

普通高等教育“十二五”规划教材

机械设计基础

综合实践

◎ 任秀华 邢琳 张超 等编著

JIXIE SHEJI JICHU
ZONGHE SHIJIAN



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材

机械设计基础综合实践

任秀华 邢琳 张超 等编著
孟宪举 主审



机械工业出版社

《机械设计基础综合实践》是在机械类基础课程实验教学改革和普通高等学校教学实验示范中心建设的基础上编写而成的,力求在培养学生动手能力、机械设计创新能力、综合实践能力等方面有所突破。

本书按照机械类基础系列课程的实验教学体系进行编写,目的是引导学生掌握机械设计基础实验的基本原理、基本技能和实验方法。本书基本上涵盖了目前普通工科院校开设的机械设计基础主要实验项目,主要内容分为四部分:导论部分主要介绍机械设计基础实验教学的地位及重要性、实验教学体系和内容、教学大纲、课程要求等内容;第一篇为机构参数测试与分析实验,包括机构运动简图测绘与分析、渐开线齿廓的展成、渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定和机构测试、仿真及设计实验;第二篇为机械性能测试与分析实验,包括螺栓连接特性分析、带传动的滑动和效率测定、滑动轴承特性分析、轴系结构创意设计分析及减速器的拆装与结构分析实验;第三篇为创新实验。除第一章外,每章后都附有实验报告。任课教师可根据不同专业的需求对书中所列实验项目进行选择。

本书主要作为高等院校机械类、近机类和部分非机类专业的“机械设计基础”课程实验专用教材,也可供有关工程技术人员和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础综合实践/任秀华,邢琳,张超等编著. —北京:机械工业出版社,2013.8

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-43050-6

I. ①机… II. ①任…②邢…③张… III. ①机械设计-高等学校-教学参考资料 IV. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第166996号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:舒恬 责任编辑:舒恬 杨茜

责任校对:张媛 封面设计:张静 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2013年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·11.25印张·1插页·276千字

标准书号:ISBN 978-7-111-43050-6

定价:23.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前言

机械设计基础是一门介绍机械基础知识及培养学生机械创新能力的技术基础课。为机械类、近机类和部分非机械类专业教学计划中的主干课程,在培养合格机械工程设计人才方面起着极其重要的作用。

本书系根据机械设计基础课程的实验教学基本要求,在总结高校近年来机械设计基础实验教学改革经验的基础上编写而成,目的是引导学生在巩固所学理论知识的基础上,掌握机械设计基础实验的基本原理、基本技能和实验方法,进一步培养学生的机械创新意识、工程实践能力及综合设计与分析能力。

本书共包括四部分、十个实验项目,内容丰富、涉及面广。不仅介绍了目前高等工科院校普遍开设的基础验证型实验项目,还介绍了设计应用型、综合提高型和研究创新型实验项目,以满足不同层次、不同专业实验教学的需求,同时采取必做、选做、开放实验等多种方式开设实验。

本书的主要特点是:

1. 概念准确、层次简明、内容规范,对每个实验的实验目的、设备、原理、内容、方法及步骤等阐述清晰,具有可读性和可操作性。

2. 为保证实验完成效果,在每个实验项目中编写了与该实验内容密切相关的预习作业,要求学生在实验前必须完成,以改善教学效果,提高课堂效率。

3. 增加了实验小结,总结实验过程中容易出现的问题、注意事项及解决办法,以便及时发现问题、纠正错误。

4. 为进一步扩大学生的知识面,在每个实验项目中增加了“工程实践”内容,介绍了与实验相关的实际工程背景,典型工程应用实例等。

5. 实验报告格式完整、内容丰富。主要包括以下几点:

1) 实验目的、实验设备及工具或实验方案设计。

2) 实验结果包括实验条件、实验数据采集和处理、实验过程记录和分析、实验现象分析等。

3) 实验引申问题的归纳与总结以及实验心得、建议等。

参加本书编写的有:山东建筑大学任秀华、邢琳、张超,广州市白云工商技师学院蔡福洲,山东建筑大学李乃根、徐楠、王秀叶,浙江吉利控股集团有限公司万法高。本书由山东建筑大学孟宪举教授精心审阅,并提出了许多宝贵的意见与建议。本书在编写过程中参考了其他同类教材、文献资料,同时也得到了参编单位的领导和老师的大力支持,在此一并深表感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言	
第1章 导论	1
1.1 机械设计基础实验教学的地位及重要性	1
1.2 机械设计基础实验教学体系和内容	2
1.3 机械设计基础实验教学大纲	6
1.4 机械设计基础实验课程要求	7
1.5 实验室开放守则	7
第一篇 机构参数测试与分析实验	
第2章 机构运动简图测绘与分析实验	
实验	10
2.1 概述	10
2.2 预习作业	12
2.3 实验目的	13
2.4 实验设备及工具	13
2.5 实验方法及步骤	13
2.6 举例	14
2.7 实验小结	14
2.8 工程实践	15
实验报告	17
第3章 渐开线齿廓的展成实验	21
3.1 概述	21
3.2 预习作业	23
3.3 实验目的	24
3.4 实验设备及工具	24
3.5 实验原理及方法	25
3.6 实验步骤	26
3.7 实验小结	27
3.8 工程实践	27
实验报告	31
第4章 渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定实验	33
4.1 概述	33
4.2 预习作业	33
4.3 实验目的	34
4.4 实验内容	34
4.5 实验设备及工作原理	34
4.6 实验方法及步骤	35
4.7 实验小结	38
4.8 工程实践	39
实验报告	41
第5章 机构测试、仿真及设计综合实验	45
5.1 概述	45
5.2 预习作业	45
5.3 实验目的	46
5.4 实验设备及仪器	46
5.5 实验原理	47
5.6 实验要求	48
5.7 实验方法及步骤	48
5.8 实验小结	51
5.9 工程实践	52
实验报告	55
第二篇 机械性能测试与分析实验	
第6章 螺栓连接特性分析实验	61
6.1 概述	61
6.2 预习作业	63
6.3 实验目的	64
6.4 实验设备及工具	64
6.5 实验方法及步骤	66
6.6 已知条件及相关计算公式	67
6.7 实验小结	68
6.8 工程实践	68
实验报告	71
第7章 带传动的滑动和效率测定实验	75
7.1 概述	75
7.2 预习作业	76

7.3 实验目的	77	9.10 工程实践	112
7.4 实验设备及工作原理	78	实验报告	117
7.5 实验方法及步骤	79	第 10 章 减速器的拆装与结构分析	
7.6 实验小结	80	实验	121
7.7 工程实践	80	10.1 概述	121
实验报告	83	10.2 预习作业	126
第 8 章 滑动轴承特性分析实验	87	10.3 实验目的	127
8.1 概述	87	10.4 实验设备及工具	127
8.2 预习作业	88	10.5 实验内容	127
8.3 实验目的	88	10.6 实验方法及步骤	128
8.4 实验设备及工作原理	89	10.7 实验小结	129
8.5 软件界面操作说明	92	10.8 工程实践	130
8.6 实验内容	94	实验报告	135
8.7 实验方法及步骤	94	第三篇 创新实验	
8.8 实验小结	95	第 11 章 机构运动创新设计实验	139
8.9 工程实践	95	11.1 概述	139
实验报告	99	11.2 预习作业	142
第 9 章 轴系结构创意设计 & 分析		11.3 实验目的	143
实验	103	11.4 实验要求	143
9.1 概述	103	11.5 实验设备及工具	143
9.2 预习作业	107	11.6 实验原理	148
9.3 实验目的	108	11.7 构件和运动副的拼接	149
9.4 实验设备及工具	108	11.8 实验内容	157
9.5 实验原理	109	11.9 实验方法及步骤	164
9.6 实验内容及要求	109	11.10 实验小结	166
9.7 实验方法及步骤	111	11.11 工程实践	166
9.8 自检提纲	111	实验报告	169
9.9 注意事项	112	参考文献	173

第1章 导 论

机械工程是国家建设发展的支柱学科,针对机械类、近机械类和部分非机械类专业开设的“机械设计基础”课程是一门重要的技术基础课。该课程既有系统的理论知识体系,又有很强的工程应用背景。与之关联的实验教学对巩固学生的理论知识、提高实验技能、培养创新意识等意义重大。因此,实验教学不再是理论学习的附属,而是与理论学习具有同等重要地位的实践环节,对工科学生来说尤为如此。

1.1 机械设计基础实验教学的地位及重要性

实验教学是高等学校理工科教学的重要组成部分,它不仅是学生获取知识的重要途径,也对培养学生严谨的科学态度,提高科学研究能力、实验工作能力及创新能力有着重要的意义。特别是近年来教育部推行的高等学校教学质量工程,把实验教学提高到了一个新的高度,扩大实验教学比重已势在必行。

知识不仅需要从理论教学和教科书中获取,也需要从实验和实践中获取。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,就要重视实验教学方法,使实验课程成为学生有效的学习和掌握科学技术与研究科学理论与方法的途径。学生通过一定数量的、有水平的实验和有计划的实验操作技能训练,可以达到扩大知识面,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。

机械设计基础系列课程是以工科为主的覆盖面较广的主干课程,其实验课程可使工科学生具有丰富的实验思想、方法、手段,是培养学生机械设计、研究、开发能力的一个重要环节。在新时期,尤其可以为培养自主创新型、研究型工程技术人才奠定坚实的基础。机械设计基础实验课程在培养学生严谨的治学态度、活跃的创新意识、理论联系实际和适应科技发展的综合能力等方面,具有其他实践类课程不可替代的作用。

机械设计基础课程的实验教学环节极为重要,加强工程实践训练,让学生自己动手实验,是认识机械和机械设计的一个重要渠道。学生通过实验,了解机械设计基础知识在实际工程中的应用,牢固地确立实践先于理论,理论源于实践的科学世界观,不仅在思维上接受机械设计基础理论知识,还要自己通过实验去学习机械设计基础理论知识,在实践中运用机械设计基础理论知识。

在实验中尽量采用先进的测试方法和数据处理方式,尽量创造启发式和开放式实验条件,让学生能自由选择、自行设计实验项目,以提高学生的实际动手能力和工程实践能力。

1.2 机械设计基础实验教学体系和内容

1.2.1 实验教学体系

21 世纪的高等教育要求彻底改变实验教学地位。要想从根本上解决问题,就应根据培养目标建立实验教学体系,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,以全面培养获得实际工程能力、科学研究能力和创新设计能力等综合素质为主线,紧紧围绕培养具有坚实理论基础,具备设计拓展能力和发展潜力的工程技术人才为目标,结合学校的学科建设和实验室建设构建与理论教学相辅相成的实验教学新体系,以适应素质教育和创新教育的发展需要。

1. 分层次教学

机械设计基础实验教学体系在全面分析学生能力结构的基础上,以培养学生具有扎实的实验技能,较好的机械综合设计能力、分析能力和科学研究能力,挖掘学生潜能以及激活学生的创新思维为目标,采取模块结构分层次教学,构建验证型、综合型和设计型等 3 个层次的实验教学新体系。

第 1 层次实验,即验证型实验,是开展科学研究的基础,也是开展综合型实验和设计型实验的基础。其目的在于促进学生掌握基本原理,培养学生的基本实验技能,提高发现和解决问题的能力。

第 2 层次实验,即综合型实验,其实验内容涉及相关综合知识,是对某一问题进行综合研究的实验,它注重学生对理论知识的理解、运用和掌握。其目的在于提高学生的动手能力、综合分析和解决实际问题的能力。

第 3 层次实验,即设计型实验,是以学生为主体,教师为主导的科学研究实验,它注重学生在实验过程中自行设计和知识应用的合理性。其目的在于通过学生独立设计、独立分析,实现自主学习、自主创新,提高综合设计的实践能力,鼓励学生大胆创新,勇于探索,培养学生掌握基本测试技术,具备初步开展科学研究的能力。

2. 教学方法与手段多样化

从激发和培养学生自主学习、自主实践和自主创新的角度出发,对教学方法和手段进行改革。充分发挥实验指导教师的主导作用,积极采用启发式、讨论式和现场教学等多种教学方法,增强实验教学的趣味性和吸引力。鼓励学生独立思考,激发学习的主动性,培养学生的科学精神和创新意识。

实验教学手段按照学生的认识规律和实际水平,配备足够数量的实验设备和仪器,建立以学生为中心,实现以学生自我训练为主的教学模式。实验安排由浅到深,由简单到综合,实验项目由验证型、综合型、设计型组成,分为必做项目与选做项目。在同一时间内,实验室有多个实验项目对学生开放,供学生选做,学生可根据自己的专业方向,选择实验项目与实验方式,充分调动学生学习的主动性。

3. 改革教学内容

应从调动学生积极性、提高学生实际动手能力、培养学生工程意识和创新意识的角度出发,对机械设计基础实验教学内容进行深入改革。引入现代科技知识,用新技术、新理念和新方法改造传统实验。更新教学内容,把工程意识、创新精神、实验能力的培养纳入实验教学内容,更重要的是贯穿渗透到实验教学环节中去,鼓励引导学生提出不同的设计方案和解题途径,引导学生细致观察实验现象,总结实验结论,提出实验建议。

实验内容应在某种程度上反映机械学科的发展方向。一定要将实验从为了验证书本理论以及注入式、封闭式的禁锢中解放出来,鼓励独立构思实验方案,增加实验内容和选题的柔性与开放性,发展学生个性,为学有余力的学生提供更多、更好的锻炼机会。

4. 增加实验学时,扩充实验项目

坚持课内学习与课外学习并重的原则,突出课外学习和实践对学生创新设计应用能力培养的重要作用,改变过去实验教学中限定实验时间的要求。学生可采取预约实验时间和场地,教师应创造条件“全天候”开放实验,在保证人身和设备安全的基础上放手让学生自主实验,为学生提供独立思考和实验的空间。实验中要鼓励和培养学生的创造性,充分发挥想象力,允许“标新立异”,提出前人所未有提出的新理论、新方法、新技术,并给学生以必要的指引。

根据课程培养目标,增加实验学时和实验项目,理论教学中的某些内容可与实验教学结合讲授,改变纯粹的课堂理论教学。逐步增加创新型实验内容,有利于提高学生的工程实践能力。

5. 重视实验考核

实验考核是检查和评价教学效果的重要手段,实验教学的考试和考核鼓励创新,实验课程的成绩强调平时与考试并重、实验理论与实验技能相结合、实验过程与结果相结合的综合评定方式,采用平时实验操作、实验报告成绩、实验考试等按比例综合累加的办法确定最终总成绩,平时成绩以实验操作、实验能力、实验结果及实验报告为主要依据。总评成绩按百分制综合评分。鼓励学生在实验中有所创新,对于有创见的学生,成绩从优。合格后按学分计算。

1.2.2 实验教学内容

机械设计基础实验教学新体系从培养学生动手能力和基本实践能力入手,以培养学生创新能力和综合设计能力为目标,以机械设计基础实验方法自身系统为主线,独立设置实验课程。采取模块结构和分层次教学,将该课程分为三大模块和三个层次,如图1-1所示。三大模块为:机构参数测试与分析模块、机械性能测试与分析模块、机构运动创新设计模块。三个层次为:验证型、综合型、设计型、实验内容由“单一型”、“局部型”向“综合型”、“整体型”拓展;实验方法由“演示型”、“验证型”向“设计型”、“综合型”拓展;实验手段向计算机辅助测试拓展。

各实验模块包含的实验内容如下:

1. 机构参数测试与分析模块

针对机械原理、机械设计基础系列课程开设的验证型、综合型实验,包括4个实验项

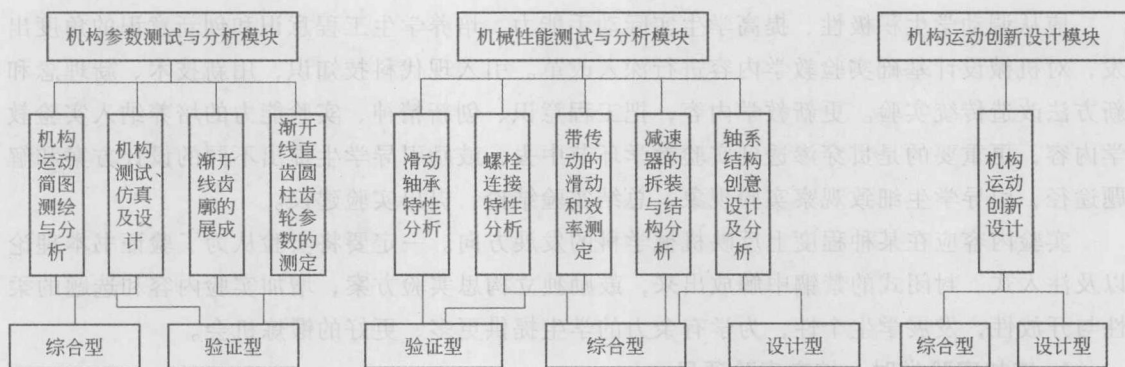


图 1-1 机械设计基础实验课程教学内容框图

目：机构运动简图测绘与分析实验、渐开线齿廓的展成实验、渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定实验，机构测试、仿真及设计综合实验。通过这部分实验内容，使学生进一步深入理解相关理论知识，加强对具体工程应用的理解和掌握，培养动手能力和初步实践能力。

(1) 机构运动简图测绘与分析实验

1) 根据实际机械或模型的结构测绘机构运动简图，掌握机构运动简图测绘的基本方法、步骤和注意事项。

2) 验证和巩固机构自由度计算方法和机构运动是否确定的判定方法。

3) 加深对机构组成原理及其结构分析的理解。

(2) 渐开线齿廓的展成实验

1) 掌握用展成法切制渐开线齿轮齿廓的基本原理。

2) 了解产生根切的原因以及如何避免根切的方法。

3) 分析、比较标准齿轮和变位齿轮的异同点，理解变位齿轮的概念。

(3) 渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定实验

1) 掌握用游标卡尺等工具测定渐开线圆柱齿轮基本参数的基本方法。

2) 熟练掌握齿轮几何尺寸的计算方法，明确齿轮各几何参数之间的相互关系。

3) 掌握渐开线标准直齿圆柱齿轮与变位齿轮的判别方法。

4) 了解变位后对轮齿尺寸产生的影响。

(4) 机构测试、仿真及设计综合实验

1) 对平面机构结构参数进行优化设计，对该机构的运动进行仿真和测试分析。

2) 对实际平面机构进行动态参数采集和处理，绘制实测的机构动态运动和动力参数曲线，并与相应的仿真曲线进行对照。

3) 对机构进行平衡设置和调节，观察其运动不均匀状况和振动情况。

4) 对平面机构中某一构件的运动、动力情况及整个机构运动波动及振动情况进行分析、测定。

2. 机械性能测试与分析模块

针对机械设计、机械设计基础系列课程开设的验证型、设计型、综合型实验，包括 5 个

实验项目：螺栓连接特性分析实验、带传动的滑动和效率测定实验、滑动轴承特性分析实验、轴系结构创意设计与分析实验、减速器的拆装与结构分析实验。其目的是使学生对实验基本原理、装置、方法和技能有所了解、领会，进一步培养学生的综合设计能力与分析、解决实际问题的能力。

(1) 螺栓连接特性分析实验

- 1) 了解螺栓连接在拧紧过程中各部分的受力情况。
- 2) 验证受轴向工作载荷时，预紧螺栓连接的变形规律及其对螺栓总拉力的影响。
- 3) 通过螺栓的动载实验，改变螺栓连接的相对刚度，验证提高螺栓连接疲劳强度的各项措施。

(2) 带传动的滑动和效率测定实验

- 1) 分析带传动的弹性滑动和打滑现象，加深对带传动工作原理和设计准则的理解。
- 2) 通过绘制滑动曲线和效率曲线，深刻认识带传动特性、承载能力、效率及其影响因素。

(3) 滑动轴承特性分析实验

- 1) 分析滑动轴承在起动过程中的摩擦现象及润滑状态，加深对形成流体动压条件的理解。
- 2) 测定、绘制径向滑动轴承径向油膜压力分布曲线。
- 3) 了解径向滑动轴承摩擦因数的测量方法，绘制摩擦特性曲线，分析影响摩擦系数的因素。

(4) 轴系结构创意设计与分析实验

- 1) 熟悉轴的结构及其设计，弄懂轴及轴上零件的结构形状及功能、加工工艺和装配工艺。

(5) 滚动轴承组合设计的基本方法

- 2) 熟悉并掌握轴及轴上零件的定位与固定方法。
- 3) 了解滚动轴承的类型、布置、安装及调整方法，以及润滑和密封方式。
- 4) 掌握滚动轴承组合设计的基本方法。

(6) 减速器的拆装与结构分析实验

- 1) 熟悉减速箱的基本结构，了解常用减速箱的用途及特点。
- 2) 了解减速箱各组成零件的结构及功用，并分析其结构工艺性。
- 3) 了解减速器中各零件的定位方式、装配顺序及拆卸的方法和步骤。
- 4) 熟悉减速器附件及其结构、功能和安装位置。

3. 机构运动创新设计模块

该实验是针对机械原理、机械设计基础系列课程开设的设计型、综合型实验，可由学生自行申请，立项进行。增加了选题的柔性及开放性，充分发挥学生的创新潜能，旨在帮助学生树立工程设计观念，激发其创新精神，培养学生的主动学习能力、独立工作能力、动手能力和创造能力。

- 1) 加强对机构组成原理的认识, 进一步了解机构组成及其运动特性。
- 2) 利用若干不同的杆组, 拼接各种不同的平面机构, 以培养机构创新设计能力及综合设计能力。
- 3) 通过对实际机械结构的拼接, 增强学生对机构的感性认识, 培养学生的工程实践及动手能力。

1.3 机械设计基础实验教学大纲

1.3.1 适用专业

机械设计基础实验适用于机械类、近机械类和部分非机械类专业包括机械工程及自动化、车辆工程、材料成形及控制工程、金属材料工程、热能与动力工程、工业设计等。

1.3.2 实验教学目标

机械设计基础实验是机械设计基础课程的重要实践环节, 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; 通过机构运动方案创新设计及创意组合, 培养学生的创造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。

1.3.3 实验项目设置及学时分配

机械设计基础实验项目的设置及学时分配情况见表 1-1。

表 1-1 实验项目设置及学时分配

序号	实验项目名称	学时	实验类型	实验类别	每组学生数
1	机构运动简图测绘与分析	2	验证型、综合型	必修	2
2	渐开线齿廓的展成	2	验证型	必修	2
3	渐开线直齿圆柱齿轮参数的测定	2	验证型	必修	2
4	机构测试、仿真及设计	2	验证型、综合型	选修	4
5	螺栓连接特性分析	2	验证型、综合型	必修	2
6	带传动的滑动和效率测定	2	验证型、综合型	选修	2
7	滑动轴承特性分析	2	验证型	选修	4
8	轴系结构创意设计 & 分析	2	综合型、设计型	必修	4
9	减速器的拆装与结构分析	2	综合型	必修	2
10	机构运动创新设计	4	综合型、设计型	选修	4

注: 教师可根据不同专业需求对所列实验项目进行选择, 学生也可通过开放实验室选择相应的实验项目。

1.4 机械设计基础实验课程要求

通过机械设计基础实验课程的学习和实验实践,学生应做到以下几点:

- 1) 充分认识科学实验的内涵和重要意义。
- 2) 了解和熟悉机械设计基础实验常用的实验设备及仪器,掌握实验原理、实验方法、测试技术、数据采集、误差分析及处理方法。
- 3) 严格按科学规律从事实验工作,遵守实验操作规程,实事求是,不粗心大意、主观臆断,更不允许弄虚作假。
- 4) 在实验过程中认真观察实验现象,不忽视和放过“异常”现象,敢于存疑、探求、创新,对实验结果和实验中观察到的现象作出自己的解释和分析,树立实验能验证理论,也能发展和创造理论的观点。

5) 重视实验报告的撰写。实验报告是显示和保存实验成果的依据。实验报告的质量体现实验的价值和影响,同时也是实验教学中对学生的综合分析、抽象概括、判断推理等思维能力及语言、文字、曲线图表、数理计算等表达能力的综合实践训练。为此,如同重视实验过程一样,也应重视实验报告的撰写。

实验报告的文字应该简洁易懂,对所作结论应明确指出其适用范围或局限性。如果实验在某一方面取得了新成果或有新发现,则应作为重点详细阐述。实验报告也可以写出实验心得、教训、建议等,为后续的实验者提供借鉴,避免重复或走弯路。

1.5 实验室开放守则

1.5.1 实验室开放原则

1) 实验室开放的目的是通过创造实验活动环境,调动、激发学生学习的积极性和主动性,使学生有独立思考、自由发挥、自主学习的时间和空间,做到因材施教,培养高素质人才。

2) 实验室开放要结合教学条件和学生特点。对于低年级学生,主要训练其基本技能和实践能力;对于高年级学生,重在培养其工程意识和科研能力。

3) 开放实验室要不断丰富开放内容,改进开放形式,提高开放效果。

开放实验内容要与设计型、综合型实验相结合,培养学生利用计算机等现代化手段进行科学实验的能力。

4) 实验室开放要注重实效。根据实际情况,学生可选做基本训练的实验,也可选做设计型、综合型、研究型实验。开放项目可以是教学计划要求的课内实验,也可以是课外内容,以满足不同层次学生的要求。

1.5.2 实验室开放形式

实验室向学生开放的具体形式分为学生参与科研型、学生参加提高型、自选课题型等,采用以学生为主体、教师加以启发指导的模式。

1) 学生参与科研型实验。主要面向高年级学生,实验室定期发布科研项目中的开放研究题目,吸收部分优秀学生早期进入实验室参与教师的科学研究活动。

2) 学生参加提高型实验。实验室定期发布教学计划以外提高型实验项目,学生在指导教师的指导下,完成实验方案的设计、试验装置安装与调试,完成实验并撰写论文或实验报告。

3) 学生自选课题型实验。学生自行拟定实验研究课题,结合实验室的方向和条件,联系到相应实验室和指导教师开展实验活动,实验室提供相应的实验条件,指派教师进行指导。

1.5.3 实验室开放安排

实验室主要采取预约、学生自选题目等多种开放形式。

每学期实验开始前,实验室应向学生公布本学期实验室开放的时间、地点、实验项目和指导教师。学生要根据自己的课程需求选定实验项目和内容。

1.5.4 实验室开放管理

1. 实验室开放职责

实验室开放实行主任负责制,实验室技术人员实行坐班制。实验室工作人员根据实验室开放计划及时做好仪器设备、实验耗材及实验环境等方面的准备工作。实验室开放时,实验指导教师和实验技术人员负责做好教学秩序、实验安全等方面的管理工作,做好开放实验记录。

2. 实验仪器管理

1) 仪器设备管理和使用要做到“三好”(管好、用好、维护好)、“三防”(防尘、防潮、防震)、“四会”(会操作、会保养、会检查、会简单维修)、“三定”(定人保管、定期维护、定点存放),保证仪器设备性能完好可靠。

2) 仪器的使用必须严格遵守实验室有关管理规章制度。

3) 实验室的专、兼职管理人员对所管仪器应负全面责任,未经管理人员同意任何人不得借出仪器设备。

4) 仪器借用必须办理相应借用手续。由借用部门提出申请,按规定签字批准后方能借出。

5) 加强仪器的维护和保养工作。发生故障时要及时送修或置换,以确保仪器处于完好状态,不影响实验的正常进行。

6) 提高仪器设备利用率,充分发挥投资效益。在保证实验工作正常进行的前提下,使用部门经批准可以承担校外的实验任务,所得经济效益按学校有关规定办理。

1.5.5 实验纪律

- 1) 必须在指定的时间参加实验，不得迟到、早退，迟到十分钟以上者，不得参加本次实验。
- 2) 实验前必须认真预习实验指导书及实验内容，明确实验目的、步骤和原理，并完成预习作业。未完成预习作业和回答教师提问不及格者，不得参加本次实验。
- 3) 由于特殊原因，不能参加实验者，经指导教师同意方可补做。
- 4) 实验准备就绪后，须经指导教师检查，方可进行实验。实验时必须严格遵守实验室的规章制度和仪器设备操作规程，如实记录数据，不准抄袭他人实验结果。
- 5) 爱护仪器设备，节约消耗材料，未经许可不得动用与本实验无关的仪器设备及其他物品，不准将实验室的任何物品带出室外。
- 6) 实验时要切实注意安全，若发生事故，就立即切断电源，保持现场，及时向指导教师报告，待查明原因并排除后，方可继续实验。
- 7) 进入实验室后应保持安静，不得高声喧哗和打闹，不准抽烟，不准随地吐痰，不准乱抛纸屑杂物，要保持实验室和仪器的整齐清洁。
- 8) 实验完毕后，仪器物品应恢复原位，整理场地，关闭电源。经指导教师检查仪器设备、工具、材料及实验记录后，方可离开实验室。
- 9) 对违反实验室规章制度和操作规程，擅自动用与本实验无关的仪器设备，私自拆卸仪器设备而造成事故和损失的，肇事者应写出书面检查，视情节轻重和认识程度按规章处理。

1.5.6 奖惩与监督

- 1) 鼓励学生利用课余时间参加实验室开放活动。学生参加开放实验的成绩经考核后计入创新学分，以学生参加科研、科技活动的阶段性成果（实物、论文或总结报告等）、实验成果（实物、论文或实验报告等）和指导教师的考核评价作为成绩和学分的评定依据。
- 2) 鼓励和支持实验技术人员、教师通过开放实验产生创新性成果。开放实验获得的成果，可申报校内实验技术成果奖的评奖。

图 1-5-1 平面力系平衡的几何条件		图 1-5-2 平面力系平衡的代数条件	图 1-5-3 平面力系平衡的代数条件

第一篇 机构参数测试与分析实验

第 2 章 机构运动简图测绘与分析实验

2.1 概述

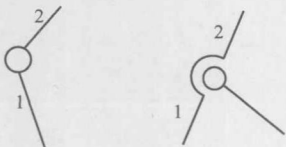
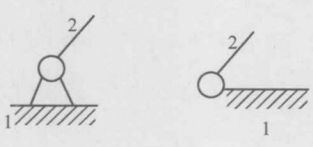
机构是具有确定运动的实物组合体。分析机构的组成可知，任何机构都是由许多构件通过运动副的连接而构成的。

1. 运动副

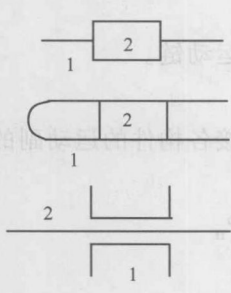
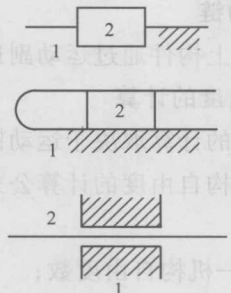
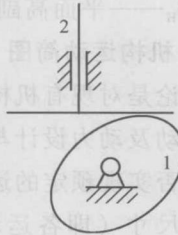
机构都是由构件组合而成的，其中每个构件都以一定的方式与另一个构件相连接，这种连接既使两个构件直接接触，又使两个构件能产生一定的相对运动。每两个构件间的这种直接接触并能产生一定相对运动的连接称为运动副。构成运动副的两个构件间的接触包括点、线、面三种形式，两个构件上参与接触而构成运动副的点、线、面的部分称为运动副元素。

构件所具有的独立运动的数目称为构件的自由度。平面内一个构件在未与其他构件连接前，可产生 3 个独立运动，也就是说具有 3 个自由度。常用平面运动副的表示方法见表 2-1。

表 2-1 常用的平面运动副

名 称	代表符号	
	两运动构件构成的运动副	两构件之一为固定件时构成的运动副
转动副		

(续)

名 称	代表符号		
	两运动构件构成的运动副		两构件之一为固定件时构成的运动副
移动副			
凸轮机构	尖顶从动杆	滚子从动杆	平底从动杆
			
	外啮合	内啮合	齿轮齿条啮合
齿轮机构			
其他形式 高副			

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，如凸轮副、齿轮副。

(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；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，以此类推，还有3级副、4级副、5级副。