

中国人民大学附属中学

翌创自助快餐系统研究论文

线上预约点餐线下定制无人烹饪的自动汉堡机系统



项目名称：翌创自动快餐系统

作者：叶博辰、董翰元、范然予、图镇海、

刘嘉晋、周家灿、李博涵

指导教师：刘长焕、李作林

1 目录

2	摘要	6
3	关键词.....	6
4	正文	6
4.1	项目开展计划简介.....	6
4.2	行业分析.....	7
4.2.1	自助快餐机在校的环境分析	7
4.2.1.1	经济环境：庞大的潜在客户群体.....	7
4.2.1.2	社会环境：学生群体的支持.....	7
4.2.2	自助快餐机在校的竞争关系	7
4.2.2.1	食堂.....	7
4.2.2.2	校外小卖部	8
4.3	项目研究.....	8
4.3.1	机械部分.....	8
4.3.1.1	整体设计目的.....	8
4.3.1.2	整体设计思想.....	9
4.3.1.3	整体结构设计.....	9
4.3.1.3.1	用料.....	9
4.3.1.3.2	加工方式.....	9
4.3.1.3.3	组装方式.....	9
4.3.1.4	各部分结构设计.....	10
4.3.1.4.1	框架.....	10
4.3.1.4.1.1	框架设计目的.....	10
4.3.1.4.1.2	框架设计思路.....	10
4.3.1.4.1.3	框架设计过程.....	10
4.3.1.4.1.4	框架结构.....	10

4.3.1.4.2	饼铛转盘.....	12
4.3.1.4.2.1	饼铛转盘设计目的.....	12
4.3.1.4.2.2	饼铛转盘设计思路.....	13
4.3.1.4.2.3	饼铛转盘设计过程.....	13
4.3.1.4.2.4	饼铛转盘结构.....	13
4.3.1.4.3	喷油嘴.....	13
4.3.1.4.3.1	喷油嘴设计目的.....	13
4.3.1.4.3.2	喷油嘴设计思路.....	13
4.3.1.4.3.3	喷油嘴设计过程.....	13
4.3.1.4.3.4	喷油嘴方案.....	13
4.3.1.4.4	肉饼及面包机械臂.....	13
4.3.1.4.4.1	肉饼及面包机械臂设计目的.....	13
4.3.1.4.4.2	肉饼及面包机械臂设计思路.....	14
4.3.1.4.4.3	肉饼及面包机械臂设计过程.....	14
4.3.1.4.4.4	肉饼及面包机械臂结构.....	14
4.3.1.4.5	蔬菜机械臂.....	15
4.3.1.4.5.1	蔬菜机械臂设计目的.....	15
4.3.1.4.5.2	蔬菜机械臂设计思路.....	15
4.3.1.4.5.3	蔬菜机械臂设计过程.....	16
4.3.1.4.5.4	蔬菜机械臂结构.....	16
4.3.1.4.6	食材车.....	16
4.3.1.4.6.1	食材车设计目的.....	17
4.3.1.4.6.2	食材车设计思路.....	17
4.3.1.4.6.3	食材车设计过程.....	18
4.3.1.4.6.4	食材车结构.....	18
4.3.1.4.6.5	食材车保鲜方案.....	18
4.3.1.4.7	制作汉堡转盘.....	19

4.3.1.4.7.1	制作汉堡转盘设计目的.....	19
4.3.1.4.7.2	制作汉堡转盘设计思路.....	20
4.3.1.4.7.3	制作汉堡转盘设计过程.....	20
4.3.1.4.7.4	制作汉堡转盘结构.....	20
4.3.1.4.8	挤酱器.....	20
4.3.1.4.8.1	挤酱器设计目的.....	20
4.3.1.4.8.2	挤酱器设计思路.....	20
4.3.1.4.8.3	挤酱器设计过程.....	20
4.3.1.4.8.4	挤酱器方案.....	20
4.3.1.4.9	抬升机械臂.....	21
4.3.1.4.9.1	抬升机械臂设计目的.....	21
4.3.1.4.9.2	抬升机械臂设计思路.....	21
4.3.1.4.9.3	抬升机械臂设计过程.....	22
4.3.1.4.9.4	抬升机械臂结构.....	22
4.3.1.4.10	暖箱机械臂.....	22
4.3.1.4.10.1	暖箱机械臂设计目的.....	23
4.3.1.4.10.2	暖箱机械臂设计思路.....	23
4.3.1.4.10.3	暖箱机械臂设计过程.....	23
4.3.1.4.10.4	暖箱机械臂结构.....	23
4.3.1.4.11	暖箱及暖箱门.....	24
4.3.1.4.11.1	暖箱及暖箱门设计目的.....	24
4.3.1.4.11.2	暖箱及暖箱门设计思路.....	25
4.3.1.4.11.3	暖箱及暖箱门设计过程.....	25
4.3.1.4.11.4	暖箱结构.....	25
4.3.1.4.11.5	暖箱门方案.....	25
4.3.1.4.11.6	暖箱保温方案.....	25
4.3.1.4.12	饮料机.....	26

4.3.1.4.12.1	饮料机设计目的	26
4.3.1.4.12.2	饮料机设计思路	26
4.3.1.4.12.3	饮料机设计过程	27
4.3.1.4.12.4	饮料机结构	27
4.3.2	电子硬件部分	27
4.3.3	网络通讯部分	28
4.3.4	服务器部分	28
4.3.5	移动终端部分	28
4.3.5.1	概述	28
4.3.5.1.1	手机客户端	28
4.3.5.1.2	为什么选择 HTML5	29
4.3.5.2	工作流程	29
4.3.5.3	服务器环境搭建	30
4.3.5.4	用户端 UI 设计	30
4.3.5.5	用户操作界面	31
4.3.5.5.1	欢迎界面	31
4.3.5.5.2	登录	32
4.3.5.5.3	注册	32
4.3.5.5.4	内容主页	32
4.3.5.5.5	订单列表	33
4.3.5.5.6	点餐	34
4.3.5.5.7	订单查询	35
4.3.5.5.8	个人页	36
4.3.5.6	与硬件的对接	36
4.3.5.7	未来展望	36
4.3.5.7.1	App 推出	36
4.3.5.7.2	更多功能	37

4.3.6	食品安全问题及解决方案	37
4.3.6.1	消毒剂	37
4.3.6.2	防粘涂料以及内壁材料	37
4.3.6.2.1	不锈钢	37
4.3.6.2.2	有机硅	38
4.3.6.2.3	环氧聚酰胺	38
4.3.6.3	更多关于食品安全的问题及解决方案	38
4.4	展望	39

翌创自助快餐系统研究论文

2 摘要

近年来，随着互联网的发展，外卖等基于互联网技术的服务业兴起，为人们的生活提供了传统堂食所不可比拟的种种便利，促进了经济的发展。

然而外卖仍然存在很多不可避免的缺陷，如：外卖存在很高的配送成本，占用了许多的社会人力资源；由于配送过程的存在，在配送过程中存在餐品变凉，变潮，倾洒等问题，因而外卖的餐品质量较同类产品的堂食常常会有所降低；由于配送时间的存在，客户无法很快获得其所需的餐品。

而同时，提供每日堂食也存在种种难以克服的弊端，如：客户获取餐品的便利程度大大不如外卖；由于店面租金等问题导致的服务成本较高。

因而，我们结合近年来不断发展的物联网技术，设计了一套自助快餐系统，兼具外卖和堂食的优点，而避免其二者各自的缺点：我们相对于传统外卖的优势如下：大大降低配送的服务成本；减短用户从点餐到取餐之间等待的时间；餐品不会因为送餐过程的出现导致的变凉，受潮等问题。我们相对于传统堂食的优势如下：具有堂食所不可比拟的便利，快捷；更低的服务成本。

我们的这个项目区别于传统的外卖与堂食，核心实现机构是一台“自助快餐机”。客户通过手机 APP 提前下单预约要购买的食物，个人喜好（个性化定制：比如汉堡要两个肉饼，不要生菜），以及取餐时间。到预约时间，用户来“自助快餐机”处取餐。我们的自助快餐机设置自办公楼等场所，主要针对用户群体是平时常点外卖的人士。

3 关键词

食品自动化，物联网

4 正文

4.1 项目开展计划简介

由于资本有限，我们目前首先准备先将第一台我们的设备在我们学校内投入运营。在积攒了一定资本并获得一定反馈后再将我们的项目推广到更广阔的市场。

4.2 行业分析

由于我们的第一步推广计划是在校内进行推广，因此以下我们做了在此基础上的行业分析。

随着学生生活节奏的加快，他们对饮食的追求也越来越简单，他们寻求快速，方便的饮食方式，而在这个环境中孕育而出地饮食方式就有自动售货方式，而我们这个自动售货机就是为客户提供更方便、高效的饮食方式。

4.2.1 自助快餐机在校的环境分析

4.2.1.1 经济环境：庞大的潜在客户群体

人大附中算上教师与学生，市场容量约 6600 人左右，而通过调查问卷的数据显示，有 80% 左右的同学每周都至少有一次的汉堡需求量，而通过我们统计调查问卷中同学们反映的理想价格（13-16 元）数据，我们可以计算出最小资金容量约为 8.5 万元左右每周，可以看出在校内经济环境还是很理想的。

4.2.1.2 社会环境：学生群体的支持

学生们的生活节奏越来越快，再配上许多时候因为有各种活动的原因，许多同学没有时间去食堂或者小卖部用餐，自动售货机的优势就体现出来了。同时在调查问卷中，大部分学生所写的反馈都表示很支持我们项目的进行。

4.2.2 自助快餐机在校的竞争关系

在校自助快餐机最主要存在的竞争者有两个，一个是食堂，另一个是位于校园南侧的黑店。通过 SWTO（优势，劣势，机会，威胁）的分析模式，我们将以我们的产品与我们的竞争者做对比。

4.2.2.1 食堂

优势：首先，食堂所具有的优势就是它正规，绝大部份同学比起我们这个新进的产品来说，更信任食堂的安全卫生。同时，食堂所提供的食品更加丰富，所富含营养也更加均衡。其次，在食堂吃饭的时候可以和朋友一起坐在一起聊天吃饭，饮食环境相比来去匆匆的快餐方式更加惬意。

劣势：食堂的第一大劣势就是人多吃的少，对于学校这么高的中午用餐密度，食堂的窗口是有限的，所以要想在食堂吃上饭，不排个 5-10 分钟的队是吃不上饭的，而许多学生中午可能涉及社团、足联等活动，或是不想在吃饭这件事上话费太多时间，因此食堂可能就不是他们选择最好的吃饭场所。

机会：比起食堂相比来说慢节奏的吃饭环境，我们的自助快餐机可以提供令人放心满意的快餐服务，同时对于品尝够了食堂饭菜的同学，我们的产品无异于是另一种美味的享受。

威胁：暂不分析

4.2.2.2 校外小卖部

优势：能提供很多种类的零食、饮料，同时价格合理。

劣势：选址很偏僻，受众人群有限。

机会：我们的选址策略是从食堂为起点，向四周辐射的方式，因此，我们的先天优势就是有着优良的选址，因此我们能吸引顾客潜力相比黑店就更大一些。

威胁：暂不分析

4.3 项目研究

4.3.1 机械部分

4.3.1.1 整体设计目的

我们的机器旨在汉堡半自主制作，从半成品的原料加工为成品汉堡，同时可以为顾客提供多样化的选择空间。因此我们设计出了这样一个机器。

同步轮	10/19/2017 19:08	File folder	
电动机配件	10/19/2017 19:08	File folder	
直线运动	8/7/2017 20:33	File folder	
联轴器	8/7/2017 21:23	File folder	
脚轮	8/6/2017 18:55	File folder	
装配体	10/19/2017 19:08	File folder	
角铝	8/23/2017 19:36	File folder	
铝型材	10/19/2017 19:08	File folder	
铝型材切片	8/7/2017 16:27	File folder	
test1.SLDPRT	8/7/2017 23:03	SOLIDWORKS Part...	55 KB
test2.SLDPRT	8/7/2017 22:55	SOLIDWORKS Part...	57 KB
test3.SLDASM	8/7/2017 23:05	SOLIDWORKS Ass...	46 KB

图：我们有着严密的 SolidWorks 文件结构

775减速机.SLDASM	8/8/2017 10:21	SOLIDWORKS Ass...	323 KB
吸盘机械臂.SLDASM	8/15/2017 15:46	SOLIDWORKS Ass...	672 KB
整机.SLDASM	8/15/2017 15:47	SOLIDWORKS Ass...	2,180 KB
框架+轮.SLDASM	8/15/2017 15:46	SOLIDWORKS Ass...	2,017 KB
框架weldment_new.SLDPRT	8/8/2017 16:50	SOLIDWORKS Part...	4,421 KB
桶.SLDPRT	8/15/2017 15:32	SOLIDWORKS Part...	40 KB
汉堡机械臂.SLDASM	8/23/2017 19:25	SOLIDWORKS Ass...	369 KB
食材车.SLDPRT	8/8/2017 18:05	SOLIDWORKS Part...	1,582 KB
食材车+轮.SLDASM	8/15/2017 15:41	SOLIDWORKS Ass...	1,257 KB

图：装配体文件夹内（所有 SolidWorks 文件包含在附件光盘内）

4.3.1.2 整体设计思想

本着学校实验室可以手工加工或 3D 打印或激光切的原则，尽可能使用网络购物软件可以购买到的标准件，设立标准尺寸。先明确各部分功能，决定各部分结构，再将它们合理的结合在一起，添加部分连接结构，整合成为一台完整的机器。



图：SolidWorks 设计的部分机械部分渲染图

4.3.1.3 整体结构设计

4.3.1.3.1 用料

以铝型材为主要结构件，304、306 不锈钢螺丝作为连接件，特定部分使用有机玻璃管（如食材桶），在与食材接触部分使用食品级涂料或食品级塑料管。

4.3.1.3.2 加工方式

对于铝材使用角磨机车床或钻床自行加工，部分连接件使用 3D 打印技术，特殊功能件从工厂定制，其余材料基本使用成形标准件，削弱加工难度，减少机械误差。

4.3.1.3.3 组装方式

主要采用内六角螺丝及 T 型螺丝螺母连接，部分使用榫卯结构。

4.3.1.4 各部分结构设计

4.3.1.4.1 框架



4.3.1.4.1.1 框架设计目的

建造一个可以支撑各个部分的结构，使各个部分的位置固定。

4.3.1.4.1.2 框架设计思路

框架的设计实际是各部分定位的过程，将各部分根据它的功能有机的结合起来并力求占地面积最小是我们考虑的方面。

4.3.1.4.1.3 框架设计过程

前期我们想的是将所有结构放置在一条直线上，这样不需要如何连接它们之间的其他结构，如同流水线一样工作，但经过实际计算发现机器整体将近 4m 长，不利于放置。中期我们把机器分成两部分呈左右结构，这样解决了机器过长的问题，但占地面积大约达到了 4 平米，不利于场地的租用。所以机器被设计为现在这种上下结构，下层为储存食材及制作汉堡的空间，上层为储存制作完成汉堡令顾客取餐的暖箱及饮料机。

4.3.1.4.1.4 框架结构

框架为 2080*830*2000 的铝型材搭建的长方体，下部有四个万向轮便于它的搬运。为了使这个结构更加稳定，我们适当的加入了倒角，保证了它的结构强度。



4.3.1.4.2 饼铛转盘



4.3.1.4.2.1 饼铛转盘设计目的

在有限的时间和空间内尽可能多的加工肉饼，为了让顾客有更好的口感，我们的肉饼是需要经过加热的，饼铛存在的目的便是加热肉饼。

4.3.1.4.2.2 饼铛转盘设计思路

参考流水线生产的原理，我们想要让饼铛的各个部位完成不同的工作以便同时加热多块肉饼，节省单个汉堡成品时间。

4.3.1.4.2.3 饼铛转盘设计过程

初始设计是用增加饼铛数量的方式以达到节省时间的目的，但由于这个设计十分占空间且不利于控制，所以被废弃。现在的设计为一个整体转盘上面设有刮油板及漏油槽肉饼被放在固定的位置，经过一圈旋转后回到初始位置再被放它的机械臂取走。转盘上一次可以同时放置四块肉饼，转一圈的周期大约为四分钟，大约是一块肉饼被烤熟的时间，也就是说我们大约能1分钟完成一块成品肉饼，这使我们预计该汉堡机的工作效率大约为每分钟一个汉堡。

4.3.1.4.2.4 饼铛转盘结构

整体为一圆盘，设有四个肉饼放置位点及它们之间的漏油槽，采用电加热的方式将肉饼烤熟。

4.3.1.4.3 喷油嘴

4.3.1.4.3.1 喷油嘴设计目的

为饼铛烤肉饼喷油。

4.3.1.4.3.2 喷油嘴设计思路

利用气压将油从储油瓶中均匀的喷洒在饼铛上，使肉饼不会粘在饼铛上。

4.3.1.4.3.3 喷油嘴设计过程

直接确定为此结构，还有待测试。

4.3.1.4.3.4 喷油嘴方案

利用气泵推动油的前进，利用如花洒一样的喷油头将油均匀的铺撒在饼铛上。

4.3.1.4.4 肉饼及面包机械臂



4.3.1.4.4.1 肉饼及面包机械臂设计目的

在各个部分之间运输肉饼及面包。

4.3.1.4.4.2 肉饼及面包机械臂设计思路

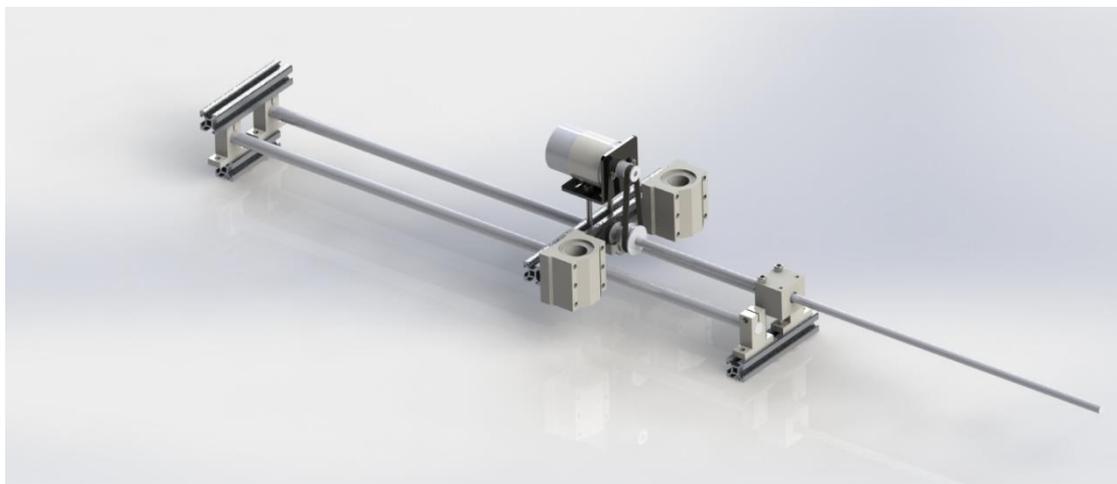
将肉饼或面包从食材桶中取出，放置到下一步需要进行加工的固定位置，需要具有抬升和平移及夹取肉饼及面包的功能。

4.3.1.4.4.3 肉饼及面包机械臂设计过程

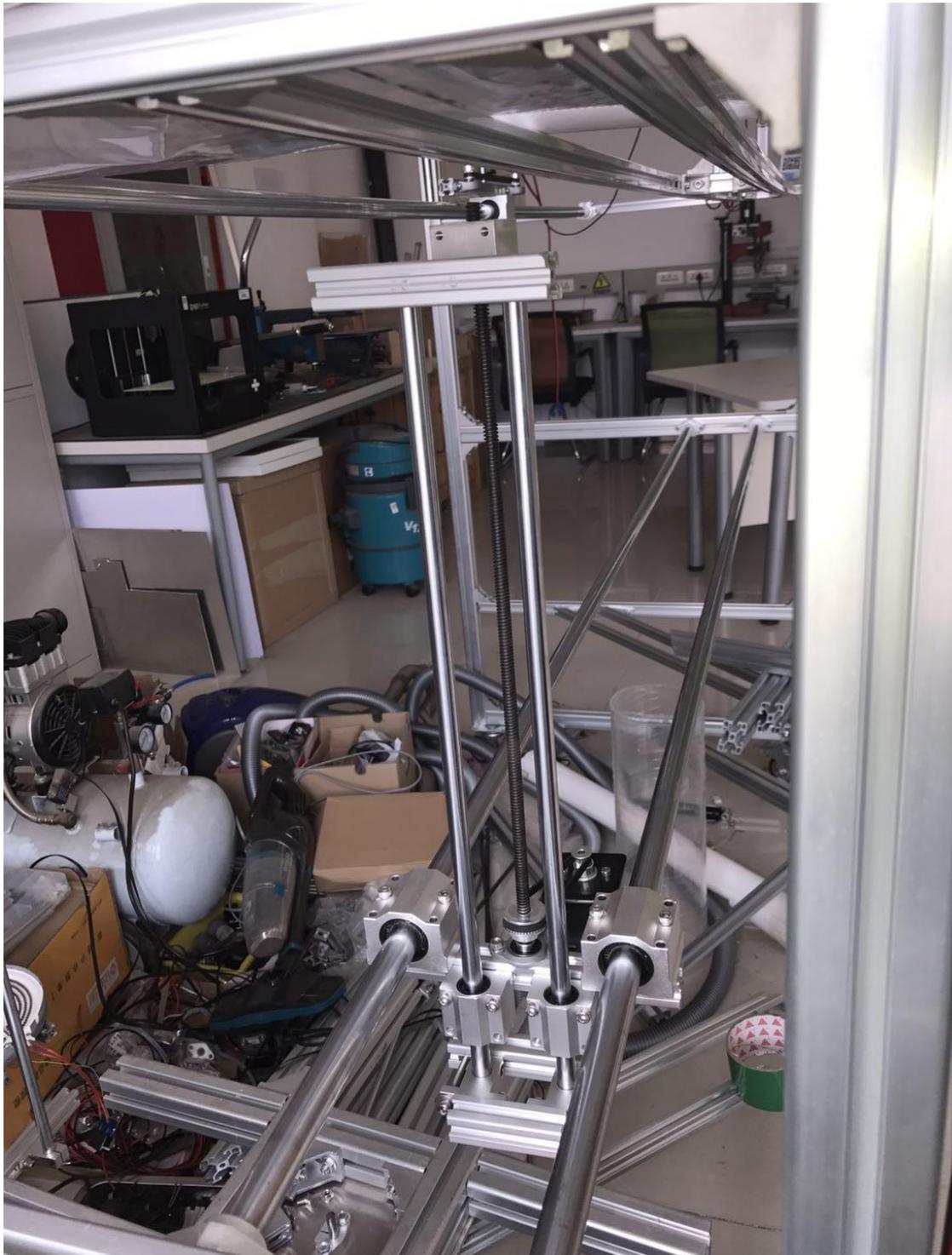
起初的设计是他只承担平行运输的功能，由食材下方的抬升装置抬升食材，但由于这个方案需要更多的抬升装置提高了成本，同时占的空间更多，因而我们选择将抬升装置装在机械臂上。对于抬升装置，我们对比了常用的丝杆和皮带抬升，发现皮带的稳定性较差，且由于自己制作需要特殊长度的皮带定制成本较高，我们采用了更加稳定且容易自己加工的丝杆抬升的方案。对于平移，因为平移需要的距离为 2m 而丝杆不利于固定且 2m 的丝杆十分少见，因而对于机械臂的平移我们决定采用了皮带带动它的移动。对于肉饼及面包的取用，我们起初决定使用吸盘和气泵制造负压将肉饼或面包吸起并固定，用限气阀使空气回流放下肉饼。我们利用类似材料做了测试，发现吸盘大概可以吸起远比肉饼或面包重的物品，但由于肉饼和面包均存在严重漏气现象，实际测试并不成功。我们曾经想过用针状物将肉饼扎住拉起来，但由于肉饼及面包被扎过后严重影响口感，我们也放弃了这个方案。最后，我们决定使用更大功率的气泵，实现了肉饼及面包的取用。

4.3.1.4.4.4 肉饼及面包机械臂结构

水平方向有两根 2m 长的光轴，光轴及光轴滑块与机械臂固定由皮带带动使其平移。光轴滑块上建立平台架起另外两根水平的光轴，使机械臂可以上下移动。在平台上设置气泵将吸盘固定在机械臂的臂头上，实现了肉饼及面包的取用及运输。



4.3.1.4.5 蔬菜机械臂



4.3.1.4.5.1 蔬菜机械臂设计目的

将蔬菜从食材桶中取出并放置在汉堡上。

4.3.1.4.5.2 蔬菜机械臂设计思路

与肉饼机械臂一样承担蔬菜的抬升及平移和蔬菜的取用的工作。

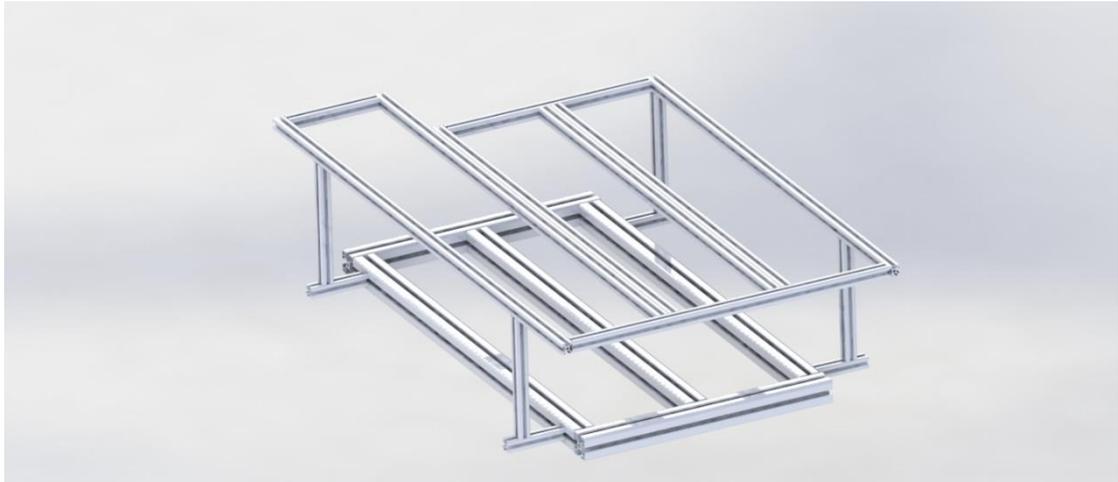
4.3.1.4.5.3 蔬菜机械臂设计过程

抬升装置与平移装置与肉饼及面包机械臂相同，对于蔬菜的取用，我们决定用夹子夹取如生菜碎黄瓜片等蔬菜，对于西红柿等不能用夹子夹的蔬菜我们本想用如铲子的装置取用，但由于实验发现定位难度过大，容易导致其破损，我们选择适当的放弃。

4.3.1.4.5.4 蔬菜机械臂结构

除臂头外与肉饼及面包机械臂相同，臂头采用舵机带动夹子的方式夹取蔬菜，实现了蔬菜的取用。

4.3.1.4.6 食材车





4.3.1.4.6.1 食材车设计目的
储存食材并保证食材的新鲜程度。

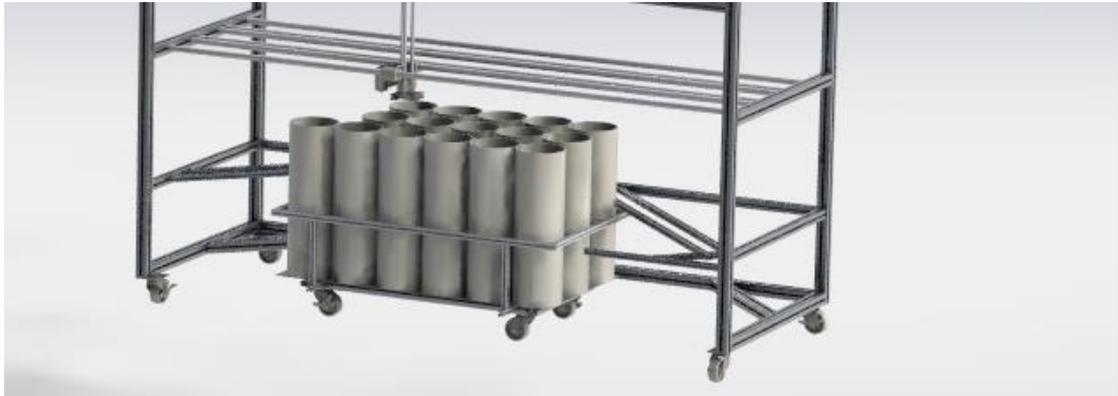
4.3.1.4.6.2 食材车设计思路
满足食材的储存上货及保险的需求。

4.3.1.4.6.3 食材车设计过程

基于市场调查的结果，我们大约一天可以卖出 150 个汉堡左右，考虑到食材车的高度，我们设立了 16 个食材桶（包括装汉堡盒的架子），为了方便每天的上货，我们需要将这些食材桶放置与于一个铝型材搭建的食材车上。为了保证食品的安全，我们采用无毒无害的有机玻璃进行保存。对于食材桶的固定，考虑到在有机玻璃管上开孔容易导致其破裂，我们决定将它们两边设立铝型材并利用皮带将其固定在铝型材上。

4.3.1.4.6.4 食材车结构

食材车由一不规则的底座及上方的固定架组成，下有四个万向轮便于它从机器出入。



4.3.1.4.6.5 食材车保鲜方案

采用压缩机制冷的方式将蒸发管缠绕在食材桶上，降低食材车整体温度以达到保鲜的目的。

4.3.1.4.7 制作汉堡转盘



4.3.1.4.7.1 制作汉堡转盘设计目的
同时制作多个汉堡。

4.3.1.4.7.2 制作汉堡转盘设计思路

与饼铛转盘相似，各部分实现不同的功能。参考流水线同时进行各个汉堡的不同功效，在相同地点实现同样的功能，加快汉堡生产速度。

4.3.1.4.7.3 制作汉堡转盘设计过程

开始时我们并没有设计转盘，而是一个大的平台，中间有一个六自由度的机械臂进行各部分的组装，但经实验验证后发现一个机械臂的效率过低，不足以满足短时间庞大的客流量的需求，因而改成现在这种具有四个加工位点的制作汉堡转盘。

4.3.1.4.7.4 制作汉堡转盘结构

整个转盘由铝型材搭建成一个类似于井字的结构，方便汉堡盒的放置，由电机带动转盘的旋转。具有四个位点，在第一个位点上实现放汉堡盒、面包的功能，在第二个位点实现放烤好的肉饼的功能，在第三个位点实现放蔬菜的功能，在第四个位点实现挤酱的功能，最后转回第一位点盖上层面包和上盖，并被抬升机械臂运载到机器的第二层。

4.3.1.4.8 挤酱器

4.3.1.4.8.1 挤酱器设计目的

为汉堡挤酱。

4.3.1.4.8.2 挤酱器设计思路

与喷油嘴类似，用气泵将酱从储酱瓶中利用气压挤出。

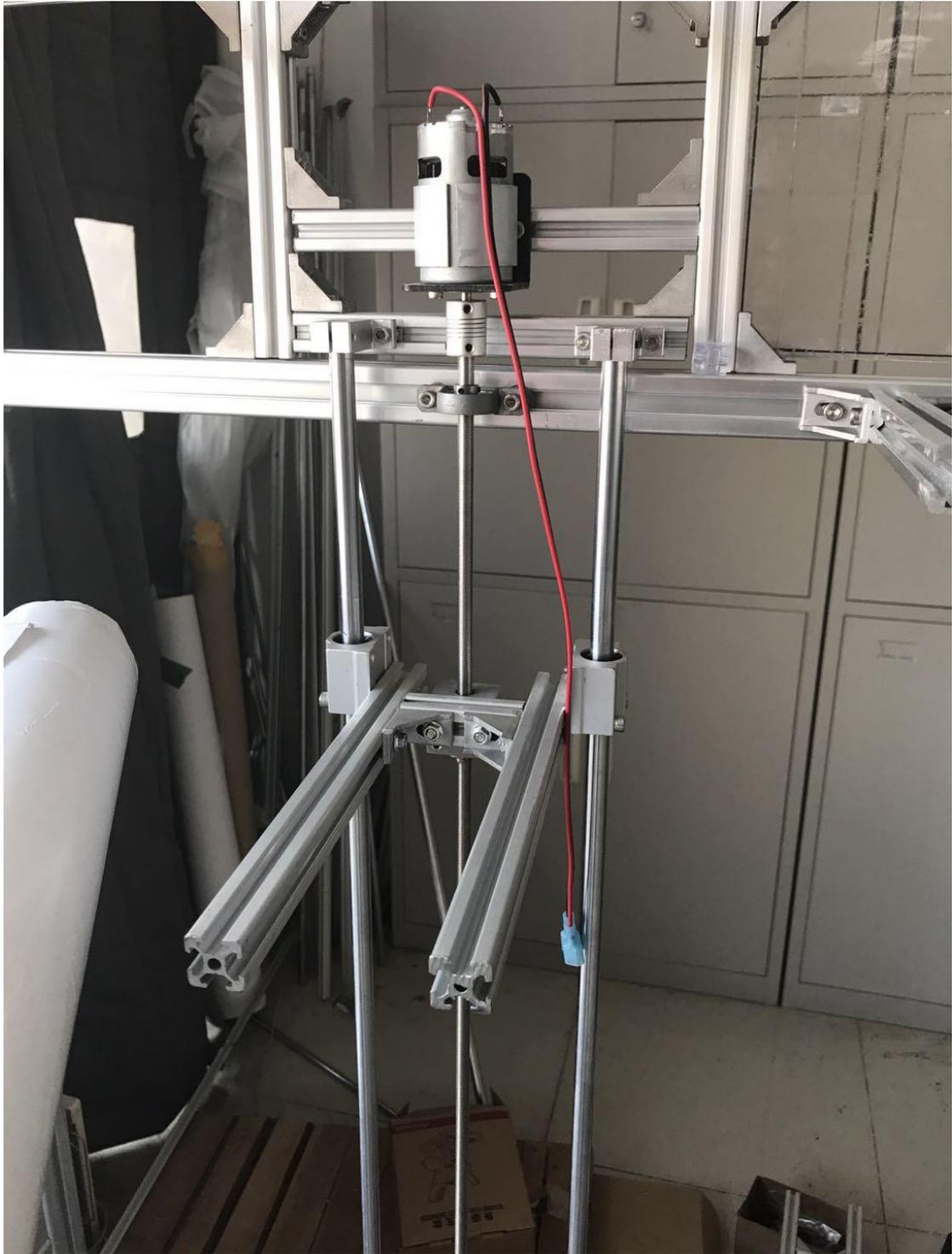
4.3.1.4.8.3 挤酱器设计过程

我们讨论过将酱均匀的喷洒在汉堡表面，但由于酱的粘稠度远大于油，不利于喷出，我们还讨论过把储酱瓶挂在机器的侧壁上，但由于还需要专门的挤酱机械臂，运行十分繁琐，我们决定将储酱瓶直接固定在一个圆盘上，圆盘转动一周带动瓶口旋转一周，完成挤酱的工作。

4.3.1.4.8.4 挤酱器方案

将所有储酱瓶放在圆盘固定位置上，圆盘位于制作汉堡转盘第四位点上方，可以使圆盘旋转一周便挤了一周酱。

4.3.1.4.9 抬升机械臂



4.3.1.4.9.1 抬升机械臂设计目的
将下层制作完成的汉堡抬升到上层。

4.3.1.4.9.2 抬升机械臂设计思路
与丝杆抬升装置相同。

4.3.1.4.9.3 抬升机械臂设计过程

想到需要这样一个机械臂，又有了原理和经验一次便成型了。

4.3.1.4.9.4 抬升机械臂结构

与抬升装置相同。

4.3.1.4.10 暖箱机械臂



4.3.1.4.10.1 暖箱机械臂设计目的

将送到二层的汉堡进行分拣，将不同汉堡装入不同暖箱中减轻其他机械臂负担。

4.3.1.4.10.2 暖箱机械臂设计思路

承担运输成形汉堡功能需要有三个方向自由度。

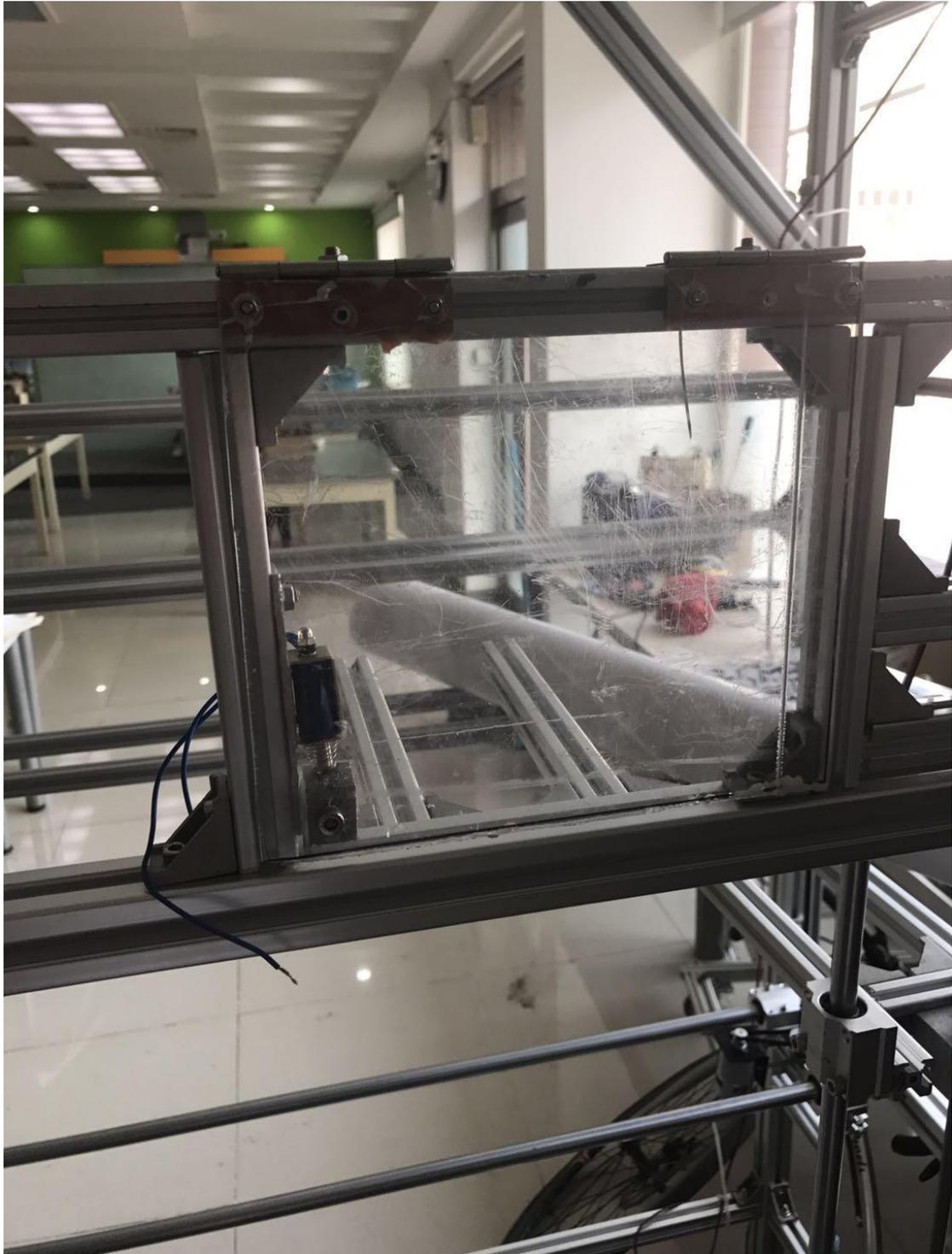
4.3.1.4.10.3 暖箱机械臂设计过程

它的功能便是运输成形汉堡，因此我们开始时便决定将其定为三个自由度。对于运输汉堡的结构，我们讨论了三根型材或两根型材，三根型材容易产生机械误差导致机器部分部分损坏，两根型材的稳定性较低。经过试验验证，我们认为机械误差可以尽量避免，稳定性是我们所追求的，因此我们采用三根型材作为运输汉堡的平台。

4.3.1.4.10.4 暖箱机械臂结构

它的水平移动与其他机械臂移动方式相同使用皮带传动，竖直方向的移动也与抬升装置相同使用丝杆抬升。

4.3.1.4.11 暖箱及暖箱门



4.3.1.4.11.1 暖箱及暖箱门设计目的
为顾客取餐提供场所。

4.3.1.4.11.2 暖箱及暖箱门设计思路

基于市场调查结果，我们大概需要 20 到 30 个暖箱每个暖箱放一个汉堡便需要很大的空间，为此我们将整个机器的上部做成暖箱，以此来保证对于汉堡的存放。

4.3.1.4.11.3 暖箱及暖箱门设计过程

根据汉堡的尺寸及拿取的便利程度，我们将将暖箱设计成分体结构，每个暖箱单独形成一个集储存加热顾客取用功能为一身的个体，同时设有单独控制的上锁的暖箱门，保证汉堡可以被顾客正确的取走。

4.3.1.4.11.4 暖箱结构

每个暖箱为一个 200*200*200 的正方体结构，由型材搭建，两个暖箱之间采用耐高温塑料隔离，暖箱的下部为 U 字形与暖箱机械臂上三根型材的运输平台对应，便于汉堡的存放。

4.3.1.4.11.5 暖箱门方案

将隔热塑料板作为暖箱门理由电磁阀和弹簧控制暖箱门的开合，为了避免电磁阀因通电时间过长而温度过高，我们大约给顾客 30s 的时间取走汉堡，同时电磁阀散热利用暖箱的保温：

4.3.1.4.11.6 暖箱保温方案

使用电热丝为暖箱整体加热，控制暖箱温度在 40 摄氏度左右。

4.3.1.4.12 饮料机



4.3.1.4.12.1 饮料机设计目的

便于与汉堡组成套餐使消费更加合理，同时提高收入。

4.3.1.4.12.2 饮料机设计思路

与传统饮料机相似采用弹簧出货的方式并将饮料落到固定区域。

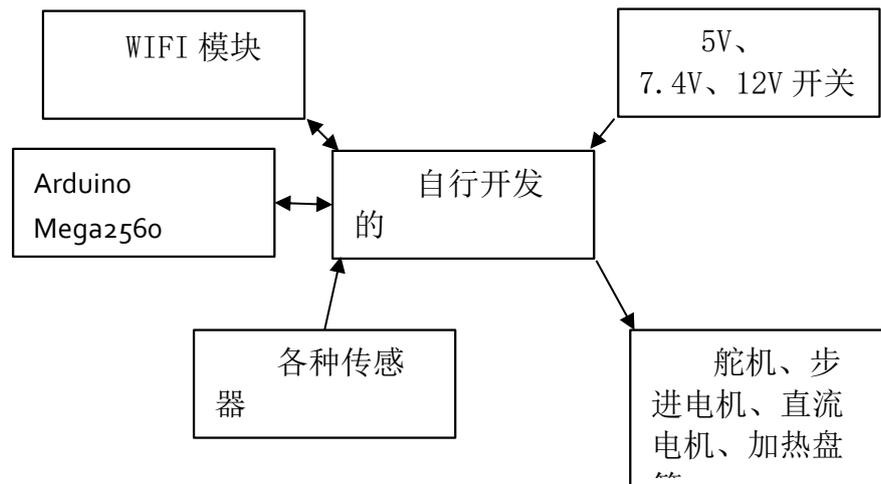
4.3.1.4.12.3 饮料机设计过程

仿照普通自动售货机，将其尺寸改为适应机器所需的尺寸

4.3.1.4.12.4 饮料机结构

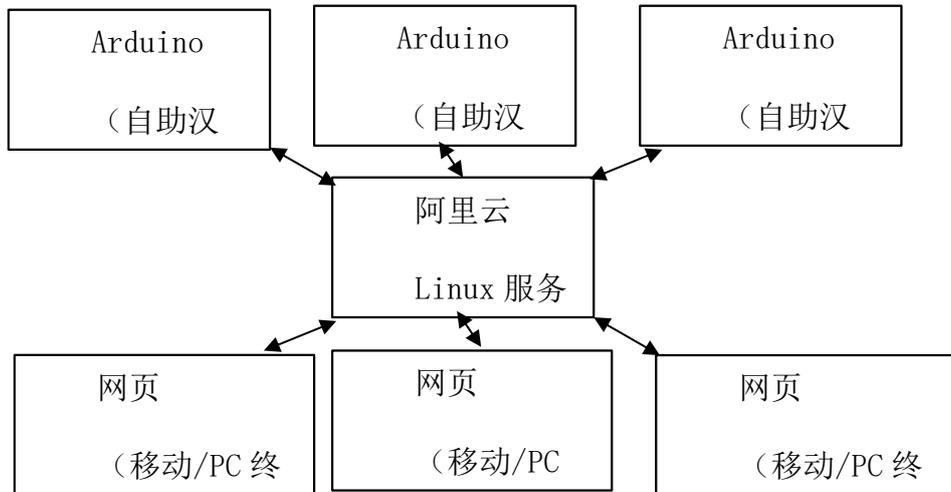
整个饮料机分三层，每层两边均可以出饮料。使用电机带动弹簧转动，将饮料向前推进，推进到一定程度让饮料自动下落。

4.3.2 电子硬件部分



由于需要较多的 IO 端口，而且考虑到控制硬件成本以及开发成本，我们采用搭载 Atmega2560 的 ArduinoMega2560 作为我们的主 MCU 及其基本外围电路。我们采用自行开发的扩展板以连接各种外设。单片机通过 WIFI 连接互联网，与主服务器进行通讯（见 3.3.4 网络通讯部分）。

4.3.3 网络通讯部分



我们选择树莓派作为我们的主服务器，主服务器与移动/PC 终端通讯，获取用户的需求等信息，并根据一些列在主服务器中的规则，为各台由 Arduino 作为主控的自助汉堡机分配任务。由于 Android 和 IOS 设备在移动终端方面占据了超过 90% 的智能手机市场，因此我们移动终端方面准备开发 Android 端和 IOS 端，并辅以兼容性更强的网页以适应更多平台的用户。

4.3.4 服务器部分

我们选择业内稳定的阿里云 Linux 作为我们的服务器，服务器与移动/PC 终端通讯，获取用户的需求等信息，并根据一些列在服务器中的规则，为各台由 Arduino 作为主控的自助汉堡机分配任务。

4.3.5 移动终端部分

4.3.5.1 概述

4.3.5.1.1 手机客户端

翌创自动快餐系统的核心为自动快餐机，实现了全自动制作汉堡等食物。用户可以自由定制自己的汉堡。当今智能手机的普及率已是相当之高，经过考虑，我们开发了手机客户端供用户进行点餐，定制等操作。

手机客户端采用类似外卖平台的设计，具有创建订单，自由定制汉堡，订单查看，在线支付等主要功能，同时具有登录注册，手机绑定等常规功能。用户可以十分方便地点餐。

4.3.5.1.2 为什么选择 HTML5

现如今开发手机客户端有了多种可选的方案。除了较为传统的原生 APP(NativeApp) 外，HTML5 作为一种新兴的开发手机应用程序的方案，同样被广泛应用。

两种方案各有利弊。原生 App 的优点在于针对设备进行优化，性能较出色，且可以直接对硬件进行操作。缺点即开发工作量大，代码较为复杂，且不同平台的开发语言不同（Android 平台为 Java 语言，iOS 平台为 Objective-C 或 Swift 语言），针对两大主流手机操作系统要分别进行开发。

HTML5 的本质就是浏览器中的网页。HTML 发展到 5 已经可以实现相当多的功能。HTML5 搭配 JavaScript 与 CSS3 可以做出不亚于原生 App 的功能。

HTML5 的优点主要在于其跨平台性。HTML5App 可以直接运行在网页浏览器上，也可以通过一些工具针对平台进行简单的编译(WebView 内嵌入网页)。开发简单也是 HTML5 的优势之一。

经过对成本，效率，时间等的综合考虑，我们选择使用 HTML5 开发快餐系统的手机客户端。由于时间关系，该手机客户端目前以网站的方式呈现。

4.3.5.2 工作流程

自动快餐系统手机客户端的完整工作流程大致如下：

用户登录系统

创建新订单

点餐

在点餐界面，用户可以自由定制每一个汉堡每一层的食材。除了汉堡外还可以点饮料。

提交订单并支付

服务器向快餐机的硬件发出指令制作汉堡

快餐机制作汉堡并向服务器随时发送反馈

反馈的内容包括制作进度，排队等待人数等，反馈结果更新至订单查询中

用户在手机上确认取餐

快餐机收到指令，打开取餐口对应的盖子

取餐完成

4.3.5.3 服务器环境搭建

用户点餐客户端网站搭建在阿里云服务器上，采用 centos 系统，ApacheHTTPServer 服务器环境。服务端后台脚本采用 php5 与 python3 相结合。由于阿里云服务器已经自带集成的网站搭建环境，故无需手动安装。

4.3.5.4 用户端 UI 设计

用户端 UI 设计尽可能遵循简洁，方便操作，美观等原则。用户界面整体采用仿部分手机 APP 的设计。主要的界面下方作为固定的导航栏方便用户跳转，页面布局简洁，重点突出。点击的按键，表单等均模仿现在常见的手机 App 的设计风格。主页面放置一些图片或通知消息等，以及醒目的登录注册按钮。登录注册页面基本符合常规。订单列表页面主体为一列表，每一个订单显示有时间等信息。点餐页面底栏仿饿了么设计，采用动态价格显示，有提交按钮。主要布局和本系统的功能相符合，让用户自由定制自己点的汉堡。个人信息等页面均采用比较标准的设计。

4.3-5.5 用户操作界面

4.3-5.5.1 欢迎界面

欢迎界面设计较为简洁，作为网站主页，显示有一些公开的信息和图片等(暂时只有一张图片)，并附有登录注册的导航按钮。



4.3.5.5.2 登录

登录页面包含了必要的元素：用户名，密码等。本登录界面设有图形验证码，可防止程序暴力破解密码等非常规行为。另外设有忘记密码的链接。整体为一常规布局。

The image shows a login form with the following elements:

- 用户名: 用户名
- 密 码: 密码
- 验证码: 验证码 (with a graphical code 841621)
- 登录 (button)
- <返回首页 忘记密码? (links)

4.3.5.5.3 注册

注册界面为常规布局。提供用户名，密码，手机号码，图形验证码，手机验证码等输入框。用户注册需绑定手机，可方便找回密码，同时防止重复注册。手机验证码采用短信平台的接口完成。

4.3.5.5.4 内容主页

用户登录后可以看到的页面。此页面可动态展示一些推送，通知，图片等。其中心的布局视内容而定。底部为导航栏。导航栏目前有三部分：订单列表，主页，个人信息。用户点击导航栏区域可以直接跳转到相应的页面。

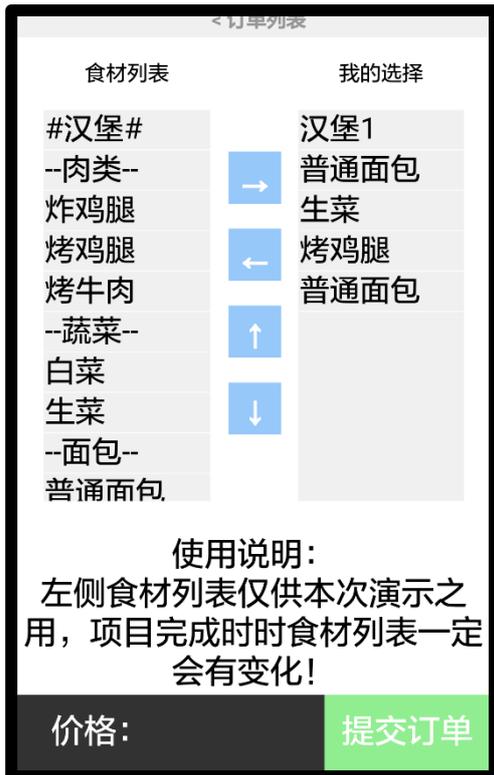
4.3.5.5.5 订单列表

订单列表页面设计思路为仿照现在的外卖平台，目前实现了能显示当前登录用户的所有订单。所有订单从上到下以列表的形式排列。每个订单的创建时间，完成状态，以及快餐机的执行状态等信息。点击每一栏可以跳转入详细的订单信息页面。



4.3.5.5.6 点餐

点餐页面为本系统的手机客户端的核心界面之一。该页面上方有返回按键，下方有和主页，订单页，个人页同样的导航栏方便用户进行跳转。由于自助快餐系统的特性是可以自由定制汉堡的每一层食材，手机客户端遵循适应功能的设计，主要部分为两个列表。左边的列表为食材列表，顾客可点选自己需要的每层食材，也可再加汉堡/饮料等。右边的列表为自己点餐的订单内容。用户可通过两个列表中间的四个按键进行控制：添加，删除食材；上移/下移汉堡内的一层食材，实现自由定制的效果。当用户做出修改后，系统会实时计算价格并在该界面动态显示。



4.3.5.5.7 订单查询

对于已经提交的订单，用户可以进行查询订单状态，如已提交，正在制作，已完成等。在详情页面用户可以查看订单内容，快餐机制作状态，以及能否取餐等。由于时间有限等原因，本界面尚未制作完成。



4.3.5.5.8 个人页

本界面设计仿照大多数 App 或网站，以列表形式呈现。最顶一栏为用户的用户名/昵称，头像。由于本客户端目前阶段功能较单一，个人页目前仅支持修改密码/手机号，余额充值操作。用户在此页面可进行充值，通过微信支付或支付宝的相关接口进行支付充值，充值后的余额可用来点餐。

页面列表最下方为退出登录按钮。



4.3.5.6 与硬件的对接

手机客户端目前以网站方式运行，网站运行在服务器上。快餐机的电子控制选用 Arduino，连接 Wifi 模块与服务器进行通信。Wifi 模块选用当今物联网流行的 ESP8266 模块，其具有廉价，易于操作与开发等优点。Arduino 控制 Wifi 模块会持续向服务器发出请求，获取是否有新任务。当用户下单后，服务器给 Arduino 发送指令，控制快餐机制作。快餐机制作到一些步骤时 Arduino 会通过 Wifi 模块给服务器发送反馈，供用户查询制作状态等。

由于时间精力有限，该部分尚未完成。

4.3.5.7 未来展望

4.3.5.7.1 App 推出

自动快餐系统的手机点餐客户端目前为网站形式，日后我们会继续完善该网站，完成支付，查询等功能，将该网站开发成具有功能的客户端。除网站本身外，我们还将会

把网站的相关页面进行改造后编译为 Android,iOS 等主流平台的 App (HTML5App) , 方便用户下载使用。点餐, 订单等相关功能会继续完善。

4.3.5.7.2 更多功能

目前快餐系统的制作快餐仅局限于汉堡, 未来我们将会以第一代机器为原型打造出功能更多的自动快餐系统。网站以及手机客户端也会越来越完善, 增加多样化的功能, 走向成熟。

4.3.6 食品安全问题及解决方案

4.3.6.1 消毒剂

有关消毒剂的使用是极其重要的, 如果只是用水清洗, 难免会留下隐患。所以选用不仅仅是有关与日常的维护消毒, 更是关于每一次完成产品后的消毒处理问题。对于消毒机械臂的消毒剂的选用不仅仅要考虑消毒性能和使用成本, 还有它可以消完毒后马上使用的特性。对于整个机器的消毒则要考虑节水的重要。因此根据多种消毒剂的理化属性, 提出如下建议:

机械臂推荐消毒剂: 食用酒精(但是要等挥发!!)

机械臂辅助方案: 即抛型 pp 塑料套

整机消毒推荐消毒剂: 过氧乙酸类消毒液

4.3.6.2 防粘涂料以及内壁材料

对于整个机器来说, 料桶应该是这个机器的核心之一。所以对于料筒壁的防粘涂料是需要严格的筛选的。对于此在本稿中, 我会对于: 不锈钢, 有机硅涂料, 环氧聚酰胺涂料。这三种常用的材料或涂料进行阐述。

4.3.6.2.1 不锈钢

表 1 理化指标

项 目	指 标	检验方法
铅 (以 Pb 计) (mg/dm ²) 4% (体积分数) 乙酸 ≤	0.01	GB/T 5009.81
铬 (以 Cr 计) (mg/dm ²) 4% (体积分数) 乙酸 ≤	0.4	
镍 (以 Ni 计) (mg/dm ²) 4% (体积分数) 乙酸 ≤	0.1	
镉 (以 Cd 计) (mg/dm ²) 4% (体积分数) 乙酸 ≤	0.005	
砷 (以 As 计) (mg/dm ²) 4% (体积分数) 乙酸 ≤	0.008	
注 1: 浸泡条件均为 200 mL/dm ² , 煮沸 30 min, 再室温放置 24 h。 注 2: 马氏体型不锈钢材料不检测铬指标。		

4.3.6.2.2 有机硅

项目	指标	检验方法
蒸发残渣(mg/dm ²)		GB/T 5009.60
蒸馏水, 煮沸 0.5 h	≤ 6.0	
4%乙酸, 60 ℃, 2 h	≤ 6.0	
正己烷, 室温, 2 h	≤ 6.0	
高锰酸钾消耗量(mg/dm ²)		
蒸馏水, 煮沸 0.5 h	≤ 2.0	
重金属(以 Pb 计)(mg/dm ²)		
4%乙酸, 60 ℃, 2 h	≤ 0.2	

4.3.6.2.3 环氧聚酰胺

项目	指标	检验方法
蒸发残渣 (mg/dm ²)		按 GB/T 5009.156 方法进行预处理, 按 GB/T 5009.70 方法进行样品制备和测定。
65%乙醇, 60℃, 2h	≤ 6	
4%乙酸, 60℃, 2h	≤ 6	
正己烷, 室温, 2h	≤ 6	
高锰酸钾消耗量 (mg/dm ²)		
蒸馏水, 60℃, 2h	≤ 2	
重金属 (以 Pb 计) (mg/dm ²)		
4%乙酸, 60℃, 2h	≤ 0.2	

综合上述的国标¹, 本稿给出如下建议:

应用不锈钢产品时应尽量避免长时间的接触【因为会有重金属的迁移】, 并且应该严格把控好质量关, 防止出现污染食物的情况。

含有有机硅涂料类物品主要为食品的模具, 同样, 我认为亦可以把机器的机械臂用有机硅涂料进行喷涂。

环氧聚酰胺可以由于机器内壁的喷涂, 由于它出色的防腐蚀性, 亦可以作为外表机箱的一层保护层。

4.3.6.3 更多关于食品安全的问题及解决方案

我们的团队还进行了更多关于食品安全问题及解决方案的研究。受限于篇幅等原因, 更多内容以附件形式呈现, 请参见附件中的“食品安全意见稿”。

¹ GB 9684-2011;GB 11676-2012;GB 9686-2012

4.4 展望

未来我们会尝试向更广阔的市场投入更多台汉堡机。在创造更多财富的同时它可以有效减少人力资源及一些自然资源（如解决餐厅占地问题等），为社会经济发展做出贡献。同时我们会尝试对机器本身进行改造，以减少它的占地面积并提高汉堡制作速度。后续可能会推出更多口味的汉堡，并满足不同用户的自定义需求，提升用户体验。

