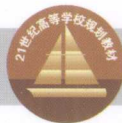


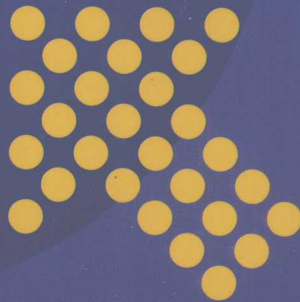
21世纪高等学校规划教材



JIXIE SHEJI JICHU SHIYAN JIAOCHENG

机械设计基础实验教程

薛铜龙 主编



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>

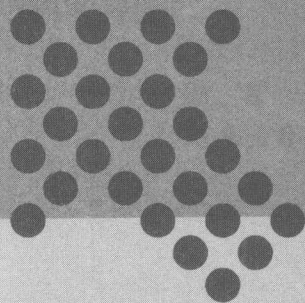
21世纪高等学校规划教材



JIXIE SHEJI JICHU SHIYAN JIAOCHENG

机械设计基础实验教程

主编 薛铜龙
编写 杨乃积 王福荣 禹建功
主审 齐秀丽



中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材。

本书主要包括绪论、机械设计基础各实验项目的内容及思考题、机械设计基础各实验项目的实验报告三部分。

本书可作为高等院校机械类专业机械原理、机械设计、机械设计基础等课程的实验教材，也可供工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计基础实验教程/薛铜龙主编. —北京: 中国电力出版社, 2009

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 978-7-5083-8713-0

I. 机… II. 薛… 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 (2009) 第 056573 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 6 月第一版 2009 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 6.5 印张 149 千字

定价 10.80 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前 言

为了适应高等院校机械类课程教学改革的需求,加强培养具有动手实践能力、创新能力的高素质人才,编者在河南理工大学现有的机械原理、机械设计和机械设计基础实验课程的基础上,根据多年改革与实践逐渐形成的多层次、多形式以及灵活的机械设计基础课程实验体系编写了本书。

机械设计基础实验是工科高等院校普遍开设的实验课程,对于培养学生的工程实践能力、综合设计与分析能力、科学研究能力及创新能力起着重要的作用。针对机械设计基础课程的教学学时及实验条件,将实验分为基本实验、综合设计型实验、研究创新型实验,以满足不同层次和不同专业实验教学的需要,同时在实验教学中采取必做、选做、开放实验等灵活多样的方式开设实验。

本书主要内容包括绪论、实验项目及内容和实验报告三部分内容,并在每一个实验后面附有思考题。

本书由河南理工大学薛铜龙担任主编。具体编写分工如下:薛铜龙(前言、第1章);禹建功(第2、3章的实验1、实验2、实验10~实验12);王福荣(第2、3章的实验3~实验7);杨乃积(第2、3章的实验8和实验9)。

本书由山东科技大学齐秀丽教授主审,提出了宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009年4月

第 1 章 绪 论

机械设计基础实验的目的和任务

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 机械设计基础实验的目的和任务	1
1.2 机械设计基础实验的内容	1
1.3 机械设计基础实验的学习方法	2
第 2 章 实验项目及内容	4
实验 1 机构及机构组成认知实验	4
实验 2 零件与部件认知实验	7
实验 3 机构测绘实验	13
实验 4 渐开线齿轮的范成实验	16
实验 5 渐开线直齿圆柱齿轮的参数测定实验	18
实验 6 机构运动参数测量实验	21
实验 7 机构运动方案创新设计实验	23
实验 8 带传动实验	35
实验 9 滑动轴承实验	41
实验 10 轴系结构设计实验	46
实验 11 减速器拆装实验	49
实验 12 机械传动系统性能综合测试与分析实验	54
第 3 章 实验报告	63
实验 1 机构及机构组成认知实验报告	63
实验 2 零件与部件认知实验报告	65
实验 3 机构测绘实验报告	67
实验 4 渐开线齿轮的范成实验报告	71
实验 5 渐开线直齿圆柱齿轮的参数测定实验报告	73
实验 6 机构运动参数测量实验报告	75
实验 7 机构运动方案创新设计实验报告	77
实验 8 带传动实验报告	79
实验 9 滑动轴承实验报告	83
实验 10 轴系结构设计实验报告	87
实验 11 减速器拆装实验报告	89
实验 12 机械传动系统性能综合测试与分析实验报告	93
参考文献	95



第1章 绪论

1.1 机械设计基础实验的目的和任务

教育要面向未来,现代教育理念已从知识型教育、智能型教育走向素质教育、创新教育。高等教育在探索如何实施以人的全面发展为价值取向的素质教育过程中,逐步认识到实验教学和理论教学具有同等重要的地位和作用。

实验教学的重点在于让学生自己动手。实验是认识世界的一个重要源头,学生通过实验可以牢固地确立实验先于理论、理论源于实验的科学世界观,不仅从理论课上接受知识,还要自己通过实验去学习知识,在实践中运用知识,真正掌握知识,最终在实践中创造和发展知识。

实验教学是理论知识与实践活动、间接经验与直接经验、抽象思维与形象思维、传授知识与训练技能相结合的过程。要在实验教学中培养学生的创新能力,就要重视实验教学的方法,使实验课程成为学生有效地学习和掌握科学技术与研究科学理论和方法的途径,学生通过一定量的有水平的实验和有计划的实验操作技能训练,可以扩大知识面,增强实验设计能力、实际操作能力,提高分析和解决问题的能力,培养科研协作精神,使自身素质得到全面提高。

机械设计基础实验是机械设计基础课程的重要实践环节,其教学目标是使学生认知机械设备与装置,掌握绘制实际机构运动简图的技能,以及对简单机械参数测试的手段,加深对基本理论的理解和验证,培养学生的测试技能,提高学生独立思考、分析和解决问题的能力,获得实际操作的基本工程训练和对实验结果进行分析的能力。

在实践中培养学生的创新意识和创新能力尤为重要,开设具有创新性的实验对培养学生创新意识和创新素质有很大帮助,在培养学生全局教育中起着重要作用。

在实验教学中强调独立动手能力和运用实验方法研究机械能力的培养,培养学生理论联系实际,独立分析、解决实际问题的能力,实事求是、严谨的工作作风,以及爱护国家财产的良好品德。

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,使学生能自选和自行设计实验项目,提高实验能力,以适应培养跨世纪人才的需要。

1.2 机械设计基础实验的内容

针对机械设计基础课程教学学时的要求及实验条件,将实验分为基本实验、综合设计型实验、研究创新型实验三大类型,并采取必修、选修、开放实验等灵活多样的方式开设实验。基本实验使学生对所学的理论知识有更深入的认识和理解,让学生通过实验来验证课堂所学的理论;综合设计型实验使学生掌握机械系统的工作原理、承载特性、影响因素分析方法,了解典型机械零件的实验方法和力学参数、机械量的测定原理和方法,进一步了解机器性能指标的重要性,促进学生在机械设计中能力的提高,有利于培养学生的动手实践能力和

分析解决问题的能力；研究创新型实验重在培养学生的创新意识和创新能力。此外，通过提供开放性实验，为学有余力的同学提供个性化培养条件，实现因材施教，使优秀学生得到更好的锻炼和个性化发展。具体实验项目见表 1-1。

表 1-1 机械设计基础实验项目

实验类型	实验名称
基本实验	机构及机构组成认知实验 零件与部件认知实验 机构测绘实验 渐开线齿轮的范成实验 渐开线直齿圆柱齿轮的参数测定实验
综合设计型实验	机构运动参数测量实验 带传动实验 滑动轴承实验 轴系结构设计实验 减速器拆装实验
研究创新型实验	机构运动方案创新设计实验 机械传动系统性能综合测试与分析实验

1.3 机械设计基础实验的学习方法

通过对机械设计基础实验的学习和实践，学生应学会基本的机械实验方法与实验技术，具备一定的科学实验能力。

一、实验学习的方法

1. 有正确的科学理论指导

正确的科学理论指导是成功完成一个实验的根本保证，只有掌握实验内容涉及的专业理论知识和实验仪器有关的测试技术，才能顺利、成功地完成实验，满足实验要求，达到实验目的。

2. 要观察与思考相结合

在实验进程中，要注意认真观察和积极地思考，要及时发现实验过程中出现的各种现象，从而有效地获取可靠的实验数据和结果。不论是基本实验，还是综合设计型和研究创新型实验，对观察到的实验现象和获取的实验数据都要认真地进行反复思考和探究，寻其根本。对于实验过程中出现的不理想或者意外的数据和结果，均需寻根问底，直到找到问题的症结所在。

实验学习过程中，要敢于问为什么，要培养善于思考、严谨求实的科学作风。

3. 要提高动手实践能力和创新能力

实验作为实践教学中的一个重要环节，旨在通过实验巩固、加深和拓展所学理论知识的同时，提高学生的动手实践能力，包括实验仪器和设备的操作能力、实验数据的分析与处理能力、实验报告的撰写能力等。通过研究创新型实验，培养科学研究的基本素质和能力，培养创新意识、创新思维、创新技法和创新能力。

4. 要培养团队协作精神

机械设计基础实验与机械工程实际相联系，有一定的规模和复杂程度，因此在实验过程

中往往需要多人的协同合作。本课程中的很多实验都需要以小组的形式组织完成,不仅需要每个组员均能独立完成部分实验工作,而且还需要成员之间具有相互沟通、交流和配合的能力,从而在实验过程中培养团队协作精神和合作能力。

二、实验学习的步骤

实验不仅需要学生有一个正确的学习态度,而且需要有一个正确的学习方法。现将实验的学习步骤归纳为如下几方面。

1. 预习

预习是做好实验的前提和保证,预习工作可以归纳为看、查、写。

(1)“看”就是要认真阅读实验项目的有关章节、有关教科书及参考资料,做到明确目的、了解实验原理,熟悉实验内容、主要操作步骤及数据的处理方法,提出注意事项,合理安排实验时间。

(2)“查”就是要通过查阅附录或有关手册,列出实验所需的数据。

(3)“写”就是要在“看”和“查”的基础上认真做好预习笔记。

2. 讨论

实验前以提问的形式,师生共同讨论,以掌握实验原理、操作要点和注意事项。观看操作录像或由教师操作示范,使基本操作规范化。

实验后组织课堂讨论,对实验现象、结果进行分析,对实验操作和实验结论进行评说,以达到共同提高的目的。

3. 实验

按拟定的实验方案和实验步骤操作,既要胆大,又要心细,仔细观察实验现象,认真测定实验数据,并做到边实验、边思考、边记录。

观察到的现象和测定的数据,要如实记录在报告本上;不用铅笔记录,不记在草稿纸、小纸片上;不凭主观意愿删去自己认为不对的数据,不杜撰原始数据;原始数据不得涂改或用橡皮擦拭,若有记错可在原始数据上划一道横线,再在旁边写上正确值。

实验中要勤于思考,仔细分析,力争自己解决问题。碰到疑难问题可查资料,亦可与同学或指导教师讨论。如果对实验现象有所怀疑,在分析和查找原因的同时,可以进行对照实验或自行设计实验进行核对,必要时应多次实验,从中得到有益的结论。如果实验失败,要检查原因,经指导教师同意后重做实验。

4. 实验分析

做实验仅是完成实验的一半,更为重要的是分析实验现象、整理实验数据,把直接的感性认识提升到理性思维阶段。要认真、独立完成实验报告,对实验现象进行解释,对实验数据进行处理(包括计算、作图、误差分析),得出结论。

分析误差产生的原因,对实验现象及出现的一些问题进行讨论,敢于提出自己的见解。对实验提出改进的意见或建议,回答问题。

5. 实验报告

要求按格式书写,字迹端正,叙述简明扼要,实验记录、数据处理使用表格形式,作图准确清楚。

第2章 实验项目及内容

实验1 机构及机构组成认知实验

一、概述

机构及机构组成认知实验的目的是将部分基本教学内容转移到实物模型陈列室进行教学,是机械原理和机械设计基础课程的重要教学环节。通过认知实验,可增强学生对机构运动形式的感性认识,弥补空间想象力和形象思维能力的不足;加深对教学基本内容的理解;促进学生自学能力和独立思考能力的提高。此外,丰富的实物模型有助于学生扩大知识面、激发学习兴趣。

二、实验目的

- (1) 了解机器的组成原理,加深对机器的总体感性认识。
- (2) 了解机器中常用机构的结构、类型、特点及应用。
- (3) 了解常用机构的运动原理和分析方法,使学生对机构的感性认识上升为理性认识。

三、实验原理

通过观察机构及机构组成陈列柜(见图2-1)中展示的各种常用机构模型,增强学生对机器与机构的感性认识。实验教师作简单介绍,提出问题,供学生思考。学生通过观察,对机器的组成,常用机构的结构、类型、特点有一定的了解。

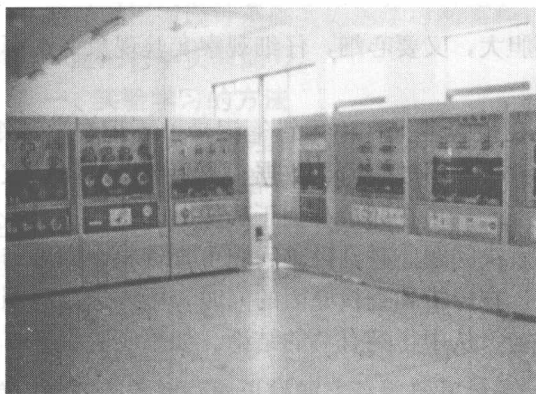


图2-1 机构及机构组成陈列柜

1. 机器

观察陈列柜展示的机器模型和机构,使学生认识到机器是由一个机构或几个机构按照一定运动要求组合而成的。因此掌握各种机构的运动特性,有利于研究各种机器的特性。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

四杆机构在平面连杆机构中结构最简单,应用最广泛。四杆机构分为三大类,即铰链四杆机构、单移动副机构和双移动副机构。

(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,划分依据是两连架杆为曲柄或摇杆。

(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,分为曲柄滑块机构、曲柄摇块机构、转动导杆机构、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,将其倒置也可得到曲柄移动导杆机构、双滑块机构及双转块机构。

3. 凸轮机构

凸轮机构主要用于把主动件的连续运动转变为从动件按照预定规律的运动。通过设计凸轮廓线可使从动件获得任意的运动规律。凸轮机构主要由三部分组成,即凸轮、从动件和机架。凸轮有特定的廓线,从动件由凸轮廓线控制。凸轮机构结构简单、紧凑,因此广泛应用于各种机械。

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。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) 平行轴传动的类型包括外、内啮合直齿机构,斜齿圆柱齿轮机构,人字齿轮机构,齿轮齿条机构等。

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

(3) 交错轴传动的类型包括螺旋齿轮机构、圆柱蜗轮蜗杆机构、弧面蜗轮蜗杆机构等。

齿轮机构具有传动准确、可靠,运转平稳,承载能力大,体积小,效率高等优点,广泛应用于各种机器中。

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。仔细观察这部分,掌握渐开线的概念、渐开线的形成、基圆和渐开线发生线的概念、渐开线的性质,同时注意总结齿数、模数、压力角等参数变化对齿形的影响。

5. 周转轮系

通过观察各种周转轮系的动态模型演示,了解定轴轮系、周转轮系含义。周转轮系又分为行星轮系和差动轮系,注意区分它们的异同点。并了解差动轮系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的原理。

6. 其他常用机构

其他常用机构有棘轮机构、槽轮机构、摩擦式棘轮机构、不完全齿轮机构、万向联轴器以及非圆齿轮机构等。通过这些机构的动态演示,了解各种机构的运动特点及应用范围。

7. 机构的串、并联

观察陈列柜中展示的实际应用的机器设备、仪器仪表的运动机构,进一步认识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。因此只有掌握好各类基本机构的运动特性,才能更好地去研究复杂机构乃至任何机构的特点。

四、实验设备

机构及机构组成陈列柜,如图2-1所示,陈列柜各柜名称及内容见表2-1。

表 2-1

机构及机构组成陈列柜各柜名称及内容

名 称	内 容
第1柜: 机器与机构	前言、内燃机、蒸汽机、缝纫机、运动副
第2柜: 平面连杆机构的基本形式	铰链四杆机构、单移动副机构、双移动副机构
第3柜: 平面连杆机构的应用	机构运动简图、连杆机构

续表

名称	主要内容
第4柜: 凸轮机构的形式	盘形、移动、等宽、等径、圆锥、圆柱等凸轮
第5柜: 齿轮传动的各种类型	平行轴传动、相交轴传动、交错轴传动
第6柜: 齿轮的基本特性	渐开线齿轮各部分名称、渐开线形成、摆线形成
第7柜: 轮系的基本形式	周转轮系、定轴轮系、周转轮系功用
第8柜: 间歇运动机构	棘轮机构、槽轮机构、齿轮式间歇机构
第9柜: 组合机构	串联机构、并联机构、反馈机构、叠合组合
第10柜: 空间连杆机构	空间四杆机构、空间五杆机构、空间六杆机构

五、实验步骤

- (1) 参观陈列柜中各种机器、机构的组成, 工作原理等。
- (2) 听取指导教师的讲解或观看录像, 思考提出的问题。

六、思考题

- (1) 以一个机器(如采煤机、提升机、液压支架等)为例, 说明该机器由哪些机构组成, 其基本工作原理是怎样的。
- (2) 平面铰链四杆机构是如何分类的? 举例说明其基本类型的应用。
- (3) 凸轮机构中按推杆的端部形状不同可分为哪几种类型? 各种类型的主要特性有哪些?
- (4) 轮系是如何进行分类的? 试举例说明轮系在生产实践中的应用。

实验2 零件与部件认知实验

一、概述

零件与部件认知实验是将部分基本教学内容转移到实物模型陈列室进行教学,是机械设计和机械设计基础课程的重要教学环节。通过认知实验,既可以增强学生对机械零部件的感性认识,弥补空间想象力和形象思维能力的不足,又可以加深对教学基本内容的理解,促进学生自学能力和独立思考能力的提高。此外,丰富的实物模型有助于学生扩大知识面、激发学习兴趣。

二、实验目的

- (1) 了解机器的组成。
- (2) 了解常见零件的结构、类型、特点、用途、基本原理及其运动特性。
- (3) 了解机械零件典型失效形式及特点,掌握机械零件失效分析的一般方法和步骤,了解机械零件失效的原因及提高机械零件承载能力的对策。
- (4) 了解各种常用的润滑剂及相关国家标准。
- (5) 通过对机械零部件、机械结构及装配的展示与分析,增加直观认识,培养对机械设计课程学习的兴趣。

三、实验原理

(一) 连接

1. 螺纹连接

螺纹连接是利用螺纹零件工作的,主要用做紧固零件。基本要求是保证连接强度和连接可靠性,应了解以下四方面内容:

(1) 螺纹的种类。常用的螺纹主要有普通螺纹、米制锥螺纹、管螺纹、梯形螺纹、矩形螺纹和锯齿螺纹。前三种主要用于连接,后三种主要用于传动。除矩形螺纹外,均已标准化。

(2) 螺纹连接的基本类型。常用的螺纹连接有普通螺栓连接、双头螺栓连接、螺钉连接、紧定螺钉连接。除此之外,还有一些特殊结构连接,如专门用于将机座或机架固定在地基上的地脚螺栓连接、装在大型零部件的顶盖或机器外壳上便于起吊用的吊环螺钉连接、应用在设备中的T形槽螺栓连接等。

(3) 螺纹连接的防松。螺纹连接防松的根本问题在于防止螺旋副在负载时发生相对转动。防松的方法按其工作原理可分为摩擦防松、机械防松、铆冲防松等。摩擦防松简单、方便,但没有机械防松可靠。对于重要连接,特别是在机器内部不易检查的连接,应采用机械防松。常见的摩擦防松方法有对顶螺母、弹簧垫圈、自锁螺母等;常见的机械防松方法有开口销与六角开槽螺母、止动垫圈、串联钢丝等;常见的铆冲防松方法主要是将螺母拧紧后将螺栓末端伸出部分铆死,或利用冲头在螺栓末端与螺母的旋合处打冲,利用冲点防松。

(4) 标准连接零件。标准连接零件一般是指由专业企业按国标(GB)成批生产,供应市场的零件。这类零件的结构形式和尺寸都已标准化,设计时可根据相关标准选用。通过实验,学生要做到:区分螺栓与螺钉;了解各种标准化零件的结构特点、使用情况;了解各类

零件的标准代号,以提高学生对标准化的意识。常用的标准连接零件包括螺栓、螺母、螺钉、垫圈等。

2. 键、花键及销连接

(1) 键连接。

键是一种标准零件,通常用来实现轴与轮毂之间的周向固定以传递转矩,有的还能实现轴上零件的轴向固定或轴向滑动的导向。

主要类型包括平键连接、楔键连接、切向键连接。各类键使用的场合不同,键槽的加工工艺也不同。可根据键连接的结构特点、使用要求、工作条件来选择,键的尺寸则应根据标准规格和强度要求来取定。

(2) 花键连接。

花键连接是由外花键和内花键组成。适用于定心精度要求高、载荷大或经常滑移的连接。花键连接的齿数、尺寸、配合等均按标准选取,可用于静连接或动连接。按其齿形可分为矩形花键和渐开线花键,前一种由于多齿工作,具有承载能力高、对中性好、导向性好、齿根较浅、应力集中较小、轴与轮毂强度削弱小等优点,广泛应用于飞机、汽车、拖拉机、机床、农业机械传动装置中;渐开线花键连接,受载时齿上有径向力,能起到定心作用,使各齿受力均匀,具有强度、寿命长等特点,主要用于载荷较大、定心精度要求较高以及尺寸较大的连接。

(3) 销连接。

销用来固定零件之间的相对位置时,称为定位销,它是组合加工和装配时的重要辅助零件;用于连接时,称为连接销,可传递不大的载荷;用于安全装置中的过载剪断元件时,称为安全销。

销有多种类型,如圆锥销、圆柱销、槽销、开口销等,均已标准化。各种销都有其各自的特点,如圆柱销多次拆装会降低定位精度和可靠性,而锥销在受横向力时可以自锁,安装方便,定位精度高,多次拆装不影响定位精度等。

对于以上三种连接,通过展柜参观的学生要仔细观察其结构,使用场合,并能分清和认识以上各类零件。

(二) 机械传动

机械传动包括带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、螺旋传动等。各种传动都有其不同的特点和使用范围,这些传动知识在学习“机械设计基础”、“机械设计”课程中都有详细地讲解。在这里主要通过实物观察,增加同学们对各种机械传动知识的感性认识,为今后的理论学习及课程设计打下良好基础。

1. 带传动

带被张紧(预紧力)压在两个带轮上,主动轮通过摩擦使带得到带动后,再通过摩擦带动从动带轮转动。它具有传动中心距大、结构简单、超载打滑(减速)等特点。带传动常有平带传动、V带传动、多楔带传动、同步带传动等。

(1) 平带传动结构最简单,带轮容易制造,在传动中心距较大的情况下应用较多。

(2) V带是一种整圈、无缝、质量均匀的传动带,在同样张紧力下,V带传动与平带传动相比能产生较大的摩擦力,又因其传动比较大、结构紧凑,且标准化生产,故应用广泛。

(3) 多楔带传动兼有平带和V带传动的优点,柔性好、摩擦力大、传递功率大,且能解决因多根V形带长短不一使各带受力不均匀的问题。主要用于传递功率较大且结构要求紧凑的场合,传动比可达10,带速可达40m/s。

(4) 同步带是沿带的纵向制有很多齿,带轮轮面也制有相应齿,它靠齿的啮合进行传动,具有使带与轮的速度一致的特点。

2. 链传动

链传动是由主动链轮的轮齿带动链后,又通过链带动从动链轮,属于带有中间挠性件的啮合传动。与属于摩擦传动的带传动相比,链传动无弹性滑动和打滑现象,能保持准确的平均传动比,传动效率高。按用途不同可分为传动链传动、输送链传动、起重链传动。输送链和起重链主要用在运输和起重机械中,而在一般机械传动中,常用的是传动链。

(1) 传动链有短节距精密滚子链(简称滚子链)、齿形链等。

在滚子链中为使传动平稳,结构紧凑,宜选用小节距单排链,当速度高、功率大时则选用小节距多排链。

齿形链又称无声链,它是由一级带有两个齿的链板左右交错并列铰链而成。齿形链设有导板,以防止链条在工作时发生侧向窜动。与滚子链相比,齿形链具有传动平稳、无噪声、承受冲击性能好、工作可靠的特点。

(2) 链轮是链传动的主要零件,链轮齿形已标准化,链轮设计主要是确定其结构尺寸,选择材料、热处理方法等。

3. 齿轮传动

齿轮传动是机械传动中最重要的传动之一,形式多、应用广泛。其主要特点有效率高、结构紧凑、工作可靠、传动比稳定等,可做成开式、半开式、封闭式传动。失效形式主要有轮齿折断、齿面点蚀、齿面磨损、齿面胶合、塑性变形等。

常用的渐开线齿轮有直齿圆柱齿轮传动、斜齿圆柱齿轮传动、标准锥齿齿轮传动、圆弧齿圆柱齿轮传动等。齿轮传动啮合方式有内啮合、外啮合、齿轮与齿条啮合等。参观时需了解各种齿轮的特征、主要参数的名称、几种失效形式的主要特征。

4. 蜗杆传动

蜗杆传动是在空间交错的两轴间传递运动和动力的一种传动机构,两轴线交错的夹角可为任意角,常用的为 90° 。

蜗杆传动具有以下特点:

(1) 当使用单头蜗杆(相当于单线螺纹)时,蜗杆旋转一周,蜗轮只转过一个齿距,因此能实现大传动比传动。在动力传动中,一般传动比为5~80;在分度机构或手动机构的传动中,传动比可达300;若只传递运动,传动比可达1000。

(2) 由于传动比大,零件数目又少,因而结构很紧凑。

(3) 在传动中,蜗杆齿是连续不断的螺旋齿,与蜗轮啮合是逐渐进入与逐渐退出,故冲击载荷小,传动平衡,噪声低。

(4) 当蜗杆的螺旋线升角小于啮合面的当量摩擦角时,蜗杆传动便具有自锁性。

(5) 蜗杆传动与螺旋传动相似,在啮合处有相对滑动,当速度很大,工作条件不够良好时会产生严重摩擦与磨损,引起发热,摩擦损失较大,效率低。

根据蜗杆形状的不同可分为圆柱蜗杆传动、环面蜗杆传动和锥面蜗杆传动。通过实验学

生应了解蜗杆传动结构及蜗杆减速器种类和形式。

（三）轴系零、部件

1. 轴承

轴承是现代机器中广泛应用的部件之一。轴承根据摩擦性质不同分为滚动轴承和滑动轴承两大类。滚动轴承由于摩擦系数小、启动阻力小，而且已标准化，选用、润滑、维护都很方便，因此在一般机器中应用较广。滑动轴承按其承受载荷方向的不同分为径向滑动轴承和止推轴承；按润滑表面状态不同可分为液体润滑轴承、不完全液体润滑轴承和无润滑轴承（指工作时不加润滑剂）；根据液体润滑承载机理不同又可分为液体动压润滑轴承（简称液体动压轴承）和液体静压润滑轴承（简称液体静压轴承）。

2. 轴

轴是组成机器的主要零件之一。一切做回转运动的传动零件（如齿轮、蜗轮等）都必须安装在轴上才能进行运动及动力的传递。轴的主要功用是支承回转零件并传递运动和动力。

按承受载荷的不同，轴可分为转轴、心轴和传动轴三类；按轴线形状不同，可分为曲轴和直轴两大类，直轴又可分为光轴和阶梯轴。光轴形状简单，加工容易，应力集中源少，但轴上的零件不易装配、定位；阶梯轴正好与光轴相反。所以光轴主要用于心轴和传动轴，阶梯轴则常用于转轴。此外，还有一种钢丝软轴（挠性轴），它可以把回转运动灵活地传到狭小的空间位置。

轴的失效形式主要是疲劳断裂和磨损。防止失效的措施有：从结构设计上，力求降低应力集中（如减小直径差、加大过渡圆半径等，可详看实物）；提高轴的表面品质，包括降低轴的表面粗糙度，对轴进行热处理或表面强化等。

轴上零件的固定，主要是轴向和周向固定。轴向固定可采用轴肩、轴环、套筒、挡圈、圆锥面、圆螺母、轴端挡圈、轴端挡板、弹簧挡圈、紧定螺钉方式；周向固定可采用平键、楔键、切向键、花键、圆柱销、圆锥销、过盈配合等方式。

轴看似简单，但轴的知识、内容都比较丰富，完全掌握是很不容易的。只有通过理论学习加实践知识的积累（多看、多观察）来逐步掌握。

（四）弹簧

弹簧是一种弹性元件，它可以在载荷作用下产生较大的弹性变形。在各类机械中应用十分广泛。

弹簧的种类比较多，按承受的载荷不同可分为拉伸弹簧、压缩弹簧、扭转弹簧和弯曲弹簧四种；按形状不同又可分为螺旋弹簧、环形弹簧、碟形弹簧、板簧、平面涡卷弹簧等。观看时要看清各种弹簧的结构、材料，并能与名称对应起来。

（五）润滑剂及密封

1. 润滑剂

润滑剂不仅可以降低摩擦、减轻磨损、保护零件不遭锈蚀，而且在采用循环润滑时还能起到散热降温的作用。由于液体的不可压缩性，润滑油膜还具有缓冲、吸振的能力。使用膏状润滑脂，既可防止内部润滑剂外泄，又可阻止外部杂质侵入，避免加剧零件的磨损，起到密封作用。

润滑剂可分为气体、液体、半固体和固体四种基本类型。在液体润滑剂中应用最广泛的是润滑油，包括矿物油、动植物油、合成油和各種乳剂；半固体润滑剂主要是指各种润滑

脂，它是润滑油和稠化剂的稳定混合物；固体润滑剂是任何可以形成固体膜以减少摩擦阻力的物质，如石墨、二硫化钼、聚四氟乙烯等；任何气体都可作为气体润滑剂，其中用得最多的是空气，主要用在气体轴承中。各类润滑剂润滑原理、性能在“机械设计”、“机械设计基础”的教学过程中都会讲授。学生们不但要了解展柜展出油剂、脂剂的各种实物，还要了解润滑方法与润滑装置，以及相关的国家标准。

2. 密封

机器在运转过程中，特别是在气动、液压传动中，需润滑剂、气、油润滑、冷却、传力保压等工作措施，在零件的接合面、轴的伸出端等处容易产生油、脂、水、气等的渗漏。为了防止这些渗漏，常需采用一些密封的措施。密封方法和类型很多，如填料密封、机械密封、O形圈密封、迷宫式密封、离心密封、螺旋密封等。这些密封广泛应用在泵、水轮机、阀、压气机、轴承、活塞等部件的密封中。学生在参观时应认清各类密封零件及应用场合。

四、实验设备

机械零件与部件陈列柜，如图 2-2 所示，陈列柜各柜名称及内容见表 2-2。



图 2-2 机械零件与部件陈列柜

表 2-2 机械零件与部件陈列柜各柜名称及内容

名 称	名 称
第 1 柜：常用标准螺纹连接件	第 10 柜：滑动轴承
第 2 柜：常用标准件及螺旋传动	第 11 柜：联轴器
第 3 柜：键、销及其连接	第 12 柜：典型滚动轴承的组合设计
第 4 柜：铆接、焊接、胶接和过盈配合	第 13 柜：轴的类型及轴上零件应用
第 5 柜：带传动	第 14 柜：离合器
第 6 柜：链传动	第 15 柜：弹簧
第 7 柜：齿轮传动	第 16 柜：轴的典型结构及轴上零件固定方法
第 8 柜：蜗轮与蜗杆结构	第 17 柜：润滑与密封
第 9 柜：滚动轴承	第 18 柜：机座及箱体

五、实验步骤

- (1) 认真阅读和掌握相关的理论知识，仔细聆听教师的讲解并思考其提出的问题。
- (2) 观察常见机械零件的类型、用途、基本原理及运动特性，回答教师提出的问题。
- (3) 观察和思考常见机械零件的失效形式及其特征。

六、思考题

- (1) 传动带按截面形式分哪几种类型？带传动有哪几种失效形式？
- (2) 传动链有哪几种类型？链传动的主要失效形式有哪些？
- (3) 齿轮传动有哪些类型？各有何特点？齿轮的失效形式主要有哪几种？
- (4) 蜗杆传动的主要类型有哪几种？蜗杆传动的主要失效形式有哪几种？
- (5) 轴按承载情况分为哪几种类型？轴常见的失效形式有哪些？
- (6) 轴承根据工作时的摩擦性质分为哪几种类型？其主要失效形式有哪几种？
- (7) 联轴器与离合器各分为哪几种类型？各满足哪些基本要求？
- (8) 弹簧的主要类型和功用是什么？
- (9) 可拆卸连接和不可拆卸连接的主要类型有哪些？

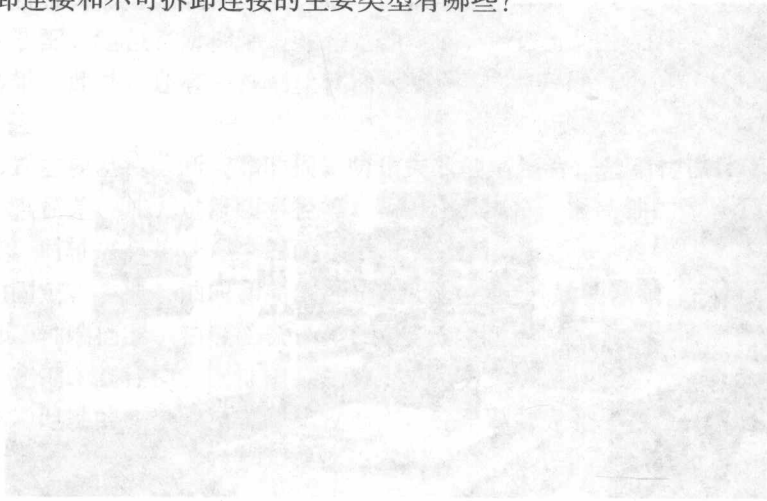


表 5-1 常用机械零件的失效形式及其特征

5-1 表

零件名称	失效形式	失效特征
带传动	打滑、疲劳断裂、磨损、老化	打滑时传动比不恒定，带与带轮间有相对滑动；疲劳断裂时带体出现裂纹；磨损时带体变薄；老化时带体变硬、变脆。
链传动	链节磨损、链节伸长、链轮齿面磨损、链条疲劳断裂	链节磨损导致链节伸长，引起跳齿；链轮齿面磨损导致传动不平稳；链条疲劳断裂时链条突然断裂。
齿轮传动	齿面点蚀、齿面磨损、齿面胶合、齿根疲劳断裂	齿面点蚀时齿面出现麻点；齿面磨损时齿面变薄；齿面胶合时齿面出现擦伤；齿根疲劳断裂时齿根处出现裂纹。
蜗杆传动	蜗轮齿面点蚀、蜗轮齿面磨损、蜗轮齿面胶合、蜗杆齿面磨损	蜗轮齿面点蚀时蜗轮齿面出现麻点；蜗轮齿面磨损时蜗轮齿面变薄；蜗轮齿面胶合时蜗轮齿面出现擦伤；蜗杆齿面磨损时蜗杆齿面变薄。
轴	疲劳断裂、磨损、变形	疲劳断裂时轴体出现裂纹；磨损时轴径变细；变形时轴体弯曲。
轴承	疲劳点蚀、磨损、胶合、断裂	疲劳点蚀时轴承滚道出现麻点；磨损时轴承滚道变宽；胶合时轴承滚道出现擦伤；断裂时轴承滚道出现裂纹。
联轴器	疲劳断裂、磨损、变形	疲劳断裂时联轴器体出现裂纹；磨损时联轴器体变薄；变形时联轴器体弯曲。
离合器	疲劳断裂、磨损、变形	疲劳断裂时离合器体出现裂纹；磨损时离合器体变薄；变形时离合器体弯曲。
弹簧	疲劳断裂、变形	疲劳断裂时弹簧体出现裂纹；变形时弹簧体弯曲。