

论坛与资讯

## 基于8D法的啤酒生产线包装精度的研究与分析

黄川<sup>1</sup>, 李东波<sup>1</sup>, 刘延友<sup>2</sup>

(1. 南京理工大学, 南京 210094; 2. 南京玻璃纤维研究设计院先进材料事业部, 南京 210094)

**摘要:** **目的** 研究影响啤酒生产线包装精度的主要原因, 并对主要因素提出能改善包装精度的解决方法。**方法** 运用8D法分析, 通过组建一个知识和经验全面的团队, 经过8个步骤和一个准备步骤, 逐步提出解决问题的方法, 并结合实施后的具体结果与分析方法进行对比完善。**结果** 经过对密封圈密封可靠性的改进、安装制造精度的控制、灌装系统控制精度的改善、灌装阀结构的改进以及管理制度的细化, 啤酒生产线包装精度得以提升。**结论** 通过8D分析法, 对啤酒生产线包装精度的分析, 提高了包装精度, 减少因包装精度低造成的损失, 提高了企业经济效益以及客户信任度。

**关键词:** 啤酒生产线; 包装; 精度; 8D法

**中图分类号:** TB488 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)21-0139-06

## Research and Analysis of the Packaging Accuracy on Beer Production Line Based on the 8D Method

HUANG Chuan<sup>1</sup>, LI Dong-bo<sup>1</sup>, LIU Yan-you<sup>2</sup>

(1. Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China;

2. Advanced Materials Division, Nanjing Sinoma Science& Technology Co., Ltd., Nanjing 210094, China)

**ABSTRACT: Objective** To study the main influencing factors of the accuracy of beer packaging on the production line, and to find out solutions that could improve the packaging accuracy based on the main factors. **Methods** Using 8D analysis, through the formation of a team with comprehensive knowledge and experience, via eight steps and a preparatory step, a step by step approach was proposed to solve the raised problem, and then contrasted and improved by combining with the implementation results and analysis methods. **Results** By improving the reliability of the ring seal, controlling the installation manufacturing precision, enhancing the refined accuracy of the control system of filling, improving the structure of the filling valve, and refining of the management systems, the packaging accuracy on the beer production line was improved. **Conclusion** Using 8D analysis to analyze the packing accuracy of beer production line, the packaging accuracy was improved and the loss caused due to low precision packaging was reduced, and finally the economic efficiency of enterprises and the customer trust were improved.

**KEY WORDS:** beer production line; packaging; accuracy; 8D method

随着啤酒消费业的快速发展, 中国连续多年保持世界第一大啤酒生产国称号, 快速发展的啤酒消费业刺激啤酒灌装设备产业的发展<sup>[1]</sup>。啤酒包装生产线在我国啤酒工业的促动下积极地吸收国外先进技术, 并通过不断的自主创新得已发展壮大<sup>[2]</sup>。啤酒包装生产线主要生产流程是洗瓶、传输瓶、灌装、压

盖、装箱、堆垛等, 一条啤酒包装生产线质量的好坏在于其是否能够准确、稳定、高效、高精度地完成啤酒包装生产任务, 包装精度的好坏直接影响啤酒厂家的生产成本、生产线制造公司的信誉及销量<sup>[3-4]</sup>。由此研究控制啤酒生产线包装精度的合格性及稳定性的方法, 对提高啤酒生产线制造公司的经济效益

收稿日期: 2014-04-03

作者简介: 黄川(1988—), 女, 湖北人, 南京理工大学硕士生, 主攻包装机械与包装工艺管理。

具有极大的意义。

目前国内啤酒包装生产线只能达到准确灌装,对包装精度的控制效果并不理想。国内外对啤酒生产线的包装精度研究比较少。郑晓等建立了灌装机灌装精度概率模型与可靠度计算模型,主要分析理论灌装量与实际灌装量的关系以及对灌装精度的影响<sup>[5]</sup>。史革盟等研究了啤酒灌装机贮液缸液位控制及仿真设计方法<sup>[6]</sup>。孙智慧等对等压灌装阀阀座流道流场进行了分析,并对其结构进行了优化设计<sup>[7]</sup>。这些都是从某一方面研究改善包装精度的方法,对啤酒生产线包装精度的改善较小。文中将针对某啤酒包装生产线包装精度低的具体现象,结合8D分析方法,联系各个部门专业人士组建一个知识和经验充足的团队,对包装过程中影响包装精度的各个因素进行分析,全面改善啤酒包装生产线包装精度低的现状。

### 1 啤酒生产线包装精度问题概述

#### 1.1 啤酒生产线包装精度问题的背景

目前国内啤酒生产线在啤酒业带动下发展迅速,国内制造的生产线在提高啤酒产能的同时也开始关注节约能源,避免浪费。根据用户反馈的信息,酿造过程及包装精度低造成了巨大的浪费,前者是自然酝酿过程中不可避免的,后者是由灌装结构不良、控制系统不佳、操作不当等因素造成的,是可以改善的。啤酒包装过程中经常会出现液位过高或过低、啤酒增氧量增大、冒酒以及瓶颈空气不符合标准等现象,都是啤酒包装精度低的表现。啤酒包装精度低直接导致酒损的增加,从而增加了啤酒的包装成本,继而造成企业的经济损失<sup>[8-10]</sup>。2013年全国十大啤酒品牌包装过程啤酒损失率见图1。

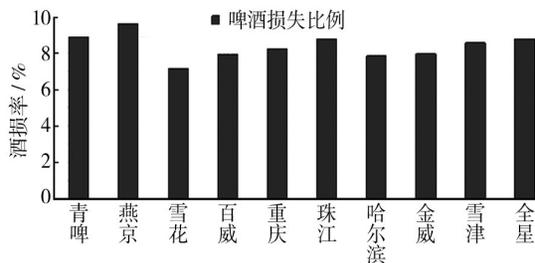


图1 2013年全国十大啤酒生产厂家因包装精度低造成酒损率 Fig.1 The top ten beer manufacturers' alcohol loss rate caused by low precision packaging in 2013

#### 1.2 啤酒生产线包装流程简介

目前国内啤酒生产线包装流程是啤酒后瓶进入洗瓶机内,经过清洗、检测,符合清洁度标准后,经行星轮传输系统传送到分瓶、拔瓶机构,由进瓶螺杆带入托瓶装置上,托瓶装置在升降装置的作用下上升到酒阀下方的锥形对中装置,压紧并密封,此时干净的啤酒瓶准确到达灌装位置。然后灌装阀在控制系统的控制下灌装,灌装结束后,装有一定液位高度的啤酒瓶在升降机构的作用下下降,经由出瓶螺杆出瓶至压盖机构处压盖,并经由贴标机贴标。最后将同一生产线上12瓶啤酒装箱,经堆垛机堆垛,从而完成包装任务。啤酒生产线流程见图2。

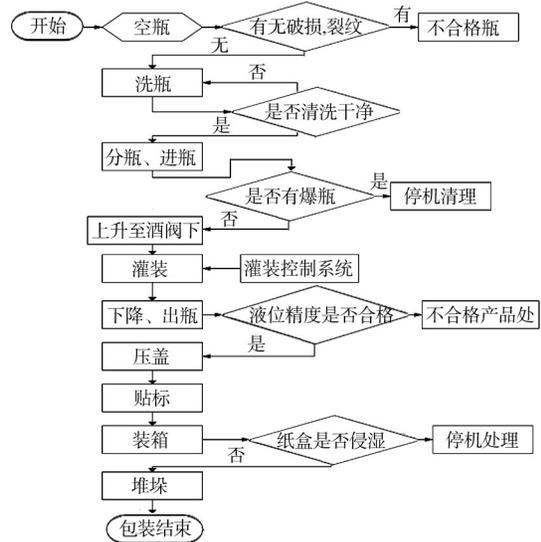


图2 啤酒生产线流程

Fig.2 Flow diagram of beer production line

#### 1.3 啤酒生产线包装精度可能影响因素

经用户平时使用的记录数据可知,在上面整个包装过程中对包装精度有影响的因素有:洗瓶机清洗不够彻底,影响整瓶啤酒的菌落合格数而造成包装精度降低;啤酒瓶到达对中装置下的位置精度会影响包装精度;灌装阀的灌装精度对包装精度的影响,主要表现为灌装液位不精准,冒酒;装箱时由于纸箱底部浸湿以及堆垛机堆垛时操作不当造成整箱啤酒破损<sup>[11]</sup>;整个包装系统的包装前提,各个重要部位密封圈的密封可靠性对包装精度的影响也很大。

综合统计各个啤酒生产公司在生产啤酒时具体情况,得出啤酒生产线包装精度低而造成啤酒的损失

以及所占比例见图3。由图3可知,包装精度低主要由灌装精度低、密封不可靠、对中不准以及其他原因造成的,其中其他表示啤酒装箱、堆垛、搬运过程中操作不当等原因造成的包装精度低。

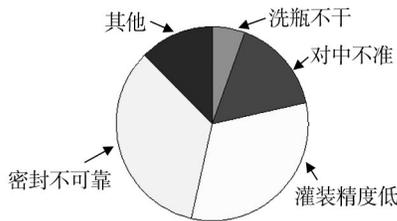


图3 啤酒生产线包装精度低的原因及比例

Fig.3 The causes for low packaging accuracy on beer production line and the corresponding proportions

## 2 8D分析方法介绍

8D是一种解决问题的标准方法,最早由福特公司创建并实施。它由8个步骤和1个准备步骤组成,通过这些步骤来客观地定义并确定问题,而且可以从根本上解决问题,以预防类似问题的重复发生。8D法通常以团队运作为导向,以具体事实为基础,同时严格避免掺入个人主观想法,能够有条理并合理地解决问题,为该类问题寻得永久性解决方案<sup>[12-13]</sup>。

该方法主要由问题责任方主导使用,目的在于更好地为客户服务<sup>[14]</sup>。8D问题的具体分析步骤和相关过程见图4,图中虚线框架部分为确认及验证根本原因的思维过程。不管问题是如何提出,责任方均要按

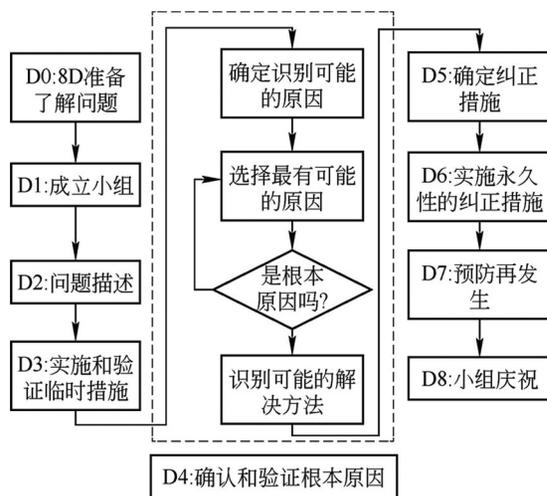


图4 8D法分析问题的步骤及过程

Fig.4 The steps and process of problem analysis using 8D method

8D过程来处理。对具体问题及时作出迅速反应,并尽量派人员到现场去处理问题,以更好地帮助找到问题的根本原因。

## 3 啤酒包装生产线包装精度低现象的8D分析

### 3.1 问题描述

某啤酒包装生产线,在使用时经常出现灌装精度低等现象,现场表现为灌装啤酒的液位偏差、酒损以及增氧量增大。

### 3.2 制定临时解决措施

在啤酒生产线出现严重包装精度低的情况时,首先及时停机。然后检查灌装阀各处密封圈磨损情况,若出现严重磨损应及时更换<sup>[15]</sup>。最后检查灌装阀、真空阀、卸压阀通道是否有残余酒液,若存在残余酒液则及时进行清理疏通。

### 3.3 分析问题的根本原因

包装精度低主要表现为灌装液位偏差、酒损率大、增氧量大等。分析其根本原因如下所述。

1) 灌装系统酒损率大、增氧量大。灌装系统酒损率大、增氧量大根本原因可从2个方面考虑:首先是灌装阀密封圈的磨损导致密封不可靠,从而使得灌装过程中酒损和增氧量的增加;其次是托瓶上升装置与灌装阀底部对中装置的制造与安装精度低,导致瓶子上升不到准确位置造成偏差。

2) 灌装液位偏差。灌装液位偏差可从2个方面考虑:首先是灌装阀的控制精度方面,其次是灌装阀的结构通畅以及结构改进。

### 3.4 实施对策与改善

#### 3.4.1 密封圈密封不可靠问题的改进

密封圈在灌系统阀中的真空阀、泄压阀和定中装置中均有重要作用。密封圈的气密性是整个包装生产线正常工作的前提,若密封圈发生磨损,将打破等压灌装阀的平衡,会产生气泡、增氧量增大、冒酒等现象。灌装中各个阀的频繁开启、闭合会加速密封圈的磨损<sup>[16-17]</sup>,若真空阀和泄压阀密封不可靠,会造成灌装液位上升,使得包装精度降低。气阀中扁形垫密封的

磨损或脱落会引起灌装过程中冒酒,也会造成包装精度的降低。另外,密封圈一般是当做耗材使用,需要不断更换。根据某啤酒灌装生产线的实际使用反馈信息,更换往往发生在密封圈的磨损已经对啤酒口感以及灌装液位造成很大影响之后。所以采用合适的密封圈及时更换密封圈对灌装精度的提升意义重大。

目前一般采用O型密封圈,可通过对不同类型的密封圈运用 Abaqus 软件进行应力分析,分析不同类型密封圈的受力情况,并进行试验验证。要求设计人员主要对O型密封圈与唇形密封圈应力分析,分析同样工况下,比较2种密封圈的应力应变情况,并且在灌装阀的试验台上进行2种密封圈的寿命试验,验证与软件分析的可靠性。在对比分析和实验得出唇形密封圈的优良性能后,改进密封圈安装位置的结构,将O型密封圈换成唇形密封圈使用,可改善啤酒生产线包装精度低的现象。

### 3.4.2 托瓶装置的制造、装配精度

托瓶装置将瓶托到灌装阀下方后,接着由升降驱动其上升到达灌装阀底,并进行灌装。瓶到位精度对灌装阀的灌装精度有极大的影响,主要包括托瓶升降机构的稳定性以及对中装置装配精度。

首先,托瓶升降机构既要保证酒瓶平稳上升和无震动下降,又要保证酒瓶压紧对中装置,否则会导致密封不可靠,使酒装不满,甚至发生漏酒和起泡现象,瓶子下落时震动大,会造成冒酒。针对气动上升装置需要气缸内气体源的稳定,购买时应选用稳定气源的气缸,托瓶气缸的压力应稳定在0.3 MPa<sup>[18]</sup>。

其次,对中装置与托盘上升装置的装配精度。灌装阀主要通过机械锥形定位方式进行定位,因而对托盘凸台的制造精度及安装同轴度要求非常高,而且生产工艺设计出的精度不一定能实现,非常依赖工人的熟练程度,因而稳定性不高。由此需对对中装置的装配进行控制,控制项见图5。

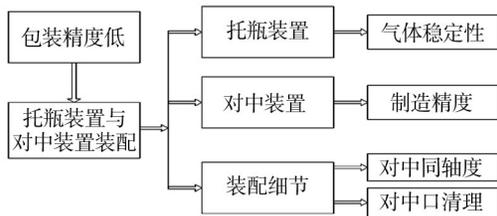


图5 对中装置制造控制项

Fig.5 The manufacturing control for error of centralization

### 3.4.3 灌装阀控制系统精度

灌装阀控制系统精度主要由电气控制系统控制,通过发射信号控制真空阀、灌装阀、卸压阀开合,通过液位传感器反馈信号进行控制,该控制为开环系统。控制系统精度主要受响应时间控制不精准,以及执行机构执行惯性的影响。因此要从根本上解决灌装精度低的问题,应该采用带有反馈补偿的闭环控制系统,通过液位传感器信号反馈来补偿因执行机构惯性而造成的延迟。建立闭环控制系统模拟实验进行反复试验检测,并确定PLC控制的各项准确的参数值,使液位精度的控制稳定、可靠。改进的灌装阀控制流程见图6。

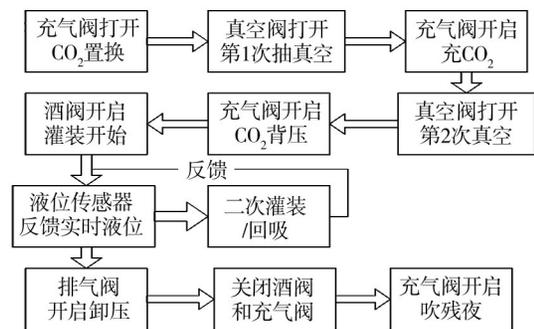


图6 改进的灌装阀控制流程

Fig.6 Flow diagram of the refined control system of filling valve

### 3.4.4 灌装阀结构的改进

灌装阀结构设计不合理是造成灌装精度降低的主要原因。

1) 流道堵塞问题的改善。啤酒包装生产线选用预真空灌装阀,要保证包装精度,需通过保证回气管表面粗糙度及其内外径、长度的一致性来保证液位的一致性。其次要保证啤酒包装精度,可对回气管内部结构进行改进,在回气管上部放置一个反射环,反射环一般采用由 $\varnothing 4$  mm变径为 $\varnothing 3.2$  mm结构,以增加灌装稳定性,增大包装精度。

2) 灌装阀结构改进。结合控制系统中提出的解决方法,可以增加二次灌装结构,增加另外一个反馈灌装通道,使一次灌装与二次灌装相结合,一次灌装为主,二次灌装为辅,共同完成灌装任务。另外可以优化设计灌装阀流道,使用流道形状、长度不同的方式来实现二次辅助灌装。这样一次主灌装精确控制,二次辅助灌装精确控制,加强灌装液位精度。

### 3.4.5 关联设计以及操作改进

关联设计主要包括拨瓶结构的顺滑设计和输送

护栏角度设计,以减少卡瓶、倒瓶引起的啤酒损失。注重纸箱成型机的保养,重点注意喷胶位置以及喷胶长度,以减少因封底不牢固而造成整箱啤酒的破损。工作人员应及时处理啤酒爆瓶,避免因爆瓶未处理好而造成的关联损失。码垛机运行过程中,时刻关注抓手当前状态,防止由于抓手变形或复位不到位而造成甩箱、掉箱等损失<sup>[19]</sup>。啤酒装车时上下都必须轻拿轻放,双手操作,避免因野蛮作业而造成损失<sup>[19]</sup>。

### 3.5 确定纠正措施

通过上面的分析思路后,首先改换更耐磨的密封结构,将密封圈的更换周期在进行可靠性计算后告知用户,提醒用户及时更换。其次,加强对工人安装制造能力的培养与监测,使托盘上升装置与对中装置的制造安装精度有保证。最后,对可以灌装阀流道改进结构进行分析设计以及二次灌装阀结构的设计,实验验证可靠后投入使用。

### 3.6 培训考核

坚持每月对装备制造工人进行培训和测试,加强对关键结构制造精度的检测,实行奖惩制度,鼓励工人积极性,保证啤酒包装生产线的制造精度以及安装精度,从而提高企业产品质量。同时,注重对设计人才的培养,鼓励设计人员创新设计与经验设计结合,软件仿真与实验台仿真相结合,巩固企业的基础<sup>[20]</sup>。另外,企业与用户共同合作培训,保证用户的规范操作,避免因不合格操作造成包装精度低的现象,同时结合用户需求,完善产品性能。

### 3.7 提前预防

要求啤酒生产厂家定期对其员工进行作业标准培训和技能培训并考核,工艺不定期进行人员技能和工艺纪律抽查、考核,杜绝作业不规范人员进行生产和生产不合格品,从而提高产品的整体质量。对空瓶加强筛选,在洗瓶机进口处及时发现的破口瓶、异形瓶并做好记录,及时处理传输以及进出瓶过程中出现的倒瓶、卡瓶、爆瓶等现象。另外为了确保液位一致性,应固定专职维修人员,而且每个生产周期结束后,必须对酒阀拨轮位置进行调校。保证每个酒阀在关闭和打开位置都在同一个水平位置。此外,根据生产线制造厂家提供的密封圈更换周期,及时更换。

### 3.8 改善结果

通过运用8D故障分析法,找到了啤酒生产线包装精度低的根本原因,并结合相应部门寻求解决措施,找到针对啤酒生产线包装精度低现象的有效对策。通过关键举措的实施、固化和提前预防后,包装系统灌装精度低问题得到有效控制。

## 4 结语

文中结合8D分析方法对某啤酒包装生产线包装精度低的现象进行了分析,找到了具体可行的改善措施。8D分析方法在解决灌装精度问题上提供了一套完整思路。在分析过程中,结合啤酒包装生产线的特点、系统使用条件、精度控制工艺和检测等手段,达到有效改善包装精度低的目的。8D法不仅是一种团队分析问题向导,而且是一种质量管理工具,它为处理错综复杂的问题提供了一套符合逻辑的、有条不紊的、解决问题的方法。对于产品质量的提高与企业制度制定方面完美结合,8D方法强调精确地描述、分析问题,不主观、武断地来看待问题的现状及原因。在现实情况中,灌装精度低的问题经过8D法的分析后有很好的改善,有效地提高了产品的稳定性以及企业经济效益。

### 参考文献:

- [1] 王丽清,于焕文. 通过设备维护降低包装质量成本要点[J]. 啤酒科技,2013(4):62—63.  
WANG Li-qing, YU Huang-wen. The Main Points of Using Equipment Maintenance to Reduce the Cost of Packaging Quality[J]. Beer Science and Technology, 2013(4):62—63.
- [2] GONCALO S, NUNO L, VIRIATO S. Critical Pressure for Capillary Valves in a Lab-on-a-disk: CFD and Flow Visualization[J]. Computers and Structures, 2010, 23(88): 1300—1309.
- [3] JOHNSON J. Brewing Beer That's Less Filling-to Landfills[J]. Waste & Recycling News, 2012, 18(11):112—115.
- [4] 马永娇. 提高灌装精度满足不同灌装需求——访江苏华宇飞凌包装机械有限公司董事长赵志新[J]. 食品安全导刊, 2009(4):62—63.  
MA Yong-juan. HY-Filling Improves Filling Ability and Satisfies Different Demands[J]. Beer Science and Technology,

- 2013(4):62—63.
- [5] 郑晓,陈伟. 灌装机灌装精度概率模型与可靠度计算模型[J]. 机械设计与制造,2002(3):13—15.  
ZHENG Xiao, CHEN Wei. The Probabilistic Model for the Filling Accuracy and the Model for Reliability of the Filler Fixed Quantity by Liquid Surface[J]. Machinery Design & Manufacture, 2002(3):13—15.
- [6] 史革盟,李斌,杨春雷,等. 啤酒灌装机贮液缸液位控制及仿真设计[J]. 机电工程技术,2007,36(3):79—80.  
SHI Ge-meng, LI Bing, YANG Chun-lei. The Liquid Level Controlling and Simulation of Storage Tank in Beer Filler[J]. Mechanical & Electrical Engineering Technology, 2007, 36(3):79—80.
- [7] 孙智慧,姚炳兴. 等压灌装阀阀座流道流场分析及结构优化研究[C]// 2007年全国包装与食品工程学术年会论文集汇编,2007:240—247.  
SUN Zhi-hui, YAO Bing-xing. Isobaric Filling Valve Seat Flow Field Analysis and Structure Optimization[C]// The National Packaging and Food Engineering Conference Proceedings in 2007, 2007:240—247.
- [8] 毛立民. 高速玻璃啤酒瓶理瓶机械系统设计及技术研究[D]. 上海:东华大学,2010.  
MAO Li-ming. Mechanical System Design and Key Technology Research on High Speed Glass Beer Bottle Unscrambler [D]. Shanghai: Donghua University, 2010.
- [9] 梁衍宏. 如何控制啤酒包装过程液位[J]. 科技致富向导, 2013(8):280.  
LIANG Yan-hong. How to Control the Liquid Level During Beer Packaging Process[J]. Keji Zhifu Xiangdao, 2013(8):280.
- [10] CRAIG W. New Beer Filling Line at Highgate Brewery[J]. The Brewer & Distiller International, 2009, 5(6):7—9.
- [11] 周文玲,刘安静. 啤酒包装线的布局及单机的选配[J]. 包装工程,2007,28(5):62—64.  
ZHOU Wen-ling, LIU An-jing. Layout of Beer Filling Line and Selection of Single Unit[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(5):62—64.
- [12] 吴春其. 应用8D方法解决问题的实践要点[J]. 标准科学, 2012(3):56—59.  
WU Chun-qi. The Main Points for Practice to Solve Problem with 8D Method[J]. World Standardization & Quality Management, 2012(3):56—59.
- [13] 吕宁彩,周志光. 8D方法应用于产品质量持续改进——上柴股份案例[J]. 上海质量,2009(1):52—55.  
LYU Ning-cai, ZHOU Zhi-guang. Using 8D Method to Improve Product' Quality and Shanghai Gufen Case[J]. Shanghai Quality, 2009(1):52—55.
- [14] PANG Bo, LEE Lillian. Opinion Mining and Sentiment Analysis[J]. Foundations and Trends in Information Retrieval, 2008, 1(2):11—35.
- [15] 申志勇. 影响啤酒灌装机灌装效果的因素分析[J]. 包装与食品机械,2005,23(5):18—19.  
SHEN Zhi-yong. The Analysis of Influencing Factors about Beer Filler[J]. Packing and Machinery, 2005, 23(5):18—19.
- [16] GUIMARAES L, KLABJAN D, BERNARDO A L. Annual Production Budget in the Beverage Industry[J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2012, 2(25):229—241.
- [17] 吴士权. 标准化的8D方法及应用实践[J]. 标准科学,2011(2):16—19.  
WU Shi-quan. Standardized 8 Disciplines and the Applied Practice[J]. World Standardization & Quality Management, 2011(2):16—19.
- [18] 刘赫津. 新产品试验和生产导入阶段项目的质量控制(方法)研究——以思卡尔半导体公司封装新产品为[D]. 天津:南开大学,2011.  
LIU He-jin. Research on Quality Control for New Product Introduction at Experiment and Production Readness Phase—A Case Study of Freescale Semiconductor[D]. Tianjin: Nankai University, 2011.
- [19] 战德臣,徐晓飞,王忠杰,等. 集成化企业管理中的责任流管理模式[J]. 计算机集成制造系统,2002,8(5):374—377.  
ZHAN De-cheng, XU Xiao-fei, WANG Zhong-jie. Responsibility Flow for Integrated Enterprise Management[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2002, 8(5):374—377.
- [20] 崔兵. 8D,现代企业解决质量问题的有效方法[J]. 大众商务,2010(4):21—22.  
CUI Bing. Effective Methods for Modern Enterprises Solve Quality Problems[J]. Popular Business, 2010(4):21—22.