

# 计算机控制在发酵工业中的应用

杨正毅 (国家医药管理局控制工程中心)

**摘要:**工业生产发酵过程控制系统,可对发酵过程营养剂补加控制、消沫控制以及温度、PH、供气量控制等。系统用于抗生素发酵,VC、VB发酵,酶制剂,酵母,味精等发酵过程控制。

## 一、发酵过程计算机控制的意义和现状

目前我国发酵工业的控制技术还比较落后,至今仍以人工控制为主。而采用计算机控制技术起步较晚,普及率太低。尽管如此,计算机控制在发酵工业中的应用,已为我国发酵过程控制水平是提高、发酵工业产品的经济效益等带来明显的提高。

在“全国电子信息系统推广办公室”的支持和“国家药局计算机推广应用办公室”的组织下,首先在青霉素发酵过程中采用计算机控制。而后又陆续在土霉素、洁霉素等进行推广,经济效益十分显著。统计资料表明,由于采用计算机发酵过程控制技术和菌种的改进,我国青霉素发酵单位由原来的在 25000u/ml 左右徘徊,到目前突破 50000u/ml 大关。仅华北制药厂,哈尔滨制药厂和济宁抗菌素厂,年纯增经济效益超过 3000 万元。

经过几年努力,对发酵过程中主要物理、化学参数和部分生物参数计算机控制技术已较为成熟,目前在抗菌素发酵过程,VC、VB 发酵过程,酶制剂发酵过程,酵母和味精发酵过程均取得明显经济效益。已具备在发酵工业生产中全面推广的条件。

## 二、FK-I 型发酵过程控制系统

在医药工业中各种抗菌素的生产,VC、VB 发酵过程,酶制剂发酵过程以及在食品工业中味精生产,酵母生产,虽各具特色,各有自己的特殊点,但对其常规参数的检测与控制基本相同。我所开发的首先用在抗生素生产中的 FK-I 型发酵过程控制系统可满足上述各种产品的生产过程控制。

### 1. 主要技术参数

·检测参数:发酵温度、消毒温度、通气流量、罐压力、发酵液体积、PH、溶解氧含量、尾气二氧化碳和尾气氧含量、搅拌速度等,以及公用工程参数检测。

·控制参数:发酵温度控制、发酵液 PH 控制、营养剂

流加控制、消沫防逃液控制、通气流量控制、罐顶压力控制、连消控制等。

### 2. 系统的构成

发酵过程控制系统采用三级管理方式,也可只取二级管理系统。系统框图见图 1。

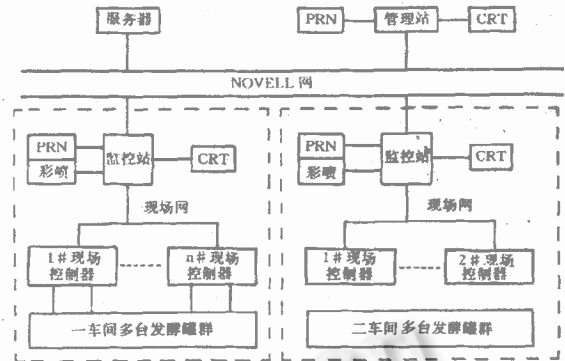


图 1 FK-I 发酵过程控制系统

在上述系统中,虚线框内自成一个二级管理的控制 DCS 系统,监控站用于对全车间发酵罐群集中检测与参数给定控制,并对各罐发酵参数集中显示、存储。监控站配有 20" 彩色 CRT、点阵打印机和彩色喷墨打印机。针式点阵打印机用于各种数据表格打印,彩喷用于显示彩色画面拷贝。主要画面包括概貌画面,分组画面,单元画面,报警画面,动态流程画面,实时趋势画面和历史趋势画面等。

现场控制器用于对发酵过程的检测与控制,现场控制器也配有操作员接口面板 14" 彩色 CRT 和输入板,可进行参数的设定,测控参数显示和参数超差报警,状态提示等。一台现场控制器可对 2 只发酵大罐或者对 8 只种子罐和公用工程进行测控。

管理站用于更高一层的管理,在该站可对全厂多个生产车间集中管理,例如物料和能源的平衡等,也可对生

产过程参数进行分析处理,优化生产工艺。

FK—I 发酵控制系统由康拓公司研制,在工程中,我们也采用一些国外较为先进的 DCS 系统,这些系统虽说售价较高,但由于这些系统硬件可靠性高,人机界面友好,在一些经济效益好的企业中很受欢迎。

### 3. 与发酵控制系统的配套仪表

发酵过程控制与常规计算机控制在很多方面是相同的,但由于发酵工业生产的特殊性,在其营养剂流加控制和消沫控制方面,常规的计算机控制办法难以解决,为此我们专门设计了与之配套的补料(营养剂)控制器和消沫控制器。

(1)补料控制器。补料控制器主要是为克服发酵过程中由于料液清洁度、粘度和高温灭菌等因素,使用常规的流量计与调节阀反馈控制难于正常工作,特别是无法克服发酵过程染菌的问题,我们采用了计量罐与开关阀控制的方法。其工作原理是:根据计量罐体积和补料速率计算出补一罐营养剂的周期,通过改变补一罐料液周期来改变补料速率。例如选用 1 升罐体,设定补料率为 100 升/小时,在计算机控制下,把 1 小时分成 100 个等间隔时间,分别在此时间内补加一罐营养剂,即每 36 秒钟补加一罐营养剂。

由于隔膜开关阀解决了耐高温消毒,密封性好,防污染克服染菌问题,在发酵过程营养剂流加控制中取得良好效果。

该控制器可以独立使用,也可通过串口或并口在计算机控制下配套使用。

(2)FX—I 防污染消沫控制器。在发酵工业生产中,经常会伴随着泡沫的产生,当泡沫多时,除给发酵带来很多不利因素,还会出现逃液,逃液则会给生产带来直接的经济损失。发酵过程,消沫控制是不可缺少的工作。

目前国内发酵工业中,均采用电阻式单电极测量原理的消沫控制,在一般正常工作条件下来达到消沫目的。但在使用过程中,由于污染结垢而引起电极绝缘性能下降,在电极表面产生泄漏电流,造成电极呈短路状态,引起控制失灵,产生误动作,造成过量加入消泡剂,同样给生产造成损失。

FX—I 防污染消沫控制器采用双电极式电阻测量原理,其中一个敏感电极用于探测液位,而另一个保护电极用于抵消污垢产生泄漏电流。有效的克服因污染造成的误动作。

该控制器在系统中配套使用效果良好。

### 三、传感器和执行器

发酵过程控制系统是一个机电一体化的控制系统,在系统中,计算机是核心,是纽带,就工业现场应用情况而言,系统成败的关键却在传感器与执行器上。特别是执行器,如果满足不了防污染、不染菌的技术条件,将会给工程带来灾难性的后果。

经多年的努力,在 FK—I 发酵过程控制系统应用过程中我们经多年筛选,已有一系列配套的传感器。特别是在尾气  $CO_2$  和  $O_2$  的测量中,我们成功解决尾气净化的预处理设备,为发酵动力学在工业中的应用打下基础。

在执行器方面,利用航天技术成果,开发出一系列可满足发酵过程补料控制,消沫控制,PH 控制等专用计量罐和不锈钢波纹管气动隔膜阀,阀门工作寿命达 100 万次以上,由于采用控制回路与受控介质之间全密封,有效的克服不泄漏,耐高温、不染菌等难题。在系统中配套使用,取得良好的效果。

### 四、发酵控制系统的发展方向

生物发酵工业正以其光辉的前景吸引着愈来愈多的人们去研究,去探索,目前发酵过程计算机控制仅仅是起步。在工业生产上,发酵过程的计算机优化控制,或者说采用知识工程、专家系统的发酵过程控制系统将是今后发展的必然趋势。为实现发酵过程高级控制系统,尚需在现有计算机控制基础上,建立生化过程数据库,依靠专家的指导、归纳和分析,并利用知识工程的方法发挥和完善数据库的功能,通过人机系统沟通使用者与知识库,然后在生产过程实现生产的优化控制。这将是一个长期的积累工作。对于计算机与控制工程技术方面,需解决为在线测量细胞、培养基和产品的浓度,在线监控细胞的生理活性等环节提供有效的手段。

#### 北京瑞贝尔科技发展有限公司

经营产品:计算机及办公设备

代 理:AST COMPAQ 微机

地 址:中关村大街北口祥云楼 202 室

联系电话:62610597 邮码:100080

联系人:何江宏 BP:68326622 呼 8483

吴振宇 BP:68327799 呼 210