

景德镇陶瓷学院

科技艺术学院

本科生毕业设计（论文）

中文题目： 全自动施釉生产线（机械手设计）
英文题目： AUTOMATIC PRODUCTION LINE FOR GLAZING

院 系： 工程系

专 业： 机械设计制造及其自动化

姓 名： 罗文韬

学 号： 201030454133

指导教师： 吕冬青

完成时间： 2014-05-20

摘 要

本次设计的题目是全自动施釉生产线的机械手部分重点是机械手的机械部分，包括机械手部分，包括机械手的整体设计，传动方式的选择，零部件设计及校核，以及为了保证机械手正常工作而对电气部分提出的一些要求。

机械手主要功能是运送坯体从输入输送带上抓取坯体，横向进给，将坯体放置于主机上，具有动作迅速，运行平稳的特点，机械部分结构简单，成本低，易于维护等。此机械手除可以应用在陶瓷行业以外，还可以运用其他轻工业。属通用轻工业机械手。

本设计说明书主要包括前言，设计说明书，主要零部件的设计及校核，使用说明书标准件外购件明细表，外文资料及其译文，参考书目等几大部分。

关键词：机械手的机械部分，主要功能特点，说明书内容

ABSTRACT

The topic of this design is glazing automatic production line of mechanical parts with a focus on the mechanical part of the manipulator, including mechanical parts, including the overall design of the manipulator, the choice of the ways of transmission, parts design and checking, and in order to guarantee the normal work of the manipulator and the electrical part put forward some requirements.

Manipulator main function is to transport blank from the input conveyor belt scraping blank, transverse feed, place the body in the host, with a quick, smooth operation, the characteristics of mechanical part of simple structure, low cost, easy maintenance, etc. This manipulator can be used in ceramic industry, also can use other light industry. General light industrial manipulator.

This design manual mainly includes the preface, the design specifications, the design of the main components and checking, specification standard schedule of purchased components, foreign language information and its translations, bibliography and so much

KEYWORDS: Mechanical parts of the manipulator, The main function characteristics, Instruction content

目 录

第一部分

1 前言	1
2 工作原理	2
3 整体方案设计及论证	3
4 主要技术参数	9
5 主要零部件设计及计算	10
5.1 无级变速器选择	10
5.2 同步带设计	10
5.3 同步带轮设计	12
5.4 带轮挡圈的选择	15
5.5 保护拖链的设计选型	15
5.6 气缸设计计算及选用	17
5.7 小带轮轴的设计	18
5.8 轴承选择及校核	20

第二部分

6 有关电气部分的说明	22
-------------	----

第三部分

7 使用说明书	24
---------	----

第四部分

8 毕业设计小结	26
9 经济分析报告（标准件外购件明细表）	27
10 参考资料	29

1 前言

本次设计主要是对德国内奇公司的全自动施釉生产线上的机械手部分进行改造。这条生产线是由景德镇陶瓷股份有限公司从德国全套引进。由于整条生产线自动化程度很高，电气部分非常复杂，机械部分零部件加工质量要求很高，不易实行国产化，为了改变这一情况，改变我国陶瓷机械落后的面貌，本着消化吸收，创新的原则进行本次设计。

首先我们回顾我国陶瓷发展史和现状。

我国有着历史悠久的陶瓷文化，是陶瓷发源地之一。尤其是以景德镇陶瓷为代表的中国陶瓷是世界的一颗明珠，只是到了近代，我国陶瓷落后于国外，在近些年，虽然我国陶瓷行业广大科学家工作者奋起直追，与国外任由一定的差距，我国虽然是陶瓷生产大国，但却是一个底效益国家，主要是陶瓷产品大多为中低档，不能占领国际市场。在影响陶瓷质量诸多的因素中，施釉是最重要环节之一。施釉的好坏，直接影响陶瓷外表，下面将介绍我国在这个方面的发展现状。

在我国大多数瓷器，仍是适用传统的手工施釉，常见的有浇釉，喷釉，甩釉，浸釉，这是由人工完成的，将陶瓷坯体放入釉浆中，隔一会取出即可，而在釉浆中停留的时间完全由人工控制，每件坯体在釉中停留的时间控制的完全不一样，这样坯体釉层厚度不一，将影响烧成后的质量。

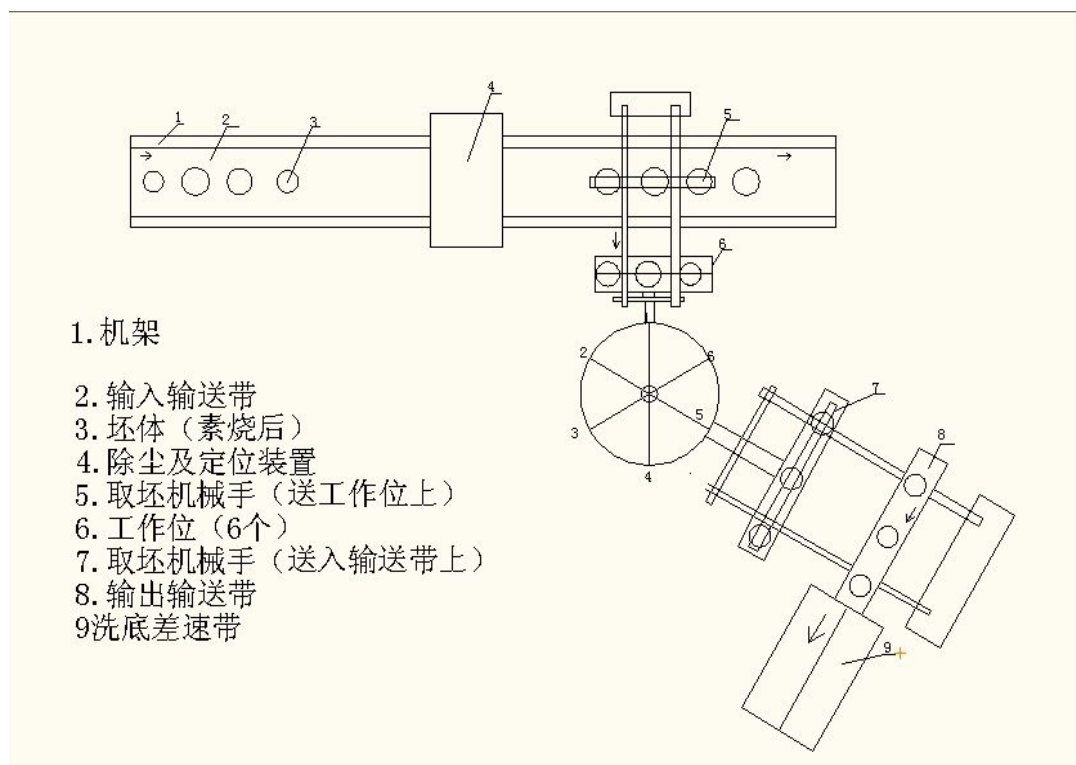
在国外，陶瓷厂实现了半自动或全自动施釉，这种施釉生产线——电子，微机为基础，将自动电气控制和机械仪进行高度的统一，这种方法不仅生产效率高，而且施釉质量得到了保证。

我国陶瓷机械行业虽然经过了广大科研人员的努力，有了飞速发展，但与国外的同行业相比，仍然有很大的差距，在有名瓷器一些主要设备仍依赖进口，这对我国陶瓷机械行业发展是一个挑战，这也是一个机会。我们不能对国外设备存在依赖性，在引进的同时，也应该掌握其相对技术。每一位陶瓷机械工程人员都要尽自己的努力去提高我国陶瓷机械的水平。

本次设计的指导思想是消化，吸收，创新，主要是参考景德镇陶瓷技术施釉生产线进行的，在设计中不要被国外的样机所约束，要大胆创新，设计出符合我国国情的机械。

2 工作原理

本次设计课题为全自动施釉机，从机械学角度看，机械仪或自动化施釉都是利用气动，液动，机械的各种机构合理巧妙的结合起来，完成预定的施釉动作的组合机构，并且有足够的刚性和可靠的精密的重复性。在此，将本次的全自动施釉工作示意图如下



此机在输入皮带运输机和输出皮带运输机间安装一台回转式上釉机，利用真空吸模机械手固定和搬运坯体。施釉机模盘的动作有摆动和回转，可实现浸釉，离心施釉，喷釉等多项方法，整条生产线工作原理如下：

将素烧的坯体放在输入输送带上，经过 4 除尘和定位装置，清楚坯体表面上灰尘，并使坯体按一定的距离（本次设计为 $d=300\text{mm}$ ）三个一组摆放好，再由真空取坯机械手 5 将坯体固定，然后搬运至工作台 6 的接坯模上，工作台 6 内部产生一定负压，将坯体牢牢固定，然后主机旋转到下一个工作位，工作台 6 带动坯体翻转，回转进行浸釉，6 个工作位分别完成施釉，甩釉，复位，静置，送坯等，洗模并浸入底釉，在第 5 个工作位，再由取坯机械手 7 将施完釉的坯体放置在输出带上，经差速带洗底，在经人工取下，完成整个生产过程。

3 整体方案的设计及论证

1. 机械手的动作顺序；

下行——吸坯——上行——横向进给——下行——释放坯体——上行——横向返回——下行，进入下一个工序循环。

本次设计主要是设计实现机械手动作的机械部分，对于实现机械手的动作气动部分，只提出要求，使之与机械部分互相配合，具体气动部分的设计由专业设计这部分的人员完成。

(1) 对于机械手下行和上行动作的实现

机械手上行和下行要求动作迅速，平稳，并在机械手内部产生负压，本次设计用气压传动实现这部分的动作。

气压传动特点：气压传动系统是以压缩空气为工作介质实现动力传递和工程控制的系统。

【1】 气压传动环境适应性好，特别再陶瓷工厂这种多灰尘，潮湿，温度变化大的场合，工作安全可靠，而液压传动对环境适应性不如气压传动。

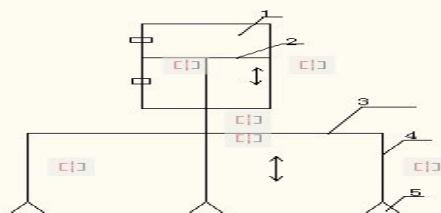
【2】 易于实现快速的直线往复运动，摆动和高速转动。力和速度调节方便，能实现过载自动保护。

【3】 气动元件结构简单，紧凑，易于制造，工作介质上空气，使用后一般可直接排到大气中，配管简单，使用维护简单，故气动被称为实现本自动化的最佳手段。

【4】 空气具有可压缩性，便于能量存储；

对于机械手的上行和下行，通过气缸活塞杆的运动来实现，即通过气缸，压缩空气推动活塞，由活塞杆带动机械手臂，在这次设计中，所选用的气缸是双作用普通气缸。

1. 气缸
2. 活塞
3. 横梁
4. 机械手臂
5. 真空吸盘

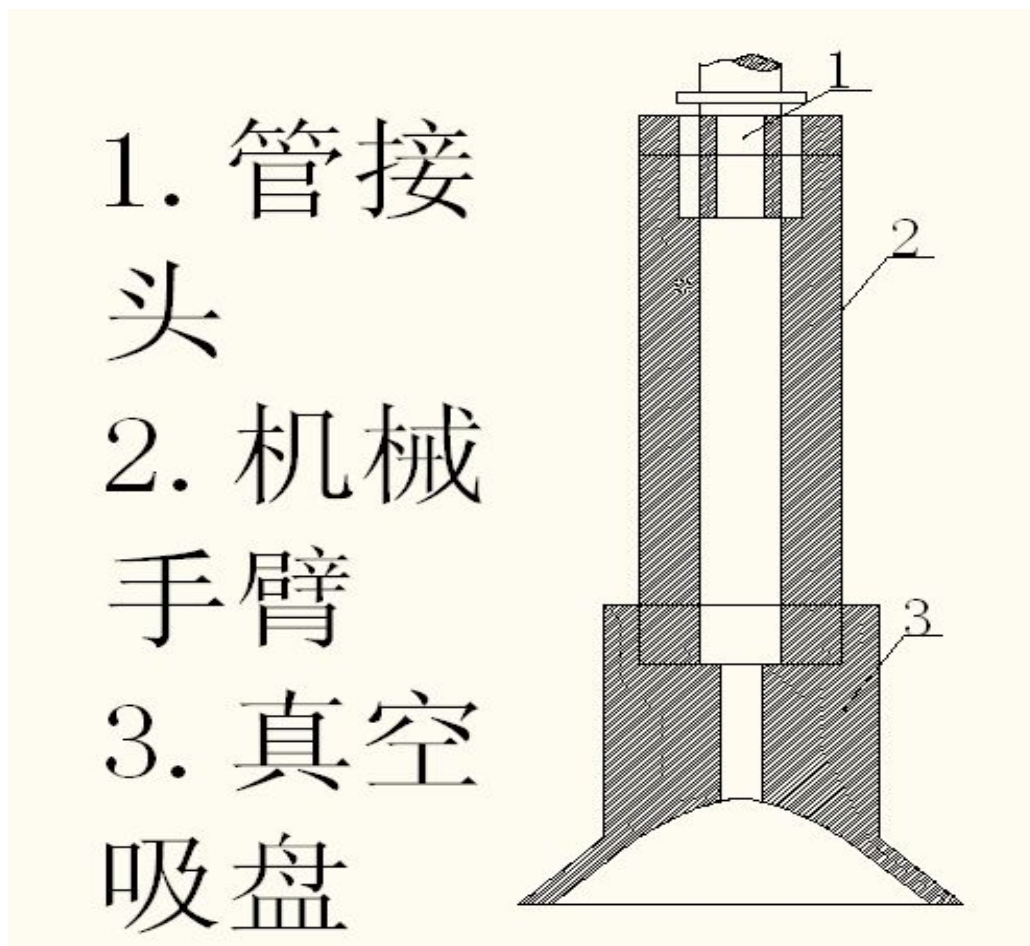


对于活塞的上行和下行的行程，可通过控制气缸内气体获得。另外所选气缸为微型带阀带开关气缸，气缸行程由行程开关控制。根据设计要求，气缸由两个行程。一个是从输入带上取坯行程，一部分行程是将坯体放在托座行程，两行程不一样，分别由不同的控制方式获得，关于这一点，本人将在后面的气动系统中作简单论述。

对于这种传递动力小，机械磨损小，运行速度不大的传动，气动是最好的选择。

2. 对于机械手的抓坯和放坯动作的实现。

为了实现抓坯和放坯，在机械手臂一端安装真空吸盘（用橡胶或软性塑料制成的皮碗）内形成负压将工件吸住，除了大型工件的搬运，需要频繁通断的使用真空泵外，一般都使用压缩空气来产生真空。



管接头 1 接口负压分配器，负压分配器接至真空发生器，将机械手达到行程要求时，真空发生器动作，负压分配器内产生负压，进而吸盘内产生负压，将坯体吸住，在释放坯体时，当达到行程要求时，真空发生器与大气压相通，负压消

失，释放坯体。

真空吸盘普遍用于板型，易碎物体等搬运，已广泛应用于生产中，其技术日益成熟，其结构设计简单，原理通俗易懂，经过以上论述，采用真空吸盘完全可以达到这次设计的要求，所以采用真空吸盘是一低成本，高效益的正确选择。

3. 对于机械手的横向进给及返回运动的实现。

机械手取坯和释放坯体后，需沿水平轨道位移一段距离，由于工作机工作特性，要求机械手在水平方向上的位移精确，定位准确，可靠，迅速，水平方向上的位移我们可以由行程开关控制，我们按照位移的要求，在水平导轨上安全两个行程开关用以控制其位移，行程开关之间距离必须等于所要求的位移量，当机械手碰到行程开关后，行程开关发出信号，使电动机停止运转，使机械手定位，由于机械手在水平方向上往复运动，这一点可以由电动机正反转控制。

机械手在水平方向上的往复运动，实现这一运动的传动方式有多种，在下面论述中，对每一种将做出归纳，总结，互相比较，以找出低廉，高效的传动方式。在对比中，本人不仅从成本上来考虑，而且更重要的是从质量上考虑：

1. 传动的要求；平稳，迅速，结构简单，低成本。
2. 传动方式；
 - (1) 液压传动
 - (2) 气压传动
 - (3) 齿轮齿条传动
 - (4) 丝杆传动
 - (5) 多杆机构传动
 - (6) 带传动
 - (7) 链传动

根据本次设计要求，液压传动和气压传动不考虑使用，本次设计重点是设计机械部分。

- (a) 齿轮齿条传动；利用这种传动，可以实现直线往复运动，达到传动要求。其优点；

- (1) 瞬时传动比恒定，工作平稳性高
- (2) 传动效率高
- (3) 结构紧凑
- (4) 维护方便

其缺点；

- (1) 运转中有震动，冲击和噪声
- (2) 对齿轮及齿条加工精密较高时，需高精密机床，特殊刀具和测量仪器保证，

制造工艺复杂，成本较高。

本传动要求平稳，迅速，且频便进行正反转，这便不利于用齿轮齿条传动，另外，由于从噪声方面考虑，也不易采用齿轮齿条传动，这样既减少了噪声，保护了环境，又保护了工人身体的健康。

(b) 丝杆传动（螺旋传动）

螺旋传动是将旋转运动变成直线运动，根据螺纹副摩擦，性质不同，可分为滑动螺旋，滚动螺旋和静压螺旋。

下面从滑动螺旋来论述：

特点：1. 摩擦阻力大，传动效率低（通常为 30%—40%）

2. 结构简单，加工方便。

3. 易于自锁。

4. 运转平稳，但低速时或微调时可能出现爬行。

缺点：1. 螺纹有侧向间隙，反向时有空行程，定位精度和轴向刚度较差。

2. 磨损快

在本设计中，横向运动速度最高 1m/s.，最低 0.465m/s. 低速不易采用滑动螺旋，在时间上要求精度高，也不易于螺旋传动，加上从效率，磨损上考虑，也不用此传动方式。

(c) 多杆机构传动；

缺点：1. 一般情况下只能近似实现给定的运动规律或运动轨迹，且设计较为复杂

2. 当给定的运动要求较多或较复杂时，需要以构件数和运动副数往往较多，这样机构结构复杂，工作效率低，而且机构运动规律对制造，安装误差的敏感性增加。

3. 机构中做平面复杂运动和作往复运动的构件所产生的惯性力难以平衡。

平面多杆机构对于要求传动平稳，定位准确，频繁启动，正反转的场合不太适用。

(d) 带传动；

带传动可分为平带，v 带，特殊带，同步带传动。

带传动优点；(1) 能缓和载荷冲击。

(2) 运行平稳，无噪声。

(3) 制造和安装精度不像啮合传动那样严格。

(4) 可增加带长以适应中心距较大的工作条件。

缺点；(1) 有弹性滑动和打滑，使效率降低和不能保持准确的传动比。

(2) 传递同样大的圆周力时，轮廓尺寸和轴上的压力都比啮合传动大。

(3) 带的寿命短。

在选择带型时，我们应注意到：

机械手带速 $V_{\max}=1\text{m/s}$ 。 $V_{\min}=0.465\text{m/s}$ 属低速传动

选用 V 带传动时，带速一般不得低于 5m/s

选用平带传动时，速度一般取 $10\text{—}20\text{m/s}$ 。小带轮直径 $d_1=(1100\text{—}1300)\sqrt[3]{\frac{P}{N_1}}$

将 $N_1=170.61\text{r/min}$ 代入。 $d_1=142.3\text{mm}$ 可以看出如果采用平带。小带轮直径远远大于用同步带传动件小带轮的直径 $d_1=80.85\text{mm}$ ，所以从带轮体积来考虑，也不易采用平带。

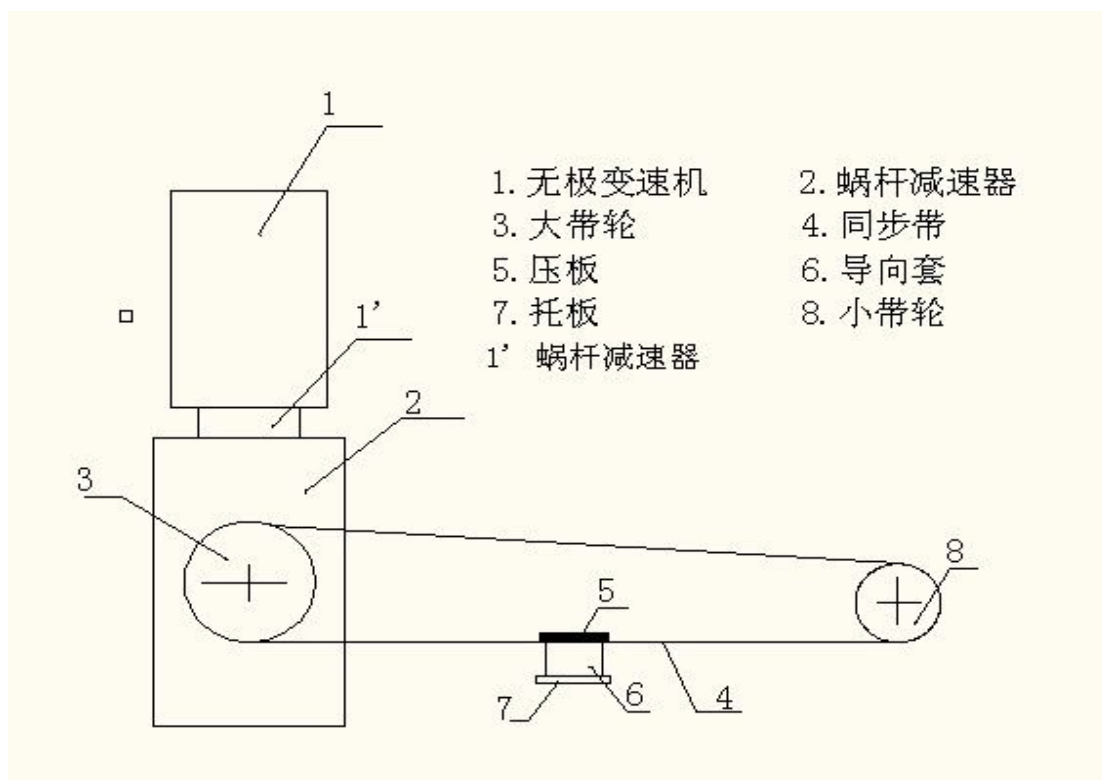
另外，机械手行程虽然可以由行程开关控制但由于整个传动对精度要求恒高，尤其是在时间上的要求，用平带不能做到同步传动，任存在弹性滑动，而同步带却可以克服以上缺点，达到设计要求，尤其是在这种低速传动场合，选用同步带更是最佳选择，同步带价格虽较平带高，但其日益广泛的应用，更显示出其强大生命力，并且可以提高整机的质量。

(e) 链传动；

链传动从传动平稳性，准确性，以及噪音等方面来考虑。都不如同步带传动好。

通过以上几种传动方式的讨论，我们最后确定采用同步带传动方式。

在选择完传动方式以后，我们对整机做出整体设计，设计原理图如下；



现将上面原理图论述如下：

通过无极变速机和蜗杆减速器是输出转速达到设计要求，从上图可以看出，无极变速器速度输入与要求的速度输出为 90° 角，又因为带轮转速不高，传动比较大，则我们选用蜗杆减速器。减速器带动大带轮 3 运动，导向套 6 通过压板 5 与同步带 4 连成一体，而导向套 6 通过螺栓连接托班 7，活塞杆通过连接件与机械手部分相连，减速器带动大带轮运转，进而由同步带带动 7 作横向运动，当达到规定外以后，由行程开关发信号使电动机停转，在规定时间以后，电动机反转，同步带水平返回至行程点，另外，同步带工作面有齿，带轮也有齿，这样带与带轮间，没有相对滑动，传动比恒定，可以使带与带轮同步运动，满足时间方面的要求，从而达到设计要求，通过对以上设计的论证，我们可以得到下面的结论：本次设计的方案是可行的，结构是合理的。

以上论证主要是从机械方面进行论证的，这是本人本次设计的重点，至于整机如何运作，主要是由电气控制的。关于这方面问题，将在以后做简明扼要介绍，根据本人设计的需要，提出要求，将由专门弄这一块的人负责。

最后，再提一点；在坯体施釉完成后，将由另一机械手将坯体从主机上送至输出输送带上，这部分机械手同上面所设计的机械手在原理和设计思路上是完全相同的，只需按使用要求安装既可。

4 主要技术参数

1. 机械手动作时间的分布

设计要求生产能力 1300—1800 件，本次设计按 1500 件/小时设计，根据主机有 6 个工作位，则工作位之间时间为 $T_1=7.2s$ ，主机运行周期 $T_2=6 T_1=43.2s$ ，机械手在 7.2s 内分配时间及完成的动作如下：

动作	下行	上行	正行程	下行	上行	返行程
时间 (s)	1.33	1.33	1.6	0.67	0.67	1.6

机械手行程：

上下行程： $L_1=200mm$

正反行程： $L_2=1000mm$

速度分配：

上行. 下行 $V_1=0.15m/s$

正返行程 $V_2=0.625m/s$

5 主要零部件的设计及计算

5.1 机械手部分的设计及计算

(a) 无级变速器的选择;

当生产能力为 1300 件/小时 时 $T=8.3s$ 时间分配

正行程; 2.15s 返行程; 2.15s

$$V_1 = \frac{L_2}{L_1} = \frac{1000}{2.15} = 0.465m/s$$

根据总体设计方案, 机械手正返行程靠同步带带动实现, 则同步带速度 $V_{同}$
 $=0.465m/s$

当生产能力为 1800 件/小时。 $t=6s$

正行程; 1s 返行程; 1s

$$V_2 = \frac{L_2}{L_1} = \frac{1000}{1} = 1m/s$$

将小带轮直径 d_1 暂取 70mm, 进行设计, 根据公式 $V = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \times 1000}$ 计算小带轮转
 速; $n_1=126.93r/min$ $n_2=272.98r/min$

既为蜗杆减速器输出的转速, 所选蜗杆减速器暂取 $i=7$, 则无级变速器输出
 转速; $n_{11}=7n_1=888.51r/min$ $n_{22}=7n_2=1910.86r/min$

则根据手中资料及计算, 取无级变速器如下

UD004A0.37B32 参数如下

电机功率 (kw)	输入轴转速 (r/min)	输出轴转矩	输出轴转速 (r/min)
0.37	3000	1.5~3.7	380—2000

基本满足要求。

5.2 同步带设计 (参考《机械零部件手册》—选型, 设计指南)

设计计算内容	设计及计算	计算结果
设计功率	$P_d = K_A R = K_A \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot P$ $= 1.54 \times 0.95 \times 0.95 \times 0.37$ K_A ——工况系数	$P_d = 0.52kw$

选同步带	η_1 ——无级变速器效率 η_2 ——蜗杆减速器效率 选用梯形同步带，依据 $P_d=0.52\text{kw}$ $n_1=170.61\text{r/min}$ 依据图 9-22 选 H 型 查表 9-43 $Z_{\min} \geq 14$	H 型同步带 $P_b=12.7\text{mm}$ 取 $Z=20$
小带轮节径	$d_{p1} = \frac{Z_1 P_b}{\pi} = \frac{20 \times 12.7}{3.14} = 80.89$ 取 80.85	$d_{p1}=80.85\text{mm}$
大带轮齿数	$Z_2=1.4 \times 20$ $d_{p2} = \frac{Z_2 P_b}{\pi} = 113.25$ 取 113.19	$Z_2=28$ $d_{p2}=113.19\text{mm}$
带速	$v = \frac{\pi d_{p1} n_1}{60 \times 1000}$	$v=0.72\text{m/s}$
中心距	根据结构和工艺要求协定； $a_0=1200\text{mm}$	
带长	$L_{p0} = 2a_0 + \frac{\pi}{2} (d_{p1} + d_{p2}) + (d_{p2} - d_{p1})^2 / 4a_0$ 查表 9-41 选取 1100H220 取 $L_{p0}=2794.00$	$L_{p0}=2704.86$ $L_{p0}=2794.00$
实际中心距	$a = a_0 - (L_p - L_{p0}) / 2$	$a=1244.57\text{mm}$

小带轮啮合 齿数	$Z_m = e_n + (Z_1/2 - P_b Z_1 (Z_2 - Z_1) / a^2 \pi^2)$ $= 9.89$	$Z_m = 10$
带宽	$b_s \geq b_{s0} \sqrt[1.14]{\frac{1000 P_d}{K_z (T_A - m v^2) v}}$ 查表 9-42 $b_{s0} = 76.2 < d_{p1}$ $K_z = 1$ $T_A = 2100N$ $m = 0.448$ $v = 0.72m/s$ $p_d = 0.52$ $b_s \geq 29.87mm$	取 $b_s = 38.10mm$
轴压力	$F_r = \frac{1000 P_d}{v}$	$F_r = 722.22N$

根据上述计算，所取同步带如下：

型号 1100H150GB11616

(b) 所选 H 型带的验证

带工作时许用工作拉力 $T_A = 2100N$

带质量 $m_{总} = 0.448 \times 2794.00 \times 10^{-3} = 1.25kg$

额定功率 $P = (K_z K_w T_A - b_s m v^2 / b_{s0}) v \times 10^{-3}$

K_z ；啮合齿数系数 P ；带额定功率 (kw) K_w 宽度系数

$K_w = (b_s / b_{s0})^{1.14} = (38.10 / 76.2)^{1.14} = 0.45$

计算 P ； $p = 0.67kw$ 设计功率； $P_a = 0.56kw$

额定功率 > 设计功率 所以所选带宽合适，传递力足够。

所选的无级变速器也是合理的。

以上算是从理论上进行计算论证，证明所取得带及无级变速器和蜗杆减速器都是合适的，在设计过程中，忽略了许多次要因素，在实际生产中，应做相应的调整。以满足实际要求。

5.3 同步带轮设计（机械设计标准应用）

带轮一般采用钢，铸铁，轻合金或塑料等制造，重载时适用 35 钢，40 及 45 钢等制造，载荷较小时，直径较大的幅板带轮可采用铸铁 HT150，HT200 制造，轻载荷场合可采用铝合金或塑料（如聚碳酸酯，尼龙）等制造，对于成批生产的带轮可采用粉末冶金材料。

本次设计中，两带轮载荷较小，且两轮直径较小，为了减轻质量，提高效率，两带轮均采用铝合金，两带轮设计如下

计算项目	计算内容	计算结果
节圆直径	$dp1=80.85\text{mm}$	$dp1=80.85\text{mm}$
确定带轮型号	根据同步带型号确定带轮型号 为 H 型，节距 $Pb=12.7\text{mm}$	H 型 $Pb=12.7\text{mm}$
带轮齿数	小带轮 $Z1=20$ $Z2=28$	$Z1=20$ $Z2=28$
带轮齿形及有关参数	由于小带轮齿数不少于 30 齿 为避免齿槽半角偏差过大，采用直边齿廓齿形。	直边齿廓齿形
齿槽底宽	查表 20.3-11	$bw=4.19 \pm 0.13\text{mm}$
齿槽深	查表 20.3-11	$hg=3.05_{-0.13}^0$
齿槽半角	查表 20.3-11	$\Phi=20^\circ \pm 15^\circ$
齿根圆角半径	查表 20.3-11	$rb=1.60\text{mm}$
齿顶圆角半径	查表 20.3-11	$rt=1.60_{+0}^{+0.13}$
节顶距	$2a=1.372\text{mm}$	$a=0.686\text{mm}$
确定带轮节圆直径及外径	$dp1=80.85\text{mm}$ $da1=dp1-2a$ $dp2=113.19\text{mm}$	$dp1=80.85\text{mm}$ $da1=79.48\text{mm}$ $dp2=113.19\text{mm}$

	$da_2 = dp_2 - 2a$	$da_2 = 111.82\text{mm}$
确定带轮外径极限偏差	表 20.4-13, 查得; 小带轮外径极限偏差: $^{+0.10}_0$ 大带轮外径极限偏差: $^{+0.13}_0$	小带轮: $^{+0.10}_0$ 大带轮: $^{+0.13}_0$
确定带轮节距偏差值	根据带轮外径 da , 查表 20.3-12 得;	小带轮; 相邻齿间节距偏差为 $\pm 0.03\text{mm}$ 90° 弧以内累计偏差为; $\pm 0.10\text{mm}$ 大带轮; 带轮相邻间节距偏差 $\pm 0.03\text{mm}$ 90° 弧以内累计偏差为; $\pm 0.13\text{mm}$
确定带轮挡圈尺寸		
挡圈弯曲处直径 dw	$dw = da_1 + (0.38 \pm 0.25)$ $= 79.45 + 0.38 \pm 0.25$	$dw = 79.83 \pm 0.25\text{mm}$
挡圈外径	$df_1 = dw + 2k$ 查表 20.3-16 $k = 200\text{mm}$ $df = 79.83 \pm 0.25 + 4$	
挡圈厚度	$t_1 = 1.5 - 2.5\text{mm}$	$df = 83.83 \pm 0.25\text{mm}$
大带轮 dw_2	$dw_2 = da_2 + (0.38 \pm 0.25)$ $= 111.82 + 0.38 \pm 0.25$	$t_1 = 2\text{mm}$ $dw_2 = 112.2 \pm 0.25\text{mm}$

大带轮挡圈外径	$df_2 = d_{w2} + 2k$	
大带路挡圈厚度	$t_2 = 2\text{mm}$	
带轮宽度	根据 $b_s = 38.10\text{mm}$ 及带轮型号 查表 20.3-15	$df_2 = 116.2 \pm 0.25\text{mm}$ $t_2 = 2\text{mm}$ $bf = 39.4\text{mm}$

5.4 带轮挡圈的选择

两轴传动中，两个带轮中必须有一个带轮两侧有挡圈或两个带轮的不同侧边各装一个挡圈，在中心距超过小带轮直径 8 倍以上传动中，由于同步带不易张紧，两个带轮两侧均应装有挡圈。

本传动中心距 $a = 1244.57\text{mm}$ ， $d_{a1} = 79.48\text{mm}$ ，则两侧均应装挡圈，挡圈尺寸如上面计算所得。

（一）带轮宽度确定

根据同步带 $b_s = 38.10\text{mm}$ 及带轮型号，查表 20.3-15 得

型号	轮宽代号	轮宽基本尺寸	双挡圈带轮最小宽度 bf
H	150	38.10	39.40

5.5 保护拖链的设计选型《机械零部件手册》-选型，设计指南

计算项目	计算内容	计算结果
行程 L_s	取 $L_s = 2\text{m}$	$L_s = 2000\text{mm}$
无支撑长度	$L = L_s / 2$	$L = 1000\text{mm}$
软管质量	约为 5kg/m	$m = 5\text{kg/m}$
拖链型号	图 10-77，表 10-24	TK070
		$P = 70\text{mm}$
拖链允许转弯半径	表 10-24	$R = 90\text{mm}$
链条节数	$LR = (L_s + \pi r + 2S_0) / R$ L_s ；行程 R ；转弯半径 S_0 ；链条长度余量	$L_p = 22$

链条全长	$S_0=3/2R$ 取 $L_p=21.3$ 取 $L_p=22$ $L=70 \times 22$	$L=1540\text{mm}$
链条无支撑长度	$L_0=L_s/2+S_0$ $S_0=\{L_p \cdot P - (L_s/2 + \pi r)\} / 2$ $=\{22 \times 70 - (2000/2 + \pi \cdot 90)\} / 2$ $L_0=1000+128.7$	$S_0=128.7\text{mm}$ $L_0=1128.7\text{mm}$
验证	根据图 10-77 进行校验， 当拖链负重为 5kg/m 时，TK070 所允许的无支撑长度为 3m ，大 于 $L_0=1128.7\text{mm}$ 故合格	合格
确定安装高度	$H=2R+h_g$ $=2 \times 90 + 50/2$	$H=205\text{mm}$
移动端安装高度	$H_z=H+10$ $=205+10$	$H_z=215\text{mm}$
拖链装置的空间 设置高度	$H_z'=H_z+20$ $=215+20$	$H_z'=235\text{mm}$

如上所示，所选防护拖链为 TK0070 $P=70\text{mm}$ $R=90\text{mm}$ $h=50$ $t=2$

(b) 保护拖链装置的安装及使用注意事项：

- (1) 拖链的移动端和固定端的中心面应尽量调整重合，其容许偏差为 4mm 。
- (2) 拖链一般不需加轮滑油，如在易生锈环境中使用，可用润滑脂防锈。

(3) 拖链上方本次设软管的必要长度={pLR+安装部分长度}×1.015.

(4) 绝对禁止在拖链上站立人或放置重物。

(5) 保护拖链的支撑滚轮的采用。

当拖链长度超出允许的无支撑长度，可用采用支撑轮获得所需的运动行程，并保证良好的移动性能。

本设计拖程行程适当，可用不用支撑滚轮。

机械手部防护拖链

机械手部的防护拖链设计原理不同前，在竖直方向上使用，可以根据实际情况安装选用。

两部分防护拖链在安装中，可以根据实际情况进行安装，上面的计算结果可以做适当的调整。 D^2R

5.6 气缸设计计算及选用

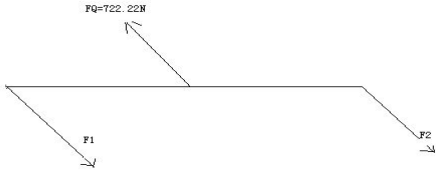
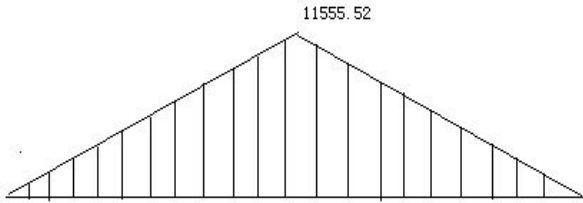
计算项目	计算内容	计算结果
气缸类型	根据工作要求，查表 6.4-1	双作用普通气缸
安装方式	根据整机结构特点，查表 6.4-2	前法兰安装方式
工称压力	工业用压缩空气不超过 0.7Mpa 查表 6.1-2，取 $p=0.6 \times 10^6$ pa	$p=0.6 \times 10^6$ pa
力	活塞杆推 根据工作特点取 $F_1=200N$ $F_2=(0.6—0.37) D^2R$	$F_1=200N$
力	活塞杆拉 $F_1=(0.65—0.37) D^2R$ 得 $F_1/F_2=0.65/0.6$ $F_1/F_2=13/12$	$F_2=184.62N$
气缸内径	考虑动作时间，动作总时间及其他因素， $D=(1.23—1.6) \sqrt{\frac{F_1}{P}}$ D 系数取 (1.4—1.8) 既 $D=1.6 \sqrt{\frac{F_1}{P}}$	$D=29.27mm$ $D=32mm$

	查表 6.1-3 ，取 D=32mm	
气缸行程	根据使用环境及机械手部分整机设计， 气缸行程设计为 200mm，为保证使用中 技术要求 S 应有一定的余量 S=200+10	S=210mm
气缸材质	气缸内径较小，工作压力及行程都较小， 属微型气缸，故材料选用铝合金。	铝合金材质
壁厚	$\delta = K P_{wmax}D / 2 \sigma_b$ K;安全系数 6—8 σ_b ; 缸筒材料抗拉强度（Mpa） D; 缸径 δ ; 缸筒壁厚。 Pwmax; 工作最大压力 $\delta = (8 \times 0.7 \times 32 \times 10^{-2}) / 2 \times 3$	$\delta = 3\text{mm}$ V=0.2m/s
活塞运动速度	V=S/t	

根据以上计算得到的各项参数，所用气缸内径为 $\Phi 32$ 的微型气缸，其形成不超过 500mm，缸筒材料为铝合金。另外所选气缸为带阀和带开关气缸。气缸行程由固定在缸筒上的弹簧继电器的行程开关控制，气缸尾部装有电磁换向阀，通过通过管路分气缸的前腔及后腔相连。

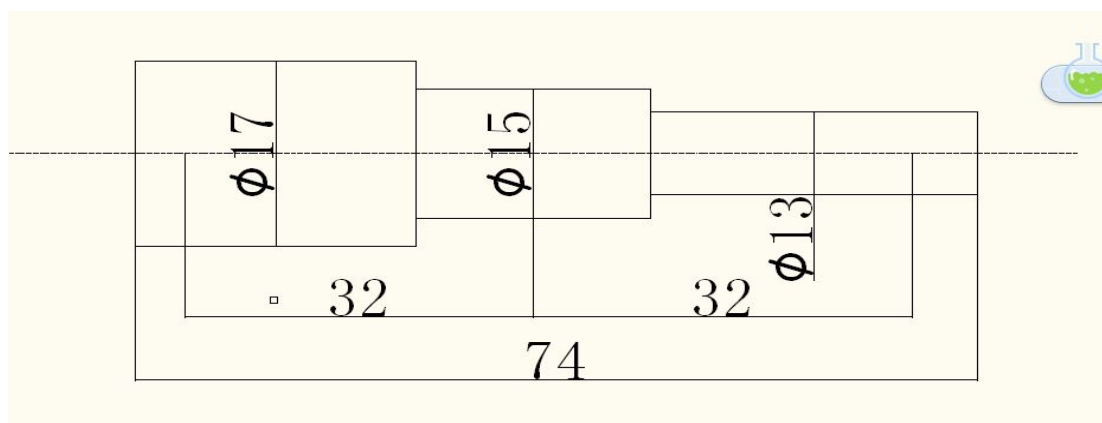
5.7 小带轮轴的设计《参考机械设计》

轴的材料选 45 钢, $\delta_B=650\text{Mpa}$ $\delta_S=360\text{Mpa}$

计算项目	计算内容	计算结果
轴受力图	 <p>轴所受重力不计</p>	
水平方向	<p>$FQ=722.22\text{N}$ 轴受力</p> <p>$F1=F2=FQ/2=361.11\text{N}$</p>	<p>$F1=361.11\text{N}$</p> <p>$F2=361.11\text{N}$</p>
水平弯矩图		
轴受转矩	根据小带轮固定结构及工作方式的设计，轴受力转矩不计。	
当量弯矩	$M=11555.52\text{N}\cdot\text{mm}$	
轴径	$d=\sqrt[3]{\frac{M}{0.1(\delta-1b)}}$	
许用应力值	<p>用插入法，由表 16.3 查得；</p> <p>$\delta_{0s}=102.5\text{Mpa}$</p> <p>$\delta_{-1b}=60\text{Mpa}$</p> <p>则 $d=\sqrt[3]{\frac{11555.52}{0.1\times 60}}$</p>	<p>$\delta_{0s}=102.5\text{Mpa}$</p> <p>$\delta_{-1b}=60\text{Mpa}$</p> <p>$d=12.44\text{mm}$</p>

根据以上计算可知，轴受力最大部位的轴径最小值为 12.44mm，所设计的

d=15mm 符合要求，轴的结构如下：



5.8 轴承选择及校核

小带轮用轴承

轴承型号	基本尺寸 (mm)			基本额定负荷 (kw)	
	d	D	B	Cr	Cor
I80102	15	32	9	4.30	2.5

轴承的校核：

计算项目	计算内容	计算结果
轴承转速	$n=170.61\text{r/min}$	$n=170.61\text{r/min}$
径向力	$F_r=722.22\text{N}$	$F_r=722.22\text{N}$
轴向力	$F_a=0\text{N}$	$F_a=0\text{N}$
X, Y	查表 18.9	$X=1, Y=0$
预期使用寿命	查表 18.8	$\xi=10000$ 小时
冲击载荷系数	查表 18.8	$f_a=1.2$
当量动载荷	$P=f_a (X F_r + Y F_a)$ $=1.2 (722.22)$	$P=866.664\text{N}$
计算额定动载荷	$C_r' = P \sqrt[3]{\frac{\xi n}{16670}} = 866.664 \sqrt[3]{\frac{10000 \cdot 170.61}{16670}}$ $C_r=4.3$	$C_r'=4.1\text{KN}$ $C_r=4.3\text{KN}$
结论：	$C_r'=4.1 < C_r=4.3$	

	则所选轴承可满足使用要求。	
--	---------------	--

另一对轴承参数如下；

轴承型号；I80105 $d=25\text{mm}$ $D=47\text{mm}$ $b=12\text{mm}$

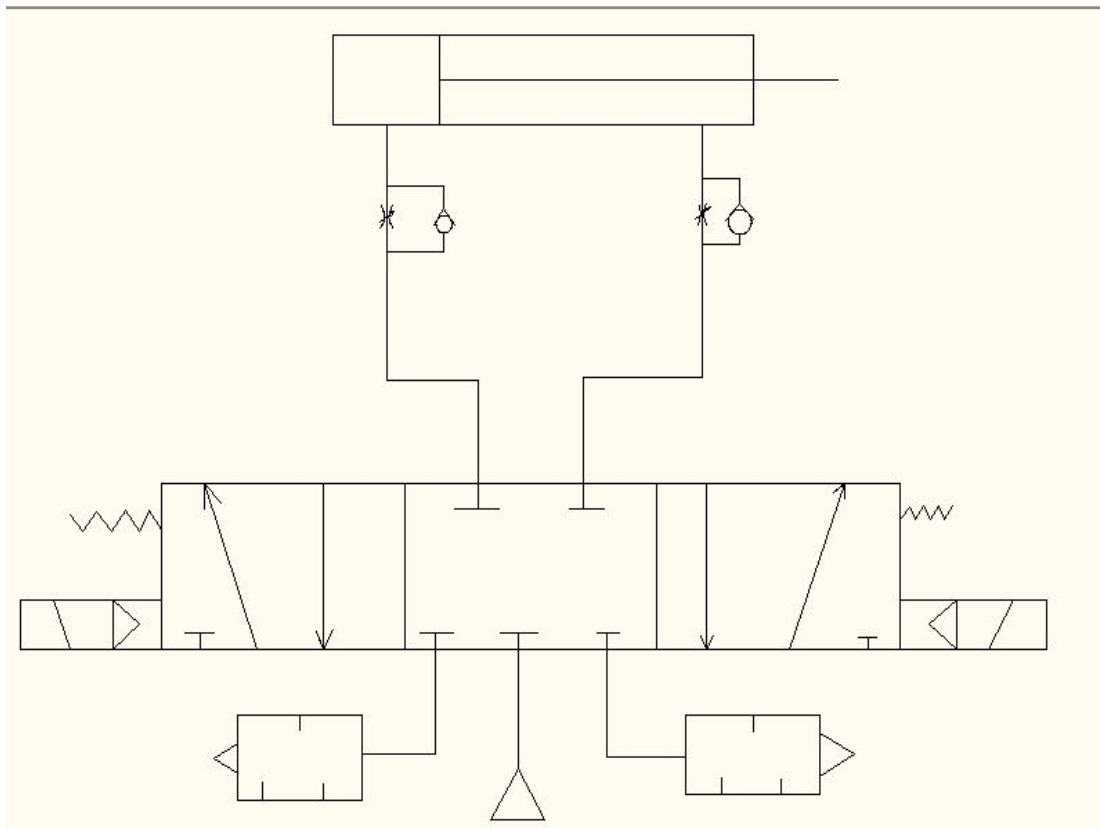
两对轴承均自带密封圈，采用油脂润滑。

6 有关电气部分的说明

电控部分包括控制电机部分的正反转,控制气动。两部分均要求能正确连接,能正确停转,反转和正转。气动部分要求控制灵敏迅速。

为了实现机械手整机能正常工作，根据本人设计的机械手机械部分，特对气控部分设计提出一些要求：

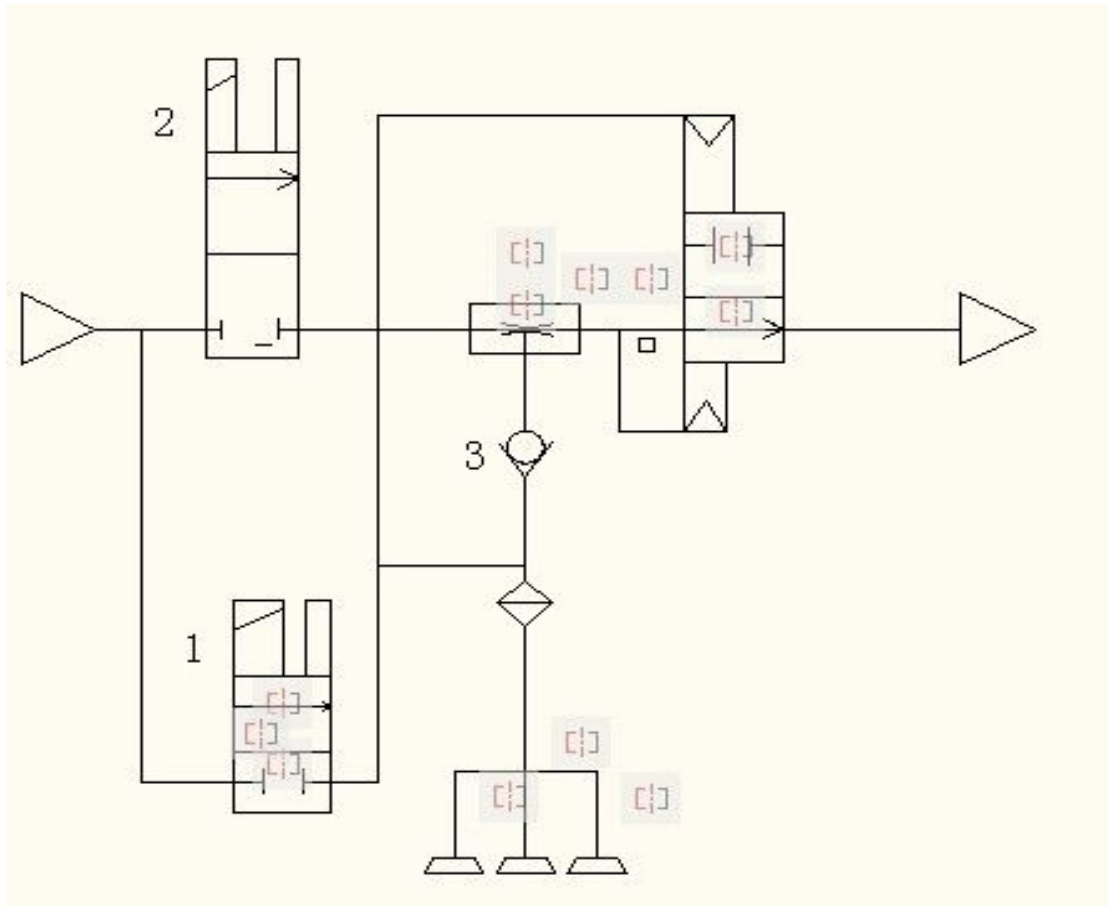
根据设计机械手有上下两个行程；一个行程为取坯行程，这部分行程较大，设计为 210mm，另一部分行程为释放行程，这部分行程较短，设计为 100mm 第一部分行程由装在气缸上的电磁感应开关控制，两电磁感应开关距离为 210mm，另一部分行程为 100mm，由气动回路控制，这部分原理图如下：



关动作，实现对气缸的控制。

2. 坯体吸附和释放

坯体吸附和释放原理图如图所示；



本回路具有保护功能，当工作中突然断电时，由于单向阀的作用，吸盘并未解除真空，可保持一段时间，按下电磁阀 1 的手动按钮可解除真空。

第三部分

7 使用说明书

一. 安装

一. 机械手部位

根据整机结构和工作要求，对于安装精度要求很高，现分别论述如下；

1. 对于双导轨的安装要求；

首先装好底座，然后再底座上安装双导轨，双导轨一端装在底座上，另一端装在横梁上，横梁与吊杆连接，由于导向套带动托班沿着双导轨运动。如果两导轨平行度，中心高不能保证，在工作状态可增加导轨与导向套之间的磨损，并有可能出现卡死现象，所以安装时必须保证两导轨平行度中心高。

对于机械手部的安装，先按装配图将零部件装配在托板上，对于导向套和气缸连接应保证其与托板的垂直，不允许出先倾斜，气缸活塞杆与机械手横梁连接，对于双导向杆的安装，应保证两导向杆垂直安装，防止其与导向套产生偏移，增加磨损并有可能卡死。

机械手的各部分应安装配图和部装图尺寸严格进行

二. 其他要求；

(1) 行程开关的安装；

机械手横向移动行程由行程开关控制，行程开关安装在导轨上，两行程开关之间距离根据机械手横向位移确定，本设计要求两行程开关距离为 1m，在安装两个行程开关时，必须保证其之间距离为 1m，其他具体安装受现场要求而定。

(2) 对于负压分配器的安装；

负压分配器为四通零件，一个通口接真空发生器，三个通口分别接三个机械手的软管。最后将负压分配器装在机械手横梁上，对于负压分配器装在机械手横梁上位置无严格规定。依现场具体情况装在机械手横梁上即可。

三. 调试

安装后，应对整机进行调试，在达到技术要求时候才能进行工作。

1. 机械手动作

下行—抓坯—上行—横向进给—下行—放坯—返回

要求；动作迅速，震动小，运行平稳，定位准确。

气缸要求；动作迅速，定位准确快。

对于电动机：震动小，接到信号，能立刻启动或停止。

2 . 其他

导轨与导向轨之间摩擦小，导向套动作迅速。

导向杆与导向套；摩擦小，导向杆动作迅速，能起很好的导向作用。

机械手吸盘部件无漏气现象，能很快吸附和释放坯体。

第四部分

8 毕业设计小结

随着毕业季的到来，毕业设计的课题也进入了尾声。经过了两个多月的奋战我的毕业设计终于圆满完成了。在进入大学之前只是单纯觉得毕业设计只是对这几年来所学知识的单纯总结，但是通过这次做毕业设计发现自己的想法还是很肤浅。毕业设计不仅仅是对前面所学知识的一种检验，也是对自己能力的一种提高。通过这次毕业设计我明白了自己原来所学的知识还比较欠缺，CAD 制图的掌握还是很生疏。自己要学习的东西还太多，以前老是觉得自己什么东西都会，什么东西都懂，有点眼高手低。现在看来还是离精通有一定的差距。通过这次毕业设计，我才明白学习是一个长期积累的过程，在以后的学习、工作、生活中都应该不断的学习，不断的努力提升自己知识和综合素质。

在这次毕业设计中我们室友同学的关系也变得更加紧密，同学之间互相帮助，有什么不懂的大家在一起商量，一起探讨，听取不同的看法让我们更好的理解知识，消化知识，所以我非常感谢帮助过我的同学。

这些就是我的心得和体会，万事开头难，从不知道如何入手到最后终于做完了，有种如释重负的感觉。此外，我们还总结出一个结论：知识必须通过应用才能实现其价值！有些东西自己感觉学会了，但是到了真正运用的时候才发现是两回事，所以我认为只有到真正会灵活运用的时候才是真的掌握了。

在此要感谢我的指导老师吕冬青对我悉心的指导，感谢老师给我的帮助和支持。在设计过程中，我通过翻阅大量有关资料，与同学交流经验和心得，并向老师请教等方式，使自己学到了不少知识，也经历了不少困难，但收获同样颇丰。在整个设计中我懂得了许多东西，也培养了我独立工作独立思考的能力，建立了对自己工作能力的信心，相信会对今后的学习工作生活有非常重要的影响。提高了动手操作的能力，使我充分体会到了在创造过程中探索的艰难和成功时的喜悦。虽然这个设计做的存在一定的缺陷和不足，但是在设计过程中所学到的东西是这次毕业设计的最大收获和财富，使我终身受益。

9. 经济分析报告

通过对市场的了解加上现在的经济格局来看，做这样一条施釉生产线，大部分的资金都会花费在机械维护上，但是从成本利润来考虑的话，我们从以前的多人工作制度可以变成单人工作制度，节省了人力，同时，在工作效率上也得到了大大的提高，这一部分客观的利润率不容忽视，对于一个公司来说，在资金的流动上也大大的增加了可观性，所以综合全局来看，除去成本，公司经济这条生产线利润是可观的。

标准件明细表

序号	名称及规格	代号	数量	材料	备注
1	螺栓 M6×120	GB5782-86	2	碳钢 8.8	
2	螺栓 M6×40	GB5782-86	6	35	
3	密封圈	GB107083-89	4	橡胶	
4	密封圈	GB34521-92	4	橡胶	
5	螺钉 M4×15	GB818-85	16	35	
6	螺栓 M5×15	GB5782-86	4	35	
7	轴承 I80102	GB279-88	2		
8	螺栓 M8×20	GB5782-86	4	35	
9	轴承 I80105	GB279-88	2		
10	平键 6×6×2	GB1096-79	2	45	
11	螺母 M20×2	GB6170-86	2	35	
12	垫片	GB971-85	2	10	
13	螺栓 M8×45	GB5782-86	6	35	
14	螺栓 M8×40	GB5782-86	6	35	
15	螺栓 M5×25	GB5782-86	4	35	
16	轴套	GB2931-82	5	CuAl10Fe5Ni5	
17	圆锥销	GB117-86	1	35	
18	螺栓 M8×30	GB5782-86	2	35	
19	螺栓 M8×30	GB5782-86	4	35	

20	螺栓 M6×20	GB5782-86	8	35	
21	螺栓 M6×25	GB5782-86	8	35	
22	螺钉 M5×15	GB818-85	16	35	
23	螺栓 M6×30	GB5782-86	6	35	
24	垫圈 8100HV	GB95-85	24	Q215	
25	油杯 M6×1	GB1152-89	2	Q235	
26	螺栓 M6×35	GB5782-86	4	35	
27	挡圈	GB971-85	2	35	
28	螺栓 M8×20	GB5782-86	6	35	
29	螺栓 M8×25	GB5782-86	8	35	

外购件明细表

1. 带阀带开关微型气缸 QGBQ 一个。
2. 无极变速器 UD004A0. 37B32 一个。
3. 防护拖链 TK070 二条
4. 同步带 1100H150 GB11616 二条
5. 蜗轮蜗杆减速器 UD004A0. 37W91-7

10 参考资料

1. 詹应贤,《自动机设计》中国轻工业出版社, 1994
2. 许福玲, 陈尧明,《液压与气压传动》, 机械工业出版社, 1996
3. 中国纺织大学工程图学教研室编《画法几何及工程图制图》, 中国科学技术出版社, 1991
4. 廖余钊,《互换性与测量技术基础》(修订本), 中国计量出版社, 1993
5. 杨春兰等编,《蜗杆传动手册》, 华东化工学院出版社, 1990
6. 邱宜怀,《机械设计》第三版, 高等教育出版社, 1996
7. 西北轻工业学院等编,《陶瓷工艺学》, 中国轻工业出版社, 1993
8. 秦曾煌,《电工学》一电工技术, 高等教育出版社, 1994
- 9 景德镇陶瓷学院机械系编,《陶瓷机械手册》, 景德镇硅酸盐学会机械组, 1986
10. 东北大学,《机械零件设计手册》, 冶金工业出版社, 1994
11. 余梦生, 吴宗泽,《机械零部件手册》—造型, 设计, 指南, 机械工业出版社, 1996
12. 徐灏,《机械设计手册》, 机械工业出版社, 1992
13. 任嘉卉,《公差与配合手册》, 机械工业出版社, 1994
14. Optical properties of sol-gel derived ZrO₂-TiO₂ composite films 2007, 515
15. Photocatalytic degradation of 2, 4-dichlorophenoxyacetic acid and 2, 4, 6-trichlorophenol with ZrO₂ and Mn/ZrO₂ sol-gel materials 2006, 37
16. Phase evolution of sol-gel CaO-ZrO₂ using sulfuric acid as hydrolysis catalyst 2006, 37