

PID 控制器的研究与分析

肖冰桀

(华北理工大学 河北唐山)

摘要: 本文采用根据自身学习经验, 介绍调节 PID 控制器, 通过调节图形曲线对比, 分析 PID 控制规律, 并讲解 PID 控制器的一些控制类型, 分析不同控制类型的特点与不同场合采用何种控制方法, 以及 PID 控制参数的调节。分析 PID 控制器调节的方法, 能够更快入手。

关键词: PID 控制器 误差调节 稳态误差

1. PID 控制器简介

PID 控制就是比例-积分-微分控制, 在工业控制中运用广泛。PID 用于调节连续时间波形的控制器, 根据不同的工业要求采用不同的 PID 控制器。在实际应用中, 我们可以根据被控对象的特性和控制性能的要求, 灵活的采用不同组合的 PID 控制器, PID 控制器的结构式如下:

$$u(t) = K_p [e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{d(e(t))}{dt}]$$

比例控制可以对被控对象输出的误差迅速反应, 从而减小稳态误差; 但是比例控制设置值过大, 响应虽快, 却极易引起系统的不稳定, 对于控制要求不高的系统可以采用比例控制。积分控制作用主要是消除误差, 若系统中有积分控制, 最后的输出将于输入一致; 但是积分控制会降低响应速度, 适合一些对于响应速度没有多大要求而要求无误差的控制系统。微分控制可以减少超调量, 并克服系统的振荡现象, 使得系统的稳定性提高; 但是微分控制极难调节, 如果参数调节不正确就很难达到预期效果。因此, 在一些多方面都要很高的控制系统中才会看到比例-积分-微分控制器同时使用。

2. PID 控制器的现状

目前 PID 控制器的使用极其广泛, 不管在工业领域还是小小的电子器件上, 都能够看到它的身影。目前在工业反应罐上采用的大多数都是 PID 控制器, 控制液罐的水位、反应温度、混合物的比例等等。在西门子流程行业比赛中, 他们均采用 PID 控制器调节, 根据不同的工业参数要求制定不同的控制器类型, 最后达到一个最优的整体控制, 得到一个令人满意的结果。

在生活中, 我们也会利用 PID 控制器控制一些平衡物体, 采用 PI 控制器或 PID 控制器来控制物体的平衡, 控制器根据被控对象的摇摆程度很快的做出响应, 确保物体不会倒下。另外, 我们还常用 PID 控制器来控制电机的转速, 根据双闭环结构采用两个 PI 控制器控制电机的转速和电流大小, 从而来控制电机的最快速启动和停止。

目前, 虽然兴起了很多控制器, 如模糊控制、神经网络控制、遗传算法、黑箱控制等等, 但 PID 控制器的研究却不因为兴起控制器的一些优势而淘汰, 而是被嵌入其他的控制器中, 从而出现了模糊 PID 控制器、神经网络 PID 控制器、遗传算法 PID 控制器等。

3. PID 控制的类型

PID 控制器有多种类型常用的有 P 控制器、PI 控制器、

PD 控制器、PID 控制器。接下来我们介绍各个类型的特征和运用场合。

P 控制器, 它的响应速度快, 控制简单。但 P 控制器误差大, 振荡幅度大, 无法做到误差调节。可以控制一些对精度要求不高的控制系统, 并且需要快速响应。这样的话 P 控制器就可以实现这些控制, 比如我们要控制一个大缸里的水, 我们希望水位在缸的 1/3 到 2/3 之间, 这时我们设定要到达的水位为水缸的 1/2 处, 我们希望水缸的水能够快速实现。此时 1/3 到 2/3 之间的水位宽度很大, 我们的 P 控制器可以实现在这个间距较大的水位调节, 我们只要选择一个中间水位为 P 控制器的目标水位, 此时水位只要在要求的区间超过 1/2 或者少于 1/2 都没关系, 像这样的控制系统就可以运用最简单的 P 控制器。

PI 控制器在 P 控制器中升级了无误差调节, 加入 I 控制, PI 控制器的响应速度就会比 P 控制器的速度慢很多, 但是它能够做到无差调节。PI 控制器是一种线性控制, 它是根据给定值与实际值输出所构成得偏差, 将偏差的比例-积分通过线性组合构成控制量, 对被控对象进行无差控制。PI 控制器具有结构简单、稳态无静差调节等优点, 在许多工艺上大量应用, 比如电机的最优控制就是双闭环两个 PI 控制器实现的。在匹配好比例-积分参数, 系统就可以实现最优控制, 响应速度较快, 实现无静差调节, 是精准控制的最好选择。

PD 控制器就是比例-微分调节, P 为比例控制器, 可以提高系统的响应速度, D 为微分控制器可以减少超调量, 降低系统的振荡, 确保系统可以正常运行。为了方便对复杂的非线性系统的控制研究, 我们引入控制规律的分解方法, 其核心思想就是把整个系统分为完全独立的伺服部分和模型部分, 对于伺服部分来说模型部分的参数与是否为非线性已经不重要了, 将模型部分与伺服部分连接起来就是线性化。

4. 总结

在学习 PID 过程中, 对 PID 控制器的不了解, 走了很多弯路。因此, 根据自身学习经验总结出 PID 的一些学习方式。首先对 PID 控制器做一个简单的介绍, 讲解 PID 的计算公式。然后介绍 PID 的发展状况, 帮助初学者了解 PID 运用领域与作用, 知道 PID 运用的方式方法。再然后介绍 PID 控制器的类型, 介绍不同要求选用不同的 PID 控制, 初学者可以根据介绍来调节自己所需要的参数。PID 控制器目前用于工业控制最多, 主要用于液罐反应控制、温度控制、

(下转第 56 页)

(上接第 75 页)

液位控制等等。PID 在几十年的发展过程中逐渐走向成熟,初学者可以根据前人总结的经验去学习。另外,可以很好的避免一些坑,因为我们刚开始学习 PID 时,总是会对 PID 有很多误区,不知道什么是 PID, PID 的作用是什么?对于这些问题一窍不通,对 PID 没有一些初步认识,这样学习 PID 的话很容易将自己代入误区。因此,我们根据自己学习经验总结出一些学习 PID 的方法,分析如何更好的去学习 PID,这将能够帮助初学者避免一些不必要的麻烦,也容易理解。

PID 控制是目前最广泛的一种控制方式,采用 PID 控制温度、水位、化学反应流量等等,是一项看似简单难度系数却非常大的项目,特别是控制高精度仪器或者高精度要求的控制系统,有时一个控制系统需要不同类型的 PID 控制器来完成,并不是一个系统只能运用一个控制器。目前来说,这种多种类混合控制器是非常常见,因为要控制的对象不同,

参数调节不同,因此需要不同的控制器来完成。在运用 PID 调节过程中,我们要学会掌握不同类型的 PID 控制器的作用与运用场合,再根据我们所要求实现的参数精度完成控制调试,这样就可以做到又快又准的调节技术,不至于一头雾水,不知从何开始。

参考文献:

[1]周岳.新能源快速功率调节 PID 算法的应用和优化[J].科风,2021(01):1-2. [2]高礼科,倪福生,蒋爽.基于模糊 PID 控制器的旋流泵调速控制[J].自动化与仪表,2020,35(12):72-76.

[3]凡占稳,单琼飞,尹承锬,杨广文,王赫,丛培武.基于单神经元 PID 的真空炉自适应温度控制[J].金属热处理,2020,45(12):237-241.

[4]林继.基于智能控制的 PID 控制方式的分析[J].冶金管理,2020(23):67-68.

[5]杨莉.客舱温度模糊 PID 自适应控制系统的仿真研究[J].机电一体化,2020,26(06):13-19.