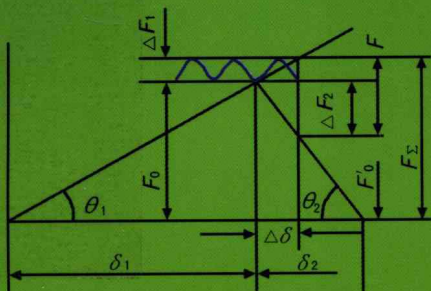
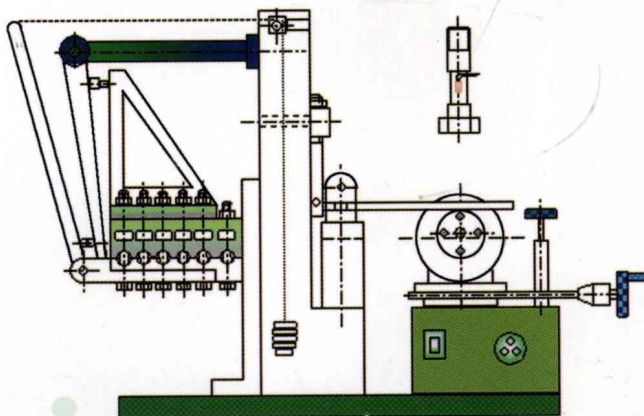


高校工科专业核心课程精品教材系列（机械类）

GAOXIAOGONGKEZHUYUANYEJINGPINKECHENGXILIEJIAOCAI

机械原理与机械设计 实验教程

王洪欣 程志红 付顺玲 主编



东南大学出版社

高校工科专业核心课程精品教材系列(机械类)

机械原理与机械设计实验教程

王洪欣 程志红 付顺玲 主编

东南大学出版社
· 南京 ·

内 容 提 要

本书是为满足“机械原理”与“机械设计”课程实验教学的需要而编写的,既介绍“机械原理”与“机械设计”课程实验的基础理论,也介绍它们的实验方法与相关设备,为这两门课程的实验教学提供可供选择的实验项目与实验要求。

本书共分4章,第1章简要介绍“机械原理”与“机械设计”课程实验教学的地位与作用、实验的内容与目的、实验大纲与实验要求,第2章介绍“机械原理”课程的实验项目与要求,第3章介绍“机械设计”课程的实验项目与要求,另外还附有各个实验项目的实验报告格式与要求。

本书可作为高等院校工科机械类专业本专科生学习“机械原理”、“机械设计”、“机械设计基础”课程时做实验使用,也可供其他有关专业的教师与工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理与机械设计实验教程/王洪欣,程志红,付顺玲主编. —南京:东南大学出版社,2008.3

ISBN 978-7-5641-1162-5

I. 机… II. ①王… ②程… ③付… 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(2008)第 031983 号

机械原理与机械设计实验教程

出版发行 东南大学出版社(南京市四牌楼2号 邮编 210096)

电 话 (025) 83793191(发行); 57711295(传真)

出版人 江 汉

责任编辑 黄 惠

经 销 全国新华书店经销

排 版 南京理工大学印刷厂

印 刷 南京京新印刷厂

版 次 2008年4月第1版 2008年4月第1次印刷

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 8.25

字 数 206千字

印 数 1—3 000册

书 号 ISBN 978-7-5641-1162-5/TH·12

定 价 14.00元

(凡东大版图书因印装质量问题,请直接向读者服务部调换。电话:025-83792328)

前 言

创新源于问题,始于实践。作为认识世界、改造世界的科学实验,是培养学生创新意识与实践能力的重要环节,是培养学生理论联系实际的作风、严谨求实的科学态度的重要过程,是培养学生懂得仪器设备的原理与实验方法的有效渠道。为此,机械原理与机械设计课程通过开设实验项目,以达到培养学生认识实验对象、了解实验设备、明白实验原理、懂得实验方法的目的,使学生从实验中理解理论的价值、从实践中发现实验结果与理论计算的一致与偏离的原因,进而促进学生创新意识与实践能力的提高。

本实验教材不仅注重实验项目的基础性,即掌握所做实验的仪器设备的基本使用方法、实验操作的基本技能;也注重实验项目的系统性,即兼顾实践与理论的平衡、基础与前沿的平衡、单项与综合的平衡;同时,也考虑了实验项目的层次性,即体现了因材施教。

本书共分3章,第1章简要介绍机械原理与机械设计课程实验教学的地位与作用、实验的内容与目的、实验大纲与实验要求,第2章介绍机械原理的实验项目与要求,第3章介绍机械设计的实验项目与要求。另外还附有各个实验项目的实验报告格式与要求。

本书与中国矿业大学王洪欣、冯雪君主编的《机械原理》教材(东南大学出版社出版),王洪欣、戴宁主编的《机械原理课程上机与设计》教材(东南大学出版社出版),中国矿业大学程志红主编的《机械设计》教材(东南大学出版社出版),程志红、唐大放编著的《机械设计课程上机与设计》教材(东南大学出版社出版)构成一套完整的机械原理与机械设计课堂教学、课程上机、课程设计与课程实验体系。

本书的实验大纲、绪论、第2章中的第五、第六个实验与指导书由王洪欣编写;第2章中的第八、第九个实验与指导书,第3章中的第一、第六、第十个实验与指导书由程志红编写;其余的实验与指导书由付顺玲编写。本书中除了第3章第十、第十一个实验的插图、第2章第九个实验中由计算机生成的视窗图之外,其余的机构与机器图形均由王洪欣绘制。本书由王洪欣审定。

由于编者水平有限,不够到位或不妥当之处在所难免,敬请同仁和广大读者不吝指正。

编 者

2008年4月

目 录

1 绪论	1
1.1 实验教学的地位与作用	1
1.2 机械原理与机械设计实验的内容与目的	1
1.3 机械原理与机械设计实验教学大纲与实验要求	2
1.3.1 机械原理实验教学大纲	2
1.3.2 机械设计实验教学大纲	4
1.3.3 机械原理与机械设计实验步骤与要求	6
2 机械原理实验	7
2.1 机械原理认知实验	7
2.1.1 实验目的	7
2.1.2 实验方法	7
2.1.3 实验内容	7
2.2 机构运动简图测绘与分析实验	8
2.2.1 实验目的	8
2.2.2 实验原理	8
2.2.3 实验设备与工具	9
2.2.4 实验步骤	9
2.3 齿轮范成与虚拟范成实验	10
2.3.1 实验目的	10
2.3.2 实验原理	10
2.3.3 实验设备	11
2.3.4 实验步骤	11
2.3.5 齿轮虚拟范成实验	11
2.4 渐开线直齿圆柱齿轮的参数测定实验	12
2.4.1 实验目的	12
2.4.2 实验原理	13
2.4.3 实验设备	13
2.4.4 实验内容	13

2.5	刚性转子的动平衡实验	14
2.5.1	实验目的	14
2.5.2	实验原理	14
2.5.3	实验设备	15
2.6	行星轮上点轨迹的图形特征与应用实验	17
2.6.1	实验目的	17
2.6.2	实验原理与方法	17
2.7	机构运动方案创新设计实验	19
2.7.1	实验目的	19
2.7.2	实验原理	19
2.7.3	实验设备	19
2.7.4	实验步骤	20
2.8	机械系统动力学调速实验	21
2.8.1	实验目的	21
2.8.2	实验原理	21
2.8.3	实验设备	21
2.8.4	实验步骤	22
2.9	机构运动仿真虚拟设计实验	22
2.9.1	实验目的	22
2.9.2	实验内容	22
2.9.3	实验参数	22
2.9.4	实验步骤	23
3	机械设计实验	36
3.1	机械设计认知实验	36
3.1.1	实验目的	36
3.1.2	实验方法	36
3.1.3	实验内容	36
3.2	LS-1型螺栓组联接特性测定实验	39
3.2.1	实验目的	39
3.2.2	实验设备	39
3.2.3	实验原理	40
3.2.4	实验步骤	40

3.3	LZS 螺栓联接综合实验	42
3.3.1	实验目的	42
3.3.2	实验项目	42
3.3.3	实验设备与工作原理	42
3.3.4	实验步骤	43
3.4	带传动的弹性滑动与机械效率测定实验	44
3.4.1	实验目的	44
3.4.2	实验原理与设备	44
3.4.3	实验步骤	45
3.5	润滑油抗磨损性能测定实验	46
3.5.1	实验目的	46
3.5.2	实验原理	46
3.5.3	实验设备	47
3.5.4	实验步骤	48
3.5.5	实验结果分析	48
3.6	润滑剂承载能力的测定实验	48
3.6.1	实验目的	49
3.6.2	实验内容	49
3.6.3	实验设备及实验原理	49
3.6.4	实验步骤与测量方法	53
3.7	滑动轴承实验	54
3.7.1	实验目的	54
3.7.2	实验设备与原理	54
3.7.3	实验步骤	55
3.7.4	计算机辅助实验	56
3.8	机械传动性能测试实验	56
3.8.1	实验目的	56
3.8.2	实验原理	57
3.8.3	实验内容	62
3.8.4	实验设备	62
3.8.5	实验步骤	63
3.9	减速器的拆装与分析实验	64

3.9.1	实验目的	64
3.9.2	实验设备	64
3.9.3	实验步骤(以展开式、分流式二级齿轮减速器为例)	65
3.9.4	检验齿侧间隙与接触精度	65
3.10	组合式轴系结构设计与分析实验	66
3.10.1	实验目的	66
3.10.2	实验设备	66
3.10.3	实验内容	66
3.10.4	实验步骤	67
3.11	曲柄滑块式机械压力机虚拟样机仿真实验	70
3.11.1	实验目的	70
3.11.2	实验内容	70
3.11.3	实验参数	71
3.11.4	实验步骤	71
实验报告		81
参考文献		123

1 绪 论

1.1 实验教学的地位与作用

实验是人们认识客观世界、开展科学研究的主要途径,实验是获取客观事实的基本方法。实验方法、归纳方法、数学演绎方法成为近现代科学技术研究的主导方法。

实验方法借助于科学仪器与设备,通过人为地改变客观对象中的部分因素,以获取一定条件下的科学事实,属于人们主动认识自然与人工自然的活动。实验的三个要素是实验者、实验手段与实验对象。实验的目的是获得实验要素中相互联系、相互作用的结果,以便为人们利用其中有利的一面,避免其中不利的一面,从而推动科学技术的发展,造福于人类社会。

设计实验的一般程序是:第一,深入分析实验对象,将实验对象中已经明了的事实、关系搞清楚,为揭示实验对象中隐藏的事实与关系奠定基础。第二,精心构思实验原理,明确实验的构思与设计,揭示所要探索的原理,明确实验仪器本身所应用的科学原理是被实践所证实的。第三,巧妙设计实验技术,实验技术是实验原理的物化,巧妙的实验技术不仅是实验原理的物化,而且可以在最有利的条件下精确地获取科学事实。第四,对实验结果的数据进行处理,实验数据必然包含系统误差与随机误差,要运用数理统计方法对实验结果的数据进行分析与处理。第五,对实验结果进行理论分析,理论分析的目的在于揭示其中的关系,导致新的科学发现或验证假说的正确性,这也是实验的最终目的。

实验教学就是要让学生知道实验方法与一般程序,机械原理与机械设计实验的目的在于培养学生认识机械、掌握绘制机构运动简图的方法、了解实验设备、明白实验原理、掌握对机械作参数测试的手段,使学生从实验中理解理论的价值,从实践中发现实验结果与理论计算的一致与偏离的原因,进而促进学生创新意识与实践能力的提高。

1.2 机械原理与机械设计实验的内容与目的

机械原理开设认知实验,目的在于认知常用的机械与机构;机构运动简图测绘与分析实验,目的在于将三维的机构或机器通过规定的符号表达出来,计算它们的自由度;齿轮范成与虚拟范成实验,其中齿轮范成实验的目的在于再现齿轮加工的过程,齿轮虚拟范成实验的目的在于通过计算机编程再现齿轮加工的过程,它们都能再现出根切、变位与齿形的变化;渐开线直齿圆柱齿轮的参数测定实验,目的在于通过测定齿轮的多项参数,计算其他参数的大小与误差;刚性转子的动平衡实验,目的在于通过测量不平衡质量引起的振动,从而确定不平衡质量的大小与相位;行星轮上点轨迹的图形特征与应用实验,目的在于通过计算机编程再现函数关系确定的、参数变化所对应的图形特征与应用;机构运动方案创新设计实验,目的在于通过构件的数量、相对尺寸与形态,运动副的形态、类型与数量的组合,可以得到足够多的机构运动方案;机械系统动力学调速实验,目的在于通过对机械的测试与软件分

析的方法,展示机械的速度波动与飞轮的调速效果;机构运动仿真虚拟设计实验,目的在于表现因素完全可控对象的客观规律的寻找方法与再现过程,体现虚拟化、参数化与可视化在机械设计上的发展与应用。

机械设计开设认知实验,目的在于了解常用的标准零件、部件与常用的机械传动类型,以便对机器、部件、零件与机械传动有一些直观的认识;LS-1型螺栓组联接特性测定实验,目的在于测定螺栓组联接在倾覆力矩作用下螺栓所受到的作用力、测定单个螺栓在轴向预紧联接中,被联接件相对刚度的变化对螺栓总拉力的影响;LZS螺栓联接综合实验,目的在于对螺栓的工作载荷、螺栓的应变、被联接件的应变等进行测量,通过计算机对螺栓联接的静、动态特征参数进行数据采集与处理、实测与辅助分析;带传动的弹性滑动与机械效率测定实验,目的在于了解带传动实验台的结构与工作原理,测定带传动的转矩与转速,绘制滑动曲线及机械效率曲线;润滑油抗磨损性能测定实验,目的在于了解摩擦磨损试验机的结构与试验原理,了解四球法测定润滑油抗磨损性能的试验方法;润滑剂承载能力的测定实验,目的在于了解四球试验机的结构与试验原理,了解评定润滑剂承载能力的指标,掌握测定与计算油膜承载能力的方法;滑动轴承实验,目的在于了解滑动轴承动压油膜形成的过程与摩擦状态,测量及绘制油膜径向压力分布与轴向压力分布曲线,了解滑动轴承摩擦系数的测量方法,绘制摩擦特征系数曲线;机械传动性能测试实验,目的在于通过基本的传动单元、测量仪器与控制单元,自行组装出设想中的实验对象,利用传感器获取相关信息,采用工控机控制实验对象,获得机械传动装置中的速度、转矩、传动比、功率与机械效率;减速器的拆装与分析实验,目的在于了解减速器的结构与功能,了解减速器中各零件的功能及零件之间的装配关系;组合式轴系结构设计与分析实验,目的在于熟悉并掌握有关轴的结构设计要求,熟悉轴上零件的常用定位与固定方法,熟悉轴承的类型、布置、安装、调整以及润滑和密封方式;曲柄滑块式机械压力机虚拟样机仿真实验,目的在于了解采用三维软件进行简单机械产品的设计和运动学、动力学仿真分析,从而验证和优化设计方案。

1.3 机械原理与机械设计实验教学大纲与实验要求

1.3.1 机械原理实验教学大纲

《机械原理》课程实验教学大纲

课程名称(中文):机械原理

(英文):Machine and Mechanism Theory

课程编号:03111

实验课程性质:独立设课 课程属性:专业基础

教材及实验指导书名称:《机械原理》、《机械原理与机械设计实验教程》

学时学分:总学时64 总学分4 实验学时6

应开实验学期:第四学期

适用专业:机械工程及自动化、测控技术与仪器、热能与动力工程

先修课程:高等数学、画法几何及机械制图、金属工艺学、理论力学

1) 课程简介

机械原理是机械类专业的专业基础核心课程,介绍机械设计与分析的基本概念、基本理论与基本方法。机械原理课程的目的是培养学生懂得通用机械的组成原理,掌握机构运动分析与力分析的简单方法,了解机械无级变速传动,了解机器人的机构学基础。机械原理课程通过课堂教学、多媒体课件自学、课程上机、课程设计、课程实验等环节来实现培养目标。

2) 课程实验目的

(1) 了解实验设备的组成与工作原理。

(2) 掌握实验设备的操作方法、观察实验对象的变化、获得实验条件下的数据,进行数据处理与分析。

(3) 培养学生理论联系实际的作风、严谨求实的科学态度、独立分析问题与解决问题的能力。

3) 实验方式与基本要求

实验方式为:1~2 名学生为一实验组,分组进行实验。

基本要求为:首先,学生应认真预习实验教材,明确实验的目的与要求,掌握与实验相关的理论知识,了解要做实验对象的内容;其次,实验时了解实验所用的设备、仪器、使用方法和操作过程,实验后对测试数据进行数据处理。

4) 实验报告

实验报告包括实验名称、实验目的与要求、实验原理、实验设备名称、实验步骤、记录、数据处理、实验结果分析。指导教师认真批改每一份实验报告,给出评语、成绩并签名。

5) 考试(考核)方法与规定

实验教学的考核按实验报告记分,按百分制评定得分。教学结束后,将实验总分并入课程总成绩,比例约占 7%。

6) 实验项目设置与内容

序号	实验名称	内容提要	实验学时	每组人数	实验类型	开课要求	开放要求
1	机械原理认知实验	认知常用的机器与机构	2	15	认知	选开	开放
2	机构运动简图测绘与分析实验	以典型机构为实验对象,判断机构的组成、绘制机构的简图并计算机构自由度	2	1	验证	必开	开放
3	齿轮范成与虚拟范成实验	了解范成法加工齿轮的原理,了解齿轮的根切现象和变位齿轮的概念;通过齿轮虚拟范成实验,观察齿形的变化	2	1	验证	必开	开放
4	渐开线直齿圆柱齿轮的参数测定实验	通过测定齿轮的多项参数,计算其他参数的大小与误差	2	1	验证	选开	开放
5	刚性转子的动平衡实验	了解动平衡试验机的组成与工作原理,了解刚性转子的动平衡的原理与方法	2	15	验证	必开	开放
6	行星轮上点轨迹的特征与应用实验	了解行星轮上点轨迹的分类、特征与应用	2	1	验证	选开	开放
7	机构运动方案创新设计实验	了解平面连杆机构的组成原理、结构特点、运动特点,构思并组装出自行设计的机构	4	2	设计	选开	开放

续 表

序号	实验名称	内容提要	实验学时	每组人数	实验类型	开课要求	开放要求
8	机械系统动力学调速实验	观察机械的周期性速度波动现象,掌握利用飞轮进行速度波动调节的原理与方法	2	1	验证	选开	开放
9	机构运动仿真虚拟设计实验	表现因素完全可控对象的客观规律的寻找方法与再现过程,体现虚拟化、参数化与可视化在机械设计上的发展与应用	4	1	验证	选开	开放

编写人:王洪欣,付顺玲

审核人:

批准人:

制定日期:2008年1月

1.3.2 机械设计实验教学大纲

《机械设计》课程实验教学大纲

课程名称(中文):机械设计

(英文):Machinery Design

课程编号:03112

实验课程性质:独立设课 课程属性:专业基础

教材及实验指导书名称:《机械设计》、《机械原理与机械设计实验教程》

学时学分:总学时48 总学分3 实验学时6

应开实验学期:第五学期

使用专业:机械工程及自动化、测控技术与仪器、热能与动力工程

先修课程:高等数学、机械制图、工程力学、机械原理、几何精度设计与检测、工程材料、Visual Basic 语言及设计

1) 课程简介

机械设计是机械类专业的专业基础核心课程,主要研究通用机械零件的受力分析、失效形式、设计准则与设计公式。该课程的目的是使学生了解机械设计及理论的最新发展;培养学生树立正确的设计观念,具有一定的创新意识;掌握设计机械所必需的基本知识、基本理论和基本技能,具有设计机械传动装置和一般工作机的能力;具有运用标准、规范、手册及其他有关技术资料的能力、计算能力、绘图能力和运用计算机进行辅助设计的能力;掌握典型零件性能综合测试实验方法,获得实验技能的基本训练。

2) 课程实验目的

(1) 了解实验设备的组成与工作原理。

(2) 掌握实验设备的操作方法、观察实验对象的变化、获得实验条件下的数据,进行数据处理与分析。

(3) 培养学生理解科学与技术之间的关系、独立分析问题与解决实际问题的能力。

3) 实验方式与基本要求

课程实验方式为:以 1~2 名学生为一组,分组进行实验,完成设备操作与数据分析计算。

基本要求为:实验前要认真预习实验指导书,明确实验的目的和要求,掌握与实验相关的理论知识,了解要做实验的内容。实验中了解测试装置和仪表的工作原理与正确使用方法,观测并记录实验过程中产生的数据,实验后对获得的数据或曲线进行分析评价。

4) 实验报告

实验报告包括实验名称、实验目的与要求、实验原理、实验设备名称、实验步骤、记录、数据处理、实验结果分析。指导教师认真批改每一份实验报告,给出评语、成绩并签名。

5) 考试(考核)方法与规定

本课程实验教学的考核按实验报告记分,按百分制评定得分。教学结束后,将实验总分并入课程总成绩,比例约占 7%。

6) 实验项目设置与内容

序号	实验名称	内容提要	实验学时	每组人数	实验类型	开课要求	开放要求
1	机械设计认知实验	了解常用的标准零件、部件与常用的机械传动类型,以便对机器、部件、零件与机械传动有一些直观的认识	2	15	认知	选开	开放
2	LS-1 型螺栓组联接特性测定实验	测定螺栓组联接在倾覆力矩作用下螺栓所受到的作用力、测定单个螺栓在轴向预紧联接中,被联接件相对刚度的变化对螺栓总拉力的影响	2	2	综合	必开	开放
3	LZS 螺栓联接综合实验	对螺栓的工作载荷、应变量、被联接件的应变量等进行测量,通过计算机对螺栓联接的静、动态特征参数进行数据采集与处理、实测与辅助分析	2	2	综合	选开	开放
4	带传动的弹性滑动与机械效率测定实验	了解试验机的结构与原理,测定带传动的转矩、滑动率、传动效率,绘制滑动率和效率曲线	2	2	验证	必开	开放
5	润滑油抗磨损性能测定实验	了解摩擦磨损试验机的结构与试验原理,了解四球法测定润滑油抗磨损性能的试验方法	2	2	验证	选开	开放
6	润滑剂承载能力的测定实验	了解四球试验机的结构与试验原理,了解评定润滑剂承载能力的指标,掌握测定与计算油膜承载能力的方法	2	2	验证	选开	开放
7	滑动轴承实验	了解滑动轴承动压油膜的形成、油压测量及油膜径向压力与轴向压力分布特征,了解滑动轴承摩擦系数的测量方法,绘制摩擦特征系数曲线	2	2	验证	必开	开放

续表

序号	实验名称	内容提要	实验学时	每组人数	实验类型	开课要求	开放要求
8	机械传动性能测试实验	通过基本的传动单元、测量仪器与控制单元,自行组装出一个实验对象,利用传感器获取相关信息,采用工控机控制实验对象,获得机械传动装置中的速度、转矩、传动比、功率与机械效率	2	2	综合	选开	开放
9	减速器的拆装与分析实验	了解减速器的结构与功能、减速器中各零件的功能及零件之间的装配关系	2	2	验证	选开	开放
10	组合式轴系结构设计与分析实验	了解有关轴的结构设计要求,认知轴上零件的常用定位与固定方法,熟悉轴承的类型、布置、安装、调整以及润滑和密封方式	2	2	验证	选开	开放
11	曲柄滑块式机械压力虚拟样机仿真实验	了解采用三维软件进行简单机械产品的设计和运动学、动力学仿真分析,掌握三维造型和整机的装配,掌握模拟压力机运行状况	2	2	验证	选开	开放

编写人:程志红,付顺玲

审核人:

批准人:

制定日期:2008年1月

1.3.3 机械原理与机械设计实验步骤与要求

实验步骤分为准备实验,进行实验,写出实验报告。准备实验是认识实验的目的、顺利做实验的基础;进行实验是在具体的设备上、在不变或人为改变的条件下观察实验对象的表现,获得要求的实验数据;写出实验报告是展示实验的原始记录、对原始记录的科学处理,以数表或曲线形式表达因果关系,通过分析说明因果关系。

实验报告的要求是:写出实验的名称、日期及同组人员;实验的原始记录与得到的结果。

2 机械原理实验

2.1 机械原理认知实验

机械原理认知实验是观察常用的平面连杆机构、空间连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、齿轮系、间歇运动机构以及组合机构的类型与运动情况,以便对机构、机器、运动副、构件有一些直观的认识,对机器的基本要素有初步的了解。

2.1.1 实验目的

- (1) 认识机械原理课程中基本机构的类型、运动特征与部分应用。
- (2) 认识机构中运动副的类型、构件的形态。

2.1.2 实验方法

通过观察机械原理陈列柜中各个机构的模型,结合图片与文字注释,认知机械原理课程中将要讲述的机构;通过听声控解说,了解它们的组成与应用。

2.1.3 实验内容

1) 认知机构的组成

机器由至多五个模块组成,即动力单元、传动机构、执行机构、传感系统与控制系统。本实验主要认识机器中的传动机构。机构是由构件通过运动副而组成的具有预定功能的一个相对独立的单元,分为平面连杆机构、空间连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等;构件是一个具有独立运动规律的单元体,构件可以是杆、块、圆或非圆;运动副是两个构件直接接触且仍具有相对运动的一种连接形式,可以是转动副、移动副、高副、螺旋副、球面副与曲面副等。

2) 认知平面连杆机构

只有低副、所有构件的运动平面相互平行的机构称为平面连杆机构。了解平面连杆机构在实现要求的运动规律,实现预定的运动轨迹,实现要求的刚体导引上的应用。认识平面四杆机构中的铰链四杆机构,单移动副机构与双移动副机构;认识平面六杆机构中的物料传送机构、压力机构与举升机构等。

铰链四杆机构区分为曲柄摇杆机构、双曲柄机构与双摇杆机构。

单移动副机构区分为对心曲柄滑块机构、偏置曲柄滑块机构、曲柄摇块机构、转动导杆机构、摆动导杆机构与移动导杆机构等。

双移动副机构区分为移动导杆机构、双滑块机构、双转块机构与正弦机构。

了解平面连杆机构在颚式碎矿机、飞剪、惯性筛、摄影平台、机车动力车轮组、鹤式起重机、牛头刨床以及冲床等机构上的应用。

3) 认知空间连杆机构

只有低副、所有构件的运动平面不相互平行的机构称为空间连杆机构。了解空间连杆机构的类型,如 RSSR 空间机构,4R 万向联轴节、RRSR 机构、RCCR 联轴节、RCRC 揉面机构与 SARRUT 机构等。

4) 认知凸轮机构

由凸轮、从动件与机架所组成的高副机构称为凸轮机构。只要适当设计凸轮的廓线,便可以使从动件获得任意的运动规律。认识平面凸轮机构、空间凸轮机构及其个别应用。

5) 认知齿轮机构

齿轮机构是由三个构件、一个共轭高副、两个低副组成的一类高副机构。齿轮机构区分为平面齿轮机构,空间齿轮机构;平面齿轮机构分为直齿圆柱齿轮机构、斜齿圆柱齿轮机构,它们的轴线相互平行;空间齿轮机构分为螺旋齿轮机构、圆锥齿轮机构、准双曲面齿轮机构与蜗轮机构,它们的轴线垂直相交或交错。

6) 认知齿轮系

齿轮系是指由三个或三个以上齿轮所组成的齿轮传动机构。齿轮系分为定轴轮系与周转轮系。定轴轮系的所有轴线是固定的,周转轮系的轴线中至少有一个是作转动或平动的。在周转轮系中,当自由度等于 1 时,称为行星轮系;当自由度等于 2 时,称为差动轮系。

通过摆线针轮减速器、谐波齿轮减速器、周转轮系模型,了解齿轮系的应用。

7) 认知间歇运动机构

间歇运动机构是指从动件做单方向的、有规则的、时动时停的一种机构。通过齿式棘轮机构、摩擦式棘轮机构、超越离合器、外槽轮机构、内槽轮机构、不完全齿轮机构、摆线针轮不完全齿轮机构、凸轮式间歇运动机构等,了解间歇运动机构的运动特点及应用。

8) 认知组合机构

以上介绍的机构称为基本机构,由两类或两类以上基本机构组成的机构称为组合机构。常见的组合方式有串联、并联、反馈以及叠加等。通过凸轮—蜗杆组合机构、凸轮—齿轮组合机构、凸轮—连杆组合机构、齿轮—连杆组合机构,认识组合机构的一般组成与传动特性。

2.2 机构运动简图测绘与分析实验

机构运动简图的测绘与分析实验是将真实机械或机械模型按照比例通过图形进行表达并进行可动性分析的一项实验。

2.2.1 实验目的

学会从真实机械或机械模型中抽象出构件、运动副的类型、位置与数目,用绘制的机构运动简图计算自由度,与实验对象对照自由度计算的正确性。

2.2.2 实验原理

真实的机械或机械模型具有使用功能所要求的结构形态与空间大小,本实验就是要从实验对象中提取出构件的位置与数目、运动副的类型、位置与数目。为此,观察实验对象,让实验对象动起来,撇开构件的外形而得到图形表达的构件,舍弃相对运动之间的结构、大小、

装配关系而得到符号表达的运动副。若按一定的比例尺绘制图形,则称为机构的运动简图;若不按比例尺绘制图形,则称为机构的示意图。

2.2.3 实验设备与工具

- (1) 典型的真实机械。
- (2) 典型的机械模型。
- (3) 钢尺、内外卡钳、量角器、三角板等。

2.2.4 实验步骤

1) 观察与分析机构的运动情况,正确选择测绘投影面

观察机构的运动情况,找出主动件、从动构件及其运动传递的路线,选择多数构件的运动平面为测绘投影面,对复杂的机构可再选辅助投影面。

2) 确定组成机构的构件总数、运动副的类型和数目

从主动件到从动件,数出机构中的构件总数(N),根据两构件之间的相对运动关系,确定运动副的类型、数出运动副的数目(P_L 、 P_H)。

3) 绘制机构运动简图或示意图

选定机构所在的一个位置,测量或目测各个运动副之间的长度,确定移动副的方向,选取适当的长度比例尺,并将比例尺标注在图上,绘制机构的运动简图。

4) 计算机构自由度

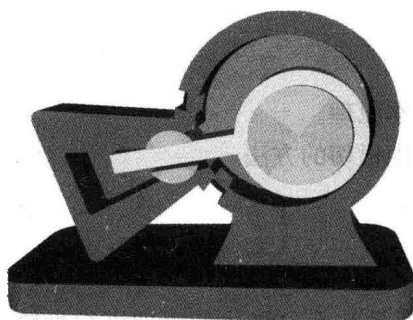
根据所测绘的机构,计算机构的自由度 $F = 3(N - 1) - 2P_L - P_H$ 。

机构具有确定运动的条件是机构的自由度大于零且等于原动件数。将计算所得机构的自由度数目与机构的实际运动相对照,判别是否相符,特别注意机构中存在虚约束、局部自由度、复合铰链的情况下自由度的计算。

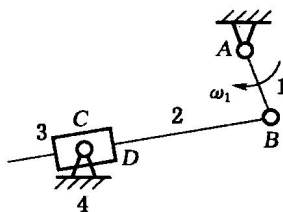
5) 标注构件序号与运动副符号

对于所绘制的机构运动简图,在固定构件下画 45° 斜线表示机架,在主动件上画箭头表示运动方向,用数字 1, 2, 3, ..., N 依次标注各个构件,用字母 A, B, C 等依次标注各个运动副。

【例 2-1】 绘制图 2.1(a)所示的偏心轮摇块泵的机构运动简图。



(a) 偏心轮摇块泵



(b) 曲柄摇块机构

图 2.1 偏心轮摇块泵与机构运动简图