

高校机械
基础实验教材

机械设计基础

JIXIESHEJIJICHUSHIYANJIAOCHENG

任济生 主编

实验教程



山东大学出版社
Shandong University Press

机械设计基础

实验教程

高校机械基础实验系列教材

机械设计基础实验教程

主 编 任济生
副主编 郝秀清 李乃根

山东大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础实验教程/任济生主编. — 济南: 山东大学出版社, 2005. 7
ISBN 7-5607-3008-6

I. 机...

II. 任...

III. 机械设计-实验-高等学校-教材

IV. TH122-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 077438 号

山东大学出版社出版发行

(山东省济南市山大南路 27 号 邮政编码: 250100)

山东省新华书店经销

山东旅科印务有限公司印刷

787×1092 毫米 1/16 6.5 印张 146 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

定价: 9.00 元

版权所有, 盗印必究

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社营销部负责调换

山东省高等学校基础课实验教材编写指导委员会

主任委员 马庆水
副主任委员 宋承祥 周新利 陈国前
委 员 (以姓氏笔画为序)
王正林 王 波 朱德中 刘传宝 刘智军
杜守旭 李明弟 张奎平 郑兆聚 杨玉强
赵景胜 柳中海 顾灵光 徐京明 郭仲聚
梁立刚 綦明正 谭继文 魏鲁真

机械基础实验系列教材编写委员会

主 编 吕传毅
副主编 杜守旭 李剑锋
编 委 (以姓氏笔画为序)
王 旭 王兰美 师忠秀 任济生 李延胜
汪传生 昞向博 钮平章 曾庆良 綦耀光
谭继文 魏修亭

总 序

为了进一步加强我省高等学校实验教学和实验教学条件建设,更好地为深化高等教育改革和全面实施素质教育服务,根据教育部《新世纪高等教育教学改革工程》(教高[2001]1号),山东省教育厅于2004年颁布了《山东省高等学校基础课实验教学示范中心建设标准》。这是进一步优化高等学校资源配置、提高办学效益、深化实验室管理体制改革,培养学生动手操作能力、实践能力和创新能力的重要举措,对于促进高等学校教学资源共享、强化办学特色、加快学校发展,具有重要作用。

实验教材建设是基础课实验教学示范中心建设的关键任务之一。为了切实把这项工作做好,山东省教育厅成立了“山东省高等学校基础课实验教材编写指导委员会”,对新体系、立体化实验教材的编写思路、编写方式进行了认真研究。在此基础上,山东省教育厅组织有关高校长期从事实验教学的教师、专家,组成了物理、化学、生物、电工电子、机械、力学等六个门类新体系立体化实验教材编写组。各编写组根据《山东省高等学校基础课实验教学示范中心建设标准》和“厚基础、宽口径、大综合”的要求,按照系列文本教材、配套教学课件、网络课程等三大部分的编写框架,群策群力,集思广益,开展了卓有成效的工作。

新体系立体化实验教材,是我省首次统编实验教材,对于基础课实验教学示范中心建设具有开创性意义。通过在全省高校统一实验教材,力求突破传统的实验教学模式,建立以基础型实验、综合设计型实验、创新型实验为主,形成开放、自主、探究性学习的实验教学新模式和分层次、一体化的实验教学新体系。

本套新体系立体化实验教材的编写力求突出时代性、先进性、适用性和通用性,力求做到科学规范。但是,由于水平所限,难免有疏漏和不足之处,请各高校在使用过程中提出修改意见,不断提高我省统编实验教材的质量和水平,为促进高等教育改革和素质教育的实施作出更大的贡献。

山东省高等学校基础课实验教材
编写指导委员会

编写说明

为加强高校基础课的实验教学工作,2003年11月,山东省教育厅条件装备处和高教处在山东大学召集会议,布置研讨山东省高校新体系立体化实验教材的编写组织事宜。会上商定由6所院校牵头分别组成物理、化学、力学、生物、电子基础和机械基础6个编写组,进行高校基础课新体系立体化实验教材的编写工作。机械基础实验系列教材是山东省高校新体系立体化实验教材的组成部分。

之后,由山东理工大学牵头,组织山东大学、青岛大学、山东科技大学、石油大学、山东建筑工程学院、青岛科技大学等院校的专家教授立即投入编写工作,多次召开会议,研究机械基础实验系列教材的结构组成、人员分工、编写体例等事项,最后确定组织编写《机械原理实验教程》、《机械设计实验教程》、《机械设计基础实验教程》、《机械制造基础实验教程》、《互换性与技术测量实验教程》、《机械制图实验教程》、《机械基础音像实验教程》等7部教材,这些教材基本涵盖了机械类专业的基础实验的基本内容。

应该说撰写全省通用的机械基础课实验教材是一种尝试。在编写过程中,我们一方面对编写系列教材作一些大概的约定;另一方面又根据不同课程的特点,允许各教材之间有一些特色和差异。系列教材的编写是根据教育部“高等学校基础课实验教学师范中心建设标准”和“厚基础、宽专业、大综合”的教育理念要求进行的。本系列实验教材与相应的课程教材既有联系又相互独立,各高校在选用教材时,要根据各自的实际情况和所开课程选配合适的实验教材。

参加本系列教材编写的人员,大都是各单位的教学科研骨干,他们一边承担着繁重的教学科研任务,一边抽时间参加教材编写,付出了艰苦的劳动,为山东省基础课实验教学工作作出了贡献,在实验教材付梓之际向这些无私奉献的专家教授们表示崇高的敬意。

虽然编者已经做了许多工作,但由于经验不足加之水平所限,系列教材中肯定会有不足和错误之处,请读者批评指正。

山东省机械基础实验新体系立体
化系列教材编写委员会

2005年6月

前 言

本书是在“山东省高等学校基础课实验教学示范中心建设”的统一规划下,总结了近几年我省部分高校《机械设计基础》课实验教学改革经验的基础上编写而成的。

全书共有十个实验,紧扣《机械设计基础》课程内容的知识结构、内在规律编排。既有目前各高校普遍开设的常规实验,又有近几年新开发的实验(如平面机构创意设计、机电系统创意组装、用智能型实验台进行“带传动的滑动和效率测定”等)。通过这些实验有利于巩固、深化课程理论教学,进一步培养学生的创新能力、分析问题和解决问题的能力及动手实践能力。

考虑到各高校不同专业《机械设计基础》课学时数不尽相同,本书有较大的适应性,基本能满足各近机类、非机类专业所需,读者可据需要灵活选择实验内容。

在每个实验中,概述、实验目的、实验设备及工具、预习题等各节是围绕课程基本要求及实验原理阐述的,属实验前学生应预习的内容;实验内容、实验步骤等节是指导学生动手实践的内容;实验报告、思考题等节是实验完成后学生必须交付的内容。指导实验时可参考这个思路提出实验要求。

参加本书编写的有:山东理工大学郝秀清(实验二、六、八),山东建筑工程学院李乃根(实验五、六、十),山东交通学院韩鹰(实验一),石油大学王心吟(实验三),青岛建筑工程学院林晨(实验七),山东理工大学郑波(实验九),烟台大学潘奠华(实验四)。山东科技大学任济生担任主编,负责全书的统稿和定稿。郝秀清、李乃根担任副主编。

本书承山东科技大学王正为教授审阅,提出很多宝贵意见,编者对此深表感谢。

由于编者水平有限,漏误和不妥之处在所难免,希望广大读者不吝赐教。

编 者
2005年5月

内容简介

本书是根据教育部批准的《机械设计基础课程教学基本要求》和“山东省高等学校基础课实验教学示范中心建设”中实验教学要求编写的。全书包括机构运动简图绘制,平面机构创意设计,渐开线齿轮齿廓范成加工原理,渐开线齿轮参数测定,常见机构认知,带传动的滑动和效率测定,轴系结构的拆装与结构分析,常见机械零件认知,减速器的拆装与结构分析,机电系统创意组装等十个实验。每个实验都编有预习题和思考题,都附有实验报告。

本书可供高等院校近机类、非机类师生使用,也可供有关专业工程技术人员参考。

目 录

实验一	机构运动简图绘制	(1)
实验二	平面机构创意设计	(8)
实验三	渐开线齿轮齿廓的范成加工原理	(15)
实验四	渐开线齿轮参数的测定	(22)
实验五	常见机构认知	(30)
实验六	带传动的滑动和效率测定(一)	(42)
实验六	带传动的滑动和效率测定(二)	(50)
实验七	轴系结构的拆装与结构分析	(58)
实验八	常见机械零件认知	(66)
实验九	减速器的拆装与结构分析实验	(77)
实验十	机电系统创意组装	(87)
参考文献	(93)

实验一 机构运动简图绘制

一、概述

在设计新的机械或对现有机械进行分析研究时需要画出能表明其组成情况和运动情况的机构运动简图。机构的运动情况,是由其原动件的运动规律、该机构中各运动副的类型(例如:是高副还是低副,是转动副还是移动副等)和机构的运动尺寸(确定各运动副相对位置的尺寸)来决定的。而与构件的外形、断面尺寸、组成构件的零件数目及固联方式、运动副的具体结构无关。所以,在对机械中的机构进行设计和分析时,常常撇开构件的实际外形、运动副的具体结构和组成构件的零件数目等与运动无关的因素,用简单的线条和规定的符号代表构件和运动副,并按一定比例表示各运动副的相对位置和构件尺寸,把机构的运动情况表示出来。这种表示机构运动情况的简单图形,就称之为机构运动简图。

机构运动简图应与原机构具有完全相同的运动特性,它不仅可以简明地表示出机构的运动情况,而且还可以根据该图对机构进行运动学和动力学分析。机构运动简图可以简明地表达一部机器的传动原理,是工程技术人员进行机构设计、分析和交流的工具,工科学生应当加强机构运动简图的训练。

有时,如果仅仅是为了表明机构的运动情况,而不需求出其运动参数的数值,也可以不要求严格地按照比例来绘制简图,通常把这种未按比例绘制的机构运动简图称为机构的示意图(或机构简图)。

二、实验目的

1. 培养对机构和简单机械的认知能力,加深对机构组成原理的理解。
2. 熟悉机构运动简图的绘制方法,掌握由实际机构绘制机构运动简图的技能。
3. 验证机构自由度的计算方法,掌握机构运动是否具有确定性的判定方法。

三、实验设备及工具

1. 测绘用四种以上机器实物或机构模型。
2. 钢板尺、内外卡钳等测量工具。
3. 三角板、圆规、橡皮、铅笔及4张草稿纸(学生自备)。

四、实验步骤

图 1-1(a) 是一偏心轮机构, 下面以该图为例介绍绘制机构运动简图的方法及步骤。

(一) 观察机构的实际构造和运动情况

1. 使机构缓慢运动, 根据各构件之间有无相对运动, 分清机构是由哪些构件组成的。在图例的机构中缓慢转动连接构件 2 的手柄(图中未画出)可看出, 机构由机架 1、曲柄偏心轮 2(本例中取为原动件)、连杆 3、滑块 4(即从动件)组成, 运动传递顺序为: 曲柄偏心轮 2, 连杆 3, 滑块 4。

2. 仔细观察各构件之间相对运动的性质, 确定运动副的类型和数目。图例中曲柄偏心轮 2 为原动件, 则构件 2 与构件 1 在 A 处组成转动副; 构件 3 与构件 2 在 B 点处组成转动副, 它是偏心机构的一种特例; 构件 4 与构件 3 在 C 点处又组成转动副; 构件 4 沿 X-X 方向在构件 1 上作相对直线运动, 组成移动副。

(二) 合理选择投影面和原动件位置

一般选择与大多数构件的运动平面相平行的平面为视图投影平面, 选择原动件的某个位置作为绘图位置, 以便简单清楚地将机构的运动情况正确地表达出来。

图例中选曲柄偏心轮、连杆及滑块的运动平面(即书平面)作为投影面; 选机构运动到图示位置时, 曲柄偏心轮 2 所处位置为机构的绘图位置。

(三) 在草稿纸上画机构示意图

撇开各构件的具体结构形状, 找出每个构件上的所有运动副, 用简单的线条连接该构件上的所有运动副元素来表示每一个构件。即用简单的线条和规定符号来代表构件和运动副, 从而在所选投影面上画出机构的示意图。最后在原动件上画箭头表示运动方向, 并从原动件开始, 依次用数字标出各构件, 用字母标出各运动副。

图 1-1(b) 为画出的机构示意图, 三个小圆圈分别代表转动副 A、B、C, 线条 2 代表曲柄偏心轮, 线条 3 代表连杆, 小矩形 4 代表滑块, 其余符号代表机架, 滑块 4 与机架 1 面接触表示二者间为移动副。

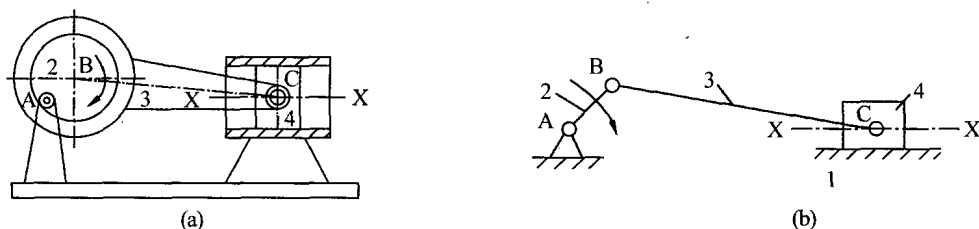


图 1-1

X-X 表示滑块移动方向。箭头表示原动件 2 的转动方向。对照(a)(b)图, (b)中用简单的线条和规定符号来代表构件和运动副, 表明了(a)中机构的组成和运动情况。

(四) 计算机构的自由度并检验机构示意图是否正确

1. 机构自由度计算公式:

$$F = 3n - 2P_L - P_H$$

式中： n 为机构活动构件数； P_L 为平面低副个数； P_H 为平面高副个数。

本例示意图中， $n=3$ ， $P_L=4$ ， $P_H=0$ ，代入上式得：

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 3 - 2 \times 4 - 0 = 1$$

2. 核对计算结果：机构具有确定运动的条件为：机构的自由度大于零且等于原动件数。

本例中机构自由度与其原动件数相同，说明机构示意图正确，否则说明所画示意图有误，应对机构重新进行分析、修改示意图。

(五)量取运动尺寸

运动尺寸是指与机构运动有关的、能确定各运动副相对位置的尺寸。在原机构上量取机构的运动尺寸并做记录，以备后面绘制机构运动简图用。

本例中运动尺寸主要是：曲柄偏心轮的回转中心 A 到几何中心 B 之间的距离（偏心轮的偏心距） L_{AB} ；曲柄偏心轮的几何中心 B 与回转副 C 之间的距离 L_{BC} ；转动副 A 到滑块运动轨迹 X-X 之间的距离（回转副 C 应与回转副 A 在一条直线上），在图 1-1(a)的实际机构上量取尺寸并作记录。

(六)选取适当的长度比例尺，在实验报告中绘制机构运动简图

长度比例尺的意义如下：

$$\mu_l = \frac{\text{实际长度(mm)}}{\text{图示长度(mm)}}$$

例如：某构件的实际长度 $L_{AB} = 100\text{mm}$ ，绘在图上的长度 $AB = 10\text{mm}$ ，则长度比例尺为：

$$\mu_l = \frac{L_{AB}}{AB} = \frac{100}{10} = 10$$

根据机构的实际尺寸及所用图纸幅面选取比例尺，依照已画出的机构示意图和已量出的运动尺寸，按选定的比例尺绘制出机构运动简图，最后将比例尺标注在图纸右上方。绘出的机构运动简图与机构示意图的区别是：前者是按比例尺画出的，后者不是。

本例的机构运动简图(略)。

五、预习题

1. 什么是机构运动简图？什么是机构示意图？
2. 在绘制机构运动简图时，长度比例尺如何选择？投影面如何选择？
3. 机构具有确定运动的条件是什么？
4. 什么是复合铰链、局部自由度、虚约束？在计算机构自由度时，如何处理？

六、实验内容

1. 根据上述方法步骤,选择实验室中 3~4 种不同的机构模型绘制机构运动简图。

2. 根据上述方法步骤,按下面给出的三种机构绘制机构示意图,并说明属何种机构,计算机机构的自由度。

可根据实际情况选择一种内容进行实验。

图 1-2 为缝纫机引线机构,运动由构件 1 偏心轴输入,由构件 3 针杆输出,连杆 2 两端各有一个转动副;图 1-3 为泵机构,运动由构件 1 偏心轮输入,在转动过程中造成泵体内腔大小的变化,由此形成泵的左右两端,一端吸进油,一端泵出油;图 1-4 为回转柱塞泵,运动由构件 1 飞轮输入,柱塞在缸筒内位置的变化,形成吸油和泵油。

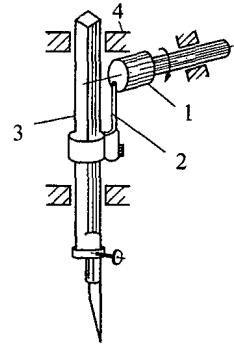


图 1-2 缝纫机引线机构
1—偏心轴 2—小连杆
3—针杆 4—机架

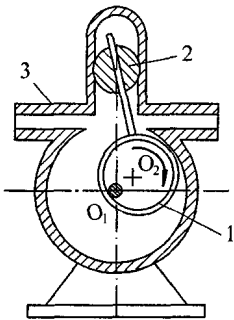


图 1-3 泵机构
1—偏心轮 2—滑块 3—泵体

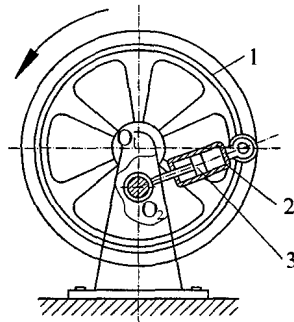


图 1-4 回转柱塞泵
1—飞轮 2—缸筒 3—柱塞

七、思考题(答在题后空白处)

1. 机构运动简图应包括哪些内容?

2. 原动件选取不同,机构运动的分析是否一样? 原动件位置不同,所绘制的机构运动简图有何不同?

3. 计算机机构自由度对绘制机构运动简图有何意义?

机构运动简图绘制实验报告

班级 _____ 姓名 _____ 学号 _____ 实验日期 _____

一、实验目的

二、实验用具

三、实验结果

1. 机构名称：

自由度计算：

机构运动简图：

比例尺：

是否有确定运动：

2. 机构名称:

自由度计算:

机构运动简图:

比例尺:

是否有确定运动:

3. 机构名称:

自由度计算:

机构运动简图:

比例尺:

是否有确定运动:

4. 机构名称:

自由度计算: $F =$

机构运动简图:

比例尺:

是否有确定运动:

四、评阅意见(成绩)

指导教师 _____

年 月 日