
摘 要

当下社会，各行各业机械化自动程度越来越高，是一个行业迈向成熟的表现。自动化替代人力，一方面能够将人从繁重的体力劳动中解放出来，提高工人的幸福指数，符合国家以人为本的发展理念；另一方面，自动化相较于原先的体力操作，能够大大提高工作效率，降低人工成本，还能大幅度提高产品质量，行业有句老话：什么工作只要是人进行操作，就会存在质量缺陷，而机械操作按照预先设定的程序进行工作，能够大幅降低质量缺陷；自动化的高效率能够大幅提高企业生产效率，有助于企业快人一步，抢占市场先机。

本次的毕业设计，在老师的指导下，首先收集目前市面常用的几种食品包装机，参考分析结构及其功能，最后锁定研究目标为食品塑封包装机。本次设计包装机的传动部分动力由电机提供，纵封与横封动力由小型气缸提供动力，电机动力通过减速机传递给滚轴，滚轴与塑料薄膜通过摩擦力实现推进与缓存，薄膜进入成型器后先进行纵封，使得平整的薄膜热封成筒状，接着食品通过料斗进入筒状薄膜，到达一定分量，机器进行自动横封，至此食品包装过程完成，包装好的食品从接料斗出来。在确定了包装机运行方案后，用 Solidwork 进行三维数据设计，绘制出包装机的零件，并按照包装机的功能进行零部件的模块化分组装配；接着按照包装机的运行工况进行电机、气缸等外购件的选型及匹配；最终通过干涉检查以及计算校核，检验零部件运动工程是否存在干涉以及关键零部件力学性能是否满足要求。这样既能保障包装机功能的实现，又能保障包装机性能的稳定。

关键词：食品；包装机；自动化；纵封机构；横封机构

论文类型：工程设计 模拟课题

Abstract

In today's society, the degree of mechanization and automation in all walks of life is getting higher and higher, which is the performance of an industry moving towards maturity. On the one hand, automation can liberate people from heavy manual labor, improve the happiness index of workers, which is in line with the people-oriented development concept of the country; on the other hand, compared with the original manual operation, automation can greatly improve work efficiency, reduce labor costs, and greatly improve product quality. There is an old saying in the industry: what kind of work As long as people operate, there will be quality defects, and the mechanical operation according to the preset procedures can greatly reduce the quality defects; the high efficiency of automation can greatly improve the production efficiency of the enterprise, which is helpful for the enterprise to speed up and seize the market opportunity.

In the design of this topic, under the guidance of the teacher, we first collect several commonly used food packaging machines on the market, reference and analyze their structure and function, and finally lock the research goal as food plastic packaging machine. In this design, the power of the transmission part of the packaging machine is provided by the motor, and the power of the longitudinal and transverse sealing is provided by the cylinder. The power of the motor is transmitted to the roller 1 through the reducer. The roller and the plastic film are pushed and buffered through friction. After the film enters the shaper, the longitudinal sealing is carried out first, so that the flat film is heat sealed into a cylinder, and then the food enters the cylinder film through the hopper to reach the packaging machine A certain amount, the machine for automatic horizontal sealing, so far the food packaging process is completed, packaged food from the hopper. After determining the operation scheme of the packaging machine, SOLIDWORK is used for 3D data design to draw the parts of the packaging machine, and the modular grouping assembly of the parts is carried out according to the functions of the packaging machine; then the selection and matching of the motor, cylinder and other purchased parts are carried out according to the operation conditions of the packaging machine; finally, the motion engineering of the parts is checked through motion simulation and calculation check Whether the mechanical properties of interference and key parts meet the requirements. This can not only guarantee the realization of the function of the packaging machine, but also guarantee the stability of the new energy of the packaging machine.

Key Words: Food, packaging machine, automation, longitudinal sealing mechanism, transverse sealing mechanis

目 录

摘 要	I
Abstract.....	II
目 录.....	III
1 绪论.....	1
1.1 课题研究背景及意义.....	1
1.2 国内外研究现状.....	3
1.3 设计目标.....	5
1.4 创新点.....	5
1.5 技术路线.....	6
2 总体设计方案的制定.....	7
2.1 总体设计思路.....	7
2.1.1 总体设计框图.....	8
2.1.2 主要组成结构.....	9
2.1.3 动力传递路线.....	9
2.2 模块化设计.....	9
2.2.1 驱动部分.....	9
2.2.2 传动部分.....	10
2.2.3 控制部分.....	12
3 包装机的总体设计.....	14
3.1 包装机的材料选定.....	14
3.2 电动机的选型.....	14
3.3 气缸的选型.....	15
3.4 Solidwork 三维建模过程与强度校核.....	18
3.4.1 焊接架的建模与校核.....	19
3.4.2 齿轮的建模与强度校核.....	22
4 包装机关键结构分析.....	25
4.1 热封机构的结构分析.....	25
4.1.1 纵封机构.....	25
4.1.2 横封机构.....	26
4.2 运膜机构的结构分析.....	26
4.2.1 薄膜传动分析.....	26
4.2.2 缓存机构、张紧机构分析.....	27
4.2.3 打码机分析.....	28

4.3 成型器结构分析.....	29
4.3.1 成型器成型及结构分析.....	29
4.3.2 双运膜机构结构分析.....	30
5 关键零件校核.....	31
5.1 传动轴的计算校核与强度校核.....	31
5.1.1 传动轴的计算校核.....	31
5.1.2 传动轴的强度校核.....	32
5.2 张紧机构计算.....	33
5.3 食品包装机样机的干涉检查.....	34
总 结.....	37
致 谢.....	38
参考文献.....	39

1 绪论

1.1 课题研究背景及意义

我国的饮食文化经过数千年的沉淀已经享誉全球，得到世界各地人民的缪赞。近年来我国也通过《舌尖上的中国》宣传等各种渠道和媒介的方式宣传我国的饮食文化，通过美食与国际友人交流无疑是对华夏文化最好的宣传方式。

生活中，我们无论是逢年过节，还是亲朋好友聚会，美食无疑为我们的交流添加了不少的乐趣。经过多年来菜系的演变，各地已经逐渐形成了本地的特色小吃，甚至不少小吃已经成为了当地的一张宣传名片，这张名片不仅为当地带来巨大吸引力和知名度，同时通过小吃的生产，销售大幅增加了当地人民和企业的收入。因此食品包装具有极大的意义。

虽然我国的工业程度目前取得了瞩目的成绩，但不可否认的是我国依旧是个农业大国，农作物品种多样化，样式新颖，产量也不断攀高，在满足了国家及个人家庭的需求后，仍有大量的农作物产品剩余，通常农户会把多余的农副作物以原材料的价格卖给中介，只赚取了微薄的利润，目前随着人们的生活水平不断提高，越来越追求绿色食品，通过购买纯绿色原材料，自己加工美食；同时伴随着互联网电商的崛起，人们的购物方式更加便捷及宽广，而且操作方式及其简单^[1]。

农民、食品加工人员可以通过在网上自己销售自己的产品，生产厂家与客户进行交易，既提高了农户食品加工人员的收入，还替消费者减少了费用，是一种两全其美的交易方式。这其中就需要对食品进行包装，以便进行运输、存储。这也正是我们研究食品包装机最大的意义。相较于手工包装，机械化自动包装效率更高，而且包装质量好，并且大部分的食品包装需要抽真空，氮化进行防腐，这对于人力操作困难很大，或者是人力不可能实现，必须使用包装机。

人工打包食品的成本高，而且灰尘比较大，环境清洁程度困难。食品包装厂招工、留人困难，新员工与老员工之间交替程度大从而降低生产效率。人工包装的流水线长，员工与员工之间交接动作不连贯，从而造成生产效率低、生产成本低。下图 1.1、图 1.2 为原始人工打包食品及流水线图。

针对国内许多部门对食品包装机械的需求，本设计着重探讨食品包装机械的整体结构设计和模块化结构，开发出具有包装速度快，通用性好以及结构简单可靠、操作方便、自动化程度高的新颖食品包装机械，对我国食品行业发展有着积极的意义^[2]。



图 1.1 包装食品流水线



图 1.2 包装食品

本课题的研究，方案设计阶段通过阅读大量的文献及现有主流包装机的结构方案，传动系统了解了链式传动、皮带传动、齿轮传动、蜗轮蜗杆传动等多种传动方式的特点。通过对比各个传动方式的传动特点，在确定了设计方向为塑封包装机以后，选择了齿轮传动用于动力输出，达到转动方向的不同；将皮带传动方式用于塑料薄膜的输送，严格意义上并不是皮带传动，只是运动形式更加与皮带传动贴切；纵封机构与横封机构参考目前食品包装机最成熟的结构方案，通过小型气缸推动两偏封袋机构使薄膜夹在两片机构中间（因为小型气缸成本低，而且行程固定，且稳定），然后两片机构产生热量，使薄膜融化，在机构压力作用下将融化的薄膜粘接在一起。横封机构也是气缸提供动力，类似纵封一样的结构方式，但是与纵封不同的是，横封机构一侧安装了切刀，切刀位置在热封机构的中间，用于机构在热封完成之后进行切割分装。在三维数据设计阶段，一边参考竞标食品包装机结构，一边进行零部件设计，通过本次课题的研究，我的三维软件能力大幅度提升，对以后在本行业工作起了非常重要的作用，通过对成品包装机的对标分析，一方面使自己对结构有了更多的认识，另一方面使得自己学会了在研究一个课题时，先研究行业现有产品的结构然后再进行所需做的产品的结构设计，使自己的设计更加贴近实际^{[3][4][5]}。

1.2 国内外研究现状

改革开放以来，国内的食品包装机行业发展较为迅速。据统计，我国 2019 年食品工业总的产值突破 10 万亿人民币。食品包装机为整个食品工业提供了举足轻重的物质、技术保证，食品包装机行业产值也突破了 2100 亿人民币。但是食品包装设备与整个食品工业巨大的体量还是无法进行匹配，难以满足食品工业自动化、精细化、标准化的需求。目前大多数食品包装机企业还停留在模仿国外设备的阶段，规模化企业数量不多，年产值 10 亿的企业更是少之又少。相关部门统计 2019 年我国食品包装机出口额 27 亿美元，进口额 53 亿美元，进口与出口逆差不断扩大。高端产品大幅度依赖国外进口。我国的包装机装备企业与国外同行相比主要体现在产品的质量跟不上，自动化、智能化程度低，兼容度差等方面，严重制约了我国食品工业的发展^[6]。

(1) 德国

德国在各个行业的设备制造能力在世界范围而言都是首屈一指的，在食品设备行业也表现出了强大的自动化、智能化、集成化。据不完全统计，早在 10 年前德国食品设备企业约有 450 家，产值 10 亿美元的更是达到 232 家，每年企业投入到新产品研发上资金占企业全年营业额的 10% 以上。多年的研发投入，使其注册专利占据全球食品装配行业注册专利的 30% 以上，凭借其先进的技术，可靠的性能享誉世界。我国进口食品包装设备 60% 来自于德国，欧洲 75% 的食品包装机来自德国。德国糖果装备在全球市场占比 25%，肉类加工占据 33% 份额，饮料加工装备占据 50% 份额。近年 CAE 仿真技术在新装备研发阶段的应用更是大大缩短了整个研发阶段的时间。



图 1.3 全自动包装机

(2) 荷兰

到 2019 年底，据不完整的统计，荷兰拥有 250 家大型食品设备包装企业，其中产值在 10 亿美元以上的企业高达 106 家，这些企业 80% 以上的产品进行了出口，50% 以上出口至欧洲以外的其他国家。其中全球大约 55% 以上的马铃薯加工设备来自荷兰。荷兰的肉类加工设备可以做到从牲畜屠宰到鲜肉包装的全自动化程度，符合行业最高标准的要求，其在牛奶储存包装设备上也具有很高的成就，其设备能够满足鲜奶从挤取，冷存，杀菌，包装的全自动化程度，极大的提高了包装效率。其旗下拥有的布勒公司生产的面粉包装设备出货量位居全球第一，马克食品机械装备股份公司的鱼类加工装备位居全球第一。欧洲可以说是高端食品装配的集中地。



图 1.4 粉剂式全自动包装机

(3) 日本

日本的食物包装机主要以中小型机为主，轻量化技术成熟，产品外观轻巧，安装操作简单方便，精度高而且通过与计算机技术的融合，智能化，机电一体化程度极高。近年来，日本又融合最新的技术把多频调控，光点追踪，触屏电子面板整合在一块，同时将最新的物联网技术融入进去，能够实现通过手机移动端进行设备的控制，大大降低了产品的操作难度，实现了数字化智能，有利于整个食品包装行业的发展。

我国食品装备与国外同行的差距主要体现在以下几个方面^[7]：

(1) 食品包装设备方面的学科不齐全

我国高校目前开设食品装备的学科、专业的学校并不多，大部分只是在传统的机械或者食品专业课中插入部分章节进行讲述，学科建设不完善，导致懂包装设备方面的人员短缺，极大影响了我国食品设备行业的发展。

（2）体系不完善，行业标准执行不严格

国内食品装备起步相较于欧美晚，没有长时间的技术沉淀，研发手段与相关设施设备较落后，资源集中度低。一些科技研究院改为企业以后，在业绩压力下，把更多的精力和资源用在产能提高和推广上去了，研发投入大幅减低，严重削弱了自身的创新能力；另一方面过于依赖国家项目带动，项目一结束研究团队也跟着解散，无法形成长期有效的产、学、研等一体的机制。

（3）科研资金投入低

相较于国外高端装备企业 15%销售额的投入力度，我国企业科研经费投入普遍只占当年营业额的 0.3%-0.5%，研发人员只占从业人员 2%左右，更有甚至将公司的产品研发全部委托给外面的设计公司，自身只是作为一个装配企业，进行资源整合，毫无研发能力可言。

为了我国食品装备行业的长足发展，我们应该奋起直追，投入人力、物力、财力，减少与国外的差距，为我国包装设备的发展而努力。

1.3 设计目标

在本次所设计的食品包装机的三维数据设计完成后，进行计算及仿真校核使产品能够满足以下的性能目标^{[8][9]}：

（1）装配、动力性能：通过相关的工程分析，要保证产品能够安装方便、拆卸方便，便于以后的维修；驱动电机的输出动力满足超负荷极限工况，动力输出要平缓，速度要平缓，保障独立输出满足设计实际要求；

（2）可靠、经济性：设备运行要满足核心零部件一年内无大的质量事故；在满足产品功能的前提下，严抓设计成本，使设计成本在比较低的情况下任能满足使用要求；

（3）轻量化：在满足产品功能能够实现的情况下，产品质量要低，保证能耗合理；

（4）强度：预先设定极限工况，保证产品核心零部件在极限工况下不出现断裂等风险，避免设备应用过程中造成安全事故；

（5）密封性：保证产品在遭遇水淋湿之后能够正常运转，不造成线路短路、断路等问题；

（6）通用性：产品选材尽量使用市面上已有的材料，且能满足各方面的要求，减少非标件的制作；

1.4 创新点

本次所设计的全自动食品包装机结构简单、操作方便 包装速度快，自动化程度高，人工包装的成本高、粉尘大、环境控制难、生产效率低等问题，包装机能减轻大量的人力劳动，提高生产率，更现代化、经济化、智能化。将为食品包装行业提供巨大的贡献。本次的食品包装机具有以下创新点^{[10][11]}：

(1) 薄膜的放置采用气胀轴，优点是有固定的尺寸规格可以互相互换使用，保养简单、维修方便、承载力大、作业周期短。

(2) 在运送薄膜过程中使用特定的滚轴，防止薄膜打皱或凹凸不平而影响包装质量，主要起拉展薄膜的作用。

(3) 成型器是将薄膜卷制成袋状的结构，采用一种独特的领口式设计，在成型时要使膜不能发生纵、横向的变形。

1.5 技术路线

全自动食品包装机的技术路线如图 1.5 所示^[12]：

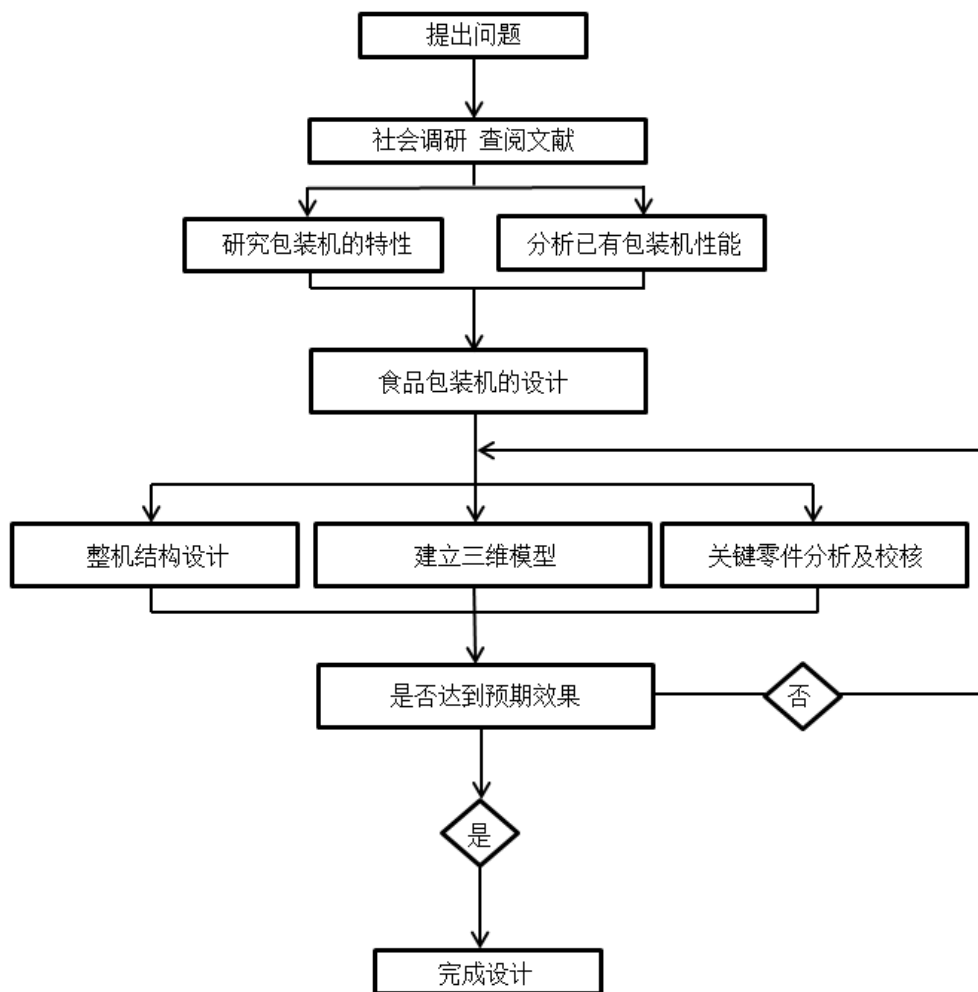


图 1.5 技术路线

2 总体设计方案的制定

2.1 总体设计思路

本课题研究的题目是食品包装机，基于本课题，初步设计思路首先是构思包装机产品需要实现的功能，为了实现食品的自动包装。

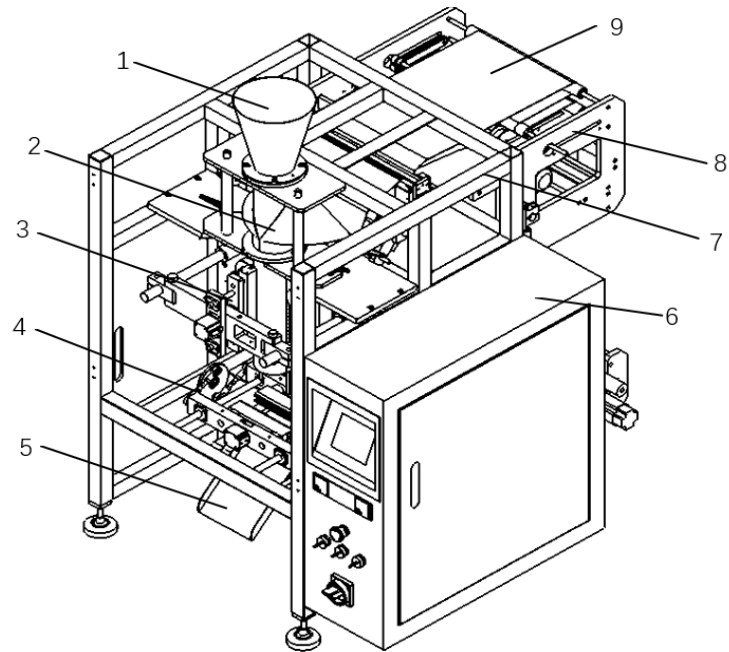
首先设备需要有能够储存原料食品的储物空间，然后是在进行包装的时候，食品需要有传动装置用于把食品传输到包装机构内；包装顾名思义要有包装材料，包装材料选择成本最低且无害的塑料薄膜。

如何将塑料薄膜塑形成四边密封且将食品包裹在袋内，是本次设计所需要实现的最复杂的功能，塑料薄膜从运输、张紧、缓存、封横边、封竖边整个过程需要极长的运动链，伴随着较长的运动链和结构势必需要较大安装布置空间，造成整个设备体积的过大、成本偏高，鉴于此难点，通过在网上搜集现有包装机文献及其产品结构，最终确定整个薄膜成型方案采用滚筒传动，因为此方案可以实现整个传送结构在竖向空间多层布置类似于皮带传动，从而在很小的空间实现较长的运动链，进而给各个功能的实现提供布置空间，有空间进而就可以构思结构。

针对塑料薄膜的封边设计，采取热封方案，因为塑料熔点低，通过在与薄膜接触机构上加热，可以使薄膜融化，融化后通过挤压力，将薄膜融为一体，进而实现封边；由于薄膜成型过程占据了较大的空间，出于整个设备体积不易过大，避免造成成本过高，直接将食物原材料的存储，运输结构与塑料薄膜成型结构做成一体，具体方案为食物原材料存储运输结构弄成圆通式，倾倒食物端口做成漏斗形状，漏斗下端链接一个成型结构，塑料经过成型结构，沿着圆柱形外壁成卷曲成圆柱形结构，成为圆柱形结构后纵封机构进行纵封，纵封完成后薄膜继续沿着圆通轴向输送，到了圆通底部后食物进入纵封好的薄膜内，继续下行一段距离（包装袋长度），进行横封，进而完成整个塑料薄膜的成型和食品的包装。每个机构的驱动都由伺服电机提供动力（纵封、横封动力由小型气缸提供），带动机构的运转^[13]。

结合包装机需要实现完成的功能，可以将本次设计的包装机大致划分为以下几个机构：薄膜的传送机构、涡轮蜗杆减速器的传动机构、纵向热封机构、横向热封机构、控制箱等组成。

总体设计如图 2.1 所示：



1. 进料口; 2. 成型器; 3. 纵封; 4. 横封;
5. 出料口; 6. 控制箱; 7. 机架; 8. 过膜机构; 9. 薄膜

图 2.1 包装机总体设计图

2.1.1 总体设计框图

全自动食品包装机的总体设计框图如图 2.2 所示:

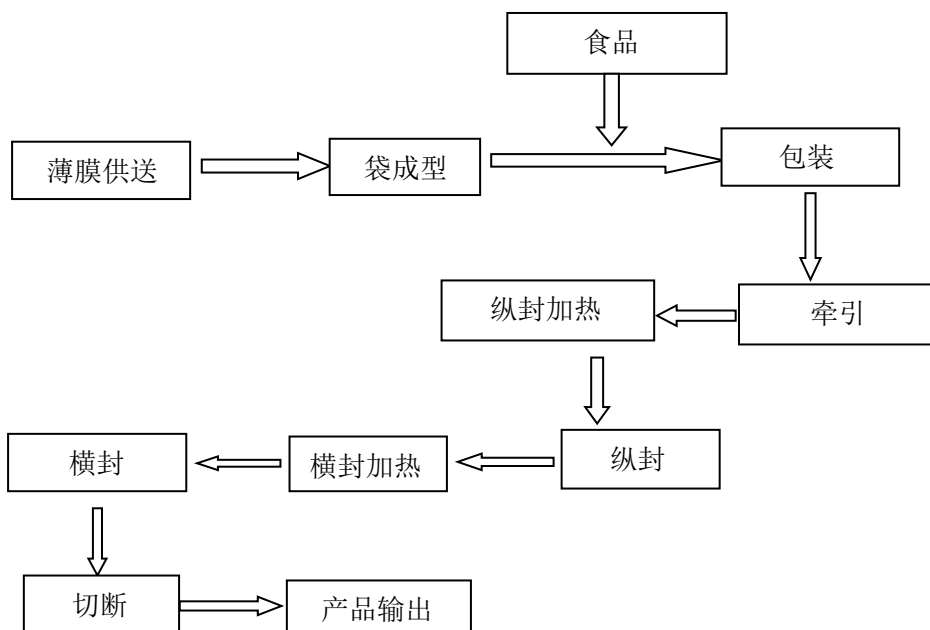


图 2.2 全自动食品包装机设计框图

2.1.2 主要组成结构

根据整个全自动包装机结构，主体结构大致由如下部分组成：双运膜机构、塑料薄膜成型器、焊接主骨架总成、控制电箱总成、接料装置、纵封机构、横封机构、动力总成、附件总成等^[14]。

2.1.3 动力传递路线

全自动食品包装机的动力传递路线如图 2.3 所示^[15]：

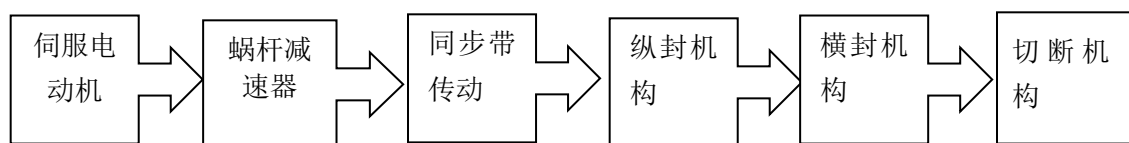


图 2.3 动力传递路线

2.2 模块化设计

2.2.1 驱动部分

本次设计的全自动塑封包装机驱动选择电机驱动和小型气缸驱动，其中电机选择的为伺服电机，给双运膜机构提供动力，便于根据食品原材料的送料速度控制运膜机构的供膜速度；纵封机构和横封机构选用小型气缸提供动力^[16]。

下面通过对几种驱动方式的对比，阐述不同机构选择不同驱动方式的原因。

(1) 液压驱动：液压驱动，可以输出较大的推力与扭矩，实现大吨位的负载，能够承受过载运行。为整个机构在运行过程中提供过载保护，在整个驱动过程中可以实现无极变换速度，占用体积小，节省布置空间；其缺点为液压油的泄露会造成机构运行形成准确，液压油对气温反应较大，不适宜在温度过高或过低环境下运行，运行过程中各个环节能量损失大造成传动效率低，无法提供较大形成，元器件出现故障，不易排查。

(2) 气压驱动：气压驱动所用的空气来源很便捷，制气的成本低，没有污染，可以不用处理直接向大气中排放，在高温或者低温环境下也能正常工作，能够适应各种工作环境，机构运行反应迅捷，更换调节也方便，便于维修，成本低；其缺点为其采用的压缩空气，无法保证压力稳定，造成系统运动不平缓且准确度差，不能输出较大的扭矩和推力，工作过程中产生的噪声大，需要设置单独的润滑结构。

(3) 电机驱动：电机驱动能够保证整个机构的运行精度高，精度方面远胜于液压驱动和气压驱动，定位的精度高，传动效率相较于其他驱动方式也高，调节速度方便，工作产生的噪声小，运行成本也较低；缺点为无法为机构运行提供较大的推力和扭矩，如果需要提供较大的推力和力矩，成本会很高。

通过上述几种驱动方式的比较，全自动包装机的双运膜机构选用电机进行驱动，因为双运膜机构运送的薄膜如果运行过程不平稳，会造成薄膜所受的摩擦力过大或过小，造成薄膜的不均匀变形，且薄膜质量轻，不需要提供很大的推力和扭矩，而且伺服电机能够更好的匹配整个控制系统；纵封机构和横封机构选用小型气缸是因为两个机构的运动范围小，且行程是固定的往复直线运动，速度的不准确对整个塑封过程影响不大，所以选用小型气缸^[17]。

2.2.2 传动部分

包装机结构件众多，各个结构部件之间的配合精度要求高，因此对传动部分的要求高。

一般传动系统的形式分为液压式传动、气压式传动、机械式传动、电力式传动四种传动方式。

每种传动形式适用的场合也不尽相同：

- (1) 机械式传动一般用于高中速度运行的包装设备；
- (2) 气压式传动一般应用于大体型低速类包装设备；
- (3) 液压式传动由于经常存在漏油问题，为防止污染食品，一般不采用液压式传动。
- (4) 机械式传动一般配合电气式传动一起使用，可以使整个机构的传动精度更高。

本次课题设计的全自动食品包装机传动部分主要是指双运膜机构，即薄膜的传送装置，传动速度属于高中速，故采用机械式与电器式传动相结合的方式。

首先驱动电机产生的转矩通过与涡轮蜗杆减速器链接使得运膜机构的运输速度达到合理的状态，支撑辊上的塑料薄膜经过导向装置（导向辊）导向，张紧辊张紧。

然后经过驱动辊筒与压模滚筒的摩擦力使其向包装机机箱内传输，在塑料薄膜的整个输送过程中入如果输送速度在瞬时的波动大，会引起薄膜的拉扯变形。

因此整个机构安装了一个张紧装置，用于保持塑料薄膜的张紧力始终平稳。塑料薄膜经过运膜机构最终输送到成型器内。

双运膜机构传动结构如图 2.4 所示。

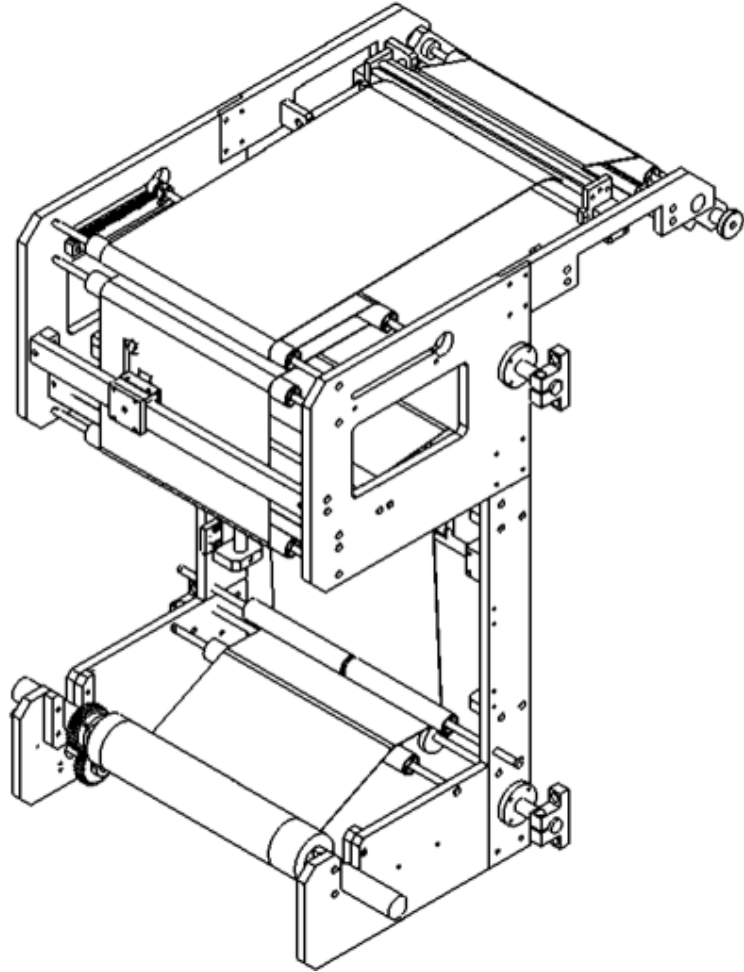


图 2.4 双运膜机构传动结构图

假定塑料薄膜驱动辊按照预先设定的角速度旋转 θ 角度，存储卷辊上塑料薄膜转过的角度为 φ ，此时在某个瞬时卷辊膜的运动半径可按如公式（2.1）进行：

$$r_1 = r_2 - \frac{\varphi}{2\pi} \times t \quad \text{式 (2.1)}$$

式中： r_2 ---- 薄膜卷辊的初始的运动半径， mm；

t ---- 存储卷辊上塑料薄膜的厚度， mm。

通过计算推导可得出公式（2.2）：

$$r_2 = \sqrt{r_1^2 - \frac{\varphi R_1 \delta \theta}{\pi}} \quad \text{式 (2.2)}$$

式中： R_1 ---- 塑料薄膜牵引辊转动半径， mm。

通过推到公式（2.2）可得出如下结论，当塑料薄膜卷辊上塑料薄膜材料与料厚确定以时，则塑料薄膜卷辊的瞬间半径与塑料薄膜牵引辊转动半径 R_1 和薄膜在卷滚上的转动角度 φ 有关系。

通过理论分析可得存储卷辊上塑料薄膜的转动惯量可以用公式（2.3

) 进行计算分析得出:

$$J = J_0 + \pi\rho B \frac{(r_1^4 - r_2^4)}{2} \quad \text{式 (2.3)}$$

式中: J_0 ----支撑辊的转动惯量, g/mm^2 ;

ρ ----塑料包装膜密度, g/mm^3 ;

B ----塑料薄膜的宽度, mm 。

通过分析可得, 驱动辊的角速度与其转动角度的关系按公式 (2.4) 进行计算。

$$\omega = \sqrt{\frac{2}{J}} M \theta \quad \text{式 (2.4)}$$

式中: M ----驱动辊的输出力矩;

θ ----齿条与齿轮的倾斜角度, $^\circ$ 。

通过对公式 (2.4) 分析可以得知, 包装塑料薄膜的辊轴半径越小, 转动惯量就越小, 输出的角度就越大, 整个运膜速度就越大, 因此为了保证整个双运膜机构的运膜速度稳定就要时刻调整辊轴的输出力矩, 再整个薄膜的输送过程中, 随着塑料薄膜的不断被消耗, 转轴上塑料薄膜的半径不断减小, 进而转动惯量不断减小。

为保证运膜机构在运送薄膜时的整个速度平稳不变, 卷轴的输出力矩应该不断变大, 进而保证角速度的不断变大, 进而保证整个薄膜的直线运送速度不变, 整个过程需要传感器将时刻变化的参数输入给控制系统, 控制系统再根据预先设定的程序不断输入信号进行处理, 给伺服电机输出相对的转速指令, 使得输出转矩不断调整, 保证运膜速度的平缓。

再这个调整过程中也需要不断调整双运膜机构的阻尼矩与包装成型膜的阻力矩。在双运膜上包装塑料薄膜的辊轴上增加一个带弹簧的制动片, 当包装薄膜的辊轴速度变化时, 制动机构可以产生与辊轴速度变化量成反比的弹簧力, 辊轴速度变大时, 制动机构的弹簧片长度拉长, 拉回弹力变大, 机构运行的阻力变大, 进而阻滞转轴速度变大; 当包装辊轴的速度变小使, 制动机构的弹簧片长度备压缩变短, 压缩弹力变大, 机构运行的阻力变小, 进而较快包装辊轴的转动速度, 保证整个双运膜机构输送薄膜的速度平缓稳定。

2.2.3 控制部分

单片机的控制系统配置简单, 仅用于复杂程度不高的项目, 不能广泛应用于规模化工业自动化项目。主要原因是单片机控制系统编程语言复杂, 专业度要求高, 接口工作的处理复杂, 运行起来稳定性较差, 在整个系统硬件上受内存和 CPU 限制很大, 软件上对编程语言单一性要求高, 整体上兼性差, 通用性和扩展性表现也较差。

PLC 控制系统与传统的控制系统相比具有明显的优势。PLC 控制系统是将控制程序以数据的形式存储到内部的存储空间内, 如果要修改程序,

只需将原来在原来程序的基础上进行修改或者是重新编写一套程序，再将修改后的程序或者新程序存储到内部的存储空间内即可。与传统继电器控制系统相比，PLC 控制系统的修改更为方便。

本次课题设计包装机控制系统主要是由 PLC 模块、驱动器元件、传感器原件、编码器、全触摸屏原件等组成，其控制组成见下图 2.5 所示。

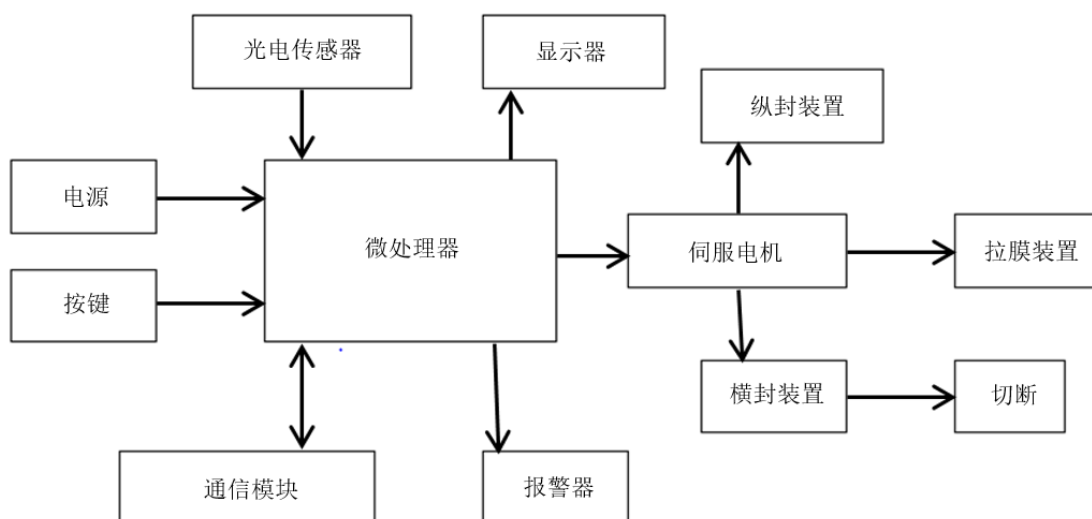


图 2.5 全自动食品包装机控制系统组成

PLC 一般由 CPU、I/O 系统、存储器以及其他元器件构成。其中 CPU、I/O 系统、存储器这三个部分是 PLC 实现控制功能所必要的元件。编码器等部分属于 PLC 旋转的组件，可根据功能的要求进行配置。可编程控制器可以适用于各种。PLC 由于能够广泛应用于大规模工业自动化，因此得到迅猛的发展。各种信号，各种功能不断更新。

继电器控制系统主要是通过触电的动作来实现控制，控制频率低，等待周期长。而 PLC 控制系统是基于微机来实现对系统的控制，一般而言微机里每个指令动作的时间快，传统继电器控制系统延时功能的实现主要依靠时间继电器工作触电的延时反应来实现的，精度很低而且调整过程极为复杂^[18]。

3 包装机的总体设计

根据整个全自动包装机结构，主体结构大致由如下部分组成：双运膜机构、塑料薄膜成型器、焊接主骨架总成、控制电箱总成、外饰玻璃总成、接料装置、纵封机构、横封机构、动力总成、附件总成。整个设计过程中我们需首先对电机、气缸等匹配件进行选型，然后进行双运膜机构，成型机构、纵封机构，热封机构等零部件的结构设计分析，最终按设计好的结构设计整个焊接骨架和机箱，为其他分总成提供安装点。

3.1 包装机的材料选定

全自动食品包装机的材料选择如表 3.1 所示：

表 3.1 包装机材料的选择

名称	数量	材料	选择依据
脚杯	4	45 钢	强度好，硬度高
导轨	4	铸铁	延展信号，便于成型
滑块	2	45 钢	强度好，硬度高
侧边支撑	2	铝合金	质量轻，硬度高，耐腐蚀
轴承	4	40Cr	中载，中速，
辊轴	4	40Cr	中载，中速，运动平稳
连接轴	1	50 钢	中等载荷，强度好
焊接骨架	1	普通钢	质量轻，耐腐蚀
螺栓	10	Q235	通用性强，成本低

3.2 电动机的选型

对于电机，我们主要在双运膜机构，喷码机构中运用电机提供动力，其中喷码机构只需一个电机，双运膜机构需要 2 套电机，如下我们统计计算分析电机型号的选择。

由齿轮传动的计算公式可得公式(3.1)

$$M_{e1} = (M \cdot g \cdot \cos \theta + \mu \cdot F_1) \times \frac{D}{2} \times 10^{-2} \quad \text{式 (3.1)}$$

式中： M_{e1} ----- 电机 1 的负载转矩；

M ----驱动辊轴的质量，Kg；

g ----重力加速度 (m / s^2)；

$\cos \theta$ ----齿条与齿轮的倾斜角度，°；

μ ----辊轴与薄膜的摩擦系数；

D ----齿轮的直径 (mm)。

通过上式公式进行计算，我们设置材料的摩擦系数 μ 为 0.01

，再进行计算得出负载转矩为：

$$\begin{aligned} M_{e1} &= (0 + 0.01 \times 0.075) \times \frac{20}{2} \times 10^{-2} \\ &= 0.0075 \times 10^{-2} (N \cdot m) \end{aligned}$$

通过以上计算我们可以得出，用于打码机上的电动机和用于使薄膜平展不会起皱打折的两组电机的转矩：

$$\begin{aligned} T_{w1} &= (M_1 \cdot g \cdot \cos \theta + \mu \cdot F_1) \times \frac{D}{2} \times 10^{-2} \\ &= 0.0018 \times 10^{-2} (N \cdot m) \\ T_{w2} &= (M_2 \cdot g \cdot \cos \theta + F_2) \times \frac{D}{2} \times 10^{-2} \\ &= 1.08 \times 10^{-2} (N \cdot m) \end{aligned}$$

平时在工程的实践中，我们还需要考虑电机的其他参数，比如缺项保护、过载保护、短路保护等，所以我们要为电机设定一个安全系数，保证电机的额定功率电机的额定转矩 $T \geq T_W \cdot S_{be}$ ，在本次的设计中我们设定安全系数 $s=2$ 则：

$$T_{W2} \cdot S = 1.08 \times 10^{-2} \times 2 = 2.16 \times 10^{-2} (N \cdot m) \leq T (N \cdot m)$$

根据以上的计算可得，本次选用的电机型号采用 35B011-30000 交流伺服电机，其电机的相关参数如表 3.2 所示。

表 3.2 交流伺服电机的参数表

规格型号	额定输出功率 (W)	额定转矩(N·m)	额定转速(r/min)	额定相电流(A)
35B011-30000	100/400	0.32	3000	1.0

3.3 气缸的选型

气缸在本次毕设中主要用于横封、纵封机构，其原理是将压缩的空气能量转化成动能输出。在这里通过气缸作用推动热封刀向前运动，使其完成热封和切断作业。

下图 3.1 为气缸的结构图：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/507146101065010036>