

一种智能空调内机包装机的设计

林利彬^{1a,1b}, 张昱^{1a,1b}, 杨瑞^{1a,1b}, 游淞麟²

(1.广东省智能制造研究所 a.广东省现代控制技术重点实验室; b.广东省现代控制与光机电技术公共实验室, 广州 510070; 2.广州市藤田实业有限公司, 广州 510070)

摘要: **目的** 设计一种由 PLC 控制的空调内机包装机, 实现机器替代人工的目标。**方法** 通过分析空调内机的包装生产过程, 采用 SolidWork 软件分别建立空调内机定位、取泡沫垫、泡沫垫供给、包装箱供给和装箱等的三维模型, 并对组成各机构的零部件进行机械设计。利用西门子 S7-200 SMART PLC 控制各个机构的步进电机和气缸的协调运作, 实现空调内机的全自动包装。**结果** 该包装机能对 3 种不同规格的空调内机进行全自动的包装。**结论** 该包装机解决了空调内机全自动包装的难题, 实现了机器替代人工的目标, 提高了生产效率, 并且该包装机能对多种不同规格的空调内机进行包装, 具有广阔的应用前景。

关键词: 空调内机; 三维模型; 全自动包装

中图分类号: TB486⁺.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)05-0096-05

Design of An Intelligent A/C Internal Unit Packaging Machine

LIN Li-bin^{1a, 1b}, ZHANG Yu^{1a, 1b}, YANG Rui^{1a, 1b}, YOU Song-lin²

(1.Guangdong Institute of Intelligent Manufacturing a.Guangdong Provincial Key Laboratory of Modern Control Technology; b. Guangdong Province Modern Control and Electromechanical Technology Public Laboratory, Guangzhou 510070, China; 2.Guangzhou Tengtian Industry Co., Ltd., Guangzhou 510070, China)

ABSTRACT: The work aims to design an A/C internal unit packaging machine controlled by PLC, so as to achieve the goal that machine replaces manpower. By analyzing the process of producing packages for A/C internal unit, SolidWork software was used to respectively establish 3D models with respect to positioning of A/C internal unit, taking foam pad, supplying foam pad and packaging box and boxing, etc. Meanwhile, the mechanical design of the parts comprising all the mechanisms was made. S7-200 SMART PLC was adopted to control the coordinated operation of stepping motor and cylinder of each mechanism, so as to achieve the automatic packaging of A/C internal unit. The packaging machine could automatically package A/C internal units of three different specifications. It is concluded that the packaging machine has solved the problem of automatic packaging of A/C internal unit, which has achieved the goal that machine replaces manpower and improved the production efficiency. Moreover, the packaging machine can package A/C internal units of various specifications and it has broad application prospects.

KEY WORDS: A/C internal unit; 3D models; automatic packaging

目前国内大部分空调生产企业的空调内机包装部分都是依靠人工去完成的,人工包装效率低,导致空调生产线产能低。近年出现的招工难、人工劳动成

本高等问题,使得空调制造业的厂家面临着巨大的生存压力。有必要设计一种更好的空调内机包装机,来解决上述问题。

收稿日期: 2016-09-01

作者简介: 林利彬(1992—),男,助理工程师,广东工业大学硕士生,主攻机械自动化技术。

通讯作者: 张昱(1973—),男,博士,研究员,主要研究方向为先进制造领域自动控制技术及理论。

1 技术要求

空调内机包装机属于空调内机生产线的末端部分，用户要求整条空调内机生产线能顺畅地生产，因此空调内机包装机的包装速度要大于或等于空调内机生产线前端的生速度（每小时 300 台）。文中设计的包装机要求产能为每小时 360 台，并适用于型号分别为 KFR-26GW，KFR-32GW 和 KFR-35GW 的空调内机。

2 设计方案

2.1 工作原理

空调内机包装机主要包括支架、驱动机构、滚筒输送机、传送带、定位装置、压入泡沫垫装置、泡沫垫存储装置、泡沫垫供给装置、抓持机构、包装箱供给装置、开箱装置、空调内机移栽装置^[1-4]等，结构见图 1。空调内机包装机的包装过程为先将空调内机两端压入泡沫垫^[5]，然后再将已压入泡沫垫的空调内机装进包装箱^[6]。其主要的过程为：空调内机定位机

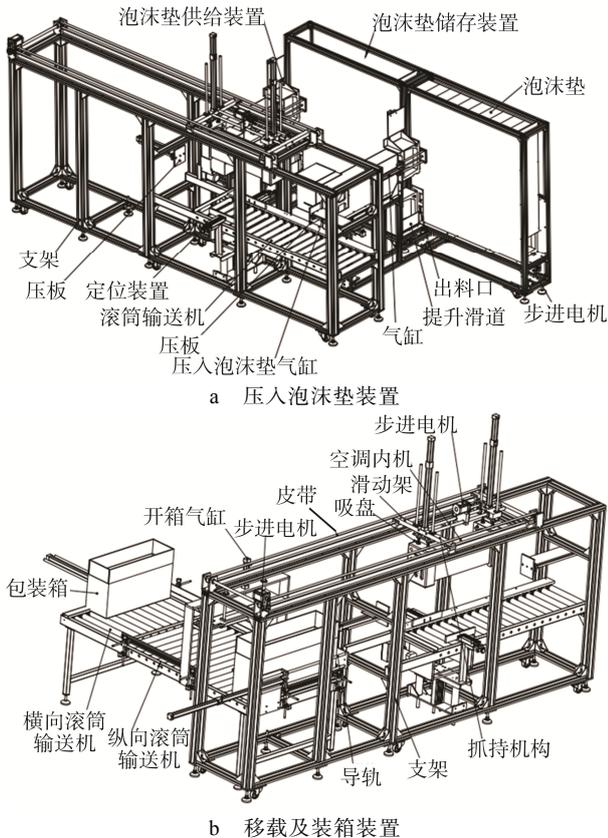


图 1 空调内机包装机结构
Fig.1 Air conditioning machine packaging

构将空调内机置于工作台上，启动压入泡沫垫程序，存储装置里的泡沫垫经过泡沫垫供给装置把泡沫垫传输到工作台，通过工作台左右两端上的气缸动作，

将空调内机两端压入泡沫垫，完成后再由抓持机构将其移栽到装箱工作台上，移栽的同时将包装箱传输至装箱工作台，启动装箱程序，将已压入泡沫垫的空调内机向下装进包装箱里，装箱完毕后由输送带搬运到下一工序^[7]，至此空调内机的包装完成。空调内机包装的整体过程见图 2。

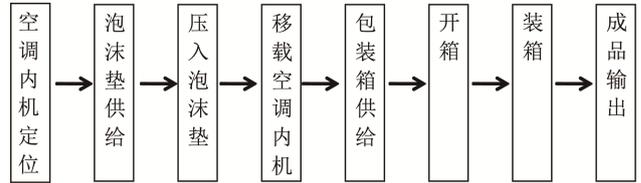


图 2 空调内机包装的整体过程
Fig.2 Process of air conditioning machine packaging

2.2 控制流程

PLC 控制系统启动后，泡沫垫供给装置启动，使得泡沫垫到达压入泡沫垫工作位置上，利用红外传感器检测空调内机是否到达定位位置，到达后，定位装置启动，将空调内机置于工作台上，压入泡沫垫机构将泡沫垫压合至空调内机的端部。完成后，包装箱供给装置启动，把包装箱传输到待装箱位置^[8]，同时移栽装置抓持机构上的吸盘吸住已压入泡沫垫的空调内机，然后通过步进电机驱动皮带的传动，来带动抓持机构沿导轨移栽至待装箱位置。最后抓持机构中的气缸动作把空调内机装入包装箱，完成了全自动的空调内机包装过程。控制流程见图 3。

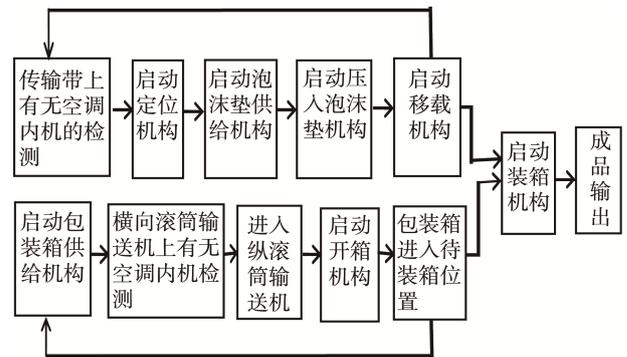


图 3 控制流程
Fig.3 Control process flow

3 主要装置

3.1 泡沫垫存储装置与供给装置

泡沫垫存储装置的底部设有步进电机^[9]，用于推送其内的泡沫垫，其侧面设有出口，出口处设有提升滑道，与出口相对的侧面设有气缸，用于将泡沫垫推出出口再送至提升滑道内，提升滑道通过气缸驱动上升，提升滑道远离存储装置的一侧设有泡沫垫供给装置，泡沫垫供给装置通过气缸驱动以远离或靠近提升

滑道。泡沫垫供给装置^[10]包括收料筒，提升滑道内的泡沫垫通过气缸送至收料筒内，收料筒内设有传送带，传送带通过 AC 电机驱动以带动收料筒内的泡沫垫快速移动。收料筒远离提升滑道的一端设有开口，压入泡沫垫机构通过开口将泡沫垫压合至空调内机的端部。泡沫垫供给装置见图 4。

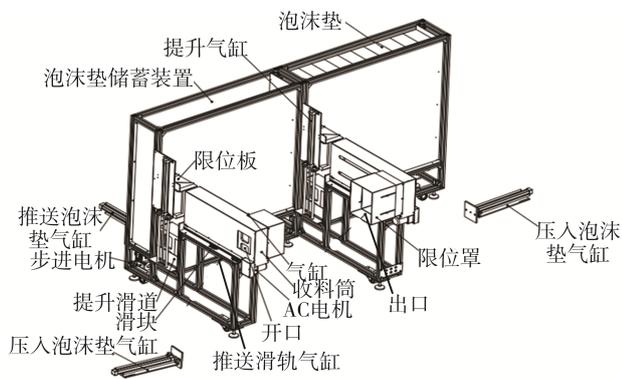


图 4 泡沫垫供给装置
Fig.4 Foam pad conveying equipment

3.2 空调内机移栽装置

空调内机移栽装置包括支架及设于支架上的抓持机构^[11]，见图 5，支架的顶部沿横向设有导轨，导轨上方设有皮带及步进电机，抓持机构安装于导轨上，且连接于皮带，抓持机构的底部具有 4 个吸盘用于抓持已压入泡沫垫的空调内机，通过步进电机驱动皮带传动，以带动抓持机构沿导轨移动至待装箱位置。抓持机构设有气缸，通过气缸驱动抓持机构将空调内机装入包装箱内。抓持机构还具有步进电机，用于驱动调节丝杆运动，进而调节安装座与滑动架之间的距离，从而使得抓持机构的左右宽度加大，使吸盘能够吸附到不同长度规格的空调内机上，实现对不同规格空调内机的移动搬运功能。通过结合步进电机与丝杆，从而将角度转动换为直线位移，即通过控制步进电机脉冲个数改变丝杆运动的直线距离来实现对不同长度规格的空调内机进行全自动包装，产品规格计算结果见表 1。

步进电机脉冲个数计算方法：

$$m = \frac{L}{D} \quad (1)$$

式中： m 为步进电机脉冲个数； L 为丝杆运动的直线距离； D 为步进电机的脉冲当量。

$$D = \frac{\beta}{360K} \quad (2)$$

式中： β 为步进电机步距； K 为步进电机驱动器上的细分数。

设丝杆螺距 $t=3.2$ mm，步距角 $\beta=1.8^\circ$ ，步进电机驱动器上的细分数 $K=32$ ，转动 1 周需要 6400 个步进电机脉冲，脉冲当量 $D=0.0005$ 。

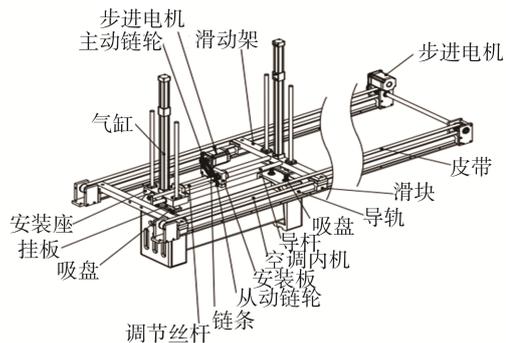


图 5 移栽空调内机装置
Fig.5 Conveying air conditioner machine equipment

表 1 产品规格计算结果
Tab.1 The calculation results of product specifications

产品型号	产品长度规格/mm	步进电机脉冲个数($\times 10^6$)
KFR-26GW	820	1.64
KFR-32GW	850	1.70
KFR-35GW	960	1.92

3.3 包装箱供给装置与开箱装置

包装箱供给装置^[12]包括横向滚筒输送机及纵向滚筒输送机，包装箱沿横向送入横向滚筒输送机，横向滚筒输送机的一侧沿纵向设有气缸，用于将包装箱从横向滚筒输送机推送至纵向滚筒输送机，纵向滚筒输送机用于将包装箱^[13]运送至待装箱位置。纵向滚筒输送机的下方设有阻挡机构，上方设有开箱装置，两者对应设置，位于待装箱位置的前方，使得空箱在到达待装箱位置前就能保证空箱的顶部开口为打开状态，避免无法装箱的情况，见图 6。

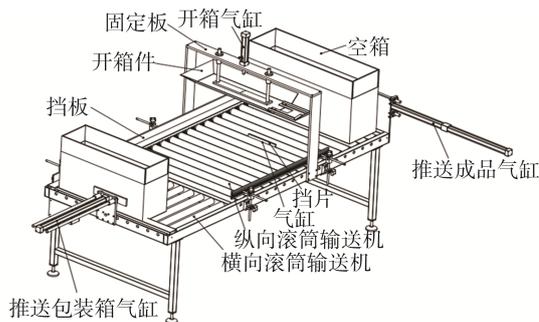


图 6 包装箱供给装置与开箱装置
Fig.6 Conveying equipment and unpacking equipment

4 电气控制系统的设计

空调内机包装机主要利用 PLC^[14-15]控制。综合控制要求，控制器选用 2 个型号为 CPU ST60 的 PLC，2 个西门子 7 寸（1 寸=3.33 cm）的 SMART LINE 触摸屏。该包装机的电气控制系统共控制 4 个 86 系列的两相步进电机、3 台 750 W 的变频电机、2 台普通单相交流电机以及若干个气缸。该包装机既可以通过手动操作模式对该机的每个执行机构进行手动操作，

也可以自动操作实现全自动的生产运行。手动操作优先于自动操作，即当选择手动操作时，全自动运行全部关断。该包装机还设有紧急停止按钮，当发生故障时能够及时停止机器运作，保证生产安全。控制系统的原理见图 7。

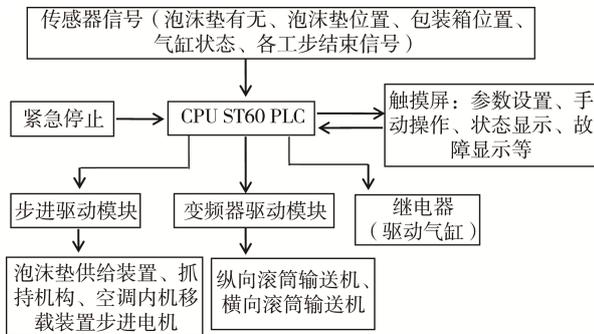


图 7 控制系统

Fig.7 Diagram of control system

5 软件设计

软件设计主要涉及 PLC 编程，实现对各种类型的电机控制、气缸控制、传感器信号的检测及人机交互界面设计。软件设计的主要程序流程见图 8。

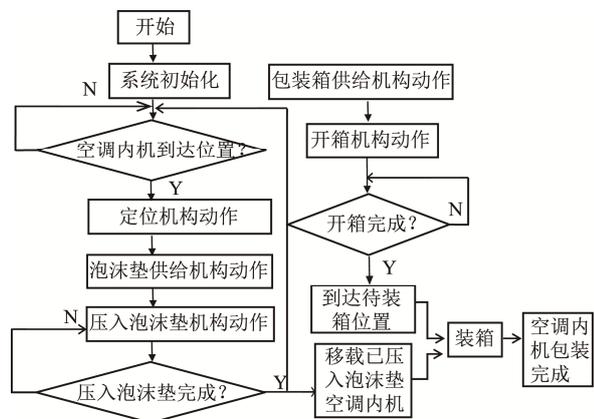


图 8 主程序流程

Fig.8 Main program flow

6 结语

该包装机通过空调内机定位、泡沫垫供给、压入泡沫垫、移栽空调内机、包装箱供给、装箱等工序实现了空调内机全自动包装。通过机械结构和电控系统来实现空调内机包装，实现了自动化生产和机器替代人工的目标，降低了空调生产企业的人工成本，提高了工作效率，进而提高了生产线的产能，创造出更大的经济效益。

参考文献:

[1] 王艳, 沈正翠. 基于平台产品的空调包装设计[J].

重庆科技学院学报, 2015, 17(1): 106—108.

WANG Yan, SHEN Zheng-cui. Packaging Design of Air conditioner Based on Platform Products[J]. Journal of Chongqing Institute of Technology, 2015, 17(1): 106—108.

[2] 熊立贵, 陈新, 皮阳雪, 等. 空调器外机环保包装结构设计及测试[J]. 包装工程, 2015, 36(17): 56—60. XIONG Li-gui, CHEN Xin, PI Yang-xue, et al. Structure Design and Test of Environment Friendly Packaging for Air Conditioner Outdoor Unit[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(17): 56—60.

[3] 赵汉雨, 姬少龙, 刘存祥, 等. 新型纸箱包装机 PLC 控制系统设计[J]. 轻工机械, 2011, 29(3): 56—59. ZHAO Han-yu, JI Shao-long, LIU Cun-xiang, et al. Design of PLC Control System of New Type Carton Packaging Machine[J]. Light Industry Machinery, 2011, 29(3): 56—59.

[4] 尹章伟, 毛中彦. 包装机械[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.

YIN Zhang-wei, MAO Zhong-yan. Packaging Machinery[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2010.

[5] 黄颖为. 包装机械结构与设计[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.

HUANG Ying-wei. Packaging Machinery Structure and Design[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2007.

[6] 张志锋, 肖世德, 赵阳. 一种 PLC 控制 L 型大板块包装机的设计[J]. 包装工程, 2016, 37(11): 122—126.

ZHANG Zhi-feng, XIAO Shi-de, ZHAO Yang. Design of Large L-shaped Plate Packaging Machine Based on PLC[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(11): 122—126.

[7] 崔岩, 屠凤莲, 赵伟. 四头直线式旋盖机的设计[J]. 包装工程, 2016, 37(7): 96—98.

CUI Yan, TU Feng-lian, ZHAO Wei. Design of Four Heads Linear-Capping Machine[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(7): 96—98.

[8] LALIBERT T, GOSSELIN C M. Simulation and Design of under Actuated Mechanical Hands[J]. Mechanism and Machine Theory, 1998, 33(1): 39—57.

[9] AL-GALLAF E A. Multi-fingered Robot Hand Optimal Task Force Distribution Neural Inverse Kinematics Approach[J]. Robotics and Autonomous Systems, 2006, 54(1): 34—51.

[10] 张继忠, 张艳平, 王晓东. 包装机供料机构方案设计与分析[J]. 现代制造工程, 2008(10): 97—99.

ZHANG Ji-zhong, ZHANG Yan-ping, WANG Xiao-dong. Scheme Analysis and Design of Feeding Mechanism in Packing Machine[J]. Modern Manufacturing Engineering, 2008(10): 97—99.

[11] 田野, 孙智慧, 郑赛男, 等. 包装机中推料机构分析及优化[J]. 包装工程, 2013, 34(21): 66—70.

TIAN Ye, SUN Zhi-hui, ZHENG Sai-nan, et al. Analysis and Optimization of Feeding Mechanism of Pack-

- aging Machine[J]. Packaging Engineering, 2013, 34 (21): 66—70.
- [12] 熊立贵. 分体挂壁式空调内机包装环保材料选用及结构设计[C]// 中国家用电器技术大会, 2006: 154—157.
XIONG Li-gui. Selecting of Environmental Packaging Material and Structure Design for Indoor Unit of the Mini-split Air conditioner[C]// China Household Electrical Appliance Technology Conference, 2006: 154—157.
- [13] 周晟, 言利容, 谢勇. 空调挂机包装箱支撑结构及其性能评价[J]. 包装工程, 2010, 31(5): 58—61.
ZHOU Sheng, YAN Li-rong, XIE Yong. Improvemen and Evaluation on the Underprop of Wall-mounted Air Conditioners Packaging Box[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(5): 58—61.
- [14] 廖常初. S7-200 PLC 编程及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
LIAO Chang-chu. S7-200 PLC Programming and Applications[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2007.
- [15] 刘乘, 李晓刚. PLC 在包装机械上的应用[J]. 包装工程, 2004, 25(2): 51—53.
LIU Cheng, LI Xiao-gang. Application of PLC in Packaging Machine[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(2): 51—53.