

## 目 录

摘 要 .....	I
Abstract .....	II
引 言 .....	1
1 玻璃切割机控制系统设计 .....	4
1.1 系统方案选择 .....	4
1.2 玻璃切割机的工作原理 .....	4
1.3 工艺过程 .....	5
1.4 玻璃切割机的控制要求 .....	6
2 硬件设计 .....	8
2.1 控制部分设计 .....	8
2.2 驱动部分设计 .....	8
2.2.1 步进电机及驱动器的选型 .....	8
2.2.2 步进电机驱动器接口电路设计 .....	10
2.3 切割刀头的旋转 .....	11
2.4 整体输入输出设计 .....	12
2.5 玻璃切割机的控制系统设计 .....	13
3 软件设计 .....	15
3.1 开发环境 .....	15
3.2 信号输出设计 .....	15
3.3 程序流程图 .....	15

4 实物模型设计 .....	17
4.1 实物模型的选型和安装 .....	18
4.2 项目调试 .....	19
结论 .....	21
参考文献 .....	22
附录 梯形图 .....	23
致    谢 .....	28

## 摘 要

为了设计出应用在工业级生产当中，高效、精准的玻璃自动切割机器，改变传统费时费力的人工切割玻璃的方式，实现对不同规格的玻璃进行理想图形切割，减少人工操作带来的风险，提升企业效率和利益，本设计利用 PLC 作为自动玻璃切割机的控制系统，步进电机作为主要传动装置，PLC 发出信号至步进电机驱动器，控制步进电机的正反转和转动速度，步进电机前端的齿轮带动皮带实现前后运动。同时控制三个步进电机，实现玻璃刀头在 X、Y、Z 三轴中的自由运动以及速度控制。PLC 发出旋转刀头信号，通过气压阀带动气压装置，触发 90° 定位销装置，实现玻璃刀头的 0°、90°、180° 的旋转功能。能够控制刀头自由运动的方向和速度，便可以满足玻璃切割机对规则图形切割功能。

采用 PLC 来控制玻璃切割机，能实现切割过程中速度和角度精准把控，对于生产速度以及生产质量也有着显著提升，企业收益也会随着水涨船高。结果表明，玻璃自动切割机控制系统设计在技术上是可行的，符合当今市场上自动玻璃切割机的功能要求，有着良好的市场前景。

**关键词：**PLC； 步进电机； 自动控制； 角度控制； 速度控制

## Abstract

In order to design an efficient and accurate automatic glass cutting machine for industrial-grade production, it changes the traditional time-consuming and labor-intensive manual glass cutting method, realizes the ideal graphic cutting of different specifications of glass, reduces the risk of manual operation, and enhances the enterprise For efficiency and benefit, PLC is used as the control system of automatic glass cutting machine, and the stepper motor is the main transmission device. The PLC sends signals to the stepper motor driver to control the forward and reverse rotation speed of the stepper motor. The belt moves back and forth and simultaneously controls three stepping motors to realize the free movement and speed control of the glass cutter head in the three axes of X, Y and Z. The PLC sends a signal to rotate the cutter head, drives the air pressure device through the air pressure valve, and triggers the 90 ° positioning pin device to realize the 0 °, 90 °, and 180 ° rotation functions of the glass cutter head. It can control the free movement, rotation and speed of the cutter head, which can meet the regular graphics cutting function of the glass cutting machine.

Using PLC as the controller to control the glass cutting machine can realize the precise control of speed and angle in the cutting process. It also significantly improves the production speed and production quality, and the company's income will rise with the rise of the water. According to the results, the design of the control system of the automatic glass cutting machine is feasible in theory. It is in line with the functional requirements of the current market for the automatic glass cutting machine, and has some broad market prospects.

**Keywords:** PLC; Stepper motor; automatic control; angle control; speed control

## 引 言

玻璃及其加工产物已经全面覆盖到生活中的各个角落,因其美观、可塑形状多样的特性作为重要的装饰材料被应用到家居装修行业中;其采光性又让它在建筑行业同样大放异彩;根据普通玻璃加工而成的安全玻璃也被赋予了汽车风挡等的安全功能。通过对目前已知信息的查阅得知,如今全世界普通玻璃通过功能诉求演化出的加工玻璃(含特种玻璃)已有上千种,玻璃行业呈现了品种多样、质量优异的趋势,并在自动化工业生产加工的模式下逐渐实现了系统化和标准化。

世界主要发达国家的工业化程度高,导致了加工玻璃市场份额正从二十世纪八、九十年代的 60%、二十一世纪初的 70%上升到如今的 75%以上,其中数量庞大、品质优异的加工玻璃如安全类玻璃、节能环保型玻璃、外观改造的装饰型玻璃等市场生产量和需求量都在不断扩张。

为挽救中国玻璃制造行业的颓势,“十五”期间,国家开放了诸多政策,我国玻璃产业如雨后春笋般迅速发展。这 5 年时间里,浮法生产线增设了 76 条,平板玻璃增产了近 2 亿重箱,特别是“十五”期间的最后两年时间里,浮法生产线增设了 47 条,相较前三年,平均每年递增超过 6000 多万重箱,每年产量平均增长速度达 14.7%。这几年时间里,建筑行业也是飞速发展,急需一套符合安全要求的建筑玻璃,政府推行了大批建筑安全标准、政策和法规,加上国内各企业严格的执行和精密合作,建筑安全玻璃正式问世,之后例如中空玻璃和安全玻璃等深加工玻璃也是以势如破竹之势飞速发展,中空玻璃总产值较往年增长了 7 倍,Low-E 玻璃的总产值也突破至 4 倍,加工玻璃机器的生产率在“十五”期间从 15%提升了十个百分点至 25%。之后十年,我国玻璃制造业依旧不断革新,融入新技术,仍处于高速发展,尤其是深加工玻璃领域,不仅仅是在产量,还是国内外的销售量方面每一年都呈递增趋势,有着非常广阔的前景。二十一世纪初期,我国玻璃制造业在国际上产生了巨大反响,在第十七届国际玻璃工业技术展览会中,我国众多玻璃制造加工企业

一鸣惊人，正式开启国产玻璃制造的新浪潮。此次展会展出的作品几乎囊括了所有的玻璃品种和玻璃产出技术和装置，其中玻璃品种包括用于家居的装饰玻璃、用于机械设备的工业玻璃、用于电子产品的屏幕玻璃、用于保障人身或物品的安全玻璃、用于生活或工艺用途的玻璃艺术品。饮水思源，上游玻璃生产涉及的设备和材料也是展会一大亮点，最为突出的有传统玻璃切割机改造进化而来的玻璃深加工机械、罕见的自动控制系统以及最新的耐火材料和辅助材料等。尽管参展作品种类如此多样，但有一类展品却成为此次展会最炙手可热的话题，占全部展出作品的 60%，它就是由计算机控制的玻璃切割设备，这次展会给未来玻璃制造业的智能化发展提供了许多新思路。国内参展单位超过总参展数一半，包括私有企业在内一共由 334 个参展团队，参展的产品性能与国际顶尖水平相比丝毫不处于劣势。

尽管已经取得了空前的成绩，但是国内玻璃制造产业仍存在着致命弊病，没有自主研发核心技术，无法自主生产完整的配套设施。现如今，自动玻璃切割机控制系统很多都是直接购买外国研发的产品，核心技术仍然由国外的几家大型玻璃制造加工企业垄断。这些企业主要有：百超（BYSTRONIC，瑞士）、李赛克（LISEC，奥地利）、保特罗（BOTTERO，意大利）等。上述这些都是玻璃制造行业中的佼佼者，均能独立研发全套的自动玻璃深加工系统，完全舍弃人工操作，集合了自动上片、自动切割、自动掰片、自动磨边、自动清洗、自动镀膜、自动刻花等一系列全自动玻璃切割所需功能。然而，这些企业之所以能够成为行业笼统，更重要的是他们注重系统软件的开发，有着世界一流的 CAD 计算机辅助系统，执行从原料到订单、包括图形处理在内的诸多数据的管理，还能根据不同的产品要求，进行切割工艺的调整，还附加了 NC 程序自动生成功能以及设备实时监控等尖端技术，无论是在实行生产自动化，还是解决自动信息交换、自动信息共享、自动信息传输等多种信息处理方面，都有着傲视全球的成绩。

国外的自动玻璃切割机控制发展较我国超前许多，虽然在性能方面十分先进，但在设计上比较单一，无法完全满足我国内部的生产需要；而且出售价格十分高昂，维修周期长；

另外，这些主要是针对欧美国家销售的，大多采用英文的操作界面，国内工人使用起来不是十分方便。

随着智能化的逐渐普及，类似玻璃切割这种需要高精度的产业，一定会全面代替人工作业。因此，借鉴国外现有的玻璃切割方面的先进技艺，再结合我国玻璃制造行业的短板，开发拥有自主知识产权的玻璃切割机控制系统，用来取代同类进口设备，极具现实意义。

结合国内外自动玻璃切割机及其控制系统的现状，分析得出，采用国内广泛应用的工业控制器，开发出一套完整的玻璃切割控制系统，从而应用到我国的玻璃加工生产当中，将极大的推动我国玻璃生产制造业的发展。PLC 性能高、价格低、功能性强、稳定性强、简单易学，而且已经被广泛应用于工业领域，硬件配套设备已经十分完善，系统设计过程中的设备选型，后期的调试及维修都十分方便，体积小能耗低也是其在工业中应用广泛的一大优势。这些都完美契合玻璃切割机本身需要的属性，故采用 PLC 作为此次设计的控制器。传动装置同样作为系统中的一个重要组成环节，也需要同样的属性来满足玻璃切割机的精准等属性，步进电机的属性恰好对应了玻璃切割机的要求。步进电机强于其它电机的地方，就在于其可通过驱动器输入端接收到的脉冲数和频率控制步进电机的角度和速度，实现开环控制，无需反馈信号。由 PLC 输出信号控制步进电机，再由步进电机带动刀头在空间内自由移动就实现了全自动玻璃切割机控制系统的设计功能框架。

## 1 玻璃切割机控制系统设计

## 1.1 系统方案选择

(1) 采用 PLC 作为控制器。

PLC 即可编程逻辑控制器，为了迎合现代自动化工业的发展应运而生的电子设备，采用数字运算，内部搭载用于其内部存储程序、执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算数操作等面向用户的指令的可编程存储器，并通过数字或模拟输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。

(2) 采用单片机作为控制器。

单片机是一种集成电路芯片，采用超大规模集成电路技术把具有数据处理能力的中央处理器 CPU、随机存储器 RAM、只读存储器 ROM、多种 I/O 口和中断系统、定时器/计数器等功能集成到一块硅片上构成一个小而完善的微型计算机系统。

PLC 和单片机优缺点对比：

(1) PLC 属于单片机的子产物，但是青出于蓝而胜于蓝，经过长期的应用调试，PLC 已经成为技术成熟，效果稳定的独立产品，而且有着较强的通用性。

(2) 单片机自身成本低，但是需要和其他元件和软件共同应用，开发任务艰难；PLC 成本较高，但在国内工业领域已广泛应用，配套设备更加完善，而且开发周期短，可靠性高。

(3) PLC 多在工业生产中作为控制器，作为此次设计的控制器针对性更强，而单片机在各个领域广泛应用，质量却参差不齐，学习、维护都十分困难。

(4) PLC 具有一定的互换性，有质量保障，软件编程方面也已经标准化。

综上所述，结合玻璃切割机的需求，最终选择 PLC 作为本次设计的控制器最优。

## 1.2 玻璃切割机的工作原理

本设计以 PLC 作为控制系统的控制核心，步进电机作为驱动系统的驱动核心，切割的玻璃采用真空吸附的方式进行加固，还可实现手动切割与自动切割自由转换的工作方式。



手动方式切割时，通过人工操作确定落刀位置，以及 X、Y 轴的移动，手动进行刀头  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$  的旋转控制。

自动方式切割时，根据客户所需产品要求，预先设定参数，玻璃切割机自动运作，把玻璃精准的切割成预先设定的规则图形。

另外在功能设计的基础上还要添加安全装置，如急停开关，急停开关属于主令控制电器的一种，无论发生任何意外状况，急停开关可直接切断电源，让设备停止运作，从而保全设备尤其是保障使用者的安全。还有真空吸附报警装置，当玻璃没有完全吸附时，发生报警，以便及时调整。

在软件设计方面也应有安全设计，比如在机器进行回归原点操作时，刀头应控制在抬起状态，避免损毁刀具和玻璃。

### 1.3 工艺过程

玻璃切割过程中机器原点和玻璃原件的摆放如图 1.1 所示。

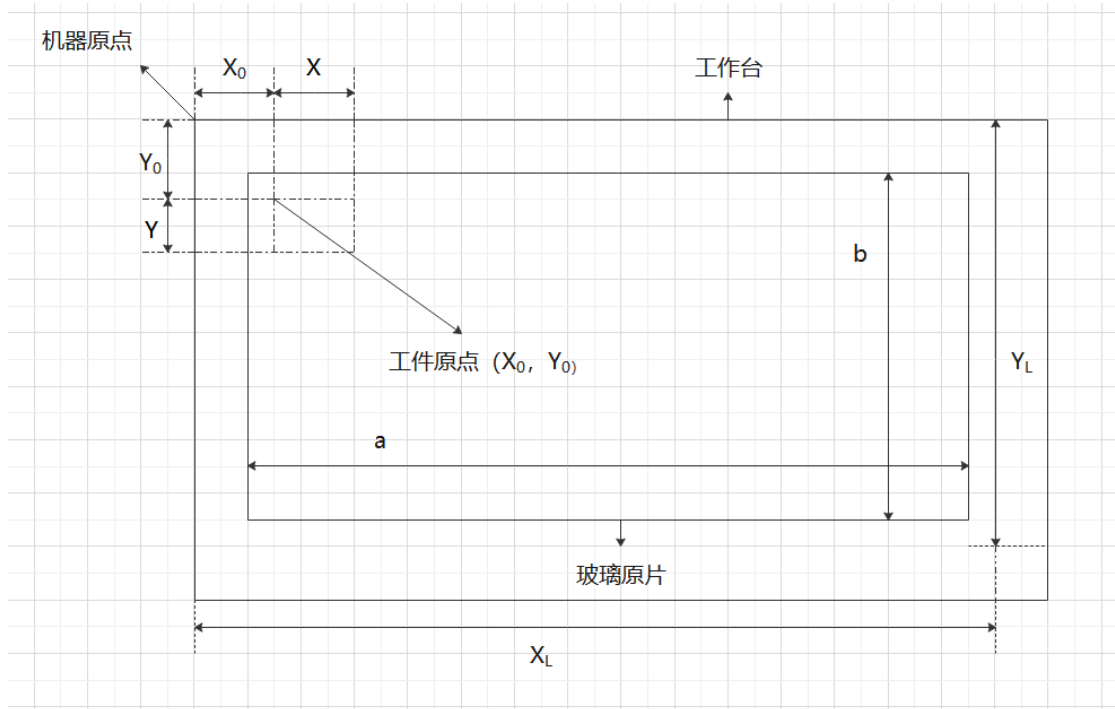


图 1.1 玻璃切割位置图

如图 1.1 所示， $X_0$  和  $Y_0$  分别表示机器原点与工件原点在 X、Y 轴上的距离，默认设置机器向右的和向下运动的方向分别为 X、Y 的正方向。图中 a、b 是待切割玻璃的长度和宽度，X、Y 是玻璃切割成品的长度和宽度。 $X_L$  和  $Y_L$  是自动工作状态下刀头在 X、Y 直线方向上的最大距离。实际的生产制造时，a、b 的值应小于  $X_L$  和  $Y_L$  的值。

在实际工作中处于自动方式切割时还存在一个参数限制,设置刀头在 X 方向的切割次数为  $n_1$  和 Y 方向的切割次数为  $n_2$ ,  $n_1$  和  $n_2$  的值取决于切割的玻璃块数,由于  $n_1$  的数值影响着设备的抬刀与落刀,所以要判断其为奇数还是偶数,以执行不同的抬、落刀程序, Y 方向由于处在 X 方向运动后,没有这种限制。

整个工艺过程关系图如图 1.2 所示。

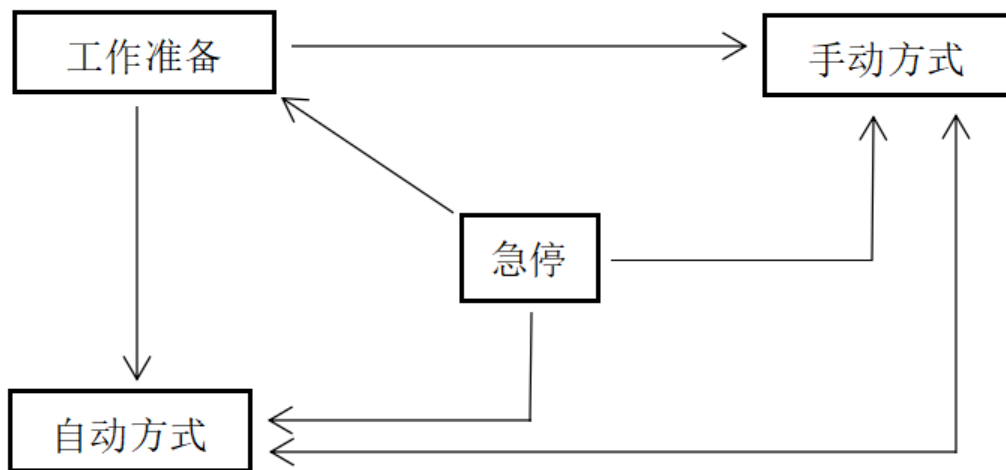


图 1.2 整个工艺关系图

图示中的工作准备就是要完成开机上电,切割刀头回原点和玻璃的固定,无论是手动还是自动操作,想要进行都要在完成工作准备之后。急停操作在工作准备、手动方式切割、自动方式切割时都可以进行。

#### 1.4 玻璃切割机的控制要求

根据以往玻璃切割机的特点,再结合实际客户的需求,列出玻璃自动切割机控制系统设计的控制要求如下:

(1) 存在手动和自动两种可切换的玻璃切割操作方式,可以根据实际操作情况自由选择。

(2) 采用手动方式操作时,启动需用脚始终踏住脚踏开关,控制步进电机带动转动轴下降,使刀头落到切割原点位置,然后进行切割操作,切割过程的切割速度由玻璃厚度及本身硬度来拟算得出,然后根据预先设定的速度值控制,切割角度自由控制。

采用自动方式操作时，脚踩一下脚踏开关启动，步进电机带动转动轴在预先设定的时间内下降到指定位置，等待预设时间结束，带动玻璃刀按照 PLC 发出的带有角度和速度信息的脉冲信号进行自动切割作业，切割完成后自动返回原点。

(3) 设置三个 BCD 数字开关，用作时间设定、速度设定、以及角度设定。根据实际工作要求，时间设定范围大致在 0 至 9 秒即可，速度的设定范围为两位可调 0-99，角度设定范围为三位可调 0-999。

(4) 设置操作指示灯和操作按钮。按下手动/自动转换按钮后，可切换工作状态，当处于自动切割方式时，自动状态指示灯点亮；踩下脚踏开关，无论何种工作状态，启动指示灯点亮；机器切割运行时，切割只是灯点亮；无论机器处于什么操作，只要按下停止按钮，设备停止工作。

(5) 计数器对切割次数进行计算，方便统计已切割的块数。

本科论文

## 2 硬件设计

## 2.1 控制部分设计

由于是使用 PLC 作为控制器，所以控制部分设计的主要内容就是以选择符合设计要求的 PLC 型号为主。

PLC 选型主要考虑以下方面：

- (1) I/O 点数。计算系统预计需要多少输入量，多少输出量；
- (2) 计算系统对于 PLC 响应时间的要求（扫描速度）；
- (3) 根据设计要求选取是否需要附加功能，如高速计数器等；

根据本设计系统中控制对象的输入/输出量判断所需 I/O 点数如下：

步进电机（4 个）：输出量 4 个、高速脉冲输出 4 个；

气压装置：输出量 1 个、高速脉冲输出 1 个；

位置传感器：输入量 2 个；

数字开关（设定速度、角度、时间）：输入量 12 个；

控制按钮：输入量 4 个；

指示灯：输出量 3 个；

计数器：输出量 1 个；

总计：输入量 18 个，输出量 9 个，脉冲输出 5 个。

根据本次设计的控制条件，首先将目光锁定在了三菱 Fx-3U 系列 PLC，但是由于 Fx-3U 主要是用于小型设备开发，而同为三菱电机出品的 Q 系列 PLC 则是应用在大中型设备中的，虽然在价格上 Fx-3U 占据一定优势，但是在工业中指令处理速度应该是重点考虑因素之一，而 Q 系列 PLC 在这方面显然做的更为优异，所以最终应选用三菱 QD77MSPLC 作为控制器，它是三菱电机推出的大中型 PLC 产品，具有 1024 个 IO 点数，16 个脉冲输出口，十分适用于做大型设备的控制器，另外他还具有控制精密度高，可拓展性强等优势。

## 2.2 驱动部分设计

### 2.2.1 步进电机及驱动器的选型

因为玻璃刀主要是步进电机带动下进行运作的，所以驱动部分的设计主要以步进电机及驱动器的选型为主。

步进电机有三种类型：反应式步进电机、永磁式步进电机和混合式步进电机。其中混合式步进电机功能更为全面，顾名思义，混合式步进电机综合了反应式步进电机和永磁式步进电机的优点，而且动态性能更加稳定，综合性能也是最为优异，所以此次设计的最终选型在混合式步进电机中敲定。

按照目前工业设施的应用来看，两相和四相步进电机应用最为广泛，又因四相电机较两相电机动态性能方面强、效率更高、发热小、可靠性高，所以最终将选用四相混合式步进电机。

除去上述内容外，步进电机及驱动器在选型时还应关注以下内容

(1) 计算步进电机拖动负载所需转矩（下为电机负载转矩计算公式）；

1) 水平直线运动轴计算公式：

$$T_L = \frac{9.8 * \mu * W * P_B}{2\pi * R * \eta} (N \cdot M)$$

式中  $P_B$ ：滚珠丝杆螺距（m）

$\mu$ ：摩擦系数

$\eta$ ：传动系数的效率

$1/R$ ：减速比

$W$ ：工作台及工件重量（KG）

2) 垂直直线运动轴计算公式：

$$T_L = \frac{9.8 * (W - W_C) * P_B}{2\pi * R * \eta} (N \cdot M)$$

式中  $W_C$ ：配重块重量（KG）

3) 旋转轴运动计算公式：

$$T_L = \frac{T_1}{R * \eta} (N \cdot M)$$

式中  $T_1$ ：负载转矩（N·M）

(2) 力矩和速度作为此次设计电机选型的两个重要衡量标准，从电机的“矩频特性”中可以体现出来，但在最终选择时，不能只选择满足要求的电机，还需要保证电机留有力矩余量和速度余量；

）挑选适用于工业场合可高速运作的电机，但这里有一个误区，不是电机标称上的力矩值越大性能越优异，因为有的电机虽然标称上的值很大，但是随着电机的转速不断上升，它的力矩衰减的也十分迅速，所以应该选择力矩衰减缓慢的步进电机作为备选；

（4）选用配套的步进电机和步进电机驱动器，匹配度较混搭高，性能更强劲；

根据以上四点要求，通过查找对比，最终选用了由北京精工成机电设备有限公司生产的 85BYG450A 步进电机和 SH-2H090M 驱动器。电机为四相混合式步进电机，参数如下：

步距角： $1.8^\circ$ ；电压：2.8V；电流：4.5A；机身長：113mm；最大静转矩： $4.1\text{N}\cdot\text{m}$ ；转动惯量： $3.5\text{kg}\cdot\text{cm}^2$ 。

矩频特性如图 2.1：

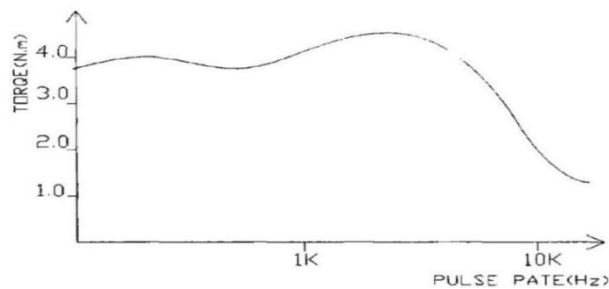


图 2.1 85BYG450A 步进电机矩频特性图

SH-2H090M 驱动器由超大规模的集成电路控制，稳定性高，响应迅速。最大细分数为 200，电源电压为 AC40V。还具有半电流自锁功能，输入采用光耦隔离，有脉冲/方向和增/减脉冲两种输入方式，用于驱动二相或四相混合式步进电机。

### 2.2.2 步进电机驱动器接口电路设计

#### （1）步进电机工作频率选择

结合实际工业加工情况，根据粗略计算得出，步进电机的细分数为 30，细分后电机的步距角为  $0.06^\circ$ （6000 步/每转），PLC 输出频率及步进电机驱动器输入脉冲频率范围如下表 2.1：

表 2.1 PLC 输出频率及步进电机驱动器输入频率范围表

	PLC 输出频率	倍频率	驱动器输入频率
X 轴方向	0-500Hz	*100	0-50kHz
Y 轴方向	10Hz-10kHz	*10	100Hz-100kHz

Z 轴方向	10Hz-10kHz	不倍频	10Hz-10kHz
-------	------------	-----	------------

---

(2) SH-2H090M 驱动器控制信号接口

驱动器的功能是将 PLC



发出的弱电信号放大到步进电机能够接受的强电流信号，驱动器接收的信号主要有三种：

### 1) 步进脉冲信号 CP

用于控制步进电机的旋转角度和速度。驱动器每接收一个脉冲信号就驱动步进电机转动一个步距角（细分时为一个细分步距角），控制 CP 脉冲的个数，就等于实现了步进电机的角度控制，脉冲的频率改变则同时控制着步进电机的速度。

### 2) 方向电平信号 DIR

用于控制步进电机的转向，由高/低电平控制，高/低电平对应不同的电机转向。

### 3) 使能信号 EN

此信号在不连接时默认为有效状态，这时驱动器正常工作。当此信号回路导通时，驱动器停止工作。

驱动器的接线图如图 2.2 所示。

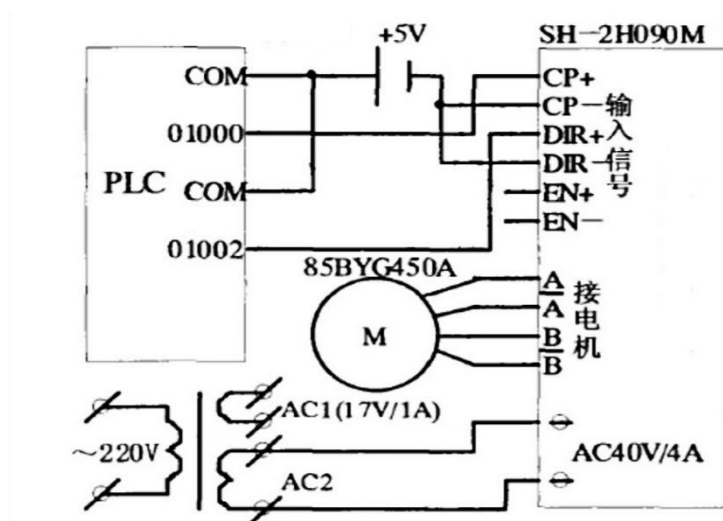


图 2.2 步进电机驱动器接线图

## 2.3 切割刀头的旋转

玻璃刀头的旋转是 PLC 向电磁阀发出指令，控制气压装置，从而实现旋转控制指令。气压装置主要由旋转气缸和 90° 定位销构成，切割刀头的可以进行 0°、90° 和 180° 旋转。

定位销由于长期处于易磨损状态，需要极高的耐磨性，所以选取 T10A 材料的定位销，淬火硬度在 HRC55 以上；气缸选用自动化工厂中应用较多的 SMC 基本型摆气旋转缸，电磁阀选用 SMC 的 SY5000。

本科论文

切割刀头默认初始位置为 0

° 位置，当有旋转信号输出时产生气压推动并碰到 90° 定位销时，刀头转至 90°，如果没有触碰到 90° 定位销，则刀头跳过 90° 直接转至 180°，同理刀头反向旋转时触碰到 90° 定位销时刀头转至 90° 位置，否则直接转至 0° 位置。

由于切割头可能处于 0°、90° 或 180°，存在着三个位置判定，理应添加三个位置传感器，但实际工作中监测两个位置足矣，因为非此即彼，如果已有的两个传感器的检测不到刀头位置，则一定在另一个位置，这样可以节省一个位置传感器，只需在编写程序时多加一个判定即可。

### 2.4 整体输入输出设计

根据以上对自动玻璃切割机控制系统的整体设计，绘制 PLC 的输入输出分配如图 2.3，图中还实现了时间设定、角度设定、速度设定 BCD 数字开关的接线。

为了能够节省输出点，对于时间设定 BCD 数字开关，将其公共端接在了输入的公共端子上。

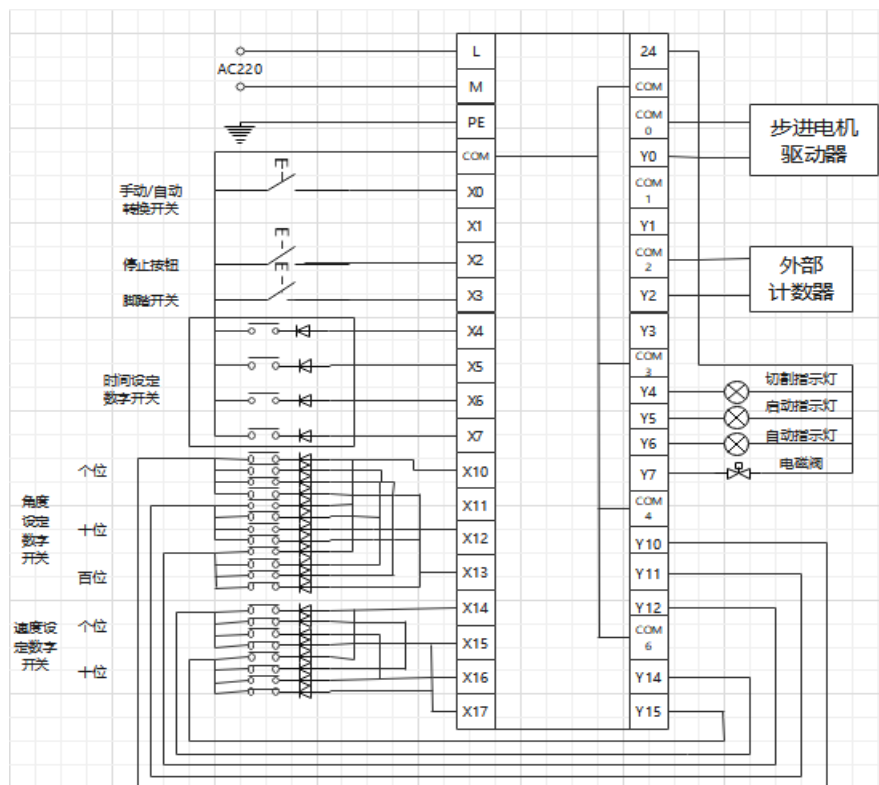


图 2.3 PLC I/O 分配图

### 2.5 玻璃切割机的控制系统设计

根据以上控制要求，设计其控制系统如图 2.4。

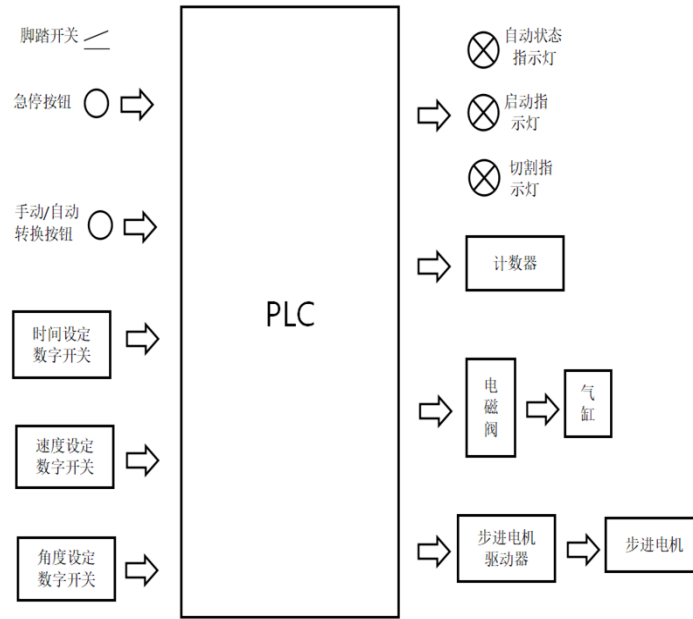


图 2.4 玻璃切割机控制系统简图

图 2.4 简明的反映了玻璃自动切割机的器件组成以及各个器件之间的控制关系。

如图，脚踏开关是控制系统启动的开关，PLC 接收到其信号并发出指令后设备启动；出现意外或设备故障时，急停按钮向 PLC 发送急停信号，接收信号后控制设备停止运转；手动/自动转换按钮根据实际选择要选择的工作方式后，向 PLC 输送选择信号，PLC 输出信号确定最终的工作方式。

根据上文提到的时间设定、速度设定以及角度设定的估值，可使用一位 BCD 数字开关设定时间值，用两位 BCD 数字开关设定速度值，用三位 BCD 数字开关设定角度值。

当 PLC 接收到自动工作信号、启动信号、切割信号时，发出控制对应信号的输出指令，控制对应指示灯点亮，接收到切割信号后，发出信号控制计数器进行计数。

PLC 接收旋转指令后，向电磁阀发出通断信号，并通过电磁阀控制气缸旋转运动，从而达到刀头旋转的效果。

PLC 接收回原点或切割指令时，向步进电机驱动器发出脉冲列，通过步进电机驱动器进而控制步进电机按接收到的脉冲信号进行运动。

上述元器件除了脚踏开关、电磁阀、气缸和步进电机以外，其余都布置在电控箱上。

根据上述内容设计控制箱面板如图 2.5，控制箱面板上装有设备总开关、计数器、手动/自动转换按钮，时间 BCD 数字开关，速度 BCD 数字开关，角度 BCD 数字开关，启动指示灯，切割指示灯，停止按钮。

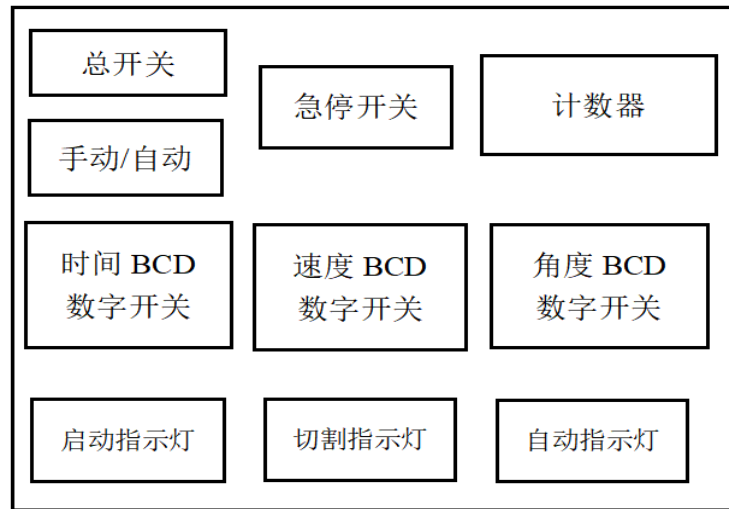


图 2.5 电控箱面板图

控制部分需要频繁使用的元器件都布置在电控箱面板上，除了脚踏开关同样使用较多，但是为了方便使用，需要将其接线从电控箱引出，放置到地面上。对于 PLC 和步进电机驱动器，将其直接放置在电控箱内即可，可以保持外型美观，还能防止误触导致接线松动。

驱动部分的接线则从电控箱引出，接到相应器件上。电磁阀的控制线接到 PLC 上后另一端从电控箱内引出，接到电磁阀上，步进电机的控制线接到步进电机驱动器上，另一端从电控箱引出，接到步进电机上。

### 3 软件设计

#### 3.1 开发环境

因为设计中的控制器是三菱系列 PLC，所以采用三菱综合 PLC

编程软件 GX WORKS2 作为此次设计的编程软件。GX WORKS2 是三菱电机出品与三菱 PLC 配合使用的，用来做 PLC 设计、调试以及维护的编程工具。GX WORKS2 与传统的 GX Developer 相比，不仅增加了许多新功能，还提升了操作性能，使用起来更加便捷。

新建工程后，进行编程即可，操作界面如图 3.1。

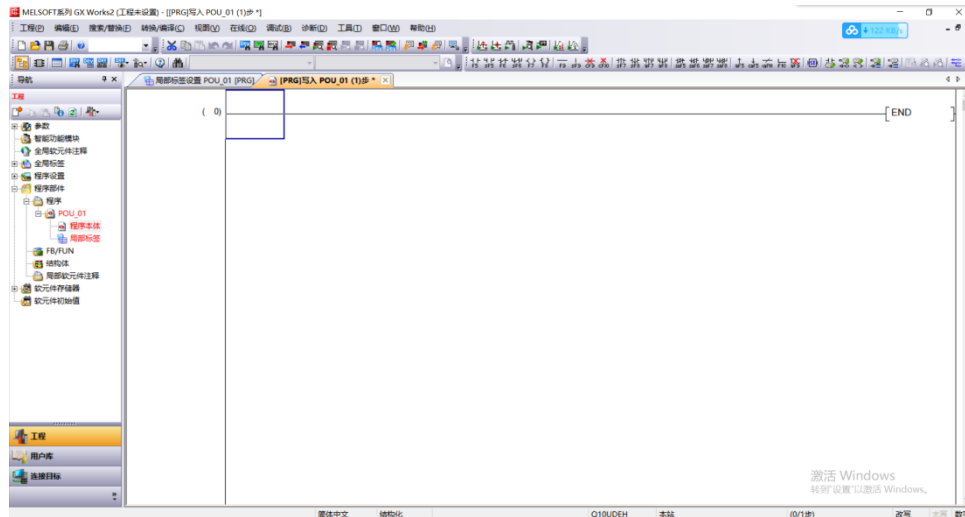


图 3.1 GX WORKS2 操作界面图

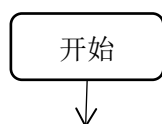
### 3.2 信号输出设计

在速度和角度信号输出时，采用带加减速脉冲输出指令 DPLSR 指令，带加减速设定可以防止电机在瞬间加减速情况下，发生失步，失步会使角度控制失准，造成角度误差。

### 3.3 程序流程图

玻璃自动切割机的主要工作流程：设备接电，真空吸附装置吸附住玻璃原片，确认真空吸附后，切割刀头抬起并回原点。切割刀头沿 Y 轴正向运行  $Y_0$  到达  $(0, Y_0)$ ，沿 X 正向走  $X_0$ ，到达切割原点，并转动刀头至  $0^\circ$ ，完成准备工作。切割时，默认设置向右为 X 轴正方向，向下为 Y 轴正方向刀头沿 X 轴方向走 X 距离，转动刀头至  $90^\circ$  并沿 Y 轴方向走 Y 距离，然后刀头旋转至  $180^\circ$  位置并沿着 X 轴反方向走 X 距离，最后刀头旋转回  $90^\circ$  沿着 Y 轴反方向走 Y 距离，一次切割完成，抬刀回原点。

程序流程图如图 3.2。





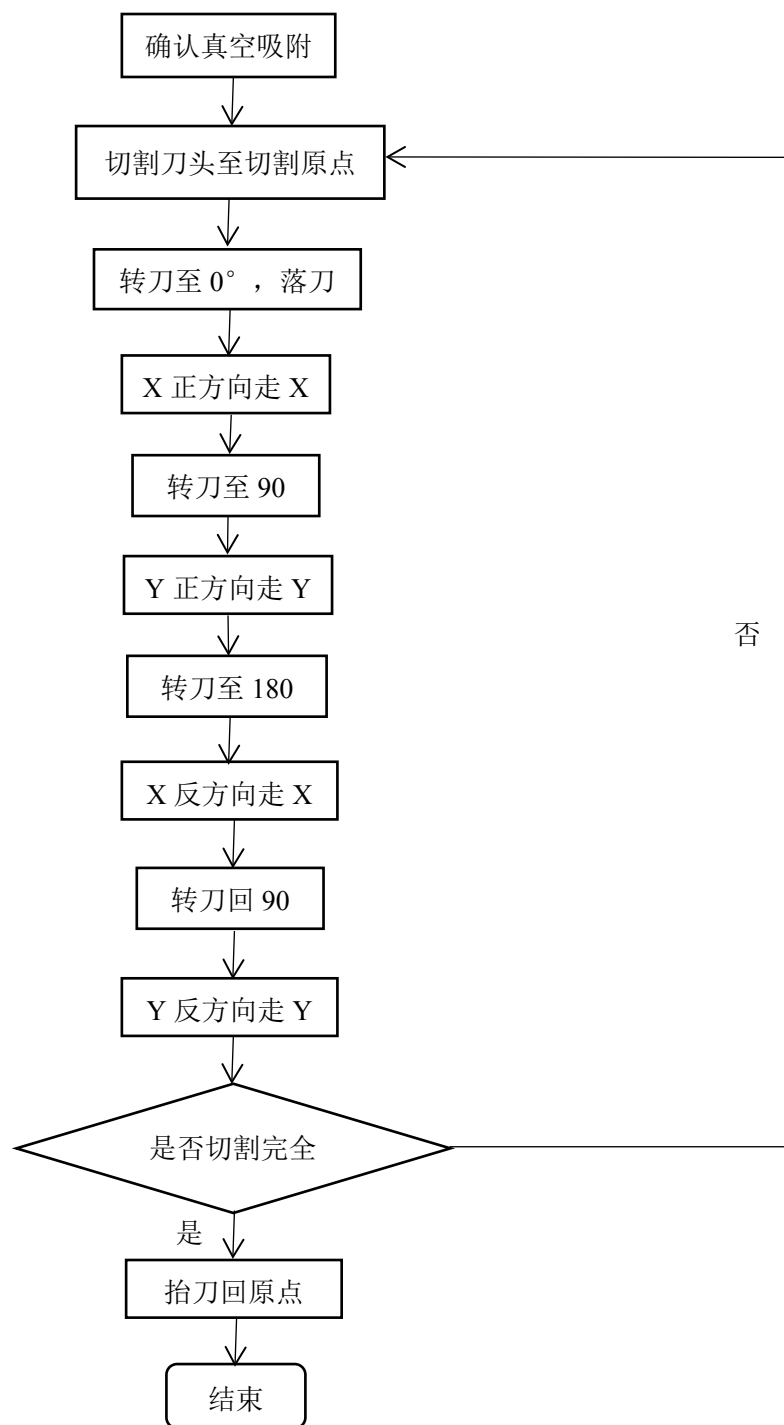


图 3.2 程序流程图

## 4 实物模型设计

### 4.1 实物模型的选型和安装

#### (1) 部件选型

实物设计无需达到工业级那种精密的水平，所以最终选用了性价比较高的三个 SST43D2125 型号和一个 T7308-01 型号的两相混合式步进电机，搭配三组滑台导轨和一个丝杆导轨。将一个 SST43D2125 型号步进电机与一个滑台导轨相连组成 X 轴，将另两个 SST43D2125 型号步进电机与另两个滑台导轨相连组成两个 Y 轴，T7308-01 型号与丝杆导轨相连组成 Z 轴。原本 Y 轴只需要设置一个，但是考虑到实物装置不同于工业设备，为了完善其稳定性，在垂直于 X 轴的两端分别固定了一个 Y 轴。

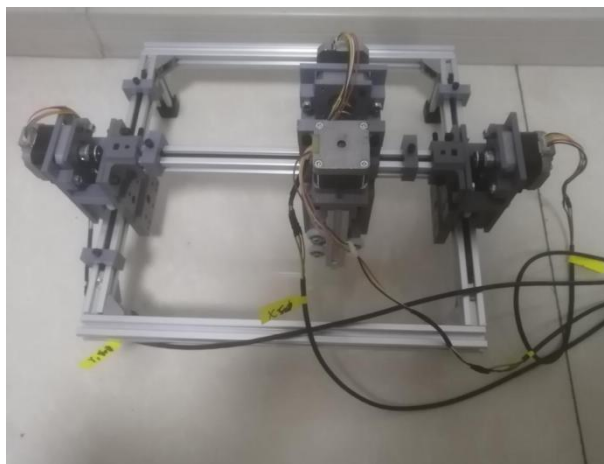
实物控制部分设计中原定的是三菱 Q 系列 PLC，但考虑到实际不易获取，所以采用了和其类似控制原理的尚跃微控制器，其内部搭载了驱动器，但是其只能接受路径指令，所以我们需要把位图（常见的 jpg、png 图片）转换成控制板能理解的 G-Code 代码或 .svg 格式的矢量图。G-Code 代码可通过 JediMaste、InkScape 等软件生成，.svg 格式的矢量图可通过 VectorMagic 软件生成，将生成的 G-Code 代码或 .svg 格式的矢量图导入到微控制器中，就可以实现对切割形状的设计，虽然舍弃了一定的控制精度，但是操作更加简单，方便自动玻璃切割机的功能展示。

## （2）部件安装

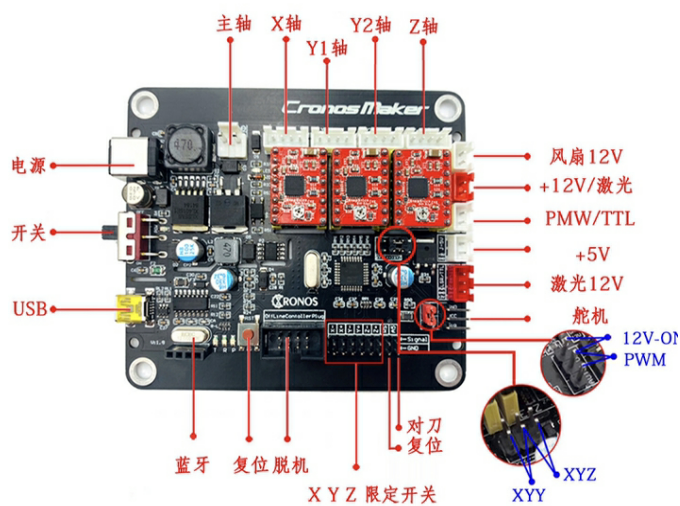
步进电机的接线一般根据线的颜色来区分即可，但是不同公司生产的步进电机线的颜色有所差异，所以为了保险起见，接线应该用万用表打表。2 相 4 线步进电机没有 com 公共抽线，所以 a 组和 b 组是绝对绝缘的，只需用万用表将 a 组和 b 组分开，不接通的是一组。

接线完成的 X、Y 轴的步进电机前方的齿轮通过齿带连接，将步进电机固定在滑台导轨上，此时电机正反转就可以实现在滑台上的左右移动。Z 轴的步进电机通过丝杆与滑台相连，电机正反转可实现丝杆导轨的上下移动，最后将玻璃刀固定在 Z 轴导轨前端。装置有效行程 180-180-10（mm），外部结构 370-310-50（mm）。

驱动部分实物接线及拼接完成图如下：

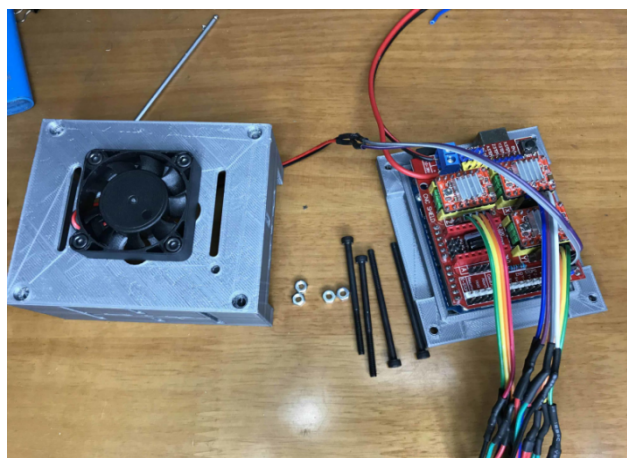


控制部分的接线要求如下图：



由于两个 Y 轴电机是正对着摆放的，所以在接线时一定要把一组线圈对调下。

控制部分实物接线完成图如下图：



## 4.2 项目调试

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/83522002434001131>