



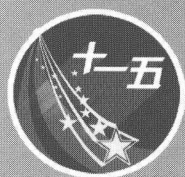
国家级实验教学示范中心系列规划教材
普通高等院校机械类“十一五”规划实验教材

机械原理与机械设计 实验教程

JIXIE YUANLI YU JIXIE SHEJI
SHIYAN JIAOCHENG

孔建益 熊禾根 主编

华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>



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“十一五”规划实验教材

机械原理与机械设计 实验教程

JIXIE YUANLI YU JIXIE SHEJI
SHIYAN JIAOCHENG

孔建益 熊禾根 主编

华中科技大学出版社

中国·武汉

<http://www.hustp.com>

图书在版编目(CIP)数据

机械原理与机械设计实验教程/孔建益 熊禾根 主编. —武汉:华中科技大学出版社, 2008年10月

ISBN 978-7-5609-4905-5

I. 机… II. ①孔… ②熊… III. ①机构学-实验-高等学校-教材 ②机械设计-实验-高等学校-教材 IV. TH111-33 TH122-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 149012 号

机械原理与机械设计实验教程

孔建益 熊禾根 主编

策划编辑:刘 锦

封面设计:潘 群

责任编辑:刘 勤

责任校对:祝 菲

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:湖北新华印务有限公司

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:6 插页:2

字数:150 000

版次:2008年10月第1版

印次:2008年10月第1次印刷

定价:16.00元

ISBN 978-7-5609-4905-5/TH·182

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

机械原理与机械设计实验教学是培养机械类专业人才的重要教学内容与环节。本实验教材是在总结多年来实验教学经验的基础上,并基于武汉科技大学国家级机械实验教学示范中心的实验教学体系构架而编写的,系该中心教材建设中的系列教材之一。

教材中的内容主要涉及机械类人才培养课程体系中三门密切相关的课程的各层次实验,包括机械原理课程实验、机械设计课程实验和机械创新设计课程实验。本教材的构架既便于实验教学与课程理论教学的同步进行,也便于实验课程单独设课的教学运行。

本教材适用于机械类各层次和专业学生以及近机类和非机类工科学生。

序

知识来源于实践,能力来自于实践,素质更需要在实践中养成,各种实践教学环节对于培养学生的实践能力和创新能力尤其重要。一个不争的事实是,在高校人才培养工作中,当前的实践教学环节非常薄弱,严重制约了教学质量的进一步提高。这引起了教育工作者、企业界人士乃至普通百姓的广泛关注。如何积极改革实践教学内容和方法,制定合理的实践教学方案,建立和完善实践教学体系,成为高等工程教育乃至全社会的一个重要课题。

有鉴于此,“教育振兴行动计划”和“质量工程”都将国家级实验教学示范中心建设作为其重要内容之一。自2005年起,教育部启动国家级实验教学示范中心评选工作,拟通过示范中心实验教学的改进,辐射我国2000多万在校大学生,带动学生动手实践能力的提高。至今已建成219个国家级实验教学示范中心,涵盖16个学科,成果显著。机械学科至今也已建成14个国家级实验教学示范中心。应该说,机械类国家级实验教学示范中心建设是颇具成果的:各中心积极进行自身建设,软硬件水平都是国内机械实验教学的最高水平;积极带动所在省或区域各级机械实验教学中心建设,发挥辐射作用;成立国家级实验教学示范中心联席会机械学科组,利用这一平台,中心间交流与合作更加频繁,力争在示范辐射作用方面形成合力。

尽管如此,应该看到,作为实践教学的一个重要组成部分,实验教学依然还很薄弱,在政策、环境、人员、设备等方方面面还面临着许多困难,提高实验教学水平进而改变目前实践教学薄弱的现状,还有很多工作要做,国家级实验教学示范中心责无旁贷。近年来,高校实验教学的硬件设备都有较大的改善。与之相对应的是,实验教学在软的方面还亟待提高。就机械类实验教学而言,改进实验教学体系、开发创新性实

验教学项目、加大实验教材建设这三点就成为当务之急。实验教学体系与理论教学体系相辅相成,但与理论教学体系随着形势发展不断调整相比,现有机械实验教学体系还相对滞后,实验项目还缺少设计性、创新性和综合性实验,实验教材也比较匮乏。

华中科技大学出版社在国家级实验教学示范中心联席会机械学科组的指导下,邀请机械类国家级实验教学示范中心,交流各中心实验教学改革经验和教材建设计划,确定编写这套“普通高等院校机械类‘十一五’规划实验教材”,是一件非常有意义的事情,顺应了机械类实验教学形势的发展,可谓正当其时。其意义不仅在实验教材的编写出版满足了本校实验教学的需要。更因为经过多年的积累,各机械类国家级实验教学示范中心已开发出不少创新性实验教学项目,将其写入教材,既满足本校实验教学的需要,又展示了各中心创新性实验教学项目开发成果,更为我国机械类实验教学开发提供借鉴和参考,体现了示范中心的辐射作用。

国内目前机械类实验教学体系尚未形成统一的模式,基于目前情况,“普通高等院校机械类‘十一五’实验规划教材”提出以下出版思路:各国家级实验教学示范中心依据自身的实验教学体系,编写本中心的实验系列教材,构成一个子系列,各子系列教材再汇聚成“普通高等院校机械类‘十一五’规划实验教材”丛书。以体现百花齐放,全面、集中地反映各机械类国家级实验教学示范中心的实验教学体系。此举对于国内机械类实验教学体系的形成,无疑将是非常有益的探索。

感谢参与和支持这批实验教材建设的专家们,也感谢出版这批实验教材的华中科技大学社的有关同志。我深信,这批实验教材必将在我国机械类实验教学发展中发挥巨大的作用,并占据其应有的地位。

国家级实验教学示范中心联席会机械学科组组长
《普通高等院校机械类“十一五”规划实验教材》丛书主编



2008年9月

前 言

实验教学是实践教学的重要内容之一,是专业人才培养过程中的重要教学环节。机械设计类课程在机械类专业人才培养的课程体系中占有重要的地位,这类课程的实验教学在理论知识与方法的传授、工程应用与创新能力的培养过程中起着承上启下的关键作用。

本教材主要对应于下列四门密切相关的机械设计类课程:“机械原理”、“机械设计”、“机械设计基础”和“机械创新设计”,对其各层次实验项目进行了阐述,既包括各课程的一些传统必做实验项目,也包括一些综合型和设计型实验项目。此外,教材中还阐述了武汉科技大学国家级机械实验教学示范中心的两个特色实验项目:“基于型综合创造技法的机构创新设计与仿真实验”和“受控五杆机构运动仿真、综合与控制实验”,这两个实验项目是基于武汉科技大学国家级“机械原理”精品课程及改造、设计和开发的实验软硬件而开设的。

本教材在内容构架和编写上具有以下特点。

(1) 各实验项目的阐述采用统一的内容构架,即实验预习—实验目的一实验内容—实验用软、硬件—实验步骤及注意事项—实验报告。

(2) 为了强化实验教学和相关理论知识的联系,提高实验教学的效率和效果,对每个实验项目都设置了与实验内容和方法相关的预习题,学生需要在认真完成预习题后,方可进行实验,使得实验预习成绩纳入实验总成绩的操作更合理、更可行。

(3) 在各实验项目的实验内容部分,进行了分级叙述,使学生对实验内容的理解和把握更加准确。

(4) 在大部分实验项目的实验步骤及注意事项部分,采用了两级叙述的方式,一级叙述基本与分级叙述的实验内容相对应,使学生在进行实验操作时条理和步骤更加清晰、有序。

(5) 随着计算机和测试等技术的发展,越来越多实验的操作既需要涉及硬件,也要涉及相应的软件,因此将此部分内容放在同一节中进行叙述,具有更好的系统性。

本教材由孔建益、熊禾根担任主编。第1章由熊禾根编写,第2章由朱华蓓、钟东阶编写,第3章由陶平编写,第4章由侯宇编写,第5章的实验报告分别由第2~4章编写人员对应内容来编写。全书由熊禾根统稿。

在本书的编写过程中,参阅了以往其他版本的同类教材、资料及文献,并得到许多同行专家、教授的支持和帮助,在此衷心致谢。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请广大师生、读者提出宝贵意见,以求进一步改进。

编 者

2008年6月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 概述	(1)
1.2 实验教学目的与要求	(2)
1.3 机械设计实验教学体系	(2)
1.4 实验方法与手段	(4)
第 2 章 机械原理实验	(5)
2.1 常用机构认知	(5)
2.2 平面机构运动简图测绘	(6)
2.3 渐开线齿轮范成	(8)
2.4 渐开线直齿圆柱齿轮参数测定.....	(10)
2.5 刚性转子动平衡.....	(13)
2.6 机构组合创新.....	(15)
第 3 章 机械设计实验	(25)
3.1 机械零部件认知.....	(25)
3.2 螺栓连接综合实验.....	(26)
3.3 带传动性能实验.....	(29)
3.4 机械传动系统方案设计和性能测试综合实验.....	(33)
3.5 流体动压润滑实验.....	(39)
3.6 轴系结构设计与分析.....	(44)
3.7 减速器拆装.....	(48)
第 4 章 研究创新型实验	(51)
4.1 机构虚拟设计与仿真实验.....	(51)
4.2 乐高机器人创新设计实验.....	(53)
4.3 基于型综合机构的创新设计与仿真实验.....	(56)
4.4 受控五杆机构运动仿真、综合与控制实验	(59)
第 5 章 实验报告	(65)
“平面机构运动简图测绘实验”实验报告	(65)
“渐开线齿轮范成实验”实验报告	(67)
“渐开线直齿圆柱齿轮参数测定”实验报告	(69)
“刚性转子动平衡”实验报告	(71)
“机构组合创新”实验报告	(73)
“机械零部件认知”实验报告	(75)
“螺栓连接综合实验”实验报告	(77)
“带传动性能实验”实验报告	(79)
“机械传动系统方案设计和性能测试综合”实验报告	(81)

“流体动压润滑实验”实验报告	(83)
“轴系结构设计与分析”实验报告	(85)
“减速器拆装”实验报告	(87)
参考文献	(89)

第1章

绪论

1.1 概述

机械工程是一门有着悠久历史的学科,是国家建设和社会发展的支柱学科。国内外包含工科的高等综合院校基本都设有机械工程学科相关的专业。该学科既具有广泛而系统的理论知识体系,又具有很强的工程应用背景。随着时代的进步、机械工程学科本身及相关学科的发展,对人才培养也提出了更新更高的要求,提升工程应用能力和创新能力成为机械学科人才培养的重要任务。基于这一背景和共识,作为高等院校人才培养重要内容和形式的实践教学也得到广泛和足够的重视,并提高到与理论教学等同甚至更高的地位。

实验教学是实践教学的重要内容之一,在理论知识与方法的传授、工程应用与创新能力的培养过程中起着承上启下的关键作用。随着国家对实验教学的重视,各高等院校都成立和建设了不同级别的实验教学中心,在建设过程中,加大了对实验教学人、财、物各方面的投入,形成了各具特色的实验教学体系。

实验教学体系与理论课程体系是密切相关的。就机械基础理论课程来说,各高校统一的课程主要为“机械原理”、“机械设计”、“机械设计基础”,随着时代对创新能力培养的要求,“机械创新设计”也在许多高等院校中面向本科机械工程专业学生开设。“机械原理”和“机械设计”是大机械类专业必不可少的重要技术基础课程,“机械设计基础”是针对近机类和部分非机类工科专业的技术基础课程,“机械创新设计”是基于“机械原理”和“机械设计”两门课程的知识理论基础而侧重于机械创新能力培养的一门重要课程。总体来说,这几门课程均属于大机械类专业的基础和设计类课程,在知识、理论、方法和能力等方面都有着密切的关联。

从课程理论教学和实验教学的关系来看,由于机械学科固有的特点,传统上实验教学一直是出于辅助地位,附属于相应的理论课程,实验教师也一直是作为教辅人员,从而影响了实验教学效果。因此,实验教学单独设课成为一种反映对实验教学重视的主要形式和提高实验教学效果的主要措施。实验教学单独设课的运行方式可以有两种:一是在教学内容、教学进度和考核上都脱离相应的理论课程;二是在仅在考核上与相应的理论课程脱离,独立考核,单独计学分,在教学进度上尽量保持与理论教学的吻合和相关,在教学内容上,既基于理论课程,同时又考虑综合和创新能力培养而高于理论课程的基本知识。对于机械基础课程相关实验教学来说,后一种教学运行方式应该是更具可行性和操作性,并且不影响师生对实验教学的重视和实验教学效果。

基于以上认识,在教材的构架上,我们将“机械原理”、“机械设计”、“机械设计基础”及“机械创新设计”等课程的实验整合在本教材中,以理论课程为主线,并考虑到人才个性化培养的发展方向及需求,设立了不同层次的实验项目,以适应面向不同学科、不同专业和不同能力的学生的实验教学,使教材具有很好的教学可操作性、适应性和灵活性。

1.2 实验教学目的与要求

如上所述,实验教学作为高等教育人才培养过程中的一个重要教学环节,在理论知识与方法的传授、工程应用与创新能力的培养过程中起着承上启下的关键作用。特别是对于机械这样一个工程背景和实践性很强的学科,实验教学的作用一方面是学生增加对理论知识的感性认识,加强对理论知识的理解和掌握,认识理论知识中对应的工程对象,培养其工程应用意识;另一方面,通过实验,培养学生分析、综合和解决问题的能力,动手操作的能力以及设计创新能力。

1. 实验教学的主要目的

- (1) 通过实验,加强对理论知识的理解和掌握;
- (2) 通过实验,认识理论知识中对应的工程对象;
- (3) 通过实验,了解和掌握工具、仪器、设备的作用、基本原理和使用方法;
- (4) 通过实验,培养动手操作的能力,培养分析、综合和解决实际问题的能力;
- (5) 通过实验,掌握实验数据常用的采集、处理和分析方法;
- (6) 通过实验,培养工程意识、创新意识,锻炼设计创新能力。

2. 对指导教师的要求

- (1) 不全盘灌输,边讲授边设问边启发,激发学生的积极主动思维;
- (2) 实验讲授过程中注重理论知识和实验的联系;
- (3) 尽量将实验和工程应用联系起来,培养学生的工程应用意识;
- (4) 重视实验过程中良好思维和操作习惯的培养;
- (5) 注意思维扩展的启发,培养学生的创新意识,锻炼学生的创新能力。

3. 对参加实验学生的要求

- (1) 认真复习相关理论知识,认真预习实验教学相关内容,完成预习思考题;
- (2) 在教师的讲授和启发过程中,积极主动思考和回答问题;
- (3) 实验过程中学会脑手并用,边做实验边思考;
- (4) 正确使用和爱护实验工具及仪器设备,完成实验后整理复位;
- (5) 保持实验室环境的整洁;
- (6) 按要求独立完成实验报告或实验论文。

1.3 机械设计实验教学体系

基于机械学科基础和设计类理论课程体系,并根据实验教学的目的,建立了以理论课程为主线、分层次的实验教学体系,其基本构架如图 1.1 和表 1.1 所示。

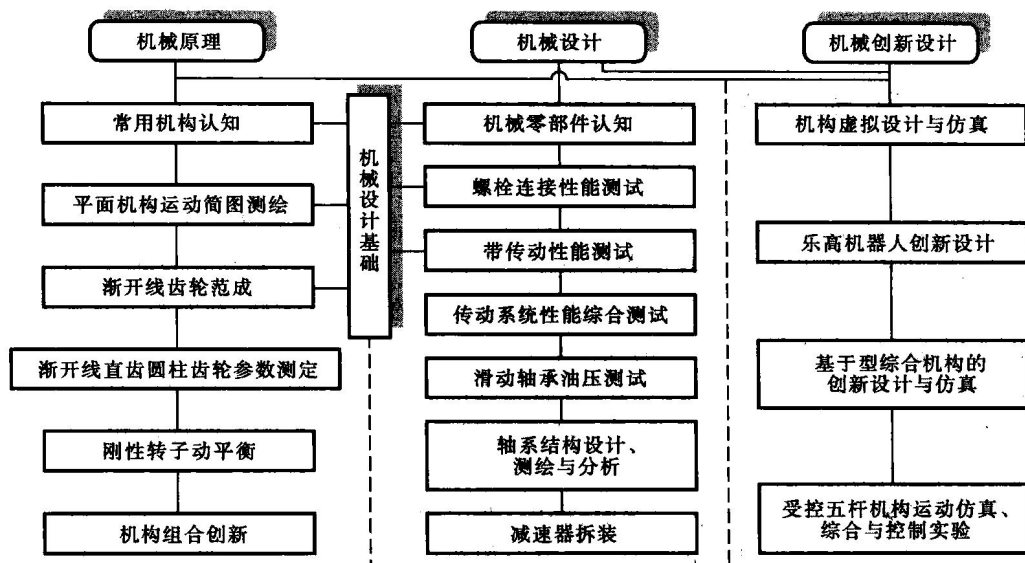


图 1.1 机械原理与机械设计实验教学体系的基本构架

表 1.1 机械设计实验教学体系

理论课程		实验项目	学时	层次
机械 设计 基础	机械原理实验	常用机构认知	2	基础型
		平面机构运动简图测绘	2	基础型
		渐开线齿轮范成	2	基础型
		刚性转子动平衡分析	2	综合型
		渐开线直齿圆柱齿轮参数测定	2	综合型
		机构组合创新	8	设计创新型
	机械设计实验	机械零部件认知	2	基础型
		典型机电产品构造认知	2	基础型
		螺栓组连接受力综合实验	2	综合型
		带传动性能实验	2	基础型
		动压滑动轴承实验	2	基础型
		减速器装拆	2	基础型
		机械传动方案设计与性能分析	8	设计创新型
		轴系结构设计与分析	6	设计创新型
机械创新设计实验		机构虚拟设计与仿真实验	8	设计创新型
		乐高机器人创新设计实验	6	设计创新型
		基于型综合机构的创新设计与仿真实验	8	设计创新型
		受控五杆机构运动仿真、综合与控制实验	12	设计创新型

1.4 实验方法与手段

传统的实验教学方法通常为:空间上仅集中于实验室,时间上仅集中于在实验室的几个学时,针对实验的相关实物对象或挂图进行灌输式的讲解。随着科技和社会的进步,对机械工程人才更加强调个性化的培养、工程应用能力和创新能力的培养。为此,在实验方法和手段上也需要进行相应的发展和改革。主要的改革举措如下。

(1) 改变“以教材为中心”的教学方法,通过教师引导,鼓励学生充分利用网络教学资源,查阅相关资料,进行综合分析和思考,使学生了解和掌握更为先进的实验理论和实验技术,提高实验教学的效果。

(2) 采取“课内、课外相结合”、“课前、课中、课后相结合”的开放式教学方法,打破传统的实验教学方法在时间、空间和知识信息量等方面的约束,增强实验教学的灵活性,扩大实验教学在时间和空间上的范围,并且充分发挥了学生在实验过程中的积极性和自主性,在实验过程中提倡研讨式教学方法,使学生通过实验得到知识和能力的综合训练。

(3) 在实验教学中,以学生为实验教学的主体,教师全程引导、启发和评价。在研究创新型实验中,让学生充分论述自己的设计思路、方案和实验研究结果,在更大程度上提高学生的学习自主性和积极性。

(4) 本着“以人为本,以学生为中心”的实验教学理念,采取“群体化、个性化相结合”的多目标培养教学模式。对基础型实验和大部分综合型实验要求全员必修,采取群体化教学;综合型实验和设计创新型实验,由学生根据自己的兴趣和能力进行自主选修;而对一些难度较大的研究创新型和课外科技创新项目则通过优选方式,选拔一些优秀学生参与,指定教师指导。通过这种多元化的教学方式,既保证了学生掌握必备的基础知识和技能,又充分发掘了学生的潜力。

(5) 对于部分综合型设计创新型实验,要求学生自主设计实验方案和实验步骤,教师只负责对方案和步骤的审查,指导学生按照自己设计的方案和步骤进行实验,较充分地培养了学生设计创新意识和实践动手能力。

(6) 对于部分设计综合型实验和研究创新型实验项目,通过学生自行组合和教师协调相结合的方式项目进行分组,根据项目小组成员的知识和能力情况确定小组长,组织本小组通过讨论、探究的团队协作方式完成实验项目。这项举措既培养了学生的团结协作意识和精神,又提高了实验教学效果。

为保证上述实验教学方法的实施,可灵活地应用下列不同的实验教学手段。

(1) 设置专门的多媒体实验教室,用于实验理论的统一讲授、设计实验的论证、实验总结和学术报告等。

(2) 由理论课教师、实验教师和学生共同研究、开发和制作图文并茂、生动形象的多媒体课件,用于现场实验教学和网络实验教学。

(3) 建设实验教学用微机房,对学生开放,用于处理数据、分析结果、书写或提交实验报告、文献检索、设计实验方案、撰写设计实验论文等。

(4) 开发和购置相关的虚拟仿真系统,应用于实验教学,使学生更好地理解设计参数对设计结果的影响。

第2章

机械原理实验

机械原理实验包括7个实验,分为基本型、综合型和创新型三个层次。所包含的实验内容为:常用机构认知实验、平面机构简图测绘实验、渐开线齿轮范成实验、刚性转子动平衡实验、齿轮参数测定实验、机构运动方案创新设计实验。通过实验,旨在使学生进一步了解和巩固本课程的主要理论知识和方法,使学生初步了解各种机器、机构的组成、工作原理及运动特点,培养对各种常用机构的分析与设计能力;通过创新设计,使学生对机器总体感性认识上升为理性认识,培养创新意识,提高创新能力。

2.1 常用机构认知

2.1.1 实验预习

- (1) 什么是机械、机器和机构?
- (2) 机器和机构有何区别?
- (3) 机构是由哪些要素组成的?

2.1.2 实验目的

机器是由各种机构组成的。一部机器可能由多种机构组成,如内燃机是由曲柄滑块机构、齿轮机构、凸轮机构、带传动机构等组合而成;也可能仅由一个最简单的机构组成,如电动机就是只包含一个由定子和转子所组成的双杆回转机构。机器的运动形式多种多样,但都是由一些常用的基本机构通过各种组合形式来协调实现的。通过本实验,主要使学生了解和掌握如下内容。

- (1) 了解常用基本机构的结构特点、分类和应用。
- (2) 了解机构的组成和运动传递情况。
- (3) 初步了解机器的组成原理,加深对机器的总体感性认识。

2.1.3 实验内容

- (1) 常用基本机构认知。
- (2) 典型机器中的机构认知。

2.1.4 实验用软、硬件

- (1) 配有同步讲解的机构组成认知陈列柜(包括各种平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、轮系、常用间歇运动机构等)。
- (2) 六种典型机器模型:走刀机模型、碎矿机模型、绞绳机模型、五档变速箱模型、牛头刨床模型、发动机模型。

2.1.5 实验步骤及注意事项

- (1) 观察陈列柜中的各种机构,并认真听同步讲解,了解常用基本机构的类型、组成及特点。
- (2) 观察六种典型机器模型的组成和结构特点。
- (3) 结束清场。实验结束时,将实验所用的所有工具、仪器及设备整齐归位。
- (4) 注意事项。以观察和思考为主,不要动手拨动陈列柜中的机构。

2.2 平面机构运动简图测绘

2.2.1 实验预习

- (1) 什么是机构运动简图?
- (2) 机构运动简图应说明哪些问题?
- (3) 机构具有确定运动的条件是什么?
- (4) 什么是运动副和运动副元素,如何区分平面机构中的高副和低副?

2.2.2 实验目的

机构运动简图绘制是机构设计和分析的基础。通过本实验,主要使学生了解和掌握如下内容。

- (1) 学会观察和分析各种机构中的运动转换及其传递过程。
- (2) 根据机构模型或实际机器,学会从运动学的观点来分析、测绘机构运动简图。
- (3) 掌握和巩固机构自由度的计算方法。

2.2.3 实验内容

- (1) 测绘并分析基本平面机构 3~4 个。
- (2) 测绘并分析组合机构 1~2 个。
- (3) 测绘并分析周转轮系机构 1 个。

2.2.4 实验用软、硬件

- (1) 机构运动简图测绘模型一套(包括基本平面机构、组合机构和周转轮系机构等模型若干个)。
- (2) 自备绘图用具(包括三角尺、直尺、圆规、铅笔、橡皮擦、稿纸等)。

2.2.5 实验步骤及注意事项

1. 确定组成机构的构件数目

- (1) 缓慢转动手柄使机构开始运动,观察机构的运动传递情况。
- (2) 从原动件开始仔细观察机构的运动,确定哪个是运动输入构件,哪些是固定构件(机架),哪些是活动构件,哪个是运动输出构件,并逐一编排构件序号,从而确定活动构件的数目。

2. 确定运动副的种类

从原动件开始仔细研究组成运动副两构件之间的接触情况(点接触或面接触),以及相对运动的性质(相对转动或相对移动),以此确定其间所构成的运动副的种类。

3. 选择视图面

- (1) 一般选择与多数构件运动平面平行的面作为绘制简图的视图面。
- (2) 当用一个视图尚不足以表达清楚时,可以再增加视图或作局部视图。

4. 绘制机构草图

(1) 任意确定原动件相对机架的位置,在草稿纸上徒手按规定的符号及构件的连接次序逐步画出机构运动简图的草图,然后用阿拉伯数字 1、2、3、……标注各构件,用英文大写字母 A、B、C、……标注各运动副。

(2) 对于组成转动副的构件,不管其实际形状如何,都只用两转动副之间的连线代表;对于组成移动副的构件,不管其截面形状如何,一般用滑块或导杆表示,机架底部用斜线表示为固定件,原动件标上有向箭头。

5. 验算自由度

- (1) 根据草图,计算该机构的自由度。
- (2) 对比所计算的自由度与实际机构的原动件数目是否相同,以检查绘制的简图及自由度的计算是否正确。

(3) 若自由度与实际机构原动件数不相符,则进行检查和修改,直至相符并正确为止。

6. 按比例绘制出机构运动简图

(1) 仔细测量机构的有关运动学尺寸(如转动副的中心距、移动副的方向线、线间的夹角等),并将数据记录好。

(2) 选择恰当的比例,使图面匀称,按比例绘制出机构运动简图。

7. 结束清场

实验结束时,将实验所用的所有工具、仪器及设备整齐归位。

2.3 渐开线齿轮范成

2.3.1 实验预习

- (1) 什么是标准齿轮,什么是标准中心距?
- (2) 用范成法加工渐开线齿轮的刀具具有哪几种?为什么刀具的齿顶高与齿根高相等?
- (3) 节圆与分度圆在什么情况下重合?
- (4) 什么是齿轮的根切现象?

2.3.2 实验目的

范成法也称展成法、共轭法或包络法,是目前齿轮加工中最为常用的一种方法。它具有加工精度高、生产效率高的突出优点。通过本实验,使学生了解和掌握如下内容。

- (1) 掌握用范成法加工渐开线齿轮齿廓的基本原理。
- (2) 了解渐开线齿轮产生根切现象的原因及避免根切的方法。
- (3) 观察分析、比较相同模数和齿数的标准齿轮与变位齿轮的异同。

2.3.3 实验内容

- (1) 在范成仪上“加工”标准齿轮 1 个,参数如下(根据范成仪型号不同可选择其他参数):

$$m=20\text{ mm}, z=8, h_a^*=1.0$$

$$(d=160\text{ mm}, d_a=200\text{ mm}, d_f=110\text{ mm}, d_b=150.34\text{ mm}).$$

- (2) 在范成仪上“加工”正变位齿轮 1 个,参数如下(根据范成仪型号不同可选择其他参数):

$$m=20\text{ mm}, z=8, x=+0.53, h_a^*=1.0$$

$$(d=160\text{ mm}, d_a=221.2\text{ mm}, d_f=131.2\text{ mm}, d_b=150.34\text{ mm})$$

使齿轮不根切的最小变位系数:
$$x_{\min} = \frac{z_{\min} - z}{z_{\min}} = \frac{17 - 8}{17} \approx 0.53$$

- (3) 用作图法测量上述两个齿轮的公法线长度 W 、固定弦齿厚 S_c 、固定弦齿高 h_c 。

2.3.4 实验用软、硬件

- (1) 实验用范成仪一台,如图 2.1 所示。
- (2) 纸制齿轮齿坯一张,如图 2.2 所示。