

卫生香振动送料包装机的人机工程学设计

赵仕奇¹, 黄银花^{1,2}, 殷红梅¹, 何晓佑³

(1. 淮安信息职业技术学院, 淮安 223003; 2. 南京理工大学, 南京 210004;
3. 南京艺术学院, 南京 210013)

摘要: **目的** 改进原有卫生香振动送料包装机的设计弊端, 探究人机工程学在卫生香振动送料包装机中的实现形式, 开展以人为本的产品设计。 **方法** 分析了卫生香包装生产中人与包装机作业控制台和作业区域, 结合国家标准中与作业者人体有关部位第5或第95百分位数值, 进行包装机作业区域设计。 **结果** 根据工作空间及包装机的结构确定了控制台尺寸, 设计出了符合人机工程学的新型包装机。 **结论** 新型的卫生香振动送料包装机, 在水平视线向上设置斜度为15°的操作面板, 向下设置斜度为35°操作面板, 坐姿水平视线高度120 mm, 立姿为180 mm, 坐姿岗位相对高度为325 mm, 立姿为900 mm, 可以减轻操作者的疲劳, 提高效率。

关键词: 卫生香; 包装机; 人机工程学; 作业区域; 作业控制台

中图分类号: TB482.2; TB487 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)23-0099-04

Ergonomic Design for the Vibration Feeding Packing Machine of Incense Stick

ZHAO Shi-qi¹, HUANG Yin-hua^{1,2}, YIN Hong-mei¹, HE Xiao-you³

(1. Huai'an College of Information Technology, Huai'an 223003, China; 2. Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210004, China; 3. Nanjing University of the Arts, Nanjing 210013, China)

ABSTRACT: To improve the design defects of original incense stick packing machine and explore the implementation of ergonomics in the incense stick packing machine, people-centered design was carried out. The operating console and operating region between people and machine in the incense stick packing production were analyzed. Packaging machine operation area was designed combining with the 5th and 95th percentile values of the operators in the national standard. According to the working space and the structure of the packaging machine, the size of the console was determined and the new type packing machine in line with ergonomics was designed. In the new incense stick packing machine, the operation panels were set above the horizontal line of sight with inclination of 15 degrees as well as under the horizontal line of sight with inclination of 35 degrees. The horizontal vision heights of sitting position and standing position were 120 mm and 180 mm, respectively. The relative heights of sitting working stations and standing working stations were 325 mm and 900 mm, respectively. The above setting could reduce operator fatigue and improve efficiency.

KEY WORDS: incense stick; packing machine; ergonomics; work area; operation control console

现代包装技术日益向着高度机械化和自动化的方向发展, 包装作业大多采用自动包装机械或自动包装生产线完成。针对客户的需求, 越来越多的机械化

工具应用人机工程学进行设计制造^[1-5]。通过SooPAT专利检索相关卫生香生产机器, 发现市场上针对卫生香等细长棒料的自动包装机械研究不多, 相关设备知

收稿日期: 2015-07-25

基金项目: 江苏省淮安市科技支撑计划工业项目(HAG2012030)

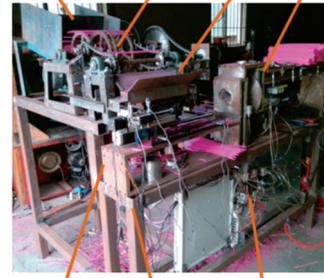
作者简介: 赵仕奇(1981—), 男, 满族, 辽宁铁岭人, 硕士, 淮安信息职业技术学院讲师, 主要研究方向为工业产品设计、工业设计教育。

识产权保护较少,现有的卫生香料产品多为手工包装,没有进行批量化生产。虽然德国、意大利、日本等国家对自动上下料理论及人机工程学的研究都已成熟,但是针对卫生香震动送料包装机的研究却不多。查阅相关文献发现,我国一些大型的包装机械设计中考虑了人机工程学设计^[6-9],但大部分是进口或仿制发达国家地区的相关设计参数。对于卫生香震动送料包装机的人机工程学设计还应该深入研究^[10-11]。针对这一现状,在现有的卫生香震动送料包装机上进行改进,把包装机、人、生产环境作为一个整体系统来研究,设计了一种新型的基于人机工程学的卫生香震动送料包装机。卫生香震动送料包装机在完成各种必要的功能动作的同时,也要使包装机的作业区域符合人体功能的需要,发挥最佳的人机功效。根据人、包装机、生产环境相互作用的原则,新型的卫生香震动送料包装机必须有合理的本体结构,安全、可靠的操作显示装置,操作高效、省力的作业区域,给操作者一个良好的人机系统,使卫生香包装机的设计符合人机工程学的要求。

1 卫生香震动送料包装机系统

卫生香震动送料包装机系统主要包括本体底座模块、振动上下料模块、传动模块、成型模块和控制模块。整个系统通过控制模块控制振动上下料部分,完成盛料装置中卫生香的自动定向排列,完成规律地分离滚动上料和下料,把卫生香传送给成型模块。控制成型模块的凹形六边形截面槽,完成卫生香包装的界面成型。控制传动模块通过两滑动导轨与固定双侧挡板来实现卫生香两侧截面的整齐定位^[12-15]。整套人机卫生香震动送料包装机的样机见图1,振动上下料部分见图2,该模块包括电磁铁、卫生香盛料装置等部件,电磁铁6线圈通电后,产生脉冲电磁力,衔铁与铁芯之间脉冲电磁力作周期性变化,驱动振动板簧5变形,通过减振弹簧4的缓冲减振,使卫生香料斗3振动;传感器7检测振幅及频率变化值,形成闭环,反馈信号给控制器8,用离散的PID数字控制器8计算其增量,对返回的信号进行校核,以达到连续调整激振频率和自动稳定的物料器振幅的效果。因物料与振动滑道之间摩擦力变化,使卫生香料斗3中杂乱堆放的卫生香实现自动振动上料给料槽滚轮2,通过滚动上料电机10带动下料滚轮9和料槽滚轮2的转动配合,实现定向、定量、规律地振动分离滚动上料,并在另一侧下料,完成卫生香的定截面包装上下料。

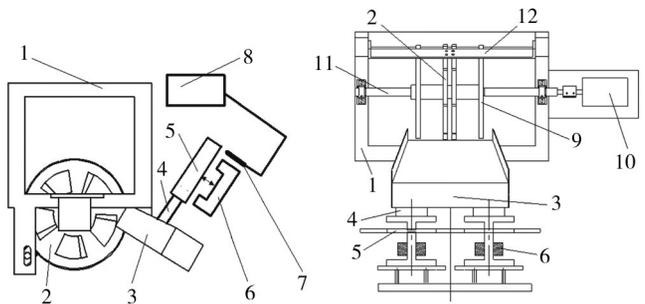
盛料装置 振动上下料模 成型模块 传动模块



执行电机 底座模块 控制模块

图1 卫生香震动送料包装机的样机

Fig.1 Prototype of incense stick vibration feeding packaging machine



1.机架 2.料槽滚轮 3.卫生香盛料装置 4.减振弹簧 5.振动板簧 6.电磁铁 7.传感器 8.控制器 9.上料滚轮 10.滚动上料电机 11.传动轴 12.卫生香废品滤除板

图2 振动上料装置结构原理

Fig.2 Structure principle of vibration feeding device

2 卫生香震动送料包装机作业区域

根据卫生香震动送料包装机的实际工作过程,操作者对卫生香震动送料包装机操作时,有坐、立2种形式,为了兼顾坐、立2种操作姿势的舒适性和方便性,卫生香震动送料包装机设计成坐、立两用控制工作台,见图3。此工作台在满足操作者进行相关的操作要求的同时,还可以调节单调的操作姿势,有助于提高工作效率,减轻人体操作疲劳。

2.1 卫生香震动送料包装机控制台设计

卫生香震动送料包装机控制台的设计,充分利用人机工程学理论,将控制器与显示器的布置控制在作业者的正常作业范围内,保证作业者能够良好地观察生产显示系统,操作所有控制器,为卫生香的包装生产提供舒适的坐、立姿势。包装机控制台在

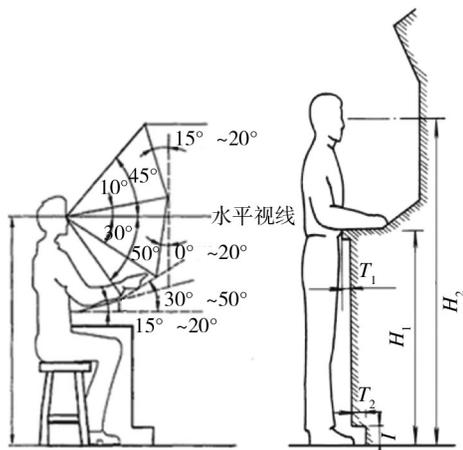


图3 坐、立两用操作控制台示意

Fig.3 Diagram of sitting and standing amphibious operations console

操作者前侧上方有作业区域,这些区域必须在可视可及范围内。

卫生香振动送料包装机从操作者作业时,水平视线向上10°到向下50°的区域,设置斜度为35°的操作面板,其上配有卫生香截面定型包装的显示器和控制器,水平视线向上10°~20°区域,设置斜度为15°的操作面板,布置次要显示器。坐姿水平视线高度为120 mm,立姿水平视线高度 H_2 为180 mm。最后,根据工作空间及包装机的结构确定控制台其他尺寸。

通过对坐、立两用操作控制台的设计分析,设计卫生香振动送料包装机控制台尺寸如下:控制台最大高度、台面至顶部高度、操作表面最小深度、最小容膝空间、底面至支脚高度、底高调整范围、最小大腿空间、底高、控制面板最大宽度、最小容脚空间分别为155, 65, 30, 40, 40, 11, 15.5, 65, 90, 10 cm,控制台面板倾角为35°。

2.2 卫生香振动送料包装机作业岗位设计

设计卫生香振动送料包装机合适的包装作业空间,既要考虑卫生香布置的原则与形式,还要兼顾下列因素:操作者的舒适性与安全性;便于使用,避免差错,提高效率;包装机的控制部分与工作台显示部分的安排既要紧凑,又可区分;四肢分担的作业均衡,避免身体局部超负荷作业;作业者身材的大小等。从人机工程学设计的角度考虑,理想的包装机设计应考虑各方面的因素折中所得,设计的结果对单项指标而言,可能不是最优的,但应最大限度地减少作业者的不便与不适,使得作业者能方便迅速完成作业。包装作业空间设计以“人”为中心,以人体

尺度为设计基准。

坐、立姿卫生香作业岗位见图4,根据卫生香包装作业岗位与包装作业和操作者人体相关的程度,由国家标准中与作业者人体有关部位第5或第95百分位数值,推导出与人体有关的卫生香包装岗位尺寸为:坐立姿卫生香包装岗位横向活动空间 ≥ 1000 mm,向后活动空间 ≥ 1000 mm,腿部空间进深 $T_1 \geq 300$ mm,脚空间进深 $T_2 \geq 500$ mm,立姿脚空间高度 $I \geq 110$ mm。

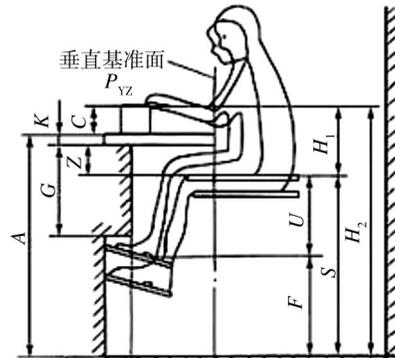


图4 坐、立姿包装作业岗位示意

Fig.4 Diagram of sitting and standing packing stations

与作业有关的作业岗位尺寸的确定:作业面高度,一般是依据作业对象、工作面上相关配置件尺寸确定,对于形状复杂的包装作业对象,以加工对象方位处于满足最佳加工条件状态确定。工作台面的高度设为 K ,在设计包装机工作台面时应满足式(1):

$$K=A-S_{5\%}-Z_{5\%}; K=A-S_{95\%}-Z_{95\%} \quad (1)$$

式中, $S_{5\%}, S_{95\%}$ 为第5和第95百分位数人体座位面高度; $Z_{5\%}, Z_{95\%}$ 为第5和第95百分位数人体大腿空间的高度。根据包装机工作实践及上述要求,设计包装机的坐姿岗位相对高度 H_1 为325 mm,立姿岗位工作高度 H_2 为900 mm。

3 结语

应用人机工程学理论设计了卫生香振动送料包装机。在保证合理的本体结构和合理的作业空间情况下,结合卫生香振动送料包装机生产中各组成部分的功能尺寸,进行了作业空间的设计。卫生香振动送料包装机的人、机、环境系统作为一个完整的概念,尽可能地考虑人、机、环境设计的对象和范围,在人机界面设计过程中,控制台及作业岗位范围的选择和协调,是人机信息交换的重要部分,进行合理的人机设计可以提高工作效率。卫生香振动送料包装机实现了人、机要素的优化组合,在满足卫生香等管棒料包

装生产实际需要的同时,减轻了作业者的操作疲劳,符合绿色设计的理念。

参考文献:

- [1] 苏毅超,谭哲丽. 包装设计中的人机工程[J]. 包装工程, 2001, 22(3): 21—24.
SU Yi-chao, TANG Zhe-li. The Human-machine Engineering in the Package Design[J]. Packaging Engineering, 2001, 22(3): 21—24.
- [2] 丁玉兰. 人机工程学[M]. 北京:北京理工大学出版社, 2013.
DING Yu-lan. Ergonomics[M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2013.
- [3] MAHDAVIAN S A, MAHDAVIAN S M, BROOY R. Effects of Driving Signal Forms and Frequency in the Performance of a Vibratory Bowl Feeder[C]// Proceedings of the International Conference on Manufacturing Automation, Hong Kong, 1992: 836—8411.
- [4] 黄银花,赵仕奇,殷红梅,等. 管棒料包装自动上下料装置的设计[J]. 包装工程, 2013, 34(21): 71—74.
HUANG Yin-hua, ZHAO Shi-qi, YIN Hong-mei, et al. Design of Automatic Loading and Unloading Device for Tube Bar Packaging[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(21): 71—74.
- [5] MUCCHI E, Di GREGORIO R, DALPIAZ Giorgio. Elastodynamic Analysis of Vibratory Bowl Feeders: Modeling and Experimental Validation[J]. Mechanism and Machine Theory, 2013, 60: 60—72.
- [6] WIENDAHL H-P, RYBARCZYK A. Using Air Stream for Part Feeding Systems—innovative and Reliable Solutions for Orientation and Transport[J]. Journal of Materials Processing Technology, 2003: 189—195.
- [7] CHAO Paul C-P, SHEN Y. Dynamic Modeling and Experimental Verification of a Piezoelectric Part Feeder in a Structure with Parallel Bimorph Beams[J]. Ultrasonics, 2007, 46(3): 205—218.
- [8] 何晓佑,谢云峰. 人性化设计[M]. 南京:江苏美术出版社, 2001.
HE Xiao-you, XIE Yun-feng. Humanized Design[M]. Nanjing: Jiangsu Fine Art Press, 2001.
- [9] 魏泽鼎,樊明,魏国清. 振动上料装置的动态研究及动力驱动问题研究[J]. 机械设计与制造, 2008(6): 230—233.
WEI Ze-ding, FAN Ming, WEI Guo-qing. Vibration Feeding Device of Dynamic Study and Dynamic Drive[J]. Journal of Mechanical Design and Manufacturing, 2008(6): 230—233.
- [10] ASHRAFIZADEH H, ZIAEI-RAD S. A Numerical 2D Simulation of Part Motion in Vibratory Bowl Feeders by Discrete Element Method[J]. Journal of Sound and Vibration, 2013, 332(13): 3303—3314.
- [11] REINHART G, LOY M. Design of a Modular Feeder for Optimal Operating Performance[J]. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 2010, 3(3): 191—195.
- [12] 赵仕奇,黄银花,何晓佑. 卫生香包装振动上料装置研究[J]. 包装工程, 2013, 34(23): 84—87.
ZHAO Shi-qi, HUANG Yin-hua, HE Xiao-you. Development on Vibration Feeding Device of Incense Stick Packaging[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(23): 84—87.
- [13] 殷红梅,冯金冰,王迪,等. 基于六边形截面成形的细长棒料自动包装设备[J]. 机电产品开发与创新, 2014(6): 68—70.
YIN Hong-mei, FENG Jin-bing, WANG Di, et al. Automatic Packaging Equipment Based on Hexagonal Cross-section Forming for Slender Rod[J]. Development & Innovation of Machinery & Electrical Products, 2014(6): 68—70.
- [14] 何文波,刘丽萍,左洪亮. 基于人性化的电脑桌设计研究[J]. 包装工程, 2013, 34(23): 84—87.
HE Wen-bo, LIU Li-ping, ZUO Hong-liang. Study of Computer Desk Design Based on Humanity[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(23): 84—87.
- [15] PARK Min-yong. Ergonomic Design and Evaluation of a New VDT Workstation Chair with Keyboard-mouse Support[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2001, 26(5): 537—548.

欢迎订阅 欢迎投稿