

高校机械  
基础实验教材

# 机械原理

JIXIEYUANLISHIYANJIAOCHENG

王旭 主编

# 实验教程



山东大学出版社  
Shandong University Press

高校机械基础实验系列教材

# 机械原理实验教程

王旭 主编

山东大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

机械原理实验教程/王旭主编. — 济南: 山东大学出版社, 2006. 8

ISBN 7-5607-3246-1

I. 机…

II. 王…

III. 机械学—实验—高等学校—教材

IV. TH111-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 099824 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 7 印张 157 千字

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

定价: 10.50 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 蔡明正 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 昃向博 钮平章 曾庆良 蔡耀光  
谭继文 魏修亭

## 机械原理实验教程

主编 王旭  
副主编 吕传毅 齐秀丽  
编者 陶立英 杨国海 王晓东 桑松 贺磊  
张秀芳  
主审 张明勤

# 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示范中心建设标准”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

# 前 言

本书是根据山东省教育厅关于“山东省高等学校机械基础课程实验教学示范中心建设标准”的要求,在总结我省部分高校近年来《机械原理》课程实验教学改革经验的基础上编写而成的,是“山东省高等学校机械基础实验新体系立体化系列教材”之一。

全书包括十个实验项目,既包含了目前高等工科院校普遍开设的基础型实验,又有适应教学改革需求,训练学生综合分析能力的综合提高型实验,还有部分旨在培养学生开发创新能力的研究创新型实验。通过这些实验可以使 学生进一步巩固和深化课程理论知识,掌握基本的实验技能和方法,提高观察、分析和解决问题的能力及创新能力。

本书每个实验项目中,均包含了介绍实验任务、实验目的及实验提出背景等内容的概述;介绍实验内容、实验方法、实验设备、实验步骤的实验过程,以及实验报告的完整格式和内容。

在实验报告中,包含了以下几方面内容:一是要求学生在实验之前完成预习思考题或实验方案设计;二是记载实验条件,采集和处理实验数据,分析实验现象等实验过程的记录和分析;三是实验引申问题的思考和心得体会。通过实验前、实验中及实验后几个环节的 necessary 训练,充分发挥实验应有的作用和效果。

参加本书编写的有:山东理工大学贺磊(实验一),山东海洋大学桑松(实验三),青岛大学王晓东(实验四),山东科技大学齐秀丽(实验五、十),青岛理工大学杨国海(实验六),济南大学陶立英(实验八),山东建筑大学王旭(实验二、七、九)。本书由山东建筑大学王旭担任主编,山东理工大学吕传毅、山东科技大学齐秀丽担任副主编。山东交通学院张秀芳参加了本书的部分编写工作。

本书由山东建筑大学张明勤教授审阅,并提出了许多宝贵意见,对本书编写质量的提高给予了重大的帮助,在此深表感谢。

由于编者水平所限,书中难免有错误和不妥之处,希望广大读者不吝指正。

编 者

2006年6月

# 目 录

<b>实验一 机构认知</b> .....	(1)
一、概 述 .....	(1)
二、实验目的 .....	(1)
三、实验设备 .....	(1)
四、实验内容 .....	(1)
实验报告一.....	(9)
<b>实验二 机构运动简图测绘</b> .....	(10)
一、概 述.....	(10)
二、实验目的.....	(10)
三、实验设备和用具.....	(10)
四、实验方法和步骤.....	(10)
五、注意事项.....	(11)
实验报告二 .....	(13)
<b>实验三 渐开线齿廓加工原理</b> .....	(16)
一、概 述.....	(16)
二、实验任务及目的.....	(17)
三、实验设备和工具.....	(17)
四、实验原理和方法.....	(18)
五、实验步骤和要求.....	(19)
六、注意事项.....	(19)
实验报告三 .....	(21)
<b>实验四 渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定</b> .....	(23)
一、概 述.....	(23)
二、实验目的.....	(23)
三、实验原理.....	(23)
四、实验设备和工具.....	(23)
五、实验方法和步骤.....	(24)



六、注意事项·····	(27)
实验报告四·····	(28)
<b>实验五 刚性转子的平衡</b> ·····	<b>(30)</b>
一、概  述·····	(30)
二、静平衡实验·····	(30)
三、动平衡实验·····	(33)
实验报告五·····	(36)
<b>实验六 机构运动参数测定及分析</b> ·····	<b>(39)</b>
一、概  述·····	(39)
二、实验目的·····	(39)
三、电测法进行运动参数测试与分析·····	(39)
四、微机测试系统进行运动参数测试与分析·····	(43)
实验报告六·····	(47)
<b>实验七 机构测试、仿真及设计综合实验</b> ·····	<b>(51)</b>
一、概  述·····	(51)
二、实验目的·····	(51)
三、实验设备和仪器·····	(51)
四、实验原理·····	(53)
五、实验要求·····	(53)
六、实验方法和步骤·····	(54)
实验报告七·····	(57)
<b>实验八 机构运动方案创新设计</b> ·····	<b>(62)</b>
一、概  述·····	(62)
二、实验目的·····	(62)
三、实验原理·····	(62)
四、实验设备·····	(63)
五、实验内容·····	(77)
六、实验注意事项·····	(86)
实验报告八·····	(87)
<b>实验九 机械基础虚拟实验</b> ·····	<b>(89)</b>
一、概  述·····	(89)
二、实验目的·····	(89)
三、实验原理·····	(89)

---

---

四、实验设备	(89)
五、实验内容	(90)
六、实验注意事项	(90)
实验报告九	(91)
<b>实验十 工业机器人的认识与实践</b>	<b>(94)</b>
一、概 述	(94)
二、实验目的	(94)
三、实验设备	(94)
四、实验内容	(95)
实验报告十	(99)
<b>参考文献</b>	<b>(101)</b>

# 实验一 机构认知

## 一、概述

机器是由各种各样的机构组成,机构是机器的运动部分,即剔除了与运动无关的因素而抽象出来的运动模型。机械原理课程就是研究机构的课程,它以高等数学、普通物理、机械制图和理论力学等课程为基础。通过机构认知了解常用机构的组成、运动转换形式以及在实际机械中的应用情况,为后续课程的学习打下坚实的基础。

## 二、实验目的

了解机器的组成;了解常见机构的类型、特点、用途、基本原理以及运动特性,对机构有一个全面的感性认识;培养对机械原理课程学习的兴趣。

## 三、实验设备

本实验设备为机械原理电动陈列柜,它由数节陈列柜组成,主要展示机器中常见的各类机构,介绍机构的结构形式和用途,演示机构的基本工作原理和运动特性。

## 四、实验内容

(一)了解机器的组成、机构的组成及机构运动简图的表达

由陈列柜序言部分,了解各种机器的组成和运动,掌握机构的组成及运动关系的表达方式。

如单缸汽油机模型:通过曲柄滑块机构将燃气热能所控制的滑块的往复移动转换成曲柄转动的机械能;通过齿轮机构控制气缸的点火时间;通过凸轮机构控制气门的开启与关闭。又如家用缝纫机模型:通过曲柄滑块机构实现机针的上下运动;通过连杆机构和几组凸轮机构的组合实现钩线、挑线和送布动作,各个机构共同配合和协调从而完成缝纫工作。

通过观察和分析各种机器模型的运动情况,从而明确机器是由机构组成的,而机构是由构件及运动副构成的。在表达机构的运动关系时,需要抛开构件的固联方式、复杂外形、截面尺寸等与运动无关的因素,从中抽象出其组成构件和构件间的运动副关系。熟悉和掌握各种机构的分析研究及表达方法,为机器的分析奠定基础。

(二)了解平面连杆机构的基本知识

根据陈列柜平面连杆机构部分,了解认识平面连杆机构的常见类型及运动形式,熟悉

其在实践中的应用情况。

平面连杆机构是指用低副连接组成的平面机构,而四杆机构是由四个构件组成的平面连杆机构。四杆机构是平面连杆机构的基础,且应用最为广泛,故机械原理课程中主要介绍的是四杆机构。

### 1. 铰链四杆机构的类型

运动副均为转动副的四杆机构称为铰链四杆机构。在铰链四杆机构中,固定构件为机架,与机架相连的两构件为连架杆,不与机架相连的构件为连杆。若连架杆相对机架能旋转 $360^\circ$ ,则称其为曲柄,否则称为摇杆;连杆相对于机架一般作平面复杂运动,其上各点走出的轨迹各不相同。铰链四杆机构按连架杆的运动形式可分为:

#### (1) 曲柄摇杆机构

两连架杆中一个为曲柄,一个为摇杆的铰链四杆机构。在曲柄摇杆机构中,当曲柄以匀角速度转动时,从动摇杆作变速摆动;若四杆机构中,原动件匀速转动,而推杆往复运动的平均速度也不相同时,这种现象称为急回运动特性。

#### (2) 双曲柄机构

两连架杆均为曲柄的铰链四杆机构。在双曲柄机构中,当一个曲柄匀角速度转动时,一般另一个曲柄为变速转动。双曲柄机构中,当相对两杆平行且长度相等时称为平行四边形机构,此时,两曲柄同速同向转动,连杆作平动,连杆上任一点的轨迹均为圆,轨迹圆的半径与曲柄等长。当相对两杆长度相等但不平行时称为反平行四边形机构,此时,两曲柄的转动方向相反。

#### (3) 双摇杆机构

两连架杆均为摇杆的铰链四杆机构。

### 2. 单移动副四杆机构的类型

含移动副的四杆机构可以认为是由铰链四杆机构演化而来的。其中含一个移动副的四杆机构称为单移动副四杆机构。

#### (1) 曲柄滑块机构

以移动副中导杆为机架的单移动副四杆机构。当曲柄匀速转动时,滑块可作变速的往复移动。滑块移动行程的大小由曲柄长度决定。

#### (2) 导杆机构

以与导杆铰接的构件为机架的单移动副四杆机构。若导杆能做整周转动,称为转动导杆机构;若导杆仅能在某一角度范围内摆动,称为摆动导杆机构。

#### (3) 曲柄摇块机构

曲柄摇块机构是以与滑块铰接的构件为机架的单移动副四杆机构。

#### (4) 定块机构

定块机构是以滑块为机架的单移动副四杆机构。

### 3. 平面连杆机构的应用

应用主要是指观察实际机构模型的运动,分析其机构组成及工作原理和运动情况。如颚式破碎机:它由平面六杆机构组成,当原动曲柄匀速转动时,通过动颚板的往复摆动,实现矿石的压轧破碎。又如铸造造型机:它由双摇杆机构组成,可实现反转造型,当砂箱

在震动台上造型震实后,利用连杆将砂箱翻转  $180^\circ$ ,由下至上完成取模造型。再如电影摄影升降机:它由平行四边形机构组成,摄影机工作台设在连杆上,从而保证工作台升降过程中始终保持原有的水平位置。

诸如此类的平面连杆机构在人类丰富多彩的实践活动中到处可找到其应用的地方。做到学以致用,就必须抓住两点。一是“学”,就是要熟悉此类机构的类型和特点;二是“用”,就是要勤于观察周围各种实践活动中应用的机器、设备和装置,分析完成这些实践活动应具备的运动和传力特点,然后将两者结合在一起,就可不断熟悉和掌握这些机构的应用和特性。

### (三)了解凸轮机构的基本知识

根据陈列柜凸轮机构部分,了解认识凸轮机构的组成、常见类型及在实践中的应用。

凸轮机构是由具有复杂廓形的凸轮、机架及简单端部廓形的推杆组成,凸轮的廓形与推杆端部廓形间形成滚滑副,推杆在凸轮廓形的控制下运动,故凸轮属于高副机构。

#### 1. 凸轮机构的类型

凸轮机构的类型很多,常按凸轮和推杆的形状及其运动形式的不同来分类:

##### (1)凸轮的类型

按凸轮外形及运动情况的不同可分为:具有变化向径绕定轴转动的盘形凸轮、圆柱面上开有曲线凹槽的圆柱凸轮、沿给定轨道作往复运动的移动凸轮等。

##### (2)推杆的类型

按推杆的端部形状不同可分为:尖顶推杆、滚子推杆、平底推杆;

按推杆的运动形式不同可分为:直动推杆、摆动推杆。

##### (3)锁合类型

按凸轮机构维持凸轮与推杆保持接触的方法不同可分为:力锁合的凸轮机构、形锁合的凸轮机构。其中力锁合包括重力、弹簧力或其他外力。形锁合包括等宽凸轮、等径凸轮、主回凸轮等。

#### 2. 凸轮机构的应用

凸轮机构的结构简单,运动可靠,且能实现任意给定的运动规律和轨迹,故被广泛地应用于各种机械中,特别是在自动机械和自动控制装置中应用更广,其主要应用于控制执行构件的动作和控制构件作平面运动时的轨迹和姿态。常在以下几种场合中应用:

(1)用于控制执行构件动作。如,自动机床的进刀机构应用的圆柱凸轮机构。当具有凹槽的圆柱凸轮回转时,通过嵌于凹槽中的滚子迫使推杆做往复摆动,从而控制刀架的进刀和退刀。

(2)用于实现点的轨迹。如,用靠模法车削手柄所用的移动凸轮机构。靠模凸轮轮廓形状的变化可推动滚子推杆移动,从而控制与滚子固结的车刀切削出复杂形状的手柄。

(3)用于实现推杆的平面运动。如,平板印刷机上吸纸机构中应用的两个摆动凸轮机构,两凸轮固结在同一转轴上,与连杆机构组合可实现工作时吸纸盘要求的特定平面运动。

(4)实现行程增大的凸轮机构。如,摆动推杆圆柱凸轮机构,可将不大的凸轮行程通过摆杆的杠杆作用进行扩大,从而减小凸轮机构尺寸。

#### (四)了解齿轮机构的基本知识

根据陈列柜齿轮机构部分,了解认识齿轮机构的组成、常见类型和特点及运动形式,熟悉渐开线齿形的特点及主要参数。

##### 1. 齿轮机构的组成

齿轮机构一般是由机架、主动齿轮和从动齿轮组成。两齿轮之间能形成多对滚滑副接触,从而能按接力传动的方式实现连续运动的传递。齿轮机构属于高副机构,用于两轴间运动和动力传递。

齿轮机构具有传动功率范围大、传动效率高、传动比恒定、精度高、寿命长、工作平稳可靠等优点,广泛应用于各种机械中。

##### 2. 齿轮机构的分类

齿轮机构类型很多,按照两传动轴线的相对位置不同分类如下:

###### (1)平行轴齿轮传动

轴线平行的两齿轮传动时,其两齿轮作平面平行运动,属于平面齿轮机构。

按照轮齿形状的不同又可分为下述三种类型:

①直齿圆柱齿轮机构:该机构的两个齿轮均为直齿圆柱齿轮。直齿轮轮齿的齿向与其轴线平行,按其啮合类型可分为:外啮合齿轮传动、内啮合齿轮传动、齿轮齿条啮合传动。直齿圆柱齿轮机构是最简单、最基本的一种齿轮机构类型,研究齿轮机构时一般作为研究重点,找出齿轮传动的的基本理论和规律,并以此作为研究其他类型齿轮机构的理论依据。

②斜齿圆柱齿轮机构:该机构的两个齿轮为相同大小螺旋角的斜齿圆柱齿轮。斜齿轮轮齿的齿向相对其轴线倾斜了一个角度(称为螺旋角),按其啮合类型斜齿轮机构也可分为:外啮合齿轮传动、内啮合齿轮传动、齿轮齿条啮合传动。斜齿圆柱齿轮机构比直齿圆柱齿轮机构传动平稳性好、承载能力高、噪声小,但是因轮齿倾斜会产生轴向力。

③人字齿轮机构:该机构的两个齿轮均为人字齿轮。人字齿轮可视为由左右两排完全对称的斜齿轮组合而成,其目的是使其轴向力相互抵消。人字齿轮传动常用于矿山、冶金等设备中的大功率传动。

###### (2)相交轴齿轮传动

轴线相交的齿轮传动机构称为圆锥齿轮机构,属于空间齿轮机构。该机构的两个齿轮均为圆锥齿轮,圆锥齿轮的轮齿分布在圆锥表面上,有直齿、斜齿和曲齿三种类型。其中两轴垂直相交的直齿圆锥齿轮机构应用最广,斜齿圆锥齿轮机构很少应用,曲齿圆锥齿轮机构适用于高度重载的场合。因轴线相交,两轴孔难以达到很高的相对位置精度,且其中一个齿轮需为悬臂安装,故圆锥齿轮机构的承载能力和传动精度都较圆柱齿轮机构低。

###### (3)相错轴齿轮传动

轴线交错的齿轮传动机构也属于空间齿轮机构。常有以下两种类型:

①交错轴斜齿轮机构:该机构实际上是由两个斜齿圆柱齿轮配对组成,在接触处两轮轮齿的斜向一致,两齿轮轮齿为点接触,且相对滑动速度较大,主要用于传递运动或轻载的场合。

②蜗杆蜗轮机构:该机构多用于两轴的交错角为 $90^\circ$ 的场合,其传动比较大,传动平

稳,具有自锁性,但效率较低。

### 3. 渐开线齿轮的参数及齿形

#### (1) 渐开线的形成

一条直线沿一个圆周作纯滚动时,直线上任一点  $K$  的轨迹,称为该圆的渐开线。这条直线称为发生线,这个圆称为基圆。

#### (2) 渐开线齿轮的基本参数

①齿数:以两条反向渐开线形成一个轮齿,沿齿轮整个圆周均匀分布的轮齿总数称为齿数,用  $z$  表示。

②模数:为便于齿轮的设计、计算和检验,国家标准规定,作为基准的分度圆上齿距与  $\pi$  的比值应为标准值,并将其称为齿轮的模数,用  $m$  表示。

③压力角:在不计运动副中摩擦和构件质量的情况下,渐开线齿廓啮合点处所受正压力方向应为该点的法线方向,它与运动方向间所夹的锐角称为渐开线在该点的压力角,用  $\alpha$  表示。同一渐开线齿廓上各点的压力角不同,国家标准规定,渐开线齿廓分度圆上的压力角为标准值,  $\alpha = 20^\circ$ , 并以此代表齿轮压力角。

④齿顶高系数:齿轮各部分尺寸均以模数为基数,齿顶高的尺寸也应与模数成正比,即  $h_a = h_a^* m$ , 式中  $h_a^*$  称为齿顶高系数。我国规定,正常齿制时,  $h_a^* = 1$ ; 短齿制时,  $h_a^* = 0.8$ 。

⑤顶隙系数:为保证一对齿轮的正常啮合传动,一轮的齿顶与另一轮的齿根之间应有一定的径向间隙,称为顶隙,用  $c$  表示。规定  $c = c^* m$ , 式中  $c^*$  称为顶隙系数。我国规定,正常齿制时,  $c^* = 0.25$ ; 短齿制时,  $c^* = 0.3$ 。由顶隙系数和齿顶高系数可确定齿根高  $h_f$ , 即  $h_f = (h_a^* + c^*) m$ 。

#### (3) 渐开线齿轮的齿形比较

当渐开线齿轮的齿数  $z$  不同,而其他参数相同时,其轮齿形状不同。齿数  $z$  越少,齿廓越弯曲;齿数  $z$  越多,齿廓越平直。当齿数  $z$  为无穷多时,齿廓变成直线,齿轮变成齿条。

当渐开线齿轮的模数  $m$  不同,而其他参数相同时,其轮齿大小不同。模数是确定齿轮所有周向尺寸和径向尺寸的基数,由轮齿的大小可以确定其模数的数值。

当渐开线齿轮的齿顶高系数不同,而其他参数相同时,其轮齿长短不同。国家标准规定了两种齿高制,即正常齿和短齿,其中正常齿高应用广泛。

#### (五) 了解轮系的基本知识

根据陈列柜轮系部分,了解认识轮系的类型、运动关系及在实际机械中的功用。

实际机械中常采用一系列互相啮合的齿轮将主动轴和从动轴连接起来,这种多个齿轮组成的传动系统称为轮系。

##### 1. 轮系的类型

根据轮系运动时其各轮轴线的位罝是否固定,可将轮系分为以下两大类:

###### (1) 定轴轮系

当轮系运动时,其各轮轴线的位罝相对于机架固定不动,这种轮系称为定轴轮系或普通轮系。

## (2) 周转轮系

当轮系运动时,至少有一个齿轮的轴线绕另一齿轮的轴线转动,这种轮系称为周转轮系。周转轮系按其自由度的数目不同又分为两种类型:

- ① 差动轮系:具有两个自由度的周转轮系;
- ② 行星轮系:具有一个自由度的周转轮系。

## 2. 轮系的功用

定轴轮系和周转轮系在实际机械中应用都非常广泛,但从其目的来看,主要有下列六种:

### (1) 实现大传动比传动

用定轴轮系和周转轮系均可实现大传动比传动。例如,由两对外啮合少齿差齿轮组成的行星轮系,就可获得很大的传动比。但是这种结构的行星轮系传动比越大,传动效率越低。

### (2) 实现变速传动

在主动轴转速不变的情况下,利用轮系可使从动轴得到多种转速。利用定轴轮系中滑移齿轮控制不同齿轮对啮合,利用摩擦制动周转轮系中不同的太阳轮均可实现输出轴运动速度的变化,轮系的这种功用广泛用于汽车、工程机械的各类变速器中。

### (3) 实现换向传动

在主动轴转向不变的情况下,利用轮系可使从动轴转向改变。利用定轴轮系中的惰轮就可方便地改变从动轴运动方向,车床上走刀丝杆的三星轮换向机构即是应用此原理进行换向的实例。

### (4) 实现运动的合成

利用差动轮系可实现当给定两个基本构件运动的情况下,第三个基本构件的运动为另两个基本构件运动的合成。在机床、计算机、补偿调节装置中广泛应用着这种做合差运算的轮系。

### (5) 实现运动的分解

利用差动轮系可实现将一个主动转动按可变的比例分解为两个从动转动。例如,汽车后桥差速器,可实现当汽车沿直线行驶时,左右两轮转速相等;当汽车转弯时,根据转弯半径的大小,实现左右两轮不同的转速。

### (6) 实现结构紧凑的大功率传动

利用含多个均匀分布行星轮的周转轮系传输动力,可极大地提高承载能力,增加运动的平稳性。在航空发动机主减速器中,广泛应用着此种轮系。

## (六) 了解间歇运动机构的基本知识

根据陈列柜间歇运动机构部分,了解认识常用间歇运动机构的类型、工作原理及特点。

### 1. 棘轮机构

棘轮机构是由棘轮、棘爪及机架所组成。按照结构特点,常用的棘轮机构有下列两大类:

#### (1) 轮齿式棘轮机构



轮齿式棘轮机构有外啮合、内啮合两种形式。当棘轮的直径为无穷大时,变为棘条机构。根据棘轮的运动又可分为:单向式棘轮机构和双向式棘轮机构。前者采用的是不对称齿形,常用的有锯齿形齿、直线形三角齿及圆弧形齿,后者一般采用矩形齿。轮齿式棘轮机构在回程时,棘轮的步进转角较小,若要调节,需改变棘爪的摆角或改变拨过棘轮齿数的多少,从而改变棘轮转角的大小。

轮齿式棘轮机构运动可靠,从动棘轮的转角容易实现有级的调节,但在工作过程中有噪声和冲击,棘齿易磨损,在高速时尤其严重,所以常用在低速、轻载下实现间歇运动。棘轮机构常用于实现转位运动、快速超越运动及在起重、绞盘等机械装置中用于使提升的重物能停止在任何位置上,以防止由于停电等原因造成事故。

### (2) 摩擦式棘轮机构

摩擦式棘轮机构与轮齿式棘轮机构的工作原理相同,只不过用偏心扇形块代替棘爪,用摩擦轮代替棘轮。

摩擦式棘轮机构传递运动比较平稳,无噪声,从动构件的转角可作无级调节,常用来做超越离合器,在各种机构中实现进给或传递运动。但运动准确性差,不宜用于运动精度要求高的场合。

### 2. 槽轮机构

槽轮机构是由具有径向槽的槽轮和具有圆销的构件以及机架所组成。平面槽轮机构有两种型式:一种是外槽轮机构,其槽轮上径向槽的开口是自圆心向外的,主动构件与槽轮转向相反;另一种是内槽轮机构,其槽轮上径向槽的开口是向着圆心的,主动构件与槽轮转向相同。这两种槽轮机构都用于传递平行轴的运动。

槽轮机构结构简单,工作可靠,在进入和脱离啮合时运动较平稳,能准确地控制转动的角度。但槽轮的转角大小不能调节,而且在槽轮转动的始、末位置加速度变化较大,所以有冲击。槽轮机构一般应用在转速不高和要求间歇转动的装置中。

### 3. 不完全齿轮机构

不完全齿轮机构是由齿轮机构演变而成的。主动轮上有一个或一部分齿,从动轮上有均匀分布的一组齿与主动轮齿相对应的齿槽。齿轮上轮齿数的不同可实现不同的运动时间和停歇时间。

不完全齿轮机构结构简单,制造容易,工作可靠,运动时间与停歇时间之比可在较大范围内变化。但推杆在进入啮合和脱离啮合时有速度突变,冲击较大。一般适用于低速、轻载的工作条件。

### 4. 凸轮式间歇机构

凸轮式间歇运动机构由主动凸轮、从动盘及机架组成。利用凸轮与从动盘拨销的相互作用,可实现将凸轮连续转动转换为从动盘的间歇运动。

凸轮式间歇机构工作平稳,无刚性冲击和柔性冲击,适用于高速间歇传动。同时可获得较高的定位精度。但是对装配、调整要求高,加工成本高。

### (七) 了解组合机构的基本知识

根据陈列柜组合机构部分,了解认识组合机构的组合方式、运动特点及功用。

组合机构是由几个基本机构组合而成的。基本机构所能实现的运动规律或轨迹,都