

基于PLC 的自动封箱装置控制系统设计

目 录

目 录..... 1

1. 引 言..... 2

 1.1 自动封箱机简介..... 2

 1.2 自动封箱机工艺简介..... 4

 1.3 自动封箱机的械结构..... 5

2. 可编程控制器 PLC..... 6

 2.1 PLC的发展历程..... 6

 2.2 PLC 的特点..... 8

3 设计方案的制定..... 9

 3.1 设计要求..... 9

 3.2 设计方案介绍..... 9

 3.3 设计方案的软件和硬件配置..... 10

4 自动封箱机电气图纸设计..... 14

 4.1 主回路部分设计..... 14

 4.2 PLC 及控制回路..... 16

5 电器元件的选择及I /O地址分配..... 18

 5.1 可编程控制器..... 18

 5.2 电源开关和按钮的选择..... 18

 5.3 熔断器的选择..... 19

 5.4 接触器和热继电器的选择..... 19

 5.5 传感器的选择..... 20

 5.6 1/0地址分配..... 20

 5.7 元器件清单:..... 20

6 自动封装机软件部分的设计..... 22

 6.1 输入/输出符号定义..... 22

6.2 程序流程设计	23
6.3 梯形图设计	26
7 总结与展望	32
参考文献	33

1. 引言

随着生活水平的提高，人们对居住环境要求越来越高，因而极大地促进了房屋设计装修及其相关产业的发展。各种新型高质量的装修材料层出不穷，市场需求日益增加。压花玻璃以其优质的性能和广泛的用途正越来越受到市场的青睐。作为玻璃生产工艺重要流程之一，退火窑传动控制系统控制压机及退火窑传动辊电机的运行，保证玻璃带运行平稳地通过退火窑。由于控制性能的好坏直接影响到玻璃的质量和安全生产，所以退火窑调速电气控制系统的设计广受重视。现代社会对物品的包装要求越来越高，为使包装出的物品整齐、美观并且具有良好的包装质量，要求包装机具有精确的动作、定位精度及较高的生产率，因此对包装线的控制要求是越来越高。

电力电子技术的发展，以及现代控制理论向交流电气传动领域的渗透，交流异步电机传动调速系统得到了迅速发展。近年来，由于电力电子变换器和数字信号处理器(dsp)的飞速发展，高性能的变频器不断推出，变频异步电机调速装置得到了日益广泛的运用，系统在速度精度、稳定性和动态响应等方面性能上显著提高。

1.1 自动封箱机简介

随之现代工业自动化的发展，各行各业都向自动化以及集成化的模式发展，在包装机械行业中，尤其是在箱体类的包装行业中，自动封箱技术可以快速的对装好产品的箱体进行封装，节约时间，加快生产节奏。自动封箱机是自动化程度比较高的包装机械之一，主要是配合流水线使用的包装机械，这种包装机械的主要功能就是将产品进行打包，然后完成封箱工作的，全自动封箱机具备许多优点，具体如下：

(1) 信息网主要为PLC与计算机联网。 一台PLC或多台 PLC 与计算机联

网后，可实现计算机对 PLC 及其控制系统的监控及管理，可极大地提高系统的自动化及信息化的档次及水平。与计算机联网，已是 PLC 应用的一个趋势。信息网还包含计算机间的联网。如局部以太网，互联以太网。

(2) 控制网主要为 PLC 与 PLC 联成网络。也较普遍，形式、类型越来越多。有较简单的网络，如 PLC 链接，网点不太多，通信的管理也较简单，也有复杂的网络，网点可成千上万，而且可构成多层次的网络。不同类型的网还可相互沟通，也可交换数据。

(3) 设备网主要为了 PLC 还可与其它智能装置联网、通信，互相操作或交换数据。所谓 PLC 联网能力，主要是指 PLC 与这 3 种网联接的能力。一般讲，能建成这 3 种网，能与这 3 种网相联，联网方法又多、又灵活，就说明其联网能力强。应该说，所有知名品牌的 PLC，目前都有很强的联网能力，而不是知名品牌的 PLC 在这方面也就差一些。

联网能力还表现在网络规模(联网节点的多少)、网络覆盖范围(数据传送距离)、网络联接介质、网络的互联及网络的兼容性上。目前，有多到几十、几百个节点，覆盖范围达几十、几百公里，用双绞线、同轴电缆、光缆，甚至无线的介质，多个网络互联，而且不同厂家的 PLC 共在一个网络上或进行网络互联，都已成为实际可能了。

再就是，网络的数据传送能力。这当然也是 PLC 联网能力的重要方面。数据传送能力是指在不受干扰的前提下，所传送数据帧的大小及数据传送的波特率。数据帧当然越大越好。传送的波特率当然越高越好。

目前，PLC 数据传送帧，已从几十字发展到几百、几千个字，传送波特率也已从几 k 发展到几十 k、几百 k，几千 k，以至于出现了百兆级的工业以太网。

目前生产自动封箱机主要适用于纸箱的封箱包装，既可单机作业，也可与流水线配套使用，广泛应用在家用电器、纺织、食品、百货、医药、化工等行业。封箱机采用胶带对纸箱封口，经济快速、容易调整，可一次完成上、下自动封箱动作，如采用印字胶带，更可提高产品形象。自动装箱机主要组成部分：调高机构、压整机构、输箱机构、调宽机构、机架、热熔胶系统等。

设备外形如下所示：



现代社会中，无论在哪个行业，从工厂的生产，到能源的输送，到与人民息息相关的市政工程，甚至人们的工作和休息的楼宇，到处都可以看到自动化系统的身影。自动化系统不仅早就成为了工业和社会生活的一个组成部分，而且是经济发展水平的重要标志。在自动化日益普及的今天，包装机械的自动化程度直接影响到产品的质量和生产效率。

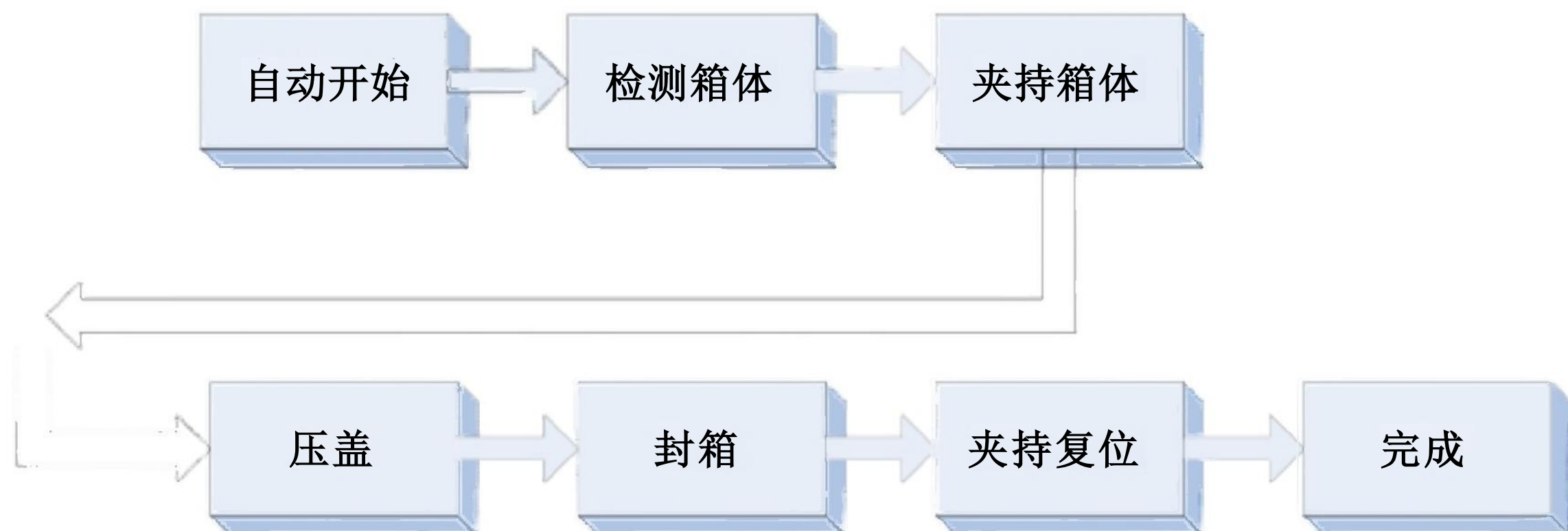
在现代化的工业生产中常常需要对产品进行计数，包装，如果这些繁杂的工作让人工去完成的话不但麻烦，而且效率低，劳动强度大，不适合现代化的生产需要，并且加重了工人的劳动强度。为了适应现代化的大规模生产某种产品，而且需要对其进行计数，包装，就必须设计一套完整的自动化生产线，以使用这自动化的生产线来代替人工完成这些繁杂的工作。进一步加快工业现代化的发展，提高国民经济，改善人民的生活水平。自动化技术的提高能大幅度的提高经济效益，这在包装业中表现的特别明显。近年来，包装生产线的自动化、电子监测和控制系统持续发展，使的包装企业以高速度、较少的停机时间和包装故障，以及产品损耗减少、工伤和老毛病降低等优点而获得出色的成就。这些经济实用的自动化技术将会成为未来的发展力量。可见自动装箱技术的应用前景十分广阔。

1.2 自动封箱机工艺简介

自动封箱机在工作中遵循特定的工作流程，及步骤化工作模式，主要

分为箱体检测、夹持箱体、压盖动作、自动封装、夹持复位几个工序步骤。

工艺流程如下所示：



- 1) 箱体检测主要作用为检测箱体到达封装机入口处，开始进行封装作业。
- 2) 夹持动作将箱体固定在合适位置，方便进行自动封装。夹持动作包括左右夹持和上下夹持。左右夹持将箱体在传送带上的行进方向固定，上下夹持确保自动封装过程中可以将箱体封装完好。
- 3) 封箱动作，箱体固定好后可以进行封装工艺，传送带使箱体从封装机中经过

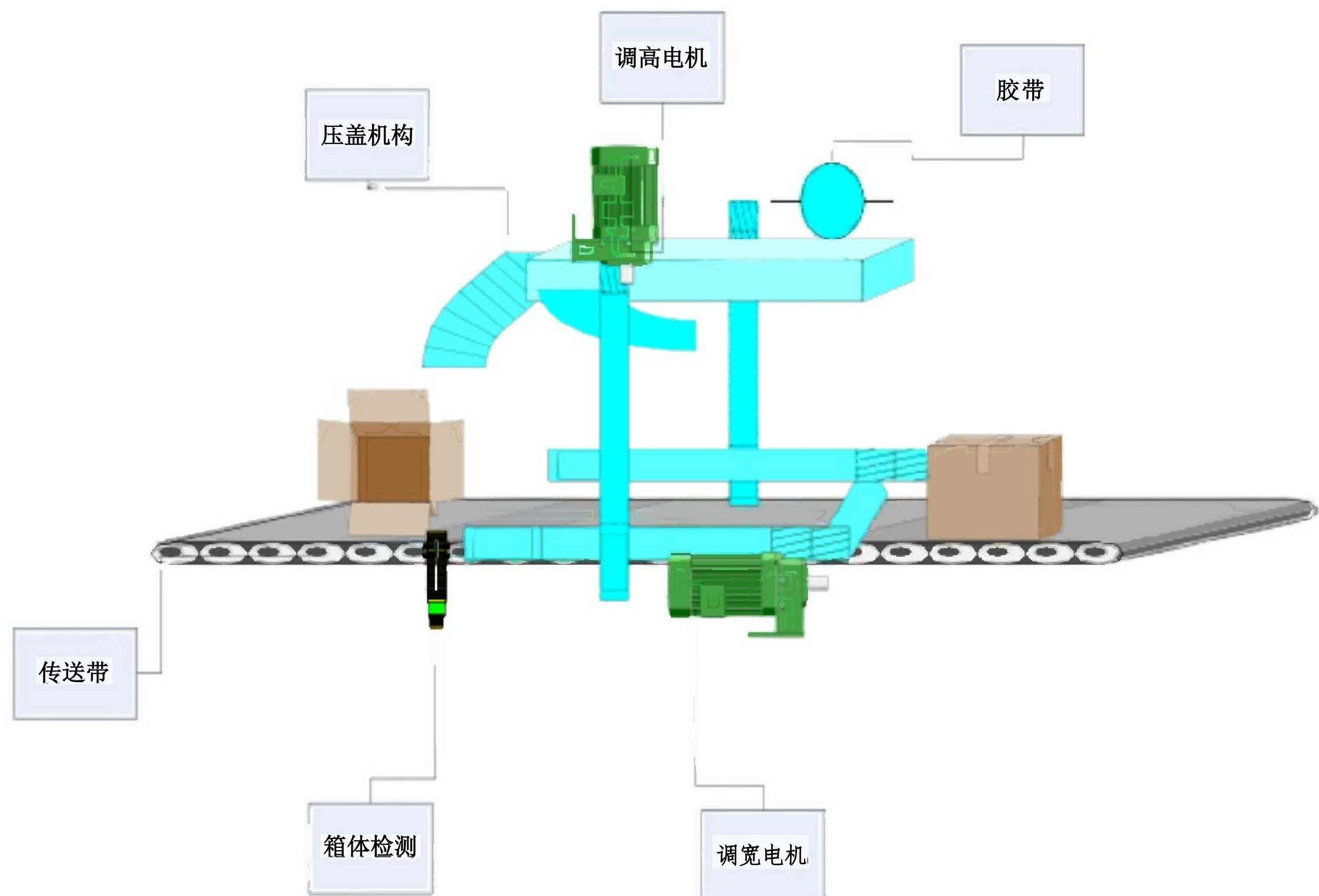
自动封装胶带自动封装箱体上盖和下盖，封装到末端后，胶带被自动切断。

- 4) 夹持复位为在箱体封装完毕后，左右夹持动作和上下夹持动作都复位到原始位置，准备下一个箱体的封装作业。

1.3 自动封箱机的机械结构

自动封箱机的机械结构主要有：传送带、箱体检测机构、调宽机构、调高机构、压盖机构。

机械布置图如下所示：



2. 可编程控制器 PLC

可编程控制器 (Programmable Controller) 简称 PC; 个人计算机 (Personal Computer) 也简称 PC; 为了避免混淆, 目前都习惯将最初多用于逻辑控制而发展起来的可编程控制器叫做 PLC (Programmable Controller)。

2.1 PLC 的发展历程

PLC 自诞生以来, 经过几十年的发展, 其各种功能与性能均获得了很大程度的提高与改进。早期的 PLC 只是集成了输入输出以及简单的逻辑计算功能, 随着微芯片技术的发展, PLC 的功能也在逐渐的强化过程中, 现代的 PLC 已经集通讯, 网络等功能于一体, 并且 PLC 向通用化的方向发展, 着重发展大众化的接口技术, 并且另外发展工业级的网络以及控制系统。发展方向趋向于稳定, 高效, 便捷, 通俗易懂等方面, 尤其在编程语言上开发了简单易懂的开发语言, 使 PLC 更加的面相大众以及中层设计人员, 所以对于即将走上工作岗位或已从事机电专业的工程技术人员来说, 熟悉和掌握电气自动化领域中的 PLC 技术已成为非常紧迫的任务。

在工业生产中，需要大量的开关量顺序控制，开关量按照逻辑条件进行顺序动作，并按照逻辑关系进行特定动作的控制，和大量离散数据的采集。在传统的工业生产中，这些功能主要是通过气动控制系和电气控制系统来实现的。1969年美国模拟数字公司应GM（通用汽车）公司于1968年提出的取代继电气控制设备的要求，研制出了基于电力电子技术和集成电路技术的控制设备，首次将程序化手段取代了电气控制技术在某些方面的应用，Programmable Controller—可编程序控制器因此而诞生。

随着计算机技术的发展，为了方便区别计算机与Programmable Controller（可编程控制器），同时也为了反映Programmable Controller（可编程控制器）的功能特点，将其命名为Programmable Logic Controller（简称PLC）。

国际社会上不同组织对 PLC有不同的定义，其中IEC(国际电工委员会)对 PLC的定义是： PLC 是进行数字、模拟运算操作的一种电子系统。其运行方式如图1-6所示：

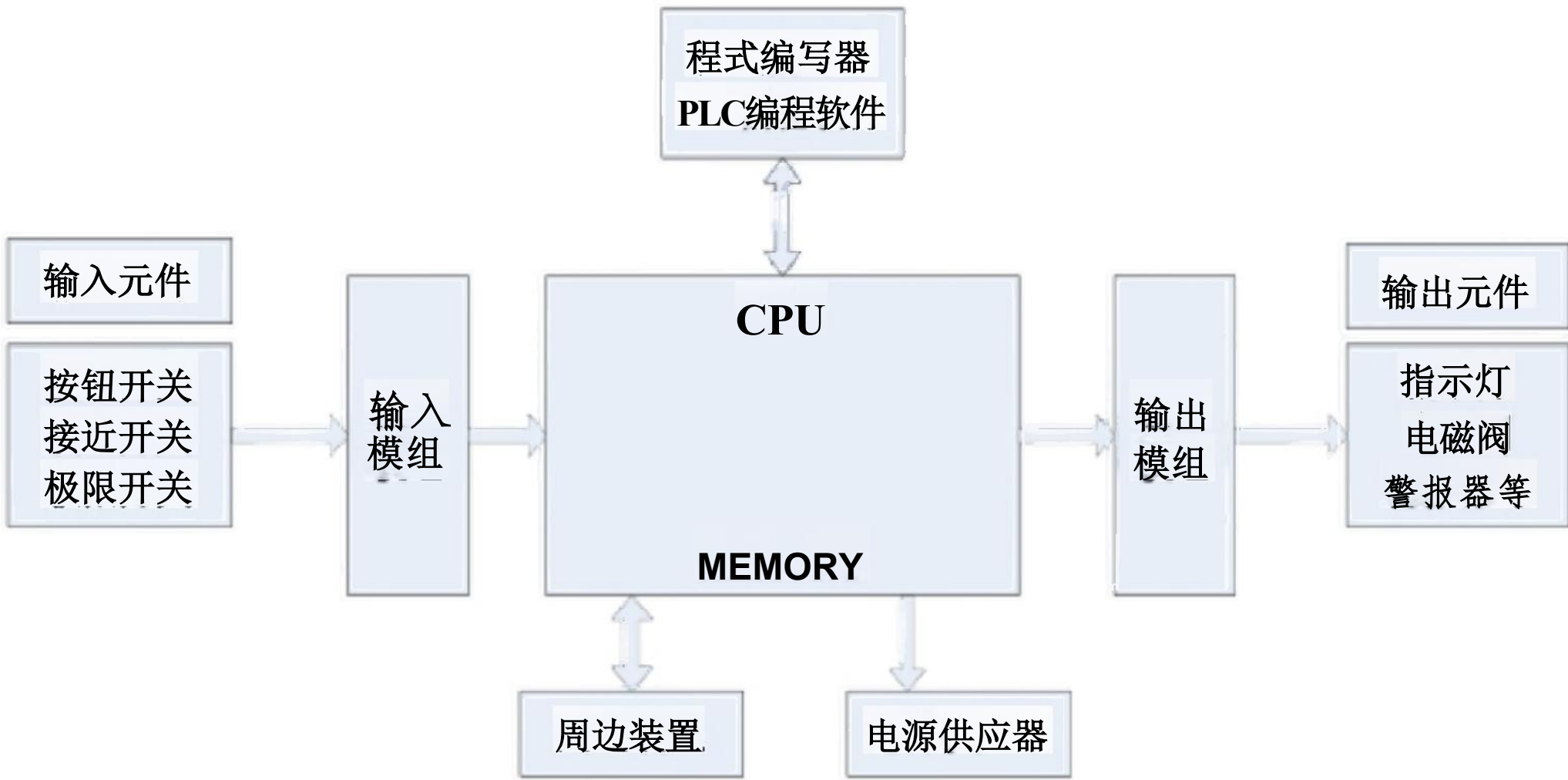


图2-1 PLC运行方式

PLC 使用程序存贮器，并且在程序存贮器内部存贮执行逻辑和算数运算、计数、顺序控制和定时等指令，并通过数字量的输入、输出和模拟量的输入、输出，控制各类的机械的运转过程。PLC及其有关设备，都具有易于与工业控制系统配套融合成一个整体，其功能易于扩充的设计原则。

PLC 在上世纪80年代至90年代中期，得到了飞速的发展，这段时期又

被称为 PLC 发展的黄金时期，其年增长率一直保持在30%~40%之间。在这段时期，PLC 在处理模拟量的能力、数字运算的能力、人机接口能力和网络能力都得到大幅的提高，从此PLC逐渐走进过程控制领域，在某些应用上甚至取代了在过程控制领域一直处于统治地位的 DCS 系统。

2.2 PLC 的特点

(1)PLC 所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离，使工业现场的外电路与PLC 内部电路之间实现电气上隔离，从而提高了PLC 的可靠性和抗干扰能力。

(2)PLC 各输入端均装有R-C滤波器，其滤波时间常数一般为10~20ms.

(3)为了防止辐射干扰影响PLC性能， PLC 各模块均采用屏蔽措施。

(4)为了提高可靠性和抗干扰能力， PLC采用可靠性抗干扰性能良好的开关电源。

(5)PLC 对采用的器件都进行严格的筛选。

(6)PLC 具有良好的自诊断功能，一旦 PLC运行出现异常情况， CPU 会立即采取有效措施阻止事故扩大造成更大的损失。

(7)大型的PLC还可以用双 CPU 构成冗余系统或用三CPU 构成表决系统，从而使可靠性更进一步提高。

PLC 会根据不同的现场信号，如：交流信号或直流信号；开关量信号或模拟量信号；电压信号或电流信号；脉冲信号或电位信号；强电信号或弱电信号等。制定相应的I/O 模块和工业现场的设备直接连接。

另外为了提高PLC 的操作性能， PLC还具有多种人——机对话接口模块；为了使PLC能组成工业局部网络， PLC 还具有多种通讯联网接口模块，等等。

PLC 历经风雨经过几代人的共同努力发展到今天， PLC除了具有逻辑处理的能力以外大多数 PLC还具有完善的运算数据的能力，因此可应用在各种数字控制领域。各种各样的功能单元大量在PLC 身上涌现，使PLC 不断地发展壮大，并逐步渗透到了CNC、温度控制、位置控制等各种控制场合中。随着 PLC 通信能力的增强和人机界面技术的不断发展，使PLC 可以非常容易的组成各种控制系统。

PLC 具有接口容易，编程语言易于为工程技术人员接受；梯形图的图形符号和表达方式与继电器电路图的图形符号和表达方式都非常的接近。以上两点为不熟悉电子电路、不懂PLC原理和程序编译的人从事由PLC 构成的工业控制打开了方便之门，同时也为PLC 能广泛的得到应用打下了坚实的基础。PLC 硬件可靠性高、软件程序编译简单、并可以随控制需求随时更改、外部接线方式灵活多变等特点，这些特点使PLC 具有了系统设计工作量小、维护方便、易于改造的优异性能。

以超小型 PLC 为 例 ， PLC 底部尺寸小于100mm、 重量小于150g 、能耗仅数瓦。由于PLC 体积小很容易装入机械内部，是实现机电一体化的理想设备。

3 设计方案的制定

3.1 设计要求

本设计需完成自动封箱机的电气设计，包括工艺流程的设计，电气图纸的绘制， PLC 程序的编写等。

对自动封箱机的工艺进行研究和探讨，根据设计要求确定最终工艺流程，然后进行电气图纸水，包括电气原件的选型以及参数的设定，最后进行自动封箱机的软件设计，完成工艺流程图和符号表，最后编写PLC 梯形图程序。最终完成一套自动封箱机的设计，实现自动封箱的各种功能，

3.2设计方案介绍

封箱机靠传送带运行带动箱体行走，封箱时停机，封箱完成后继续运行。建立系统结构模型如图2-1所示：

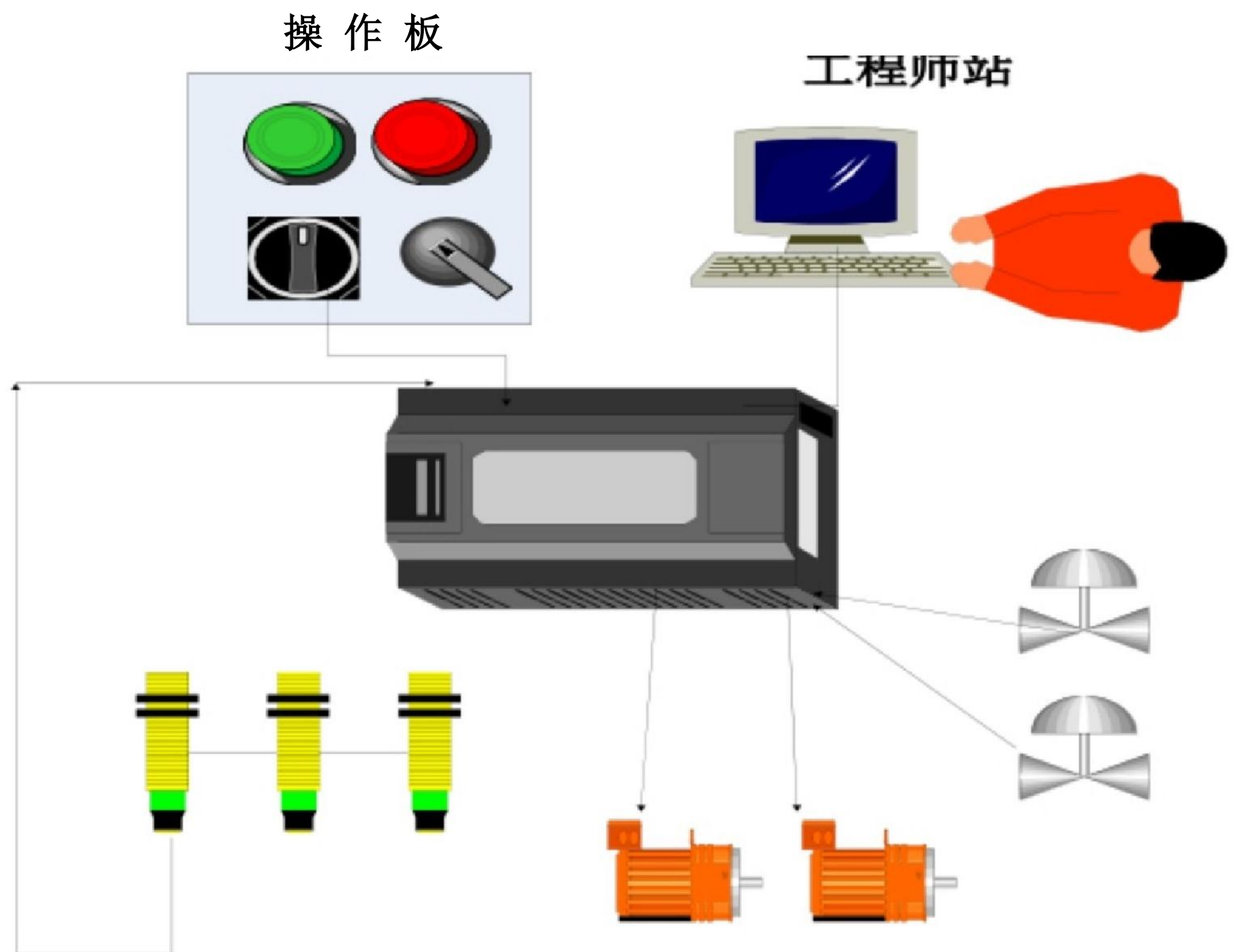


图2-2 系统硬件结构图

3. 3设计方案的软件和硬件配置

系统主要硬件及控制单元为PLC,辅助其它输入输出元件构成整个电气控制系统。包括

1)PLC 控制单元 (FX2N)。FX2N 是一种小型化的可编程序控制器，应用于各种场合的自动化控制，监测功能等应用技术。 FX2N 系列的PLC 尽管是一种消息精华的可编程控制单元，但它在网络通信，或者独立运行等方面都存在突出的优点。因此 FX2N具有极高的性价比，它在各个方面都有不输于大型 PLC的优点，通讯端口，模拟量处理，高速计数等方面都有强大的应用。并且 FX2N 属于小型化的 PLC 单元，其占据空间不大，方便电柜的配线使用。

在设计 PLC 系统时，首先我们需要确定控制方案，接下来就是 PLC 选型。根据控制要求，以及实际情况。我们因考虑以下几点：估算输入输出

点数、确定 PLC 的功能、外部设备特性、所需存储器容量等，最后就是性价比的选择了。详细要求如下：

1. 输入输出 (I/O) 点数估算

输入、输出点数的应根据设备选型来确定，输入根据操作输入的数量来确定，输出根据控制设备的数量来确定，在确定了基本数量的输入/输出点后，在此基础上富裕百分之十的数量进行备用。

2. CPU 计算量的选择

在 PLC 的选择中要根据控制工艺来决定选用什么型号的 CPU，主要包括存储容量以及计算速度。在用户的设计阶段，因为程序没有编写，程序容量则未知，所以，要在程序调试之后才能知道。

3. 控制功能的选择

控制的功能包括是否有无特殊控制技术，如高速计数，编码器输入灯，若没有符合一般逻辑的 PLC 即可。

4. 机型的选择

包括品牌的选取，国内和国外的 PLC 的种类繁多，再众多的 PLC 需根据实际成本来选择一款实用并且实惠的机型。

综上所述，本设计中选用三菱 FX2N 系列 PLC

FX2N 系列 PLC 是三菱比较早起的一种 PLC 系列，但其应用比较广泛，是一种比较通用的 PLC，点数分配由 16 点---256 点，其中输入和输出分别是 8 点---128 点，各种型号的点数不尽相同，可以根据不同的生产场合选择相应的 PLC 型号。

FX2N 系列 PLC 最大范围的包容了标准特点，每种 PLC 都遵循相同的设计模式以及制式，使用起来具有通用性，在程序执行上速度更快，CUP 单个指令运算速度高达 $0.08 \mu S$ 。并且补充了通信的功能，可以使用相应的通信方式与其它设备之间进行数据交换以及信息传递，其典型的应用就是可以应用到拨号网络的功能。并且该系列 PLC 可以满足不同国家的各种电源标准，可以为工长自动化应用提供很大的灵活性以及控制能力。

三菱 PLC 的优点有如下几点：

(1) 体积极小的微型 PLC

常用的 FX2N 系列PLC的高度为90mm,深度为87mm,包括 FX2N 和 FX2NC 系列。内置的24VDC 电源可作输入回路的电源和传感器的电源。

(2) 输入输出的点数多

三菱 PLC 不仅拥有整体型和模块型 PLC 的长处，而且输入输出的点数也比较的多， FX2NC 的结构紧凑，基本单元可扩展到256点，有很强的通信功能。FX2N 型的基本单元有16点、32点、48点、64点、80点、128点6种。在需要实现很多功能的时候，还可以增加一些扩展的模块。

(3) 维修比较方便

三菱 PLC 工作比较的稳定，很少出现故障，也减少了维修的工作。而且其本身装有很多故障的提醒信号灯，在出现问题的时候，可以很容易的找到出现问题的地方，可以很快的解决出现的问题。

(4) 经济成本合算

三菱的 PLC 虽然在刚开始的时候投资比较高，但是在使用的时候也很省电，维修的时候费用也比较低，正常的使用时间也有十年左右，还可以多次的被利用，让作用都能够体现出来，在各个方面和长远的眼光上看，利用三菱的PLC的成本也是不高的。

PLC 输入/输出点数统计：根据设计要求，系统输出动作包括东西红灯控制、东西黄灯控制、东西绿灯控制、南北红灯控制、南北黄灯控制、南北绿灯控制。以及冗余点数统计结果为10个点数即可。输入点数：包括自动控制、手动控制、手动东西控制、手动南北控制等。

根据以上统计结果，并且考虑扩展功能等因素，选用PLC的型号为 FX2N-32MR。该 PLC集成16个输入点与16个输出点。供电电压为AC220V。

2) 驱动电机选择

本设计中驱动电机使用三相交流异步电动机，包括传送带电机、调高电机、调宽电机。选型如下表所示：

名称	作用	数据
传送带电机	传送箱体	三相异步电动机额定功率； 2. 2KW
调高电机	调整上下高度	三相异步电动机额定功率：

		1.5KW
调宽电机	调整左右宽度	三相异步电动机额定功率 1.5KW

4) 硬件配置-低压电气元件

低压电器是指工作在直流1200V、交流1500V 及以下的电路中，以实现
对电路或非电对象的控制、检测、保护、变换、调节等作用的电器。采用
电磁原理构成的低压电器，称为电磁式低压电器；利用集成电路或电子元
件构成的低压电器，称为电子式低压电器；利用现代控制原理构成的低压
电器，称为自动化电器、智能化电器或可通信电器等。

本控制系统常用的低压电器元件：

a. 断路器

低压断路器又称自动空气开关，是一种既有手动开关作用又能自动进
行欠电压、失电压、过载和短路保护的开关电器。

本设计中断路器使用施耐德GV2 系列断路器作为电机的专用保护。

b. 熔断器

熔断器是一种当电流超过规定值一定时间后，以它本身产生的热量使
熔体融化而分断电路器件。主要用于对单相交流电路的保护， 一般不用在
三相电路中作为保护，因为当三相电路发生短路时，很可能只有一相的熔
断器熔断，造成单相运行。而低压断路器，只要造成短路都会使开关跳闸，
将三相电源全部切断。熔断器型号为 RT45

c. 交流接触器

交流接触器是一种用于中远距离频繁地接通与断开交直流主电路及
大容量控制电路的一种自动开关电器。 一般用于电机的主控制回路当中，
作为负载性的控制使用，在电路中一些稍大的负载都可以使用接触器来控
制，接触器本身除有大容量的触电之外还有防止拉弧的功能，可以减少电
路通断时候的冲击。本设计中使用的施耐德LC1-D09M7 接触器，接触器线
圈控制电压为 AC220V，触电额定容量为9A。

d. 控制按钮

控制按钮是一种简单应用的主令电器。主要用于远距离操作具有电磁

线圈的电器，如接触器、继电器等也用在控制电路中发布指令和执行电气互锁。按钮以及旋钮为施耐德 XB2 系列金属型按钮

e. 位置检测开关

霍尔开关俗称接近开关，可以对金属物体进行检测，当金属物品靠近开关的时候，开关动作，常开变常闭，常闭变常开。型号： E6B2XB2B DC24V

4 自动封箱机电气图纸设计

4.1 主回路部分设计

对于自动封箱机设备来说，我们都比较了解的就是这种机器的封箱原理，他是利用气源等电气控制的原理进行操作的，这种机器相对来说操作的还是比较简单的，主要利用的电气控制原理，自动封箱机的操作过程。需要对其进行了解。在机械设备中要求电气控制线路必须满足生产机械加工工艺的要求。为此，在设计前必须对生产机械的主要工作性能、结构特点及实际运作情况等有充分了解，做到有的放。在设计电气控制原理图时. 据控制对象和控制任务的不同，把控制电路划分为若干个控制环节，逐一进行设计。然后根据各环节之间的连锁要求和相互联系，综合成完整的控制线路。这种线路的设计，常用的有经验设计法和逻辑设计法两种。

(1) 经验设计法

所谓经验设计法，就是根据生产机械对电气控制的要求. 先设计出各个独立的控制电路，然后根据生产机械工艺要求，决定各部分电路之间的连锁关系。在满足生产机械控制要求的前提下，反复斟酌. 力求获得最佳方案。

经验设计在具体操作过程中有两种途径：其一是根据生产工艺要求与工艺过程，把现成的典型环节结合起来，加以补充修改，综合完善成所需的控制电路；其二是在没有现成典型环节运用的情况下，依据生产机械工艺要求逐步进行设计，采用边分析边画图的方法达到完成设计任务的目的。

经验设计法广泛应用于一般较简单的电气控制电路的设计中，掌握较多的典型环节和电路，具有丰富的实践经验对设计工作大有益处，通过不

断实践是能够较快掌握这一设计方法的。

(2) 逻辑代数法

逻辑代数法是通过电路的逻辑表达式的运算来分析控制电路. 用真值表和逻辑代数式相结合对控制电路进行综合构思设计的一种方法。

逻辑代数的变量只有“1”和“0”两种取值。对应继电器接触器控制电路中的各个元件，如接触器、继电器、电磁铁等元件的线圈，以线圈得电状态规定为“1”、失电状态规定为“0”。而继电器、接触器、按钮等的触点规定闭合为“1”、断开为电气控制电路由开关量构成时，电路状态与逻辑表达式之间存在对应关系，为了将电路用逻辑表达式的方式描述出来，通常规定用KM、KA、SQ等表示接触器、继电器、行程开关等电器的常开触点：用h、免等表示接触器、继电器、行程开关等电器的常闭触点。

本次设计主回路部分包括调整电机以及传送带电机灯动作输出部分的主回路连接，电压等级为AC380V, 其中调高电机和调宽电机为三相异步电动机，所以使用两个接触器来交换电机定子任意两向来切换正转和反转。

为保护电机不至过载损坏，接触器上端口加装断路保护器。断路器具有电机过载和断路保护功能。

主回路部分还包括 PLC 的供电电源和 PLC 输入输出的控制电源。选用 PLC 的供电电源为AC220V, 所以选用一个AC380V/AC220V 的变压器。PLC 的输入部分使用DC24V 的电源，输出部分所驱动的电磁阀与接触器采用 AC220V 的电压，输入回路的 DC24V 由直流电源供给。所以在变压器二次侧加装AC220/DC24V 的直流开关电源。

直流电源的输入和输出都安装有保护熔断器，用来保护直流电源，当电路中有断路故障的时候，熔断器熔断来保护直流电源不被损坏。变压器的二次侧也安装有熔断器，保护变压器不被断路故障烧毁，变压器一次次安装一个过载和断路保护的断路器。

设计电气原理图如下：