

## ZJ17 卷接机组印刷系统喷墨装置的优化

刘世明, 李昕, 黄开友, 曹小东, 杨梅, 朱金祥, 杜甫  
(湖北中烟工业有限责任公司 三峡卷烟厂, 湖北 宜昌 443100)

**摘要:** **目的** 为了解决 ZJ17 卷接机组生产在线印刷钢印卷烟产品时, 喷墨装置在设备停机再启动时的油墨外溢成团, 造成的钢印印刷不清晰或钢印色差类废品率高问题。**方法** 从油墨截断方式、多余油墨储存、油墨喷嘴通道形状以及气路控制等方面入手, 研发了一种新型喷墨装置。**结果** 既保证了正常生产时油墨的供应, 又实现了喷墨量在设备重复启停时的有效控制, 使钢印不清晰废烟量从优化前 0.229 kg/箱降低到 0.016 kg/箱, 钢印色差废烟量从优化前 0.219 kg/箱降低到 0.013 kg/箱, 有效降低了废品量。**结论** 该装置对提高卷烟产品质量、降低材料消耗、减少人工劳动强度具有显著效果, 可以有效解决行业内在线印刷钢印卷烟产品生产普遍存在的问题。

**关键词:** 卷接机组; 油墨供应; 喷墨装置; 色差; 印刷质量

**中图分类号:** TS43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2022)17-0000-05

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2022.17.030

## Optimization of Inkjet Device for Steel Seal Printing System of ZJ17 Cigarette Machine

LIU Shi-ming, LI Xin, HUANG Kai-you, CAO Xiao-dong, YANG Mei, ZHU Jin-xiang, DU Fu

(Sanxia Tobacco Factory, China Tobacco Hubei Industrial Co., Ltd., Hubei Yichang 443100, China)

**ABSTRACT:** The work aims to solve the problem that the ink spills into a lump when the inkjet device was stopped and started again when ZJ17 cigarette machine was used to produce cigarette products with online steel seal printing, resulting in unclear steel seal printing or high scrap rate of steel seal printing color difference. A new inkjet device was developed from the aspects of ink blocking mode, excess ink storage, ink nozzle channel shape and gas path control. It not only ensured the supply of ink in normal production, but also realized the effective control of ink jet quantity when the equipment was repeatedly started and stopped, so that the discharged cigarette quantity of unclear steel seal was reduced from 0.229 kg/box before optimization to 0.016 kg/box, and the discharged cigarette quantity of steel seal chromatic aberration was reduced from 0.219 kg/box before optimization to 0.013 kg/box, effectively reducing the amount of discarded products. The device has significant effect on improving the quality of cigarette products, reducing material consumption and reducing labor intensity, and can effectively solve the widespread problems in the production of on-line printed steel seal cigarette products in the industry.

**KEY WORDS:** cigarette machine; ink supply; inkjet device; chromatic aberration; printing quality

ZJ17 卷接机组是 20 世纪 90 年代由德国 HUANI 烟生产企业广泛应用<sup>[3-5]</sup>, 该卷烟机配备有完善的智能检测和印刷控制系统, 具有稳定性好、控制精度高、公司开发, 常德烟机厂引进的卷烟机<sup>[1-2]</sup>, 被国内卷

收稿日期: 2021-12-20

基金项目: 湖北中烟工业有限责任公司科技项目 (2020JSZL4SX2C052)

作者简介: 刘世明 (1977—), 男, 湖北中烟工业有限责任公司高级技师, 主要研究方向为卷烟工艺装备。

通信作者: 杜甫 (1997—), 男, 湖北中烟工业有限责任公司助理工程师, 主要研究方向卷烟工艺研究。

产品质量管控较好等特点<sup>[6]</sup>。印刷系统是 ZJ17 卷接机组生产在线印刷钢印牌号卷烟的重要部位, 也称牌子箱, 其作用是牵引卷烟纸, 使其以与布带同步的线速度在送往烟枪的过程中打印上符合要求的商标图案<sup>[7]</sup>, 其中喷墨装置是印刷系统的主要组成部分<sup>[8]</sup>。当设备停止运行时, 喷墨装置电磁阀得到信号, 通过释放压缩空气使得油墨罐出口端的橡胶密封垫动作关闭油墨出口, 防止停机后油墨继续供应。但在实际生产中发现, 从橡胶密封垫关闭点到油墨喷嘴出口还有约 10 cm 油墨输送段, 油墨喷嘴处会存在油墨外溢

成团的情况, 再次启动设备后, 成团的油墨附着在油墨辊匀墨辊表面, 传至钢印辊, 使烟支钢印印刷不清或产生色差, 同时清洁外溢的油墨也会增大操作人员的劳动强度, 降低设备生产效率。

### 1 现状调查

2019 年 1 月, 湖北中烟工业有限责任公司三峡卷烟厂调查统计了生产车间 1—4 号 ZJ17 卷烟机生产在线印刷钢印品牌和自带钢印品牌(非在线印刷钢印)的卷烟纸、滤棒消耗情况, 见表 1。

表 1 不同钢印印刷方式物料消耗统计  
Tab.1 Material consumption of different steel seal printing methods

机台编号	卷烟纸单耗/(米·箱 <sup>-1</sup> )		滤棒单耗/(支·箱 <sup>-1</sup> )	
	在线印刷	自带钢印	在线印刷	自带钢印
1 <sup>#</sup>	3 020	2 961	12 766	12 559
2 <sup>#</sup>	3 021	2 962	12 764	12 560
3 <sup>#</sup>	3 018	2 968	12 766	12 557
4 <sup>#</sup>	3 024	2 964	12 768	12 562
平均值	3 020.75	2 963.75	12 765.5	12 559.5

从表 1 中可以看出, 4 个机台生产在线印刷钢印品牌的卷烟纸、滤棒消耗均高于自带钢印品牌, 且在线印刷钢印品牌消耗最低值大于自带钢印品牌的最高值, 材料消耗高的主要原因是大量不合格产品报废造成的, 而降低材料消耗是企业增产节支的主要途径<sup>[9]</sup>。为此, 以设备生产效率最高的 2 号机台作为调查对象, 对 2 号机台 2 月份的钢印不合格废烟数据进行分类统计, 见图 1。

从图 1 中可以清晰的看出, 生产在线印刷钢印品牌烟支时, 钢印不清晰和钢印色差的废烟消耗分别为 0.229 1 kg/箱和 0.218 7 kg/箱, 而钢印位置不齐和钢印残缺的废烟则相对较少, 分别为 0.047 8 kg/箱和 0.009 9 kg/箱。

### 2 原因分析

通过统计数据发现钢印不清晰和钢印色差 2 个缺陷产生的废烟占有所有在线打钢印品牌废烟的 88.58%, 于是对其产生的具体原因进行了进一步分析。

#### 2.1 印刷系统工艺流程

印刷系统的喷墨装置将油墨罐中的油墨通过气缸推动推墨顶杆送至喷嘴处, 在油墨辊与均墨辊的相互配合下, 使油墨均匀涂抹在传墨辊的表面上<sup>[10]</sup>, 最后钢印辊蘸取传墨辊上的油墨将其印刷到卷烟纸上, 其工艺流程见图 2。

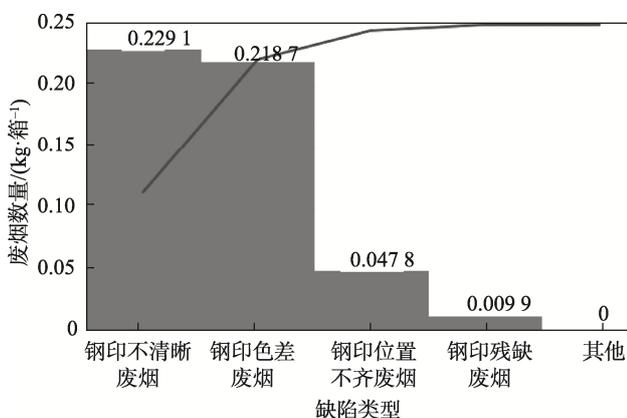


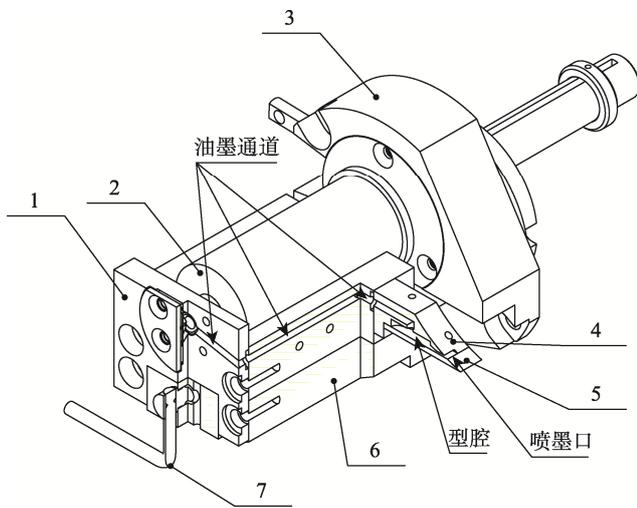
图 1 在线印刷钢印品牌废烟缺陷类型  
Fig.1 Defect types of discarded cigarettes printed with steel seal online



图 2 印刷系统工艺流程  
Fig.2 Process flow of printing system

### 2.2 喷墨装置结构及工作原理

喷墨装置是用来给印刷系统供给油墨的，原装置结构见图3，油墨控制机构工作时，利用气压将密封盖板1下的密封垫吹开，并将油墨罐2中的油墨送入油墨通道，油墨从喷墨口喷出；3为油墨推进机构，作用是将油墨罐中的油墨推出；4为喷嘴压盖，设置型腔和喷墨口；5为喷嘴；6为底座，设置油墨通道；7为手柄，当油墨罐中的油墨用完时，摇动手柄，将油墨推进机构3退回，取出油墨罐，更换油墨罐后继续工作。设备停机时，密封垫封闭油墨罐出口，油墨罐中的油墨不再流出。



1.密封垫盖板；2.油墨罐；3.油墨推进机构；4.喷嘴压盖；  
5.喷嘴；6.底座；7.手柄。

图3 原机喷墨装置构造

Fig.3 Structure of original inkjet device

### 2.3 印刷不清或色差产生原因

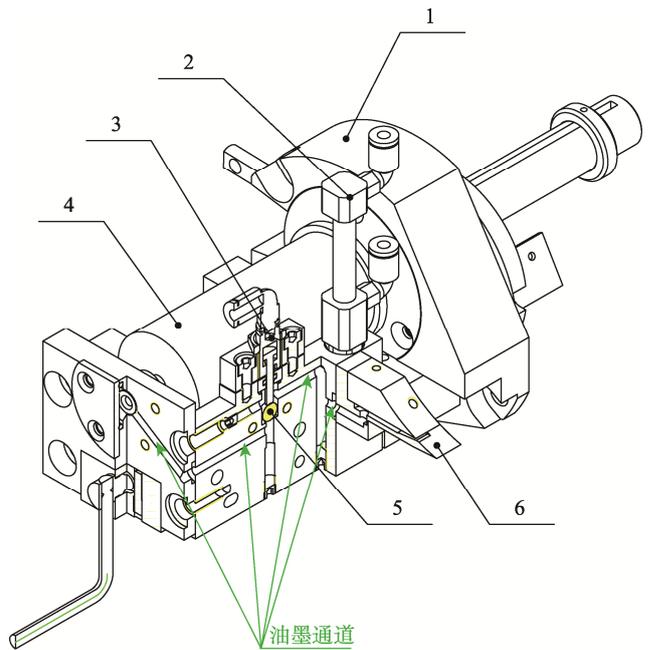
原机喷墨装置的油墨通道和型腔在喷墨口的上方，控制油墨喷出的密封机构在喷墨罐的出口。设备停机时油墨罐中的油墨不再流出，但残留在油墨通道和喷嘴型腔中的油墨没有封闭，在重力作用下仍会继续流动，油墨在喷嘴处堆积形成油墨团<sup>[11]</sup>，附着在油墨辊和匀墨辊表面，污染其他组件。导致设备停机时油墨成团的主要原因有三个方面：首先是原喷墨装置中实现截断功能的橡胶垫不能保证停机时油墨100%被截断；其次，停机后油墨的突然截断会产生一定压力，造成通道内油墨继续流动；第三方面，因油墨本身具有流动性，喷墨装置喷嘴处的油墨通道形状设计不合理，设备停机后，残留在油墨通道和喷嘴型腔中的油墨，在重力作用下也会继续流出，从而污染传墨组件和烟支。

## 3 优化方法

为了解决印刷不清或钢印色差问题，从油墨截断方式、多余油墨储存、油墨喷嘴通道形状以及电气控制等方面入手，研发了一种防止油墨外溢成团的新型喷墨装置。

### 3.1 油墨截断方式的优化

如图4所示，重新设计了油墨通道和型腔，将其置于喷墨口的下方。在油墨进入型腔前的油墨通道处增加气缸3，利用密封瓷珠对油墨通道进行封闭与开放。设备正常工作时，喷墨装置中的密封瓷珠5提起，保证设备正常工作时需要的油墨量；当设备停机时，气缸3动作，推动密封瓷珠5向下运行，封闭油墨通道，使油墨通道中的油墨不再流入型腔。此控制阀利用气缸配合密封瓷珠替代原喷墨装置中密封垫去实现油墨关断的方式，用于阻断来自油墨罐4方向的油墨，可以有效避免密封垫因密封不严，油墨无法被及时截断的现象。



1.油墨推进机构；2.负压气缸；3.密封气缸；4.油墨罐；  
5.密封瓷珠；6.喷嘴。

图4 新型喷墨装置构造

Fig.4 Structure of new inkjet device

### 3.2 多余油墨储存的优化

如图5所示，气缸杆动作推动磁珠关断油墨通道后，会有等体积的油墨量向喷嘴方向输送，从而造成喷嘴与匀墨辊处的油墨量增加。为解决这一问题，在油墨通道末端设计了一个储墨池（负压腔），采用双作用气缸。设备停机时，气缸杆带动活塞向上运动<sup>[12]</sup>，将来自控制阀方向的油墨向负压腔内储存，避免油墨向喷嘴继

续输送;再开机时,气缸杆推动活塞缓慢下移,推动油墨缓慢回到油墨通道内,避免喷嘴处油墨量的瞬时增加。此项优化通过增加储墨池有效解决了油墨突然被截断后,继续向后续通道流动的现象,将多余油墨进行了临时保存,并在设备开机后重新缓慢供给。

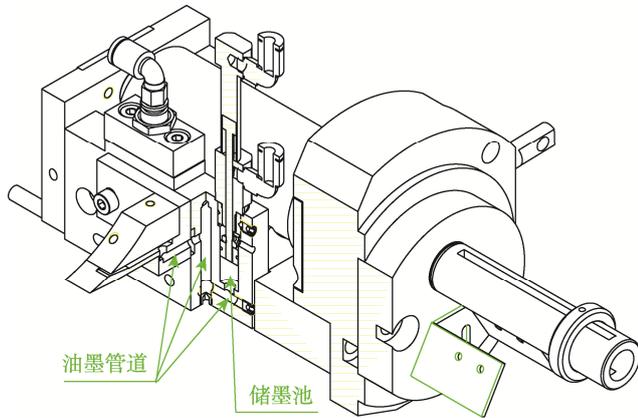
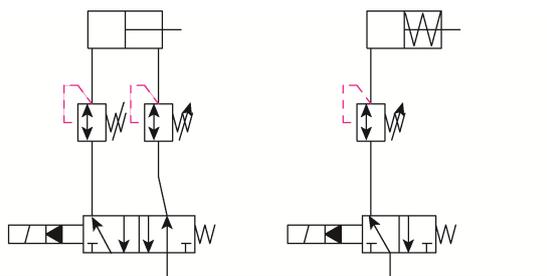


图 5 储墨池结构  
Fig.5 Structure of ink storage tank

### 3.3 控制气路的优化

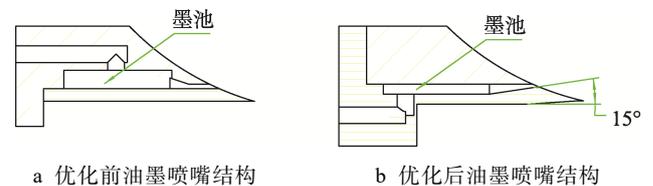
如图 6 所示,在控制气路上加装了气动调节阀。气动调节阀就是以压缩空气为动力源,以气缸为执行器<sup>[13]</sup>。优化后的整个油墨控制系统采用 2 条气路进行控制。控制阀处选用单作用气缸,设备正常工作时,气缸不动作;设备停机时,气缸通气,推动气缸杆向下快速运动,瓷珠堵塞油墨通道,此处气压设置为 30 kPa。负压腔处采用双作用气缸,当设备停机时,双作用气缸下管路通气,推动气缸活塞向上运动,释放来自控制阀方向的压力,将前面等体积的油墨向负压腔内抽离,此处气压设置为 30 kPa;当设备再开机工作时,上管路通气,推动活塞向下移动,此处气压设置为 20 kPa,控制负压腔内的油墨缓慢回到油墨通道内。整个控制气路的压力大小由调压阀进行调节,PLC 进行控制。通过对控制气路的优化,既保证了设备正常运行时油墨的供应,又实现了喷墨了在设备启停时的有效控制,喷墨装置中油墨的控制起到了快速泄压、缓慢回流的效果。



a 负压腔控制气路      b 控制阀控制气路  
图 6 新型喷墨装置控制气路  
Fig.6 Control air circuit of new inkjet device

### 3.4 油墨喷嘴通道形状的优化

油墨为液体,而液体具有流动性<sup>[14]</sup>。油墨停止供给后,在没有压力的作用下,也会缓慢向前流动,造成油墨量增加。为解决这一问题,借鉴茶壶嘴设计原理,在不改变喷嘴通道出口位置的情况下,将原油墨喷嘴的平行式通道改进为阶梯式通道,如图 7 所示,出口底部改进为向上倾斜,通过对不同导向设置角度的模型进行计算<sup>[15]</sup>,经试验论证,当角度设置为 15° 时,导向性能最优。通过对喷嘴通道形状的优化,做到了既能保证设备正常运行时的油墨供给,又防止了设备停机时,喷嘴处因油墨流动而溢出的问题。



a 优化前油墨喷嘴结构      b 优化后油墨喷嘴结构  
图 7 油墨喷嘴优化前后结构  
Fig.7 Structure of ink nozzle before and after optimization

## 4 应用效果

新型喷墨装置设计改造完成后,设备运行稳定,出墨均匀,无异常状况;在设备停机再启动时,油墨喷嘴处无油墨外溢现象,卷烟纸着墨正常,不需要操作人员人为剔除启动阶段的烟支,废烟量明显减少,降低了生产消耗。喷墨装置优化投入使用后,统计了 2 号机台 8、9 月份在线印刷钢印品牌不合格品废烟,如表 2 所示。

表 2 优化前后在线印刷钢印废烟统计  
Tab.2 Statistics of discarded cigarettes printed with steel seal online before and after optimization

废烟类型	优化前废烟量/ (kg·箱 <sup>-1</sup> )	优化后废烟量/ (kg·箱 <sup>-1</sup> )
钢印位置不齐	0.048 7	0.047
钢印不清晰	0.229 1	0.016
钢印色差	0.218 7	0.013
钢印残缺	0.009 9	0.010
其他	0	0

优化后的喷墨装置,在生产在线印刷钢印卷烟产品时,钢印不清晰废烟量从优化前的 0.229 kg/箱降低到 0.016 kg/箱,钢印色差废烟量从 0.219 kg/箱降低到 0.013 kg/箱,钢印不清晰、钢印色差质量缺陷的烟支得到有效控制,产品质量更加稳定。另外,新型喷墨装置的应用,减少了操作人员在生产在线印刷

钢印卷烟产品时,停机清理保养调试印刷系统和处理不合格品的工作量,减轻了操作人员的劳动强度,劳动效率大幅提高。

## 5 结语

随着消费者对卷烟产品质量要求的不断提高,烟支外观质量逐渐成为消费者关注的重点<sup>[16]</sup>。该项技术结合机械和电气知识作为技术创新出发点,从油墨截断方式、多余油墨储存、油墨喷嘴通道形状以及气路控制等方面入手,研制出的一种防油墨外溢的新型喷墨装置设计合理,电气系统运行稳定,既能满足正常生产时油墨的供应,又能有效控制设备重复启停过程的油墨外溢现象,对于提高卷烟产品质量、降低材料消耗、减少人工劳动强度具有显著效果,有效解决了行业内在线印刷钢印卷烟产品在生产过程中存在的普遍问题,该新型喷墨装置在 ZJ17 卷接机组上具有较好的适用性和推广价值。

### 参考文献:

- [1] 董祥云. YJ17-YJ27 卷接机组[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001: 1.  
DONG Xiang-yun. Cigarette Making and Splicing Unit[M]. Beijing: China Science and Technology Press, 2001: 1.
- [2] 刘世明, 周福儒, 王剑, 等. ZJ17 卷接机组接装纸输送系统的改进[J]. 食品与机械, 2020, 36(2): 119-121.  
LIU Shi-ming, ZHOU Fu-ru, WANG Jian, et al. Improvement of Tipping Paper Conveying System for ZJ17 Cigarette Machine[J]. Food & Machinery, 2020, 36(2): 119-121.
- [3] 龚道平. ZJ17 卷接机组供丝系统设计参数分析及改进[J]. 烟草科技, 2014(10): 24-27.  
GONG Dao-ping. Design Parameter Analysis and Improvement of Tobacco Feeder in ZJ17 Cigarette Maker[J]. Tobacco Science & Technology, 2014(10): 24-27.
- [4] 任志立, 李浙昆, 王胜枝, 等. ZJ17 卷烟机悬浮腔外形及内部挡块的设计优化——基于梗签分离效果的研究[J]. 中国烟草学报, 2019(4): 36-41.  
REN Zhi-li, LI Zhe-kun, WANG Sheng-zhi, et al. Design Optimization of Suspension Chamber Contour and Stopper in ZJ17 Cigarette Making Machine Based on Pneumatic Separation of Sliver[J]. Acta Tabacaria Sinica, 2019(4): 36-41.
- [5] 顾宗幸. ZJ17 卷烟机在线梗签二级分离装置的设计与研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2020: 1-99.  
GU Zong-xing. Design and Research on the Two-Stage Separation Device of ZJ17 Cigarette Maker's On-Line Stem Label[D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2020: 1-99.
- [6] 白雪, 蒋晓伟, 蔡培良, 等. ZJ17 卷烟机在线梗签分离系统的设计[J]. 包装工程, 2018, 39(21): 32-36.  
BAI Xue, JIANG Xiao-wei, CAI Pei-liang, et al. Design of Online Stem Separation System of ZJ17 Cigarette Machine[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(21): 32-36.
- [7] 王英, 李爱敏. YJ19 卷烟机印刷系统的改进[J]. 机械工程师, 2005(9): 134.  
WANG Ying, LI Ai-min. Improvement of Printing System in YJ19 Cigarette Machine[J]. Mechanical Engineer, 2005(9): 134.
- [8] 王声扬. 气压式油墨灌注机的研制[J]. 烟草科技, 2000, 33(10): 15.  
WANG Sheng-yang. Development of Pneumatic Ink Filling Machine[J]. Tobacco Science & Technology, 2000, 33(10): 15.
- [9] 高贵庭. 材料消耗定额[J]. 消费导刊, 2017(6): 202.  
GAO Gui-ting. Materials Consumption Quota[J]. Consume Guide, 2017(6): 202.
- [10] 邓光华. 卷烟卷接工专业知识[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2012: 280—284.  
DENG Guang-hua. Professional Knowledge of Cigarette Crimper[M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 2012: 280—284.
- [11] 黄宏. PROTOS-M5 卷接机组[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2014: 105-109.  
HUANG Hong. PROTOS-M5 Cigarette Making and Splicing Unit[M]. Zhengzhou: Henan Science and Technology Press, 2014: 105-109.
- [12] 王福金. 烟机设备修理工基础知识[M]. 北京: 北京出版社, 2015: 141-148.  
WANG Fu-jin. Basic Knowledge of Cigarette Machine Equipment Repairman[M]. Beijing: Beijing Publishing House Group, 2015: 141-148.
- [13] 唐文军, 刘俊清. 气动阀门定位器控制系统的研究[J]. 环球市场, 2016(35): 241.  
TANG Wen-jun, LIU Jun-qing. Research on Control System of Pneumatic Positioner[J]. Global Market, 2016(35): 241.
- [14] 蒋勇. 液体热膨胀时对容器底部压强的变化[J]. 理科考试研究(初中版), 2016, 23(4): 43.  
JIANG Yong. The Change of Pressure at the Bottom of the Container when Liquid Expands Thermally[J]. Examinations Research Science, 2016, 23(4): 43.
- [15] 范增晓. 导向叶片结构对 O-SEPA 选粉机内部流场特性的影响[D]. 无锡: 江南大学, 2012: 1-75.  
FAN Zeng-xiao. Influence of Guide Vane Structure on Internal Flow Field Characteristics of O-SEPA Classifier [D]. Wuxi: Jiangnan University, 2012: 1-75.
- [16] 张文昌, 王国兴, 陈海龙, 等. ZJ17 卷接机组搓板组件改进与应用[J]. 山东工业技术, 2018(14): 13-14.  
ZHANG Wen-chang, WANG Guo-xing, CHEN Hai-long, et al. Improvement and Application of Washboard Assembly of ZJ17 Cigarette Making Machine[J]. Shandong Industrial Technology, 2018(14): 13-14.