

普通高等院校机械基础实验规划教材

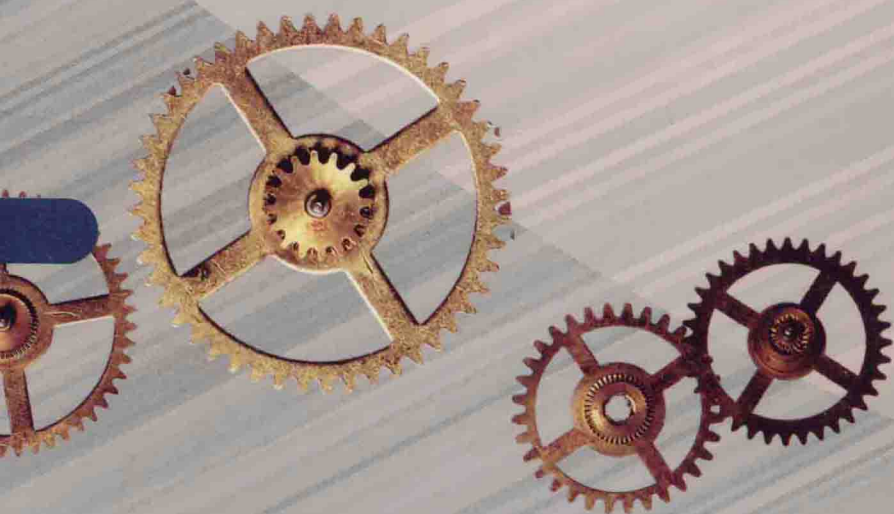
机械基础

实验教程

JIXIE JICHU
SHIYAN JIAOCHENG

第2版

秦小屿 主编



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

普通高等院校机械基础实验规划教材
四川省实验教学示范中心系列实验教材

机械基础实验教程

第2版

主 编 秦小屿
副主编 杨乾华 陈卫泽
主 审 夏 重

西南交通大学出版社
· 成 都 ·

内 容 简 介

本教材紧密结合“机械基础”课程（也可是“机械原理”和“机械设计”两门课程）的实验教学内容而编写。全书共分三部分，第一部分介绍了实验教学的意义、目的、体系结构、实验类型和实验教学的发展趋势；第二部分和第三部分分别为“机械原理”和“机械设计”方面的实验项目、内容、步骤等。在选择实验设备上，尽量选择与工程背景相符合的机电一体化设备；在实验内容中，尽量给学生留下自主选择的空间，以利于培养高素质的工程技术人才。

本书可作为普通高等院校及职业技术学院的实验教材或参考书，也可供教师、实验室工作人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

机械基础实验教程 / 秦小屿主编. —2 版. —成都：
西南交通大学出版社，2014.1
普通高等院校机械基础实验规划教材
ISBN 978-7-5643-2869-6

I. ①机… II. ①秦… III. ①机械学—实验—高等学校—教材 IV. ①TH11-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 022650 号

普通高等院校机械基础实验规划教材

机械基础实验教程

第 2 版

主编 秦小屿

*

责任编辑 孟苏成

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

（成都市二环路北一段 111 号 邮政编码：610031 发行部电话：028-87600564）

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蜀通印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸：185 mm × 260 mm 印张：8.5 插页：1

字数：209 千字

2014 年 1 月第 2 版 2014 年 1 月第 4 次印刷

ISBN 978-7-5643-2869-6

定价：18.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562

再版前言

实验是自然科学的基础，是科学研究的重要方法，是一切科学创造的源泉。没有足够的实验研究经验，就不可能解决实际问题，也提不出什么实质性的理论。

在各类高等学校的教学中，无论是培养研究型人才，还是培养应用型人才，实验教学都是最重要的环节之一。

正是为了适应现代教育的发展需要，为了培养动手能力强，能分析和解决实际工程问题的专门技术人才，我们组织编写了本教材。在教材编写过程中，在考虑简明实用的基础上，我们尽量选择与工程背景相符合的机电一体化设备，提出最新的实验方法，并在实验内容、实验过程中，尽量地给学生留下了自主选择的空间，同时提出许多思考问题，有利于提高学生分析问题和解决问题的能力，培养高素质的工程技术人才。

本书紧密结合机械基础课程中的“机械原理”和“机械设计”两门课程的实验教学内容编写。全书共分三部分，第一部分介绍了实验教学的意义、目的、体系结构、实验类型和实验教学的发展趋势，第二部分和第三部分分别为“机械原理”和“机械设计”方面的实验项目、内容、步骤等。

与其他实验教材相比，本实验教材显著的特点是：实用性、先进性和灵活性。实用性是指教材内容不仅紧密结合我国实验教学的基本要求，而且还尽量选择与工程背景相符合的设备、仪器等，使实验教学既满足教学要求，又结合实际工程；先进性是指教材中的实验内容、实验设备、试验方法都是尽量采用先进的设备、仪器和最新的方法；灵活性是指在实验内容、实验过程中，给学生留下了很大的自主选择的空间和讨论空间，有利于培养学生独立工作的能力，增强学生的团队精神。

本书由西华大学与西南科技大学联合编写：西华大学秦小屿（第一章，第二章第一、四、五节，第三章第四节、第五节），西南科技大学杨乾华（第二章第六、七节，第三章第六、七节），西华大学陈卫泽（第二章第二、三节，第三章第一、二、三节）。全书由秦小屿担任主编，杨乾华、陈卫泽担任副主编；夏重担任主审。

由于编者水平所限，书中难免有不当之处，肯请读者批评指正。

编 者

2013 年 12 月

目 录

第一章 概 论	1
第一节 实验教学的意义、目的和方法	1
第二节 机械基础实验的体系结构	3
第三节 机械基础实验教学的发展趋势	5
第二章 机械原理实验	6
第一节 平面机构运动简图测绘实验	6
第二节 平面机构运动参数测试与分析实验	10
第三节 渐开线直齿圆柱齿轮的参数测定实验	25
第四节 齿轮范成原理实验	30
第五节 机构认识实验	32
第六节 机构综合设计实验	36
第七节 五连杆机构轨迹综合及其智能控制实验	52
第三章 机械设计实验	60
第一节 带传动实验	60
第二节 啮合传动实验	69
第三节 机械传动系统设计及系统参数测试实验	73
第四节 减速器的拆装与结构分析	76
第五节 机械零件及结构认知实验	81
第六节 复杂轴系拆装及结构分析实验	90
第七节 液体动压润滑向心滑动轴承实验	93
实验报告	101
参考文献	129

第一章 概 论

第一节 实验教学的意义、目的和方法

一、实验教学的意义

科学实验是知识的源泉,是人类认识自然、改造自然的最直接的活动,是推动社会进步及科技发展的重要动力。据统计,从设立诺贝尔奖以来,获奖项目 70%~80%属于实验性成果,这说明科学实验对科技发明的重要性。

实验是自然科学的基础,是科学研究的重要方法,是一切科学创造的源泉,没有足够的实验研究经验,就不可能解决实际问题,也提不出什么实质性的理论。

德国著名物理学家、X射线的发现者威廉·康拉德·伦琴(W.C.Rontgen, 1845—1923年)曾指出:“实验是最有力量、最可靠的手段,它能使我们揭示自然之谜,实验是判断假设应当保留还是放弃的最后鉴定。”

对实验这一概念,从不同的角度有不同的认识和看法,但从实验的本质而言,比较准确的概念应该是:实验是指为阐明或检验某一现象,在特定的条件下,观察其变化和结果的过程中所做的工作。也就是说人们按照一定的研究目的,借助某些工具、仪器、设备和特定环境,人为地控制或模拟自然现象,对自然现象和事物进行精确地、反复地观察和测试,以探索内在的规律性。

在各类高等学校的教学中,无论是培养研究型人才,还是培养应用型人才,实验教学都是最重要的环节之一。

二、实验教学的目 的

1. 验证理论,扩大知识面

在实验教学的过程中,学生在教师的指导下,根据在理论教学中获得的理论知识,借助于实验室的设备、仪器等特定条件,选择适当的方法,对理论中的对象进行实验研究,将其固有的某些属性呈现出来,以揭示其本质及规律,使学生完成从理性到感性再回到理性的认识过程。实验教学既是加深学生对基本理论的记忆和理解的重要方式,又是理论学习的继续、补充、扩展和深化,是帮助学生扩大知识面的重要手段。

2. 开发智力,培养实验能力

实验教学的核心是加强学生的智能培养,增强其获取知识和运用知识的能力,提高其

用科学方法进行探索的能力,也就是培养学生具有科技工作者的综合实验能力。它包括两个方面:一是基本实验能力,要求掌握本专业常用科学仪器的基本原理和测试技术、技巧,熟悉本专业的基本实验方法和一般实验程序,掌握应用计算机的能力等;二是创造性实验能力,所做实验的总体设计,实验方向的选择,实验方案的确定,综合性分析和新知识的探索等。

3. 探索未知知识领域,完善科学理论

实验教学的发展是让学生结合专业实验、毕业设计和毕业论文等,开发部分设计性的和学生自拟的大型综合实验项目,或直接参与科学研究和新产品开发等工作。使实验教学不仅是学习已知的基本理论和培养实验能力,而且是探索未知的知识领域,开发新产品,总结新的科学理论。

4. 加强品德修养,培养基本素质

实验教学在育人方面有其独特的作用。不仅可以授人以知识和技术,培养学生动手能力与分析问题、解决问题的能力,而且影响学生的世界观、思维方法和工作作风。通过实验教学让学生学习辩证唯物主义的观点,树立艰苦奋斗的献身精神,养成实事求是、一丝不苟的严谨作风,培养团结协作、密切配合、讲科学道德的良好思想品德,使学生具备一个科技工作者不可缺少的基本素质。

三、实验教学的特点

实验教学具有直观性、实践性、综合性的特点。

1. 直观性

在实验中,学生可以观察到很多在课堂教学中用语言难以表达的各种现象,引导学生对观察到的现象进行思考,增强了学生的理解能力,加快了学生的记忆。

2. 实践性

在实验过程中,学生可以亲手操作各种实验设备,用工具拆装多种机械装备,提高了学生的动手能力和解决实际问题的能力。

3. 综合性

实验过程是学生对理论知识的验证、应用和深化的过程。在实验过程中,学生要亲自动手安装、拆卸、操作和测试多种实验设备及机械装置,运用所学理论知识对所观察到的现象进行思考、分析,应用数学工具对所获得的数据进行处理,因此它是一个综合应用知识的过程。

四、实验教学中应注意的几个问题

1. 培养学生对实验的兴趣

“兴趣是最好的老师”，在实验教学中，教师应通过多种方式激发与提高学生对实验的兴趣，兴趣会促使学生全身心地投入实验。

2. 培养学生的科学态度和科学精神

实验要求学生具有严肃的科学态度和认真负责的工作作风，往往一步出错将导致整个实验失败，或导致严重的事故发生。因此，在实验过程中应注意培养学生严谨求实、坚忍不拔、锲而不舍的科学精神，实事求是、认真负责、一丝不苟的工作作风。

第二节 机械基础实验的体系结构

一、机械基础实验的分类

机械基础实验有多种分类方式。从教学内容来分，可分为机械原理和机械设计两大类实验；从教学性质来分，可分为演示（参观）性实验、验证性实验、综合性实验、设计性实验、研究性实验；从理论教学与实验教学的联系程度来分，可分为附属理论课的非独立实验和与理论课并列的独立实验。此外，还可分为真实设备实验和虚拟设备实验，必修实验和选修实验，指定项目实验和自拟项目实验等。

不同类型实验的实验目的、方法、特点和适用范围各不相同。

（1）演示（参观、认知）类实验：由教师操作（或提供参观的机构模型、结构模型等），学生仔细观察，认真体会。主要用于加深学生的感性认识，增强对理论的理解。

（2）验证（基本技能训练）类实验：按照实验教材（或实验指导书）的要求，由学生操作验证课堂所学的理论，加深对基本理论、基本知识的理解，掌握基本的实验知识、实验方法和实验技能、实验数据处理，撰写规范的实验报告。

（3）综合类实验：可以是学科内一门或多门课程教学内容的综合，也可以是跨学科的综合。运用多方面知识、多种实验方法，按照要求（或自拟实验方案）进行实验，主要培养学生综合运用所学知识的能力和实验方法、实验技能的培养，提高分析和解决实际问题的能力。

（4）设计类实验：可以是实验方案的设计，也可以是机械系统的实际设计。根据实验任务的要求，学生独立拟定实验方案和步骤（或机械系统的设计），选择仪器设备，并实际操作运行，独立完成实验的全过程，同时形成完整的实验报告。主要培养学生的组织能力、团队精神和自主实验的能力。

（5）研究创新类实验：运用多学科知识，综合多学科内容，结合教师的科研项目，使学生初步掌握科学思维方式和科学研究方法，学会撰写科研报告（论文）和有关论证分析报告。学生在指导教师的指导下，从查资料开始，完成拟定设计方案、方案查新、方案评估、结构设计及样机制作等。主要培养学生的创新意识和创新能力。

二、构建完善的机械基础实验教学体系

（一）建立实验教学体系的必要性

1. 毕业生应具有较强的实践能力

目前普遍存在大学毕业生理论知识较好，但动手能力较差，缺乏分析和解决实际问题的能力，缺乏创新精神，社会适应性较差等问题。因此，高等学校应该强化实验环节的教学，加强学生动手能力的培养，提高解决实际生产问题的能力。

2. 实验教学是能力培养的重要环节

培养具有创新精神和实践能力的合格人才，实验教学有着特殊的重要作用。通过实验教学和科学实验，可以有效地加强技能训练，提高学生运用科学知识和方法探索创新的能力。

（二）建立实验教学体系的基本要求

1. 扩大综合性、设计性实验比例

为了提高学生分析问题和解决问题的能力，在设计实验项目时，应减少验证型实验，增加综合性、设计性实验。

2. 开设创新性实验

创新性实验是指通过实验获得新的发现与发明，获得新的技术与方法，探索未知领域且创造出具有一定社会价值的原创性实验。通过这类实验，有助于树立学生勇于探索的精神，有助于培养学生的创新思维 and 创新能力。

（三）机械基础实验教学内容体系的构成

根据机械基础教学内容，机械基础实验教学体系由“机械原理”和“机械设计”两大类实验组成，按性质分为演示（参观）类实验、验证类实验、综合类实验和设计类实验等。

1. 机械原理类实验的组成

- （1）平面机械运动简图测绘实验（基本技能训练实验）。
- （2）平面机构运动参数测试与分析实验（设计或综合类实验）。
- （3）渐开线直齿圆柱齿轮的参数测定实验（基本技能训练实验）。
- （4）齿轮范成原理实验（验证类实验）。
- （5）机构认识实验（认知类实验）。
- （6）机构综合设计实验（设计或综合类实验）。
- （7）五连杆机构轨迹综合及其智能控制实验（研究类实验）。

2. 机械设计类实验的组成

- （1）带传动实验（基本技能训练实验）。
- （2）啮合传动实验（基本技能训练实验）。

- (3) 机械传动系统设计及系统参数测试实验(设计或综合类实验)。
- (4) 减速器的拆装与结构分析(设计或分析类实验)。
- (5) 机械零件及结构认知实验(认知类实验)。
- (6) 复杂轴系拆装及结构分析实验(设计或分析类实验)。
- (7) 液体动压润滑向心滑动轴承实验(验证类实验)。

第三节 机械基础实验教学的发展趋势

一、新设备、新工具和新技术在实验教学中的应用

在现代机械设计与制造中,大量地使用了各种先进的设备及技术,为了适应现代机械的要求,在各种实验中我们应该尽量使用现代化的工具、设备,尽量使用最新的技术,使学生熟悉各种现代化的工具、设备,了解和掌握更多的新技术,为以后的工作打下良好的基础。

二、信息技术在实验教学及管理中的应用

(一) 虚拟实验是实验教学的重要组成部分

虚拟实验,就是利用计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助工程(CAE)的技术和功能,将虚拟样品和样机在计算机上进行运动仿真和理论分析。

基于网络的机械基础虚拟实验教学平台具有内容透明性、资源共享性、互动操作性、用户自主性、功能扩展性等特点,它是一个全方位的开放性实验平台,是对传统实验教学的补充和扩展,在一定程度上解决了教学、科研实验经费不足的问题,而且提供了更加灵活方便的交互实验环境,在教学及科研工作中具有广泛应用前景。

(二) 网络化有助于提高实验教学的管理效率和水平

高等学校都有比较完善的校园网络,依托校园网的现代信息技术在实验室管理工作中有着越来越多的应用,如实验设备管理、实验项目管理、网上实验选课(预约)、网上成绩发布等。把实验室工作人员从繁杂的基础工作中解放出来,使他们有时间和精力进行创造性的工作。

第二章 机械原理实验

第一节 平面机构运动简图测绘实验

一、实验目的

- (1) 熟悉并掌握机构运动简图绘制的原理和方法。即根据实际的机器和机构的若干模型, 学会如何测绘和绘制机构运动简图。
- (2) 加深和巩固机构自由度的计算方法及机构具有确定运动条件等知识。
- (3) 掌握平面机构的结构分析方法。

二、设备和工具

- (1) 缝纫机头或其他机构模型。
- (2) 学生自备直尺、铅笔、橡皮、草稿纸等。

三、实验原理

机构运动简图是一种实用、简练的工程语言, 是研究机构运动学和动力学问题的一个重要工具。在设计新机器和分析、认识现有机构的轨迹、位移、速度、加速度和受力分析及动作原理时, 都要求画出能够表示其运动关系的机构运动简图。

机构是由构件组成的, 各构件之间通过运动副连接而成的具有确定的相对运动的构件单元体组合, 机构的结构和运动特征是由机构中各运动副的类型和相互位置关系决定的, 即仅与机构中所有构件的数目和运动副的数目、类型、相对位置即表现运动的因素有关, 而与构件的外形、断面尺寸和运动副的具体构造等无关, 即绘图时忽略机构中与运动无关的部分。

机构运动简图的定义: 按照“常用构件和运动副简略符号”(表 2.1、表 2.2、表 2.3) 的规定, 用表示构件和运动副所规定的符号, 按一定的比例尺绘制出表示机构的结构和运动特征的简图。机构运动简图应能正确表达出机构以什么构件组成和构件间以什么运动副相连接, 即表达出机构的组成形式和设计方案, 以构件和运动副组成的符号表示机构。如果其图形不按精确的比例绘制, 这种图形称为机构示意图。

表 2.1 常用运动副的符号

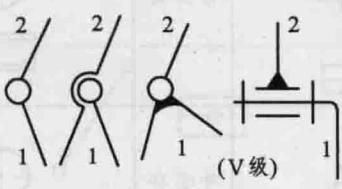
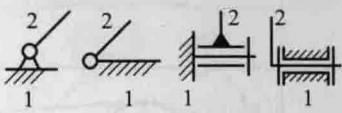
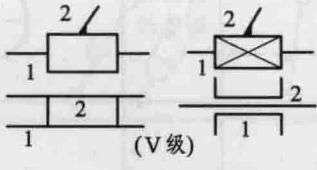
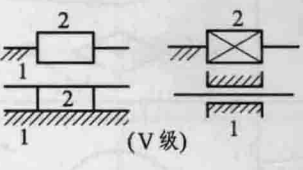
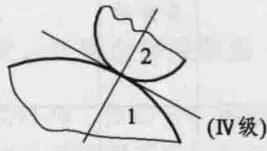
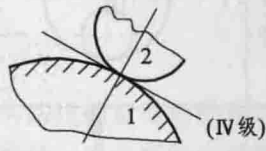
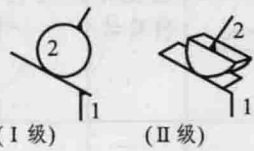
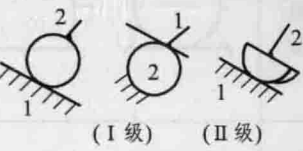
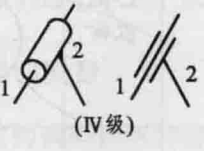
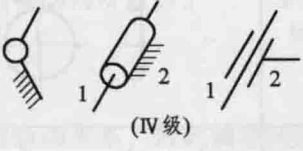
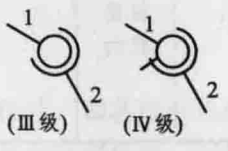
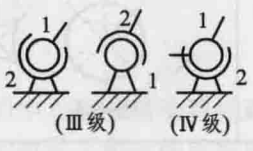
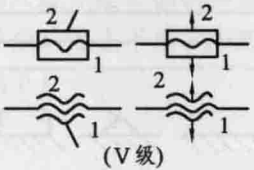
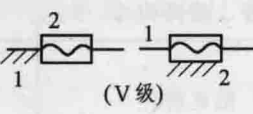
运动副名称		运动副符号	
		两运动构件构成的运动副	两构件之一为固定时的运动副
平面运动副	转动副	 (V级)	 (V级)
	移动副	 (V级)	 (V级)
	平面高副	 (IV级)	 (IV级)
空间运动副	点接触与线接触高副	 (I级) (II级)	 (I级) (II级)
	圆柱副	 (IV级)	 (IV级)
	球面副及球销副	 (III级) (IV级)	 (III级) (IV级)
	螺旋副	 (V级)	 (V级)

表 2.2 常用机构运动简图符号

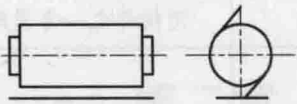
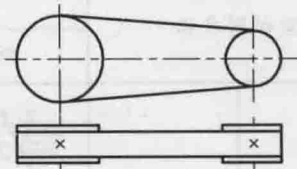
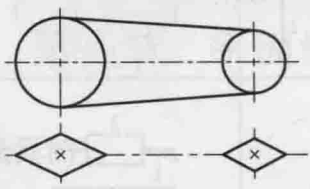
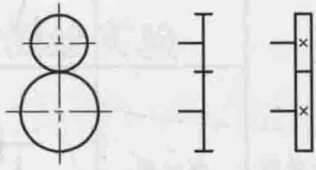
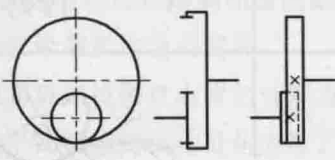
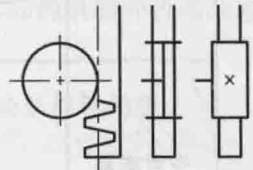
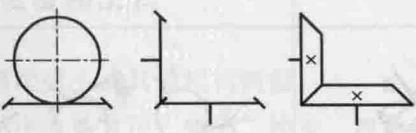
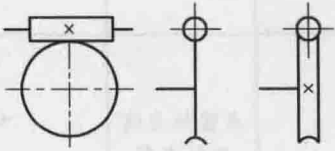
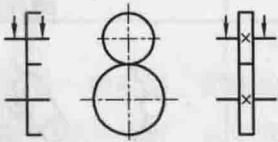
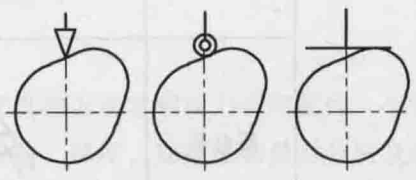
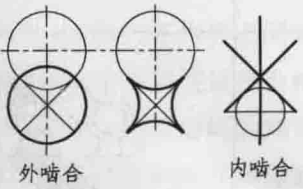
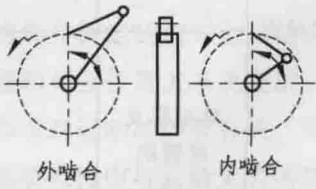
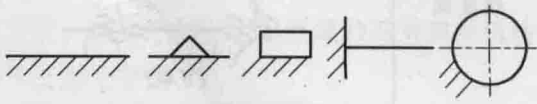
在支架上的电动机		带传动	
链传动		外啮合圆柱齿轮传动	
内啮合圆柱齿轮传动		齿轮齿条传动	
圆锥齿轮传动		圆柱蜗杆传动	
摩擦轮传动		凸轮机构	
槽轮机构	 外啮合 内啮合	棘轮机构	 外啮合 内啮合

表 2.3 一般构件的表示方法

杆、轴类构件	
固定构件	

续表

同一构件	
两副构件	
三副构件	

四、实验内容与步骤

(一) 分析机构的运动情况，正确选择投影面

分析机构的运动，找到原动件和工作部分，再根据运动传递的路线确定原动件和工作部分之间的传动部分。为了使机构运动简图正确地反映机构的运动特征，要选择测绘投影面，其投影面选择的原则是：一般选择机构中多数构件的运动平面为投影面。对复杂的机构可再选辅助投影面。

(二) 确定机构的构件数目

测绘时，首先使机构缓慢地运动，从原动件开始按照运动传动的顺序，仔细观察分析各构件之间的相对运动性质，分清各个运动单元，从而确定组成机构的构件数目。

(三) 确定机构运动副的类型和数目

从原动件开始，根据相互连接的两构件间的接触情况及相对运动关系，依此确定运动副的类型及数目。

(四) 绘制机构运动简图

仔细测量与机构运动有关的尺寸，如各杆的长度及转动副间的中心距和移动副导路的方向等，选定机构运动瞬时位置及原动件的位置，按构件和运动副的符号及构件的连接次序，从原动件开始，并按确定的比例尺逐步绘制出机构运动简图。

选择机构运动中适当位置并令其停止不动，认真测量各运动副间的距离（构件尺寸），机械工程中常用长度比例尺定义如下：

$$\mu_L = \frac{L_{AB}}{l_{ab}}$$

式中 L_{AB} ——构件实际长度, m;

l_{ab} ——图上线段长度, mm。

根据构件实际长度和图纸的尺寸确定合理的比例尺 μ_L , 使简图与图纸比例适中。

画出各运动副相对位置, 用线条连接各运动副, 即得机构运动简图 (机构运动瞬时各构件位置图)。

机械工程设计中, 没有按准确比例尺画出的机构运动简图称为机构示意图, 由于作图简单, 也能基本表达机构的结构和运动情况, 故常用机构示意图代替机构运动简图。

(五) 计算机构自由度数

根据下面公式计算机构自由度

$$F = 3n - (2p_1 + p_h) \quad (2.1)$$

式中 n ——活动构件数;

p_1 ——低副数 (移动或转动副);

p_h ——高副数。

将结果与实际机构的自由度数相对照, 分析观察其计算结果是否与实际机构相符。特别注意机构中存在虚约束、局部自由度、复合铰链的情况下自由度的计算。

(六) 标注各构件及各运动副

从原动件开始, 用数字 1, 2, 3, ..., N 分别标注各构件代号, 用英文字母 A, B, C... 分别标注各运动副代号。

五、思考题

- (1) 正确的机构运动简图应说明哪些内容?
- (2) 原动件在绘制机构运动简图时的位置为什么可以任意选定?
- (3) 什么是机构的自由度? 原动件数目与机构自由度数的关系如何?

第二节 平面机构运动参数测试与分析实验

人类对客观世界的认识和改造活动, 总是以测试工作为基础的。工程测试技术, 就是利用现代测试手段对工程中的各种物理信号, 特别是随时间变化的动态物理信号进行检测、试验、分析, 并从中提取有用的信号。其测量和分析的结果客观地描述了研究对象的状态、变化和特征, 并为进一步改造和控制研究对象提供了可靠的依据。

一台机器或机构的好坏, 如何给予评价? 一般情况下, 我们从其运动特性和其动力特性两个方面给予衡量, 而量值则是机构的实际运动参数。怎样获取机构运动参数是本试验要解决的问题。

一、实验目的

(1) 通过运动参数测试实验,掌握机构运动的周期性变化规律,并学会机构运动参数如位移、速度和加速度(包括角位移、角速度和角加速度)的实验测试方法。

(2) 通过利用传感器、计算机等先进的实验技术手段进行实验操作,训练掌握现代化的实验测试手段和方法,增强工程实践能力。

(3) 掌握原动件运动规律不变,改变机构各构件尺寸,从动件运动参数的测量方法。

(4) 通过进行实验结果与理论数据的比较,分析误差产生的原因,增强工程意识,树立正确的设计理念。

二、实验原理和方法

机构的运动参数,包括位移(角位移)、速度(角速度)、加速度(角加速度)等,都是分析机构运动学及动力学特性必不可少的参数,通过实测得到的这些参数可以用来验证理论设计是否正确或合理,也可以用来检测机构的实际运动情况。

任何物理量的测量装置,往往由许多功能不同的器件所组成。典型的测量装置如图 2.1 所示。

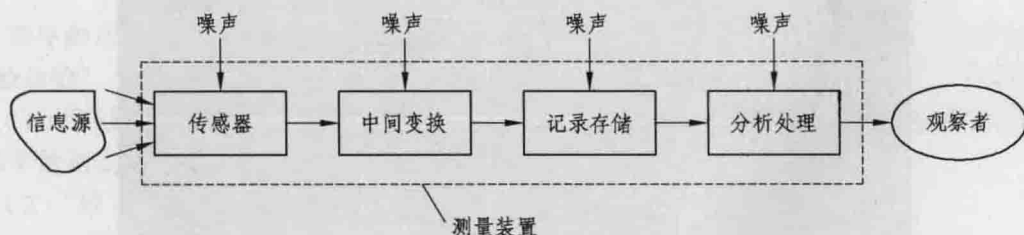


图 2.1 测量装置原理图

在测量技术中,首先经传感器将机构运动参数(非电量)变换成便于检测、传输或计算处理的电参量(电阻、电荷、电势等)后,送进中间变换器,中间变换器把这些电参量进一步变成易于测量或显示的电流或电压(通称电信号)等,使电信号成为一些合于需要又便于记录和显示的信号,并最后被计算机记录、分析、显示出来,供测量者使用。

采用非电量电测法,通过线位移传感器和角位移传感器分别测量曲柄滑块机构中滑块的线位移和曲柄摇杆机构中摇杆的角位移,然后通过微分与计算分别获得滑块的线速度、线加速度和摇杆的角速度、转速、角加速度。

三、实验设备

(一) 实验设备的组成

(1) ZNH-B 型平面机构组合测试分析实验台(实验台零件清单见附页)。

(2) 光栅式角位移传感器、感应式直线位移传感器。

- (3) 电源调速器、测试仪、计算机、信号采集与分析系统。
- (4) 配套、齐全的装拆调节工具。

(二) 实验装置的特点

该实验以培养学生的综合设计能力、创新设计能力和工程实践能力为目标。打破了传统的演示性、验证性、单一性实验的模式，建立了新型的设计型、搭接型、综合性的实验模式。本实验提供多种搭接设备，学生可根据功能要求，自己进行方案设计，并将自己设计的方案亲手组装成实物模型。形象直观，安装调整简捷，并可随时改进设计方案，从而培养学生的创造性和正确的设计理念。

(三) 实验数据采集系统软件说明

1. 主界面 (见图 2.2)

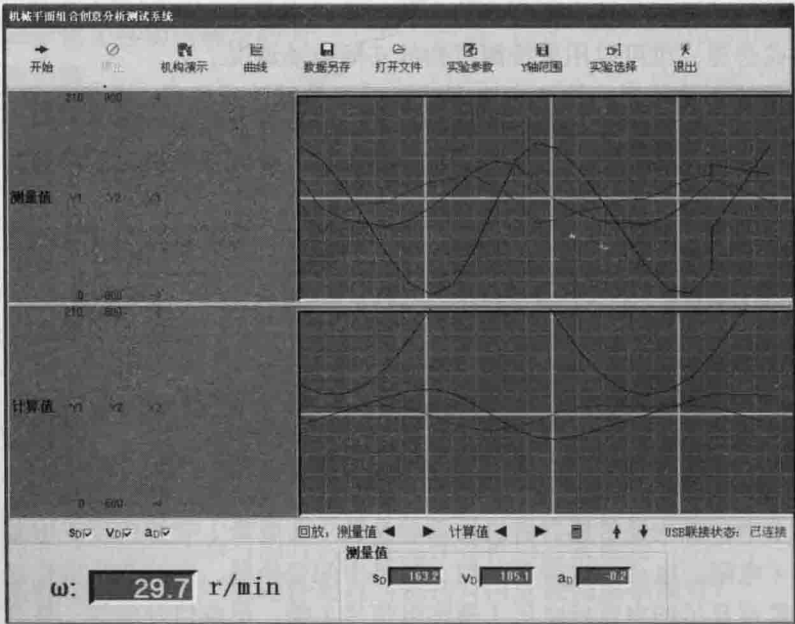


图 2.2 主界面

(1) 主控栏，如图 2.3 所示。

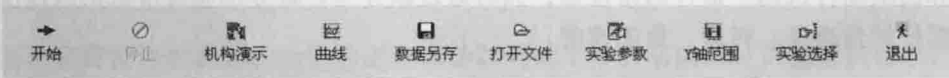


图 2.3 主控栏

(2) 数据显示栏，如图 2.4 所示。

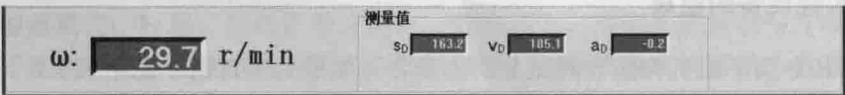


图 2.4 数据显示栏