

苏州科技大学

《计算机辅助三维设计》设计报告

【空白处依据课程类型选择是实习报告、实训报告或者设计报告】

题 目	机械臂的抓取机构
院 (系)	机械工程学院
专 业	机械电子工程
姓 名	吕高兴

2026 年 6 月 10 日

机械臂的抓取机构设计说明书

一、设计任务与总体思路

本课程设计以小型机械臂抓取机构为研究对象，围绕《计算机辅助三维设计》课程要求，完成机械臂主要零部件的三维建模、装配关系设置、关键尺寸整理、结构说明以及干涉检查分析。设计对象主要由底座、一维云台、机械手臂、手腕机构、末端四爪机械爪、摄像头模块以及若干连接支架和紧固件组成。整体设计重点不是单纯绘制外形，而是通过 SolidWorks 建立较完整的装配模型，使各部件之间的连接关系、运动关系和功能分工能够清楚表达。

本机械臂的基本工作思路为：摄像头模块用于观察和识别目标物体，一维云台用于调整摄像头视角，机械手臂负责带动末端机构到达目标附近，手腕机构用于调整末端姿态，四爪机械爪最终完成夹持动作。整个机构形成“观察—定位—运动—抓取”的基本流程。与普通固定夹具相比，该机械臂结构具有一定的灵活性，能够适应小型物体的抓取和转移任务。

在建模过程中，各零件以实际装配关系为依据进行设计。连接处主要通过支架、舵盘、螺丝和安装孔完成固定。螺丝规格主要采用 $M3 \times 6$ 和 $M4 \times 10$ 两类，具体使用位置根据装配孔位、连接强度和零件厚度确定。由于不同位置的连接条件不同，本文不对每一个零件强行进行螺丝规格一一对应，而是从整体装配角度说明其连接作用和结构合理性。

二、总体结构组成

2.1 底座与支撑部分

底座是机械臂的基础支撑件，主要承担整机重量和工作过程中的支撑作用。机械臂在运动时，手臂和机械爪会产生一定偏载，因此底座需要具有较好的稳定性。底座上方安装云台、舵机支架以及机械臂主体结构，是整个装配体的基础定位部分。

底座设计时应保证安装面平整，孔位布置合理，使上部支架能够准确固定。底座尺寸与上部机械臂的伸展范围有关，若底座过小，机械臂伸出时容易出现重心偏移；若底座过大，则会增加模型体积和材料占用。因此底座设计需要兼顾稳定性和结构紧凑性。

2.2 一维云台与摄像头模块

一维云台主要用于调整摄像头方向，使摄像头能够获得较合适的观察角度。云台高度约为 70mm，在结构中起到支撑和转向作用。摄像头模块安装在云台或机械臂相关位置，用于获取目标物体信息。虽然本课程设计主要侧重三维结构建模，但摄像头的加入使机械臂具备视觉识别的功能基础。

摄像头安装时应避免被手臂、支架或机械爪遮挡，同时应尽量朝向机械爪前方工作区域。这样能够保证摄像头观察范围与机械爪抓取区域相匹配，提高结构布置的合理性。

2.3 机械手臂主体

机械手臂是整机的主要运动部件，长度约为 225mm，承担连接底部支撑结构和末端执行机构的作用。手臂部分主要由舵机、连接支架和安装板组成，通过关节转动带动末端机械爪移动。

手臂结构需要满足一定刚度要求。如果手臂刚度不足，在抓取或运动过程中容易产生弯曲或晃动，影响末端定位精度。因此在建模时，支架与连接板的孔位、厚度和安装方向应尽量保持对称，减少偏载造成的结构变形。

2.4 手腕机构与末端机械爪

手腕机构位于机械手臂末端，长度约为 135mm，主要作用是调整机械爪的姿态。机械臂仅靠主臂运动时，末端方向不一定适合抓取目标，因此手腕机构能够进一步改善抓取角度，使机械爪更好地接近物体。

末端机械爪采用四爪结构，爪子最大开合距离约为 110mm。四爪结构能够从多个方向包围目标，相比单侧夹持或两爪夹持，接触点更多，对圆柱形、球形和不规则小物体的适应性更好。机械爪开合动作可通过齿轮啮合、连杆传动或舵机驱动实现，其核心要求是保证各爪指运动协调，避免出现单个爪指偏移过大导致夹持不稳定。

三、关键尺寸与参数整理

表 1 机械臂主要尺寸参数表

序号	项目	尺寸或规格	说明
1	机械手臂长度	225mm	影响机械臂主要工作范围
2	一维云台高度	70mm	用于摄像头方向调整
3	手腕机构长度	135mm	用于末端姿态调节

序号	项目	尺寸或规格	说明
4	机械爪开合距离	110mm	表示爪子最大开合范围
5	常用螺丝规格	M3×6、M4×10	用于支架、舵盘及连接件固定
6	摄像头模块	按实际模型尺寸	用于目标观察与识别
7	舵机与支架	按模型孔位确定	用于关节驱动与结构连接

从表 1 可以看出，本机械臂的关键尺寸集中在手臂长度、云台高度、手腕长度和机械爪开合距离四个方面。其中，手臂长度决定机械臂的基本伸展范围；云台高度影响摄像头观察位置；手腕长度影响末端姿态调整能力；机械爪开合距离直接关系到可抓取物体的尺寸范围。螺丝规格采用 M3×6 和 M4×10 两类，主要用于零件连接和结构固定，具体使用应结合孔径、板厚和装配空间确定。

四、图片内容与结构说明



图 1 机械臂整体装配结构图

图 1 展示机械臂整体装配效果，包括底座、云台、手臂、手腕、机械爪和摄像头等模块。通过整体图可以看出，各部分沿机械臂运动链依次连接，结构层次较清楚。底座负责支撑，手臂负责运动，手腕负责姿态调整，机械爪负责最终抓取，摄像头负责目标观察。

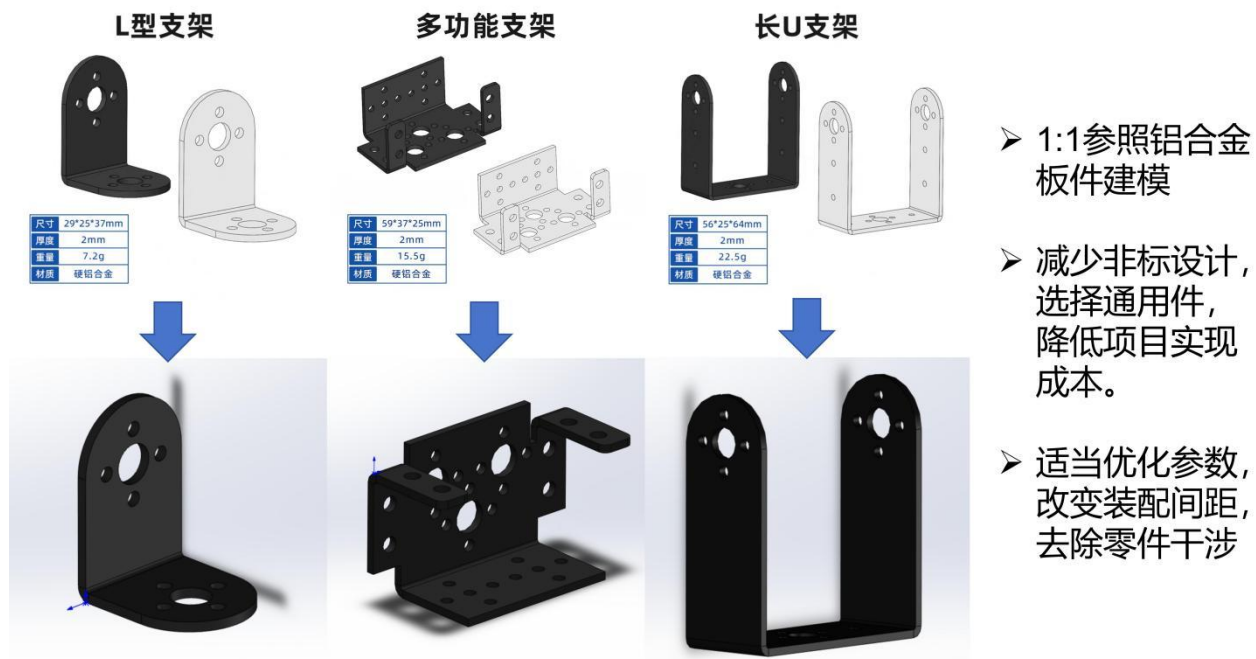


图 2 支架与连接板结构图

图 2 主要展示机械臂中使用的支架、安装板和连接件。支架类零件是机械臂装配的基础，其孔位准确性会直接影响舵机、手臂和机械爪的安装。建模时应重点保证孔距、板厚和对称关系，使零件能够顺利装配。

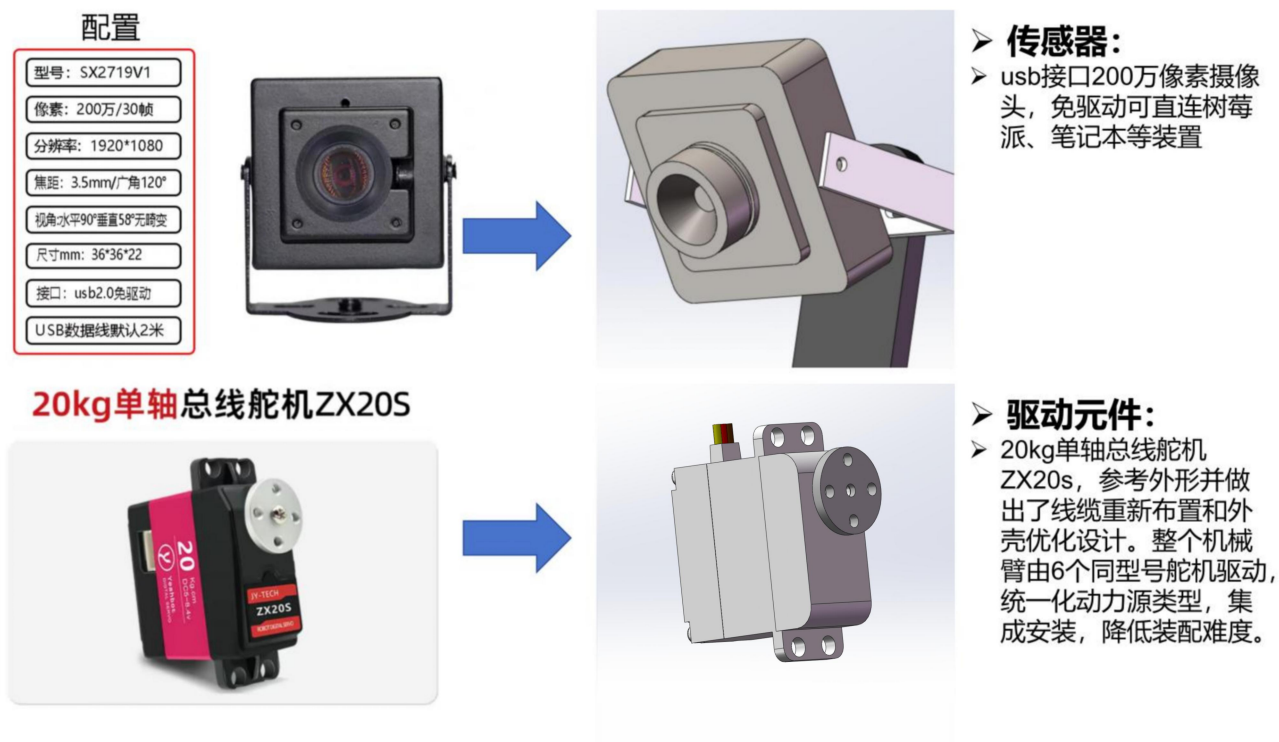


图 3 摄像头与舵机布局图

图 3 展示摄像头模块和舵机之间的布置关系。摄像头需要具有较好的观察范围，舵机则承担驱动关节转动的作用。二者位置布置合理，才能保证机械臂在识别目标后能够完成相应抓取动作。

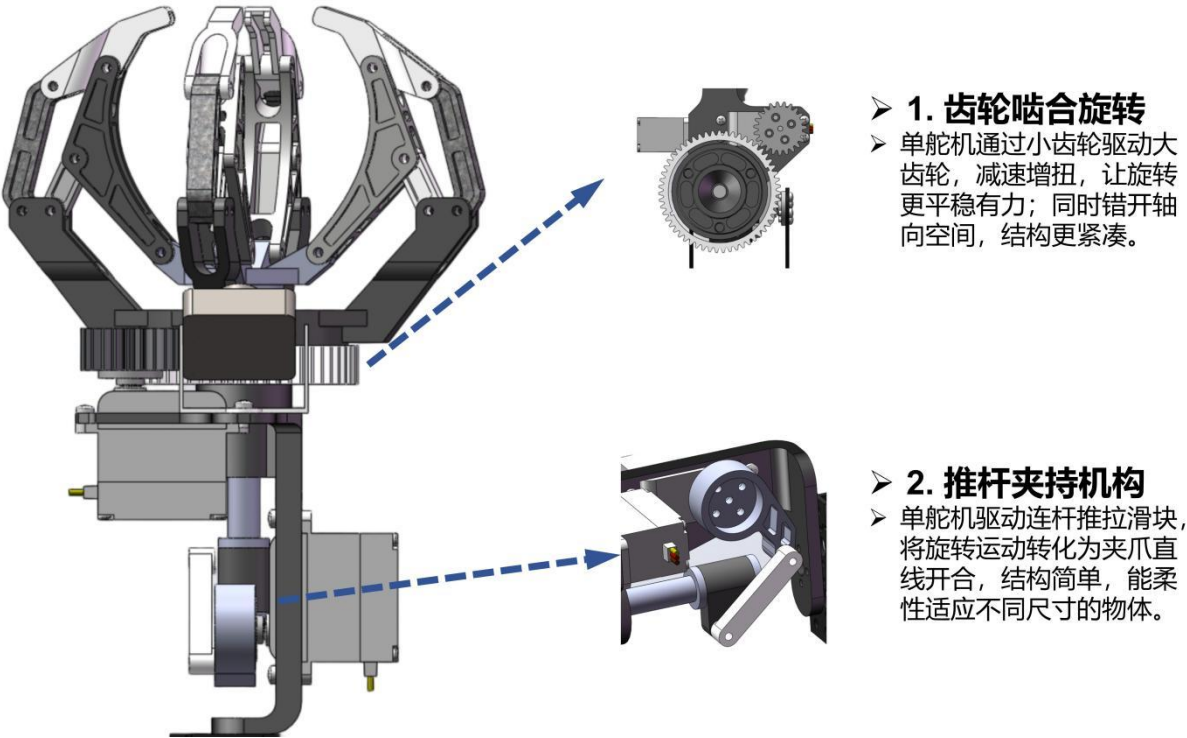


图 4 四爪机械爪传动结构图

图 4 展示末端四爪机械爪的传动和开合结构。该部分是机械臂完成抓取动作的关键，设计时应保证爪指同步开合，并避免运动过程中与支架或手腕部件发生明显碰撞。

五、SolidWorks 建模与装配过程

5.1 零件建模方法

零件建模按照“先基准、后轮廓、再特征”的顺序进行。底座和连接板主要采用拉伸凸台、拉伸切除、圆角和倒角等命令完成；回转类零件可采用旋转凸台建模；支架孔位可通过孔向导、镜像和阵列等方式完成。对于左右对称的零件，应尽量使用镜像建模，以保证结构一致。

机械爪爪指建模时，应先确定中心基准和爪指轮廓，再通过拉伸或扫描形成实体结构。爪指末端可适当圆角处理，避免尖角结构影响外观和受力。舵机、舵盘和摄像头等部件可按实际外形进行简化建模，重点表达安装孔位、输出轴和外形尺寸。

5.2 装配关系设置

装配时应按照从底部到末端的顺序进行。首先固定底座，再安装云台、舵机支架和机械手臂主体，随后装配手腕机构和末端机械爪，最后布置摄像头模块和紧固件。固定连接处主要采用重合配合、同心配合和距离配合；转动部位可采用同心配合配合端面重合，并根据需要设置角度限制。

M3×6 和 M4×10 螺丝在装配中主要起紧固作用。由于不同连接位置的板厚和孔位存在差异，实际装配时应根据零件结构选择合适规格。报告中仅说明使用这两类螺丝，不将其强行分配到每一个部件，避免与实际模型不一致。

5.3 爆炸视图表达

爆炸视图可将机械臂分为底座支撑组、云台摄像头组、手臂关节组、手腕连接组和机械爪组。各组沿装配方向适当分离，能够直观展示零件安装顺序和结构关系。通过爆炸视图，可以快速看出模型不是简单堆叠，而是按照真实装配逻辑建立的完整机构。

六、干涉检查与结果分析

表 2 干涉检查结果分析表

干涉 ID	干涉体积 (mm ³)	零部件 1 名称	零部件 2 名称	零部件 1 完全参考
干涉 14	4.23	单轴舵机-5	金属主舵盘-4	单轴舵机-5
干涉 22	3.59	单轴舵机-2	金属主舵盘-1	单轴舵机-2
干涉 48	0.74	单轴舵机-2	金属主舵盘-1	单轴舵机-2
干涉 83	0.71	单轴舵机-3	金属主舵盘-2	单轴舵机-3

通过 SolidWorks 干涉检查可以发现，模型中部分干涉集中在舵盘内部齿轮啮合连接、螺丝装配。这些干涉不属于设计错误，其中螺丝与孔位、舵盘与输

出轴、齿轮或连杆接触等位置，本身就存在较紧密的装配关系。干涉体积较小，且不影响机构运动，可视为装配接触或模型简化造成的正常现象。

对于实际需要优化的区域，已经通过增加装配间隙、调整孔径、修改螺丝长度或简化内部啮合结构来改善。特别是运动部件附近，应重点检查机械爪开合时是否碰到支架，手腕转动时是否与手臂干涉，摄像头是否遮挡机械爪工作区域。

七、设计特点与改进方向

本设计的主要特点是结构模块清楚，功能分区明确。底座负责支撑，云台和摄像头负责观察，机械手臂负责位置调整，手腕负责姿态调节，四爪机械爪负责末端抓取。各部分之间连接逻辑较完整，能够满足课程设计中三维建模、装配表达和干涉检查的要求。

四爪机械爪是本设计的重点结构。相比普通两爪结构，四爪能够增加接触点，提高夹持稳定性，对不规则物体具有更好的适应能力。同时，摄像头模块的加入使机械臂具有一定智能化特征，能够体现机械结构与视觉识别模块结合的设计思路。

后续改进可以从三个方面进行：第一，优化底座重量和支撑面积，提高机械臂伸展时的稳定性；第二，优化机械爪爪指曲线，使其更贴合被抓物体外形；第三，增加限位、压力反馈或电流检测等传感功能，使机械爪能够判断是否夹紧目标物体。

八、总结

本课程设计完成了一套小型机械臂抓取机构的三维建模与装配说明。整机由底座、一维云台、机械手臂、手腕机构、四爪机械爪和摄像头模块组成，能够体现目标观察、姿态调整和末端抓取的基本工作流程。

设计中整理了主要尺寸参数：机械手臂长度为 225mm，一维云台高度为 70mm，手腕机构长度为 135mm，机械爪最大开合距离为 110mm。连接紧固件主要采用 M3×6 和 M4×10 两类螺丝，具体位置根据实际孔位和装配需要确定。通过 SolidWorks 建模、装配配合、爆炸视图和干涉检查，可以较清楚地表达机械臂各零件之间的结构关系和装配逻辑。

总体来看，该机械臂结构完整，功能划分明确，尺寸参数清楚，装配说明较为合理。干涉检查中出现的部分局部干涉主要与舵盘连接、螺丝装配和机械爪传动有关，经过合理判断和局部优化后，不影响整体设计表达。该设计能够满足《计算机辅助三维设计》课程对三维实体建模、装配体建立、结构说明和报告撰写的基本要求。