

# Arduino 项目实验说明文档

浙江大学

求是科学班 1801 张文韬 3180106078

# 序言

刚刚立项之初认为这个项目应该比较简单，但是真正上手之后发现极其困难。主要困难分为两个部分，一个是控制与电路连接，一个是制作材料。由于不想在这个项目上花太多的钱，并且在网上购买元器件和材料的时候大部分商家不会开发票，没办法报销，所以只能竭尽所能地利用手中仅有的材料。期间为了实现“无所不用其极”，做了很多的实验来调整整体机器运行的流畅性与协调性，所以我决定先将解决困难方法说明，再总体阐述。

注：该文档只有文字材料。

# 器材

电子元件器材：除学校发放的器材以外，还购买了一大堆线材，2 个 74HC595，2 个 CD74HC4067，4 个小面包板，10 个 SG90 舵机、10 个压敏电阻。

模型搭建器材：10 瓶尖叫、泡沫塑料、瓦楞纸、502、电烙铁、报告夹、棉签、弹簧。

# 实验

## 实验一、检测压敏电阻

这是一个完全出于常识缺失做出的实验，由于原本在地鼠上设计一个感应压力的方法可以降低一个单元所需要的横向截面空间（地鼠、舵机、压力传感器分布在同一纵向上），但是一个薄膜压力传感器需要 40~60 大洋，想要批量制作必须怒氪一波，而光敏电阻，热敏电阻等都是传感器类型的电阻，所以我便想当然的联想到了压敏电阻这个玩意。

然而在测试的时候，发现其对压力并不显示出高度的敏感性，最后在网上搜索才发现这个压敏电阻的“压”是对电压敏感，然而在测试的时候，**我将一个压敏电阻直接连在了 5V 和 A0 两边，然后在数据上呈现的是一个正弦波形的模拟输出电压，在用不导电重物压在压敏电阻上的时候，正弦波的振幅会增大，而平衡位置不变。**发现其实是通过某种方法得到所需要的效果，因为我原本并不是想得到一个压力值而是想得到是否有物体压上去，这样通过阈值判别也许可以做到。而在我用手捏两边的时候，**模拟输入接收图形变成了矩形波**，察觉了这一变化，所以我又反复用导线、硬币、塑料进行相同的测试，最后得出了一个猜测，导致正弦波变成方波的一个原因是导电的物体将内部电路短路了（或者是感应，因为我并不太清楚其内部结构），然而却并没有明白若是短路了为什么还会有矩形波，虽然没有理解这个为什么，但给我提供了一个新的解决思路，也就是在地鼠上连接上高电平，再用一个导线将其与模拟输入连接起来，这样地鼠就类似于一个开关，可以测试出地鼠当前的状态。这就是接下来 CD74HC4067 所带来的模拟输入输出模块的用处。

于是，虽然错误地购买了这个元件，但是实验之后也提供给我一种新的电路结构。感觉还行，这样就不需要其他的装置了。

## 实验二、扩展接口

整体的装置我需要 一个 LED1602，一个红外接收装置，8~10 个驱动 SG90 以及在上一个实验中与之对应的一个模拟输入，这随便算下来 UNO 的接口数量根本不够，为了能省就省，本人放弃了 MEGA 板（主要以后用到的情况不多，感觉很浪费）从而转向扩展接口的芯片方向，可以考虑一个 74HC595 可以 3 换 8 并且是数字输出，一个 CD74HC4067 可以实现 5~6 换 16 并且是模拟输入输出。显然是能够支撑起扩展接口的重任的，然而 CD74HC4067 这个元件在网络上很少的信息，所以我对其进行 LED 灯实验以及测量电压实验得出 CD74HC4067 的大致用法（可参考代码）。

用 74HC595 驱动一个 LED1602 可以让整体只消耗 5 个数字引脚（三个驱动 74HC595，剩余两个一个驱动 E 脚一个驱动 RS 脚），这个还是比较简单来实现的。

当然扩展接口之后，我们还需要考虑的就是 Arduino 能否带动 8 个舵机。当我着手开始尝试的时候，我发现了第一个问题，在平时控制舵机的时候我们需要使用 Servo.h 库来作为一个引用文件来驱动舵机，而使用库函数的话必须要直接用 Arduino 板上的引脚，这样引来的一个问题就是如何能在 74HC595 的输出端控制 SG90，我首先朝着自己模拟重写 Servo.h 库的方向走，检查源码的时候，发现其中的逻辑过于复杂，并且不太能够理解很多操作，去查阅了文档，发现如果要直接控制舵机，不依赖函数库的话，舵机内部存在 20ms 为周期的脉冲，而外部输入的是一个方波，其中占空比可以调整舵机的角度（具体可以在代码 `rush` 函数中体现出来），所以这样一个问题仍还是解决了，虽然表现起来和用函数库控制下的舵机相似，但是可能还是存在某些未被发现的问题（因为毕竟 Servo.h 库写的十分详细复杂，说明存在我没有考虑过的事情）。

既然能够利用扩展接口来提高效率，那么我当时认为对于一个舵机来说，既可以控制 Vcc 的通电与断电，又可以控制转动角度，如果这样就需要两套扩展设备，我做了下面这

个实验。我使用两块 CD74HC4067 分别控制 VCC 和输入线，很遗憾的是舵机无法正常运转，考虑到是不是 VCC 部分这个扩展接口芯片的输出电压不够，然后利用模拟输入口测试了一下电压值，发现处于正常水平，然后百思不得其解，又进行了对照试验，将 VCC 直接接在 Arduino 板的 5V 接口上，舵机可以正常运转，由于这样一个条件，我当时仍然认为可能是 CD74HC4067 供电的问题。随后我考虑到会不会板子提供不了两个 CD74HC4067 的电，那么我想了一想可以再简化一下，可以同通电或者同信号，这样可以减少一组的插口需要，这个时候我想到了功率的问题，害怕同时连接 8 个舵机功率会超出标准然后无法运行或者直接烧坏板，所以我首先考虑到的方案就是单个控制 VCC+所有输入线连在一起的方案执行，并且将原本驱动 10 个舵机的 CD74HC4067 换成了驱动 8 个舵机的 74HC595，然而尝试之后还是没有能够让舵机动起来，同时将电源放在 5V 上是可以成功的。想了很多天都没有结果，甚至想到能不能做一个电子开关，最后我在网上找到了一篇论文（邵平. 一种基于 74HC595 产生舵机用多路 PWM 波的方法[J]. 肇庆学院学报, 2013.34(5)）和我的控制方式相同，但是却可以运动，然后发现虽然这篇论文的开发板平台和我不同，但是他选择的是同 VCC 异输入。我尝试了一次，成功地让所有的舵机运行了起来。这时候我进行了下一项实验，也就是舵机的 VCC 直连高电平的引脚，发现无法驱动，这样说明了，本身在 Arduino 板上，数字引脚和 5V 引脚所发出来的电，电压相同，但是电流是不同的，功率无法达到标准，有这个想法之后进行查阅发现果然如此，引脚上的高电平并不能提供较高的电流。并且之后我也进行了另一步测试，在 CD74HC4067 芯片上，若 SIG 引脚直接与板子上的 VCC 相连，最后输出的也不能达到要求，说明芯片也无法提供较高电流输出。

### 实验三、机械结构

这是我项目的第二个难点，由于没有能够实现自由制作零件的工具，所以所有的零部件都得自己考虑怎么做出来。而且还要考虑东拼西凑的适配性（这个世界上本来材料就不够）。

首先，我在电脑上使用 3DSMax 制作出了理想中机械结构的原型（可见视频或者附录）其中代表的就是，一个弹簧支撑的结构，和一个可以被舵机控制的卡口，这样舵机就可以成为这个装置的弹起开关，控制舵机就可以直接控制这个装置的弹起。理论上，这样的一个设备就可以实现我需要的所有功能，并且设计最开始是建立在所有结构为木质的基础上。

然而很快我发现了这样的方案行不通，因为并没有一些良好的工具提供给我符合建模尺度的孔径大小与圆滑程度，并且装置的灵敏度和物件之间的摩擦力有较大的联系，所以需要更改所有的设想。于是，我选择了泡沫塑料作为底基的方式，来提供方便的插入与拔出，在其基础上，选择棉签作为中间的固定棒。接下来便是装置的固定问题，在最初选定的材料中，我并没有加入笔芯来稳定结构，因为之前，我采用的是药品的纸盒，让棉签依次穿过纸盒薄片-弹簧-纸盒薄片（版本①），这样既可以压住塑料泡沫防止弹簧弹出，还可以提高稳定性，与之付出的代价就是，受到棉签的影响以及卡是直接制作在尖叫盖子上，导致尖叫盖子在上面的稳定性并不乐观（泡沫塑料能够承受的力不够，容易形变，细长木棒容易弯曲，而我也没有找到合适的金属替代物），为了进一步固定，就需要采取一种分离的控制方式，让尖叫盖子不能直接承受卡带来的力。于是，笔芯上携带用 502 粘在一起的卡这样一个结构便被提了出来。（版本②）最开始还是用报告夹作为卡，多次测试后发现会存在角度偏移的现象，后面才改为面积大的圆形瓶底，当然在笔芯和瓶底之间夹纸是为了固定并且让 502 由于纸的毛细效应让中间连接部分更好地融合，实验一次之后发现效果比想象中要好。

两个卡之间的力也是一个很关键的点，摩擦力过大会导致难以弹起，摩擦力过小或导

致难以卡住，有时候结构上存在裂痕，就很麻烦。后面又想了想，为什么不使用其他的平面代替呢？有了这样一个方向，我就首先在**版本①**上使用了砂纸片，让两个表面都是砂纸，提高了衔接性，但是显然的会发生上面的摩擦力过大的情况，并且难以固定在表面上。而在**版本②**上，我采用了百岁山的小塑料片，和意外发现的连接卡与舵机之间的塑料细线能够提供一个卡的作用，然而有的时候机械会由于卡的过深而导致一种十分尴尬的情况（舵机需要更大的力来提供更大的弯曲角度），我添加了一个小的泡沫塑料片，这样便会提前卡住，不会让瓶底过度深入卡，这样便成了最终的版本上面所展示的结构。

连接舵机与报告夹使用塑料细线实属无意之举，因为最开始是用透明胶粘住两个连接部位，最后发现不太合适，因为粘度并不是特别强，而塑料细线的直径和舵机塑料片上的孔径完美匹配，机缘巧合之下，便用塑料细线和 502 固定的方式作为触发连接。

#### 实验四、物理开关

在最终版本中想加入一个物理开关，因为我的游戏并不是依靠 loop 运行的（其实应该也可以利用标记判断的方法放在 loop 中，最后的版本添加了一个调用返回页面），所以在退出的时候就存在一个退出多重迭代的问题，我搜索了有几种方法都可以实现 Arduino 板重启，利用 RES 接口便是其中的一种方法。这样还可以设计为面板上的物理开关更加真实，而如果仅仅只是这样，大可不必做实验，在 RES 模式启动的时候，会发现，在供电状态下的 Arduino 板仍然会处于供电状态（虽然我并未了解其此时的供电机制，但是可以明显的观测到某些时刻随机出现了混乱控制的局面），为了防止在 RES 模式下发生混乱，利用一个引脚设定为 pinPower，这样，会使得在 RES 模式下，整体外部供电处于低电平的状态，可以让设备保持稳定。

在其中出现了某些问题，某些舵机在混乱时刻可以转圈，很好奇为什么，然后拆了几个看了看，发现舵机的其中一个齿轮上有挡板，这样才让舵机能够在固定的角度之中旋转，也解释了为什么在 0° 和 180° 的邻域内存在部分角度是无法转动到的，然而部分黑心厂商没有装好，导致脱落，舵机在其端点出没有阻力导致其继续转动，然后转圈。但是由于是混乱状态下发生的情况，没有办法测量控制线上的信号是什么样子能够导致这样一种结果，不然，经过小小改造的舵机我认为可以有更加丰富的用法，因为在高强度的旋转下，舵机并没有表现出来损耗的迹象。

## 总结

上面所有器材介绍完毕结合视频和图片，器材应该是介绍的差不多了，整体就是使用 Arduino UNO 板，为了优化接口问题与物理结构，使用两块 74HC595 和一块 CD74C4067 来实现一个 LED1602 控制，八个舵机控制，一个红外输入。机器整体制作很困难，最后表现出来的结果差强人意（还算令人满意），其实一开始没想过能够做成这种地步。

但是仍然存在不足的地方，控制没有问题，但是最后再装载顶板的时候没有成功，整体与 CD74HC4067 连接的部分没有被使用（其实一开始是提供给舵机的，上面也说了），原计划设计的计分系统没有制作出来（可以体现在 Fritzing 图上，只连接了一头的电线，其中地鼠就类似一个开关，瓶盖上设置一个环形线圈接 Vcc，顶板上也设置一个环形线圈接 CD74HC4067，撞上去就是开，卡住就是关，这样一段的线路可以给另一端输入信号，检测信号计分）。但是这个计分系统并不优秀，简单想一想就会存在很多漏洞，比如说摁下去力度太小导致没有卡住等等。很惭愧的留下了遗留问题。

并且另一个失败的地方是我仍然没有得到关于 Arduino 在 RES 接口为低电平时，在其中引脚产生的电平规律（还有一种可能是 74HC595 的输出在 Arduino 处于 RES 状态时存在

混乱输出的问题)，以及在未修正物理开关之前舵机转圈的原因，不然就可以让舵机产生更多的新玩法。

但是最让我有成就感的是通过一系列的奇葩操作与实验减小开销（虽然我仍然不能理解为什么薄膜压力传感器这么贵），从垃圾堆里翻出黄金，还是挺好玩的。其次还有一些小玩意比如说两个扩展接口的芯片写库，以及 LED1602 的滚动，逐字显示等等细节均是在之前课程作业的基础上改进了一部分。还有棉签、弹簧、笔芯的孔径刚好匹配也是出乎我意料之外的事情（虽然棉签是经过砂纸打磨减小直径了的），还是需要依赖一部分的运气成分才能弄出这样的一个玩意儿吧。

总的来说，这一次 Arduino 课程不仅得写代码，还要结合动手连接电路创作的方式，的确相较于单纯的写代码有意思的多，并且成果更加的直观。更加深入的说，我们可以用一种简单的方式实现现实世界与计算机的交互，以及自主设计交互模式。只是中文社区建设并没有十分庞大，许多的原件与硬件板子方面的问题仍然很难查找到相应的解答，这时候就需要我们自己动手，用实验来探究各种各样问题的原因、结果、改进方式，并且我感觉也需要慢慢习惯从用轮子到造轮子的过渡，毕竟缺乏自主设计会很容易让人陷入尴尬的局面。

附：

视频网址：<https://www.bilibili.com/video/av65852144/>