

串级双容水箱设备文档

一、串级水箱的结构和工作原理

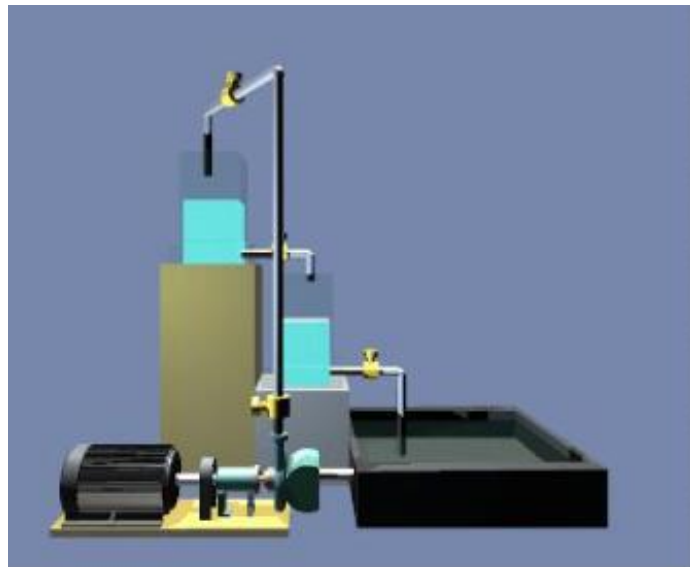


图 1 串级水箱示意图 a

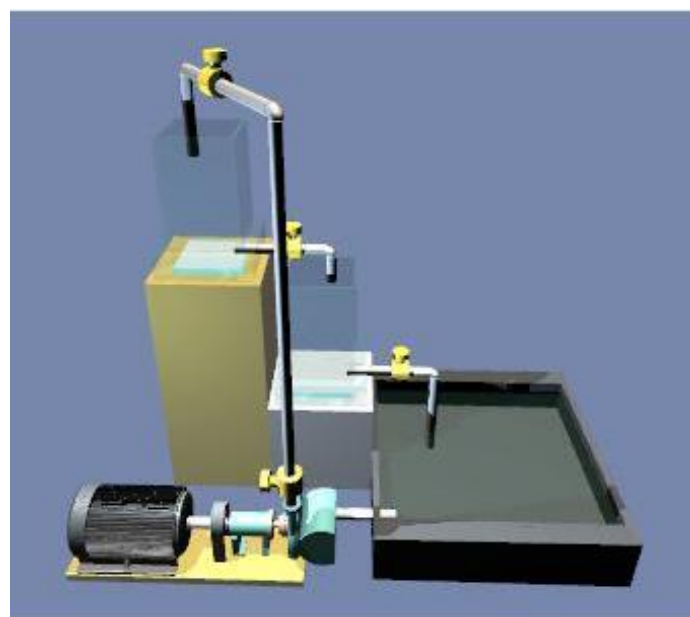


图 2 串级水箱示意图 b

串级水箱如示意图 1 和图 2 所示。通常串级水箱的设计中将通过实验进行建模，分别测定被控对象水箱在输入阶跃信号后的液位响应曲线和相关参数。通过磁力驱动泵供水，控制电动调节阀的开度大小，改变水箱液位的给定量，从而对被控对象施加阶跃输入信号，记录阶跃响应曲线。在测定模型参数中可以通过智能调节仪表改变调节阀开度，增减水箱的流入水量大小，从而改变水箱液位实现对被控对象的阶跃信号输入。

液位串级是复杂的过程控制系统，由主、副两个回路组成，每个回路中有各自的调节器和被控对象，即主回路中的调节器称主调节器，被控对象为下水槽，作为系统的主被控对象，下水槽的液位为主控制量。副回路中的调节器称副调节器，被控对象为上水槽，为系统副被控对象，上水槽液位为副被控量。

二阶双容液位被控对象：

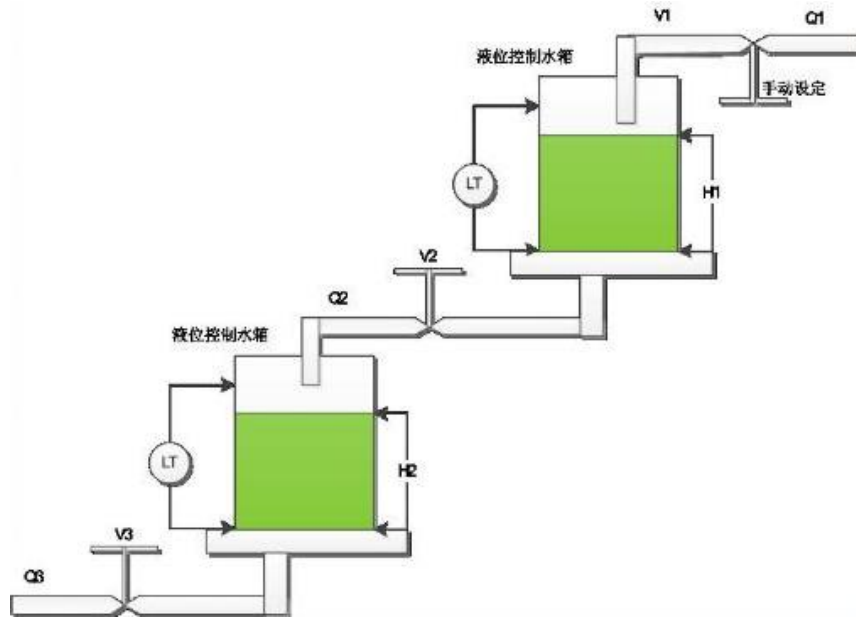


图 3 二阶双容液位被控对象

对于二阶被控对象，流入量 Q_1 的变化首先引起上水箱的液位 h_1 的变化，显然，流入量 Q_1 对被控变量的 h_2 的影响过程更为间接和复杂，所以采用简单的单回路控制系统很难达到满意的控制效果。采用双回路串级控制的方法来实现对双容水箱中下水箱 h_2 的有效控制。

二、串级水箱的数学模型

串级水箱的示意图如图 4 所示。其中 Q_1 代表入水量，入水靠水泵打入， Q_2 代表水箱 1 的出水量同时也是水箱 2 的入水量， Q_3 代表水箱 2 的出水量， h_1 代表水箱 1 的液位高度， h_2 代表水箱 2 的液位高度。出水管与连通管近似与水箱底面平行，忽略出水量的重力与所受摩擦力。根据托里拆利公式和动态物质平衡关系可以建立串级水箱的模型。若取如下状态

$$x_1 = h_1, x_2 = h_2$$

其中

x_1 —— 水箱 1 的液位高度

x_2 —— 水箱 2 的液位高度

带入参数得系统状态空间方程如下式所示

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = 29.6432u - 0.0199\sqrt{19.6x_1} \\ \dot{x}_2 = 0.0199\sqrt{19.6x_1} - 0.0199\sqrt{19.6x_2} \end{cases}$$

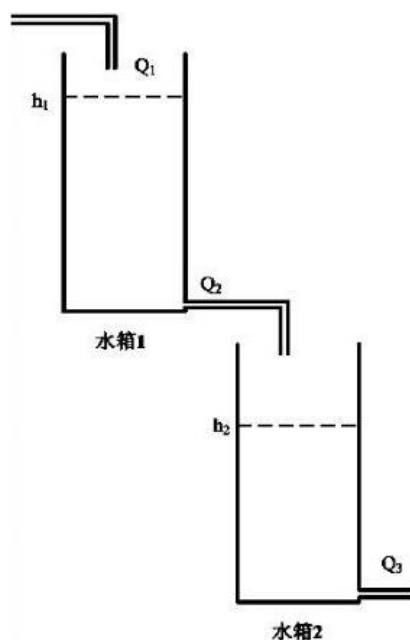


图 4 串级水箱简图

三、演示算法：PID

设定水泵输入电压为 10V，根据系统状态空间方程建立如图 5 所示的 Simulink 框图，其中 u 代表输入电压，系统模型为 S 函数编写的串级水箱非线性模型。对串级水箱进行比例控制，只调整 PID 模块的比例参数，积分和微分参数皆为零。但这种控制方法只能对两水箱其一进行控制。设定比例控制系数为 1.2 得到水箱 1 和水箱 2 的液位变化图如图 6 和图 7 所示。

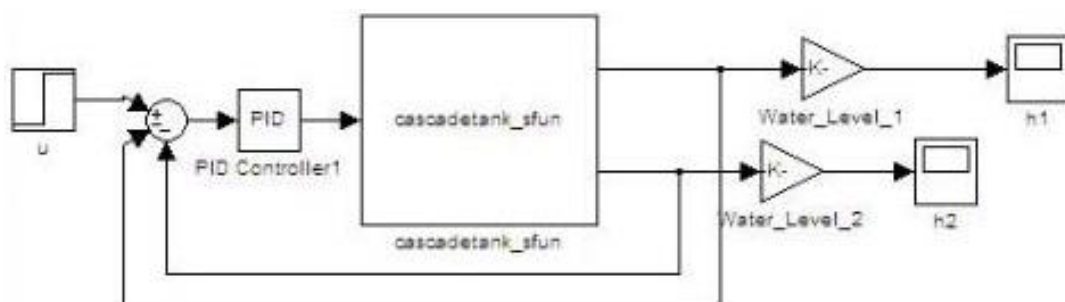


图 5 串级水箱的 Simulink 框图

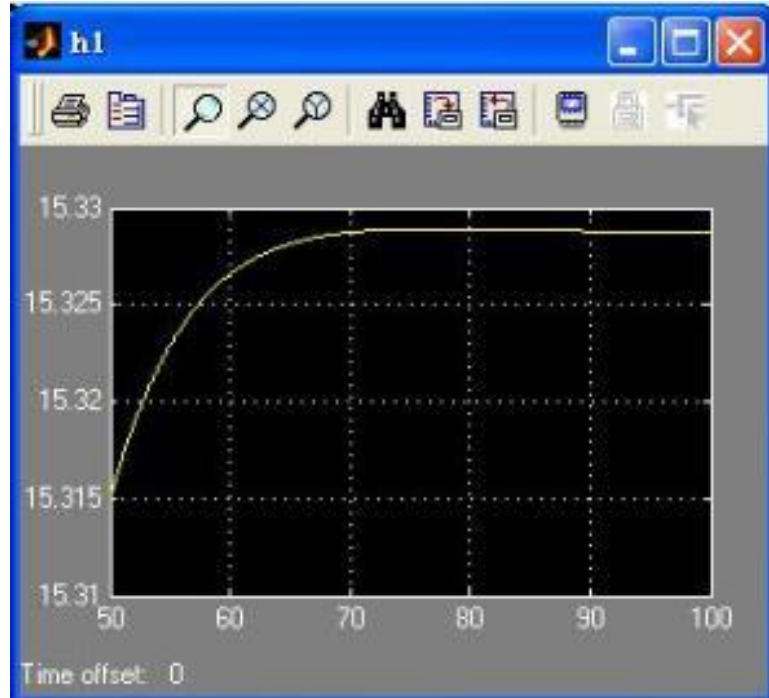


图 6 水箱 1 的液位图

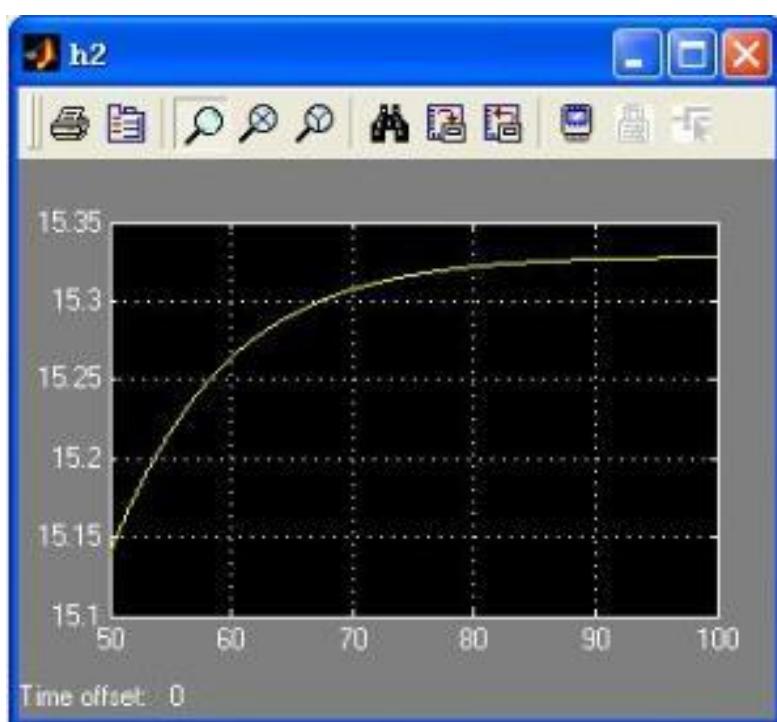


图 7 水箱 2 的液位图