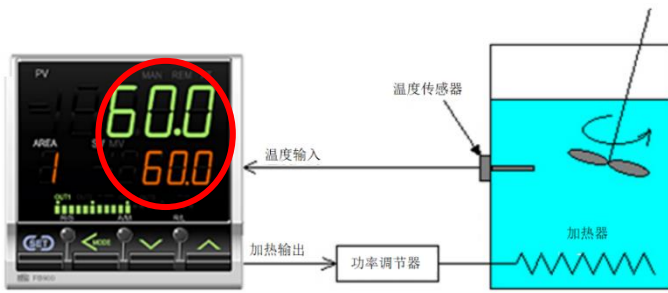


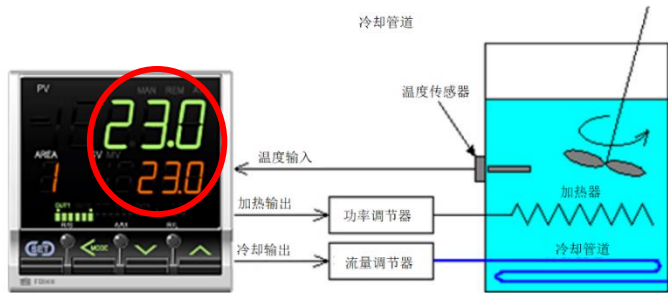
### 关于加热冷却控制

#### 1.什么是加热冷却控制



通常的加热控制系统是，为了使被控制点的测量温度（PV）与设定温度（SV）一致，进行 PID 控制计算，控制加热器的电源功率。左图就是加热控制系统的例子，控制容器内液体温度的系统。

在这个系统中被控对象的液体除自然冷却以外没有其他冷却手段，因此设定温度只有高于容器设置环境的温度时，才能实现温度控制。



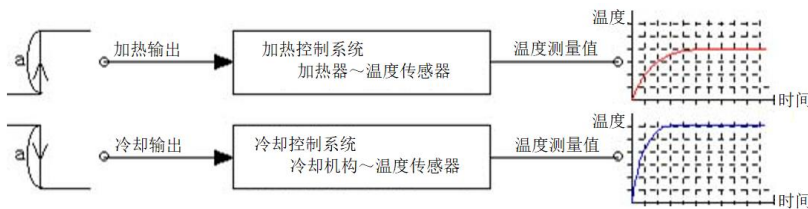
为了不仅实现高于环境温度时的控制，而且实现低于环境温度时的控制，这就不仅需要加热器也需要冷却液体的冷却机构，需要同时控制加热器和冷却机构。

通常可以选择加热冷却动作的控制仪表，加热侧是逆动作，冷却侧是正动作。

逆动作：温度测量值增加时，控制仪表的输出减少的控制动作。（温度上升→加热输出减少）

正动作：温度测量值增加时，控制仪表的输出增加的控制动作。（温度上升→冷却输出增加）

#### 2.设置加热冷却控制的 PID



需要加热冷却的应用都带有加热控制（加热器~温度传感器）和冷却控制（冷却机构~温度传感器），两个控制系统，并且在大多数情况下，加热系统和冷却系统的响应特性不一样。

为此控制仪表也被设计成分别设置加热系统和冷却系统的 PID 常数。

#### 设置加热冷却 PID 常数的方法

设置加热冷却控制的 PID 常数有两种方法。根据仪表的型号，档次以及制造商的不同而有差异。

##### (1) 只有比例带可以分别设置的类型

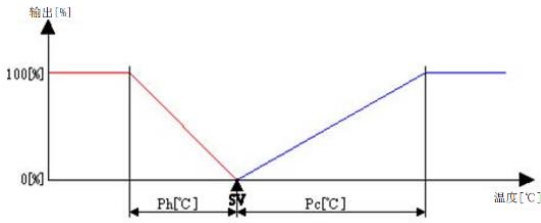
此类型比例带可以对加热系统设置加热比例带，对冷却系统设置冷却比例带。积分时间设置和微分时间设置则是加热系统和冷却系统共用。因此此类型的加热冷却 PID 控制仪表，由加热比例带，冷却比例带，积分时间和微分时间 4 个 PID 参数进行演算。

这种类型设置只增加了一个调整项目，虽然调整简单，但是微调整受限制。

##### (2) 加热控制系统和冷却控制系统可以独立设置的类型

此类型因为加热和冷却的 PID 常数可以分别独立设置，所以可以更精确地调整常数，但是很难得到最佳 PID 常数。

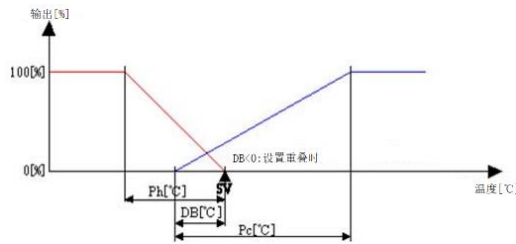
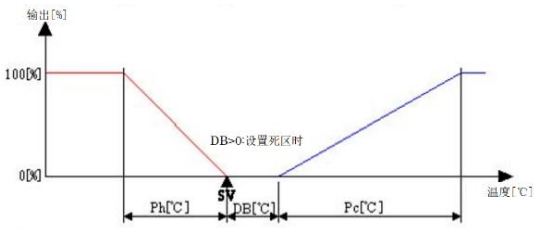
### 3.加热冷却 PID 动作



为了便于理解,我们来看一个加热侧和冷却侧都是比例控制的情况。

图中红线是加热输出,蓝线是冷却输出。如图所示,测量温度 PV 低于设定温度 SV 的领域是加热侧进行输出,测量温度 PV 高于设定温度 SV 的领域是冷却侧进行输出。

另外,在加热输出和冷却输出的切换点可以设置不感带(死区),或者重叠输出。



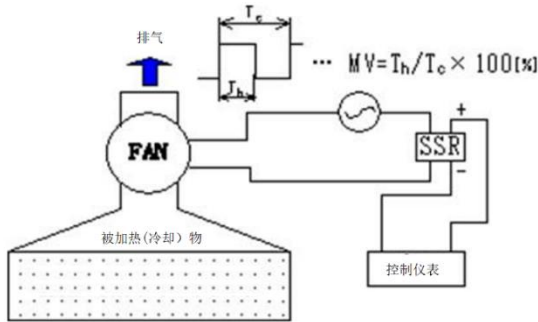
Ph: 加热比例带设置[°C]; Pc: 冷却比例带设置[°C]; DB: 重叠设置[°C]

### 4.冷却方法和冷却特性

#### (1) 电子冷却器

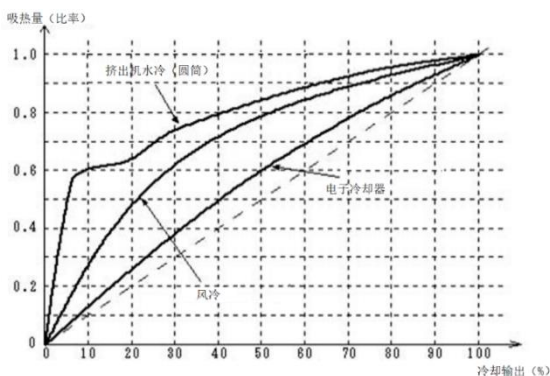
电子冷却器是利用帕尔贴效应的冷却器,帕尔贴素子的吸热面直接固定在被冷却物上,控制仪表的冷却输出和吸热量近似于线性关系。

#### (2) 使用风扇的风冷



用在风冷式塑料成型机等冷却方法是,将电风扇发生的风加到被加热(冷却)物上进行冷却的方法。通常使用继电器或者固态继电器控制电风扇的开关比率,来控制风量。因此控制仪表的输出和电风扇的开关比率成正比。但是因为电风扇的惯性和热传递的影响,所以冷却输出和吸热量是非线性关系。

#### (3) 用水冷却



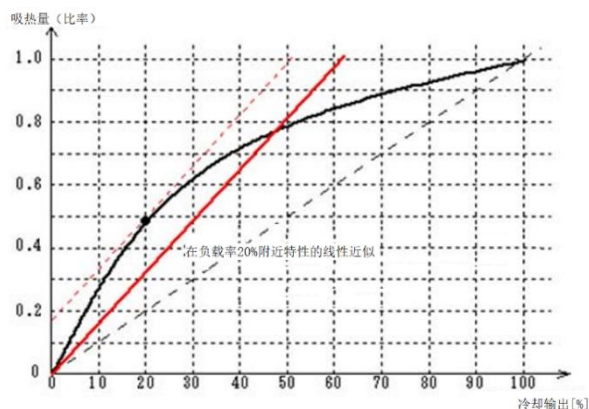
用水冷式塑料成型机等冷却方法是,利用控制电磁阀向冷却管注入水的冷却方法。冷却管是被配置在 100°C 以上的被加热(冷却)物上的水管。利用水的相变化或者热传递冷却。同空冷方法一样控制仪表的冷却输出和吸热量是非线性关系,比风冷有更强的非线性关系。

## 5.非线性的冷却特性和 PID 的自整定

在上面加热冷却控制的应用中，我们介绍了冷却侧的静态特性是非线性特性。在决定 PID 常数时，需要考虑加热系统和冷却系统的静态特性。如果可以近似看作是线性的话，则用一组 PID 常数就可以适用整个负载条件。如果不能看作是线性的话，则需要根据运行条件进行调整。

那么，对于非线性的控制对象，应该如何决定他的 PID 常数呢？

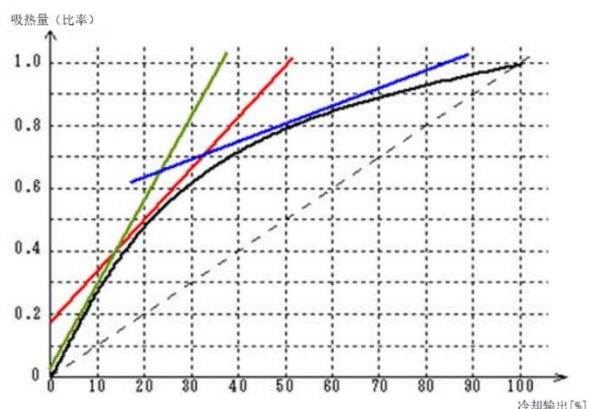
### (1) 控制点变动不大的场合



温度设定值：如果 SV 是一定的，也没有大变动的情况下，可以将其运行条件附近的响应特性近似看作线性，决定 PID 常数。

例如，像左图所示冷却特性的控制对象，在稳定运行期间负载率在 20% 的场合，将冷却侧 20% 附近的冷却特性近似看作直线决定 PID 常数，在这个负载率附近控制的话，可以得到良好的控制效果。

### (2) 控制点变动大的场合



温度设定值：SV 的变动幅度或者变动较大的场合，设备运行时负载条件也有很大差异，因此不能仅用一个运行条件来线性近似。为此，需要考虑设定温度条件或者负载变动条件等，切换到各个条件下对应的 PID 常数进行控制。

在左图的例子中，

[冷却负载率：20%以下的控制条件]（绿色）

[冷却负载率：20%前后的控制条件]（红色）

[冷却负载率：20%以上的控制条件]（青色）

等的负载条件下，决定线性近似的 PID 常数，再根据运行条件切换到相对应的 PID 常数。

## 6.总结

冷却侧控制，根据冷却方法的不同存在非线性特性，和通常的加热控制相比调整变得困难。尽管如此能用一台控制仪表同时控制加热和冷却，也是非常有效的控制方法。

为了最大限度地发挥加热冷却控制的优势，弊公司的控制仪表搭载了独创的加热冷却控制算法。无论是利用风冷还是超过 100℃ 的水冷都能得到良好的控制效果。

另外，为了能够得到良好的 PID 常数，我们准备了对应各种冷却系统的自整定功能，比如

[可以近似看作是线性的冷却控制系统]

[像空冷式挤出机那样冷却特性不能看作线性的冷却控制系统]

[像水冷式挤出机那样非常强的非线性冷却控制系统]

能对应更广泛的应用。

以上

如有咨询请联系我们：营业技术部电话(日本)：+81-3-3755-6622 (对应中文，北京时间 7:30-16:15)

咨询网页：<https://www.rkcinst.co.jp/chinese/contact/>