

机械原理及 机械设计实验教程

曹爱文 主编
左美森 主审

JIXIEYUANLIJI
JIXIESHEJISHIYANJIAOCHENG

江西高校出版社

机械原理及机械设计 实验教程

曹爱文 主编
左美森 主审

江西高校出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械原理及机械设计实验教程/曹爱文主编. —南昌:
江西高校出版社, 2007.8

ISBN 978 - 7 - 81075 - 925 - 0

I. 机... II. 曹... III. ①机构学 - 实验 - 高等学校 - 教材 ②机械设计 - 实验 - 高等学校 - 教材
IV. TH111 - 33 TH122 - 33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007) 第 102901 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
邮政编码	330046
电 话	(0791)8529392, 8504319
网 址	www.juacp.com
印 刷	江西教育印刷厂
照 排	江西太元科技有限公司照排部
经 销	各地新华书店
开 本	787mm × 1092mm 1/16
印 张	5.125
字 数	130 千字
版 次	2007 年 7 月第 1 版第 1 次印刷
印 数	1 ~ 3000 册
书 号	ISBN 978 - 7 - 81075 - 925 - 0
定 价	10.20 元

版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本教程是根据教育部“机械原理及机械设计课程指导委员会”制订的教学基本要求编写的,意在培养学生掌握实验基本技能和实验方法,验证设计理论,并培养学生观察问题、分析问题、解决问题和创新设计的能力,为学生进入社会、参加生产和科学研究创造条件、打好基础。为此,本教程在原有的基础实验的基础上,增设了创新实验、综合设计实验。

全书共分三章。第一章阐述了该教程的基本体系和内容,以及实验的目的、要求;第二章介绍了机械原理,机械设计的基础实验;第三章介绍了综合性、设计型和创新性实验。

本书可作为高等工科学校本科机械类、近机械类专业机械原理、机械设计、机械设计基础课程的实验指导教材,也可供有关教师、工程技术人员和科研人员参考。

前 言

创新的根本在于实践,而实践教学中的一个必备环节就是实验。它是工科教学中必不可少的一个重要组成部分。

21世纪实验教学的目的,不仅要配合课堂教学,提高教学效果,培养学生掌握实验基本技能和实验方法,验证设计理论,而且要培养学生观察问题、分析问题、解决问题与创新设计的能力,为学生进入社会、参加生产和科学研究创造条件。为此,本教程在基础实验的基础上,增设了创新实验、综合设计实验。

本教程共分三章。第一章,绪论,主要介绍本教程的基本体系和内容,阐明实验的目的和要求。第二章,基础实验,主要介绍机械原理、机械设计课程的基础实验,包括机构及零部件认知实验、机械的结构分析与创新认识实验、齿轮范成实验、刚性转子动平衡实验、带传动实验、齿轮传动效率测定实验、减速箱拆装实验等。第三章,综合性、设计型、创新性实验,包括摩擦学综合实验、机构改进创新设计实验、机构组合创新设计实验、轴系结构设计及分析实验、“慧鱼”机电一体化系统设计实验、课外科技实践等。

参加本教程编写的有华东交通大学曹爱文(实验师)、洪家娣(教授)、王小明(高级工程师)、许玢(副教授)等老师。全书由曹爱文担任主编、审阅并统稿,左美森教授担任主审。

限于编者水平,书中难免有疏漏与不妥之处,敬请同行专家及广大读者指教和帮助。

编 者
2007年4月

目 录

第一章 绪论	1
1.1 实验目的	1
1.2 机械原理、机械设计实验教程的基本体系与内容	1
1.2.1 基础实验	1
1.2.2 综合性、设计型、创新性实验	2
1.2.3 课外科技实践	2
1.3 机械原理、机械设计实验教程的基本要求	3
第二章 基础实验	4
2.1 机械原理实验	4
2.1.1 机构及零部件认知实验	4
2.1.2 机械的结构分析与创新认识实验	8
2.1.3 齿轮范成实验	14
2.1.4 刚性转子动平衡实验	19
2.2 机械设计实验	24
2.2.1 带传动实验	24
2.2.2 齿轮传动效率测定实验	30
2.2.3 减速箱拆装实验	37
第三章 综合性、设计型、创新性实验	40
3.1 机构改进创新设计实验	40
3.2 机构组合创新设计实验	43
3.3 轴系结构设计及分析实验	48
3.4 摩擦磨损综合实验	53
3.4.1 液体动压径向滑动轴承实验	53
3.4.2 摩擦磨损实验	60
3.5 “慧鱼”机电一体化系统设计实验	65
3.6 课外科技实践	72
参考文献	73

第一章 绪 论

1.1 实验目的

创新的根本在于实践,而实践教学中的一个必备环节就是实验,因此,实验教学是工科教学的重要组成部分。

机械原理和机械设计是机械类学生的主干技术基础课,在基础理论课程与专业课程之间发挥着承前启后的桥梁作用。实验就是该课程的一个重要实践环节。

以培养学生实际操作能力、综合分析能力、创新能力为目标的实验,是机械原理和机械设计课程实验的全部,对学生实现知识、能力、素质并重的培养目标起着关键性的作用。

1.2 机械原理、机械设计实验教程的基本体系与内容

本教程的基本体系是以机械原理、机械设计的基础实验为主,把实验由演示型、单一型、验证型向综合型、整体型、参与型、创新型拓展。

本教程既有必做的基础实验,也有综合性、设计型和创新性必做或选做的提高性实验,以开阔学生视野,拓宽思路,激发创新欲望,人人开动脑筋,动手参与并设计实验,以实验创新教育手段,为学生搭建一个培养创新能力、工程实践能力和综合能力的平台。

1.2.1 基础实验

一、机构及零部件认知实验

通过参观机械原理、机械零件实验室,使学生了解各种机械、机构的基本结构,了解机械、机构、构件、零件的含义,了解各种机械、机构的工作原理、特点、功能和应用,了解各种机械零部件的结构及应用。

二、机械的结构分析与创新认识实验

通过对牛头刨床、颚式破碎机、油泵、插齿机等模型进行结构分析、传动链分析,绘制机构运动简图、计算机构自由度等,使学生了解各种机构的运动变换功能和实际应用。

三、齿轮范成实验

在工厂实际加工齿轮时,我们无法看到刀刃形成包络线的过程。但在齿轮范成实验中,通过齿轮范成仪来复演轮坯与刀具间的对滚切削过程,将刀具、刀刃在“切削”时曾占有的各个位置用铅笔线记录在绘图纸上,让学生清楚地观察到齿轮范成的过程。

四、刚性转子动平衡实验

让学生在动平衡试验机上用曲轴、电动机轴等需要进行动平衡的构件进行转子的平衡。通过该实验,使学生了解动不平衡的危害及进行动平衡设计的重要性,掌握刚性转子动平衡的实验方法。

五、带传动实验

通过实验验证带传动的打滑和弹性滑动现象,使学生进一步加深对带传动工作原理的理解。

六、齿轮传动效率测定实验

通过齿轮传动效率测定,了解利用封闭式功率流测定机械传动效率的原理,同时了解计算机控制实验台的构建及数据采集和处理方法。

七、减速箱拆装实验

通过对一级、二级圆柱齿轮减速箱、圆锥—圆柱齿轮减速箱、蜗杆减速箱的拆装,使学生了解减速箱的结构、构件间的合理装配关系及各零件的固定方法,可深入了解机械工程人才必须掌握的一些基本知识和技能,对进行课程设计中的一些具体问题,可以有一个感性的认识。

1.2.2 综合性、设计型、创新性实验

一、机构改进创新设计实验

为使学生了解基本设计规律和方法,培养创新意识,让学生认真分析实验室现有实验设备的功能、结构和特点,对原有机器的结构提出改进方案,或提出新的设计方案,并分析其优缺点。

二、机构组合创新设计实验

利用连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构等连接组成各种不同的机构,并完成运动学和动力学的测试。使学生加深对机构组成原理的理解,培养学生机构设计的创新意识、综合设计能力及动手能力。

三、轴系结构设计与分析实验

为使学生对轴系组合设计有一感性认识,让学生组装轴上有圆柱齿轮、圆锥齿轮、蜗轮等回转零件的轴,其目的是要让学生掌握轴系结构设计的基本内容和方法,并进行轴系结构分析,掌握轴系结构的特点。

四、摩擦磨损综合实验

通过实验,使学生对机械中的摩擦、磨损、润滑的基本理论及在机械中的作用有一个较全面的认识,可以了解摩擦学的各种测试方法。实验内容包括液体动压径向滑动轴承实验、磨痕的微观观察及摩擦功、摩擦系数的测定等。

五、“慧鱼”机电一体化系统设计实验

学生根据给定的设计题目,利用“慧鱼”创新模型进行机电一体化的基本设计实验,锻炼学生的机械创新能力,使学生初步建立对机电一体化产品的认识。

1.2.3 课外科技实践

为了培养大学生的创新精神、合作意识,提高大学生的创造性设计能力、综合设计能力

和工程实践能力,结合两年一次的全省以及全国的机械设计创新大赛,开展课外科技活动。由学生自由组合拟出设计题目,并在由教师、学生组成的优选方案的讨论会议上阐述方案的可行性,选出与大赛命题相符的方案,由学生自由组合的设计小组完成自己的作品制作(每个小组配一名指导教师),经评审选出优秀作品,给予奖励,并推荐参加省级、国家级的机械设计大赛。

1.3 机械原理、机械设计实验教程的基本要求

通过机械原理和机械设计实验课程的实践,要求学生达到以下基本要求。

1. 充分认识机械学实验的内涵和重要意义;
2. 了解和熟识机械学实验中常用的实验装置和仪器,掌握实验原理、实验方法、数据采集、误差分析和处理方法;
3. 严格按科学规律从事实验工作,遵守实验操作规则,实事求是,细心认真,绝不允许弄虚作假;
4. 实验过程中要认真观察实验现象,要敢于“存疑、探求、创新”,要对实验中观察到的现象和实验结果作出自己的分析,要树立实验既能验证理论、也能发展和创造理论的观点;
5. 实验报告是展示和保存实验结果的依据,同时也是实验教学中对学生分析、综合、抽象、概括、判断、推理能力及语言文字、曲线图表、数理计算等表达能力的综合实践训练,要重视实验报告的撰写。

第二章 基础实验

2.1 机械原理实验

2.1.1 机构及零部件认知实验

一、实验目的

1. 了解平面铰链连杆机构的组成方式,形象地理解机构运动简图的含义;
2. 了解齿轮基本参数的含义及齿廓曲线的形成;
3. 了解常用机构(凸轮机构、齿轮机构、涡轮蜗杆机构、机构的组合、棘轮机构及槽轮机构等间歇机构、空间机构)的组成方式;
4. 了解空间机构的基本构成。

二、实验设备和工具

1. JY-10B 机械原理陈列柜

10个陈列柜名称为:(1)机构的组成及典型机构组成的机器;(2)平面连杆机构;(3)平面连杆机构的应用;(4)空间连杆机构;(5)凸轮机构;(6)齿轮机构的类型;(7)轮系的类型;(8)轮系的功用;(9)间歇运动机构;(10)组合机构。

2. CD机及陈列内容讲解配套碟

三、实验步骤和要求

陈列室展示各种常用机构的模型,通过模型的动态展示,增强学生对机构和机器的感性认识。实验教师只作简单介绍,提出问题,供学生思考,学生通过观察,使之对常用机构的结构、类型、特点有一定的了解,并对学习机械原理课程产生一定的兴趣。

1. 对机器的认识

通过实物模型和机构的观察,学生可以认识到,机器是由一个机构或多个机构按照一定运动要求组合而成的,所以只要掌握各种机构的运动特性,再去研究机器的特性就不困难了。在机械原理中,运动副是以两构件的直接接触形式的可动连接及运动特征来命名的。如高副、低副、转动副、移动副等。

2. 平面四杆机构

平面连杆机构中结构最简单、应用最广泛的是四杆机构,四杆机构分成三大类,即铰链

四杆机构、单移动副机构、双移动副机构。

(1) 铰链四杆机构分为曲柄摇杆机构、双曲柄机构、双摇杆机构,即根据两连架杆为曲柄,或摇杆来确定。

(2) 单移动副机构是以一个移动副代替铰链四杆机构中的一个转动副演化而成的,可分为曲柄滑块机构、曲柄摇块机构、转动导杆机构和摆动导杆机构等。

(3) 双移动副机构是带有两个移动副的四杆机构,把它们倒置也可得到曲柄移动导杆机构、双滑块机构和双转块机构。

3. 凸轮机构

凸轮机构常用于把主动构件的连续运动转变为从动件严格地按照预定规律的运动。只要适当设计凸轮廓线,便可以使从动件获得任意的运动规律。由于凸轮机构结构简单、紧凑,因此广泛应用于各种机械、仪器及操纵控制装置中。

凸轮机构主要由三部分组成,即凸轮(它有特定的廓线)、从动件(运动由凸轮轮廓线控制)和机架。

凸轮机构的类型较多,学生在参观这部分时,应了解各种凸轮的特点和结构,找出其中的共同特点。

4. 齿轮机构

齿轮机构是现代机械中应用最广泛的一种传动机构,具有传动准确、可靠、运转平稳、承载能力大、体积小、效率高等优点。根据轮齿的形状,齿轮分为直齿圆柱齿轮、斜齿圆柱齿轮、圆锥齿轮及蜗轮、蜗杆。根据主、从动轮的两轴线相对位置,齿轮传动分为平行轴传动、相交轴传动、交错轴传动三大类。

(1) 平行轴传动的类型有外、内啮合直齿圆柱齿轮机构,斜齿圆柱齿轮机构,人字齿轮机构,齿轮齿条机构等。

(2) 相交轴传动的类型有圆锥齿轮机构,轮齿分布在一个截锥体上,两轴线夹角常为 90° 。

(3) 交错轴传动的类型有螺旋齿轮机构、圆柱涡轮蜗杆机构、弧面涡轮蜗杆机构等。

(4) 齿轮基本参数有齿数 z 、模数 m 、分度圆压力角 α 、齿顶高系数 h_a^* 、顶隙系数 c^* 等。参观这部分时,学生需要掌握:什么是渐开线?渐开线是如何形成的?什么是基圆和渐开线发生线?并注意观察基圆、发生线和渐开线三者之间的关系,从而得出渐开线有什么性质;再观察摆线的形成,要了解什么是发生圆?什么是基圆?动点在发生圆上位置发生变化时,能得到什么样轨迹的摆线?同时还要通过参观总结出齿数、模数、压力角等参数变化对齿有何影响。

5. 周转轮系

通过各种类型周转轮系的动态模型演示,学生应该了解什么是定轴轮系?什么是周转轮系?根据自由度不同,周转轮系又分为行星轮系和差动轮系,它们有什么差异和共同点?差动轮系为什么能将一个运动分解为两个运动或将两个运动合成为一个运动?

周转轮系的功用、形式很多,各种类型都有自己的缺点和优点。在我们今后的应用中应如何避开缺点、发挥优点等等都是需要学生实验后认真思考和总结的问题。

6. 其他常用机构

其他常用机构有棘轮机构、摩擦式棘轮机构、槽轮机构、不完全齿轮机构、凸轮式间歇运

动机构、万向节及非圆齿轮机构等。通过各种机构的动态演示,学生应知道各种机构的运动特点及应用范围。

7. 机构的串、并联

展柜中展示有实际应用的机器设备、仪器仪表的运动机构。从这里可以看出,机器都是由一个或几个机构按照一定的运动要求串、并联组合而成的。所以,在学习机械原理课程中,一定要掌握好各类基本机构的运动特性,才能更好地去研究任何机构(复杂机构)特性。

四、思考题

1. 缝纫机主要由哪些机构组成?
2. 周转轮系的功用有哪些?
3. 间歇机构有哪几类?
4. 空间连杆机构有哪几类?

五、实验报告

实验日期：_____年_____月_____日 姓名：_____

试验机编号：_____ 班级：_____

1. 实验目的

2. 思考题讨论

3. 心得和意见

实验成绩_____

指导老师_____

_____年_____月_____日

2.1.2 机械的结构分析与创新认识实验

一、实验目的

1. 学会根据各种机械实物或模型,绘制机构运动简图,理解构件、运动副的概念;
2. 分析和验证机构自由度,进一步理解机构自由度的概念,掌握机构自由度的计算方法,并进一步理解复合铰链、虚约束及局部自由度的概念;
3. 加深对机构结构组成原理、机构结构分析的了解;
4. 了解各种机构的运动变换功能。

二、实验设备和工具

1. 各类典型机械的实物(如牛头刨床、插齿机、缝纫机机头等);
2. 各类典型机械的模型(如内燃机模型、油泵模型等);
3. 钢直尺、内外卡钳、量角器(根据需要选用);
4. 三角板、铅笔、橡皮、草稿纸(自备)。

三、实验原理和方法

1. 原理

由于机构的运动仅与机构中所有构件的数目和构件所组成的运动副的数目、类型、相对位置有关,因此,在绘制机构运动简图时,可以撇开构件的形状和运动副的具体构造而用一些简略的符号(见教科书或机械设计手册中有关“常用构件和运动副简图符号”的规定)来代替构件和运动副,并按一定的比例尺表示运动副的相对位置,以此表明机构的运动特征。表 2-1 为机械运动简图中常用的符号示例,表 2-2 为平面基本杆组示例。

2. 方法

(1) 测绘时,使被测绘的机械缓慢地运动,从原动构件开始仔细观察机构的运动,分清各个运动单元,从而确定组成机构的构件数目。

(2) 根据相互连接的两构件间的接触情况及相对运动的特点,确定各个运动副的种类。

(3) 在草稿纸上徒手按规定的符号及构件的连接次序,从原动构件开始,逐步画出机构运动简图的草图。用数字 1、2、3…分别标注各构件,用拉丁字母 A、B、C…分别标注运动副。

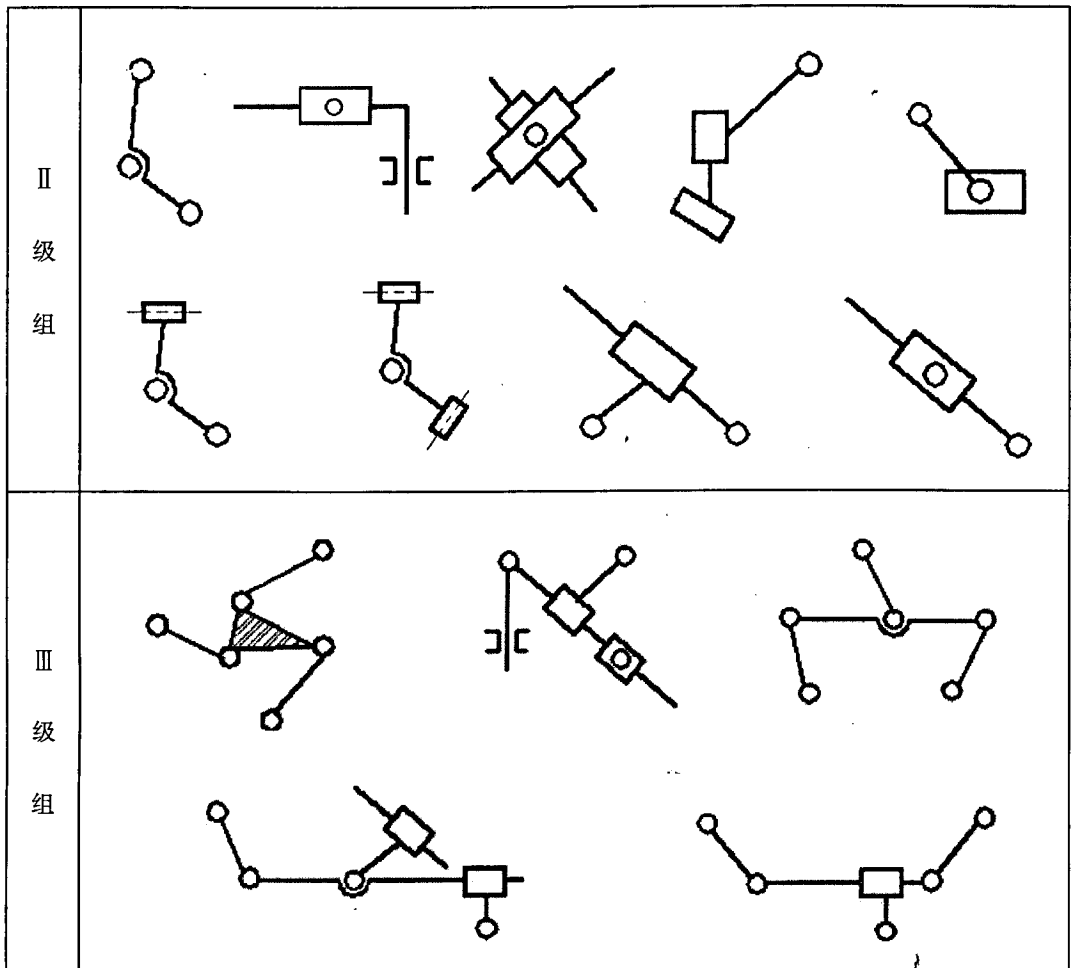
(4) 仔细测量与机构运动有关的尺寸,即转动副间的中心距和移动副导入的方向等,选定原动构件的位置,并按一定的比例尺画成正式的机构运动简图。

$$\text{比例尺 } \mu_l = \frac{\text{实际长度 } l_{AB}(\text{m})}{\text{图上长度 } AB(\text{mm})}$$

表 2-1 常用运动副及构件符号

名称		符 号	
低副	转动副		
	移动副		
	螺旋副		
高副	凸轮副		
	齿轮副		
构件	活动构件		
	机架		

表 2-2 平面 II 级、III 级基本杆组



四、实验步骤和要求

1. 绘制指定的几种机器或机构模型的机构运动简图,其中至少有一种需按精确的比例尺绘制,其余的可凭目测,使图与实物大致成比例,这种不按比例尺绘制的简图通常称为机构示意图;

2. 计算机构自由度数,并将计算结果与实际机构的自由度相对照,观察计算结果与实际是否相符;

3. 对上述机构进行结构分析(高副低代、分离杆组、确定机构级别等)。

五、思考题

1. 一个正确的机构运动简图应能说明哪些内容?

2. 绘制机构运动简图时,原动构件的位置为什么可以任意选定?会不会影响简图的正确性?

3. 机构自由度的计算对测绘机构运动简图有何帮助?

4. 分析机构的级别有何意义?你对机构的组成原理有何认识?

六、实验报告

实验日期：_____年____月____日

姓名：_____

试验机编号：_____

班级：_____

1. 测绘和分析计算(五个机构简图)

编 号		机构名称		自由度		级 别	
-----	--	------	--	-----	--	-----	--

编 号		机构名称		自由度		级 别	
-----	--	------	--	-----	--	-----	--

编 号		机构名称		自由度		级 别	
-----	--	------	--	-----	--	-----	--