



GAODENG JIAOYU SHISANWU
GUIHUA JIAOCAI — JIXIE GONGCHENG

高等教育“十三五”规划教材——机械工程

机械设计 实验指导

JIXIE SHEJI SHIYAN ZHIDAO

主 编 尹怀仙 王正超 张艳平

JIXIE SHEJI
SHIYAN ZHIDAO

高等教育“十三五”规划教材——机械工程



机械设计实验指导

主 编 尹怀仙 王正超 张艳平

西南交通大学出版社
· 成都 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计实验指导 / 尹怀仙, 王正超, 张艳平主编

. 一成都: 西南交通大学出版社, 2018.7

高等教育“十三五”规划教材. 机械工程

ISBN 978-7-5643-6282-9

I. ①机… II. ①尹… ②王… ③张… III. ①机械设
计 - 实验 - 高等学校 - 教材 IV. ①TH122-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 153058 号

高等教育“十三五”规划教材 —— 机械工程
机械设计实验指导

主 编 / 尹怀仙 王正超 张艳平

责任编辑 / 李 伟

特邀编辑 / 傅莉萍

封面设计 / 何东琳设计工作室

西南交通大学出版社出版发行

(四川省成都市二环路北一段 111 号西南交通大学创新大厦 21 楼 610031)

发行部电话: 028-87600564 028-87600533

网址: <http://www.xnjdcbs.com>

印刷: 成都蓉军广告印务有限责任公司

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 6.75 字数 148 千

版次 2018 年 7 月第 1 版 印次 2018 年 7 月第 1 次

书号 ISBN 978-7-5643-6282-9

定价 22.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

高等学校的实验室是进行教学和科研的重要基地，是积累科学优势的基础。没有实验手段就不可能出科研成果，就没有科学的进步和发展，任何新知识、新科技、新发明、新成果都离不开实验。实验教程坚持实验教学与理论教学相结合，实验教学与科学研究相结合，以提高实验教学的质量。实验可以培养学生的动手能力、设计能力、创新能力、分析问题和解决问题的能力。随着高校不断深化教学改革，全面推进素质教育，各高校根据自身科研能力和科研设施，把培养学生的实践能力、创新能力作为突破口，不断进行深层次的改革；同时，不断向前发展的社会各行各业对大学生的综合素质也有更新、更高的要求，要求大学毕业生具有厚基础、宽口径、强能力和高素质。因此，机电专业对实践教学环节的改革重点确定为强化应用，突出实践创新。

本书是根据“机械设计”教学大纲要求，紧密结合机械设计实验教学并结合我校的实际情况编写的，同时覆盖教学大纲的实验项目，满足机械类学生实验教学的需求。作为机械类一门重要的实践课程教材，本书注重基本实验、提高型实验、研究创新型三种不同类型实验的编写，实验过程由浅到深，由简到繁，使学生能系统地掌握本课程的理论与实践知识。本书精选了 7 个相对独立的实验项目，同时考虑与理论课内容体系的呼应，每个实验项目既对实验所需的理论知识点进行了提炼，也介绍了实验方法及相关设备，主要包括实验目的、实验设备、实验步骤、思考题和实验报告等内容。

本书由尹怀仙、王正超、张艳平担任主编。本书主要内容 by 青岛大学机电工程学院实验老师尹怀仙编写，其中本书涉及的应用计算机实验步骤，如第 3 章 3.6 的 B 型实验台、第 4 章 4.6 的 ZCS-II 型实验台系统和第 6 章 6.6 的连接微机实验步骤由青岛财经职业学校计算机老师王正超编写，另外，青

岛大学机电工程学院张艳平老师负责全书的修订工作。在本书的编写修订以及文字校对过程中，得到了薛文、江启宾、朱磊、李玉浩、任军的协助，在此表示感谢！

本书可作为高等工科学学校机械类专业的实验教材，也可供非机类专业学生参考使用。由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不足之处，恳切希望广大读者批评指正。

编 者

2018 年 4 月

目 录

1	绪 论	1
1.1	机械设计实验课程的意义	1
1.2	机械设计实验课程的目标和内容	1
1.3	如何学好本课程	2
2	机械设计认知实验	3
2.1	概 述	3
2.2	相关理论知识点	3
2.3	实验目的	8
2.4	实验设备	9
2.5	实验步骤	10
2.6	思考题	10
2.7	实验报告	10
3	带传动实验	12
3.1	概 述	12
3.2	相关理论知识点	12
3.3	实验目的	16
3.4	实验设备和工具	16
3.5	实验原理和方法	19
3.6	实验步骤	19
3.7	思考题	21
3.8	实验报告	21
4	滑动轴承实验	24
4.1	概 述	24
4.2	相关理论知识点	24
4.3	实验目的	28
4.4	实验设备和工具	28
4.5	实验原理和方法	31
4.6	实验步骤	34

4.7	思考题	42
4.8	实验报告	42
5	轴系结构设计实验	46
5.1	概 述	46
5.2	相关理论知识点	46
5.3	实验目的	50
5.4	实验设备和工具	50
5.5	实验原理与方法	51
5.6	实验步骤	54
5.7	思考题	55
5.8	实验报告	55
6	螺栓组及单螺栓连接综合实验	56
6.1	概 述	56
6.2	相关理论知识点	56
6.3	实验目的	62
6.4	实验设备和工具	62
6.5	实验原理和方法	64
6.6	实验步骤	67
6.7	思考题	74
6.8	实验报告	74
7	减速器拆装实验	78
7.1	概 述	78
7.2	相关理论知识点	78
7.3	实验目的	82
7.4	实验原理和方法	82
7.5	实验设备与工具	82
7.6	实验步骤	83
7.7	思考题	84
7.8	实验报告	84
8	机械传动系统性能参数测试与分析实验	87
8.1	概 述	87
8.2	相关理论知识点	87
8.3	实验目的	89

8.4 实验设备和工具·····	89
8.5 实验原理与方法·····	92
8.6 实验步骤 ·····	93
8.7 思考题 ·····	96
8.8 实验报告 ·····	96
参考文献 ·····	100

1 绪 论

1.1 机械设计实验课程的意义

实践教学是高校机械电子工程专业不可或缺的重要教学环节，它在培养学生创新思维和实践动手能力方面具有重要意义。机械类专业的毕业生应初步具备产品设计、制造和工程管理能力，这种能力的培养与实践教学密不可分。实践教学工作是高等学校教育教学工作的重要组成部分，也是培养大学生创新精神和实践能力的关键环节。近年来，随着我国经济和科技的迅速发展，社会对机械类专业学生的创新能力和工程实践能力的培养提出了更高要求。但目前我国高校机械类专业的实践教学工作不管是在教育理念、教学形式，还是在师资力量、基础设施建设等方面都还存在不少问题。特别是对地方高校而言，由于办学历史较短、教育资源短缺、区域经济发展不平衡等原因，学校对实践教育经费的投入相对有限，优秀师资队伍引进困难，基础设施建设更是严重滞后，这些都严重制约了我国地方高校工程教育水平和机械类专业人才培养质量的提高。

在目前全国推进中国特色知识创新体系建设和开展工程教育专业认证的时代背景下，如何有效地提高地方高校机械类专业实践教学水平，提升高素质应用型人才的培养质量成为地方高校面临的重要课题。目前，大多数的地方高校机械类专业的培养目标定位为培养具有扎实基础理论和较强实践能力的高素质应用型人才。而高素质应用型人才的培养，必须依靠学校的实践教学体系为支撑。加强对实践教学工作的重视，增强实践教学的意识，是切实提高地方高校实践教学工作质量的前提。

1.2 机械设计实验课程的目标和内容

实验教程坚持实验教学与理论教学相结合、实验教学与科学研究相结合，以提高实验教学的质量。机械设计是机械类专业的一门基础课程，而实验课又是与其相配套的极为重要的实践环节。本教程注重基本实验、提高型实验和创新型实验三种不同类型的实验项目的融合，以适应当前社会新知识、新技术快速发展的需要。

本书紧密结合机械设计实验教学，全面培养学生的科学作风、实验技能以及综合分析问题、发现问题和解决问题的能力。通过实验教学，巩固课程所要求的基本理论知识，加强实践认识，提高实践能力。为体现课程的系统性、实践性和工程性，以“认知、演示、验证实验为基础，以综合创新实验为主线”，设置验证性、综合性、创新性的实验内容，通过“基本技术能力学习—工程实践能力提高—创新实践精神训练”，逐

步实现由理论到实践的过渡,以达到巩固专业基础知识的目的,培养学生综合设计及工程实践能力,激发学生的创新意识。

本教材精选了 7 个相对独立的实验项目,系统地考虑了与理论课内容体系的呼应,兼顾基础性、提高性和创新性实验,能够满足机械类及近机械类专业学生的需要。

1.3 如何学好本课程

本课程是在理论基础上的实践性环节,学生首先必须做好实验准备,了解实验须知,做好理论知识铺垫,掌握实验原理,注意观察实验过程的具体细节。

为了保证实验顺利进行,要求学生在实验前做好准备工作,教师在实验前要进行检查和提问,如发现有不合格者,提出批评,甚至停止实验的进行。实验准备工作包括下列几方面内容:

(1) 预习好实验指导书:明确实验的目的及要求;掌握实验的原理;了解实验进行的步骤及注意事项,做到心中有数。

(2) 准备好实验指导书中规定自带的工具、纸张。

(3) 准备好实验数据记录表格。表格应记录些什么数据自拟。

在实验中,学生必须多动手,多提问,多回答,提高口头表达能力。实验后,学生要根据实验报告中设计的内容要点,书面描述相关内容。通过撰写报告,一方面提高书面表达能力;另一方面加深对实验和结果的理解。

此外,对于每一实验后的若干思考题,应在实验中或课后完成。

2 机械设计认知实验

2.1 概 述

在生产和生活中，我们可以看到各种各样的机械产品，如汽车、机床等，尽管这些机械产品的构造、用途和性能千差万别，但一般都是由原动机、传动装置、工作机和控制装置四部分组成的。原动机是机械设备工作的动力来源，电动机是最常用的一种原动机。工作机是直接完成预期功能的执行装置。传动装置则是将原动机的运动或动力传递给工作机的装置，大多是机械传动。机械设计这门课程着重研究机械传动装置。从制造和装配方面分析，任何机械产品都是由许多机械零件组成的。机械零件是机械制造过程中单独加工的单元体，而机械部件则是机械制造过程中为完成同一目的而由若干协同工作的零件组合在一起的组合体。在各类机械产品中经常用到的零件称为通用零件，如螺栓、齿轮、轴等；而只有在特定类型的机械中才能用到的零部件称为专用零部件，如内燃机中的曲轴等。通过本实验，可以对这些机械零部件的机构类型、工作原理、应用场合建立起总体认识。

2.2 相关理论知识点

2.2.1 机械传动

传动装置作为将动力机的运动和动力传递或变换到工作机的中间环节，是大多数机器不可缺少的主要组成部分。

常用的机械传动类型有带传动、齿轮传动、蜗杆传动、链传动、螺旋传动和摩擦轮传动等。

1. 带传动

带传动是在两个或多个带轮间用带作为挠性拉拽元件的传动，工作时借助带与带轮间的摩擦力或啮合来传递运动或动力。带传动一般由主动带轮、从动带轮和传动带轮组成。

根据工作原理不同，带传动可分为摩擦带传动和啮合带传动。

根据带的截面形状不同，摩擦带传动可分为平带传动、V带传动、圆带传动和多楔带传动等。

平带传动结构简单，传动效率较高，带轮也容易制造，在传动中心距较大的场合

应用较多；V带传动是应用最广的带传动，在同样的张紧力下，V带传动较平带传动能产生更大的摩擦力；圆带传动的牵引能力较小，常用于仪器及低速、轻载、小功率的机器中；多楔带传动兼有平带和V带传动的优点，工作接触面数多、摩擦力大、柔韧性好，用于结构紧凑而传递功率较大的场合。

摩擦带传动具有结构简单、运转平稳、无冲击和噪声、缓冲吸振、过载保护、不能保持准确的传动比（存在弹性滑动）、效率较低、压轴力较大、制造安装方便、成本低、适用于远距离传动等特点。

摩擦带传动的主要失效形式是带的磨损、疲劳破坏和打滑。

啮合带传动依靠带的凸齿与带轮外缘上齿槽的啮合，传递运动和动力。同步带传动属于啮合带传动。同步带传动有梯形齿和圆弧齿两类，其兼有带传动和齿轮传动的优点，传动效率高、吸振、传动比准确，在汽车、机电工业中应用广泛。

2. 齿轮传动

齿轮传动是靠主动轮与从动轮轮齿之间的相互啮合来传动的，具有适用范围广、瞬时传动比准确、结构紧凑、传动效率高、可传递任意两轴间的运动和动力、工作可靠、寿命长、制造费用较高、不适用于中心距大的场合等特点，是机械传动中应用最广泛的一种传动形式。

用于平行轴的齿轮传动类型有外啮合直齿圆柱齿轮传动、外啮合斜齿圆柱齿轮传动、外啮合人字齿圆柱齿轮传动、齿轮齿条传动、内啮合圆柱齿轮传动。

用于相交轴的齿轮传动类型有直齿锥齿轮传动、斜齿锥齿轮传动、曲齿锥齿轮传动。

用于交错轴的齿轮传动类型有交错轴斜齿轮传动、准双曲面齿轮传动。

齿轮传动的失效形式：轮齿折断、齿面接触疲劳磨损（齿面点蚀）、齿面胶合、齿面磨粒磨损、齿面塑性流动等。

齿轮的常用材料及其热处理方式：制造齿轮最常用的材料是钢（锻钢、铸钢等），钢的品种很多，且可通过各种热处理方式获得适合工作要求的综合性能；其次是铸铁、有色金属及非金属材料（尼龙塑料等）。常用的热处理方法有整体淬火、表面淬火、渗碳淬火、氮化处理及正火和调质等。

3. 蜗杆传动

蜗杆传动用于传递交错轴之间的运动和动力，通常两轴在空间是相互垂直的。传动中一般常以蜗杆为主动件。蜗杆传动具有结构紧凑、质量轻、噪声小、工作平稳（兼有斜齿轮与螺旋传动的优点）、冲击振动小、传动比大且准确、可以实现自锁、滑动速度较大、效率较低、制造成本较高、加工较困难等特点，广泛应用在机床、汽车、仪器、起重运输机械、冶金机械以及其他机械制造部门中。

根据蜗杆形状的不同，蜗杆传动可分为圆柱蜗杆传动、环面蜗杆传动和锥蜗杆传动三类。

圆柱蜗杆又可分为阿基米德蜗杆（ZA 型）、渐开线蜗杆（ZI 型）、法向直廓蜗杆（ZN 型）等多种类型。

蜗杆传动的失效形式：齿面接触疲劳磨损（齿面点蚀）、齿面胶合、齿面磨粒磨损、轮齿折断等。在一般情况下，蜗轮的强度较弱，失效主要发生在蜗轮上。又由于蜗杆与蜗轮之间的相对滑动速度较大，更容易产生胶合和磨损。

蜗杆传动的常用材料及其热处理方式：制造蜗杆的常用材料为碳钢和合金钢，热处理方式首选淬火或调质（缺少磨削设备时）。制造蜗轮（齿冠部分）的常用材料为铸锡青铜、铸铝青铜、铸铝黄铜及灰铸铁和球墨铸铁等。

4. 链传动

链传动是在两个或多个链轮之间用链条作为挠性拉拽元件的一种啮合传动，工作时靠链条与链轮齿的啮合来传递运动或动力。链传动一般由主动链轮、从动链轮和传动链组成。链传动具有工作可靠、传动效率高、适用于远距离传动、运动平稳性较差（多边形效应）、振动和噪声较大等特点，广泛应用于农业、采矿、冶金、起重、运输、化工以及其他机械动力传动中。

根据工作性质不同，链可分为传动链、起重链和拽引链 3 种。传动链按结构不同分为滚子链、套筒链、齿形链、成型链等类型，主要用作一般机械传动；起重链和拽引链分别用于起重机械和运输机械。

链传动的主要失效形式是链条元件的疲劳破坏、铰链磨损、胶合、冲击破坏、过载拉断和链轮轮齿磨损等。

5. 螺旋传动

螺旋传动主要用来实现变回转运动为直线运动，同时传递能量或力，也可用以调整零件的相互位置。螺旋传动由螺杆（或称螺旋）、螺母和机架组成。

螺旋传动按螺纹副的摩擦情况分为滑动螺旋、滚动螺旋和静压螺旋；按其用途分为传力螺旋传动、传导螺旋传动和调整螺旋传动 3 种类型。传力螺旋传动以传递力为主，可用较小的力矩转动产生轴向运动和大的轴向力；传导螺旋传动以传递运动为主，要求有较高的传动精度，可在较长时间内连续、高速工作；调整螺旋传动主要用于调整或固定零部件间的相对位置，一般不经常转动。

6. 摩擦轮传动

摩擦轮传动是由两个或多个相互压紧的摩擦轮组成的一种摩擦传动，工作时靠摩擦轮间的摩擦力来传递运动或动力。摩擦轮传动一般由主动摩擦轮、从动摩擦轮和机架组成。

摩擦轮传动按照摩擦轮形状不同分为圆柱摩擦轮传动、圆锥摩擦轮传动和平盘摩擦轮传动。圆柱摩擦轮传动又有圆柱平摩擦轮传动和圆柱槽摩擦轮传动之分。

摩擦轮传动具有制造简单、运转平稳、无冲击和噪声、能无级变速及过载保护、不能保持准确的传动比（存在弹性滑动、几何滑动）、效率较低、压轴力较大、必须采

用压紧装置等特点。

2.2.2 轴系零部件

轴主要用于支承做回转运动的零件，传递运动和动力，同时又受轴承支承，是机械中必不可少的重要零件。

根据所受的载荷不同，轴可分为转轴（同时承受弯矩和转矩）、心轴（只承受弯矩，不传递转矩）和传动轴（主要承受转矩，不承受或只承受较小弯矩）三类。

根据轴线形状的不同，轴还可分为直轴、曲轴和软轴。直轴应用最广，它包括外径相同的光轴和各段直径变化的阶梯轴。

轴承是支承轴颈的部件，有时也用来支承轴上的回转零件。根据轴承工作时的摩擦性质，轴承可分为滑动轴承和滚动轴承两类。

1. 滑动轴承

滑动轴承工作时的摩擦性质为滑动摩擦，组成其摩擦副的运动形式为相对滑动，因此摩擦、磨损就成为滑动轴承中的主要问题。为了减小摩擦、减轻磨损，通常应采用润滑手段。根据润滑情况，滑动轴承分为完全润滑（液体摩擦）轴承和非完全润滑（非液体摩擦）轴承两大类。滑动轴承的结构主要有整体式、剖分式和调位式等。

轴瓦是滑动轴承中直接与轴颈接触的零件，其工作表面既是承载面又是摩擦面，是滑动轴承的核心零件。轴承衬是为改善轴瓦表面的摩擦性质和节省贵金属而在其内表面上浇注的减摩材料。

轴瓦的主要失效形式是磨损和胶合，此外还有疲劳破坏、腐蚀等。

轴瓦和轴承衬的材料统称为轴承材料。常用的轴承材料有：轴承合金（巴氏合金）、青铜、多孔质金属、铸铁、塑料等。

2. 滚动轴承

滚动轴承工作时的摩擦性质为滚动摩擦，具有摩擦阻力较小、启动灵活、效率高、组合简单、运转精度较高、润滑和密封方便、易于互换、使用及维护方便等优点，在中速、中载和在一般工作条件下运转的机械中应用广泛。

滚动轴承是标准件，其通常由外圈、内圈、滚动体和保持架构成。滚动体是滚动轴承的核心元件，其主要类型有球、圆柱滚子、圆锥滚子、球面滚子和滚针等。

滚动轴承的主要失效形式是点蚀、塑性变形和磨损，此外还有电腐蚀、锈蚀、元件破裂等。

2.2.3 连接及连接件

机械是由各种不同的零件按一定的方式连接而成的。根据使用、结构、制造、装配、维修和运输等方面的要求，组成机器的各零件之间采用了各种不同的连接方式。

机械连接按照机械工作时被连接件间的运动关系，分为动连接和静连接两大类。被连接件间能按一定运动形式做相对运动的连接称为动连接，如花键、螺旋传动等；

被连接件间相互固定、不能做相对运动的连接称为静连接，如螺纹连接、普通平键连接等。

按照连接件拆开的情况不同，连接分为可拆连接和不可拆连接。允许多次装拆无损于使用性能的连接称为可拆连接，如螺纹连接、键连接和销连接等；必须破坏连接中的某一部分才能拆开的连接称为不可拆连接，如焊接、铆接和黏结等。

按照传递载荷的工作原理不同，连接又可分为力闭合（摩擦）、形闭合（非摩擦）和材料锁合等连接形式。力闭合（摩擦）连接靠连接中配合面间的作用力（摩擦力）来传递载荷，如受拉螺栓、过盈连接等；形闭合（非摩擦）连接通过连接中零件的几何形状的相互嵌合来传递载荷，如平键连接等；材料锁合连接利用附加材料分子间的作用来传递载荷，如黏结、焊接等。

1. 螺纹连接

螺纹连接是利用螺纹零件构成的一种应用极为广泛的可拆连接。

根据螺纹牙的形状，螺纹可分为矩形、梯形、三角形和锯齿形等。

根据螺旋线的绕行方向，螺纹可分为左旋螺纹和右旋螺纹两种。在机械中，一般采用右旋螺纹。

根据螺旋线的数目，螺纹又可分为单线螺纹和多线螺纹。单线螺纹常用于连接，多线螺纹常用于传动。

根据螺纹分布的位置，螺纹可分为外螺纹和内螺纹。内、外螺纹旋合组成的运动副称为螺纹（螺旋）副。

螺纹（螺旋）副的效率为

$$\eta = \frac{\tan \lambda}{\tan(\lambda + \rho_v)} \quad (2.1)$$

式中， λ 为螺纹升角； ρ_v 为当量摩擦角。

螺纹（螺旋）副的自锁条件为 $\lambda \leq \rho_v$ 。

螺纹连接件多为标准件，常用的有螺栓、双头螺柱、螺钉和紧定螺钉等。

螺纹连接的防松措施按防松原理分为摩擦防松、机械防松、黏合防松和破坏螺纹副关系防松等方式。

2. 键连接

键连接由键、轴与轮毂所组成，主要用来实现轴与轴上零件（如齿轮、联轴器等）之间的周向固定，以传递转矩；其中，有些键连接还能实现轴向固定，以传递轴向载荷；有些则能构成轴向动连接。

键连接是标准件，其主要类型有平键、半圆键、楔键和切向键等几大类。

3. 花键连接

花键连接是由周向均布多个键齿的花键轴和具有相应键齿槽的轮毂孔相配合而组成的可拆连接。花键连接为多齿工作，工作面为齿侧面，其承载能力高，对中性 and 导

向性能好,对轴和毂的强度削弱小,适用于载荷较大、对中性要求较高的静连接和动连接。

花键连接按其齿的形状不同,常用的有矩形花键和渐开线花键两种。两者均已标准化。

4. 销连接

销连接主要用作装配定位,也可用作连接(传递不大的载荷)、防松以及安全装置中的过载剪断元件。

常用的销连接类型有圆柱销、圆锥销、销轴、带孔销、开口销和安全销等,其均已标准化。

2.2.4 联轴器与离合器

联轴器是连接两轴使之一起回转并传递转矩的部件,其特点是只有在机器停机后用拆卸的方法才能实现两轴分离。

联轴器的类型较多,部分已标准化。联轴器按内部是否包含弹性元件可分为刚性联轴器和弹性联轴器;按被连接两轴的相对位置及其变动情况又可分为固定式联轴器和可移式联轴器。

常用的刚性固定式联轴器有凸缘联轴器、套筒联轴器、夹壳联轴器等;常用的刚性可移式联轴器有牙嵌联轴器、齿式联轴器、滚子链联轴器、滑块联轴器和万向联轴器等。

常用的弹性联轴器有弹性套柱销联轴器、弹性柱销联轴器、弹性柱销齿式联轴器、梅花形弹性联轴器、轮胎式联轴器、蛇形弹簧联轴器、簧片联轴器和弹簧联轴器等。

离合器是实现两轴的连接并传递运动及转矩的部件,其特点是在机器运转中可根据需要随时将两轴分离或结合。

离合器的类型较多,根据离合方法不同可分为操纵离合器和自动离合器两大类;根据操纵方法不同又可分为机械操纵离合器、液压操纵离合器、气压操纵离合器和电磁操纵离合器;根据离合件的工作原理又可分为嵌合式离合器和摩擦式离合器。

常用的操纵离合器有牙嵌式离合器、齿式离合器、销式离合器、圆盘摩擦离合器、圆锥摩擦离合器和磁粉离合器等。

常用的自动离合器有安全离合器、离心离合器以及超越离合器等。

2.3 实验目的

- (1) 了解各种常用零件的结构、类型、特点及应用。
- (2) 了解各种典型机械的工作原理、特点、功能及应用。
- (3) 了解机器的组成,增强对各种零部件的结构及机器的感性认识。
- (4) 培养学生对机械装置的运动特点、结构分析的能力。

2.4 实验设备

配有同步讲解的“机械设计语音多功能控制陈列柜”。该陈列柜系统展示机械连接、机械传动、轴系及其他部件实物或模型的基本类型、结构形式和设计知识，并借助计算机控制技术系统形象地展示和解说机械设计的基本内容。本陈列柜共分 13 个柜，每个柜详细内容如表 2.1 所示。

表 2.1 机械设计语音多功能控制陈列柜内容

序 号	陈列柜内容
第 1 柜 机器的组成特征	单缸内燃机、颚式破碎机、缝纫机、运动副（5 件）
第 2 柜 平面连杆机构	五杆铰链机构、曲柄滑块机构、铰链四杆机构、大筛机构、曲柄摇杆机构的极位夹角、搅拌机、惯性筛机构、机车车辆机构、鹤式起重机、转动导杆机构、曲柄摇块机构、曲柄移动导杆机构、双转块机构、双滑块机构、有急回特性的机构、夹紧机构
第 3 柜 凸轮机构	内燃机配气机构、靠模车削机构、自动送料机构、分度转位机构、力锁合凸轮（靠重力、弹簧力）、形锁合凸轮（沟槽凸轮、等宽凸轮、共轭凸轮）
第 4 柜 间歇运动机构	双向棘轮机构、棘轮机构、钩头双动式棘爪、直头双动式棘爪、槽轮机构、空间槽轮机构、六角车床上的槽轮机构、外啮合不完全齿轮机构、内啮合不完全齿轮机构、凸轮式间歇运动机构
第 5 柜 带传动	同步带传动、平行带张紧轮装置、V 带轮张紧装置、V 带轮张紧装置滑道式、V 带轮张紧装置摆架式、V 带轮自动张紧装置、圆形带张紧轮装置、V 带轮的结构（4 种）
第 6 柜 链传动	链传动、齿形链、双排滚子链、滚子链、滚子链接头形式（3 件）、链轮结构、链传动的张紧（2 件）
第 7 柜 齿轮的传动	内齿圈传动、齿轮齿条传动、圆锥齿轮传动、双曲线圆锥齿轮传动、斜齿圆锥齿轮传动、螺旋齿轮传动、斜齿轮齿条传动、蜗轮蜗杆传动、弧面蜗轮蜗杆传动、正齿轮传动、斜齿轮传动、人字齿轮传动
第 8 柜 齿轮的基本性质	齿轮各部分名称和符号、渐开线的形成、正确啮合条件、轮齿折断、齿面点蚀、齿面胶合、齿面磨损、渐开线曲面形成、斜齿条的压力角、斜齿圆柱齿轮的受力分析、圆锥齿轮的受力分析、齿轮轴、实体式齿轮、腹板式圆锥齿轮、铸造轮辐式圆柱齿轮、仿形切制齿轮、展成法切制齿轮
第 9 柜 齿轮系	定轴齿轮系（a、b）、平面行星齿轮系（a、b）、空间行星齿轮系、可变向的齿轮系、汽车后桥差速器、摆线针轮传动机构、谐波齿轮传动、减速器、行星减速器中的齿轮系
第 10 柜 其他常用 零件、部件	套筒联轴器、凸缘联轴器、多片式摩擦离合器、齿轮联轴器、弹性套柱销联轴器、弹性柱销联轴器、双万向联轴器、牙嵌式安全离合器、滚柱式超越离合器、板弹簧