
装谷物机械臂的结构设计与仿真

摘要

本论文在综述机械手的研究和发展现状的基础上，结合现代化农业机器人的发展趋势，全面分析了装谷物机械手功能进行结构设计及动态仿真分析。

本论文所设计的机械手臂采用圆柱坐标系的机械结构形式，主要分为以下五大的设计：

- 1) 底座和立柱的设计；
- 2) 竖直臂升降的设计；
- 3) 水平臂伸缩的设计；
- 4) 机械臂的旋转的设计；
- 5) 抓取机构的设计。

同时对机械手臂的执行机构进行设计，对各个驱动元件的行程，定位等进行筛选，选出最适合的型号，以满足机械手臂在运行中的定位精度以及运动速度等方面的要求。然后根据各个模块之间的连接关系设计连接件的结构，最后对机械手臂进行三维建模与动态仿真。

关键词：机械手臂，结构设计，仿真分析

Structure Design And Simulation Of Grain Loading Manipulator

Abstract

On the basis of summarizing the research and development of the manipulator, combining the development trend of the modern agricultural robot, the paper analyzes the structure design and dynamic simulation of the grain-loading manipulator.

In this paper, the design of the mechanical arm using the mechanical structure of the

Cylindrical coordinate system, mainly divided into the following five modules:

- 1) design of Base and Column Module;
- 2) design of vertical arm lifting module;
- 3) design of horizontal arm expansion module;
- 4) design of rotating module of mechanical arm;
- 5) design of Mechanical Claw Module.

At the same time, the actuator of the manipulator is designed, the stroke and location of each driving element are screened, and the most suitable model is selected to meet the requirements of the manipulator in positioning accuracy and moving speed. Then, according to the connection relationship between each module, the structure of the connector is designed. Finally, the 3D modeling and dynamic simulation of the manipulator are carried out.

Keywords: Mechanical arm, structural design, simulation analysis

目 录

1 前言.....	1
1.1 本研究目的、意义.....	1
1.2 .1 本设计在国内外研究现状.....	1-2
1.2.2 存在的问题.....	2
1.3 本设计应解决的主要问题.....	2-3
2 装谷物机械臂调研分析.....	4
2.1 市场调研.....	4
2.2 设计原理.....	5
2.3 机械手的坐标形式和自由度及基本参数的确定.....	5-7
3 机械臂的模块化设计.....	8
3.1 抓取机构模块的结构设计.....	8-9
3.1.1 抓取机构的设计.....	9-14
3.2 底座与立柱模块的结构设计.....	14-18
3.3 水平伸缩臂模块的结构设计.....	18
3.3.1 水平伸缩臂的零件设计.....	18-23
3.4 竖直升降臂模块的结构设计.....	24
3.4.1 竖直臂的零件设计与选用.....	24-25
3.5 机械臂旋转模块结构设计.....	25-26
4 机械臂的动态仿真.....	27
4.1 抓取机构模块的动态仿真分析.....	27
4.2 底座与立柱模块的动态仿真分析.....	28
4.3 水平伸缩臂模块的动态仿真分析.....	28-29
4.4 竖直臂伸缩模块的动态仿真分析.....	29
4.5 机械臂旋转模块的动态仿真分析.....	30
4.6 仿真小结.....	30
参考文献.....	31
致谢.....	32

1 前言

随着人类经济水平的不断升高，人类的科学技术水平也得到了相应的提高，机械手臂的应用领域可不断扩大。毫不夸张的说，只要有人类生存的区域，基本上都可以看见机械手臂或类机械手的存在。近年来，农业机械臂的有着很重要的意义。市面上也出现了不少的农业机械，例如：水稻收割机，西红柿采摘机器人，插秧机等等，但是这些农业产品的开放度都不高，而且价格昂贵，不是一般的农业生产部门可以买得起的。因此，用户只能应用这些农业机械，并不能对其进行跟深层次的研制与开发，所以研制低成本的，具有开发性的农业机械手才是农业机械市场所需要的。目前，我国的市面上并没有多少装谷物的农业机械，更不用说用来装谷物的机械手臂了。技术角度上来说，工业机械手臂的研制能够紧跟着机械手这一发展趋势。应用角度上来说，本设计的装谷物机械臂的研发能够填补我国机械手臂在农业机械手领域上的空白。因此，本论文选取了“装谷物机械臂”作为设计对象。

本论文先对要设计的装谷物机械手臂所要完成的动作及完成动作的时间进行确定，再在这个基础上对其其他的模块的各个零件进行进一步的设计，设计完成后对部分零件进行强度硬度的校核，再组装成完整的一部机械臂，最后完成本设计机械臂的动态仿真分析。

1.1 本设计的目的、意义

装谷物机械手臂设计过程中存在的普遍性问题包括：结构的设计以及动态仿真分析，设计出一种在满足谷物搬运这一基本功能的基础上能够实现模块化、通用化的装谷物机械手臂是本设计的主要目的。

本论文设计的装谷物机械臂主要动力以电机驱动，部分机构使用气缸或液压缸驱动。

本设计应达到的技术要求包括：

- (1) 设计出来的机械臂的各个模块连接良好，能够动起来。
- (2) 能够通过指令抓取对应的重量装进指定位置的容器中。
- (3) 各个模块的部件能够满足校核后的强度硬度要求。

1.2 国内外研究现状及存在的问题

1.2.1 本设计在国内，国外研究的现状

我国机械手的发展是从20世纪50年代的固定动作机械手开始的，然后经历了60年代的数控机械手，在1978年时机械手才真正开始得到研究和应用，到现在工机械手与智能机器人愈来愈受到各届的的关注，

并已经纳入了我国高科技规划及科技发展计划之中。近年来，我国科技水平得到了进一步发展，就在珠海本地也出现了格力的专门的机器人公司，可见机器人正在得到我们部分龙头企业的重视，这对其发展起到了推动作用。

而对于目前在国外的情况来说，不同的地区，机器人的发展领域优势也是不一样的，例如日本在工业机器人、家用机器人方面优势明显，欧洲在工业机器人和医疗机器人领域居于领先地位，美国主要优势在系统集成领域，医疗机器人和国防军工机器人。少有国家在农业机器人领域发展的很好。

1.2.2 存在的问题

机械手臂会存在那些细节上的问题，可分为一下几个部分:-

- 1) 机械手臂的串联结构形式使其整体刚性存在不足。
- 2) 机械臂的能耗与其选用的驱动的机械关系很大，必须选好驱动元件。

上面提到的细节，我们还要对机械手臂整体刚度进行一次计算，看看该机械手臂的刚度是否能够满足装谷物时要求的负载极限，从而可以筛选出更加适合的机械手臂型号，达到装备的适合化，以及机械手臂成本的最低化。毕竟成本也是要考虑的细节之一，成本太高就很难普及化，大众化和生产的批量化。

注意的细节问题就是要注意机械手臂于工作机械结构连接出的强度，刚度也是要符合要求的。可以先用一种材料进行设计在计算看看结果，如果材料强度，刚度不符合，就换另外一种待选材料再计算，如此类推得出最优解。还应该考虑整机重量。

目前农业机器人未得到应用的原因主要有以下几点：

- (1) 机器人难以识别所要收集的农作物，在收集过程中掉耕地里，收集的农作物被损伤过大。
- (2) 谷物的装起的质量较大，一般小型机械手臂负责不足；
- (3) 农业机器人的制造成本较高；

1.3 本设计应解决的主要问题

初步确定机械手臂的型号的选择以及基础参数。

- 1) 设计出什么样的机械结构来与选定的机械手臂搭配一起。包括机械结构与下一个机械结构之间的联系，联动。
- 2) 机械结构的承受能力，强度以及应对不同环境的应变作业能力。
- 3) 使用三维软件画图是要考虑设计的零件尺寸，确定公差配合等问题。

4) 仿真时应该采取怎么样的动作要求比较合理和更加直观的体现出装谷物的功能和优点。

2 装谷物机械臂的调研分析

在了解和掌握一般机械臂的结构特点和工作原理的基础上，再结合所学过有关机械制造与及结构设计方面的知识，对所设计的装谷物机械臂进行较为详细的模块化的设计与分析。前提是先确定划分好的各个模块，再逐一设计。

这里选用 Pro/E 软件对装谷物机械臂的结构进行设计，同时用 AUTO CAD 软件对机械臂的主要零件进行零件图的绘制。通过对各个模块零件的设计，再进行组装，最后组装成装谷物机械臂的完整装配体，通过导出装配图和主要零件的零件图，最终完成机械臂的整个结构设计过程。

2.1 市场调研

为了更好的设计本设计的机械臂，本人特意去珠海格力机器人有限公司进行现场的考察和调研。该公司主要生产轴和六轴的工业机器人，这也是目前市面上比较流行使用的多轴机器人，通过的现场的考察了解到了各种工业机器人的主要功能和其型号的意义。如 GR406 意思是该机器人是四轴机器人，最大负载是 6kg。这也是本设计选用四轴机械臂的灵感条件同时也为机械臂的工作范围定于 1.5 米以下作基础，至于机械爪部分在参观过程中都只是一个爪结构，达不到设计要求的，因此只能通过设计校核才有符合的方案。另外现在市面上并没有什么装谷物的机械臂，有的也只是台式的大型机器，这为本设计提供了广大的市场舞台，证明本设计是具有巨大经济效益的。



图 2.1 格力机器人

2.2 设计原理

本设计是对装谷物机械臂整体进行的是结构设计，采用模块化设计的方法来实现。

本设计将装谷物机械臂整体划分为以下模块：底座与立柱模块，机械臂的旋转结构模块，水平臂伸缩模块，垂直升降臂模块，抓取机构模块。本设计就在以上的模块中进行分别设计，最后完成总装，检查，校核通过了，就完成总设计。

2.3 机械臂的坐标形式和自由度及基本参数的确定

本设计在对装谷物机械臂进行设计时，必须先根据机械臂所要完成的动作，选择合适的机械臂结构，确定各动作的时间分配及动作顺序，确定机械臂的工作顺序，同时也要明确所要装载谷物重量和尺寸以及要求满足的精度。

1) **机械手臂的坐标形式和自由度的确定：**圆柱坐标型机械手臂尽管其存在着移动关节保护起来不方便的问题，但是其相对于其他机械手具有在空间中定位较直观，动作的范围大，机体占地面积小等优点，这非常符合本设计要求，因此本设计就选用圆柱坐标型结构作为装谷物机械臂的坐标形式。针对本设计机械臂，机械手臂在做谷物搬运时机械手臂具有上升、下降、伸出和缩回以及旋转的运动形式，为了满足功能要求，本论文的装谷物机械臂设计为四个自由度。并且将机械臂的运动形式拆分为方向移动和工作执行两部分。其中方向移动部分占有两个自由度，包括水平臂的伸缩和机械臂的来回旋转，工作执行部分也是有两个自由度，包括竖直臂上升下降以及抓取机构的打开与闭合，如图 2.3所示。

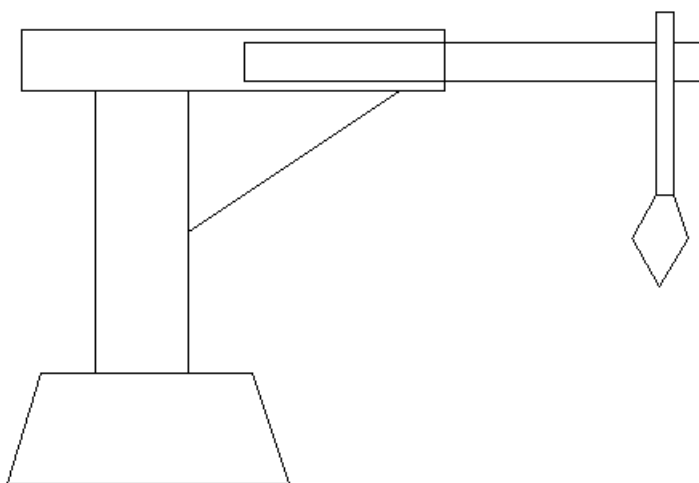


图 2.3 机械臂结构简图

2) 机械臂完成装谷物动作顺序的确定;

机械臂完成装谷物等动作顺序可细分为以下的步骤:

- (1) 水平臂伸出, 使得机械抓取机构到达谷物正上方;
- (2) 竖直臂下降, 使得抓取机构到达与谷物所在的位置
- (3) 抓取机构夹紧谷物;
- (4) 竖直臂上升到一定高度;
- (5) 水平臂收缩;
- (6) 机械臂旋转模块逆时针转动 90° ; (, 使得机械手臂位置正处于谷物放置点的正上方);
- (7) 竖直臂下降, 将谷物平稳放入到谷物的放置容器;
- (8) 抓取机构松开谷物;
- (9) 竖直臂上升使抓取机构位于最高点;
- (10) 机械臂旋转模块顺时针转动 90° 使机械臂回到初始位置;

上述步骤即为机械臂完成一次谷物装入容器的全部步骤的顺序。

3) 机械臂完成动作用时的分配:

根据机械臂所要完成的动作以及工作效率的问题, 在此对机械臂的各个动作进行时间上的确定, 各动作详细用时为;水平臂的伸出和水平臂收缩各 2 秒, 竖直臂的上升和和竖直臂的下降各 2 秒, 抓取机构的夹紧和抓取机构松开各 1 秒, 机械臂的顺时针转动和机械臂的逆时针自动各 1 秒, 共 12 秒。另外这里可以把空载的抓取机构的夹紧和松开煜竖直臂的上升和下降的动作同时进行, 这样就可以节省 2 秒。用时变成 10 秒。

4) 装谷物机械臂基本参数的确定。

(1) 机械臂的最大装谷物重量是它的主参数。根据调研, 本设计要求装谷物总重量要到达 50kg, 但目前设计的机械臂无法一次性完成 50kg 谷物的抓取, 应选取合适重量分多次抓取, 所以选定抓去重量为 10kg, 分五次抓取。

(2) 机械臂的运动速度会影响其工作效率和其稳定性, 所以运动速度也是是装谷物机械臂的一个主要的基本参数之一。根据本机械臂的动作方式及工作性能, 设计该机械手的最大平移速度为 1m 每秒, 最大转动速度为 90° 每秒。

(3) 机械臂的伸缩范围和工作半径是决定机械臂工作范围及整各机械臂尺寸的关键，也是机械手设计的基本参数之一。本设计的装谷物机械臂的水平臂伸缩范围为800mm, 水平方向的最大工作半径为1800mm, 旋转角度范围为0-90°，机械手臂的垂直升降距离为0到1000mm。.

(4) 机械臂的定位精度也是机械臂的主要基本参数之一。定位精度不到位，则机械臂完成不了工作任务，定位精度太高，大大增加机械臂的制造成本。另外本设计的机械臂，为较大型机械臂对工作时的定位精度不用太高，综合考虑，本设计机械手的定位精度设定为±5mm 到±10mm 之间。综上所述，本研究预设计的装谷物机械手臂的各个关节的基本参数见表 2.3.1。

表2.3.1 装谷物机械手臂的各个关节基本参数

水平机构	伸出范围: 0-800mm	垂直机构	升降范围: 0-1000mm
	伸出速度: 400mm/s		上升速度: 500mm/s
	收缩速度: 400mm/s		下降速度: 500mm/s
	定位精度: ±10mm		定位精度: ±10mm
摆动机构	摆动角度: 0-90°	手部	单次抓取最大重量: 10kg
	摆动速度: 90° /s		
	定位精度: ±3°		

3 机械臂的模块化结构设计

机械臂的模块化结构设计分为下列五大模块分别进行结构设计，其包括：抓取机构模块，底座与立柱模块，水平伸缩臂模块，垂直升降臂模块和机械臂旋转，下面即为每个模块的详细设计过程。

3.1 抓取机构模块的结构设计

抓取机构的规格主要是根据抓取机构的位置空间大小以及所要搬运的谷物重量来进行选定的。本设计之初提供两个方案进行选择，铲式倾倒入袋机构和开合式抓取机构。铲式倾倒入袋结构：顾名思义就是在铲子的基础上添加一个连杆机构，使得整个机构具备了可以倾倒入袋的功能。而连杆开合式抓取机构实质上就是一个可以开合抓取谷物的机械爪，只不过里面可以装谷物，方便了谷物的抓取。由于要求机械结构的简化问题，本设计选取了连杆开合式抓取机构。

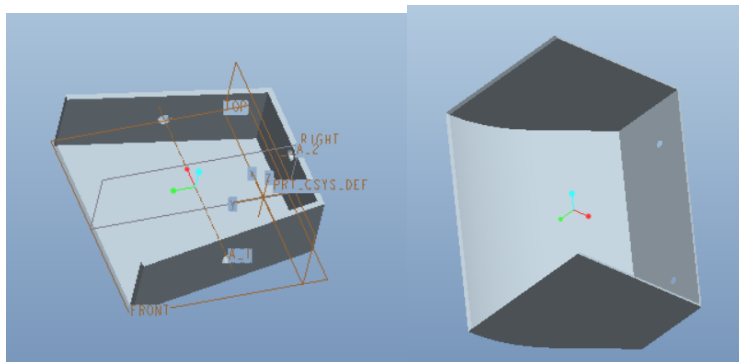


图 3.2 铲式倾倒入袋模型与连杆式开合模型

上图为两个机构的部分结构的三维模型，对比之下，连杆式开合抓取机构的抓取容量比较符合本设计的要求，故用此来进行相关计算。

本设计的连杆抓取机构内容积计算公式为：
$$V = \frac{1}{4} \pi \times R^2 \quad (3.1.1)$$

其中 π 取 3.14，R 根据调研，设计尺寸为 250mm，经计算得 $V \approx 0.2 \text{ m}^3$

另外查资料得谷物的密度为：550kg/m³，则本论文的连杆抓取机构满载抓取谷物重量可达 11kg，另外该机构有部分凸台，所以重量大于 11kg，可以满足设计抓取 10kg 的要求。

机械手臂抓取机构的夹持力的计算可以用：
$$F_n = K_1 K_2 K_3 G \quad (3.1.2),$$

其中 K_1 安全系数，通常取 1.2-2.0，取 $K_1 = 1.5$ ；

K_2 —工作情况系数，近似按 $K_2 = 1 + \frac{a}{g}$ 计算，其中 a 为抓取时工件运动最大加速度，计

算公式为 $a = \frac{V}{T_{\text{响}}}$ ， $T_{\text{响}}$ —系统达到最高速度所需要的响应时间，一般选取范围为

0.03s-0.5s， g 为重力加速度 ($g=9.8\text{m/s}^2$)，所以： $K_2 = 1 + \frac{0.2/0.1}{9.8} = 1.204$ 取 1.2。

K_3 —方位系数，根据手爪抓取工件时的位置的不同进行选择， $K_3 = 0.5$ ；

G —所抓取工件重力 (N)。所以 $G=mg=10 \times 9.8=98$ 。因此

$$F_n = K_1 K_2 K_3 G = 1.5 \times 1.2 \times 0.5 \times 98 = 88.2\text{N}。$$

3.1.1 抓取机构的结构设计

本机械臂的抓取机构中要设计的零件分别为直角连接杆，长连杆，短连杆，气杆，横杆，连接块，竖直支撑板。

1) 连杆的结构设计：

各零件选材均为 45 号钢，根据所查阅资料 45 钢的抗拉强度为 600MPa，屈服强度为 355MPa。其中根据上述抓取机构的结构，根据文献及现场的调研，设计中初步拟给出连杆数据有：

钝角连杆厚 5mm，宽 20mm，俩钝角边上的圆心距离为 150mm，

长连杆厚 5mm，宽 20mm，俩圆心距离为 260mm，

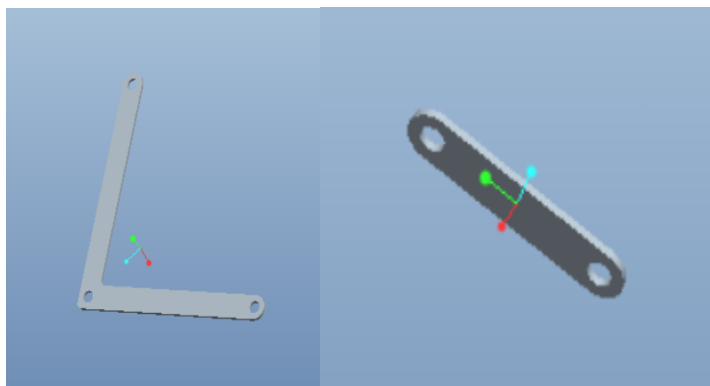
短连杆厚 5mm，宽 20mm，俩圆心距离为 75mm 。

由于长连杆受到的负载最大，且都只发生拉伸形变故只需要对长连杆进行强度校核

即可，则有 $\sigma = \frac{P}{A}$ 公式 (3.1.3) 其中 P 是受到的负载， A 为受力面积，由上述

数据可得 $\sigma = 98/0.000006 = 163\text{MPa}$ ，远小于 $[\sigma] = 600\text{MPa}$ ，则设计符合要求，可以使

用。具体图如图所视：



直角连杆

短连杆

图 3.1.1 各连杆三维模型

长连杆零件图如下：

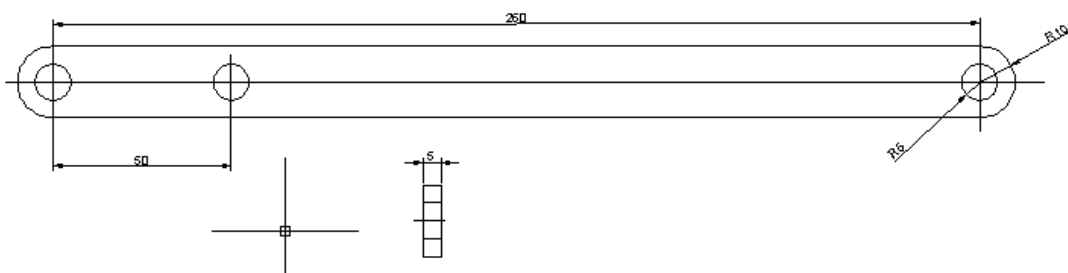


图 3.1.2 长连杆零件图

由于这里孔直径为 10mm, 螺钉则选用 M10*10 以及 M0*15 作为连杆之间的连接固定。 .

2) 横杆的结构设计:

横杆零件图如图所 3.1.3 示:

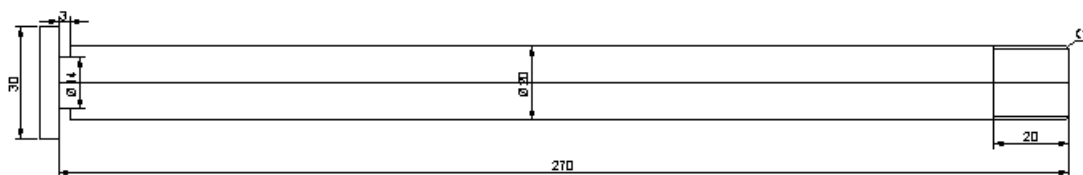


图 3.1.3 横杆零件图

横杆用于连接和固定垂直支撑板的，起到了机械爪打开与夹紧的几何中心点的作用。故选用圆柱外形，以便开合机构的打开与闭合，另外横杆的起到的支撑力分别为中间向上连端向下，设机构满负载时，受到 10kg 向下的重力，和 10kg 向上的拉力，根据文献及现场的调研预设用直径为 20mm，其屈服强度为 355MPa，横杆受到剪切应力为： $\sigma = W/A = 10 \div (3.14 \times 10 \times 10) \times 0.000001 \approx 31.8 \text{MPa}$ ，远小于其屈服强度，故选材符合要求。

3) 连接块的结构设计：

连接块连接长连杆与直角连杆，起到支撑机械爪打开与夹紧作用。其结构模型图和零件图如图 3.1.4 和图 3.1.5 所示：

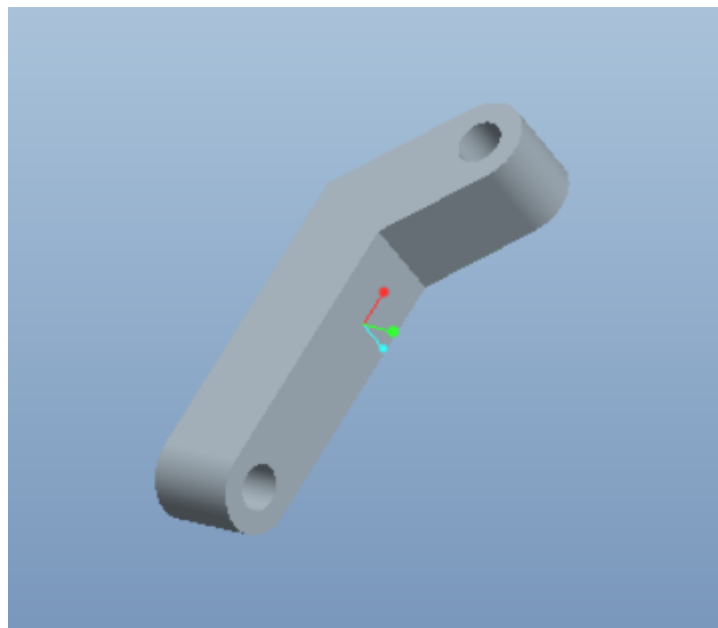


图 3.1.4 连接块结构模型图

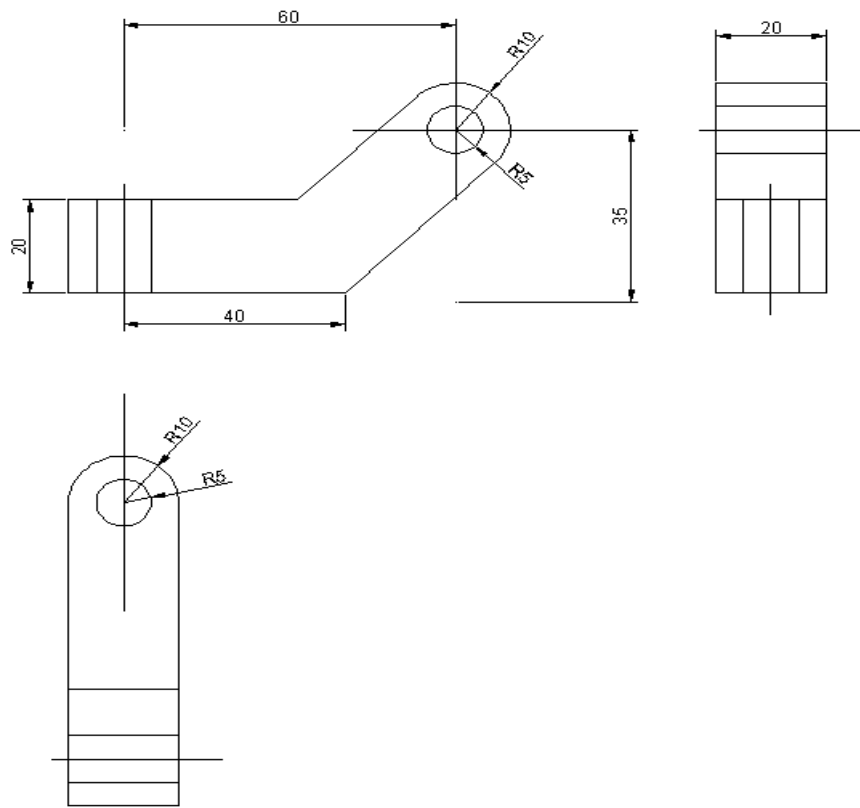


图 3.1.5 连接块零件图

4) 垂直支撑板的结构设计:

支撑板俩圆孔由横杆穿过连接，穿槽两个面都与长连杆通过螺钉连接。其结构模型图和零件图如图 3.1.6 和图 3.1.7 所示:

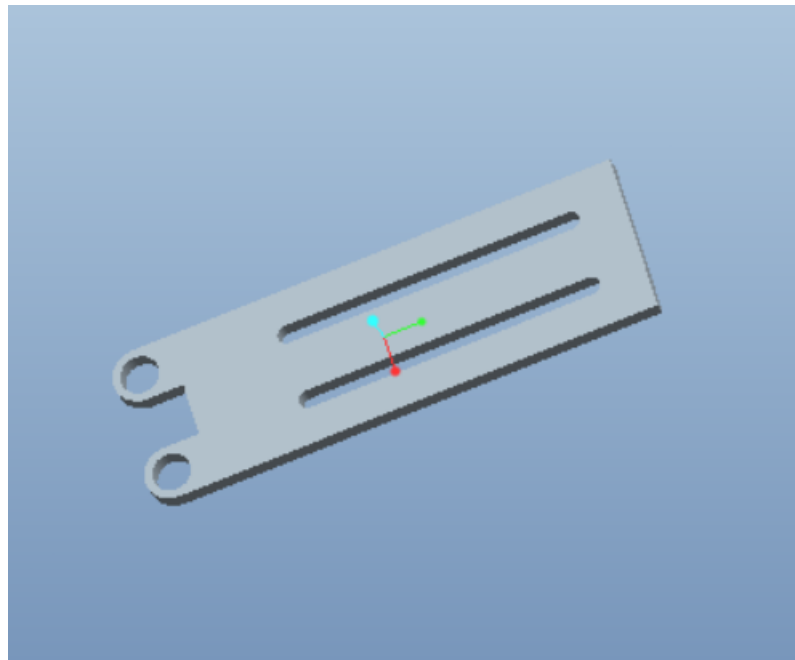


图 3.1.6 垂直支撑板模型

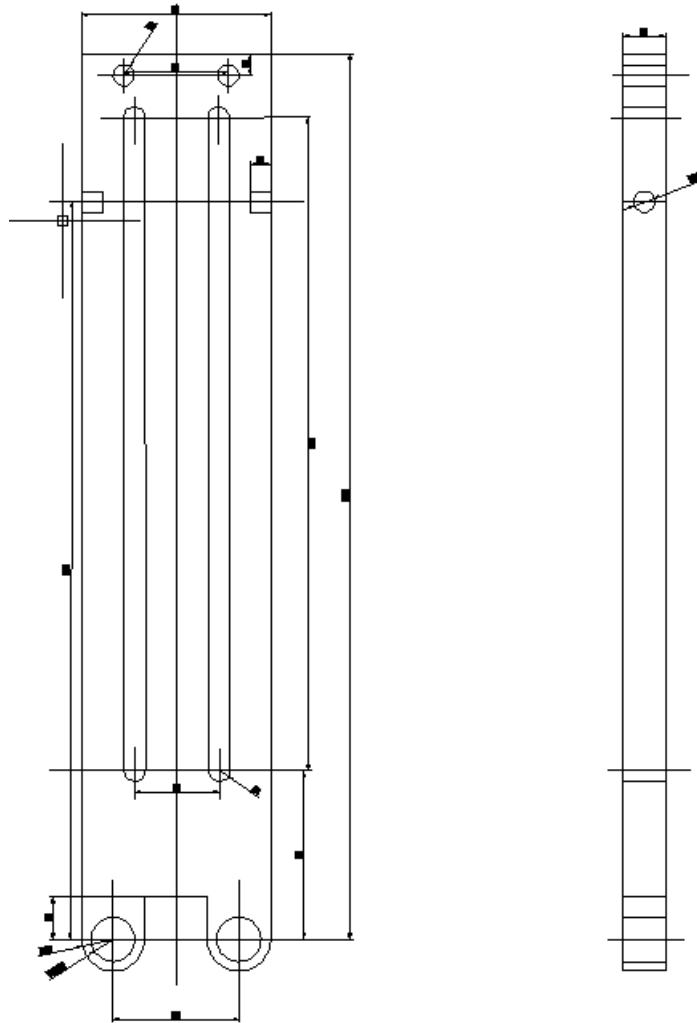


图 3.1.7, 支撑板零件图

5) 气缸选用:

抓取机构的驱动选用气缸驱动，根据所设计的抓取机构的数据选气缸的型号为 CDJ2B30-250A-M9B，该型号气缸外径为 30mm，内径为 20mm，行程为 250mm，为双作用气缸。气缸可以为抓取机构提供约 186N 的夹持力，而上述计算，抓取机构只要 88.2N 夹持力即可，所以气缸选用合适。

6) 气缸固定块: 气缸的固定则需要设计特定的固定块，其结构如图 3.1.8 所示:

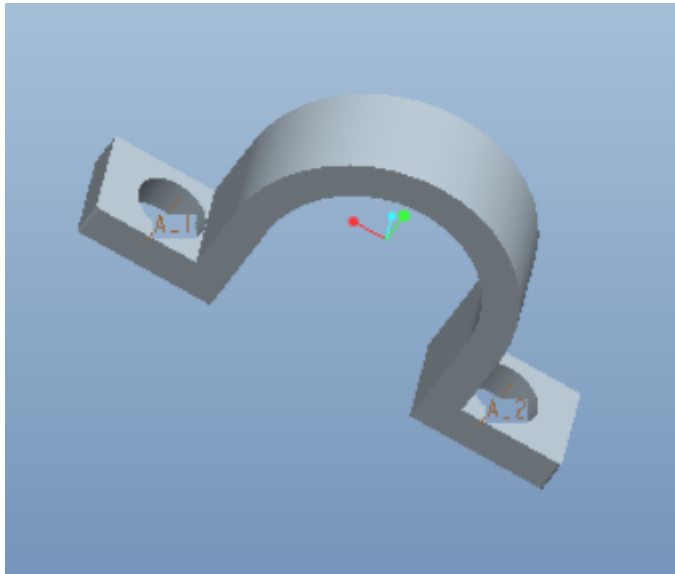


图 3.1.8 气缸固定块

气缸的固定块将气缸提供螺钉固定在竖直支持板上。螺钉选用 M10*20。

3.2 底座与立柱模块的结构设计

本模块包括了底座的设计和立柱的设计。底座作为机械臂的基座机构，主要起到支撑和固定机械臂其他模块以及与外界机构连接的作用。在本论文中的装谷物机械臂底座起着定位的作用，要求其有一定的刚性。

1) 底座的结构设计：本设计的底座的选材考虑成本及稳定性选用铸铁。底座外形选用梯形结构，这样可以更好的在机械臂工作过程中稳定机械臂，不因为其因为负载而倾倒侧翻。其结构如图 3.2.1 所示：

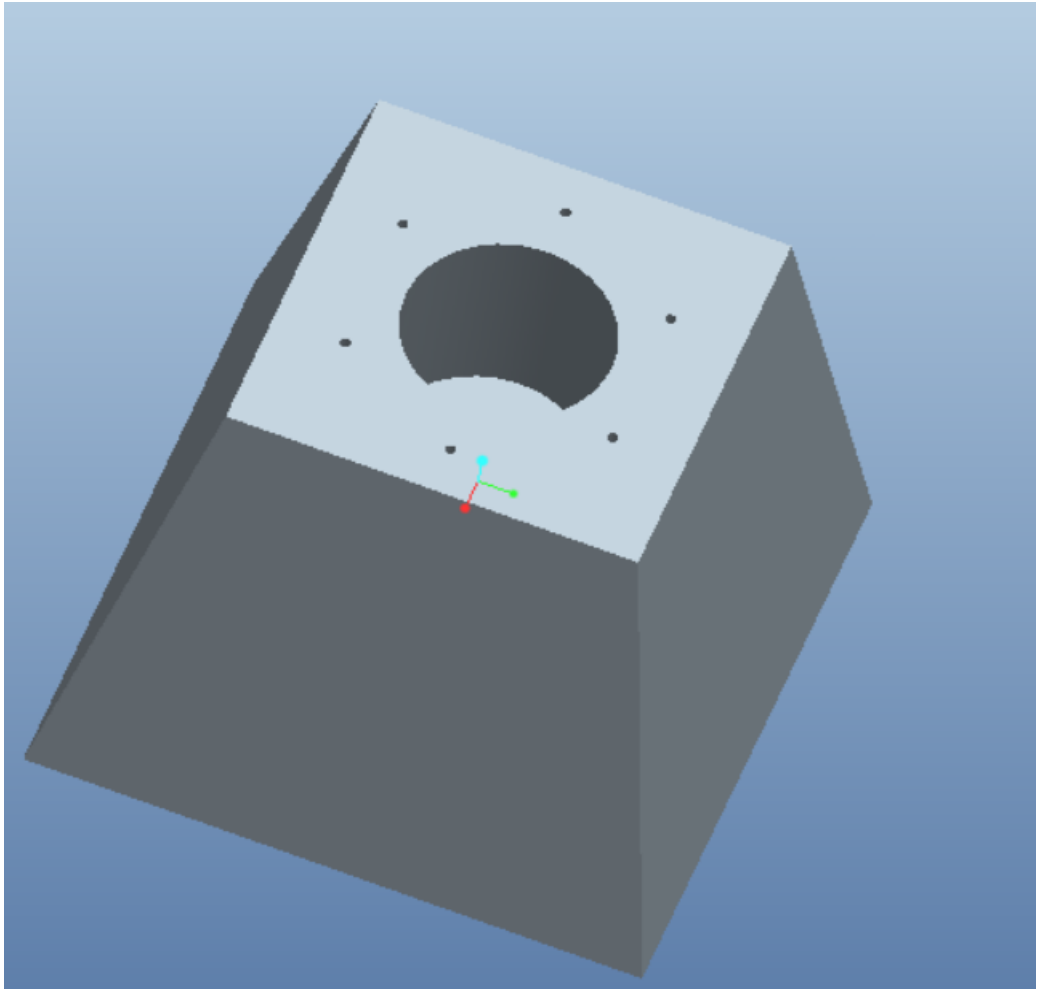


图 3.2.1 底座结构建模

2) 立柱的结构设计：立柱通常起着连接底座和机械手功能部分的作用，因要考虑机械臂整体重量的问题，这里选用铝合金作为立柱材料，立柱结构如图 3.2.2 所示：

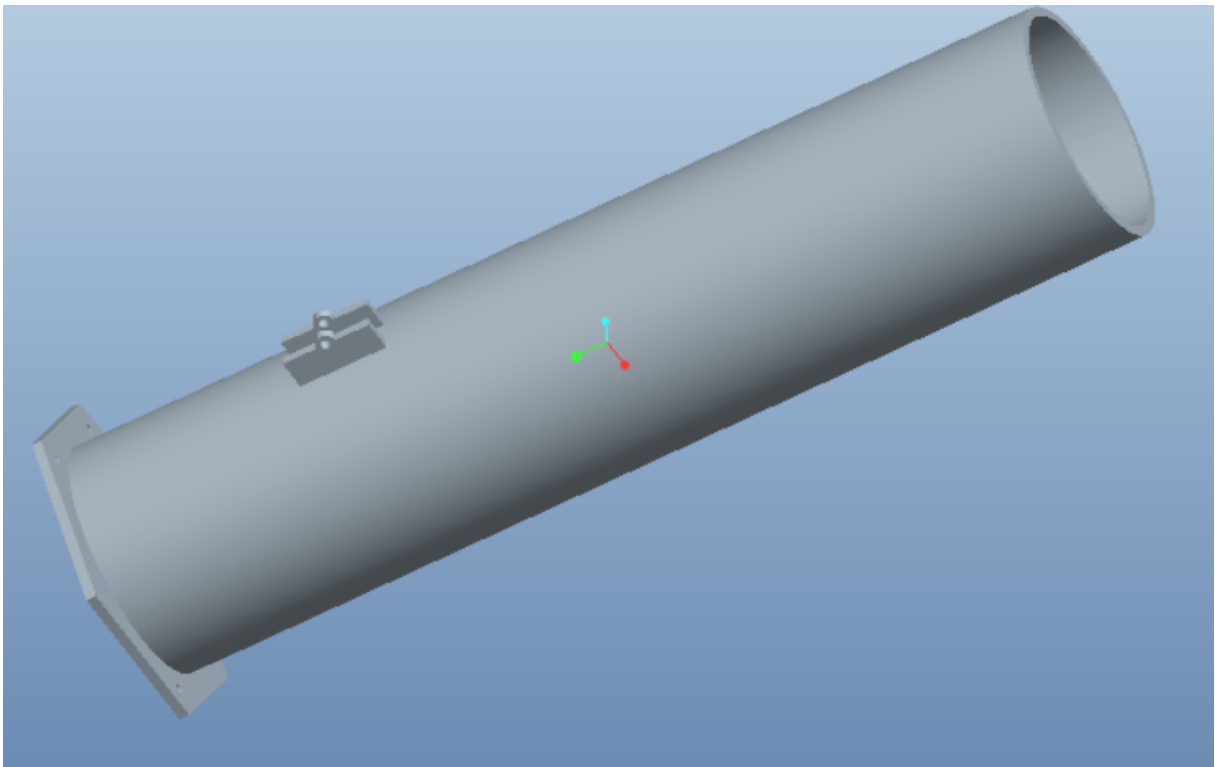


图 3.2.2 立柱结构示意图

本结构设计选用 M10*30 的螺钉进行底座与立柱的连接固定，另外立柱上的有一处特征是立柱与水平臂的支撑杆的连接固定位置，采用 M10*50 螺钉螺母进行连接固定，以防水平臂工作时屈服应力过大导致水平臂弯曲变形。

3) 电机的选用: 底座圆柱槽为伺服电机放置位置，本设计选用型号为 YE2-100L2-8 的电机，而且是立式/B5，电机的部分数据如图 3.2.3 所示：

型号 Type	功率 Power (KW)	额定电流 Current (A)	转速 Speed (r/min)	效率 Eff (%)	功率因数 Power Factor	堵转转矩 额定转矩 Locked Rotor Torque Rated Torque	堵转电流 额定电流 Locked Rotor Current Rated Current	最大转矩 额定转矩 Breakdown Torque Rated Torque
同步转速750r/min								
YE2-80M1-8	0.18	0.88	645	51.0	0.61	1.8	3.3	1.9
YE2-80M2-8	0.25	1.15	645	54.0	0.61	1.8	3.3	1.9
YE2-90S-8	0.37	1.49	670	62.0	0.61	1.8	4.0	1.9
YE2-90L-8	0.55	2.17	670	63.0	0.61	1.8	4.0	2.0
YE2-100L1-8	0.75	2.4	680	71.0	0.67	1.8	4.0	2.0
YE2-100L2-8	1.1	3.4	680	73.0	0.69	1.8	5.0	2.0
YE2-112M-8	1.5	4.4	690	75.0	0.69	1.8	5.0	2.0
YE2-132S-8	2.2	6	705	78.0	0.71	1.8	6.0	2.0
YE2-132M-8	3	7.9	705	79.0	0.73	1.8	6.0	2.0
YE2-160M1-8	4	10.3	720	81.0	0.73	1.9	6.0	2.0
YE2-160M2-8	5.5	13.6	720	83.0	0.74	2.0	6.0	2.0

图 3.2.3 电机数据表格

该电机机身长 200mm,输出轴长 40mm,总长 253mm。电机与回转机构通过转轴连接 4) 转轴的结构设计: 转轴与输出轴通过螺钉 M10*30 连接固定。此转轴材料为 45 号钢,长为 700mm,一端与电机输出轴连接,另一端则与回转机构契合到一起。转轴结构如图 3.2.4 零件图如 3.2.5 所示:

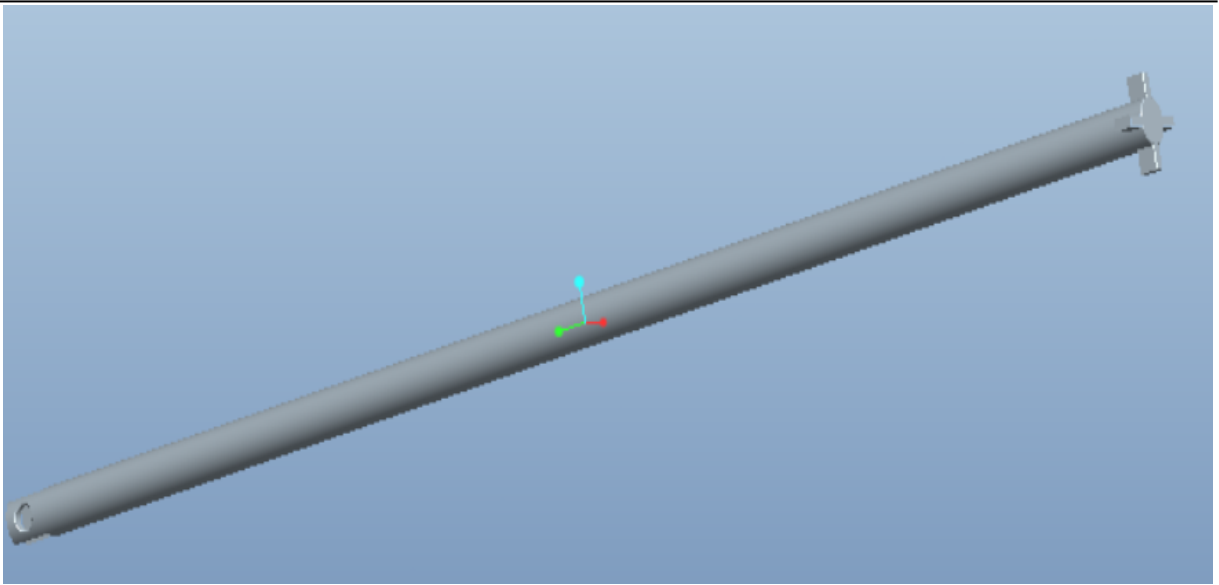


图 3.2.4 转轴

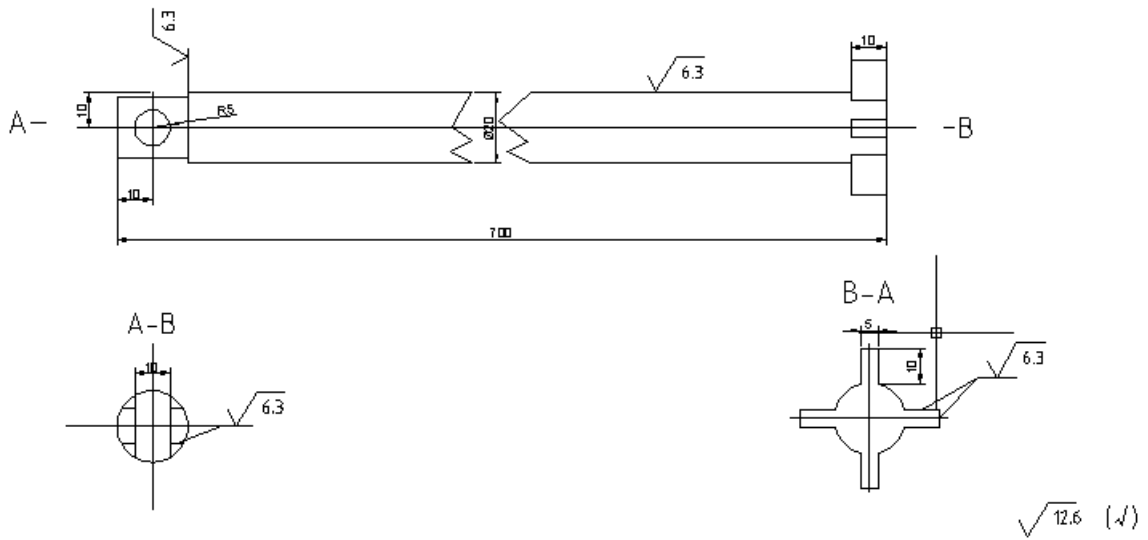


图 3.2.5 转轴零件图

转轴强度校核: 根据 GB/T699-1999 标准规定 45 钢的抗拉强度为 600MPa, 屈服强度为

355MPa。此处有
$$\tau = \frac{T}{W_t} \quad \text{公式 (3.2.1)}$$

其中 T 为力矩之和, W_t 为抗扭截面系数, 它与材料的截面尺寸有关, 此处应为:

$$W_t = \frac{\pi d^3}{16} \quad \text{公式 (3.2.2)}, \text{ 由上述公式得: } \tau \approx$$

107.6MPa, 小于 355MPa, 所以转轴强度符合要求。

3.3 水平伸缩臂模块的结构设计

本设计机械臂的水平臂是通过安装在转台上而转台则通过轴承套在立柱上立柱上的, 机械臂工作时, 水平臂上则由滑块做水平方向的直线运动。而水平臂主要由转台, 四条光滑的金属导轨, 导轨固定块, 滑块, 长螺杆, 等一部分零件组成。下面一一列出所设计的零件。

3.3.1 水平伸缩臂的零件结构设计

1) 转台的结构设计: 因立柱采取的是空心圆柱结构, 而转台设计成目前所见的模型, 是因为, 立柱上端还需要套入一个外径 220mm, 内径 180mm 的轴承, 才可以套上转台, 使得转台可以正常运转。故把转台设计为凸台结构。起到旋转水平臂的作用, 转台上可安装电机, 金属导轨的固定块, 以及水平臂的提升肩。其结构如 3.3.1 所示:

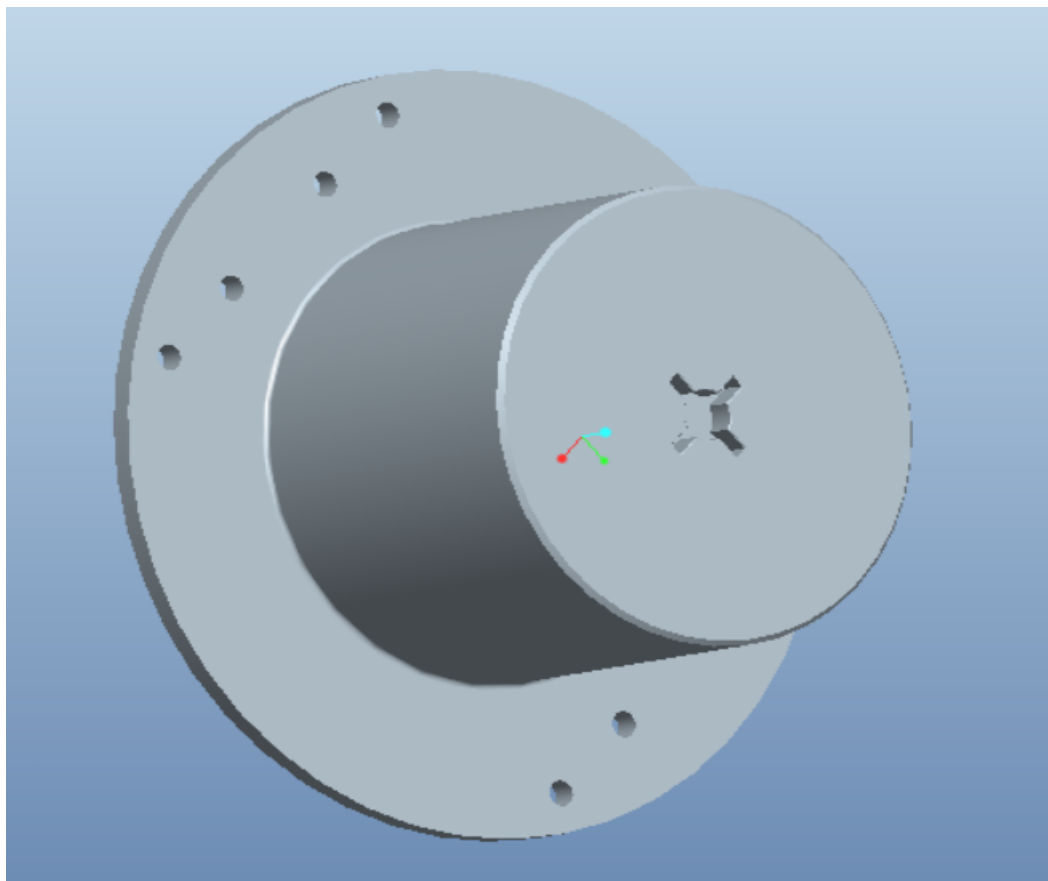


图 3.3.1 转台

2) 导轨固定块的结构设计: 安装在转台上, 固定于电机输出轴相近的导轨的一端, 起到支撑导轨的作用。其结构如图 3.3.2, 零件图 3.3.3 如图所示:

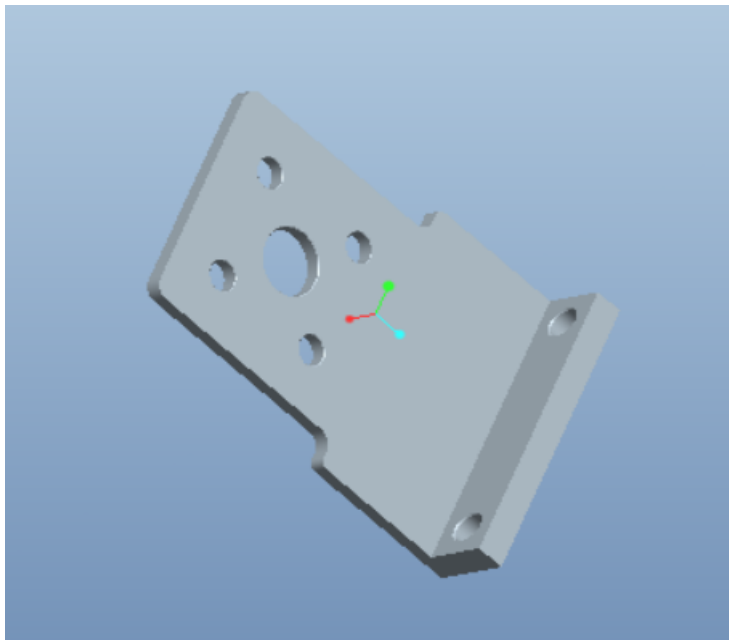


图 3.3.2 导杆固定块

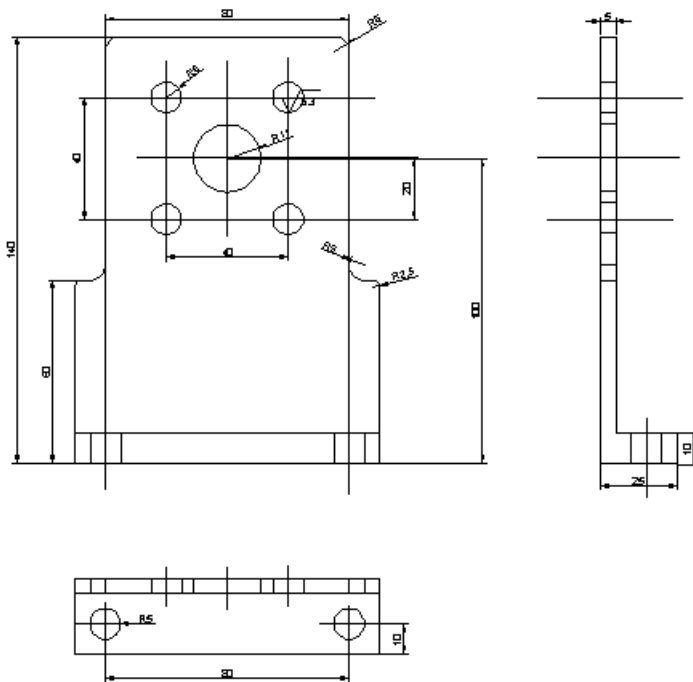


图 3.3.3 导杆固定块零件图

3) 导轨:使滑块在其表面做往复运动, 具体尺寸为长 1000mm,直径 10mm, 材料 45 号钢。如图 3.3.3 所示:



图 3.3.4 导轨

在本设计中，该导轨还起到承重作用，故对导轨继续强度上的校核：由公式 3.3.1 和公式 3.3.2，结合材料屈服强度为 355MPa，竖直臂和机械爪的重量约为 20kg，则 4 根导杆

中各导杆所受到最大的有弯曲应力为 $\tau = \frac{T}{W_t} \approx 20.4\text{MPa}$ ，远小于导杆的屈服强度。故

导杆可以使用。

4) 螺杆的设计：

一端于电机输出轴连接固定，一端与水平臂端板上的轴承套在一起，中间套入滑块。而电机输出轴的直径为 20mm，故螺杆直径设计成 20mm，根据文献及现场的调研设计预设机械臂水平工作行程 800mm。即为螺杆有效工作长度，两端预留 100mm 的长度，为组装固定块末端板提供空间。工作时可以使滑块在导轨上在直线运动。所以螺杆总长 1000mm，有效工作长度 800mm，直径 20mm，节距 8mm 其结构如图 3.3.5 所示：

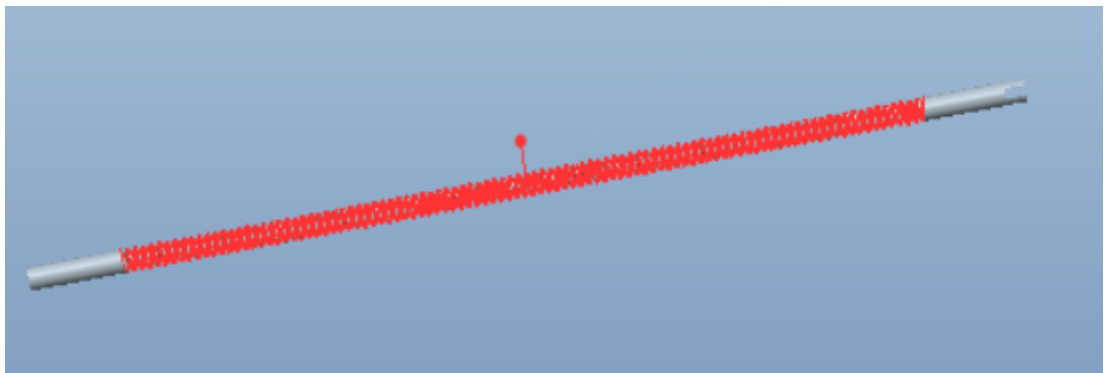


图 3.3.5 螺杆

由于电机选用的是与上面底座设计模块的电机一样型号的卧式电机，电机额定转矩 1.8，最大转矩 2.0。此处螺杆受到承重力的作用，设螺杆工作时，受到向下的重力 20kg

（包括抓取机构和谷物重量），则其受到最大弯曲应力为 $\tau = \frac{T}{W_t} \approx 57.2\text{MPa}$ ，小于其屈

服强度 355MPa，螺杆可以使用。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要
下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/718072021033006052>