

[新设备·新材料·新方法]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2015.02.017

机器人码垛工作站的输送整列装置设计

徐敏珍, 郭小宝, 郭湖兵, 叶 鹏

(杭州娃哈哈集团有限公司研究院, 浙江 杭州 310018)

摘 要:为了解决机器人码垛前的输送排列问题,针对2款产品的码垛方式,进行机器人码垛工作站的布局分析,提出了在码垛机器人之前需要设计输送整列装置。其次,开发了拉距装置、转向装置和整列推送装置,在码垛机器人抓取之前实现产品箱的输送整列功能。最后,探讨了2款产品输送整列的工艺流程,结果表明输送整列装置在机器人码垛工作站中具有合理性和实用性。

关 键 词:机器人;机器人码垛工作站;码垛方式;转向装置;输送整列装置

中图分类号:TP242.2;TP271

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2015)02-0069-05

Design of Delivery and Arranging Mechanism for Robot Palletizing Workstation

XU Minzhen, GUO Xiaobao, GUO Hubing, YE Peng

(Hangzhou Wahaha Group Co. Ltd., Hangzhou 310018, China)

Abstract: The stacking requirements of robot was analyzed, and in view of two product pallet modes the robot palletizing workstation layout was finished. The design of the delivery and arranging mechanism was put forward before palletizing robot. The distancing mechanism, the product turning mechanism and the arranging and pushing mechanism were designed for the product box transmission and arranged before palletizing robot. The transmission and arranging processes of the two products were discussed. It shows that the delivery and arranging mechanism in the robot palletizing workstation is rational and practical.

Key words: robot; robot stacking workstation; stacking mode; product turning mechanism; arranging and pushing mechanism

码垛是按照集成单元化思想,将物料按照一定模式堆码成垛,以便使单元化的物垛实现存储、搬运、装卸和运输等物流活动^[1-3]。从生产成本角度分析,物料搬运费用约占总费用的20%左右;从安全角度分析,有40%左右的生产事故发生在物料搬运过程中,且采用人工搬运产品时,由于人为因素而造成的产品磕碰问题也直接影响到产品质量^[4-7]。

自从瑞典ABB公司于1974年研发了全球第一台用于物料搬运和工件取放工业机器人IRB6以来,随着工业机器人技术以及工业控制技术的发展和日趋成熟,日本、德国、美国、瑞典等国在码垛技术的研究上取得了较大突破,相继推出了自己研发的码垛机器人和

自动化码垛工作站^[8-9]。采用码垛机器人代替人工搬运操作在现代企业物流管理中的地位日益凸显,码垛机器人正日趋成为生产中的有力武器^[10-11]。中国随着人工成本的不断上升及产品质量持续改进的需求,有越来越多的企业开始响应国家“机器换人”的号召,采用码垛机或码垛机器人实现产品自动化码垛,各种类型的码垛机和码垛机器人也不断地被设计和应用。

为了保证码垛的效率,机器人码垛均采用一次多箱码垛或一次整层码垛的方式,这就要求产品进入码垛区域前,按照一定的规则进行排列。本文针对某饮料生产企业开发的机器人码垛工作站,研究了产品码垛前的输送排列问题。

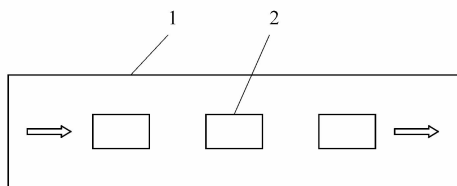
收稿日期:2014-10-29;修回日期:2014-12-26

作者简介:徐敏珍(1974),女,浙江杭州人,工程师,长期从事食品、饮料机械的研究与开发工作。通信作者:叶鹏,E-mail:peng.ye@wahaha.com.cn

1 机器人码垛工作站布局分析

1.1 现场情况

某饮料企业的产品即采用机器人码垛的方式,产品自装箱后,通过成品输送带,进入机器人码垛工作站,实现码垛。图1为产品箱体在成品输送带上输送的示意图,正常状态下,产品箱之间的间距与产品箱尺寸比为1:1。如果成品输送带发生故障等原因,产品箱在输送带上会出现间距为0,紧挨着输送的状态。



1—成品输送带;2—产品箱

图1 产品箱输送示意图

Figure 1 Schematic diagram of product box transmission

码垛机器人使用的抓取器空间尺寸为 $1\,950\text{ mm} \times 5\,286\text{ mm} \times 4\,212\text{ mm}$ 。该抓手可以依据产品箱规格一次抓取多箱或整层,并可根据设计要求摆放。码垛机器人完成一个工作循环所需时间为 16 s ,表1为1个工作循环中各环节所需的具体时间。

表1 一个工作循环中时间分配

Table 1 Time distribution in a work cycle

序号	工作环节	时间/s
1	抓手等待	1
2	产品箱抓取	2
3	产品箱搬运	3
4	产品箱卸载	7
5	空载返回	3
6	合计	16

该公司生产2种产品,相关参数和码垛规格如下:

1) A产品

A产品箱体尺寸为 $387\text{ mm} \times 264\text{ mm} \times 120\text{ mm}$,产能为 13 箱/min 。根据实际铲板需求,结合产品箱尺寸,设计单层码垛布局如图2所示,码垛层数为12层。其中长度方向为 $264 \times 5 = 1\,320\text{ mm}$,宽度方向为 $387 + 264 \times 3 = 1\,179\text{ mm}$,单层共摆放产品15箱。

根据图2所示,设计该码垛工作站每个工作循环抓取产品5箱,则根据生产线产能,5箱产品需要的时间为

$$t_1 = \frac{5 \times 60}{13} = 23.07\text{ s} > 16\text{ s}$$

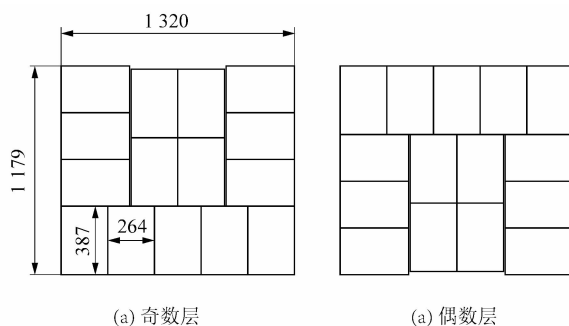


图2 A产品的码垛布局图

Figure 2 Pallet layout of product A

2) B产品

B产品箱体尺寸为 $430\text{ mm} \times 219\text{ mm} \times 92\text{ mm}$,产能为 12 箱/min 。根据实际铲板需求,结合产品箱尺寸,设计单层码垛布局如图3所示,码垛层数为15层。其中,长度方向为 $219 \times 6 = 1\,314\text{ mm}$,宽度方向为 $(219 + 430) \times 2 = 1\,298\text{ mm}$,单层共摆放产品18箱。

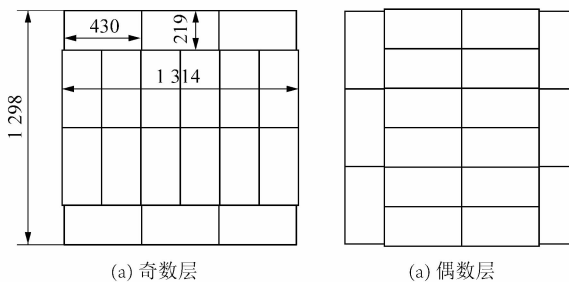


图3 B产品的码垛布局图

Figure 3 Pallet layout of product B

根据图3所示,设计该码垛工作站每个工作循环抓取半层产品,即产品9箱。根据生产线产能,9箱产品需要的时间为

$$t_2 = \frac{9 \times 60}{12} = 43\text{ s} > 16\text{ s}$$

因此,选用的机器人码垛工作站完全满足该生产线2种产品的产能要求。

1.2 输送整列装置需求分析

根据产品码垛布局,分析需求如下:

1) 为了满足码垛工作站抓手每次可抓取5箱产品,需将产品按照要求进行整齐排列。

2) 产品箱之间接触和排列方式多样,需在进入码垛工作站之前对产品箱进行转向调整。

3) 根据设计,每层产品需码垛工作站完成3次工作循环。每次工作循环中,待5箱产品进入码垛抓手后,后面的产品箱需等待 16 s 后,方能继续进行下一个码垛循环。考虑这期间被阻止进入码垛工作站的产

品会发生堆积,为了避免产品连续进入而妨碍产品转向,必须在产品进入抓手前设置加速段来拉开产品距离。

4) 如在产品整列区域完成码垛抓手抓取工作,则需要待本次抓取完成后,方能开展下次产品箱整列工作,存在了约 2 s 的时间浪费。为了提高码垛工作效率,需在整列后设置推进装置,将产品整列区域和抓取区域分开。

因此,经过分析,产品箱从成品输送带进入码垛工作站之间,需完成拉距、转向、整列和推送等环节。图 4 为输送整列装置结构示意图。

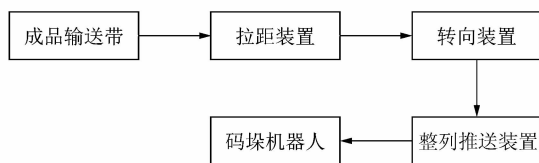


图 4 输送整列装置框图

Figure 4 Diagram of transmission and arranging mechanism

拉距装置、转向装置及整列推送装置的设计,能为单列输送的成品实现码垛方案要求的有序排列提供保障,提供给码垛工作站需要的排列形式。由于产品码垛场地现场空间限制,初步拟定拉距装置总长 1 220 mm,转向装置总长 1 000 mm,整列推送装置长 1 500 mm。

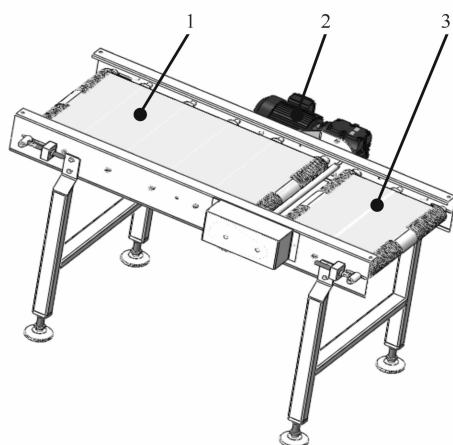
2 各工序装置设计

2.1 拉距装置设计

设计拉距装置的目的是为了防止前道产品箱因输送带速度过慢,导致产品箱无法完成转向,其具体结构如图 5 所示。工作原理为在该机器上存在 2 段不同线速度的输送带,其中前段慢,后段快。前段速度与成品输送带速度相同。当产品箱从前段进入后段后,产品箱加速,从而实现将前后箱之间拉开一定的间距。前后段输送带利用同一台电机来驱动,采用不同的减速比来实现前后速度的差异。拉距装置总长为 1 220 mm,其中前段为 865 mm,后段为 355 mm。其速度需根据实际产品状态在现场进行调整。

2.2 转向装置设计

转向装置是为保证码垛产品箱方向一致性。图 6 为转向装置结构图,当产品箱通过转向装置时,计数器进行计数,若需要转向,则转向轮在气缸的作用下推出,挡住产品箱一角,产品箱发生转向;若不需转向,则转向轮收回,产品箱直接通过。经过程序控制,当计数

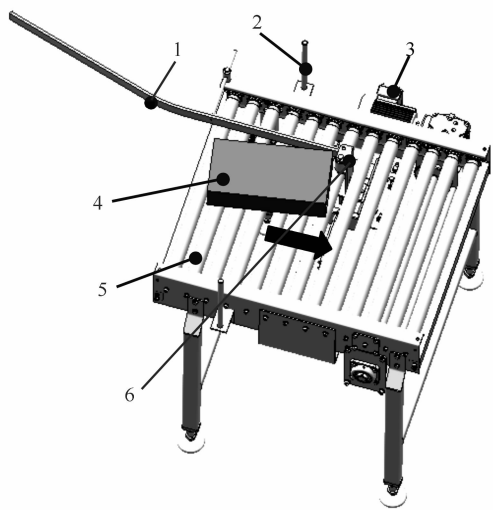


1—前段输送带;2—驱动电机;3—后段输送带

图 5 拉距装置

Figure 5 Distancing mechanism

器计数到一定数字时,会自动触发转向轮;同时计数器继续累积,当达到机器人一次抓取所需的箱数后,拉距装置将停止工作。考虑到箱体的长度为 387 mm,宽度 264 mm,为保证转向空间,选取转向输送机的输送长度为 1 000 mm。



1—引导杆;2—计数器;3—驱动电机;4—产品箱;5—输送带;6—转向轮

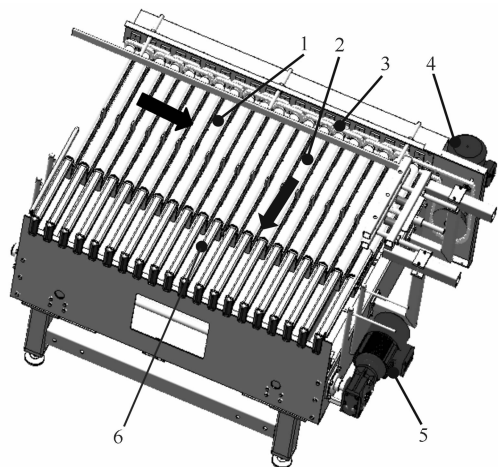
图 6 转向装置

Figure 6 Product turning mechanism

2.3 整列推送装置设计

整列推送装置用于将成品按需求整齐排列后推送到码垛抓取区域。图 7 为整列推送装置结构图。该装置的工作原理为:产品经过转向装置后,首先在输送带运动到整列区域,排列整齐;待完成一次抓取所需产品箱数量排列后,推杆驱动电机带动推杆将产品箱推送到码垛抓取区域;待抓取完成后,拉距装置开始工作,

计入下一码垛循环。



1—输送带;2—整列区域;3—推杆;4—输送带驱动电机;5—推杆驱动电机;6—抓取区域

图7 整列推送装置

Figure 7 Arranging and pushing mechanism

本装置针对 A、B 产品设计, A 产品一次抓取 5 箱, 整列时要求 5 箱在长度方向排列, 总长为 1 320 mm; B 产品一次抓取 9 箱, 整列时要求 6 箱在宽度方向排列, 总宽度为 1 290 mm。因此, 为保证整列空间, 选取整列输送机的输送长度为 1 500 mm。

3 码垛工艺过程展示

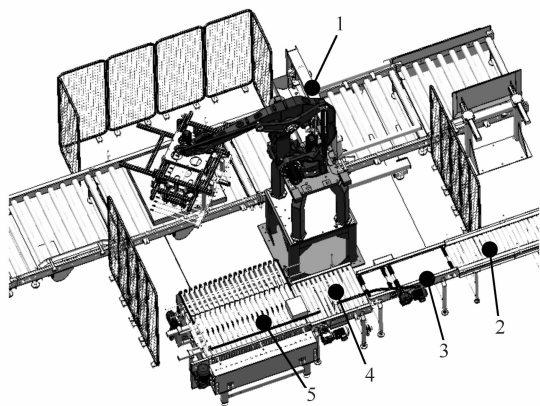
图 8 为该机器人码垛工作站整体设计方案, 主要包括码垛机器人、成品输送带、拉距装置、转向装置和整列推送装置等组成。其中码垛机器人位于整个工作站的中央, 对整理好的产品抓取后就近放在铲板上; 拉距装置、转向装置及整列推送装置摆放在码垛机器人之前, 可根据码垛设计方案要求, 调整速度, 对单列输送的产品箱实现有序排列, 提供给码垛机器人抓取摆放。

本文提出了的 2 种产品码垛方案, 输送整列流程如下:

1) A 产品

如图 2 所示, A 产品每次抓取 5 箱, 此时, 5 个产品箱在整列过程中均需要转向。当产品箱进入拉距装置时, 计数器开始计数→产品箱进入转向输送装置, 转向轮移出, 产品箱转向→进入整列装置, 产品箱排列整齐, 当进入第 5 箱产品时, 拉距装置暂停工作→5 箱挤紧后, 推箱机构动作, 将排列好的产品箱推送到要求位置→码垛机器人抓取产品→拉距装置启动, 开始下一个工作循环。

2) B 产品



1—码垛机器人;2—成品输送带;3—拉距装置;4—转向装置;5—整列推送装置

图8 机器人码垛工作站方案

Figure 8 Scheme of robot stacking workstation

如图 3 所示, B 产品每次抓取半层, 共 9 箱, 其中, 后 6 箱在整列过程中均需要转向。当产品箱进入拉距装置时, 计数器开始计数→产品箱进入转向输送装置, 转向轮缩回, 产品箱直接通过→进入整列装置, 产品箱排列整齐, 当进入第 3 箱产品时, 拉距装置暂停工作→3 箱挤紧后, 推箱机构动作, 将排列好的产品箱推送到要求位置→推向机构回程, 拉距装置启动, 继续计数→产品箱进入转向输送装置, 转向轮移出, 产品箱转向→进入整列装置, 产品箱排列整齐, 当进入第 9 箱产品时, 拉距装置暂停工作→6 箱挤紧后, 推箱机构动作, 将排列好的产品箱推送到要求位置→码垛机器人抓取产品→拉距装置启动, 开始下一个工作循环。

4 结论

1) 本文针对某饮料企业的产品码垛的“机器换人”需求, 选用了码垛机器人, 开发了包括拉距装置、转向装置和整列推送装置 3 个部分的输送装置, 形成了机器人码垛工作站。

2) 通过该输送装置, 完成了对 2 种产品的不同码垛方案的有序排列, 实现了输送整列过程的全程自动化。调整输送装置的电气控制方案, 还可实现对其他不同产品码垛方案的输送需求。

3) 机器人码垛工作站能很好满足各种装箱产品的码垛需求, 极大地提高了生产效率, 节约了人工成本, 提高了企业自动化生产能力, 是“机器换人”的良好范例, 值得在行业内进行推广应用。

参考文献:

- [1] 李金泉, 杨向东, 付铁. 码垛机器人机械结构和控制系统设计 [M]. 北京: 北京工业大学出版社, 2011.