

用 中 为 洋

毛泽东



資料 I

温度测量技术与仪表译文集

一机部热工仪表科学研究所

一九六九年十一月

418

最 高 指 示

……一切外国的东西，如同我们对于食物一样，必须经过自己的口腔咀嚼和胃肠运动，送进唾液胃液肠液，把它分解为精华和糟粕两部分，然后排泄其糟粕，吸收其精华，才能对我们的身体有益，决不能生吞活剥地毫无批判地吸收。

学习有两种态度。一种是教条主义的态度，不管我国情况，适用的和不适用的，一起搬来。这种态度不好。另一种态度，学习的时候用脑筋想一下，学那些和我国情况相适合的东西，即吸取对我们有益的经验，我们需要的是这样一种态度。

外国一切好经验，好的科学技术，我们都要吸收过来，为我们所用。拒绝向外国学习是不对的。当然，迷信外国认为外国的东西都是好的，也是不对的。

对于外国文化，排外主义的方针是错误的，应当尽量吸收进步的外国文化，以为发展中国新文化的借镜；盲目搬用的方针也是错误的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。

目 录

最经济的温度控制方式——用于温度仪表装置中

的 Z 系列	1
至热电偶的漏洩干扰及其对策	19
测温元件的时滞问题	24
温度计和高温计热惯性常数的通用计算方法	37
论精密测量时热电偶均匀性的测定	56
论热电极的铂和铂铑丝的不均匀性	59
金属细丝上的热电均匀效应	64
铂的纯度对硬化恢复和再结晶的影响	74
有关铂 30 % 铑 - 铂 6 % 铑组合的热电偶新测定	
的分度表	91
光学测温装置	103
具有内线黑体参考的辐射温度计	110
液筒表面温度测量用热电偶	115
热轴承检测器电路	121

最经济的温度控制方式—— 用于温度仪表装置中的 Z 系列

1. 前 言

温度仪表装置中所使用的仪表种类很多，有按原理、机构、机能来分类的，必须根据用途进行选择。

下面介绍一下 Z 系列调节器，它是仪表群的一个典型，虽然这种 Z 系列调节器不能在所有的温度仪表装置中使用，但也可从一个方面理解到其他方面。

2. 温度仪表装置与 Z 系列调节器

Z 系列调节器主要是用在温度仪表装置中。特别是在中小型生产过程中有 80% 以上的仪表是温度仪表，现在 Z 系列调节器的使用范围很多，以调节器群与温度仪表装置结合使用是非常良好的。

如果广义地说，仪表装置是管理生产过程用的仪表，那么就必须考虑仪表装置中的几个阶段，亦即要考虑温度仪表装置的阶段及其中所使用的工业仪表的概念的关系，图 1 是温度仪表装置若干阶段的概念。

关于图 1 中温度仪表装置的阶段与仪器，仪表装置机能的关系，直列项目 1 ~ 11 为仪表装置机能，从其与仪表装置费用的比例来说，大体上是控制性能高级化则机能趋于复杂化。可以根据仪器的价格、机能的数据逐个例子来积算，这里从略。

3. Z 系列调节器

以利用 Z 系列调节器的仪表装置与利用统一信号方式仪表的装置相比，它比较简单，因此适用于对经济性要求较强的仪表装置中。

在生产过程的仪表化方面，期待能有通过简单方式以满足各种条件例如精度、可靠性、响应、操作等的仪表装置，现在介绍一下 Z 系列调节器。

3-1. Transet (トランゼット) (照片 1) (晶体管式振荡型调节器)

特点：

(1) 防震仪表（スパンバンド支持式）

耐振动冲击能力非常强。

由于摩擦全无，精度良好。

灵敏度高，电力消耗少。

(2) 动作正确

通过调节动作中的电磁接触器等开关作用，利用特殊回路来防止振动影响，所以没有错误动作。

采用スパンバンド支持式测量元件，所以能长时期稳定，不会失常。

(3) 操作简单

由于内部装有基准接点温度自动补偿装置、电路调整电阻、控制继电器、控制动作指示灯，因此安装、配线简单。外部端子，由于只将检测端和操作端连接，故可进行自动控制。

(4) 机构设计

由于内部藏有稳定电压整流电源装置，在基准接点温度自动补偿装置及电阻输入场合下，不再需要别的整流器。

内部装有外部测量电路电阻的测量电路，以 Transet 本身即精密地调整电路电阻。

指示机构部分中，不论电压（电流）输入或电阻输入，均使用同样的可动线圈式。

2 位置，3 位置，比例动作可以自由组合，因此可以广泛地应用。

关于调节器的控制电路，已经根据 70,000 台以上的实际成果和经验，加以确定，现在具有很高的可靠性，下面叙述所用 Servoset（サーボゼット）控制电路和 Miniset（ミニゼット）控制电路。

动作原理：

图 4 表示 Transet 的动作原理。以 1 组振盪线圈 L_1 、 L_2 接到晶体管的基极电路和集电极电路，即构成了电磁结合的振盪电路。振盪输出经过放大、整流而输入到 Miniset 电路中。当振盪电压达到

≈ 2 ≈

某个一定的值以上时，斯美特电路的晶体管处于通导状态，因此集电极电流流过，继电器动作。另一方面，由于有测量输入之故，可动线圈动作，使指针上的铝箔遮片动作。当指针与设定值一致时，遮片遮断设定指针中所安装的线圈间的联结，因此振荡输出为零，而斯美特电路的晶体管处于遮断状态，所以继电器恢复原状。利用继电器的通断动作所给出的调节信号来控制生产过程（照片2）。

图 1 温度仪表等级的概念

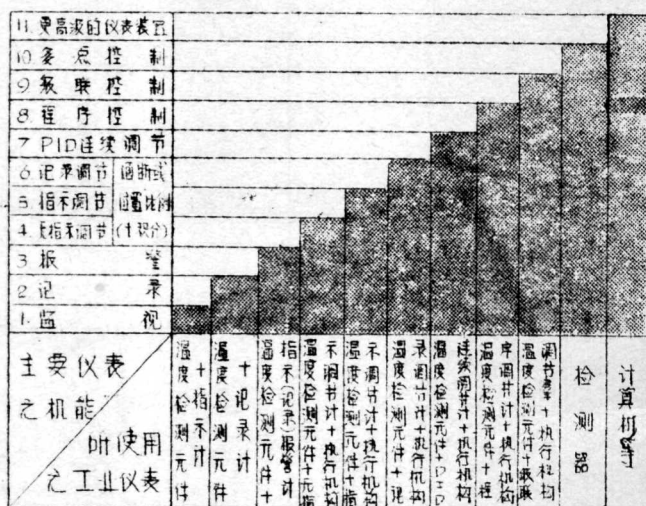
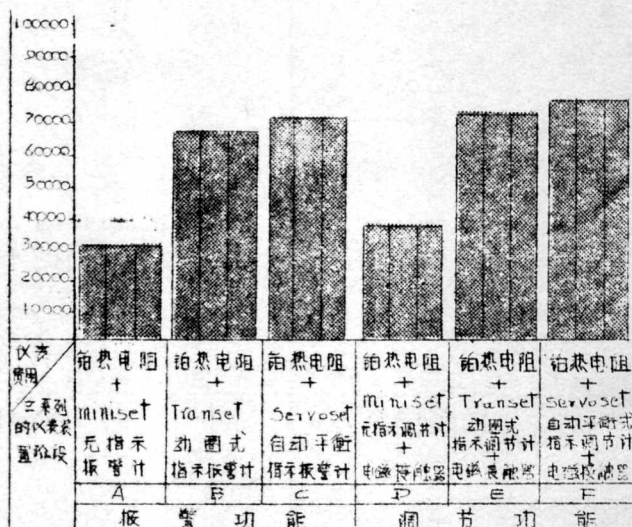


图 2 Z 系列仪
表装置阶段
与仪表装置
费用



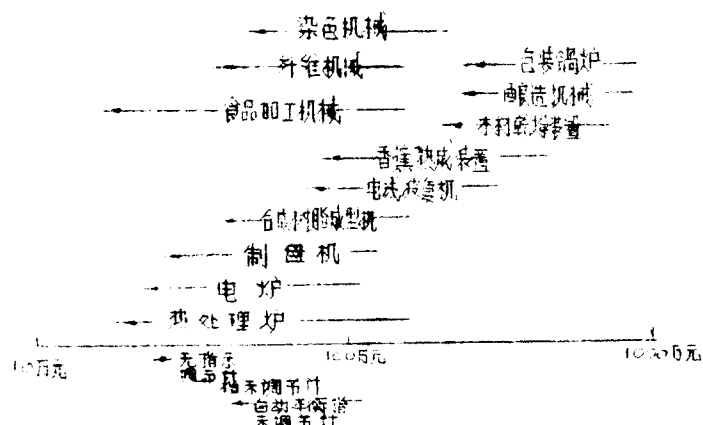


图3 温度仪表装置在各生产部门分布之实例

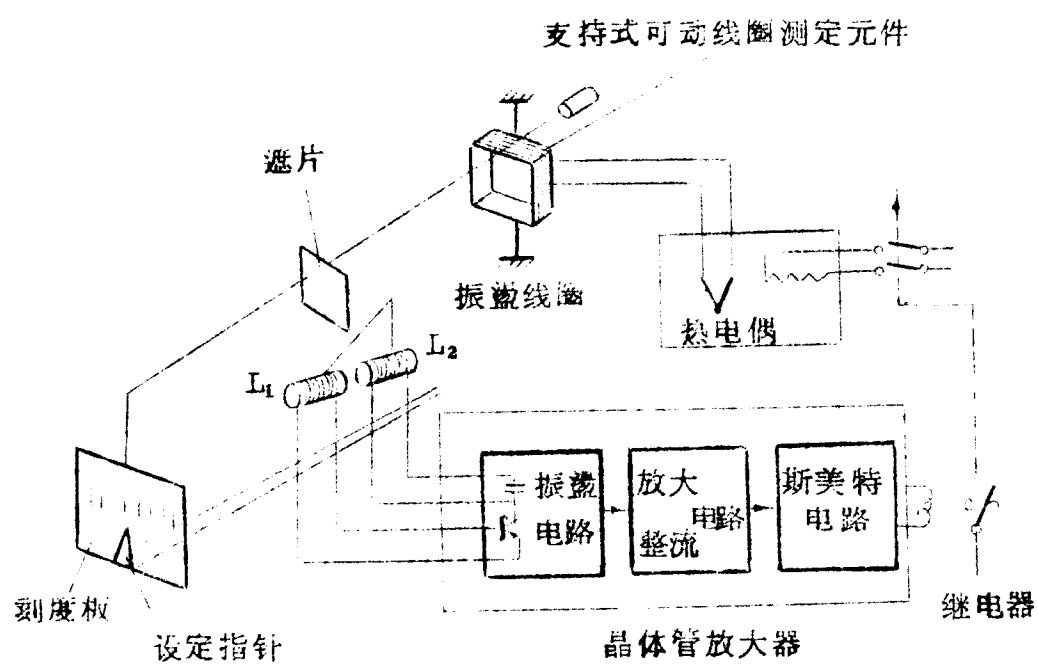


图4 动作原理

辅加装置：

(1) 基准接点温度自动补偿装置

图 5 表示基准接点温度自动补偿装置电路。热电偶的热电势决定于测温接点与基准接点的温差。因此，在基准接点温度变化对于测量并无影响的 Transet 中，可辅加基准接点自动补偿装置。这个装置以由铜电阻和 3 个温度系数近于零的锰铜电阻所构成的电桥向测量粒子供给响应于基准接点温度变化的电位。

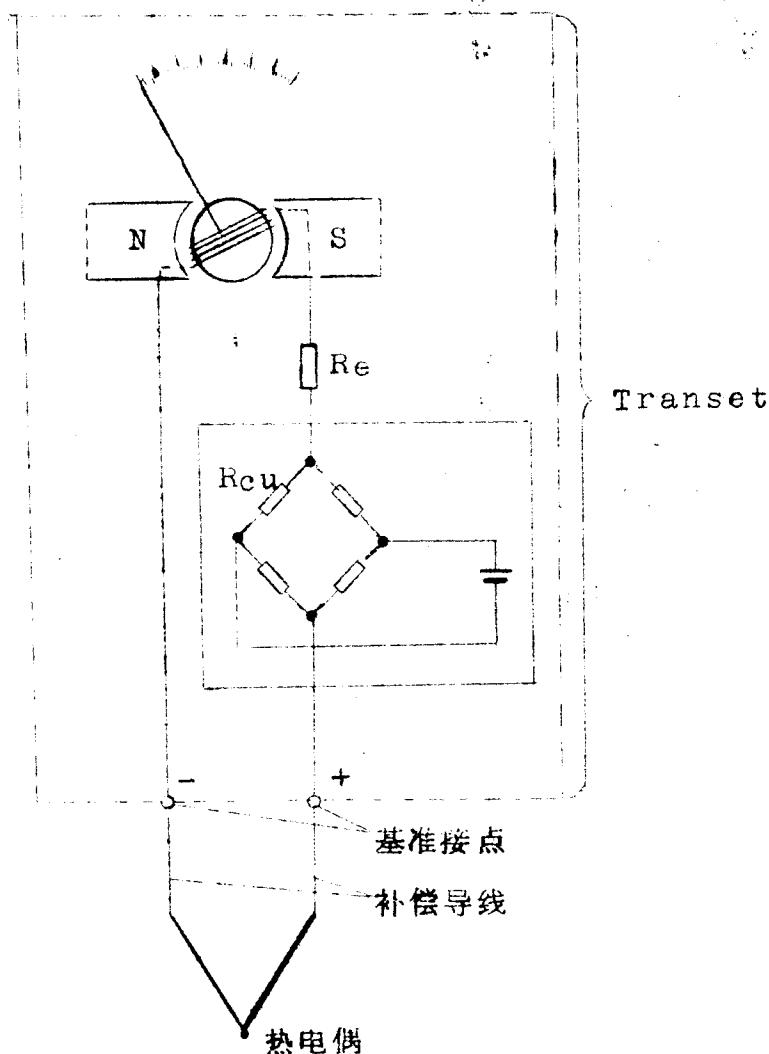


图 5 基准接点自动温度补偿电路

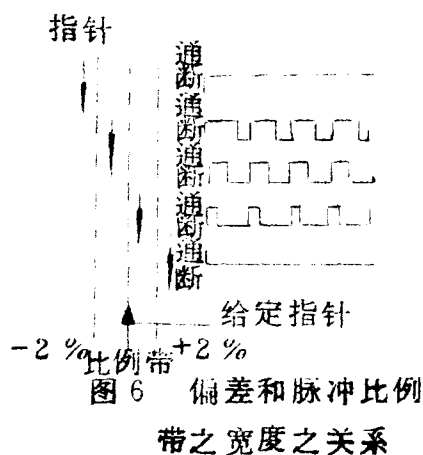
(2) 烧断电路

在采用热电偶和 Transet 进行加热器温度调节的场合，热电偶断线，输入电路断开，输入变为零。因此指针指示为零。如加热器的电源是接通的，加热器就有过热的危险。防止过热用的输入电路是在开放的场合里，在 Transet 内对可动线圈加以电压，以便使加热器电路自动断开的防过热烧断电路。

(3) 比例动作

比例动作是以测定值与设定值的偏差成比例地发出电信号的平均位置动作（比例式）。接通时间或断开时间的周期内的百分比与测定值（被控变数）偏离设定值的偏差成比例。图 6 是偏差与发信脉冲的关系。

在上限检测场合里，若测定值低于比例带下端时，就完全接通，而在测定值高于比例带上端时，就完全断开。此比例带位于完全“接通 ON”点与“断开 OFF”点的宽度中间，“接通”时间与测定值成比例地变化，而且能与马达脉冲等相组合，进行比例积分动作。图 7 是采用两位控制与比例控制的实例比较。



在使用方法中，最近常用的方法是机器安装（マシンマウント）这里介绍能经受剧烈振动条件，机械结构强的 Servoset 和 miniset。

3-2 Servoset（照像3）（自动平衡指示调节器）

特点：

(1) 自动平衡机构的驱动转矩大，在有振动冲击的场所里，动作稳定。

(2) 放大器、电源部分大量地使用硅晶体管、Zener 二极管，在周围温度、电源变动时能保持稳定。

(3) 截流器系采用高性能的晶体管截流器。

(4) 自动平衡机构的输入阻抗高，在电压、电流输入场合下，不需要调整外部配线电阻；在电阻输入时，采用了3线式，所以无需调整外部配线电阻。

(5) 带有烧断电路，可以防止由于热电偶断线所引起的事故。

(6) 由于没有停止器（ストップ），故可以进行与设定值无关的全刻度范围的测量。

(7) 比例动作中，因为有控制放大器的可变电阻（附有オフセツキセツセル旋钮），偏移容易补正。

(8) 由于带有防故障设备（フエイルセーフ），仪器电源中断时，控制输出断开，而安全地动作。

(9) 安装方式分为标准的横装式和竖装式，安装倾斜度可任意选择。

动作原理：

Servoset 的输入分为电阻和直流电压（电流）两种。在电阻输入场合里，采用交流电桥，在直流电压（电流）输入场合里，采用直流电位差计来测量。

(1) 伺服马达（图8）

伺服马达将经过指示放大器放大后的指示值与设定值的偏差进行同步整流，根据驱动线圈中所流动的电流方向决定靶内所发生磁场的极性。由于磁场的缘故，内部可动磁铁旋转，旋转方向决定于靶的极性。

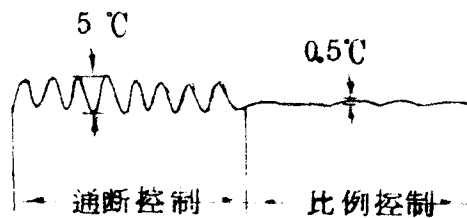


图7 采用两位控制与比例控制之比较

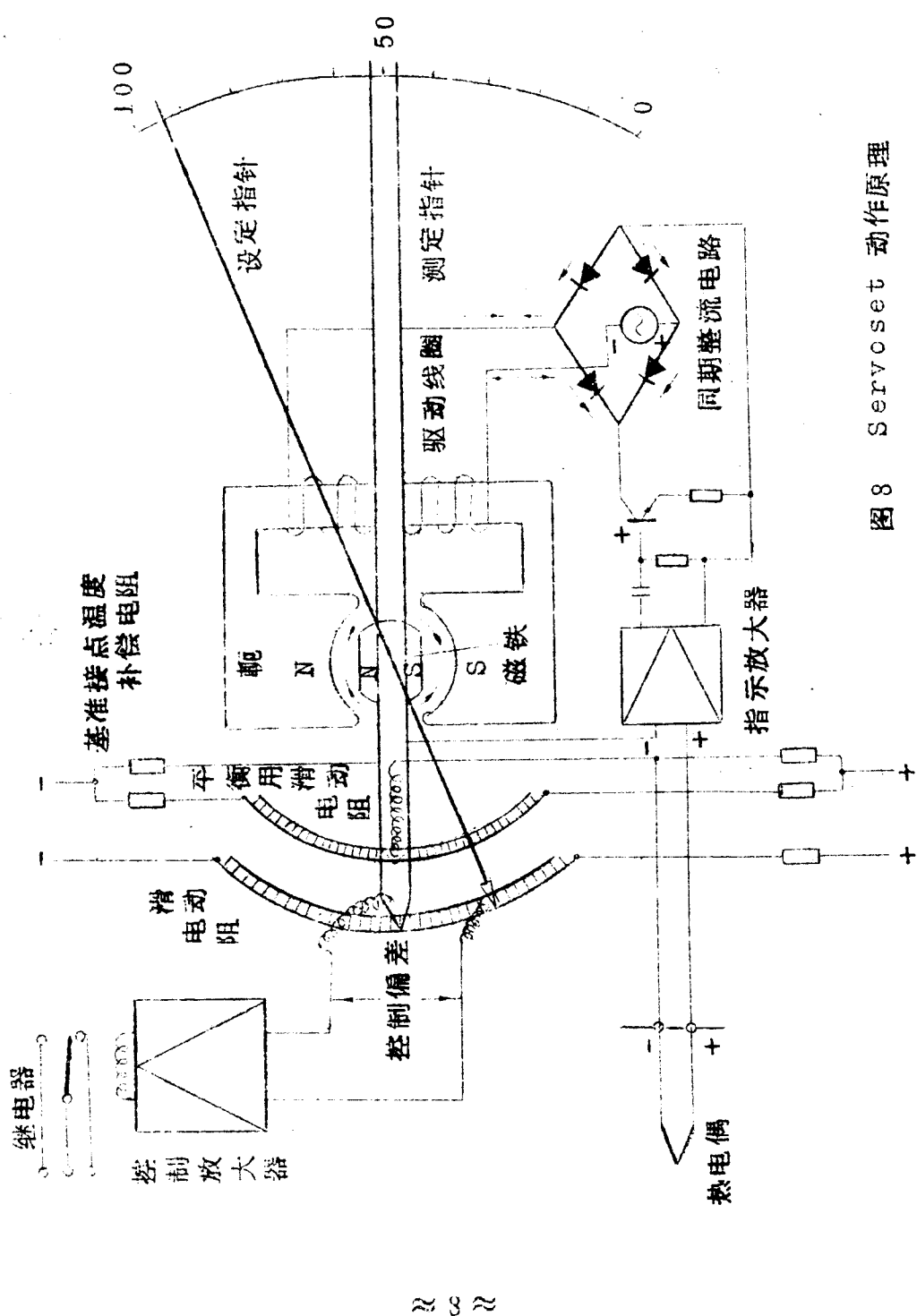


图 8 Servoset 动作原理

(2) 交流电桥式测定

用于输入为电阻的场合中，图9所示之电桥由测量电阻，滑动电阻，电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 和零点调整用可变电阻 VR_1 所构成。当测量电阻的电阻值发生变化， $a-b$ 间发生不平衡电压。此电压由指示放大器加以放大，使伺服马达旋转。滑动电阻的接触子 C_1 与伺服马达连动，当电桥达到平衡，伺服马达停止，伺服马达的停止位置就表示测定值，由装在马达上的指针指示出来。

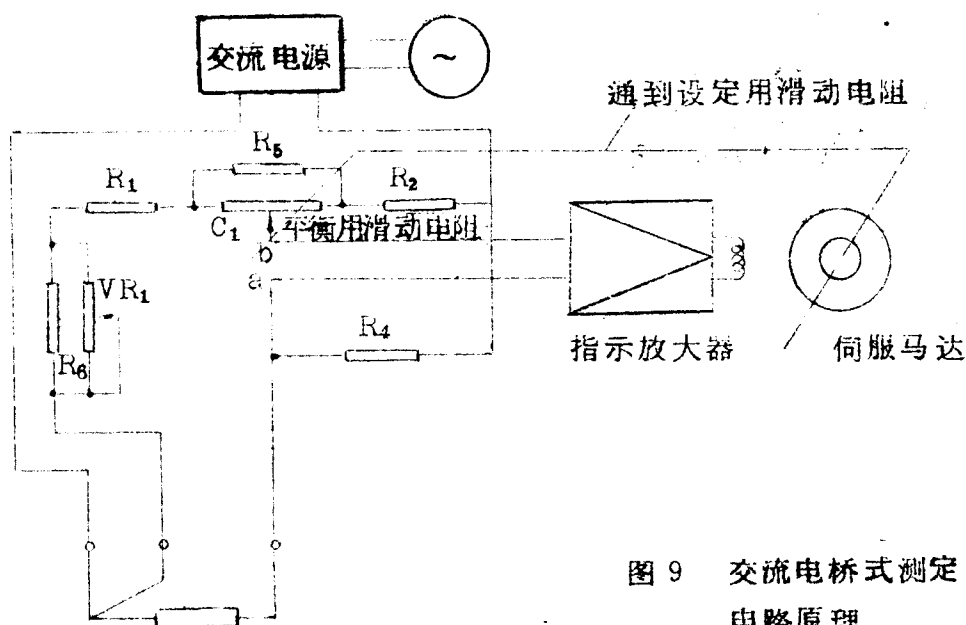


图9 交流电桥式测定
电路原理

(3) 直流电位差计式测量

用于输入为直流电压（电流）的场合中，将测量电压与由Zener二极管加以稳定电压化的基准电源作比较，并把 $a-b$ 间发生的不平衡电压送入指示放大器，经过晶体管截波器把直流变换为交流而放大，然后用交流电桥相同方式进行测量。

(4) 控制输出

如图11所示，通过滑动电阻，检测出与设定值相违的指示偏差。设定用滑动电阻上装有设定用接触子（ C_3 ）和与指针连动的测定用

接触子 (C_2)。当指针达到设定指标 (C_2 达到 C_3) 在 $C_2 - C_3$ 之际发生负向偏差电压。将此偏差电压送到控制放大器中进行两位动作和比例动作。以上限 2 位动作为例来说明, 当指示值低于设定值时, 继电器动作, 若大于设定值时则还原。以设定指针位置为中心, 除去不感带、比例带, 进行图 1 2 所示之两位动作。由于巧妙地利用了 L. C. H. 接点端子, 因此可应用于控制、报警, 以及其他种种用途中。

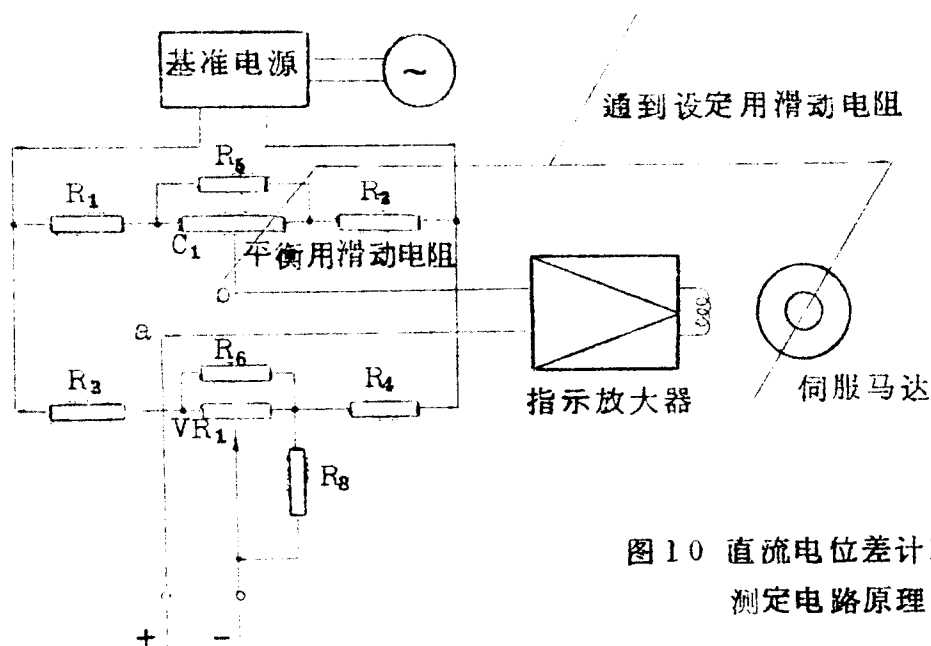


图 10 直流电位差计式
测定电路原理

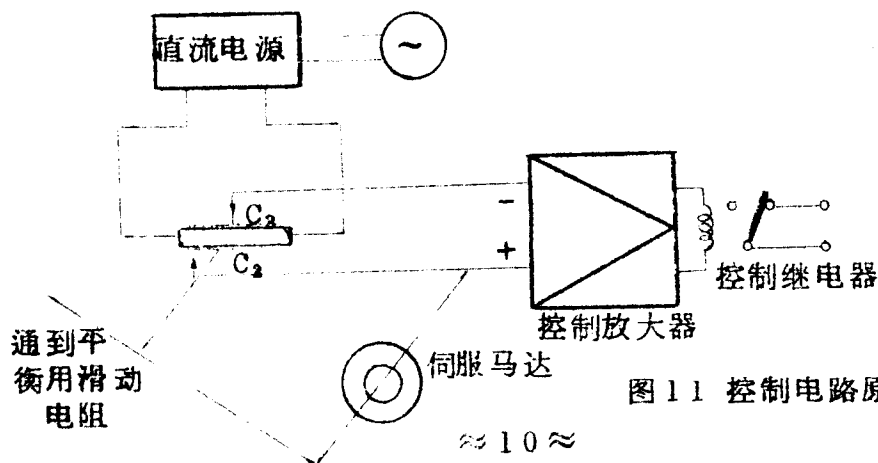


图 11 控制电路原理图

辅加装置：

(1) 基准接点温度自动补偿装置

(参照 Transet 项)

(2) 烧断电路

(参照 Transet 项)

(3) 比例动作

(参照 Transet 项)

(4) 积分动作

下 温	上 限	
电源断	电源断	CH- 通 CL- 断
		CH- 通 CL- 断
		CH- 断 CL- 通
测定指针 上下限设定指针		

图 1 3 表示带积分动作场合的原理图，即输入电路的电阻 R 中之直流放大器输出通过 R_f 、 C_1 而被反馈。此电阻 R_f 与 R 之比决定直流放大器的增益。

图 12 输出接点动作原理

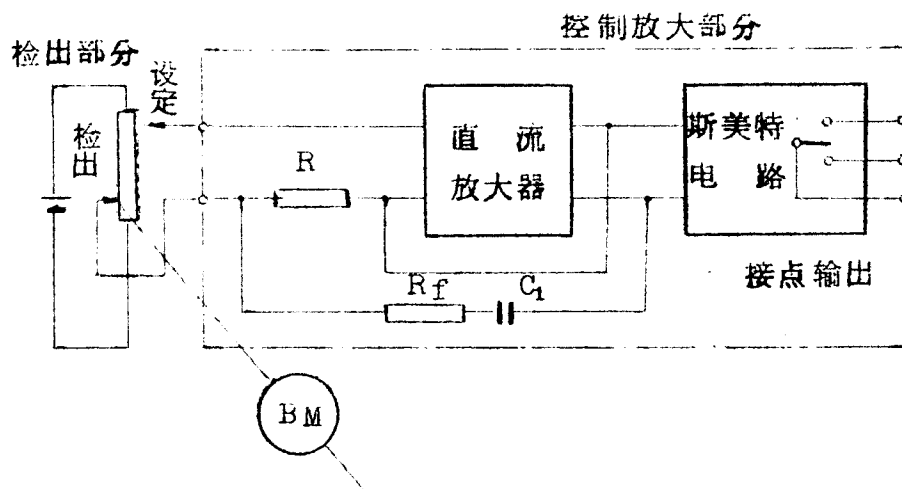


图 1 3 积分动作电路原理

此外，由于 $R_f \gg R$ ，反馈的时常数亦即积分时间决定于 C_1 与 R_f 之积。 R 、 R_f 、 C_1 均是固定的，比例带（满刻度之 3-4%），积分时间（约 2 分）亦分别固定。

从输入端到直流放大器的输出端的信号是连续的，因此由于反馈

电路之故，显示出图 14 所示之过渡响应。亦即在图 14 那样的阶跃输入之时，反馈信号经过 C_1 ，因此在 $t = 0$ 时，给出相当于 $G \cdot e_i$ 的输出（比例动作）。在 C_1 中的电荷开始积蓄之时，输出开始作直线上升。输出像 e_o 那样合成。因此，由于 $t = 0$ ， e_o 达到相当于 $2 - G \cdot e_i$ 的输出时间是积分时间 $T_i(\text{min})$ 。

对于这样的阶跃输入，在把线性变化的输出加到输出斯美特电路中时，即使偏差输入值是一定的，最后两位接点输出时间经过仍然有图 15 所示之变化。

此种斯美特电路是一种电压继电器，它与 CR 反馈电路相组合，可按照输入电压大小之比例进行两位时间幅度的控制。亦就是说，以 $T_{\text{接通}}$ 表示接点输出接通（ON）的时间，以 $T_{\text{断开}}$ 表示断开（OFF）的时间，则当

$$P = \frac{T_{\text{接通}}}{T_{\text{接通}} + T_{\text{断开}}}$$

时， $T_{\text{接通}} + T_{\text{断开}}$ 的时间（周期）大致上一定， P 之值（0—1）与直流放大器输出电压的大小成比例（照像 4、5）。

e_i : 偏差输入
 e_o : 直流放大器输出
 G : 增益
 P : 比例带 (%)
 T_i : 积分时间 (min)
 $G \propto \frac{1}{P}$

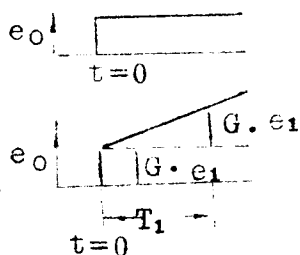


图 14 附比例积分动作之直流放大器过渡响应特性

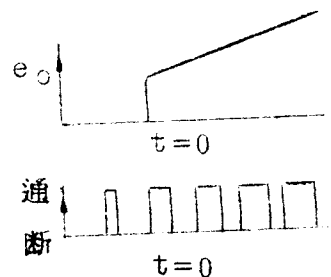


图 15 斯美特电路输入与接点输出之时间关系

3-3 miniset (ミニゼット) (照像 6、7) (电子式无指示调节器)

特点：

(1) 是可靠性高的无指示调节器，不带可动部分，完全固体化，寿命是半永久性的。

(2) 控制输出方面，可在离开设定值 $2 \sim 10\%$ (可变) 范围上，辅加上下限报警装置。

(3) 输入阻抗高，不需要外部配线调整。

(4) 由于辅设故障防止装置，当仪器电源中断时，控制输出中断，发出报警。

(5) 添加积分动作，所以能作自动偏移补正。

(6) 前面设有调节动作指示灯，对调节动作能一目了然。

(7) 表板占有面积小，即使数台并列，亦能取得平衡的配置。

(8) 轻量而紧凑，能与使用场所配合，设计新颖，表板整齐。

动作原理：

Miniset 的输入分为电阻与直流电压 (电流) 两种。在电阻输入的场所，采用交流电桥式，在直流电压 (电流) 输入的场所，采用直流电位差计式进行测量。

(1) 交流电桥式测量

用于输入为电阻的场所。图 1 6 所示之电桥由测量电阻，电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 所构成。当测量电阻值发生变化，电桥就发生不平衡电压。此电压由控制放大器加以放大，经同步整流后，经过斯美特电路，使控制继电器动作。

(2) 直流电位差计式测量

用于输入为直流电压 (电流) 场合中，如图 1 7 所示，将测量电压与藉 Zener 二极管而稳定电压化的基准电压作比较。电位差计中所发生之不平衡电压进入到控制放大器中。由晶体管截波器将直流变换为交流而后放大，经同步整流后通过斯美特电路使控制继电器动作。

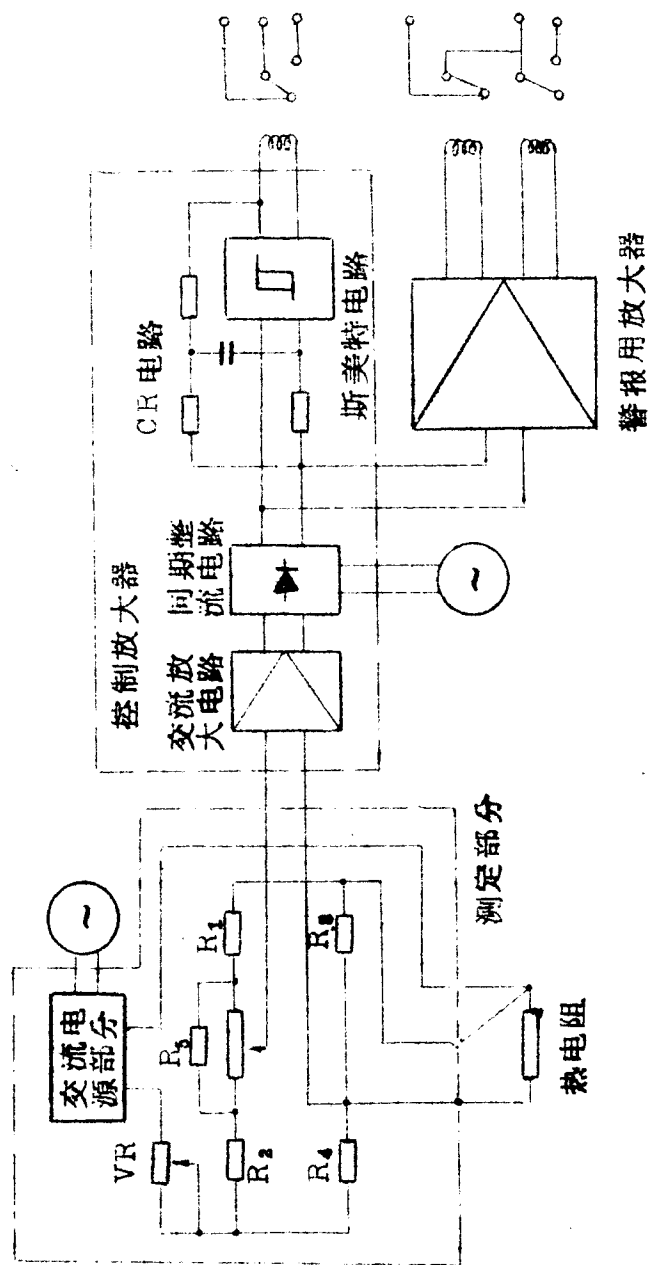


图 1 6 交流电桥式测定原理