

2.2

3D打印：气球动力小车

本次课，学生将会设计一个气球动力车，通过学习将会了解到力、运动和牛顿第三定律相关的概念，了解基本的受力分析，认识到重力、摩擦力对物体运动的影响。在完成设计后，会在课堂上开展气球动力车竞赛。



科目	技术	学段	3-9年级
难易程度	中等	时长	45min/课时，共4课时

01 学习目标

1. 了解牛顿第三定律的基础原理
2. 了解小车运动和静止状态下的受力情况
3. 学习 Tinkercad 的建模操作

02 课前准备

教师：

- 接入网络、装有 Snapmakerjs 软件的电脑 ×1
- 气球动力车成品 ×1
- 气球 ×1
- U 盘 ×1
- 卷尺 ×1
- A4 纸 ×1

学生：

- 接入网络、装有 Snapmakerjs 软件的电脑 ×1
- 铅笔 ×1
- 圆规 ×1
- 橡皮擦 ×1
- 尺子 ×1
- 气球 ×1
- A4 纸 ×1



开展环境要求：

- Snapmaker 三合一打印机（使用 3D 打印模组）
- 1.75mm PLA 打印耗材

03 相关教程

- Snapmaker 三合一打印机 3D 打印功能使用说明：
https://manual.snapmaker.com/3d_printing
- Tinkercad 入门学习：
<https://www.tinkercad.com/learn/designs/learning>

04 同理心

牛顿第三定律：相互作用的两个物体之间的作用力和反作用力总是大小相等，方向相反，作用在同一条直线上。比如划船的时候，桨将水往后推（作用力），水将桨和船往前反推（反作用力），从而使船能前进。同样，火箭的发射升空也离不开牛顿第三定律的应用，火箭的燃料燃烧时，产生大量的气体，产生的气体与外部空气“碰撞”产生的反推力将火箭送上太空。既然空气的反作用力可以将火箭送上太空，那么能否利用空气让小车也动起来呢？

05 确认需求

展示气球动力车，并分析小车静止状态和运动状态下的受力情况，分析影响小车运动的因素，从而根据影响因素去进行气球动力车的设计。

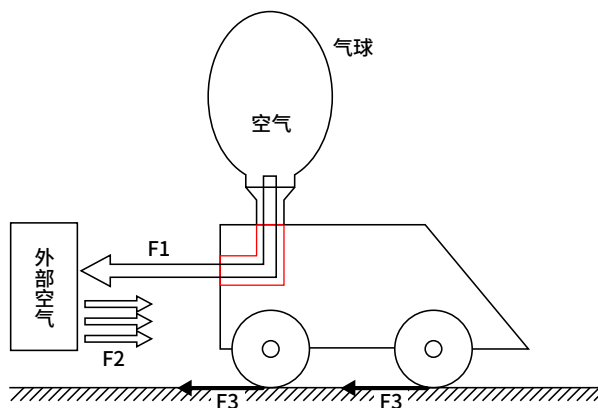
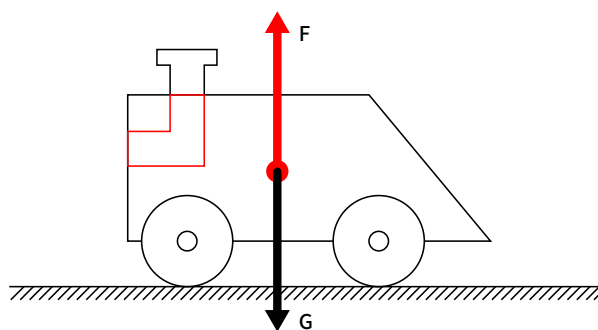
小车静止时的受力情况分析。小车在静止的时候，受到的力主要是小车自身的重力（G），和桌面对小车的支撑力（F），重力向下，支撑反力向上，二者相互作用在一条直线上，二力平衡，使小车处于一个特殊的运动状态 - 静止。

小车运动时的受力情况分析。气球在放气时，放出的气体（F1）与外部的空气相互作用，给小车一个反冲力（F2），由于反冲力的出现，打破了小车原有平衡状态，使小车从静止状态变为运动状态。与此同时，小车在向前运动时与接触面（地面）产生阻碍物体相对运动的力 - 摩擦力（F3）。而在小车运动中影响摩擦力（F3）大小的因素有：小车的重量、接触面的粗糙程度。小车越重、车轮与接触的底面越粗糙则摩擦力越大。当反冲力大于摩擦力时，在力的综合作用下，小车会向前做加速运动。但随着气球内气体的排放，反冲力慢慢减小，在摩擦力的作用下，小车做减速运动直至停止下来，回到静止状态，作用在小车的力回到了平衡状态。

气球动力小车的主要构成要素：

- 车身体（含气嘴和气道） × 1
- 轮轴 × 2
- 车轮 × 4
- 气球 × 1

在完成打印后，将会进行一场气球动力车比赛，比赛以小车单次运动的距离长短作为评判标准。



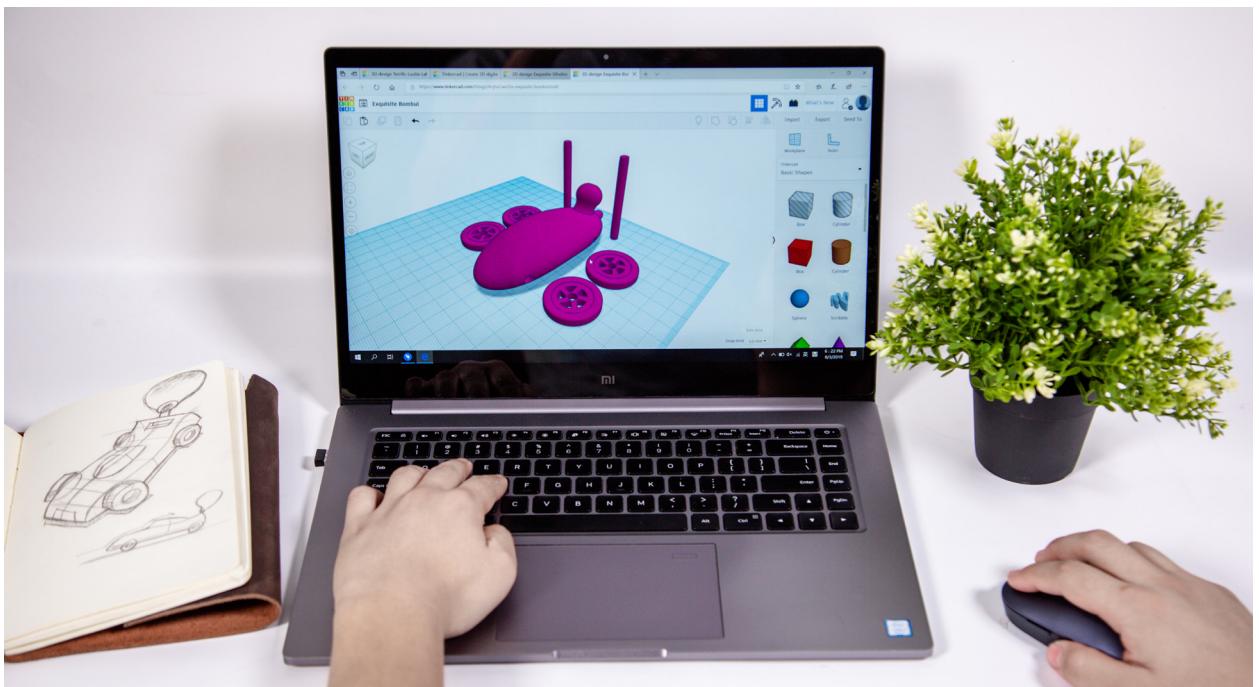
06 草图设计

组织学生在 A4 纸上进行小车草图的绘制，要求学生能够从不同的角度进行小车的草图绘制，并在草图中标注出尺寸长度用于辅助建模。



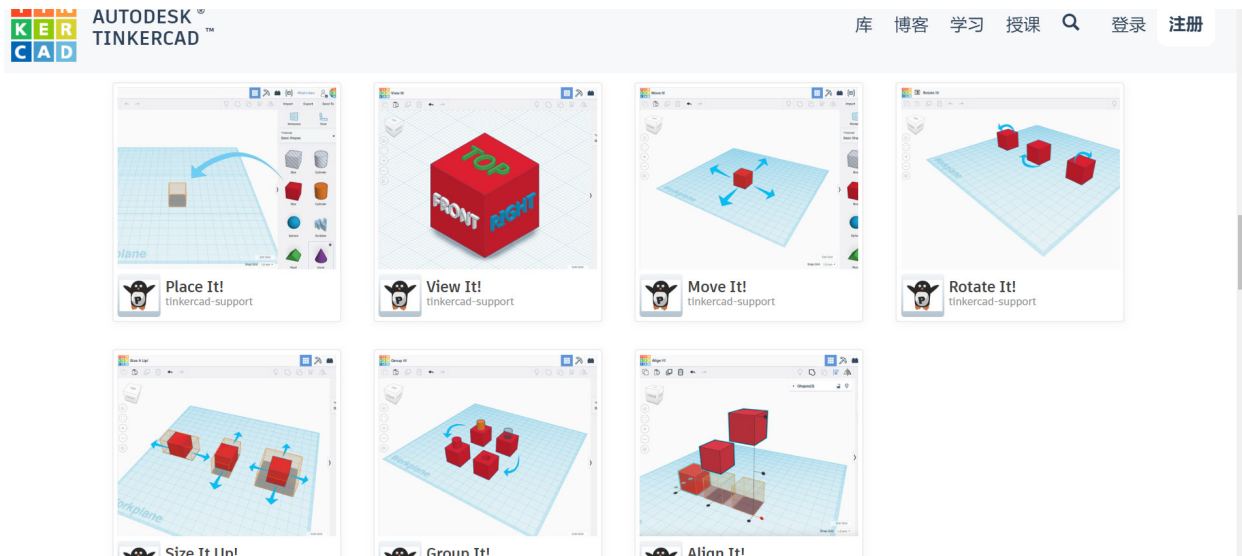
07 制作原形

使用 Tinkercad 进行气球动力车的模型设计。



步骤 1: Tinkercad 使用准备

引导学生在 Tinkercad 上完成基础的入门学习 (详见 “相关教程”), 掌握 Tinkercad 的基本操作。



步骤 2: 气球动力车设计

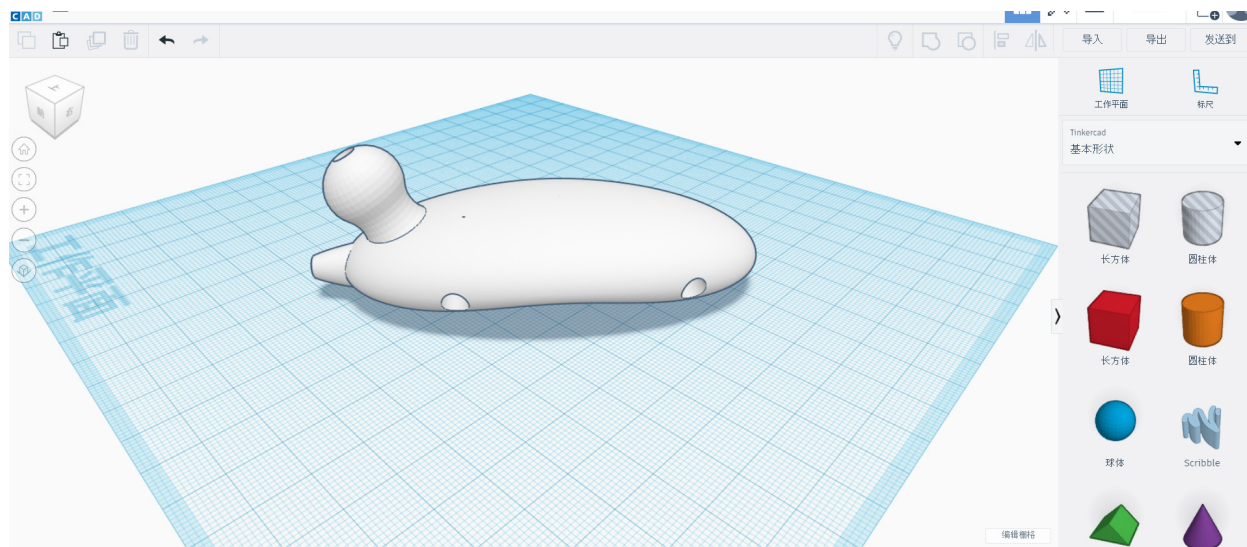
指导学生根据所设计的草图进行气球动力车模型的建模。

1) 车身设计

根据绘制的草图结合小车的运动特点进行车身模型的设计。

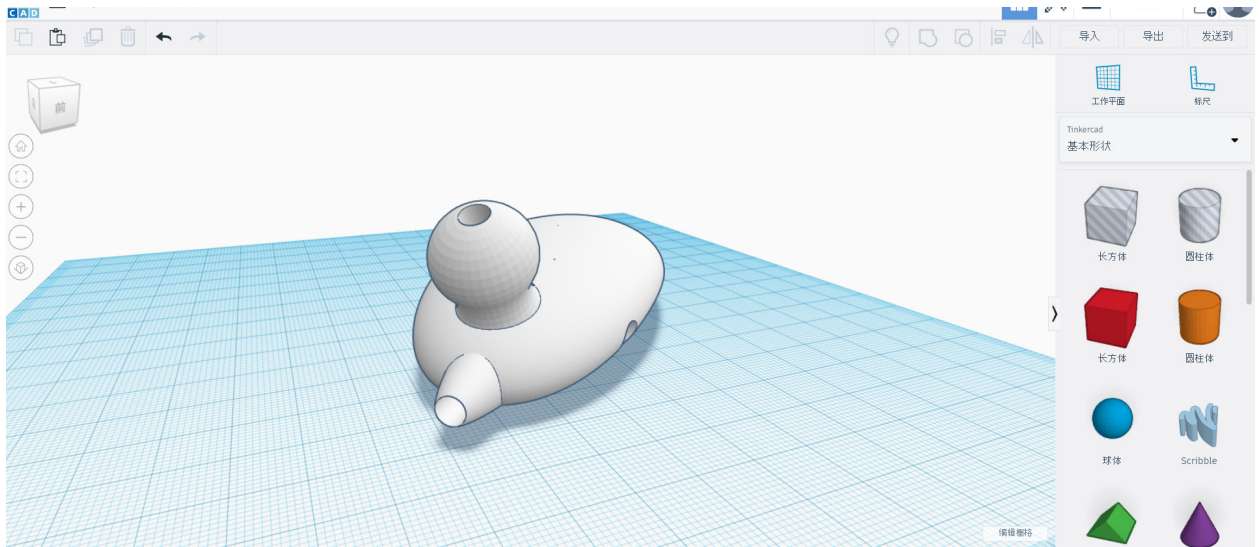
■ 设计要点:

- 车身底部应当预留一定的厚度用于后续设计车轴槽 (如下图的两个开孔) 。



2) 车体气嘴、气道

进行气嘴、气道的建模设计。气嘴设计的主要目的是安装并固定气球, 并通过设计气道, 调整空气喷射的方向, 使小车获得向前的反冲力。



设计要点:

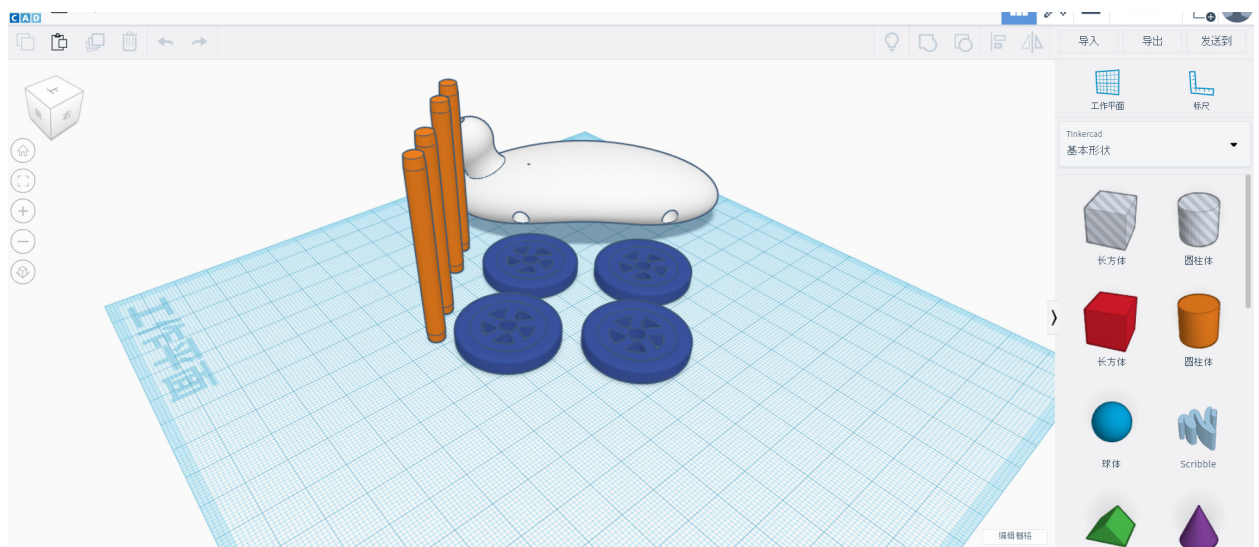
- 设计凸台结构，使气球能够固定在进气口上。
- 出气口设置在小车后方宽度方向的居中位置。

提示

在“形状生成器中-精选”中可找到管道模型用于气道的设计。

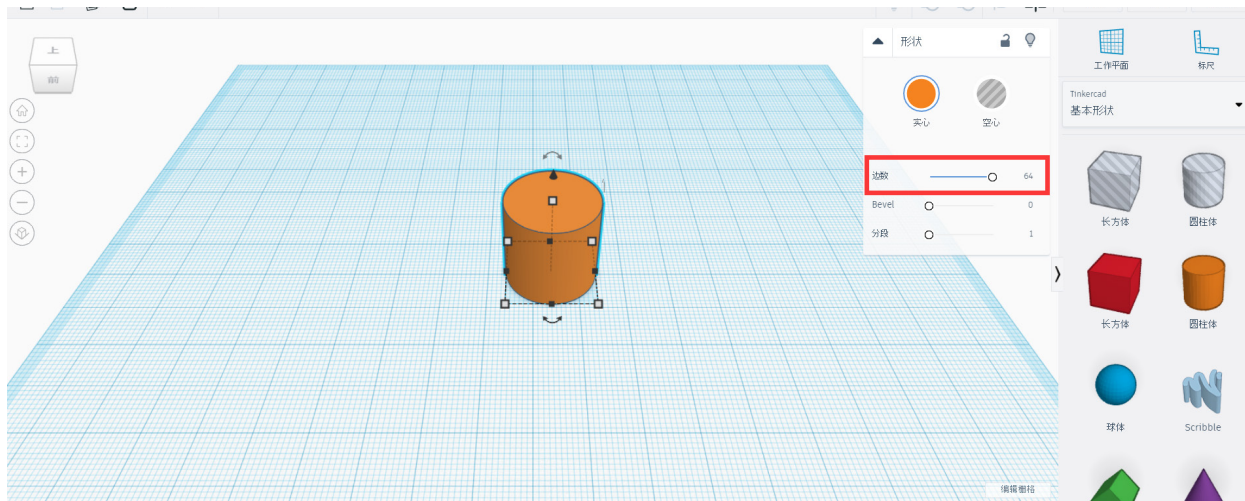
3) 车轮与轮轴的设计

根据绘制的草图进行车轴、轴孔的与车轮的设计。

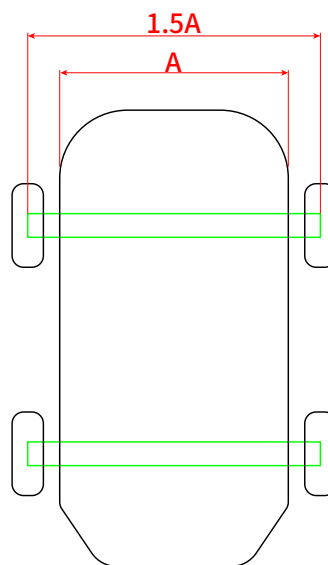


设计要点:

- 圆柱体的边数会影响表面粗糙度，从而影响滑动摩擦力，因此设置边数为最大值，运动阻力最小。



- 车身底部轴孔直径在设计时应比对应的轮轴的直径大 0.5mm 左右。
- 小车轮轴的长度为 $(1.5A)$ 在设计时是车身宽度 (A) 的 1.5 倍 (如右图所示)。



提示

利用空心圆柱，与车体进行分组操作，实现车身轴孔的设计。

步骤 3: 文件导出

点击绘图界面右侧上方的导出按钮，选择 obj 格式或 stl 格式，生成模型文件。

- 如果模型较小，可以将结构件模型进行排列，输出至同一模型文件，一起处理，并一次打印出来。
- 如果模型较大，可以将构件分开导出处理，再分别进行处理。

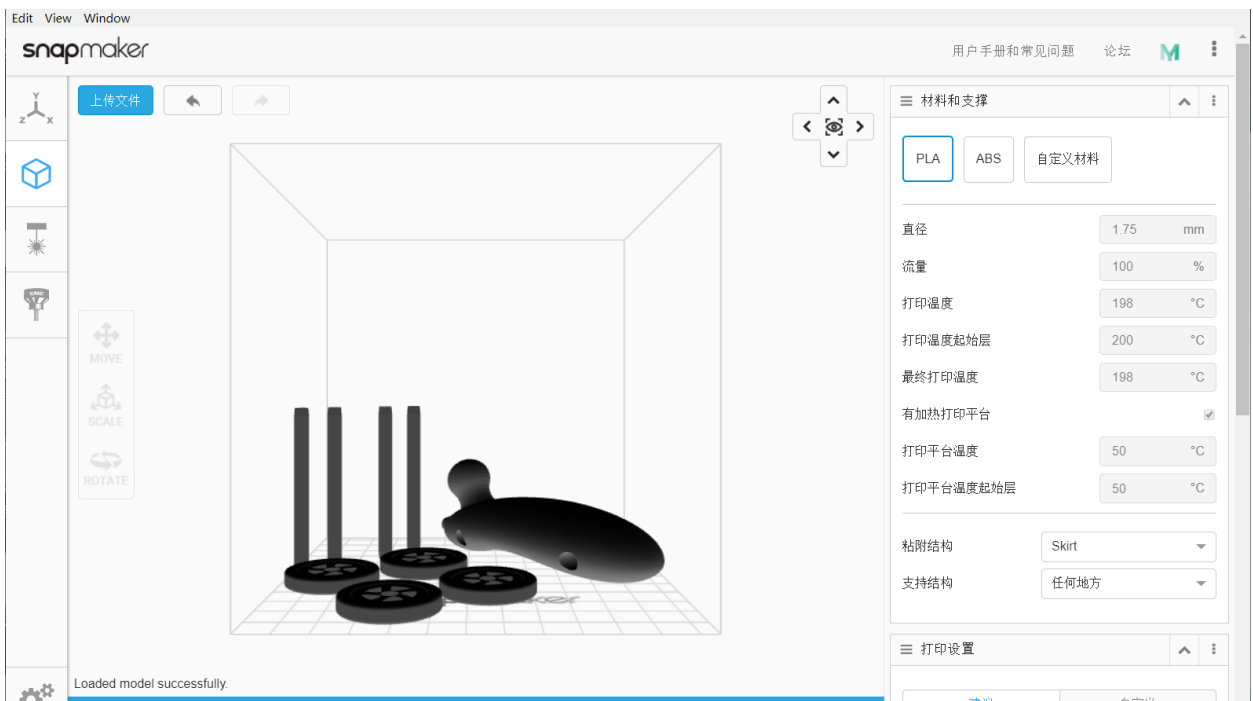
08 文件处理 - 3D 打印

文件处理，即通过 Snapmakerjs 软件对导出的 obj 或 stl 模型文件进行处理，转换为机器能够识别的文件。首先需要打开 Snapmakerjs 软件，切换至 3D 打印模式，并上传模型文件。

参数设定	
模型：气球动力车	
导入方式	上传文件
打印材料	PLA
支持结构	任何地方
打印配置	自定义 - Normal Quality
基于 Normal Quality 修改参数	
填充密度	8%
起始层打印速度	10mm/s
填充速度	30mm/s
空驶速度	40mm/s
起始层空驶速度	30mm/s

提示

填充密度越高，则车身重量越重，打印时间也就越久。



- 点击“生成 G 代码”。
- 观察切片情况，确保模型能够被有效打印。
- 点击“把 G 代码导出到文件”，命名为 BalloonCar，并复制至 U 盘。

09 加工

使用 Snapmaker 三合一打印机（3D 打印模组），对模型进行打印，呈现设计作品。

步骤 1: 安全

向学生强调安全问题。教师在使用机器前，请阅读附录中的安全须知后再开展机器操作。

步骤 2: 前期准备

- 安装 3D 打印模组的 Snapmaker 三合一打印机。
- 插入 U 盘，打开机器电源。
- 安装 PLA 材料（安装材料前机器会对喷头进行加热，此时喷头处于高温状态，需要注意安全）。
- 调平。

步骤 3: 加工

- 点击屏幕上的“Files”，选择文件进行打印。
- 打印完成。



步骤 4: 拼装

- 对气球动力车进行拼装。



- 安装气球，测试功能。



10 活动 - 气球动力车大赛

气球动力车比赛，先将卷尺拉出一定的长度放置在地面上，并设定好起点，让每个学生按顺序进行比赛，记录每台气球动力车的行走距离，将行走的距离长短作为评判的标准。



11 分享

组织学生从以下几个方面进行分享：

- 力对小车运动有什么影响
- 小车功能是否满足需求
- 是否有优化的空间
- 本次学习的感想

12 拓展延伸

- 除了火箭，气垫船也应用到了牛顿第三定律，结合本节课所学的知识，是否可以结合 3D 打印设计一个空气动力船？
- 测距跑道。结合 Arduino、红外收发传感器、数码管结合 3D 打印设计一个测速跑道来测量空气动力车的速度。当小车触发第一个红外传感器时开始计时，直到触发第二个红外传感器停止计时，数码管显示速度。