



天津翔悦密封材料有限公司



弗莱希波·泰格  
金属波纹管有限公司



温州环球阀门制造有限公司



北新集团建材股份有限公司

## 在DCS中实现对脉冲调节门控制的一种方法

河北国华沧东发电有限责任公司 赖剑

摘要：本文介绍了使用PIR大宏完成对俄制脉冲调节门控制的情况，详细分析PIR大宏的工作原理及在使用中应注意的问题。

关键词：PIR 脉冲控制调节门

某厂#1机组在2002年进行了DCS系统改造，将原俄制控制系统改为日立的HIACS-7000控制系统。在改造中涉及到DCS系统与现场俄制执行机构的接口。

### 1 俄制执行机构的接口特点

我们看一下通常情况下一个调节门的控制。

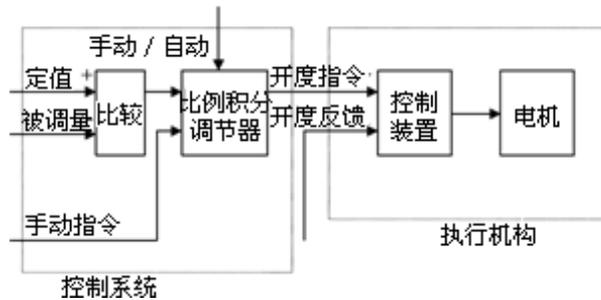


图1

从上图中我们可以看出控制系统与就地的执行机构是通过开度指令联系起来的。控制系统给出开度指令 $y=k*x+1/Ti \int xdt+F$ ，执行机构测量出自己的开度，并与开度指令相比较，驱动电机正转或是反转，使执行机构的开度达到给定值。对于auma等执行机构，这个控制装置是放在现场的控制头；对于DDZ II等过去的国产执行机构这个控制头是磁放大器。

然而俄制执行机构比较有特色，它是没有上图所说的这个控制装置的，这样我们就要在控制系统中实现这个控制装置的功能。比较容易想到的是在控制系统中将开度指令与开度反馈进行比较，当这个差值大于正的死区时，输出正信号，驱动电机正转；当这个差值小于正的死区时，输出负信号，驱动电机反转。但是我厂俄制执行机构的开度板子精度和可靠性都远远不够，由于不能准确和可靠地测量出阀门的实际开度，这种设想实际上无法实现。

### 2 指令时间控制策略的提出

调节器在输入有偏差时，根据设置的参数使开度指令增大或减小。由于对某一个执行机构而言，它

的输出转速是确定的，因此开度变化的大小与所需的时间有简单的比例关系。我们自然想到，能不能将控制执行机构开度转变为控制执行机构开关的时间呢？虽然不能准确测量出阀门的实际开度，但是在控制器中准确的测量出阀门开或者关的时间却是简单的。通过一个累加器我们就可以实现。这样就形成了新的控制策略。即比例积分调节器的输出依然是 $y=k*x+1/Ti \int xdt+F$ 。不过这是y的意义不是开度指令，而是指令时间。当它为正时，表示要阀门开多长时间；当它为负时，表示要阀门关多长时间。在控制器中我们测量出开指令或关指令发出了多长时间。当指令时间与阀门的动作时间小于死区时，阀门停止动作。下图便是新控制策略的示意图。

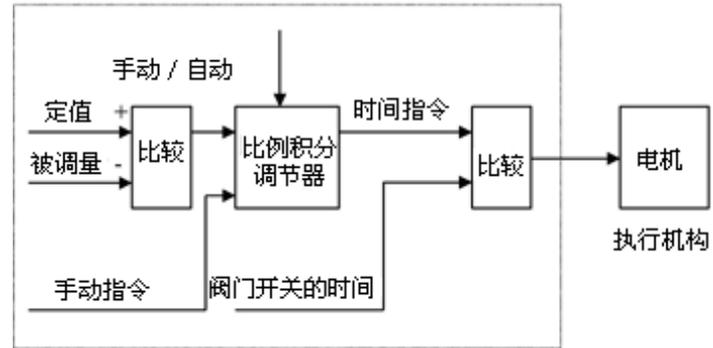


图2

### 3 在HICAS-7000中利用PIR大宏实现指令时间的控制

在日立公司的HICAS-7000控制系统中，提供了大宏这个功能。它实际上也是用户使用宏命令搭出的一个逻辑，但是这个逻辑编制完成后可作为一个整体，即像一个普通的宏命令一样使用。为便于使用，我们在#1机组DCS改造中专门编制了这样一个实现上述控制策略的大宏，称之为PIR。图3是一个使用PIR大宏的典型逻辑。我们对PIR大宏的逻辑设计作一分析，以便于大家理解。

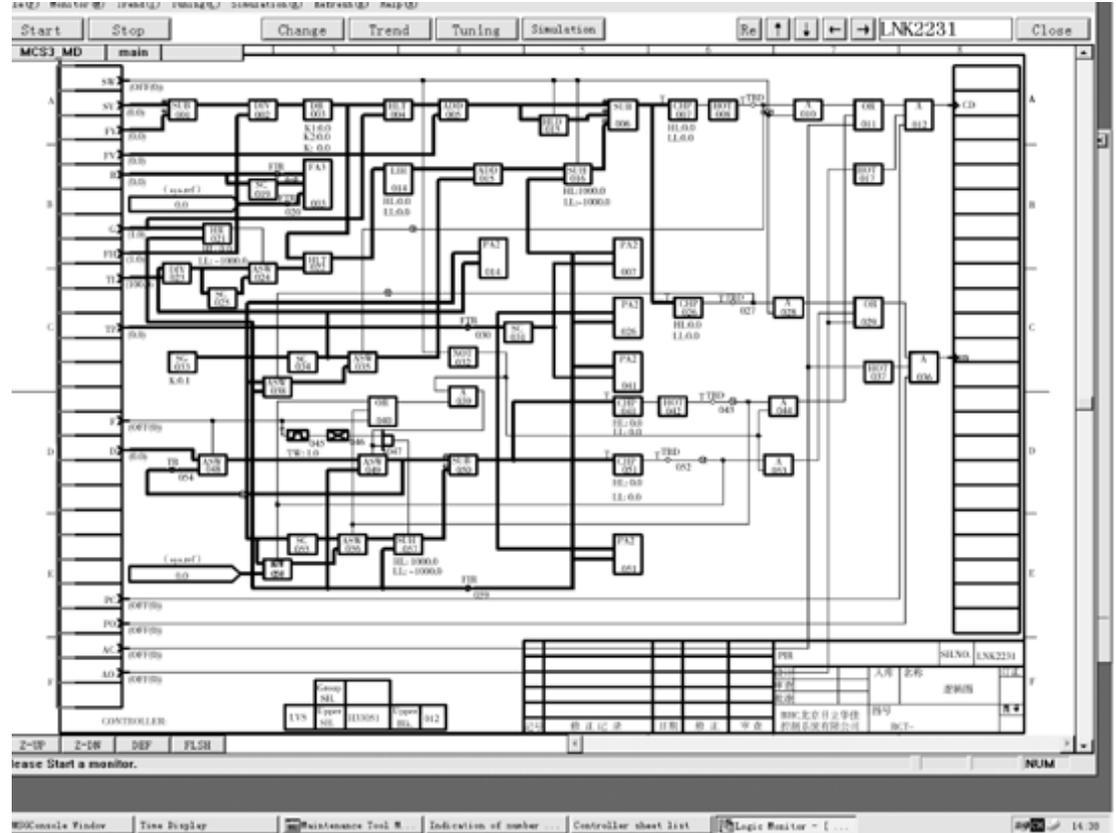


图3

PIR大宏包括自动部分和手动部分。自动部分的逻辑在图的上半部分，手动部分的逻辑在图的下半部分。当SW为1时为自动，反之为手动。

先说自动部分。图中SV为定值，PV为被调量。001这个减法器完成了定值与被调量的减法运算，生成了差值。002这个除法器将001生成的差值除以量程的百分之一（即RN）变成百分数。把它变成百分数仅仅是将来设置的比例增益和积分系统好看一点而已。你可以设想一下，如果被调量是发电机功率，而你选择的单位是瓦，则实际系统投运时比例增益将是一个非常小的数，这既难看，同时可能也会出问题的，因为在控制器中每一个数据的字长是又限的，它实际上并不能表示一个无穷大和无穷小的数。

G是比例增益，它即可为正数，也可以为负数。但是我厂现在形成的习惯是G都是正数，如果有一个门需要当SV-PV为正数时是关门时，我们就在大宏外将SV和PV这两个信号调一个个。FV这个信号是调节器的前馈。这样我们知道005这个加法器的输出就等于 $Y=KX+F$ 其中K是比例增益，X是偏差，F为前馈。003这个死区的参数由B这个输入信号决定。这样我们就可以通过给PIR大宏的B管脚赋值设定调节器的输入信号死区。

033这个宏命令的值为0.1，它是MCS1控制器的运算周期。我们容易知道，到014这个宏命令的输出实际上等于 $0.1/Ti * X$ 。其中Ti这个参数的正负由比例增益G决定，当G为负时，Ti就等于PIR大宏的输入信号TI；当G为正时，Ti则等于-TI。我们下面只讨论G为正数的情况。

035这个宏命令的输出信号为正的或是负的0.1，这个0.1也是033这个宏命令决定的。当阀门开时为+0.1，当阀门关时为-0.1。这样我们知道015这个宏命令的输出就是 $-0.1/Ti * X + 0.1$ （假设阀门正在开）。015的信号送入016累加器实际上就完成了积分运算。分析如下：

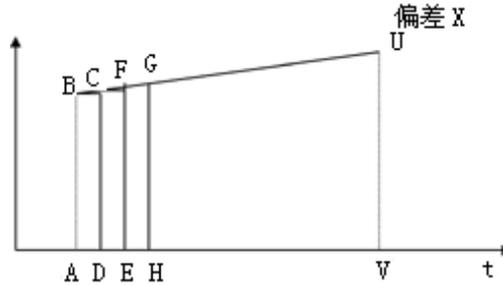


图4

图中曲线为偏差X随时间t的变化。X对时间的积分就是曲线与t轴之间所夹的曲边梯形ABUV的面积。我们将时间轴分成若干个等分，每一个等分的长度是控制器的运算周期。对MCS1站来说，就是0.1秒。曲边梯形ABUV的面积可以近似等于图中所画的多个矩形的面积来代替。

$$\text{即 } S_{ABUV} = S_{ABCD} + S_{DCFE} + S_{EFGH} + \dots$$

假设在第一个周期时X等于 $X_B$ ，则在第二个周期时X等于 $X_C$ ，在第三个周期时X等于 $X_F$ 。我们考虑以下运算的结果。



图5

$$S_{ABCD} = AB * AD = X * 0.1$$

所以在第一个周期时，累加器的输出等于矩形ABCD的面积。我们容易推出，在第二个周期时，累加器的输出等于矩形ABCD和DCFE的面积之和。所以我们知道通过上面这个累加器，我们就完成了偏差对时间的积分。将0.1之间送入累加器，就完成了对时间的计算。

当阀门既没有开，也没有关时，035宏命令的输出切到0，不对时间进行累加。图中正负号的切换请读者自己分析。

006减法器完成了005和016这两个宏命令输出的减法运算。我们可以推出，它的输出

$$y = k * x + 1/T_i \int x dt + F + \int w dt$$

式中k为比例系数，它就等于PIR的输入信号G； $T_i$ 为积分系数，如果比例系统G大于零， $T_i$ 等于PIR的输入信号 $T_I$ ，如果比例系数G小于零， $T_i$ 等于PIR的输入信号 $-T_I$ ；F为调节器前馈，它等于PIR的输入信号 $F_V$ ；w为阀门开关状态的函数，当有开指令时，w等于-1，当有关指令时，w等于+1。

006的输出送给两个滞后比较器007和026比较，当007输出为0时，012宏命令输出为1，系统输出关指令；当026输出为1时，036宏命令输出为1，系统输出开指令。007和026的参数由PIR的输入信号TP决定。

综上所述，PIR大宏完成了调节器的运算 $Y = K * X + 1/T_i \int X dt$ 并且它将这个输出与阀门的开关时间进行比较，当它们的差值超过设置值TP时，输出开指令或关指令，驱动电机动作。

手动回路的原理是一样的，只不过这时候从操作员站下来的指令时间代替了上述的调节器的输出Y罢了。这里需要讨论的是操作员站的指令有效与指令时间随时间变化的关系。

当运行人员按下操作端的增箭头时，下发的指令时间回零，然后按照操作端设置的变化率增加；1秒后，指令有效跳转为1。当运行人员松开鼠标，指令时间保持不变，1秒钟后，指令有效跳转为0。当运行人员进行第二次操作时，指令时间将跳转回零，按照上述所说的程序进行变化。

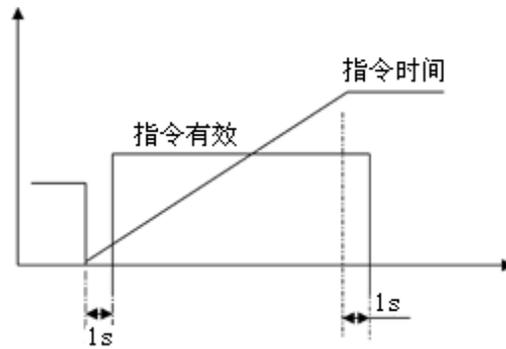


图6

在操作端的设置中指令时间的变化速率被分成三个阶段设置。在0-4秒设置一个变化率，在4-10秒设置一个变化率，在10秒后设置一个变化率。变化率以百分数的方式表示。由于我厂所有指令时间的操作端的上限是+25，下限是-25，所以满量程是50。假设变化率设置的是0.5，则运行人员按住鼠标1秒钟指令时间的变化是 $0.5\% \times 50 / 0.5 = 0.5$ 。分母中的0.5是由操作员站的另一个设置决定的。现在#1、#2机组中的这个设置都是0.5。

从这个分析中我们可以看出

a) 由于在每一次操作时，指令时间都会回零，因此在没有开指令或没有关指令时，PIR手动回路中的计时器（057累加器）要清零。

b) 当指令时间的变化率设置为1%时，运行人员按下增或减箭头，就地的阀门将连续动作。当指令时间的变化率设置小于1%时，运行人员按下增或减箭头，就地的阀门将断续动作。因为就地阀门电机的动作速率就是1。如果指令时间的变化率小于1，则就地的阀门电机只能断续工作，才能保证阀门电机的开关时间等于操作员站下发的指令时间。

c) 任何时候都不应将指令时间的设置值大于1%。因为这样的话，操作员站下发的指令时间的速率将超过就地阀门电机执行的速率。当运行人员松开鼠标后，就地阀门电机还要继续运行，以执行完指令时间。这种操作方式与人们通常的操作习惯相悖，将使运行人员难以控制阀门。更为严重的是，如果运行人员在阀门电机还没有执行完指令时间时，运行人员又下发了指令时间并且方向与上次一样，如上所述，指令时间将跳转为零，由于阀门开关时间的计时器还没有清零，将造成阀门反向动作。（事实上，045和046这两个宏命令就是为防止这种情况的出现而后加的。）

d) 对于大功率的远操门应设置指令时间的变化率为1%，因为这些阀门本质上是带中间停止，带开度指示的电动门，是不能频繁启动的。调节性执行机构可根据实际情况设置为0-1的值。如果一个门需要微调，变化率就设置小一点，这样运行人员控制就可以精确一点，不容易操作过头了。如果一个门并不需要做微小的调整，将变化率设置为1也是一个好的选择，这对电机和执行机构都是有好处的。

#### 4 关于PIR大宏的几个讨论

(1) PIR的输入参数比例系数G, 积分系数TI, 和前馈FV的意义。必须明确, 在PIR大宏中, 调节器的输出是指令时间。假设比例系统是1, 它的意义是当偏差为1% (假设RN已正确设值) 时, 就地的执行机构动作1秒。而普通的比例积分调节器的比例系数的意义是当偏差为1%时, 就地的执行机构动作1%。同样TI也不能简单的理解为积分时间, 因为积分时间是指当调节器接受阶跃输入后, 调节器的积分环节的输出等于比例环节的输出所需的时间。从公式 $y=k*x+1/Ti \int xdt+F+ \int wdt$ 我们可以知道, TI与我们常说的积分时间差k倍。

(2) 关于输出死区Tp的设置。与一般执行机构中的死区一样, TP的设置过小会造成执行机构振荡。一般执行机构的死区设置值与执行机构的控制精度有关, 控制精度越高, 允许设置的值就越小。对于PIR大宏来说, 它的控制精度就是控制器的运算周期。假设一个控制器的运算周期是100ms, 显然它不可能控制执行机构动作50ms。从我们实际使用的经验看, 这个值应该比控制器的运算周期大至少100ms。

## 5 PIR大宏在盘电#1机组DCS改造中的实际效果

该厂的自动系统如米膛的送引风, 一次风压, 厂用汽压力等, 都是使用的PIR大宏实现地对脉冲控制调节门的控制。从使用的情况看, 效果良好, 达到了设计的目标。

文章作者: 赖剑

发表时间: 2006-02-16 00:00:00

[\[关闭窗口\]](#) [\[打印文章\]](#) [\[回到顶端\]](#)