



天津中德应用技术大学
Tianjin Sino-German University of Applied Sciences

本科生毕业设计

飞机主轮拆装辅助装置设计
Design of Aircraft Main Wheel Disassembly
Auxiliary Device

姓 名 张焱
学 院 航空航天学院
专 业 飞行器制造工程
指导教师 魏志民
职 称 讲师
完成时间 2022年6月3日



天津中德应用技术大学
Tianjin Sino-German University of Applied Sciences

本科生毕业设计

飞机主轮拆装辅助装置设计
Design of Aircraft Main Wheel Disassembly
Auxiliary Device

姓 名 张焱
学 院 航空航天学院
专 业 飞行器制造工程
指导教师 魏志民
职 称 讲师
完成时间 2022年6月3日

天津中德应用技术大学

本科生毕业设计（论文）选题申报表

学 院	航空航天学院	申 报 人	姓 名	魏志民
专 业	飞行器制造工程		技术职务	中级
题目名称	飞机主轮拆装辅助装置设计			
题目类型	自拟	题目来源	其他项目	
课题来源、背景及意义	<p>飞机机轮组件是飞机起飞和着陆的关键部件，飞机的安全起飞和降落都必须依靠飞机轮胎完成，这使得飞机轮胎不仅具有较大的尺寸，而且还需要具有良好的抗冲击例和很低的生热性，且飞机起降时飞机轮胎产生的静电荷要能均匀传至地面。因此，对飞机轮胎进行检修十分重要。目前，对飞机轮胎进行检修时，由于飞机轮胎距离地面的高度，以及飞机轮胎的侧面与地面所呈现的夹角不定，导致拆装飞机轮胎的过程比较麻烦。现有飞机轮胎的拆装，大多数主要是靠人力和一些简单的辅助装置来完成，不能稳定的拆掉或者对准安装孔，而且不能快速地拆装飞机轮胎，不利于提高飞机轮胎检修效率。</p> <p>因此，本文主要针对提高飞机机轮维修效率进行探讨，设计一种飞机机轮拆装辅助设备。SolidWork 能够通过三维模型表征机械零件的结构特征，利用 SolidWork 对设计出的机轮拆装辅助设备建模，并对模型进行受力分析和运动仿真，最后应用到实际当中去来提高飞机机轮维修的效率。</p>			
任务及要求	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解飞机主轮拆装步骤； 2. 设计主轮拆装辅助装置； 3. 熟练使用 SolidWorks 建模软件； 4. 利用 SolidWorks 软件完成主轮拆装辅助装置建模； 5. 对主轮拆装辅助装置模型进行受力分析、运动仿真。 			
工作条件	电脑、SolidWorks、相关书籍资料			
知识与能力要求	熟练掌握 SolidWorks 软件，利用 SolidWorks 软件完成主轮拆装辅助装置建模、受力分析和运动仿真。			
系（教研室）审查意见：				
无				
负责人(签名)： <u>张健</u> 2021 年 11 月 28 日				



天津中德应用技术大学
Tianjin Sino-German University of Applied Sciences

毕业设计（论文）任务书

题 目： 飞机主轮拆装辅助装置设计

学 院： 航空航天学院

专 业： 飞行器制造工程

学生姓名： 张焱

学 号： 20414040206

起止日期： 2021年12月3日~2022年6月3日

指导教师： 魏志民

任务书下达日期: 2021年12月3日

毕 业 设 计（论 文）任 务 书

1. 毕业设计（论文）课题背景及意义

飞机机轮组件是飞机起飞和着陆的关键部件，飞机的安全起飞和降落都必须依靠飞机轮胎完成，这使得飞机轮胎不仅具有较大的尺寸，而且还需要具有良好的抗冲击例和很低的生热性，且飞机起降时飞机轮胎产生的静电荷要能均匀传至地面。因此，对飞机轮胎进行检修十分重要。目前，对飞机轮胎进行检修时，由于飞机轮胎距离地面的高度，以及飞机轮胎的侧面与地面所呈现的夹角不定，导致拆装飞机轮胎的过程比较麻烦。现有飞机轮胎的拆装，大多数主要是靠人力和一些简单的辅助装置来完成，不能稳定的拆掉或者对准安装孔，而且不能快速地拆装飞机轮胎，不利于提高飞机轮胎检修效率。

机轮作为飞机上的重要部件，对于维护与修理有着极高的要求。因此，本文主要针对提高飞机机轮维修效率进行探讨，设计一种飞机机轮拆装辅助设备。SolidWork能够通过三维模型表征机械零件的结构特征，利用 SolidWork 对设计出的机轮拆装辅助设备建模，并对模型进行受力分析和运动仿真验证。

2. 毕业设计（论文）课题任务的内容和要求

研究内容 1

利用文献查阅法检索课题相关的技术资料 and 文献资源，对飞机主轮拆装步骤进行分析，并设计主轮拆装辅助装置结构。

研究内容 2

运用 SolidWorks 软件对主轮拆装辅助装置进行建模并装配。

研究内容 3

主轮拆装辅助装置模型进行受力分析。

研究内容 4

软件操作界面优化设计，对主轮拆装辅助装置模型进行运动仿真。

要求：掌握 SolidWorks 的使用，最终提交毕业论文一份。

毕 业 设 计（论 文）任 务 书

3. 毕业设计（论文）课题成果（包括毕业设计论文、图表、实物样品等）：

毕业设计论文一篇

4. 推荐参考资料：

- [1] 范明星,陈坚华,王春光.基于 SolidWorks 软件的升降回转测试平台结构设计[J].焦作大学学报,2021,35(01):89-92.
- [2] 李光兵. 一种飞机轮胎拆装辅助装置:, CN105216561A[P].
- [3] 仝崇楼, 张羽, 翟晓帅, 陈东林, & 吴松林. (2016). 一种飞机机轮拆装车. CN103522836B.
- [4] 蒋晖.基于 SimulationX 的液压助力转向系统的仿真分析[J].农业装备与车辆工程,2016,54(05):67-70.
- [5] 杨先学.民用飞机轮胎互换性分析[J].科技资讯,2016,14(24):54-55.
- [6] 王永旗, 张书强, 祁喜泉, 徐可君, 智俊维, & 秦海勤. (2016). 一种飞机主机轮拆装工具. CN205765784U.
- [7] 贾奎孚, & 刘璟伟. (2012). 飞机机轮安装拆卸车. CN102530263A.
- [8] 梅菊. 基于 SolidWorks 的凸轮连杆参数化设计及 CAD 系统开发[D].西南交通大学,2017.
- [9] Sun Mingming,Zhao Yanan,Wang Zhonghui,Liang Bing,Shao LiuBao. Design and dynamic simulation of manipulator[J]. Journal of Physics: Conference Series,2021,1820(1):
- [10] Yingjie Tang,Xinwen Li. Simulation Research of Manipulator Control System Based on Solidworks and Simmechanics[J]. Academic Journal of Computing & Information Science,2018,1(1):
- [11] Integrated SolidWorks & Simscape Platform for the Model-Based Control Algorithms of Robot Manipulators[J]. Journal of the Korean Society for Power System Engineering,2014,18(4):

所在专业审查意见：

同意

负责人： 张健

2021 年 12 月 3 日



天津中德应用技术大学

Tianjin Sino-German University of Applied Sciences

本科生毕业设计（论文）开题报告

题 目：飞机主轮拆装辅助装置设计

学 院：航空航天大学

专 业：飞行器制造工程

学生姓名：张焱

学 号：20414040206

起止日期：2021年12月3日-2022年6月3日

指导教师：魏志民

开题日期：2022年3月5日

一、开题报告内容（课题的目的意义、与本课题有关的国内外研究（应用）情况及发展趋势、课题主要研究内容、参考文献等）

（一）课题的目的和意义

飞机机轮组件是飞机起飞和着陆的关键部件，飞机的安全起飞和降落都必须依靠飞机轮胎完成，这使得飞机轮胎不仅具有较大的尺寸，而且还需要具有良好的抗冲击性和很低的生热性，且飞机起降时飞机轮胎产生的静电荷要能均匀传至地面。因此，对飞机轮胎进行检修十分重要。目前，对飞机轮胎进行检修时，由于飞机轮胎距离地面的高度，以及飞机轮胎的侧面与地面所呈现的夹角不定，导致拆装飞机轮胎的过程比较麻烦。现有飞机轮胎的拆装，大多数主要是靠人力和一些简单的辅助装置来完成，不能稳定的拆掉或者对准安装孔，而且不能快速地拆装飞机轮胎，不利于提高飞机轮胎检修效率。

机轮作为飞机上的重要部件，对于维护与修理有着极高的要求。因此，本文主要针对提高飞机机轮维修效率进行探讨，设计一种飞机机轮拆装辅助设备。SolidWork 能够通过三维模型表征机械零件的结构特征，利用 SolidWork 对设计出的机轮拆装辅助设备建模，并对模型进行受力分析和运动仿真，最后应用到实际当中去来提高飞机机轮维修的效率。

（二）国内外研究情况：

目前国内各航空公司在机轮维护过程中经常需要安装拆卸机轮，由于不同飞机机轮安装位置不同，大多数靠人力完成。对小飞机来说，由于轮子小，还能采用人工抬的方法。但对于大飞机来说特别是多轮飞机靠人力抬就无法解决，需用撬杠来拆装不但劳动强度大、效率低且控制不好往往会碰伤机轮或传感器甚至造成人员受伤。

深圳市瑞普福航空科技有限公司使用的这种飞机轮毂更换装置，包括液压杆、支板、连接件和挤紧件，所述支板的底端的四角处均固定有刹车滚轮。优点是体积小、可以在平面上全方位运动移动灵活、操作方便，可以根据轮毂的大小来调节高度。缺点是开度固定、水平位移精准度不够。深圳市阿姆斯特壮航空科技有限公司使用的一种机轮毂更换辅助装置，包括底板、滑轮、滑动板、转动杆、滚筒、支撑杆、电动伸缩杆、转动套、底座、挡杆组成。优点是节省人力、体积小，可以根据轮毂的尺寸来调节大小。缺点是在工作过程中必需电力供应，操作环境受到限制。

在国外 TT-A-T01 飞机机轮抵鲤机广泛应用在波音 737/757/767/777，空客 A319/320/321 适用于所有飞机机轮。缺点是价格昂贵，必须定期检查所有零件，损坏的零件必须使用原厂配件更换，维修或保养必须由专业人员维修。

国外的拆装设备由于价格昂贵且通用性差各航空公司很少配备，国内的有些厂家也生产了类似产品，因其经济、环境和社会效益以及对自然资源可持续性的贡献而受到越来越多的关注。拆卸是再制造产品的第一个过程，通常也是最困难的过程。从拆装模式、拆装建模

和规划方法的角度回顾了现有的主要拆装辅助装置。本课题从这些角度分析和总结了不同装置的优缺点，设计一款机轮拆装辅助装置。

（三）课题主要研究内容

研究内容 1：利用文献查阅法检索课题相关的技术资料 and 文献资源，对飞机主轮拆装步骤进行分析，并设计主轮拆装辅助装置结构。

研究内容 2：运用 SolidWorks 软件对主轮拆装辅助装置进行建模并装配。

研究内容 3：主轮拆装辅助装置模型进行受力分析。

研究内容 4：软件操作界面优化设计，对主轮拆装辅助装置模型进行运动仿真。


（四）参考文献

- [1] 范明星,陈坚华,王春光.基于 SolidWorks 软件的升降回转测试平台结构设计[J].焦作大学学报,2021,35(01):89-92.
- [2] 李光兵. 一种飞机轮胎拆装辅助装置:, CN105216561A[P].
- [3] 仝崇楼, 张羽, 翟晓帅, 陈东林, & 吴松林. (2016). 一种飞机机轮拆装车. CN103522836B.
- [4] 蒋晖.基于 SimulationX 的液压助力转向系统的仿真分析[J].农业装备与车辆工程, 2016,54(05):67-70.
- [5] 杨先学.民用飞机轮胎互换性分析[J].科技资讯,2016,14(24):54-55.
- [6] 王永旗, 张书强, 祁喜泉, 徐可君, 智俊维, & 秦海勤. (2016). 一种飞机主机轮拆装工具. CN205765784U.
- [7] 贾奎孚, 刘璟伟. (2012). 飞机机轮安装拆卸车. CN102530263A.
- [8] 梅菊. 基于 SolidWorks 的凸轮连杆参数化设计及 CAD 系统开发[D].西南交通大学,2017.
- [9] Sun Mingming,Zhao Yanan,Wang Zhonghui,Liang Bing,Shao LiuBao. Design and dynamic simulation of manipulator[J]. Journal of Physics: Conference Series,2021,1820(1):
- [10] Yingjie Tang,Xinwen Li. Simulation Research of Manipulator Control System Based on Solidworks and Simmechanics[J]. Academic Journal of Computing & Information Science,2018,1(1):
- [11] Integrated SolidWorks & Simscape Platform for the Model-Based Control Algorithms of Robot Manipulators[J]. Journal of the Korean Society for Power System Engineering,2014,18(4):

二、进度及预期结果		
起止日期	主要内容	预期结果
2021.12.3-2022.1.2	1、制订研究方案	完成方案制定
2022.1.3-2022.1.30	2、研究学习 solidworks 工具的使用方法，初步设计飞机主轮拆装辅助装置。	熟练掌握 solidworks 建模方法
2022.2.1-2022.2.28	3、利用 solidworks 工具对飞机主轮拆装辅助装置进行建模。	进行初步建模
2022.3.1-2022.3.20	4、对此主轮拆装辅助装置模型进行运动仿真，并进一步完善设计，对其不合理处进行优化改进。	完成飞机机轮辅助拆装装置三维模型设计
2022.3.21-2022.4.7	5、撰写论文	论文定稿
2022.4.7-2022.6.3	6、论文查重和答辩	完成答辩
完成课题的现有条件	solidworks、电脑、文献书籍。	
指导教师 意见	同意开题 指导教师： <u>魏志民</u> <u>2022</u> 年 <u>3</u> 月 <u>5</u> 日	
开题答辩 小组意见	同意开题 组 长： <u>姚冀涛</u> <u>2022</u> 年 <u>3</u> 月 <u>5</u> 日	


天津中德应用技术大学
本科生毕业设计（论文）的声明

本人郑重声明：所呈交的毕业设计（论文），是本人在指导教师指导下，进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本毕业设计（论文）的研究成果不包含任何他人创作的、已公开发表或没有公开发表的作品内容。对本设计（论文）所涉及的研究工作做出贡献的其他个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本毕业设计（论文）原创性声明的法律责任由本人承担。

毕业设计（论文）作者签名： 

2022年 6月 3日

本人声明：该毕业设计（论文）是本人指导学生完成的研究成果，已经审阅过设计（论文）的全部内容，并能够保证题目、关键词、摘要部分中英文内容的一致性和准确性。

毕业设计（论文）指导教师签名： 

2022年 6月 3日

摘 要

机轮是飞机航线维护中重点检查的项目之一,若检查中发现超限损伤则必须进行更换,正常机轮轮胎在承受飞机 200 起降循环后需视情进行更换,因此在航线上的机轮更换工作已属于常规性的维护工作。由于飞机主轮体积和重量大,往往使拆装过程不易进行,尤其是机轮在脱离和套入轮轴时容易发生人员和设备损伤。目前,航线上拆装机轮主要依靠人力,存在不能快速安全拆下和安装的问题,虽然个别航空公司具备相关的机轮拆装设备,但往往因设备笨重且适用性不强而放弃使用,因此设计一个针对飞机主轮拆装的通用辅助装置具有现实意义。本文针对以上问题,选取 B737NG 飞机主轮作为拆装工作研究对象,设计了一个开度可调的飞机主轮拆装辅助装置,具备结构简单、操作方便、多规格机轮通用的特点,能够有效提升飞机机轮的拆装效率和安全性。

本文首先阐述了国内外飞机机轮拆装设备的应用现状,详细介绍了 B737NG 飞机机轮的拆装工序,然后利用 solidworks 完成了飞机主轮拆装辅助装置的模型设计并进行了装配,最后完成了飞机主轮拆装辅助装置的功能仿真验证。设计完成的模型结构合理、原理可行,可作为真实机轮拆装辅助装置的制造结构选型。

关键词: solidworks; 飞机机轮; 拆装; 三维设计

ABSTRACT

The wheel is one of the key inspection items in the aircraft route maintenance. If it is found that it is out of limit damage in the inspection, it must be replaced. The normal wheel tire needs to be replaced as appropriate after bearing the aircraft 200 take-off and landing cycle. Therefore, the wheel replacement on the route has been a routine maintenance work. Due to the large volume and weight of the main wheel of the aircraft, it is often difficult to carry out the disassembly and assembly process, especially when the wheel is separated and sleeved into the axle, it is easy to cause personnel and equipment damage. At present, the disassembly and assembly of aircraft wheels on the route mainly depends on manpower, which can not be removed and installed quickly and safely. Although some airlines have relevant wheel disassembly and assembly equipment, they often give up the use because the equipment is bulky and not applicable. Therefore, it is of practical significance to design a general auxiliary device for the disassembly and assembly of aircraft main wheels. Aiming at the above problems, this paper selects the main wheel of B737NG aircraft as the research object of disassembly and assembly, and designs an auxiliary device for disassembly and assembly of aircraft main wheel with adjustable opening. It has the characteristics of simple structure, convenient operation and universal use of multi specification wheels, which can effectively improve the efficiency and safety of disassembly and assembly of aircraft wheels.

Firstly, this paper expounds the application status of aircraft wheel disassembly and assembly equipment at home and abroad, and introduces the disassembly and assembly process of B737NG aircraft wheel in detail. Then, the model design and assembly of aircraft main wheel disassembly and assembly auxiliary device are completed by using SolidWorks. Finally, the functional simulation verification of aircraft main wheel disassembly and assembly auxiliary device is completed. The designed model has reasonable structure and feasible principle, and can be used as the manufacturing structure selection of real wheel disassembly and assembly auxiliary device.

Key Words: solidworks; Aircraft wheels; Disassembly and assembly; three dimensional

目 录

第一章 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 国内外研究现状	1
1.2.1 国外研究现状	1
1.2.2 国内研究现状	2
1.3 研究内容	3
第二章 飞机机轮拆装工序及建模工具介绍	4
2.1 飞机机轮拆装工序	4
2.2 SolidWorks 建模工具介绍	6
2.3 本章小结	7
第三章 飞机主轮拆装辅助装置模型设计及装配	8
3.1 飞机主轮拆装辅助装置功能需求分析	8
3.2 飞机主轮拆装辅助装置模型设计	8
3.2.1 升降装置框架模型设计	8
3.2.2 带立式座轴承模型设计	10
3.2.3 手轮模型设计	13
3.2.4 水平移动装置模型设计	14
3.2.5 摆臂装置模型设计	16
3.2.6 飞机主轮拆装装置底座模型设计	17
3.3 飞机主轮拆装辅助装置装配	18
3.3.1 升降装置装配	18
3.3.2 水平移动装置装配	19
3.3.3 摆臂装置装配	19
3.3.4 飞机主轮拆装辅助装置总装配	20
3.4 本章小结	20
第四章 飞机主轮拆装装置应力分析与功能仿真	21
4.1 飞机主轮拆装辅助装置应力分析	21
4.2 飞机主轮拆装辅助装置功能仿真	22
4.3 本章小结	23

结论	错误! 未定义书签。
参考文献	25
致 谢	26

第一章 绪论

1.1 研究背景与意义

近年来,随着我国经济的迅速发展,对飞机的需求量也越来越大。中国民航事业的发展已是大势所趋,我国的发展不仅是为了满足国内的经济需要,而且也是国家和民众所看重的一种标志。

每道工序都有专业的人员,按照手册来操作专业的设备进行检查,以判断每个零件是否处于完好的状态。由专业的仪器进行检验,以确定各部件的状态。上百个部件,在经过数十道精密的检验后,全部集中到总装区,“毂”的更换工作已经结束。最后,装配师根据零件编号,将轮毂装配好,再将外胎安装,对轮子部件进行泄漏检测,安装轴承和防尘盖,一台全新的轮子部件出现在我们眼前,脱“胎”换“毂”的更换,就是这个过程。从“胎”到“毂”,需要十多个人,几十个过程,几百次的检验,才能达到使用的要求。飞机轮胎可以是有内胎或无内胎的。它们支撑着飞机在地面上的重量,同时产生必要的附着摩擦力,用于刹车和飞机停下。轮胎也帮助吸收着陆时的冲击,并缓冲起飞、推出和滑行时的地面粗糙度的影响。飞机的机轮总成是飞机起降、起降的重要组成部分,它的安全起降都要依赖于机轮,这就要求飞机的轮胎不但要大,还要耐冲击、耐高温,还要保证飞机在起降过程中能把轮胎的静电传递到地面。所以,对飞机的轮胎进行维修是非常必要的。目前,对飞机轮胎进行检修时,由于飞机轮胎距离地面的高度,以及飞机轮胎的侧面与地面所呈现的夹角不定,导致拆装飞机轮胎的过程比较麻烦。现有飞机轮胎的拆装,大多数主要是靠人力和一些简单的辅助装置来完成,不能稳定的拆掉或者对准安装孔,而且不能快速地拆装飞机轮胎,不利于提高飞机轮胎检修效率。

机轮作为飞机上的重要部件,对于维护与修理有着极高的要求。因此,本文主要针对提高飞机机轮维修效率进行探讨,设计一种飞机机轮拆装辅助设备。利用 SolidWork 对设计出的机轮拆装辅助设备建模,并对三维模型进行静力学分析和运动仿真,设计完成的模型结构合理、原理可行,可作为真实机轮拆装辅助装置的制造结构选型。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国外研究现状

国外 TT-A-T01 如图 1-1 飞机机轮拆卸机广泛应用在波音 737/757/767/777, 空客 A319/320/321 适用于所有飞机机轮。缺点是价格昂贵,必须定期检查所有零件,损坏的零件必须使用原厂配件更换,维修或保养必须由专业人员维修。国外的拆装设备由于价格昂贵且通用性差各航空公司很少配备,国内的有些厂家也生产了类似产品,因其经济、环境和社会效益以及对自然资源可持续性的贡献而受到越来越多的关注。拆卸是再制造产品的第一个过程,通常也是最困难的过程。



图 1-1 TT-A-T01 机轮拆卸机

1.2.2 国内研究现状

国内各航空公司在机轮维护过程中经常需要安装拆卸机轮,由于不同飞机机轮安装位置不同,大多数靠人力完成。对小飞机来说,由于轮子小,还能采用人工抬的方法。但对于大飞机来说特别是多轮飞机靠人力抬就无法解决,需用撬杠来拆装不但劳动强度大、效率低且控制不好往往会碰伤机轮或传感器甚至造成人员受伤。

国内拆装飞机机轮的一般步骤是对于胎顶橡胶好但软而薄的轮胎,用风铲铲胎打滑时,可微抬一下风铲控制踏板,同时将轮胎往里推一下,确认铲口与胎口接触,然后用腿或手靠住,防止轮胎退回,再踩控制踏板,这时较容易铲下轮胎。国内一种飞机轮毂更换装置,包括液压杆、支板、连接件和挤紧件,支板的底端的四角处均固定有刹车滚轮如图 1-2。优点是体积小、可以在平面上全方位运动移动灵活、操作方便,可以根据轮毂的大小来调节高度。缺点是开度固定、水平位移精准度不够。

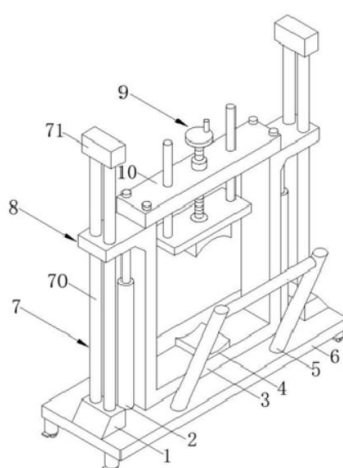


图 1-2 机轮拆卸机

国内使用的一种另一种机轮毂更换辅助装置,包括底板、滑轮、滑动板、转动杆、滚筒、支撑杆、电动伸缩杆、转动套、底座、挡杆组成 如图 1-3 所示。优点是节省人力、

体积小，可以根据轮毂的尺寸来调节大小。缺点是在工作过程中必需电力供应，操作环境受到限制。从拆装模式、拆装建模和规划方法的角度回顾了现有的主要拆装辅助装置。本课题从这些角度分析和总结了不同装置的优缺点，设计一款机轮拆装辅助装置。

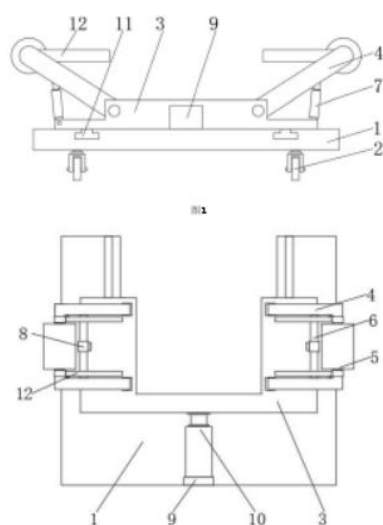


图 1-3 电子机轮拆卸机

1.3 研究内容

本篇论文所设计是一款飞机机轮拆装辅助装置，利用 SolidWorks 进行三维建模和运动仿真，根据国内外研究现状信息和机场现有的飞机机轮拆装工具，总结和分析所收集到的飞机机轮拆装辅助装置的优点和缺点，受到现有装置的结构启发来设计一款新型飞机机轮拆装辅助装置。使这款装置结构简单、操作方便、能适用于大部分的飞机轮胎拆装。可以控制轮胎水平移动、竖直运动。

飞机机轮拆装辅助装置的工作原理是利用脚踏板控制液压缸，带动升降部件上下移动，利用手轮前后扭动来控制水平移动装置进行水平位移，安放轮胎的导向杆可以改变开度来置放不同尺寸的轮胎，利用 SolidWorks 草图功能将设计好的飞机机轮拆装辅助装置的零件进行三维建模，再将 SolidWorks 所建模成的零件进行装配。草图绘制时要简洁，简洁的草图易于编辑、不容易出错，有利于修改特征。最后将组装完成的飞机机轮拆装辅助装置进行运动仿真。

第二章 飞机机轮拆装工序及建模工具介绍

设计飞机主轮拆装辅助装置之前,应了解飞机机轮的拆装工序,根据飞机机轮的拆装工序对飞机主轮拆装装置细节进行设计。以波音 737 飞机机轮为参考,查找 737AMM 手册,分析波音 737 飞机主轮拆卸安装工序。

2.1 飞机机轮拆装工序

2.1.1 波音 737NG 飞机机轮拆卸工序

1.如下位锁销未安装在前起落架和主起落架内,将起落架下位锁。销在无下位锁销的情况下,起落架会收缩并造成人员伤害和设备损坏。

2.确保轮胎周围已安装轮挡。

3.确保该停留刹车刹住。调整停留刹车时,为机轮安装对准刹车转子。

4.用千斤顶顶起主起落架轴、机轮和轮胎组件直到组件离开地面。拆卸机轮和轮胎组件前,给轮胎放气或检查机轮和轮胎以确保安全。气压会使受损的机轮和轮胎组件爆炸,可能会对人员造成伤害,并对设备造成损坏,建议从主起落架一次仅拆卸 1 个机轮和轮胎组件。如果同时拆卸 2 个机轮和轮胎组件,则如果飞机落下,会使结构损坏且人员受伤。

5.检查机轮和轮胎组件。确保所有人员已远离充气活门通道。如果拆卸时活门放出,会使人员受伤。用小孔轮胎放气装置将轮胎放气,如因为活门核心损坏而不能使用常规程序为轮胎放气,逆时针方向慢慢地转动活门组件直到空气经过凸缘泄漏,同时轻按活门组件,所有气体释放后,从轮胎拆卸活门组件。

6.主起落架机轮和轮胎组件拆卸时将对于一个外侧机轮,将八个凸轮位置,紧固件转动 1/4 圈以从外侧轮毂罩,拆除轮毂罩整流罩。拆卸三个螺栓和垫圈以从机轮和轮胎组件拆开外侧轮毂盖或内侧轮毂盖。从机轮和轮胎组件拆卸外侧轮毂盖或内侧轮毂盖。

7.拆卸机轮和轮胎组件执行下列步骤:

(1) 拆卸将轴螺帽固定到轴的两个螺帽,垫圈,和螺栓。当拆卸或安装机轮锁紧螺母时,不要将手指放入机轮锁紧螺母插座工具的减重孔内。这能导致人员受伤。

(2) 用套筒,SPL-1865 拆卸螺帽。

(3) 拆卸固定垫圈。

(4) 将保护器,SPL-1876 的螺纹保护器组件安装到轴螺纹上。

(5) 使用机轮/刹车转位器移动车,COM-1818 以提起和拆卸机轮和轮胎组件。

(6) 将拆卸轮胎的原因标示在轮胎上以便检查员检查轮胎。

(7) 将保护器,SPL-1876 的轴保护器组件安装到轴上。

(8) 拆卸机轮和轮胎组件。

8.结束任务,主起落架机轮和轮胎组件拆卸完成。

2.1.1 波音 737NG 飞机机轮安装工序

1.执行下列步骤准备安装:

- (1) 从轴拆卸保护器,SPL-1876 的轴保护器组件。
- (2) 将所有用旧的滑脂从轴清除。
- (3) 将所有用旧的滑脂从刹车内径清除。
- (4) 做刹车检查。主起落架刹车检查(机轮从飞机拆下)。
- (5) 检查轴和轮毂盖内的防滑传感器驱动部件是否损伤。
- (6) 如机轮是旧的,检查轴承、密封件和机轮组件的其它零件。
- (7) 如轮胎是旧的,检查轮胎。

(8) 如需安装机轮内侧和外侧轴承组件将 Aeroshell 22 滑脂,D00378,或 Mobil28 滑脂,D00233 或 Mobil 航空滑脂 SHC100 滑脂 D50005 涂到轴承组件的所有零件。确保相应的轴承已安装在机轮外侧。在外轴承轮内安装内轴承会造成机轮损坏。

2.将内部轴承安装在机轮的内侧并将外部轴承安装在机轮的外侧。确保正确的滑脂密封安装在机轮外侧。在外部滑脂密封机轮位置安装内部滑脂密封件会造成密封件损坏。

3.将滑脂密封件安装在机轮内侧并将滑脂密封件安装在机轮外侧。

4.如组件的部份,在机轮内侧安装止动环,并在机轮外侧安装止动环。一些机轮组件可能没有作为构型部分的和挡圈,或其看来与那些图解有区别。如有任何关于机轮组件构型的问题,参阅部件维护手册(CMM)的装配信息。

5.安装机轮和轮胎组件将一薄层滑脂涂到接触轴的 2 个轴承内径表面,垫圈表面和螺帽以及轴螺纹;接触机轮轴承的轴,滑脂使用 Aeroshell 22 滑脂 D00378,或 Mobil28 滑脂 D00233,或 Mobil 航空滑脂 SHC100 滑脂 D50005。不得将油脂涂到轴向轴承之间的区域,着陆期间该区域的高温会使该区域的所有油脂燃烧,这会损坏机轮,轮胎和刹车。

6.如需对准刹车盘将松开停留刹车,确保刹车转子已对准。在安装过程中,如机轮上的传动键碰撞转子,可能会引起转子损坏,对准刹车盘,设置停留刹车。如此将保持刹车转子对准,确保安装保护器,SPL-1876 的螺纹保护器组件。用机轮/刹车更换器移动车,COM-1818 安装机轮和轮胎组件,确保机轮上的转子驱动键完全啮合到刹车转子的键槽内,从轴螺纹拆卸保护器,SPL-1876 的螺纹保护套组件。安装并拧紧轴螺帽前,确保牢固地将机轮和锁紧垫圈两者始终按压在轴上,直到机轮固定,确保锁柄脚牢固地啮合在轴的键槽内。不得使用轴螺帽将机轮和锁紧垫圈推入就位,不遵照该操作会造成机轮松动和设备损坏。安装将垫圈、螺帽。

7.松开停留刹车,当拆卸或安装机轮锁紧螺母时,不要将手指放入机轮锁紧螺母插座工具的减重孔内,这能导致人员受伤,进行下列步骤用插座,SPL-1865 和扭矩扳手,STD-1021 拧紧螺帽。当旋转机轮时,拧紧螺帽,力矩为 500-600 磅-英尺(678-813 牛顿-公尺),停止机轮,拧松螺帽力矩为 10-30 磅-英尺(14-41 牛顿-米),转动机轮时,拧紧螺帽到 150pound-feet,如未对准螺栓孔,继续拧紧螺帽以对准孔,转动螺帽时,每转动 6 度对准一次孔,拧紧螺帽,力矩不得超过 300 磅-英尺(407 牛顿-米)。

8.安装 2 个螺栓将螺帽锁紧到机轮和轮胎组件将安装二个螺栓,端头朝向轮轴内侧,安装垫圈和螺帽。拧紧自锁螺栓到 75-85 磅-英寸,自锁力矩以上。按(标准力矩值-维护实施,页块 20-50-11/201)检查自锁螺帽,不得过份拧紧轮毂盖螺栓,拧紧螺栓前,确保轮毂盖安装到正确位置,太大扭力会损坏螺栓和轮毂罩。

9.安装轮毂罩时将当轮毂盖安装后,转动机轮和轮胎组件内的旋转防滑传感器轧头使机轮内的轮毂盖上的驱动器和轧头连接,将轮毂盖和就位到机轮和轮胎组件上,安装三个螺栓和垫圈将轮毂盖和连接到轮胎组件上并拧紧三个螺栓,力矩为 50 到 80in-lbs。将保险丝安装在螺栓上。

10.对外侧机轮进行下列步骤:

(1) 将轮毂盖整流罩置于轮毂盖上。

(2) 转动八个 Cam-Loc 紧固件,1/4 圈以将整流罩连接到轮毂盖。起落架轮胎压力检查和轮胎维护,移开千斤顶之前,必须为轮胎充入至少一半的正常轮胎充气压力。

(3) 使飞机恢复到其常规状态

(4) 放下轴且拆卸千斤顶。

11.任务结束,主起落架机轮和轮胎组件安装完成。

2.2 SolidWorks 建模工具介绍

SolidWorks 机械设计自动化软件是一个基于特征的、参数化实体建模的建模软件,采用 windows 图形用户界面,操作方便,可创建全相关的三维实体模型,可以设置定义各种约束关系来实现设计意图,因为使用了 Windows OLE 技术、直观式设计技术、先进的 parasolid 内核以及良好的与第三方软件的集成技术, SolidWorks 成为全球装机量最大、最好用的软件。资料显示,目前全球发放的 SolidWorks 软件使用许可约 28 万,涉及航空航天、机车、食品、机械、国防、交通、模具、电子通讯、医疗器械、娱乐工业、离散制造等。本文将利用 SolidWorks 涉及航空航天领域,进行飞机主轮辅助拆装装置设计。

所有组成模型的元素都称之为特征,草图特征是基于二维草图的特征,应用特征是直接创建于实体模型上的特征,参数化可以记录并保存用于创建特征的尺寸于几何关系,驱动尺寸是创建特征时所用的尺寸,几何关系是草图几何体之间的平行、相切和同心等信息,实体建模是系统中所使用最完整的几何模型类型, SolidWorks 模型于工程图及参考它的装配体是全相关的,约束分为几何约束和尺寸约束,几何约束分为平行、垂直、水平、竖直、同心和重合等几何关系,尺寸约束是通过参数来约束的。关于模型被改变后如何表现的规划成为设计意图。采用数字参数进行三维几何造型,制作三维部件和装配体,然后按照工程的要求绘制二维视图,并进行尺寸标注,最终形成产品图纸和组装图纸。基于几何约束的力学分析和运动学分析,在机械设计,模具设计,结构优化设计,有限元分析,动画设计等方面有着广阔的应用前景。

2.2.1 草图功能

SolidWorks 草图功能是学习 SolidWorks 软件的基本要素之一，它的草图尽可能地贴近真实的比例和形状，以免在标注和限制时出现扭曲，在作画时，尽量用画线的方式限制，以免最后的约束发生变形，或者限制，如果图形太过复杂，可以分解成若干个素描，在绘图时，必须遵守先剪后限制的原则，并遵守优先限制原则，以减少标号数目，保证图面整齐。本文根据 SolidWorks 草图功能，将所设计飞机主轮拆装装置的零部件进行草图绘画。

2.2.2 特征功能

SolidWorks 的特征建模分为：拉伸特征、扫描特征、旋转特征和抽壳特征、放样特征、圆角特征、镜像特征和阵列特征，特征工具的使用使得由草图生成多种多样的立体成为可能，同时也可以对特征的具体表现形式进行编辑修改。本文所设计的飞机主轮拆装装置利用到了拉伸特征、扫描特征、旋转特征、抽壳特征、放样特征、圆角特征、镜像特征和阵列特征进行三维建模

2.2.3 运动仿真

运动仿真在 SolidWorks 里称为运动算大概有以下几个方面：

1.动画：可以利用动画对装配体的动作进行动画化，首先是增加马达，以带动总成部件的移动。第二种方法是利用设置键代码的点，在不同的时刻给出组装零件的位置。使用插值来定义键码点之间装配体零部件的运动。

2.基本运动：可使用基本运动在装配体上模仿马达、弹簧、接触、以及引力。基本运动在计算运动时考虑到质量。基本运动计算块，可将之用来生成使用基于物理的模拟的演示性动画。

3.运动分析：可使用运动分析装配体上精确模拟和分析运动单元的效果。运动分析使用动力求解器，在计算中考虑到材料属性和质量及惯性。可使用运动分析来进一步分析模拟结果。

本文利用动画设置，基本运动对飞机主轮拆装装置进运动仿真。

2.3 本章小结

在本章中介绍了波音 737NG 飞机主轮拆卸安装过程，了解飞机主轮拆卸安装过程中注意事项和拆卸安装流程，对 SolidWorks 软件各项功能进行分析。

第三章 飞机主轮拆装辅助装置模型设计及装配

飞机主轮拆装辅助装置设计时，应考虑飞机机轮的尺寸以及重量，以波音 737 飞机机轮参数为基础，设计飞机主轮拆装辅助装置。

3.1 飞机主轮拆装辅助装置功能需求分析

飞机机轮采用无内胎、双胎面的结构。波音 737series 飞机机轮的型号为 27×7.75-15，层级为 12。轮毂为 15 英寸，长度为 38 厘米，波音 737 的轮胎的直径为 27 寸，尺寸为 68 厘米，宽度为 20 厘米。其他飞机轮胎的尺寸类型为 32×11.5-15,和尺寸 49×19-20,波音 737-600/700/800/900 的飞机机轮型号规格为 H44.5×46.5-21，层级为 28。波音 737-300/400/500 的飞机机轮型号规格为 H40×14.5-19，层级为 26。波音 737-300 客机主轮轮胎的单胎载荷为 15060 公斤，重量为 70 公斤，外径的轮胎载荷为 2900 公斤，重量为 50 公斤。

3.2 飞机主轮拆装辅助装置模型设计

3.2.1 升降装置框架模型设计

首先在 SolidWorks 草图界面选择上视基准面，以基准面为对称轴，拉伸草图，拉伸出升降装置支架部分。如图 3-1。

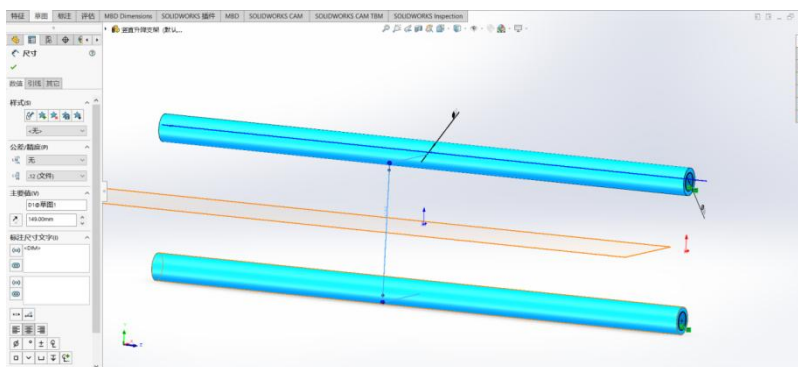


图 3-1

在升降装置两端处拉伸出凸台，再利用镜像功能在另一端添加相同的凸台。如图 3-2。

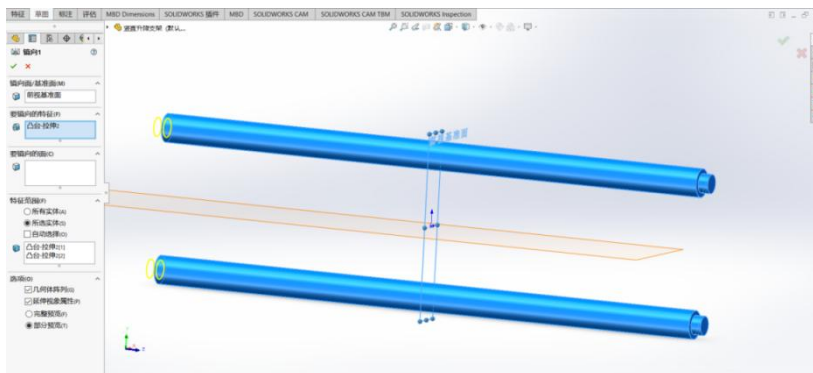


图 3-2

利用镜像功能在另一端添加相同连接件。加强升降装置的圆轴支架之间的固定。利用圆角功能将连接件进行到圆角添加细节特征。如图 3-3。

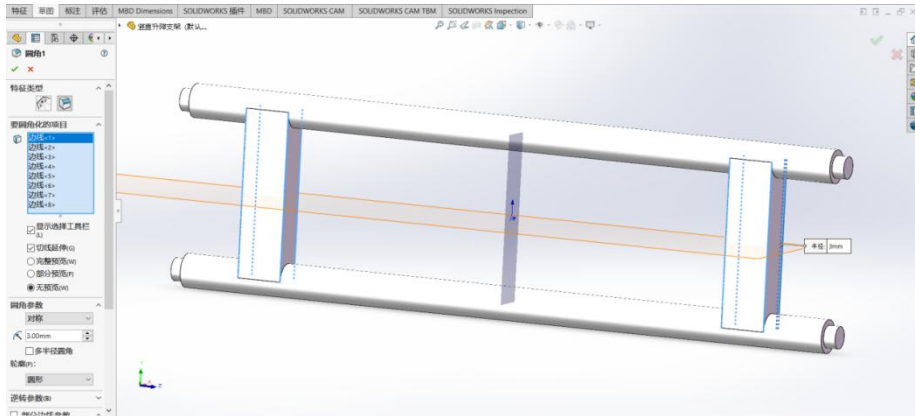


图 3-3

升降装置的圆轴支架上绘画草处连接件大孔直径为 30mm，倒圆角半径为 30mm，小孔直径为 16mm，倒圆角半径为 20mm。两个圆心距离为 60mm。利用拉伸功能进行凸台拉伸的特征绘制。如图 3-4。

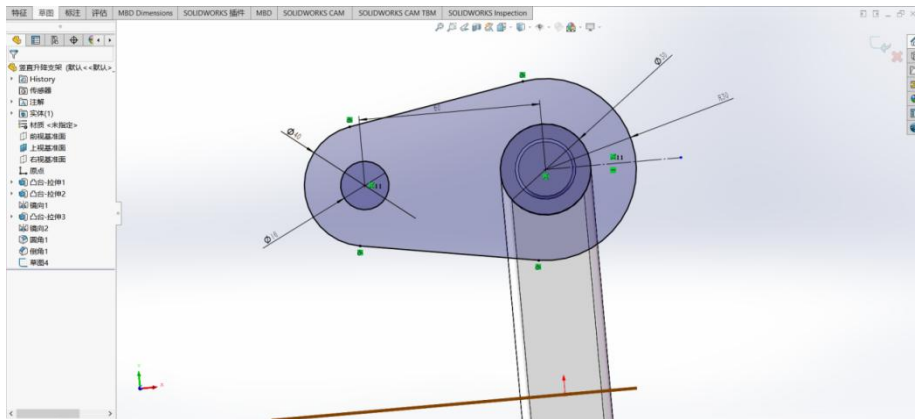


图 3-4

选定前基准面基准面—绘制草图轮廓，使用特征中的凸台拉伸，拉伸连接件模型，使用特征中镜像功能选择连接件，镜像面为前基准面。如图 3-5。

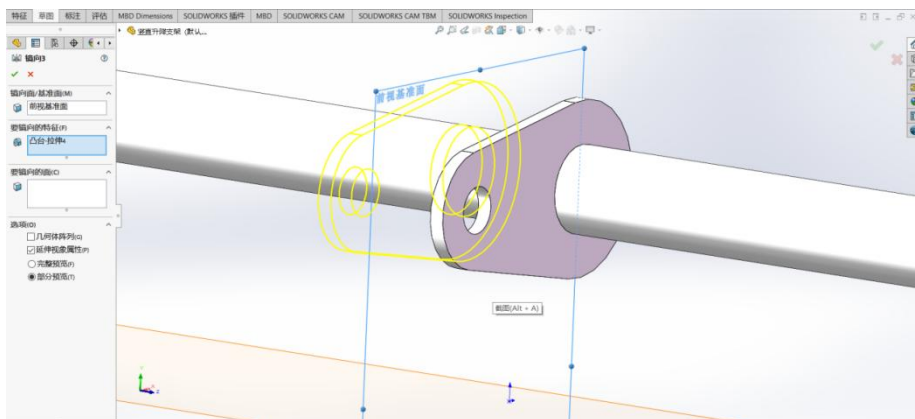


图 3-5

右段连接件选择上视基准面绘制带立式座轴承连接孔，进行拉伸切除。如图 3-6，完成垂直升降框架模型设计。

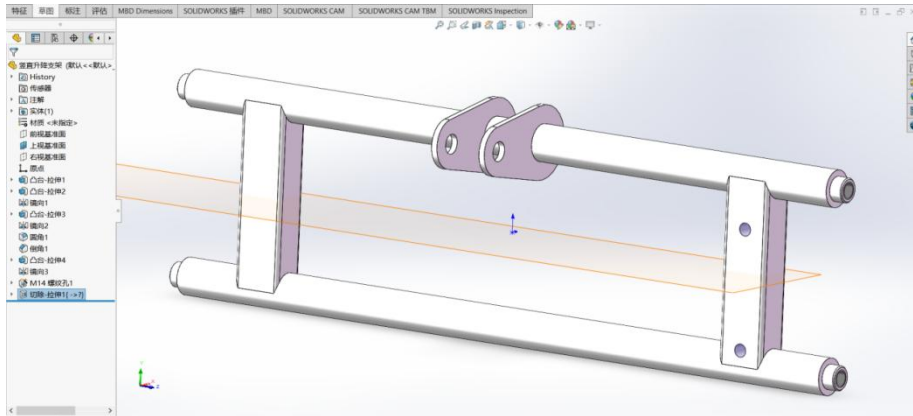


图 3-6 垂直升降框架

3.2.2 带立式座轴承模型设计

上视基准面上绘制带立式座轴承的长方柱主体，在上视基准面上进行凸台拉伸。如图 3-7。

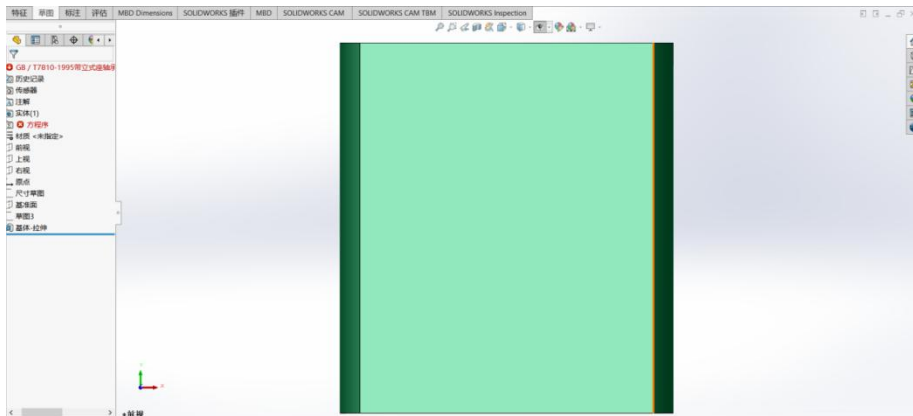


图 3-7

圆柱主体进行扫描切除，使带立式座轴承上半部分外形呈半圆型、下半部分外形成长方体。如图 3-8。

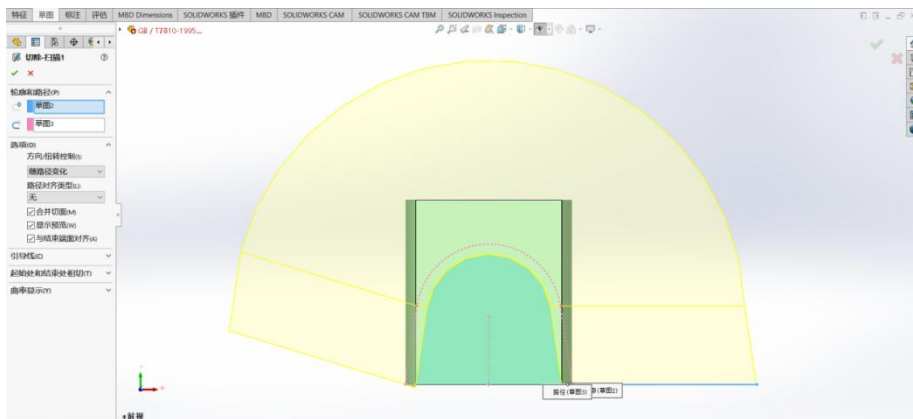


图 3-8

选定草图基准面—绘制草图轮廓，使用特征中的拉伸切除，添加细节特征，完成带立式座轴承主题部分。如图 3-9。

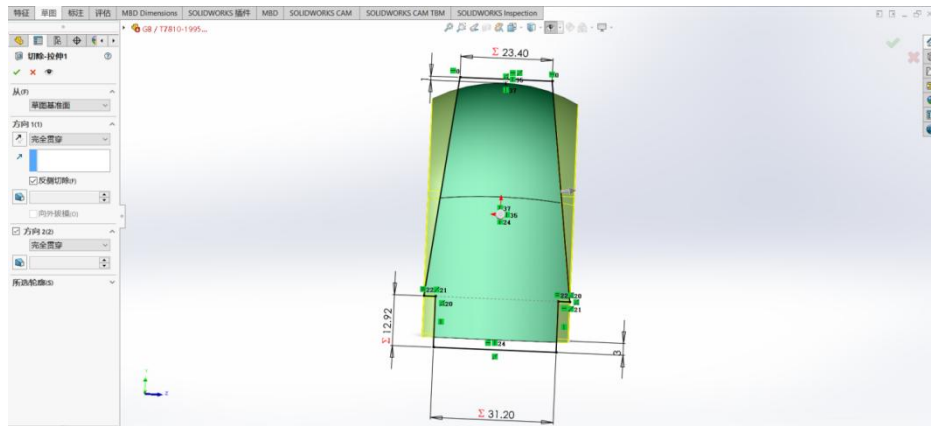


图 3-9

选定新建的基准面—绘制草图轮廓，使用特征中的拉伸切除在带立式座轴承圆柱主体进行旋转切除。如图 3-10。

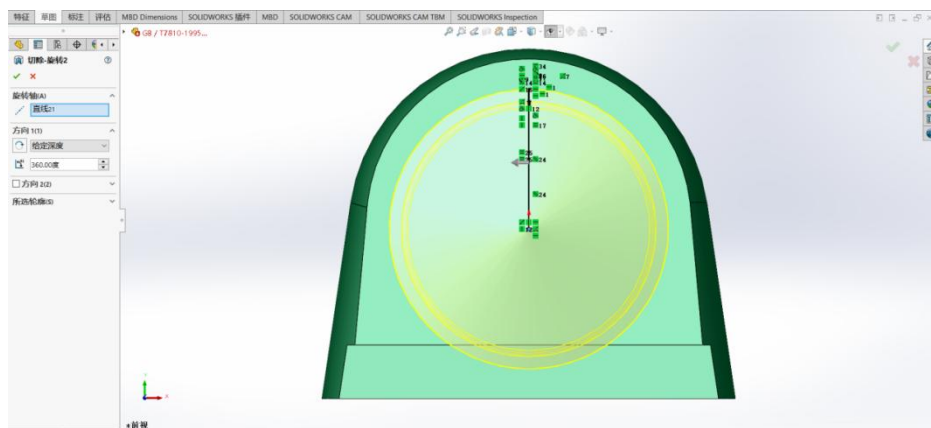


图 3-10

在带立式座轴承圆柱主体使用特征中的凸台旋转建模油嘴。带立式座轴承主体下方绘制底座的支脚的细节草图，使用特征中的凸台拉伸。如图 3-11。

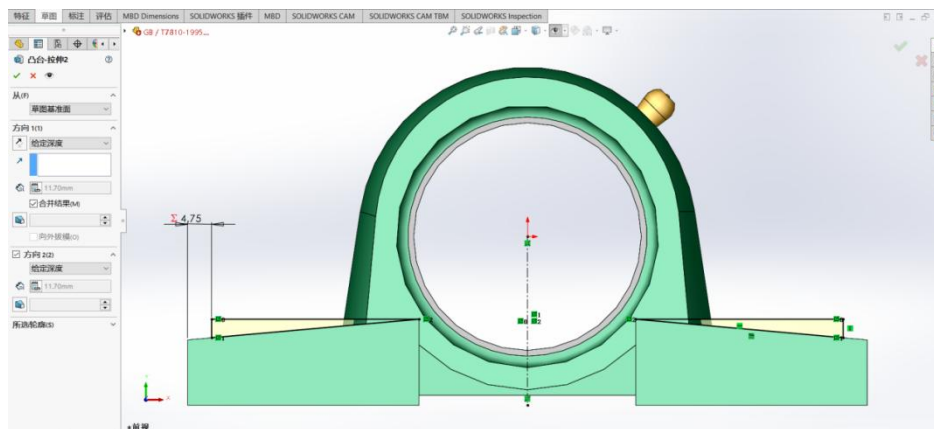


图 3-11

选定新建的基准面—绘制草图轮廓，使用特征中的拉伸切除—方向“给定深度”。选用拉伸后的模型侧面作为草图绘制面，绘制一个椭圆形，使用特征中的拉伸切除—方向“完全贯穿”。如图 3-12。

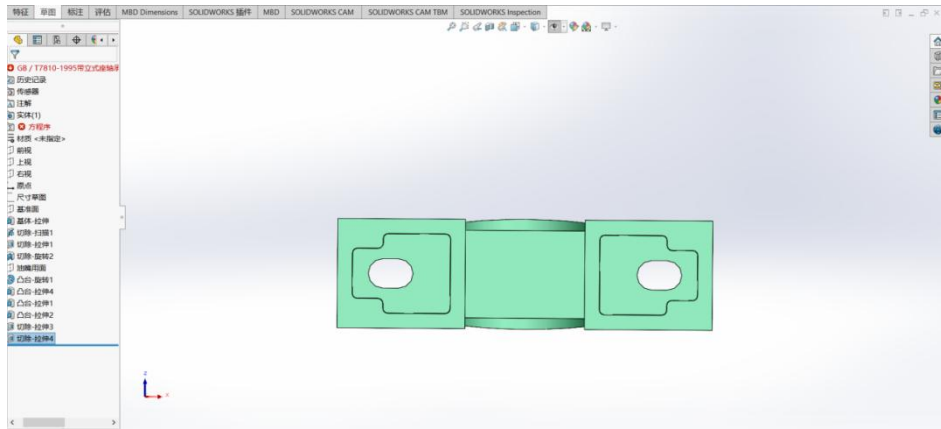


图 3-12

使用特征中阵列圆周—方向“基准轴”，选择等间距，角度为 360 度。如图 3-13。

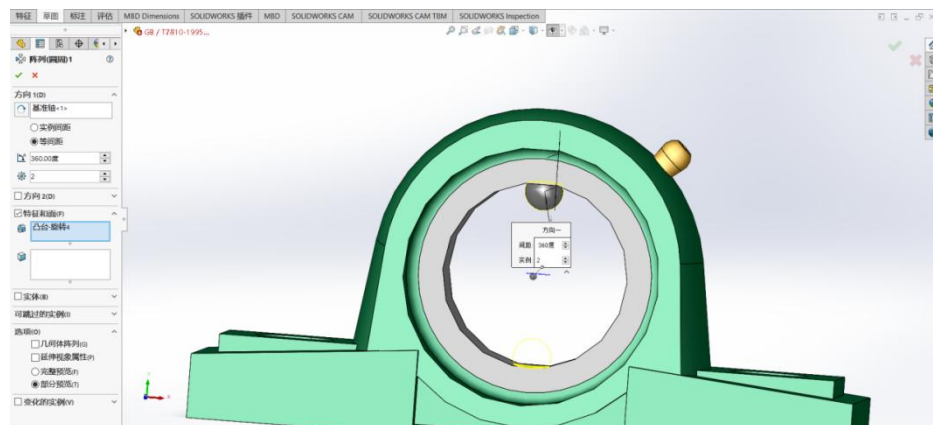


图 3-13

选定前基准面—绘制草图轮廓，使用特征中的拉伸凸台/基体。带立式座轴承模型设计完成。如图 3-14。

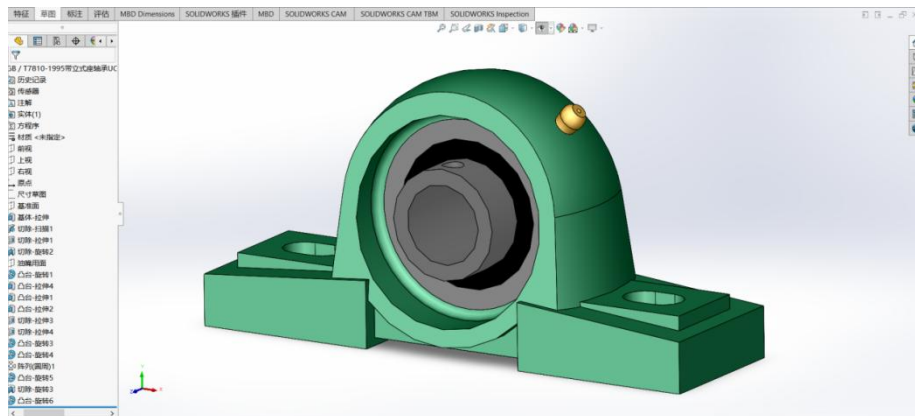


图 3-14 带立式座轴承

3.2.3 手轮模型设计

选定前基准面基准面—利用圆弧绘制草图轮廓，使用特征中的凸台拉伸，拉伸手轮轮廓模型。如图 3-15。

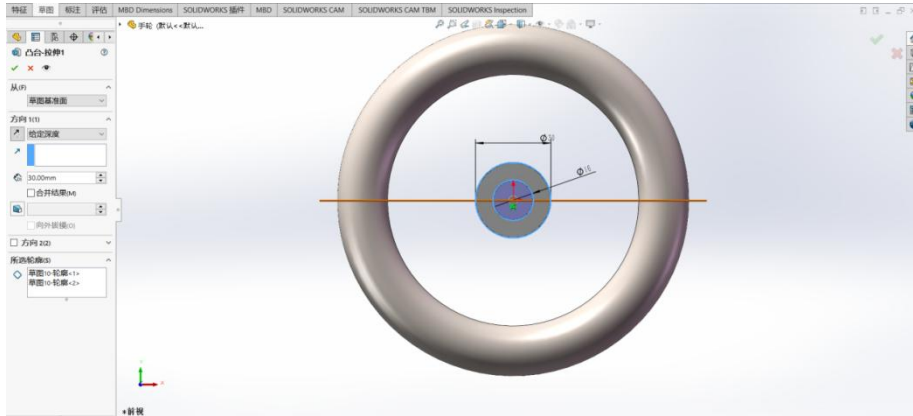


图 3-15

使用特征中阵列圆周—方向“上视基准面”，选择等间距，角度为 360 度。实例数为 3。如图 3-16。

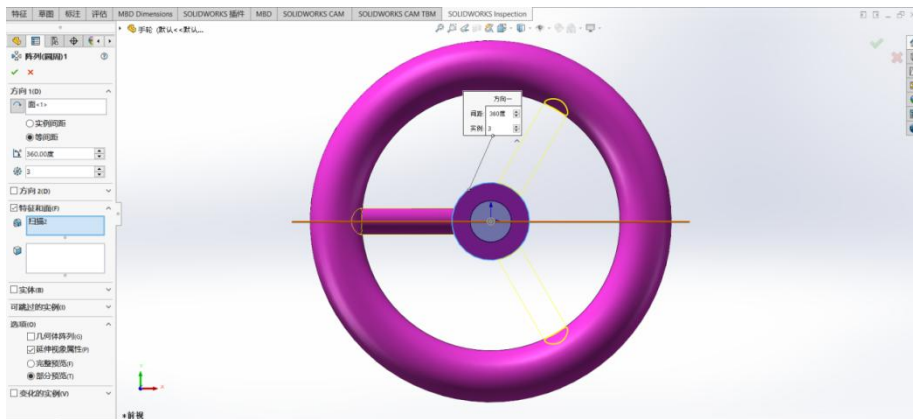


图 3-16

选定新建的基准面—利用圆弧绘制草图轮廓，使用特征中的凸台拉伸—方向“给定深度”—深度“60mm”，手轮设计模型完成。如图 3-17。

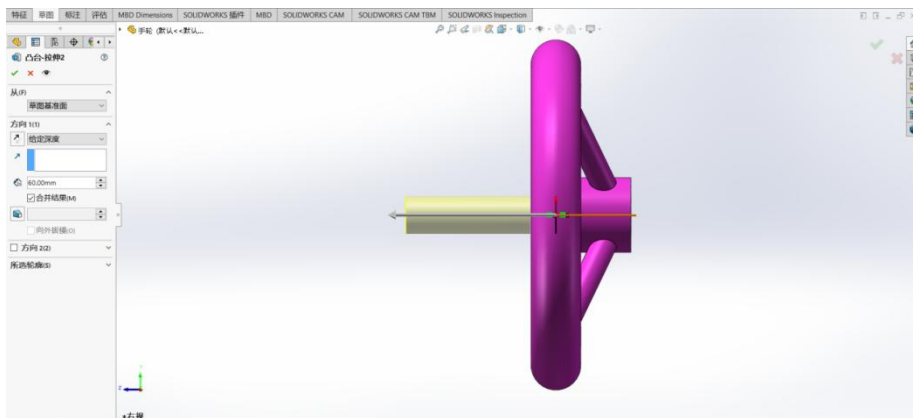


图 3-17 手轮

3.2.4 水平移动装置模型设计

选定草图基准面—利用直线绘制草图轮廓,对水平框架草图轮廓使用特征中的凸台拉伸—方向“两端对称”—深度“30mm”。如图 3-18。

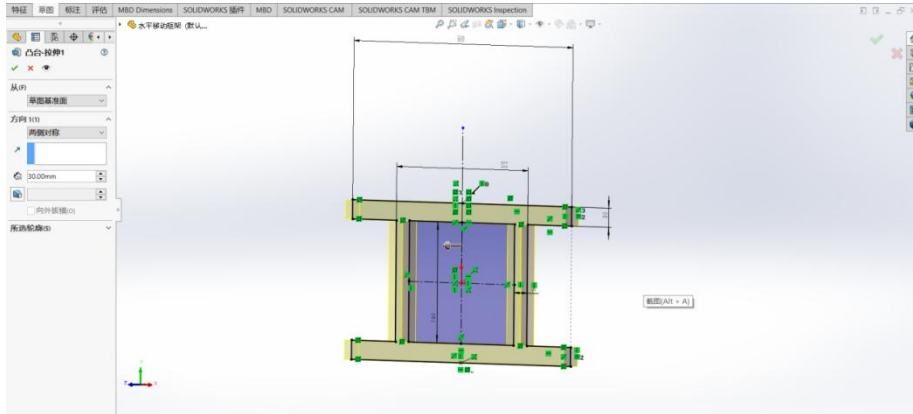


图 3-18

选定草图基准面—利用直线、圆弧绘制草图轮廓,使用特征中的凸台拉伸,选择竖直框架等距“30mm”,给定深度“30mm”。如图 3-19。

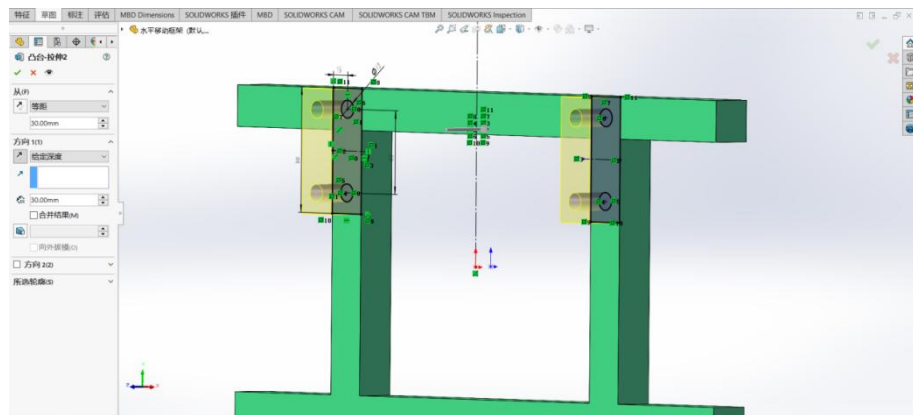


图 3-19

水平移动支架上绘画草图连接件,圆孔孔直径为 20mm,倒圆角半径为 15mm,利用拉伸功能进行凸台拉伸的特征绘制。如图 3-20。

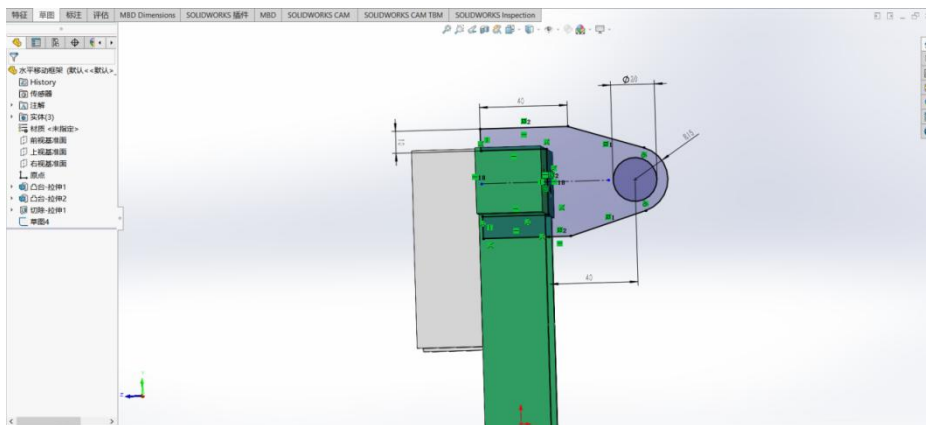


图 3-20

选定上视基准面，使用特征中的镜像，选择要镜像特征。如图 3-21。

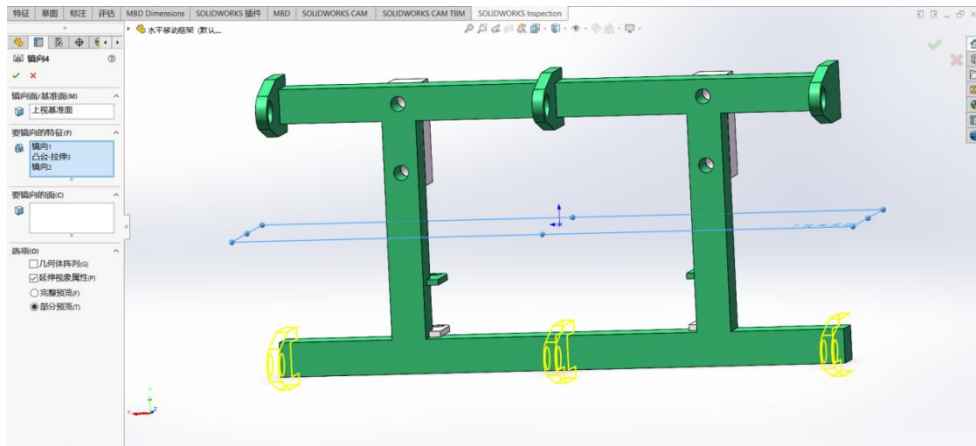


图 3-21

选定模型作为草图基准面，绘制草图轮廓使用特征中的凸台拉伸—方向“给定深度”如图 3-22。

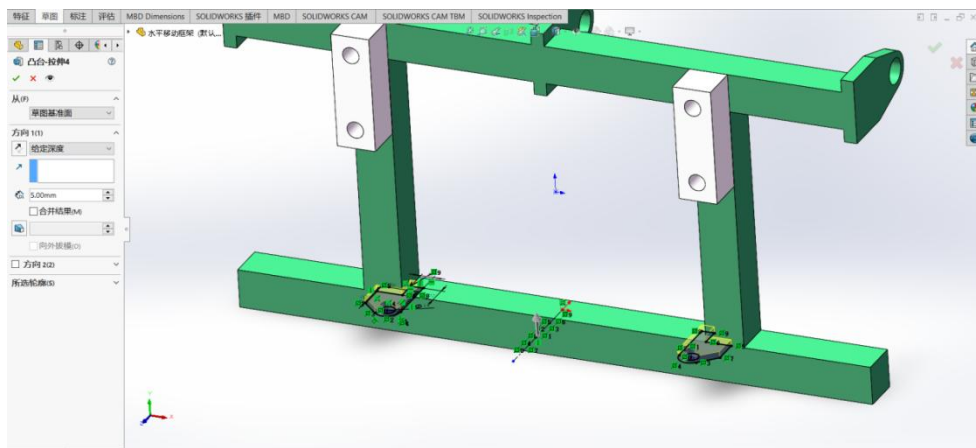


图 3-22

右端水平移动支架上凸台拉伸草图连接件选择倒型孔—孔规格，单位选择 GB，类型选择底部螺纹孔，孔规格的大小选择 M16，终止条件选择给定深度。深度“38mm”如图 3-23。

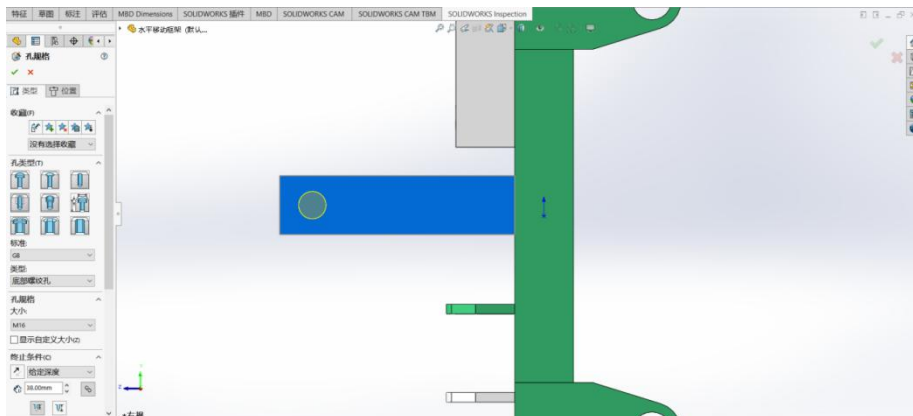


图 3-23

水平移动框架建模完成。如图 3-24。

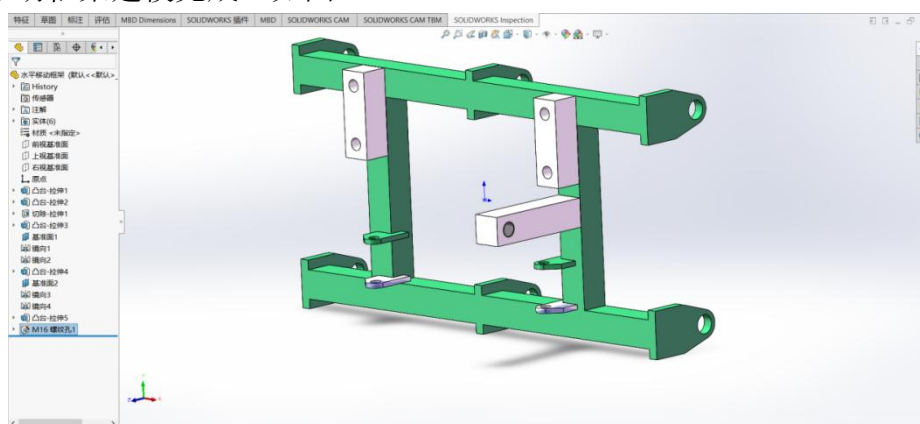


图 3-24 水平移动框架

3.2.5 摆臂装置模型设计

选定草图基准面—利用直线、圆弧绘制草图轮廓，使用特征中的凸台拉伸。—方向“两端对称”—深度“60mm”如图 3-25。

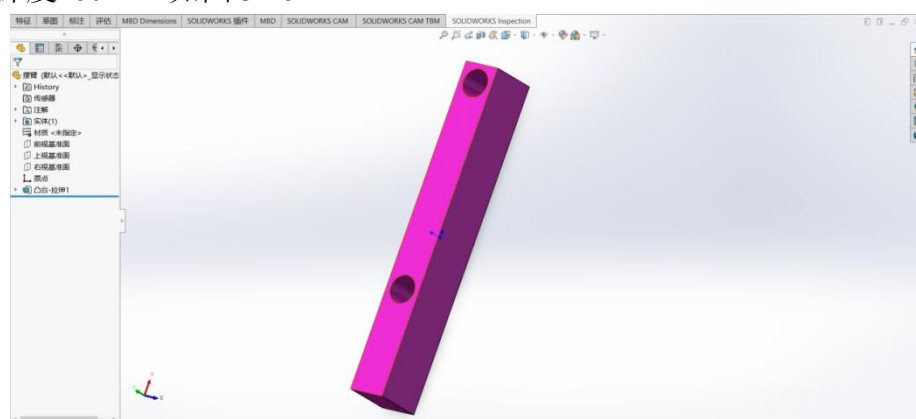


图 3-25

选用拉伸后的模型侧面作为草图绘制面，选择摆臂两端倒圆角。使用特征中的拉伸切除—方向“完全贯穿”。摆臂装置建模完成。如图 3-26。

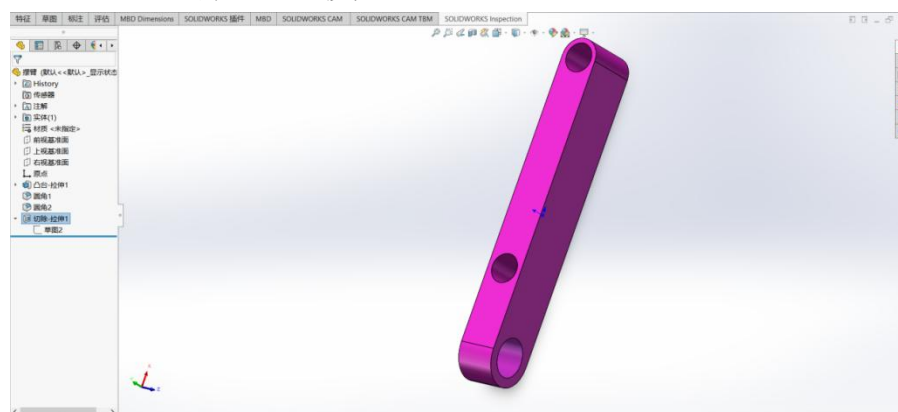


图 3-26 摆臂装置

3.2.6 飞机主轮拆装装置底座模型设计

选定草图基准面—利用直线绘制草图轮廓，使用特征中的凸台拉伸。—方向“给定方向”—深度“5mm”。如图 3-27。

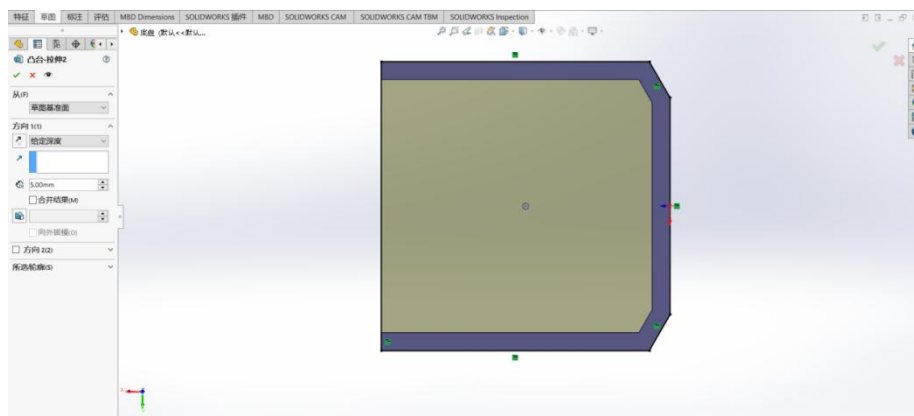


图 3-27

选择飞机轮拆装装置底座内外两面对其进行抽壳。如图 3-28。

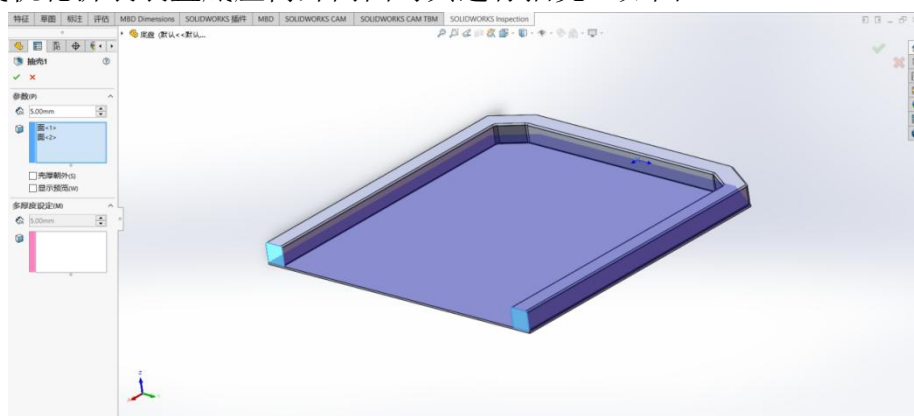


图 3-28

选定草图基准面—利用直线绘制草图轮廓，使用特征中的凸台拉伸。—方向“两端对称”。如图 3-29。

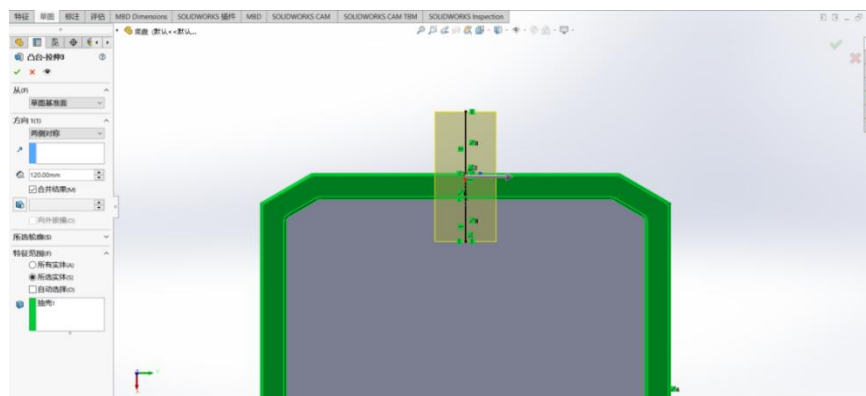


图 3-29

选定草图基准面—利用直线绘制草图轮廓，使用特征中的凸台拉伸。—方向“给定深度”。选择飞机轮拆装装置框架上下两面对其进行抽壳。如图 3-30。

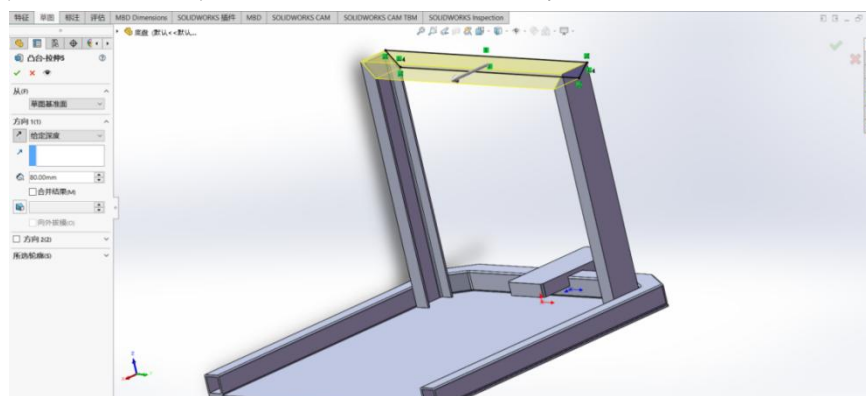


图 3-30

选用拉伸后的模型侧面作为草图绘制面，使用特征中的拉伸切除—方向“完全贯穿”。切除拉伸 6 个圆孔，选择倒型孔—孔规格，单位选择 GB，类型选择底部螺纹孔，孔规格的大小选择 M10，终止条件选择给定深度。深度“24.50mm”如图 3-31。飞机机轮拆装装置底座模型设计完成。

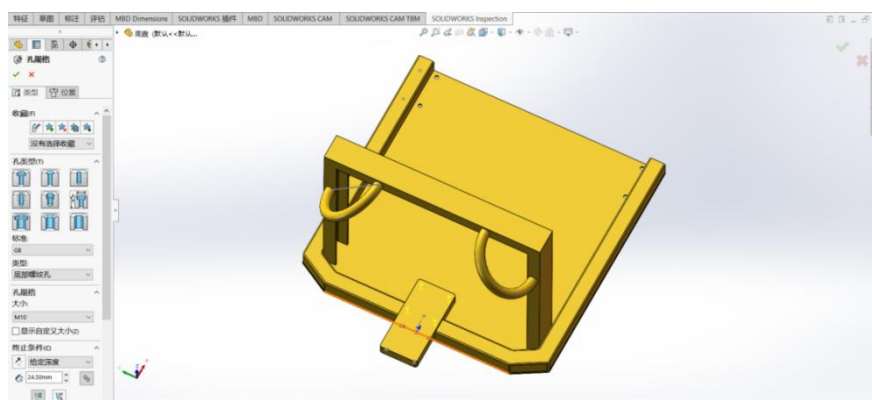


图 3-31 飞机主轮拆装装置底座模型

3.3 飞机主轮拆装辅助装置装配

3.3.1 升降装置装配

升降装置总装成如图 3-32 是由竖直升降支架、导向轮、丝杆、手轮、带立式座轴承组成，用配合功能中的重合、同轴心进行配合，通过脚踏板来控制液压作动筒，由液压作动筒控制升降装置总装成上下移动，与底盘装置连接的部分用导向轮来连接，从而达到我们所需要安装或拆卸机轮的高度。升降装置总装成上还安装了丝杆、手轮、带立式座轴承，这些零部件是控制水平移动装置总装成。

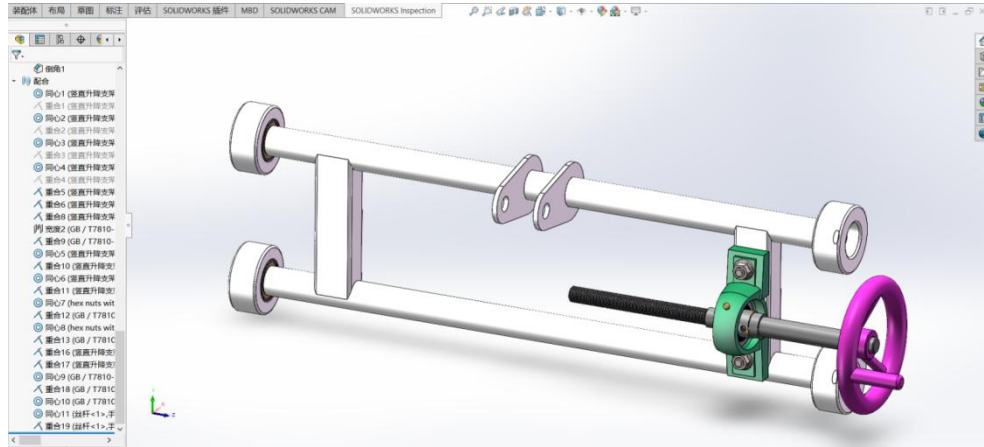


图 3-32 升降装置总装

3.3.2 水平移动装置装配

水平移动装置如图 3-33 是由水平移动框架、导向轮、封板、导向轴装配而成的，用配合功能中的重合、同轴心进行配合。水平移动装置是依靠手轮丝杆控制左右水平移动的，为此来达到拆卸安装过程中所需要的水平位置，导向轮安装在导向杆上，进行水平移动。封板来固定在水平移动框架上的导向轮。水平移动框架上安装了导向轴，是用来连接摆臂总装成的。

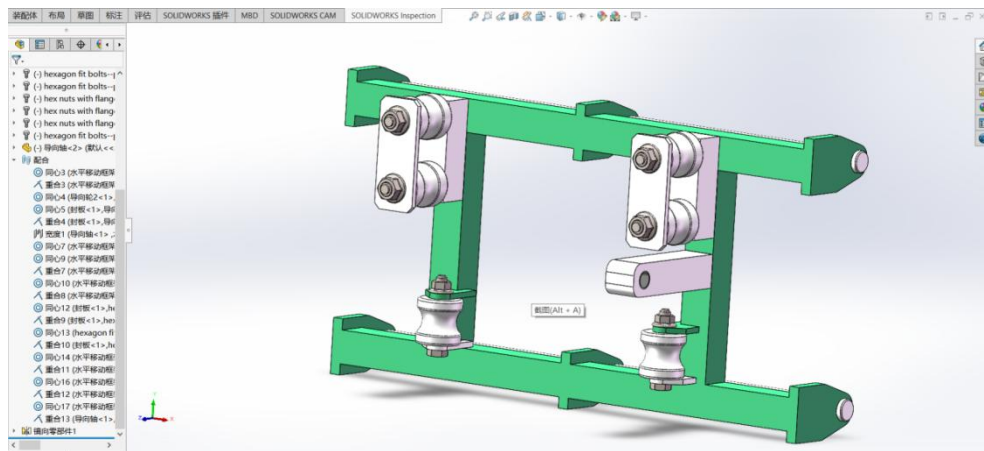


图 3-33 水平移动装置总装

3.3.3 摆臂装置装配

摆臂部件是由摆臂、滚动轴、轴套、GB/T276 深沟球轴承等组成的，利用同心配合、宽度配合、重合配合将摆臂、滚动轴、轴套、GB/T276 深沟球轴承零部件再装配体界面配合到一起组成摆臂部件如图 3-34。摆臂部件是安放飞机轮胎的部件，可以根据不同轮胎，不同尺寸的大小来直接控制摆臂部件的开度，以此来适用于不同飞机机轮。

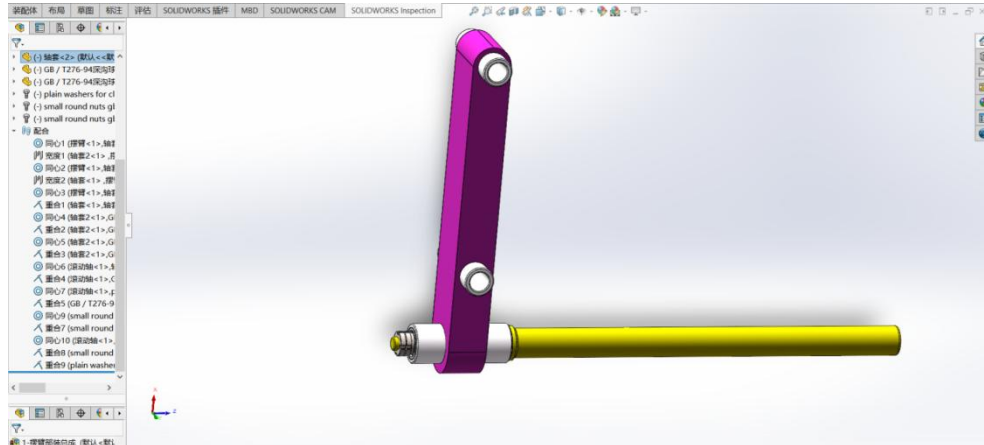


图 3-34 摆臂装置总装

3.3.4 飞机主轮拆装辅助装置总装配

飞机主轮拆装辅助装置如图 3-35 是将摆臂部件装置总成、升降装置总成、水平移动部装置总成和底座在在装配体界面进行装配，利用配合功能中的重合、宽度同轴心进行配合。本篇论文所研究的飞机主轮拆装辅助装置设计为推车的形式，在进行飞机机轮拆卸安装工作过程中可以方便移动，结构简单、操作方便，刹车轮可以固定飞机主轮拆装辅助装置的位置，防止飞机主轮拆装辅助装置滑动，这时拆卸安装飞机机轮的过程中只要对进行液压作动筒、手轮的操作就可以达到更换机轮的位置。

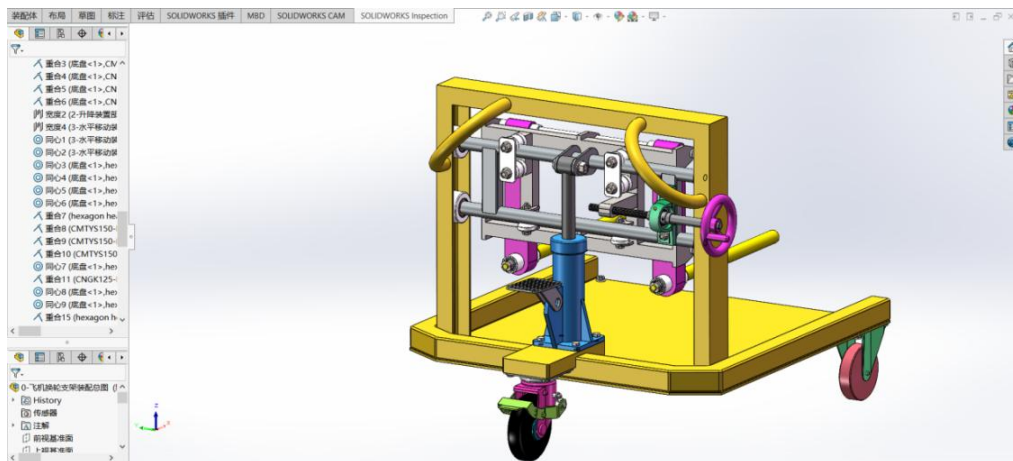


图 3-35 飞机机轮拆装辅助装置总装配

3.4 本章小结

本章对带立式座轴承、摆臂、导向轮、导向轴、滚动轴、活塞杆、封板、手轮、竖直升降支架、水平移动框架、丝杆、踏板、液压作动筒、轴套等设计三维模型，利用拉伸特征、扫描特征、旋转特征、抽壳特征、放样特征、圆角特征、镜像特征和阵列特征进行三维建模。将各个零部件装配，完成飞机主轮拆装辅助装置三维模型。

第四章 飞机主轮拆装装置应力分析与功能仿真

利用 SolidWorks 软件中的 Simulation 对摆臂部件进行应力分析。SolidWorks 软件中的 motion 对所设计的飞机主轮拆装辅助装置进行动画仿真，真实反映仿真效果，控制液压作动筒、手轮等部件带动飞机机轮移动位置。最后进行飞机机轮的拆卸安装工作。

4.1 飞机主轮拆装辅助装置应力分析

首先在 SolidWorks 插件中选择 SolidWorks Simulation 模块，选择新算例，创建静应力分析，定义零件的材料属性，选择所有摆臂零件，设置为普通碳钢材料。如图 4-1



图 4-1 受力模型

利用夹具功能设置模型，对摇臂杆外侧添加固定约束。飞机机轮的重量在 50 千克到 90 千克之间。选择外部载荷，对其中一个摇臂部件进行添加 500N 的力。然后对整体模型创建网格，进入网格设计，将网格密度设定为标准，其他选项默认。点击运算，得到摆臂静应力分析图。如图 4-2

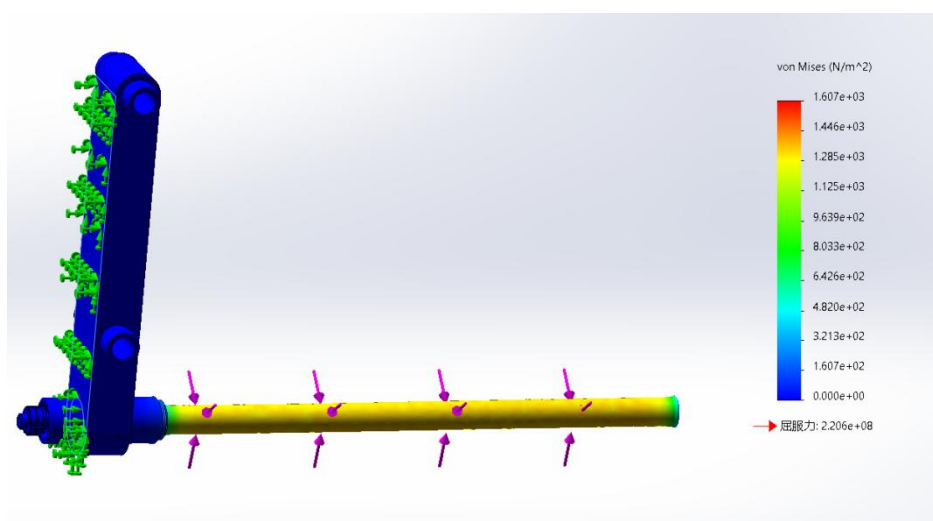


图 4-2 应力分布图

4.2 飞机主轮拆装辅助装置功能仿真

Solidworks Motion 是 Solidworks 软件中的一个常用的模拟模块，点击该模块插件中的运动算例进入运动仿真界面，从该模块的内部进行模拟。并从内部进行仿真。通过向装配体内添加动力、马达，再加上一定的约束和作用力，可以对装配过程进行仿真，从而验证之前的设计环节，确定验证其可操作性。

在软件的拾取机构装配图中，对飞机主轮拆装辅助装置施加定位及约束，添加“马达”，在软件界面左下角单击“运动算例”，在“Motion Manager”中选择“Motion 分析”，添加引力，点击“马达”按钮，在属性管理器中设置马达的位置，设置旋转马达和线性马达，当用脚向下踩脚踏板时，升降装置总装成向下移动。当手轮顺时针转动时，水平位移总装成向左移动如图 4-3，摇臂可以根据轮胎的大小设置开度。模拟机构运动。设定马达恒定转速，完成添加配合及驱动。

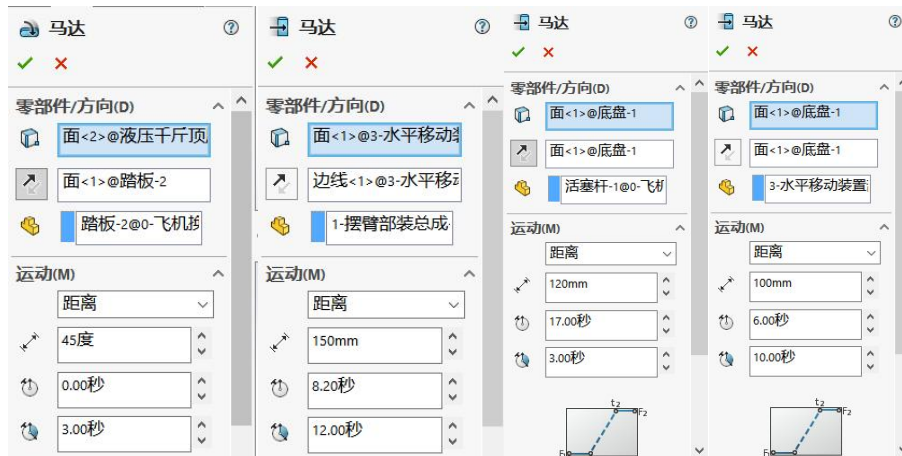


图 4-3 马达设置

完成其动画设置后，飞机主轮拆装辅助装置整体的动画过程如图 4-4。

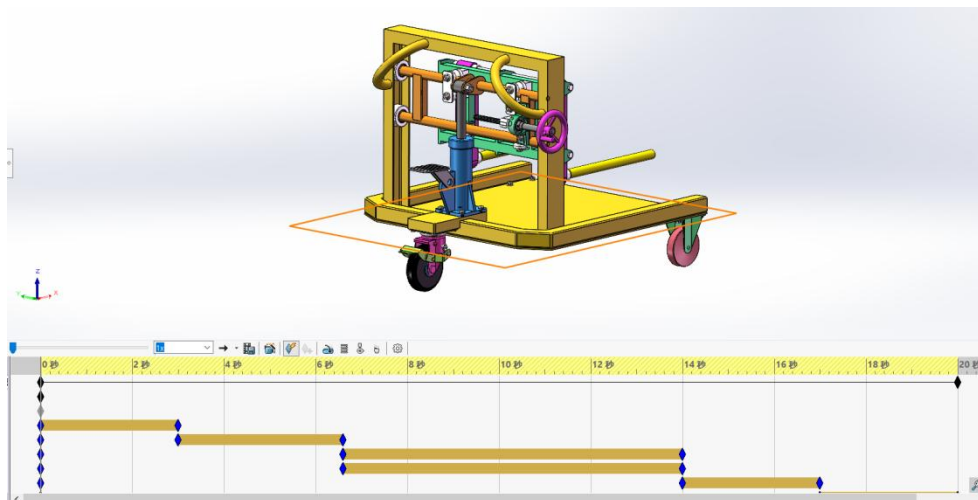


图 4-4 飞机主轮拆装辅助装置运动动画过程

4.3 本章小结

本章通过 solidworks 中 Simulation 和 Motion 对飞机机轮辅助拆装装置零部件进行了静应力分析对飞机机轮辅助拆装装置进行运动仿真。完善飞机机轮辅助拆装装置的功能设计。仿真飞机主轮拆装辅助装置的工作过程和工作原理。

结论

总结

本文结合工程实际，应用三维建模软件 SolidWorks 及集成于其上的仿真插件 SolidWorks Motion 和 SolidWorks Simulation,将传统机械设计理论与虚拟样机技术相结合，应用 SolidWorks 强大的设计和建模功能，完成了带立式座轴承、摆臂、导向轮、导向轴、滚动轴、活塞杆、封板、手轮、垂直升降支架、水平移动框架、丝杆、踏板、液压作动筒、轴套等的设计和三维建模，分析了以上各零部件之间的配合关系，以夹具体为摆臂部件装置总成、升降装置总成、水平移动部装置总成和底座基准按照一定的装配顺序完成了飞机机轮辅助拆装装置的装配。应用 SolidWorks Motion 强大的运动仿真功能，设置马达完成了飞机机轮辅助拆装装置的运动仿真。完成了飞机主轮辅助拆装装置整体的动画仿真并保存为视频。

展望

虽然完成了完成了飞机主轮拆装辅助装置。但鉴于本人水平和时间有限,本文还有许多方面需要进一步改进和完善，今后可以继续做以下方面的工作：

- 1.因为从整体设计、三维建模、到运动仿真工作量较大，有一些细节、尺寸设计有不足之处，应找寻更好的方法来优化飞机主轮拆装辅助装置。

- 2.可以对飞机主轮拆装辅助装置更加全面的进行有限元分析软件对关键零件进行分析和优化，并将仿真结果与 SolidWorks Motion、SolidWorks Simulation 进行对比。希望以后可以更加完善、优化飞机主轮拆装辅助装置。可以真正的应用到飞机主轮拆卸工作当中。

参考文献

- [1] 王童.某型飞机轮毂可靠性分析[D].沈阳航空航天大学,2019.DOI:10.27324/d.cnki.gshkc.2019.000159.
- [2] 李建平,刘洪杰,王鹏飞,赵建国,陈春皓.基于 Solidworks Flow Simulation 的物料管道气力输送仿真研究[J].农业与技术,2022,42(07):37-41.DOI:10.19754/j.nyyjs.20220415009.
- [3] 贺甲甲.基于 SolidWorks 的钢筋对焊夹具设计与仿真[D].安徽工程大学,2016.
- [4] 仝崇楼,张羽,翟晓帅,陈东林,&吴松林.(2016).一种飞机机轮拆装车.CN103522836B.
- [5] 蒋晖.基于 SimulationX 的液压助力转向系统的仿真分析[J].农业装备与车辆工程,2016,54(05):67-70.
- [6] 王永旗,张书强,祁喜泉,徐可君,智俊维,&秦海勤.(2016).一种飞机主机轮拆装工具.CN205765784U.
- [7] 贾奎孚,&刘璟伟.(2012).飞机机轮安装拆卸车.CN102530263A.
- [8] 梅菊.基于 SolidWorks 的凸轮连杆参数化设计及 CAD 系统开发[D].西南交通大学,2017.
- [9] 赵丹.SolidWorks 二维草图的绘制经验与技巧[J].现代制造技术与装备,2022,58(02):152-157+161.DOI:10.16107/j.cnki.mmte.2022.0074.
- [10] 吴海青,史燕.基于 SolidWorks 的苹果采摘小车的模块化设计与运动仿真[J].机械工程与自动化,2021(06):83-84.
- [11] Yingjie Tang,Xinwen Li. Simulation Research of Manipulator Control System Based on Solidworks and Simmechanics[J]. Academic Journal of Computing & Information Science,2018,1(1):
- [12] Integrated SolidWorks&Simscape Platform for the Model-Based Control Algorithms of Robot Manipulators[J]. Journal of the Korean Society for Power System Engineering,2014,18(4):

致 谢

行文至此，意味着我的本科学习生活即将画上句号。回忆起我的本科生活，新潮难平感慨很多，但无论如何这些都是我实实在在经历过的日子，也是我人生中最青春、最珍贵的回忆。在此，感谢所有在学习过程中给予我无限支持和帮助过我的老师、朋友和亲人们。

首先特别感谢我的指导老师魏志民老师，不管是日常的课堂上的学习，还是论文题目的确定到设计表达再到论文的撰写，老师都给予我悉心的关怀和指导。在论文行文的过程中给予我许多灵感，老师为学严谨认真由衷的让我敬佩，也感谢本科期间所有帮助过我的老师们。承蒙教导，心存感激。

本科生活一路走来也特别感谢 H1-319 的室友和二班的同学们。与你们相遇感受到了莫大的快乐。很幸运我们能够一起度过本科学习生活。

感谢父母对我 20 多年来无微不至的照护与支持，养育之恩，无以回报。只想不断的努力，称为他们的骄傲。

最后身为飞行器专业学习的学生，祝我们祖国的航空航天事业能越来越辉煌，也祝自己早日能够为祖国的航天事业增添自己的绵薄之力。

不负当下，不畏将来，砥砺前行！