

# 深层培养的自动测定和控制装置的研究

蒋如 包昌树 周宏均 常新民

(武汉生物制品研究所,湖北)

为了满足生物制品的科研和生产的需要,我们进行了深层发酵设备的自动化研究。现报道如下。

## 无级变速磁耦合搅拌

无级变速磁耦合搅拌,由直流电动机驱动罐外磁盘,通过磁耦合传递力矩,使罐内磁盘和搅拌叶片旋转,以实现培养液的搅拌。直流电机由可控硅调速系统控制平滑无级变速,并可根据不同的要求调整变速范围。14升试验罐能够从150—1,500转/分连续稳定调整搅拌转速,270升试验罐可在40—850转/分的范围内变速。其调整性能稳定、准确。用磁耦合搅拌代替机械密封搅拌,可杜绝由于轴转动处的间隙,造成泄漏,而引起的染菌。因为是无级调速,所以便于在培养过程中选择最佳转速。

采用磁耦合驱动,要解决两个问题,一是磁性材料的选择,二是磁极的排列及磁路的结构。我们选用的材料是锶钙铁氧体,磁盘设计成六极或八极,由六块或八块扇形锶钙铁氧体组成,极与极之间镶有非导磁性材料,如铝条或铜条,用环氧树脂胶合成环状,磁环非面向空气隙的那个端面盖有工程纯铁或A<sub>3</sub>钢,整个罐内磁环用不锈钢密封,构成圆形磁盘。罐外磁盘可镶在铜壳内,内外磁盘形成恒空气隙磁路。

磁盘必须做成四极以上,这样能够保证内外磁盘同步运行,以避免指示搅拌速度高于罐内实际搅拌速度。

直流电机的转速调节,采用改变电枢电压的方法,电源直接取自于220伏交流电,通过单相桥式半控电路整流。可控硅触发电路是带有放大器的单结晶体管触发器。转速的给定是由

电位器控制的。

由于可控硅以及其他元件的质量问题，当直流电动机的额定转速为 3,000 转/分时，启动时内外磁盘就难以稳定同步，因而又设计安装了启动控制器，即在启动时给直流电机的电枢串一个电阻，启动后立即自动切除电阻，从而解决了启动时内外磁盘同步的困难，做到一次同步稳定运行。

### 温度自动测量、记录和调节

恒温对于微生物深层培养有着决定的意义，过去一直采用“开—关”二位式调节的温控系统，不能记录，控制精度也不能满足微生物培养的要求。

现在设计的整个温控系统由铂电阻温度计，小型自动平衡指示调节仪，可控硅电压调节器，晶体管温度调节仪，中间继电器、晶体管开关、电热管、电磁阀，水泵及水箱组成。

铂电阻温度计由罐壁斜插入罐内，温度变化由铂电阻输入到 XQD-402 型自动平衡记录

调节仪，进行测量指示和记录，同时经发送装置转换成 0—10 毫伏直流信号，与设定值进行比较得偏差信号送入调节器中，经调节器运算放大后，输出一个与偏差信号成比例、积分、微分 (P. I. D) 关系的 0—10 毫安直流信号至 KE-1-20 型可控硅电压调整器，该调整器按照信号的大小及方向进行调节，不断改变电热电压以调节水箱温度，直至输入调节器的偏差信号为零时，水箱电热电压退到零，水泵电源被切断，水泵不再向罐的保温层中输送热水，这时罐温便保持在一定的温度。当罐温低于给定值时，偏差信号又送入调节器中，使可控硅导通，偏差信号越大，可控硅的导通角越大，水箱中的电热管电压越高，只要有偏差信号存在，晶体管开关就重新使水泵运转，将水箱中的热水不断循环，使罐内温度升高到设定值。而当罐温高于设定值时，晶体管开关同样使水泵运转，紧接着开启电磁阀，向水箱注入冷水，以降低罐温使之恢复到给定值。用自行设计的触点式晶体管开关，见图1。来代替 XQD-402 型自动平衡记录仪内的上下

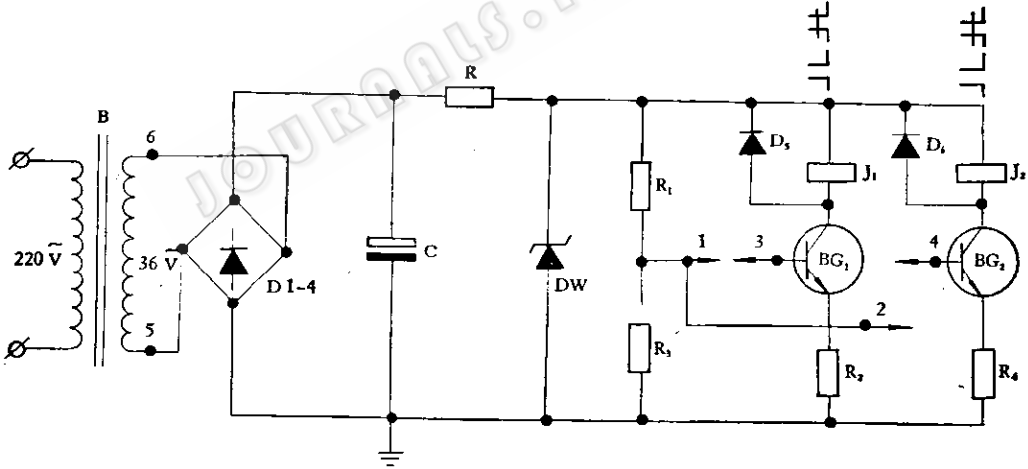


图1 晶体管开关原理

限位开关，使机械运动变成了一触即发的电磁运动，这样大大加快了上下限接点的动作时间，明显改进了 XQD-402 型自动平衡记录调节仪的调节性能，从而提高了整个温控系统的调节精度。为了防止升温时突破罐内上限温度以造成微生物过热，还采用了晶体管温控仪控制水箱的上限温度，一旦水箱温度到达上限温度，

立即切断送入电压调节器中的偏差信号，电热电压降到零，以避免罐温过高。经实际使用，该温控系统能够达到误差不超过  $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$  的水平。

### pH 自动连续测量、记录和调整

微生物必须在适合的 pH 环境中生活，因此必须经常测定和矫正 pH，使其维持在适当的 pH



程中需定时定量补加氨基酸,为此我们设计了自动补加氨基酸自动间歇搅拌联合控制系统,具体见图2。

这套联合控制系统,初步实现了间歇搅拌和中间补料的自动化。其控制精度可不超过0.2个pH值。由于仪器元件的稳定性还不理想,还有些问题须改进,如蠕动泵的流量还不够均匀,流量量控制的还不十分准确。

### 化学消泡的自动控制

微生物在深层培养过程中,需要通气搅拌来提高氧的利用率,这样容易产生泡沫,而过量泡沫会妨碍细菌的生长和代谢,也容易引起污

染,所以要消除泡沫。

消泡探针是二根不同水平位置的不锈钢棒,目的是为避免单一棒时消泡动作过于频繁,不锈钢棒用聚四氟乙烯套使棒与罐体,棒与棒之间绝缘,当泡沫上升,先后浸没低位和高位两根探针时,消泡控制器处于工作状态,中间继电器吸合,通过电子定时调节器,指挥蠕动泵动作,以一定时间间隔向罐内注入消泡剂,注入时间间隔可在几秒和几十秒,直至泡沫脱离低位探针以后信号才消失,消泡器停止工作。其原理图见图3。

上述研究结果,经应用后说明在科研和生产中发挥了一定作用。

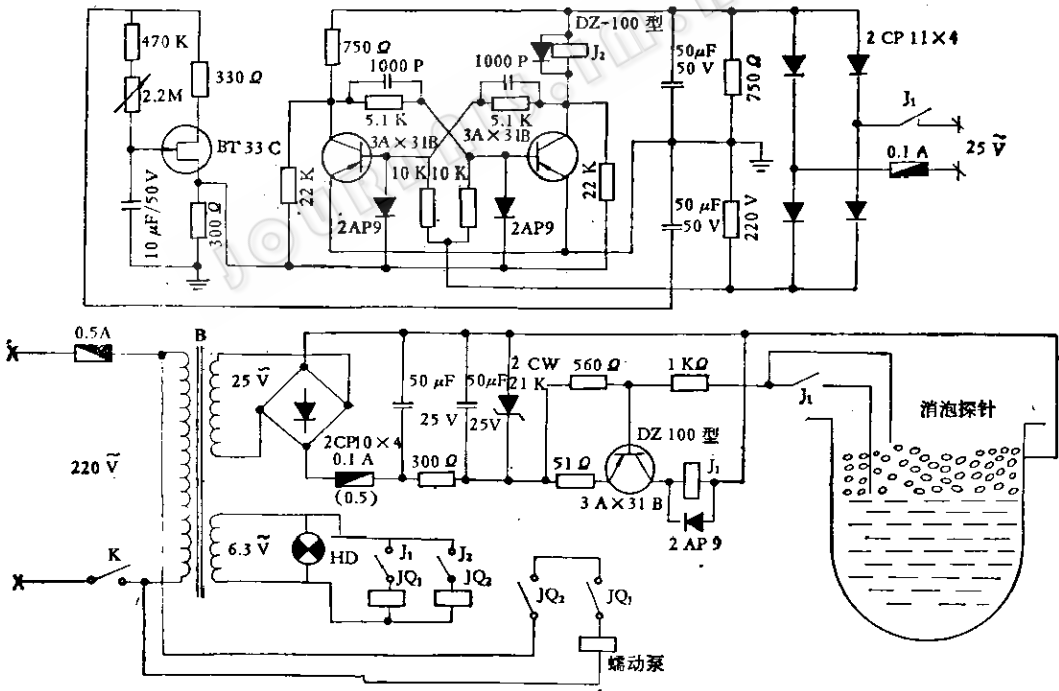


图3 化学消泡控制电路原理