

# 一种 PLC 控制 L 型大板块包装机的设计

张志锋, 肖世德, 赵阳, 叶美松, 梁明通

(西南交通大学, 成都 610031)

**摘要:** **目的** 针对大板块包膜的特殊需求, 设计一种由 PLC 控制的 L 型大板块自动包装机。**方法** 通过分析大板块包膜背封、插角和点胶侧封动作的功能要求, 采用 Pro/E 软件分别建立了取膜、背封、四角插封和点胶侧封等机构的三维模型, 并对其关键的背封和四角插封机构进行了优化, 完成了大板块自动化包装机的设计。**结果** 该包装机能够对 2 种不同尺寸的大型板块进行完整包膜。**结论** 采用四角插封方式, 解决了大板块自动化包膜四角整齐包装的难题, 提高了大板块包装机的工作效率和包膜效果。该机能够对不同尺寸的板块进行包膜, 且更换组件更简便, 具有广阔的应用前景。

**关键词:** 自动取料; 背封; 四角插封; 点胶侧封; 结构设计; 大板块包装机

**中图分类号:** TB486<sup>+</sup>.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)11-0122-05

## Design of Large L-shaped Plate Packaging Machine Based on PLC

ZHANG Zhi-feng, XIAO Shi-de, ZHAO Yang, YE Mei-song, LIANG Ming-tong

(Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

**ABSTRACT:** A large L-shaped plate automatic packaging machine based on PLC was designed according to the special needs of large plates envelope. The functions and requirements of movements for back closure, angle fold and dispensing side seal were analyzed, three-dimensional models of taking the film, back closure, square plug sealing and dispensing were set up by Pro/E software, and then the key back closure and corners seal plug seal mechanisms were optimized to complete the design of large plates automated packaging machine. The packaging machine could realize complete envelope for large sections of two different sizes. The machine solved the corners neatly packed puzzle of big plate automation envelope with corners plug seal manner, and in addition improved the efficiency and envelope effect of big plate packaging machine. The plates of different size could be coated by the machine and it was easier for replacing components, it showed that the machine had a good application prospect and high practicability.

**KEY WORDS:** automatic extraction; back closure; corners plug seal; dispensing side seal; structure design; big plate packaging machine

我国生产的包装机械主要有灌装机械、充填机械、标签机械、裹包机械、多功能包装机械等<sup>[1]</sup>, 主要是针对一些小型物体的包装。随着技术的发展, 包装机的需求和包装对象更加多样化。例如利用聚苯乙烯树脂为主要材料再加上其他辅助材料, 在加

热的同时加入催化剂, 然后经挤塑成型而制造的保温板(俗称大板块), 它的弱点就是易破碎, 如果外包一层隔热保护膜, 可以大大提高该材料的实用价值。针对这种大板块包装的需求, 文中设计开发一种大板块自动化包装机, 以实现连续不间断包装,

收稿日期: 2015-10-30

作者简介: 张志锋(1991—), 男, 山西人, 西南交通大学硕士生, 主攻机械电子自动化设计。

通讯作者: 肖世德(1967—), 男, 四川人, 博士, 西南交通大学教授、博导, 主要研究方向为机械系统 CAD/CAM 和 PDM/CIMS、智能化网络化机电工业监测和控制系统等。

提高包装效率。

## 1 大板块包装过程

大板块包膜的过程，就是利用裁好的隔热保护膜，将大板块完整地包裹起来。主要过程为：自动取膜机取出已裁好的膜，置于背封工作台上，机械手抓取大板块置于该膜上面，启动背封程序，背封完毕后由移动吸盘转移到倒边传送带上，再通过加热传送带后到达定位工作台，再利用吸盘将物料从定位工作台移到四角插封工作台<sup>[2]</sup>，四角插封完毕后再由吸盘送到抽真空工作台，在转移的同时进行加热定型，真空抽取完毕后由人工搬运到点胶侧封工作台进行侧封，至此包膜完成。大板块包膜的整体过程见图 1。

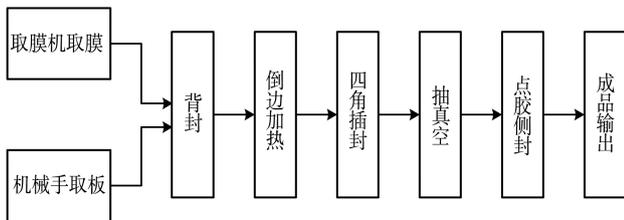


图 1 大板块包膜过程

Fig.1 Process of big plate packaging

## 2 大板块包装机整体构架

### 2.1 大板块包装机的组成机构

该机主要包括支架、驱动机构、机械手、取膜机、传送带、背封装置、定位装置、四角插封装置、真空抽取机、点胶机、自动侧封装置、控制系统等。大板块包装机的整体结构见图 2。

大板块包装机由背封和侧封两大机构组成：背封机构见图 2a，其顶部为机械手和吸盘，机械手将大板块从来料传送带移到到背封工作台，吸盘将背封后的大板块从背封工作台移到倒边传送带；首端安装有自动取膜机<sup>[3]</sup>；中间为背封装置、倒边装置和加热传送带，将背部封口压倒并加热定型；PLC 控制柜位于倒边传送带下方<sup>[4]</sup>；末端为四角插封装置和抽真空装置。侧封机构见图 2b，前端安装有点胶机，末端安装有上压传送带，喷胶后可压紧冷却，使包膜效果更佳。

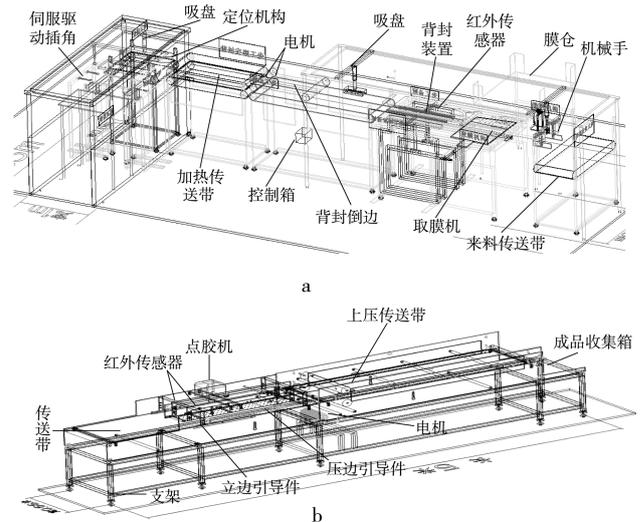


图 2 大板块包装机

Fig.2 Big plate packaging machine

### 2.2 主要装置简介

1) 背封装置。该装置由真空负压工作台、横推带负压夹板<sup>[5]</sup>、上推固定夹板、气缸、伺服电机和红外传感器组成。取膜机取出裁好的隔热保护膜后，利用真空负压将膜平整地吸附在负压工作台上，机械手将抓取的物料放置于膜中间位置。当安装在真空负压工作台上的红外传感器检测到物料后，上推固定夹板升起将物料固定，横推带负压夹板附着隔热保护膜紧贴着物料上表面，相向平移至物料背部中间位置并夹紧，通过高温加热将膜密封<sup>[6]</sup>。真空带负压工作台由空心方管组成，并带有均匀分布的小圆孔；横推夹板横截面为长方形，上半部带有均匀分布的小圆孔，下半部安装有加热丝，使隔热保护膜能够紧贴着物料密封，横推夹板由伺服电机驱动，位于工作台上方，能够准确地将膜贴紧物料；上推固定夹板位于工作台下方，由气缸驱动，实现快速移动，节约工时。

2) 倒边加热装置。倒边装置由倒边引导件、上压传送带<sup>[7]</sup>、同步传送带和支架组成，见图 3a。加热装置由上下同步传送带、加热块和支架组成。背封结束后通过倒边装置将背部封口下压，紧接着通过加热传送带加热定型，使背部封口紧贴物料，保证封口整齐<sup>[8]</sup>，见图 3b。

3) 四角插封装置(见图 4)，主要由四角插头、顶推控制板、插封工作台、移动吸盘、导轨架、加热夹和伺服驱动等组成。移动吸盘吸取物料移动到插封工作台上，并压紧物料；横向伺服电机组驱动横推杆上的 4 个插角头 (1, 2, 3, 4) 相向运动，

直至与物料左右侧面接触，夹紧物料；纵向伺服电机组驱动横推杆上的4个插角头（5，6，7，8）相向运动至设定的行程，使物料包膜的四角向内折叠；竖直伺服电机组驱动2个顶推控制板向上运动，同时4个横向插角头（1，2，3，4）和4个纵向插角头（5，6，7，8）依次退出，顶推控制板继续向上运动，直至与上压板下表面压紧；加热封口夹主气缸动作，使加热封口夹向下运动至物料包膜的边缘处，加热封口夹副气缸动作，使加热封口夹向内运动夹紧膜的两端并封口，顶推控制板向下运动退出。至此，插角包装完成。横向4个插角头（1，2，3，4）比纵向两端4个插角头（5，6，7，8）安装高度略低，保证了插角封口端与物料边缘齐平。导轨架的4根立柱重合在机架的立柱之上，导轨架上方安装有移动吸盘，驱动装置包括纵向伺服驱动机构、横向伺服驱动机构各一组，以及竖直伺服驱动机构，其所带的插角头两两对称布置在插封工作台的四角，顶推控制板位于插封工作台左右两端。8个插角头正面形状为带圆弧类似五边形，保证了膜在向内折叠的过程中不会被破坏；顶推控制板侧面形状也为五边形，起始高度与插封工作台台面持平，保证了膜左右端有足够的封边。

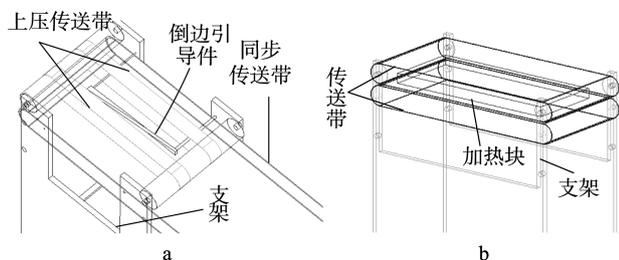


图3 倒边加热装置

Fig.3 Diagram of down side heating equipment

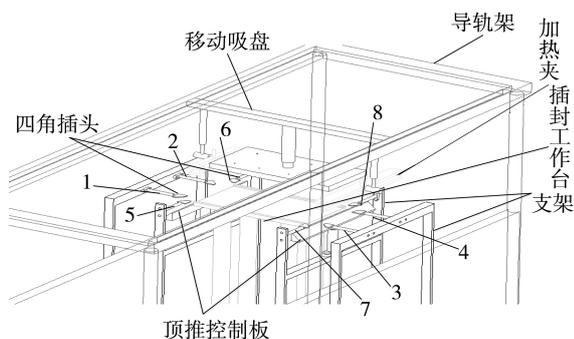


图4 四角插封装置

Fig.4 Diagram of corners plug seal equipment

4) 点胶侧封装置。点胶侧封装置主要由传送带、立边引导件、压边引导件、点胶机、红外传感器、上压传送带和驱动电机等组成。通过抽真空的包膜物料由人工送到点胶侧封机构的传送带上，通过立边引导件将膜两边直立起来，待红外传感器检测到物料后启动点胶机并将胶水喷到距物料上层边缘3~8 mm处<sup>[9]</sup>，再通过压边引导件将膜的两边下压至物料上表面，从上压传送带到成品收集箱的过程中逐渐冷却凝固，至此大板块外层膜全部包好，见图2b。

### 3 大板块包装机的控制部分

#### 3.1 整机控制过程

PLC 控制系统启动后<sup>[10]</sup>，取膜机将膜从膜仓取出并平铺于背封工作台上，同时利用红外传感器实时检测来料传送带上是否有物料，若有物料，即控制机械手抓取物料并移至背封工作台<sup>[11-12]</sup>，置于隔热保护膜上面，并立即返回，背封完成后，利用移动吸盘送至倒边传送带，再通过加热压紧传送带后到达定位工作台，再由移动吸盘送至四角插封工作台进行封口，最后抽取膜内空气后由人工运至点胶侧封装置传送带上，点胶侧封装置上的红外传感器检测到物料信号后启动点胶机进行喷胶<sup>[13]</sup>，再经过压紧冷却后完成包膜。控制流程见图5。

#### 3.2 板块包装机硬件结构设计

该机主要利用 PLC 控制。综合控制要求，控制器选用西门子公司 S7-300XN，触摸屏选用 TP900。共控制 6 台伺服电机<sup>[14]</sup>、1 台变频电机、4 台普通三相交流电机、1 台小型直流电机，以及红外检测传感器的控制。既可以人工手动操作也可以自动运行，手动操作优先于自动运行，即当选择手动功能时，其他自动运行功能全部关断。为了安全还设有“紧急停止”功能，当按紧急停止按钮时，整个系统立即停止运行，其原理见图6。

#### 3.3 大板块包装机软件设计

主要涉及 PLC 编程<sup>[15]</sup>，实现对各型电机的控制、传感器信号的检测以及人机交互界面设计，其主程序流程见图7。

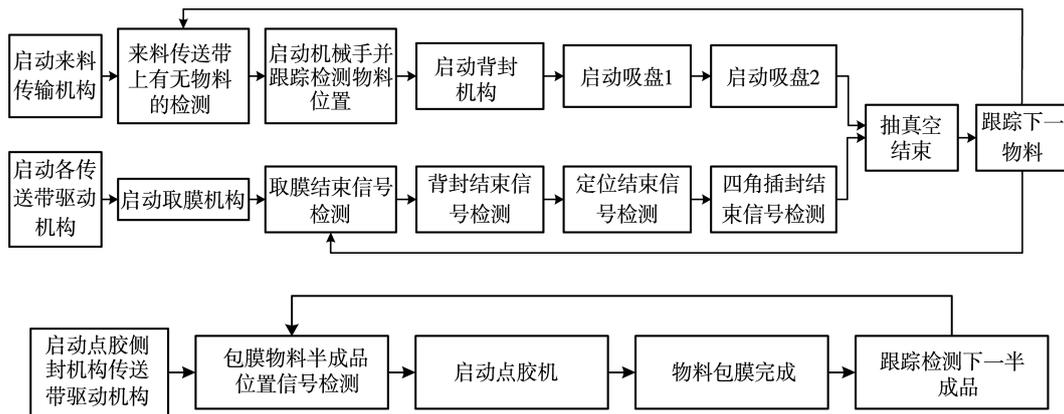


图 5 控制流程

Fig.5 Control process flow

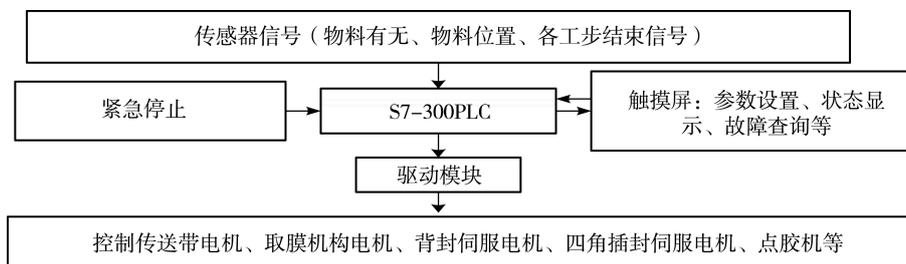


图 6 控制系统

Fig.6 Diagram of control system

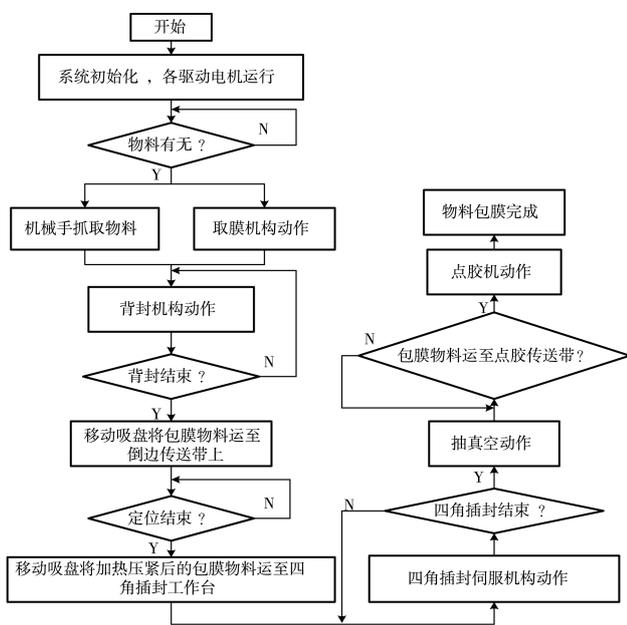


图 7 主程序流程

Fig.7 Main program flow

### 4 结语

该包装机采用水平传送带连续传输,各工步都装有红外检测传感器,通过背封、四角插封、抽真

空和点胶侧封工序实现了大板块完整包膜。利用 PLC 控制系统实现了自动化包膜,不仅包膜效果好,而且效率极高,大大节省了劳动力,创造更大的经济效益。不足的是从真空机到点胶机的过程是由人工搬运,没能实现完全无人包装,下一步继续升级以实现全自动化包装。

### 参考文献:

- [1] 吴双. 果蔬自动包装机的设计与开发[D]. 杭州:浙江农林大学, 2014.  
WU Shuang. Design and Development of Fruit and Vegetable Automatic Packaging Machine[D]. Hangzhou: Zhejiang A & F University, 2014.
- [2] 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 Packaging Machine[J]. Packaging Engineering, 2013, 34 (21):66—70.
- [3] 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.
- [4] 孙秋花, 吕艳, 彭彦平, 等. 连续式罐头装罐包装机的

- 设计与开发[J]. 包装工程, 2013, 34(9):55—58.  
SUN Qiu-hua, LYU Yan, PENG Yan-ping, et al. Design and Development of Continuous Canning Packaging Machine[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(9):55—58.
- [5] 王汝贵, 戴建生. 一种新型平面-空间多面体可重构变胞机构的设计与分析[J]. 机械工程学报, 2013, 49(11):29—35.  
WANG Ru-gui, DAI Jian-sheng. Design and Analyses of a Novel Plane-space Polyhedral Reconfigurable Metamorphic Mechanism[J]. Journal of Mechanical Engineering, 2013, 49(11):29—35.
- [6] DAI J S, JONES J R. Mobility in Metamorphic Mechanisms of Foldable/erectable Kinds[J]. Transactions of the ASME, Journal of Mechanical Design, 1999, 121(3): 375—382.
- [7] 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.
- [8] 程亮, 郭爱华, 孔晨曲, 等. 自动重袋包装机设计[J]. 盐业与化工, 2011, 40(6):15—18.  
CHENG Liang, GUO Ai-hua, KONG Chen-qu, et al. Automatic Bagging Machine for Cigarette[J]. Journal of Salt and Chemical Industry, 2011, 40(6):15—18.
- [9] 赵志旭, 王从岭, 吴鱼榕. 基于 PLC 糖果包装机控制系统设计[J]. 食品与机械, 2008, 24(2):77—79.  
ZHAO Zhi-xu, WANG Cong-ling, WU Yu-rong. Design of Candy Packing Machine Control System Based on PLC[J]. Food & Machinery, 2008, 24(2):77—79.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] LALIBERT T, GOSSELIN C M. Simulation and Design of Under Actuated Mechanical Hands[J]. Mechanism and Machine Theory, 1998, 33(1/2):39—57.
- [13] HUANG L X, KUM A R K, MUJUMDAR A S. A Comparative Study of a Spray Dryer With Rotary Discatomizer and Pressure Nozzle Using Computational Fluid Dynamic Simulations[J]. Chemical Engineering and Processing, 2006, 45(6):461—470.
- [14] 张莉松, 胡佑德, 徐立新. 伺服系统原理与设计[M]. 北京:北京理工大学出版社, 2006:6—8.  
ZHANG Li-song, HU You-de, XU Li-xin. Servo System Theory and Design[M]. Beijing: Institute of Technology Press, 2006:6—8.
- [15] 杨公源. 可编程控制器(PLC)原理与应用[M]. 北京:电子工业出版社, 2004.  
YANG Gong-yuan. Principle and Application of Programmable Controller[M]. Beijing: Electronics Industry Press, 2004.