

## 啤酒包装线信息管理系统设计与开发

卢礼瑾, 李东波, 何非, 童一飞

(南京理工大学, 南京 210094)

**摘要:** **目的** 针对啤酒生产企业的实际需求, 研究设计用于啤酒包装生产线管理的信息系统, 实时监控包装线运行状态, 对生产计划与执行情况进行动态管理。 **方法** 采用SQL创建基础数据库, 以Eclipse为开发工具, 设计友好的人机交互界面。 组建系统基本架构, 分析系统功能层次, 设计系统功能模块, 即工厂建模、生产数据管理、数据综合展现等子模块, 采集存储包装线实时运行数据, 统计分析设备及整线的效率、停机、产量等生产信息。 **结果** 该系统可实现基础数据的管理, 并能自动、准确、及时地追踪反馈包装线运行时各参数指标。 **结论** 该系统对提高啤酒包装线效率、减少生产损失具有良好作用, 是啤酒生产企业信息化管理的新趋势。

**关键词:** 啤酒; 包装线; 信息管理系统; 实时监控

**中图分类号:** TB488 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)13-0151-05

## Design and Development of Information Management System of Beer Packaging Line

LU Li-jin, LI Dong-bo, HE Fei, TONG Yi-fei

(Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

**ABSTRACT:** Aimed at the actual demand of beer production enterprises, an information management system for beer packaging line was studied and designed to monitor the status of the beer packaging line in real time and manage production plans and implementation dynamically. SQL was used to create the underlying database, Eclipse was used as the development tool, and the friendly man-machine interaction interface was designed. The basic system architecture was established. The system function level was analyzed. The system function modules, including some sub-modules such as factory modeling, data management, comprehensive data showcase were designed. The packaging line real-time operating data was collected and stored. The efficiency, downtime, yield and other production information of equipments and the entire line were counted and analyzed. The system can implement the management of the underlying data, and can automatically, accurately, timely track and feedback the runtime parameters of packaging line. The system could improve the efficiency of the beer packaging line and reduce production losses, which is a new trend of information management in beer production enterprises.

**KEY WORDS:** beer; packaging line; information management system; real-time monitoring

我国啤酒工业发展迅猛, 2011年中国啤酒产量约 $4.8988 \times 10^6$ 万升, 居世界首位。由于生产装备的落后, 我国啤酒生产在设备技术水平、管理水平、生产规模等方面还远远落后于国外先进水平, 差距显而易见。国内啤酒生产企业为了进一步的发展, 追上甚至赶超国外的生产水平, 还需要做很多努力<sup>[1]</sup>。

在啤酒行业利润率低但竞争激烈的环境下, 要想

明显增加企业的经济效益, 提高企业竞争力, 如何采取有效措施大幅降低能耗成本、提高生产线效率, 便成了企业的难题。啤酒制造业中, 啤酒生产线的效率更是体现了啤酒工厂生产系统(不包括财务)的综合管理能力, 当前国内外先进的啤酒企业大多将其作为关键绩效指标来进行管理<sup>[2-3]</sup>。

当今时代, 信息技术日新月异, 制造企业生产现

收稿日期: 2015-01-22

作者简介: 卢礼瑾(1990—), 女, 江苏南通人, 南京理工大学硕士生, 主攻企业信息管理。

通讯作者: 李东波(1957—), 男, 辽宁法库人, 博士, 南京理工大学教授、博导, 主要研究方向为先进制造系统。

场的信息化能够帮助管理者及时了解生产线实时动态,以便于快速发现生产问题,以减少损失,提高产量,从而提高工艺技术和生产管理水平<sup>[4]</sup>。针对企业实际情况开发信息管理系统成为企业管理提高生产率的有利武器,文中设计开发一个面向啤酒包装线的信息管理系统,用计算机来对自动、准确、及时流动着的生产信息进行规范化管理,实现车间实时信息采集,计划、指令及时下达的同时,着重于生产设备综合效率和整线综合效率的统计分析,以及其他一些生产信息的统计功能。

## 1 啤酒包装线概述

啤酒包装线即为啤酒灌装自动生产线,主要由卸箱机、理瓶机、洗瓶机、灌酒机、杀菌机、贴标机、喷码机、膜包机等组成,国内一般啤酒包装生产线的设备布局见图1。

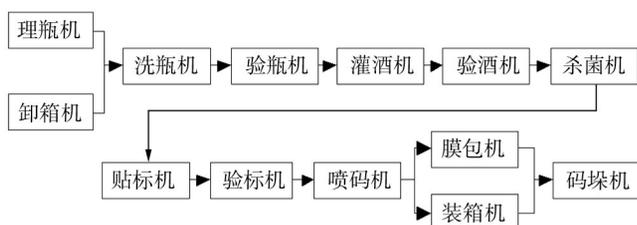


图1 啤酒包装线设备布局

Fig.1 Equipment layout of beer packaging line

目前我国啤酒生产行业发展迅猛,带动了啤酒设备制造业的突飞猛进,设备技术水平也得到了很大的提高,但与国外先进水平相比,国产设备仍在加工工艺、自动化程度、单机稳定性和可靠性等方面存在较大差距。例如,就同样能力的机型而言,国产设备的瓶损率和酒损率达到2%~3%,而国外先进指标只有0.5%,国产贴标机因皱标、碎标等问题出现的故障比德国先进设备出现的故障更高,包装生产线的故障率是制约整线总体运行效率的关键<sup>[5]</sup>。

另外,我国啤酒生产企业包装线管理方面也存在一定的不足:不同分厂的不同车间很有可能采用不同的控制系统,没有形成统一、有效的平台对生产进行管理;生产车间包装线现场与上层管理人员之间的信息交互在及时性与准确性方面还存在一定偏差,使得生产效率较难得到提高。

## 2 需求分析

为了解决包装线信息管理的瓶颈,并为生产决策

提供依据,建立信息管理系统势必所趋<sup>[6]</sup>。一般的生产线信息管理系统是人员、过程、数据库和设备有组织的集合,是加快完成管理者与执行者之间信息交换的一种方法,可为管理人员和决策者提供生产线日常信息,其目标是要在建立的计算机信息系统平台上把原有的管理模式和生产信息进行整合和完善<sup>[7-8]</sup>。文中建立面向啤酒包装线的信息管理系统的主要目的在于对生产计划与执行情况进行动态管理,用户通过访问该系统快速发现生产问题和设备停机故障等原因以做出诊断。该系统基本需求可概括为:将生产线上现有设备的生产数据集成,实现数据实时采集并传递,基本消除人工录入工作;以某一固定时间为单位对设备运行中的生产数据采集一次,实现生产情况的实时监控;系统根据业务规则动态计算以提供设备关键运行参数、性能指标和衡量标准;反映出生产线上单个设备的综合效率以及整线综合效率;实现生产线基础业务的管理,以及对生产过程中历史数据的统计查询,同时将采集的数据直接用于生产统计、分析。

## 3 啤酒包装线信息管理系统总体结构

### 3.1 系统概念设计

根据啤酒工厂实际需求,该信息管理系统在整个啤酒包装线生产系统中的架构见图2。

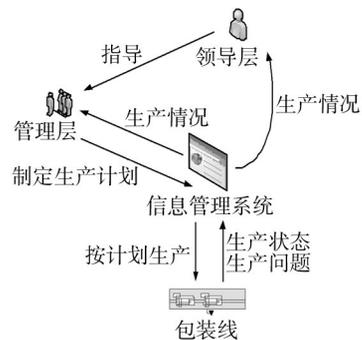


图2 生产系统体系架构

Fig.2 The architecture diagram of production system

从图2可看出,领导层可从信息管理系统得到生产情况的信息,对生产管理层做出指导;管理层对系统录入基本信息,制定生产计划,同时得到生产情况信息;生产线部门通过该系统按制定的生产计划进行生产;生产线实时情况通过该系统反馈给管理层和领导层。

### 3.2 系统功能层次图

将该信息管理系统功能设计为四层体系结构(见

图3),分别为数据采集层、实时监控管理层、停机与能效分析层、用户界面层。



图3 系统功能层次结构

Fig.3 System functional hierarchical structure

数据采集层通过连接生产设备的电气系统或控制系统,对设备运行实时数据进行自动采集记录,包括设备参数(如速度、产品数量、时间等)、停机记录、故障状态等信息<sup>[9-10]</sup>。对于复杂程度较高的设备,造成停机可能有多种因素,对各种会导致停机、低速运行、空转暂停等状态的原因进行逻辑判断定义及代码定义,以方便管控系统自动对采集上来的数据进行分类记录。

实时监控管理层的作用是实时、有效地监控所有生产设备的运行情况,并在软件平台上动态反映生产线信息。该层功能:为生产设备维护人员及时提供报警信息;记录停机设备、停机时间、停机代码等信息,以作为系统统计分析的依据;为管理决策提供各种管理报表。

停机与能效分析层为该系统最大的特点,该层着重研究分析设备与整线的效率,在引入OEE与OTE计算工具的基础上提出设备综合效率和整线综合效率的计算方法<sup>[11-12]</sup>,其中OEE的3个性能指标设备时间开动率、性能开动率和产品合格率与影响设备效率的六大损失对应,有助于企业发现问题,诊断停机故障原因,减少损失,从而有效提升整个生产系统的效率。

用户界面层实现用户与系统的交互,系统向用户传递生产线实时状态、效率分析结果、停机情况等信息,用户通过系统对生产线实现有效管理<sup>[13]</sup>。

### 3.3 系统功能模块设计

根据相关业务流程,及以上对系统功能需求的分析,将该信息管理系统设计为两大功能模块:基础业务管理和数据分析展现。其中,基础业务管理模块包括工厂建模和生产数据管理,数据分析展现模块包括

整线综合展现、单机综合展现和在线监控。具体功能设置见图4。

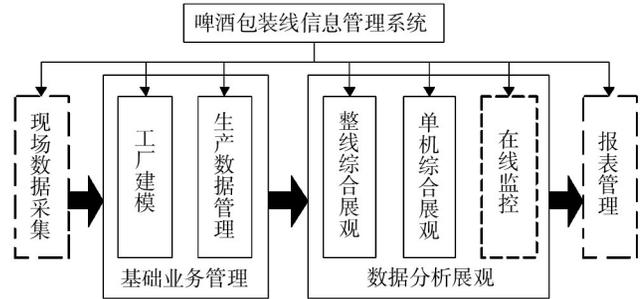


图4 系统功能模块设计

Fig.4 Design of system function module

#### 3.3.1 基础业务管理

该模块是对系统进行工厂建模,定义与维护系统中所使用的各种数据,并对生产数据进行维护管理,作为统计分析的基础数据。具体功能模块见图5。

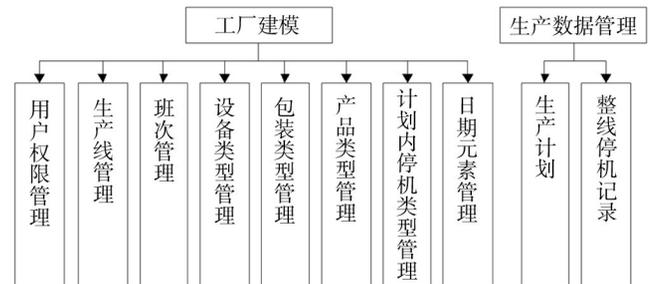


图5 基础业务管理模块功能设计

Fig.5 Function design of the basic business management module

用户权限管理:系统用户账号的发放与管理;配置用户权限。

生产线管理:创建“工厂—车间—生产线”,作为系统的工厂原型,用户可在生产线上按需配置设备。

班次管理:配置生产线排班情况。

设备类型管理:建立设备模型库,应用于生产线设备配置,按照设备型号建立设备异常原因库。

包装形式管理:建立工厂最终成品的包装形式,应用于生产计划、数据统计。

产品类型管理:建立工厂产品类型库,应用于生产计划。

计划停机类型管理:建立工厂计划停机类型库,应用于生产计划、数据统计。

日期元素管理:对系统中日期元素(周、月)开始日期、结束日期进行自定义,用于各类数据的统计。例如:定义“周”从周日至周六;定义“月”从上月26日至本月25日。

生产计划:录入生产线生产计划,应用于OEE、效率分析,包括计划录入及调整(对一个时期内的生产计划进行编辑)和计划导入(导入外围系统生成的生产计划)两部分。

整线停机记录:记录一个时期内整线停机信息,包括停机录入(人工录入整线停机情况)和停机信息显示(显示一个时期内的所有停机数据)。

### 3.3.2 数据分析展现

该模块是对底层采集以及人工录入的数据进行综合分析及展示,包括整线综合展现、单机综合展现等。具体展示内容见图6。展现模块统计方式有日、周、月,用户可根据具体情况选择相应的统计方式。

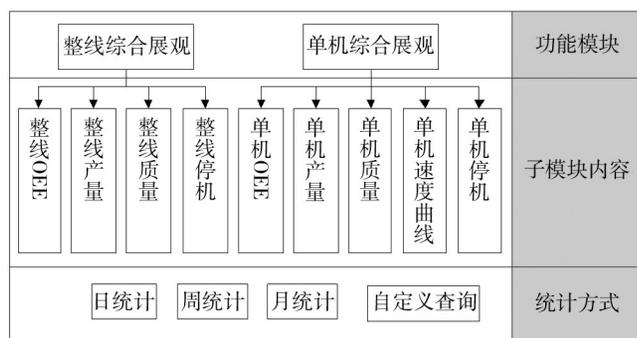


图6 数据分析展现模块内容

Fig.6 Data analysis of showcase module content

整线综合展现模块用于对整条生产线的运行状况进行综合统计分析。系统对整线OEE、整线产量、整线质量、整线停机等信息进行统计分析。其中整线OEE的统计结果包括整条生产线的综合效率、可用率、表现性和质量指数;整线质量统计显示整条生产线不合格品数量;整线停机信息包括停机时长、停机次数、停机原因等。用户可通过日统计、周统计、月统计的查询方式,结合班次、生产线、时间等条件对以上信息进行查询。

单机综合展现模块用于对生产线上单个设备的运行状况进行综合统计分析。系统对单机OEE、单机产量、单机质量、单机停机等信息进行统计分析。其中单机OEE的统计结果包括设备综合效率、可用率、表现性和质量指数;单机质量统计显示该设备不合格品数量;单机速度曲线显示设备运行速度;单机停机信息包括停机时长、停机次数、停机原因等。用户可通过日统计、周统计、月统计的查询方式,结合班次、生产线、设备、时间等条件对以上信息进行查询。

### 3.4 系统开发

文中采用Eclipse为前台开发工具,Apache Tomcat

为服务器,数据库管理系统选用SQL Server 2005,系统运行在企业内部局域网。系统通过PLC采集设备运行数据,采集的有效数据存储在FameHistory实时数据库,根据规则触发将实时数据库数据导入到关系数据库SQL Server 2005中<sup>[14-15]</sup>。

用户通过浏览器对系统进行访问,系统对访问人员进行权限设置,不同人员访问不同内容,实现分级管理。系统界面上设计导航栏于页面左侧固定不变,功能模块的划分一目了然,用户通过点击导航栏的功能分类链接,可直接在主页面进行相应的基础业务的编辑以及数据统计的展现。系统通过图表的形式展示统计分析的结果,如以仪表盘的形式反应实时OEE、可用率、表现性、质量指数的值,以饼图的形式展现设备停机原因分类等。系统右上角为“刷新页面”、“返回首页”、“退出系统”等功能按钮,操作简单,提示明确。系统交互友好,功能设置较人性化,减少了用户出错率和用户工作量<sup>[16]</sup>。

## 4 结语

啤酒工业技术的未来是信息化、高效化、绿色化、人性化的,网络信息技术的发展推动着传统啤酒工业管理模式的创新与发展。该信息管理系统重点关注了设备与整线的效率分析,实现了啤酒生产工厂管理层对啤酒包装线的规范化管理,用户通过该系统可实现班次、用户权限等基础业务的管理,还可通过在线监控、数据统计分析展现等功能快速发现问题,减少了生产线损失,提高了产量和效率,并从整体上提升了企业竞争力。

### 参考文献:

- [1] 李洪亮. 啤酒生产企业节能措施综述[J]. 中国酿造, 2013, 32(5):145—147.  
LI Hong-liang. Energy-saving Methods in Beer Brewing Industry[J]. China Brewing, 2013, 32(5):145—147.
- [2] 李文钊, 韩小刚, 陈亮, 等. 基于质量监测的高价值装备包装设计实现[J]. 包装工程, 2014, 35(19):52—54.  
LI Wen-zhao, HAN Xiao-gang, CHEN Liang, et al. Design and Implementation of High-value Equipment Packaging System Based on Quality Monitoring[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(19):52—54.
- [3] 狄俊亮, 杨丽明, 孙文斌, 等. 面向啤酒企业的生产信息管理系统[J]. 食品与发酵工业, 2009, 35(6):126—129.  
DI Jun-liang, YANG Li-ming, SUN Wen-bin, et al. Beer-oriented Enterprises Process Information System[J]. Food and Fermentation Industries, 2009, 35(6):126—129.

- [4] 王庭辉,仲梁维,沈景凤,等. 产品包装信息管理系统的设计[J]. 包装工程,2013,34(13):90—93.  
WANG Ting-hui, ZHONG Liang-wei, SHEN Jing-feng, et al. Development of Product Packaging Information Management System[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(13):90—93.
- [5] 孙照广,高发彬,刘锐. 中国啤酒业装备制造使用现状和发展前景[J]. 酿酒,2009,36(1):30—32.  
SUN Zhao-guang, GAO Fa-bin, LIU Rui. Future-current Situation and Development Prospects of the Equipment Manufacture and Utilization in Chinese Beer Industry[J]. Liquor Making, 2009, 36(1):30—32.
- [6] 毕钰珺. 基于无线终端的车间生产信息管理系统设计[J]. 机械制造与自动化,2014,43(2):128—131.  
BI Yu-jun. Design of Manufacture Management System Based on Wireless Terminal[J]. Machine Building & Automation, 2014, 43(2):128—131.
- [7] 袁浩,白瑞峰,房朝晖,等. 模拟啤酒生产线可视化中央监控系统设计与实现[J]. 实验技术与管理,2014,31(9):120—123.  
YUAN Hao, BAI Rui-feng, FANG Chao-hui, et al. Design and Implementation of Visualization Central Monitoring System Based on Simulated Beer Production Line[J]. Experimental Technology and Management, 2014, 31(9):120—123.
- [8] 訾波. 企业信息管理系统需求分析流程研究[J]. 煤炭技术,2011,30(8):281—282.  
ZI Bo. Research for Enterprise MIS Demand Analysis[J]. Coal Technology, 2011, 30(8):281—282.
- [9] 孙莉,李树刚,陶莹,等. 基于B/S模式的质量信息管理系统设计与实现[J]. 上海交通大学学报,2010(44):175—177  
SUN Li, LI Shu-gang, TAO Ying, et al. Design and Realization of a Browser/Server Based Quality Management Information System[J]. Journal of Shanghai Jiaotong University, 2010(44):175—177.
- [10] YANG Guo-fan, CHEN Shuang, PANG Yi. Study on Irrigation Information Management System Based on the Combination of C/S and B/S Model[C]// Proceeding of the 2010 Second World Congress on Software Engineering (WCSE 2010), 2010:101—104.
- [11] MUCHIRI P, PINTELON L. Performance Measurement Using Overall Equipment Effectiveness: Literature Review and Practical Application Discussion[J]. International Journal of Production Research, 2008(46):3517—3521.
- [12] MUTHIAH K M N, HUANG S H. Overall Throughput Effectiveness Metric for Factory-level Performance Monitoring and Bottleneck Detection[J]. International Journal of Production Research, 2007(45):4755—4763.
- [13] MUNSON J. How to Structure a Battery Management System: Many Factors Must Be Considered in a Battery Management System Circuit, Especially Packaging Constraints[J]. Electronic Products, 2011, 53(8):375—384.
- [14] DONG Shu-feng, HE Guang-yu, LIU Kai-cheng, et al. System Development Based on Common Information Model Using Eclipse Modeling Framework[J]. Automation of Electric Power Systems, 2012, 36(22):68—72.
- [15] DAI Lei, SUN Xiao. Building the Information Management System of Defective Product Recalls[C]// 2011 IEEE 3rd International Conference on Communication Software and Networks, 2011:372—375.
- [16] 刘永翔. 基于产品可用性的人机界面交互设计研究[J]. 包装工程,2008,29(4):81—83.  
LIU Yong-xiang. Study of the Interaction Design of Man-machine Interface Based on Product Usability[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(4):81—83.

.....

(上接第138页)

- [11] 王琪,许昌,张琳. 图像复制中GCR与UCR适用性的研究[J]. 包装工程,2011,32(11):85—88.  
WANG Qi, XU Chang, ZHANG Lin. Research on Applicability of GCR and UCR in Image Reproduction[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(11):85—88.
- [12] 陈哲,朱明铮,刘浩学,等. 油墨节省算法的研究[J]. 中国印刷与包装研究,2010,2(11):130—134.  
CHEN Zhe, ZHU Ming-zheng, LIU Hao-xue, et al. Research on the Algorithm of Ink Saving[J]. China Printing and Packaging Study, 2010, 2(11):130—134.
- [12] 陈哲,朱明铮,刘浩学,等. 油墨节省算法的研究[J]. 中国印刷与包装研究,2010,2(11):130—134.  
CHEN Zhe, ZHU Ming-zheng, LIU Hao-xue, et al. Research on the Algorithm of Ink Saving[J]. China Printing and Packaging Study, 2010, 2(11):130—134.
- [13] ISO 12647—2:2004. Graphic Technology—Process Control for the Production of Half-tone Color Separations, Proof and Production Prints—Part2: Offset lithographic Processes[S]. Switzerland:ISO/TC130,2004.
- [14] ISO/TS 10128:2009. Graphic Technology—Methods of Adjustment of the Color Reproduction of a Printing System to Match a Set of Characterization Data[S]. Switzerland: ISO/TC130.2009.
- [15] 许向阳,孟凡亚,张良彩. 基于灰平衡优化的印刷标准化校正工艺[J]. 包装工程,2012,33(21):104—109.  
XU Xiang-yang, MENG Fan-ya, ZHANG Liang-cai. Calibration Process of Printing Standardization Based on Gray Balance Optimization[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(21):104—109.