



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104199488 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201410277164. 9

(22) 申请日 2014. 06. 20

(71) 申请人 苏州慧康电子科技有限公司

地址 215500 江苏省苏州市常熟高新技术产
业开发区金都路 8 号 1 幢

(72) 发明人 吕岗 丁祥青 马丽萍 吴永凯

(74) 专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 陈建和

(51) Int. Cl.

G05D 23/30 (2006. 01)

G01N 35/00 (2006. 01)

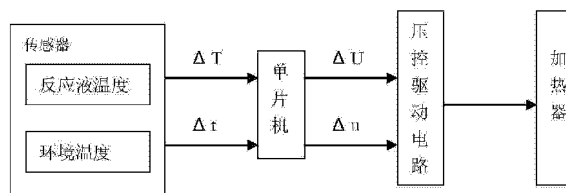
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种全自动生化分析仪的比色杯反应液恒温
控制装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种全自动生化分析仪反应液温度的控制装置及方法,该装置通过设置分别用于直接测量比色杯中反应液温度 T_{real} 、孵育盘温度 T_{control} 和环境温度 T_{environ} 的传感器,单片机对这些传感器采集的温度数据进行分析计算处理,通过压控驱动电路,控制加热器的输出功率,使孵育盘升温;该方法通过第一动态平衡控制和第二动态热平衡控制过程,使比色杯反应液温度达到目标温度并处于一个恒温热平衡状态,该方法克服了反应盘转动、比色杯清洗以及环境变化(包括空气流动、温湿度等)对反应液恒温的影响,具有控制精度高,稳定可靠,受外界环境干扰极小等特点。



1. 一种全自动生化分析仪的比色杯中反应液的恒温控制装置,该装置包括孵育盘温度传感器、反应液温度传感器和环境温度传感器;其特征在于该装置通过设置分别用于直接测量比色杯中反应液温度传感器、孵育盘温度和环境温度的传感器,还包括单片机、压控驱动电路和加热器;

所述反应液温度传感器、孵育盘温度传感器、环境温度传感器与单片机连接;

所述单片机与压控驱动电路连接;

所述压控驱动电路与加热器连接;

所述加热器与孵育盘连接,对孵育盘进行加热;控制加热元件控制器的输出功率,从而使比色杯反应液达到目标温度并处于一个恒温热平衡状态。

2. 根据权利要求1所述的全自动生化分析仪的比色杯中反应液的恒温控制装置,其特征在于:所述反应液温度的传感器为红外传感器,设置在比色杯正上方;直接测量比色杯中的反应液温度。

3. 根据权利要求1所述的全自动生化分析仪的比色杯中反应液的恒温控制装置,其特征在于:所述孵育盘的传感器有一个或多个,安装在孵育盘内。

4. 根据权利要求1所述的全自动生化分析仪的比色杯中反应液的恒温控制装置,其特征在于:所述环境温度的传感器由一个或多个温度传感器组成,单独或分别安装在机箱外侧或上盖,并远离机器自带的散热装置。

5. 根据权利要求1-4之一所述的全自动生化分析仪的比色杯中反应液的恒温控制方法,其特征在于:包括分析仪开始工作时的第一动态热平衡控制过程:

传感器将采集到的比色杯中反应液温度 T_{real} 、孵育盘温度 T_{control} 和环境温度 T_{environ} 的温度数据输入到单片机,单片机对温度数据进行分析计算处理,通过压控驱动电路,控制加热器输出功率一,使孵育盘温度 T_{control} 升高达到目标控制温度 T_{target} ;

还包括第一动态热平衡控制过程完成后的第二动态热平衡控制过程:单片机根据目标温度 T_{target} 减去反应液温度 T_{real} 的差值和孵育盘温度 T_{control} 减去环境温度 T_{environ} 的差值,通过压控驱动电路,控制加热器输出功率二,使反应液温度 T_{real} 达到目标温度 T_{target} ,控制电压由 $\alpha (T_{\text{control}} - T_{\text{environ}}) + \beta (T_{\text{target}} - T_{\text{real}})$ 决定,其中, α 、 β 是权重系数;所述加热器输出功率一为全功率输出。

6. 根据权利要求5所述的全自动生化分析仪的比色杯中反应液的恒温控制方法,其特征在于:所述加热器输出功率二为可调功率输出。

7. 根据权利要求5所述的全自动生化分析仪的比色杯中反应液的恒温控制方法,其特征在于:控制电压(控制功率输出与控制电压的大小成正比例)由 $\alpha (T_{\text{control}} - T_{\text{environ}}) + \beta (T_{\text{target}} - T_{\text{real}})$ 决定,其中, α 、 β 是权重系数。一般 α 、 β 取值在大于0到1之间, α 、 β 两系数的和为1。

8. 根据权利要求5所述的全自动生化分析仪的比色杯中反应液的恒温控制方法,其特征在于:输出功率系数是关于 $(T_{\text{target}} - T_{\text{real}})$ 和 $(T_{\text{control}} - T_{\text{environ}})$ 的一个函数;这个函数就是将温差转换成电压差,采用线性函数或非线性函数,温差越大,加热功率越大;或采用表格法,或模糊控制法实现。

一种全自动生化分析仪的比色杯反应液恒温控制装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种全自动光电比色分析法仪器的反应液恒温控制装置及方法,尤其涉及全自动生化分析仪的比色杯内反应液的恒温控制方法。

背景技术

[0002] 全自动生化分析仪进行对血清学检测时,需要对由血清和试剂混合而成的反应液进行精确控制,温度的变化对测量结果的准确性有很大的影响,对于有酶类物质参与反应的检测项目,温度变化对结果的影响尤其明显。

[0003] 全自动生化分析仪的比色杯呈环形排列并固定在反应盘上,反应液盛装于比色杯的底部,比色杯位于孵育盘的环形凹槽空腔内,比色杯、反应盘和孵育槽组成了一个相对密闭的,空腔内充满空气(空气浴方式)或者纯水(水浴方式),比色杯可随反应盘在凹槽内做圆周式旋转,孵育盘上安装有加热装置。工作时加热装置通过对孵育盘进行加热,并通过孵育盘和比色杯中间的空气或纯水将热量传递给比色杯,并通过比色杯最终传递给反应液。

[0004] 全自动生化分析仪的反应液温度要求为某一恒定温度,一般而言,典型值为摄氏 37 度。由于比色杯、反应盘和孵育盘组成的空腔并非完全密闭,工作时反应盘的转动、比色杯清洗时热量流失、孵育盘的散热以及环境温度的变化,都会对空腔内的热平衡产生较大的影响,这种影响具有非线性、时滞以及受环境温湿度变化的不确定性的特点,采用常规的温度调节控制器并不能达到对反应液温度进行精确控制的目的。

[0005] 现有的全自动生化分析仪恒温控制方法多采用对孵育盘温度进行恒温控制(如采用孵育盘温度传感器结合比例积分调节器控制加热元件输出等控制方式),然而由于反应液温度基本都会设定在摄氏 37 度,一般而言高于室温,孵育盘温度与反应液间存在热量传递损耗,为了补偿这种热损耗,需要把孵育盘恒定控制温度调整到略高于 37 度,在仪器的生产调试过程中,一般会使用一个精密温度计,将探头浸入到反应液中,根据测得反应液的温度,适当调高孵育盘恒定温度,直到反应液温度恒定在 37 度为止,以对热损耗进行补偿。

[0006] 但是由于这种温差补偿值只是针对在调试时的特定的环境下确定的,当仪器使用环境发生了变化,温差补偿值就会出现偏差,导致温控精度出现误差。即便有的全自动生化分析仪中配备了环境温度传感器,可以根据环境温度的变化对温差补偿值进行修正,但是由于环境温度只是影响热平衡的其中一个因素,环境中的空气流动、湿度、光照条件、甚至试剂盘中试剂的多少以及检测项目的不同,都会影响空腔的热平衡,因此由于缺乏对反应液温度的直接测量数据的反馈,即便加入环境温度传感器也只能是略微改善反应液恒温控制的精度误差,而不能达到真正的精确控制要求。

发明内容

[0007] 发明目的：为了克服现有技术中存在的不足，本发明提供一全自动光电比色分析法仪器的反应液恒温控制装置及方法，克服了反应盘转动、比色杯清洗以及环境变化（包括空气流动、温湿度等）对反应液恒温的影响。

[0008] 技术方案：为实现上述目的，本发明采用的技术方案为：一种全自动生化分析仪的比色杯中反应液的恒温控制装置，该装置包括反应液温度传感器、孵育盘温度传感器和环境温度传感器，其特征在于该装置通过设置分别用于直接测量比色杯中反应液温度的传感器、孵育盘温度和环境温度的传感器，还包括单片机、压控驱动电路和加热器；

[0009] 所述反应液温度传感器、孵育盘温度传感器、环境温度传感器与单片机连接；

[0010] 所述单片机与压控驱动电路连接；

[0011] 所述压控驱动电路与加热器连接；

[0012] 所述加热器与孵育盘连接，对孵育盘进行加热；控制加热元件控制器的输出功率，从而使比色杯反应液达到目标温度并处于一个恒温热平衡状态。

[0013] 所述反应液的传感器为红外传感器，设置在比色杯正上方；直接测量比色杯中的反应液温度。

[0014] 所述孵育盘的传感器有一个或多个，安装在孵育盘内。

[0015] 所述环境温度的传感器由一个或多个温度传感器组成，单独或分别安装在机箱外侧或上盖，并远离机器自带的散热装置。

[0016] 传感器将采集到的温度数据传递给单片机，单片机根据温度数据控通过驱动控制电路控制加热器的输出功率，使孵育盘升温。

[0017] 所述反应液的传感器为红外传感器，设置在比色杯正上方，红外线温度传感器测温范围广，寿命长，性能可靠，反应极快，非接触性。

[0018] 具体的控制方法：

[0019] 包括分析仪开始工作时的第一动态热平衡控制过程：

[0020] 传感器将采集到的比色杯中反应液温度 T_{real} 、孵育盘温度 T_{control} 和环境温度 T_{environ} 的温度数据输入到单片机，单片机对温度数据进行分析计算处理，通过压控驱动电路，控制加热器输出功率一，使孵育盘温度 T_{control} 升高达到目标控制温度 T_{target} ；

[0021] 还包括第一动态热平衡控制过程完成后的第二动态热平衡控制过程：单片机根据目标温度 T_{target} 减去反应液温度 T_{real} 的差值和孵育盘温度 T_{control} 减去环境温度 T_{environ} 的差值，通过压控驱动电路，控制加热器输出功率二，使反应液温度 T_{real} 达到目标温度 T_{target} ，控制电压由 $\alpha (T_{\text{control1}} - T_{\text{environ}}) + \beta (T_{\text{target}} - T_{\text{real}})$ 决定，其中， α 、 β 是权重系数；所述加热器输出功率一为全功率输出。

[0022] 有益效果：

[0023] 本发明提供的全自动生化分析仪反应液温度的控制装置及方法，该装置设置了分别用于直接测量比色杯中反应液温度 T_{real} 、孵育盘温度 T_{control} 和环境温度 T_{environ} 的传感器，单片机对这些传感器采集的温度数据进行分析计算处理，通过压控驱动电路，控制加热器的输出功率，使孵育盘升温；该方法通过第一动态平衡和第二动态热平衡过程，使比色杯反应液温度达到目标温度并处于一个恒温热平衡状态。

[0024] 1) 采用红外非接触式传感器实现了对恒温控制目标物体—反应液的直接测量，提高了目标控制物温度的采样精度，结合环境温度传感器，通过单片机系统和压差电流源驱

动电路对加热器输出功率调节,实现了反应液温度的精确控制。

[0025] 2) 在第一个宏观动态热平衡过程中,将孵育盘温度设定为控制目标,响应速度快,同时又避免了热惯性的过冲,因为孵育盘的温度达到目标温度时,反应液的温度由于热传导的迟滞和损耗,尚没有达到目标温度,但此时的全功率快速加热过程已结束,所以克服了惯性上冲现象。

[0026] 3) 在微观动态热平衡过程中,结合采用直接测量反应液温度的方法,将目标温度与反应液温度差值和孵育盘温度差值相结合,通过单片机软件中预置的算法,将温度差值转换成一个输出功率可调的连续补偿电流,对孵育盘持续加热用于补偿热损耗,可以减少通断式温度控制的频繁波动,提高目标控制物的稳定性。

[0027] 4) 通过对反应液的精确恒温控制,在同等条件下,提高了生化检测结果的准确性。

[0028] 5) 该方法克服了反应盘转动、比色杯清洗以及环境变化(包括空气流动、温湿度等)对反应液恒温的影响,具有控制精度高,稳定可靠,受外界环境干扰极小等特点。

附图说明

[0029] 图 1 为温度传感器放置示意图;

[0030] 图 2 为恒温控制装置电路框图。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图对本发明作更进一步的说明。

[0032] 如图 2 所示,本发明提供的全自动光电比色分析仪器的反应液恒温控制装置,包括孵育盘温度传感器,还包括反应液温度传感器、环境温度传感器、单片机、压控驱动电路和加热器;

[0033] 反应液温度传感器、孵育盘温度传感器、环境温度传感器与单片机连接;

[0034] 单片机与压控驱动电路连接;

[0035] 压控驱动电路与加热器连接;

[0036] 加热器与孵育盘连接,对孵育盘进行加热。

[0037] 采用了三个或三个以上的不同传感器,分别测量反应液温度 T_{real} ,孵育盘温度 T_{control} 和环境温度 T_{environ} ,将采集的温度信息输入到单片机系统,经过单片机系统的分析计算,并通过控制电路控制加热元件的输出功率,从而实现将反应液温度精确恒定的控制在目标温度 T_{target} (典型值一般为 37°C),如图 2 所示为温度传感器放置示意图:

[0038] 1、在比色杯的上方设有一个红外非接触式温度传感器,用于直接测量比色杯中的反应液温度值;

[0039] 2、在孵育盘中设有一个(或多个)传感器,用于测量孵育盘的温度值;

[0040] 3、在机箱外侧或顶部设有一个(或多个)传感器,用于测量环境温度值;

[0041] 4、上述传感器通过电路与单片机系统相连接,并将测得的温度值反馈给单片机;

[0042] 5、单片机与加热器的压控电流源驱动电路相连接,并可调节控制驱动电路的输出功率;

[0043] 6、加热器嵌入或包裹在孵育盘上,可对孵育盘进行加热;

[0044] 恒温控制装置电路图的具体控制方法包括第一动态热平衡控制过程和第二动态

热平衡控制过程：

[0045] 第一动态热平衡控制过程：仪器开机后，恒温控制系统开始工作，加热器没有通电加热，此时环境温度和孵育盘温度基本相同，两者均低于目标温度 T_{target} ，此时 $T_{\text{target}} > T_{\text{control}}$ ，单片机控制加热器驱动电路全功率输出，以便在最短的时间使孵育盘温度 T_{control} 快速升高，而当孵育盘温度 T_{control} 等于目标控制温度 T_{target} 时，达到第一个动态热平衡过程结束。将孵育盘温度设定为控制目标，响应速度快，同时又避免了热惯性的过冲，因为孵育盘的温度达到目标温度时，反应液的温度由于热传导的迟滞和损耗，尚没有达到目标温度，但此时的全功率快速加热过程已结束，所以克服了惯性上冲现象。第一个动态热平衡过程结束，单片机系统自动进入到第二个动态热平衡控制过程。所述加热器输出功率一为全功率输出，使孵育盘在最短时间内升温。

[0046] 第二个动态热平衡控制过程：工作正常后，此时虽然孵育盘温度达到或因热惯性效应略微超过目标温度 T_{target} ，但是由于孵育盘和反应液之间隔有空气（纯水）和比色杯体，由于在非密闭空腔中存在热损耗，此刻比色杯中的反应液温度 T_{real} 仍然低于目标温度 T_{target} ，此时仍然要对孵育盘进行加热，以提高反应液温度，由于在热传递过程中存在热惯性，为了防止热惯性作用导致反应液温度快速超过目标温度 T_{target} ，单片机系统控制加热器驱动电路将全功率输出改为可调功率输出，单片机系统根据目标温度 T_{target} 减去反应液温度 T_{real} 的差值和孵育盘温度 T_{control} 减去环境温度 T_{environ} 的差值来计算并通过压差电流源驱动电路调节输出功率。

[0047] 控制压控驱动电路，加热器由全功率输出改为可调功率输出，使反应液温度 T_{real} 达到目标温度 T_{target} ，控制电压（控制功率输出与控制电压的大小成正比例）由 $\alpha (T_{\text{control}} - T_{\text{environ}}) + \beta (T_{\text{target}} - T_{\text{real}})$ 决定，其中， α 、 β 是权重系数。一般 α 、 β 取值在大于 0 到 1 之间， α 、 β 两系数的和为 1。

[0048] 所述加热器输出功率二为可调功率输出，使孵育盘在最短时间内升温，缩短了系统达到稳定的时间，又避免了热惯性引起温度过冲现象。

[0049] 上述过程中驱动电路的输出功率取决于两个差值 $(T_{\text{target}} - T_{\text{real}})$ 和 $(T_{\text{control}} - T_{\text{environ}})$ ，即输出功率系数是关于 $(T_{\text{target}} - T_{\text{real}})$ 和 $(T_{\text{control}} - T_{\text{environ}})$ 的一个函数（第一个差值在调控过程中是可以达到 0 的，就是温度达到了预设温度。但第二个差值在调控过程中是不会达到 0 的，除非室温也是 37 度。这样，在第二阶段，始终有一个微电流加热过程存在。这个函数就是将温差转换成电压差，一般简单的就采用线性函数，也可以采用平方、立方等非线性函数，这样温差越大，加热功率越大。实际温度变化是个复杂多变量时变非线性系统，采用表格法控制或者模糊控制法，效果会更好些，其原则就是当反应液温度与目标温度有较大差值时，输出功率也较大，当反应液温度越接近目标温度时，输出功率越小，直到当反应液温度 T_{real} 达到目标温度 T_{target} 后，完成第二次动态热平衡，温控系统将处于维持状态，单片机根据目标温度 T_{target} 与反应液温度 T_{real} 的差值，调节输出功率从而保持反应液温度处于以目标温度 T_{target} 为中心的一个极小波动的范围内。

[0050] 孵育盘温度与环境温度的差值修正了上述过程中的加热元件驱动电路输出功率值，在目标温度和反应液温度差值一定的情况下，当孵育盘温度与环境温度的差值较大时，输出功率相对较大，反之亦然，该因素对输出功率的修正可以更好的防止反应液温度因为热惯性效应超出目标温度。

[0051] 进一步的,上述控制方法的改进:

[0052] 控制过程分为两个阶段,第一阶段是全功率加热阶段,使得孵育盘温度 T_{control} 达到设定目标温度 T_{target} 。第二阶段是变功率调节加热阶段,使得反应液温度 T_{real} 达到在目标温度 T_{target} 。采用阶段控制的目的是即缩短了系统达到稳定的时间,又避免了热惯性引起温度过冲现象,具体控制流程如下:

[0053] 1、恒温控制系统刚开始工作的时候,加热器没有通电加热,此时 $T_{\text{enviro}} = T_{\text{control}} = T_{\text{real}}$,显然 $T_{\text{target}} > T_{\text{control}}$,此时,孵育盘的电热丝处于全功率加热,孵育盘的温度 T_{control} 迅速上升,当 T_{control} 等于目标温度 T_{target} 时,停止电热丝的全功率加热状态,进入下一个控制阶段。

[0054] 2、此时,虽然孵育盘温度达到了目标温度,但是孵育盘和反应液之间还隔着空气和玻璃,热传导有滞后,也就是,此刻反应液温度 $T_{\text{real}} < T_{\text{control}}$,反应液温度 T_{real} 尚没有达到目标温度 T_{target} 。这个温差 $\Delta T = T_{\text{target}} - T_{\text{real}}$ 通过单片机转换成电压差输出,然后经过压控电流源,控制孵育盘的电热丝的电流大小,加热速度是由快到慢的。 T_{real} 向 T_{target} 逼近,温差随之缩小,压差也随之减小,流过电热丝上的电流也减小。当反应液的温度 T_{real} 达到了目标温度 T_{target} ,压差等于 0,加热停止。

[0055] 由于孵育盘是非密闭的,它和周围环境还存在热交换,即有热耗散现象, T_{environ} 和 T_{control} 之间的差值越大,这个热耗散现象就越严重。所以,上述方法中,一旦电热丝停止加热,由于孵育盘的热耗散现象,孵育盘温度 T_{control} 将下降,经过一段时间后,反应液温度 T_{real} 也会下降,此时,电热丝又要启动加热,如此反复,会造成 T_{real} 的频繁的、较大幅度的波动。

[0056] 为了克服上述问题,我们又引入了热耗散补偿,在第二个阶段里,将 $\Delta t = T_{\text{control}} - T_{\text{environ}}$ 通过单片机转换成压差,再通过压控电流源控制电热丝持续小电流加热,从而弥补孵育盘的热耗散,降低反应液温度 T_{real} 的波动幅度,有利于系统的平稳控制。

[0057] 总结:在第二阶段里,控制电压是由 $\alpha (T_{\text{control}} - T_{\text{environ}}) + \beta (T_{\text{target}} - T_{\text{real}})$ 决定的,其中, α 、 β 是权重系数。

[0058] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出:对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

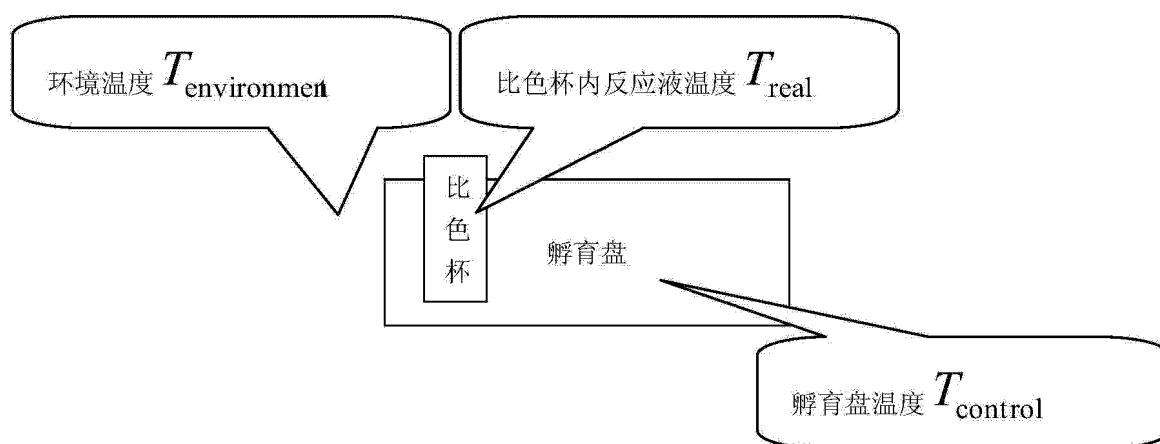


图 1

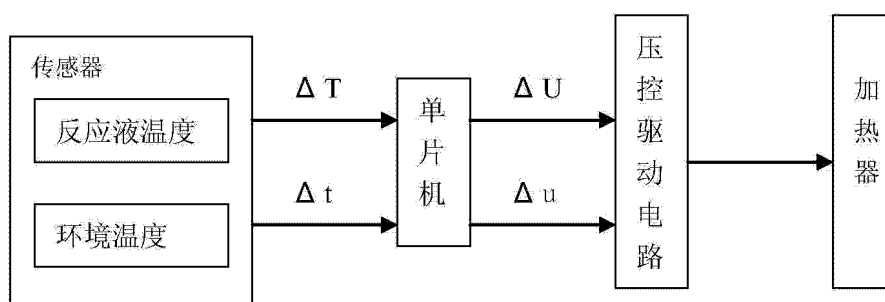


图 2