位置式PID

### PID控制原理

PID控制器应用最广泛，结构简单，鲁棒性高。控制系统是材料试验机的核心，他的精度和可靠性很大程度上决定了试验机的性能。随着电子技术的发展，闭环控制已经是其中必不可少的一部分了。

PID控制为闭环控制中的经典的方法，PID控制分为比例、积分、微分三个环节，分别考虑的当前的误差，过去的误差以及误差的变化率，通过误差E来调节输入U，从而使输出X尽可能的维持到参考值R。 Kp、Ki、Kd这三个参数决定了控制器的性能，仿真过程中就要对这三个参数进行整定。

图示, 示意图

描述已自动生成

PID控制原理图

PID控制规律:

式中，偏差

拉普拉斯变换后：

传递函数为：

### 2.PID参数整定方法

PID参数整定方法中，经典得ZN法（也叫临界比例度法）发展较久，但是需要使用比例控制使系统输出等幅震荡曲线，适用性较差，所以本文选择使用凑试法对PID参数进行整定。

比例环节是PID控制的核心，主要的控制效果由比例环节提供，所以比例增益的选取非常重要，比例增益Kp增大会加快系统的响应速度，减小稳态误差，同时也会使超调量的增加，降低控制的稳定性，Kp过小会使系统达不到目标值。

积分环节是通过过去的误差对当前系统的一个调整，积分增益Ki增大会大幅度减小稳态误差，但也会使系统的稳定性变差，过大会使系统反应迟钝,，积分时间Ti越大，积分环节的效果越弱 。

微分环节通过当前误差的变化率对系统进行调整，起到预测的效果，Kd增大可以有效的减少超调量，减少调节时间，系统稳定性变好，但由于微分环节对误差较敏感，过大会导致系统振荡频率变大，。但是微分环节要根据不同的物理特性来应用，微分环节对误差的变化率非常敏感，可能会导致PID控制器对系统产生巨大得输入值，系统可能无法承受这么大的输入，所以微分增益要谨慎选取。

表4-1　PID参数整定表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 调整方式 | 上升时间 | 超调量 | 调节时间 | 稳态误差 | 稳定性 |
| Kp⬆ | 减少 | 增加 | 小幅增加 | 减少 | 变差 |
| Ki⬆ | 小幅减少 | 增加 | 增加 | 大幅减少 | 变差 |
| Kd⬆ | 小幅减少 | 降低 | 减少 | 变化不大 | 变好 |

整定时，首先只使用比例控制，调整比例增益Kp，从小逐渐增大，观察阶跃响应曲线，使响应曲线变为响应速度较快、超调量较小即可，如果此时稳态误差也在允许的范围内，且稳定性也满足了要求，那么使用纯比例控制即可。

如果输出曲线没有达到要求，此时就要考虑加入积分环节，同样，将积分增益由小到大增加，直到稳态误差减小甚至消除，但是积分环节会增大超调量，需要和比例增益Kp相互协调。

若此时PI控制的震荡较多不稳定或达不到要求，则加入微分环节，将Kd从0开始增大，直到达到要求为止，同时也要和Kp、Ki相互协调，逐渐凑试出满意的参数。