



国家级实验教学示范中心系列规划教材
普通高等院校机械类“十三五”规划实验教材

机械基础实验教程 (非机械类)

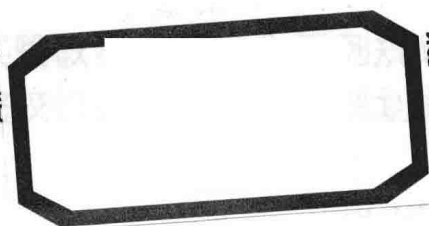
JIXIE JICHU SHIYAN JIAOCHENG (FEIJIXIELEI)

主 编 何 军 冯 梅



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

国家级实
普通高等院



训教材
实验教材

机械基础实验教程 (非机械类)

主编 何 军 冯 梅

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 简 介

本书主要面向近机械类及非机械类学生,主要内容包括机械设计基础课程实验内容、互换性与测量技术课程实验内容,具体包含机械认识类实验、机构测绘实验、机构创新实验、齿轮参数测量实验、齿轮范成实验、轴系结构设计实验、减速器拆装实验、塞规测量实验、齿轮偏差测量实验、直线度测量实验等。

附录提供了各实验对应的实验报告。

本书可供安全工程、过程控制与材料成形、热能与动力工程、核工程与核技术、无机非金属材料工程、食品安全与工程、资源科学与工程、高分子科学与工程等近机械类和非机械类专业本科教学使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械基础实验教程:非机械类/何军,冯梅主编. —武汉:华中科技大学出版社,2017.1

国家级实验教学示范中心系列规划教材

ISBN 978-7-5680-2482-2

I. ①机… II. ①何… ②冯… III. ①机械学-实验-高等学校-教材 IV. ①TH11-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 009129 号

机械基础实验教程(非机械类)

Jixie Jichu Shiyan Jiaocheng (Feijixielei)

何 军 冯 梅 主 编

策划编辑:万亚军

责任编辑:姚同梅

责任校对:刘 竣

封面设计:原色设计

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

电话:(027)81321913

武汉市东湖新技术开发区华工科技园

邮编:430223

录 排:武汉市洪山区佳年华文印部

印 刷:武汉鑫昶文化有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:5.25

字 数:136千字

版 次:2017年1月第1版第1次印刷

定 价:19.80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

国家级实验教学示范中心系列规划教材
普通高等院校机械类“十三五”规划实验教材

编 委 会

丛书主编 吴昌林 华中科技大学

丛书编委 (按姓氏拼音顺序排列)

邓宗全	哈尔滨工业大学
葛培琪	山东大学
何玉林	重庆大学
黄 平	华南理工大学
孔建益	武汉科技大学
蒙艳玫	广西大学
芮执元	兰州理工大学
孙根正	西北工业大学
谭庆昌	吉林大学
唐任仲	浙江大学
王连弟	华中科技大学出版社
吴鹿鸣	西南交通大学
杨玉虎	天津大学
赵永生	燕山大学
朱如鹏	南京航空航天大学
竺志超	浙江理工大学

前 言

实验教学是工科专业教学中必不可少的教学环节,实验能使學生深入理解理论课程内容,并将理论知识与实际操作融会贯通,为将来的学以致用打下坚实基础。近年来,中国高校大大增加了对实验教学的投入,学生的实验学时数也相应增多,学生有了更多动手实验的机会。

本书主要面向近机械类及非机械类专业而编写,以方便机械设计基础及互换性与测量技术实验课程的教学。近机械类及非机械类学生通常修读机械设计基础及互换性与测量技术课程,课程的实验内容一般较机械类专业为少,实验的总学时数亦较少,通常仅为10~16学时不等,若将机械类机械基础综合实验教程用于近机械类及非机械类专业则显得教材及实验报告内容过多,造成很大浪费。为减轻学生的负担,针对近机械类及非机械类专业的机械基础实验编写了本书。本书篇幅在机械类机械基础综合实验教程的基础上做了缩减,在教材内容编排上,主要针对常见的机械设计基础实验及可操作性较强的互换性实验项目做具体操作上的指导。互换性实验项目考虑采用较实用的实验内容,同时对实验设备的要求不高,没有采用万能工具显微镜等较昂贵的设备,方便更多学校进行实验教学。同时在教材后附上了相应的实验报告,方便学生完成实验数据的分析和填写。

本书可供安全工程、过程控制与材料成形、热能与动力工程、核工程与核技术、无机非金属材料工程、食品安全与工程、资源科学与工程、高分子科学与工程等近机械类和非机械类专业本科教学使用。

本书由何军、冯梅担任主编,具体编写分工为:冯梅编写实验一、二、五;何军编写实验三、四及实验六至实验十二;刘新育编写实验十三。

由于时间仓促,书中难免存在不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

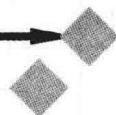
2016年10月

目 录

实验一 机械认识实验	(1)
实验二 机械零件认识实验	(4)
实验三 单缸柴油发动机拆装实验	(9)
实验四 平面机构运动简图测绘实验	(16)
实验五 机构运动方案创新设计实验	(21)
实验六 渐开线齿轮参数测定实验	(28)
实验七 渐开线齿轮的范成实验	(32)
实验八 轴系结构设计实验	(35)
实验九 圆柱体塞规外径尺寸测量实验	(37)
实验十 导轨直线度误差的测量实验	(39)
实验十一 齿轮齿厚偏差测量实验	(42)
实验十二 齿轮公法线平均长度偏差及公法线长度变动的测量实验	(44)
实验十三 减速器结构分析及拆装实验	(46)
附录 实验报告	(49)
实验报告一 机构认识实验报告	(49)
实验报告二 机械零件认识实验报告	(51)
实验报告三 柴油发动机拆装实验报告	(53)
实验报告四 平面机构运动简图测绘实验报告	(55)
实验报告五 机构运动方案创新设计实验报告	(59)
实验报告六 渐开线齿轮参数测定实验报告	(61)
实验报告七 渐开线齿轮范成实验报告	(63)
实验报告八 轴系结构设计实验报告	(65)
实验报告九 圆柱体塞规外径尺寸测量实验报告	(67)
实验报告十 导轨直线度误差的测量实验报告	(69)
实验报告十一 齿轮齿厚偏差测量实验报告	(71)
实验报告十二 齿轮公法线平均长度偏差及公法线长度变动的测量实验报告	(73)
实验报告十三 减速器结构分析及拆装实验报告	(75)
参考文献	(77)



机械认识实验



一、实验目的

- (1) 通过观察机械原理陈列柜展示的大量丰富的实际机械、机构模型、机电一体化设备及创新设计实例,帮助学生增加对机械系统的感性认识,加深理解所学知识。
- (2) 通过引导学生参观机械原理陈列柜,开阔学生眼界,拓宽其思路,启迪学生进行创造性思维并激发其创新的欲望,培养学生最基本的观察能力、动手能力和创造能力。

二、实验设备及工具

机械原理陈列柜和各种机构模型。

三、实验方法

通过观察机械原理陈列柜中各种机构的模型,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模型,通过声控解说,了解机构的组成和应用。

四、实验内容

在实验中认识机械原理陈列柜中各种机构模型。对各柜的介绍如表 1-1 所示。

表 1-1 机械原理陈列柜

柜序	柜名	说 明
第一柜	机构的组成	通过对蒸汽机、内燃机模型的观察,我们可以看到,机器的主要组成部分是机构。简单机器可能只包含一种机构,比较复杂的机器则可能包含多种类型的机构。可以说,机器是能够完成机械功或转化机械能的机构的组合。 机构是机械原理课程研究的主要对象。那么,机构又是怎样组成的呢?通过对机构的分析,我们可以发现它由构件和运动副所组成。运动副是指两构件之间的可动连接。第一柜陈列有转动副、移动副、螺旋副、球面副和曲面副等模型。

续表

柜序	柜名	说 明
第二柜	平面连杆机构	平面连杆机构是应用广泛的机构,其中又以四杆机构最为常见。平面连杆机构的主要优点是能够实现多种运动规律和运动轨迹的要求,而且结构简单、制造容易、工作可靠。 铰链四杆机构是连杆机构的基本形式。根据其两连架杆的运动形式不同,铰链四杆机构又可细分为曲柄摇杆机构、双曲柄机构和双摇杆机构三种基本类型。 除上述三种铰链四杆机构外,在实际机器中还广泛采用其他多种形式的四杆机构,它们可以说是由四杆机构的基本形式演化而成的。演化方式有:改变某些构件的形状,改变构件的相对长度,改变某些运动副的尺寸,或者选择不同的构件作为机架等等。
第三柜	平面连杆机构的应用	通过颚式碎矿机、飞剪、惯性筛、摄影平台升降机构、机车车轮的联动机构、鹤式起重机、牛头刨床的主体机构和曲柄冲床模型等八种应用实例,可以归纳出平面连杆机构在生产实际中所解决的两类基本问题:一是实现给定的运动规律;二是实现预期的运动轨迹。这也是设计连杆机构时所碰到的两类基本问题。
第四柜	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。 观察各种常用的空间连杆机构,如 RSSR 空间机构、4R 万向联轴器、RRSRR 机构、RCCR 联轴器、RCRC 揉面机构、6SARRUT 机构。
第五柜	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。凸轮机构常用于把主动构件的连续运动,转变为从动件的严格遵循预定规律的运动。凸轮机构可以实现各种复杂的运动要求,结构简单紧凑,因此广泛应用于各种机械。凸轮机构的类型也很多,通常按凸轮的形状和从动杆的形状来分类。
第六柜	齿轮机构类型	在各种机器中,齿轮机构是应用最广泛的一种传动机构。常用的圆形齿轮机构种类很多,根据两齿轮啮合传动时其相对运动是平面运动还是空间运动,可分为平面齿轮机构和空间齿轮机构两大类。平面齿轮机构用于两平行轴之间的传动,常见的类型有直齿圆柱齿轮传动机构、斜齿圆柱齿轮传动机构和人字齿轮传动机构。
第七柜	轮系的类型	轮系,是指由一系列齿轮所组成的齿轮传动系统。轮系的类型很多,其组成也各种各样,根据轮系运转时各个齿轮的轴线相对机架的位置是否都是固定的,可将轮系分为定轴轮系和周转轮系两大类。 定轴轮系在运转时,各个齿轮轴线相对机架的位置是固定的,周转轮系中至少有一个齿轮的轴线是做转动或平动的。在周转轮系中:当自由度等于 1 时,该轮系称为行星轮系;当自由度等于 2 时,该轮系称为差动轮系。
第八柜	轮系的功用	在各种机械中,轮系的应用是十分广泛的,如利用轮系获得较大的传动比、利用轮系实现分路传动、利用轮系实现变速传动、利用轮系实现变速传动、利用轮系实现换向传动、利用轮系做运动的分解、利用轮系做运动的合成等。
第九柜	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、时动时停的运动的一种机构。间歇运动机构广泛应用于各种需要非连续传动的场合。通过对齿式棘轮机构、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、非圆齿轮间歇运动机构等的观察学习,了解间歇运动机构的特点和应用范围。

续表

柜序	柜名	说 明
第十柜	组合机构	由于生产上对机构运动形式、运动规律和机构性能等方面要求的多样性和复杂性,以及单一机构性能的局限性,仅采用某一种基本机构往往不能满足设计要求,因而常需把几种基本机构联合起来组成一种组合机构。组合机构可以是同类基本机构的组合,也可以是不同类型基本机构的组合。常见的组合方式有串联、并联、反馈以及叠加等。

五、实验步骤

- (1) 认真阅读和掌握教材中相关部分的理论知识;
- (2) 按照机械原理陈列柜所展示的零部件顺序,由浅入深、由简单到复杂进行参观认知,指导教师做简要讲解;
- (3) 仔细观察和讨论各种机械零部件的结构、类型、特点及应用范围;
- (4) 认真完成实验报告。

六、实验注意事项

在实验中应严格遵守实验室实验规则。对各种模型进行观察和分析后,将其放回原处,不得损坏或随意放置。

实验二

机械零件认识实验

一、实验目的

- (1) 初步了解机械设计课程所研究的各种常用零件的结构、类型、特点及应用。
- (2) 了解各种标准件的结构形式及相关的国家标准。
- (3) 了解各种传动的特点及应用。
- (4) 增强对各种零部件的结构及机器的感性认识。

二、实验设备及工具

机械设计陈列柜和各种机构模型。

三、实验方法

学生通过对实验指导书的学习及对机械设计陈列柜中的各种零件的观察,并通过实验教学人员的介绍、答疑去熟悉机器常用的基本零件,将理论与实际对应起来,从而增强对机械零件的感性认识。

四、实验内容

认识机械设计陈列柜中的各种机构模型。对各柜的介绍如表 2-1 所示。

表 2-1 机械设计陈列柜

柜序	柜名	说 明
第一、二柜	螺纹连接	螺纹连接是利用螺纹零件工作的,主要用于紧固零件。基本要求是保证连接强度及连接可靠性。 (1) 螺纹的种类:常用的螺纹主要有普通螺纹、梯形螺纹、矩形螺纹和锯齿螺纹。前者主要用于连接,后三种主要用于传动。除矩形螺纹外,其他的螺纹都已标准化。除管螺纹保留英寸制外,其余螺纹都采用米制。 (2) 螺纹连接的基本类型:常用的有普通螺栓连接,双头螺柱连接、螺钉连接及紧定螺钉连接。除此之外,还有一些特殊的螺纹连接。如专门用于将机座或机架固定

续表

柜序	柜名	说 明
第一、 二柜	螺纹连接	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及应用在设备中的 T 形槽螺栓连接等。 (3) 螺纹连接的防松:防松的根本问题在于防止螺旋副在受载时发生相对转动。防松的方法,按其工作原理可分为摩擦防松、机械防松及铆冲防松等。摩擦防松简单、方便,但没有机械防松可靠。对重要连接,特别是在机器内部的不易检查的连接,应采用机械防松。常见的摩擦防松方法有对顶螺母防松、弹簧垫圈防松及自锁螺母防松等;机械防松方法有开口销与六角开槽螺母防松、止动垫圈防松及串联钢丝防松等;铆冲防松主要是将螺母拧紧后把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) 提高螺纹连接强度的措施。 通过参观螺纹连接陈列柜,应区分出:① 什么是普通螺纹、管螺纹、梯形螺纹和锯齿螺纹;② 什么是普通螺纹、双头螺纹、螺钉及紧定螺钉连接;③ 摩擦防松与机械防松的零件。 标准连接零件一般是由专业企业按国标(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,设计时可根据有关标准选用。通过实验学生要能区分螺栓与螺钉,能了解各种标准化零件的结构特点、使用情况,了解各类零件有哪些标准代号,以提高学生的标准化意识。 (1) 螺栓:一般是与螺母配合使用以连接被连接零件,不需在被连接的零件上加工螺纹。螺栓连接结构简单,装拆方便,种类较多,应用最广泛。 (2) 螺钉:螺钉连接不用螺母,而是紧定在被连接件之一的螺纹孔中。其结构与螺栓相同,但头部形状较多,以适应不同装配要求。常用于结构紧凑场合。 (3) 螺母:螺母形式很多,按形状可分为六角螺母、四方螺母及圆螺母,按连接用途可分为普通螺母、锁紧螺母及悬置螺母等。应用最广泛的是六角螺母及普通螺母。 (4) 垫圈:垫圈有平垫圈、弹簧垫圈及锁紧垫圈等种类。平垫圈主要用于保护被连接件的支承面,弹簧垫圈及锁紧垫圈主要用于摩擦和机械防松。 (5) 挡圈:常用于轴端零件固定之用。 以上零件的国家标准可参考有关设计手册或教科书。
第三柜	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。其主要类型有:平键连接、楔键连接和切向键连接。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、使用要求和工作条件来选择,键的尺寸则应符合标准规格和强度要求。 (2) 花键连接:花键连接由外花键和内花键组成,可用于静连接或动连接,适用于定心精度要求高、载荷大或经常滑移的场合。花键连接的齿数、尺寸、配合等均按标准选取。按其齿形可分为矩形花键和渐开线形花键,前一种由于是多齿工作,具有承载能力高、对中性好、导向性好、齿根较浅、应力集中程度较轻、轴与毂强度削弱小等优点,广泛应用在飞机、汽车、拖拉机、机床及农业机械传动装置中;渐开线形花键连接,受载时齿上有径向力,能起到定心作用,使各齿受力均匀,有承载强度大、寿命长等特点,主要用于载荷较大、定心精度要求较高及尺寸较大的连接。

续表

柜序	柜名	说 明
第三柜	键、花键及销连接	(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;作为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、槽销、销轴和开口销等,均已标准化。各种销都有各自的特点,如:圆柱销多次拆装会降低定位精度和可靠性;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。 参观陈列柜时,学生要仔细观察以上几种连接的结构、使用场合,并能分清和认识以上各类零件。
第四柜	铆接、焊接、胶接和过盈配合连接	(1) 铆接:通过铆钉实现的连接称为铆接。它是一种使用方法简单的机械连接,主要由铆钉和被连接件组成。铆缝结构形式通常包括搭接、单盖板对接和双盖板对接。铆接具有工艺设备简单、抗振、耐冲击和牢固可靠等优点,在桥梁、建筑、造船等工业部门广泛使用。 (2) 焊接:通过焊条与热熔合的方式将被连接件连接在一起的操作称为焊接。焊接的方法如电焊、气焊和电渣等。按焊缝形式区分,焊接有正接填角焊、搭接填角焊、对接焊和塞焊等形式。 (3) 胶接:通过胶粘剂实现的连接称为胶接。它是利用胶粘剂在一定条件下把预制元件连接在一起,具有一定的连接强度。如陈列的板件接头、圆柱形接头、锥形及盲孔接头、角接头等均采用了胶接的方法。胶接的承载能力、耐久性相对焊接低一些,胶接在常温作业时不改变被连接件的局部性能,焊接因高温作业会改变被连接件的局部性能。 (4) 过盈配合连接:采用过盈配合而实现的连接称为过盈配合连接。它是利用零件间的配合过盈来达到连接的目的。如陈列的圆柱面过盈配合连接。
第五、六、七、八柜	机械传动机构	机械传动机构有螺旋传动、带传动、链传动、齿轮传动及蜗杆传动机构等。各种传动机构都有不同的特点和使用范围。 (1) 螺旋传动机构:螺旋传动机构是利用螺纹零件工作的,传动件要求保证螺旋副的传动精度、效率和磨损寿命等。其螺纹种类有矩形螺纹、梯形螺纹、锯齿螺纹等。螺旋传动按其用途可分传力螺旋、传导螺旋及调整螺旋三种,按摩擦性质不同可分为滑动螺旋、滚动螺旋及静压螺旋等。 (2) 带传动机构:带被张紧(预紧力)而压在两个带轮上,主动带轮通过摩擦带动带以后,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。常有平带传动、V带传动、多楔带传动及同步带传动机构等。 (3) 链传动机构:主动链轮带动链以后,又通过链带动从动链轮。链传动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、输送链传动和起重链传动。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传动链。传动链有短节距精密滚子链(简称滚子链)、套筒滚子链、齿形链等。齿形链又称无声链,齿形链传动平稳、无噪声、承受冲击性能好、工作可靠。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,选择材料及热处理方法等。 (4) 齿轮传动机构:齿轮传动是机械传动中最重要的传动形式之一。齿轮传动机

续表

柜序	柜名	说 明
第五、六、七、八柜	机械传动机构	构结构形式多、应用广泛。其主要特点是:效率高、结构紧凑、工作可靠、传动稳定等。可做成开式、半开式及封闭式传动机构。常用的渐开线齿轮传动机构有直齿圆柱齿轮传动机构、斜齿圆柱齿轮传动机构、标准锥齿轮传动机构、圆弧齿圆柱齿轮传动机构等。齿轮的啮合方式有内啮合、外啮合、齿轮与齿条啮合等。参观时一定要了解各种齿轮特征,主要参数的名称及几种失效形式的主要特征,使实验在真正意义上与理论教学产生互补作用。 (5) 蜗杆传动机构:蜗杆传动机构是在空间交错的两轴间传递运动和动力的一种传动机构,蜗轮蜗杆轴线交错的夹角可为任意角,常用的为 90°。 蜗杆传动有下述特点: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。在动力传动中,一般传动比 $i=5\sim 80$;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。由于传动比大,零件数目又少,因而结构很紧凑。蜗杆齿是连续不断的螺旋齿,与蜗轮啮合时是逐渐进入与逐渐退出的,故在传动中冲击载荷小,传动平衡,噪声低。 根据蜗杆形状不同,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。
第九、十、十一、十二、十三、十四柜	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。根据摩擦性质不同,轴承分为滚动轴承和滑动轴承两大类。滚动轴承由于摩擦因数小,启动阻力小,而且它已标准化,选用、润滑、维护都很方便,因此在机器中应用较广。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又可分为液体润滑轴承、不完全液体润滑轴承及无润滑轴承(指工作时不加润滑剂);根据液体润滑承载机理不同,又可分为液体动力润滑轴承(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)。学生通过实验主要应了解各类轴承的结构及特征。 (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及传递运动和动力。 按承受载荷的不同,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及定位;阶梯轴正好与光轴相反。所以光轴主要用作心轴和传动轴,阶梯轴则常用作转轴。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不开敞的空间位置。 轴看似简单,但关于轴的知识内容比较丰富,可通过理论学习及实践知识的积累(多看、多观察)逐步掌握。
第十五柜	弹簧	(1) 弹簧是一种弹性元件,它可以在载荷下作用产生较大的弹性变形,在各类机械中应用十分广泛。其主要应用如下: ① 控制机构的运动,如制动器、离合器中的控制弹簧,内燃机气缸的阀门弹簧等。 ② 减振和缓冲,如汽车、火车车厢下的减振弹簧,及各种缓冲器用的弹簧等。 ③ 储存及输出能量,如钟表弹簧、枪内弹簧等。 ④ 测量力的大小,如测力器和弹簧秤中的弹簧等。 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、扭转弹簧及弯曲弹簧四种,按形状不同又可分为螺旋弹簧、环形弹簧、碟形弹簧、板簧和平面盘簧等。观看时要注意各种弹簧的结构、材料,并能与名称对应起来。

续表

柜序	柜名	说 明
第十六柜	减速器	减速器是指原动机与工作机之间的传动装置,用来增大转矩和降低转速。减速器的种类有单级圆柱齿轮减速器、二级展开式圆柱齿轮减速器、圆锥齿轮减速器、圆锥-圆柱齿轮减速器、蜗杆齿轮减速器。无论哪种减速器都是由箱体、传动件、轴系零件及附件组成的。箱体用于支承和固定轴系、轴承部件并提供润滑密封条件,箱体一般由铸铁制造。窥视孔用于检查箱体内部情况,游标用于检查箱内油面高度,油塞用于更换污油,通气器用于平衡箱体内外气压,定位销用于保证箱体轴承座孔加工精度,启盖螺钉用于拆分箱体。
第十七柜	密封件	机器在运转过程中及气动、液压传动中需要润滑(气、油润滑)、冷却、传力保压等,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,在这些地方常要采用一些密封措施。密封方法和类型很多,有填料密封、机械密封、O型圈密封,以及迷宫式密封、离心密封、螺旋密封等。 密封广泛应用在泵、水轮机、阀、压气机、轴承、活塞等部件中,学生在参观时应认清各类密封件及其应用场合。
第十八柜	小型机械结构设计实例	展示了常用的简单小型机械设计实例,机械外壳被剖开以方便观察内部结构。小型机械一般由动力装置、传动装置、工作装置和机架外壳、控制电路组成。小型机械的动力装置大多采用小型电动机。传动装置则根据工作特点采用不同的传动方式。例如木工电刨和粉碎机采用带传动,电动剪刀和角磨机采用蜗杆传动,榨汁机、家用压面机和手电钻采用齿轮传动。高速运转场合如手电钻和雕刻机采用了轴承支承。

五、实验步骤

- (1) 认真阅读和掌握教材中相关部分的理论知识。
- (2) 按照机械设计陈列柜所展示的零部件顺序,由浅入深、由简单到复杂进行参观认知,指导教师简要讲解。
- (3) 仔细观察和讨论各种机械零部件的结构、类型、特点及应用范围。
- (4) 认真完成实验报告。

六、实验注意事项

在实验中应严格遵守实验室实验规则。对各种模型进行观察和分析后,将其放回原处,不得损坏或任意放置。

实验三

单缸柴油发动机拆装实验

一、实验目的

详细了解单缸内燃机的组成和工作原理,弄清楚机器各部分的功能及相互间的运动配合关系,熟悉主要零部件的结构、安装和连接方式;对机器的组成和装配过程有初步的认识,对机构及其形式有初步的认识,对主要零部件的组成、形状和功用有初步的认识。

通过拆卸、观察和重新组装单缸四冲程水冷柴油发动机,认识其基本机械结构,从而增强对机械原理、机械设计等专业基础课程的学习兴趣。

二、实验设备和工具

- (1) 单缸四冲程水冷柴油发动机。
- (2) 拆卸工具一套(活动扳手、梅花扳手、呆扳手等)。

三、实验原理

柴油发动机是由许多零部件组成并协调完成能量转换工作的一个动力机械。柴油发动机按其功能可分为机体组件、气缸盖组件、曲柄连杆机构、配气机构、空气供给系统、燃油供给系统、润滑系统、冷却系统、启动系统等。

1. 发动机的分类

发动机的分类如表 3-1 所示。

表 3-1 发动机的分类

分类方法	名称	说 明
按所用燃料 分类	汽油发动机	汽油发动机转速高,质量小,噪声小,启动容易,制造成本低。
	柴油发动机	柴油发动机转速低,质量大,噪声大,经济性能好。
按行程 分类	四行程 发动机	曲轴转两圈(720°),活塞在气缸内上下往复运动四个行程,完成一个工作循环的发动机称为四行程发动机。
	二行程 发动机	曲轴转一圈(360°),活塞在气缸内上下往复运动两个行程,完成一个工作循环的发动机称为二行程发动机。

续表

分类方法	名称	说 明
按冷却方式分类	水冷发动机	水冷发动机以在气缸体和气缸盖冷却水套中进行循环的冷却液作为冷却介质进行冷却。
	风冷发动机	风冷发动机以流动于气缸体与气缸盖外表面散热片之间的空气作为冷却介质进行冷却。
按气缸数目分类	单缸发动机	仅有一个气缸的发动机称为单缸发动机。
	多缸发动机	有两个以上气缸的发动机称为多缸发动机。
按气缸排列方式分类	单列式发动机	单列式发动机的各个气缸排成一行，一般是垂直布置，但为了降低高度，有时也把气缸布置成倾斜甚至水平的。
	双列式发动机	双列式发动机的气缸排成两列。若两列之间的夹角小于 180° (一般为 90°)，为 V 型发动机；若两列之间的夹角等于 180° ，为对置式发动机。
按进气系统是否采用增压方式分类	自然吸气(非增压)式发动机	汽油发动机常采用自然吸气式。
	强制进气(增压)式发动机	柴油发动机多采用强制进气式。

2. 发动机的工作原理

1) 四冲程汽油发动机的工作原理

四冲程汽油发动机是通过进气行程、压缩行程、做功行程和排气行程完成一个工作循环的，图 3-1 为单缸四冲程汽油发动机工作原理示意图。

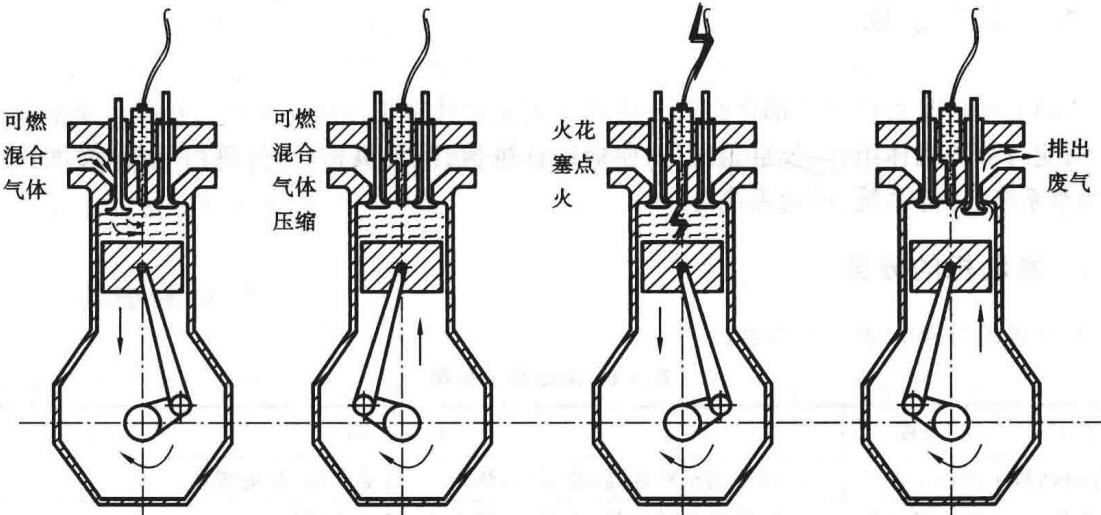


图 3-1 单缸四冲程汽油发动机工作原理示意图

(1) 进气行程 进气行程具体如下。

① 活塞由曲轴带动从上止点向下止点运动。曲轴的功用是将气体压力转化为力矩，带动飞轮旋转，再带动工作机。

② 进气门开启,排气门关闭。

③ 由于活塞下移,活塞上腔容积增大,形成一定真空度,在真空吸力的作用下,空气与汽油形成的混合气,经进气门被吸入气缸。当活塞运动到下止点时,进气门关闭,进气行程结束。

(2) 压缩行程 压缩行程具体如下。

① 活塞在曲轴的带动下,从下止点向上止点运动。

② 进、排气门均关闭。

③ 随着活塞上移、活塞上腔容积不断减小,混合气被压缩,当活塞到达上止点时,压缩行程结束。在压缩过程中,气体压力和温度同时升高。压缩终了时,气缸内的压力为 $600 \sim 1500 \text{ kPa}$,温度为 $600 \sim 800 \text{ K}$,远高于汽油的点燃温度^①。

(3) 做功行程 压缩行程末,火花塞产生电火花,点燃气缸内的可燃混合气,使其迅速着火燃烧,产生高温、高压。在气体压力的作用下,活塞由上止点向下止点运动,再通过连杆驱动曲轴旋转向外输出做功,当活塞运动到下止点时,做功行程结束。活塞在气缸中做往复直线运动,在燃烧膨胀过程中活塞受到气体压力,通过连杆推动曲轴旋转。

在做功行程中,进、排气门均关闭。在做功过程中,开始阶段气缸内气体压力、温度急剧上升,瞬时压力可达 $3 \sim 5 \text{ MPa}$,瞬时温度可达 $2200 \sim 2800 \text{ K}$ 。随着活塞的下移,压力、温度下降,做功行程终了时,压力为 $300 \sim 500 \text{ kPa}$,温度为 $1500 \sim 1700 \text{ K}$ 。

(4) 排气行程 在做功行程终了时,排气门被打开,活塞在曲轴的带动下由下止点向上止点运动;废气在自身的剩余压力和活塞的驱赶作用下,自排气门排出气缸,当活塞运动到上止点时,排气门关闭,排气行程结束。

排气终了时,由于燃烧室容积的存在,气缸内还存有少量废气,气体压力也因排气门和排气道等有阻力而高于大气压。此时,压力为 $105 \sim 125 \text{ kPa}$,温度为 $900 \sim 1200 \text{ K}$ 。

排气行程结束后,进气门再次开启,又开始下一个工作循环,如此周而复始,发动机就实现自行运转。

2) 四冲程柴油发动机的工作原理

如图 3-2 所示,四冲程柴油发动机和四冲程汽油发动机工作原理一样,每个工作循环也是由进气、压缩、做功和排气四个行程所组成的。但柴油和汽油性质不同,柴油发动机在可燃混合气的形成、着火方式等方面与汽油机有较大区别。下面主要介绍其与汽油发动机工作原理不同之处。

(1) 进气行程 进气行程不同于汽油机的是进入气缸的不是混合气,而是纯空气。

(2) 压缩行程 压缩行程压缩的是纯空气。由于柴油发动机压缩比大,压缩终了的温度和压力都比汽油机高,压力可达 $3 \sim 5 \text{ MPa}$,温度可达 $800 \sim 1000 \text{ K}$ 。

(3) 做功行程 压缩行程末,喷油泵将高压柴油经喷油器呈雾状喷入气缸内的高温空气中,迅速汽化并与空气形成可燃混合气。因为此时气缸内的温度远高于柴油的自燃温度^②,柴油自行着火燃烧,且随后的一段时间内边喷边燃烧,气缸内的温度、压力急剧升高,推动活塞下行做功。

注:① 点燃温度是指燃料在空气中移近火焰时,其表面上的燃料蒸汽能够被点着的最低环境温度。汽油的点燃温度很低,约为 263 K ;柴油的点燃温度高,为 $313 \sim 359 \text{ K}$ 。

② 自燃温度是指燃料不与火焰接近,能够自行燃烧的最低环境温度。柴油的自燃温度低,为 $473 \sim 573 \text{ K}$;汽油的自燃温度高,约为 653 K 。