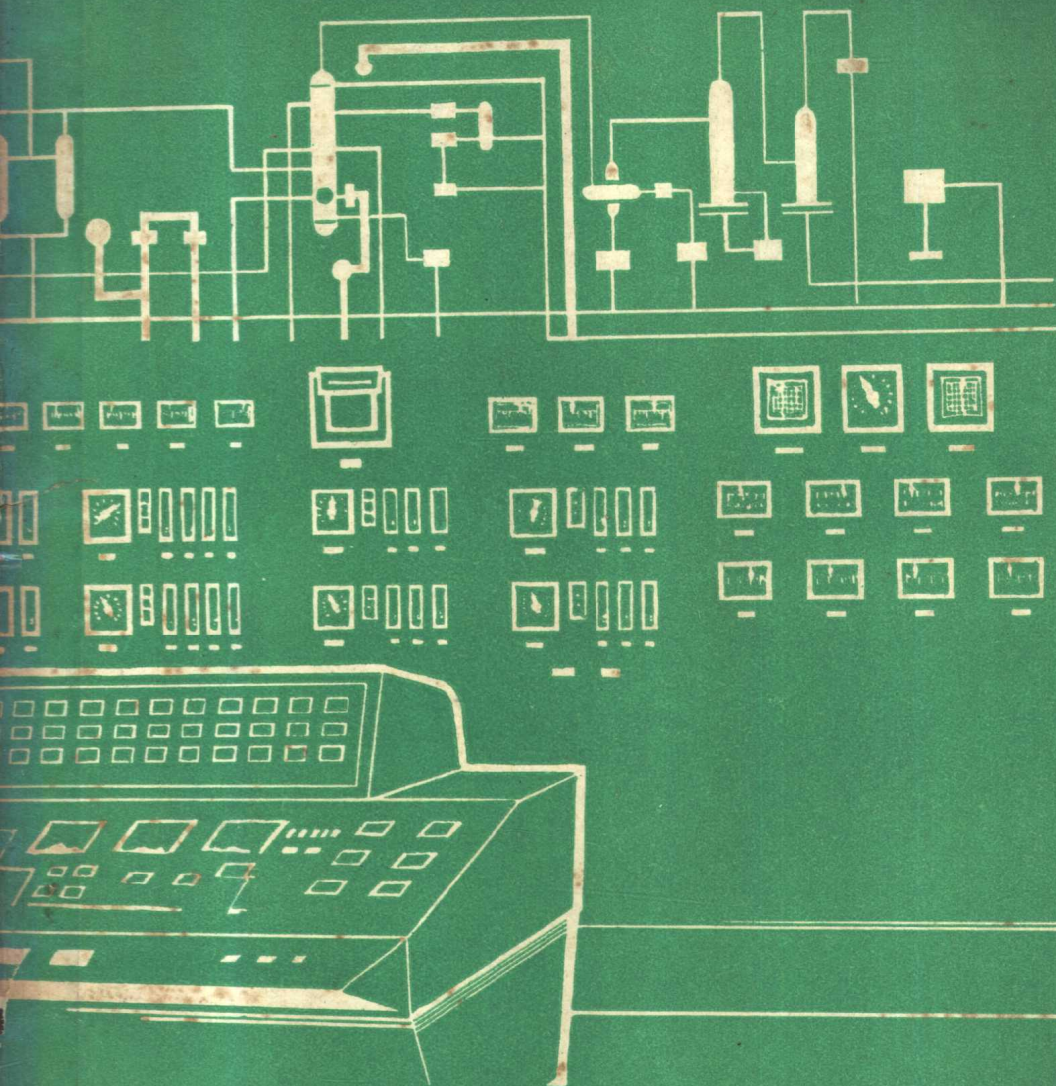


资料 **7**

# 自动调节器译文集

第二集



上海工业自动化仪表研究所

一九七二年十月

# 自动调节器译文集

## (第二集)

气动统一调节器在工业中的推广 .....	1
一个新的调节参数(调节差值有关的放大率) .....	13
用于各种不同任务的一种反馈装置 .....	19
无辅助能源的流量自动调节器 .....	29
毫伏输入的无放大器比例调节器 .....	30
高精度的通用比例温度调节器 .....	36
KTC ЛМУС 频率调节器的设计原理 .....	44
死滞时间小而分辨力高的温度调节器 .....	53
电/液边缘调节的应用 .....	63
调节器的最佳调节 .....	72
一种新的无放大器的用安泼立康的简易调节器 .....	86
两位式控制装置之设计法——关于定位性控制对象—— .....	96
气动调节器上稳定性的改进 .....	119
气动比例调节器的随动误差 .....	126
波兰的电调系统 URS/KSA .....	134
对统一测量和调节系统的要求 .....	143

## 气动统一调节器在工业中的推广

(Einsatz pneumatischer  
Cronibal-Einheitsregler  
in der Industrie, G. Dä-  
beritz, msr 13 ap (1970)  
H. 4. 75~78)

### 导 言

本文作为对设计人员及使用部门装用 Cronibal 气动统一调节器所得经验介绍<sup>[1][2]</sup>。这种气动统一调节器的主要应用范围是化学工业。

对仪器不断提高的要求主要是由于过渡用到石油化学上去所决定的。这乃由于新的操纵室技术、新采用的生产方法和已有老方法需用较大功率来操作等原因。

在设备对象起动作时，与调节器相互配合是必要的。在这阶段会由于回路稳定性、信号传输、手动自动切换、级联法等等出现许多问题。

### 1. 装用调节器时的一般着眼点

所叙述的调节器包括 15 种基型 (6 种 P, 9 种 PI 调节器)。下面先谈调节回路的原理结构 (图 1)。

取决于给定值 - 实际值比较的力平衡位置是通过喷嘴挡板系统 1 取得的。输出压力在压力和功率放大器 2 放大，成为调节器的相应的输出信号。同时这个压力，在接通接头 3、4 时，经过分压 3 进入反馈波纹管 4，并经过  $T_n$  节流而进入中间耦合波纹管 5。经过力平衡波纹管 6 依输入接法有三种可能性。特别有好处的是在调节器输入中设有微分作用 (Vorhaltbildung) (图 2)。另外两种输入接法见图 1 和图 3。调节器此外还能装上手动 - 自动转换元件 (图 2)

或结构转换元件。

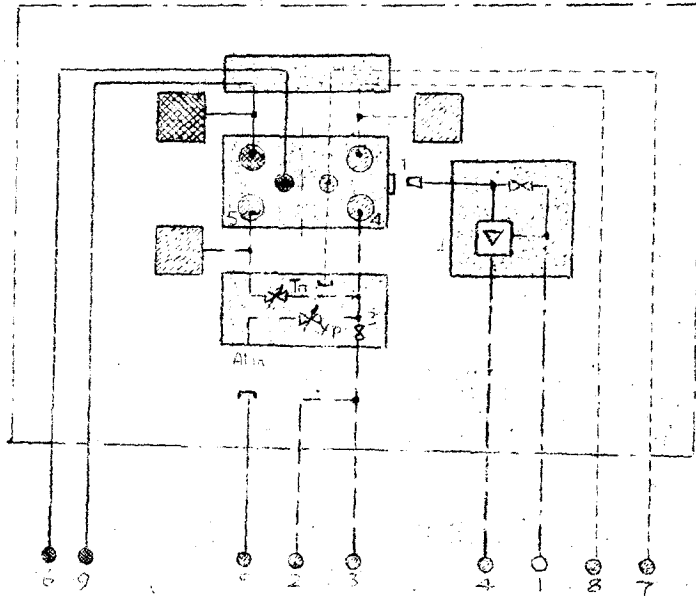


图1 PI2 调节器的原理简图

- 1 为辅助气源；
- 2 调节器输出压力；
- 3和4 到主控器的联接；
- 5 O/L 信号；
- 6 实际值；
- 7 给定值；
- 8 附加量  $Z_1$  或  $Z_2$ ；
- 9 附加量  $Z_2$ 。

调节器的规格可从负反馈分压接法里得出。这种接法的作用是在调节器输出和调节器反馈旁路里，在开动  $X_p$  节流阀时会有不同的压力。当调节器输出  $y$  处于标准压力范围时，反馈波纹管由于分压已增加有一个“低压”。因此调整  $X_p$  时要注意，不要因短时的输出压力变化而引起调节回路的干扰。为避免临界场合的“冲击”，因此应该

使调整进行得足够慢（在主控器上观察调整压力）或是预先转换到手动操作。

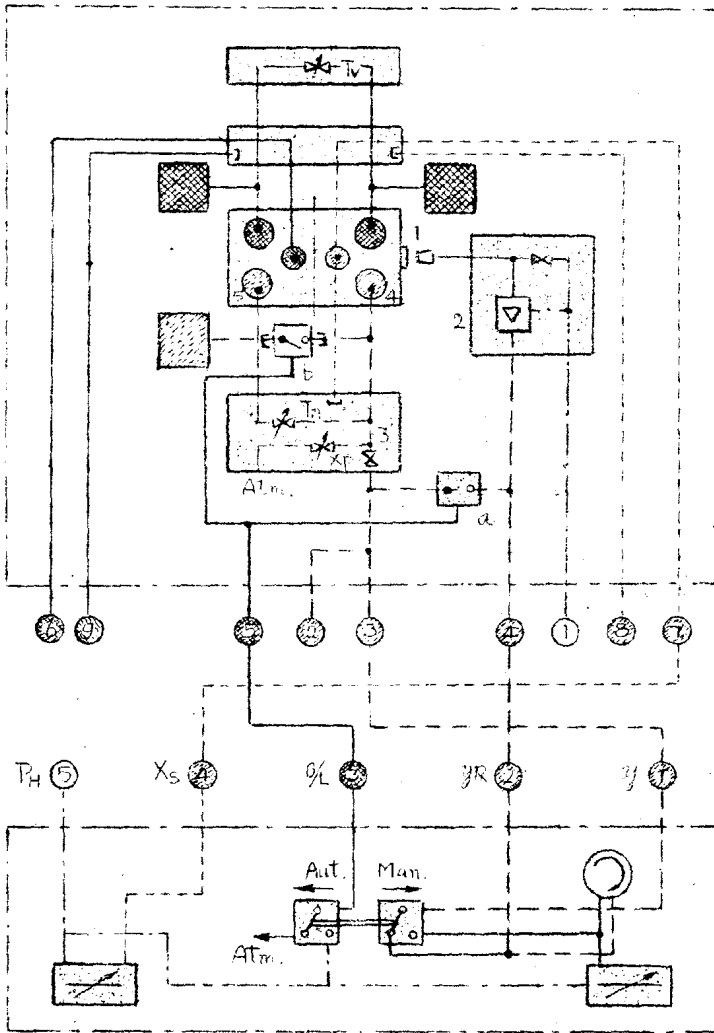


图2 用于操纵室与设备间距离较远的、带手动-自动转换的PID调节器。

主控器接头表示：

- 1 和 2 接到调节器；
- 3 O/L 信号；
- 4 给定值；
- 5 辅助气源。



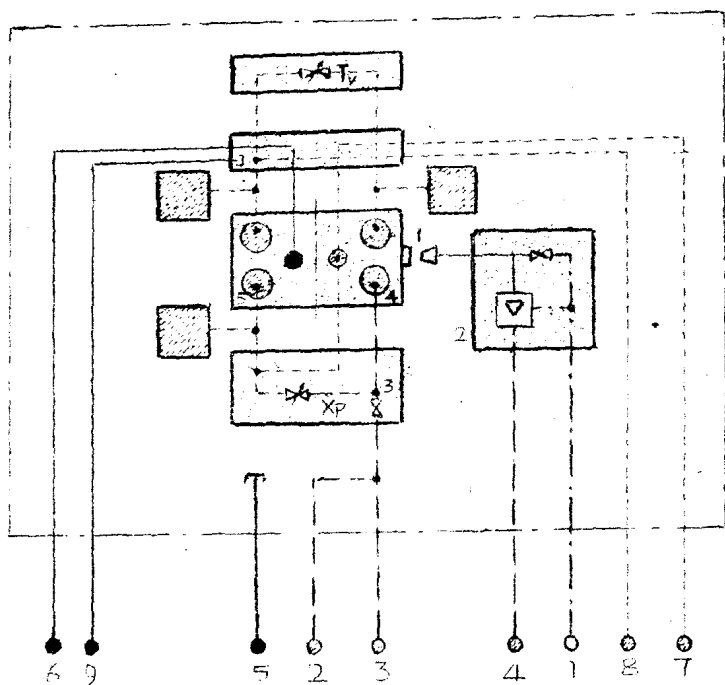


图 3 P(DZ)调节器的原理简图

另外使用者还得注意下列事项：

a) 在“开路”中测量PI调节器的静态特性曲线时，要把 $T_n$ 节流阀关掉，使能达到 $x = y = 0.6$ 公斤力/厘米<sup>2</sup>的条件。在调整 $X_p$ 时则通过开关 $T_n$ 节流阀将这关系重新建立起来，因为在中间耦合波纹管里的压力必须与负反馈波纹管里的压力相配合。

b) 检查调节器工作点只有在“短路”调节回路才能提供有用的结果。所有在“开路”里进行的测量都是错的。

Cronibal 调节器的输入接法较之市面上其他调节器具有特点。这是因为力矩比较用了6只波纹管的力平衡。

有关测量旁路中的微分作用形成问题和这方法的优点等已在文献〔2〕里介绍过。把调节器接成P或带微分附加量的PI型，就有可能把调节量基于其测量和基于一个重要干扰量的测量来进行调整。这种接法的两种原理可能性示于图4。

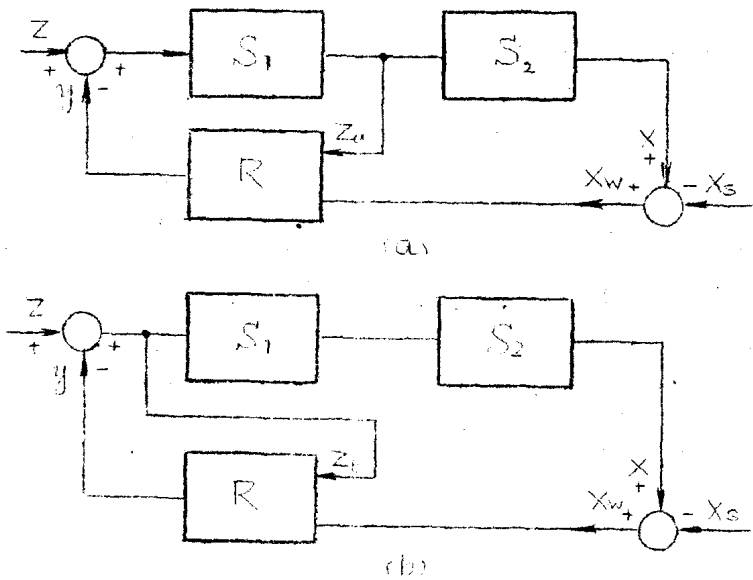


图4 用于依干扰量的原理可能性的信号流程

$S_1, S_2$  调节对象的“部分对象”  
(Teilstrecken);

R 调节器;

$Z_a, Z_b$  调节器加上微分接法的  
干扰量;

Z 干扰量;                    X 调节量;

$X_s$  给定值;                 $X_w$  调节偏差;

y 调整量。

经微分的干扰量将依  $T_V$  节流阀位置 (图3) 的适当关系而导致执行机构产生一个时间的有限偏转。这样就能掌握不作用于测量点调节量的干扰量, 并对调节品质有所提高。

其他设计上的变型如图1的带叠加的附加量接法 (additive Zusatzgrössenaufschaltung)。

在这里再次要注意, 如利用调节器的8和9接头时, 信号  $Z_1$  和  $Z_2$  对实际值  $x$  相比要达三倍的值。如果这样一个附加量太强, 在调节中不希望有时, 则能在  $Z_1$  和  $Z_2$  间加入一个分压接法。另一种把附加量以  $\frac{1}{3}$  来定值的可能是把PI调节器的信号  $x$  和  $X_s$  接于8和9接头上, 附加量  $Z_1$  和  $Z_2$  接在6和7 (图1)。因为最大的  $X_p$  范

围通过这样接法后限制在 100%，因此在比例范围还能调整时，务使保证调节回路的稳定操作。

## 2. 信号传输问题

### 2.1. 一般的

气动信号由于压力变动在传输介质里产生空气。按照空气的物理性能这些信号具有有限的传播速度。这一说法是大家熟悉的。虽然如此，在实践中对这问题极少重视。尤其在最近几年由于集中操纵室的意义日见重视，必须在设计时就得注意气动信号的传输时间。这一问题的理论和实验已在文献〔4〕到〔7〕述及，这里不再重复。

### 2.2. 操作调节回路时的信号传输

调节回路里装置调节器有两种可能性：

- a) 调节器装在中央操纵室；
- b) 调节器装在设备现场。

第一种 a) 主要用于操纵室与现场之间的距离不超过最大传输路程 200 米（图 5）。这种接法使调节回路可靠运用。调节器与主控

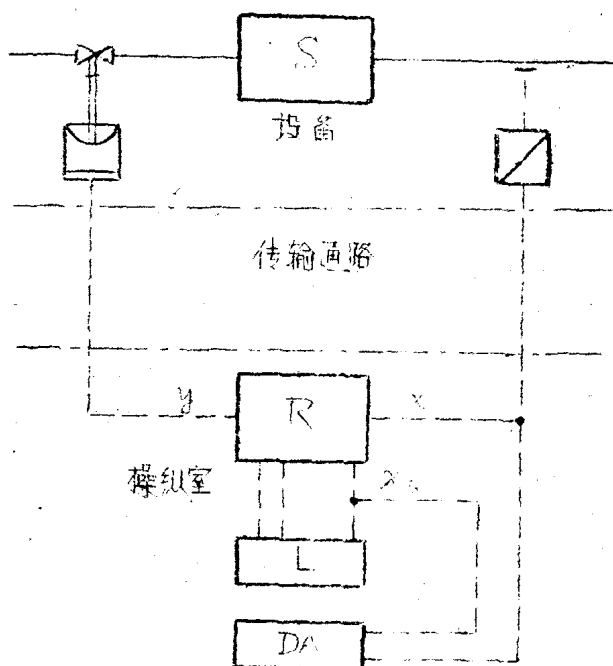


图 5 调节器的  
操纵室安  
装

L 主控器；  
DA 双重指示。



器或反过来之间的信号流具有最短的时间。这样能避免尤其在手动自动切换时的误操作。缺点是在上述这样大的管道长度，信号传输时间（实际值与调整量）尤其是“快速对象”时，调节回路将较迟钝并出现死时。回路的“主宰时间常数”就不再是调节对象的，而是传输管道的了。这就导致调节回路动态的变坏，从而调节器上的参数需要调整，引起调节品质的下降。

但这个接法对仪表安装却是有利，因为在操纵室与设备现场之间只需装两条管道。

第二种 b) 特别用于操纵室与现场之间的传输路程最大到 300 米和调节回路的动态因信号传输时间会大受影响时，这设备按图 6 安装。

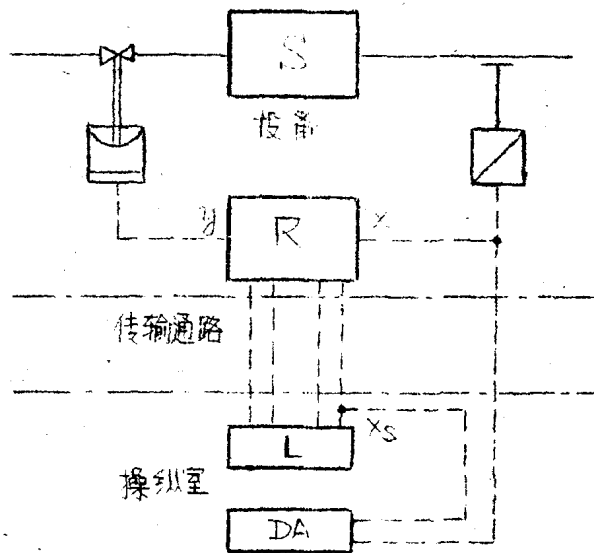


图 6 调节器的现场安装

这一方案使自动操作并对回路动态和调节品质得最佳结果成为可能。缺点是手动操作时的传输管道较长。在距离约达 300 米时会出现传输时间达  $T_{\ddot{u}} \approx 20$  秒（用软管 4i），见文献〔7〕。这样对时间常数小于  $T_{\ddot{u}}$  的调节对象，手动操作就较困难，即使不是不可能；因为在实际值在操纵室指示出来和发出新的调整指令前，调节量可能已偏离它的给定值了。在不顺利时能出现危险情况。如果还得采用这种

接法，那末无论如何必须对这种关键对象装上限值报警。

如果调节对象的时间常数  $T_s$  大于  $T_{\dot{u}}$ ，那末增大的  $T_s$  对手动操作调节回路就较好。

在探讨这些方案的优缺点时也还得顾到这点，大的软管容积会对调节器起一个阻尼作用，这对高次谐波的输入信号是有利的。

### 2.3. 带手动自动转换的 Cronibal 调节器

对按照图 6 接法的设备（在主控器与调节器之间有几百米软管）就需要有通过 O/L 信号来转换的调节器。

在图 2 里有用于手动自动转换的继电器“a”和“b”。出厂时调节器上的开关“b”是闭塞的，只有“a”起作用。调节器是对所有估计到的管道长度和调节对象都可装用的。在主控器与调节器距离在 60 米以内时，信号滞迟实际上已不起什么作用。在这场合，转换的时间点将依  $v_H$ -调整变动，它是对调节器中压力平衡过程起作用的，是与设定的  $T_n$  时间有关的。通过打开转换开关“b”（拔掉转换组件通道板上的两个塞头）就能排除这关系性。在文献<sup>[1]</sup>里所述的转换条件还得简短地加以补充。如从图 2 里可以看出的，调节器在手动操作时是带分开反馈的。这样调节器输出压力在小的给定值实际值偏差时在主控器双压力计上已从一个终端“跑”到另一终端。由于调节器的这种情况并非误错，因此不要尝试为了转换把手动压力指针弄到与调节器输出压力相重合，而应在给定值实际值达到同样时进行转换，并且调节器输出压力在压力计上放到手动压力“流入（Zu-läuft）”端。这样就能使切换大为加速而又无冲击。

### 3. 组件图里调节器的图示法

调节器在设计中和实践中的应用广度使得不同学科的专家们相互接触，为使调节适应于工艺过程或自动化技术的意义接近于生产过程技术人员的要求，是至关重要的。参加人员能相互了解首先有赖于草图和符号。必须大家能懂得和学会这种符号语言。这就要求所有使用者在同一意义下采用一定仪表或一系列仪表的符号。

下面是对 Cronibal 统一调节器给予一个“统一符号”。这些考虑是从文献〔8〕和〔9〕的规定出发的。因此一只调节器用一个正方形加两根对角线来表示，这样形成的四块分格规定下列意义：输入分格、表示时间比的分格、输出分格和标明给定值的分格。

用了这种说明使这一符号至少可能达到原则上的明确。还留下的问题是对装入转换组件的开关信号和与主控器的耦合。因此 Cronibal 调节器的符号还有必要加以扩充。推荐图 7 中的表示法。

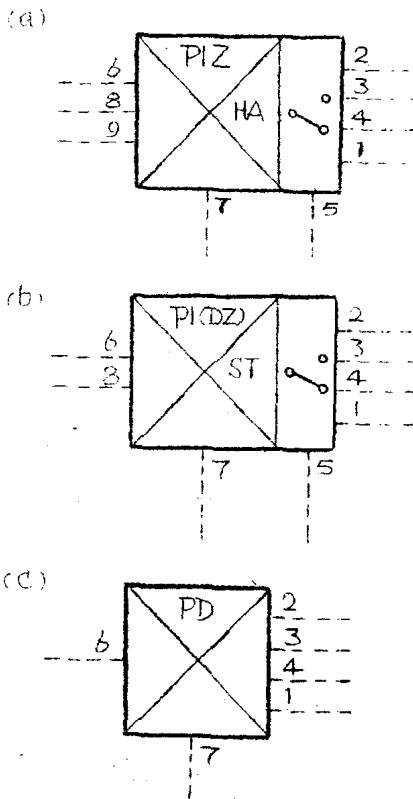


图 7 符 号

- a) 带手动自动转换的 PIZ 调节器。
- b) 带结构转换的 PI(DZ) 调节器。
- c) PD 调节器。
- 1 辅助气源；
- 2 至阀门；
- 3 和 4 主控器联接；
- 5 转换组件用开关信号；
- 6 实际值；
- 7 给定值；
- 8 附加量  $Z_1$  或  $Z$ ；
- 9 附加量  $Z_2$ 。

从三种图示的符号通过适当变化也能用于其他型号的调节器。最后举一个调节回路作为应用例子（图 8）。

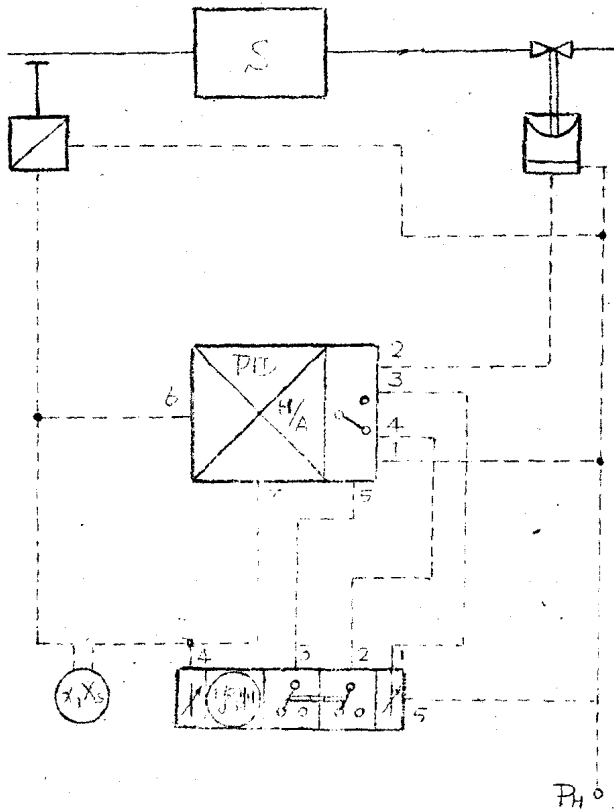


图 8 带 PID 调节器连手动自动转换组件和  
主控器的调节回路

## 结 语

在本文里讨论了一些在设计和操作中应用 Cronibal 统一调节器大家都感兴趣的问题。另外还讨论到一般的和专门的关于装用调节器的观点和信号传输问题连同手动自动转换组件方面。最后对调节器符号图示法方面作了推荐。

## 参 考 文 献

- (1) Druckschrift Cronibal-Einheitsregler.

Typen Nr. 214506 : 3000 (VEB Reglerwerk Dresden).

- (2) Brack, G.: Die Cronibal-Regler-universelle pneumatische Einheitsregler, msr 8 ap (1965) H. 10, 180~188.
- (3) Oppelt, W.: Kleines Handbuch technischer Regelvorgänge (4. Auflage). Berlin: VEB Verlag Technik und Weinheim/Bergstrasse: Verlag Chemie 1964.
- (4) Töpfer, H., und M. Rockstroh: Verhalten und Dimensionierung Pneumatischer Übertragungsleitungen. msr 7(1964) H. 11, 373~380.
- (5) Töpfer, H., und M. Rockstroh: Impulsübertragung in pneumatischen Leitungen. msr 10(1967) H. 6, 219~222.
- (6) Schalinski, W.: Das dynamische Verhalten pneumatischer Übertragungsleitungen. Technische Information 3(1965) H. 1, 9~13.
- (7) Schalinski, W.: Neue Ergebnisse der Kennwertermittlung an pneumatischen Signalübertragungsleitungen. Technische Information 7(1969) H. 1/2, 37~40.
- (8) TGL 14091: Steuerungs- und Regelungstechnik; Kennzeichen und Symbole.
- (9) DDR-Industrieautomation-Symbolkatalog der VVR Regelungstechnik, Gerätebau und Optik, Berlin 1969.
- (10) Strohrmann, G.: Bedingungen für das

stossfreie Umschalter von pneumatischen  
Reglern. Regelungstechnische Praxis 6  
(1964) H. 4, 161~164。

~~~~~~~~~  
(上接第18页)

参 考 文 献

- (1) Ziegler, I.G. and Nichols, N.B.: Optimum Settings for Automatic Controllers. Trans. ASME Vol. 64 p.759, 1942.
- (2) 已在英国和美国申请专利。

## 一个新的调节参数 (调节差值有关的放大率)

(Regeldifferenz abhängiger Verstärkungsgrad, ein neuer Regelparameter, N. Hambley, rtp 1970 H. 3, 110~114)

生产过程调节方面的进步带来不断发展新的仪表的结果, 这些仪表灵敏度较从前更高, 零点稳定性更大, 操作安全性更好而价格更便宜。

当从机械的转入电子方式来解决自动化问题而进行彻底改变时, 似乎在生产过程调节的基本理论上变化并不显著。在这方面的文献中很少提到采用非线性关系, 虽然引用一条弯曲的或是曲折的调节特性曲线会大为改善效果。

图 1(b) 所示的特性曲线表明一种新式的调节特性——调节差值有关的放大因数。这个因数与惯例的 P (比例) 特性关系较为密切, 但是实际上却包括许多 I (积分) 和 D (微分) 关系的优点。为了说明, 引用了一个温度调节例子, 可是这原理完全可以用到任何其它生产过程量的调节上去, 不管用机械的、液动、气动或电动仪表来进行工作。

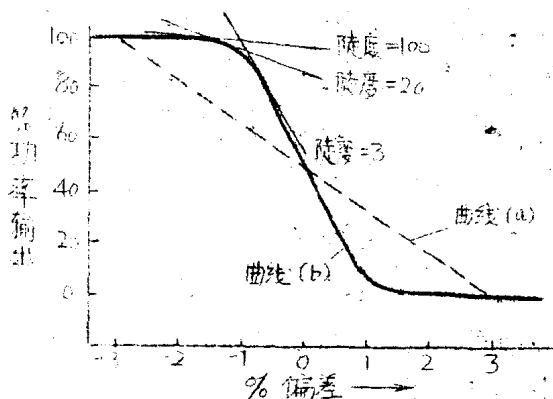


图 1 调节偏差有关的 P 特性曲线

### 自动调节的工作方式

生产过程调节的目的是要使被调参数尽可能地维持在给定值附近。



它能是固定的或是依预定的程序而是个变数。自动的调节不能完全像操作人员手动所达到的那样摹仿，因为调节装备对变更了的外面情况不能“理性”地应答，而且反应方式是受固定装在内部的性能格式的限制。自动调节的先天优点是不断起着作用并且感觉敏锐，速度和可靠性较之手动为高。

调节特性必须做到使所有在设备里出现的故障都起作用，但是，要把一个调节装置设计成，使它直接而立刻把所有故障去除，这是不可能的。实际上必须在一定经济限度下找出一个折衷办法。自动调节器内部一般包含有反馈，并依生产过程变数的给定值与实际值间的调节偏差的大小和时间过程而起反应。

### 线性比例作用

在调节偏差有关的调节电路里，决定性参数平常是比例（P）作用，它作为校正应响而起作用，对输出线性地与偏差有关的。图1里曲线a代表作为原因的偏差和起作用的输出量之间的关系。在稳定状态下，调节量在一个任何调节里具有一个刚好把损失平衡的值。在观察许多来自输入、损耗，和环境的干扰可能性后会明了，就是要把调节量保持恒定，输出必须不断按干扰程度进行变动。原则上调节量只具有一个值，在这值上调节偏差将为零。在其他一切 $y$ 值时必定存在一个偏差。这个不变的P作用是比例调节的特征。在图1里的偏差范围，在这上面输出所通过的整个调节范围为6%，它就称为比例范围。不调整的偏差依输出值在-3和+3%之间。

缩小不变P偏差的可能性是调整P狭带，可是这样会使放大率或调节回路的灵敏度增大。这方法到达极限时，回路就不稳定，并且形成周期性的振荡。

### 稳定性和放大率

通过P范围的缩小（相当于提高放大）会使这系统不稳定。在特别狭P带的极限上，极小的调节偏差就会控制输出到“全开”或“全关”，并且由于导线系统的贮存量介于测量和调节两点之间，调节量

将在给定值左右摆动。这是一种简单的开关调节。当P范围做得足够小时，每一比例调节就会这样来进行工作，偏差在调节量显著上冲时就消失了。

根据定义，P调节是一个反馈系统，在这里来自过程输出的一个信号会以相反的符号作用到调节器输入上，以便纠正从给定值上可能的偏差。过程中的能量传输以及反馈信号两者都有滞迟，此外过程本身也有一定的惯性。在炉子的情形下，这就是炉子结构材料的热惯性，从而它的热能量的贮存力。相对反馈影响为减小调节偏差因此在调节回路里有一只电阻，它起着延迟调节影响的作用。持续振荡产生于放大的增强和滞迟达到临界值两者组合情况时，这时纠正影响依幅度和相位与干扰影响合在一起了。

为了控制在不同输出量时滞迟和调节回路内的线路放大的波动，平常总是把P范围做成至少是临界值的一倍大。达到最佳值较正确的方法，已由齐格勒（Ziegler）和尼果尔斯（Nichols）在文献〔1〕里述及。

### 重调影响和微分影响

为了减小P偏差，能引入一个重调性能。只要给定值如此加以重调，使在负载变动后调节量保持在所要求的值，手动跟踪能做到。可是这方法应用上有一定限制，只能在干扰或多或少较为稳定的情形下。通过自动跟踪能把调节误差缩小影响连续地起着作用。但是这样会减小回路稳定性，并在起动时带来较大的上冲。自动重调的调节范围以及努力做到与其他参数的无关性，都决定于电路的复杂性。

通过微分作用将产生一个依调节偏差变化速度有关的校正作用。这样就能使回路起有效的稳定作用，因此能用较小的P范围来设定。而在起动时也能防止上冲。如果要求P和I作用的互作用自由性，电路上就必须花费较大。

用一个调节器以三个参数调整的困难乃由于这一事实，即一个干扰影响在调节器里会产生综合反应，要把各别参数的作用区分开来是困难的。平常只能采用经验方法，这也是很费时的，并且还是以折衷