

罐头装箱组合式机械手设计

张聪^{1,2}

(1.广东水利电力职业技术学院, 广州 510630; 2.广州南联实业有限公司, 广州 510540)

摘要: **目的** 研发高效、可装配于工业机器人的罐头装箱机械手, 应用于罐头自动包装生产线。**方法** 提出一种组合式机械手, 该机械手可同步对罐头和纸板吸取和放置, 可实现罐头多层装箱、层与层之间放置纸隔板的工艺要求。**结果** 该机械手适用于圆形罐头和椭圆形罐头的装箱, 已应用于果酱、果汁、凉茶、鱼罐头等生产线中, 可同时对 4 个相同规格的纸箱进行装罐及放置隔板, 其最大抓取质量达 30 kg。**结论** 该机械手设计结构精简, 具有多种功能, 有效地提高了生产效率。

关键词: 罐头; 装箱; 组合式; 机械手; 设计

中图分类号: TB486⁺.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)19-0163-05

Design of the Combined Manipulator for Canned Packing

ZHANG Cong^{1,2}

(1.Guangdong Technical College of Water Resources and Electric Engineering, Guangzhou 510630, China;

2.Guangzhou Nanlian Industry Co., Ltd., Guangzhou 510540, China)

ABSTRACT: The work aims to design an efficient canned packing manipulator which can be assembled in the industrial robot. A combined manipulator was proposed. It could synchronize the adsorption and placement of cans and cardboards and realize multi-layers case packing and cardboard interlayer placement. The manipulator was suitable for the case packing of round and oval cans. It had been applied to the production line of jam, fruit juice, herbal tea, canned fish, etc. In canned production line, cans and cardboards could be put into 4 same-sized cartons by this manipulator simultaneously. The maximum loads of this manipulator was 30 kg. In conclusion, the structure has simple design and many functions. It can effectively improve the production efficiency.

KEY WORDS: can; case packing; combined type; manipulator; design

罐头产品在出厂前需要进行装箱码垛等后道包装处理。传统的人工装箱和码垛方式由于工作繁琐, 效率低下, 正逐步被淘汰, 取而代之是各式各样的适用于瓶、罐等产品的装箱机, 通过可编程等控制技术实现自动包装^[1-3]。随着工业机器人在自动生产线上的普及应用, 使得采用工业机器人进行罐头自动装箱和码垛成为可能。实现罐头包装处理功能的机器人基本相同, 但配备的机械手的抓取方式

有多种多样, 主要以夹持式为主^[4], 另外较多选用真空吸取式或真空夹持综合式^[5]等等。针对不同的产品、不同的装箱形式, 机器人需配套不同的机械手, 才能顺利抓取产品, 并按规定形式进行装箱^[6-7]。

产品装箱有单层装箱和多层装箱的形式, 以多层为主, 一般要求产品在箱中分若干层, 由机械手抓取产品依次堆叠^[8-9]。罐头装箱时, 要求装一层罐头, 放一块纸质隔板, 如此反复直至装满整箱。

收稿日期: 2016-01-05

基金项目: 广州市工程技术研究开发中心项目 (2014J4300008)

作者简介: 张聪 (1967—), 男, 广东四会人, 广东水利电力职业技术学院教授, 广州南联实业有限公司总工程师, 主要研究方向为包装与食品机械、工业机器人技术应用。

在上述装箱作业中,抓取罐头和抓取纸隔板的机械手结构形式并不相同。如果按照一般的设计方式,针对某一处理对象,就要按其特性进行专用的机械手结构设计^[10-12]。如此,则需要设置2套不同的机械手,各自配置1台机器人。2台机器人操纵各自的机械手,轮流抓取罐头和纸板入箱。这一设计方案将使生产线复杂化,并大幅增加设备成本。项目组通过深入研究,设计开发出配合工业机器人进行罐头自动装箱的组合式机械手^[13],同时具备成组抓取罐头产品装箱,并吸取加入纸隔板的功能。

1 罐头装箱形式及其工艺流程

罐头装箱形式见图1。图中每箱装4层罐头,每层6罐产品,层与层之间、箱底和箱面各放置一张纸板。一箱里面包括有4层共24罐产品、5块纸板。

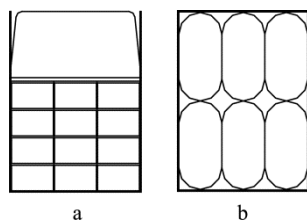


图1 罐头装箱形式

Fig.1 Canned packing form

在罐头的装箱过程中,空纸箱被输送机送至装箱工位,排列整齐,等待入罐。在装箱工位,机械手需要处理罐头和纸板这2个对象,通过工业机器人操纵的机械手依次完成抓罐入箱和放置纸板的工作,最终使罐头、纸板、纸箱形成一个包装组合体。确定机械手装箱工艺流程见图2。

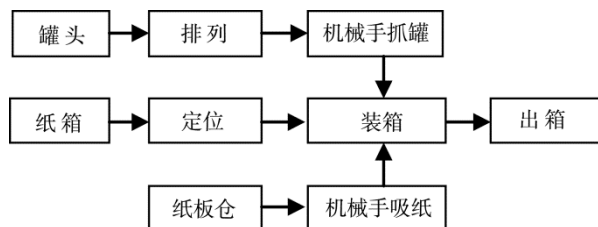


图2 机械手装箱工艺流程

Fig.2 Process flow diagram of packing by manipulator

2 组合式机械手结构及原理

2.1 总体结构

为了提高工作效率,机械手设计为可以同时对

4个纸箱进行装箱,既可以同时抓取4组罐头,又可以同时抓取4张纸板。

组合式机械手总体结构见图3,主体由3部分组成,右部分是吸罐组件,左部分是吸板组件,两者分别与框架式基座联接。装置整体通过基座顶部与机器人手腕联接。

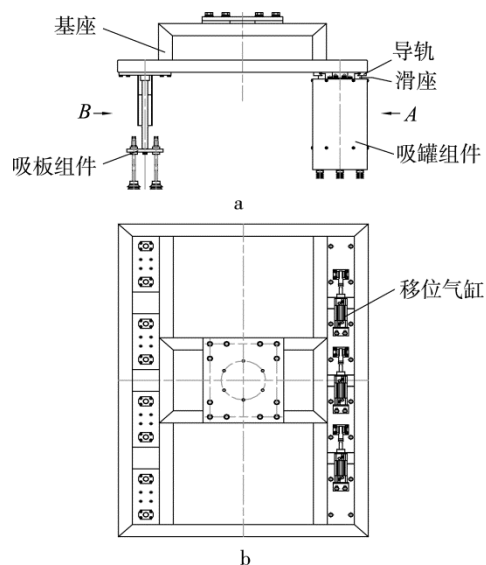


图3 组合式机械手总体结构

Fig.3 Overall structural diagram of combined manipulator

2.1.1 吸罐组件

吸罐组件主要由上支板、支承杆、导向护套、下支板和吸头等组成,见图4。

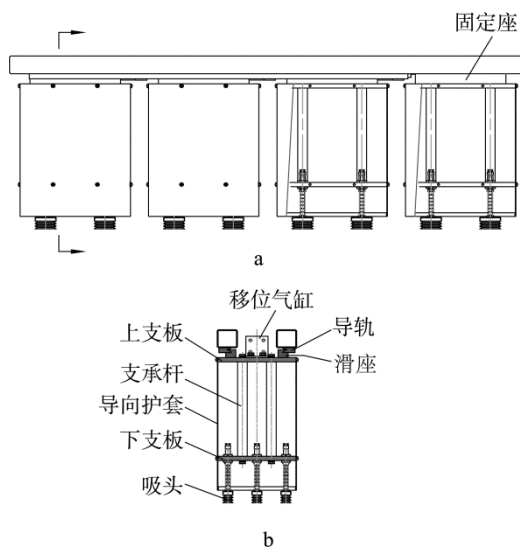


图4 吸罐组件(机械手A向视图)

Fig.4 Sucking can assembly (A view of manipulator)

上支板和下支板通过4根支承杆联接成一体;导向护套是由薄钢板折成的矩形筒体,套于上下支

板外围，周边螺钉紧固；下基板安装有 6 个吸头，每个吸头相互之间按罐头产品规格定距安装。一般的圆形罐头可采用圆形吸盘，而椭圆形罐头可采用矩形吸盘，更稳固可靠。

吸罐组件有 4 套，见图 4a，其中右侧第 1 套吸罐组件的上基板通过固定座与基座联接紧固。其余 3 套吸罐组件的上基板顶部均安装有滑座，见图 4b，这 3 套吸罐组件通过滑座装配在滑轨内，并可沿滑轨左右移动。

由图 3b 可见，吸罐组件顶部装有 3 个移位气缸，每个气缸布置在 2 套吸罐组件之间。在图 3b 中由上而下，每个气缸的活塞杆端部通过铰座联接其前面的吸罐组件上基板，缸体尾部通过支座联接其后面的吸罐组件上基板。由于第 1 套吸罐组件固定在基座上，其余 3 套吸罐组件可沿滑轨移动，因此，当气缸伸缩时，可驱动除第 1 套吸罐组件外的其余 3 套吸罐组件移动，使 4 套吸罐组件相互分离或合拢。

2.1.2 吸板组件

吸板组件同样设置有 4 套，每套分别由上基板、导套、气缸、导杆、下基板、吸头组成，见图 5。上基板固定在基座下，其中部装配有气缸，在两侧分别安装有导套；下基板的中心孔与气缸的活塞杆端部联接，其两侧分别装配有导杆；导杆与导套滑动配合。下基板安装有 4 个吸头，吸头相互间隔按所需吸取的纸板规格定距安装。工作时，4 个吸头同时吸附 1 张纸板。气缸伸缩时，可驱动下基板带动吸头上下移动，通过导杆和导套进行导向。

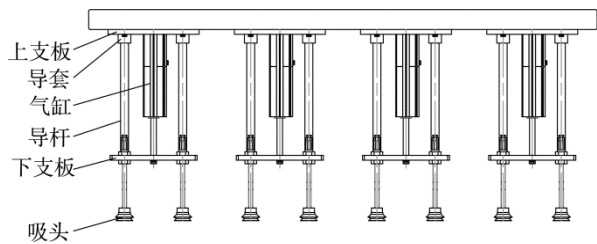


图 5 吸板组件（机械手 B 向视图）

Fig.5 Sucking cardboard assembly (B view of manipulator)

2.2 机械手工作原理

组合式机械手通过基座与机器人手腕联接，受机器人驱动进行工作，见图 6。

装箱工位截面见图 6。中间位置为分箱定位机，把输入的空纸箱定距限位，排列整齐，等待入罐；

分箱定位机右侧安装理罐机，对罐头进行梳理排列，形成一定产品数量的平面集合体，方便机械手对应成组抓取；分箱定位机左侧安装有纸板仓，仓内放置整齐层叠的纸板。纸板仓具备独立的气动顶升机构，由下而上持续作用于层叠纸板，维持纸板顶层高度不变。

装箱过程，罐头或纸板被吸取的目标位置（包括高度）固定不变；罐头或纸板入箱时，放置高度随层数的增加而变化。通过机器人本体，可驱动和控制机械手精确定位。

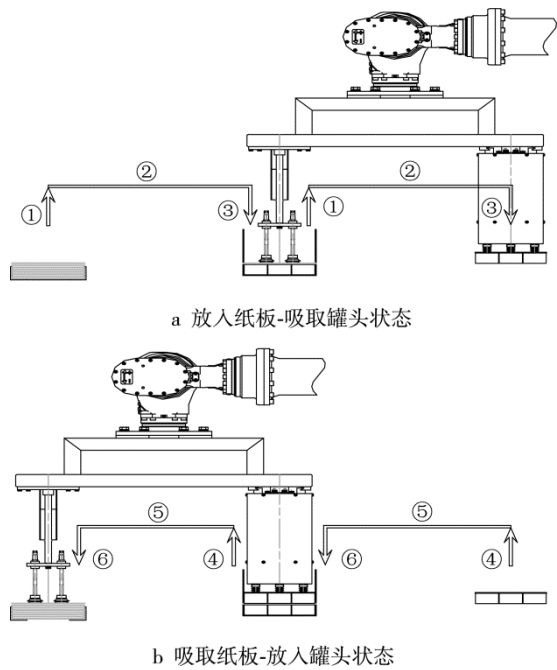


图 6 机械手工作原理

Fig.6 Working principle diagram of manipulator

图 6a 处于“放入纸板-吸取罐头状态”，机械手由左至右运行，运动轨迹如箭头所示：吸板组件在纸板仓吸起一块纸板，经过①→②→③的行程，放入纸箱内；与此同时，吸罐组件从纸箱内（释放罐头）升起，经过①→②→③的行程，到达理罐机上方，下压吸附一组罐头。

图 6b 处于“吸取纸板-放入罐头状态”，机械手由右至左运行，运动轨迹如箭头所示：吸板组件从纸箱内（释放纸板）升起，经过④→⑤→⑥的行程，到达纸板仓上方，下压吸附纸板；与此同时，吸罐组件在理罐机上吸起一组罐头，经过④→⑤→⑥的行程，放入纸箱内。

上述 2 种状态交替变换，“吸板放罐”同步进行，“吸罐放板”也同步进行，依次实现一层罐头、一层纸板的装箱作业，而且机械手可同时对 4 个纸箱进

行装箱作业。

2.3 机械手吸罐装箱过程罐头排列状态的变化

机械手抓罐装箱前, 罐头需要在理罐机上经过排列整理, 呈紧密排列状态, 见图 7a。机械手的 4 套吸罐组件各自吸起一组 (6 件) 罐头后, 需要对应装入 4 个纸箱。当 4 个纸箱依次送到装箱工位时, 相互之间会有一定的间隙。机械手所吸取的 4 组罐头要准确装入 4 个箱内, 必须要按纸箱之间的间隙调整间距, 也就是使各组罐头由紧密排列变成分离一定的间距 δ , 见图 7b。

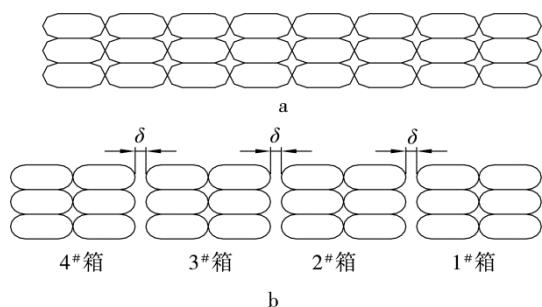


图 7 罐头装箱过程排列状态

Fig.7 Process arrangement of can packing

通过控制机械手上的移位气缸, 就可以实现以下功能: 吸罐前, 移位气缸收缩, 使 4 套吸罐组件相互紧靠, 以对应理罐机上紧密排列的罐头; 入箱前, 移位气缸同时伸出, 驱动 4 套吸罐组件相互分离, 使 4 组罐头相隔间距 δ , 以对准 4 个已定位的纸箱。

3 机械手关键技术参数

组合式机械手主要应用于金属罐罐头的装箱作业, 需要与灌装封罐生产线配套使用, 即必须与灌装封罐生产线的生产能力适配。目前国产金属罐灌装封罐生产线的生产能力可达 400 ~ 600 罐/分钟^[14-15]。

为了配合灌装封罐生产线速度, 组合式机械手设计为可同时向 4 个纸箱进行装箱, 即每次同时抓取 4 组罐头和 4 张纸板, 其中 4 组罐头的总数量为 24 ~ 48 罐 (根据吸罐组件配置的吸头数量而定)。组合式机械手最大抓取重量为 30 kg, 要求配套负载能力为 180 kg 的工业机器人, 一般可采用 4 轴机器人, 运行节拍每次循环 4 ~ 6 s。

4 结语

该机械手应用于金属罐装食品饮料生产线中, 包括圆形金属罐包装的果酱、凉茶, 以及椭圆金属罐包装的豆豉鲑鱼^[16]等。经实际生产检验, 组合式机械手配套工业机器人, 可有效实现罐头产品的多层并附加纸隔板的装箱, 达到高速、高效、整齐的效果。组合式机械手的设计, 克服了传统设计结构复杂, 功能单一的缺陷, 综合罐头抓取装箱和纸板吸取入箱的功能, 确保一层罐头一层纸板, 自动循环, 使结构精简而紧凑, 有效提高生产效率, 减少设备投入。

参考文献:

- [1] 周建洪, 贾卫东, 张玉龙, 等. 自动装箱控制系统的设计[J]. 电子设计工程, 2015, 23(14): 130—133.
ZHOU Jian-hong, JIA Wei-dong, ZHANG Yu-long, et al. Design of the Automatic Packing Control System[J]. Electronic Design Engineering, 2015, 23(14): 130—133.
- [2] 张有良, 冯育全, 路建章. 异形瓶装箱机的设计和电气控制[J]. 包装与食品机械, 2008, 26(1): 20—23.
ZHANG You-liang, FENG Yu-quan, LU Jian-zhang. The Design and Control of Carton Packing Machine[J]. Packaging and Food Machinery, 2008, 26(1): 20—23.
- [3] 崔岩, 屠凤莲, 石卓栋. 直接跌落式装箱机的设计[J]. 包装与食品机械, 2012, 30(3): 44—46.
CUI Yan, TU Feng-lian, SHI Zhuo-dong. The Design of Direct Drop Packing Machine[J]. Packaging and Food Machinery, 2012, 30(3): 44—46.
- [4] 熊艳华. 双工位夹板机械手结构[J]. 轻工机械, 2014, 32(1): 87—88.
XIONG Yan-hua. Structural of Double Station Clamping Manipulator[J]. Light Industry Machinery, 2014, 32(1): 87—88.
- [5] 张聪, 李艳平, 林立雪. 用于搬运码垛机器人的真空式机械夹持手: 中国, ZL201420420299.1[P]. 2015-02-18.
ZHANG Cong, LI Yan-ping, LIN Li-xue. Vacuum Type Mechanical Clamping Holder for Palletizing Robot: China, ZL201420420299.1[P]. 2015-02-18.
- [6] 陈羿, 姜卫国. 基于并联机器人的立式袋装箱线[J]. 食品与机械, 2014, 30(3): 79—82.
CHEN Yi, JIANG Wei-guo. Automatic Carton Packaging Line for Vertical Pouch Based Parallel Robot[J]. Food & Machinery, 2014, 30(3): 79—82.
- [7] 李响, 马永, 何偲, 等. 块状物料机器人抓取式装箱

- 机设计[J]. 食品与机械, 2010, 26(5): 109—111.
- LI Xiang, MA Yong, HE Cai, et al. The Design of Robot Arm Grapping Case Packer for Block Material[J]. Food & Machinery, 2010, 26(5): 109—111.
- [8] 陈虹, 李美川, 王芳. 可编程多层装箱机设计[J]. 轻工机械, 2013, 31(6): 94—97.
- CHEN Hong, LI Mei-chuan, WANG Fang. Design and Research on A Programmable Multi-layers Case Packing Machine[J]. Light Industry Machinery, 2013, 31(6): 94—97.
- [9] 李美川, 赵美宁, 王芳, 等. 一种可编程多层装箱机的研发[J]. 包装与食品机械, 2014, 32(5): 35—39.
- LI Mei-chuan, ZHAO Mei-ning, WANG Fang, et al. One of the Programmable Multi-layer Case Packing Machine Research and Development[J]. Packaging and Food Machinery, 2014, 32(5): 35—39.
- [10] 王建军. 搬运机械手仿真设计和制作[J]. 机械设计与制造, 2012(9): 146—148.
- WANG Jian-jun. Simulation Design and Making for Carrying Manipulator[J]. Mechanical Design and Making, 2012(9): 146—148.
- [11] 左希庆, 吴国强. 杯装奶茶装箱专用气动机械手的设计[J]. 食品工业, 2013, 34(6): 223—225.
- ZUO Xi-qing, WU Guo-qiang. Research On the Pneumatic Manipulator of Cup-tea Packing System[J]. The Food Industry, 2013, 34 (6): 223—225.
- [12] 徐雪萌, 张永宇, 张映霞, 等. 瓦楞纸箱板自动码垛机械手设计初探[J]. 包装工程, 2015, 36(9): 82—85.
- XU Xue-meng, ZHANG Yong-yu, ZHANG Ying-xia, et al. Design of Manipulators for Corrugated Box Board Automatic Palletizing System[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(9): 82—85.
- [13] 张聪, 钟衍高, 方壮锐, 等. 组合式装箱机械手: 中国, ZL201420806499.0[P]. 2015-06-03.
- ZHANG Cong, ZHONG Yan-gao, FANG Zhuang-rui, et al. Combined Manipulator for Packing: China, ZL2014 20806499.0[P]. 2015-06-03.
- [14] 张聪, 吴柏毅, 沈建华, 等. 高速浓酱灌装封罐一体机的研究开发(一)[J]. 包装与食品机械, 2012, 30(6): 29—33.
- ZHANG Cong, WU Bai-yi, SHEN Jian-hua, et al. Research and development of High-speed Thick Sauce Filling & Sealing Machine Set(I) [J]. Packaging and Food Machinery, 2012, 30(6): 29—33.
- [15] 张聪, 吴柏毅, 沈建华, 等. 高速浓酱灌装封罐一体机的研究开发(二)[J]. 包装与食品机械, 2013, 31(1): 41—43.
- ZHANG Cong, WU Bai-yi, SHEN Jian-hua, et al. Research and Development of High-speed Thick Sauce Filling & Sealing Machine Set(II) [J]. Packaging and Food Machinery, 2013, 31(1): 41—43.
- [16] GB/T 24402—2009, 豆豉鲮鱼罐头[S].
- GB/T 24402—2009, Canned Frying Mud Carps with Fermented Soybean[S].