



高等学校教材

机械科学系列

机械设计基础实验

王润虎 杨振乾 同志学 编

*Mechanical
Science*

西北工业大学出版社



高等学校教材

机械设计基础实验

王润虎 杨振乾 同志学 编

西北工业大学出版社

【内容提要】本书是根据工科院校(机械、冶金工程等专业)机械设计基础课程的教学大纲中对实验课的基本要求编写而成,是一本以介绍机械设计基础实验为主的实验指导书。

本书共包括绪言、机构运动简图测绘实验、齿轮范成原理实验、回转构件动平衡实验、带传动的滑动率和效率实验、液体动压滑动轴承实验、机构运动创新设计实验、减速机拆装实验及机械设计基础课程教学参观基地简介。各项实验都配有相应的实验报告格式及要求。

本书即可作为工科院校学生机械设计基础实验指导书,也可供有关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础实验/王润虎,杨振乾,同志学编. 西安:西北工业大学出版社,2002.10
ISBN 7-5612-1525-8

. 机... . 王... 杨... 同... . 机械设计-实验-高等学校-教学参考资料 . TH122-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 076104 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072 电话:029-8493844

网址:<http://www.nwpup.com>

印刷者:陕西天元印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:3.75

字数:80 千字

版次:2002 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月第 1 次印刷

印数:1~5 000 册

定价:5.50 元

前 言

本书是根据工科院校（机制、冶金工程等专业）机械设计基础课程的教学大纲中对实验课的基本要求和在西安建筑科技大学机械原理零件实验室所开设的机械设计基础实验的基础上，为适应教学改革和发展的要求而编写的。

本书内容包括机械设计基础课程的基本实验及选做实验。同时也对机械设计基础课程教学参观基地作了简要介绍。

本书由王润虎编写了绪言、实验一、实验二、实验三、实验四和机械设计基础课程教学参观基地简介；杨振乾编写了实验五和实验七；同志学编写了实验六。西安理工大学吉晓民教授和西安建筑科技大学苑舟副教授对本书全稿进行了审阅并提出了许多宝贵的建议和意见，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请广大读者、同行对本书提出批评改进意见。

编 者

2002年5月

目 录

绪 言	1
实验一 机构运动简图测绘实验.....	3
机构运动简图测绘实验报告	5
实验二 齿轮范成原理实验.....	8
齿轮范成原理实验报告	11
实验三 回转构件动平衡实验	14
回转构件动平衡实验报告	19
实验四 带传动的滑动率和效率实验	22
带传动的滑动率和效率实验报告.....	26
实验五 液体动压滑动轴承实验	29
液体动压滑动轴承实验报告.....	32
实验六 机构运动创新设计实验	36
机构运动创新设计实验报告.....	41
实验七 减速机拆装实验	43
二级圆柱斜齿轮减速机拆装实验报告.....	46
附 录 机械设计基础课程教学参观基地简介.....	49
参考文献	51

绪 言

一、机械设计基础实验的意义和基本内容

机械设计基础实验是机械设计基础课程教学内容的的一个重要环节，这是由于这门学科不但需要理论研究，也需要与实验的紧密配合。在机械设计基础课程中的有些理论内容需要实验的验证，有些理论和概念需要经过实验加以巩固和升华，有些现象需要实验去提示其深刻道理，有些难以理解的理论教学环节需实验的辅助手段使其变得通俗易懂，有些理论上所讲述的加工方法需要进行实际操作，才会使同学有一个感性的、全面的理解。有些理论课所讲述的机械（或机构、零部件）的设计方法需要实验为其提供一个训练的场合和实际动手的机会，而有些理论课所讲述的具体零件的结构及功用等还需要参观实物后，才会加深理解。总之，机械设计基础实验是针对理论课教学内容的自身特点和目前学生的实际现状而设置的一个必不可少的学习内容。其基本内容可简单分为以下五类：

（1）在机械（或机构、零件）设计方法学习中，涉及到的机构运动简图测绘实验和减速机拆装实验。

（2）在实际零、部件加工方法学习中，涉及到的齿轮范成原理实验和回转构件动平衡实验。

（3）在有些理论需要实验验证时，涉及到的带传动实验和液体摩擦滑动轴承实验。以上三类都属于传统性的实验。

（4）在整个机构学学习后，启发学生创新思维，引导学生创新设计的综合性及创新性的实验项目，即机构运动创新设计实验。该实验是为适应教改要求新近开发的一项实验。

（5）为加强实践性教学环节，建立了开放式参观学习实验——机械设计基础课程教学参观基地，并对其作了简要介绍。

二、机械设计基础实验的一般方法

针对机械设计基础实验的特点，在完成实验时，既要使用简单的仪器设备，又要使用较贵重的机器和精密仪器；既要使用通用的仪器和设备，又要较多地使用自制的设备。有

些实验要求一个同学去独立完成，而有些实验要求一个实验小组的所有同学互相协作，共同完成。因此，要做好实验，必须应有严肃认真的科学态度，正确的实验方法，较强的实践动手能力及同学间的密切配合。一般而言，一个完整的实验大致可分为三个过程，即准备实验、进行实验和整理实验数据并完成实验报告。认真准备实验是做好实验、保证实验效果的先决条件；掌握实验原理并以正确的方法进行实验是顺利完成实验的关键；仔细整理实验数据并写好实验报告是对实验结果的总结和对所学知识的巩固、升华。

1. 准备实验

作为实验的基本要求，实验前首先要认真阅读实验指导书，复习有关理论课所学知识，明确实验目的，掌握实验原理，了解实验步骤，熟悉实验方法，对实验过程中要用到的理论数据要提前计算正确，以备使用。其次，对实验中所要用到的机器、仪表和实验装置等都要了解其工作原理及使用方法，更要牢记注意事项，以免发生事故。第三，必须翻阅实验报告，弄清本次实验要记录的数据及其处理方法。只要做好上述各项准备，就为顺利完成实验打下了一个良好的基础。

2. 进行实验

(1) 进入实验室后，严禁乱动实验设备。要认真接受指导教师对预习情况的抽查、质疑。注意听讲，听从安排，按操作规程使用机器设备。如发现故障，应及时报告指导教师，不得擅自处理。

(2) 按实验要求，对实验人员进行分工，各自站好自己的岗位，做好自己的工作，高质量地完成自己所承担的实验任务。必要时还可以互换岗位，再次进行实验，使每一位同学尽可能多地得到不同环节的训练。

(3) 在实验过程中，要严肃认真，相互配合，协同工作，以科学的态度，认真仔细地按实验步骤逐步进行。密切注意实验中所发生的各种现象，遇到疑问，及时询问指导教师，消除疑惑。同时要及时完整地记录实验中所产生的数据。

(4) 实验完毕后，原始的实验数据记录须交指导教师审阅、确认，若不符合要求，即应重做。最后对实验中所使用的全部设备应恢复到原来状态。

3. 完成实验报告

实验报告是实验资料的总结和实验的最终成果。它既应具有清楚完整的原始记录，又应具有对实验结果的科学处理和分析。实验报告一般应图文并茂，既有直观明了的图形显示，又有简洁正确的文字说明。实验报告主要包括以下几个方面的内容：

(1) 实验名称、日期及同组人员。

(2) 实验的原始记录、实验数据的处理方法、分析依据及结论。若用图形或曲线来表示实验结果时，坐标要标清楚、比例要选择恰当，曲线应根据多点的位置并考虑误差原因，将其光滑连接。

(3) 回答教师指定的思考问题。

实验五 机构运动简图

一、实验目的

在对现有机械进行分析或设计新的机械时，都需要运用到机构运动简图。因此，为了突出表达机构的运动特征，常常撇开其组成机构之物件的实际结构形状，用简单的线条和规定的符号来表示构件和运动副，并按一定比例定出各运动副的位置，将机构的运动情况表示出来。这种用以表示机构运动情况的简化图形就称为机构运动简图。本实验是通过对一些机器或机构模型运动简图的测绘，掌握下列三方面的内容：

- (1) 机构运动简图的测绘方法。
- (2) 常用运动副的代表符号。
- (3) 机构自由度的计算方法在实际中的应用。

二、实验步骤

- (1) 用手轻轻转动所测机构，认清原动件、从动件、机架等，分析运动特征，数清其构件数目。
- (2) 判断各构件间的运动副性质(即高副、低副)。
- (3) 选择合适的投影面，并把机构运动简图的草图徒手绘制出来。
- (4) 由原动件开始依次定出各运动副的位置，选定适当比例尺，绘制出正式的机构运动简图。

比例尺 μ (m/mm)为

$$\mu = \frac{\text{构件或运动副间的实际长度(m)}}{\text{简图上所画的构件或运动副间的长度(mm)}}$$

- (5) 计算机构运动简图的自由度，即

$$F = 3n - 2P_L - P_H$$

式中 n —— 活动构件数；

P_L —— 低副数(转动副或移动副)；

P_H —— 高副数。

三、实验内容及要求

- (1) 选择三到五种机构模型进行测量，绘制出机构运动简图。

(2) 选择实际机构(如缝纫机引线机构及脚踏板机构或插齿机切削机构)进行实测,绘制出机构运动简图。要求:

计算机构的自由度时,必须先注明其活动构件数、低副数、高副数,然后代入公式进行计算;

机构运动简图必须标注各构件或运动副间的实际尺寸,并用 m 作单位。

四、实验工具

直角尺;钢板尺;自备铅笔、橡皮及草稿纸。

五、思考题

(1) 一个正确的“机构运动简图”应能说明哪些内容?

(2) 绘制机构运动简图时,原动件的起始位置为什么任意确定?会不会影响简图的正确性?

(3) 计算机构的自由度对测绘机构运动简图有何帮助?

I 机构运动简图测绘实验报告

专业班级 _____ 姓名 _____ 同组人 _____ 日期 _____

序号	机构名称	比例尺/(m·mm ⁻¹)	机构运动简图	构件实际尺寸 / m	自由度
1					
2					

续表

序号	机构名称	比例尺/($m \cdot mm^{-1}$)	机构运动简图	构件实际尺寸 / m	自由度
3					
4					
5					

续表

序号	机构名称	比例尺/($m \cdot mm^{-1}$)	机构运动简图	构件实际尺寸 / m	自由度
6					
7					
8					

实验

一、实验目的

- (1) 通过实际参观小型教学用插齿机(用范成法)加工齿轮的全过程,以便增加对加工齿轮的感性认识。
- (2) 理解用范成法加工渐开线齿轮的基本原理。
- (3) 弄清渐开线齿轮产生根切现象的原因及用移距来消除根切的方法。
- (4) 分析比较标准齿轮与变位齿轮的异同点。

二、实验内容

- (1) 实际参观由小型教学用插齿机加工一个完整的渐开线齿轮的全过程。
- (2) 用齿轮范成仪绘制 10 个齿的标准齿轮轮齿 2 个。
- (3) 用移距法消除根切并绘制 10 个齿的变位齿轮轮齿 2 个。

三、已知数据

齿条刀具： $m = 20$ $\alpha = 20^\circ$ $h_a^* = 1$ $c^* = 0.25$

被加工齿轮： $Z = 10$

四、实验设备及工具

齿轮范成仪,小型教学用插齿机,纸制齿轮毛坯及蜡制齿轮毛坯,自备三角尺、圆规、铅笔等。

五、实验原理及齿轮范成仪结构介绍

1. 实验原理

近代齿轮加工的方法很多,有铸造法、热轧法、冲压法、模锻法和切制法等,目前最常用的是切制法。用切制法加工齿轮按其原理可分为仿形法和范成法两类。现仅简要介绍用齿轮范成仪来演示范成法加工齿轮的基本原理。

范成法加工渐开线齿轮是根据一对齿轮(或齿轮与齿条)互相啮合传动时其共轭齿廓互为包络线的原理来进行加工的。如果把其中一个齿轮(或齿条)做成刀具,就可以切出与它共轭的渐开线齿廓。在机器的实际加工中,我们看不到刀刃的各个位置形成包络线的过程,而在本实验中,用齿轮范成仪来显示齿条刀具与齿轮毛坯之间的范成运动,并用铅笔将刀刃的各个位置划在纸制毛坯上,这样我们就能清楚地观察到齿轮范成的全过程。

2. 齿轮范成仪结构介绍

实验室所用的齿轮范成仪基本结构如图 2-1 所示。纸制齿轮毛坯安装在圆盘上,用定位销将圆盘安装在其下面的半圆形底盘上,这样纸制齿轮毛坯就可随圆盘一起转动;齿条刀具安装在溜板上,当移动溜板时,齿条刀具就被带动。当半圆形底盘与溜板通过细钢丝绳联结而实现纯滚动时,齿条刀具就与纸制毛坯互相配合来实现范成运动。小压盘用来防止纸制齿轮毛坯皱起。当齿条刀具分度线与圆盘上的纸制齿轮毛坯的分度圆相切并作纯滚动时,就可绘制出标准齿轮的齿廓;而当齿条刀具分度线与纸制齿轮毛坯分度圆之间有一定的距离(即通过移距法变位)时,则可按移距量的大小和移距的方向绘制出各种不同的正变位及负变位齿轮的齿廓。

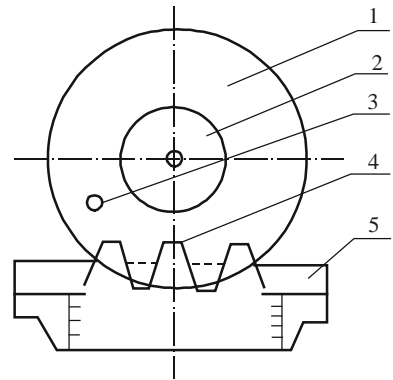


图 2-1

1—圆盘; 2—小压盘; 3—定位销;
4—齿条刀具; 5—溜板

六、实验步骤

(1) 参观小型教学用插齿机(用范成法)加工齿轮的全过程,同时仔细观察各传动构件的运动特征和作用。

(2) 用齿轮范成仪演示范成原理。

松开小压盘上的螺母,取下小压盘,将纸制齿轮毛坯安装在圆盘上,并装上小压盘,拧紧其上的螺母将毛坯压紧。以定位销孔为界限,将纸制齿轮毛坯分为三个象限,再以圆盘中心为圆心,用圆规分别在任意两个象限内,根据所计算出的数据,画出要加工的标准齿轮及正变位齿轮的基圆、根圆、分度圆和顶圆;然后用三角尺画出啮合线(标出极限啮合点)和齿条刀具顶线,插上定位销,使圆盘与半圆形底盘相固连。

松开齿条刀具与溜板间的联结螺母,调整齿条刀具位置,使得齿条刀具分度线(一根永久性红色标注线)与纸制齿轮毛坯上所画的分度圆相切(这样就可绘制出标准齿轮的齿廓)并拧紧螺母。

开始范成加工。先将溜板推到任意一端,然后每当把溜板向相反另一端推动一个小距离(约 2 mm 左右)时,在纸制齿轮毛坯上用铅笔描下齿条刀具的当时位置(即留下刀

具的刀痕),直到把溜板推到顶端为止,这样就形成了两个完整的标准齿轮齿形。

在上述范成加工过程中,仔细观察纸制齿轮毛坯上齿轮齿廓的形成过程,并看清楚所绘制出的齿轮齿形有无根切现象以及齿条刀具顶线与极限啮合点的相对位置。若有根切,分析其原因。

绘制完标准齿轮齿廓后,拨出定位销,将圆盘旋转到另一象限。为了消除根切现象,采用移距法,即正变位。按计算出的移距量值,重新调整好齿条刀具位置,然后再按步骤的加工方法可画出变位齿轮的齿廓。绘制完毕后,观察所画齿廓是否消除了根切,齿条刀具顶线与极限啮合点的相对位置较前次加工标准齿轮时是否有变化;比较所绘制的标准齿轮与变位齿轮的齿形及各参数的变化。

七、要求

- (1) 实验前必须认真预习实验指导书及有关理论内容。
- (2) 下页齿轮范成原理实验报告计算数据表中各参数值应在上实验课前计算正确并填写清楚。

实验报告

院、系 _____ 专业班级 _____ 姓名 _____ 同组人 _____

实验日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

一、给定数据

齿条刀具： $m = 20$ $\alpha = 20^\circ$ $h_a^* = 1$ $C^* = 0.25$

被加工齿轮： $Z = 10$

二、计算数据(上实验课前算出并填在表 1-1 中)

表 1-1

项 目	单 位	计 算 公 式	计算结果	
			标准齿轮	变位齿轮
最小变位系数				
移 距 量				
分度圆半径				
基圆半径				
齿顶圆半径				
齿根圆半径				

三、实验结果

(1) 齿廓图(利用范成仪所绘之图)。交实验报告时必须同时交回所绘图形。

(2) 实验结果比较(表 1-2 中各参数按实验绘出的齿形测量)。

表 1-2

项 目	分度圆 齿 厚	分度圆 齿槽距	齿 距	齿顶圆 齿 厚	基 圆 齿 厚	是 否 根 切
标准齿轮						
变位齿轮						

四、分析

(1) 与标准齿轮相比,正变位齿轮哪些参数发生了变化?怎样变化的?推想若采用负变位又将如何?