

高温中性蛋白酶发酵过程中温度控制的改进

张慧涛 侯新强

(新疆农科院微生物应用研究所, 乌鲁木齐 830000)

摘 要 对高温中性蛋白酶发酵中试研究中温度控制进行了改进, 采用 PID 调节器的自动调节, 由调压器调节加热器的功率, 从而实现了恒温控制。

关键词 定值控制, PID 调节器, 发酵, 恒温控制

XJT9503 高温中性蛋白酶发酵中试工艺研究是由新疆农科院微生物所承担的一项国家 863 课题, 在其发酵中试研究中, 采用 250L 发酵罐酶活在 1 万 u/mL, 3t 发酵罐在 1.3 万 u/mL, 10t 发酵罐最高在 1.5 万 u/mL, 其产酶率已达到国内领先水平。在其中试研究工作中, 由于其发酵温度较高(46~48℃), 在 250L 自动发酵系统中发酵过程中的产热不足以维持其正常发酵温度, 需要从外界供给热量, 而该研究工作的 80% 都在 250L 自动发酵罐上完成, 在 250L 自动发酵罐上原来设计的温度加热是采用继电器位式开关控制, 在计算机中设定温度的上下限, 在下限时由计算机控制加热器开, 在上限时由计算机控制加热器关, 控温精度无法保证正常发酵所需要的 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 。为此, 我们对原有的设计进行了改进, 外接恒温水箱, 引进 PID 自动调节, 以达到控制发酵罐温度的目的, 保证发酵罐的温度保持恒定。

该系统采用单回路定值调节系统。

1 系统工作原理

1.1 系统组成原理

250L 自动发酵罐恒温控制系统原理图如图 1 所示。

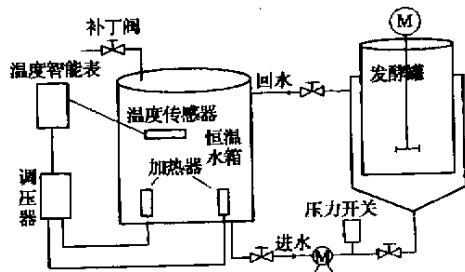


图 1 恒温控制系统原理图

图 1 中的水箱容积 0.3 m^3 , 内置 2kW 的加热器 2 组。水泵功率 1.5 kW。压力开关的作用是防止水泵“闷泵”, 当发酵罐夹层的进水阀或回水阀没有打开时, 压力开关将切断水泵电源。温度传感器为 Pt100 铂电阻, 系统的温度设定在温度智能表上进行, 原有由计算机的温度控制完全断开, 传输到计算机中的数据只用于监测和记录, 不再参与控制过程。因此, 该控温系统以智能表、调压器、加热器和水箱为主。

1.2 系统组成方块图

250L 自动发酵罐恒温控制系统组成方块图如图 2 所示。



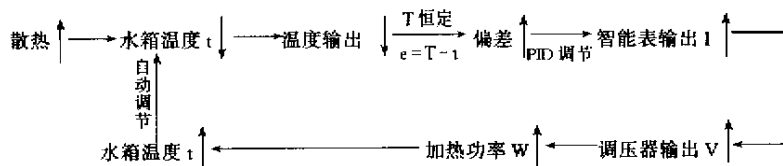
图 2 系统组成方块图

该系统中温度传感器为检测元件。测出水箱的温度与温度智能表上的温度设定值进行比较(温度智能表上的温度设定取决于实际要求的发酵温度), 智能表根据偏差的大小, 经过 PID 运算, 输出 4~20 mA 的电流信号, 电压调节器根据电流信号改变其输出电压, 从而控制水箱内的加热器的加热功率, 调节水箱温度, 使其等于智能表上的设定值。

1.3 系统自动调节过程的分析

当发酵过程中由于发酵液的吸热, 以及发酵罐和水箱的散热, 使水箱温度发生变化时, 该系统自动调节, 使加热器功率发生变化, 从而使水箱温度保持恒定。

其自动调节过程(以温度降低为例)的分析如图 3 所示。



2 系统稳定性分析

为了实现温度的准确控制,控制系统首先是稳定的。该系统的动态结构图如图 4 所示。

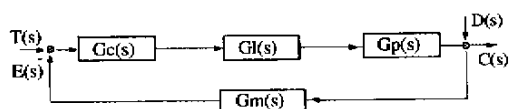


图 4 系统的动态结构图

其中 $G_c(s)$ 为温度智能表的传递函数; $G_l(s)$ 为调压器的传递函数; $G_p(s)$ 为加热器的传递函数; $G_m(s)$ 为温度传感器的传递函数; $D(s)$ 为扰动信号。

系统中采用的温度智能表为 AL-708 型,该仪表采用模糊规则进行 PID 调节的同时,附加了先进的 AI 人工智能调节方式,在 PID 调节中加入新的微分、积分作用,对给定值与测量值变化造成的偏差分别采用不同的调节量;又加入模糊调节规则,在误差大时,采用模糊算法进行调节,以彻底消除饱和和积分现象,当误差小时,采用改进的 PID 算法进行调节,因而具有无超调、控温精度高的效果。

温度智能表完成基本参数设置后,接入温度传感器,启动自整定,它强制系统产生 2 次扰动,检测系统从超调恢复到稳态(测量值与设定值一致)的过渡特征,自动计算出系统 PID 参数。其自整定示意图如图 5 所示。

其中 SV 为温度设定值

由于温度智能表的积分时间的范围在 0.01 ~ 2 min,调压器中晶闸管的失控时间一般在 ms 级以下,因此说明系统是稳定的。

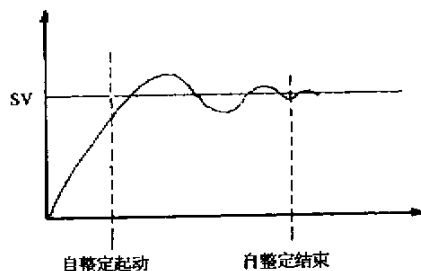


图 5 自整定示意图

3 系统有关参数的确定

(1) 温度智能表参数的设置

根据高温中性蛋白酶发酵温度的要求,并考虑到水箱和管道的散热,我们用实验法确定智能表的温度设定为:发酵要求温度 + 2℃,智能表比例带、积分时间、微分时间根据实际发酵温度用自整定取得。

(2) 调压器的参数设置

根据智能表的调节范围及输出信号来确定调压器中晶闸管的开关系数。

(3) 水箱相关参数的确定

根据发酵罐罐体的散热面积确定水箱容积为 0.3 m³,根据发酵过程中的实际吸热确定加热器为 2 组 2 kW/组。

(4) 水泵参数的确定

根据发酵罐罐体的夹层容积,确定水泵功率为 1.5 kW,流量 4 m³/h。

(5) 压力开关的设定

根据水泵的承压能力,压力开关设定为 0.25 ~ 0.3 MPa。

4 结束语

该恒温系统经过实际运转,完全满足了高温中性蛋白酶发酵的温度要求,具有以下 2 大特点:

(1) 恒温效果良好

由于该系统采用温度负反馈,恒温性能好。在我们进行的近 50 批次的发酵研究中,其控温精度可以保证在 ± 0.5℃ 以内,并且可以实现自动/手动的无扰切换。

(2) 操作简便

由于该系统采用智能表在线控制,有关控制参数的设定和修改均在智能表上完成,操作简单。

高温中性蛋白酶发酵过程中温度控制的改进设计,为课题的顺利完成起了重要作用,并且由于具有上述特点,在其他温度较高的发酵控温中也有很好的借鉴作用。

参 考 文 献

- 1 胡寿松. 自动控制原理. 北京:国防工业出版社,

- 1994.238 ~ 437 ~ 448
- 2 王树青,元英进.生化过程自动化技术.北京:化学工业出版社,1999.123 ~ 159
- 4 陈伯时.电力拖动自动控制系统.北京:机械工业出版社,1997.48 ~ 99
- 3 黎润钟.发酵工厂设备.北京:轻工业出版社,1991.422

全球酸奶市场新品迭出

在过去的两年中,酸奶产品开发的重点主要放在产品品种的更新及新型原料的利用方面。调查者发现,目前最为流行的酸奶是杯装、具有独特风味的产品,专为儿童生产的产品也十分受欢迎。

欧洲是开发酸奶新产品的基地,在过去的两年半中,其所推出的新产品占全球总数的72%。酸奶消费量最大的国家包括芬兰、法国、德国、意大利、西班牙和英国。同时,各个国家之间产品市场定位各不相同。例如,法国的产品主要以水果风味为主,而甜味产品(包括巧克力或饴糖口味)逊色一些。意大利和英国则将重点放在儿童喜爱的口味上。德国十分注重开发保健型酸奶,而芬兰市场上更为普遍的是粗制酸奶和以大豆为基础配方的产品。

保健型酸奶在欧洲和日本很普遍,并逐步向全球市场扩展,为保健型酸奶提供了广阔的空间。保健型酸奶中绝大部分是添加有益菌的,典型的代表产品是LactoPro+,其包装上详细注明了成分及益处,更像药而不是食品。从1998年开始,上述产品扩展为不同风味的系列产品,其中包括香草、蓝莓、桃、草莓和樱桃等口味。到2001年,这个系列中又加入了香蕉口味并添加了嗜酸乳杆菌酶。

法国食品巨头达能公司在欧洲广泛推出Actimel有益菌酸奶,与瑞士雀巢公司的LC1相类似。而在许多国家,包括美国、英国和法国,酸奶标签上没有标明是添加了有益菌,但其内容显而易见。在美国,这一类产品被称为含有“生命菌”的酸奶。

人们最新研制的新产品中加入了一种有助于降低胆固醇的物质,英国著名零售商Marks&Spencer公司销售的产品More中就含有降胆固醇物质。一些含有大豆蛋白的水果口味酸奶中也含有这种物质,如英国市场上销售的Benecol杏仁味酸奶。

其他部分类型的功能食品中含有菊粉和强化钙。菊粉是一种有益成分,不仅可以增加甜度,还可以提高纤维素含量。美国Stonyfield公司的果味酸奶及专为妇女研制的YoSelf酸奶中都含有该成分。在美国和芬兰,以大豆为基础原料的酸奶被认为含有健康成分。

酸奶一直是液体状态,可以直接饮用,而包装却随着市场的需要在不断变化着,纸盒、玻璃瓶、塑料杯等应有尽有,且形状各异。制造商们表示,将不断推出新品推动全球酸奶市场向前发展。

我国山梨醇首次出口日本

我国广西柳州市利达化工有限公司最近向日本“花王”公司销售190t山梨醇,标志着我国生产的山梨醇首次出口,打进国际市场。

山梨醇广泛应用于维生素C、牙膏、食品、饮料、添加剂、化妆品和制药等行业。利达化工有限公司是我国山梨醇行业中最大的生产厂家,去年产量达4.5万t,产品质量符合国际标准。

影响我国食品工业走向的4大因素

2002年,影响中国食品工业发展趋向的有4个主要因素:1是加入WTO后对一系列标准的修订执行和理解,将在被动中加速企业融入世界竞争的步伐;2是流通领域加速集中,外资大步进军中国商业领域,将使商业结构趋向成熟,品牌集中度将快速提升,没有品牌的产品和企业将很难存活,中小企业“大浪淘沙”式的进程继续加快;3是食品安全问题,将成为制约中国食品的“瓶颈”;4是人才将成为企业争夺的重点。