

# 毕业设计（论文）

（届本科）

题目：某型号叉车的设计

学院：工程学院

专业：

班级：

姓名：

学号：

指导教师：

年 月

# 目 录

摘要 .....	1
ABSTRACT .....	1
1 绪论 .....	2
1.1 叉车概述 .....	2
1.1.1 叉车的发展 .....	2
1.1.2 叉车的类型 .....	2
1.2 叉车设计的研究 .....	3
1.2.1 叉车构造和工作原理 .....	3
1.2.2 叉车设计的一些研究方向 .....	5
1.3 本课题的研究 .....	7
1.3.1 设计目的 .....	7
1.3.2 设计意义 .....	7
1.3.3 设计内容 .....	7
1.3.4 完成本设计需解决的问题 .....	7
2 手动液压叉车介绍 .....	7
2.1 手动液压叉车的应用环境 .....	7
2.2 手动液压叉车的结构和工作原理 .....	8
2.3 手动液压叉车的技术参数 .....	9
3 人机工程学在叉车设计中的应用 .....	9
3.1 叉车设计中的人机工程学介绍 .....	9
3.2 叉车操纵杆的设计 .....	10
3.2.1 叉车操纵杆设计分析 .....	10
3.2.2 叉车操纵杆设计过程 .....	10
3.3 叉车操纵杆的模型设计 .....	13
3.3.1 设计软件的平台介绍 .....	13
3.3.2 模型及其绘制过程 .....	14
3.4 叉车色彩设计 .....	17
3.4.1 叉车色彩设计分析 .....	17
3.4.2 色彩的设计 .....	17

4 叉车起升系统某重要部件的设计 .....	21
4.1 叉车起升系统的构造与工作原理 .....	21
4.2 货叉设计 .....	21
4.2.1 货叉的结构 .....	21
4.2.2 货叉的设计过程 .....	22
4.3.2 货叉模型分析 .....	27
5 结论 .....	29
5.1 结论 .....	29
5.2 展望 .....	30
谢辞 .....	30
参考文献: .....	31
附件 .....	32

---

# 某型号叉车设计

**摘要：**叉车是指对成件托盘货物进行装卸、堆垛和短距离运输、重物搬运作业的各种轮式搬运车辆。它广泛应用于车站、港口、机场、工厂、仓库等国民经济各部门，是机械化装卸、堆垛和短距离运输的高效设备。随着中国经济的快速发展，叉车的广泛应用极大地提高了货物的搬运效率。叉车的主要参数首先由使用单位根据生产需要提出，具体数字应按国家标准或工厂标准来确定，同时也要考虑到制造厂的实现生产条件。因此，在确定参数时应当进行调查研究，充分协商和慎重确定。本文讲述了叉车的发展历程及概况、叉车的一般类型、叉车结构与工作原理。通过对叉车的研究，结合物流工程专业所学，利用机械、人因工程、工程力学等知识，实现对叉车的设计，充分利用 SOLIDWROSK 的放样、抽壳等功能，并结合基本的三维制作功能完成模型设计。

**关键词：**叉车 设计 人因工程 叉车设计

## A forklift truck design

**ABSTRACT:**Forklift is a wheeled transport vehicle for loading, unloading,stacking, handling heavy operations and short distance transportation.It is widely used in the station, port, airport, factory, warehouse and other departments of the national economy, is the efficient equipment mechanical loading and unloading, stacking and short distance transportation. With the rapid development of Chinese economy, widely used forklift greatly improves the efficiency of cargo handling. The main parameter of forklift firstly by using units according to production needs, the specific number should be in accordance with national standards or factory standards to determine, while also taking into account the implementation conditions of production factory.Therefore, in determining the parameters should be investigated, in full consultation and cautious. This paper describes the development and situation of forklift, the general type of forklift , structure and working principle of forklift.Through the study of forklift, combined with the logistics engineering studies, the use of machinery, human factors engineering, engineering mechanics, design of forklift. Make full use of SOLIDWROSK layout, shell and other functions, and combine the basic 3D production function model design.

**Key words:**Forklift ; Design ; Human factors engineering ; Forklift truck design

# 1 绪论

随着物流仓库储蓄业得飞快发展，工业车辆产品要进入车间、库房、超市等，这不仅要求车辆机构轻巧，同时提出无污染、低噪音，还有通道的宽窄、门限、屋顶货架的高度、进入电梯、地面楼板的承载能力、耐低温、防爆等技术，这些要求只有轻小型搬运车辆比较容易做到。近几年来在物流技术的推动下，企业的技术改造投入加大，老库房的改造和新库房的大量增加，各城市超市数量的增加，都为轻小型搬运车辆产量增大和品种增多提供了很好的条件，所以说轻小型搬运车辆是物流技术重要装备之一。轻小型搬运车辆行业应尽快抓住“物流热”的机遇，努力提高产品技术含量，增加品种规格，为各行业的物流提供商务服务。本文主要介绍了叉车的发展历程，叉车类型与构成、叉车的设计的研究，并以手动液压叉车为例，结合人机工程和三维建模相关知识，完成手动液压叉车的色彩，操纵杆和货叉部分的设计。

## 1.1 叉车概述

### 1.1.1 叉车的发展

叉车是指对成件托盘货物进行装卸、堆垛和短距离运输、重物搬运作业的各种轮式搬运车辆<sup>[1]</sup>。国际标准化组织 ISO/TC110 称为工业车辆，属于物料搬运机械。广泛应用于车站、港口、机场、工厂、仓库等各国民经济部门，是机械化装卸、堆垛和短距离运输的高效设备。自行式叉车出现于 1917 年，第二次世界大战期间，叉车得到发展。中国从 20 世纪 50 年代初开始制造叉车。大连叉车总厂于 1958 年生产制造了中国第一台 5T 内燃叉车，命名“W5-卫星号”。一九五九年十月一日，为庆祝建国十周年，中国第一台 5 吨内燃叉车作为中国机械工业的新产品，随国庆游行队伍通过天安门广场，向国庆十周年献礼，向党和国家领导人报捷。中国第一台内燃叉车的诞生，在中国叉车制造史这张白纸上画下了重重的一笔，大连叉车成为中国叉车的鼻祖并由此开创了我国叉车制造业史。在国际市场上，生产、销售、使用和出口工业搬运车辆的主要国家有日本、保加利亚、美国、德国、瑞典、意大利、法国、芬兰等<sup>[2]</sup>。各公司在国际叉车经营与市场竞争中越来越重视产品技术的先进性，结构的新颖，尤其是随着大规模集成电路、微电子技术、传感技术、信息自理技术和自动控制技术的发展，机电一体化技术等也被普遍应用于工业搬运车辆的设计和研制中，未来叉车的发展趋势应该是：①产品的系列化与多样化，②绿色化推动叉车动力技术的发展，③节能和机电液一体化高新技术的应用，④运用人类功效学原理，追求操纵舒适性<sup>[3]</sup>。

### 1.1.2 叉车的类型

(1) 托盘式叉车：可分为手动托盘式叉车和电动托盘式叉车两种。电动托盘式叉车又可分为自走式、站驾式和坐驾式三种。托盘式叉车主要用于平面点到点的货物搬运。托盘式叉车由于小巧灵活，几乎适用于任何场合，且装卸作业快捷方便<sup>[4]</sup>。

(2)平衡重式叉车：是使用最广泛、用量最大的一种叉车。平衡重式叉车的货叉位于驾驶室正前方，货叉直接从前进方向叉取货物，因此对容器没有任何要求，使用橡胶轮胎或充气轮胎，使其具有很强的爬坡能力与地面适应能力。货物重心位于叉车行走轮支承面以外，由于没有支撑臂，需要较长的轴距与较大的配重来平衡载荷，所以无论是电动叉车还是内燃驱动叉车，其车身尺寸均较大，需要较大的作业空间<sup>[3]</sup>。

(3)前移式叉车：前移式叉车的货架可沿叉车纵向前后移动。前移式叉车分门架前移式和货叉前移式两种。前者即货叉与门架一起移动，叉车驶近货垛时，门架可能前伸的距离要受外界空间对门架高度的限制，因此能对货垛的前排货物进行作业。货叉前移式叉车的门架则不动，货叉借助于伸缩机构单独前移。前移式叉车结合了有支撑臂的电动堆垛机与无支撑臂的平衡重式叉车的优点，当取卸货时，门架或货叉伸出至顶端，货载重心落在叉车支点外侧，此时相当于平衡重式叉车，当叉卸货物或带货移动，门架完全收取后，货载重心落在支点内侧，此时即相当于电动堆垛机。这两种性能的结合，使得前移式叉车在保证操作灵活性、高货载性及高稳定性的同时，能最大限度的节省作业空间<sup>[4]</sup>。

(4)侧叉式叉车：门架和货叉位于车体的一侧，不仅可以上下运动，还可前后伸缩。叉取货物时，先将液压支腿着地，门架向外推出，叉取货物后，货叉起升，门架缩回，然后下降货叉，货物即可自动放置在叉车一侧的前后(货叉两侧)车台上<sup>[3]</sup>。

(5)电动堆垛机：电动堆垛机为一种轻型的室内用提升堆垛设备，车身比较轻巧，通过车身前部的支撑臂加长配重的力臂，以平衡货载。配重力臂远大于荷致力臂，所以较小的配重即可提升较大的荷载<sup>[4]</sup>。

(6)高架堆垛机：其主要的特点是货叉可作三向旋转，或直接从两侧叉取货物，且在巷道中无需转弯，因此所需的巷道空间是最小的。为了使高架堆垛机在通道内始终保持直线行驶，有磁导及机械式引导两种方式。目前使用最多的是机械式导引。采用机械式导引需与货架配合，在巷道的两侧安装钢轨，通过车身导轮及其他辅助装置导入巷道并沿直线行驶<sup>[4]</sup>。

## 1.2 叉车设计的研究

### 1.2.1 叉车构造和工作原理

叉车种类繁多，但不论那种类型的叉车，基本上都由以动力部分、底盘、工作部分和电气设备四大部分构成。由于这四大部分的结构和安装位置的差异，形成了不同种类的叉车<sup>[5]</sup>。

#### (1) 动力部分

叉车动力装置的作用是供给叉车工作装置装卸货物和轮胎底盘运行所需的动力，一般装于叉车的后部兼起平衡配重作用。电动叉车的动力装置是蓄电池和直流串激电动机，它的驱动特性最接近

恒功率软特性的要求，其牵引性能优于内燃机。此外，运转平稳无噪声，不排废气，检修容易，操纵简单；营运费用较低，整车的使用年限较长。缺点是：需要充电设备，基本投资高，充电时间较长（一般 7~8h，快速充电 2~3h），一次充电后的连续工作时间短，蓄电池怕冲击振动，对路面要求高。由于蓄电池容量的限制，电动机功率小，车速和爬坡能力较低。内燃机的机械特性不符合对叉车原动机恒功率软特性的要求，它的输出功率随着转速的增加而增大。因此，内燃机必须配装增大输出转矩的机械变速器、液力变矩器或液压传动装置等以后才能使用。内燃叉车和蓄电池叉车相反，它的主优点是：不需要充电设备，作业持续时间长，功率大，爬坡能力强，对路面要求低，基本投资少。如果采用合适的传动方式，能获得理想的牵动性能。缺点是：运转时有噪声和振动，排废气，检修次数多，营运费用较高，整车的使用年限较短<sup>[6]</sup>。

## (2) 底盘

底盘接受动力装置的动力，使叉车动力，并保证其正常行走。它由传动系、行驶系、转向系、制动系组成。传动系是接受动力并把动力传递给行驶系的装置。机械式传动系由摩擦式离合器、齿轮变速器、万向传动装置及装在驱动桥内的主传动装置和差速组成；液力机械式传动系以液力变矩器取代摩擦式离合器，其余部分与前者相同。行驶系是保证叉车滚动运行并支撑整个叉车的装置。它由支架、车桥、车轮以及悬架装置等组成；叉车的前桥为驱动桥，这是为了增大有载搬运时的前桥轴荷，以提高驱动轮上的附着质量，使地面附着力增加，以确保发动机的驱动力得以充分发挥。其后桥为转向桥。转向装置位于驾驶员前方，变速杆等操纵杆件置于驾驶员坐位的右侧。转向系是用来使叉车按着驾驶员的意愿所决定的方向行走的系统，叉车转向系按转向所需的能源的不同，可分为机械转向系和动力转向系两种。前者以驾驶员的体能为转向能源，由转向器、转向传动机构和操纵机构 3 部分组成；后者是兼用驾驶员的体能和发动机动力为转向能源的转向装置。在正常情况下，叉车转向所需能量，只有很小一部分由驾驶员提供，大部分是由发动机通过转向加力装置提供。但在转向加力装置失效时，一般还应当能由驾驶员独立承担转向任务。叉车作业时，转向行走多变，为减轻驾驶员操纵负担，内燃叉车多采用动力转向装置。常使用的动力转身装置有整体式动力转向器、半整体式动力转身器和转向加力器 3 种。制动系是使叉车减速或停车的系统。它由制动器和制动传动机构组成。制动系按制动能源可分类人力制动系、动力制动系和伺服制动系 3 种。前者以驾驶员体能为制动能源，动力制动系完全依靠发动机的动力转化而成的气压或液压形式的势能为制动能源，后者则是前两者的组合<sup>[6]</sup>。

## (3) 工作部分

叉车工作部分是直接承受全部货重，完成货物的叉取、升降、堆垛等工序的直接工作机构，由直接进行装卸作业的工作装置及操纵工作装置动作的液压传动系统组成。货叉是直接承载货物的叉

形构件，它通过挂钩装在叉架上，两货叉间的距离可以根据作业的需要进行调整，由定位装置锁定。叉架是由钢板焊接而成的结构件，具有滚轮组，内门架内侧具有上下方向的槽形轨道，叉架与内门架的联接方式一样，同样也只能沿外门架的轨道作上下运动。内门架是由两个槽形型作为立柱和栋梁组焊的框架结构。它的下部铰接在叉车的驱动桥（前桥）上，借助于倾斜液压缸的作用，门架可以在前后方向倾斜一定角度。门架前倾是为了装卸货物方便，后倾的目的是当叉车行驶时，使货叉上的货物不至于滑落。起升液压缸下端在外门架横梁上，上端与内门架横梁和链轮联接。起升链条的一端与外门架下部联接，另一端绕过链轮与叉架相连，向液压缸通入压力油时，活塞杆以速度  $v$  向上运动并带动链轮、内门架以同样的速度  $v$  起升，由于动滑轮原理，链条牵动叉架以  $2v$  速度起升。当液压缸全行程终了时，内门架处于外门架上方极端位置，叉架处于内门架上方极端位置。当泄掉油压时，货物或货叉等构件靠自身重力下降<sup>[6]</sup>。

#### (4) 电气设备

电气设备包括电源和用电两部分，包括蓄电池、发电机、起动电动机、点火装置、照明装置、各种警告、警报信号装置以及其他电气元件和线路。电瓶叉车有串激直流电机；内燃叉车有电动起动机；汽油机叉车还有高压电火花点火装置等<sup>[5]</sup>。

#### 1.2.2 叉车设计的一些研究方向

东风精密铸造有限公司的郝良果马波研究了拓扑优化及仿真技术在叉车后桥轻量化设计中的应用。研究者以叉车后桥零件为例，本着产品轻量化的目的，应用拓扑优化技术及铸造工艺仿真技术进行了结构优化设计和工艺方案设计。在保证零件刚度最大化的前提下，对叉车后桥进行优化减重方案设计，经过两次拓扑优化和强度验证，零件质量减至 21.77 kg，减轻率为 38.97%。同时运用铸造 CAE 技术对零件的铸造工艺方案进行设计，实现了浇注工艺缺陷的最小化。结果表明，CAE 技术在精铸件的轻量化开发过程中起着缩短周期、降低开发成本的作用<sup>[7]</sup>。

安徽叉车集团公司李道亮姚玉萍等人，运用 SOLIDWORKS 三维平台进行转向桥的设计，模拟转向动作，并进行干涉检查，获得了满意的效果。横置液压缸式转向系统是近几年在叉车上广泛采用的新型转向系统，它引用了曲柄滑块机构，压力由活塞、活塞杆通过连杆推动转向节使转向轮偏转，从而实现整车转向。此种结构具有内转向角度大、左右转向一致性好、结构紧凑、布置方便、造价低等优点，不足之处是在转向过程中液压缸要承受一定的径向力。为尽可能减小此径向力，并且在满足销轴最大内转角的要求下保证轮胎转向过程中不出现滑动现象，要求在选取杆系参数时采用梯形优化设计，确保机构各参数精确、科学。在实际尺寸确定以后，须检验各运动部件间（如活塞杆与转向节、连杆与转向节、轮胎与桥体等）是否干涉。传统的校验方法是在各参数确定以后，通过绘图的方法验证几个极限位置，但这不能完全排除转向过程中干涉现象的发生，因此只有在零件加工装



配后通过实际运动来判断，若有干涉则须重新设计，这势必造成不必要的浪费，增加产品开发成本。在SOLIDWORKS零件模板下通过拉伸、旋转、切除、扫描、放样、钣金、抽壳等方法完成各零件的建模，通过计算机在三维空间模拟出各零部件的实体模型，清晰体现设计者的设计思路，给制造者提供了感观认识。完成零件建模以后在SOLIDWORKS的装配模板下实现各零部件之间的装配关系，保留相对运动方向的自由度，真实、直观地显现整个桥体的结构特征，并且可以实现其自由度方向上的运动。通过自由度方向的拖动或定义相互之间的配合关系可以实现液压缸在其行程范围内的任何位置上的仿真。同时可以通过软件的质量特性、干涉检查等功能实现转向桥质量、体积、表面积、重心、惯性矩的自动计算，以及检查各零部件在液压缸行程范围内任何位置时相互之间的干涉状况，显示出干涉的体积，为设计提供有力的支持和帮助，也为整车重心的确定和稳定性提供可靠的数据[8]。

浙江大学机械与能源学院的屠立、张有树，浙江杭叉工程机械股份有限公司的王阜西研究了基于功能结构分解的配置设计方法及在叉车产品中的应用。配置设计可以快速开发产品、降低设计成本、快速响应市场，是一种适应于大规模客户化定制生产模式的现代设计方法。通过零部件之间功能需求的相关性分析，提出了一种基于功能结构分解的零部件划分方法，并以叉车产品为研究对象，通过功能分解实现了复杂产品块的快速检索和修改设计。叉车产品配置设计过程中分解了相应零部件功能并形成相应实例库。包括叉车起升组件实例、叉车门架实例等，在系统中构成结构树表现形式，并可实现所需实例的相应检索。功能分解所形成实例有时并不能直接满足产品的设计要求，还需要按照新的设计要求对它进行一定的修正。根据叉车产品功能分解实例的特性，采用修改和替换旧实例中那些和目前的问题需求不相符合的部分来实现。研究者提出的配置设计将零部件按功能接口进行分解，使相关零部件具有很强的互换性，从而通过零部件的选择和组合可以配置出不同的产品，生产出不同种类的产品以满足不同用户的要求[9]。

浙江工业大学陈帅研究了基于设计意图捕捉的叉车参数化设计方法及应用。研究者开展基于设计意图捕捉的叉车参数化研究，提出一种设计意图捕捉方法，并和现有的参数化技术结合，应用到叉车设计中。主要研究内容有：一、设计意图捕捉包括利用已有设计资源、辅助设计决策和快速生成实体模型。二、意图域，载体域的映射是捕捉方法中的关键问题。三、优化方法用于求解设计意图模型，同时用来集成设计意图捕捉系统和参数化设计系统。四、在上述研究的基础上，构建了基于设计意图捕捉的叉车参数化设计系统，以叉车设计为实例，验证了提出方法的可行性和有效性[10]。

合肥工业大学机械与汽车工程学院工业设计系谢永当、韩善明进行了叉车驾驶室的人机工程学研究。研究者归纳叉车驾驶舱设计的三要素：一、驾驶室内空间尺寸协调，达到高效利用。二、人机信息传达顺畅，为高效操作提供保障。三、操纵件布置合理，提高工作效率。基于人机工程学科

理论研究，结合人体的人体尺寸、人体生理结构、人的视觉特性等因素，分析了叉车驾驶室的整体空间布局、人机信息界面设计、操控装置的排列等方面的人机因素。从以人为本的设计思想出发，阐明人机工程学在叉车设计方面的理论指导<sup>[11]</sup>。

### 1.3 本课题的研究

#### 1.3.1 设计目的

叉车的机动灵活强，能适应多变的装卸搬运要求，手动液压叉车主要用在仓库内中等高度的堆垛、取货作业，专门满足了额定起重量小、起身高度低的特别需求，在室内作业非常方便。

#### 1.3.2 设计意义

叉车是应用十分广泛的流动式装卸搬运机械，广泛应用于公路运输、铁路运输、水路运输各部门。多年来，由于成件货物的品种多、规格杂、外形不一、包装各异，所以对这些货种很难实现装卸作业机械化。叉车的问世，使得这一难题得到解决，这不但保证了安全生产，而且暂用的劳动力大大减少，劳动强度大大降低。作业效率大大提高经济效益十分显著。

#### 1.3.3 设计内容

本课题的设计内容为某型号叉车的设计，我选择的是设计手动液压叉车。由于叉车本身结构复杂，各系统和零部件众多，结合本专业所学，并在阅览大量人因工程相关书籍之后，将人因工程的技术应用于叉车设计中。结合相关资料对叉车货叉进行设计，并运用 Solidworks 完成对货叉的建模设计，然后用 ansys 进行有限元分析，并在最后使用 Solidworks 完成叉车的总体建模设计。

#### 1.3.4 完成本设计需解决的问题

- (1) 收集叉车设计相关资料
- (2) 运用人因工程对叉车进行相关设计
- (3) 对货叉进行设计并进行 Solidworks 建模和有限元分析
- (4) 用 Solidworks 完成叉车整体和部分部件的模型设计
- (5) 使用 CAD 画出相关部件的三视图

## 2 手动液压叉车介绍

### 2.1 手动液压叉车的应用环境

手动液压叉车也被称为手动堆高车是一种高起升装卸和短距离运输两用车，由于不产生火花和

电磁场。特别适用于汽车装卸及车间、仓库、码头、车站、货场等地的易燃、易爆和禁火物品的装卸运输。由于其满足额定起重小、起身高度低的特别需求，在室内作业非常方便。

## 2.2 手动液压叉车的结构和工作原理

手动液压叉车的构造如图2-1：

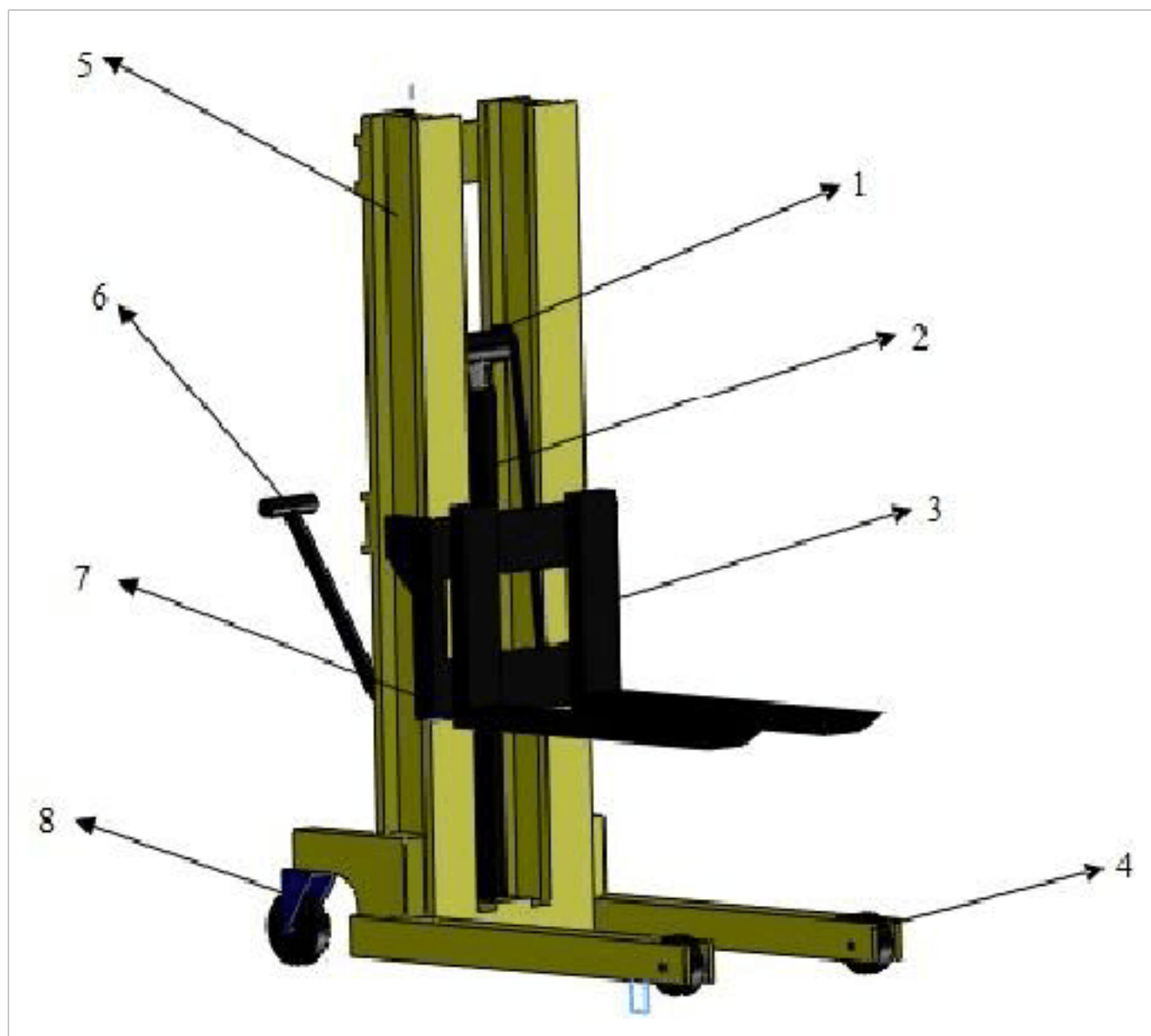


图2-1 手动液压叉车构造图

1 链轮 2 压力筒 3 货叉 4 前轮 5 门架 6 操纵柄 7 叉架 8 后轮

手动液压叉车的工作原理：结合图 2-2 说明叉车的工作原理，大油缸 9 和大活塞 8 组成举升液压缸。杠杆手柄 1、小油缸 2、小活塞 3、单向阀 4 和 7 组成手动液压泵。如提起手柄使小活塞向上移动，小活塞下端油腔容积增大，形成局部真空，这时单向阀 4 打开，通过吸油管 5 从油箱 12 中吸油；用力压下手柄，小活塞下移，小活塞下腔压力升高，单向阀 4 关闭，单向阀 7 打开，下腔的油液经管道 6 输入举升油缸 9 的下腔，迫使大活塞 8 向上移动，顶起链轮上升。链轮自由端链条两倍于大活塞上升距离上升，拉动叉架上升。两根链条（只叙述一根）一端锚固，另一端（自由端）绕过大活塞杆顶端的链轮连接在可以上下滑动的叉架上，叉架以门架为“活动导轨”作升降运动，货叉挂在叉架横梁上，随之做升降运动。再次提起手柄吸油时，单向阀 7 自动关闭，使油液不能倒流，从而保证了重物不会自行下落。不断地往复扳动手柄，就能不断地把油液压入举升缸下腔，使重物逐渐地升起。如果打开截止阀 11，举升缸下腔的油液通过管道 10、截止阀 11 流回油箱，重物就向下移动。

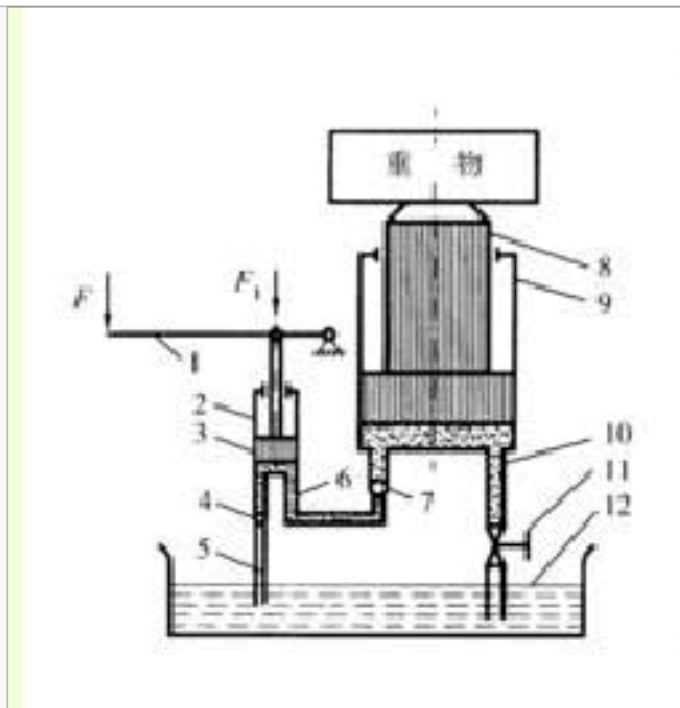


图2-2基于千斤顶原理的液压装置简图

- 1.杠杆手柄 2.小油缸 3.小活塞 4, 7.单向阀 5.吸油管  
6, 10.管道 8.大活塞 9.大油缸 11.截止阀 12.油箱

### 2.3 手动液压叉车的技术参数

手动液压叉车的设计参数列表，如表 1：

表 1 手动液压叉车技术参数表

额定起重质量		Kg	1800
最大起升高度		mm	1600
叉车放低高度		mm	≤100
货叉调节宽度		mm	240~550
货叉长度		mm	800~1000
载荷中心距		mm	400~500
起升速度		mm/次	13
下降速度	可控 can control		
转弯半径		mm	≤1500
外形尺寸 A×B×F	全长 A	mm	1400
	全宽 B	mm	750
	全高 F	mm	2000
自重		Kg	180

## 3 人机工程学在叉车设计中的应用

### 3.1 叉车设计中的人机工程学介绍

人机工程学是基于对人和机器、技术的深入研究，发现并利用人的行为方式、工作能力、作业限制等特点，通过对机器、工具、系统、环境进行合理设计，以提高生产率、安全性、舒适性和有

效性的一门综合性学科。在本课题叉车设计上，人机工程学的应用主要体现在以下 2 个方面：1.舒适性：人性化的设计能够使操作员保持良好的心情，降低驾驶员操作时的疲劳度。2.安全性：通过对叉车色彩的设计，为行人提供良好的视野，改善叉车操作员的操作环境，减少叉车事故，提高叉车作业的安全性。

## 3.2 叉车操纵杆的设计

### 3.2.1 叉车操纵杆设计分析

操纵杆一端与机器的受控部件联结，手执操作的另一端有一个端头（也可称为手柄）。它的优点是可获得较大的杠杆比，主要用于需要克服大阻力的操纵。对于操纵杆的设计分析，根据人机工程理论，主要从它的长度、手握部分的形状以及操纵角度等方面进行。

### 3.2.2 叉车操纵杆设计过程

虽然叉车操作杆的种类比较多，但都是通过操作员进行控制。操纵杆相对于操作者的位置是设计操纵杆的主要依据之一。当操纵力较大和采用站姿工作时，操纵杆手柄的位置应与人的肩高或低于肩的位置；坐姿工作时，操纵杆的手柄应设在与人肘部趋近等高的位置。在操作过程中，尽量减少身体的扭转，从而减小操作员的操纵疲劳度。

由于手动液压叉车的操作属于站姿近身作业，一般允许作业者自由的移动身体，但作业空间仍然受到一定的限制。例如，应避免伸臂过长的抓握、蹲身或屈曲、身体扭转及头部处于不自然的位置等。图3-1左为站姿单臂作业的近身作业空间，以第5百分位的男性为基准，当物体处于地面以上110cm-165cm高度，并且在身体左右46cm范围内时，大部分人可以在直立状态下达到身体前侧46cm的舒适范围（手臂处于身体中心线处操作），最大可及区弧半径为54cm；对于双手操作的情形，由于身体各部位相互约束，其舒适作业范围有所减少，见图3-1右，这时的伸展空间为：在距身体中线左右各15cm的区域内，最大操作弧半径为51cm，液压叉车的操作通常为双手操作，结合图3-1，估算操纵杆的长度为115cm。

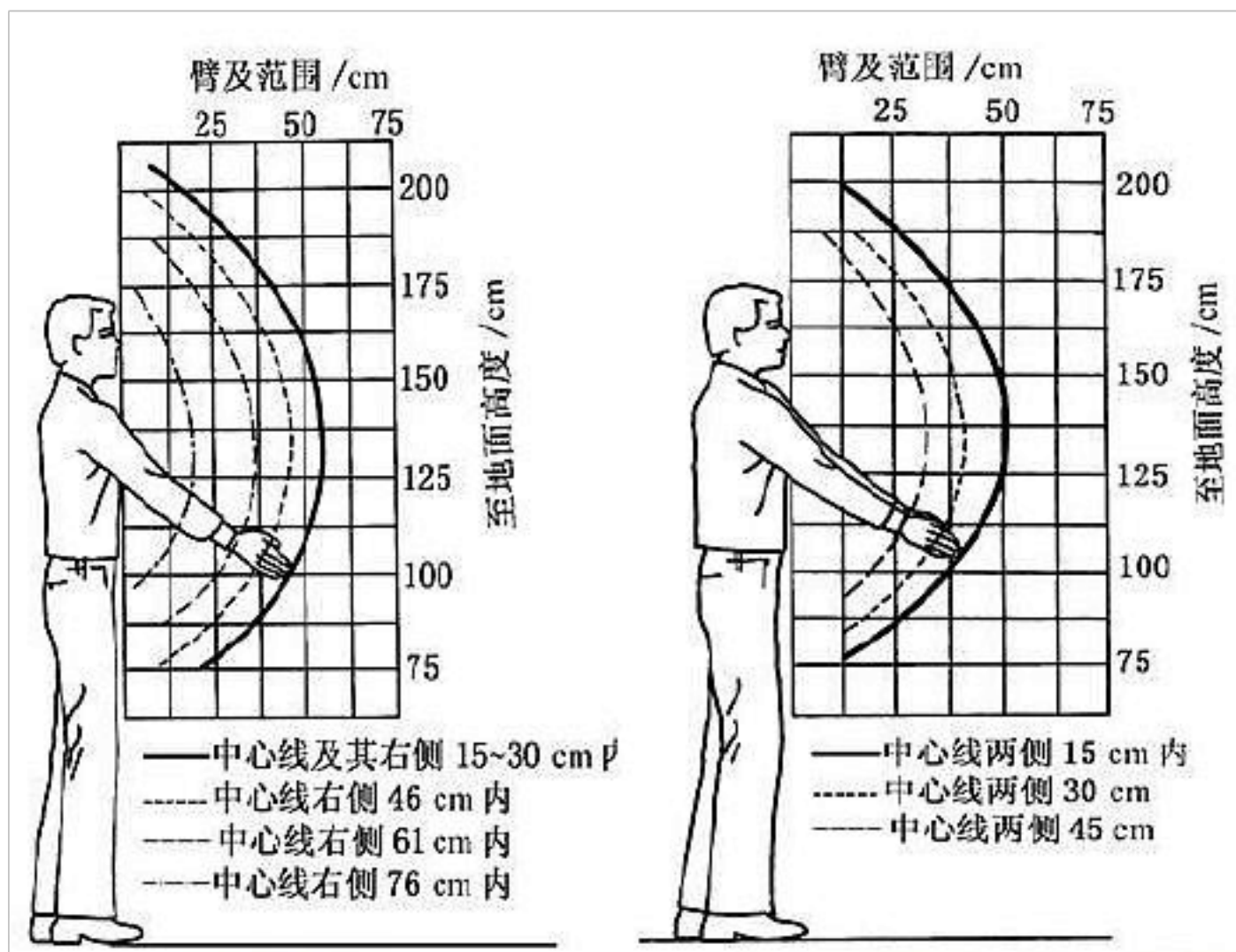


图3-1 站姿近身单臂作业空间和站姿双臂作业空间

由于操作员在对操纵杆进行控制时，是通过手握来进行操作。所以操纵杆手柄的形状必须依据手的生理特点来设计和选择。从手掌的生理结构来看，掌心部位的肌肉最少，指骨间肌和手指部分是神经末梢满布的部位，指球肌、大鱼际肌和小鱼际肌是肌肉丰富的部位，是手部的天然减震器。在设计这类手柄时，手柄的着力方向和振动方向不能集中于掌心 and 指骨间肌，如果掌心长期受压受振，可能会引起难以治愈的痉挛，至少易引起疲劳和操作不准确。因此，操作者握住手柄时最好使掌心处略有空隙，使受力减少<sup>[15]</sup>。图3-2中(a)为手的生理结构，(b)中1、2、3三种手柄形式较好，4、5、6这几种形式与掌心贴合面大，只宜作为瞬间和受力不大的操纵手柄。

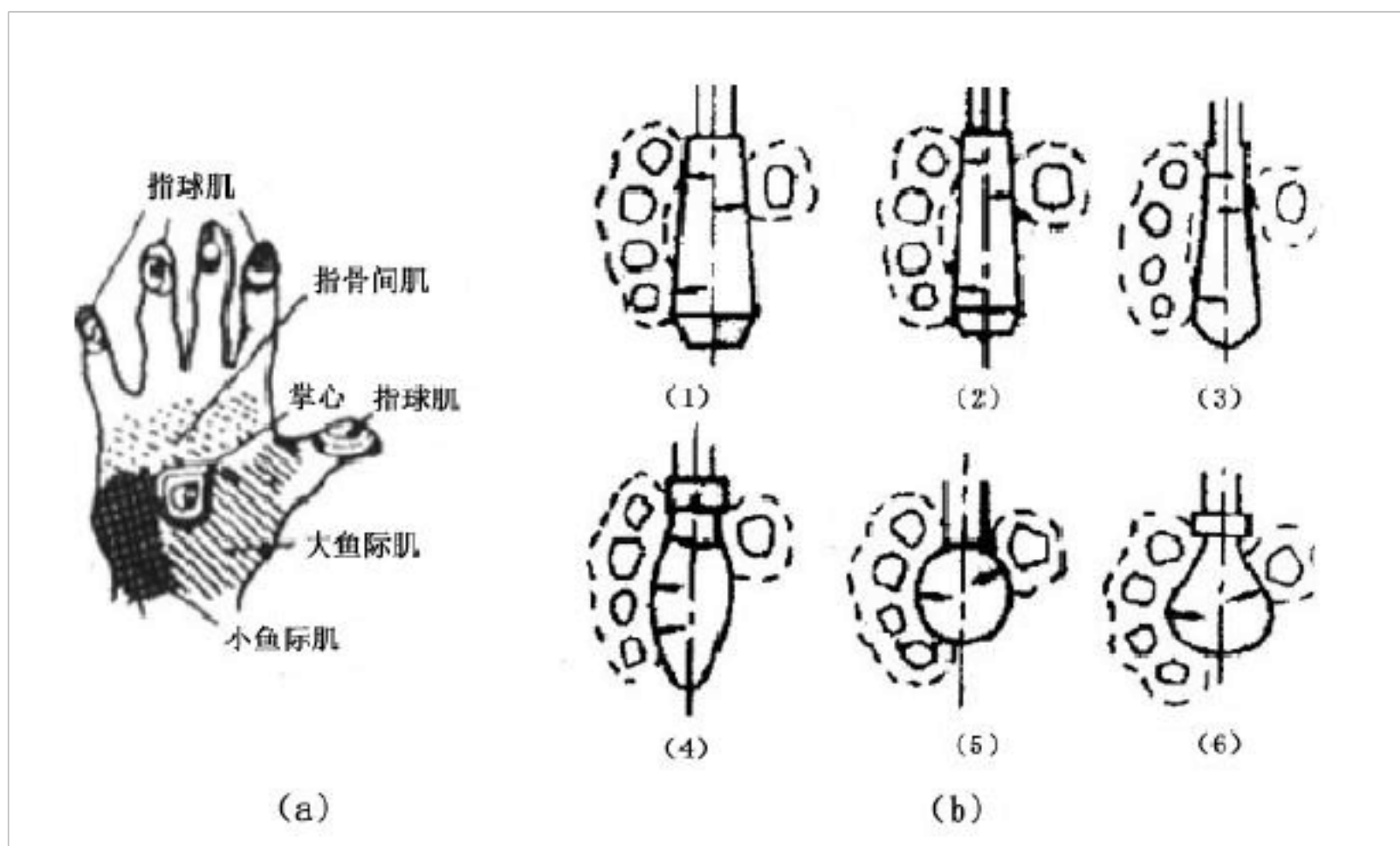


图3-2 手的生理结构与手柄形状设计

对于叉车的操纵杆，操作员一般采用手抓握的方式。根据它的特点并结合手掌的生理结构，可以将它的端部设计成平面或弧面，这样能使它与掌心留有一定的间隙，因而减少对肌肉较少的掌心部位的压迫。考虑到操纵杆在操纵过程中，其运动多是上下进行，手握部分可以设计成端部部径围稍大于内部径围，这样可以防止操作过程中操作员手的滑脱。除此之外，要设计一种合理的手柄，必须考虑手幅长度、手握粗度、握持状态和触觉的舒适性。通常手柄的长度必须接近和超过手幅手握的长度，使手在握柄上有一个活动和选择的范围，本次设计选择手柄的设计长度为 160mm。手柄的径向尺寸必须与正常的手握尺寸相符或者小与手握尺度。如果太粗，手就握不住手柄，如果太细，手部肌肉就会过度紧张而疲劳，操纵杆的粗细一般为 22-32mm，手柄的设计一般为 32mm。另外，手柄的外表面应该平整光滑，以保证操作者的触觉舒适性。

在操纵杆的设计中，除了要考虑它的长度、形状外，还要考虑它的操纵角度和位移量。操纵杆的操纵角度和位移量不宜太大，如果太大的话，不仅占用较大的操作空间，而且在进行操作时由于运动消耗量大会使操作者加快疲劳感。所以，操纵杆的操纵角度和位移量应在一个适宜的范围内。操纵杆的操纵角度以  $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$  为宜，一般不超过  $90^{\circ}$ 。操纵杆的位移量随操纵杆的运动方向不同而不同。当操纵杆上下运动时，最大为 536mm，角度和位移大小如图 3-3 所示。

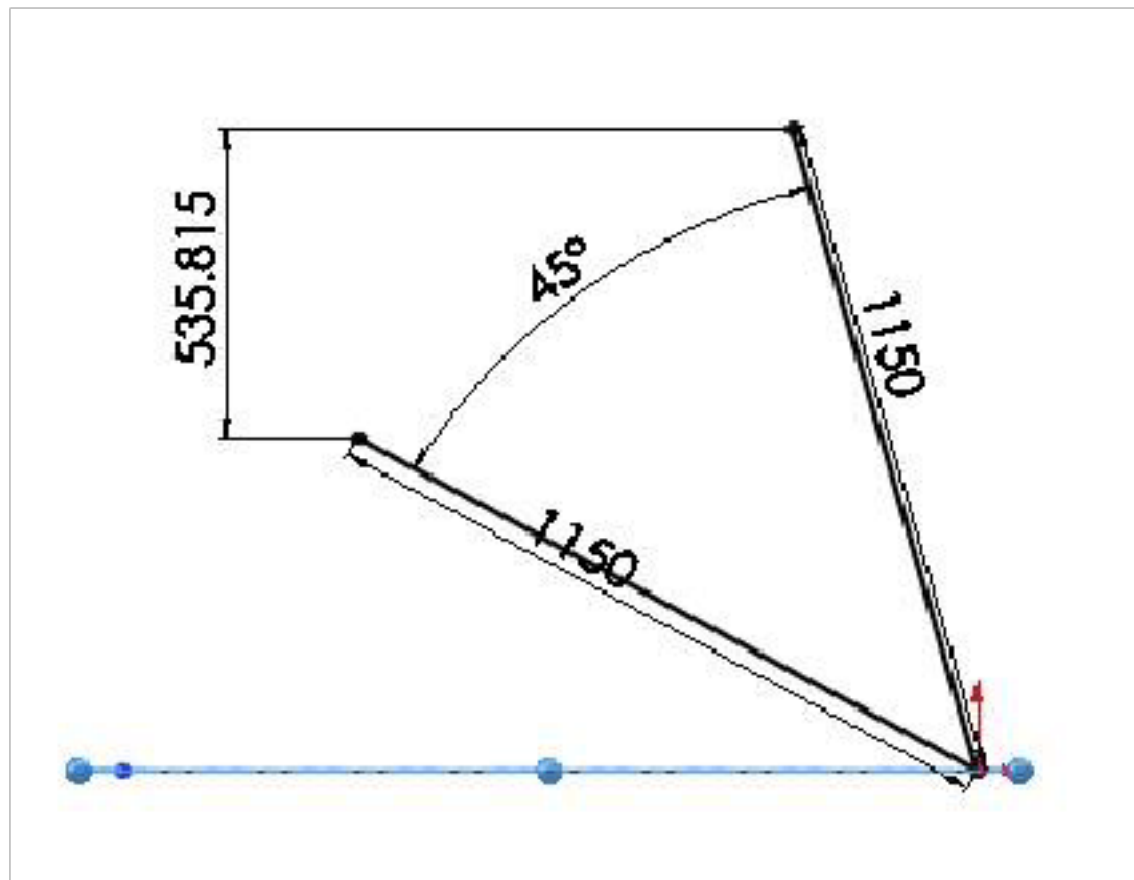


图3-3 操纵杆的角度和位移量

### 3.3 叉车操纵杆的模型设计

#### 3.3.1 设计软件的平台介绍

SolidWorks 为达索系统 (Dassault Systemes S.A) 下的子公司, 专门负责研发与销售机械设计软件的视窗产品, 其软件产品 Solidworks 提供一系列的三维 (3D) 设计产品, 帮助设计师减少设计时间, 增加精确性, 提高设计的创新性, 并将产品更快推向市场<sup>[17]</sup>。

Solidworks 软件组成:

##### 1) 2D 到 3D 转换工具

将 2D 工程图拖到 Solidworks 工程图中的功能; 支持包括外部参考的可重复使用 2D 几何; 视图折叠工具, 可以从 DWG 资料产生 3D 模型。

##### 2) 内置零件分析

测试零件设计, 分析设计的完整性。

##### 3) 机器设计工具

具有整套熔接结构设计和文件工具, 以及完全关联的钣金功能。

##### 4) 模具设计工具

测试塑料射出制模零件的可制造性。

##### 5) 消费产品设计工具

保持设计中曲率的连续性, 以及产品薄壁的内凹零件, 可加速消费性产品的设计。

##### 6) 对现成零组件的线上存取

让 3DCAD 系统使用者透过市场上领先的线上目录使用现在的零组件。



7) 模型组态管理

在一个文件中产生零件或零组件模型的多个设计变化，简化设计的重复使用。

8) 零件模型建构

利用伸长、旋转、薄件特征、进阶薄壳、特征复制排列和钻孔来产生设计。

9) 曲面设计

使用有导引曲线的叠层拉伸和扫出产生复杂曲面、填充钻孔，拖曳控制点以进行简单的相切控制。直观地修剪、延伸、图化、缝织曲面、缩放和复制排列曲面。

### 3.3.2 模型及其绘制过程

A 模型：



图 3-4 操纵杆模型

B 设计过程：

- 选择前视基准面为草图绘制基准面，进入草图绘制环境，绘制下图所示的草图，得到草图 1。

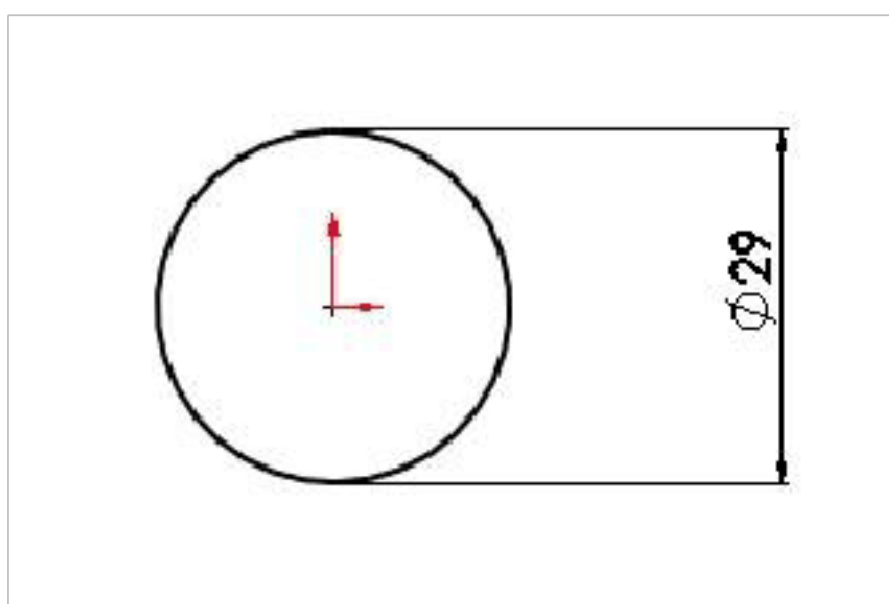


图 3-5 草图 1

- 退出草图绘制，选择【特征】-【拉伸凸台/基体】，进行特征编辑。得到实体。



图 3-6 SOLIDWORKS 拉伸功能框

- 选择上视基准面为草图绘制基准面，进入草图绘制环境，选择圆，直径为 29mm，得到草图 2。
- 退出草图绘制，选择【特征】-【拉伸凸台/基体】，进行特征编辑。得到实体。
- 选择【特征】-【参考几何体】-【基准面】，选择面 1 为参考基准面，距离为 50mm，反转，确定。得到基准面 1。



图3-7 SOLIDWORKS基准面功能框

- 选择面 1 为草图绘制基准面，进入草图绘制环境，选择圆，直径为 32mm，得到草图 3。
- 选择基准面 1 为草图绘制基准面，进入草图绘制环境，选择圆，直径为 30mm，得到草图 5。

- 退出草图绘制，选择【特征】-【放样凸台/基体】，进行特征编辑。得到实体。

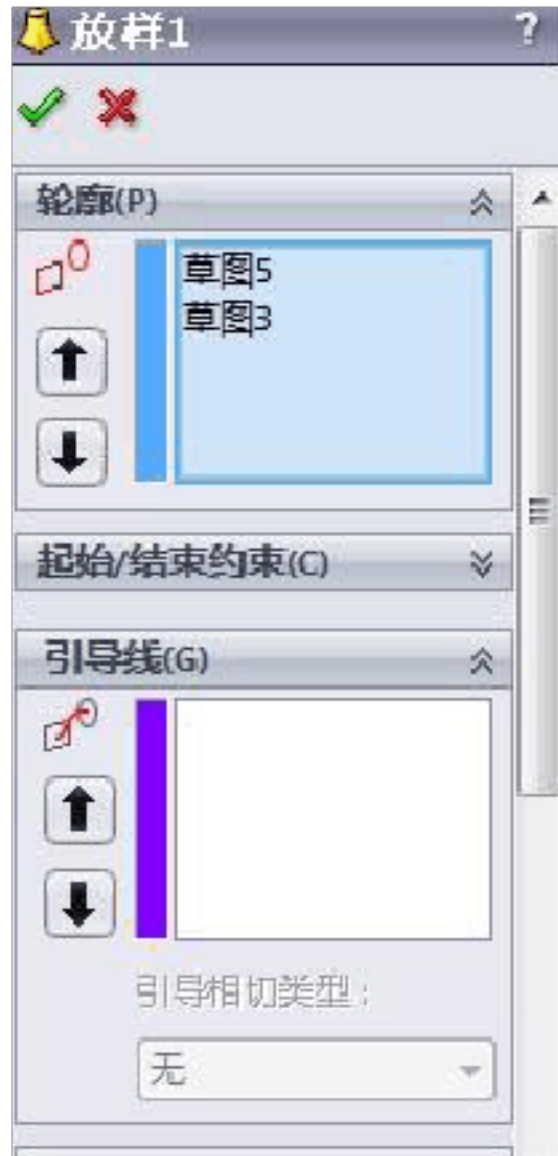


图 3-8 SOLIDWORKS 放样功能框

- 选择【特征】-【镜像】，进行特征编辑。得到实体。



图 3-9 SOLIDWORKS 镜像功能框

## 3.4 叉车色彩设计

### 3.4.1 叉车色彩设计分析

据美国 OSHA 估计:每年约 680,400 次叉车事故发生,大约有 90,000 员工深受其痛苦,这些事故中有 18.8%是被叉车撞伤。手动液压叉车经常用于工作在仓库,货架之间,行人经常由于未发现叉车而被撞伤,提高叉车的安全性就显得尤为重要。通过对叉车色彩的设计,使行人能及早发现叉车,避免事故发生,是一个经济有效的办法。对于手动液压叉车来说,其作色部分主要在门架、叉架和压力筒等部位,因此,对它的色彩设计主要集中在门架色彩和叉架色彩的设计上,设计过程可从人的视野,颜色的辨识度,对比度和色彩对人的影响几个角度分析合适的色彩。

### 3.4.2 色彩的设计

人眼的视野是人看到色彩以及叉车的基础,因此需要对视野进行分析。所谓视野即眼球向正前方注视时,所能看到的空间范围。视野按眼球的工作状态,可分为静视野、注视野和动视野 3 类。静视野是指头部固定、眼球静止不动的状态下自然可见的范围,注视野是指头部固定转动眼球注视某一中心点时所见的范围,动视野是指头部固定而自由转动眼球时可见范围。在人的三中视野中,注视野范围最小,动视野范围最大。人机工程中一般以静视野为依据设计视觉显示器等有关部件,以减少人眼的疲劳<sup>[16]</sup>。

在垂直平面的视野是:假定标准视线是水平的,定为  $0^\circ$ ,则最大视区为视平线上  $50^\circ$ 和视平线以下  $70^\circ$ 。颜色的识别界限为视平线以上  $30^\circ$ ,视平线以下  $40^\circ$ 。实际人的自然视线是低标准线的,在一般状态下,站立时自然视线低于水平线  $10^\circ$ ,坐着时低于水平线  $15^\circ$ ,在很松弛的状态中,站着和坐着的自然视线偏离标准视线分别为  $30^\circ$ 和  $38^\circ$ 。观看展示物的最佳视区在低于标准视线  $30^\circ$ 的区域里<sup>[16]</sup>。人的垂直视野如图 3-10 上图。

在水平面内的视野是:双眼视区大约在左右  $60^\circ$ 以内的区域,在这个区域里还包括字、字母和颜色的辨别范围,辨别字的视线角度为  $10-20^\circ$ ,辨别字母的视线角度为  $5-30^\circ$ ,在各自的视线范围以外,字和字母趋于消失。对于特定的颜色辨别,视线角度为  $30-60^\circ$ ,人最敏锐的视力是在标准视线每侧  $15^\circ$ 的范围内,单视野界限为标准视线每侧  $94-104^\circ$ <sup>[16]</sup>。人的水平视野,如图 3-10 下图。

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/387066033064006056>