

课 程 项 目 报 告

课程名称：电子系统专题设计与制作

项目名称：全自动饮品制作机

队长信息：周明嫻 2022010642

队员信息：徐乐 2022010662

一、功能简介

全自动饮品制作机是一台对于消费者易操作，对于生产者易管理的设备。其主要具有以下功能：

1. 用户自定义点单。

用户可以在此机器的用户交互模块根据 OLED 显示屏的提示，进行饮品的下单。其中，用户可以自定义饮品的各项“参数”，例如小料的分量、饮品的糖度，温度等。

2. 固体小料的添加。

此机器的固体添加模块可以根据用户下单时自定义的饮品参数完成固体的定量添加。

3. 液体小料的添加。

此机器的液体添加模块可以根据用户下单时自定义的饮品参数完成液体的定量添加。

4. 饮品的搅拌与加热。

此机器的搅拌模块与加热模块可以实现对所制作饮品的搅拌与加热（可选）。

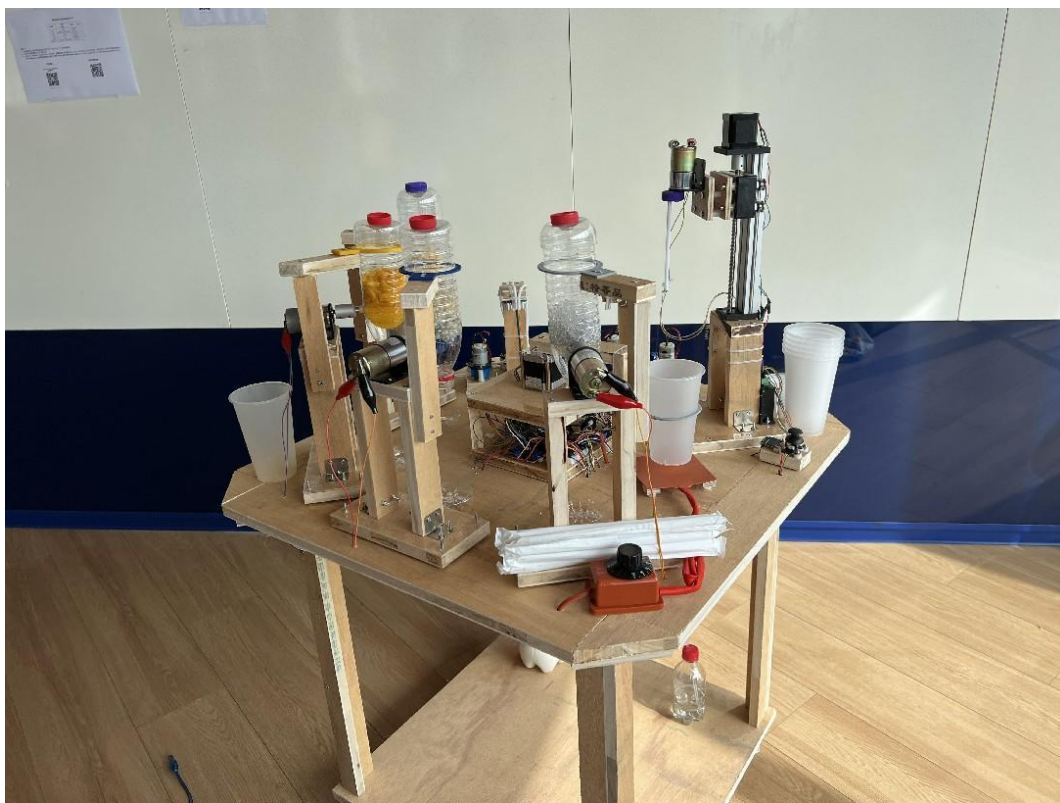


图 1 项目成品示意图

二、设计背景

2023 年 7 月 31 日至 8 月 10 日，我们一同参加了一次赴浙江的社会实践，在前期预调研时我们调研了老爸评测这样一家企业。我们了解到老爸评测曾经做过这样一次检测：其检测了部分奶茶店不同糖度奶茶的含糖量。但却发现有些奶茶店的“不另外加糖”比“标准糖”的含糖量还高。于是我们想：既然市面上部分奶茶店在原料添加上不堪信任，那我们能不能自己做一台值得信赖的制作饮品的设备呢？在这样的启发下，全自动饮品制作机的灵感应运而生。



图2 项目灵感来源

三、开发过程

1. 灵感萌芽（8.13-8.14）

详情见“二、设计背景”。

2. 方案论证与模块设计（8.15-8.16）

在此期间，我们完成了机器整体的规划、各个模块的初步设计、以及系统运行逻辑的初步设计。初步决定机器由五部分组成：分别为固体加料机、液体加料机、搅拌器、加热器和控制杯子移动的机械臂。通过机械臂的转动，杯子到达相应模块所在的位置，实现对应模块的功能。当时的设计稿如下：

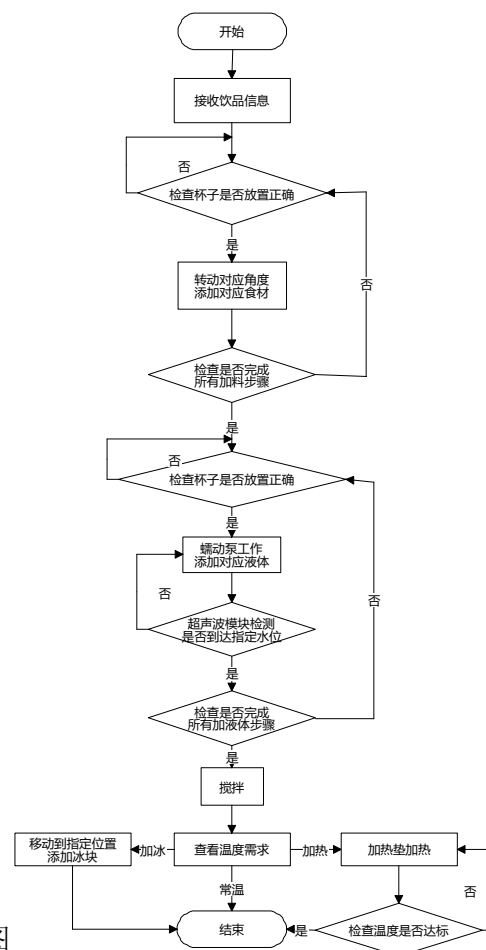
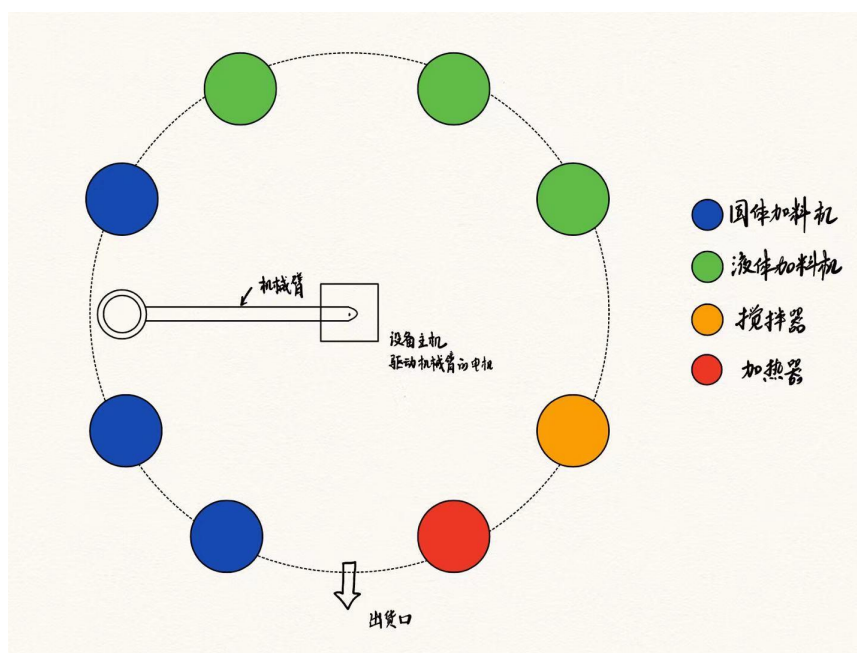


图3 装置整体示意图与程序流程图

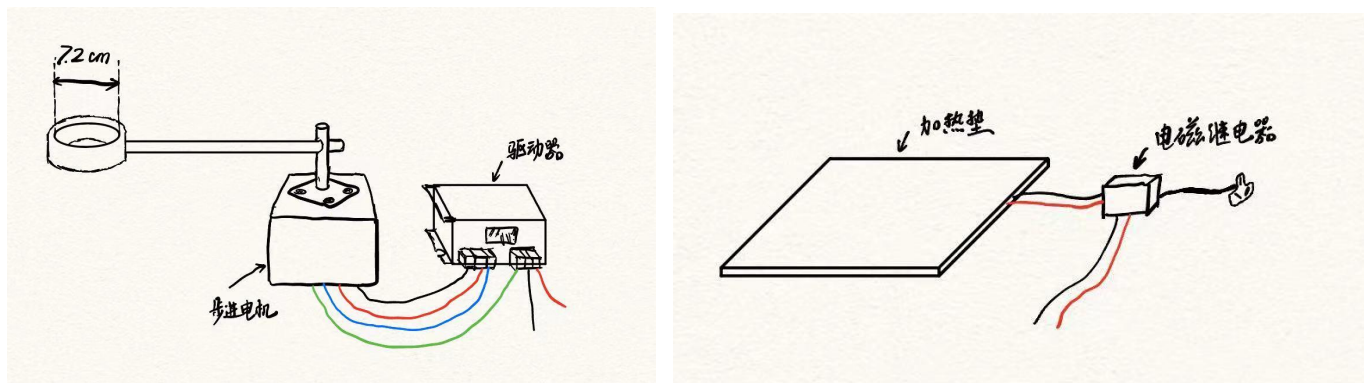


图 4 控制杯子移动的机械臂与加热器示意图

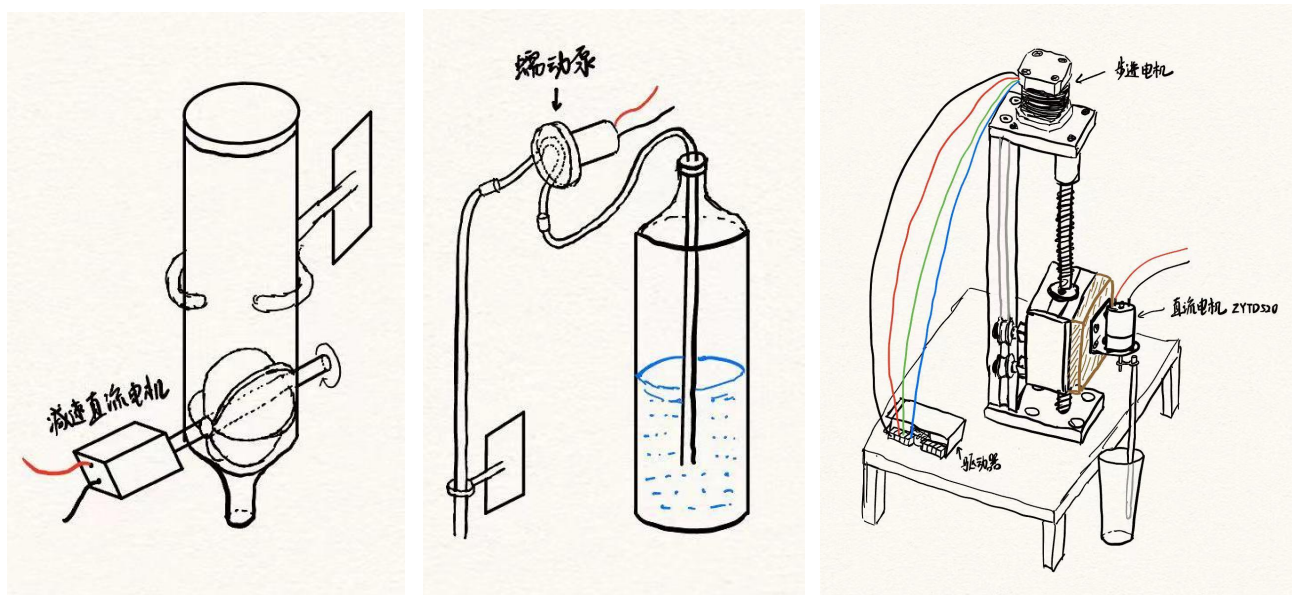


图 5 固体加料器、液体加料器、搅拌器示意图

3. 制作所用材料的制作与购买（8.17-8.18，后续依然在陆续购置所需的零件）

按照模块设计的需求，我们分别在中发电子市场、十里河民乐建材市场、淘宝等渠道购置了组装此机器所需要的材料与工具。如：步进电机及驱动器、丝杆套装、蠕动泵、温度传感器、加热垫。针对市面上无法购置到的零件，我们采用了自行 3D 建模与打印的方法进行制作。完成了固体加料器叶片、瓶子与杯子固定器的加工。

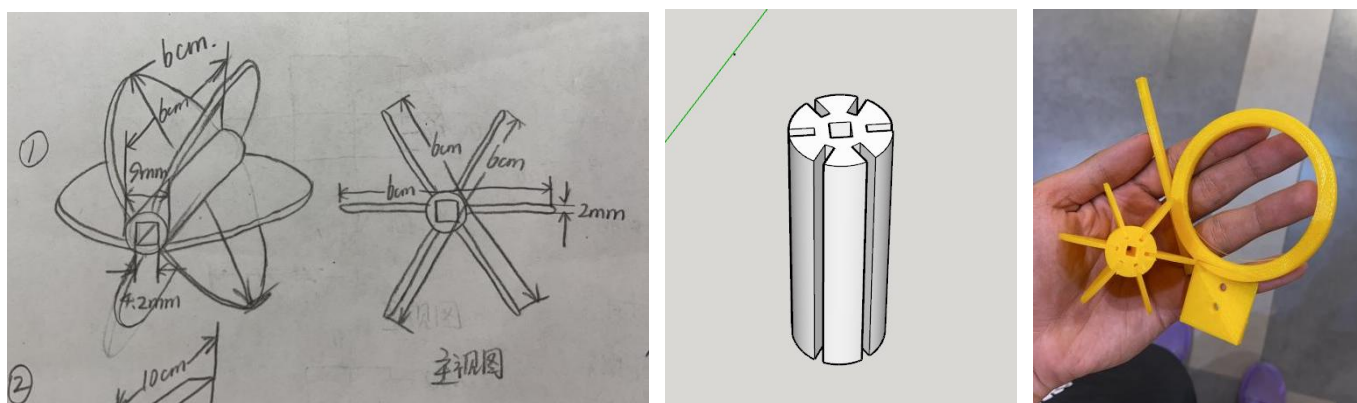


图 6 叶片模型手稿、3D 建模软件模型、3D 打印实物

4. 各个子模块的组装与调试（8.19-8.20,9.1-9.7）

在购买、制作完需要的零件后，我们依次进行了搅拌器、固体加料器、液体加料器、机械臂、加热器的组装与调试。这也是这个开发过程中最耗费时间的一个部分。我们在三教完成了搅拌器与第一个固体加料器的组装，收获了许多硬件加工的经验，后续在李兆基科技大楼完成了其余模块的组装与调试。



图 7 待整体组装的子模块（在长桌上确定相对位置）

5. 程序设计与用户交互模块的调试。（9.8-9.10）

在进行子模块调试的同时我们也进行了程序的设计与用户交互模块的调试。期间自学了中文字模的制作技术，并在一次又一次的调试与不同方案的尝试中提升了用户交互界面的可靠性，以及系统程序运行的稳定性。

6. 系统整体的组装与调试（9.7-9.10）

在此期间我们将各个模块组装在一起，进行了系统的接线，并为该机器搭建了一个工作台，用来放置各个子模块以及移动该机器，并搭配程序与部分小料进行了一次又一次的测试来调整参数（直流电机的运行时间、步进电机的旋转角度等），不断提升整个系统的可靠性。至此，这个系统的初代开发过程便到一段落。

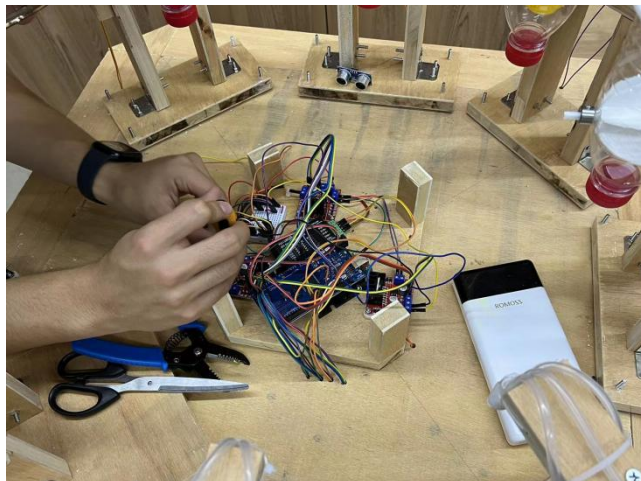


图 8 接线场景

四、模块使用

1. 开发板：Arduino Mega 2560

开发板选择 Mega 的原因是因为我们的机器涉及到的子模块较多，接线较多，而 UNO 板不能提供足够多的引脚。

2. 步进电机及其驱动器

我们的机器共在两个地方采用了步进电机，分别是控制机械臂转动的地方以及搅拌台升降的地方。这两个地方对于电机旋转的精度要求都较高，而对于速度要求较低。因此我们采用了步进电机来进行控制，并使用驱动器来对电机进行驱动。机器运行过程中，Mega 板通过向驱动器发送不同频率、数量的脉冲信号，来使步进电机以不同的速度、角度进行转动。

3. 12V, 10 转低速直流电机

我们的机器在固体加料器驱动叶片旋转的部分用到了低速直流电机。原因是课程硬件包里配备的直流电机转速较快，在不添加减速齿轮而通过 PWM 波实现低转速时力矩较小，无法带动有小料负载下的叶片，而高速旋转时惯性又较大，无法进行定量的小料添加控制。于是我们使用了低速直流电机来驱动。此处也可以使用精度更高的步进电机，不过这样会大大增加系统的成本。综合考虑，低速直流电机为最优选择。

4. 12V 食品级蠕动泵模块

我们的机器需要实现液体的定量添加功能，为实现此功能，我们思考了多种方案，如电控制的水龙头、蠕动泵等。最后选择了蠕动泵，其可通过电压大小或工作时长来进行不同剂量液体的添加。缺点在于流量较小，为此我们采用了多个蠕动泵并联添加的方式，实现了对于成本的控制。

5. OLED 显示屏与摇杆模块

在机器的用户交互模块中我们使用了 OLED 与摇杆模块配合的方式。OLED 显示系统 UI 菜单界面，用户通过摇杆的摇动来切换选项，按下摇杆来进行确认。

6. L298N 电机驱动模块

本机器使用的低速直流电机、食品级蠕动泵均为直流电机，可以用 L298N 进行电机驱动。一方面此项技术在之前的小作业中已经得到实现，属于已知技术，另一方面这样可以节约成本。

7. 超声波传感器

在本机器的液体添加模块中，我们使用了超声波传感器来控制牛奶的添加量，当传感器检测到距离小于某一固定值时蠕动泵停止工作，停止加料。

8. 12V 硅胶加热垫（10cm*10cm）

本机器的加热模块使用硅胶加热垫进行加热，与 PT100 传感器配合进行温度控制。

9. 温度传感器 PT100

PT100 温度传感器的原理是将温度变化的物理世界信号转化为电阻值的改变，我们通过将其

与固定电阻值的电阻串联，将电阻变化的信号转变为电压信号对 Mega 板进行模拟输入，来获得当前温度，从而进行加热模块的控制。

10. PD 诱骗器

装置中的直流电机、L298N、步进电机及其驱动器均使用 12V 直流电进行供电。12V 直流电来自于充电宝接 PD 诱骗器诱骗出的 12V 直流电压。装置中的 Mega 板以及 OLED、摇杆模块均使用 5V 直流电进行供电，同样采用 PD 诱骗器与充电宝的组合进行供电。

五、项目优点

1. 模块化强，便于拆卸、重新组装。

此系统的每一个模块均采用不加螺帽的长螺丝进行固定，便于拆卸、更换。同时兼具稳定性。在后续的开发过程中，可根据系统的不同需求进行模块化的组装，未来前景广阔。

2. 开发完成度高。

针对中期报告中的所有功能设想以及开发进度设想，我们均完成了对应的工作，实现了对应的功能。这源于从项目一开始我们便进行整体性的设计与规划。

3. 创新性高。

整个项目选择了往年案例以及网上资源中少有的方向进行开发。

4. 用户体验感好。

系统的用户交互界面在开发过程中解决了诸如“连续按下按钮会跳过界面、摇杆摇动不灵敏”等理论上不影响功能但影响用户体验的问题。

六、未来开发展望

1. 加热模块的改进。

当前加热模块面临加热时间长、效果差的问题，原因在于加热垫与杯子的距离较大，空气导热性差。后续开发时可以将加热垫定制为环形，包裹在杯子周围随机械臂转动，这样可以实现制作过程中的全流程温度控制。

2. 用户交互模块的改进。

当前的用户交互采用了 OLED 与摇杆的组合，后续可以加入语音识别模块，或者利用超声波传感器制作手势识别模块，来进一步优化用户体验。

3. 固体加料器的改进。

当前固体加料器旋转角度仍可能会存在一些偏差，导致原料的浪费问题。后续开发时可以通过优化机械传动结构，电机再减速，添加编码器等方式来进行更精确的定量控制。

七、项目演示视频

云盘链接：<https://cloud.tsinghua.edu.cn/d/20defaad73af4ec18e48/>