可测的扰动；
- **抗滞后前馈控制器** — 控制大滞后过程并抑制可测的扰动；
- **非线性前馈控制器** — 控制非线性过程并抑制可测的扰动；
- **pH 控制器** — 控制 pH 过程；
- **时变控制器** — 控制大惯性、滞后时间不确定的过程；

何处使用 ALC

抗滞后控制

滞后环节的存在不仅影响控制系统的稳定性和控制品质，而且大大增加了系统分析和设计的复杂性。滞后对象被公认为较难控制的过程，且工业过程一般都

是时变的，这更加大了控制的难度。通常需显著调低控制器参数以避免过度校正引起的振荡或者只能采用开环手动控制。ALC 控制器对付大滞后过程有特别处理机制，即使过程动态特性和滞后时间均发生变化的情况下也可以做到快速跟踪。

非线性控制

非线性普遍存在于工业过程中，严格地说，所有的工业工程都是存在非线性的，只是非线性的程度不用而已，当系统存在的非线性程度不严重时往往我们可以线性系统来近似，这在实际工程上是可以接受的。但对某些非线性较强的系统很难通过近似线性化的方式处理，而采用了神经网络的 ALC 控制器则可以很好的处理这些控制回路，无需繁琐的参数，只需通过设置非线性强度参数即可快速投运。

快速自适应控制

无需震荡激励信号整定，快速自适应过程，运行过程中参数实时修正。

pH 值控制

ALC pH 控制器是专门为中和过程中的 pH 值控制而设计的。

时变系统的自动控制

快速适应过程动态特性频繁变化及滞后时间的变化，快速调节系统进入稳态。

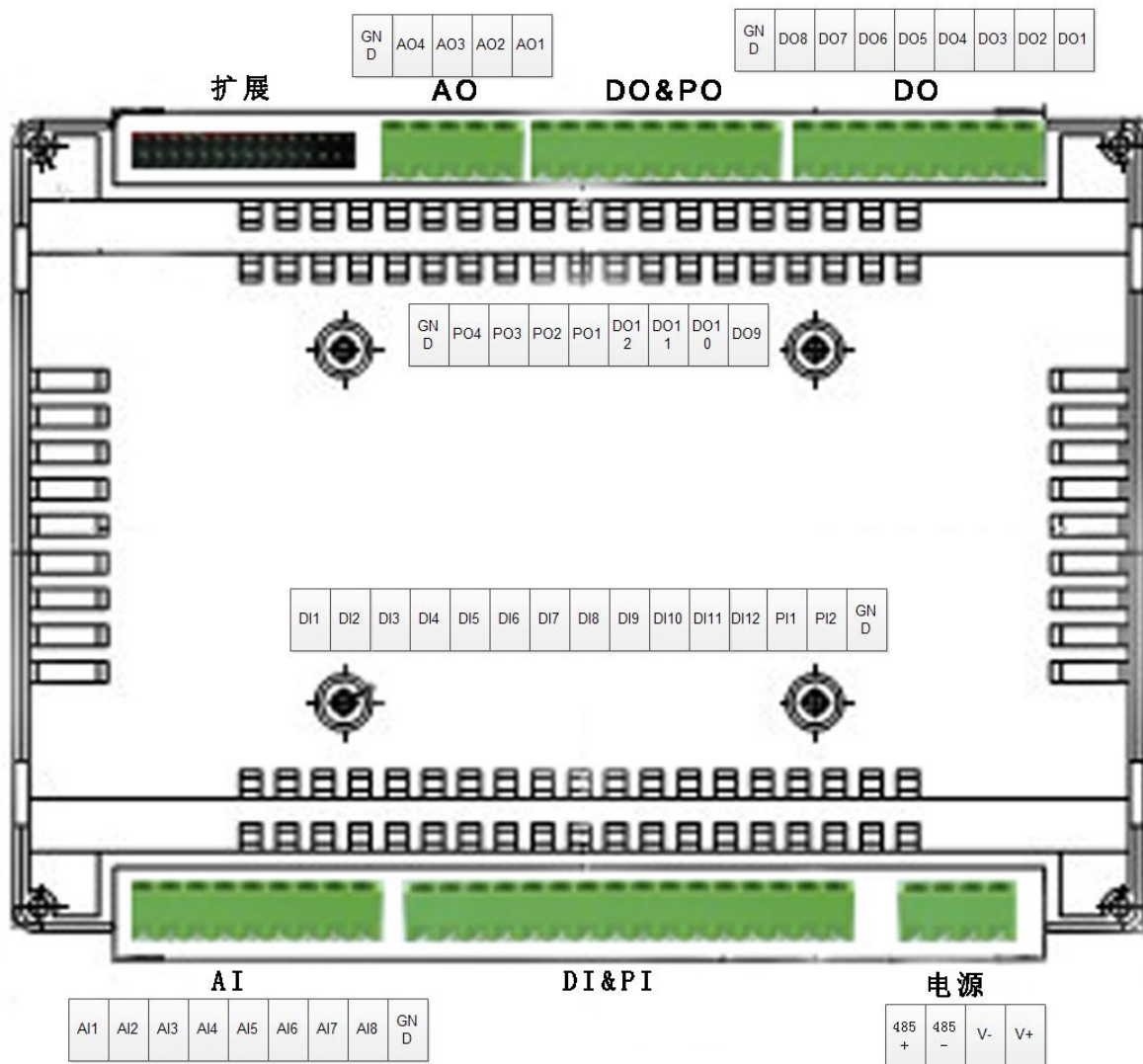
1 产品硬件介绍

ALC 控制器采用了 7.0 英寸高亮度液晶显示屏（分辨率 800×480 ），64K 彩色，四线电阻式触摸屏（分辨率 1024×1024 ）。产品集成 8 路 12 位模拟量输入通道、4 路 12 位模拟量输出通道、12 路开关量输入通道和 12 路开关量输出通道，即插即用，直接接入现场传感器信号并把输出信号与现场执行器连接后即可投入运行，适宜多种工业现场应用。



1.1 ALC控制背部集成接口

ALC 控制器背部集成接口如下图所示：



- ① AI：模拟量输入通道，8路，共地。输入范围0~10VDC；
- ② DI&PI：数字量输入通道，内部集成电源，干接点输入。PI为高速状态输入，部分机型支持；
- ③ AO：模拟量输出，4路，共地，输出范围0~10VDC；
- ④ DO&PO：数字量输出，OC门方式，PO为高速状态输出，仅部分机型支持；

- ⑤ 电源: 12~36VDC 输入, 工作电流 500mA;
- ⑥ RS485: RS485 通讯接口, COM3, 波特率 9600~115200bps, 非隔离;
- ⑦ 扩展: 用于扩展 USB, RS232、以太网 SD 卡等接口的扩展槽。

1.1.1 SD/MMC卡

ALC 控制器可通过扩展支持 SD/MMC 存储。可用于长时间的历史数据记录以及导入、导出时使用。为防止文件丢失和卡损坏, 建议关闭电源后再插拔 SD/MMC 卡座。

1.1.2 USB接口的设置

ALC 控制器可通过扩展支持 USB 设备, 可用于系统升级等操作

1.1.3 网络接口

ALC 控制器可通过扩展支持 10/100Mbps 自适应网络通讯功能。

1.1.4 RS232接口

ALC 控制器可通过扩展支持 RS232 串行接口, 用于 ModBus 等通讯功能, 最大波特率为 115.2 Kbps。

1.2 技术规格

控制功能	
控制回路数量	4 回路
基本配置	
CPU	32bit RISC, 200MHz
存储器	64MB SDRAM
	256MB NAND FLASH
LCD 显示器	7.0" TFT, 分辨率 800×480
触摸屏	四线电阻式, 分辨率 1024×1024
扩展接口	
串行通讯接口	1 通道 RS-232 (COM2)
USB 接口	1 通道
网络接口	1 通道 10/100 Mbps 自适应
SD 接插口	1 按弹式卡座
过程 I/O 接口	
模拟量输入	8 通道, 0~10VDC, 精度 0.5%
模拟量输出	4 通道, 0~10VDC, 精度 0.5%
开关量输入	12 通道, 干接点
开关量输出	12 通道, OC 门方式
使用条件	
供电电源	12~28VDC (范围 DC12~28V); 功耗: <12W
工作温度	0~50℃
工作湿度	90%, 无结露
防护等级	面板为 IP-65, NEMA 4
储存温度	-20~70℃
振动	10~55Hz, 位移幅值 0.075mm
	55~150Hz, 峰值加速度 10m/s ²
冲击	峰值加速度 150m/s ²
	冲击脉宽 10ms, 半正弦波
开口尺寸(mm)	193×139
重量	0.8 Kg

1.3 ALC控制器的安装

1.3.1 ALC控制器安装位置的选择及要求

ALC 控制器的安装位置及要求有以下几点：

- 安装板的表面和边缘，要求平滑没有锯齿或缺口；
- 安装板的厚度在 1mm-8mm 之间。如图 4-1 所示：

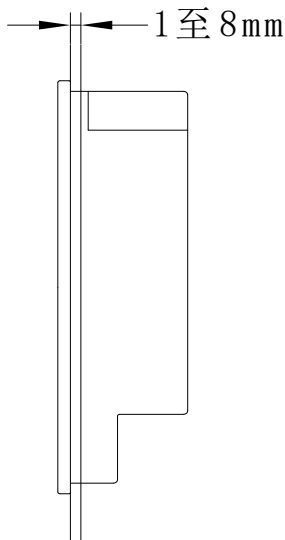


图 4-1 ALC 控制器安装板厚图

- 为了便于维修和操作，及良好的通风条件，必须保证 ALC 控制器与其它设备之间的安装距离不小于 100mm，如图 4-2 所示：

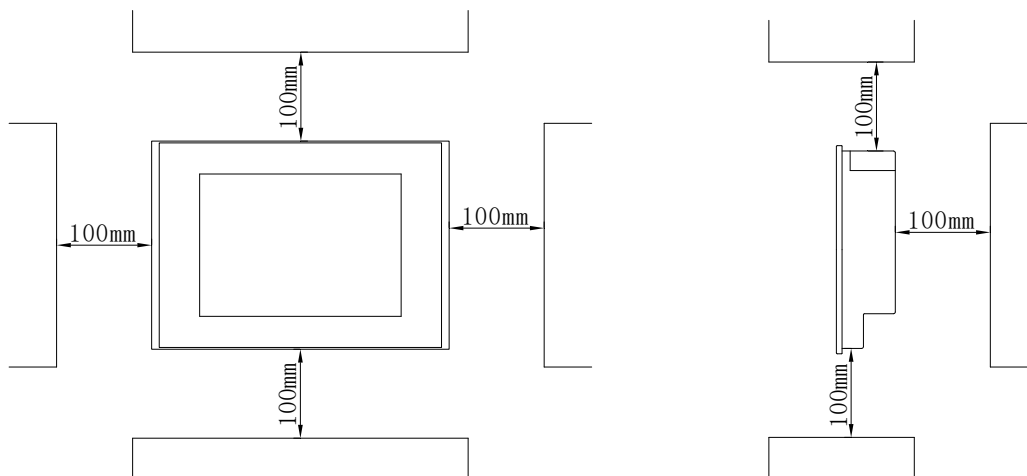


图 4-2 ALC 控制器与其它设备之间的安装距离图

- 在通风良好的条件下，它的外壳自然冷却。当通风条件不好时，应使用强制空气冷却系统，如风扇。以避免过热。

- 确保来自其它设备的热量不会在 ALC 控制器上产生额外的热量。
- ALC 控制器使用环境温度不超过 50℃。
- 确保 ALC 控制器尽可能远离电磁电路，非保险丝型熔断器以及其它产生电弧的设备。
- 若采用自然空气冷却系统，屏幕垂直方向前后的倾斜度均不能大于 30 度。

1.3.2 ALC控制器的安装与固定

在进行 ALC 控制器的安装工作时，请按以下步骤：

- 请确定是否随 ALC 控制器一起提供了橡胶密封垫圈（1 根）、成套的安装夹具（4 个）。请确认已将橡胶圈放入 ALC 控制器槽内。具体如图 4-3 所示：

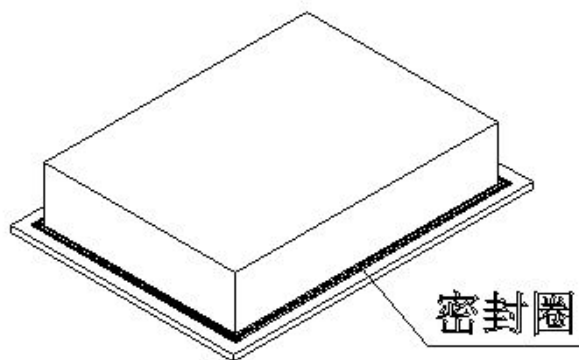


图 4-3 ALC 控制器密封圈安装位置图

- 将 ALC 控制器从安装板的前面放进安装孔，如图 4-4 所示：

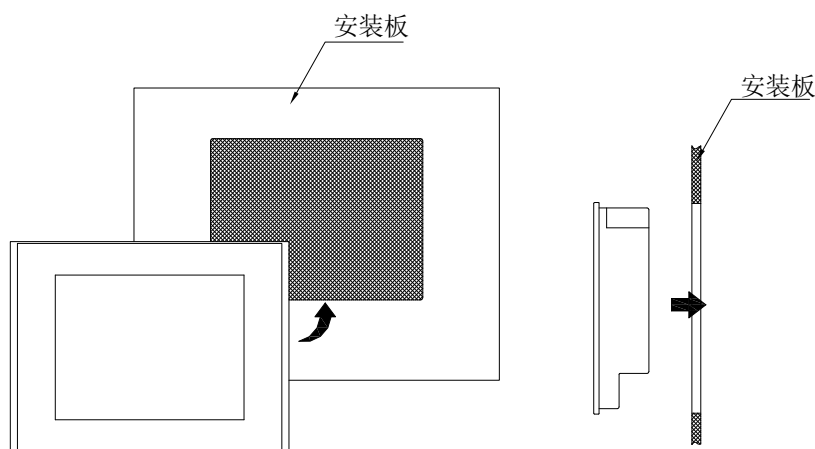


图 4-4 ALC 控制器安装示意图

- 从安装板的后面用安装夹具将 ALC 控制器固定在安装板上：

在 ALC 控制器后盖的四周有长孔，将安装夹具钩入孔中，旋紧调节螺钉便完成 ALC 控制器的安装。具体如图 4-5 所示。

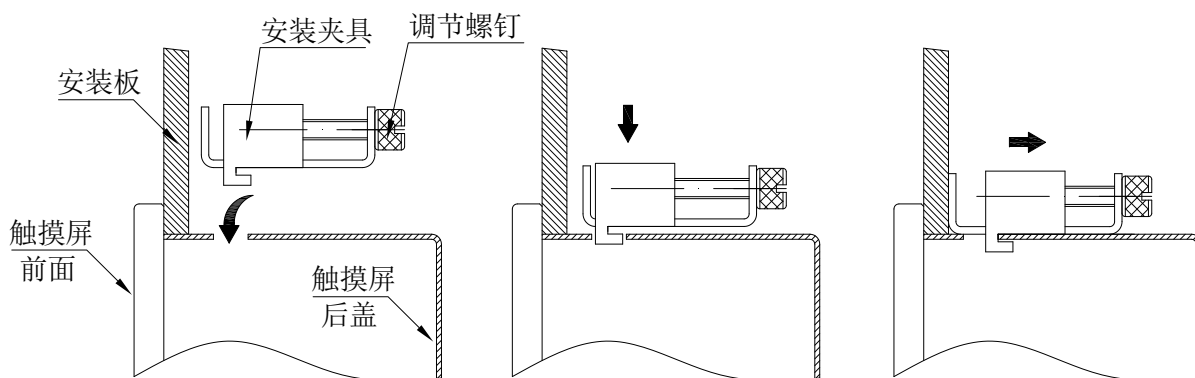
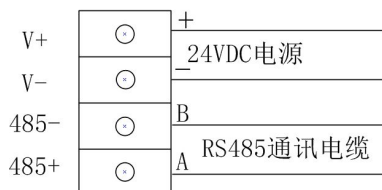


图 4-5 夹具安装示意图

1.3.3 电源接线

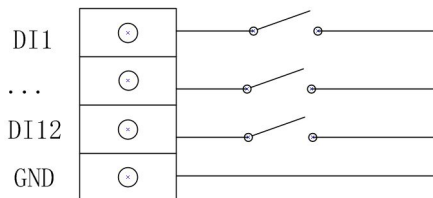
控制器电源要求 24VDC，功率大于 12W



开关量状态输入接线图

1.3.4 开关量状态输入接线

提供 12 路开关量状态输入。开关量状态输入为无源干接点，切勿串入任何等级的电源。接线方式如下图所示：

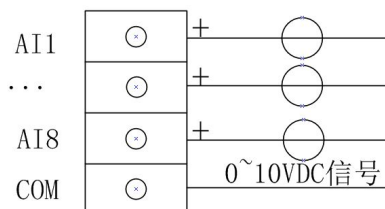


开关量状态输入接线图

1.3.5 模拟量输入

提供 8 路 0~10VDC 直流电压信号输入。如需连接其他信号，请通过隔离模块转换后再连接至本控制器。对于存在干扰源（比如变频器）的应用场合也应增加信号隔离模块以避免干扰。

接线方式如下图所示：

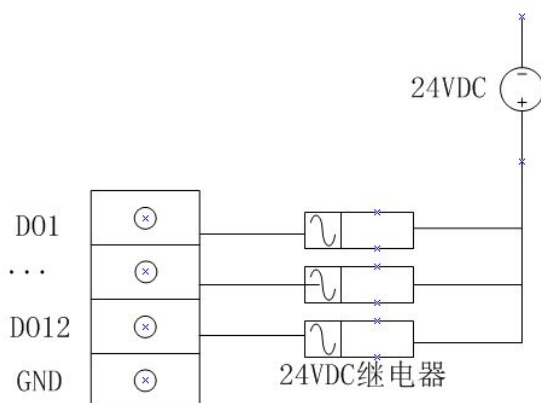


模拟量输入接线图

1.3.6 开关量控制输出

可提供 12 路开关量控制输出。开关量输出为 OC 门输出，通过驱动 24VDC 继电器控制外部设备。24VDC 应与控制器共用同一电源。

接线方式如下图所示：

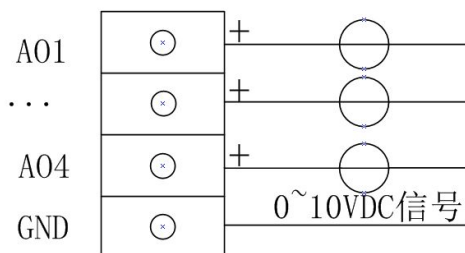


开关量控制输出接线图

1.3.7 模拟量输出

可提供 4 路模拟量控制输出。输出信号为 0~10VDC 直流电压信号。如需连接其他信号，请通过隔离模块转换后再连接至执行器。

接线方式如下图所示：



2 使用ALC控制器

尽管 ALC 控制器可以“即插即用”。但在实际应用中仍需要正确掌握和使用。如果感到以下章节的内容不易理解，你也许应该看一些基本的自动控制方面的书籍。

2.1 对系统硬件设备的要求

我们知道，人本身就是一个反馈控制系统。通过我们的眼睛、大脑和手协同作用，我们可以完成诸如拾起一个苹果这样的动作。如果我们的眼睛或手不能起作用，那么无论大脑如何聪明，都可能无法完成拾起苹果这样一个动作。同样，在实际应用中，我们经常发现导致一个回路控制失败的原因不仅仅只是控制算法的缘故，传感器和执行机构也经常会发生故障。

因此，在实际应用中，在你试图使控制器正常工作时，必须确保满足以下这些要求：

- 选择合适尺寸和类型的控制阀和执行机构；
- 选择合适类型的传感器和变送器；
- 按照指标安装所有的设备；
- 在安装完毕后，测试和标定设备。

2.2 对过程的要求

所有的控制器包括 ALC 控制器和采用 PID 算法的控制均需要过程满足以下特征：

可控性

过程必须是可控的。当控制输出（执行器）改变后，过程可以在特定的时间内重新进入稳态。也就是说过程反馈（过程测量值）发生改变后会进入新的稳定状态。

开环稳定性

过程必须是开环稳定的。也就是，对任何有限的输入，过程的输出也是有限的。

为了测试过程是否为开环稳定，你首先将回路放置为手动模式，设置输出为一确定的值（例如为 50%），查看过程变量是否在有限范围内。如果过程开环不稳定，则需对它作一些处理使之开环稳定。例如：增加一个具有一定增益的反馈回路到过程中。然后将稳定后的系统作为过程来控制。

当然有一些过程尽管开环不稳定，但仍然能由 PID 或 ALC 控制器控制，例如一个非自衡的液位回路。

一致的作用形式

过程要么肯定是正作用要么肯定是反作用。也就是，在整个控制范围，过程的正负符号不能改变。相应地，控制器必须设置一个合适的作用方式。

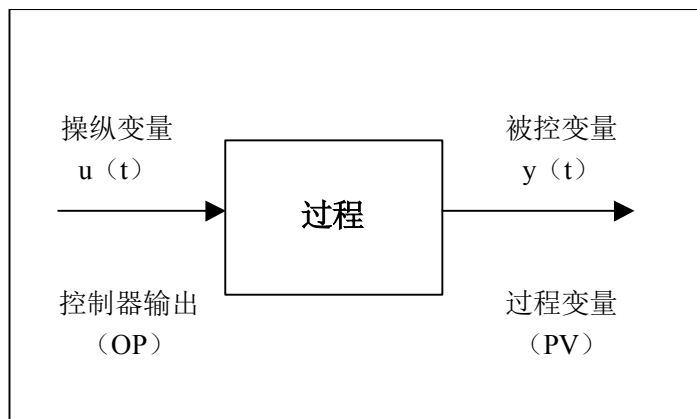
特殊的情况

对一些不满足以上要求的过程，仍然有可能设计一个专门的控制系统来满足特殊的控制需求。请与我们联系咨询。

2.3 一般过程描述

在一个单输入单输出过程中，仅有一对操纵和被控变量。他们是过程的主要输入和输出变量。在过程中可能存在多个其他的扰动变量和不可控变量。他们对整个控制系统而言可能是重要的影响因素。

如图所示，最重要的过程输入和输出变量是操纵变量和被控变量。



过程的输入和输出变量

控制器输出 (OP)

在自动控制中操纵变量常常是由控制器输出操纵的, 我们称这个变量为控制器输出或简称为输出 (OP)。在一些控制产品中, 采用操纵变量 (MV) 这个术语。注意不要将之与测量变量 (MV) 这个名字搞混淆。

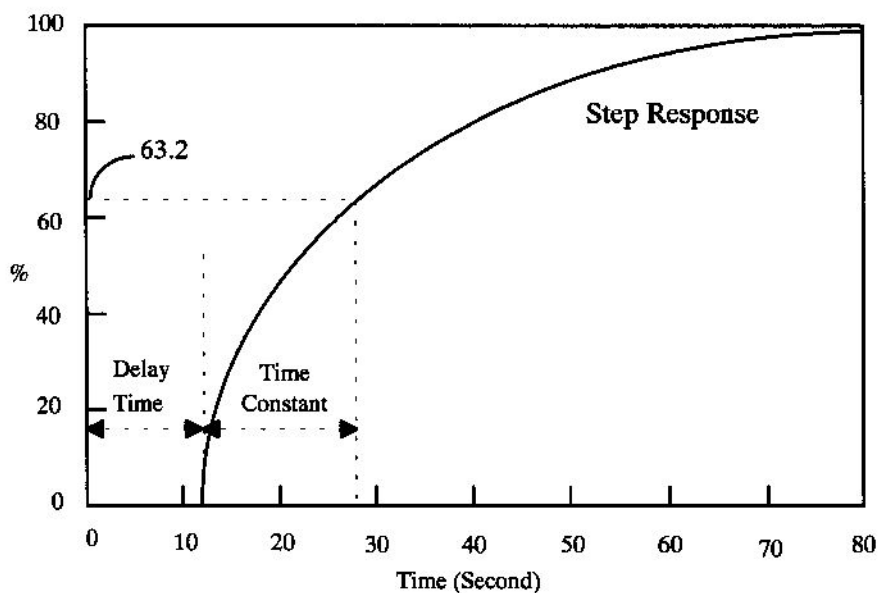
过程变量 (PV)

因为对过程而言, 被控变量是最重要的变量, 它经常被称为过程变量 (PV)。一些控制产品也称之为测量变量 (MV) 或测量值。信号 PV 由 $y(t)$ 表示。

2.4 过程近似模型

尽管过程的动态特性能够在一个很宽的范围内变化, 但大多数工业应用中的开环稳定过程可以由一个简单的一阶加纯滞后 (first-order plus dead-time) 模型来近似, 这个模型包括了静态增益 K , 时间常数 T_c , 纯滞后时间 τ 。借助于这个模型, 我们可以对过程有一个基本的了解, 并不需要更精确的数学模型。

如果条件许可, 可以通过做一个开环或闭环阶跃测试更方便地估计这些参数。



过程的开环阶跃响应

静态增益 K

在输入作阶跃变化时，稳态过程输出与稳态过程输入之比。

例如，如果过程变量（PV）在 50 到 250 之间变化，而输出在 0 到 100 之间变化，那么 $K = (250 - 50) / (100 - 0) = 2$ 。

静态增益与过程输入输出的量程有关，如果量程不合适的话，过程会因为太大或太小的静态增益而难以控制。

通常我们可以调整控制器的增益以获得好的控制性能，一般地增大控制器增益可以加强控制，减小增益会减弱控制。

例如，如果希望过程的响应曲线有较大的超调，则增加 K_c ，反之，则减小 K_c 。

时间常数

输入阶跃信号，过程的输出达到稳态值的 63% 左右所经历的过渡时间。

对一个动态系统而言，因为输出需要一段过渡时间才能达到其稳态值，所以系统总是存在着一个时间常数。

滞后时间

滞后时间为从过程输出发生变化到过程输入发生变化所需的时间。在工业过程中常会遇到具有时间滞后的被控过程，这里所指的时间滞后是纯滞后和容量滞后的统称。

a. 纯滞后：通常由物料或能量的传输距离造成，例如皮带运输过程等；此时，由于控制通道存在纯滞后，使得控制器的校正作用被延迟一个纯滞后时间，从而造成系统的动态指标下降，闭环系统的稳定性下降。

b. 容量滞后：通常由被控过程包含的物料或能量存储的容积而引起的，例如换热器等。此时，同样会造成控制作用不及时，使控制质量下降，但是容量滞后的影响比纯滞后的影响和缓。

我们用 τ/T 的比值衡量滞后的大小。例如，当 τ/T 较大时，常规控制往往不能满足控制需求，而需要采取具有抗滞后功能的控制策略；当 τ/T 较小时，一般采用常规控制即可。

采样间隔

采样间隔 T_s 是两次采样数据的时间间隔，也是 ALC 控制器两次计算的时间间隔。根据香农采样原理，采样间隔必须小于或等于时间常数的 $1/3$ 。也即

$$T_s \leq \frac{1}{3} T_c$$

这里 T_s 是采样间隔， T_c 为时间常数。

3 ALC控制器操作

3.1 仪表启动

ALC 仪表安装完成后即可上电启动，启动过程大约需要 10~20 秒的时间，请耐心等待，此过程中不能对仪表进行任何操作。

3.2 总貌画面



状态画面

3.2.1 操作权限显示区，

显示当前的操作权限，操作权限共分为三个操作级别，分别为

- **操作工：**具有最低的操作许可，包括：画面切换、手动操作、手自动切换。默认登录密码为：1010
- **工程师：**具有比操作工更多的操作许可，增加了控制器参数修改，系统时间设置、网络 IP 设置，触摸屏触摸校准、通讯设置、配置文件的导入、历史数据的导出。默认登录密码为：1011
- **管理员：**具有最高操作许可，为生产厂家预留仪表维护用。

a) 登录

在未登录状态下，点击登录按钮，自动弹出密码输入键盘，输入登录密码即可进入不同的操作权限。



b) 退出登录

在登录状态下，随时可以通过登出按钮退出登录状态

3.2.2 画面切换按钮

切换不同的操作画面，需要具有操作工以上的权限；

3.2.3 时间日期显示

显示当前时间和日期信息

3.2.4 控制器状态区

显示控制器的状态，过程值（PV）、设定值（SP）、输出值（OP）、手自动状态，同时还可显示与该控制回路相关的信号，比如前馈信号（FF）、控制器状态等。获取操作权限后，可以设置控制器的设定值、手自动状态以及手动模式下手动输出（0~100%的控制输出信号）。

名词解释：

PV：过程测量值

SP：控制器设定值

OP：控制器输出值

FF：前馈信号

a) SP、OP 的输入

在以操作工以上身份登录系统后，可以根据需要修改 SP 值，并可在手动模式下修改 OP 值改变控制器的输出电压。

如下图所示，可以通过 SP、OP 标签下方的亮色按钮触发数字输入键盘，在弹出的数字键盘中输入预设的数值，确定即可。



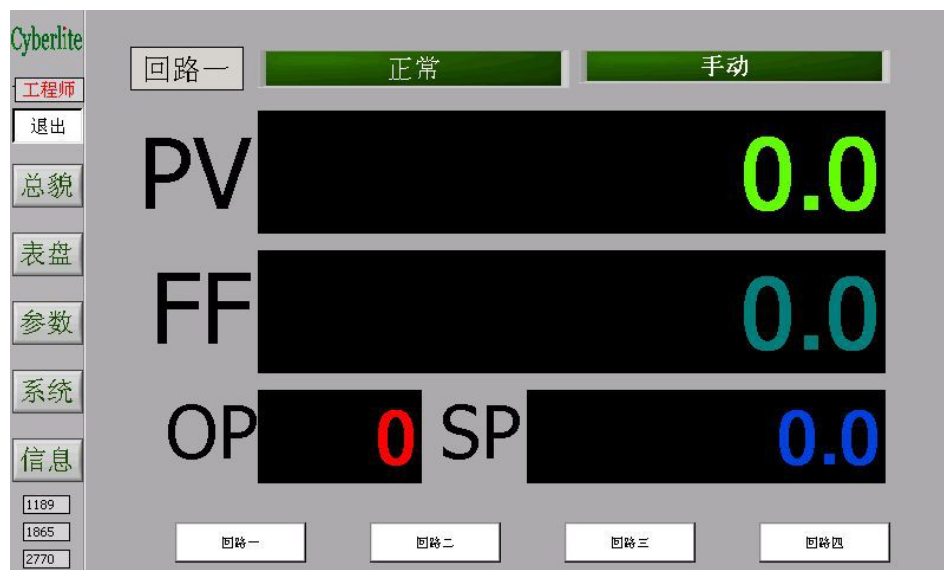
b) 手自动切换

在以操作工以上身份登录系统后即可通过手自动按钮  来转换控制器的工作模式：自动模式下控制器将根据 PV 与 SP 的偏差自动调节 OP 的输出并最终消除存在的静差，

c) 控制器状态指示

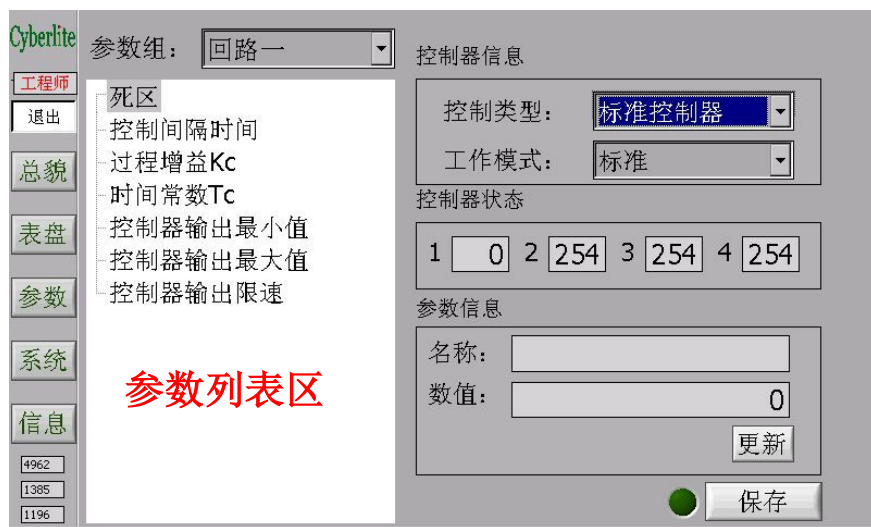
每个控制器的手自动切换按钮的左边都有一个控制器的状态指示。绿色表示工作正常，红色表示参数配置存在异常，请到参数设置页面查看具体的错误代码。

3.3 仪表盘显示画面



用于显示单个回路的运行状态，可通过底部的操作按钮切换显示回路，此页面只用于状态显示，无操作功能。手自动切换、SP 值修改等需要在总貌页面下进行。

3.4 参数设置画面



3.4.1 参数组

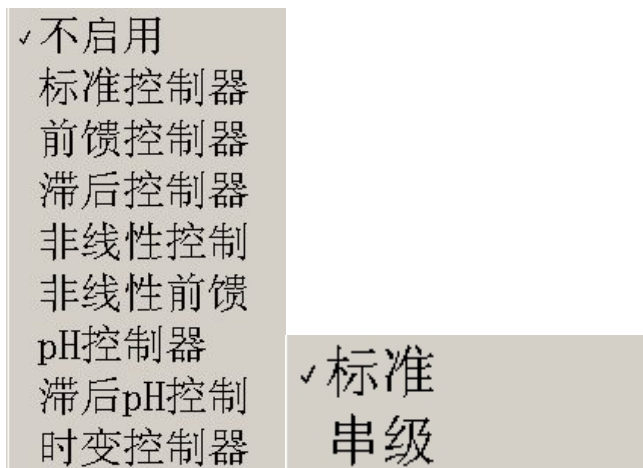
ALC 控制器参数分为 6 组：回路 1~4 的控制器参数，IO 通道的配置参数和其他的系统参数，可通过参数组的下拉菜单选择，如下图所示：



3.4.2 控制器信息



当参数组选择为回路一、二、三、四后，可以通过控制器信息设置区域选择控制的类型和工作模式，均通过下拉菜单选择，如下图所示：



可选的控制器有：

- 不启用：不启用当前控制回路
- 标准控制器：基本类似控制器用于常规控制；
- 前馈控制器：基本控制器加入前馈扰动处理，可有效抑制可测量的过程扰动；
- 滞后控制器：用于存在较大滞后的场合，适用于滞后时间和时间常数只比大于 1 的过程；
- 非线性控制器：用于存在非线性特征的过程回路；
- 非线性前馈控制器：适用于存在可测量的扰动非线性过程控制；

- pH 控制器：用于常规 pH 加药控制；
- 滞后 pH 控制器：用于中和反应时间较长的 pH 控制；
- 时变控制器：用于滞后时间随工况变化的过程。

可选的控制工作模式：

- 标准模式：单回路控制模式
- 串级模式：采用串级回路控制，回路一和回路二可组成一组串级控制回路，回路二为内环控制器，回路一为外环控制器；回路三和回路四可组成一组串级控制回路，回路四为内环控制器，回路三为外环控制器。

改变控制器类型后，左侧的参数列表区将自动刷新。刷新完成后即可设置该类型的控制参数。

3.4.3 控制器状态

用于显示控制器的运行状态码，当控制器的参数设置不当时，显示当前控制器的错误码。错误码的具体含义请参见附录的控制器状态码章节。

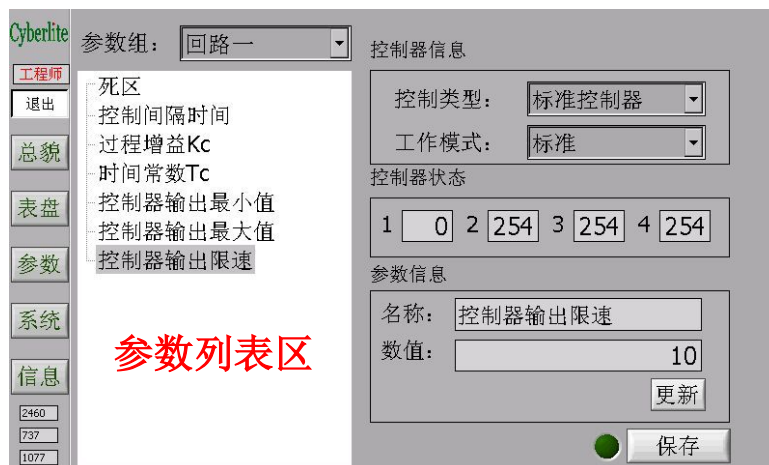
控制器状态							
1	0	2	254	3	254	4	254

3.4.4 参数信息

参数信息	
名称：	
数值：	0
更新	

显示当前正在修改的参数的名称和当前值。通过“更新”按钮弹出数字小键盘修改当前参数的数值。

3.4.5 参数查看与修改步骤



1. 在参数列表区选择要查看或修改的参数；
2. 选中的参数信息将显示在右侧的参数信息中；
3. 修改参数数值时，点击“更新”按钮，在弹出的数字键盘输入新的数值，确认即可；
4. 参数修改后立即生效；
5. 所有参数修改完成后需要通过“保存”按钮来保存参数，控制器每次开机时自动加载最后一次配置参数。

3.5 系统设置画面



提供控制维护功能：

- **校准触摸屏：**当触摸屏操作发生漂移或者触摸操作不流畅时需要
对触摸屏进行校准。**注意：根据屏幕提示操作；**

- 修改 IP 地址：修改控制器的 IP 地址信息；
- 修改时间：修改控制器的实时时钟；
- 系统升级：用于升级系统固件；
- 系统维护：厂家维护预留入口；
- 通道测试：IO 通道测试工具。

3.6 产品信息画面

控制器产品信息显示

Cyberlite

工程师

退出

总貌

表盘

参数

系统

信息

6453

3274

933

产品名称 ALC通用型先进控制器

产品型号 MLC-23-1111

机器码 1643D31888

授权信息 已授权

硬件序列号 2013-08-KT

系统版本 2014-05-KT-7

北京赛博利特科技有限公司

技术热线: 010-60349706

Http://www.Cyberlite.com.cn

beijing@cybosoft.com.cn

4 IO通道设置

Cyberlite

工程师

退出

总貌

表盘

参数

系统

信息

1738

281

1205

参数组: IO通道

AI0

滤波系数

通道修正值

量程下限

量程上限

原始值

AI1

AI2

AI3

AI4

AI5

AI6

AI7

控制器信息

控制类型: 不启用

工作模式: 标准

控制器状态

1 254 2 254 3 254 4 254

参数信息

名称: 量程下限

数值: 0

更新

保存

进入参数界面，参数组选择“IO 通道”，参数显示列表将自动刷新，刷新过程中请不要进行其他操作。参数列表刷新完成后，点击通道名称前的“加号”展开该通道的参数。

4.1 参数说明

每个通道包括 5 个参数设置项：

- **滤波系数：**对该通道采集到的模拟量数据进行滤波，滤波方式采用是一阶滤波，0 表示对采集到的数据不进行滤波，数值越大滤波效果越好，但对真实数据变化就越迟钝。建议压力信号设置为 5~8，流量信号设置为 3~6，温度信号设置为 2~5，如果信号噪声不大的情况下建议设置为 0；
- **通道修正值：**采集到的信号和实际信号静差时可通过此参数修正，该参数默认为 0；
- **量程下限：**输入信号为 0V 时对应的实际工程量的值；
- **量程上限：**输入信号为 10V 时对应的实际工程量的值；
- **原始值：**通道上当前输入信号的电压值，该参数为调试参数。

4.2 IO通道参数查看与修改步骤

1. 在参数列表区选择要查看或修改的参数；
2. 选中的参数信息将显示在右侧的参数信息中；
3. 修改参数数值时，点击“更新”按钮，在弹出的数字键盘输入新的数值，确认即可；
4. 参数修改后立即生效；
5. 所有参数修改完成后需要通过“保存”按钮来保存参数，控制器每次开机时自动加载最后一次配置参数。

5 ALC 控制器参数

5.1 标准控制器

5.1.1 描述

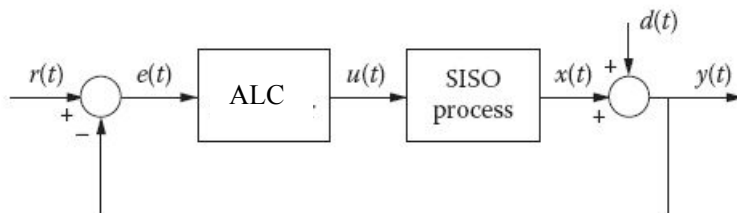


图 3.1 ALC 单回路控制

如图所示，ALC 标准控制系统包括一个单输入单输出过程与一个 ALC 标准控制器构成的反馈回路。ALC 控制器的控制目标是通过产生合理的控制作用 $u(t)$ ，迫使过程变量 $y(t)$ 在设定值变化，存在扰动和过程动态特性改变的情况下仍然能跟踪设定值 $r(t)$ 。也就是，ALC 控制器不断减小设定值 $r(t)$ 和过程变量 $y(t)$ 之间的偏差 $e(t)$ 。

5.1.2 控制器参数

过程增益 K_c

过程的控制增益，符号： K_c ，详细介绍见 P16

初始值： 1

时间常数 T_c

过程的控制增益，符号： T_c ，详细介绍见 P16

初始值： 20 秒

控制时间间隔

控制器两次采样-控制计算之间的间隔时间

初始值： 1 秒

死区

输出不随输入变量值的变化而变化的区间，如设置了死区，当偏差小于等于死区参数时，控制器的输出将保持，控制器的输出不会因 PV 在小范围内波动而变化，可以减小因控制器的频繁输出而造成对诸如阀门等执行机构的损坏，延长执行器的寿命，提高系统的稳定性。单位降低控制精度。默认值为 0，即不设置死区。

控制器最小输出值

控制器输出的最小值(百分比)，

初始值： 0%

控制器最大输出值

控制器输出的最大(百分比)，

初始值： 100%

控制器输出限速

控制器每次输出变化的最大值(百分比)

初始值： 10

5.1.3 使用指导

设置控制器增益

设计控制器增益 K_c 的目的主要是给以下补偿提供更多的选择（1）由于比例不当造成的静态增益过大或过小（2）过程的严重非线性。可以调整控制器的增益以获得好的控制性能，一般地增大控制器增益可以加强控制，减小增益会减弱控制。

例如，如果希望过程的响应曲线有较大的超调，则使 $K_c > 1$ ，反之，则使 $K_c < 1$ 。

设置时间常数

在 ALC 控制器组态中的时间常数为控制器提供了过程的定性信息，可以是一个粗率的估计。但是，如果觉得控制效果不如预期的好，可以根据下面的原则来调整时间常数以精细地整定系统。

1. 如果控制器对设定值变化的响应太快导致大的超调，可以增加时间常数。

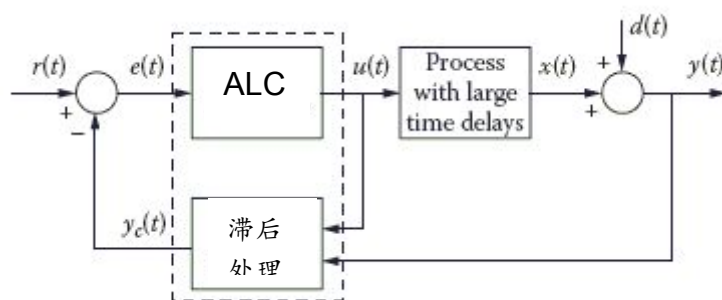
2. 如果控制器对设定值变化的响应不够导致过程响应太慢，可以减小时间常数。

5.2 滞后控制器

5.2.1 描述

许多工业过程控制对象都是具有纯滞后的对象，无论控制作用如何，在滞后时间阶段，控制作用对过程变量的影响是不可测的。也就是在这段时间内反馈作用失效，而反馈是自动控制所必须得到的信息。

用 PID 来控制大纯滞后过程，则控制器输出在滞后时间会不断增加，从而导致系统响应超调大，甚至使系统失控。通常，为了维持自动状态，不得不把 PID 参数调整的很弱，这就必然影响控制效果。一般而言，PID 控制器能控制 $\tau-T$ 比（滞后时间/时间常数）小于 1 的过程。对于大 τ/T 比的系统，则必须欠调 PID 参数，造成控制作用迟缓，不能有效地控制过程对象。史密斯预估器是处理具有大纯滞后过程的一种非常有用的控制方法，然而构造史密斯预估器通常需要精确的过程模型，否则，其性能不能令人满意。



如上图所示，单输入单输出抗滞后 ALC 控制系统由一个滞后控制器和一个具有大纯滞后的过程对象组成。

一个基于神经网络设计的滞后预估器对反馈信号进行处理，由于神经网络有很强的自适应能力，这个滞后预估器的设计相对来说比较简单，无需过程的定量信息。

5.2.2 控制器参数

过程增益 K_c

过程的控制增益，符号： K_c ，详细介绍见 P16

初始值： 1

时间常数 T_c

过程的控制增益，符号： T_c ，详细介绍见 P16

初始值： 20 秒

控制时间间隔

控制器两次采样-控制计算之间的间隔时间

初始值： 1 秒

滞后时间

被控过程的滞后时间（秒），可通过一阶阶跃响应获得，详细介绍见 P16

初始值： 10 秒

PI 控制器性能指数

辅助调整控制器性能参数，增大 PI 可加强调节作用强度，减小 PI 则弱化调节作用强度，PI=1 时无作用。有效设定范围在 0.1~10 之间。

初始值： 1

前馈增益

前馈增益

初始值： 1

前馈时间常数

前馈时间常数

初始值： 20

死区

输出不随输入变量值的变化而变化的区间，如设置了死区，当偏差小于等于死区参数时，控制器的输出将保持，控制器的输出不会因 PV 在小范围内波动而变化，可以减小因控制器的频繁输出而造成对诸如阀门等执行机构的损坏，延长执行器的寿命，提高系统的稳定性。单位降低控制精度。默认值为 0，即不设置死区。

控制器最小输出值

控制器输出的最小值(百分比)，

初始值： 0%

控制器最大输出值

控制器输出的最大(百分比)，

初始值： 100%

控制器输出限速

控制器每次输出变化的最大值(百分比)

初始值： 10

5.2.3 使用指导

抗滞后 ALC 系统启动步骤

一个滞后控制器的启动和维护步骤如下：

1. 在手动模式下做一组阶跃响应，获取过程的增益、时间常数、滞后时间等参数信息并正确设置；
2. 将控制器切换到自动模式；
3. 观察控制器的控制效果；
4. 当处理大滞后过程时，请保持耐心。例如，在改变了设定值后，可能需要等待比较长的时间才能看到过程变量对控制信号产生的响应。这是此类过程的本质所决定的。
5. 不要试图增加控制器增益以增加控制器输出并希望过程更快响应。因为过程具有大滞后，在滞后时间内无论你怎么操作，过程都不会响应。因此只有耐心等待。

6. 根据运行效果修正控制器参数使其处于最佳工作状态。

5.3 非线性控制器

5.3.1 描述

线性控制系统理论已经相当成熟，但非线性控制依然是现代控制理论中一个最具挑战性的课题。非线性过程之所以难于控制，主要是由于过程的非线性类型多，非线性系统相当复杂。因此，很难开发出一种能处理各种各样非线性过程的控制器。通常，先要对非线性过程进行线性化后，才能获得满意的控制效果。如采用方向相反的非线性函数来补偿过程的非线性特征，使得过程的输入和输出关系近似线性。但是，由于过程存在的不确定性，非线性拟合往往以失败而告终。

ALC 非线性控制器为解决非线性控制难题提供了一种有效的方法。它非常适用于非线性过程，或配有非线性的传感器，执行器及其它元件的过程。

流量和压力回路是典型的非线性过程，在不同的工作条件下会使执行器的控制作用也不相同。阀门不可避免的损伤老化也会使线性变为非线性，用传统的非线性拟合方法来解决这个非线性问题，其难度和成本都是非常大的。ALC 非线性控制器比较适用于这类过程。

除了标准控制器参数——采样时间、时间常数、控制器增益，非线性 ALC 控制器还有一个额外的参数：非线性系数。

非线性系数是“-10~10”之间的一个数。“10”代表了一个极端非线性快开过程，“0”则代表了一个线性过程，“-10”代表了一个极端非线性快关过程。

5.3.2 控制器参数

过程增益 K_c

过程的控制增益，符号： K_c ，详细介绍见 P16

初始值： 1

时间常数 T_c

过程的控制增益，符号： T_c ，详细介绍见 P16

初始值： 20 秒

控制时间间隔

控制器两次采样-控制计算之间的间隔时间

初始值: 1 秒

死区

输出不随输入变量值的变化而变化的区间，如设置了死区，当偏差小于等于死区参数时，控制器的输出将保持，控制器的输出不会因 PV 在小范围内波动而变化，可以减小因控制器的频繁输出而造成对诸如阀门等执行机构的损坏，延长执行器的寿命，提高系统的稳定性。单位降低控制精度。默认值为 0，即不设置死区。

控制器最小输出值

控制器输出的最小值(百分比)，

初始值: 0%

控制器最大输出值

控制器输出的最大(百分比)，

初始值: 100%

控制器输出限速

控制器每次输出变化的最大值(百分比)

初始值: 10

5.3.3 使用指导

前馈增益

决定前馈信号对控制器的影响强度；

时间常数

决定前馈信号对控制影响的时间长度。

5.4 时变控制器

5.4.1 描述

ALC 时变控制器用于控制时间常数或纯滞后时间变化变化不确定的过程。例如，由于加热过程比除热过程要快得多，因此对于一个温度控制回路来说，加热过程的时间常数较小而

冷却过程的时间常数较大。此外，流速或流量的变化也会改变过程的纯滞后时间。

ALC 时变控制器的参数中包括 2 个额外参数，即最大滞后时间和最小滞后时间，这里的滞后时间指的是过程时间常数与纯滞后时间的和。无需重新整定控制器参数，该控制器就能控制时间常数变化大和（或）纯滞后时间变化大的过程。

5.4.2 控制器参数

过程增益 K_c

过程的控制增益，符号： K_c ，详细介绍见 P16

初始值： 1

时间常数 T_c

过程的控制增益，符号： T_c ，详细介绍见 P16

初始值： 20 秒

控制时间间隔

控制器两次采样-控制计算之间的间隔时间

初始值： 1 秒

最小滞后时间

最小滞后时间的估计值（秒），

初始值： 10

最大滞后时间

最大滞后时间的估计值（秒），

初始值： 30

死区

输出不随输入变量值的变化而变化的区间，如设置了死区，当偏差小于等于死区参数时，控制器的输出将保持，控制器的输出不会因 PV 在小范围内波动而变化，可以减小因控制器的频繁输出而造成对诸如阀门等执行机构的损坏，延长执行器的寿命，提高系统的稳定性。单位降低控制精度。默认值为 0，即不设置死区。

控制器最小输出值

控制器输出的最小值(百分比),

初始值: 0%

控制器最大输出值

控制器输出的最大(百分比),

初始值: 100%

控制器输出限速

控制器每次输出变化的最大值(百分比)

初始值: 10

5.4.3 使用指导

5.5 pH控制器

5.5.1 描述

生产制造过程中所产生的废水必须要先进行中和处理, 然后才能排放和重新使用。因此, 许多工厂都需要控制 pH 值, 然而, 大部分 pH 控制回路的效果不能令人满意, 难以保证产品质量, 污染环境, 浪费原材料。与此同时, 环境保护对污水排放的指标也越来越严, 因此, 急需对 pH 值进行有效地控制。

酸碱度 pH 过程本身具有极端非线性, 并带有不同程度滞后, 酸碱药剂用量不当则不仅影响到 pH 控制精度, 增加设备腐蚀程度, 还会增加药剂消耗, 导致生产成本增加, 降低生产效率和产量。此外, 由于源水的 pH 值和流量经常随机变化, 进一步增加了自动控制难度, 传统基于 PID 控制技术难以满足对 pH 值的精确有效控制。

ALC pH 控制器的自适应能力能补偿增益的非线性变化, 可以满足 pH 过程非线性控制和抗滞后控制的需要, 实现全量程范围内对中和反应 pH 值的精确控制, 具有加酸中和、加碱中和、双向中和等不同类型的中和反应 pH 控制功能, 以及对被中和液流量、pH 值扰动的抑制能力。

5.5.2 控制器参数

过程增益 K_c

过程的控制增益, 符号: K_c , 详细介绍见 P16

初始值: 1

时间常数 T_c

过程的控制增益, 符号: T_c , 详细介绍见 P16

初始值: 20 秒

控制时间间隔

控制器两次采样-控制计算之间的间隔时间

初始值: 1 秒

死区

输出不随输入变量值的变化而变化的区间, 如设置了死区, 当偏差小于等于死区参数时, 控制器的输出将保持, 控制器的输出不会因 PV 在小范围内波动而变化, 可以减小因控制器的频繁输出而造成对诸如阀门等执行机构的损坏, 延长执行器的寿命, 提高系统的稳定性。单位降低控制精度。默认值为 0, 即不设置死区。

控制器最小输出值

控制器输出的最小值(百分比),

初始值: 0%

控制器最大输出值

控制器输出的最大(百分比),

初始值: 100%

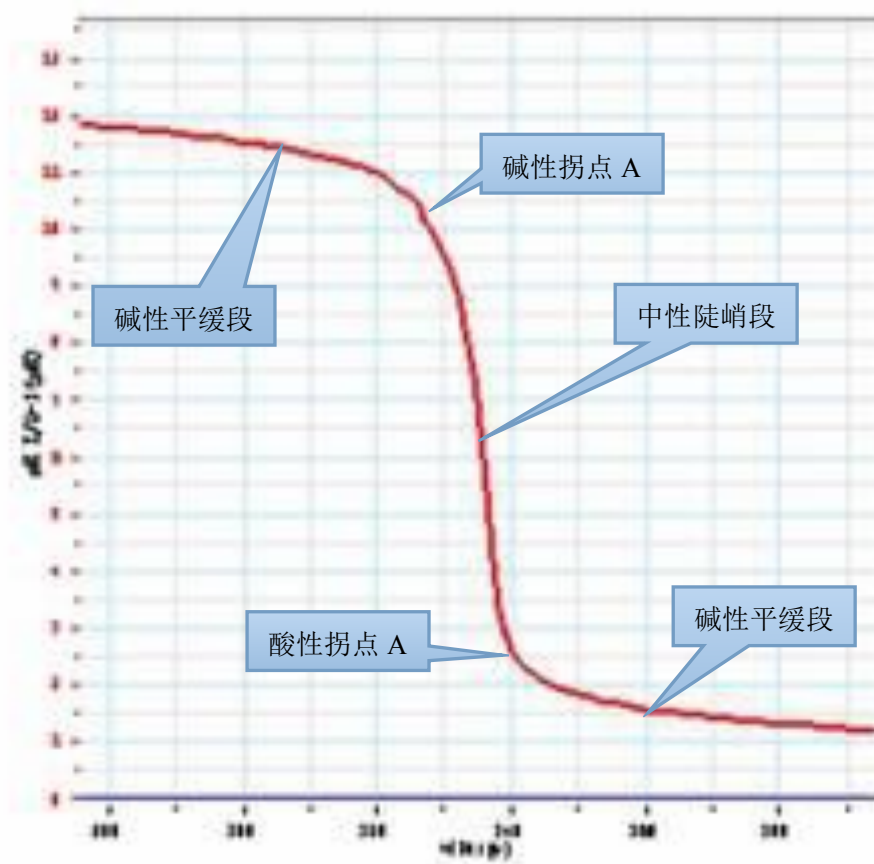
控制器输出限速

控制器每次输出变化的最大值(百分比)

初始值: 10

5.5.3 使用指导

ALC pH 控制器的设计步骤



pH过程参数

K1----陡峭段的过程稳态增益;

K2----平缓段的过程稳态增益;

Break Point A — 滴定曲线拐点 A;

Break Point B — 滴定曲线拐点 B。

估计陡峭段增益K1

如果趋势图不能提供过程稳态增益的足够信息，推荐用开环阶跃测试来获得。

1. 系统处于开环控制状态，等 PV 值达到一个 pH 值的稳态（如 pH=6）;

2. OP 值作幅值 1%到 5%的改变，等 PV 值达到稳态;

3. 基于 PV 和 OP 值的改变, 计算过程斜坡 1 的稳态增益, 用下面的公式:

$$K1 = \frac{\Delta PV / PV_Range}{\Delta OP / OP_Range} \quad (6-4)$$
$$= \frac{100\Delta PV}{\Delta OP(ULpv - LLpv)},$$

这里, Δ 是变化偏差, Range 是 PV 和 OP 的量程。

例如, 假设:

$$Range_PV = 14 - 0 = 14,$$

$$Range_OP = 100 - 0 = 100,$$

$$\Delta OP = 0.1, OP \text{ 改变 } 0.1\%$$

$$\Delta PV = 1, PV \text{ 从 } 6 \text{ 变到 } 7。$$

那么静态增益为:

$$K1 = \frac{1/14}{0.1/100} = \frac{1000}{14} = 71.4.$$

注意这是过程在陡峭段的稳态增益, 称之为 $K1=71.4$ 。这样可以将陡峭段的 Kc 设为 $1/K1=1/71.4=0.014$ 。

估计平缓部分增益K2

根据滴定曲线估计 K2, 例如图 6-3, 假设可观察到 K2 小于 K1 达 50 倍。因此 $K2=1.4$ 。将平缓段的 Kc 设置为 $1/K2=1/1.4=0.7$ 。