

## 2023 工作日志

主题	讨论产出内容, 确定方案后, 开始其中机械狗的制作		
日期	3.18	姓名	赵梓泽, 戴宇航, 吕明阳
工作内容			

一年一度的RCJ比赛如期而至, 我们组展开表演方案的讨论。首先是整个RCJ比赛的方案, 即我们到底要演什么, 怎么演, 以用什么来演? 在方案讨论的过程中, 组内同学各抒己见。首先吕明阳同学提议可以做与智慧城市相关的, 但我们发现目前已经有人做过许多类似的作品, 再做便无新意了。随后赵梓泽同学认为我们可以做有关小偷偷东西, 家庭防盗相关的内容, 我们组其它成员认为此方案比较新颖, 可行性很高, 纷纷表示赞同。为了使我们的作品更具创新性, 我们决定在以往的防盗技术与盗窃方式上作出创新。

第一在门锁上。我们决定采用人脸识别的方式来开门, 锁门。与以往家用的人脸识别技术不同, 我们增加了人脸追踪与自动报警功能。我们利用人工智能摄像头来识别和追踪人脸。如果识别中的人脸出现多次故意躲避, 即将脸部快速大幅度移动时, 将触发报警功能, 并将信息发送给主人, 主人则可以远程报警。第二是屋内的机器人, 我们决定在屋内也放置一个机器狗同时配合警察一起去寻找小偷。为使机器人运动灵活, 重量轻并且有足够的强度, 我们决定采用环氧树脂板来搭建基座, 并采用轮式结构以方便运动。第三是小偷, 警察上的手套。小偷的手套将被用于解锁门幕系统, 从而达到开门的目的。而警察的手套则用于机器狗形态的切换即以防御形态变成进攻形态(搜寻形态), 并利用手套上的重力传感器来控制机器狗。

在方案确定以后, 我们决定先制作机械狗。首先是讨论机械狗的外形问题, 我们在网络上收集了许多资料。在经过我们组内的充分考虑, 并结合我们自身能力以及比赛准备时间。我们决定通过切割板材作为我们机械狗的基座并用舵机驱动的方式使它运动。在基座的材料方面, 由于我们需要在基座上安装大量舵机, 并且还有一系列控制器, 执行器, 传感器以及提供电源的设备。我们最终确立使用环氧树脂作为我们机械狗的基座材料, 机械狗中部则用铝柱来支撑。两块基座中空的部分则用来安装控制器。同时, 为了适合我们机械狗的大小, 我们经过测量后决定采用长34厘米宽20厘米的环氧树脂板。但在我们的已有材料中, 我们并没有比大小现成的板材, 只有长40厘米宽34厘米的板。于是我们决定通过切割, 虽然我们可以用精度更高的激光切割。但由于我们的结构比较简单, 对于精度的要求不大。所以我们决定直接采用角磨机切板, 因为角磨机较为危险, 但我们有角磨机的固定架, 所以就相当于一把固定的电锯, 只需要控制我们要切的板子的位置就可以了。现在经过简单操作后, 我们顺利固定好了板材的位置, 并在规范操作的情况下完成了切板, 得到了我们预期想要得到的尺寸。出于美观及安全的考虑, 我们用砂纸将板材棱角不平整处磨光滑。



# 2023 工作日志

主题	安装机械狗, 板材切割, 舵机安装和测试		
日期	3.25	姓名	吕明阳, 唐崧耀, 黄宇晓.

## 工作内容

板材切好之后, 就是考虑机械结构的部分了。舵机分为很多种, 有大有小。大舵机虽然大, 重量也较大。但它能产生的扭力要远远大于小舵机。但小舵机因为轻巧的优势, 可以减轻整体的重量。并且通过较小的电流就可以使它运动。我们自己进行了实验, 发现小舵机的扭力达不到要求。于是我们决定在制作机械狗的时候选择型号为MG996R的大舵机。由于考虑到机械狗要做出多种动作, 在经过讨论之后, 我们决定制作多个舵机相连接的结构(类似于我们人类的关节)来实现机械狗的多运动。我们考虑为机械狗制作四条腿, 每一条腿有两个大舵机进行驱动。我们决定设计舵机的安装方式来实现舵机与结构之间不冲突, 不碰撞的效果。由于机械狗是需要切换状态的, 所以在设计舵机结构的时候, 也需要考虑舵机折叠的问题。为了节省时间, 我们决定分头行动。唐崧耀同学来测试舵机。赵梓铎及黄宇晓同学来研究舵机的连接部分。唐崧耀同学首先用Arduino IDE 2.0写了一套舵机测试程序, 测试舵机是否能够正常运行。随后把所有的舵机进行复位。以保证我们以后在对机械狗运动程序进行整体调试的时候, 可以使机械狗的每一条腿都用相同的数值以避免出错, 并节省调试时间。

与此同时, 吕明阳、黄宇晓及赵梓铎同学设计舵机的安装方式, 随后我们进行讨论。最开始, 我们决定用舵机加U型架的方式安装。经过测试, 在狗大腿的下半部分, 如果使用一个长U型架, 会使小腿的U型架被卡住。于是我们改用两个短U型架交错安装的方式来实现。但是我们又发现, 由于舵机高度不足, 这样安装舵机依旧无法收回至完全与地面平行。因此, 我们使用一个短的支架将其架高。再测试后, 我们发现虽然这样可以使舵机架不被卡住, 但是其会成为一个要受较大力量的一个部件, 铝件的强度可能不足。但在接下来的测试中, 我们发现其强度足够支撑整个机器狗。之后, 我们开始了舵机结构的组装。

在组装过程中, 我们发现我们装反了舵机。使得舵机无法完全收回到机器狗的重心大大偏后, 无法正常地站起来。更为关键的是, 这样每一个舵机的程序都会不同, 十分麻烦。于是, 我们将舵机反着安装。这样舵机就可以收回, 程序也可以相同了。



# 2023 工作日志

主题	组装,更改方案(由两组各样为一组,将两组演出内容合并,修改)		
日期	3.26	姓名	刘雯萱,赵梓铮,彭楚寻
工作内容			

在组装后,我们发现使用了错误的轴承,于是,我们将其全部换成了摩擦力更小的黄铜轴承。结构确定好后,我们首先制作了一个模板,经过程序测试后,发现这种结构能够较好的进行运动,于是我们复制了三个。之后我们分别在基座的4个角上打孔并把这4条腿安装上去。因为机器机会长时间处于运动状态,所以我们在安装此机器的任何结构时,都使用了防滑螺母进行稳定,防止运动时造成结构松动。腿部结构安装完毕,此时又出现了一个问题,我们计划把控制部分全部安装在基座上,但我们此时舵机安装的位置不利于走线,于是我们便把由腿支架连接的那部分舵机,全部180度反装,把舵机线对向基座的方向。

赵梓铮同学提出了新的方案,如果直接用金属部分接触地面,由于摩擦力不足,机器很有可能打滑,所以他认为我们可以在腿的底部,使用3D打印件。这样不仅增加了高度,还能够增大与地面的摩擦力,从而避免机器在运动的时候出现打滑的情况。我们一致同意,所以由黄宇晓同学设计并打印。具体实行时效果良好。

本来学校在备了两支队伍参赛,由于一名同学因故退出,导致另外一队队员不足。经过商议,我们决定将原本的两队并作一队。这样,我们的剧本就必须更改。经过讨论后,我们确定了新的方案,新的方案结合了我们两组的机器,具体方案如下:病人是一辆平衡车,首先,机器检测到病人生命垂危,于是将病人送上“大救”机器人,大救将病人送往医院,医生对病人进行一系列检查,突然发现药品缺失,于是为一名机器人返回病人的家中取药,医生得到药后,顺利治疗好了病人,结局皆大欢喜。新方案既不用将原有的机器拆除,也不用重复比赛,一举多得。确定了具体的方案后,我们投入到了机器狗的制作中,由于方案的改变,现在的机器狗已变成了一个可移动的智能床头柜。在我们编写程序时,为了让床头柜站立,我们让机器狗的四条腿八个舵机同时发力,但在实际操作中发现按此思路编程,将会面临两个问题:1.由于各个舵机编号不同,导致其程序延迟时间不同,导致各个舵机行动不同步,机器狗无法站立。2.由于八个舵机同时运行,地面的摩擦力和机器本身的重力夹角较小,以致于舵机所需的力太大。经过了全组的讨论,我们改进了方案,将机器狗站立分为两个步骤,一,下方的四个舵机先完成直立,二,上方的四个舵机再直立,保证了供电的充足。



# 2023 工作日志

主题	大轮车研究, 改进. (A) 电机调整, 轮子重糊		
日期	4.2	姓名	黄宇斌, 吕明阳
工作内容			
<p>在去年的表演中, 我们曾经设计了一个大轮车的表演结构。在这个大轮车表演结构中, 我们使用了4个直径为20厘米的巨大轮子。而由于这个轮子要连它机, 所以中间的电机尺寸很小, 型号是210的电机, 其转速为200转左右。但在实际调试时, 我们发现电机扭力不足; 把机器人放在地上, 电机转速要在100转以上轮子才能开始转动。但在100转以上电机的转速又偏高, 使得机器人无法进行姿态调整。当我们测试时, 发现电机在150以下的转速下, 大小相差超过40, 其实际表现为转速基本相同。因此在实际表演中, 我们几乎是让电机接近全速启动后再减速前进, 在进行转动时允许转动的指南针误差超过了20, 并且转动时两边的轮子几乎也是以100的转速猛转, 才能使整个电机转动起来。而且由于轮子是3D打印制成的, 整个轮子的外沿非常硬且光滑, 电机转动后, 轮子会在地上打滑。我们曾打算用摩擦力更大的材料粘在轮胎上, 比如磨砂的安全防滑贴轮纸。但在粘贴了贴纸后, 我们发现电机几乎无法转动了。经过我们的讨论, 我们认为这是因为机器人转动时, 由于我们的电机布置是水平4轮结构, 虽然通过两边的轮子的转动可以让正常的机器人转动, 但在转动时要克服横向的摩擦力。正常情况下, 电机的转速只要足够, 轮胎的横向摩擦力都不会太大, 因此没能发现这一问题。但是看以前机器人足球的视频记录中, 我们发现轮胎磨损很快, 这一类磨损就应该包括我们所发现的水平转动时所产生的磨损。但我们设计的轮胎过大, 导致轮胎边缘的扭力太小, 恰恰导致了无法转动的情况。只不过当时没有机会重新打印, 因此只能不断更换边缘的材料。多次测试后, 我们找到了电工胶带, 在轮子上贴紧一圈。虽然这样可以一定程度上增大摩擦力, 提升防滑效果, 但整个机器人的摆动更为严重。因此, 在去年的表演结束后, 我们就打算针对这一问题进行研究和改进。</p>			



主题	大轮车改进 (B), 更换电机以增大扭力, 轮胎构造		
日期	4.8	姓名	黄宇光, 赵梓铎, 刘均豪
工作内容			
<p>最直接的方法是更换扭力更大的电机。我们的电机转速为200多转, 扭力约为24克每厘米, 但换算到轮胎边缘就只有0.4克, 因此只要增大扭力, 就能解决这一问题。我们查阅了这款电机的其他减速参速, 发现只要降低转速就能提高扭力。由于轮胎较大, 我们也不需要较高的转速。因此, 选用大扭力的低速电机似乎是可行的。但吕明阳发现, 虽然增大扭力后边缘动力也会增加, 但电机中间轴所承受的力也会增大。因此, 轮胎的辐条要用更大强度的材料。如果将扭力增大10倍, 中间轴在1厘米的地方就要受力超过<del>204克</del><sup>2045克</sup>。而3D打印材料根本无法达到这一强度。所以除非我们能够找到其他制造轮子的方法, 不然单纯增大扭力是有上限的。当然, 我们也可以把轮子做得更小, 但这个大轮车所要实现的—此特殊动作, 小轮车就做不到了。</p> <p>赵梓铎说在游乐园中见到过一种特殊的娱乐设备。这种设备像一个横放的圆筒, 中间是座位, 两边是轮子, 轮子会环绕整个圆筒。如果把这种结构的轮子驱动部分转移到我们的设计当中, 很可能就可以同时解决电机扭力不足和轮胎强度的问题。我们根据他所描述的状态, 想象了一下这个结构的轮子驱动方式。其大致实现方法是中间辐条部分不动, 轮胎制成一个环形并环绕在辐条外缘, 另一个辐条上固定的电机直接驱动轮胎。当然, 为了让轮胎和辐条有很好的相对转动性能, 需要在二者接触的位置安装若干支用的轴承。为防止轮胎掉下来, 所以边缘要做成U字型。同时, 为了安装电机, 轮胎应是可拆卸的。那么电机如何驱动轮胎呢? 我们认为可以用电机先驱动一个小齿轮, 用小齿轮再带动大齿轮, 从而驱动轮胎。这样结合紧密且不会打滑, 扭力也可以很快好地传递, 但对设计的要求较高。由于我们之前实现了整个3D打印的功能, 所以这次我们仍用3D打印来实现。</p>			



# 2023 工作日志

主题	大轮车改进 (C) 3D打印轮毂电机, 仅恩.		
日期	4.9	姓名	刘珍童, 刘雯莹, 彭楚寻, 赵梓铨
工作内容			

经过我们的初步讨论,我们决定将3D打印轮毂电机的方案设计成如下几部分:首先在整个轮子的正中间,需要一个固定不动的辐条,我们的电机也应该在这个辐条上进行安装,围绕辐条的应该是一个轮胎,这个轮胎会被电机驱动围绕辐条转动,为了防止轮胎掉下来,轮胎的截面应像我们之前讨论的那样,被设计成U字型,但这种U字型的轮胎没法直接装到辐条上,应该做成可拆卸结构,而且U字型的一边应该有齿状边缘,以方便电机对其进行驱动。因为我们没有算3D打印机打印过配套的齿轮,为了方便调试和修改,所以我们计划将U字形中左侧和下侧打印为一体,而整个右侧的部分做成可拆卸的,通过一组金属螺丝和螺母,将左侧和右侧互相连接在一起,右侧的部分比较薄,但打印起来也方便,就将右侧的部分设计为用于电机驱动的齿轮,另外还有一个驱动齿轮用于直接连接在电机上和整个轮胎的齿轮相互啮合,完成电机驱动轮胎的功能。

我们先用3D打印,打了一个半径为2.5厘米的缩小板模型,在测试模型时发现了以下问题:首先整个齿轮的部分由于已经缩的很小了,所以压根没法打印,没有进行测试。为了解决这个问题,我们需要约定一个标准的齿轮参数。最开始我们以为只要约定每一个齿间的长度,就可以达到目标,但在网上查阅了齿轮相关的参数资料后,发现并不是这样,齿轮的大小是一个叫做模数的参数,它可以被换算为齿轮的大小间距和不同直径下每圈的齿数。当然如果模数太小,我们的3D打印机打出的齿也会很小,制造精度不够的话,就会有很大误差,无法很好传动,当然如果模数太大,那么齿轮的每个齿也会很大,可能配合和转动不够顺滑。我们取了一个在这个尺寸下较常见的中间值1,在网上也恰好有模数1,19齿,直径为20毫米的齿轮的相关参数。我们就直接套用这个参数,设计了中间的驱动齿轮,至于边缘齿轮因为太大没有现成的参数,我们只能照着公式来照搬。

今天,吕阳明同学在离开社团时,随手将上满电池的电池盒放在了主控板上,导致电池盒的正负极与排针相连,导致主控板短路,差点产生明火,电池也产生了喷液现象。还好我们及时发现并切断电源,避免了事故的进一步恶化。事后我们分析事故产生的原因,并排除了安全隐患。



# 2023 工作日志

主题	大轮车改进 (D), 轮胎齿轮绘制, 中心幅条改进		
日期	4.12	姓名	唐斌耀, 赵梓铨, 刘雯莹
工作内容			
<p>另一个问题是正常的齿轮并不是梯形或三角形的齿, 而是一种特殊的曲线, 能够让齿轮之间在不同角度时都有很好的啮合和传递效果。在 3D one, 我们没法画出这样的曲线, 因此只能将曲线画的尽可能的窄而平滑些, 这样的话虽然齿之间会有轻微的晃动, 但起码转动起来还是顺滑的, 所以我们应该研究一下如何把这种曲线的齿轮用 3D 模型绘制出来。</p> <p>经过几次对于齿轮边缘曲线的绘制研究, 我们找出一个合适的绘制方法。先画整个齿轮的一个齿尖端斜面切此度, 再在这个基础上将切度的边缘斜面再做一次倒角, 最后将倒角两边边缘做圆角处理。因为在前面的设计中, 我们已经考虑到这个齿是需要不断修改的, 因此特意将传动齿和轮胎外缘齿都做成了独立部件。如果这样的齿仍然无法很好的转动, 我们再将这个角继续向下切, 直至能顺滑转动为止, 这样应该就能解决齿轮转动的问题了。</p> <p>还有一个大问题说中心的幅条和边缘的整个轮胎尺寸配合过于紧密, 而且打印过后由于热胀冷缩产生了一些误差, 因此在安装时如果将螺丝打的稍紧, 整个的结构摩擦力就会特别的大, 完全无法转动, 当然, 可想而知, 如果我们将这些尺寸的配合控制的稍大一些, 那么虽然轮胎和幅条转动应该稍微顺滑, 但整个结构配合又会过于松散, 无法实现准确而精密的驱动。那么想要让配合紧密又比较顺滑, 就需要使用轴承了。我们打算在整个幅条的外延布置 6 个轴承, 让轴承的轴心安装在幅条的边缘内部, 只把轴承边缘很少的部分露出, 让其露出部分所组成的圆与轮胎的内径一致, 稍微放松 0.5 mm 左右, 这样就能实现配合紧密, 而又滑动流畅的效果了。但是我们还要解决幅条和轮胎侧面的摩擦问题, 基于前面对于轮胎边缘的处理方法, 最开始我们也想要在幅条的边缘设置一些轴承, 但考虑了一下, 发现这边缘的轴承不但不好安装, 而且轮胎边缘产生了磨痕和沟槽, 反而会增大摩擦。于是我们想到故在幅条上做出一些凸起, 进行 3D 打印时, 下方凸起的部分就会使得整个幅条, 从而直接产生滑动摩擦。因为 3D 打印材料比较硬, 且打出来之后侧面边缘也比较光滑, 所以就算是滑动摩擦, 应该也不会太大。但是在 3D 结构设计时出了问题, 如果在幅条的两边都做凸起, 进行 3D 打印时, 下方凸起的部分就会使整个幅条都要通过额外添加支撑的方式才能进行打印, 这种添加支撑的方式不仅浪费时间和材料, 更关键的是无法保证支撑位置的下方部分能够打印的很光滑。因此经过我们的商量和测试, 决定其中的一边凸起坐在幅条一侧, 这一侧在 3D 打印时会被转到上方, 而另一侧的凸起则直接打印在轮胎上需要安装的那一组齿轮边缘上, 这样所有的结构在打印时的难度就很低了, 所以, 我们一致决定采用这种方法进行打印。</p>			



主题	大轮车(E), 3D建模测试, 解决扭力问题		
日期	4.15	姓名	赵梓泽, 刘琦童, 彭楚寻, 刘秉哲
工作内容			
<p>我们对之前讨论的方案进行3D建模并进行测试, 其中赵梓泽和唐瀚耀分别负责给了轮胎辐条和齿轮部分的设计。这一次我们花些时间, 将整个结构以全尺寸打印下来进行测试, 发现我们之前所讨论的设计方案还是比较成功的。辐条两边的凸起在绘制3D打印件时, 尽管使用了圆角设计, 但其下边缘没有很好的设计成圆角的形状, 导致其摩擦力比较大, 但经过锉刀和砂纸的打磨之后, 摩擦立即减小, 并能够正确支撑U型结构两侧, 使其不会发生晃动, 只是安装时不能将两边的螺丝拧得太紧, 因此固定轮胎的螺丝需要使用防滑螺母; 但在辐条边缘使用轴承的方案, 由于我们所订购的轴承暂时没有到货, 所以我们临时打印了若干个与轴承大小相同的普通圆形圈来临时代替。这个圈只是形状与轴承相同, 但是没有轴承那么好的转动效果, 所以实际使用手扳动时, 整个轮胎与辐条之间的摩擦力还是比较大的, 不过这种摩擦力在可以接受有的程度, 而且可想而知, 换成轴承之后效果应该会好很多; 我们所以3D打印的齿轮之间的配合是让我们最惊喜的事情, 尽管我们绘制的曲线完全不同于齿轮的理想曲线, 但是整个齿轮与轮胎之间的结合缝隙非常的小, 甚至要小于电机内部齿轮缝隙带来的晃动, 有一点点小的缺陷, 就是在转动过程中, 齿轮边缘的光滑度稍差, 只要使用砂纸稍微打磨即可。我们将齿轮的半径略微缩小0.5mm, 也完美解决了这一问题, 尽管这样做之后, 齿轮的模数尺寸并不是标准的, 但能够满足我们的需求。</p> <p>但是这样做出的轮子虽然解决了扭力问题, 但却仍然没有解决摩擦力的问题。最开始我们仍想在齿轮边缘粘贴之前所淘汰的防滑磨砂贴纸, 在这种结构下, 已经足够能给防滑砂纸施加力来使其转动了, 不过我们经过测试, 发现这种防滑贴纸在贴后的效果仍然不够理想, 在磨损了一定程度之后, 四个轮子的防滑贴纸的摩擦力有明显变化, 而且贴纸非常薄, 轮胎也非常硬, 所以四个轮子对地受力效果不均匀, 这也导致了电机产生的对地的摩擦力有差异, 使得机器人在直线运动时总是发生偏转, 于是我们又尝试了使用海绵砂纸制胶带来粘贴轮胎表面, 虽然稍微改善了柔软程度, 但摩擦力仍然不佳, 即便把两种胶带进行组合, 也无法使得轮胎外圈完全保证牢固且兼顾摩擦力和弹力, 于是我们开始讨论其他方案。</p>			



# 2023 工作日志

主题	大轮车改进(下) · 更换3D打印材料, 尝试构想		
日期	4.16	姓名	赵伟峰, 刘琦童
工作内容			
<p>在去年我们对平头小车的测试中, 曾经尝试使用自制的轮胎, 因为那时我们新购买了双喷头3D打印机, 可以在一个3D打印件中同时使用两种不同的材料。在3D打印件中使用多种材料的尝试其实始于2020年, 那是为了制作彩色的变身夹块, 我们曾在3D打印件首次打印过程中暂停电机, 并更换3D打印材料, 这样整个打印件从上到下就可以由不同的材料来组成, 后面我们为了展示曾经打印过双色的校徽, 在这个设计当中, 我们故意在打印过程中用软件添加了暂停层, 以精准地分开我们需要改变3D打印材料的上下两部分。不过这样的制造方式, 只能通过分层的方式更换3D打印材料, 而且一般只能更换同种材料的不同颜色, 这是因为整个打印过程喷头始终是同一个, 打印的动作和温度设置也是完全相同的, 因此一旦更换材料, 就可能无法匹配已有的温度和动作设置。不过双喷头3D打印机则不同, 它可以在同一层使用两种材料, 并分别不同的3D打印设置来进行打印, 而我们在2020年也使用过一种TPU材料, 这种材料是柔性的, 适合做轮胎的胎皮, 那么只要在制作轮胎的时候使用双喷头3D打印机, 一个喷头继续使用PLA来制作轮胎的支撑结构的部分, 另一个喷头使用TPU材料来打印胎皮部分, 并让他们紧密结合在一起。</p> <p>我们打了一个小的测试模型来看一看这种思路能不能成功。不过打印完之后发现问题还是很大的: PLA材料和TPU材料的结合并不紧密, 导致轻动力太大时, 轮毂和整个轮胎结构会直接分开, 当然, 我们也可以尝试将二者粘在一起, 另一个问题是TPU材料尽管是柔性的, 但为了适应3D打印, 其硬度不可能太低, 如果这种材料打印的结构很薄, 那么确实能带来很好的柔韧性, 但一旦做成轮毂这样比较厚的实心结构, 虽然内部也是支撑结构, 只有两层外皮, 但实际的触感还是偏硬的, 只不过对比以前的方案来说, 已经好很多了。解决硬度的办法经过我们讨论有两种, 一种是在网上寻找有没有更软的3D打印材料, 另一种则是看到了网上无气轮胎的设计, 通过一些网状的支撑结构来支撑整个轮胎的外皮, 让外皮接触地面的地方尽量薄, 但又能够有很好的受力效果, 这两种解决方案我们需要花一些时间来设计和寻找。在找到这个方案前, 我们还考虑过其他解决方案, 比如将TPU材料部分设计得薄一点, 但效果还是不理想, 最终被否决。</p>			



## 2023 工作日志

主题	大轮车改进, 轮子打印 (4), 改变材料 重新设计结构		
日期	4.20	姓名	刘雯茜, 刘均童, 赵梓铎
工作内容			

我们已经寻找到并购买了新的 3D 打印材料, 原本我们所使用的是硬度为 95 的 TPU 3D 打印材料, 在网上绝大部分柔性打印材料硬度也只有 95, 这是因为如果硬度继续变软, 那么挤出机糊, 再把材料向前挤的过程中, 就会由于材料变形而无法顺利挤出, 即使是硬度为 95 的材料, 也必须使用近端挤出机, 并且采用特殊的打印设置才能够完成打印, 拉丝现象也非常严重. 不过有一家厂商还是推出了硬度为 20 的打印材料, 我们购买后很快就到货了, 不过这个打印材料没有预先设置好的打印程序, 我们只能根据硬度为 95 的材料打印程序以及网上的一些反馈, 来自行探索更加合适的打印参数. 这个材料标注的打印温度为  $210 \sim 230$  度, 而硬度为 95 的材料标注的打印温度是  $210 \sim 235$  度, 如果这两种材料的主要材料相同, 而只是硬度不同的话, 那么这个材料应该也能在更高温度下实现打印. 打印温度越高, 挤出机的压力就越小, 打印材料也更容易从喷头中被挤出, 但打印温度太高, 材料会提前在挤出机的喷头内融化容易堵塞喷头, 而且挤出后冷却缓慢, 容易产生拉丝, 在喷头快速移动时, 还容易将材料粘连到不应有材料的地方. 不过我们首先还是要实现基础的打印功能, 再来慢慢调节其具体的打印效果. 我们采用一个简单的模型即将我们常用的 PLA 材料与柔性材料, 共同制成两个互相贴近的小型立方体, 大小为一立方厘米, 来检测两个材料在打印时的收缩状况以及边缘的粘连程度. 经过几次调整温度的测试, 我们发现打印温度在  $230$  度左右即可完成打印, 提高到  $235$  度最终成品和  $230$  度的也比较接近, 所以我们就先用  $230$  度来进行整个轮子的打印工作.

但在开始真正的轮子打印之前, 我们还需要对另一项问题进行解决. 根据改善轮胎的柔软度, 除了改变材料之外, 也要改变其支撑结构. 正常的 3D 打印中, 为了使得结构的顶端和侧面能有很好的支撑, 所以不会把整个材料打成完全空心的状态, 而是在内部用一些特殊的结构形状来进行填充, 填充率高, 结构就会更加结实, 因此似乎不要降低填充率, 就能改变轮胎的柔软度. 不过同样我们也打了一个小型的立方体来进行测试, 发现当填充率过低时, 中间的结构形状从中空的尺寸过大, 在封顶面时无法拉出这么大的桥, 导致顶面严重塌陷. 所以想要单纯的改变填充率来改善其轮胎硬度, 似乎是不可行的, 可能需要重新设计轮胎结构.



# 2023 工作日志

主题	大轮车改进(H), 重设填充率, 做特殊结构		
日期	4.22	姓名	彭楚寻, 吕明阳, 唐敬耀.
工作内容			

另外, 吕明阳也想到, 除了设置填充率之外, 3D打印中, 还有一些可调的项目, 比如说封顶和封顶的层数以及边缘轮廓的层数, 减少这些层数则会影响整个3D打印件边缘轮廓的厚度, 降低这些厚度, 好像也能够减少结构件的硬度。我们也同样用立方体测试的方式来进行实验, 发现原本的设置中轮廓的层数是两层, 封顶和封层都是三层, 在轮廓层数减少为一层, 封顶和封底为两层时, 虽然整个立方体的硬度确实降低了, 但由于过于软的材料在挤出时并不够顺畅, 单层的轮廓出现了严重的漏缝情况, 而且在封顶时, 由于下方是填充的支撑结构, 因此顶部两层中的下层会在填充结构之间拉伸出细长的线进行搭桥, 而由于重力的影响, 这个搭桥的线会有很严重的下坠情况, 从而使得第2层也会出现轻微下凹, 按理说铺到第3层时第3层就能够保持平整了, 而材料底部的两层由于直接铺在平板上, 所以不会有下凹的情况。因此打印的三个位置中有两个都出现了严重的打印缺陷, 即使把这部分的层数再加回去, 实际上也只能在底部减少一层, 而这部分减少对于整个硬度的影响过小, 因此想要通过改变打印参数来影响硬度的方式似乎不太行。

所以我们应该做一个特殊的结构, 一方面能够使得打印过程稳定, 另一方面能够自行产生一定的空洞和支撑效果, 来改变轮胎表面的硬度。我们想到了自行车轮胎的结构, 就是它当中的辐条结构, 自行车轮胎本身充气能够提供很好的减震性, 但自行车的轮胎会和轮轴之间用辐条连接, 这些辐条轮流提供支撑和拉力, 并且也能提供相当的弹性。我们也仿照自行车轮胎的结构, 设计了一系列从中心向外扩散的辐条, 但是在讨论和测试中发现如果辐条只是单纯的从中心向四周扩散, 在轮胎开始和停止转动时, 这些辐条会直接扭曲, 这是因为自行车外圈的轮胎有金属的支撑圈, 而我们则全部由柔性材料打印而成。因此我们的支撑结构应形成W型和V型, 通过设计一定的角度来提供启动和旋转时的支撑以及减震的效果, 另外由于我们在研究打印设置的时候, 发现了我们所用的柔性材料在喷头挤出的宽度, 这样我们就可以通过3D打印设计时对于某些结构的宽度规定, 来故意产生我们需要的特定的打印层数。另外我们也应该设计一些结构, 让轮胎的PLA材料与柔性材料之间有一定的凹凸镶嵌, 来相互卡紧并传递动力。