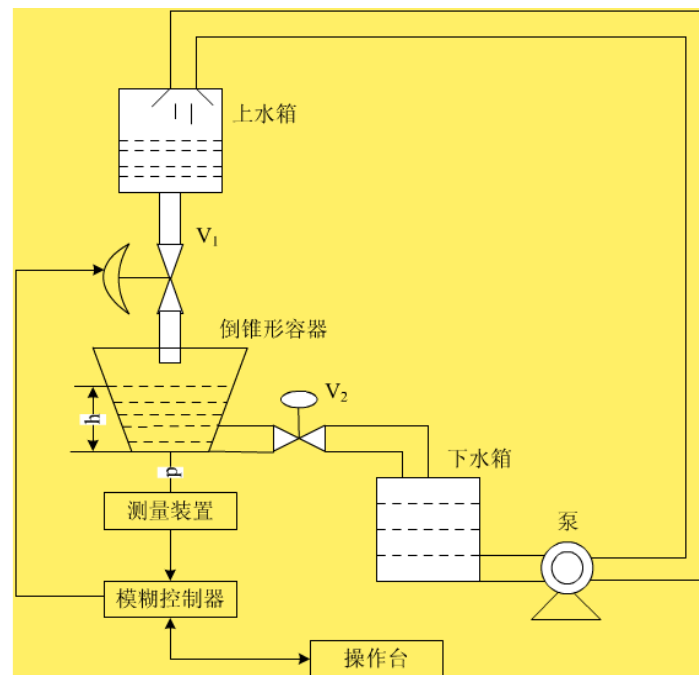


## 考虑如下液位系统的模糊控制器设计。



- 受控对象：倒锥形容器的液位高度 $h$
- 检测装置：测量容器底部压力来间接测量液位
- 执行机构：为保持液位高度 $h$ 为设定值，控制进水电磁阀 $V_1$ 的开启度，因此系统的执行机构就是电磁阀 $V_1$
- 模糊控制器：从硬件角度看，是计算机控制系统；从软件角度看，应设计合适的模糊控制算法。

- 
- 为简单起见，假设电磁阀 $V_1$ 的开启度与进水量间呈线性关系。
  - 注意：受控对象是倒锥形容器，其液位高度 $h$ 和进水量 $Q$ 间的关系不是线性关系，且有实质性，因此是较为复杂的控制对象。此类控制对象采用模糊控制器是可取的方案。
- 

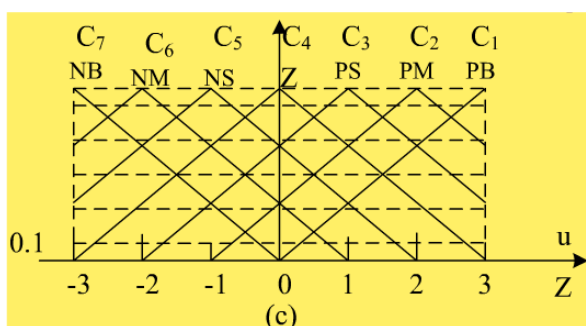
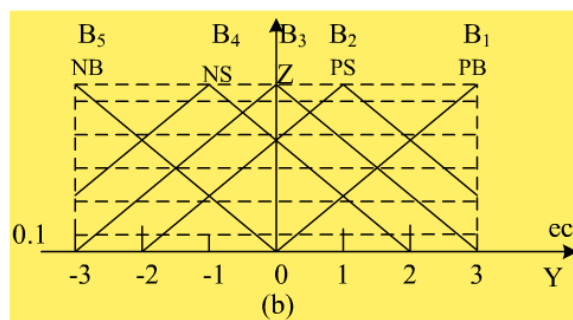
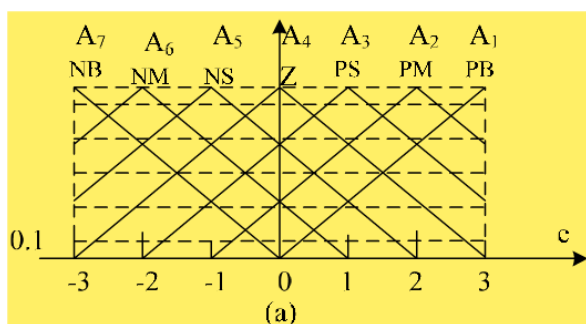
?

1. 首先确定模糊控制器结构。为得到良好的控制性能，观测液位误差 $e$ 和误差变化 $ec$ ，控制量只有一个——电磁阀 $V_1$ 的开启电压 $u$ 。因此，模糊控制器采用两输入单输出的二维结构。
2. 确定语言变量。需要确定的语言变量有3个：误差 $e$ 、误差变化 $ec$ 和输出控制电压 $u$ 。

- ① 设液位给定高度 $h_d$ ，实际高度 $h$ ，则液位误差 $e=h_d-h$ ，取其语言变量为 $E$ ，论域 $X=\{-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3\}$ ，论域上模糊子集是 $A_i(i=1,2,\dots,7)$ ，相应语言值为{正大(PB)，正中(PM)，正小(PS)，零(Z)，负小(NS)，负中(NM)，负大(NB)}。分别表示当前水位 $h$ 相对设定值 $h_d$ 为：“极低”、“很低”、“偏低”、“正好”、“偏高”、“很高”、“极高”。
- ② 系统液位误差前后两次采样值变化量是 $ec=e_2-e_1=(h_d-h_1)-(h_d-h_2)=h_2-h_1$ ，取其语言变量为 $EC$ ，论域 $Y=\{-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3\}$ ，论域上的模糊子集是 $B_j(j=1,2,3,\dots,5)$ ，相应语言值为{正大(PB)，正小(PS)，零(Z)，负小(NS)，负大(NB)}。分别表示当前水位变化 $h_2-h_1$ 为：“快速上升”、“上升”、“不变”、“下降”、“快速下降”。

- ③ 系统输出控制量 $u$ ，取其语言变量为 $U$ ，论域 $Z=\{-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3\}$ ，论域上模糊子集是 $C_k(k=1,2,3,\dots,7)$ ，相应语言值为{正大(PB)，正中(PM)，正小(PS)，零(Z)，负小(NS)，负中(NM)，负大(NB)}。分别表示控制执行机构动作为：  
“发水位高限报警，并全关闭阀门V1”、  
“阀门V1开度减小量大”、“阀门V1开度减小量小”、“阀门V1开度不变”、“阀门V1开度增加量小”、“阀门V1开度增加量大”、  
“发水位低限报警，并阀门V1开度为最大”。

3. 确定语言值隶属度函数。对上面各语言之给定其模糊化的隶属度函数，这里为简单起见选择三角形函数。



#### 4. 建立模糊控制规则

- 1) If E=PB and EC=NB or NS or Z then U=NB
- 2) If E=PB and EC=PB or PS then U=NM
- 3) If E=PM and EC=NB or NS then U=NB
- 4) If E=PM and EC=PB then U=NS
- 5) If E=PM and EC=PS or Z then U=NM
- 6) If E=PS and EC=NB then U=NM
- 7) If E=PS and EC=NS or Z then U=NS
- 8) If E=PS and EC=PB or PS then U=Z
- 9) If E=Z and EC=NB or NS then U=NS
- 10) If E=Z and EC=PB or PS then U=PS
- 11) If E=Z and EC=Z then U=Z
- 12) If E=NS and EC=NB or NS then U=Z
- 13) If E=NS and EC=Z or PS then U=PS
- 14) If E=NS and EC=PB then U=PM
- 15) If E=NM and EC=NB then U=PS
- 16) If E=NM and EC=Z or NS then U=PM
- 17) If E=NB and EC=NS or NB then U=PM
- 18) If E=NM and EC=PB or PS then U=PB
- 19) If E=NB and EC=Z or PS or PB then U=PB



## 5. 确定模糊关系 $R_L$

$E A_i$ $U C_k$ $EC B_j$	$A_1$ PB	$A_2$ PM	$A_3$ PS	$A_4$ Z	$A_5$ NS	$A_6$ NM	$A_7$ NB
$B_1$ PB	NM $C_6$	NS $C_5$ $R_4$	Z $C_4$	PS $C_3$	PM $C_2$ $R_{14}$	PB $C_1$	PB $C_1$
$B_2$ PS	R2	NM $C_6$	$R_6$	$R_{10}$	PS $C_3$	$R_{18}$	$C_1$
$B_3$ Z	NB	$R_5$	NS $C_5$	Z $C_4$	$R_{11}$	PM $C_2$	$R_{19}$
$B_4$ NS	$C_7$	NB $C_7$	$R_7$	NS $C_5$	Z $C_4$	$R_{16}$	PM $C_2$
$B_5$ NB	$R_1$	$R_3$	NM $C_6$	$R_9$	$R_{12}$	PS $C_3$	$R_{17}$

计算模糊关系R，为计算方便起见，先将由图给出的模糊隶属度函数以矢量形式表示，列成表。并以计算 $R_1$ 为例。

模糊集合A的隶属度函数

$\mu_A(x)$ 等级 E	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
PB $A_1$	0	0	0	0	0.30	0.65	1
PM $A_2$	0	0	0	0.3	0.65	1	0.6
PS $A_3$	0	0	0.3	0.65	1	0.65	0.3
Z $A_4$	0	0.3	0.65	1	0.65	0.3	0
NS $A_5$	0.3	0.65	1	0.65	0.3	0	0
NM $A_6$	0.6	1	0.65	0.3	0	0	0
NB $A_7$	1	0.65	0.3	0	0	0	0

模糊集合B的隶属度函数

$\mu_B(x)$ 等级 EC	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
PB $B_1$	0	0	0	0.25	0.5	0.75	1
PS $B_2$	0	0	0.3	0.65	1	0.7	0.4
Z $B_3$	0	0.3	0.65	1	0.65	0.3	0
NS $B_4$	0.4	0.7	1	0.65	0.3	0	0
NB $B_5$	1	0.75	0.5	0.25	0	0	0

模糊集合C的隶属度函数

$\mu_C(x)$ 等级 U	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
PB $C_1$	0	0	0	0	0.30	0.65	1
PM $C_2$	0	0	0	0.35	0.65	1	0.7
PS $C_3$	0	0	0.35	0.65	1	0.7	0.4
Z $C_4$	0	0.3	0.65	1	0.65	0.3	0
NS $C_5$	0.4	0.7	1	0.65	0.35	0	0
NM $C_6$	0.7	1	0.65	0.35	0	0	0
NB $C_7$	1	0.65	0.3	0	0	0	0

$$R_A = (A_1 \times C_7) = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0.3 \\ 0.65 \\ 1 \end{bmatrix} \wedge (1, 0.65, 0.3, 0, 0, 0)$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.3 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.65 & 0.65 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0.65 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

在求 $R_{B1}$ 之前先求出“并集” $\bigcup_{j=3}^5 B_j$

$$\bigcup_{j=3}^5 B_j = B_3 \vee B_4 \vee B_5 = [1, 0.75, 1, 1, 0.65, 0.3, 0]$$

$$R_{B1} = \left( \bigcup_{j=3}^5 B_j \times C_7 \right) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0.75 \\ 1 \\ 1 \\ 0.65 \\ 0.3 \\ 0 \end{bmatrix} \wedge (1, 0.65, 0.3, 0, 0, 0)$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & 0.65 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.75 & 0.65 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0.65 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0.65 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.65 & 0.65 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.3 & 0.65 & 0.3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.65 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

同样可求得 $R_{A1}$ 和 $R_{B1}$  ( $1=2, 3, \dots, 19$ )，并按

$$R_A = \bigcup_{l=1}^{19} R_{Al} \text{ 和 } R_B = \bigcup_{l=1}^{19} R_{Bl} \text{ 求得}$$

$$R_A = \begin{bmatrix} 0 & 0.3 & 0.35 & 0.6 & 0.65 & 1 & 1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.65 & 0.65 & 1 & 1 & 1 \\ 0.4 & 0.65 & 0.65 & 1 & 1 & 1 & 0.7 \\ 0.65 & 0.7 & 1 & 1 & 1 & 0.7 & 0.65 \\ 0.7 & 1 & 1 & 1 & 0.65 & 0.65 & 0.4 \\ 1 & 1 & 1 & 0.65 & 0.65 & 0.35 & 0.3 \\ 1 & 1 & 0.65 & 0.65 & 0.35 & 0.3 & 0 \end{bmatrix}$$

$$R_B = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.7 \\ 1 & 0.7 & 1 & 1 & 0.65 & 1 & 0.7 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.7 & 1 & 0.65 & 1 & 1 & 0.7 & 1 \\ 0.7 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 \\ 0.7 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

则总的模糊关系按  $R = R_A \cap R_B$  求得

$$R = R_A \cap R_B$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0.3 & 0.35 & 0.6 & 0.65 & 1 & 1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.65 & 0.65 & 0.75 & 0.75 & 0.7 \\ 0.4 & 0.65 & 0.65 & 1 & 0.65 & 1 & 0.7 \\ 0.65 & 0.7 & 1 & 1 & 1 & 0.7 & 0.65 \\ 0.7 & 1 & 0.65 & 1 & 0.65 & 0.65 & 0.4 \\ 0.7 & 0.75 & 0.75 & 0.65 & 0.65 & 0.35 & 0.3 \\ 0.7 & 1 & 0.65 & 0.6 & 0.35 & 0.3 & 0 \end{bmatrix}$$

## 6. 模糊推理和解模糊

在求得所设计模糊控制器的模糊关系 $R$ 以后，可以由合成推理方法求解输出控制量模糊值矢量。设系统当前偏差是 $e^*$ 和偏差变化是 $ec^*$ ，则对于第 $l$ 条规则的输出控制量为

$$U_l = e^* \circ R_{A_l} \cap ec^* \circ R_{B_l} \quad (l = 1, 2, \dots, 19)$$

因此控制器总的输出量是  $U = \bigcup_{l=1}^{19} U_l = \bigvee_{l=1}^{19} U_l$

也可以写成



$$\begin{aligned} U &= \bigcup_{l=1}^{19} U_l = \bigcup_{l=1}^{19} (e^* \circ R_{A_l} \cap ec^* \circ R_{B_l}) \\ &= \left( e^* \circ \bigcup_{l=1}^{19} R_{A_l} \right) \cap \left( ec^* \circ \bigcup_{l=1}^{19} R_{B_l} \right) \end{aligned}$$

即得到

$$U = e^* \circ R_A \cap ec^* \circ R_B$$



1) 当 $e^*=NS$ （负小），即系统水位实际高度 $h$ 比给定值 $h_d$ 略微高一点，而 $ec^*=PS$ （正小），即系统水位稍有增高趋势，则这时的控制量应该是

$$\begin{aligned}
 U &= e^* \circ R_A \cap ec^* \circ R_B \\
 &= (0.3 \ 0.65 \ 1 \ 0.65 \ 0.3 \ 0) \circ \begin{bmatrix} 0 & 0.3 & 0.35 & 0.6 & 0.65 & 1 & 1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.65 & 0.65 & 1 & 1 & 1 \\ 0.4 & 0.65 & 0.65 & 1 & 1 & 1 & 0.7 \\ 0.65 & 0.7 & 1 & 1 & 1 & 0.7 & 0.65 \\ 0.7 & 1 & 1 & 1 & 0.65 & 0.65 & 0.4 \\ 1 & 1 & 1 & 0.65 & 0.65 & 0.35 & 0.3 \\ 1 & 1 & 0.65 & 0.6 & 0.35 & 0.3 & 0 \end{bmatrix} \\
 &\quad \cap (0 \ 0 \ 0.3 \ 0.65 \ 1 \ 0.7 \ 0.4) \circ \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.7 \\ 1 & 0.7 & 1 & 1 & 0.65 & 1 & 0.7 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.7 & 1 & 0.65 & 1 & 1 & 0.7 & 1 \\ 0.7 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 \\ 0.7 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\
 &= (0.65 \ 0.65 \ 0.65 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0.7) \cap (0.7 \ 1 \ 0.7 \ 1 \ 1 \ 0.7 \ 1) = (0.65 \ 0.65 \ 0.65 \ 1 \ 1 \ 0.7 \ 0.7)
 \end{aligned}$$

对于上面得到的控制器输出模糊矢量

$$U = \frac{0.65}{-3} + \frac{0.65}{-2} + \frac{0.65}{-1} + \frac{1}{0} + \frac{1}{1} + \frac{0.7}{2} + \frac{0.7}{3}$$

由于具有两个相邻的隶属度最大值，因此采用最大隶属度法解模糊时，取它们的平均值为

$$u^* = \frac{0+1}{2} = +0.5(\text{等级})$$

从图c可知：此时模糊控制器的输出 $u^*$ 值对应于子集 $C_4$ 或 $C_3$ （即 $Z$ 或 $PS$ ），使阀门 $V_1$ 开度暂时不变或作少量的减小。

2) 当 $e^*=NS$ （负小），即系统水位实际高度 $h$ 比给定值 $h_d$ 略微高一点，而 $ec^*=PB$ （正大），即系统水位仍有很快增高趋势，则这时的控制量应该是

$$\begin{aligned}
 U &= e^* \circ R_A \cap ec^* \circ R_B \\
 &= (0.3 \ 0.65 \ 1 \ 0.65 \ 0.3 \ 0 \ 0) \circ \begin{bmatrix} 0 & 0.3 & 0.35 & 0.6 & 0.65 & 1 & 1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.65 & 0.65 & 1 & 1 & 1 \\ 0.4 & 0.65 & 0.65 & 1 & 1 & 1 & 0.7 \\ 0.65 & 0.7 & 1 & 1 & 1 & 0.7 & 0.65 \\ 0.7 & 1 & 1 & 1 & 0.65 & 0.65 & 0.4 \\ 1 & 1 & 1 & 0.65 & 0.65 & 0.35 & 0.3 \\ 1 & 1 & 0.65 & 0.6 & 0.35 & 0.3 & 0 \end{bmatrix} \\
 &\cap (0 \ 0 \ 0 \ 0.25 \ 0.5 \ 0.75 \ 1) \circ \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.7 \\ 1 & 0.7 & 1 & 1 & 0.65 & 1 & 0.7 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.7 & 1 & 0.65 & 1 & 1 & 0.7 & 1 \\ 0.7 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 \\ 0.7 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\
 &= (0.65 \ 0.65 \ 0.65 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0.7) \cap (0.7 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1) = (0.65 \ 0.65 \ 0.65 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0.7)
 \end{aligned}$$

对于上面得到的控制器输出模糊矢量

$$U = \frac{0.65}{-3} + \frac{0.65}{-2} + \frac{0.65}{-1} + \frac{1}{0} + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{0.7}{3}$$

由于具有多个相邻的隶属度最大值，因此采用最大隶属度法解模糊时，取它们的平均值为

$$u^* = \frac{0+1+2}{3} = +1(\text{等级})$$

从图c可知：此时模糊控制器的输出 $u^*$ 值对应于子集 $C_3$ （即PS），使阀门 $V_1$ 开度作少量的减小。

- 比较1)和2)两种情况，液位系统的水位误差均为 $e^*=NS$ (负小)，即系统水位实际高度 $h$ 比给定值 $h_d$ 略微高一点；同时，误差变化 $ec^*$ 的情况略有不同，前者是 $ec^*=PS$ (正小)，系统水位稍有增高趋势；而后者是 $ec^*=PB$ (正大)，系统水位有很快增高的动向。
- 因此模糊控制器经过模糊推理和解模糊的结果，其输出控制策略也有不同：
- 针对情况1)是可以使阀门 $V_1$ 开度暂时不变，由于液位系统水位控制具有时滞性，因此，尽管当前系统水位稍有增高的趋势，但即使阀门 $V_1$ 开度暂时不变，系统水位有可能停止增高，或作少量减少，使进水量略有减小，从而等待液位下降；
- 针对情况2)应该使阀门 $V_1$ 开度马上做少量减小，使进水量立刻减少，从而促使液位马上下降，否则水位还会继续增高。
- 由此可见，模糊控制器具有与专家或熟练操作人员极为相似的思维和智慧，可以选择最为合适的控制策略。

3) 又当 $e^*=PM$ (正中), 即系统水位实际高度 $h$ 比给定值 $h_d$ 低得较多时, 而 $ec^*=NB$ (负大), 即系统水位仍在很快下降, 则此时的控制量应该是

$$\begin{aligned}
 U &= e^* \circ R_A \cap ec^* \circ R_B \\
 &= (0 \ 0 \ 0 \ 0.3 \ 0.65 \ 1 \ 0.6) \circ \begin{bmatrix} 0 & 0.3 & 0.35 & 0.6 & 0.65 & 1 & 1 \\ 0.3 & 0.3 & 0.65 & 0.65 & 1 & 1 & 1 \\ 0.4 & 0.65 & 0.65 & 1 & 1 & 1 & 0.7 \\ 0.65 & 0.7 & 1 & 1 & 1 & 0.7 & 0.65 \\ 0.7 & 1 & 1 & 1 & 0.65 & 0.65 & 0.4 \\ 1 & 1 & 1 & 0.65 & 0.65 & 0.35 & 0.3 \\ 1 & 1 & 0.65 & 0.6 & 0.35 & 0.3 & 0 \end{bmatrix} \cap \\
 &\quad (1 \ 0.75 \ 0.5 \ 0.25 \ 0 \ 0 \ 0) \circ \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.7 \\ 1 & 0.7 & 1 & 1 & 0.65 & 1 & 0.7 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0.7 & 1 & 0.65 & 1 & 1 & 0.7 & 1 \\ 0.7 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 & 0.75 \\ 0.7 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\
 &= (1 \ 1 \ 1 \ 0.65 \ 0.65 \ 0.65 \ 0.4) \cap (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1) = (1 \ 1 \ 1 \ 0.65 \ 0.65 \ 0.65 \ 0.4)
 \end{aligned}$$

对于上面得到的控制器输出模糊矢量为

$$U = \frac{1}{-3} + \frac{1}{-2} + \frac{1}{-1} + \frac{0.65}{0} + \frac{0.65}{1} + \frac{0.65}{2} + \frac{0.4}{3}$$

同样, 由于具有多个相邻的最大隶属度值, 因此采用最大隶属度法解模糊时, 取它们的平均值为:

$$u^* = \frac{-3 + (-2) + (-1)}{3} = -2(\text{等级})$$

由图c可知: 此时输出 $u^*$ 值对应于子集 $C_6$ (即NM), 应该使阀门V1开度量有较大增加, 使进水量加大, 从而使液位较快速升级。

根据语音变量**E**和**EC**论域的量化等级，按照上面合成推理和解模糊方法，可以得到一个容量为 $7 \times 7$ （49点）的模糊控制查询表（采用最大隶属度法解模糊）。

U \ EC \ E	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
-3	+2.5	+2	+1	0	-1	-2	-2.5
-2	+2.5/+2	+2	+1	0/-0.5	-1/-0.5	-2	-2.5/-3
-1	+2	+2	?	-0.5	0/-0.5	?	-3
0	+2.5	+2	+1	0	-1	-2	-2.5
1	+3	?	+0.5	+0.5	?	-2	-2
2	+3/+2.5	+2	+0.5/+1	+0.5/0	-1	-2/-1.5	-2
3	+2.5	+2	+1	0	-1	-1.5	-2

- ① 输入**EC**为等级-2时，输出**U**的解模糊值可以取和**EC**为-1和-3时相同，这可以从图b知道，由于当**ec**为等级-2时，隶属度值最大的是取模糊子集**B<sub>4</sub>**或**B<sub>5</sub>**都可以，因此，其输出值必然和**ec**为-1/-3时相同。同样道理，当**EC**为等级+2时，输出**U**的解模糊值可以取和**EC**为+1或+3相同；
- ② 当输入**E**为等级-2且**EC**等级为+1时，输出**U**的解模糊值为不确定，用?表示。因为此时推理得到的输出模糊矢量  $U=[0.4, 0.65, 0.65, 0.65, 1.0, 0.7, 1.0]$ ，两个最大隶属度值1.0并不相邻，因此，不宜采用最大隶属度法解模糊。采用加权平均法解模糊时，得到下页所示模糊控制查询表。

U \ E	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
EC							
-3	+0.769	+0.533	+0.212	0	-0.212	-0.533	-0.946
-2	+0.769 /0.575	+0.533 /0.347	+0.212 /0.168	0/- 0.056	-0.212/- 0.112	- 0.533/- 0.446	- 0.946/- 0.872
-1	+0.575	+0.347	+0.168	-0.056	-0.112	-0.446	- 0.872
0	+0.769	+0.533	+0.212	0	-0.212	-0.533	-0.946
1	+0.682	0.05	+0.112	+0.056	- 0.533	- 0.347	- 0.802
2	+0.682/ +0.769	+0.05/ 0.533	+0.112/+ 0.212	+0.05 6/0	- 0.533/ -0.212	- 0.347/- 0.386	- 0.802
3	+0.769	+0.533	+0.212	0	-0.212	- 0.386	- 0.802