

[文章编号] 1003—4684(2019)04-0005-03

一种电容自动装箱生产线的设计与实现

钟 飞, 黄 振

(湖北工业大学机械工程学院, 湖北 武汉 430068)

[摘 要] 针对电解电容装箱生产线效率低、人工成本高的问题,利用 Solidworks 软件分别建立电容上料、装入模子盘、针脚振平、针脚校形、储料器、电容装箱机械手等机构的三维模型,采用三菱 FX5U—80MT PLC 控制各种电机和气缸,完成电容的自动化装箱生产。该自动化生产线解决了电容自动化包装的难题,实现了以机器替代人工的目标。

[关键词] 电解电容; 结构设计; 装箱生产线

[中图分类号] TP278

[文献标识码] A

电容器已成为现代化工业生产中必不可少的电子元件^[1]。比较常见的电容器包括电解、有机薄膜和陶瓷三种,其中铝电解电容的产量占比达到 50%。我国铝电解电容生产普遍采用自动化生产方式,由于电容引线易弯折,电解电容的装盘、装箱一般采用手工作业,生产效率低,劳动强度大且故障率高。

针对以上问题及需求,笔者设计开发了一种电容自动装箱生产线^[2-4]以实现高效率及高质量的电容装箱。

1 电容装箱过程分析

电容装箱的主要过程为:电容通过自动上料机置于传输皮带上,机械手通过机器视觉技术抓取电容至模子盘中,旋转工作台转换工位至针脚振平工位,再抵针脚整形工位完成针脚的捋直,最后到达装箱工位抓取电容托盘、隔板、电容,由此完成自动化装箱。电容自动装箱的整体过程见图 1。

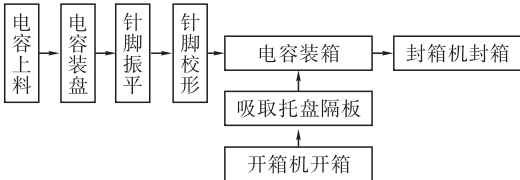
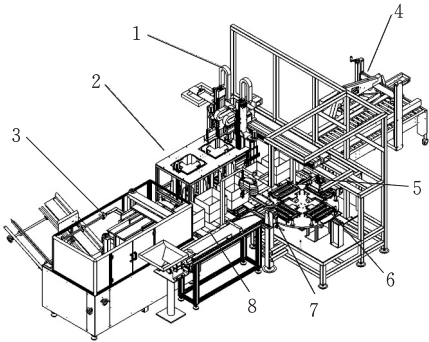


图 1 电容自动装箱过程

2 电容装箱生产线的整体构架

2.1 电容装箱生产线的组成机构

该生产线主要包括基架、机械手、传送带、旋转工作台、振平装置、针脚校形装置、储料器装置、装箱机械手、开箱机、封箱机、控制系统等(图 2)。



1—电容装箱机械手;2—储料器;3—开箱机;4—封箱机;
5—针脚校形机;6—针脚振平机;7—电容装盘机器要;
8—电容上料皮带

图 2 电容自动装箱生产线整体结构

2.2 主要装置介绍

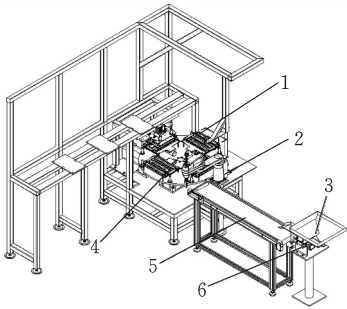
1) 上料装置。该装置由储料漏斗、振动电机、传送带、支架、伺服电机、推杆、气缸、光电传感器和机器人等组成(图 3)^[5]。电容通过振动电机振动传输到皮带上,皮带通过伺服电机^[6]驱动,将电容送达视觉检测区域;固定在皮带末端的光电传感器检测到有电容遮挡后,控制皮带电机停止运转;气缸推动皮

[收稿日期] 2019—01—22

[第一作者] 钟 飞(1971—),男,湖北天门人,湖北工业大学教授,研究方向为轻工机械设计

[通信作者] 黄 振(1992—),男,湖北武汉人,湖北工业大学研究生,研究方向为机械设计及理论

带末端推杆离开皮带以免对机器人抓取造成影响；最后通过视觉检测技术 SCARA 四自由度机器人^[7]完成电容的快速装盘过程。



1—旋转工作台；2—装盘机器人；3—料仓；4—电容模子盘；
5—传送皮带；6—振动电机
图 3 电容装盘装置

2) 针脚振平装置。该装置由推杆气缸、探针、振动电机、触发块和支架等组成。旋转工作台到达针脚振平工位后，固定在底座上的气缸向上推动探针碰触触发块引起振动电机振动，振动电机将电容针脚根部振平在捋针板上，而后推杆气缸推动捋针板露出视觉检测区域，检测是否有无法进行针脚整形（包括针脚分叉过度、交叉过度、扭曲过度）的电容。若有，则旋转工作台转到装盘工位机器人剔除，换取正常电容；若无，则四工位旋转工作台转到下一工位。

3) 针脚校形装置。该装置由上下运动气缸、电缸、梳齿、直线导轨、滑块、缓冲器、压板等组成。安装在基架横梁上的上下运动气缸推动压板，压板材质为胶块防止压伤电容，压块前端的三排梳齿插入针脚根部齿隙，运行平稳的电缸推动梳齿对模具盘中的电容引线一次性完成梳理过程，致轻度弯曲引线（图 4）自动修整到平直的状态，完成针脚校形^[8-9]。

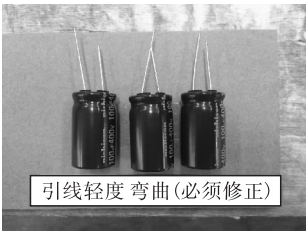
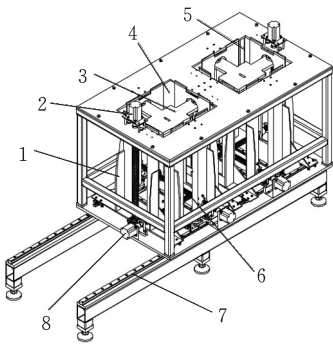


图 4 需修正引脚的电容

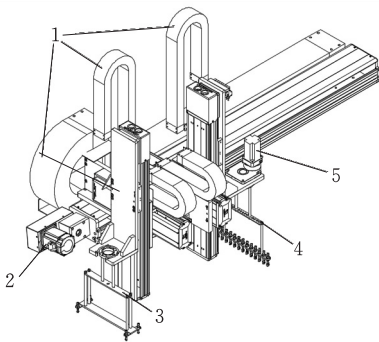
4) 储料器装置。该装置由升降板、挡板、丝杠、直线导轨、导柱、气缸等组成（图 5）。储料器^[10]存放装箱所需物料包括电容托盘和纸隔板，按装箱要求，料仓 1 托盘隔板间隔摆放，料仓 2（结构同料仓 1）只存放隔板。升降板下部固定有反射式光电传感器以实现物料有无的检测。加料时，电机驱动正反向丝杠使两组挡板相向运动留出加料空间，加料完成后，

升降板降至最低位置，挡板同向运动夹紧物料。挡板侧方安有对射式光电传感器使物料抓取机械手每次在同一高度吸取物料。



1—挡板；2、8—电机；3—升降板；4—料仓 1；
5—料仓 2；6—滚珠丝杠；7—直线导轨
图 5 储料器结构

5) 装箱机械手装置。该装置^[11]由电机、拖链、移动平台、旋转平台、真空吸盘等组成（图 6）。开箱机开箱通过辊道运输到装箱工位，装箱工位带有纸箱的对中及夹紧功能，物料吸取机械手吸取隔板、电容托盘到纸箱后，电容装箱机械手使用真空吸盘对电容器整列分 6 次装箱。每个真空吸盘采用单独回路控制，根据托盘样式分 6 列排布，分别为 13、12、10、10、13、12 粒，1、3、5 列是同方向排放，2、4、6 列则是往另一方向排放。装箱时，1、3、5 列直接抓取装箱，2、4、6 列则需伺服电机带动旋转平台旋转 180°并相应地移动半个工位完成一盘电容的装箱过程。装箱完成 6 盘后，储料器转换工位，最上部一层纸隔板从料仓 2 中吸取后即可运送到封箱机处完成封箱操作。



1—拖链；2、5—电机；3—物料吸取机械手；4—电容装箱机械手
图 6 装箱机械手结构

3 电容自动装箱生产线的控制部分

3.1 电容自动装箱硬件结构设计

电容自动装箱生产线主要利用 PLC 控制^[12-14]。根据功能要求确定控制器型号为三菱 FX5U-80MT 的 PLC^[15]，1 个 32EM/ES 输入输出扩展模块，1 个威纶通 MT6103iP 系列触摸屏。该装箱生产线包括

2 台三相异步振动电机、5 台伺服电机、7 台步进电机,若干气缸、电缸及各种光电传感器的控制。其控制系统原理见图 7。该系统不仅有自动运行模式,还要有手动操作模式,手动模式可以对每一部分单独调试。紧急停止按钮的设置可以使机器在运行中发生故障时紧急停止,以确保安全。

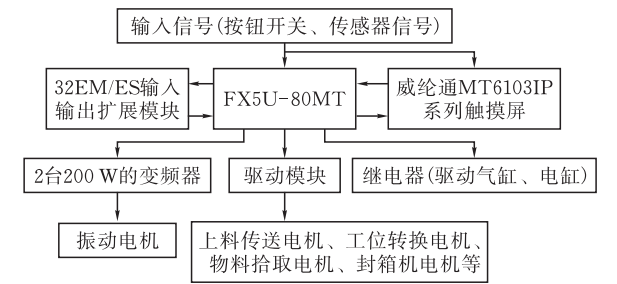


图 7 控制系统原理

3.2 电容自动装箱软件设计

软件设计主要是通过 PLC 编程实现对伺服、步进电机和气缸电缸的控制,传感器信号检测及人机交互界面(图 8)设计。主要程序流程见图 9。



图 8 主界面

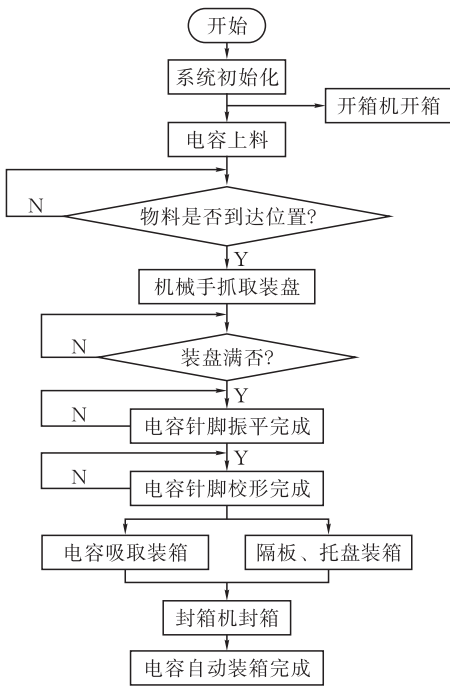


图 9 主程序流程

盘、装箱人工操作的模式,通过各部分机械结构以及三菱 PLC 为核心的控制系统实现了电容的自动装箱过程,电容装箱效果良好,且只需改变电容模子盘的大小即可完成不同尺寸电容的装箱,有很强的通用性。不足的是装箱所需物料还需人工添加,下一步可以升级成自动加料,以减少人力投入。

[参 考 文 献]

[1] 何海峰.铝电解电容器技术应用及发展研究[J].科学与财富,2017(7):61-61.

[2] 尹章伟,毛中彦.包装机械[M].北京:化学工业出版社,2010.

[3] Yan J, Vyatkin V, Weber G, et al. Control and hardware-in-the-loop simulation of fruit packing machine with IEC 61499[J].IEEE 10th International Conference on Industrial Informatics,2013(3):923-928.

[4] Catherine Overbury.Case Packing Made Better With - Machine Vision[J].Quality,2012(5):24-25.

[5] 魏泽鼎,樊明,魏国清.振动上料装置的动态研究及电力驱动问题研究[J].机械设计与制造,2008(6):137-138.

[6] Simms M.Servo motor driven ballscrew key to car seat test system[J].Industrial Technology,2015(3):28.

[7] 郑华,陈军,金鸿章.SCARA 机器人运动学和视觉抓取研究[J].组合机床与自动化加工技术,2017(6):50-53,58.

[8] 张铮.一种 DIP 芯片引脚整形装置:201510741094.2 [P].2016-02-10.

[9] 李卫.异形电子元件自动插件机设计及其关键技术研究[D].济南:山东大学,2015.

[10] 孙永芳.基于 PLC 的自动生产线供料仓的设计[J].自动化技术与应用,2017(9):85-87.

[11] 刘燕,邹萍,管文娟.基于 PLC 的三轴机械手控制系统的设计与实现[J].制造业自动化,2016(7):21-24.

[12] 李坤全,邵凤翔.全自动包装码垛机器人控制系统设计[J].机械设计与制造,2017(4):259-262.

[13] 姜涛,何洋.基于 PLC 的线筒包装生产线控制系统设计[J].轻工机械,2012(3):47-49.

[14] 杜柳青,罗辑,余永维,等.PLC 在泡罩药品包装机控制系统改造中的应用[J].包装工程,2006(1):106-108.

[15] 初航,史进波.三菱 FX 系列 PLC 编程及应用[M].第 2 版.北京:电子工业出版社,2014.

(下转第 39 页)

4 结束语

此电容自动装箱生产线取代了传统的电容装