



面向“十二五”高职高专规划教材
高等职业教育骨干校课程改革项目研究成果

JIXIE SHEJI
SHIXUN ZHIDAO

机械设计 实训指导

主编 徐再贵

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS



投稿邮箱: xueshu@bitpress.com.cn

咨询电话: (010) 68911947 68911085

免费电子课件下载地址: www.bitpress.com.cn

机械设计实训指导

JIXIE SHEJI
SHIXUN ZHIDAO

策划编辑: 李炳泉 张海丽

执行编辑: 靳媛

封面设计: 水晶方 装帧设计

ISBN 978-7-5640-7256-8



9 787564 072568 >

定价: 19.00元

面向“十二五”高职高专规划教材
高等职业教育骨干校课程改革项目研究成果

机械设计实训指导

主 编 徐再贵
副主编 张剑峰

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书从基础出发,由浅入深地对机械运动原理、实验做了详细介绍,并重点对实验目的、步骤进行阐述。读者阅读学习后,能够理解、掌握机械设计的经典实验,并且能够提升对机械设计、操作的理解。本书实验内容的对象涉及平面机构、凸轮、螺栓、带传动、渐开线齿廓、轴系结构、动平衡、滑动轴承。

本书可用作高等职业院校机电工程技术类专业的机械设计、实验的教材。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械设计实训指导/徐再贵主编. —北京:北京理工大学出版社,2013.5
ISBN 978-7-5640-7256-8

I. ①机… II. ①徐… 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(2012)第 319919 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中华美凯印刷有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 7

字 数 / 92 千字

责任编辑 / 张慧峰

版 次 / 2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

责任校对 / 陈玉梅

定 价 / 19.00 元

责任印制 / 王美丽

图书出现印装质量问题,本社负责调换



前言

随着科学技术的不断发展,新的产业不断产生,新技术、新工艺、新设备、新材料、新系统和新软件等不断涌现。如果要把这些最新的技术成果转换成生产力,那么相应的高级应用型人才是非常关键的。高等职业技术教育是高等教育的重要组成部分,其目标是培养生产、服务、技术和管理第一线的高级应用型人才,即培养以横向扩展能力为主、纵向延伸能力为辅的实用型人才。高等职业技术教育是职业教育的高等层次,是教育为经济发展服务的一个重要结合点,是把我国的人才优势转化为智力优势,再把智力优势转换为生产力的重要桥梁。

高等职业技术教育注重以职业道德为重点的思想品德教育,同时,它以技术应用为本位,建立以培养职业能力为中心的教学体系。为了遵照高等职业技术教育的教学特色和教学开发精神,在构建学生专业知识和培养专业技能方面,教师应使学生具有“必需、够用”和相对宽而浅的知识结构,并能够依托专业基本理论和实践技能,具备向相关专业渗透和连接的实践能力,即掌握丰富的与相关专业“接口”的能力。

“机械设计实训”是高等职业技术教育和高等专科教育机械设计制造类专业的主要课程之一。为了推动高职高专相关专业的教学改革,适应机械设计基础教学和实训的需要,编者按照课程在专业结构中的地位和课程教学目标,编写出具有高等职业技术教育和高等专科教育特色、面向 21 世纪的教材。参加编写《机械设计实训指导》教材的教师在专业建设和课程教学改革实践的基础上,认真讨论,进行了通力合作,达成共识,并精心编写了本书。

本实训适用于机电工程技术类各专业学科,其具体为数控加工和机

电一体化等机电工程技术类专业。机电工程技术类专业培养学生对机电设备、自动化设备、生产线设备进行安装、调试、运行、检测、保养和设备管理的能力，并要求学生掌握现代化数控加工知识、数控化改造和计算机辅助加工能力。机电工程技术类专业的目标是培养学生建立清晰、完整的“机械”概念，因为此专业是学生从基础向专业过渡的桥梁，并且它在培养学生的创新意识、工程实践能力和综合能力等方面起着非常重要的作用，是培养创新人才的一个重要教学环节。通过实训，学生可掌握和巩固机械基础的基本理论知识，锻炼动手操作、安装调试等实际能力，熟悉通用零件的各种原理、特点、应用及其结构和标准，具备正确分析、使用及维护机械的能力。本书可帮助学生初步具有设计通用零件和简单机械传动装置的能力。

在教学内容上，本书将课程中以理论教学为主的内容，转变为以实践教学为主的内容；在教学安排上，本书将课程中以理论体系传授为主的教学，转变为以专业运作能力训练为主的教学。从 21 世纪我国社会主义现代化建设的要求及生产、服务、技术和管理第一线需要大量高级应用型人才的角度出发，本书加强对学生素质和综合职业能力的培养，特别是注重学生在运用知识、创新意识、合作精神和适应能力等方面的技能培养。

本实训指导书由内蒙古化工职业学院徐再贵、张剑峰等老师编写。由于时间比较仓促，难免存在不妥与错误之处，敬请指正！我们将在以后的教学实践过程中不断改进！

编 者



目 录

实验须知	1
一、做好实验前的准备工作	1
二、遵守实验室的规章制度	1
三、认真做好实验	1
四、完成实验报告	2
实验一 机构运动简图测绘及结构分析实验	4
一、实验目的	4
二、实验设备和工具	4
三、实验原理	4
四、实验步骤	8
五、示例	9
六、实验报告	10
附：机构运动简图测绘及结构分析实验报告	12
实验二 平面连杆机构拼装实验及创新设计	14
一、实验目的	14
二、实验设备及工具	14
三、实验原理、方法与步骤	16
四、杆组的拼装	17
五、实验内容	23
六、实验报告	26
附：机构运动创新设计方案实验报告	27

实验三 凸轮机构拼装实验	28
一、实验目的	28
二、实验设备和工具	28
三、实验原理和方法	28
四、实验步骤和要求	29
五、思考题	30
六、实验报告	30
实验四 螺栓连接实验	31
一、实验目的	31
二、实验项目	31
三、实验设备及仪器	31
四、实验方法及步骤	36
五、注意事项	38
六、实验报告	38
附：螺栓连接实验报告	39
实验五 带传动实验	41
一、实验目的	41
二、带传动实验台的构造和工作原理	41
三、主要技术参数	44
四、实验步骤	44
五、实验注意事项	45
六、实验报告要求	46
七、思考题	46
附：带传动实验报告	47
实验六 渐开线齿廓的范成原理实验	49
一、实验目的	49
二、实验设备和用具	49
三、实验原理	49

四、实验内容	50
五、实验步骤	51
六、思考题	52
七、实验报告	52
附：渐开线齿廓的范成原理实验报告	53
实验七 渐开线齿轮的参数测定及啮合传动实验	55
一、实验目的	55
二、实验仪结构及实验原理	55
三、实验步骤	60
四、注意事项	61
五、思考题	61
六、实验报告	62
附：渐开线齿轮的参数测定及啮合传动实验报告	63
实验八 CQX—B 创意组合式轴系结构设计及仿真实验箱	65
一、实验目的	65
二、实验项目	65
三、实验设备及工具	66
四、实验内容	66
五、实验步骤	73
六、基本配置与技术参数	75
实验九 转子动平衡实验	83
一、实验目的	83
二、实验设备	83
三、JPH—A 型动平衡实验台的工作原理与结构	83
四、实验方法和步骤	89
五、思考题	90
六、实验报告	91
附：转子动平衡实验报告	92

实验十 液体动压滑动轴承实验	93
一、实验目的	93
二、实验台的构造与工作原理	93
三、实验方法与步骤	96
四、电气装置技术性能	98
五、注意事项	99
六、思考题	99
附：液体动压滑动轴承实验报告	100
一、实验条件	100
二、油膜压力及承载曲线	100
三、摩擦特性曲线	101

实验须知

为了培养学生严肃认真和一丝不苟的工作作风，保证教学实验顺利进行，达到实验教学的要求和目的，每个学生应做到如下几点。

一、做好实验前的准备工作

(1) 认真预习实验指导书，并复习教材中的有关内容。明确本次实验的目的、方法和步骤。

(2) 根据实验所要求的内容，结合所学有关理论知识，弄清楚与本次实验有关的基本原理。

(3) 对实验中所用到的仪器、设备和工具有一定的了解。规定由学生自备的物品一定要准备齐。

(4) 除了解实验指导书中规定的实验方案外，亦可以设想其他方案。

二、遵守实验室的规章制度

(1) 实验时应严肃认真，保持安静和整洁。不准乱抛纸屑，不准随地吐痰，严禁吸烟。

(2) 爱护仪器和设备，严格遵守操作规程，如果发现故障应及时报告。

(3) 凡与本次实验无关的仪器与设备切勿任意动用。

(4) 实验完毕，应将设备及仪器擦拭干净，并恢复到原来正常状态。

三、认真做好实验

(1) 认真听好指导老师对本次实验的讲解。实验时，应有严格的

科学作风,认真细致地按照实验指导书中所要求的实验方法和步骤进行。

(2) 对于带电或贵重的仪器及设备,在接电或布置后,应请指导老师检查。检查通过后,才能开始实验。

(3) 在实验过程中,应注意密切观察实验现象。记录下全部所需测量数据,随时进行分析,若发现异常现象,应及时总结。

(4) 实验是培养学生动手操作技能的重要环节,因此,每个学生都必须自己动手,完成所有的实验环节。

(5) 对于实验所测的数据和图表,应以实事求是的科学态度,当场记录清楚,不要拼凑和抄袭。所得结果交指导老师审阅认可后,才能离开实验室。若不符合实验要求,应重做。

(6) 学生在完成规定的实验项目后,如果希望观察一些与本实验有关的其他现象,或用另外方案来进行测试,那么应经老师同意才可以进行。

四、完成实验报告

实验报告是实验的总结,通过书写实验报告,可以提高学生的分析能力。因此每个学生必须独立完成实验报告,并要求学生对每个实验应该做到:

(1) 原理清楚,方法正确,数据准确可靠,会简单处理和分析测试数据。

(2) 要有自己的观点和见解,并加以讨论。

(3) 实验报告要求书写工整。

一般的实验报告应具有下列基本内容:

(1) 实验名称、实验日期、实验者及同组人员。

(2) 实验所用的仪器和设备的名称、型号(及编号)、精度及量程等。

(3) 实验目的、原理、方法及步骤简述。

(4) 实验数据及其处理。实验数据应包括全部的原始测量数据,

并注明测量单位。最好以表格形式列出数据的运算过程，并进行数据处理和误差分析。

(5) 讨论及实验心得体会。根据实验所得到的结果及实验中所观察到的现象，结合基本原理进行分析讨论。如果实验对象有理论解，则能与理论结果进行比较，最后写出心得体会。

(6) 提出建议和期望。完成实验课教学实践后，根据自己的收获，客观地进行评价，或提出建议和期望。

实验一

机构运动简图测绘及结构分析实验

一、实验目的

- (1) 掌握机构运动简图的测量、绘制方法。
- (2) 掌握平面连杆机构自由度的计算方法。
- (3) 分析平面连杆机构的基本杆组。

二、实验设备和工具

- (1) 机构模型或实物：品种应超过三十种（建议从 CQJ—A、B 及 D 型中选用，C 型作为课外科技活动用），应保证平均每人 1 件以上。
- (2) 量具：钢板尺、卡尺。
- (3) 学生自备器具：铅笔、草稿纸、橡皮、直尺或三角板、圆规。

三、实验原理

1. 机构运动简图

机构运动简图是表示机构运动特征与传动方案的简化图形。它是用简单的线条和规定的符号代表构件和运动副，以按一定比例尺绘制出各运动副之间的相对位置。

视图平面应选择平面连杆机构的运动平面或与其平行的平面。用简单的线条和规定的符号画构件和运动副时，应摒弃构件和运动副中与运动无关的形状及固连方式。机构的运动尺寸指各运动副之间的相对位置尺寸。初学者容易忽略的是各固定铰链、移动副的定位尺寸。机构运动简图的比例用 μ_l 表示：

$$\mu_1 = \frac{\text{构件实际尺寸 (m)}}{\text{简图所画尺寸 (mm)}}$$

例如构件实际尺寸为 0.5 m，简图中用 50 mm 表示，则其比例尺 $\mu_1 = 0.01 \text{ m/mm}$ 。

注意： μ_1 与机械制图中的比例尺不同。 μ_1 是有单位的，计算式中分子、分母与机械制图比例尺中的相反。 μ_1 的单位用 m/mm 是为了与对机构作运动分析时的速度单位 (m/s)、加速度单位 (m/s²) 相对应，计算方便。

2. 平面连杆机构自由度计算公式

$$F = 3n - (2P_1 + P_h)$$

式中 F ——自由度数；

n ——活动构件数；

P_1 ——低副数；

P_h ——高副数。

计算平面连杆机构自由度时，应注意：

(1) 当 m ($m > 2$) 个构件在同一处以转动副相连接，构成复合铰链时，共有 $m - 1$ 个转动副。

(2) 如果某构件所产生的局部运动不影响其他构件的运动，那么这种局部运动的自由度被称为局部自由度。在计算机构自由度时，应将局部的自由度去除，产生局部运动的构件也不计。

(3) 有些构件的运动副所带入的约束对机构运动只起重复约束作用，这种约束被称为虚约束。在计算机构自由度时，应去除虚约束数，即将形成虚约束的构件和运动副去除。

3. 基本杆组分析

任何机构都可看作由若干个基本杆组依次连接原动件和机架而构成。

基本杆组是指自由度 $F = 0$ 且不能再分（否则 $F \neq 0$ ）的运动链（构件组）。换言之，不能再拆的最简单的、自由度为零的构件组，被称为基本杆组。

(1) 杆组的概念。

机构具有确定运动的条件是：其原动件的数目等于其所具有的自由度的数目，因此，如果将机构的机架及与机架相连的原动件从机构中拆分开来，则由其构件构成的构件组必然是一个自由度为零的构件组。这个自由度为零的构件组有时还可以拆分成更简单的自由度为零的构件组。将最后不能再拆的、最简单的、自由度为零的构件组被称为基本杆组。被简称为杆组。

由杆组定义，组成平面机构的基本杆组应满足条件：

$$F = 3n - 2P_l - P_h = 0$$

式中 n ——杆组中的构件数；

P_l ——杆组中的低副数；

P_h ——杆组中的高副数。

由于构件数和运动副数目均应为整数，故当 n 、 P_l 、 P_h 取不同数值时，可得各类基本杆组。

当 $P_h = 0$ 时，杆组中的运动副全部为低副，被称为低副杆组。基本杆组的 $F = 3n - 2P_l = 0$ ，故 $n = 2P_l/3$ ，并且 n 应当是 2 的倍数，而 P_l 应当是 3 的倍数，即 $n = 2、4、6、\dots$ ， $P_l = 3、6、9、\dots$ 。

当 $n = 2$ ， $P_l = 3$ 时，基本杆组被称为 II 级杆组。II 级杆组是应用最多的基本杆组。绝大多数的机构均由 II 级杆组组成。II 级杆组可以有图 1-1 所示的 5 种不同类型。

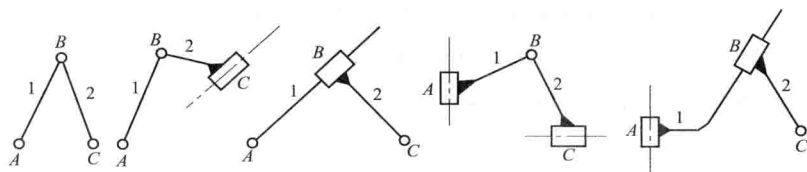


图 1-1 平面低副 II 级基本杆组

当 $n = 4$ ， $P_l = 6$ 时的基本杆组被称为 III 级杆组。常见的 III 级杆组如图 1-2 所示。

由上述分析可知：任何平面机构均可以用零自由度的杆组，依次连接到机架和原动件上的方法组成。上述机构的组成原理是机构创新设计