

三角插值变频恒温技术在真菌激活领域的应用

冷报春

(四川工商职业技术学院, 四川 都江堰 611830)

摘 要: 提出一种基于变频三角插值恒温控制策略. 建立一套基于 ARM 处理器的真菌激活硬件系统, 通过温度传感器实时传递温度变化, 组建温度三角区, 运用三角插值变频技术, 控制温控系统的温度, 计算细微的温度变化, 通过小波插值计算调节频率, 使其达到恒温. 实践证明, 该方法能够大幅减少温度细微波动, 使得激活发光细菌数目大幅增加, 取得了令人满意的效果.

关键词: 真菌激活; 三角插值; 小波计算

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2012)03-0140-04

The Triangle Frequency Conversion Technology in the Application of the Fungus Activation

LENG Bao-chun

(Sichuan Technology and Business College, Dujiangyan 611830, China)

Abstract: Put forward a kind of variable frequency triangle interpolation constant temperature control based on strategy. Establish a set of fungus activation based on the ARM processor hardware system, through the temperature sensor real-time transfer temperature, temperature, using a triangle interpolation of frequency conversion technology, control the temperature of the temperature control system, calculation of temperature change, subtle through wavelet interpolation calculation, achieve the regulation frequency constant temperature. Practice shows that this method can greatly reduce temperature fluctuations, makes subtle activate blinking bacteria to increase the number of satisfactory results have been obtained.

Key words: fungus activation; triangle interpolation; wavelet interpolation

1 引言

在一些基于细菌的应用系统中^[1-2], 对温度的要求都极为苛刻, 因为细菌的活动温度区域对恒温性要求很高, 温度细微的偏差会造成细菌的不激活或者大量死亡, 因此为了保证细菌在恒定温度下, 活性达到最大, 本文将着重对细菌激活恒温系统进行研究, 通过硬件电路平台以及三角区域变频恒温技术, 实现一个温度稳定精度比较高的控制系统. 通过变频技术可以最大限度的激活细菌活性^[3-4].

2 系统硬件设计

一般说来, 细菌激活恒温系统由温度采集系统,

温度传输系统, 控制运算系统, IO 通信系统四部分组成, 温度采集系统一般都由热敏电阻或者热电偶组成, 根据传输位置的远近和温度的范围选择补偿方法和传感器类型. 温度传输系统是温控系统中最前沿的装置, 负责采集控制现场的温度. 由于有些细菌培养环境对温度要求极为精确, 现场严禁人员进入, 需要的热传感器导线较长, 会有传输损失. 因此, 需要进行一定的硬件补偿, 对丢失的温度信息进行补偿^[5-6], 完成温度精确采集. 硬件设计原理如图 1 所示.

传感器数值与温度之间存在对应关系. 有的是线性关系, 有的是非线性. 对线性关系, 可用公式将数值换算成温度, 对于非线性关系, 可以查表获

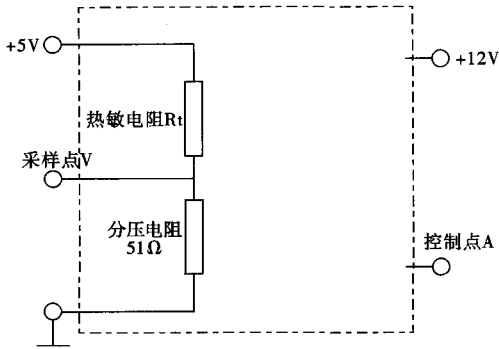


图1 温度采集装置

得. 受到现场干扰的影响, 采集的温度会有波动, 温度传感器采集的是负偏差, 输出温度值会变大. 同时, 传输中途干扰使尖峰噪声增大, 传感器的实际测量值也会增大, 测量值和给实际定值同时增大, 若增大的数值相等, 则偏差为零, 输出差值温度不会发生变化, 一些操作不会受到影响. 若给现场值增幅比测量值大, 形成负偏差信号, 传感器的差值温度输出增大, 误差较大; 相反, 误差比较小.

本文采用 ARM 作为主控系统的核心芯片, 其管脚多, 运算能力强, 精度高, 满足现场温度控制的需求, 在温控装置中, 采用变频器作为调节温度的手段, 其通过 ARM 发送指令, 根据现场的情况调节频率, 控制恒温效果. 另外, 为了保证温度的恒定, 系统中必不可少的加入了一些外围电路. 温控系统的结构如图 2 所示.

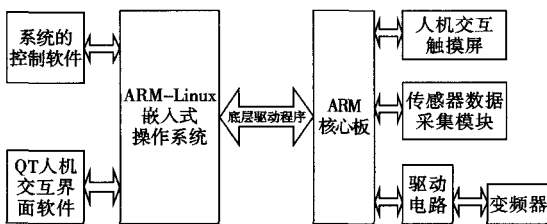


图2 温控系统结构示意图

根据以上的原理图可知, 为了保证现场的温度恒定性和界面的友好交互性、降低硬件开发成本, 提高温度控制稳定性和操作易用性, 温度控制系统中采用了 CUP 核心板和外围电路分离的设计方案. 温控系统的核心包括: 中央处理器、Flash、SDRAM、外围接口电路、标准 Jtag 接口、电源电路、复位电路、时钟电路等. 外围电路模块主要包括触摸屏和 LCD 显示接口电路、Uart 接口电路、以太网外围接口电路、电机驱动电路、流量阀控制电路、光信号和温度数据采集电路、电压转换电路等几个模块.

温度变频调控设备: 通过现场采集的温度经过一定的计算, 测出需要补偿的温度, 温度补偿系统主

要是通过调节变频器的频率, 完成温度控制. 由于现场对温度的灵敏性较高, 因此需要的设备精度也较高.

3 系统软件设计

基于三角变频的细菌恒温培养系统是由温度传感器对环境中的温度进行连续快速的采样, 经过光纤等传输设备传递到处理控制终端. 在温度提取中, 要保证温度采集频率足够的大, 因为现场对精度要求极高, 短时的温度变化就会造成细菌失活. 然而, 由于现场调控硬件上的限制, 很难保证在短时间温度达到极度平衡, 不发生波动. 因此, 为了解决长时间恒温的问题, 需要对温度调节的变频装置进行相应的控制, 在保证恒温的同时, 也要保证细菌活性达到最大.

3.1 基于三角变频技术的恒温控制

控制算法需要采集三个以上的现场控制温度点, 作为初始温度值, 算法的第一步是以三个温度点为单位, 形成一个三角形. 温度点由两个状态变量组成, 一个是温度值, 一个是时间值, 以这 2 个值为 X , Y 坐标, 可以把温度值转化成坐标值. 在传统方法中, 三个坐标点, 也就是三个温度点之间的距离较大, 时间跨度较长. 造成温度控制的不够精密. 为了克服此问题, 可以对其进行插值操作, 增加温度控制点. 弥补温度差异, 使其形成恒温. 插值操作的原因如下: 首先要获取插入温度点的温度特性二维转化坐标 (x, y) .

其中, $\Delta A_k B_k C_k$ 和 $\Delta D_{k+1} E_k F_k$ 是几个温度特性点形成三角区域坐标位置. 假设点 D_k 是三角温度区域 $\Delta D_{k+1} E_k F_k$ 的中线交点, 其横穿 $\Delta A_k B_k C_k$, 与其有交点. 这个交点可以定位为温度坐标补偿点, 但是, 需要确定其时域上的坐标要大于三点温度坐标中的最大值, 也就是要是还没发生的时间. 这就需要对比两个温度三角区域的法线的方向, 进行计算, 判断方法如下, 考虑向量:

$$\begin{cases} \underline{X}_F = \underline{F}_k - \underline{A}_k \\ \underline{X}_D = \underline{D}_{k+1} - \underline{A}_k \end{cases} \begin{cases} \underline{X}_F^{\underline{n}} = (\underline{X}_F \cdot \underline{n}) \underline{n} \\ \underline{X}_D^{\underline{n}} = (\underline{X}_D \cdot \underline{n}) \underline{n} \end{cases} \quad (1)$$

其中, $\underline{X}_F^{\underline{n}}$ 、 $\underline{X}_D^{\underline{n}}$ 为 $\underline{X}_F$ 、 $\underline{X}_D$ 是温度三角区内法线 $\underline{n}$ 的分量. 通过对比 $\underline{X}_F \cdot \underline{n}$ 与 $\underline{X}_D \cdot \underline{n}$ 的符号方向, 如果是一致的, 说明补偿的时间分量是无效的, 也就是这个时间已经过去. 如果计算出的几个是相反的, 那说明计算出的三角温度区域的补偿值将是可以通过频率调节做到的, 可以有效的进行补偿. 当计算的结

果是该点为有效的温度补偿点的情况下,需要计算出补偿的温度值,然后通过调节频率进行时域内温度补偿,缩短三点之间的时域温度差,保证环境恒温。

3.2 变频插值调节计算

通过上一节,计算出温度三角区的有效温度补偿点之后,就需要进一步确定需要补偿的时间和温度值,也就是什么时候调节变频器,调节多少。这些可以通过查表计算得到。温度值和时间值依旧用二维坐标的形式表示。也就是计算温度三角区 $D_k F_k$ 与温度三角区 $\Delta A_k B_k C_k$ 所在平面的交点 Q 的二维坐标,其二维坐标包含着补偿时间和补偿温度的具体值。温度三角区可用下面的方程进行描述:

$$(\underline{P}-\underline{A}) \cdot \underline{n}=0$$

其中, $\underline{P}$ 是温度三角区的任意一点的向量,而且:

$$\underline{P}=\underline{P}=x \underline{i}+y \underline{j}+z \underline{k} \quad (2)$$

$\underline{A}=x_A \underline{i}+y_A \underline{j}+z_A \underline{k}$ 则是温度点 A 的向量表示; $\underline{n}=a \underline{i}+b \underline{j}+c \underline{k}$ 是三角区法向量表示,因此,上式可以作如下变换:

$$a(x-x_A)+b(y-y_A)+c(z-z_A)=0$$

通过运用温度顶点 F 的二维坐标和另一个温度顶点 D 的二维坐标,可以写出两者连线的直线方程。首先由:

$$\begin{cases} \underline{r}=l \underline{i}+m \underline{j}+n \underline{k} \\ l=x_D-x_F, m=y_D-y_F \end{cases} \quad (3)$$

得出温度直线的参数表示方程:

$$x=lt+x_F, y=mt+y_F \quad (4)$$

上面的公式中,参数 t 的取值范围在 0 到 1 之间。通过计算可得如下公式:

$$t_Q=-\frac{p}{s}$$

其中, $p=\underline{n} \cdot \underline{F}-\underline{n} \cdot \underline{A}$, $s=a l+b m+c n$ 。代入可以求出温度补偿点的二维坐标,也就是时间和温度差。

$$x_Q=lt_Q+x_F, y_Q=mt_Q+y_F \quad (5)$$

在温度三角区的计算结果中,舍去 Z 坐标,只取 (x, y) 的坐标。在取得坐标之后,还不能直接对其进行应用。还需要判断,所求的二维温度坐标是否在 $\Delta A_k B_k C_k$ 内部,首先,判断温度补偿精度是一个合理的范围,二维温度补偿坐标 Q 与温度区域点不重合,直到交点 Q 与三角形中的任一顶点重合。就不在对其进行温度二维坐标计算。通过将温度补偿点 Q 和三角温度区内的三个点 A 、 B 、 C 投影到二维平

面上的时候,这时候计算出的二维温度坐标补偿点是最优的,于是,三角区域温度补偿点的计算问题就转化为在平面上判断补偿点 Q 是否在三角补偿区域 $\Delta A_k B_k C_k$ 的内部的问题。为了验证获得点是否是满足要求的温度点,本文运用质心作为校验点,进行测试,方法如下:

$$\begin{cases} x_G=\frac{x_A+x_B+x_C}{K_A+K_B+K_C} \\ y_G=\frac{y_A+y_B+y_C}{K_A+K_B+K_C} \end{cases} \quad (6)$$

对于三角补偿区域的中心 G ,是根据物理量子的原理得出来的,因为无论温度点 A 、 B 、 C 三点的温度如何变化,质心 G 的二维坐标都会在其内部。通过计算出的二维补偿坐标,可以和三个三角温度顶点形成新的三角形。运用迭代计算,进行新的温度补偿控制调节,计算出温度补偿点后,根据查表,计算出频率的变化,完成温度调节控制,保证市内恒温。

4 实验结果及分析

本次试验对发光细菌培养进行恒温测试,这种细菌在 15 度左右,活性达到最大,运用发光强度测试细菌的活性,进而检验恒温控制效果。发光细菌如图 3 所示。



图 3 发光细菌培养样本

下面来比较一下两种不同的方法达到恒温效果时的趋势对比,看下本文算法是否可以保持高精度的恒温效果。

由图 4 可以看出,左图反应的是本文方法达到恒温后的趋势图;右图为传统方法获得恒温后的趋势图。通过算法可知,本文的方法采用了三角变频插值调节技术,能够最大程度的降低温度阶跃性突变,

保证温度在一个变动很小的范围内,避免了温度的损失,而传统的方法由于受到外界因素等影响,温度突变阶跃性很强,温度不能保证长时间恒温,这会对真菌的激活有一定的影响,使得细菌失活。

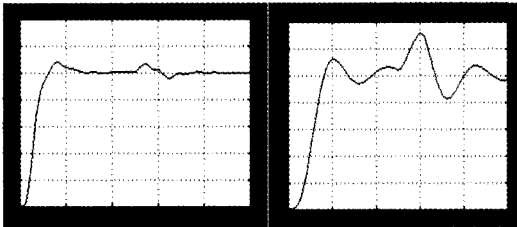


图4 恒温控制对比趋势

在真菌恒温控制系统中,不同温度下细菌的活性也不相同,在合理的温度范围内,一些阶跃性的信号跳变对结果影响很小。值得注意的是那些异常的突变信号,这些信号往往是由细菌本身异常变化等引起的。这些不是影响温度的重点。所以通过合理的阈值选择,这些极端温度变化是可以忽略的。

两种不同温度控制方法得到的细菌发光亮度对比如图5所示。

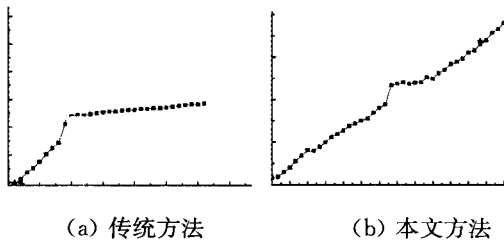


图5 温度变频补偿前后细菌数目对比

通过比较可以看出,图5(a)为传统方法制造的恒温条件内,细菌发光的情况;图5(b)为本文方法的细菌发光情况。通过对比可知,本文方法发光量持续增大,细菌被激活的数目也远远多于传统方法。

对上述实验结果比较分析可知,本文提出的基于三角变频技术的恒温控制系统,在细菌激活过程中,使用了恒温保持技术,把温度的波动降到了最

低,使得细菌能够在最优温度下激活数目达到最大,使得细菌的发光效果有了大幅度的提高,保证了系统的稳健性和鲁棒性。该系统能够实现真菌系统恒温状态激活,具有一定的实际应用价值。

5 结束语

本文提出一种真菌激活恒温控制系统的设计方法。首先将温度信息通过温度传感器进行有效采集,然后对温度进行有效的差值计算处理,通过三角变频技术取出温度突变带来的抖动,保证温度恒定。在控制端,运用ARM核心处理器,保证温度数据被有效的及时的处理。保证温度数据的完整性。实验证明,这种传输方法能够大幅提高真菌激活的数目,得到高质量的发光数据。

参考文献:

- [1] Musaloiu-E R, Liang C J, Terzis A. Koala: Ultra-low power data retrieval in wireless sensor networks [C]// Proc of the International Conference on Information Processing in Sensor Networks (IPSN 2008). [S. L.]; IEEE, 2008: 412-433.
- [2] 楚荣珍, 周向宁, 张鹏. 嵌入式步进电机控制系统的设计与实现 [J]. 嵌入式系统应用, 2007(23): 53-54.
- [3] 张彬, 许廷发, 倪国强. 基于正交多小波的红外和可见光图像融合 [J]. 计算机仿真, 2008, 11(60): 222-225.
- [4] 王丽莎, 胡洪营, 魏杰, 等. 城市污水再生处理工艺中发光细菌毒性变化的初步研究 [J]. 安全与环境学报, 2006, 6(1): 72-74.
- [5] 刘超, 姚站馨. 发光细菌用于环境检测的研究进展 [J]. 军事医学科学院院刊, 2009, 33(2): 179-181.
- [6] 吴泳标, 张国霞, 许玫英, 等. 发光细菌在水环境生物毒性检测中应用的研究进展 [J]. 微生物学通报, 2010, 37(8): 1222-1226.

作者简介:

冷报春 男, (1969—), 讲师. 研究方向为工业电气自动化。