

关于转换放大电路测量准确度的讨论

吴地兴 陈大连 黄寿铨

(广西计算中心过程控制室)

摘 要

由于微机技术的应用,在生产过程等监控系统中,可以采用比较经济的转换放大电路,经过一些简单的处理和计算,达到较高的准确度要求。本文就这个问题进行讨论。

在生产过程等监测和控制系统中,总要采用某些传感器件来对有关的物理量进行检测。这些传感器件往往只输出微弱的模拟信号,比如从几毫伏到几十毫伏之间。因此,对这些微弱信号进行转换、放大是必不可少的环节,只有经过这个环节,微机等设备才能利用这些信号。在资金、货源、环境等条件允许的情况下,可以采用与有关传感器件适配的专门变送器。但是,工厂生产的专门变送器,一是价格高,二是体积等不一定适用于具体的场合。在资金、货源或场合受到限制的情况下,就必然要自行设计制作这种转换放大电路。

一般来讲,自行研制这种转换放大电路存在着明显的困难。要保证转换的精度,就要对转换电路本身和其工作环境提出苛刻的要求,这样做的代价往往很高,生产等现场又常常难于满足所要求的条件。本文就这个问题做如下讨论。

通常使用的转换放大电路,它的输入端只接相应的传感器件(如热电偶)的输出端。如图1所示,传感器件的输出讯号,就是转换放大电路的输入信号 V_i ,转换放大电路的输出信号为 V_o ,放大系数为 K 。显然, $V_o = KV_i$ 。假如转换放大电路是一个线性电路, K 是一个常数,那么A/D转换电路所检测到的 V_o ,便精确地反映出传感器件的输出信号 V_i 。而实际上,由于放大电路本身所使用的器件和现场环境的原因(如温度、湿度的变化),放大电路的输出端在 $V_i = 0$ 的情况下,会有一定的输出即 $V_o \neq 0$,而 K 也会有些变化。因此,在 V_i 较小的情况下,就有可能造成相当大的误差。

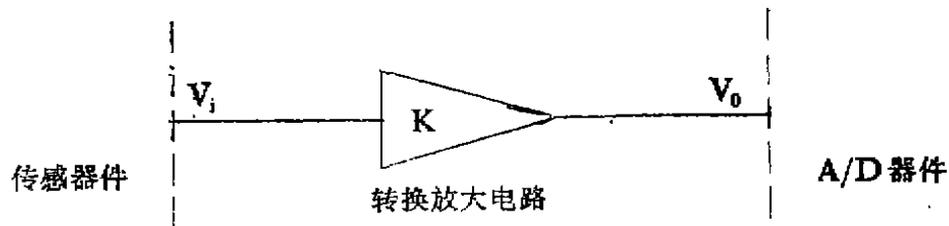


图1

微机技术在过程控制等系统中的应用使我们能够较方便地解决这个问题。一般,我们可

以在检测 V_i 之前先使转换放大电路的输入端接零，测出此时的输出端信号即输出端的零漂电压 V_{od} ，再使其输入端接一标准电源 E ，测出相应的输出端 V_{oe} ，求出此时的 K 值，根据上述结果，就可以在对 V_i 进行检测之后对 V_i 进行校正了。其电路原理如图2所示。

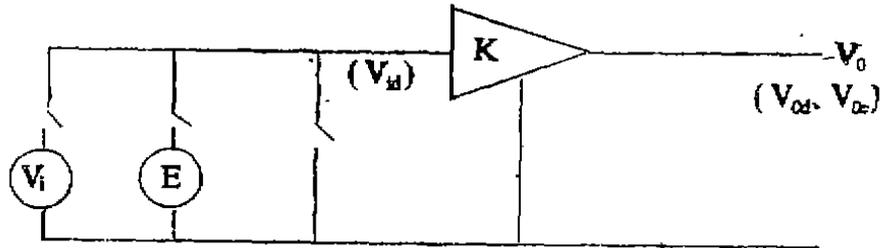


图2

但是，在许多场合下，我们使用的A/D转换电路要求TTL电平，即0~5V之间，当 $V_{od} < 0$ 即出现负零漂时，A/D转换电路将无法对其进行检测。在这种情况下，为了确定 V_{od} 的值，应该使用两个标准电源 E_1 和 E_2 ，其原理如图3所示。在检测 V_i 之前，先使用标准电源 E_1 、 E_2 来对转换放大电路进行校正，算出输出端的漂移 V_{od} 或输入端的漂移 V_{id} ，以及放大系数 K 。

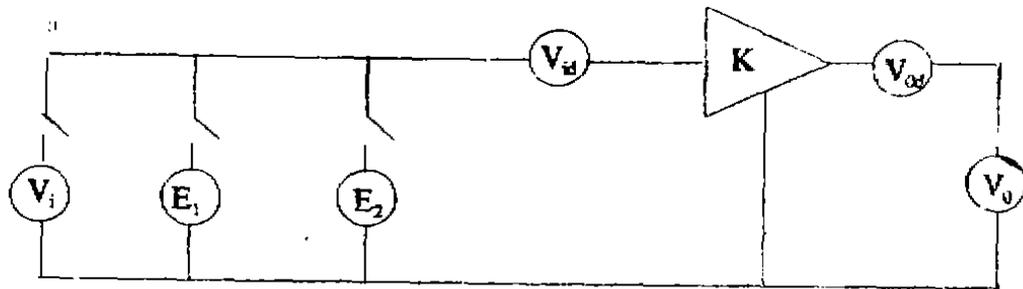


图3

设接通 E_1 时测得 V_o 的值为 V_{oe1} ，接通 E_2 时测得 V_o 的值为 V_{oe2} （只要适当选择 E_1 和 E_2 ，就可以保证在工作场合下， V_{oe1} 、 $V_{oe2} \geq 0$ ），则得到下列方程组：

$$K E_1 + V_{od} = V_{oe1}$$

$$K E_2 + V_{od} = V_{oe2}$$

或 $K (E_1 + V_{id}) = V_{oe1}$

$$K (E_2 + V_{id}) = V_{oe2}$$

解之，得：

$$V_{od} = \frac{V_{oe1} \cdot E_2 - V_{oe2} \cdot E_1}{E_2 - E_1}$$

$$K = \frac{V_{oe2} - V_{oe1}}{E_2 - E_1}$$

或 $V_{id} = \frac{V_{oe1} \cdot E_2 - V_{oe2} \cdot E_1}{V_{oe2} - V_{oe1}}$

$$K = \frac{V_{oe2} - V_{oe1}}{E_2 - E_1}$$

因此，当接通 V_i 时，如果测得的值为 V_o ，则可根据 V_{od} 或 V_{id} 及 K 求出 V_i ，从而校正了由于温湿度变化，元件老化等造成的误差：

$$V_i = \frac{V_o - V_{od}}{K}$$

$$\text{或 } V_i = \frac{V_o}{K} - V_{id}$$

显然，在上述讨论中，我们忽略了 E_1 、 E_2 的变化可能造成的影响。

设 E_1 、 E_2 具有相同的变化系数 β ，即在某个检测时刻 t ，有 $E_{1t} = E_1(1 + \beta)$
 $E_{2t} = E_2(1 + \beta)$ 则

$$\begin{aligned} V_{od} &= \frac{V_o E_1 \cdot E_{2t} - V_{oe2} \cdot E_{1t}}{E_{2t} - E_{1t}} \\ &= \frac{V_{oe1} \cdot E_2(1 + \beta) - V_{oe2} \cdot E_1(1 + \beta)}{E_2(1 + \beta) - E_1(1 + \beta)} \\ &= \frac{V_{oe1} \cdot E_2 - V_{oe2} \cdot E_1}{E_2 - E_1} \end{aligned}$$

可见， E_1 、 E_2 的变化对 V_{od} 并不产生影响，这是很显然的。同样也不会对 V_{id} 产生影响。而这时 $K = \frac{V_{oe2} - V_{oe1}}{E_{2t} - E_{1t}} = \frac{V_{oe2} - V_{oe1}}{E_2(1 + \beta) - E_1(1 + \beta)} = \frac{1}{1 + \beta} \cdot \frac{V_{oe2} - V_{oe1}}{E_2 - E_1}$ 也就是说， E_1 、 E_2 的变化对 K 值的计算产生了影响，只有乘上系数 $1/(1 + \beta)$ ，才是 K 的正确值。

为了解决这个问题，可以采用下述方案。 E_1 、 E_2 用同一标准电源 E 来产生，如图4所示，而A/D电路可以直接对 E 进行检测。在测取 V_{oe1} 、 V_{oe2} 值之前，先对 E 进行测量。这个电源 E ，称为校正电源更为合适。在这种情况下，对它的要求也可以降低。只要测得了 E

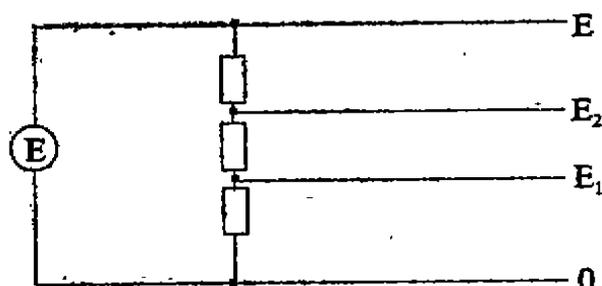


图4

值，就可以得到 $E_1 = \alpha_1 \cdot E$ ， $E_2 = \alpha_2 \cdot E$ ，在一个具体的电路中， α_1 、 α_2 是已知的。

从上述讨论可见，在生产过程等微机监测、控制系统中，可以采用比较经济的转换放大电路，经过一些简单处理和计算，就能达到较高的精度要求。我们在“热处理调质线”的微机控制系统中应用这种方法，保证了测量精度，收到了良好的效果。

A DISCUSSION ON THE TEST ACCURACY OF CONVERSION MAGNIFICATION CIRCUIT

Wu Dixing, Chen Dalian & Huang Shouquan
(*Computer Centre of Guangxi*)

ABSTRACT

In the monitor-control systems of production process, with the application of microcomputer technique, we can adopt more economical conversion magnification circuit to meet the requirement of higher accuracy by simple process and calculation. The paper discusses this problem.