

摘 要

本课题的施釉过程是全自动的施釉过程，主要工作流程是吸盘手将已烧好的制品按次序放到输送带上，再将制品输送到转盘机械手上通过固定的动作对制品进行浸釉，再将制品放到输送带上，通过两条表面浸湿的海绵差速带进行底釉清洗，施釉过程就完成了。此施釉是全自动完成，大大削减了劳动力并且明显提高生产效益。

本课题先对清底机进行设计。施好釉后的制品传输到传送带上，利用差速带的工作原理，使制品旋转，从而达到清洗其底部的目的。在清底机下设有一水槽，差速带经过水槽清洗残留在带面上的釉，从而保证差速带表面的清洁。然后对整个生产线的控制部分进行设计。分析施釉生产线上各个机构的动作，确定控制信号的输入、输出，从而编写出控制梯形图。

关键词： 日用陶瓷 施釉线 差速带 清底

ABSTRACT

The subject process is fully automated glazing process, the main work flow is the suction cup in hand to Su-burning good products on the conveyor belt on the sequence, and then transmitted to the wheel machinery products in hand moves through a fixed glaze of products for the Baptist, products on the conveyor belt and then through the two surface differential wet sponge with the cleaning carried out at the end of the glaze, glazing process is complete. Automatic completion of this glazing line, greatly reducing the labor force but also a marked increase in production efficiency.

The issue of clearance at the end of the fist machine design. Shin good glaze products after the transfer to the conveyor belt, the use of differential work with the principle of rotation to make products, so as to achieve the purpose of cleaning the bottom. At the end of the clearance under the machine has a sink, with differential residue after washing sink in with the enamel surface, thus ensuring the differential with the clean surface. And then the entire production line to design the control part. Analysis of glazing production line of action of various agencies to determine the control signal input and output, thereby controlling the preparation of a ladder.

KEYWORDS: ceramics for daily use Glazing line Differential band
clear bottom

目 录

1	引言.....	1
1.1	课题背景.....	1
1.2	课题现状和发展趋势.....	2
1.3	研究内容.....	2
2	清底机的方案设计.....	4
2.1	差速带的选择.....	4
2.2	差速带轨道的设计.....	4
2.3	水箱的设计.....	5
3	清底机的结构设计.....	7
3.1	电机的选择.....	7
3.2	链传动的设计计算.....	8
3.3	差速装置的设计.....	13
3.3.1	对于轴的设要求：.....	13
3.3.2	对慢速带轮的设计要求：.....	13
3.3.3	对快速带的设计要求.....	14
3.3.4	轴承的选择.....	14
3.3.5	滚子轴承使用寿命计算.....	14
3.3.6	对于滚子轴承的静负荷计算及极限转速验算略（轴承仅守径向力，且力适中）.....	14
3.3.7	轴的设计.....	15
3.4	差速带的设计.....	16
3.5	从动带轮部分张紧装置的设计.....	18
3.6	整机机架的设计.....	19
3.6.1	选材：.....	19
3.6.2	联接.....	19
3.6.3	结构要求：.....	19
3.6.4	对机架的工艺要求：.....	19

景德镇陶瓷学院科技艺术学院本科生毕业设计（论文）

3.6.5 对螺栓的校核:	19
4. 控制系统的设计.....	21
4.1 施釉生产线总体结.....	21
4.2 周边设备概述.....	21
4.3 PLC 控制系统的设计.....	22
4.3.1 PLC 的 I/O 电路.....	22
4.3.2 PLC 程序设计.....	24
4.3.3 PLC 与计算机之间的信息传递.....	25
5 安装和使用说明.....	26
5.1 安装.....	26
5.2 调试.....	26
5.3 结构和用途.....	26
5.4 维修与保养.....	28
6 结论.....	29
7 经济分析报告.....	30
致谢.....	33
参考文献.....	34
附表 1	35

1 引言

1.1 课题背景

陶瓷从古至今在人类生活中和生产中都扮演着十分重要的角色，它的使用价值和观赏价值都受到人类的青睐，人们开始大量的生产陶瓷。在生产过程中生产技术也在不断的改进。

中国的陶瓷文化可谓十分深蕴。在我国陶瓷经历了它的发展和光彩，它在我国文化和工艺发展史上都占有极其重要的位子，尤其是现代文明的到来，当建筑陶瓷和卫浴陶瓷步入普通家庭后，这使陶瓷行业进入到一个机械化的时代来适应市场的需求。

我国陶瓷工业由于工作场向国有化转变，曾一度为我国的日用陶瓷工业的发展起到巨大推动作用。但由于长期以来，它作为传统工艺，在科研、技术改造、优化管理、调整结构等方面缺乏活力，阻碍着它向现代化方向发展的进程。从工艺技术、自动化程度、产品质量来看，与国外同行差距非常大，由此造成企业市场适应性差、竞争能力不强，突出表现在技术水平低下，产品结构不合理、质量差、售价低廉经济效益不高等方面。

人工施釉劳动强度大、效能低，并且产品质量得不到保障。在我国日用陶瓷的生产中，除手工施釉外，再有以下几种习见的施釉方式：1、浇釉。利用脚踏板通过主轴的转动用抹水笔抹水，再踩一次，使主轴停止转动，即完成一次施釉过程。其施釉方法虽部分脱离人工施釉，但还是需要由人来完成操作，且生产能力较低（600 件/小时）。如果施釉时间掌握不好，质量也很难保证，而且釉的浓度一级不收铁质污染等细节方面也很难解决。2、喷釉。喷油也是在喷釉机上进行，该方法大部分操作过程在喷油机上进行，生产能力也大大提高，但其缺点是：设备复杂，生产应用广泛，难以推广应用。3、浸釉。浸釉法普遍用于日用陶瓷皿的生产，以及其它便于手工操作的中小型制品的生产。浸釉时用手持产物或者用夹具产品浸入釉浆中，使之附着一层釉浆。浸釉法生产能力不高，并且很难解决污染问题。

1.2 课题现状和发展趋势

目前，和国外日用陶瓷相比较，我国日用陶瓷生产技术与其有很大差距，就施釉过程而言，在国外已基本实现了半自动或全自动施釉；而我国大部分厂家还在用手工施釉。在西方发达国家，其技术一直在发展，尤其八十年代后，机械、电子等技术得到飞速发展，有计算机软件的开发和发展，使日用陶瓷生产的机械化、自动化程度不断提高，甚至出现了整条生产线完全自动化。原有以手工生产为主的传统陶瓷生产线逐步被全新的高校的全自动生产线代替，从陶瓷的发展前景来看，有以下几个特点：1、原料加工自动化、专业化。原料生产厂商拥有装备精良的全套设备，在开发方面具有原先不具备的高质量、高效性。2、成型工艺的新科技发展。在七十年代中期出现的等静压、塑压及高压成型，和注浆成型方法，已成为成熟、完善的技术，目前正在被推广和发展。3、烧成工艺和设备的发展。二次烧成工艺已成为高质量产品的重要手段，最近德国罗森泰尔，托导斯瓷厂采用一种先进快烧隧道窑，全长 80 米，烧成周期仅 6 小时，温度压力气氛控等采用全自动的微机调控。4、包装、运输。包装、运输、装卸等工艺正朝着多样化方向发展，陶瓷工业在国民经济中的地位也逐步上升。

陶瓷工业的产品已遍及到各个行业当中，其作为具有优良性能的材料，已在各个领域发挥其应有的作用，是国民经济中不可忽视的一个产业。随着当代技术的飞速发展，对原料的要求更高更严，作为有优良性能的特种陶瓷已得到了普遍应用。许多现代国防工业和尖端科技，如航空航天、半导体、高频技术、高温材料和各类特种用处的新材料、新元件都是需要陶瓷材料的。

1.3 研究内容

传统工艺流程：干燥生坯——施内釉（借离心力作用或荡釉）——干燥——施外釉（浸釉）——取釉——干燥——釉检——装匣——入窑。

传统的工艺流程分析，这一工艺流程，因不是生坯直接上釉，故坯体强度很低，由于手工操作，釉层厚度很难控制，无法保证同类产品釉层厚度一致，且易变形，破损大，釉烧后也往往产生缺釉、釉泡、釉档、桔釉、堆釉或底部不光滑等毛病。

新的工艺流程：素坯——排除坯上灰尘等杂物——自动印底纹——自动施釉——自动保证釉面光滑——自动取底釉——人工釉检——入匣——装车——入

窑。

黑点和落渣是日用陶瓷厂家经常遇到的问题，也是厂家最难以解决的问题，新的施釉线设计了除尘机，保证了灰尘及残余泥不会被釉浆封在窑里，可以减少落渣，而且新的施釉线使溢流重新过筛除铁，整个机械完全不会对釉料造成额外的缺点，只要按本机要求就不用担心釉料沉淀和管道堵塞。如此除铁装置弥补了传统施釉浓度均匀解决了难题，为做出好瓷器，高档瓷器，降低不合格率，提高经济效益做出了很大贡献。

制品在浸釉机后通过一过桥导板进入釉机的两条速度不同的海绵带上，使浸好釉的制品旋转前进，借以湿的海绵的摩擦力而出去盘类足底上的釉。

2 清底机的方案设计

清底机的传动部分与接坯部分非常相似，它通过两个无极变速机，分别带动各自传动 $l_h=500 \times f_t^{10/3}=500 \times 3.4^{10/3}=25506$ 链，最后输出部分形成差速，从而使坯体在输出带上形成一定的旋转运动，通过旋转的摩擦作用洗去坯体底部的釉层。

2.1 差速带的选择

对于差速带的要求是：具有一定的吸水性，并有一定的弹性，根据这一要求我们设计了传动胶带外层粘着一种特殊的海绵带。如图 2.1 所示：

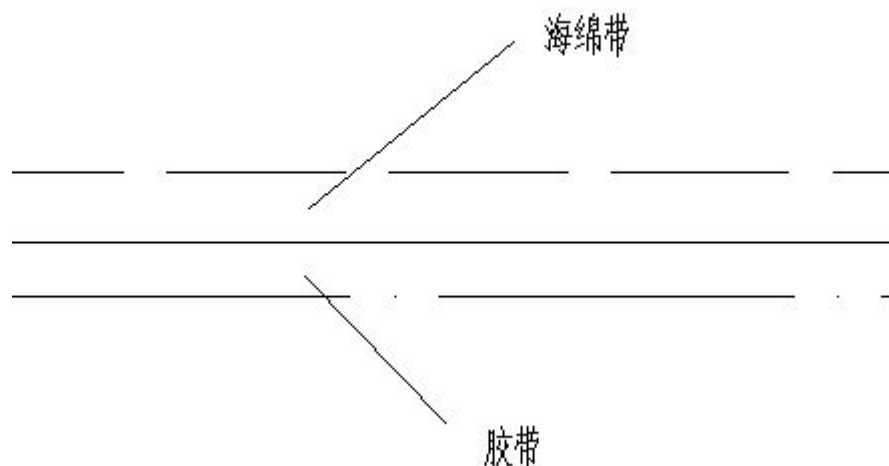


图 2.1

2.2 差速带轨道的设计

为了防止铁屑的掺入，此次设计时，差速所过的轨道选用铝合金材料。压紧装置的设计，这一部分主要是挤压海绵在水箱内所吸的水分，使海绵体的浸水量达到所需的范围，这里采用两对滚子，使差速带在滚子中间穿过时挤压掉多余的水分，这里采取偏心轴的设计如图 2.2 所示

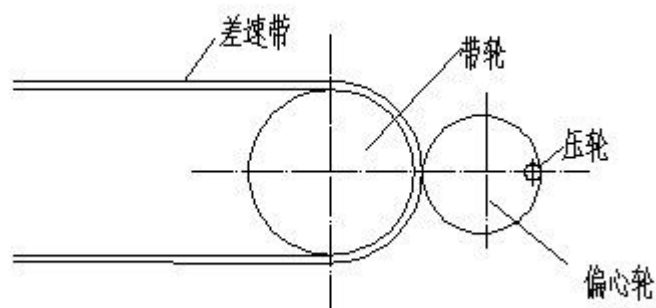


图 2.2

偏心轴的功用是调节两对滚子之间的中心距，从而达到预期的目的。另外，对于带轮 2，它则需要一个张紧装置，在本设计中，采用通过螺栓顶紧带轮 2 的轴承座，从而达到张紧的目的。

2.3 水箱的设计

水箱的作用是洗掉差速带的附着的釉，并使釉海绵吸足水分进入下一个工艺循环，要使差速带充分被洗涤，必须使差速带在水箱中的水位下运动一个行程，且考虑按设计如图 2.3 所示：

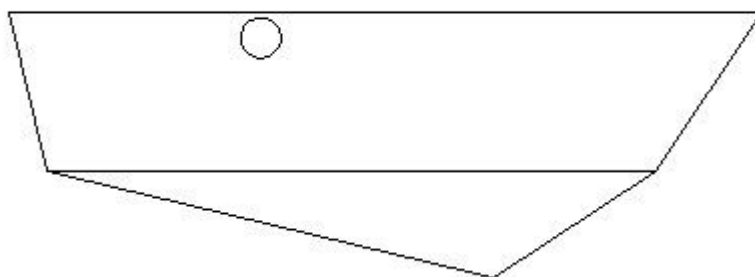


图 2.3

另外，本次设计中采用了比较多的轴承和轴瓦及滑动轴承座参与支撑，

因为传动和输出部分速度及动力较低，则选用轴瓦等结构节约空间并能达到设计要求。

通过以上几个阶段的分析，我们的设计总体方案基本确定，这两道工序相互联系，又相互独立，可整理思路如下：

由于机械手浸釉后通过传输到运动到差速带上，要求传输带与等差带等高，在差速带上通过差速带来产生旋转摩擦，从而清洗到底部的釉层。

3 清底机的结构设计

差速清底机部分的主要工艺是两条平行差速带，使盘类产品在上面旋转通过，从而达到清除地面的釉层，并将坯体输送出施釉线，完成施釉的全部过程。

这个部分采用差速装置，形成速度差，从而洗去底釉层，我们此例只计算快速带的设计方法，慢速带可采用类是方法设计。

传动原理图如下：

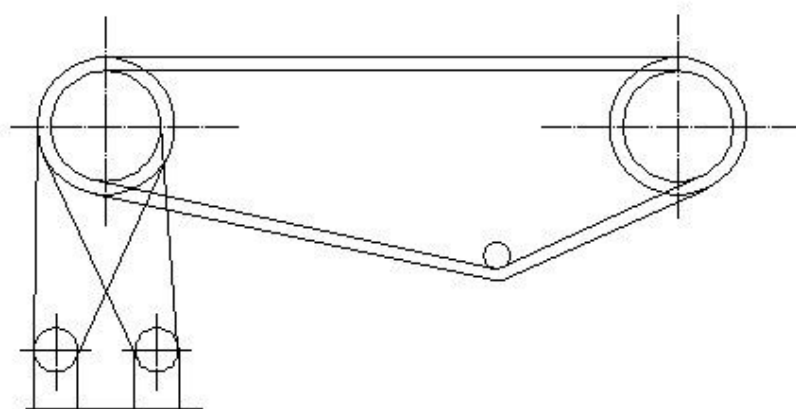


图 3.1

3.1 电机的选择

为了减小占地空间，也便于安装及调速，这里选用电机的类型如下表：

变速机型号	YD90L-4
额定功率	0.75KW
重量	25KG
额定转速	1400r/min
中心高	90mm
安装尺寸	335x165x170

3.2 链传动的设计计算

参考《机械零件设计手册》中的链传动来设计

计算项目及符号	公式和计算参数选择及计算过程	计算结果
1. 选择链轮的齿数		
(1) 小链轮齿数 Z_1	根据所给资料 $V_{\text{快}}=0.75\text{m/s}$ ，参考表 11-2 所推荐选齿标准，选 $Z_1=17$	$Z_1=17$
(2) 传动比	$i_{\text{总}}=14.7$ (由快速带和滚筒初定直径可知) $i_{\text{链}}=i_{\text{总}}/i_{\text{减}}=14.7/10=1.47$	
(3) 大链轮齿数 Z_2	$Z_2=iZ_1=1.47 \times 17=24.99$ 所以选 $Z_2=25$	$Z_2=25$
2. 选择链节 P		
(1) 计算功率 P_c	$P_c = \frac{K_A P}{K_Z} = \frac{1 \times 0.75}{0.887} = 0.85\text{kw}$ <p>K_A—I 况系数，见表 11-3 P—传递的名义功率 K_Z—小链轮齿数系数</p>	$P_c=0.85\text{kw}$

9

(7) 实际中心距 a'	$a' = a - \Delta a$ $765.9 - 3.1 = 762.8 \text{ mm}$ $\Delta a = (0.002 \sim 0.004) a \text{ mm}$ $= 0.004 \times 765.9 = 3.1 \text{ mm}$	$a' = 762.8 \text{ mm}$
3. 计算载荷（轴上）		
(1) 链速 v	$v = \frac{z_1 p n_1}{60 \times 1000} = \frac{z_2 p n_2}{60 \times 1000} \text{ m/s}$ $= 0.55 \text{ m/s}$	$v = 0.51 \text{ m/s}$
(2) 有效圆周力 F_t	$F_t = \frac{1000 P}{v} = 1467.7 \text{ N}$ <p>P—传递的名义功率</p>	$F_t = 1467.7 \text{ N}$
(3) 作用于轴上的力 F	$F = (1.15 \sim 1.2) K_A F_t$ $= 1.15 \times K_A F_t$ $= 1.15 \times 1 \times 1468.7$ $= 1687.86 \text{ N}$	$F = 1687.86 \text{ N}$
4. 润滑法	根据 $P=12.7$ 及 $v=0.511 \text{ m/s}$ 查图 11-3, 采用油刷或油壶人工按期润滑方式	
5. 链条标记	<p>依计算结果, 应选用单排 08A 滚子链,</p> <p>$P=12.70$ 节数 140, 标记为:</p> <p>08A-1x140 GB 1243.1-83</p>	

	同理可得 $d_{a2}=107\text{mm}$	
(4) 齿根圆直径 d_f	$d_f=d-d_r$ 所以 $d_{f1}=69.12-7.95=61.17\text{mm}$ $d_{f2}=101.33-7.95=93.38\text{mm}$	$d_{f1}=61.17\text{mm}$ $d_{f2}=93.38\text{mm}$
(5) 齿宽 b_{ft}	$b_{f1}=0.95b_1$ $\therefore b_{f1}=69.12-7.95=61.17\text{mm}$ $b_{f2}=101.33-7.95=93.38\text{mm}$	$b_{f1}=61.17\text{mm}$ $b_{f2}=93.38\text{mm}$
(6) 倒角宽 b_a	$b_a=(0.1\sim 0.15)P=1.27\sim 1.905$ 取 $b_a=1.5\text{mm}$	
(7) 倒角半径 r_x	$r_x\geq P=12.7$, 取 $r_x=20\text{mm}$	$r_x=20\text{mm}$

3.3 差速装置的设计

总体设计形式：根据使用工艺要求及安装形式，其装置示意图如下图所示

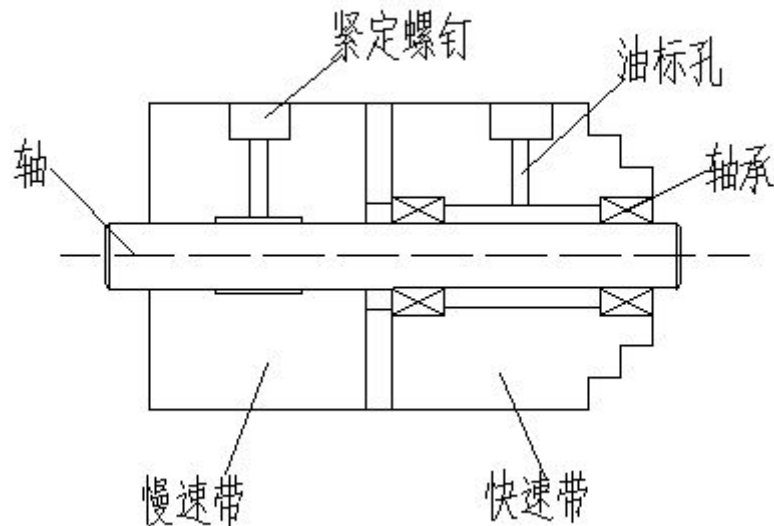


图 3.2 差速装置的设计

3.3.1 对于轴的设计要求：

- a、轴与慢速带轮采用紧配合。
- b、轴与快速带轮采取轴承连接，从而在同一根轴上可以实现两种不同速度，以达到差速的目的，轴承与轴及轴承混子配合面都需要进行加工。非配合面轴的周端要略小，便于零件的拆装。
- c、对轴的结构及表面处理。

首先，轴肩处应加工适当的圆角，减少应力集中，紧定螺钉要有适当的大小。

其次，表面需要进行淬火处理，以此降低轴表面粗糙，从而提高轴上承载能力。

最后，整个轴要求直线度为 0.02mm。

3.3.2 对慢速带轮的设计要求：

- a、铸造成型如上图所示
- b、配合面的粗糙度应在 3.2 以下
- c、在带轮上打紧定螺钉的螺纹孔

3.3.3 对快速带的设计要求

a、铸造成型

b、材料选择

为防止釉层中渗入铁屑，另外为保证来论所承受径向力娇小，选择铸造材料

c、圆柱凸缘保证同轴度在 $\phi 0.1$ 以内，垂直度公差在 0.05mm 。

d、轴承配合的表面粗糙度为 $1.6\mu\text{m}$

e、在带轮上加工润滑油标的螺纹孔

3.3.4 轴承的选择

为减小径向力和简易轴与轴之间的拆装，本次设计使用滚动轴承，根据使用要求和工艺要求，此轴承主要用于承载径向负荷，也能承受一定的轴向负荷，所以采用深沟球轴承（GB276-89）。根据要求，选带保持架及端盖密封圈（非接触式），轴承代号：6205

3.3.5 滚子轴承使用寿命计算

预定使用十年，每天工作 8 小时，则使用寿命为：

$$10 \times 360 \times 8 = 28800 \text{ 小时}$$

根据《机械零部件守则》—选型，设计指南第 21 章 滚动轴承 表 21-19 及 21-21 的参数的使用寿命，得

$$l_h = 500 \times f_1^{10/3} = 500 \times 3.4^{10/3} = 295506 \text{ 小时}$$

$$nl_h = 295506 > 28800$$

所以适应使用要求。

3.3.6 对于滚子轴承的静负荷计算及极限转速验算略（轴承仅守径向力，且力适中）

根据手册的设计公式及实现标准，计算轴压力 F_r

$$\begin{aligned} F_r &= 2F_a' \times b \times \sin \frac{\alpha}{2} \\ &= 2 \times 4 \times 2.25 \times 140 \times \sin \frac{180}{2} \\ &= 2508.8\text{N} \end{aligned}$$

而我们所合计的带，张紧力仅在 300N 左右，所以我们选用的轴承都满足要求，各项指标潜力都较大。

3.3.7 轴的设计

根据《机械设计》第八版

a、估算轴径 d

$$d \geq A_0 \sqrt[3]{\frac{P}{n}} = 112 \sqrt[3]{\frac{0.75}{102}} = 27.78 \text{mm}$$

取 d=25mm

c=112, 材料 45, 根据表 15-3, 得

P 为传递功率, n 为转速

b、轴与锯子只受径向力, 基本不受轴向力, 按实际要求, 功率不大, 转速不高, 且滑动轴承工作平稳, 可靠, 噪声较滚动轴承低。多选用滚动轴承安装轴。

c、结构草图:



d、温度校核

在实际应用中, 轴受力不大, 传递功率也很小, 所以不用校核。

3.4 差速带的设计

1. 作用：将坯底上的釉清洗干净，同时也将清洗好的坯输送出去，准备烧釉。
2. 坯体的运动状态，如图

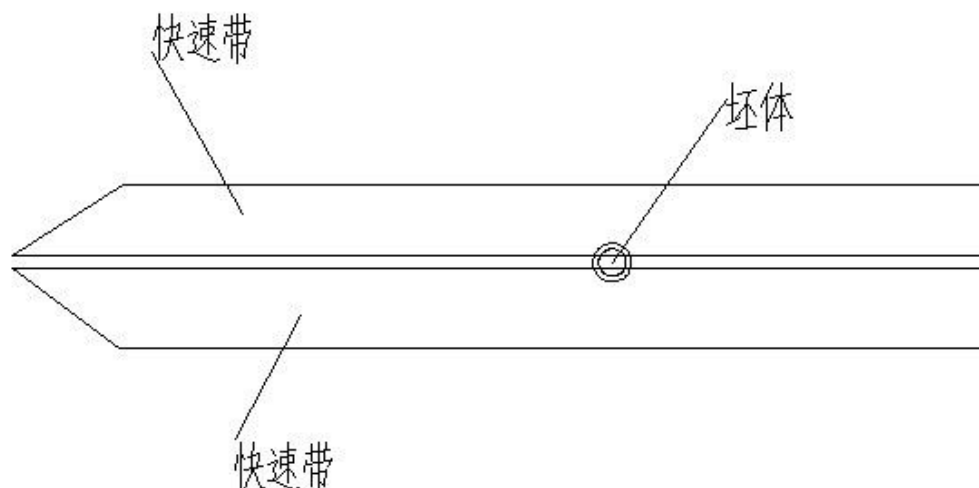


图 3.3

由图可分析出，坯釉在差速带上同时做两种运动形式，一是坯体在快慢速带的差速状态下，做旋转运动，以此洗掉底釉。二是坯体在带的带动下，随带做直线运动，达到传输的目的。

3. 带的性质：带必须具有一定的吸水性，还须具有一定的弹性，而其带表面带质均匀，有很好的表面。在选材上应注意，差速带为双层结构，下面为平皮带，表面是一种倔强系数较大的海绵层，两层粘接在一起。如下图所示：

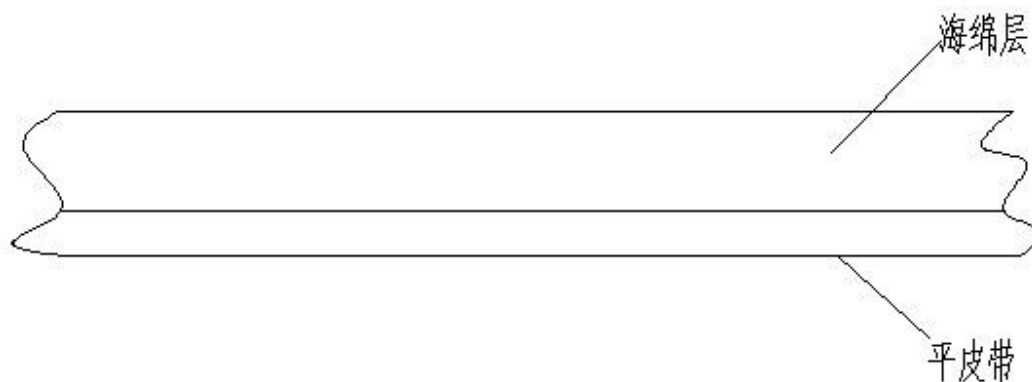


图 3.4

4. 差速带的规格:

带长、宽、厚按设计结构和要求定为:

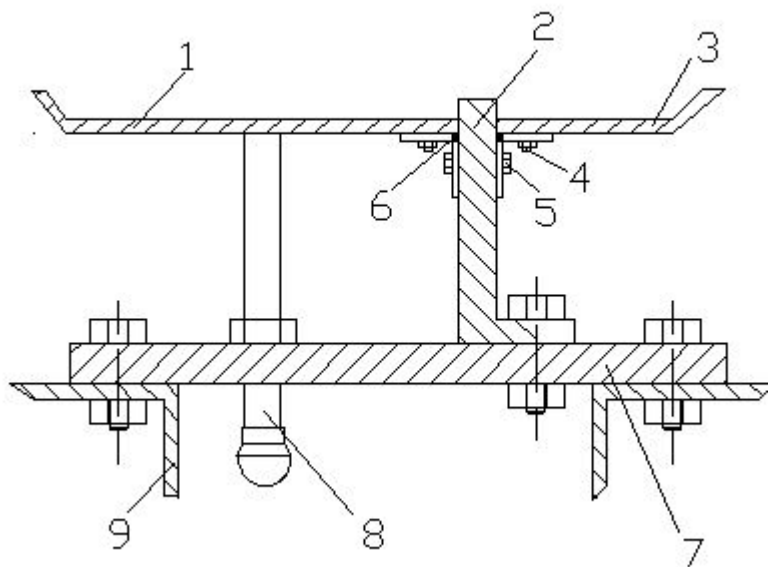
$l \times w \times h = 6000 \times 130 \times 15\text{mm}$ 材料代号: NO. 463. 410

5. 差速带轨道的设计:

a、选材: 一局施釉工艺要求, 防止铁屑掺入坯体, 材料选用铝合金材料

b、结构方式的设计:

根据工艺要求, 差速带要在自己的特定轨道运行, 两条输送带不能相互干涉, 另外, 为了便于运输、安装和拆卸, 最好每个轨道都单独设计, 完后进行整体的安装和调试, 如图所示其结构形式:



1. 轨道: 供差速带运行

2. 立板: 使两带分开不产生干涉

3. 轨道: 工差速带运行

4. 双头螺柱: 供铰链与轨道及立板联接

5. 螺柱: 同 4

6. 铰链

7. 支版: 支撑差速带轨道

8. 双头螺柱: 调节轨道高度, 使之水平

9. 机架: 支撑

3.5 从动带轮部分张紧装置的设计

根据设计安装要求及机架的结构特点，我们在这里采用调整轴间距离的方法进行张紧。方法为：将带轮安装在轴承座上（可移动），安装好带后，用调整螺钉移动轴承座（对称），增大轴肩距离，达到张紧，这是一种既简便又经济的方法，结构如图所示：

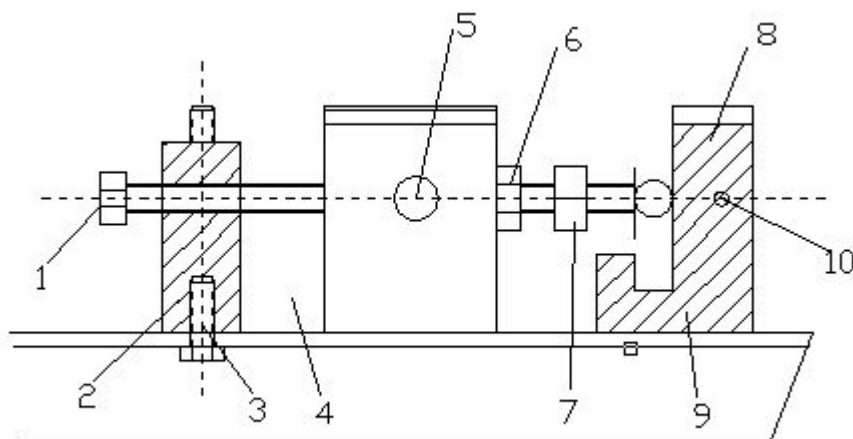


图 3.6 从动带轮部分张紧装置的设计

对图进行分析：

1. 支座 2 由螺钉 3 固定在机架 9 上，支座 2 上有螺纹孔，根据带轮的张紧情况，我们调整螺钉 1。
2. 调整螺钉 1 通过支座 2 顶紧轴承架 4，通过调整螺钉的旋入和旋出可以调节带的张紧程度。
3. 双螺旋机构能起微调作用，轴承 8 上安装轴，轴上安装两个滚子，这两个滚子压紧差速带，挤出海绵中多余的水分。
4. 轴承座 4 和轴承座 8 与机架并没有直接相连，机架 9 仅起支撑作用，而轴承座 4 和轴 8 是靠上面的压板而固定在机架上。

张紧装置在此部分相当重要，其主要结构在装配图上已清晰表达。在图中，从动带轮的轴安装在轴承座 4 上，根据差速要求，一个带轮用轴承和轴连接，另一带轮通过紧定螺钉和轴一起旋转，从而达到差速的目的。

3.6 整机机架的设计

3.6.1 选材：

依据《机械零件设计手册》

主机架：热轴等边角钢（摘自 GB 9798-88）型号 5

3.6.2 联接

主机架不可拆卸部分使用焊接，其余本分采用螺栓联接，主机架水箱的支撑采用热轴等边角钢，型号 4，主要尺寸结构 GB 9798-88。

3.6.3 结构要求：

为了便于运输（机架较长）整机机架采用分割式设计，各个需要联接部分用板钢采用螺栓联接，其中水箱支撑架部分的螺栓联接承受力较大些。

3.6.4 对机架的工艺要求：

- a、机架及水箱加工完成后，需要在外表面涂油漆，防止机架腐蚀和水箱的铁屑随带一起运动，使釉料中渗入铁屑，从而影响产品质量。
- b、机架：机架的钢型是标准件，按本次设计购买即可。
- c、机架的联接多为螺栓联接，按规定尺寸的标准选用
- d、机架在制造和安装完毕后，应保证在同一水平面上，平面对称，以及平行的因素，才能保证传动的平稳，可靠，以致不会影响产品的加工质量。

3.6.5 对螺栓的校核：

a、螺栓受剪，根据总重 $=1.194 \times 10^6 \text{ p}_a < [\tau] = \frac{\delta_s}{[Ss]} \frac{235}{1.2} = 195.8 \text{ MP}_a = 1500 \text{ N}$ ，由公

式 $F' = \frac{k_f F_R}{\mu_s MZ}$ 见《机械设计》式 6.14

k_f 考虑着摩擦力的可靠系数， $k_f = (1.1 \sim 1.5)$ ，取 $k_f = 1.5$

μ_s 结合面摩擦系数， $\mu_s = (0.10 \sim 0.16)$ ，取 $\mu_s = 0.15$

M—结合面数目 Z—螺栓数目

$$\therefore F' = \frac{k_f F_R}{\mu_s MZ} = F' = \frac{1.5 \times 1500}{0.15 \times 4 \times 4} = 937.5 \text{ N}$$

则各个螺栓的工作载荷 $F_s = \frac{F_R}{2} = 375 \text{ N}$

b、螺栓的强度条件为：根据《机械设计》表 6.11

$$\frac{4F_s}{\pi d^2 m} = \frac{4 \times 375}{\pi \times 0.01^2 \times 4} = 1.194 \times 10^6 \text{ Pa} < [\tau]$$

据表 6.4 $[\tau] = \frac{\delta_s}{[Ss]} = \frac{235}{1.2} = 195.8 \text{ MPa}$

所以螺栓强度满足要求，可以使用。

4. 控制系统的设计

日用陶瓷施釉线 PLC 控制系统的设计，为施釉生产线的整体机构周边设备设计了一套 PLC 控制系统，概述了该系统的硬件实现，程序设计思路，说明了如何达成 PLC 与计算机的信号联系以起到输送和施釉过程的完全自动化，列出了部分重要程序。

4.1 施釉生产线总体结

施釉生产线的构成为：施釉机械手、供釉池并配有自动回流系统和调节系统、旋转工作平台，总体结构如图 4.1 所示：

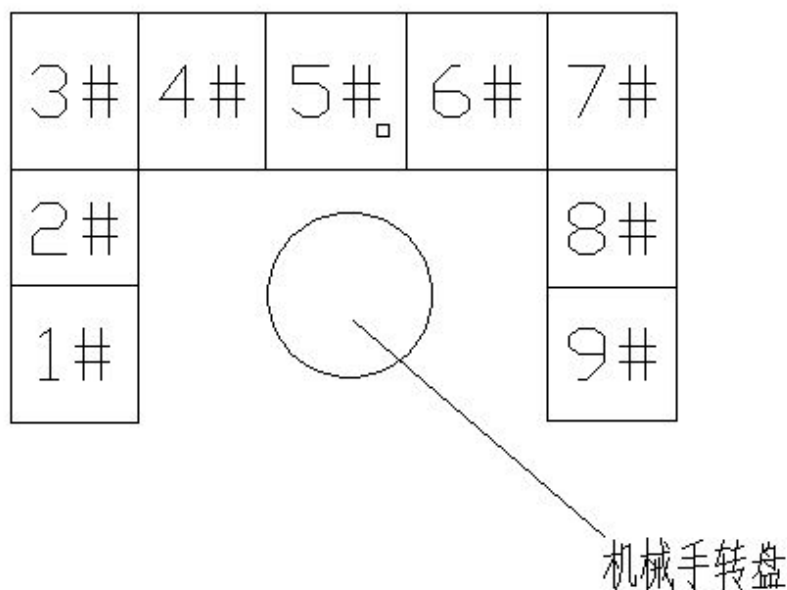


图 4.1 施釉线示意图

4.2 周边设备概述

该施釉生产线的周边设备主要由旋转工作台和坯体输送系统构成，旋转工作台是施釉线的重要设备之一。它按功用可分为两部分：一是转动部分；二是用于陶坯传输和夹紧定位的部分。根据施釉工艺的需求，工作台应该能在一定范围内实现旋转角度与速度的精准控制。这部分由交流伺服系统及高精度数控转台构

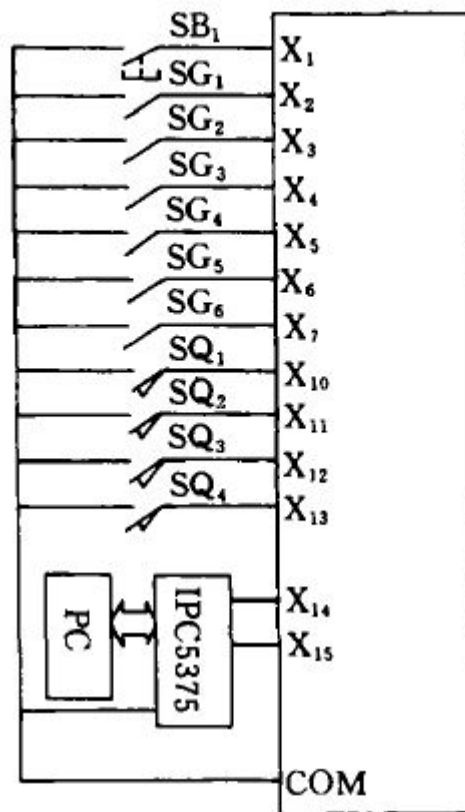
成。三菱公司出产的通用交流伺服系统 MELSEI WOLJ2SUPER 系列拥有位置控制、速度控制和转矩控制三种控制形式，应用灵活方便。该系列伺服电机采用了分辨率为 131072 脉冲/转的绝对位置编码器，可实现高精度位置控制。在位置控制模式下，可通过最大 500kpps 的高速脉冲串控制电机的速率和方向。在旋转工作台选中了该系列伺服系统，并设置为位置/速度控制形式，由计算机进行控制模式的切换及位置指令脉冲串的输出。图 4.1 施釉生产线用于陶坯传输的装置和夹紧定位用电磁铁固定在旋转工作台之上面，以便将待上釉陶胚送到旋转工作台上，夹紧后再进行浸釉，施釉完毕后再将陶胚由旋转工作台上输出。胚体输送系统包括输入线和输出线两部分。如图 4.1 所示，5#工位为旋转工作台，即施釉工位，其左右两侧分别为输入线和输出线，各有四个工位，其均装有光电开关以检测陶胚是否到达。动作顺序如下：未经施釉的陶胚首先被置于 1#工位，而后经运送辊道达 3#工位，横向移栽机 3 将陶胚输送到 4 工位，然后继续前进直至 5 工位停止，并通知机械手陶胚到达，准备进行施釉，上釉完毕后，陶胚被输送至 9 工位。同样在经过 7 工位时，也需经过横向移栽机 7。输送系统有手动和自动两种运行方式，可随时通过手动/自动转换开关来切换。在手动方式下，可以动用按钮分别控制 1#~9 各个工位的电机，横向移栽机气缸和电机等的启动和停止。这种方式适用于对生产线各部分进行分别调试及故障检查等情况。在正常生产情况下只使用自动形式，这时候，整个输送系统均由 PLC 来控制着。

4.3 PLC 控制系统的设计

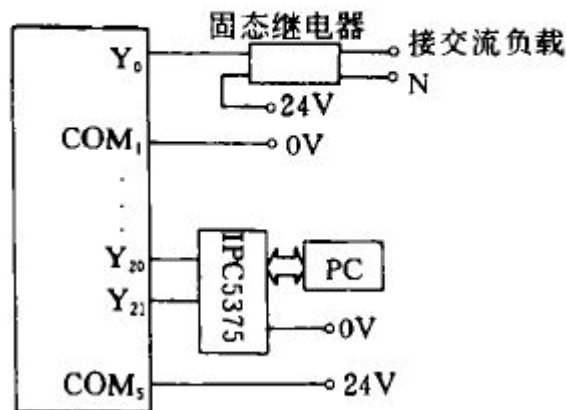
PLC 控制系统争得到日趋广泛的应用，与传统的接触器—继电器控制系统对比，PLC 控制系统具备控制灵活、抗干扰能力强。工作稳定可靠、维护方便等优点。当产品转型时 PLC 控制系统的改变比较容易达成，能较好的适应市场变化的需要。三菱公司生产的 PLC 具有体积小、控制灵活、具有良好性价比等特色，在我国机械设备和工业控制中利用广泛。依照机器人施釉周边设备控制系统输入输出点数的需要，本系统采用三菱 FX2N—48MR—001 型可编程控制器。

4.3.1 PLC 的 I/O 电路

PLC 的 I/O 电路如图 4.2 所示。



(a) 输入接线图



(b) 输出接线图（部分）

图 4.2 PLC 输入、输出接线图

PLC的I / O电路如图2所示。输入 X_1 为1#电机起动按钮。 $X_2 \sim X_7$ 分别为2#、3#、5#、7#、8#、9#工位光电开关的常开触点。 X_{10} 和 X_{11} 分别为移栽机3'气缸的上位、

下位行程开关。X₁₂和X₁₃分别为移栽机7'气缸的上位和下位行程开关。X₁₄为喷涂完毕信号SF，X₁₅为应答陶坯到位信号ARP。

PLC输出有18个，其中Y₀~Y₁₀对应1#~9#工位的9个电机，Y₁₁、Y₁₂分别对应移栽机3'的上升和下降电磁阀，Y₁₃、Y₁₄分别对应移栽机7'的上升和下降电磁阀，Y₁₅、Y₁₆分别对应移栽机3'和7'的电机，Y₁₇对应夹紧电磁铁。Y₂₀输出陶坯到位信号RP，Y₂₁输出应答喷涂完毕信号ASF。输出信号Y₀~Y₁₇没直接驱动交流接触器或电磁阀，而是通过固态继电器来驱动，如此就将PLC输出接口电路与交流接触器或电磁阀等感性负载很好的隔离开来，以避免线圈通断瞬间发生的大电流对PLC造成的不利的影响。

在PLC输入输出信号中，有四个信号起到了与计算机的联系作用，这在整个生产过程当中十分重要。PLC、计算机、转台和机器人之间的关系如图4.3所示。在生产过程中，陶坯的传输由PLC控制，机器人和转台由计算机控制，它们之间必须传送某些信号才能使传输与施釉过程衔接起来，如前文所提及的PLC输入信号X₁₄、X₁₅和输出信号Y₂₀、Y₂₁。这四个信号通过带光耦的数字量输入输出板IPC5375与计算机相关联。

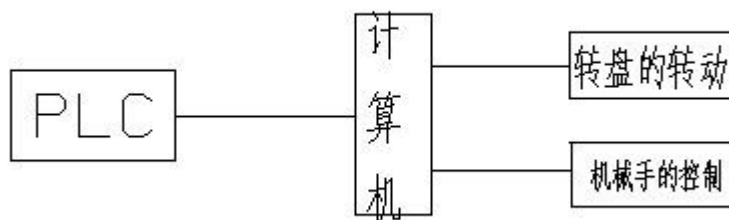


图 4.3 PLC、计算机、转台、机械手关系图

4.3.2 PLC 程序设计

输送线控制中遵循的准则是：“一一跟进，并行控制”。即陶坯的输送是一一跟进的，当前工位上的陶坯是不是向下一工位输送，需要判别后面相关施釉线生产线 PLC 控制的设计工位的状况等条件，如不容许前进，则静止等待至满足条件为止。而并行控制是指程序并不是用顺序控制设计法（功能图表设计法）按照陶坯在生产线上从头至尾的运动顺序来设计的，各个工位的电机是否启动都由特定的前提决定。这样，既能保证生产的效率，由能保证设备的安全运行。比如 2#

工位电机停止的条件是 2#、3#工位都有工件或移栽机 3' 汽缸在上位。在其它情况下 2#电机均保持运行状态。其梯形图如图 4.4 所示：

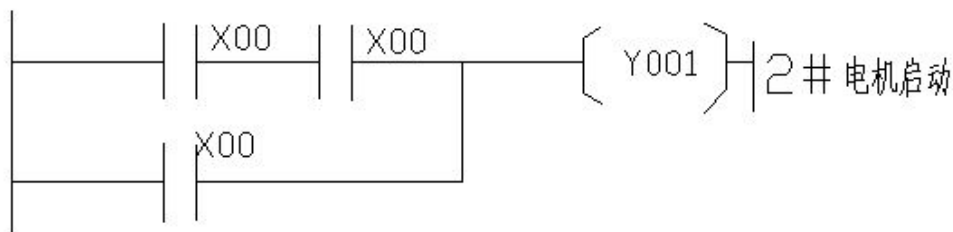


图 4.4 2#电机状态判断梯形图

4.3.3 PLC 与计算机之间的信息传递

陶坯到达喷涂工位后，与计算机的联系是PLC程序设计中非常重要的一部分。如上所述，在PLC与计算机之间共有四种不同的信号。其动作次序如下：

当5 工位光电开关检测到陶坯到达的信号时，一方面5 电机停转，另一方面向计算机发出陶坯到位信号RP。计算机收到这个信号后，马上向PLC发出应答陶坯到位信号ARP，同时向机器人控制器和转台伺服系统发出相应信号，PLC收到ARP信号后，电磁铁夹紧托盘，并将陶坯到位信号RP复位。随后机器人和转台按照编定的程序进行动作。喷涂完了后，计算机向PLC发出喷涂完毕信号SF。PLC收到此信号后，会向计算机发出应答喷涂完毕信号ASF，同时夹紧电磁铁松开，延时0.5s之后5#电机起动，将陶坯送出。这一部分的PLC梯形图程序如图纸2所示。

PLC的梯形图程序设计是PLC应用中的关键问题。结合上述PLC程序设计中的体会，应在编程时应注意以下几个问题：① 编程前一定要先了解和熟悉被控设备的工艺过程和动作状况。② 遵守梯形图语言中的语法规则，主要是对指令要正确理解与使用，注意不同PLC指令之间的差别。③ 程序尽可能的清晰简洁，这就要求注意程序的层次和编程方式，比如按功能将程序模块化可使程序更清晰，使用辅助继电器有时可以简化程序。④ 要着重程序的调试，利用实际信号时可能与模拟信号有差距，特别是在多台设备需要配合及使用刚研发出的新设备时，生产过程中可能有没有预想到的情况出现。

5 安装和使用说明

5.1 安装

首先通过四个地脚螺栓将整机机架按基本尺寸固定，然后通过螺栓联接使机架联成整体，并调整整机机架，使之平面度、垂直度达到要求。安装好机架之后，在机架上安装轴承座、并将差速带套在带轮上，一起安装在轴承座内。接着安装水槽和支撑机构。另外，在装差速带前应将差速带轨道及所需横梁板安装好。最后，安装紧张装置。输出输送带部分的安装依据从主动到被动，从整体到局部的要求进行安装。

5.2 调试

要求输送带在预定轨道内运动，以免引起噪声，输出输送带接到坯后立即送到差速带上。

在差速带尾部应设一个控制开关，当尾部有坯体未取走时，整机工作停止，以免出现混乱局面。

5.3 结构和用途

输出输送带的应用较广泛，可以进行各种物体的运输，本次设计的输送带部分，不仅输送几个坯体，还能进行其他物品或一台哦生产线上进行成品运输，也能形成中间环节起到两个不同工艺阶段的联接，另外，如果带选择合适，还能进行一些动作传动。

这部分机构属于水平上送物体，首先两个带轮必须安装在同意高度上，其次，由在运动坯体时有一些残余釉在带面上，那么必须设置洗带装置，若要洗净带上面的釉，就不能让带直接返回，应先行择面再返回，示意图如下：

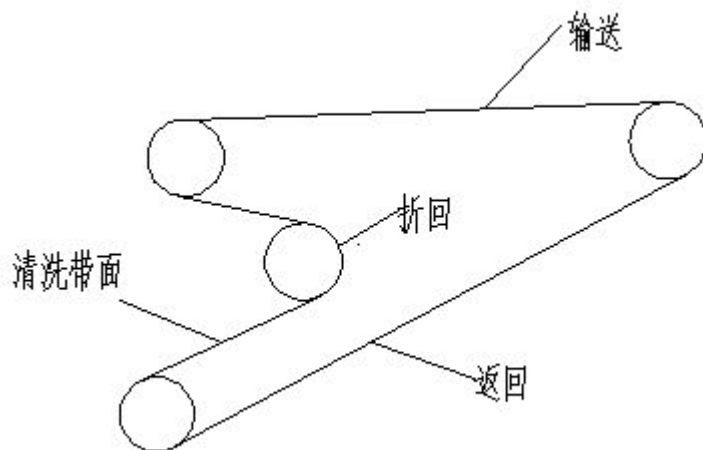
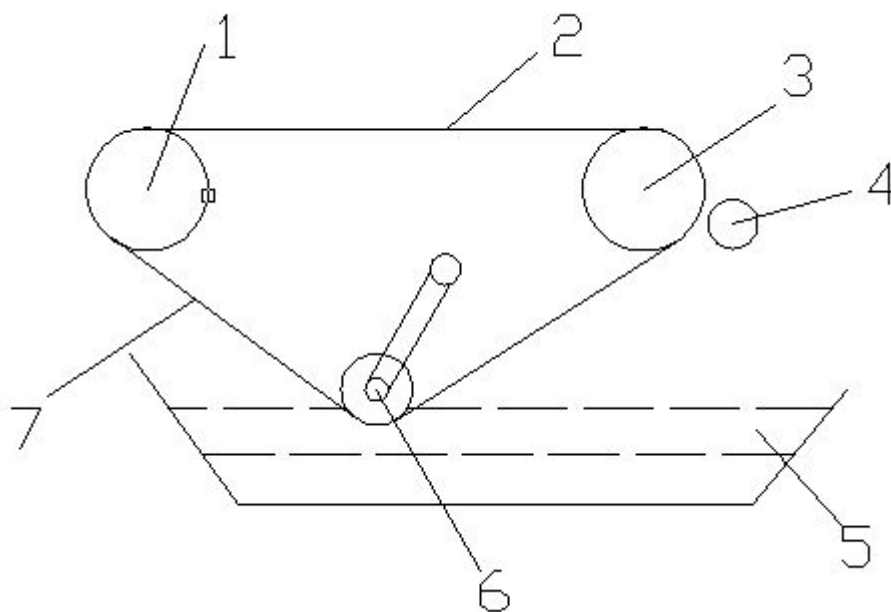


图 5.1

这部分只能用于次烧成技术中，素烧完毕，在进行釉烧之前，必须洗掉坯体地面上的釉层，否则将影响烧成产品的技术，但其应用范围很广泛，对于坯体的高度和直径之比不是特别大的情况下均可应用。



- 1. 差速带带轮
- 2. 差速带
- 3. 差速带带轮
- 4. 压紧轮

- 5. 水箱
- 6. 支撑结构
- 7. 安全轮

通过带轮 1、3 和实现对坯体的运输，差速带 2 所形成的差速可以造成坯体的旋转，从而和带上海绵带摩擦洗掉底层的釉层，支持机构 6 的主要作用是使差

速带带面能从液面上经过，并吸取水分，那么液面必须在带面一下但不能太高，否则将影响支持带轮工作，安全轮 7 是防止差速带松动使海绵带会摩擦到水槽的边缘，而破坏带面，而压紧装置 4 是压挤差速带中多余的水分。

5.4 维修与保养

- ①保证工作环境尽量清洁干净；
- ②下班后必须将机器的遗留物清理掉，上班开机之前要检查各部分情况，以免不良因素影响机器的正常工作；
- ③机器各部分轮滑应按设计要求进行润滑，其余按使用要求进行定期润滑；
- ④定期检修和保养。

6 结论

这次毕业设计，让我很好的总结了大学四年所学知识，把这些知识具体化、系统化，并且把这些知识真正的应用到实际，是一次很好的理论联系实际实习。

本课题在国内日用陶瓷施釉中具有一定得先进性，是全自动完成施釉过程，保证了制品的釉层厚度一致，且不易变形，这是手工施釉无法做到的。

清洗机采用两条表面是海绵层的差速带，使制品通过时产生旋转来清洗制品底部的釉层。差速带的一部分通过水箱，可以清洗海绵层上的残留物。

若该陶瓷施釉线设计完成，制成的成本将远远低于引进一条施釉线。生产效率却不低于引进的施釉线。

7 经济分析报告

积了近几年工作经验，古老的陶瓷工业要发展，绝不能给来那个，而是要彻底变革体制，变革工艺，要走出一条崭新的、现代化的外向型企业的新路，景德镇市老瓷区，设备陈旧，工艺落后已成为了阻碍陶瓷工业发展的主要矛盾，也阻碍了经济的发展。

引进的德国内奇公司生产的自动施釉线从工艺过程等方面彻底解决了施釉中存在的问题，与国内施釉工艺过程形成了鲜明对比。

传统工艺流程：干燥生坯——施内釉（借离心力作用或荡釉）——干燥——施外釉（浸釉）——取釉——干燥——釉检——装匣——入窑。

传统工艺流程分析，这一工艺流程，因不是生坯直接上釉，故坯体强度很低，由于手工操作，釉层厚度很难控制，无法保证同类产品釉层厚度一直，且易变形，破损大，釉烧后也往往产生缺釉、釉泡、釉档、堆釉或底部不光滑等毛病。

新的工艺流程：素坯——自动排除坯上的灰尘等杂物——自动印底款——自动施釉——自动保证釉面光滑——自动取底釉——人工检釉——入匣——装车——入窑。

新工艺流程分析：施釉操作全自动操作大大简便，能充分保证同类产品浸釉时间相同，釉层均匀一致，不容易产生釉档等等缺陷，中间搬运少，素坯强度大，底足光滑所有这些都给制品的外观质量提供了保证。

黑点和落渣是很多日用陶瓷厂家遇到的问题，也是厂家最难以解决的问题，新的施釉线设计了除尘机，保证了灰尘及残余泥不会被釉浆封在釉里，可以减少落渣，而且新的施釉线使溢流重新过筛除铁，整个机械完全不会对釉料造成额外的缺点，只要按本机要求就不用担心釉料沉淀和管道堵塞，如此除铁装置弥补了传统施釉过程中定期除铁和搅拌所带来除铁不够完全，有积釉的不足，为厂家减少黑点和保证釉浓度均匀解决了难题，为做出好瓷器，高档瓷器，下降不合格率，提高经济效益做出了巨大贡献。

制品在浸釉机后通过一过桥导板进入取釉机的两条速度不同的海绵带上，使浸好釉的制品旋转前进，借以湿海绵的摩擦力而除去盘类足底上的釉。

对于日用瓷的厂家和厂商，对日用陶瓷器皿底足部分好坏触感很深，从景德

镇市场来看，大多数厂家为了减少投资成本，在器皿浸完釉后，用人工来完成取底过程，人工取底所带来的后果，釉取不完，烧出的瓷器粘在匣盒或板上，使瓷器变为废品，损失较大；底部用力不均，取得底高低不平，影响烧成质量。如此做法很难制出好瓷器。既使用辘轳车取出的底存在的问题也很多，取少取不干净，取多影响外观，而且不易操作。此外还有一些人仿此原理取釉，但用人工代替机器动力，由于海绵质量差，人工用力不均，所取出的底也很难制出好瓷器。此自动线取釉动力很均匀，让坯在差速带上既前进又旋转，用力均匀，速递快慢可以根据不同坯体调节，所取得底平整光滑，干净、自然，所烧成的瓷器成品率高，质量好，能带来很好的经济效益。此洗底部分也可单独使用，所以很适用，具有很广阔的市场前景。

引进的施釉线共花去 200 万人民币，其产量为 1000——2000 元/小时，预计使用 10 年，若每天按 1—2 班工作，每班工作 8 小时，1 年工作 300 天计算，此施釉线折旧费 0.21—0.83 元/件，再加上维修和 保养费用，估计在 0.28—1.1 元/件之间，所采用国内相同材料生产此机械手花费仅 1/10 左右，若按统一条件来算折旧率仅为 0.021—0.11 元/件。

现在我的以一个主要以手工为主的厂所生产的八汤与自动机所生产的八汤对比，手工厂从生坯施内釉到釉检共计三个程序：补水施内釉、补水施外釉、取釉和检釉，每个工序按 0.016 来计共需 0.048 元/件，所生产的八汤所用的原料均相同。所销售情况如下：

	一级品白胎价	二级品白胎价	销售情况
手工厂	1.20 元	0.90 元	滞销
新设备	4.75 元	7.8 元	畅销

从以上比较可知：新设备所生产的的瓷器尽管折旧和维修费较高，但其所销售的情况却很好。如果采用国内制造的施釉线，则折旧费已经低于手工场三个工序所花费的多。

而且，传统施釉工艺从施釉到釉检需要八个人方能完成，而且搬运过程中极易造成变形，破损，生产能力底下，引进全自动施釉线能彻底解决这些问题，从施釉到检釉仅两个人，生产能力较原来的增倍，釉面质量也更好。另外，工人的操作环境，劳动强度得到大大改善。

一台进口的 0.75kw 电机需要 1300 万左右，而一台国产 0.75kw 电机，售价仅为 120 万元左右，其他如链条、机架、海绵等国产售价都远远低于进口元件。初步估计国产全自动盘类施釉线售价仅 20—30 万元，只是进口价的十分之一，还可降低折旧率，所以我们改进的全自动施釉线前景很好。

综上所述，此自动线能改变目前市场上技术落后，只能生产抵挡瓷器的状况，传统日用陶瓷要发展，要走新路子，引进自动线是很有必要的，但是引进设备太昂贵，太浪费外汇，国内很多厂家无能为力，而且所产瓷器成本也偏高，而我们所改造的国产机器在很大成本上正好弥补这一缺陷，很有市场前景。

致谢

在本次设计中，课题组老师给予我们很多的帮助和教导，使我们在设计过程中学到很多知识，少走了很多弯路。在此，谨向他们表示衷心的感谢，特别是设计指导老师胡伟文老师，在整个设计过程中给予我们很大的启发和帮助。同时，胡老师提供了许多的设计思路和思考方向，使我们能够顺利的完成本次的设计任务，在此，我们再次对胡老师表示谢意。同时，向设计过程中给我们帮助的诸多老师很多同学深表感谢。

由于设计水平有限，加上时间较仓促，本次设计的疏漏与错误之处，敬请各位批评指正。本人在此深表感谢。

参考文献

- 1、张春林等 主编. 机械创新设计. 北京: 机械工业出版社, 2001. 4
- 2、张莹 主编. 机械设计基础. 北京. 机械工业出版社, 1997
- 3、中国机械工程学会, 机械工程基础与通用变准实用丛书编委会. 形状与位置公差, 北京: 中国设计出版社, 2004
- 4、濮良贵, 纪名刚 主编. 机械设计(第八版). 北京: 高等教育出版社, 2006. 5
- 5、邓星钟 主编. 机电传动控制. 武汉: 华中科技大学出版社, 2000. 3
- 6、杨家军 编著. 机械系统创新设计. 武汉: 华中科技大学出版社, 2000. 1
- 7、朱龙根 主编. 机械系统设计(第二版). 北京: 机械工业出版社, 2001. 5
- 8、成大先 主编. 机械设计手册, 单行本, 机械振动·机架设计. 北京: 化学工业出版社, 2004. 1
- 9、张柏清, 林云方 编著. 陶瓷工业机械与设备 中国轻工业出版社, 2012. 1
- 10、陈自建. 关于带传动中作用力计算的再探讨[J]. 南京林业大学学报(自然科学版). 1987(03)
- 11、刘德明, 向红, 祝必华. 提高釉面乳浊度的几点措施[J]. 佛山陶瓷. 1995(03)
- 12、詹学斌, 孟祥金. GX 螺旋输送机配套电机功率及传动方式的改造[J]. 水泥. 1997(09)
- 13、耿东海. 如何提高水晶饰花釉面砖施釉、印花质量[J]. 山东陶瓷. 1997(04)
- 14、王先逵 机械制造工艺学. 北京: 机械工业出版社, 2003

附表 1：各标准件外购明细表

序号	名称及规格	代号	数量	材料	备注
1	轴承 160104	GB279—98	8		
2	螺栓 12×18	GB9021—89	2	35	
3	销 A2. 5×35	GB117—86	1	35	
4	螺栓 M10×35	GB5781—86	8	35	
5	螺母 M10×10	GB6170—86	22	35	
6	螺栓 M8×25	GB5781—86	20	30	
7	螺母 M8×10	GB6170—86	24	30	
8	垫圈 8100 HV	GB95—85	24	Q215	
9	键 6×18	GB1096—89	1	45	
10	螺栓 10×40	GB5781—86	6	30	
11	螺栓 M8×10	GB5781—86	4	30	
12	垫圈 10 100HV	GB95—85	8	Q215	
13	螺栓 M10×25	GB5781—86	8	30	
14	轴瓦	GB3162—82	2	40Cr	
15	螺栓 M10×100	GB5781—86	2	30	
16	螺母 M6×8	GB6170—86	2	30	
17	螺栓 M6×12	GB9021—89	8	30	
18	螺栓 M10×25	GB9021—89	8	30	
19	轴承 160102	GB279—88	6		
20	螺钉 M8×15	GB8560—86	10	35	
21	螺钉 M6×15	GB8560—86	10	35	
22	螺钉 M6×35	GB8560—86	2	35	
23	螺钉 M6×32	GB8560—86	4	35	
24	螺钉 M8×10	GB8560—86	2	35	
25	螺钉 M6×20	GB70—89	4	35	

景德镇陶瓷学院科技艺术学院本科生毕业设计（论文）

26	螺栓 M10×10	GB5781—89	4	35	
27	螺钉 M6×30	GB70—89	9	35	
28	螺钉 M8×30	GB70—89	4	35	
29	螺钉 M6×10	GB70—89	8	35	
30	键 8×7×15	GB1567—79	2	Q255	
31	轴承 18020	GB279—88	2		
32	键 6×22	GB1095—79	1	45	
33	螺栓 M6×25	GB5781—86	4	Q235	
34	螺母 M6	GB6170—86	1	35	
35	紧定螺钉 M6×18	GB71—85	1	35	
36	螺钉 M10×48	GB67—85	2	35	
37	轴瓦	GB7308—87	2	40Cr	
38	垫圈	GB8942—86	4	60Mn	
39	密封圈 18×17	GB3452-1 -92	4	橡胶 1615	
40	铆钉 8×35	GB809—86	2	35	