

黄酒前酵自控系统的研究与应用

Research and Application of the Automatic Control System
for Pre-fermentation Process of Yellow Rice Wine

徐国强 陈 树 熊伟丽 徐保国

(江南大学通信与控制工程学院,江苏 无锡 214122)

摘 要: 针对目前黄酒生产过程仍以手工操作为主,且存在生产规模小、自动化程度低和批次稳定性差等问题,对黄酒发酵工艺进行了研究。结合 LabVIEW、S7-300 PLC 以及相关传感器和智能仪表等技术,提出黄酒前酵自控系统的软硬件总体方案,并分析了相关功能模块的原理及操作步骤。最后成功地将该方案应用于绍兴女儿红酒厂前酵生产过程中,达到了预期效果。实测结果验证了该系统的正确性和可行性,对推广黄酒发酵的自动化有着重要意义。

关键词: LabVIEW 数据库 PLC S7-300 自动控制

中图分类号: TP273 **文献标志码:** A

Abstract: In accordance with the current conditions in production of yellow rice wine, e. g., manual operation, small scale and low automation level, as well as poor stability in batches; the ferment process of the wine is studied. Combining with LabVIEW, S7-300 PLC and related technologies of sensor and intelligent instrument, the overall strategy for the hardware and software of pre-fermentation automatic control system is proposed; the principle and procedures of related functional modules are analyzed. This strategy has been successfully applied in Shaoxing Nverhong Brewery and reaches predictive effects. The result of practical test verifies the correctness and feasibility of the system; it is significant for popularizing automation of yellow rice wine production.

Keywords: LabVIEW Database PLC S7-300 Automatic control

0 引言

黄酒作为一种低耗粮、低酒度和高营养的酿造酒,是国家大力倡导发展的酒种之一,符合酒类市场低度、营养、保健的消费趋向,具有广阔的发展前景。由于黄酒是传统产品,其酿造工艺多年来不重视科技投入,所以一直以手工操作为主。虽然目前已采用了大罐浸米以及机械化蒸饭、榨酒和煎酒等操作,但传统生产工艺的技术装备落后、劳动生产率较低,所以无法大规模提高产量。

为了提高产品的产量和质量,在保持黄酒传统生产工艺的前提下,本文采用先进的自动化控制技术,设计了黄酒前酵自控系统。该控制系统将 LabVIEW、可编程控制器、工业 PC 机、传感器和智能仪表等有机地结合起来,以有效地控制黄酒前酵生产过程。

1 系统实现

1.1 软硬件条件

在前酵自控系统中,软件设计采用了 LabVIEW 8.6、Microsoft SQL Server 2005、Simatic NET PC Software V6.5 和 Step7 V5.3。其中 LabVIEW 8.6 用于编写上位机界面;Microsoft SQL Server 2005 作为后台数据库;Simatic NET 和 Step 7 分别通过 MPI 建立 OPC Server 和组态配置 S7-300 PLC,以连接搭建 OPC Server。

系统硬件主要包括 Simatic 工控机(带 RS-485 通信)、Simatic PLC S7-300、Simatic CP5612 通信卡、万迅 AI 系列人工智能仪表和 DO 控制/变送器。其中,Simatic CP5612 通信卡用于实现 PC 机与 S7-300 PLC 之间的 MPI 通信连接;人工智能仪表可以接收和实时显示铂电阻采集到的温度值,并通过 RS-485 通信传输给上位机处理和存储;DO 控制/变送器用于配合溶氧传感器测量溶液的含氧量(DO),可以实现自动温度补偿或手动设定温度补偿,以提高测量值的准确性。此外,DO 控制/变送器可以将测量值变送为 4~20 mA 或 0~20 mA 可选的电流信号输出给 PLC,PLC 再通过

国家科技部 863 研究计划基金资助项目(编号:2007AA10Z241, 2006AA10A301);

教育部国防基础科研基金资助项目(编号:A1420080177);

修改稿收到日期:2010-04-01。

第一作者徐国强,男,1986年生,现为江南大学检测技术与自动化装置专业在读硕士研究生;主要从事计算机控制、传感器应用方面的研究。

模拟量输入模块采集此电流信号,并经 A/D 转化后传输给上位机处理。

1.2 监控系统总体设计方案

整个前酵过程需对温度和溶氧两个参数进行实时采集和监控。温度一般控制在 33 ℃ 以下,而溶氧具体控制在什么范围目前没有固定的数值,大多根据发酵进行的时间和环境温度凭经验操作。为了保持传统的黄酒发酵工艺,本系统采用人工干预为第一要素,所以系统设计了手动控制和仪表以及上位机智能控制供用户选择。

铂电阻采集到的温度值能够直接被智能仪表读取、显示和控制,并通过仪表的 RS-485 通信模块将数值传递给上位机处理;传感器采集的溶氧值需经温度补偿后转为 PLC 可接收的 4~20 mA 的电流信号再传递给 PLC。上位机监控软件采用 LabVIEW 编写,通过 DataSocket 技术实现对 OPC Server 的访问、PLC 开关量和模拟量的读取,实现数据的分析、显示、报警、储存和打印以及实时、历史曲线绘制。本系统还可以通过上位机程序向 PLC 发送指令,以实现阀门等执行机构的控制^[1]。系统总体结构如图 1 所示。

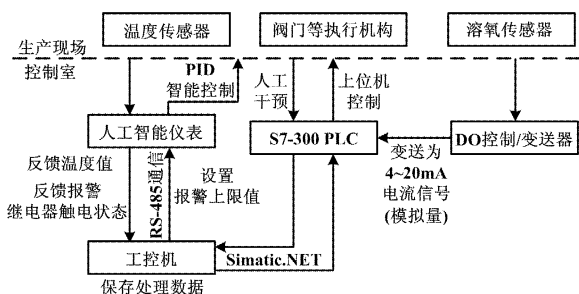


图 1 系统总体结构图

Fig. 1 Overall structure of the system

2 系统中关键技术的实现

2.1 监控系统界面的设计

监控系统主界面左侧上方两排开关分别控制溶氧和温度的执行机构(气动隔膜切断阀)的开断,主界面左侧下方是 15 个发酵罐的俯视图,点击可以迅速切换到对应的发酵罐的历史曲线界面;主界面右侧的视图分别显示每罐温度和溶氧阀门的开断情况以及该罐是否处于工作状态,且在打开和关闭阀门以及参数超限时都有声音提示,非常直观、醒目。某发酵罐的监控界面如图 2 所示。

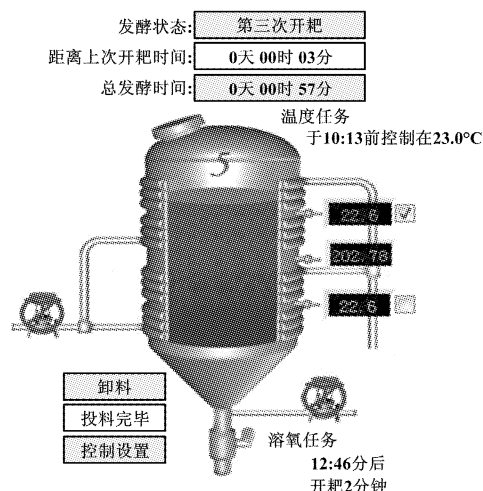


图 2 发酵罐监控界面

Fig. 2 Monitoring and control interface for fermentor

监控系统具有实时、历史曲线生成功能,可快速查找某历史时刻下的参数值以及保存、打印历史数据等;另外,用户还可以根据发酵工艺的需要,对各罐料液预设控制任务和限制阀门开启数。如图 3 所示的是起始于 2010 年 1 月 23 日 14:29:18、终止于 2010 年 2 月 27 日 18:45:38 的历史曲线。

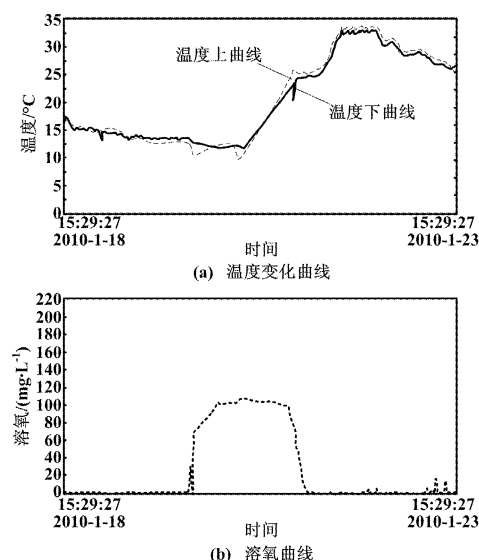


图 3 发酵罐的历史曲线

Fig. 3 Historical curves of fermentor

2.2 LabVIEW 与 PLC 通信的实现

2.2.1 配置 PC 站的硬件组态

在成功安装 CP5612 通信卡和 Simatic NET 后,运行 Station Configuration Editor 配置窗口,选择 Index 1 后点击“Add”按钮,在添加组件窗口中选择 OPC Server;再给 Index 3 添加 CP5612,并根据实际需要为其分配 MPI 地址、波特率等;最后点击“Station Name”按钮,为该 PC 站

指定名称后就完成了对 PC 站的硬件组态。

2.2.2 设置配置控制台

在正确完成 PC 站的硬件组态后,打开 Configuration Console(开始→Simatic→Simatic NET→Configuration Console),查看 CP5612 下的 General 属性中的模块模式(mode of the module)是否已切换到组态模式(configured mode),如果没有,则通过手动设置;然后在 Access Points 设定窗口中,将 S7ONLINE 指向 PC internal(local),为硬件组态和 PC 站组态的下载作准备。

2.2.3 在 Step 7 中组态 PC Station

打开 Simatic Manager,根据实际的 S7-300 CPU 型号创建一个新项目(本系统所用 CPU 型号为 312,设置的 CPU MPI 地址为 2)。在 Simatic 300 站点下双击“硬件”图标,打开硬件组态窗口(HW Config),在此窗口下根据实际的 PLC 硬件情况对机架、模块分布式 I/O 机架以及接口子模块等进行排列组态,并定义每个模块的参数,包括 I/O 地址、MPI 地址和通信波特率等。

配置完成后保存退出,返回到 Simatic Manager 窗口,通过“插入→站点→Simatic PC 站点”创建一个 PC 站。这里要注意将 PC 站点默认名称“Simatic PC 站点(1)”更改为之前定义的 Station Name。双击“组态”,第二次进入 HW Config 窗口,与 PLC 硬件组态类似,从硬件目录窗口中选择 OPC Server 和 CP5611(CP5611 和 CP5612 通用),并分别插在 1 号和 3 号插槽中(此处和 2.2.1 节中的 Index 1 和 Index 3 是对应的)。双击“CP5611”,打开其属性对话框,设置 MPI 地址和波特率(与 2.2.1 中的一致),完成 PC 站组件配置后编译存盘。

在 HW Config 窗口中点击功能按钮栏中的“组态网络”,进入 NetPro 网络配置窗口,用鼠标选择 OPC Server 后,在下面的连接表第一行鼠标右键选择“插入新连接”,在弹出的对话框中的“连接伙伴”中选择之前已经组态好的 PLC 站(本系统中为 CPU312(1)),点击“确定”后连接自动完成。在这里,本地 ID 可以自行设置名称(默认为 S7 connection_1),且须在更改后记下,以便 LabVIEW 与 PLC 连接时用。确认所有的配置后保存编译。

完成以上 PLC 站组态、PC 站组态和网络组态后,在编译无误的情况下就可以将所有的组态信息下载到 PLC 中,下载完成后即可打开 Station Configuration Editor 配置窗口检查组态状态;同时,确认 OPC Server 插槽 Conn 一栏是否有连接图标,如有,则表示已激活。

2.2.4 LabVIEW 与 PLC 通信

本文采用 DataSocket 技术实现 LabVIEW 对 OPC 的访问。以读取 PLC 模拟量信号为例,LabVIEW PLC 通信程序框图如图 4 所示。

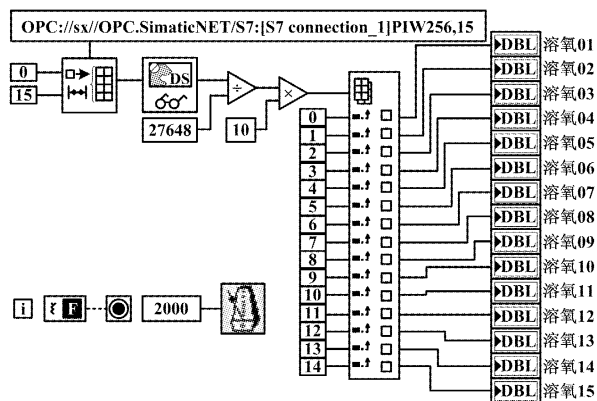


图 4 通信程序框图

Fig. 4 Block diagram of the communication program

图 4 中, sx 为计算机名; S7 connection_1 为本地 ID; PIW256, 15 是指地址从 256 ~ 285 的 15 个双字的值对应 15 点模拟量输入模块的值,输出的数据经过处理后还原为实际采集的溶氧值。

2.3 LabVIEW 与数据库通信的实现

LabSQL 是一个免费的、跨平台和多数据库的 LabVIEW 数据库访问工具,可以访问任何基于 ODBC 的数据库,包括 SQL Server、Access、Sybase 和 MySQL 等,可以对其执行各种录入、删除和查询等操作^[5-6]。LabSQL 与数据库之间是通过 ODBC 连接的,所以在使用 LabSQL 之前应该首先在操作系统的 ODBC 数据源中创建一个数据源名 DSN(data source name)。本系统中 DSN 取名为 1。LabVIEW 实现对 SQL 数据库的查询的程序框图如图 5 所示。

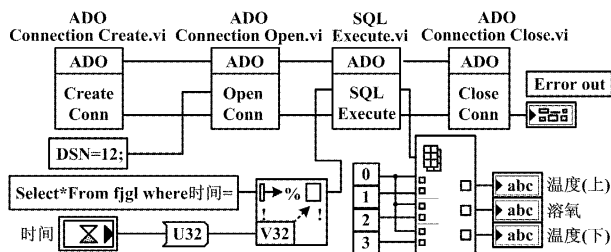


图 5 读取数据库程序框图

Fig. 5 Flowchart of reading data from database

LabSQL 对数据库操作的一般步骤为:①连接数据库;②连接记录集;③对表进行各种操作;④断开记录集;⑤断开数据库。

(下转第 37 页)

5%,速度变动率为0.4,最高飞升转速为3 194 r/min,稳定转速为2 840 r/min,调整时间为30 s。转速飞升曲线如图5(c)所示。

④ 调整参数后,重复上述第三步甩负荷

将DEH一次调频系数改为0.6,机组负荷为5.90 MW,最高飞升转速为3 199 r/min,稳定转速为2 920 r/min,调整时间为37 s。转速飞升曲线如图5(d)所示。

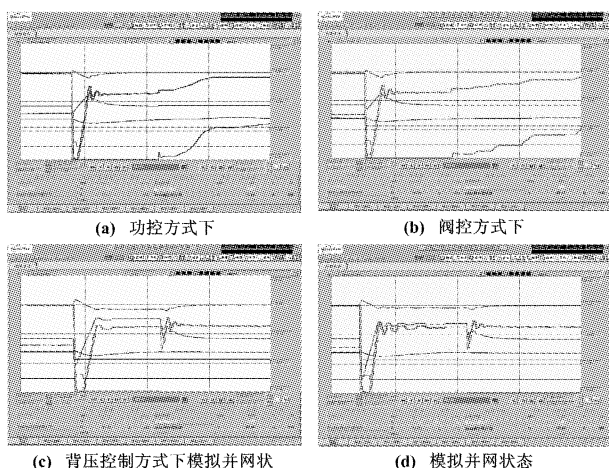


图5 甩负荷曲线图

Fig.5 Runback curves

经过四次分别在解列和模拟不解列的情况下的甩50%额定负荷,机组能经受考验,甩负荷试验各项达标,试验成功。DEH改造后进行的模拟远方线路跳闸甩负荷试验是有益的尝试^[4],具有一定的推广价值。

5 结束语

通过对以智能执行器为控制核心的无控制工质调

节系统的研究,可以肯定此方案的可行性并得出以下结论:

① 无控制工质调节系统对调节汽轮机组的控制精度及其稳定性是令人满意的;

② 系统对机组甩负荷时的转速飞升抑制不理想,但可以通过其他手段(OPC超速控制)予以弥补,其安全性是能够保证的;

③ 此方案只适用于透平油调节系统,所以无法实现阀门管理功能,如果要实现阀门管理功能,必须对调节阀进行单独控制,这就意味着增加油动机和执行器的台数,无论从简化系统或是经济性的角度来看,都不理想;

④ 无控制工质调节系统结构简单、改造量小、工作性能可靠,是一种比较实用的改造方案。

参考文献

- [1] 李宝玉,魏毓璞. 汽轮机调节系统疑难问题解析[M]. 北京:化学工业出版社,1993:18-19.
- [2] 肖增弘,徐丰. 汽轮机数字式电液调节系统[M]. 北京:中国电力出版社,2003:41-42.
- [3] 四川省电力公司,四川电力教育协会. 汽轮机调节及保护系统[M]. 北京:中国电力出版社,2003:8-9.
- [4] 刘强,史建良,卜保生. 内蒙古达拉特发电厂330MW机组小岛甩负荷试验[J]. 中国电力,1997,32(11):18-21.
- [5] 王新宇,史建良,赵志岗,等. 200MW抽汽供热机组甩负荷试验及分析[J]. 内蒙古电力技术,2003,21(4):34-36.
- [6] 田丰,余天龙. 大型机组甩负荷试验若干问题探讨[J]. 中国电力,2000,35(7):45-47.
- [7] 王志清. 透平压缩机的调节运行与振动[M]. 北京:机械工业出版社,1996:75-115.
- [8] 黄乐观. 透平压缩机防喘振控制策略探讨[J]. 石油化工自动化,2010,46(1):77-79.

(上接第33页)

3 结束语

系统已通过测试,可以稳定地完成对黄酒前发酵过程的实时远程监控,具有可靠性好、经济效益高、实用性强和界面清晰美观等优点。LabVIEW的DataSocket与OPC Server通信实时稳定,LabSQL工具包对SQL数据库的访问也安全可靠。实践证明,该系统性能稳定,大大提高了黄酒前发酵的自动化水平^[7]。

本文的创新点是将LabVIEW的DataSocket技术和ADO技术应用到黄酒发酵的实时监控和远程测量中,有效地提高了黄酒的产量和质量,具有一定的推广应用价值。

参考文献

- [1] 朱青,王直,李垣江,等. 基于LabVIEW与OPC的船舶机舱报警系统设计[J]. 现代电子技术,2009,32(1):129-131.
- [2] 曾璐亚. 基于OPC技术的PLC与LabVIEW通信实现[J]. 微计算机信息,2009(16):52-53.
- [3] 陈欣,王浩宇,郎朗. 基于OPC技术的上位机与西门子PLC的通信[J]. 自动化与仪器仪表,2008(1):70-73.
- [4] 杨芷,鲁五一,熊红云. 基于OPC技术的LabVIEW与PLCs通讯[J]. 长沙航空职业技术学院学报,2006,6(2):62-65.
- [5] 杨萍,孔庆,贺洋. 基于LabSQL的数据库访问技术[J]. 科技信息,2009(17):445-446.
- [6] 郭铁桥,闫迎志. 基于LabVIEW的电梯远程监控系统[J]. 仪表技术与传感器,2008(7):54-56.
- [7] 陈斌,袁雪,管国强,等. 基于LabVIEW的生物发酵过程远程在线监控系统设计[J]. 农业工程学报:农业信息与电气技术版,2008,24(8):174-177.