

机械舞台

设计与制作



上海市嘉定区德富路中学

目录

前言

项目一

平面连杆机构——平面连杆玩具 / 4

项目二

凸轮机构的应用——吃豆人 / 10

项目三

凸轮机构与平面连杆机构的综合应用——猴子上树 / 17

项目四

齿轮机构的应用——小王子 / 24

项目五

传动机构的综合应用——猫吃老鼠 / 30

前言

机械舞台设计制作

在学习本部分前，请思考：

1. 什么是传动机构？
2. 生活中有哪些地方运用到了传动机构？
3. 我们可以使用传动机构自己制作有趣的玩具吗？

“机械舞台”是由机械装置作为驱动部分，带动舞台上的场景实现特定运动形式的一种玩具，它由基础结构和舞台场景两大部分组成。设计出一款“机械舞台”的基础结构，需要配合舞台场景，展示出有趣的运动效果。在机械舞台的设计中，首先需要设定一个故事情景，在此情景之下运用相应的机械机构和电子控制的知识，实现预期的动作，并达到相应的效果。

从历史的角度来说，机械的发展伴随着人类文明的进步。人们对能够运动的玩具渴望与向往由来已久。18世纪，西方开展了工业革命，大大推动了科技的发展。此时的中国正值清朝乾隆年间，由于乾隆皇帝的喜好，大量机械舞台玩具在这一时期开始不断涌现和发展。



现代机械舞台玩具，不再仅仅是简单的手工艺品，它的发展与人类的进步和科学技术的发展紧密相关。到了近代，不仅仅是科学技术发展的缩影，还是一部工程技术的直观教材，融科学性、趣味性与教育性于一体，机械舞台千姿百态、妙趣横生的动作无一不是各种机构和科学原理的巧妙应用。

在本书中，人人都是机械舞台设计师。将学习平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等传动机构，并灵活所学，设计制作妙趣横生的机械舞台玩具。

项目一 平面连杆机构的应用

——平面连杆玩具

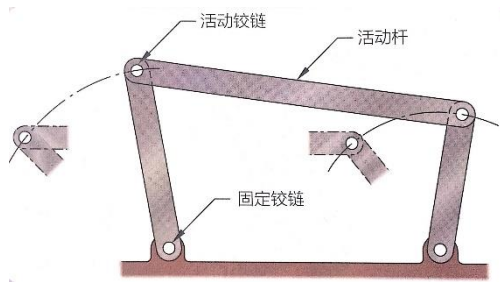
平面连杆机构是一种简单的机械装置,它由机械系统中若干构件连接在一起,传递或改变物体运动的方向。平面连杆机构在生活中有着非常广泛的运用,如下图所示构成台灯的平面连杆机构,可以帮助使用者将灯光调整到不同的方向。此外,汽车雨刷的运行、订书机、雨伞的开合等都运用到了平面连杆机构,许多玩具也不例外。



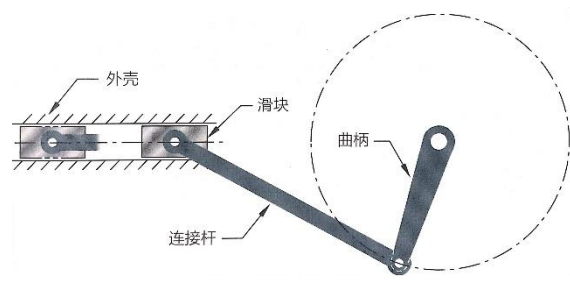
本项目将学习基本的平面连杆机构,并应用平面连杆机构,制作会动的玩具。

任务要求

请学习如下图所示的两种平面连杆机构,并从中选择一种平面连杆机构,使用手工制作的方法设计制作平面连杆玩具。



铰链四杆机构



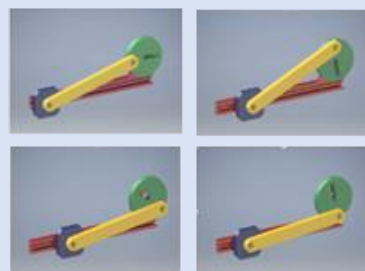
曲柄滑块机构

辅助理解

铰链四杆机构：铰链四杆机构是机械体统中最常用的平面连杆机构类型之一。它由三根活动杆、两个固定铰链和两个活动铰链组成。第四根杆是固定的。铰链四杆机构能实现多种运动形式，如：转动、摆动、移动、平面运动。几何形状比较简单，容易加工制作。生活中常用的伸缩挂钩即是使用到了铰链四杆机构。



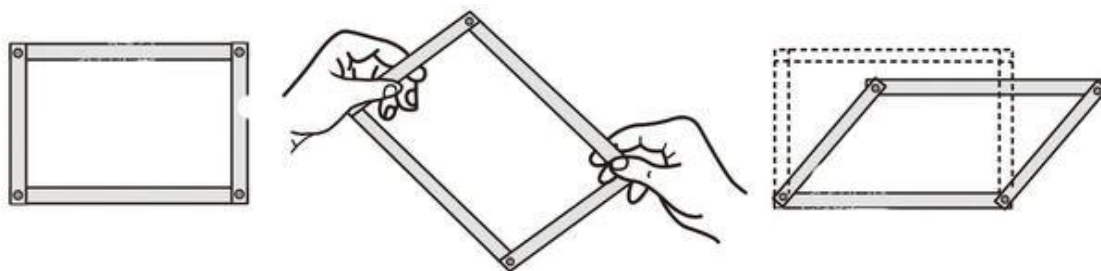
曲柄滑块机构：曲柄滑块机构是另一种类型的平面连杆机构。常用来将曲柄的转动转化为滑块的往复直线运动，反之亦然。如火车轮所使用的曲柄滑块机构，就是将绿色构件的连续旋转运动转换为蓝色滑块的直线往复运动。



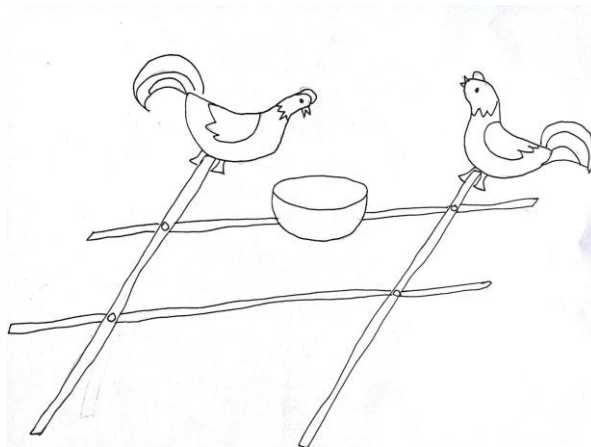
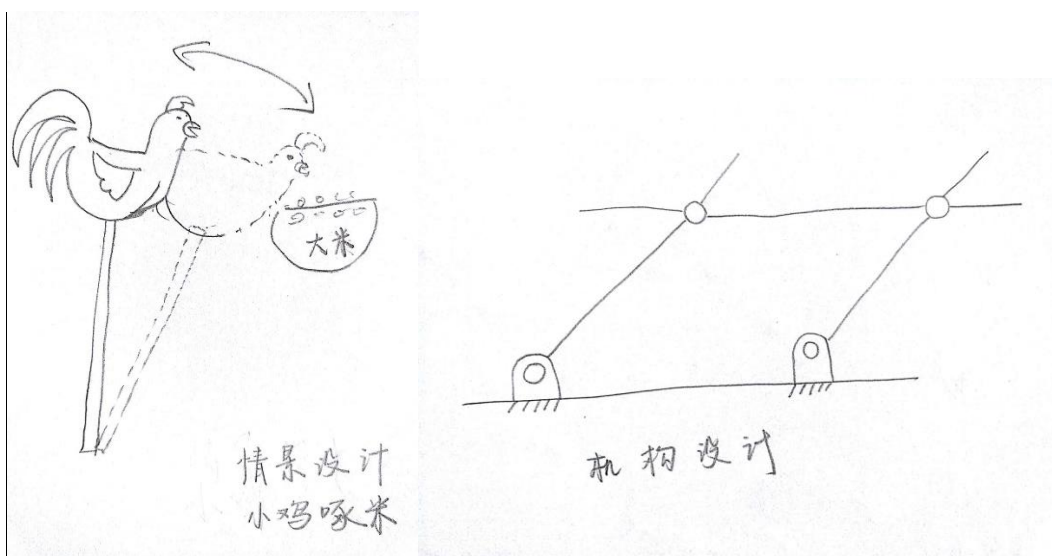
项目案例

步骤一 选择一种机构

以选择铰链四杆机构为例，观察其运动特性。

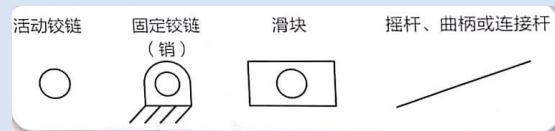


步骤二 制定设计方案，绘制设计草图



小提示

画草图时要学会运用机械制图符号的来表示连接件。



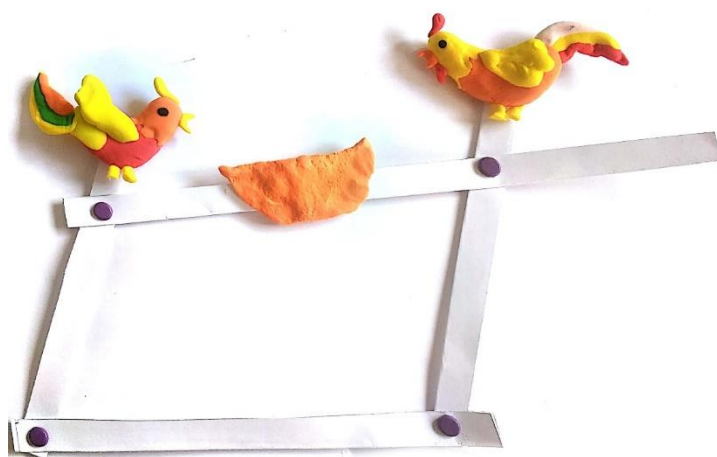
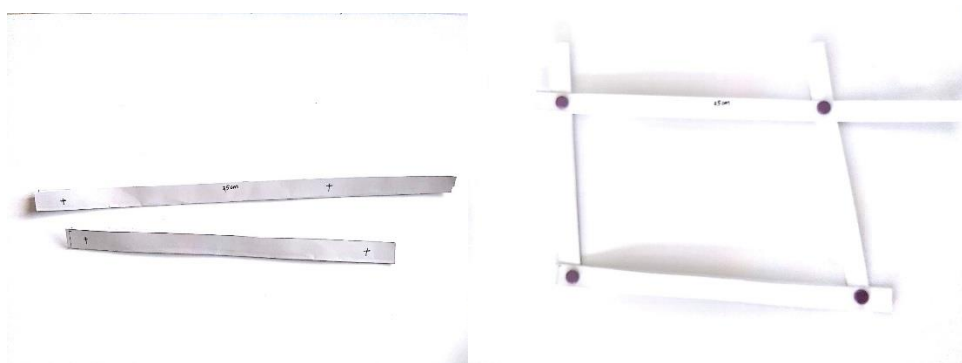
步骤三 成品制作

1. 材料准备

两脚钉、打孔器、剪刀、铅笔、直尺、卡纸、超轻粘土。



2. 动手制作



3. 成果展示



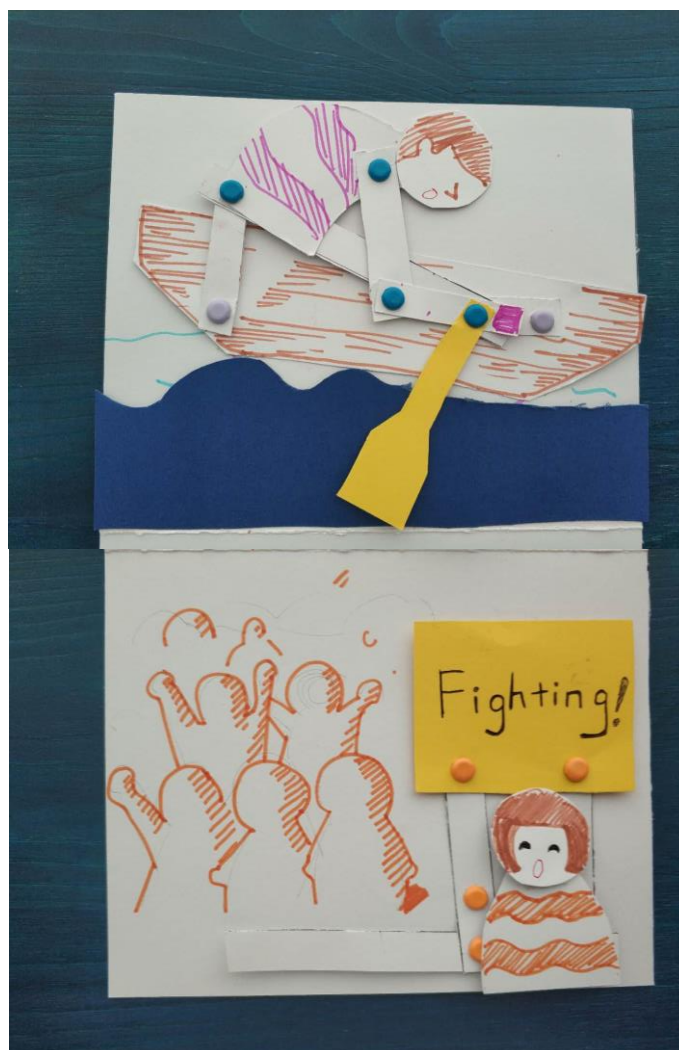
学习小结

请总结回顾项目实践过程，回答下列问题：

1. 你在本项目中学到了哪些传动机构？
2. 你能发现这些传动机构在生活中的其他广泛应用吗？

拓展实践

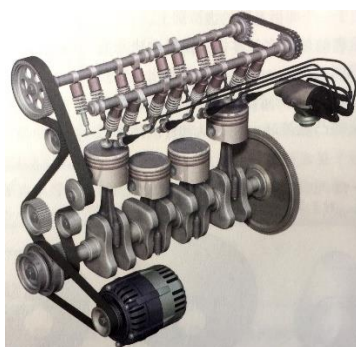
通过本项目的学习实践，请发挥自己的创意，使用平面连杆机构设计制作其他会动的玩具。



项目二 凸轮机构的应用

——吃豆人

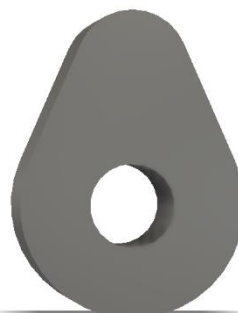
凸轮机构是将连续的旋转运动转换成间歇的线性运动的机构。人们最熟悉、用得最多的凸轮机构是活塞式内燃发动机中的凸轮机构。发动机里有一个或多个凸轮轴，上面排列着一系列平板凸轮。每一个凸轮控制一个汽缸阀的开关时间和线性运动。如下图为一个活塞式内燃发动机的内部结构图，两个凸轮轴用于协调汽缸进气和排气阀的开闭动作。



本项目即是应用凸轮机构，发挥创意，设计制作机械舞台。

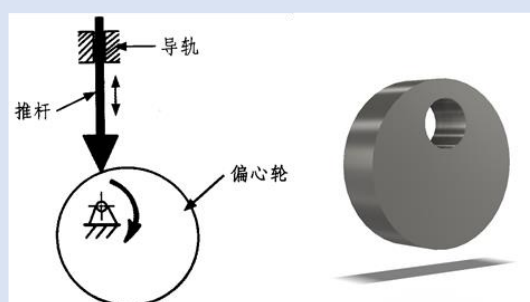
任务要求

请学习如下图所示的两种凸轮，并从中选择一种凸轮，设计制作一个机械舞台，展现一个有趣的故事场景。

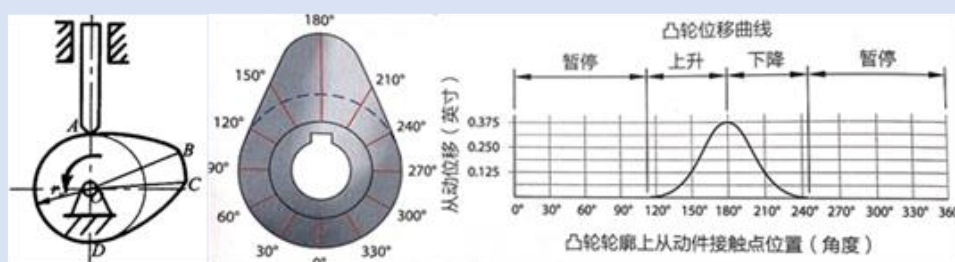


辅助理解

1. **偏心轮机构:** 偏心轮机构是凸轮机构的一种。偏心轮是圆形轮，指轮的圆心不在回转中心上，一般指没有绕着自己的圆心旋转的圆形轮。偏心轮常用来产生振动，应用十分广泛，例如用于电动筛子，手机里面的振动器等。偏心轮因为是圆形轮，所以制造方便，工艺简单。由于偏心轮底部离圆心偏离的弧度，在转动偏心轮的时候，推杆的端部会沿着偏心轮的轮廓面相对位移，从而实现上下移动。



2. **凸轮机构:** 凸轮与从动杆的运动关系



项目案例

步骤一 选择一种机构

以选择偏心轮机构为例，观察其运动特性。经过观察，偏心轮转动时，能够带动推杆进行上下运动。

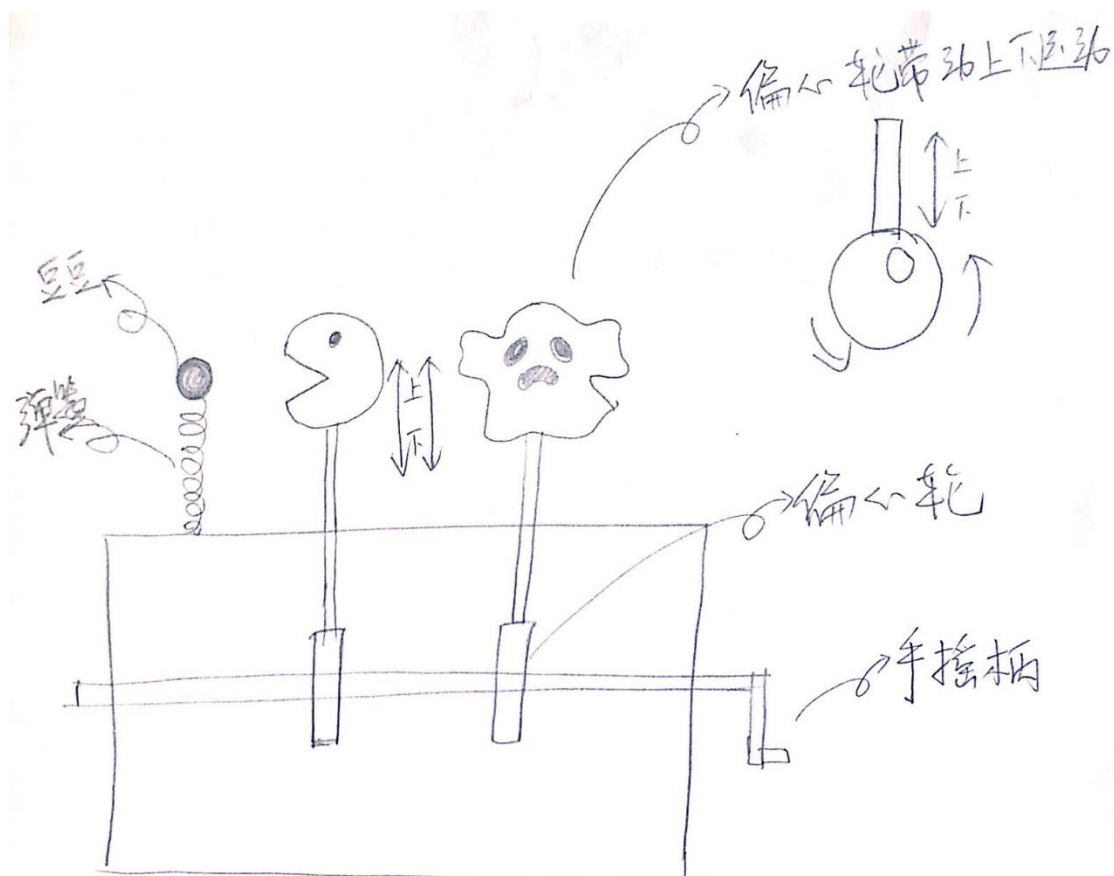
步骤二 讨论并制定设计方案

- **运动方式：**运用偏心轮可以带动推杆上下运动的方式。
- **体现场景：**吃豆人的游戏场景。可以通过凸轮分别带动吃豆人游戏中的角色上下运动，制作一个展现吃豆人游戏场景的机械舞台。

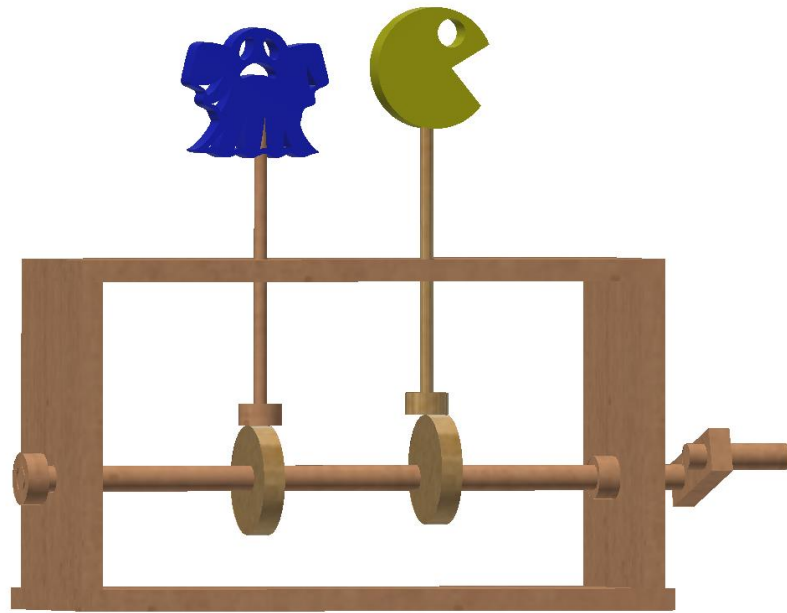


- **加工方式：**首先使用 Inventor 软件进行三维建模，在软件中模拟并测试机械舞台的运动效果。并使用激光切割的加工方式进行加工制作。

步骤三 绘制设计草图



步骤四 Inventor 软件建模，并进行模拟测试

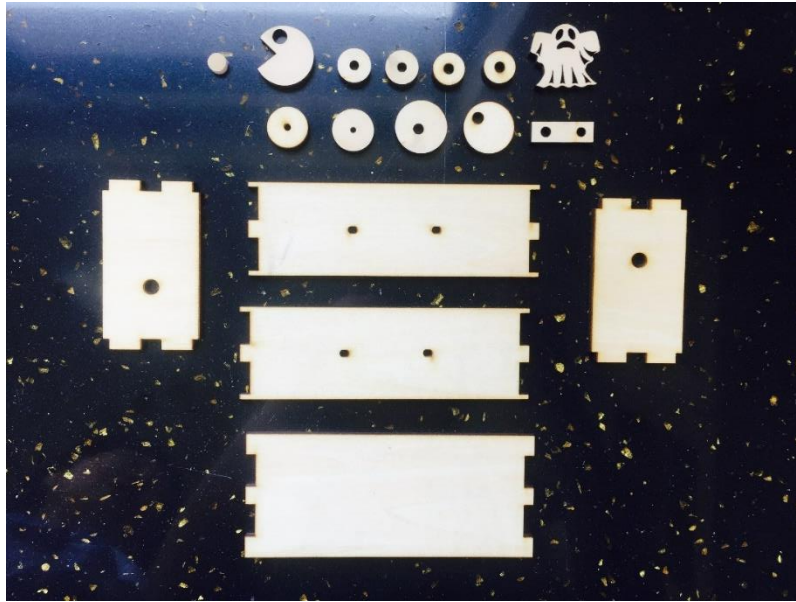


步骤五 实物制作

1. 材料准备



2. 激光切割零部件



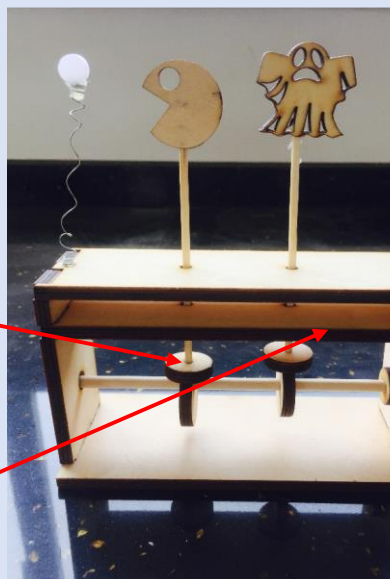
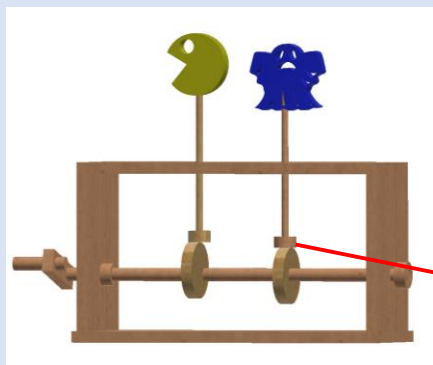
3. 加工制作



步骤六 最终成果展示

小提示

在加工制作的过程中，遇到问题，可以即时对设计方案进行改进和优化。例如在“吃豆人”机械舞台的制作过程中，如果发现结构不稳定的情况，可以考虑增大凸轮的直径，或增加导向块等解决方案。



直径增加

增加导向块

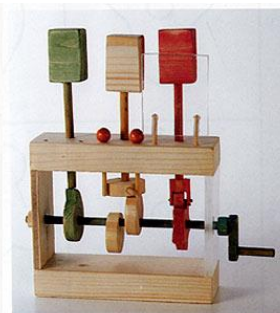
学习小结

请总结回顾项目实践过程，回答下列问题：

1. 你是否成功完成了机械舞台的设计与制作？
2. 你在设计制作的过程中，遇到了什么问题，又是怎样解决这些问题的？
3. 你在解决问题和方案优化的过程中，积累了哪些有效经验？
4. 你能够灵活运用偏心轮机构自主设计制作其他机械舞台吗？

拓展实践

请结合“吃豆人”项目实践经验，小组合作，使用凸轮机构自主设计与制作完成一个机械舞台。



项目三 凸轮机构与平面连杆机构的综合应用

——猴子上树

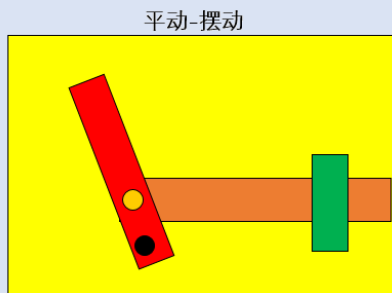
在项目一和项目二中，我们已经学习并应用了凸轮机构、平面连杆机构。
在本项目中，我们将这两种机构综合应用起来，制作更加有趣的机械舞台。

任务要求

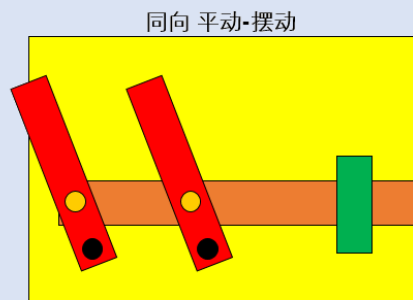
请回顾平面连杆机构和凸轮机构的相关知识，思考故事情景，综合使用平面连杆机构和凸轮机构设计制作机械舞台。

平面连杆机构创意提示

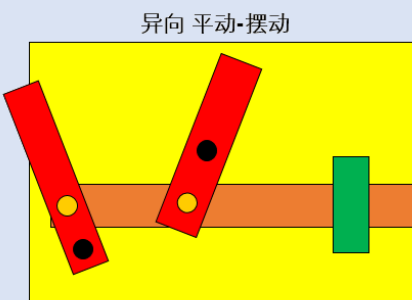
我们可以视情况对平面连杆机构进行简化，同样达到有趣的运动效果



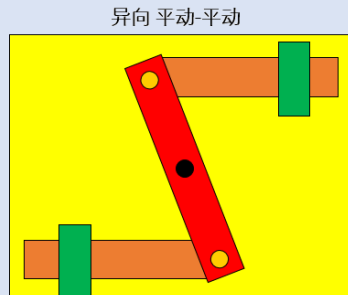
主动杆平动，被动杆摆动



主动杆平动，一组被动杆同方向摆动



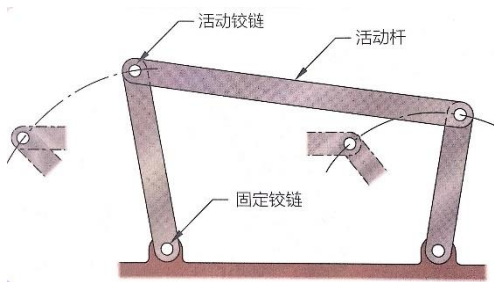
主动杆平动，一组被动杆反方向摆动



主动杆平动，被动杆反向平动

项目案例

步骤一 选择传动机构



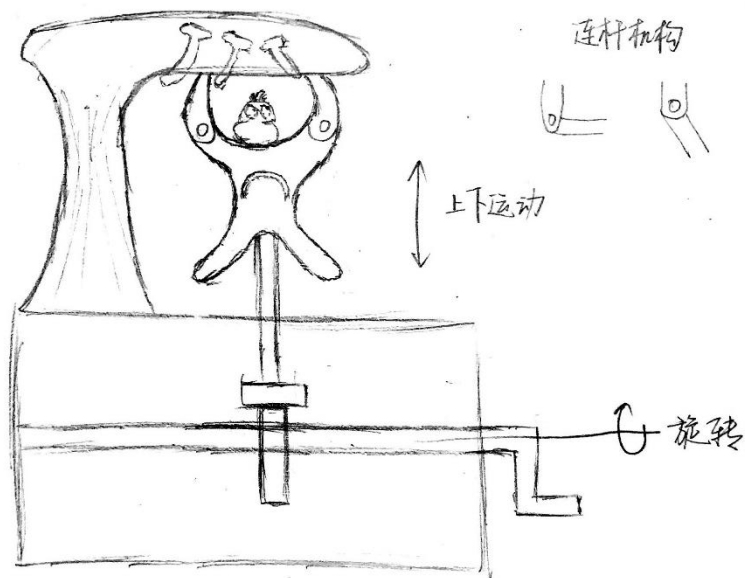
步骤二 讨论并制定设计方案

- **运动方式:** 运用偏心轮可以带动推杆上下运动,同时猴子的手臂也可以随之上下弯曲。
- **体现场景:** 猴子上树吃香蕉的场景,可以使用凸轮带动猴子使其上下运动。
- **加工方式:** 首先使用 Inventor 软件进行三维建模,在软件中模拟并测试机械舞台的运动效果。并使用激光切割的加工方式进行加工制作。



步骤三 绘制设计草图

猴子的手臂为连杆机构，底部凸轮带动猴子的身体上下运动推动猴子的手臂。



步骤四 Inventor 软件建模，并进行模拟测试

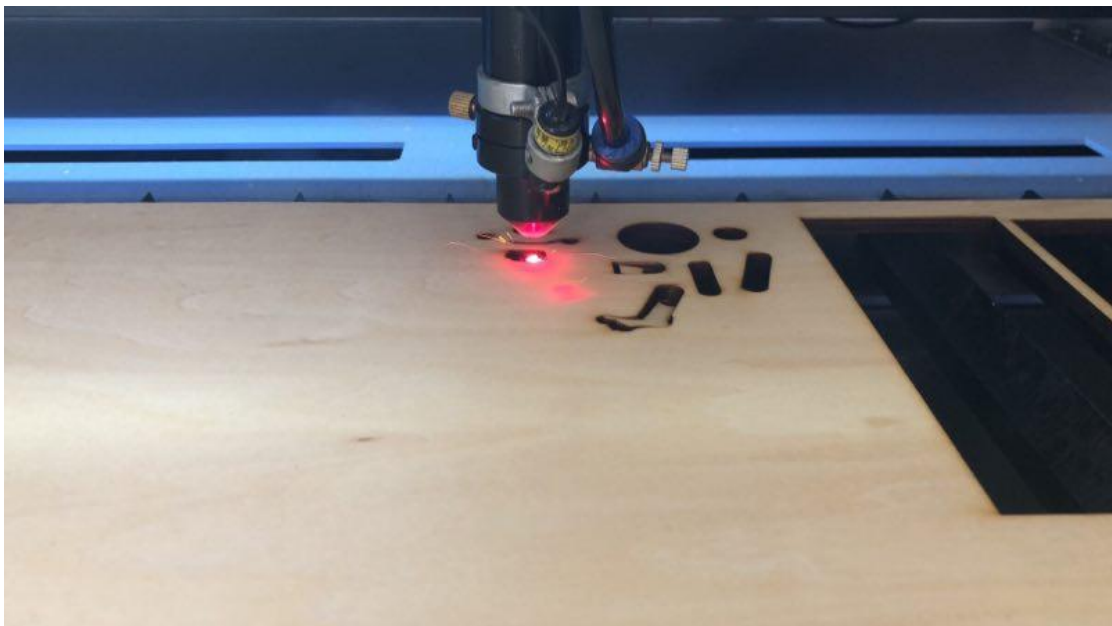


步骤五 实物制作

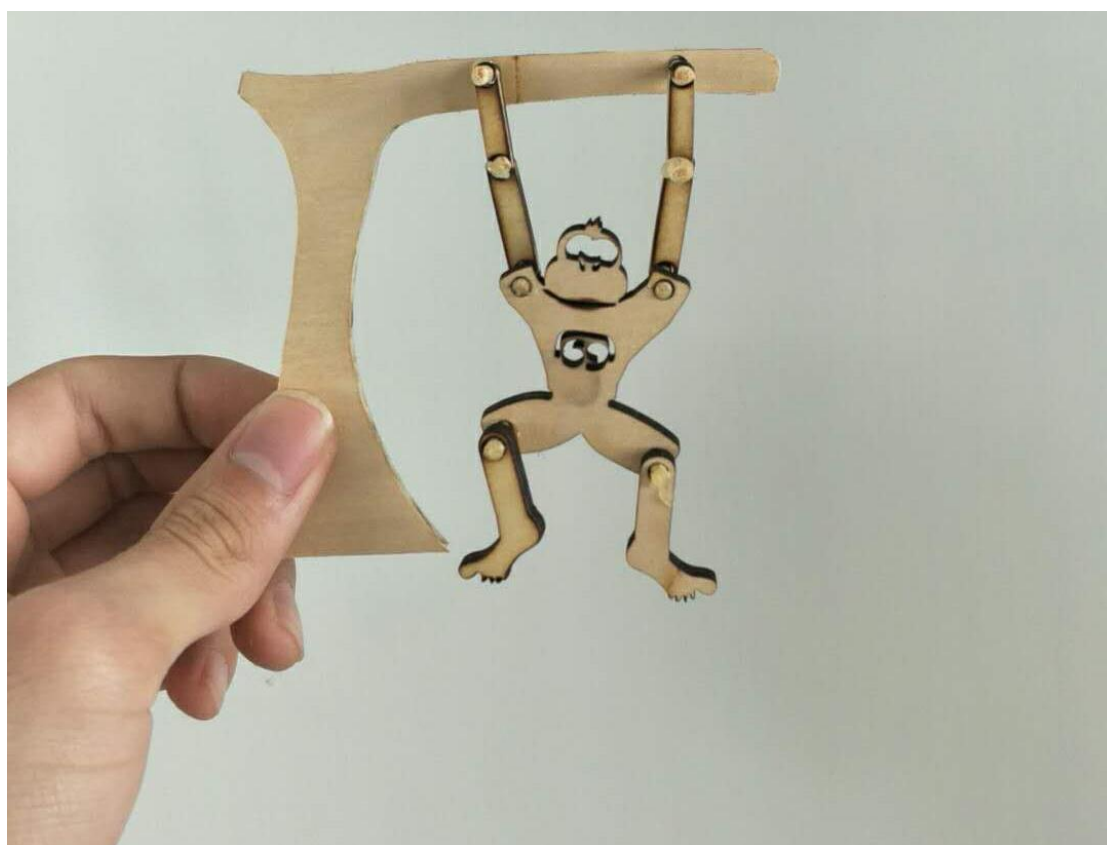
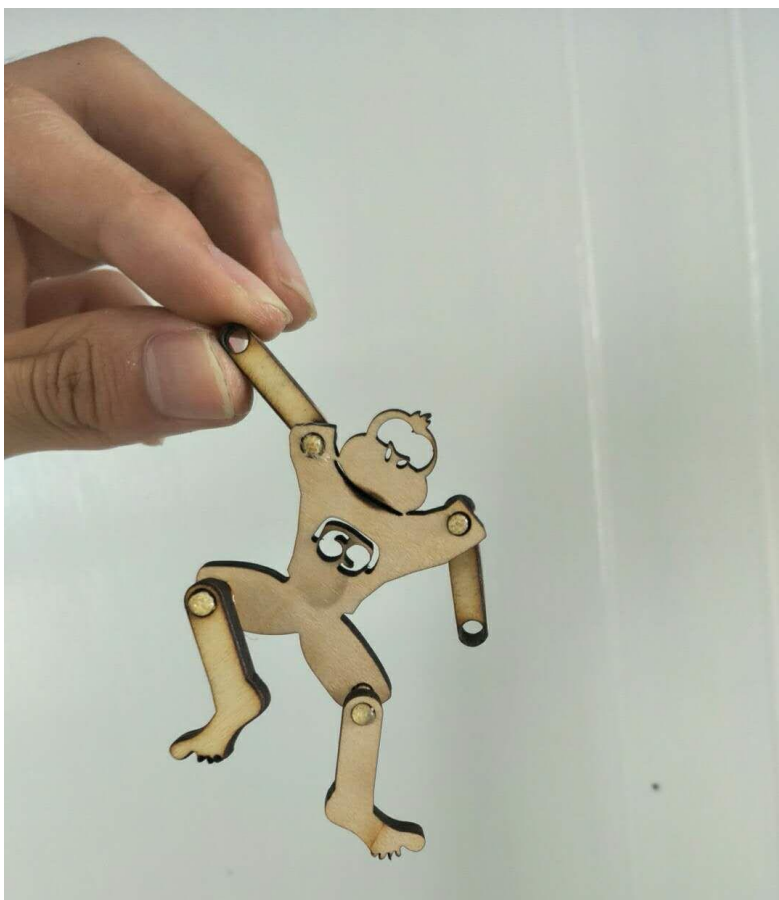
1. 材料准备



2. 激光切割零部件



3. 拼装好猴子的身体并将其用小木棍与树连接



步骤六 最终成果展示



小提示

在安装偏心轮的时候，我们要先确定偏心轮的位置，确定好位置后我们再去对其用胶枪进行固定，这样做可以使偏心轮和上下连杆更好的契合。

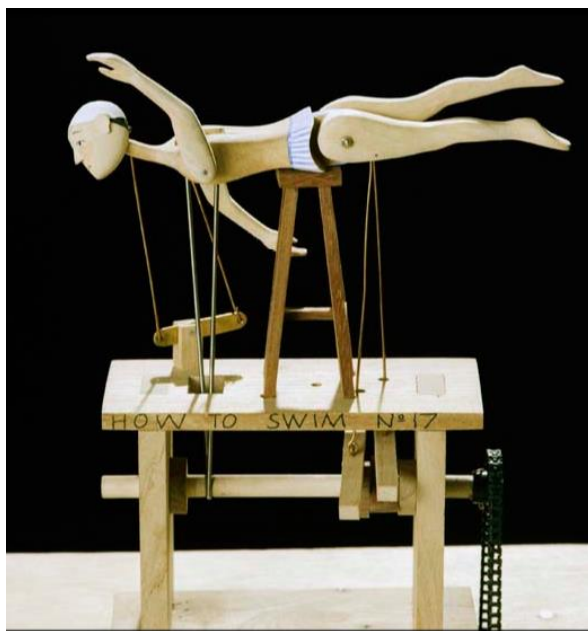
学习小结

请总结回顾项目实践过程，回答下列问题：

1. 你是否成功完成了机械舞台的设计与制作？
2. 你在设计制作的过程中，有哪些印象深刻的环节？
3. 你在解决问题和方案优化的过程中，积累了哪些有效经验？

拓展实践

请结合“猴子上树”的项目实践经验，小组合作，使用凸轮机构与平面连杆机构相结合自主设计与制作完成一个机械舞台。



项目四 齿轮机构的应用

——小王子

齿轮机构是现代机械中应用最广泛的传动机构之一，它可以用来传递空间任意两轴之间的运动和动力，具有传动功率范围大、效率高、传动比准确、使用寿命长、工作安全可靠等特点。



在本项目中，将主要使用齿轮机构中锥齿轮机构的变体，来设计制作有趣的机械舞台。

任务要求

请了解锥齿轮机构，并根据给出的锥齿轮机构的简化机构，思考故事情景，设计制作有趣的机械舞台。

项目案例

步骤一 了解锥齿轮及其简化机构

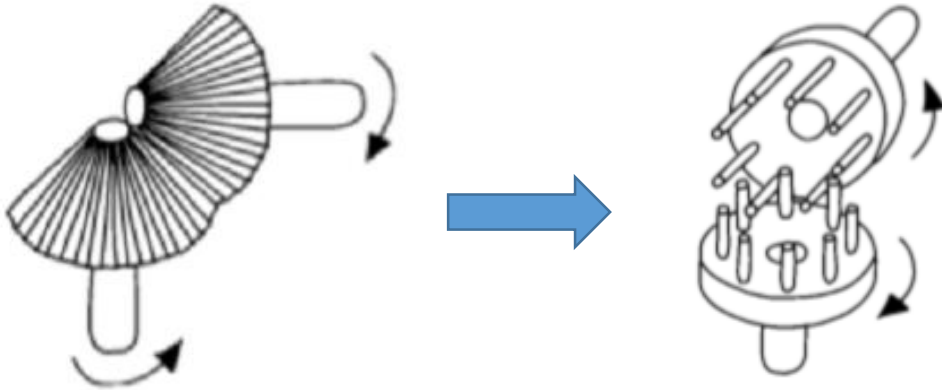
➤ 锥齿轮

锥齿轮用来传递两相交轴之间的运动和动力，在一般机械中，锥齿轮两轴之间的交角一般等于 90° （但也可以不等于 90° ）。



➤ 直齿锥齿轮简化机构

下图所示是由直尺锥齿轮简化而成的传动机构。锥齿轮用来传递两相交轴之间的运动和动力，在一般机械中，锥齿轮两轴之间的交角等于 90° （但也可以不等于 90° ）。与圆柱齿轮类似，锥齿轮有分度圆锥、齿顶圆锥、齿根圆锥和基圆锥。



观察锥齿轮简化机构的运动特性。销轮转动时，能够带动物体进行圆周运动。

步骤二 讨论并制定设计方案

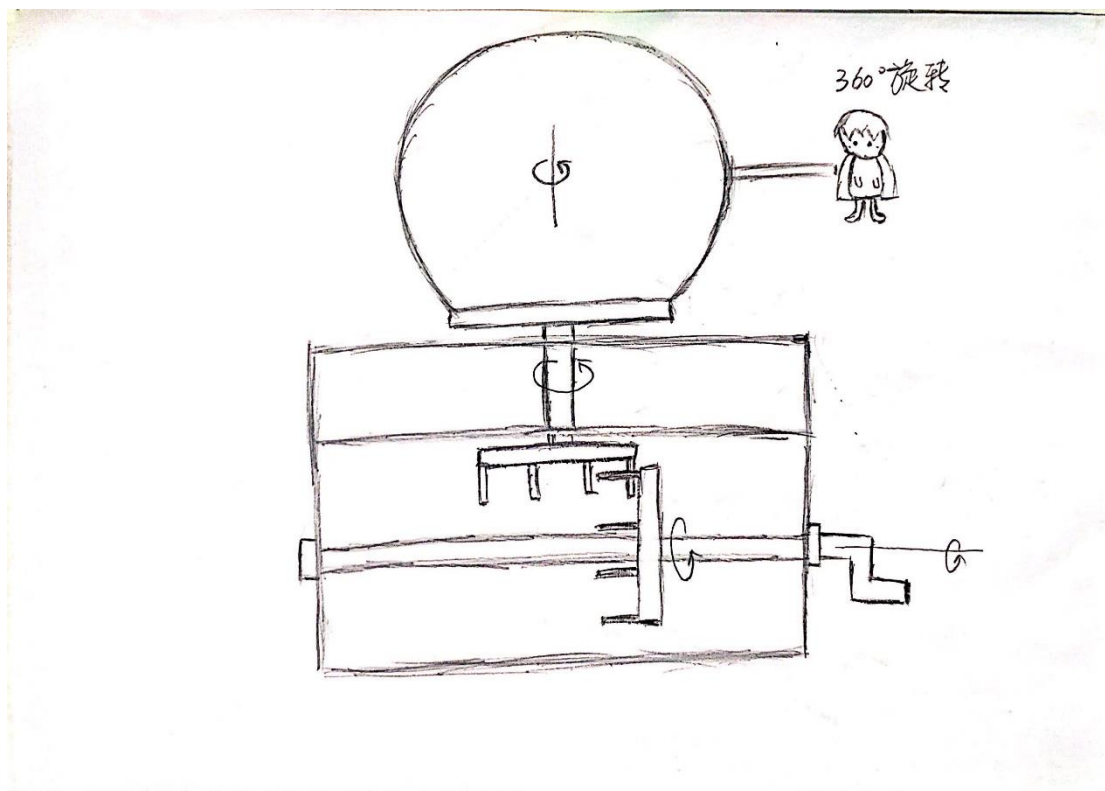
- **运动方式：**运用直尺轮可以带动物体圆周运动的方式。
- **体现场景：**小王子的故事场景。可以通过小王子自己的 B-612 星球以及小王子环游宇宙的梦想来制作一个环游星球的机械舞台。



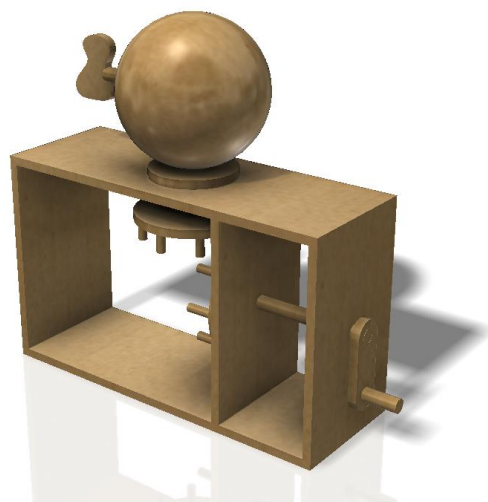
- **加工方式：**首先使用 Inventor 软件进行三维建模，在软件中模拟并测试机械舞台的运动效果。并使用激光切割的加工方式进行加工制作。

步骤三 绘制设计草图

制作一个直齿轮机构带动星球以及星球上的小王子作圆周运动。



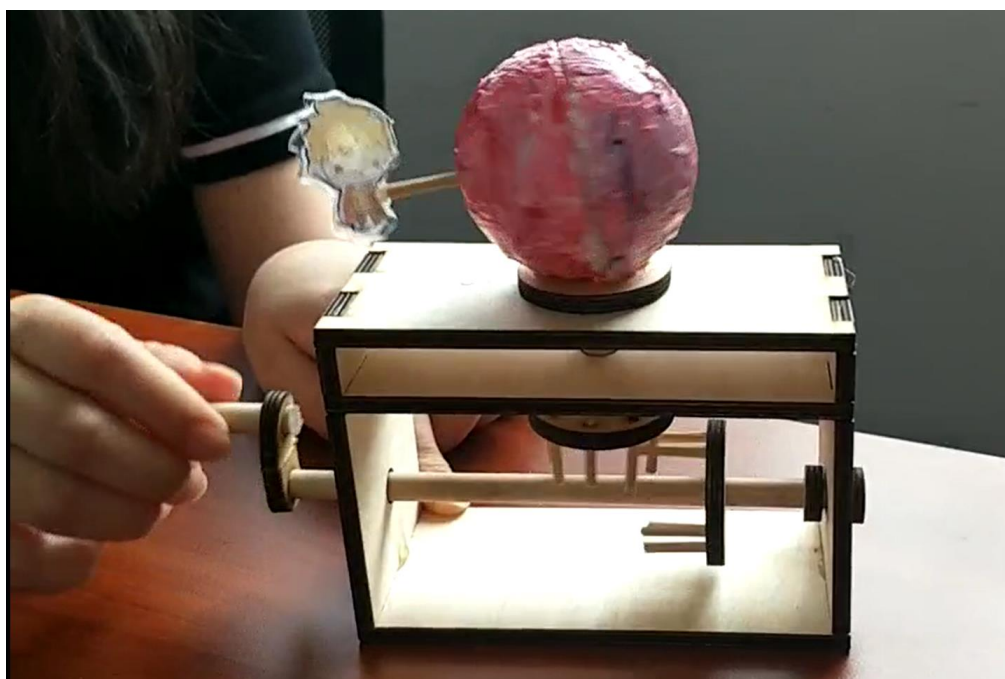
步骤四 Inventor 软件建模, 并进行模拟测试



步骤五 实物制作

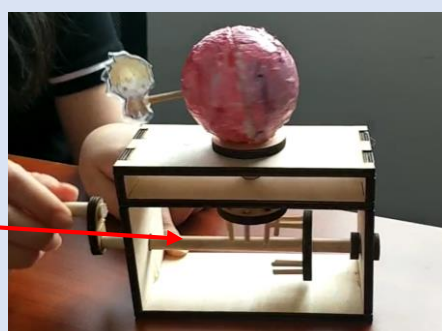
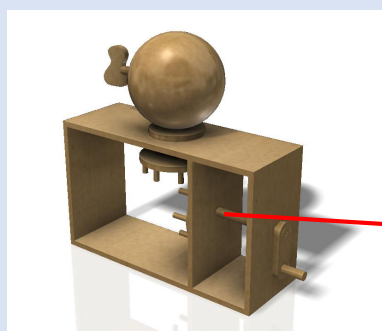
1. 材料准备
2. 激光切割零部件
3. 加工制作

步骤六 最终成果展示



小提示

在加工制作的过程中，遇到齿轮不稳定的情况，可以延长齿轮的中轴至舞台底座两端，使其能够稳固固定。



学习小结

请总结回顾项目实践过程，回答下列问题：

1. 你是否成功完成了机械舞台的设计与制作？
2. 你在设计制作的过程中，遇到了什么问题，又是怎样解决这些问题的？
3. 你在解决问题和方案优化的过程中，积累了哪些有效经验？

拓展实践

请结合“小王子”项目实践经验，小组合作，使用锥齿轮机构的变体，自主设计与制作一个机械舞台。



项目五 传动机构的综合应用

——猫吃老鼠

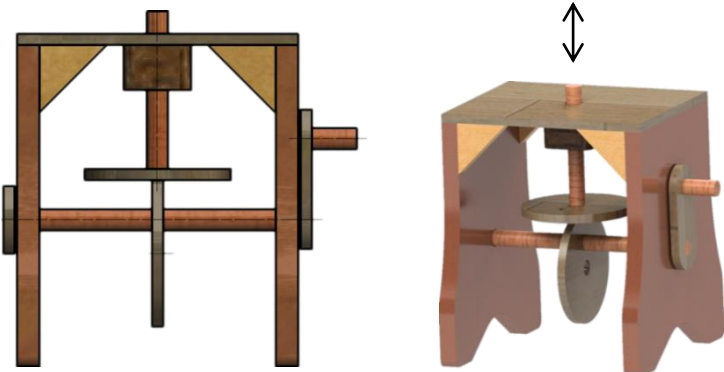
在项目一到项目四中，我们已经了解盒应用的平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等传动机构。在本项目中，我们将综合使用这几种机构，完成机械舞台的设计制作。

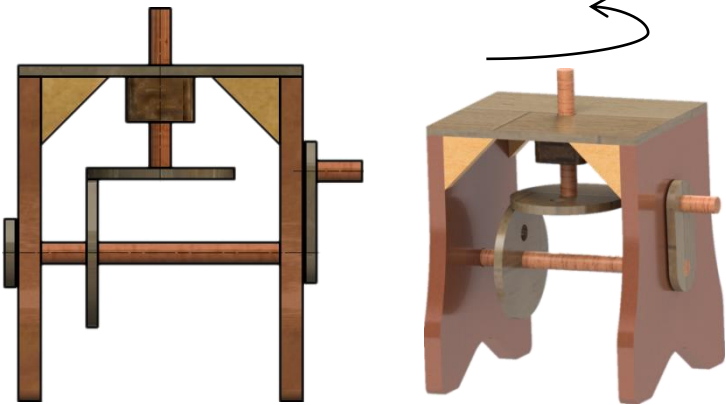
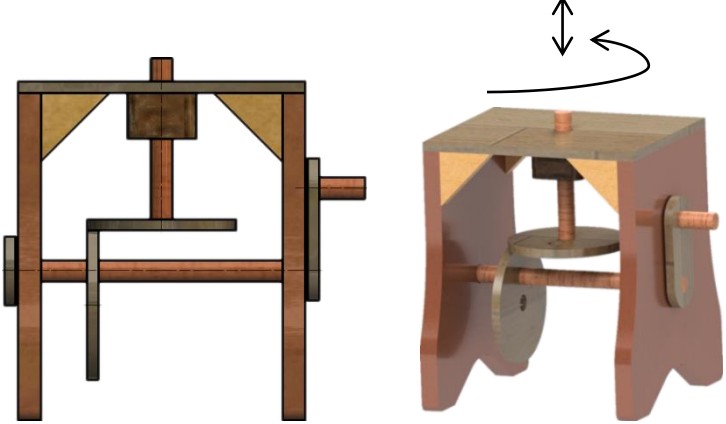
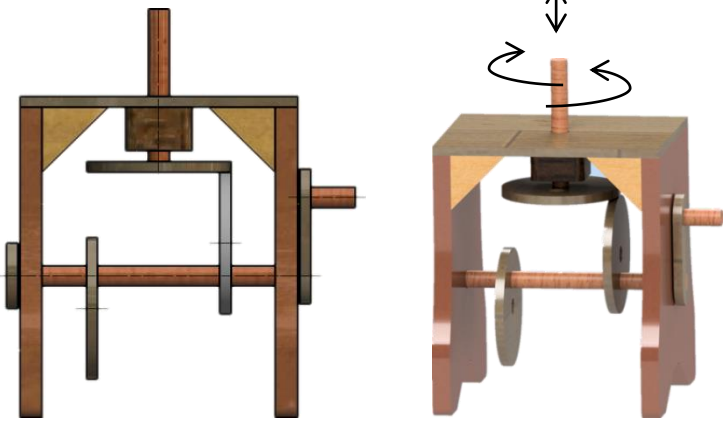
任务要求

请综合运用本书中所学传动机构，思考故事情景，设计制作机械舞台。

提示

对凸轮机构进行不同方式的组合可以形成多种不同运动效果：

序号	组合方式	图例（左为正视图，右为侧视图）	立轴的运动形式
1	偏心且对中		上下浮动

2	非偏心 且 非对中		单方向 转动
3	偏心 且 非对中		上下浮 动 并且 单方向 转动
4	偏心 且 非对中 (双凸 轮)		上下浮 动 并且 左右双 方向 交替转 动

项目案例

步骤一 选择传动机构

步骤二 讨论并制定设计方案

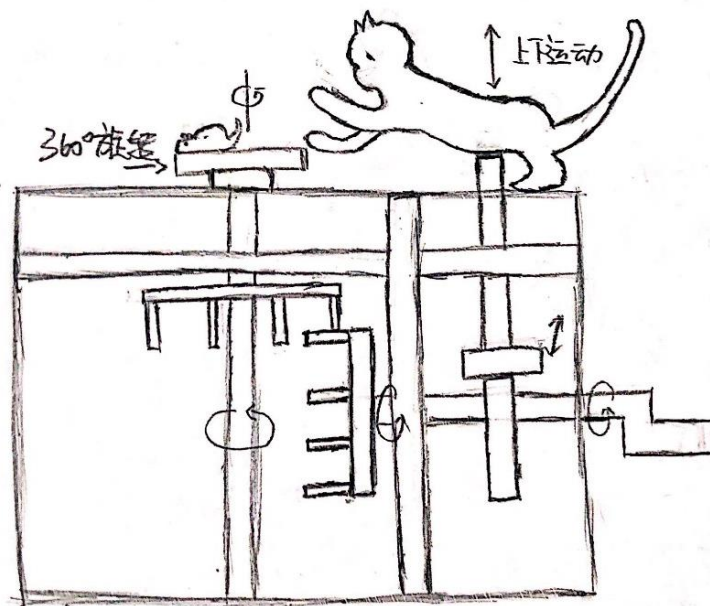
- **运动方式：**运用直尺轮可以带动物体圆周运动的方式。
- **体现场景：**猫和老鼠的故事场景。可以通过两个直齿轮带动猫和老鼠进行运动。



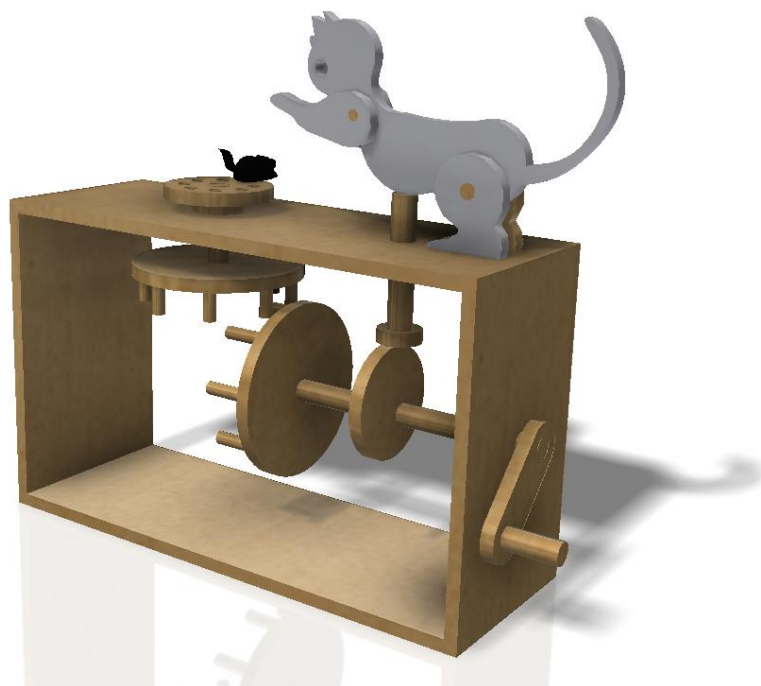
- **加工方式：**首先使用 Inventor 软件进行三维建模，在软件中模拟并测试机械舞台的运动效果。并使用激光切割的加工方式进行加工制作。

步骤三 绘制设计草图

猫运用凸轮机构上下运动，直齿轮带动小老鼠进行圆周运动。



步骤四 Inventor 软件建模，并进行模拟测试



步骤五 实物制作

1. 材料准备
2. 激光切割零部件
3. 加工制作

步骤六 最终成果展示



学习小结

请总结回顾项目实践过程，回答下列问题：

1. 你是否成功完成了机械舞台的设计与制作？
2. 你在设计制作的过程中，遇到了什么问题，又是怎样解决这些问题的？
3. 你在解决问题和方案优化的过程中，积累了哪些有效经验？

拓展实践

请结合“猫吃老鼠”项目实践经验，小组合作，综合使用所学传动机构设计与制作完成一个机械舞台。

