

高等学校教材

机械原理与机械设计 实验指导书

蒯苏苏 周链 主编 戈晓岚 主审



化学工业出版社

高 等 学 校 教 材

机械原理与机械设计实验指导书

江苏大学机械原理与设计教研室组织编写

蒯苏苏 周 链 主编

戈晓岚 主审



化学工业出版社

· 北 京 ·

全书共分三篇(21章):第一篇为机械原理实验;第二篇为机械设计实验;第三篇为常用电子计算机程序。

本书主要作为高等院校机械类各专业的教材,也可作为近机类、非机类学生及其他有关专业的学生的教材和工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械原理与机械设计实验指导书/蒯苏苏,周链主编.

北京:化学工业出版社,2006.10

高等学校教材

ISBN 978-7-5025-9462-6

I. 机… II. ①蒯…②周… III. ①机构学-高等学校-教材②机械设计-高等学校-教材 IV. ①TH111②TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第120213号

高等学校教材

机械原理与机械设计实验指导书

蒯苏苏 周链 主编

戈晓岚 主审

责任编辑:程树珍 陈丽

文字编辑:闫敏

责任校对:郑捷

封面设计:潘峰

*

化学工业出版社出版发行

(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

购书咨询:(010)64518888

购书传真:(010)64519686

售后服务:(010)64518899

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本787mm×1092mm 1/16 印张12¼ 字数301千字

2007年2月第1版 2007年2月北京第1次印刷

ISBN 978-7-5025-9462-6

定价:22.00元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

机械制造技术基础课程学习指导

系列教材编写委员会

主任委员：张永康

副主任委员：任乃飞 鲁屏宇 姜银方

委员：（按汉语拼音排序）

陈靖芯	崇 凯	戴国红	戴亚春	范 真	樊曙天
冯爱新	戈晓岚	华希俊	姜银方	李新城	刘新佳
柳秉毅	骆志高	毛卫平	乔 斌	王宏宇	王建锋
王维新	王 霄	吴 勃	吴 晶	伍建国	徐红兵
许晓静	袁国定	张 洁	章志荣	张 铮	朱 莉

总 主 编：姜银方 刘新佳 王 霄 许晓静

前 言

《机械原理》是我国高等工科院校在校生必修的技术基础课。《机械原理》是一门研究机构和机器的学科，它研究机械的结构、运动学和动力学问题；由于电子计算机的发展应用和并联机器人的产生，也为机械原理研究提供了先进的工具和新的途径（如优化、仿真等），使得机构和机器分析和综合中的一些复杂问题成为实际可行。同时，测试技术的进步为机械运动学和动力学的研究创造了有利条件。

《机械设计》课程是我国高等工科院校机械类专业学生必修的技术基础课，机械设计是以一般通用零部件的设计为核心的设计性课程，是论述零部件的基本设计理论与方法的技术基础课程，它研究机械零件的强度、刚度、耐磨性、润滑、装配及材料的选择等问题。

《机械原理与机械设计实验指导书》是结合“机械原理”、“机械设计”课程的课堂教学、课程设计和实验教学等环节，使学生掌握机械原理与机械设计的基本理论、基本知识和基本技能，并初步具有确定机械运动方案、分析和设计机构与机器的能力。培养学生掌握通用零部件的设计原理、方法和机械设计的一般规律，进而具有综合运用所学的知识，研究改进机械或开发新的基础件及设计简单的机械的能力；掌握典型机械的实验方法，获得实验技能的基本训练和创新能力的培养。本书是为加强学生素质教育和创新能力培养，结合教学改革的需要修订而成的。

蒯苏苏编写第一篇的第一章、第三章、第五章、第六章、第八章、第九章、第十章，第二篇的第十一章、第十三章、第十四章、第十七章、第十九章，第三篇的第二十一章；周链编写第一篇的第二章、第四章，第二篇的第十二章、第十五章、第十八章、第二十章及附录；胡建平编写第一篇的第七章，第三篇的第二十一章中第一节、第二节；朱长顺编写第二篇的第十六章；实验报告由蒯苏苏编写。

江苏大学戈晓岚教授主审，并提出了极为宝贵的修改意见，对提高本书的编写质量给予了很大的帮助；在本书的形成、修改和出版过程中，得到江苏大学博士生导师赵杰文教授及江苏大学教务处和工业中心的全力支持和帮助，在此一并表示衷心感谢。

由于作者水平有限，误漏欠妥之处在所难免。欢迎广大同仁和读者批评指正。

编者

2006年10月

目 录

第一篇 机械原理实验

第一章	实验一	机构参观及机构运动简图的测绘和分析	1
第二章	实验二	机械运动参数测定	7
第三章	实验三	刚性转子的动平衡	15
第四章	实验四	机构在机座上的平衡	20
第五章	实验五	机构创新陈列室参观	27
第六章	实验六	机构创新实验	39
第七章	实验七	机组运转及飞轮调节	43
第八章	实验八	齿轮范成原理实验	50
第九章	实验九	空间并联机构机器人实验	53
第十章	实验十	五连杆机构轨迹综合及其智能控制实验	55

第二篇 机械设计实验

第十一章	实验一	带传动实验	62
第十二章	实验二	静、动摩擦系数测定与爬行运动机理	68
第十三章	实验三	工业系统认识——机械零件认识实验	70
第十四章	实验四	液体动压润滑向心滑动轴承实验	79
第十五章	实验五	摩托车装拆	84
第十六章	实验六	减速器的拆装和结构分析	95
第十七章	实验七	机械传动综合设计系统实验	98
第十八章	实验八	创意组合轴系结构实验	114
第十九章	实验九	螺栓连接综合实验	119
第二十章	实验十	动态密封实验	129

第三篇 常用电子计算机程序

第二十一章	MATLAB 编程与机械运动线图	132
第一节	对心曲柄滑块机构	132
第二节	曲柄摆动导杆机构	133
第三节	RSSR 空间曲柄摇杆机构	135
第四节	RSSP 空间曲柄滑块机构	140
附录		143
参考文献		149

第一篇 机械原理实验

第一章 实验一 机构参观及机构运动简图的测绘和分析

一、实验目的

- (1) 掌握机构运动简图测绘的基本方法。
- (2) 巩固机构自由度的计算并验证机构作确定运动的条件。
- (3) 通过对机构进行结构分析，了解机构的组成原理。
- (4) 了解《机械原理》课程所研究的各种常用机构的结构、类型、特点及应用实例。

二、实验手段

采用现代声、光、电、控陈列柜并与多媒体同步播放，动态展示了各种常用机构的模型，通过模型的动态展示，增强学生对机构与机器的感性认识。对一些典型机构或机器的实物或模型进行机构运动简图的测绘，计算其自由度，验证其运动是否确定，并通过机构运动简图进行机构结构分析。

三、实验用具

- (1) 现代声、光、电控机械原理陈列柜（表 1.1）、机器的实物、机构模型若干件。

表 1.1 现代声、光、电控机械原理陈列柜

序 号	陈列柜内容与名称	规 格
1	机器与机构 前言、内燃机、蒸汽机、缝纫机、运动副	1250mm×400mm×175mm 上 柜 下 柜 拆 装 式
2	平面连杆机构的基本形式 铰链四杆机构、单移动机构、双移动机构	
3	平面连杆机构应用 机构运动简图、连杆机构	
4	凸轮机构的形式 盘形、移动、等宽、等径、圆锥、圆柱等凸轮	
5	齿轮传动的各种类型 平行轴传动、相交轴传动、相错轴传动	
6	齿轮的基本特性 渐开线齿轮各部分名称、渐开线形成、摆线形成	
7	轮系的基本形式 周转轮系、轮系、周转轮系功用	
8	间歇运动机构 棘轮机构、槽轮机构、齿轮式间歇机构	
9	组合机构 串联机构、并联机构、反馈机构、叠合组合	
10	空间连杆机构 空间四杆机构、空间五杆机构、空间六杆机构	

(2) 量具。铅笔、橡皮、白纸、三角板和圆规 (学生自带)。

四、实验内容

(一) 对机器的认识

虽然各种机器的构造、用途和性能各不相同,但是从它们的组成、运动特性以及功能关系来看,却都具有以下几个共同特征。

- (1) 它们都是一种人为的实物 (机件) 的组合体。
- (2) 组成它们的各部分之间都具有确定的相对运动。
- (3) 能够完成有用的机械功或转换机械能。

凡同时具备上述 3 个特征的实物组合体就称为机器。

通过对实物模型和机构的观察,学生可以认识到:机器是由电机、机械零件、机构按照一定运动要求组合而成的,并将电能转换成机械能,完成一个有用的功的装置。所以只要掌握各种机构的运动特性,再去研究任何机器的特性就不困难了。在机械原理中,运动副是以两构件的直接接触形式的可动连接及运动特征来命名的。如:高副、低副、转动副、移动副等。

(二) 平面四杆机构

平面连杆机构中结构最简单、应用最广泛的是四杆机构,四杆机构分成三大类:铰链四杆机构,单移动副机构,双移动副机构。

(1) 铰链四杆机构分为曲柄摇杆机构、双曲柄机构、双摇杆机构,即根据两连架杆为曲柄或摇杆来确定。

(2) 单移动副机构,它是以一个移动副代替铰链四杆机构中的一个转动副演化而成的。可分为:曲柄滑块机构,曲柄摇块机构,转动导杆机构及摆动导杆机构等。

(3) 双移动副机构是带有两个移动副的四杆机构,把它们倒置也可得到:曲柄移动导杆机构,双滑块机构及双转块机构。

(三) 凸轮机构

凸轮机构常用于把主动构件的连续运动,转变为从动件严格按照预定规律的运动。只要适当设计凸轮轮廓线,便可以使从动件获得任意的运动规律。由于凸轮机构结构简单、紧凑,因此广泛应用于各种机械、仪器及操纵控制装置中。

凸轮机构主要由三部分组成,即凸轮 (它有特定的轮廓线)、从动件 (它由凸轮轮廓线控制着) 及机架。

凸轮机构的类型较多,学生在参观时应了解各种凸轮的特点和结构,找出其中的共同特点。

(四) 齿轮机构

齿轮机构是现代机械中应用最广泛的一种传动机构。具有传动准确、可靠、运转平稳、承载能力大、体积小、效率高等优点,广泛应用于各种机器中。根据轮齿的形状,齿轮分为直齿圆柱齿轮、斜齿圆柱齿轮、圆锥齿轮及蜗轮、蜗杆。根据主、从动轮的两轴线相对位置,齿轮传动分为平行轴传动、相交轴传动、交错轴传动三大类。

(1) 平行轴传动的类型有外、内啮合直齿轮机构、斜齿圆柱齿轮机构、人字齿轮机构和齿轮齿条机构等。

(2) 相交轴传动的类型有圆锥齿轮机构,轮齿分布在截圆锥体上,两轴线夹角 $\Sigma = 90^\circ$ 。

(3) 交错轴传动的类型有：螺旋齿轮机构，圆柱蜗轮蜗杆机构，弧面蜗轮蜗杆机构等。在参观这部分时，学生应注意了解各种机构的传动特点、运动状况及应用范围等。

(4) 齿轮机构参数。齿轮基本参数有齿数 z 、模数 m 、分度圆压力角 α 、齿顶高系数 h_a^* 、顶隙系数 c^* 等。

参观这部分时，学生需要掌握：什么是渐开线？渐开线是如何形成的？什么是基圆和渐开线发生线？并注意观察基圆、发生线、渐开线三者间关系，从而得出渐开线有什么性质？

再观察摆线的形成，要了解什么是发生圆？什么是基圆？动点在发生圆上位置发生变化时，能得到什么样轨迹的摆线？

同时还要通过参观总结出：齿数、模数、压力角等参数变化对齿形有何影响？

(五) 周转轮系

通过各种类型周转轮系的动态模型演示，学生应该了解什么是定轴轮系？什么是周转轮系？根据自由度不同，周转轮系又分为行星轮系和差动轮系。它们有什么差异和共同点？差动轮系为什么能将一个运动分解为两个运动或将两个运动合成为一个运动？

周转轮系的功用、形式很多，各种类型都有它自己的缺点和优点。在今后的应用中应如何避开缺点、发挥优点等都是需要学生实验后认真思考和总结的问题。

(六) 其他常用机构

其他常用机构常见的有棘轮机构；摩擦式棘轮机构；槽轮机构；不完全齿轮机构；凸轮式间歇运动机构；万向节及非圆齿轮机构等。展览柜中通过各种机构的动态演示，学生应知道各种机构的运动特点及应用范围。

(七) 组合机构

展柜中展示有实际应用的机器设备、仪器仪表的运动机构。从这里可以看出，机器都是由一个或几个机构按照一定的运动要求组合而成的。所以在学习机械原理课程中一定要掌握好各类基本机构的运动特性，才能更好地去研究任何机构（复杂机构）特性。

1. 串联式组合

若前一级子机构的输出构件即为后一级子机构的输入构件，则这种组合方式称为串联式组合。例如，行程扩大机构，它由曲柄、连杆、扇形齿轮、齿条构成子机构 I，滑块通过连杆与扇形齿轮的延长杆相连，构成子机构 II，通过扇形齿轮摆动，使滑块行程大于曲柄长度两倍，即扩大了滑块的行程。这种组合可用图 1.1 所示的框图表示。

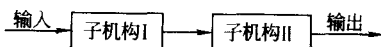


图 1.1 串联式组合框图

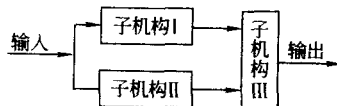


图 1.2 并联式组合框图

2. 并联式组合

在机构组合系统中，若几个子机构共用同一个输入构件，而它们的输出运动又同时输入给一个多自由度的子机构，从而形成一个自由度为 1 的机构系统，则这种组合方式称为并联式组合，这种组合可用图 1.2 所示的框图表示。

例如，铁板传送装置上送料辊的送进机构，它由定轴轮系（子机构 I）、曲柄摇杆机构（子机构 II）、差动轮系（子机构 III）所组成，因定轴轮系和曲柄摇杆机构是并列布置，主动齿轮和曲柄固定在同一轴上，其运动同时传给定轴轮系和曲柄摇杆机构，从而

转换成两个运动，这两个运动又传给差动轮系合成为一个输出运动，使与差动轮系固连的送料辊具有短暂的停歇送进运动。

3. 反馈式组合

在机构组合系统中，若其多自由度子机构的一个输入运动是通过单自由度子机构从该多自由度子机构的输出构件回授的，则这种组合方式称为反馈式组合，这种组合可用图 1.3 所示的框图表示。

例如精密滚齿机中的分度校正机构，蜗杆、蜗轮组成子机构 I，移动滚子从动件盘形凸轮机构组成子机构 II，凸轮与蜗轮同轴，凸轮推动摆杆去拨动蜗杆作轴向补偿移动，使蜗轮产生附加转动，从而校正了蜗轮的分度误差。蜗杆的一个输入运动就是通过凸轮机构从蜗轮回授的。

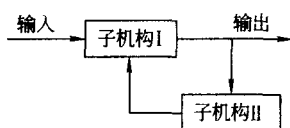


图 1.3 反馈式组合框图

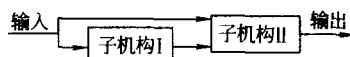


图 1.4 复合式组合框图

4. 复合式组合

在机构组合系统中，若由一个或几个串联的基本机构去封闭一个具有两个或多个自由度的基本机构，则这种组合方式称为复合式组合。在这种组合方式中，各基本机构有机连接，互相依存，它与串联式组合和并联式组合都既有共同之处，又有不同之处。图 1.4 所示为复合式组合框图。

例如，用凸轮连杆组合机构来实现给定的运动轨迹，先选定一组二自由度的五连杆机构作为子机构 II，凸轮、转动滚子从动杆（五连杆机构上一连架杆）作为子机构 I，然后根据给定的连杆上某点的轨迹设计凸轮轮廓曲线。

（八）空间机构

如果连杆机构的构件不是都在相互平行的平面内运动，则称为空间连杆机构。组成空间连杆机构的运动副除转动副 R 和移动副 P 外，还有球面副 S、球销副 S'、圆柱副 C 及螺旋副 H 等（见附录附表 3）。空间连杆机构又可分为开链型和闭链型两类。开链型空间连杆机构的应用已由通用夹具和工程机械发展到各种机械手和机器人中；闭链型空间连杆机构在轻工机械、农业机械及航空运输机械等中得到较多的应用。

1. RSSR 空间四杆机构

它由 2 个转动副 (R) 和 2 个球面副 (S) 组成，展览柜中陈列了空间曲柄摇杆机构，若改变构件的长度尺寸，可以得到空间双曲柄机构或空间双摇杆机构。

2. RCCR 联轴器

它是有 2 个转动副 (R) 和 2 个圆柱副 (C) 的特殊空间机构，可用于传递夹角为 90° 的相交轴之间的转动。

3. 4R 万向节

它的 4 个转动副 (R) 的轴线汇交于一点，是一种球面机构。

4. 4R 揉面机构

它也是一种球面机构，其中连杆作摇晃运动。

5. RRSRR 传动机构

它是由 4 个转动副 (R) 和 1 个球面副 (S) 组成的空间机构。

6. 空间六杆机构

萨勒特 (SARNIT) 机构, 它是一种空间六杆机构, 用于产生平行位移。通常是一组构件的平行轴线垂直于另一组的平行轴线, 当主动构件作往复摆动时, 顶板相对固定底板作平行的上下移动。

五、测绘原理和方法

1. 测绘原理

机构是各种机器用来传递运动和力的基本组成部分, 它由若干个构件按一定的方式连接而成, 并实现确定的运动。从运动的观点来看, 机构的运动仅与机构中构件的数目, 各构件组成的运动副的类型、数目以及各运动副之间的相对位置有关, 而与构件的复杂外形和运动副的具体结构无关。因此, 在进行机构分析和机构设计时, 常常不考虑那些与机构运动无关的因素, 而仅用简单线条和规定符号来表示运动副和构件, 并按一定比例表示各运动副间的相对位置。这种能正确表达机构运动特性的简单图形称为机构运动简图。

2. 测绘方法

(1) 摆弄被测机构使其运动, 认清机架、原动件与从动件。

(2) 判别运动副类型。

一般, 从原动件开始, 遵循运动传递的顺序, 仔细观察各相邻构件之间的相对运动性质, 由此确定机构中构件的数目和运动副的类型、数目。

(3) 合理选择视图。

对于平面机构, 一般选择与机构中多数构件的运动平面相平行的平面作为视图基准来绘制机构运动简图。

(4) 选择适当的比例 μ_1 。

(5) 按一定的顺序绘图。

将原动件运动到某一适当位置, 按确定的比例, 遵循着运动传递的顺序, 用规定的符号绘出各运动副及其相对位置。

六、实验步骤

(1) 目测各运动副之间的相对位置, 使实物与图形大致成比例, 在草稿纸上用铅笔徒手绘出指定的几种机构的示意图。

(2) 在自选的几种机构示意图中任选两种, 按适当的比例 μ_1 绘制机构运动简图。

(3) 计算所测绘机构的自由度 $F=3n-2P_L-P_H$, 并判断此机构是否具有确定的运动。

(4) 对所测绘的机构进行结构分析。

① 检查并去除机构中的局部自由度和虚约束, 将机构中的高副全部以低副代替, 并用箭头标注出机构的原动件。

② 先试拆 $n=2$ 的杆组, 如不可能, 再依次试拆 $n=4$ 和 $n=6$ 的杆组。当分出一个杆组后, 第二次拆组时仍必须从最简单 ($n=2$) 的杆组开始试拆, 直到剩下机架和原动件为止 (只适用于原动件与机架相连的机构)。

③ 杆组的增减不应改变机构的自由度。因此拆组后，剩余机构不允许残存只属于一个构件的运动副和只有一个运动副的构件（原动件除外），因为前者将导入虚约束，而后者将产生局部自由度。

④ 确定机构的级别。

机构可由不同级别的杆组组成，通常以机构中包含的基本杆组的最高级别来命名机构的级别。

七、思考题

(1) 机构运动简图能反映实际机构的哪些内容？

(2) 简述四杆机构有哪 3 种最基本形式？如何演绎？

(3) 机械原理示教陈列柜演示的机械原理有哪六大部分？试举间歇机构、组合机构、空间机构应用实例各一个，并简述观后感。

第二章 实验二 机械运动参数测定

一、实验目的

(1) 本实验以曲柄滑块机构和曲柄摆动导杆机构为测试对象，通过实验了解位移、速度、加速度、角位移、角速度、角加速度的测定方法，转速及回转不均匀率的测定方法。

(2) 通过实验，初步了解 MEC-B 型机械运动参数测试仪及光电脉冲编码器、同步脉冲发生器（又称角度传感器）的基本原理，并掌握它们的使用方法。

(3) 比较理论分析所得的机构运动线图与实测的机构运动线图的差异，并分析其原因，增加对速度、角速度，特别是加速度、角加速度的感性认识。

(4) 比较所测的两种机构：曲柄滑块机构与曲柄摆动导杆机构的性能差别。

二、实验设备

该实验所用设备及实验系统如图 2.1 所示，包括如下内容。

- (1) 实验机构。
- (2) MEC-B 型机械运动参数测试仪。
- (3) PP-40 四色绘图仪（打印机）。
- (4) 磁带记录仪（普通家用录音机）。
- (5) 光电脉冲编码器（或其他各种数字式、模拟式传感器）。
- (6) 同步冲脉发生器（或称角度传感器）。
- (7) CRT 显示器。

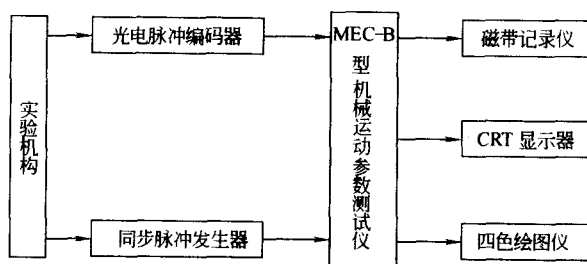


图 2.1 MEC-B 型机械运动参数测试实验系统

三、工作原理

1. 实验机构

本实验可采用各类实验机构，本实验所配机构为曲柄滑块机构及曲柄摆动导杆机构，动力采用直流无级调速电机，电机转速可在 $0 \sim 3600 \text{r/min}$ 范围内作无级调速。经蜗轮蜗杆减速器以 $1/30$ 减速，这样机构曲柄的转速可在 $0 \sim 120 \text{r/min}$ 范围内作无级

调速。

图 2.2 所示为实验机构简图，利用往复运动的滑块（固定齿条）经齿轮推动光电脉冲编码器，输出与滑块位移相当的脉冲信号，经测试仪处理后可得到滑块的位移、速度和加速度值或相应的曲线图。图 2.2(a) 为曲柄滑块机构的结构形式，图 2.2(b) 为曲柄摆动导杆机构的结构形式。本实验装置中已配有改装所必需的零件，两种结构可按需要由实验者自行装配。

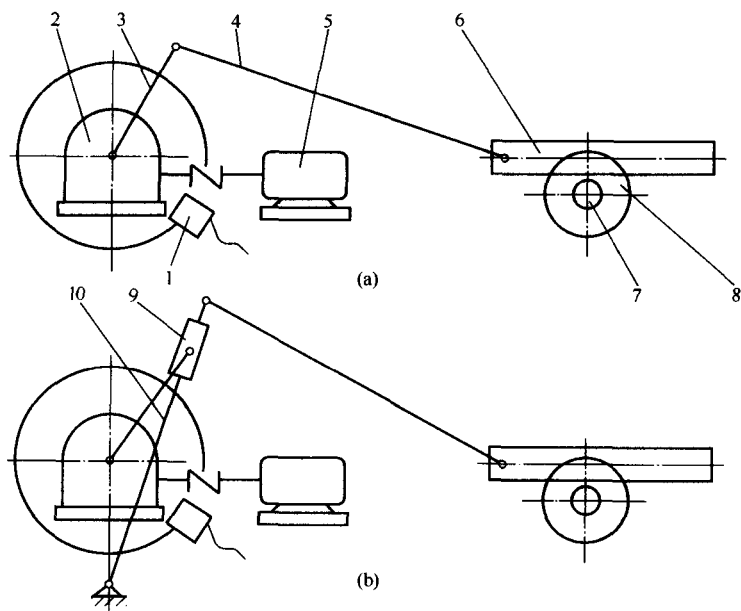


图 2.2 实验机构简图

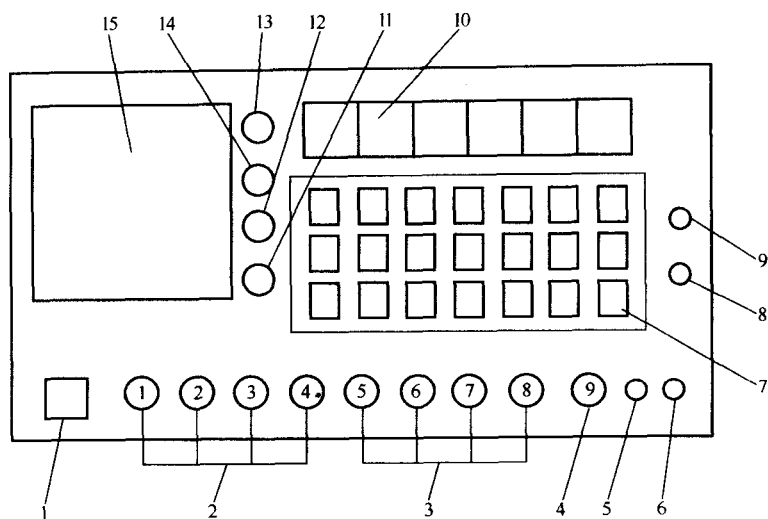
1—同步脉冲发生器（X 坐标信号）；2—蜗轮减速器；3—曲柄；4—连杆；5—电机；
6—滑块；7—齿轮；8—光电脉冲编码器 [Y 坐标信号（s, v, a）]；9—导块；10—导杆

2. MEC-B 型机械运动参数测试仪

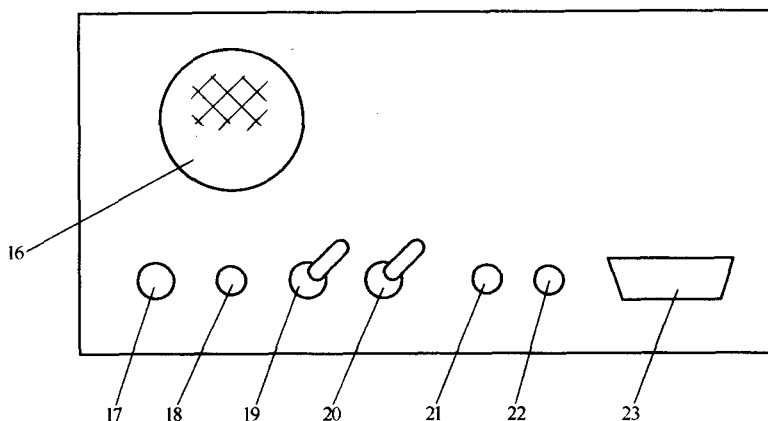
MEC-B 型机械运动参数测试仪的外形结构如图 2.3 所示。图 2.3(a) 为测试仪面板结构，图 2.3(b) 为其背面结构。

以本测试仪为主体的整个测试系统的原理框图如图 2.4 所示。

在实验机构的运动过程中，曲柄转动后使滑块作往复移动，滑块上装有齿条，带动齿轮及与齿轮同轴安装的光电脉冲编码器作往复转动。这时，滑块的往复移动通过光电脉冲编码器转换并输出具有一定频率的电讯号，该频率与滑块往复速度成正比。光电脉冲编码器的工作原理后面另作详细介绍。总之，光电脉冲编码器频率讯号是 0~5V、相位差 90° 的两路脉冲讯号，将该讯号接入测试仪数字量通道，由计数器计数，某一时刻计数器的计数值，表示该时刻光电盘（即主轴）相对于光敏管位置的角位移量。本仪器也可采用模拟传感器，将滑块位移转换为电压值，接入至测试仪的模拟通道，再通过 A/D 转换口转变为数字量（即 Y 坐标值）。



(a) 测试仪面板结构



(b) 测试仪背面结构

图 2.3 MEC-B 型机械运动参数测试仪的外形结构

- 1—电源开关；2—四路模拟传感器输入口，通道号 1~4；3—回路数字传感器编码盘数字信号输入口，通道号 5~8；4—转角兼同步传感器同步信号输入口，通道号 9；5—外触发信号输入插口 J1；6—同步信号输入插口 J2；7—键盘；8—磁带信息调入插口 J3（接录音机 ERA）；9—主机信息储存磁带插口 J4（接录音机 MCR）；10—六位 LED 数码显示器；11—亮度调节；12—对比度调节；13—帧频调节；14—行频调节；15—5" CRT 显示器；16—冷却风扇；17—电源插座；18—保险插座；19—冷却风扇开关；20—CRT 电源开关；21—外接 CRT 插口 J5；22—接地端子；23—PP-40 四色绘图仪接口

测试仪具有内触发与外触发两种采样方式。

当采用内触发方式时，可编程定时器按操作者所置入的采样周期要求输出定时触发脉冲。同时微处理器输出相应的切换控制信号，通过电子开关对锁存器或采样保持器发出定时触发信号，将当前计数器的计数值或模拟传感器的输出电压值保持。经过一

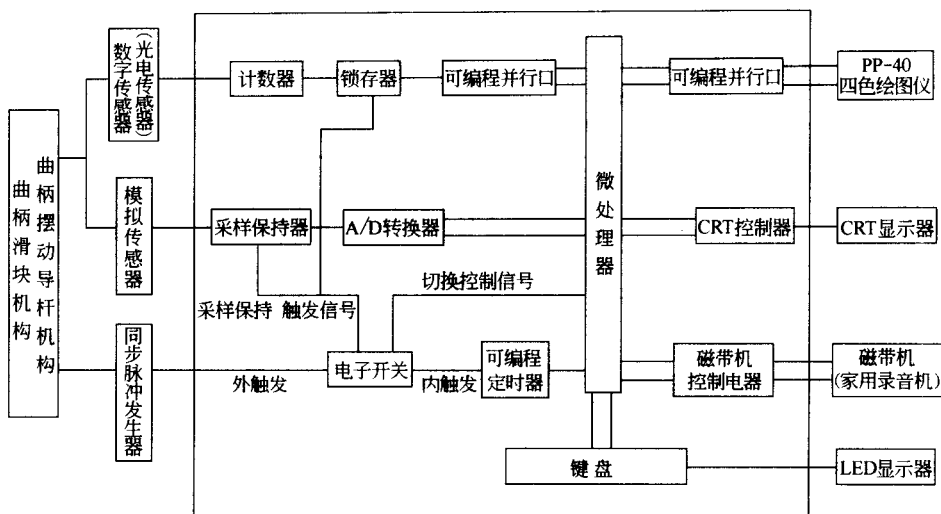


图 2.4 测试系统的原理框图

定延时，由可编程并行口或 A/D 转换读入微处理器中，并按一定格式存储在机内 RAM 区中。

当采用外触发采样方式时，可通过同步脉冲发生器将机构曲柄的角位移 (2° , 4° , 6° , 8° , 10°) 信号转换为相应的触发脉冲，并通过电子开关切换发出采样触发信号。利用测试仪的外触发采样功能，可获得以机构主轴角度变化为横坐标的机构运动线图 (即 X 坐标值)。

机构的速度、加速度数值由位移经数值微分和数字滤波得到。与传统的 R-C 电路测量法，或分别采用位移、速度、加速度测量仪器的系统相比，具有测试系统简单、性能稳定可靠、附和相位差小、动态响应好等优点。

本测试系统测试结果可以用曲线形式输出，也可以直接打印出各点数值，克服了以往测量往往必须对记录曲线进行人工标定和数据处理而带来较大的幅值误差和相位误差等问题。

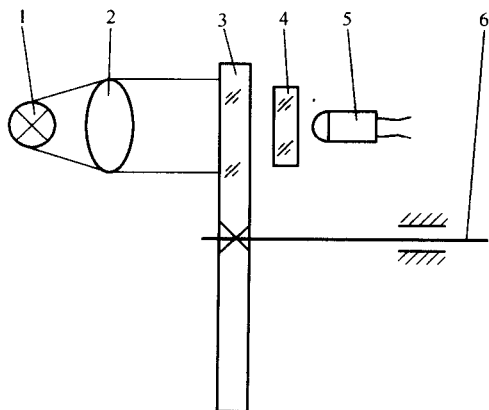


图 2.5 光电脉冲编码器结构原理图

- 1—灯泡；2—聚光镜；3—光电盘；
4—光栏板；5—光敏管；6—主轴

该测试仪由于采用微处理机及相应的外围设备，因此在数据处理的灵活性和结果显示、记录、打印的便利、清晰、直观等方面明显优于非微机化的同类仪器。另外，操作命令采用代码和专用键相结合，操作灵活方便，实验准备工作简单，便于使用者学习掌握。

3. 光电脉冲编码器

光电脉冲编码器又称增量式光电编码器，它是采用圆光栅通过光电转换将主轴角位移转换成电脉冲信号的器件。如图 2.5 所示，它由灯泡 1、聚光镜 2、光电盘 3、光栏板 4、光敏管 5 和光电整形放大电路组成。光电盘和光栏板是用玻璃材料经研磨、

抛光制成的。在光电盘上用照相腐蚀法制成一组径向光栅，光栏板上有两组透光条纹，每组透光条纹后都装有一个光敏管，它们与光电盘透光条纹的重合性差 $1/4$ 周期。光源发出的光线经聚光镜聚光后，发出平行光。当主轴带动光电盘一起转动时，光敏管就接收到光线亮、暗变化的信号，引起光敏管通过的电流发生变化，输出两路相位差 90° 的近似正弦波信号，它们经放大、整形后得到两路相位差 90° 的主波 d 和 d' 。 d 路信号经微分后加到两个与非门输入端作为触发信号； d' 路信号经反相器反相后得到两个相位相反的方波信号，分别送到与非门剩下的两个输入端作为门控信号。与非门的输出端即为光电脉冲编码器的输出信号端，见图 2.6，它可与双时钟可逆计数的加、减触发端相接。当编码器转向为正时（如顺时针），微分器取出 d 的前沿 A（见图 2.7），与非门 1 打开，输出一负脉冲，计数器作加计数；当转向为负时（如逆时针），微分器取出 d 的另一前沿 B（见图 2.7），与非门 2 打开，输出一负脉冲，计数器作减计数。某一时刻计数器的计数值，即表示该时刻光电盘（即主轴）相对于光敏管位置的角位移量。

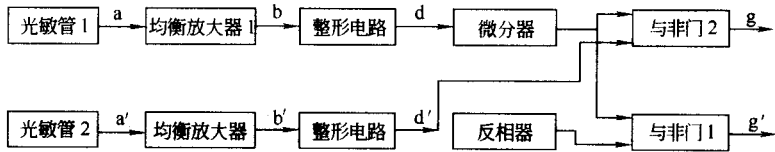


图 2.6 光电脉冲编码器电路原理框图

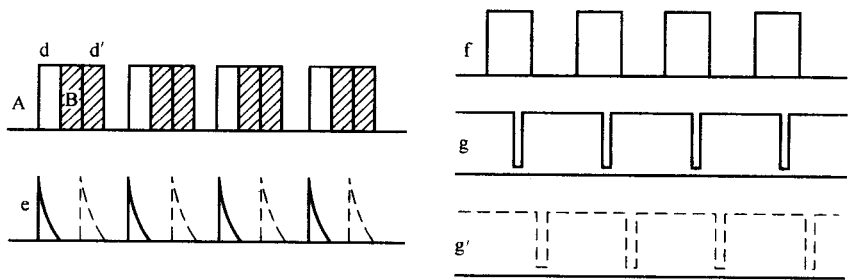


图 2.7 光电脉冲编码器电路各点信号波形图

四、操作步骤

1. 滑块位移、速度、加速度测量

(1) 将 PP-40 四色绘图仪接入测试仪背面接口 [见图 2.3(b) 序号 23]，打开 CRT 显示器电源开关，启动面板电源开关，数码显示器显示“P”，适当调整 CRT 亮度与对比度，若环境温度超过 30°C 时，应打开风扇开关。

(2) 调整同步脉冲发生器接头与分度盘位置，使分度盘片插入同步脉冲发生器探头的槽内。拨动联轴器使分度盘转动，每转 2° （即一个光栅），探头上的绿色指示灯闪烁一次，每转一圈，红灯闪烁一次（这一步一般仪器事先已调整好，可不必再调）。

(3) 将光电编码器输出 5 芯插头分别插入测试仪 5 通道及 9 通道插口，在 LED 数码显