

高等学校教材

机械设计基础

实验教程

主编 杨洋

Design
of Machinery



高等教育出版社
Higher Education Press

高等学校教材

机械设计基础实验教程

主 编 杨 洋

副主编 郭卫东 李晓利 焦洪杰 韩晶京 陈殿生

审 阅 宗光华



高等教育出版社

内容简介

本书是在机械设计基础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,体现了培养学生工程意识、机械设计创新能力、综合设计能力的实验教学理念。

本书按照机械基础系列课程的实验教学体系进行编写,以引导学生在机械基础认知的基础上,掌握机械设计基础实验的基本原理、基本技能和实验方法,进一步培养学生机械设计的创新意识和分析、解决工程问题的能力。按照教学内容的体系,适应不同层次学生的实验教学。主要内容包括:机械设计基础实验教学体系、实验项目、大纲和要求,机械工程常用物理量的测量知识,机械基础实验常用仪器设备,机械基础教学认知实验,工程制图实验,机械原理实验,机械设计实验,机械系统综合实验等。

本书可作为普通高等学校本科机械类、近机械类等相关专业的机械设计基础实验教材,也可供有关教师、工程技术人员和科研人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础实验教程/杨洋主编. —北京:高等教育出版社,2008.11

ISBN 978-7-04-024977-4

I. 机… II. 杨… 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(2008)第156703号

策划编辑 卢广 责任编辑 李京平 封面设计 赵阳 责任绘图 尹莉
版式设计 陆瑞红 责任校对 杨雪莲 责任印制 陈伟光

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总机 010-58581000

经销 蓝色畅想图书发行有限公司
印刷 北京市白帆印务有限公司

开本 787×1092 1/16
印张 11.75
字数 280 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landracom.com>
<http://www.landracom.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版次 2008年11月第1版
印次 2008年11月第1次印刷
定价 14.10元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24977-00

前 言

从原始工具到今天的载人宇宙飞船等各种现代机械,都是人类通过大量的科学实验进行探索和验证的结晶,科学发现、技术发明都离不开实验。随着科学技术的不断发展,科学实验的范围和深度也在不断地拓展和升华,科学实验在当今我国进行自主创新时期将起到越来越重要的作用。

实践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,也对学生培养严谨的科学态度,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高等学校教育质量工程,把实践实验教学提高到了一个新的高度。增加实践实验教学的项目和内容,扩大实践教学在教学中的比重势在必行。

机械基础系列课程是机械类专业重要的技术基础课,但目前该系列课程的实验教学大都依附于相关的理论课程,由于缺乏系统性,使学生只重视理论学习,轻视实际操作和实践训练,这与当前高水平研究型的创新人才培养的要求差距较大。为了配合机械设计基础系列课程的改革,编者尝试对机械基础系列课程的实验进行系统的优化整合,并按照课程体系安排实验教学,设置机械基础实验课程。

本书是北京航空航天大学机械基础教学实验中心多年来实验教学的总结,是集体智慧的结晶。本书根据高等学校机械设计基础系列课程教学大纲中对实验教学的要求安排内容,并在此基础上增加了近年来在北航 985 教育振兴行动计划及在北航教学评优、教改项目、精品课建设等的支持下,新建设的有特色的综合性、创新性实验。教材结合国内外机械设计教材和实验教学的发展,建设了机械基础网络虚拟实验、机构虚拟样机设计实验等利用网络手段和计算机软件环境的机构虚拟样机实验。另外还增加了自行建设的机械系统综合实验台,用于进行机械系统的综合设计和创新教学。为了开展学生自主动手实验教学,建设了机械设计学生工作室,配合机械基础系列课程,以提高学生动手能力和对机构组成、机械基本结构的理解和掌握,全面提高学生的工程设计能力。同时,学生工作室面向全校学生开放,为学生进行科技创新等实践活动创造条件,提高学生动手实践能力,培养学生分析问题和解决问题的能力,为学生参与生产或科学研究创造条件,打好基础。

为了便于教学,本书按照机械设计系列课程的教学顺序安排,绪论部分介绍机械基础实验教学体系、教学大纲等;第一章介绍机械基础实验中涉及的机械量的测量技术;第二章介绍机械基础常用的仪器设备的组成、原理;第三章介绍机械基础的认知体系和相关实验;第四章到第六章分别是工程制图实验、机械原理实验、机械设计实验;第七章介绍机械系统的综合性、自主性及创新性实验。

参加本书编写工作的有:杨洋(绪论,1.1,1.2,1.3,2.6,2.8,2.11,3.2,第四章,5.4,5.7,6.1,6.5,7.4)、郭卫东(2.4,2.5,2.7,5.1,5.2,5.3,5.5,5.6,7.1,7.6)、李晓利(2.1,2.2,2.10,

3.3,6.2,6.3,7.3)、焦洪杰(1.4,2.8,3.1,6.7,7.2)、韩晶京(2.3,3.4,6.4,6.6)、陈殿生(2.9,7.5)。由杨洋担任主编。

宋光华教授审阅了本书,并提出了宝贵的意见和建议,在此深表感谢
由于时间和编者水平有限,教材中难免存在误漏之处,敬请读者批评指正。

作 者
2008.8

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010)58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真：(010)82086060

E-mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮编：100120

购书请拨打电话：(010)58581118

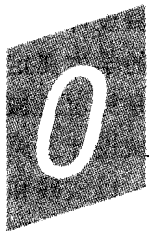
目 录

绪论			
0.1 机械设计基础实验教学的地位与作用	1	2.11 机械基础网络虚拟实验室	70
0.2 机械设计基础课程实验教学体系	2	第三章 机械基础教学认知实验	75
0.3 机械设计基础课程实验内容、分类与要求	6	3.1 机械的组成	75
0.4 机械设计基础课程实验教学大纲	10	3.2 机械基础教学认知体系	76
第一章 机械工程常用物理量的测量知识	15	3.3 常用机构认知实验	79
1.1 位移、速度、加速度测量	15	3.4 机械零件现场认知实验	82
1.2 力和力矩测量	21	第四章 工程制图实验	88
1.3 常用传感器及其原理	23	4.1 典型零件测绘实验	88
1.4 误差分析与数据处理	29	4.2 单级圆柱齿轮减速器的综合测绘实验	92
第二章 机械设计基础实验常用仪器设备	37	第五章 机械原理实验	94
2.1 螺栓连接实验台	37	5.1 机构运动简图测绘实验	94
2.2 带传动实验台	40	5.2 连杆机构创意设计实验	96
2.3 滑动轴承实验台	42	5.3 机构虚拟样机分析与设计实验	103
2.4 动平衡实验台	45	5.4 渐开线直齿圆柱齿轮虚拟范成实验	107
2.5 连杆机构创意设计实验台	46	5.5 刚性转子动平衡实验	109
2.6 机组运转及飞轮调速实验台	48	5.6 机构运动参数测定实验	112
2.7 机械系统运动方案创新设计实验台	52	5.7 机组运转及飞轮调速实验	117
2.8 机械系统综合实验台	60	第六章 机械设计实验	122
2.9 机械运动控制实验台	66	6.1 减速器拆装与结构分析实验	122
2.10 机械设计学生工作室设备简介	69	6.2 螺栓组连接实验	126
		6.3 带传动实验	129
		6.4 滑动轴承实验	131

6.5	机械结构虚拟装拆实验	134	7.4	机电模块创意设计实验	167
6.6	组合轴系结构设计实验	138	7.5	机械运动控制实验	172
6.7	机械传动性能参数测试实验	141	7.6	机械设计学生自主创新设计 实验	176

第七章	机械系统综合实验	148
7.1	机械运动方案创意设计实验	148
7.2	机械传动方案交互创新设计 实验	150
7.3	机械设计及自动化专业综合 实验	154

参考文献	178
-------------	-----



绪 论

机械设计基础实验教学的地位与作用

根据国家“十一五”规划,创建具有自主创新和自主知识产权的科技创新型体系,高等教育的目标是提高高等教育的办学质量。在此情况下,北京航空航天大学提出了在新的发展时期的发展战略,在拓展办学规模的基础上,向全面提高办学质量转变;在有效培养常规型科技人才的基础上,向注重培养创新型专业人才转变。为此,本科教学的教改思路是“强化基础,突出实践,重在素质,面向创新”。

未来,中国将由制造大国发展到制造强国,产品将转向自主创新的时代。“中国设计”必须从仿照设计→创新设计→原创性的设计。那么,一个产品能否体现自主创新和具有自主知识产权,其关键环节在于设计。自主创新时代需要加强学生机械设计的能力。工程图学、机械原理与机械设计是设计系列课程中的核心,加强机械设计全过程的学习与实践对机械产品的自主创新至关重要。

机械设计基础系列课程是以工科为主的覆盖面广的主干课程,其实验课程可以使工科学生具有丰富的实验思想、方法、手段,同时能提供综合性很强的基本实验技能训练,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人才、研究型工程创新人才奠定坚实的基础。它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。

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的过程中,逐步意识到理论教学和实验教学具有同等重要的地位和作用。尤其是在我国进入知识创新工程的时代,以中国设计逐步替代中国制造。工业实践表明,产品的创新70%取决于设计阶段。机械工业产品也不例外,而机械工程专业基础知识的获取是机械产品的创新设计的可靠保证。

知识的获取不仅仅是从理论教学和教科书中获取,尤其是对工科学生而言,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,提高分析问题和解决问题的能力,培养科研协作精神,使自身素质得到全面提高的目的。

机械设计基础系列课程是机械工程学科重要的专业基础课程,系列课程包括机械设计工具(画法及工程制图)、机械原理和机械设计等。其教学目标是从事机械及相关专业的学生奠定专业基础知识,培养学生工程意识和工程设计的能力。机械设计基础实验课程主要是针对机械设计系列课程进行的实验和实践教学。一方面结合系列课程的特点,展开相关的机械设计及原理理论的验证实验;另一方面,机械设计基础实验课程在基础性、验证性实验的基础上,以实践和认知理念入手,通过开放性实验和网络实验进行机械设计,提高学生对机械研究对象的认知和理解,做好课程的启蒙,培养学生的工程意识,激发学生学习机械设计系列课程的兴趣。根据机械专业的特点和现代机械工业的发展,展开结合课程的设计性和综合性实验,培养学生分析问题和解决问题的能力,机械运动、传动方案的创新意识,为机械产品的中国设计创造条件。

在实验中,通过实验设备的操作、仪表调试、观察现象、处理数据、书写报告等一系列实践性教学环节,使学生掌握操作技能、提高独立工作和动手能力。整个实验过程要求认真、准确、细致和尊重客观事实,有效地培养学生严肃认真、一丝不苟、实事求是的科学工作作风,这对于今后工作更有其深远意义。

通过实验教学,还可以使学生认知机械设备与机械装置,掌握绘制实际机构运动简图的技能,掌握对机械参数测试的手段,培养学生的测试技能,提高学生独立思考问题、分析问题和解决问题的能力,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,开设具有创造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。

1.2 机械设计基础课程实验教学体系

纵观国外著名大学的工程教育体系可以看出,首先强调工程素质、技能培养,在学习中强调教育中应重视学生的主动学习,认为主动学习是创新设计的关键。现代工程对协作要求越来越重要,有本专业内合作,也有跨专业合作,通过项目贯穿学习的始终,在项目中启发学生主动思维,锻炼创新能力,巩固所学知识并培养团队精神。

针对机械设计基础系列课程,以机械基础实验中心和 CAD 中心为实验教学环境,构建出新型实验教学体系(图 0.1)。其主要思路是:以开放式的实验室为基地,在培养学生工程素质、技能的基础上,掌握进行工程设计的现代工具;拓展学生对机械设计对象形态、组成、结构及工作原理的认知和理解;利用现代测试技术和各种手段,培养学生自主地进行实验测试能力;通过设计性综合性实验项目和科技创新学生活动,培养学生进行机械设计的创新思维能力和相互协作的科研精神;通过实践增强实践情感和实践观念,培养良好的公德意识和责任意识,实事求是、严肃认真的科学态度和刻苦钻研、坚忍不拔的工作作风,培养探索精神和创新精神。实验教学体系如图 0.1 所示。

1. 以工程素质、技能培养为基础

现代工程创新型人才培养最基本的是使学生掌握本领域的几种工具,这就是“工欲善其事,

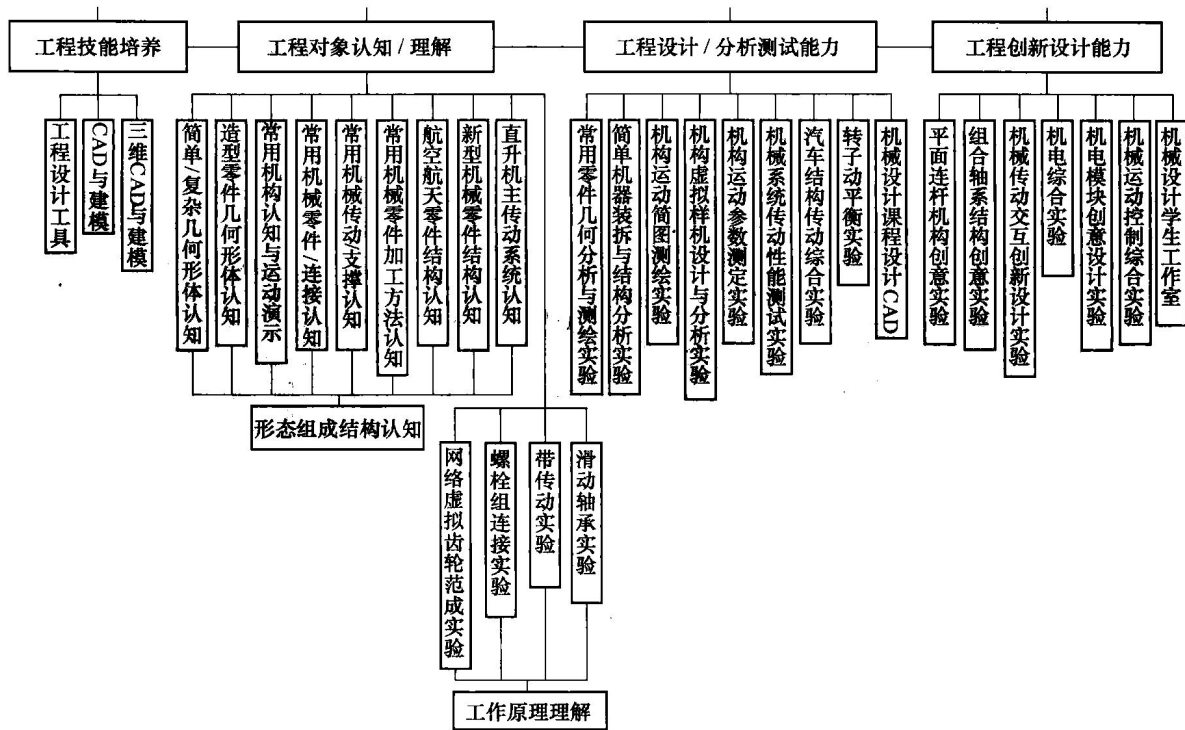


图 0.1 机械设计基础实验教学体系

必先利其器”的道理。在工程设计中,工程图形是构思、设计与制造中工程与产品信息的定义、表达和传递的主要媒介。CAD 中心紧密结合课堂理论教学和实践,率先在全国开设了工程设计工具软件环境实践课程,面向机械类的学生建立了培养学生计算机应用能力的实践平台。学生通过学习掌握进行工程设计的文档制作工具 Word 软件、工程表格处理计算工具 Excel 软件,以及进行机械设计的工程绘图工具所使用的从二维工程图绘制到三维实体建模,培养学生从事机械设计的基本表达能力和工程绘图能力,使学生具有工程素质和严谨的工作作风。

2. 结合航空航天特色,拓宽工程设计对象的认知体系

知识的获得来源于两个途径,一个是学习,另一个是观察和认知。机械设计对象的形态、组成、结构、机构及工作原理的学习和理解必须通过实际的模型、形体,零部件、装置及机器等进行。认知体系贯彻虚实结合的原则,构成了立体化认知结构体系。

为此,北京航空航天大学机械基础教学实验中心在原有的常用机械零件及常用机构陈列室的基础上,在教育振兴行动计划的支持下,建设了机械设计陈列厅、复杂几何形体模型陈列室、常用机构及典型机构陈列室,并面向全校全天候开放。这些陈列室首先保证学习机械设计系列课程的学生对机械形体、组成、零部件结构、常用机构原理的认知。在此基础上,建设结合航空航天特色的直五直升机主传动陈列室为主的装置认知环境(图 0.2、图 0.3),如航空航天零件陈列室、汽车结构传动陈列室。通过对航空等机械设计对象的认知,启发学生的主动学习潜能。

对于航空航天的认知,利用北京航空航天大学飞机结构陈列室、北京航空馆的资源,使学生通过参观和认知各种飞机和航空航天知识,培养学生立志献身航天,刻苦学习机械设计课程的学习

习精神和兴趣。

另外,北京航空航天大学机械基础教学实验中心建设的网站已在校园网上公开,提供了机械百科知识、机械发展史及现代机械发展等栏目,在网上虚拟实验室中,开设了机械常用零部件的交互认知实验,学生可以利用网络资源进行学习。

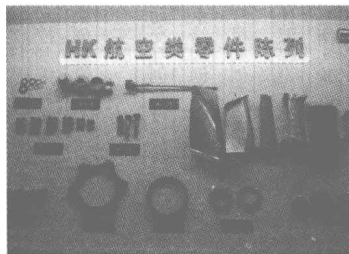


图 0.2 航空航天类零件

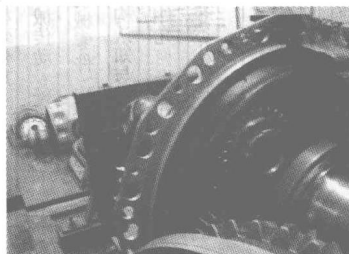
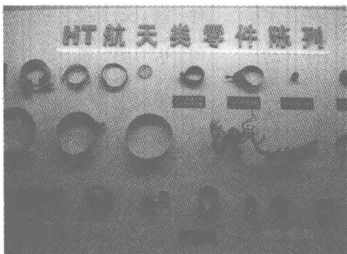


图 0.3 直升机主减速器

3. 以提高分析问题能力为目标,强化工程设计能力培养

为了培养学生机械设计专业技能,提高发现问题、解决问题、动手操作能力,北京航空航天大学机械基础教学实验中心建设的实验项目通过现代测试技术手段及软件分析手段,使学生在以下几方面的机械设计能力得到提高。

(1) 分析零件、机构的工作原理和结构特点,掌握工程分析技术手段,加深理解零件、机构等工作原理。机构简图测绘实验就是利用实际机器或典型机构模型,通过运动简图测绘,进行实物-图形的抽象,抽象的结果作为进一步的分析使用。在机器结构方面,通过对典型机器——减速器的装拆和分析,理解减速器的工作原理和组成以及结构等,建立进行机械结构设计整体思想。

(2) 机械设计对象的性能分析,利用现代测试技术手段,对典型机构进行运动参数测量和分析,获得机构的运动性能,对机构进行设计方案的评价。利用动平衡实验台,通过测试机械转子的动不平衡,根据动平衡理论进行转子动平衡。

对常用机械零件,通过对螺栓组加载进行实验,观察螺栓的工作情况和承载机理,理解螺栓组使用中的特点,加深螺栓强度设计的学习。此类实验还有滑动轴承实验。机械传动是机械设计中的主要部分,在自行开发的实验台上进行常用齿轮传动、带传动、蜗杆传动及链传动的动力及运动参数的测定,并且根据分析软件分析这些传动的效率,为工程设计提供依据,并且作为工程设计的评价体系。

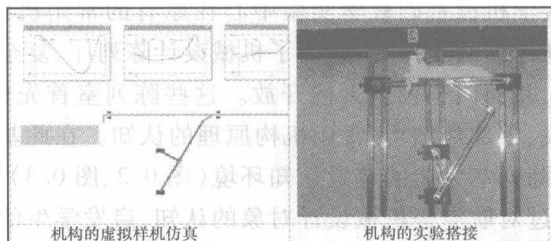


图 0.4 机构虚拟样机实验

(3) 利用现代机械工程分析软件,进行机械的运动、动力仿真,机械结构的三维建模和装配仿真。机械原理实验室利用中心配有的 ADAMS 机构运动学和动力学分析软件提供的虚拟分析实验平台(图 0.4),使学生对已有的机构或设计的新机构进行结构分析、运动学和动力学分析,理解机构的运动特点和性能。机械设计实验室利用三维建模软件 SolidWorks 进行机械结构的干涉和装配检测(图 0.5),分析机械结构的合理性及结构装配过程。

学生通过这些实验环节,可提高机械设计的工程测试及分析的能力。同时,加强对理论的深化和理解,有利于巩固课程知识,提高工程意识。

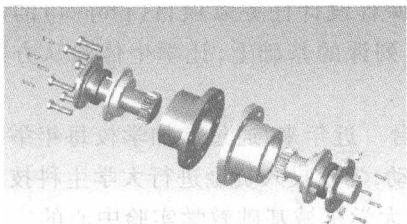


图 0.5 机械结构的虚拟装配



图 0.6 机械系统综合实验

4. 通过多种途径,培养学生的工程创新能力

自主创新能力的培养主要体现在以下几个方面。

(1) 结合课程进行创意设计基础训练 机械原理实验室自行开发了连杆机构创新设计实验台,在这个实验台上,学生根据自己所设计的机构创新方案进行实物搭接,验证机构的合理性。学生通过自主实验,动手能力得到进一步的提高。机械设计实验室开发的机械传动综合实验台如图 0.6 所示,提供了常用的机械传动五大模块,学生根据工作要求进行组合创意,自主动手进行传动模块的配置和设计。轴系组合设计实验给定轴的工作要求和结构形式,学生根据给定的模块组合出机械轴系结构。这些一方面课程知识的加深学习,同时也为进行创新设计奠定基础。

(2) 机械设计方案的创新设计训练 方案设计是决定产品性能的关键环节,通过下面设计方案的训练,使学生对机械设计有一个系统的理解和体验。

利用机械原理实验室的机械运动方案创新实验仪,学生在方案设计的基础上,运用机械原理所学的知识进行搭接组装。通过电、气驱动可以进行真实的机械运动,学生可以自主进行创意设计,组合多种方案进行验证、评价。

利用机械传动综合实验台进行传动方案的设计及机构设计,通过一系列的运动和动力参数

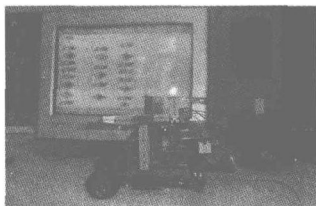


图 0.7 慧鱼创意设计训练台



图 0.8 机械设计学生工作

测试,评价设计方案的合理性和可行性。

机电创意设计实验利用德国慧鱼模块(图 0.7)进行机械-控制等创新设计训练,学生自发地组成项目小组,自己找题目进行方案答辩论证,通过讨论确定项目内容,在自行搭建的基础上进行调试和运转,最后根据创意的运行情况和创意的理念进行评分。同时,还要求学生提交项目创新论文。此方案构建了研究型创新人才培养的模式。

(3) 通过冯如科技赛杯,进行自主创新训练,培养工程创新能力 经过大量的调研,在研究国外著名大学机械工程专业学生实践教学的计划和相关实验室的教学情况的基础上,对现有的机械设计课程设计实践课程进行改革,主要思路是根据课程设计任务以项目(project)的形式进行机械设计全过程的创新训练。在学生学习机械基础系列课的基础上,让学生体验从方案设计到制作调试完成全过程。

(4) 学生学术科技活动是进行机械创新设计的大平台 近年来,通过参加学校每年举行的冯如杯科技竞赛,全国高校挑战杯等各种类型的科技竞赛活动,学校投入资金进行大学生科技训练活动,各种活动都涉及机械创新设计的内容。北京航空航天大学机械基础教学实验中心的实验教学体系培养了学生的创新意识和能力,学生工作室也将对参加这些活动的学生进行开发服务。

机械设计基础课程实验内容、分类与要求

主要的实验课程分布在基础陈列与认知开放实验、工程制图实验、机械原理实验、机械设计实验、机械系统综合实验及机械工程学生工作室。

0.3.1 基础陈列与认知开放实验

与面向 21 世纪机械基础理论课程体系和教学内容改革协调配合,着重培养学生的创新思维,开发创新潜能,使学生掌握创新设计的基本方法,从而提高学生的机械系统创新设计能力。

通过机械基础模型、机构运动方案及典型机械系统结构功能的展示,使学生了解机械的组成,获得机构方案的拟订,加深学生对机械系统结构的感性认识,并培养学生分析问题以及从具体结构抽象出机械的本质特征的能力。

通过现代机构、现代机械零部件及机械系统创新设计实例的展示,使学生进一步了解机械的结构组成,得到初步的创新设计构造的思维启迪,使学生把所学理论知识与实际机械系统有机结合起来,挖掘学生设计、研究、开发新型机械产品的潜能。

现在的模式为开放性实验,包括机械设计陈列厅、机械模型复杂形体陈列室、机械原理陈列室、减速器陈列室、直升机减速器陈列室、北京航空馆等。该项实验采用全年开放的形式,学生可以随时观看。此外,该开放陈列可以使全校师生共享,其受益面更广。

0.3.2 工程制图实验

工程制图实验是配合工程图学开设的认知和结构分析实验,包括两个内容,即:常用零部件的结构、模型认知;典型零件尺寸的测绘。面向学习工程图学的各专业开设,共 4 学时,学生人数达 1 800 人/学期。同时,该实验室建设的现代答疑室通过电子形式与学生进行交互答疑,通过课件演示,学生获得不少感性知识。

1. 典型机械/机器装拆综合实验

- (1) 深入了解认识机器的组成、原理、结构形式。
- (2) 认识零件的结构形状、工艺、作用。
- (3) 通过组装为正确绘制装配图打下基础。

2. 常用零、部件测绘实验

- (1) 学习机械零件尺寸的测绘方法,理解公差、配合概念。
- (2) 学会测量表面粗糙度、表面硬度的方法。

0.3.3 机械原理实验

该实验配合机械原理(机械类)、机械设计基础(近机类)课程规定的实验课程,包括7个实验,即基础性实验2个,有机械原理现场实验、机构简图测绘实验;提高性实验3个,有虚拟齿轮范成实验、转子动平衡实验、机构运动参数测定实验;创新性实验3个,有连杆机构创新设计实验、机构虚拟样机设计与分析实验、机械运动方案创新设计实验。

1. 机构运动简图测绘实验

- (1) 通过对实际机械或机构模型的直接测绘,掌握绘制机构运动简图的方法。
- (2) 验证机构自由度的计算。
- (3) 加深对机构组成原理的了解。

2. 齿轮虚拟范成实验

- (1) 观察用范成法切制渐开线齿轮的过程。
- (2) 进一步了解渐开线标准齿轮产生根切的原因和变位齿轮的概念。
- (3) 分析比较标准齿轮和变位齿轮在形状、几何尺寸等方面的异同点。

3. 刚性转子动平衡实验

- (1) 巩固刚性转子动平衡的基本理论与方法。
- (2) 了解闪光测相动平衡机的工作原理及操作方法。

4. 机械运动参数测试实验

- (1) 了解位移、速度、加速度的测定方法;角位移、角速度、角加速度的测定方法。
- (2) 通过实验,初步了解光电脉冲编码器、光栅尺的基本原理,并掌握它们的使用方法。
- (3) 通过比较理论运动线图与实测运动线图的差异,增加对速度、角速度,特别是加速度、角加速度的感性认识。

5. 机械动力参数测试实验

- (1) 熟悉机组运转时工作阻力的测试方法。

- (2) 理解机组稳定运转时速度出现周期性波动的原因。
- (3) 理解飞轮的调速原因。
- (4) 了解机组起动和停车过程的运动规律。

6. 机构虚拟样机设计实验

利用机构运动学和动力学虚拟样机软件进行实验。学生在进行机构创意方案设计的基础上,在 ADAMS 环境下进行机构的虚拟样机建模,利用该软件进行机构的运动学和动力学分析,分析方案的合理性,为进一步进行机构的实物制作和搭接奠定基础。此实验意义在于培养学生解决工程实际问题的能力和利用现代设计手段进行创新设计的能力。

0.3.4 机械设计实验

针对机械设计、机械设计基础(近机类)开设的实验课程,包括 7 个实验项目,基础性实验 1 个,即机械零件现场实验;提高性实验 3 个,有螺栓组实验、滑动轴承设计实验、带传动实验;结构设计性实验 2 个,有减速器结构分析实验、虚拟装配实验等;分析性实验有机械传动性能测试实验、轴系组合创意设计实验。

1. 螺栓组连接实验

- (1) 了解螺栓组连接中,受翻转力矩作用时各螺栓的应力变化情况。
- (2) 初步掌握电阻应变仪的原理和使用方法。

2. 带传动实验

- (1) 观察带传动中弹性滑动和打滑现象。
- (2) 了解初拉力对传动能力的影响。
- (3) 掌握带传动扭矩、转速的测试方法。
- (4) 绘制出滑动曲线和效率曲线,进一步加深对带传动工作原理的认识。

3. 滑动轴承实验

- (1) 观察滑动轴承动压形成过程与现象,加深对形成流体动压条件的理解。
- (2) 通过实验绘制滑动轴承的特性曲线。
- (3) 通过实验数据与数据处理绘制轴承径向油膜压力分布曲线及承载曲线。

4. 减速器拆装与结构分析实验

- (1) 了解减速器的结构,熟悉装配和拆卸方法。
- (2) 通过拆装,很好地掌握轴承部件的结构。
- (3) 了解减速器各个附件的名称、结构、安装位置和作用。

5. 机械装置虚拟装拆试验

- (1) 利用网络虚拟实验室进行机械结构的虚拟装拆。

- (2) 理解各种常用机械结构的组成和装配关系。
- (3) 加强机械结构知识的掌握。

6. 组合轴系结构设计实验

- (1) 深入了解和认识轴系部件的结构形式,熟悉零件的结构形状、工艺要求和作用。
- (2) 了解轴系部件的组装、固定、调整、润滑与密封的方法。
- (3) 通过组装设计实验为正确设计轴系部件增加感性认识。

7. 机械传动性能参数测试实验

- (1) 认知工业常用的机械系统组成。
- (2) 掌握机械传动动力参数(转速、扭矩)测量方法。
- (3) 了解机械效率的测量原理,绘制效率曲线。
- (4) 掌握机械传动性能分析的评价方法。

0.3.5 机械系统综合实验

针对机械设计系列课程开设的综合性和自主创新性实验包括4个实验项目,其中,综合性实验2项,创新性实验2项。综合性实验面向本科生开设了公共选修课。针对机电专业学生开设了2门实验课程,共20学时。

1. 机械设计及自动化专业综合实验

- (1) 通过自行开发建设的典型软盘驱动器和光盘驱动器机械电子系统,进行机械设计和控制的综合专业训练。
- (2) 通过软盘驱动器、光盘驱动器的拆装实验,了解软盘驱动器的结构、工作原理。
- (3) 进行驱动系统的运动分析及主要零件测绘实验。
- (4) 软盘驱动器磁头运动控制和编程实验,软盘驱动器磁头寻道综合测试实验。

2. 机电模块创意设计实验

- (1) 介绍现代机电系统的模块、组成、结构原理。
- (2) 现代机电系统的设计计算方法。
- (3) 利用慧鱼模块进行机电系统的创意设计并进行实物搭接和调试。
- (4) 培养学生机电模块的设计思维,训练学生掌握综合知识的能力。

3. 机械传动方案交互创新设计实验

- (1) 根据给定的机械系统的设计要求,构思传动系统的设计方案。
- (2) 利用机械系统综合实验平台进行实际装配、搭接。
- (3) 进行所搭建的传动方案机械传动性能测试,评价方案的优缺点,培养学生对机械传动方案的设计和分析综合能力。