



普通高等学校机械基础课程规划教材

机械原理与设计实验教程

- 主 编 王 为 喻全余
- 副主编 魏春梅 魏 兵 王劲青
- 主 审 彭文生



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

普通高等学校机械基础课程规划教材

机械原理与设计实验教程

主 编	王 为	喻全余	
副主编	魏春梅	魏 兵	王劲青
参 编	邓援超	左惟炜	
主 审	彭文生		

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书共分六部分。导论部分主要介绍机械原理与设计实验课程教学在教学中的作用及其重要性、机械原理与设计实验课程体系的基本思路及实验课程教学大纲等内容;第一章为认知实验模块;第二章为性能测试与分析模块;第三章为结构分析与拆装模块;第四章为创新设计与实践模块;第五章为各实验项目的实验报告。

本书是为编者所在的高等学校机械类基础实验教学示范中心编写的实验教程,可供机械类专业、近机类专业和非机类专业选择使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理与设计实验教程/王为 喻全余 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2011.2
ISBN 978-7-5609-6859-9

I. 机… II. ①王… ②喻… 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. ①TH111-33 ②TH122-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 259647 号

机械原理与设计实验教程

王 为 喻全余 主编

策划编辑:万亚军

责任编辑:吴 晗

封面设计:刘 卉

责任校对:朱 霞

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:武汉科利德印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:8.5

字 数:216 千字

版 次:2011 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:14.80 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

实验教学是高等学校理工科教学中的重要组成部分,它不仅是学生获取知识的重要途径,而且对培养学生的学风和素质、实际工作能力、科学研究能力以及创新能力都具有十分重要的作用。

编者所在的高等学校机械类基础课程实验教学示范中心已建立了以机械类基础课程实验方法自身的系统为主线的实验教学体系,采取模块化结构和分层次教学方式,将机械原理与设计实验课程分为五大模块和五个层次。五大模块为:认知实验模块、性能测试与分析模块、结构分析与拆装模块、创新设计与实践模块、产品设计与制作模块(本书从略)。五个层次分别为:预备引导型、基础型、提高型、设计性、创新型。根据这五大模块和五个层次,我们编写了《机械原理与设计实验教程》,以供机械类专业、近机类专业和非机类专业选择使用。

本书除导论外,共分五章:第一章为认知实验模块;第二章为性能测试与分析模块;第三章为结构分析与拆装模块;第四章为创新设计与实践模块;第五章为实验报告。每个实验都编写了“预备知识”。

本书由湖北工业大学王为、安徽工程大学喻全余担任主编,湖北工业大学魏春梅、魏兵、王劲青担任副主编,参加编写的还有湖北工业大学邓援超、左惟炜。全书由王为、喻全余、魏春梅、左惟炜负责统稿。华中科技大学彭文生教授仔细审阅了书稿并提出了许多修改意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限,书中难免有不妥之处,恳请专家和读者给予批评指正。

编 者

2010 年 11 月

目 录

导论	(1)
第一章 认知实验模块	(6)
实验一 机构认知实验	(6)
实验二 机构运动简图的测绘	(10)
实验三 机械零件认知实验	(13)
实验四 机械认知实验	(14)
实验五 齿轮范成实验	(16)
第二章 性能测试与分析模块	(20)
实验六 转子动平衡实验	(20)
实验七 机构系统动力学调速实验	(25)
实验八 带传动实验	(30)
实验九 螺栓连接实验	(35)
实验十 HS-B 液体动压轴承实验	(41)
实验十一 机械传动性能综合实验	(48)
实验十二 齿轮传动效率测定实验	(54)
第三章 结构分析与拆装模块	(59)
实验十三 轴系结构设计实验	(59)
实验十四 机械拆装及结构分析实验	(64)
第四章 创新设计与实践模块	(68)
实验十五 机构运动创新设计实验	(68)
实验十六 慧鱼模型创新实验	(85)
实验十七 基于多轴平台创意搭接综合实验	(92)
第五章 实验报告	(97)
实验报告一 机构认知实验报告	(97)
实验报告二 机构运动简图的测绘实验报告	(99)
实验报告三 机械零件认知实验报告	(101)
实验报告四 机械认知实验报告	(104)
实验报告五 齿轮范成实验报告	(106)
实验报告六 转子动平衡实验报告	(108)

实验报告七	机构系统动力学调速实验报告	(109)
实验报告八	带传动实验报告	(112)
实验报告九	螺栓连接实验报告	(114)
实验报告十	HS-B 液体动压轴承实验报告	(118)
实验报告十一	机械传动性能综合实验报告	(120)
实验报告十二	齿轮传动效率测定实验报告	(122)
实验报告十三	轴系结构设计实验报告	(124)
实验报告十四	机械拆装及结构分析实验报告	(125)
实验报告十五	机构运动创新设计实验报告	(128)
参考文献		(130)

导 论

一、机械设计基础实验课程在教学中的作用及其重要性

21 世纪是信息时代,是经济发展的大好时期,时代要求培养更多的高素质和有开拓进取精神的创新型人才。对实践素质和能力要求更高的工科学生,特别是对机械专业的学生来说,机械原理与设计实验教学是不可或缺的重要手段。这是因为实验教学不仅仅是学生获得知识的重要途径,而且还对培养学生的学风、实际工作能力、科学研究能力和创新能力也具有十分重要的作用。

实验教学是培养学生能力的重要途径,不仅要使学生通过实验来掌握基本实验手段,更重要的是要使学生具备应用这些手段从事科学研究的独立工作能力。实验教学的目的是让学生自己动手实验,培养实践能力,使学生在知识和能力方面得到全面发展。素质教育强调培养学生的实践能力、想象力和创新能力,而实验教学正是培养这些能力的极好方式。

21 世纪的高等教育要求彻底改变实验教学的地位。要想从根本上解决问题,就应根据培养能力的要求来建立实验教学的体系,打破实验教学依附于理论教学、为理论教学服务的传统观念,以全面培养学生科学的思维方式、开发应用工程技术的综合能力、创新思维和分析问题解决问题的能力等综合素质为主线,构建与理论教学相辅相成的实验教学的新体系,以适应素质教育和创新教育的发展需要。

机械原理与设计实验是机械类基础课程教学的重要实践环节,通过机械类基础课程的学习和实验实践,要求学生达到以下目的。

- (1) 了解实验的科学内涵及其重要意义。
- (2) 认知和熟识机械基础实验常用的仪器和装置。
- (3) 掌握绘制实际机构运动简图的技能。
- (4) 掌握机械原理与设计基本实验的实验原理、实验方法、调试技术、测试技术、数据采集、误差分析等基本理论和基本技能。
- (5) 重视实验报告的撰写。

机械原理与设计实验强调学生独立动手能力和运用实验方法研究机械能力的培养,注重培养学生理论联系实际、独立分析和解决实际问题的能力,注重创新意识和创新能力的培养。而开设具有创造性的实验,在实验中尽量采用先进的测试方法和数据处理方式,逐步创造启发式和开放式实验条件,让学生能自由选择实验项目和自行设计实验项目,以提高学生的实际动手能力和创新能力,正是单独开设本课程的目的。

二、机械原理与设计实验课程体系的基本思路

1. 机械原理与设计实验课程的体系框架

本课程是以机械原理与设计实验方法自身的系统为主线建立的实验教学体系。把原来完全附属相关机械课程的实验课改变为按实验自身体系独立设置的机械基础实验课,学生可以利用课余时间任选实验项目,成绩单独考核和记分,并作为课外学分。机械原理与设计实验

课程分为五大模块和五个层次。五大模块为:认知实验模块、性能测试与分析模块、结构分析与拆装模块、创新设计与实践模块、产品设计与制作模块(本书从略)。五个层次为:预备引导型、基础型、提高型、设计性、创新型。

各实验模块所包含的实验内容如下。

1) 认知实验模块

机构认知:常用机构模型、机构简图及机构尺寸测绘等。

机械零件认知:典型零件结构、传动方式、失效形式等。

机械认知:工业包装机、摩托车发动机、ZS-I 型转位及输送装置、CS-I 型冲压机及送料装置、BS-I 型步进输送机、TS-I 型提斗上料装置、JZ-I 型间歇送料及冲压装置等。

齿轮范成实验:认识齿轮加工的基本原理。

2) 性能测试与分析模块

转子动平衡实验:掌握刚性转子动平衡实验的原理及基本方法。

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,并掌握利用飞轮进行速度波动调节的原理和方法;利用传感器、工控机等先进的实验技术手段进行实验操作,掌握现代化的实验测试手段和方法,增强工程实践能力。

带传动实验:观察带传动的弹性滑动和打滑的现象,掌握其产生原因及两者之间的本质区别;掌握转速、转速差及载荷的测量方法及原理。

螺栓连接实验:测量并绘制受轴向工作载荷的紧螺栓连接的受力和变形的关系曲线(变形协调图),分析并验证预紧力和相对刚度对应力幅的影响,了解提高螺栓疲劳强度的措施。

液体动压轴承实验:测量及仿真液体动压轴承径向油膜压力分布和轴向油膜压力分布,测量及仿真其摩擦特征曲线。

机械传动性能综合实验:通过实验认识智能化机械传动性能综合测试实验台的工作原理,掌握计算机辅助实验的方法,培养进行设计性实验与创新实验的能力。

齿轮传动效率测定实验:了解封闭功率流式齿轮试验台的结构及其工作原理,学习齿轮传动效率的测试方法,对小模数齿轮进行效率和承载能力试验。

3) 结构分析与拆装模块

轴系结构设计实验:熟悉和掌握轴的结构设计和轴承组合设计的基本要求和设计方法,了解轴的加工工艺和轴上零件的装配工艺,提高结构设计能力。

机械拆装及结构分析实验:通过对各类减速器的分析比较,加深对机械零部件结构设计的感性认识,提高机械设备结构的认知和工程设计能力。

4) 创新设计与实践模块

机构运动创新设计实验:直接创造搭接新机构,用新机构进行实物组装。

慧鱼模型创新实验:用慧鱼机器人创意模型随意拼装成想象的各种机构,再用计算机驱动实现预定的工艺动作。

基于多轴平台创意搭接综合实验:将各种传动装置任意搭接而组成新的传动系统。

5) 产品设计与制作模块

产品外形三维构形设计:应用 CAD 软件对产品进行三维构形设计,设计成功后将其转换成二维图形表示,提高学生的计算机应用能力。

快速成形或 CAM:将设计的图样通过软件转换成与数控机床接轨的数字信息,在快速成形机或数控加工设备上变成实物。

2. 实验室的组成及内容

机械设计基础实验室根据五大模块的功能分工,由 12 个实验室和 2 个陈列室、1 个制作室组成,各实验室进行的具体实验内容如下。

1) 认知实验

机构认知实验室:用于进行机构认知实验,提供各类常用机构模型,以了解机构类型及运动形式;机构运动简图测绘实验。

机械零件陈列室:提供各种典型的通用零件的实物和模型。

机械结构认知实验室:用于进行机械认知实验,提供小型全自动包装流水线。

2) 性能测试与分析实验

机械性能实验室 1:用于进行机械系统动力学调速实验。

机械性能实验室 2:用于进行多轴传动系统的搭接与性能测试和机械传动性能综合实验。

机械性能实验室 3:用于进行液体动压轴承实验和带传动实验。

机械性能实验室 4:用于进行转子动平衡实验和螺栓连接实验。

齿轮效率实验室:用于进行齿轮效率实验。

3) 结构分析与拆装实验

机械认知实验室:用于进行轴系结构设计实验和减速器拆装实验。

机械结构陈列室:用于进行机械零件认知及现场教学。

4) 创新设计与实践实验

机构创新设计实验室 1:用于进行机构运动方案创新设计。

机构创新设计实验室 2:用于进行机构创新认知和慧鱼组合拼装实验,提供优耐美精密微型工具机组。

机构创新设计实验室 3:用于进行数控机械平台搭建与激光加工实验。

5) 产品设计与制作

机械设计及自动化实验室:用于进行 CAD、虚拟设计。

创新制作室:提供优耐美车床、铣床及小型台钻,可方便学生进行创新产品的加工制作。

三、机械原理与设计实验课程教学大纲

1. 机械专业实验课教学大纲

适用专业:机械设计及自动化、机械制造及自动化、机械电子工程、包装工程、工业工程。

实验总学时:45 学时。

实验总学分:2.5 分。

1) 实验教学的目的与要求

通过实验教学,达到的教学目的为:要求学生掌握现代机械设计、测试技术和实验研究方法,具备综合分析能力、工程实践能力和创新设计能力;剖析现代典型机械系统功能原理、构思设计及结构实现,认识机械的组成;了解机电一体化设备的结构及工作原理,掌握其编程控制及应用;通过运动方案创新设计及创意方案的组合设计,培养创造性思维能力和动手能力;深入了解典型机构及传动装置的运动、动力学特性;掌握现代机械参数的测试原理、方法和手段;掌握测量仪器的使用方法及零部件的测绘方法。

2) 实验项目及学时

(1) 机构认知实验

2 学时

(2) 机构运动简图的测绘	8 学时
(3) 机械零件认知实验	2 学时
(4) 机械认知实验	4 学时
(5) 齿轮范成实验	2 学时
(6) 转子动平衡实验	2 学时
(7) 机械系统动力学调速实验	2 学时
(8) 机构系统的运动方案搭接实验	4 学时
(9) 带传动实验	2 学时
(10) 螺栓连接实验	2 学时
(11) 液体动压轴承实验	2 学时
(12) 机械传动性能综合实验	2 学时
(13) 轴系结构实验	4 学时
(14) 机械拆装及结构分析实验	8 学时
(15) 机构拼装创新设计	4 学时
(16) 慧鱼模型创新实验	20 学时
(17) 基于多轴平台创意搭接综合实验	4 学时

上述 17 项实验可选择做 45 学时。

2. 近机类专业实验课教学大纲

适用专业:材料工程、质量检测、工业设计。

实验总学时:18 学时。

1) 实验教学的目的与要求

通过实验教学,达到的教学目的为:要求学生具备综合分析能力、工程实践能力和创新能力;掌握现代机械设计、测试技术和实验研究方法;剖析机械系统功能原理,认识机械的组成;通过机构系统的运动方案搭接创新设计实验,培养创造性思维能力和动手能力;了解典型机构及传动装置的运动、动力学特性;掌握现代机械参数的测试原理、方法和手段;掌握测量仪器的使用方法及零部件的测绘方法。

2) 实验项目及学时

(1) 机构认知实验	2 学时
(2) 机械零件认知实验	2 学时
(3) 机构系统的运动方案搭接实验	4 学时
(4) 轴系结构实验	4 学时
(5) 机械拆装及结构分析实验	2 学时
(6) 带传动实验	2 学时
(7) 螺栓连接实验	2 学时
(8) 液体动压轴承实验	2 学时
(9) 机械系统动力学调速实验	2 学时

上述 9 项实验可选择做 18 学时。

3. 非机类专业实验课教学大纲

适用专业:化学工程、食品工程、高分子、生物工程、环境工程、管理工程、制药工程。

实验总学时:8 学时。

1) 实验教学的目的与要求

通过实验教学,达到的教学目的为:要求学生认识机构及机械的组成;了解典型机构及传动装置的运动、动力学特性;具备分析与综合能力、工程实践能力和创新能力;掌握现代机械参数的测试方法和手段;掌握测量仪器的使用方法及零部件的测绘方法;培养创造性思维能力和动手能力。

2) 实验项目及学时

- | | |
|-----------------|------|
| (1) 机构认知实验 | 2 学时 |
| (2) 机械零件认知实验 | 2 学时 |
| (3) 轴系结构实验 | 2 学时 |
| (4) 机械拆装及结构分析实验 | 2 学时 |
| (5) 带传动实验 | 2 学时 |
| (6) 螺栓连接实验 | 2 学时 |

上述 6 项实验可选择做 8 学时。

第一章 认知实验模块

实验一 机构认知实验

一、预备知识

1. 机器与机构

机械原理课程研究的对象是机械,而机械是机器和机构的总称。

机器的种类繁多,结构、性能和用途等各不相同,但从机器的组成上分析,又有共同点,即它们都是由一些典型的机构、机械零部件及控制系统所组成的。所以凡能实现确定的机械运动,又能做有用的机械功或完成能量、物料和信息转换与传递的装置都称为机器,如内燃机、起重机等。

机器具有以下三个基本特征。

- (1) 它是许多零件或构件的人为组合体。
- (2) 各构件间具有确定的相对运动。
- (3) 机器能利用机械能来完成有效的功或实现不同形式能量之间的转化。

机器的作用体现在它的第三个基本特征上。

机构是具有机器的前两条基本特征的组合体,机构的作用是传递运动和实现不同形式的运动的转化。仅从结构和运动的观点看,机构和机器之间并无差别。因此,常用“机械”一词作为机器和机构的总称。

2. 机构的组成

组成机构的相对运动单元称为构件。根据构件在机构中所起的作用不同,可将构件分为以下几种:机构中固接于定参考系的构件称为机架;机构中可相对机架运动的构件称为活动构件,其中运动规律已知的活动构件称为原动件;由动力机或其他机构驱动并伴有力或力矩输入的原动件称为机构的主动件;除原动件以外的活动构件称为从动件。机构的组成如图 1-1 所示。

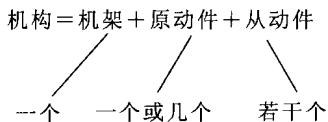


图 1-1 机构的组成

3. 机构的分类

任何一部复杂的机器都是由多种类型的若干机构组成的。各种机器中普遍使用的机构称为常用机构,这类机构不管应用到何种机器中,它们的组成原理、运动分析、动力分析及机构运动简图的设计和计算方法都是相同的。对这些具有共性的东西进行分析、讨论并总结出它们的设计方法是机械原理课程的主要内容。

常用机构可分为以下几类。

(1) 平面连杆机构 如图 1-2 所示,平面连杆机构是由若干个刚性构件用低副连接而成的,各构件均在相互平行的平面内运动。其主要特点是构件之间以面接触,故单位面积上压力

小,结构简单,制造方便,寿命长,磨损小,便于润滑,属于低副机构。

(2) 凸轮机构 如图 1-3 所示,凸轮机构是由凸轮、从动件、机架三个基本构件组成的平面运动机构。它常用来将主动构件的连续运动转变为从动件的往复运动。它的主要特点是:由于凸轮是一个具有曲线轮廓的构件,只要适当地设计凸轮的轮廓线,该机构便可以实现从动件任意的运动规律。由于凸轮机构结构简单而紧凑,因此它广泛应用于各种机械、仪器和控制装置中。

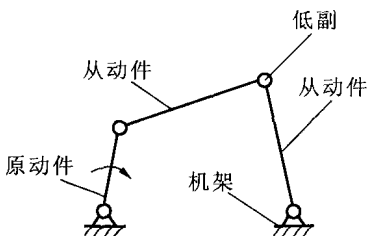


图 1-2 平面连杆机构

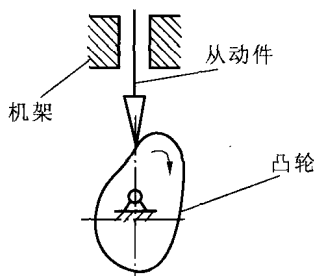


图 1-3 凸轮机构

(3) 齿轮机构 齿轮机构是一种常用的传动装置,它由一对互相啮合的齿轮所组成。它具有能够传递任意两轴之间的运动和动力、寿命长、传动准确可靠、传动平稳、承载能力大、体积小、效率高等优点,所以广泛应用于各种机器、仪表当中。由一系列齿轮组成的传动系统称为轮系。行星轮系的功用很多,其特点是能实现运动的合成和分解,还能实现大的传动比和特定的运动等。

(4) 间歇机构 当主动件作连续运动时,从动件间产生单向的、时动时停的间歇运动,这样的机构称为间歇运动机构。间歇运动机构很多,常见的有以下几种。① 棘轮机构,如图 1-4 所示,它由摆杆、棘爪、棘轮及机架组成。摆杆带动棘爪作往复摆动,棘轮作单向间歇回转。② 槽轮机构,如图 1-5 所示,它由具有径向槽的槽轮和具有圆销的构件及机架组成。具有圆销的构件为主动件。③ 凸轮式间歇机构,它由凸轮、转盘及机架组成。凸轮为主动件。④ 不完全齿轮机构,它与普通齿轮机构的不同之处是在主、从动件的节圆上没有布满轮齿,因此,当主动件作连续回转运动时,从动件作单向间歇转动。

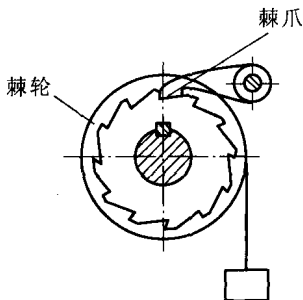


图 1-4 棘轮机构

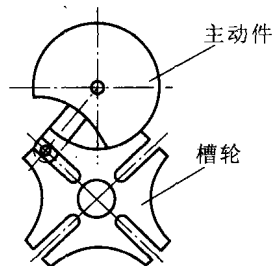


图 1-5 槽轮机构

二、实验目的和要求

- (1) 了解常用基本机构的结构特点及主要类型。
- (2) 了解常用基本机构和空间连杆机构的运动传递情况。
- (3) 初步了解组合机构的几种典型的组合方式。

三、实验原理和内容

机构由机架、原动件和从动件三部分组成,其中固定不动的构件为机架,运动规律给定的构件为原动件,原动件由电动机驱动作等速运动,其余的活动构件则为从动件。

本课程所要研究的四种基本机构如下。

1. 平面连杆机构

在平面连杆机构中,以平面四杆机构应用最为广泛,其分类如表 1-1 所示。

表 1-1 平面四杆机构分类

类 别			实 现 运 动
铰链四杆机构	曲柄摇杆机构		转动→摆动
	双曲柄机构		转动→转动
	双摇杆机构		摆动→移动
带有一个移动副的四杆机构	曲柄滑块机构		转动→移动
	导杆机构	移动导杆机构	转动→转动
		摆动导杆机构	转动→摆动
	曲柄摇块机构		转动→摆动
	定块机构		摆动→移动
带有两个移动副的四杆机构	曲柄移动导杆机构		转动→移动
	双转块机构		转动→转动
	双滑块机构		转动→转动
	摆动导杆滑块机构		摆动→移动

2. 凸轮机构

常用凸轮机构分类如表 1-2 所示。

表 1-2 常用凸轮机构分类

分 类 标 准	具 体 类 别	
以凸轮形状分	平面凸轮机构	盘形凸轮机构
		移动凸轮机构
	空间凸轮机构	圆柱凸轮机构
		圆锥凸轮机构
以从动件的形状分	尖端推杆凸轮机构	
	滚子推杆凸轮机构	
	平底推杆凸轮机构	
以从动件的运动形式分	直动推杆凸轮机构	对心直动推杆机构
		偏心直动推杆机构
以从动件与凸轮始终保持接触的方式分	摆动推杆凸轮机构	
	力锁合方式	
	几何形状锁合方式	槽凸轮机构
		等宽凸轮机构
		等径凸轮机构
		主回凸轮机构(又称共轭凸轮机构)

3. 齿轮机构

齿轮机构和轮系的分类分别如表 1-3 和表 1-4 所示。

表 1-3 齿轮机构分类

平面齿轮机构	直齿圆柱齿轮传动		内啮合 外啮合
	斜齿圆柱齿轮传动		
	人字齿轮传动		
	直齿圆柱齿轮与齿条传动		
	斜齿圆柱齿轮与齿条传动		
空间齿轮机构	相交轴齿轮机构	直齿锥齿轮传动	
		斜齿锥齿轮传动	
	交错轴齿轮机构	斜齿圆柱齿轮传动	
		蜗轮蜗杆传动	
		准双面齿轮传动	

表 1-4 轮系的分类

定轴轮系	轮系中各齿轮的几何轴线位置都是固定的轮系
周转轮系	自由度为 1 的行星轮系
	自由度为 2 的差动轮系
混合轮系	定轴轮系和周转轮系或多个单一周转轮系复合而成的轮系

4. 间歇机构

间歇机构的分类如表 1-5 所示。

表 1-5 间歇机构的分类

棘轮机构	按接触形式分	内啮合式	往复摆动→单向间歇转动
		外啮合式	
	按运动情况分	单动式	
		双动式	
		可变式	
		摩擦式	
		棘轮棘条	往复摆动→间歇移动
槽轮机构	外啮合		连续转动→单向间歇转动
	内啮合		
凸轮式间歇运动机构	圆柱凸轮间歇运动机构		
	蜗杆凸轮间歇运动机构		
不完全齿轮机构	外啮合		
	内啮合		

四、实验设备

各类机器和机构教学模型。

五、注意事项

- (1) 不要用手人为地拨动构件。
- (2) 不要随意按动控制面板上的按钮。
- (3) 遵守实验室规则,规范操作,注意安全。

实验二 机构运动简图的测绘

一、预备知识

机构是具有确定运动的实物组合体,作无规则运动或不能产生运动的实物组合均不能称为机构。

1. 运动副

机构都是由构件组合而成的,其中每个构件都以一定的方式与另一个构件相连接,这种连接既使两个构件直接接触,又使两个构件能产生一定的相对运动。每两个构件间的这种直接接触所形成的可动连接称为运动副。构成运动副的两个构件间的接触不外乎点、线、面三种形式,两个构件上参与接触而构成运动副的点、线、面部分称为运动副元素。

构件所具有的独立运动的数目称为构件的自由度。一个构件在未与其他构件连接前,可产生 6 个独立运动,也就是说具有 6 个自由度。

运动副有多种分类方法。

(1) 按运动副的接触形式分类 面与面接触的运动副称为低副,如移动副、转动副(回转副);点与线接触的运动副称为高副,如滚动副、凸轮副、齿轮副(见图 1-6)。

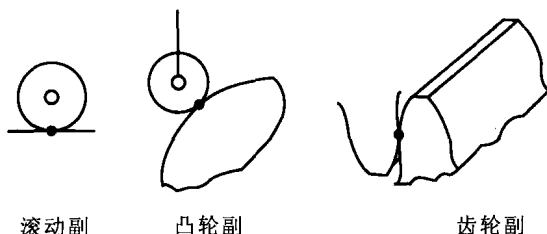


图 1-6 高副

(2) 按相对运动的形式分类 构成运动副的两构件之间的相对运动若为平面运动则称为平面运动副;若为空间运动则称为空间运动副;两构件之间只作相对转动的运动副称为转动副或回转副;两构件之间只作相对移动的运动副则称为移动副等。

(3) 按运动副引入的约束数分类 引入 1 个约束的运动副称为 1 级副,引入 2 个约束的运动副称为 2 级副,依此类推,还有 3 级副、4 级副、5 级副。

(4) 按接触部分的几何形状分类 根据组成运动副的两构件在接触部分的几何形状,可分为圆柱副、平面与平面副、球面副、螺旋副、球面与平面副、球面与圆柱副、圆柱与平面副等。

2. 运动链

两个以上构件通过运动副连接而构成的系统称为运动链。

3. 自由度的计算

自由度的计算取决于运动链活动构件的数目、连接各构件的运动副的类型和数目。

平面运动链自由度计算公式为

$$F = 3n - 3p_L - p_H$$

式中: n ——活动构件数;

p_L ——平面低副数目;

p_H ——平面高副数目。

4. 机构运动简图

无论是对现有机构进行分析、构思新机械的运动方案,还是对组成机械的各机构作进一步的运动及动力设计与分析,都需要一种表示机构的简明图形。从原理方案设计的角度看,机构能否实现预定的运动和功能,是由原动件的运动规律、连接各构件的运动副类型(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(即各运动副间的相对位置尺寸)来决定的,而与构件及运动副的具体外形(高副机构的轮廓形状除外)、断面尺寸、组成构件的零件数目及方式等无关,因此,可用国家标准规定的简单符号和线条代表运动副和构件,并按一定的比例表示机构的运动尺寸,绘制出表示机构的简明图形,这种图形称为机构运动简图,它完全能表达原机械具有的运动特性。若只是为了表明机械的组成状况和结构特征,也可以不严格按比例来绘制简图,这样的简图通常称为机构示意图。

二、实验目的

(1) 分析机构的组成、动作原理和运动情况及各连接构件之间相对运动的性质,确定各运动副的类型,进行机构和简单机械的认知能力的培养。

(2) 通过对实际机械或机构模型的直接测绘,掌握绘制机构运动简图的方法。

(3) 验证机构自由度的计算。

(4) 加深对机构组成原理的了解。

三、实验原理及内容

机构的运动与组成与机构的运动副类型和数目及各运动副相对位置的尺寸有关。因此,在绘制机构运动简图时,可以撇开构件的具体形状和运动副的具体构造,而用一些简单的线条来代表构件,用规定的符号代表运动副,并按一定的比例来表示运动副的相对位置,以此表明机构的运动特征。常用运动副的符号如表 1-6 所示。

四、实验设备与工具

(1) 各种机器实物和机构模型。

(2) 钢板尺、内外卡钳等测量工具(根据需要选用)。

(3) 铅笔、三角板、圆规、橡皮、草稿纸(学生自备)。