

参数整定找最佳，从小到大顺序查，先是比例后积分，最后再把微分加，曲线振荡很频繁，比例度盘要放大，曲线漂浮绕大湾，比例度盘往小扳，曲线偏离回复慢，积分时间往下降，曲线波动周期长，积分时间再加长，曲线振荡频率快，先把微分降下来，动差大来波动慢，微分时间应加长，理想曲线两个波，前高后低 4 比 1

所谓 PID 指的是 Proportion-Integral-Differential。翻译成中文是比例-积分-微分。

记住两句话：

1、PID 是经典控制（使用年代久远）

2、PID 是误差控制（）

对液压泵转速进行控制除 PLC 外还要：

1、变频器-作为电机驱动；2、差动变压器-作为输出反馈。

PID 怎么对误差控制，听我细细道来：

所谓“误差”就是命令与输出的差值。比如你希望控制液压泵转速为 1500 转（“命令电压”=6V），而事实上控制液压泵转速只有 1000 转（“输出电压”=4V），则误差： $e=500$ 转（对应电压 2V）。如果泵实际转速为 2000 转，则误差 $e=-500$ 转（注意正负号）。

该误差值送到 PID 控制器，作为 PID 控制器的输入。PID 控制器的输出为：误差乘比例系数 $K_p+K_i \cdot \text{误差积分}+K_d \cdot \text{误差微分}$ 。

$K_p \cdot e + K_i \int e dt + K_d \cdot (de/dt)$ （式中的 t 为时间，即对时间积分、微分）

上式为三项求和（希望你能看懂），PID 结果后送入电机变频器或驱动器。

从上式看出，如果没有误差，即 $e=0$ ，则 $K_p \cdot e=0$ ； $K_d \cdot (de/dt)=0$ ；而 $K_i \int e dt$ 不一定为 0。三项之和不一定为 0。

总之，如果“误差”存在，PID 就会对变频器作调整，直到误差=0。

西门子 S7-300 的 PID 调节

1. PID 调节分为手动调节和自动调节两个状态。前者 PID 回路是不工作（不起调）的，由人工设定回路的输出值；后一个状态的输出值由 PID 回路计算的结果决定输出值的大小，并输出调节。而 PID 参数的自动调整涉及到专家系统和控制策略，不是一个简单的系统。

2. 在手动模式下，任何 PID 参数都是没有意义的。PID 参数只有在 PID 回路起调后才有作用。

手动模式下，PID 指令不做运算，回路输出值取决于人工写入的值。这当然也包括过程中人工修改的值。此时对加热器的影响仅仅是有人为决定的加热功率输出量。

在实际情况下，手动模式是由人代替仪表作控制量的计算，操纵执行机构。而自动模式下是由仪表代替人脑作控制量计算，自主的操纵执行机构。PID 参数就是仪表作控制量计算的数学模型中的必要条件

参考一：FB41 称为连续控制的 PID 用于控制连续变化的模拟量，与 FB42 的差别在于后者是离散型的，用于控制开关量，其他二者的使用方法和许多参数都相同或相似。

PID 的初始化可以通过在 OB100 中调用一次，将参数 COM-RST 置位，当然也可在别的地方初始化它，关键的是要控制 COM-RST；

PID 的调用可以在 OB35 中完成，一般设置时间为 200MS，

一定要结合帮助文档中的 PID 框图研究以下的参数，可以起到事半功倍的效果

A: 所有的输入参数:

COM_RST: BOOL: 重新启动 PID: 当该位 TURE 时: PID 执行重启动功能, 复位 PID 内部参数到默认值; 通常在系统重启动时执行一个扫描周期, 或在 PID 进入饱和状态需要退出时用这个位;

MAN_ON: BOOL: 手动值 ON; 当该位为 TURE 时, PID 功能块直接将 MAN 的值输出到 LMN, 这可以在 PID 框图中看到; 也就是说, 这个位是 PID 的手动/自动切换位;

PEPER_ON: BOOL: 过程变量外围值 ON: 过程变量即反馈量, 此 PID 可直接使用过程变量 PIW (不推荐), 也可使用 PIW 规格化后的值 (常用), 因此, 这个位为 FALSE;

P_SEL: BOOL: 比例选择位: 该位 ON 时, 选择 P (比例) 控制有效; 一般选择有效;

I_SEL: BOOL: 积分选择位: 该位 ON 时, 选择 I (积分) 控制有效; 一般选择有效;

INT_HOLD BOOL: 积分保持, 不去设置它;

I_ITL_ON BOOL: 积分初值有效, I-ITLVAL (积分初值) 变量和这个位对应, 当此位 ON 时, 则使用 I-ITLVAL 变量积分初值。一般当发现 PID 功能的积分值增长比较慢或系统反应不够时可以考虑使用积分初值;

D_SEL : BOOL: 微分选择位, 该位 ON 时, 选择 D (微分) 控制有效; 一般的控制系统不用;

CYCLE : TIME: PID 采样周期, 一般设为 200MS;

SP_INT: REAL: PID 的给定值;

PV_IN : REAL: PID 的反馈值 (也称过程变量);

PV_PER: WORD: 未经规格化的反馈值, 由 PEPER-ON 选择有效; (不推荐)

MAN : REAL: 手动值, 由 MAN-ON 选择有效;

GAIN : REAL: 比例增益;

TI : TIME: 积分时间;

TD : TIME: 微分时间;

TM_LAG: TIME: 我也不知道, 没用过它, 和微分有关;

DEADB_W: REAL: 死区宽度; 如果输出在平衡点附近微小幅度振荡, 可以考虑用死区来降低灵敏度;

LMN_HLM: REAL: PID 上极限, 一般是 100%;

LMN_LLM: REAL: PID 下极限; 一般为 0%, 如果需要双极性调节, 则需设置为-100%; (正负 10V 输出就是典型的双极性输出, 此时需要设置-100%);

PV_FAC: REAL: 过程变量比例因子

PV_OFF: REAL: 过程变量偏置值 (OFFSET)

LMN_FAC: REAL: PID 输出值比例因子;

LMN_OFF: REAL: PID 输出值偏置值 (OFFSET);

I_ITLVAL: REAL: PID 的积分初值; 有 I-ITL-ON 选择有效;

DISV : REAL: 允许的扰动量, 前馈控制加入, 一般不设置;

B: 部分输出参数说明:

LMN : REAL: PID 输出;

LMN_P : REAL: PID 输出中 P 的分量; (可用于在调试过程中观察效果)

LMN_I : REAL: PID 输出中 I 的分量; (可用于在调试过程中观察效果)

LMN_D : REAL: PID 输出中 D 的分量; (可用于在调试过程中观察效果)

C: 规格化概念及方法:

PID 参数中重要的几个变量, 给定值, 反馈值和输出值都是用 0.0~1.0 之间的实数表示, 而这几个变量在实际中都是来自与模拟输入, 或者输出控制模拟量的

因此，需要将模拟输出转换为 0.0~1.0 的数据，或将 0.0~1.0 的数据转换为模拟输出，这个过程称为规格化

规格化的方法：（即变量相对所占整个值域范围内的百分比 对应与 27648 数字量范围内的量）

对于输入和反馈，执行：变量*100/27648，然后将结果传送到 PV-IN 和 SP-INT

对于输出变量，执行：LMN*27648/100，然后将结果取整传送给 PQW 即可；

D: PID 的调整方法:

一般不用 D，除非一些大功率加热控制等惯大的系统；仅使用 PI 即可，

一般先使 I 等于 0，P 从 0 开始往上加，直到系统出现等幅振荡为止，记下此时振荡的周期，然后设置 I 为振荡周期的 0.48 倍,应该就可以满足大多数的需求。我记得网络上有许多调整 PID 的方法，但不记得那么多了，先试试吧。

附录:PID 的调整可以通过“开始—>SIMATIC->STEP7->PID 调整”打开 PID 调整的控制面板，通过选择不同的 PID 背景数据块，调整不同回路的 PID 参数。

参考二:

PID 没有例程和经验值可参考，每个设备都不同，都需要根据现场的设备去调试。有时同样的两套设备 P、I、D 参数都会不同。所以 PID 的参数也需要根据实际情况一点点试。

下面的步骤供你参考。

PID 的调用要在 OB35 中完成.

在 ob35 里面插入 FB41，方框顶上会有红字，输入一个 DB 块如“DB20”。系统会问你要不要生成这个 DB，选 yes 就可以。

大部分参数不要填，默认就行，下面是常用参数，用变量连接：

- 1、MAN_ON:用一个 bool 量，如 m0.0，为 true 则手动，为 false 则自动；
- 2、cycle: T#100MS，这个值与 ob35 默认的 100ms 一致；
- 3、SP_INT: MD2,是 hmi 发下来的设定值，0—100.0 的范围，real 型；

4、PV_IN:MD6, 实际测量值, 比如反馈的氧浓度, 要从 piw×××转换为实际的工程量 (使用 FC105);

5、MAN:MD10 (该地址也可以是从上位机设定的地址), 是手动状态下的输入值, real 型。手动设多少输出将为多少。

6、GAIN: MD100 (该地址也可以是从上位机设定的地址如 DB 块的地址, 这样可以从上位机设 P 参数了), 默认写 1-2 吧 (系统默认是 2), 调试的时候再改。

7、TI: MW120, 默认可以写 T#30S 吧, 调试的时候改;

8、DEAD_W: MD122, 死区, 就是 sp 和 pv 的偏差死区, 0-100.0 的范围, 默认 0, 调试的时候改;

输出:

9、LMN:MD126, 把 MD126 再用 fc106 转换到 pqw××, 如果 pid 运算结果不再有工艺条件其他限制可以用 LMN_PER 更简单就不用 fc106 了。

三、用 plcsim 模拟

1、手动

man_on=true, 看输出是否等于 man;

2、自动

man_on=false, 调整 pv 或者 sp, 使得有偏差大于死区, 看输出变化, 这里的模拟只能说明 pid 工作了, 不能测试实际调节效果啊。

COM_RST: BOOL: 重新启动 PID: 当该位 TURE 时: PID 执行重新启动功能, 复位 PID 内部参数到默认值; 通常可以不用, 因为一旦参数设定好不会有大的变动了。

参考三:

1. PID 调试一般原则

- a. 在输出不振荡时, 增大比例增益 P。

b.在输出不振荡时，减小积分时间常数 T_i 。

c.在输出不振荡时，增大微分时间常数 T_d 。

2. 一般步骤

a.确定比例增益 P

确定比例增益 P 时，首先去掉 PID 的积分项和微分项，一般是令 $T_i=0$ 、 $T_d=0$ （具体见 PID 的参数设定说明），使 PID 为纯比例调节。

输入设定为系统允许的最大值的 60%~70%，由 0 逐渐加大比例增益 P ，直至系统出现振荡；再反过来，从此时的比例增益 P 逐渐减小，

直至系统振荡消失，记录此时的比例增益 P ，设定 PID 的比例增益 P 为当前值的 60%~70%。

比例增益 P 调试完成。

b.确定积分时间常数 T_i

比例增益 P 确定后，设定一个较大的积分时间常数 T_i 的初值，然后逐渐减小 T_i ，直至系统出现振荡，之后在反过来，逐渐加大 T_i ，

直至系统振荡消失。记录此时的 T_i ，设定 PID 的积分时间常数 T_i 为当前值的 150%~180%。

积分时间常数 T_i 调试完成。

c.确定积分时间常数 T_d

积分时间常数 T_d 一般不用设定，为 0 即可。若要设定，与确定 P 和 T_i 的方法相同，取不振荡时的 30%。

d.系统空载、带载联调，再对 PID 参数进行微调，直至满足要求

PID 没有例程和经验值可参考，每个设备都不同，都需要根据现场的设备去调试。有时同样的两套设备 P、I、D 参数都会不同。所以 PID 的参数也需要根据实际情况一点点试。下面的步骤仅供参考。

PID 的调用要在 OB35 中完成。

在 ob35 里面插入 FB41，方框顶上会有红字，输入一个 DB 块如“DB20”。系统会问你要不要生成这个 DB，选 yes 就可以。

大部分参数不要填，默认就行，下面是常用参数，用变量连接：

- 1、MAN_ON:用一个 bool 量，如 m0.0，为 true 则手动，为 false 则自动；
- 2、cycle: T#100MS，这个值与 ob35 默认的 100ms 一致；
- 3、SP_INT: MD2,是 hmi 发下来的设定值，0—100.0 的范围，real 型；
- 4、PV_IN:MD6，实际测量值，比如反馈的氧浓度，要从 piw×××转换为实际的工程量（使用 FC105）；
- 5、MAN:MD10（该地址也可以是从上位机设定的地址），是手动状态下的输入值，real 型。手动设多少输出将为多少。
- 6、GAIN: MD100（该地址也可以是从上位机设定的地址如 DB 块的地址,这样可以从上位机设 P 参数了），默认写 1—2 吧（系统默认是 2），调试的时候再改。
- 7、TI: MW120, 默认可以写 T#30S 吧，调试的时候改；
- 8、DEAD_W: MD122,死区，就是 sp 和 pv 的偏差死区，0—100.0 的范围，默认 0，调试的时候改；

输出：

- 9、LMN:MD126，把 MD126 再用 fc106 转换到 pqw××，如果 pid 运算结果不再有工艺条件其他限制可以用 LMN_PER 更简单就不用 fc106 了。

三、用 plcsim 模拟

1、手动

man_on=true，看输出是否等于 man；

2、自动

man_on=false，调整 pv 或者 sp，使得有偏差大于死区，看输出变化，这里的模拟只能说明 pid 工作了，不能测试实际调节效果啊。

COM_RST: BOOL: 重新启动 PID: 当该位 TURE 时: PID 执行重新启动功能，复位 PID 内部参数到默认值；通常可以不用，因为一旦参数设定好不会有大的变动了

交流位置伺服系统 PID 控制方法实现

点击数: 102 发布时间: 2009 年 11 月 6 日 来源:

交流伺服系统在制造业控制领域得到广泛应用,分析了位置伺服系统的组成,主要介绍了数字位置环的 PID 器改进控制算法以及参数整定方法。实际应用表明:选择合理的 PID 参数能够满足控制系统响应速度快、速度精度高、鲁棒性强的要求。

关键字: 交流伺服控制 [09] 控制算法 [09] PID 调节 [09]

交流伺服系统在制造业控制中得到了更加广泛的应用,对控制的要求体现在响应速度快、速度精度高、调速范围宽、加减速性能好。随着计算机技术、电子技术、电机磁性材料的不断发展,交流伺服控制逐渐成为工厂自动化领域中运动控制的主流〔1〕,有关各种新型控制算法不断涌现,如自适应控制、磁场定向控制及直接转矩控制、智能控制等。但是,传统的 PID 控制方法以其实现的方便可靠性仍是其它控制算法的基础。

一、系统组成原理

系统的整体结构如图 1 所示。

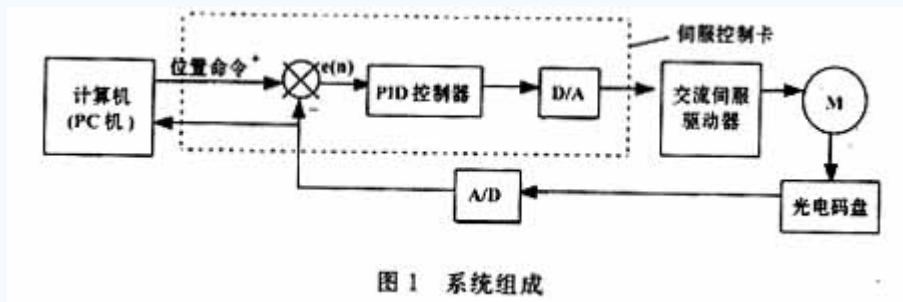


图 1 系统组成

该系统由四部分组成，即微机、伺服控制卡、交流伺服调速系统、传感检测。主控微机与控制卡相连，可以通过数据线发送位置或速度命令，设定 PID 调节参数，并进行数模 (D/A) 转换，该模拟信号经过交流伺服放大器放大后驱动伺服电动机。电机轴端装有增量式光电码盘，通过光电码盘提供反馈信号 (A、B、IN 脉冲) 来完成位置伺服系统的位置反馈，组成一个半闭环系统。一般将光电码盘装在电机非负载轴的轴端上，便于安装和避免机械部件振动和变形对位置控制系统产生不利影响。位置反馈环中传感元件—增量式光电编码器将运动构件实时的位移 (或转角) 变化量以 A、B 相差分脉冲形式长线传输到现场控制站 (PC 机) 中进行编码器脉冲计数，以获得数字化位置信息，主控微机计算给定位置与实际位置 (即反馈到的位置) 的偏差后，根据偏差范围采取相应的 PID 控制策略，将数字控制作用经数模转换变成模拟控制电压，并输出给伺服放大器，最终调节电机运动，完成期望值的定位。

二、伺服控制方法

工业控制中常用的方法是 PID 调节器，尽管随着现代交流调速技术的发展，出现了各种新型控制算法，如自适应控制、专家系统、智能控制等 (2)。从理论分析，许多控制策略都能实现良好的电机动静态特性，但是由于算法本身的复杂性，而且对系统进行模型辨识比较麻烦，因此，在实际系统中实现时困难，对于传统的 PID 调节器而言，其最大的优点在于算法简单，参数易于整定，具有较强的鲁棒性 (3)，而且适应性强，可靠性高，这些特点使 PID 控制器在工业控制领域得到广泛的应用。对于数控系统中的控制对象而言并不复杂，用 PID 调节器更易实现预期效果。

1、位置环 PID 控制算法

在数字 PID 调节控制系统中，引入积分环节的目的是为了消除静差，提高精度，但在过程的开始、结束或大幅增加设定值时，会产生积分积累，引起系统较大的超调，甚至振荡，这对于伺服电机的运行来说是不利的。为减小电机在运行过程中积分校正对控制系统动态性

能的影响，采用积分分离 PID 控制正当其时，当电机的实际位置与期望位置的误差小于一定值时，再恢复积分校正环节，以便消除系统的稳态误差。

积分分离 PID 控制算法需设定积分分离阀 ε ，当 $|e(k)| > \varepsilon$ 时，即偏差值较大时，采用 PD 控制，减少超调量，使系统有较快响应；当 $|e(k)| \leq \varepsilon$ 时，即偏差值比较小时，采用 PID 控制，以保证伺服电机位置控制精度。

离散化 PID 控制算式为：

$$U(k) = K_p e(k) + K_i \sum_{i=0}^n e(i) + K_d [e(k) - e(k-1)]$$

其中，k 为采样序号， $k=0, 1, 2, \dots$ ； K_p 、 K_i 、 K_d 分别表示比例、积分、微分系数。在实际中，若执行机构需要的是控制量的增量，根据递推原理可得增量式 PID 控制算式为：

$$\Delta U(k) = K_p \Delta e(k) + K_i e(k) + K_d [\Delta e(k) - \Delta e(k-1)]$$

其中

$$\Delta e(k) = e(k) - e(k-1)$$

2、位置环控制算法流程

图 2 所示为控制算法流程图。

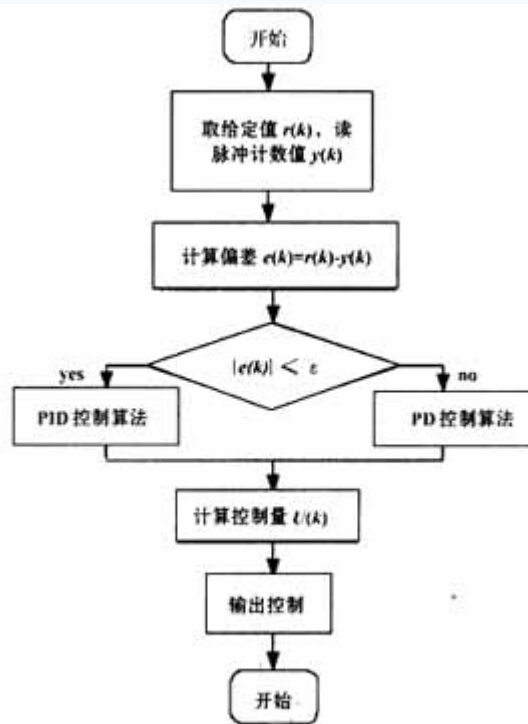


图 2 控制算法流程图

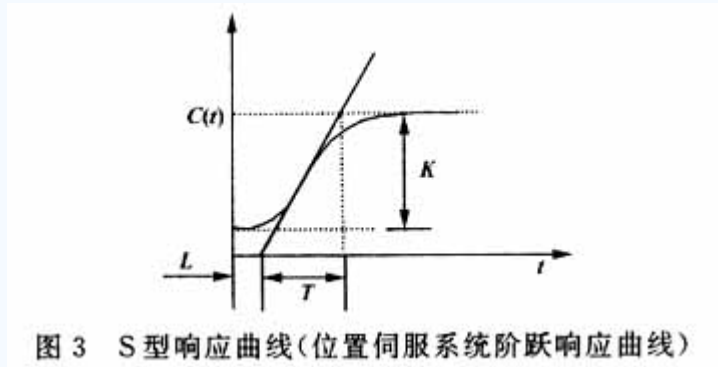
3、控制系统参数的整定

主控微机向控制卡发送 PID 参数，看给定的参数是否符合控制系统的要求，该过程需用参数整定实现。参数整定的主要任务是确定 K_p 、 K_i 、 K_d 及采样周期 T ，比例系数 K_p 增大，使伺服驱动系统的动作灵敏、响应加快，而过大会引起振荡，调节时间加长；积分系数 K_i 增大，能消除系统稳态误差，但稳定性下降；微分控制可以改善动态特性，使超调量减少，调整时间缩短。通常的方法有扩充临界比例度法和扩充响应曲线法，以及归一参数整定方法。这几种方法源于使用齐格勒-尼柯尔斯（Ziegler-Nichols 规则）〔4〕，通常可认为交流伺服系统的模型为一阶带有延迟环节的模型（带滞后的一阶环节）：

$$G(s) = \frac{K}{1 + Ts} e^{-Ls}$$

式中的一阶响应特征参数 K 、 L 和 T 可以由图 3 所示的 S 型响应曲线提取出来。求取这些参数对实际系统并不困难，可以通过对系统进行阶跃输入激励，得到响应曲线，再根据曲线求出其特征参数。于是可由 Ziegler-Nichols 整定规则得到：

$$K_p = 1.2 \frac{T}{L} \quad K_i = 2L \quad K_d = \frac{L}{2}$$



数字系统中采样周期的选择与系统的稳定性密切相关。一方面要满足香农定理，即 $\omega_s \geq 2\omega_{\max}$ ，实际系统输入及反馈的最大频率 ω_{\max} 难以测定，另一方面采样周期并没有一个精确的计算公式，只能根据工程应用按经验规则选取，对于机电控制系统，要求较短采样周期，通常为几十毫秒。

三、结论

对于交流位置伺服控制系统而言，采用基于 PC 机的开发平台，用常规的 PID 调节器进行控制，只要参数整定适当，加之系统的机械精度（运动轴、齿轮、电机丝杠传动化）控制在一定误差范围内，电气控制精度（编码器脉冲）就可得到提高，鲁棒性强，可以在很多场合达到较高精度位置控制的要求

老师上课讲了这么一道题，就是小区变频供水，用变化的水位控制变频泵工作，下面是部分程序

```
LD      SM0.0
ITD      AIW0,AC0
DTR      AC0,AC0
/R       32000.0,AC0
MOVR     AC0,VD100 //存入回路表
LD       I0.0
PID      VB100,0
LD       SM0.0
MOVR     VD108,AC0 //PID 控制器的输出值送入累加器.....
```

以上我加汉字注释的程序不甚了解。我一直搞不清楚，v 存储器在使用时不需要定义吗？VD100 怎么就是回路表呢？如果是表，那不是应该先创建的么？什么是回路表？????

还有就是下面一段注释，为什么是 VD108 里储存的是 PID 控制器的输出值？

请朋友们帮忙看看，偶是个新手，不知道该如何学习 PLC，刚开始学习 plc 是对位操作还很好理解（就是 I0.0——Q0.0 输出那种），一学习到 plc 基本功能指令（对字，对双字等操作）就犯晕了，用功能指令编程就糊涂了。我也不想有捷径，但还是要找到学习的方法啊，我是学 s7-200，有什么好的书籍推荐吗？请朋友们帮帮忙呀

一、在 ob35 里面插入 FB41，方框顶上会有红字，输入一个类似“DB120”的，系统会问你要不要生成这个 Db，yes 就可以

二、大部分参数不要填，默认就行，下面是常用参数，用变量连接：

- 1、MAN_ON:用一个 bool 量，如 m0.0，为 true 则手动，为 false 则自动；
- 2、cycle: T#100MS，这个值与 ob35 默认的 100ms 一致；
- 3、SP_INT: MD2,是 hmi 发下来的设定值，0—100.0 的范围，real 型；
- 4、PV_IN:md6，实际测量值，比如压力，要从 piw***转换为 0—100.0 的量程；
- 5、MAN:MD10,op 值，也就是手动状态下的阀门输出，real 型，0—100.0 的范围；
- 6、GAIN:md14, Pid 的 P 啊，默认写 1—2 吧（系统默认是 2），调试的时候再改
- 7、TI: MW20,pid 的 i 啊.默认写 T#30S 吧，调试的时候改；
- 8、DEAD_W: md22,死区，就是 sp 和 pv 的偏差死区，0—100.0 的范围，默认 0，调试的时候改；

输出：

9、LMN:MD26，0—100.0，最终再用 fc106 转换为 word 型 move 到 pqw***，如果 pid 运算结果不再有工艺条件其他限制可以用 LMN_PER 更简单就不用 fc106 了。

三、用 plcsim 模拟

1、手动

man_on=true，看输出是否等于 man；

2、自动

man_on=false，调整 pv 或者 sp，使得有偏差大于死区，看输出变化，这里的模拟只能说明 pid 工作了，不能测试实际调节效果啊。

3、如果需要反作用，有三种方法：

- a、pv 和 sp 颠倒输入
- b、p 值用负的
- c、输出用 100 减

电动调节阀，按管道规格、流体介质、流量选择；

- 2、孔板法兰+差压变送器，作为流量传感器；
- 3、设定单元、PID 调节单元（无静差调节系统），可以自己设计；
- 4、输出执行单元，需要根据电动调节阀需求控制功率、控制方式，双向调节；
- 5、系统构成闭环或双闭环，外环是流量调节，内环为电网波动调节；
- 6、根据工艺要求，制订控制目标参数，选择合适的调节时间常数；
- 7、用自动控制理论进行系统参数设计，并验算系统的快速响应及稳定性。