



# [12]发明专利申请公开说明书

[11] CN 85 1 02262 A

[43]公开日 1986年9月24日

[21]申请号 85 1 02262

[22]申请日 85.4.1

[71]申请人 中国科学院长春光学精密机械研究所

地址 吉林省长春市斯大林大街112号

[72]发明人 唐九华 李生良

[74]专利代理机构 中国科学院长春专利事务所

代理人 顾业华

CN 85 1 02262 A

[54]发明名称 双通道物理量的比率记录法

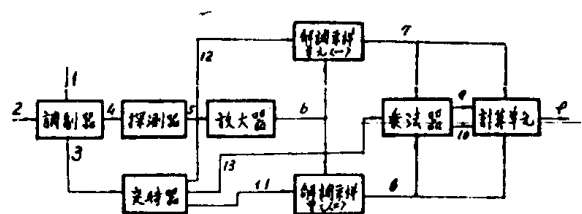
[57]摘要

双通道物理量的比率记录法。

一种用于非电量电测中获得两个通道动态物理量 $I_1$ 和 $I_2$ 的相对比率 $\rho$ 而需克服共用的探测器的惯性引起的比率误差所采用的实时信号处理方法。基于对探测器的惯性导致的串扰影响进行定量分析,得出准确数学解。比率计算式为

$$\rho = \frac{I_2}{I_1} = \frac{S_2 - KS_1}{S_1 - KS_2}$$

其中:K为串扰系数,  $S_1$ 、 $S_2$ 为电信号测量采样值。本发明还包含实施时适用于生产的调整方法。



242/8603131/19

1、一种可用于双通道物理量的比率记录法，通过测量由物理量  $I_1$  和  $I_2$  转换成的电信号采样值  $S_1$  和  $S_2$ ，获得比率值  $\rho = I_2 / I_1$ ，其特征在于信号处理方法为：从  $S_2$  和  $S_1$  中先分别扣除串扰影响量  $K S_1$  和  $K S_2$ ，再取比值  $(S_2 - K S_1) / (S_1 - K S_2)$ ，即得物理量  $I_2$  对  $I_1$  的准确比率  $\rho$ 。

2、按权利要求 1 所述的比率记录法，其特征在于电信号解调采样起始相位采用优化值，此值的设定以解调后的信号  $S_1$  与  $S_2$  之差达到最大为准则。

3、按权利要求 1 所述的比率记录法，其特征在于用一个模拟恒幅电信号代替  $S_1$  和  $S_2$ ，调整对应于两个物理量的采样延续时间  $T$ ，使之相等。

4、按权利要求 1 所述的比率记录法，其特征在于系数  $K$  的设定是由  $\rho$  值的调零操作来实现，即在样品物理量  $I_2$  为零时，调整  $\rho$  值分子中系数  $K$  的设定值，到使分子等于零为止。

5、按权利要求 1 和 4 所述的比率记录法，其特征在于  $\rho$  值分子中设定  $K$  值的器件，也就供分母信号处理时用。

## 双通道物理量的比率记录法

本发明是电学领域中籍非电量电测法获得两个通道动态物理量的相对比率而需克服共用的探测器的惯性引起的比率误差所采用的实时信号处理方法。

两个通道共用一个探测器可以保证非电物理量转换为电量时的转换系数一致。由于物理量是动态的，它们必须迅速交替地被采样送到探测器，探测器将它们变为电信号，在计算比率时，又必须经过解调器恢复成为两个通道。由于探测器有惯性，第一通道物理量给探测器的影响将延续到解调器转入第二通道时，并不立即消失而是逐渐衰减；反之亦然。于是，经解调器分解成的两路电信号并不单纯地各自代表原先的两路物理量，如简单地取两路电信号的比率，作为两路被测物理量的比率，则将包含很大的误差，此现象称为两个通道之间的“串扰”（CROSS-TALK）。

一个典型的实例是双光路红外分光光度计，它用来测定样品的透过率，即样品光路的光强与参考光路光强之比。在串扰问题未获电学领域的解决办法之前，这类仪器只能采用光学反馈原理来避免串扰误差。但光学法有加工困难和其它固有缺点。1966年

Beckman 公司提出一种解决串扰的电学方法〔美国专利 3,242,271〕

797]。其技术途径是电信号跟踪、差动处理、分时采样解调。对付电子线路直流漂移很有效，对串扰有减弱作用。但这种方法没有根本消除串扰，故实际上未在生产中得到应用。1979年 PERKIN ELMER 公司提出另一种解决串扰的电学方法〔英国专利 1,538,450〕〔美国专利 4,132,481〕。其技术途径是在进行电信号测量时，选择适当的解调起始相位置，将对应于光强  $I_1$  和  $I_2$  的电信号分别进行两次积分测量得  $S_1'$ 、 $S_2'$  和  $S_1''$ 、 $S_2''$ ，分别作减法运算  $S_1' - S_1'' = S_1$  和  $S_2' - S_2'' = S_2$ ，使串扰得以补偿，求出较高精度的  $\rho$  值。但由于没有从根本上消除串扰的影响，进一步提高  $\rho$  值精度受到限制，而且记录误差依赖于制造和维修过程中调整的精度和调整环节的稳定性。

本发明基于对探测器的惯性导致的串扰影响进行定量分析，建立了“光调制——光电转换——采样解调——比率解算”全过程的数学模型，得出准确数学解。所得到的比率表达式极为简洁，用模拟电路很容易实现，更适宜作数字计算。故本发明不仅在理论上分析彻底解决了串扰问题，而且在付诸实用时比前人的方法更简易。这个以光强为例的数学模型及其结果表达式，也适用于其它物理量。

在两个通道的物理量经调制器而交替地到达探测器时，由于探测器存在惯性，使之在响应物理量  $I_1$  时，其输出包含有上一次  $I_2$  的影响。在响应下一次物理量  $I_2$  时，其输出包含有这一次  $I_1$  的影响。激励〔I〕和响应输出〔A〕如图 1 所示，响应输出〔A〕是由激励〔I〕、探测器时间常数  $\tau$  和通道采样延续时

间  $T$  决定的。由图 1 可以看出探测器在响应激励  $I_1$  时，其输出不是从零开始，而从  $\Delta_1$  开始，反映出  $I_1$  的影响，在响应  $I_2$  时，是从  $\Delta_2$  开始，反映出  $I_2$  的影响。由电信号采样测量值  $A_1$  和  $A_2$  所得的比率不能准确地表达  $I_1$  和  $I_2$  的比率，其误差取决于  $I_1$ 、 $I_2$ 、 $T$  和  $\tau$ 。

探测器对激励响应的惯性，可由指数函数描述其输出。由图 1 可以看出，当给定  $I_1$ 、 $I_2$ 、 $T$  和  $\tau$  值后能写出描绘电信号  $[A]$  波形曲线的方程式。反过来，当知道电信号  $[A]$  波形的两个数值时，如幅值采样的  $A_1$  和  $A_2$ ，或者  $A$  的积分采样  $\int A_1$  和  $\int A_2$ ，也能准确地解算出  $I_1$  和  $I_2$  的比率，它是  $S_1$ （代表  $A_1$  或  $\int A_1$ ）、 $S_2$ （代表  $A_2$  或  $\int A_2$ ）、 $T$ 、 $\tau$  和两通道物理量调制波形的函数。所求得的比率表达式如下：（数学考虑过程见附录）

$$\rho = \frac{I_2}{I_1} = \frac{S_1 - KS_2}{S_2 - KS_1}$$

式中  $K$ ——串扰系数，是物理量调制波形，探测器惯性时间常数  $\tau$ ，采样延续时间  $T$  和解调起始相位  $\eta$  的函数。

在得出比率记录法的准确运算式彻底消除串扰误错之后，尚需进一步考虑解调采样过程的测量误差反映到运算结果中为最小的问题。由比率运算式中可见，分子、分母都是信号采样值  $S_1$ 、 $S_2$  之差，众所周知，由两个大数得出其差值为一小数时，则大数所含的误差反映到小数中将成为大的相对误差。可以选择解调采样的起始相位  $\eta$  来避开上述不利情况，而处于最有利

的情况。附录按此原则求得解调采样的优化起始相位

$$\eta_{opt} = \frac{\tau}{T} \ln \frac{2}{1 + e^{-T/\tau}}$$

在以往的专利方案中，调制频率的波动是影响比率计算准确度的一个问题。本发明由于采用了解调采样起始相位的优化，而具有对调制频率波动不敏感的特点。

在双通道物理量电测中使用本发明的比率记录法时，调整内容如下：用一个模拟恒幅的电信号代替探测器输出的电信号，调整调制器和相联的定时器（图2）使两通道物理量的采样延续时间相等，同时也使解调后的两路电信号采样延续时间 $T$ 相等。这时虽 $K$ 值尚未调好，计算线路输出的比率应为 $\rho = 1$ 。

去掉模拟恒幅电信号，恢复输入两通道物理量产生的电信号，对此两路物理量进行 $\rho = 1$ 的相对定标。

在保持参考通道物理量恒定的情况下，将样品通道物理量截止，即其强度为零。这时可设定串扰系数 $K$ ，即调整 $K$ 值使比率记录表达式中分子等于零。正确设定的 $K$ 值此时应满足 $S_2 - K S_1 = 0$ 。这项调整称为调零。用户每班使用前调零，这可以消除电路中有关单元参数的慢变化或失调带来的影响。

由于 $\rho$ 值运算式的分子、分母中的系数 $K$ 应相同，可用同一个乘法线路完成乘法运算。在调零操作设定分子系数 $K$ 装入乘法线路，在

计算分母时也使用同一个串扰系数K，而不再另行操作设定分母中的系数K。

本发明的典型实施例如图2所示的一种双光路分光光度计的方块图，参考光〔1〕和样品光〔2〕通过调制器交替地到达探测器，探测器输出电信号〔5〕经放大器处理分两路送给解调采样单元〔一〕和〔二〕，调制器有定时同步信号送到定时器产生定时信号〔12〕控制解调采样单元〔一〕对信号〔6〕进行 $S_1$ 测量和产生定时信号〔11〕控制解调单元〔二〕进行 $S_2$ 测量。 $S_1$ 〔7〕和 $S_2$ 〔8〕送给乘法器，由定时信号〔13〕控制进行乘法运算得 $K S_1$ 〔9〕和 $K S_2$ 〔10〕。信号〔7〕、〔8〕、〔9〕和〔10〕送给计算单元算得比率值 $\rho$ 。

在进行电信号解调采样时，除对幅值或积分测量外，也可用多个幅值测量值的和代替 $S_1$ 和 $S_2$ ，也可用BOX CAR技术；也可用多个积分值之和代替 $S_1$ 和 $S_2$ ，又可以用测量任意两点的幅值或任意两区间的积分值代替 $S_1$ 和 $S_2$ ，其表达式均为

$$\rho = \frac{S_2 - K S_1}{S_1 - K S_2}$$

，只是串扰系数K的表达式有所变化，但并不需

靠计算出，而是由调零操作设定。

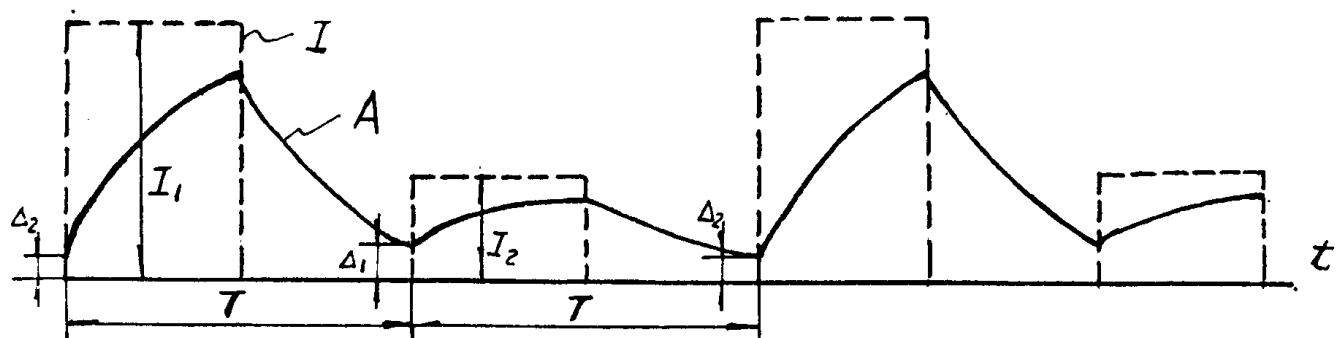


图 1

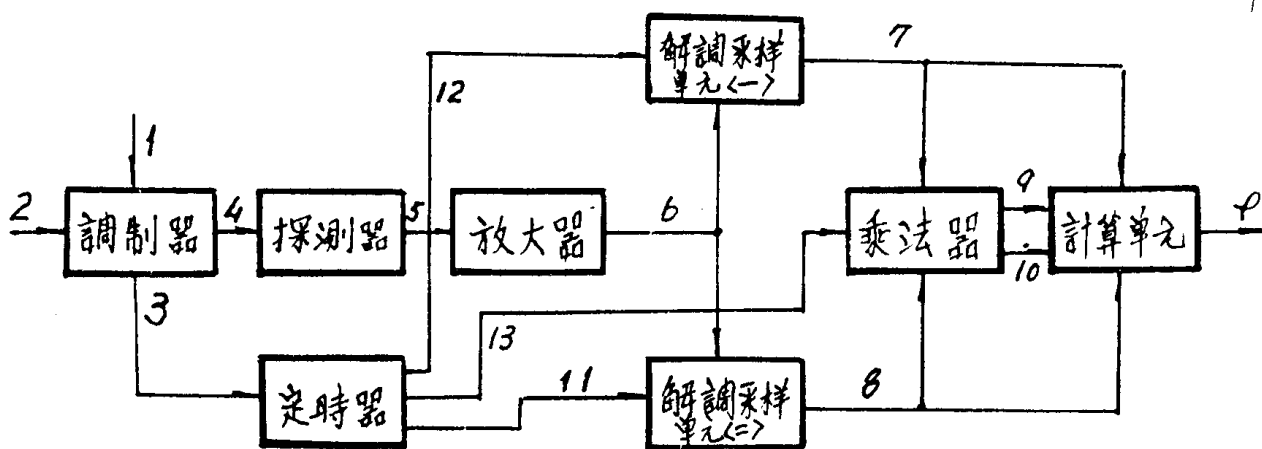


图 2

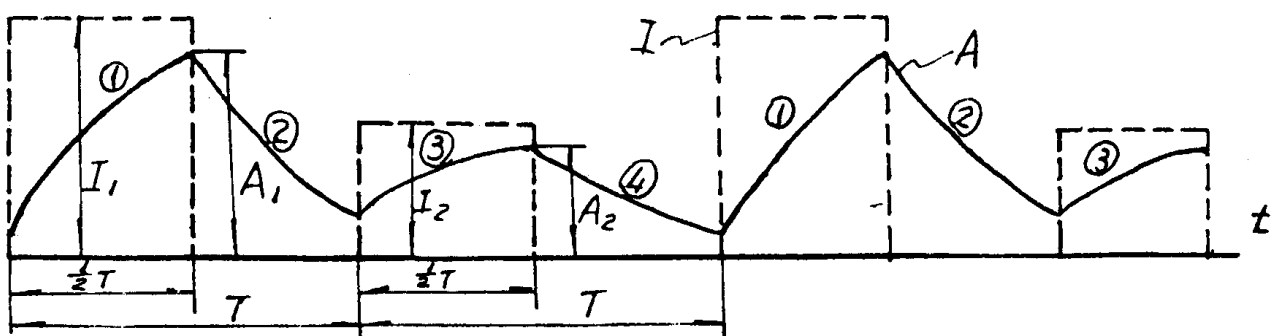


图 3



