

超高精度PID控制器的特殊功能 (5) ——传感器线性化处理功能及其应用

Special Function of Ultra-High Precision PID Controller (5): Linearization Processing Function of Sensors and Its Application

摘要：在测量和控制领域内大量应用的各种传感器普遍存在非线性输出特性，需要进行线性化处理才能准确和可靠使用，而由于技术复杂度、应用需求和成本等因素的考虑，目前还是有很多传感器并未进行完备的线性化处理。为了解决这些传感器在实际应用中由非线性带来的测量和控制误差，本文介绍了具有八点拟合线性化处理功能的超高精度多功能PID控制器，线性化处理操作简单，适用于绝大多数非线性传感器的准确测量以及相应的准确控制。

1. 背景介绍

在工农业生产、军事以及科研领域内的众多控制设备中，会使用到各种传感器，例如电容的、电阻的、电感的、阻抗的、电流计的、电化学的、化学/生物场效应晶体管、表面声波等。通常，传感器的响应可以是电压或电流、频率或时间信号。在大多数情况下，传感器的输出信号随着被测参量的变化而非线性变化。此外，在许多情况下，温度、湿度或压力等环境因素也会非线性地影响传感器特性，有时，这些环境因素会改变传感器的输入-输出关系。作为一个典型例子，图1显示了陶瓷湿度传感器的非线性阻抗响应，图中还显示了所需的线性响应。

从图1所示的响应曲线可以看出，此湿度传感器具有29%的非线性度，如果直接将此非线性严重的传感器直接接入用于湿度控制的PID控制器上，势必给线性控制的PID控制器带来很大误差，为此势必要对传感器进行线性化处理。

由于不同传感器的非线性千差万别，对传感器是否进行以及如何进行线性化处理的选择取决于传感器的非线性复杂度、处理能力、所需精度、执行速度、应用需求和成本，由此目前还存在大量未经线性化处理的传感器。

在各种应用领域中的PID控制，绝大多数PID控制器或PID调节器往往都是线性控制，如果直接在控制过程中直接使用这些非线性传感器作为测量信号进行闭环控制，这些传感器的非线性势必会给控制过程带来很大误差和影响控制效果。为了解决此问题并保障PID控制精度，而且解决方法还需要满足大多数非线性传感器的需要，就势必需要从PID控制器着手，需要PID控制器需要具备传感器信号的线性化处理功能。

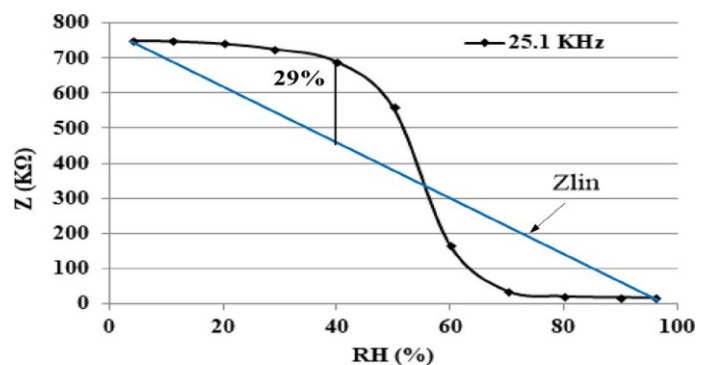


图1 陶瓷湿度传感器的非线性阻抗响应

在传感器线性化处理方面，有硬件电路线性化和软件数字线性化两种技术。显然，为了适应众多不同非线性响应的传感器，PID控制器中的非线性功能只能采用软件数字线性化技术，且这种技术已经在绝大多数PID控制器中的温度传感器线性化处理中得到应用，对应用最为广泛且非线性特性严重的各种标准规格的热电偶、热电阻、热敏电阻等温度传感器，PID控制器中已经集成了软件数字线性处理功能，但对其他非线性传感器的软件数字线性化处理还是无能为力。

为了解决上述问题，本文将介绍如图2所示的采用了更高端微处理器的超高精度PID控制器，在实现超高精度24位AD模数转换和16位DA数模转换的同时，还充分发挥了微处理器的速度和数据处理能力，在现有各种温度传感器线性化处理的基础上，增加了八点拟合线性化处理功能，通过相应的面板按键操作或所配软件的设置，可满足绝大多数现有非线性传感器的线性化处理需要，并能保证PID控制精度和可靠性。



图2 VPC-2021系列超高精度PID控制器

2. PID控制器8点线性化处理功能

PID控制器8点线性化处理功能是通过8组数据组成线性化表，将输入值经过最小二乘法拟合计算产生输出值和显示值。如图3所示，在使用此功能时，所选的输入值（X轴，代表传感器输出的电压或电流值）必须是递增形式，而对应的测量值或显示值则可以是递增或递减关系。

自定义传感器非线性输入支持以下三种输入类型和对应量程：

- (1) 20mV、100mV；(LSB: 0.01mV)。
- (2) 0-10mA、0-20mA、4-20mA；(LSB: 0.001mA)。
- (3) 0-1V、0-2V、0-5V、1-5V、0-10V、2-10V；(LSB: 1mV)。

在PID控制器面板上的按键操作以及对应菜单及说明，如图4所示。在计算机软件上的操作以及界面，如图5所示。

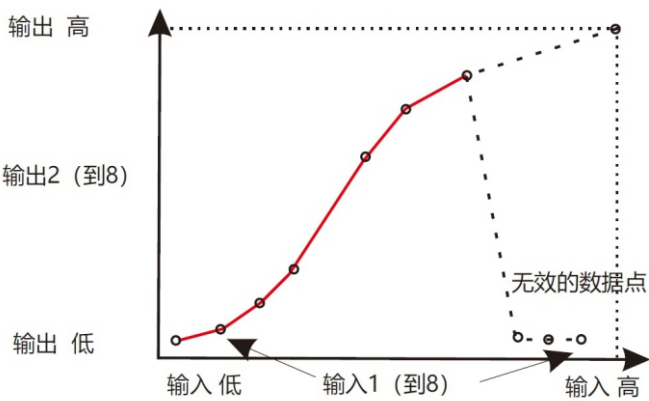


图3 八点线性化处理功能示意图

分子菜单	说明	数值范围	默认值
Electrical value 1	电压/电流	当前输入类型的电气值范围(0-20000LSB)	0
Display value 1	显示值	当前电气输入类型对应显示的工程量值 (-10000-30000LSB)	0
Electrical value 2	电压/电流	同 Electrical value 1	0
Display value 2	显示值	同 Display value 1	0
.....			
Electrical value 8	电压/电流	同 Electrical value 1	0
Display value 8	显示值	同 Display value 1	0

图4 八点线性化处理面板按键操作说明

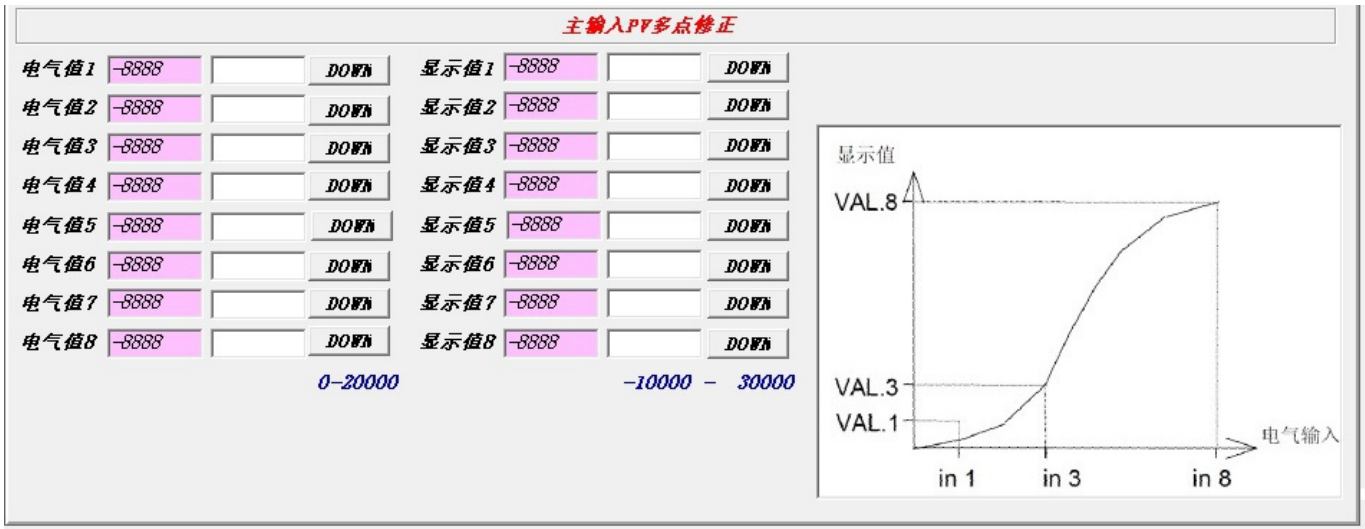


图5 八点线性化处理计算机软件操作界面

3. 总结

综上所述，本文所介绍的超高精度PID控制器，除了具有超高的测量精度和控制精度之外，更具有强大的各种辅助功能，共具备47种信号输入类型，在集成热电偶、热电阻、热敏电阻这些典型常用的温度传感器线性化处理功能的基础上，可对各种其他传感器的非线性输出信号（电压和电流）进行8点拟合处理，可有效保障非线性传感器在各种控制仪器和设备中的准确使用。

本文所介绍的超高精度PID控制器，具有单通道和双通道两个型号，其中双通道PID控制器也同样具有8点线性化处理功能，两个独立控制通道可各自选择是否进行进行线性化处理并进行相应的设置操作。