

串级控制和干扰响应的改善

1. 通过反馈控制改善干扰响应

在设备中使用控制仪表的目的就是，使设备的状态（温度）快速到达所希望的目标值（设定温度值）。并能在各种干扰下保持设备的状态和目标值的差为“0”。

下面我们以图 1 所示的温控仪表控制药液温度为例，考虑反馈控制是如何抑制干扰引起的控制状态的波动。

这个控制系统是根据药液的温度，改变阀门开度控制蒸汽流量，来控制药液温度的。如果干扰原因是蒸汽温度或蒸汽压力变化时，这些变化要等到药液温度变化之后阀门才会开闭。因此不能快速排除这种干扰引起的温度变化。图 2 所示蒸汽温度下降时的温度响应。

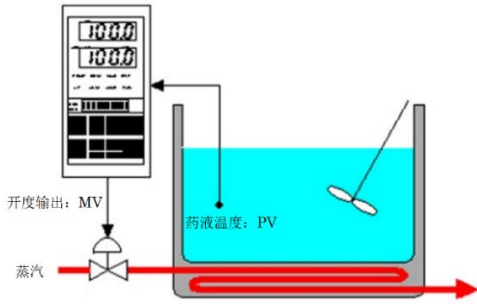


图 1: 控制药液温度

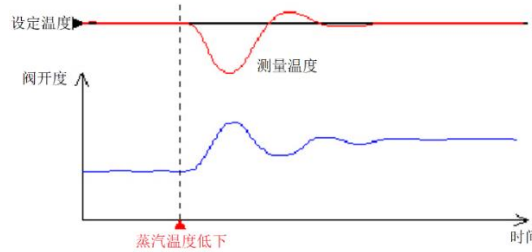


图 2: 蒸汽温度低下时的控制响应

2. 通过前馈控制改善干扰响应

在图 1 的控制系统中，如果能够测量蒸汽温度的变化，并且知道蒸汽温度变化所对应的修正量(开度输出: MV)，则使用前馈控制，与单独的反馈控制相比，能提高控制蒸汽温度波动的效果。(图 3)

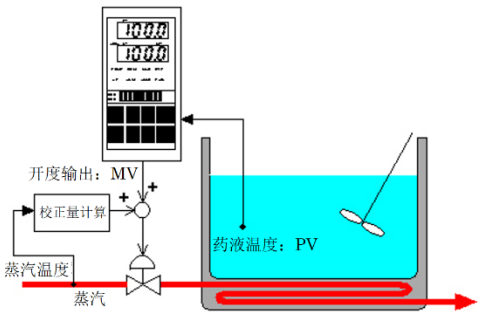


图 3: 前馈控制的蒸汽温度控制例

前馈控制系统能检测蒸汽温度并在蒸汽温度波动时及时抑制波动，因此可以抑制蒸汽温度变化对药液温度的影响，使药液温度波动最小。

但是，通常难以准确掌握药液温度变化和蒸汽流量的关系（干扰和过程状态的关系），因此组合前馈控制改善干扰的方法受到限制。另外前馈控制系统仅对蒸汽温度进行补偿，它不能有效地对应蒸汽压力的变化。

3. 通过串级控制改善干扰响应

图 1 所示的控制系统中假设干扰是来自“蒸汽温度的变化”或“蒸汽压力的变化”。无论那种情况，供给药液的能量都发生变化，结果导致药液温度发生变化。由此，即使蒸汽的温度或压力发生变动，只要蒸汽向药液供给的能量保持一定，药液的温度也应该保持一定。根据这个想法，我们可以构筑一个控制系统，通过测量药液槽底部的温度得到供给药液的能量，并将这个温度追加到控制回路中。(图 4)

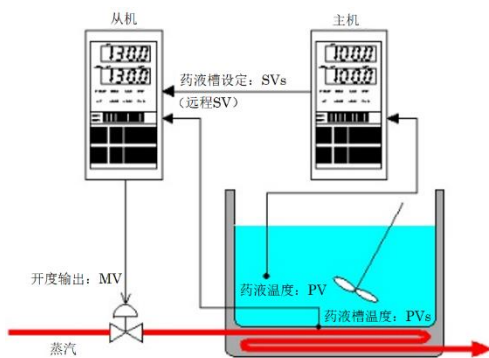


图 4: 串级控制回路

图 4 所示的多重回路的控制方式称为“串级控制”，其动作如下。

- 主控制仪表输出一个目标温度给从控制仪表，控制药液槽底部的温度。这个目标温度是由主控制仪表根据药液的目标温度和实际温度计算出来的。
- 从控制仪表控制阀门开度，实现主控制仪表输出的目标温度。

图 5 是串级控制回路框图。

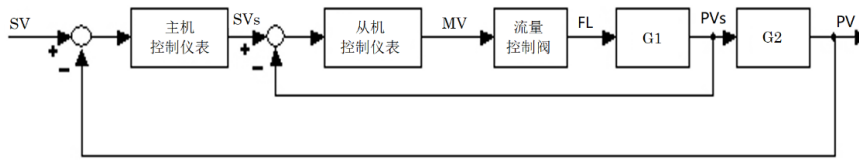
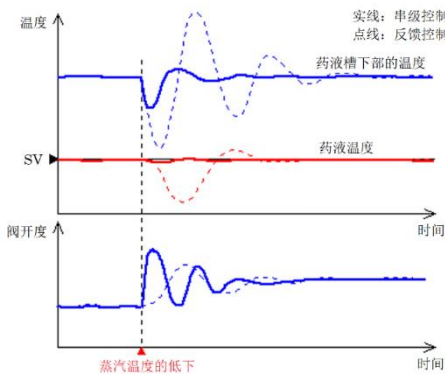


图 5: 串级控制回路框图

SV: 药液目标设定温度 FL: 蒸汽流量 SVs: 药液槽底部的目标设定温度
 PVs: 药液槽底部的测量温度 MV: 流量控制阀门开度输出 PV: 药液测量温度
 G1: 药液槽底部温度对蒸汽流量的响应特性 G2: 药液槽底部温度到药液测温点的响应特性



在串级控制中，当蒸汽温度或蒸汽压力发生变化时，利用药液槽底部的温度变化可以测量到这个变化，从控制仪表控制阀门开度。使主控制仪表输出的药液槽底部的设定温度和药液槽底部的温度差为“0”。可以看出，与图 1 的单独反馈控制系统相比，可以更快地抑制由于蒸汽温度干扰引起的药液温度波动。（图 6）

图 6: 串级控制的应答（与单独反馈控制的比较）

4.串级控制总结

如图 5 所示，在串级控制中，控制回路是一个 2 重回路，反馈本来目的控制量（药液温度）的回路称为主回路。在主回路内侧构成的回路称为从回路。（图 7）

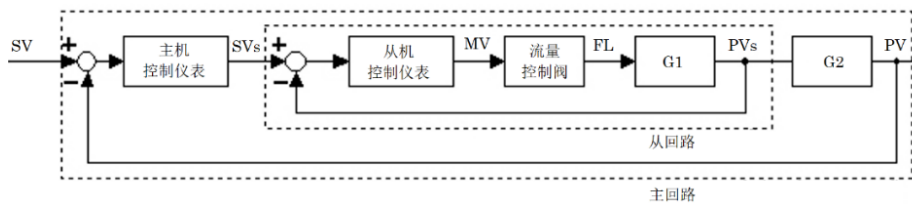


图 7: 串级控制回路框图

要实现有效的串级控制，需要满足以下条件

- 能构成从回路
- 干扰发生在从回路中
- 从回路的响应速度或延迟要比主回路的响应速度快或延迟小。

请注意，如果不满足这些条件的话，就不能达到改善效果。比如主回路中发生干扰的话就没有效果。

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/>