

基于 ERP 的瓦楞纸箱生产线自动化改造研究

吉智

(淄博国际经贸促进中心 山东 淄博 255000)

摘要: 当下,瓦楞纸箱因为其优越的使用性能和良好的加工性能,已经成为了运输包装首选。对包装行业而言,研究瓦楞纸箱小批量定制尺寸的自动化生产系统具有重要意义。本文结合 ERP 系统实现对整个瓦楞纸箱生产线的可编程逻辑控制,搭配交流伺服系统的驱动单元,实现对整个瓦楞纸箱生产线的自动化检测和控制,从而实现瓦楞纸箱生产过程中的自动选纸、加工和改造等应用功能,提高瓦楞纸箱生产效率,降低人工成本,帮助企业实现经济效益的提升。

关键词: ERP 系统;瓦楞纸箱;生产线;控制系统;可编程逻辑控制

0 引言

现如今,电商行业发展迅速,物流包装的市场需求也随之不断扩大。国内外众多从事包装领域的企业也都相继开始进行瓦楞纸箱的生产。很多包装企业拥有瓦楞纸箱的生产线,生产的瓦楞纸箱质量也很高,但是这些企业大多采取模切压痕技术,生产成本高,不适用于小商品的包装运输,因此模切压痕技术难以满足现如今电商市场对于大批量小巧瓦楞纸箱的定制需求^[1]。

针对这一问题,为了满足瓦楞纸箱行业的市场需求,提高生产效率,保证生产精度,本文采用 ERP 系统结合可编程逻辑控制器,实现对瓦楞纸箱的自动化生产线改造,通过 PLC 技术及交流伺服系统实现对整个瓦楞纸箱生产线的自动化检测和控制,这样可以极大地降低人工成本,同时也更能够保证瓦楞纸箱的生产精度。除此之外,还可以搭建标准化数据和操作流程的 ERP 系统,实现人机交互下的生产过程全自动控制,以网络信号对整个自动化生产线进行监控,实现瓦楞纸箱的自动化生产、检测及管理。

1 基于 ERP 的瓦楞纸箱自动化生产线的总体设计

研究瓦楞纸箱自动化生产,首先需要了解传统的模切压痕瓦楞纸箱生产系统存在的问题。传统的模切压痕生产采用固定尺寸的纸板模具进行生产加工,因此难以灵活地加工不同尺寸的纸箱。同时模切压

痕技术对生产压力的稳定性要求很高,一旦压力不稳就会出现模切压痕不均匀的情况,从而出现生产误差,降低了生产效率。因此,在基于 ERP 系统的瓦楞纸箱自动化生产线改造中,就需要重点解决上述问题,从瓦楞纸箱自动化生产线的结构改造和控制系统改造两个方面入手,解决传统瓦楞纸箱生产系统不能随意改变尺寸和不能够保证生产压力稳定的问题。

1.1 生产线总体结构

传统的瓦楞纸箱生产线设计中,采取固定尺寸的纸板模具,这就导致其不能够随意地加工不同尺寸的瓦楞纸箱,而如果进行纸板模具的更换,则容易产生不必要的材料浪费和人工成本。因此,基于 ERP 系统的标准化数据和最优操作流程,本次进行的生产线改造设计一共设置了 6~8 个生产仓。每一个生产仓中放置不同尺寸的瓦楞纸板加工模具,可以同时满足 6~8 组不同尺寸的瓦楞纸箱的生产加工需求。同时在生产线的设计上改用台式结构,通过引导皮带进行材料传输,通过安装的瓦楞纸板切割压痕机进行生产,检测装置和安全保护系统保证整个加工过程中机架、电源及信号传输的安全性和准确性^[2]。其中,升降机构通过上升或者下降将瓦楞纸板输送到不同的加工入口进行加工,而加工机构通过气缸夹紧纸板,然后用于切割的横刀、纵刀对瓦楞纸板按照纸箱尺寸进行切割和压痕。整个生产线设计如图 1 所示。

1.2 生产线系统的设计思路

对整个生产线总体结构进行设计之后,为了保证

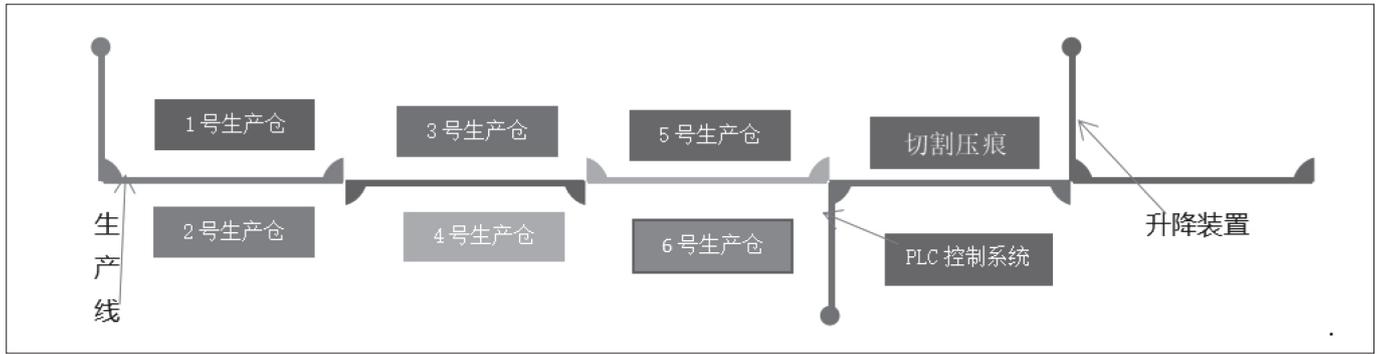


图1 基于ERP的瓦楞纸箱自动化生产线总体结构图

加工过程中误差在可控范围内，并且提高整体的生产效率，需要实现自动化生产，因此对生产线控制系统进行设计改造。对于生产线的控制系统，要确保其工作稳定可靠、控制信号传输精准、控制精度高、操作简单且安全性满足要求。因此在系统的控制器选择上，选取可编程逻辑控制器（PLC），其可以内部存储信号，执行逻辑运算、顺序控制等指令，并且PLC还具有使用寿命长、操作简单、易于维护的特点。将PLC技术运用于瓦楞纸箱的自动化生产线改造上，能够更好地实现自动化控制。当然，基于ERP系统的瓦楞纸箱自动化生产线设计还需要考虑标准化数据传输和一键式操作系统构造，因此还涉及气动技术和传感技术的运用。上述控制技术的应用可以更好地实现瓦楞纸箱自动化生产中的纸板自动提取、纸板依照标准化数据自动传送到不同尺寸的生产仓、自动进行加工的三大工作模块。其中，升降功能、传送功能及切割压痕功能就需要借助三大控制技术来实现^[3]。

1.2.1 升降功能

升降功能主要是将不同纸板通过固定机架固定之后上升或下降至需要加工的入口。在这个过程中，需要通过PLC接收来自于ERP系统的标准化数据，判断需要优先进行加工的纸板的尺寸，然后PLC控制器通过传输的控制信号，实现伺服系统对升降装置的控制，将纸板上升或者下降到不同的加工入口高度。设置延时3s，然后气缸通过电磁阀控制纸板夹紧，将纸板传送到加工入口中。升降功能实现了不同纸板尺寸要求的瓦楞纸箱的生产加工，可以将不同尺寸的纸板传送到相应的加工仓中。

1.2.2 传送功能

传送功能负责整个纸板的传送，通过气缸将需要加工的纸板送入加工入口处，入口安装的相关传感

器可以检测纸板宽度和厚度，并将检测信号反馈到PLC系统中。PLC系统通过电磁阀控制气缸上的压纸棍压住纸板，并将其传送进入切割压痕的工作台，将纸板按照ERP系统传输的标准化数据进行压痕切割。

1.2.3 切割压痕功能

切割压痕是对整个纸板进行加工的关键环节。切割压痕装置是整个瓦楞纸箱自动化生产线的核心。纸板进入了加工区域之后，切割压痕装置就会接收到PLC传输的切割信号，此时控制切割的气缸处于冲压状态。冲压状态下，切割压痕装置中的切割钢刀就会受到强大的压力冲击，从而实现对纸板的切割。而当需要进行压痕时，PLC控制器就会传输给压痕气缸指令，让压痕气缸处于充压状态，且能够通过压痕圆盘进行压痕操作。对于同一组的切割压痕装置，切割和压痕需要分步进行。切割和压痕是整个瓦楞纸板自动化生产的关键，其所涉及的控制信号主要来自于ERP系统对PLC控制系统输入的标准数据信号和自动化操作流程信号。PLC控制系统则需要传输信号给电磁阀以完成对纸板的切割和压痕操作。

1.2.4 辅助功能

除了上述三大功能之外，整个瓦楞纸箱自动化生产线还涉及多种辅助功能的实现，包括系统启动、复位、停止及报警功能。系统启动和复位操作是为了更好地完成机械自动化的初始动作恢复。在系统启动之后，在设备工作过程中对整个系统工作流程不断进行复检，确保整个工作流程顺畅无误；一旦出现与操作流程不符的操作行为或者与自动控制流程不同的状况，则进行报警提示，从而防止系统工作中出现人为干扰或者系统自身出现问题。所有工作完成之后，停止按钮传输停止信号，所有部件停止

工作^[4]。

2 控制系统总体设计方案

在整个控制系统的设计中，PLC是实现控制的关键。本文采用的PLC系统在接收到ERP系统传输的精准的瓦楞纸箱尺寸之后，会将瓦楞纸箱尺寸信号借助伺服驱动传输给升降机、传送机及切割压痕机；然后这3台装置会将转速及位置信息通过绝对值编码器反馈给伺服机构，伺服机构再将获得的信息反馈给PLC系统进行处理。这样整个信号传输就实现了闭环控制，进而对整个瓦楞纸箱实现自动化控制。具体方案及工作原理如图2所示。

采用220/380V变压器为伺服机构提供电源，同时也可实现对电源的精准控制。同时为PLC、继电器及电磁阀设备供电的是24V的DC电源，其提供的稳定的直流电源能够满足控制设备的稳定电压需求。由伺服控制系统构成的精准控制单元可以对电动机速度及位置进行控制，确保设备在工作过程中能够定位准确、工作效率高且稳定。伺服控制器选用国外或者国产的V90伺服驱动系统，伺服驱动系统的质量、功率及稳定性很大程度上决定瓦楞纸箱自动化生产线的使用年限和使用效率。PLC控制器需要横向连接对应的安全检测系统。安全检测系统随时对控制器的传输信号进行检测，确保整个系统运行稳定、安全和高效。升降电动机采用有绝对值编码器的永磁同步电动机。而传送电动机和切割压痕电动机则可以采用有绝对值编码器的同步伺服电动机。只有保证电动机能够进行编码及信号传输，才能精准地掌握电动机速度和位置^[5]。

3 控制系统设计

3.1 控制系统的硬件设计

在整个瓦楞纸箱的自动化生产线改造中，总体的控制系统设计已经完成，接下来需要基于生产线的自动化需求，选择对应的控制器及外部扩展模块等相关硬件。

3.1.1 控制器的选型

要做到不同尺寸及不同需求的瓦楞纸箱的自动化生产，涉及的自动化生产线系统是十分复杂的；并

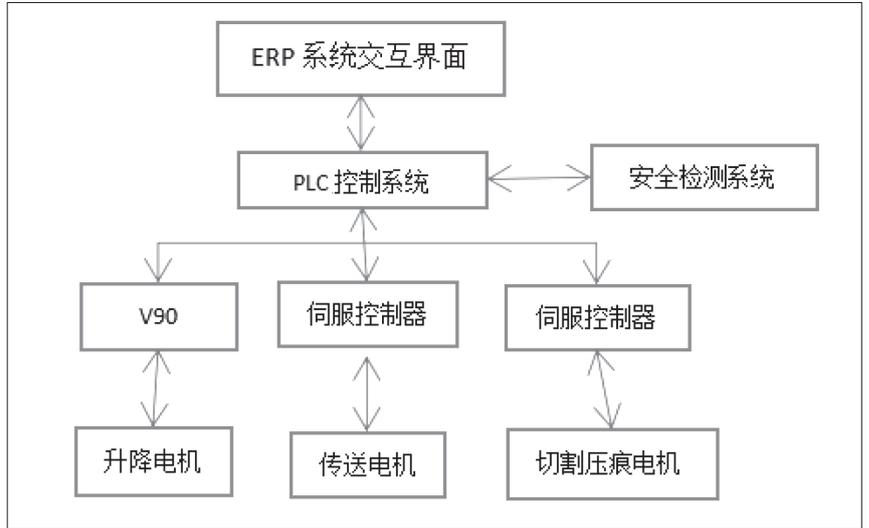


图2 基于ERP系统的瓦楞纸箱控制系统总体设计方案

且要保证ERP系统的精准数据传输，整个自动化生产系统的信号输入以及输出量是很大的，系统的控制精度要求相对较高。因此在选择PLC控制器时，可以选择性能强大、信号输出稳定，能够进行顺序控制、定时控制、逻辑预算的高性能PLC控制器。本文选择韩国LG集团生产的K7M-DR10UE可编程序控制器PLC作为整个控制系统的核心。该控制器的特点是：能够进行顺序控制、定时控制，可通过数字信号或者模拟式输入/输出进行各种生产控制；处理速度快、安全性高，维护简单有效；其使用的CPU具有大容量存储和程序分析能力，可以保证在瓦楞纸箱的自动化生产过程中完成较为复杂的信号传输控制，保证瓦楞纸箱切割平整，压痕清晰；控制器能够根据需要控制I/O点数，具有14~1024点的各种最优化机种，能够满足不同企业在瓦楞纸箱的自动化生产过程中的不同信号传输及模块扩展需求^[6]。

3.1.2 外部扩展模块选型

在外部扩展中，相应的模块需要完成信号的传输工作，包括电动机的急停、切割及压痕所涉及的部件的气压监测、故障确认、纸板仓纸板监测、升降台高度监测、开关按钮等相关的输入信号。为了满足如此大的信号输入需求，外部扩展模块选用西门子的高性能接口模块，型号为ET200MP IM155-5PN，同时为了满足ERP系统的人机交互使用需求，还使用了西门子的SM521模块。这样就可以保证整个PLC控制系统通过连接外部扩展模块，可以完成包括故障确认、6~8个纸板仓的纸板信号检测、3

台电动机的电子转速及位置确认，瓦楞纸箱切割过程中横刀、纵刀的运行速度和压痕压机的气缸电磁阀等信号，以及报警灯信号、伺服电动机运转信号、开关按钮信号、照明信号等，总共超过 50 组信号的输入输出^[7]。

3.2 系统软件设计

3.2.1 系统组态

完成了硬件选型之后，控制系统的软件设计就是实现自动化生产的关键。控制系统主要包括人际交互单元、信号输出/输入处理单元、伺服驱动单元和主控制单元 4 大模块，其中采用 V15 软件来实现硬件系统组态，如图 3 所示。

结合总体的设计方案进行控制系统的编程和调试，通过 PLC 控制器控制电磁阀的通/断以实现纸板的升降、纸板的传送以及纸板的自动化切割和压痕。在自动化选纸上，先输入纸箱信号，包括纸箱的高度尺寸、宽度尺寸、长度尺寸和预留尺寸；得到纸箱对应的尺寸信号之后，以对应尺寸为目标纸

板仓的坐标，通过电动机控制轴压紧筛选好的纸板，从而完成自动选纸工作。

3.2.2 纵刀、横刀控制原理

纸板的切割需要涉及纵刀和横刀的控制，为了达到精准切割的目的，在初始排刀时，就要对横切电动机的编码进行设置，可以设置电动机左右两侧中的某一侧为编码器的零点，然后逐步递增编码。在气缸夹紧皮带的推动下，横切电动机开始按照传输的传感器信号进行移动，横刀传感器接收纵刀传感器信号，判定纵刀传感器位置之后回传给 PLC 控制系统。纵刀位置确定后，PLC 控制系统再传递横刀控制信号，通过电磁阀控制气缸内部压力，根据传递的信号逐步推动横刀和纵刀，气缸通过信号进行冲压操作，从而实现切割。横刀、纵刀信号相互交替传输，确保横刀切割时，纵刀夹紧，纵刀切割时，横刀夹紧，随着纸板的不断传送，整个切割工作就完成了。

3.2.3 压痕控制原理

在切割完成后，电磁阀控制压痕气缸进行压

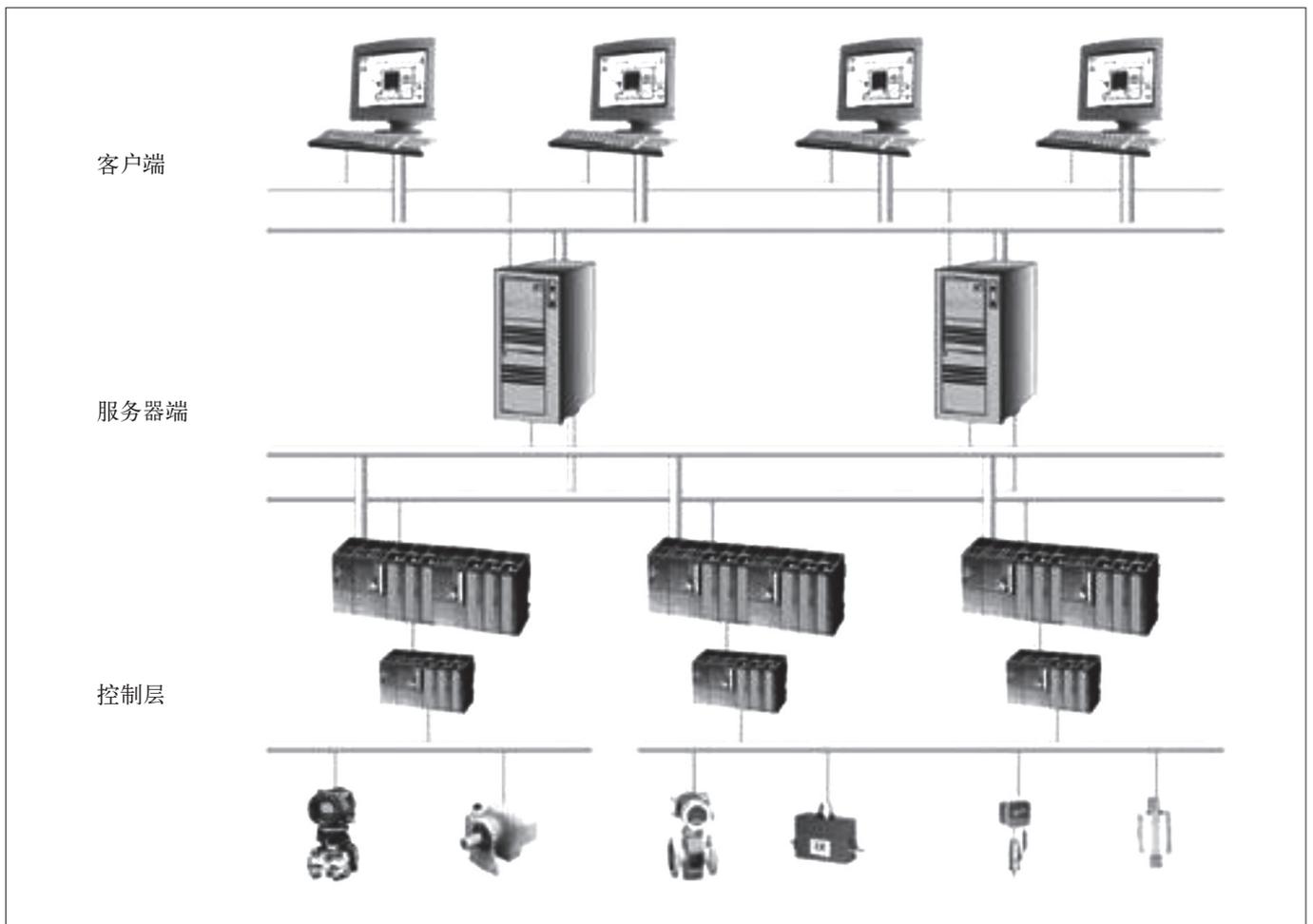


图 3 V15 软件实现的硬件系统组态

痕工作。压痕时,电磁阀控制压痕气缸将压痕装置按照既定的冲压信号进行压痕,压痕的同时,由PLC控制系统判定切割,切割跟压痕同时进行。

4 结语

基于ERP的瓦楞纸箱自动化生产线改造的核心在于,满足不同尺寸的瓦楞纸箱生产要求,确保生产压力稳定、生产数据标准化以及生产流程自动化,因此在设计整个控制系统时采用高性能PLC,确保生产稳定、纸箱质量高且灵活高效。这不仅降低了企业的劳动力投入,而且增产增效,能够为公司创造更大的经济效益。

参考文献:

- [1] 康启来. 纸箱生产线若干生产技术的改造[J]. 印刷质量与标准化, 2012(8):59-62.
- [2] 周公. 瓦楞纸箱行业深度透析[J]. 中国包装工业, 2010(6):46-49.
- [3] 林长青. PLC技术在机械电气控制装置中的运用[J]. 橡塑技术与装备, 2016(8):107-108.
- [4] 刘凯. 机械电气控制装置PLC技术的应用[J]. 山东工业技术, 2016, 43(6):41+121.
- [5] 翁海宽, 江剑. 基于PLC的弹药装填机械手控制系统设计[J]. 机械制造与自动化, 2016, 45(6):164-168.
- [6] 翟洪杰, 刘三国, 李聚霞. 包装产品模压精度不高故障浅析[J]. 今日印刷, 2017(7):68-69.
- [7] 傅晓耕, 冯潇潇. 基于PLC的剪板机电气控制系统设计与研究[J]. 机械制造与自动化, 2018, 47(6):203-206.

作者简介: 吉智(1988.08-), 男, 汉族, 山东潍坊人, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 产业服务、传统工业企业转型升级、注塑成型工艺优化。

严正声明

近期,本刊编辑部收到作者反映,一些不法分子盗用我刊名义,自建非法网站或钓鱼网页(<http://www.zgjxzz.cn>、<http://mach-china.toug.com.cn>等),或以《中国机械》杂志社编辑部“编辑”“责任编辑”等名义,向广大作者征收稿件,并收取所谓的“版面费”、“审稿费”等,严重侵犯、影响了我刊声誉和广大作者的权益。在此,我刊严正声明如下:

1.《中国机械》杂志社于1982年创刊,是国家新闻出版署批准登记的国家级机械工程类学术期刊(旬刊),目前尚未创建独立的“官方网站”,浏览本刊电子版需从中国工业新闻网(<http://www.cinn.cn>)下方链接进入,链接地址http://www.cinn.cn/zgjxzz/index_348.shtml,或通过万方数据知识服务平台(<https://www.wanfangdata.com.cn/>)的官方网页搜索本刊进行查询,链接地址<https://sns.wanfangdata.com.cn/period/zgjx> 查询全文;

2.《中国机械》杂志为旬刊,请广大作者认准,凡标记“半月刊”“月刊”的网络征稿平台,均为非法网站,欢迎联系本刊编辑部进行举报;

3.《中国机械》杂志社唯一投稿邮箱:jxzzs@cinn.cn;

4.《中国机械》杂志社《录用通知书》加盖“中国机械编辑部”公章,凡加盖“《中国机械》杂志社编辑部”或使用已作废公章(防伪码为1101081749266的总编室公章、防伪码为1101081491290的原编辑部公章),均为假冒录用通知书;

5.《中国机械》杂志社从未委托任何机构、网站或个人代理本刊的组稿、审稿等相关事宜,编辑部一直严格遵守“三审三校”规定,追求杂志整体质量的提升,将期刊的社会效益放在首位,对于盗用《中国机械》杂志社名义发布虚假信息、实施非法征稿等行为,本刊将依法追究其法律责任;

6.本刊编辑部唯一联系电话:010-67410664。
敬请广大作者和读者注意辨别,提高警惕,谨防上当!

《中国机械》杂志社
2023年3月