

国家级实验教学示范中心机械类专业系列实验教材

机械原理与机械设计 实验教程

陈松玲 陈寒松 主 编

JIXIE YUANLI YU JIXIE SHEJI
SHIYAN JIAOCHENG



江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

机械原理与机械设计 实验教程

JIXIE YUANLI YU JIXIE SHEJI
SHIYAN JIAOCHENG

主 编 陈松玲 陈寒松

副主编 范燕萍 沈宗宝

严 岳 蒯苏苏

周 链

 江苏大学出版社
JIANGSU UNIVERSITY PRESS

镇 江

图书在版编目(CIP)数据

机械原理与机械设计实验教程 / 陈松玲, 陈寒松主
编. — 镇江: 江苏大学出版社, 2017. 2
ISBN 978-7-5684-0370-2

I. ①机… II. ①陈… ②陈… 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. ①TH111—33②TH122—33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 016142 号

机械原理与机械设计实验教程

Jixie Yuanli Yu Jixie Sheji Shiyan Jiaocheng

主 编/陈松玲 陈寒松

责任编辑/吴蒙蒙

出版发行/江苏大学出版社

地 址/江苏省镇江市梦溪园巷 30 号(邮编: 212003)

电 话/0511-84446464(传真)

网 址/http://press. ujs. edu. cn

排 版/镇江华翔票证印务有限公司

印 刷/句容市排印厂

开 本/787 mm×1 092mm 1/16

印 张/10.25

字 数/259 千字

版 次/2017 年 2 月第 1 版 2017 年 2 月第 1 次印刷

书 号/ISBN 978-7-5684-0370-2

定 价/22.00 元

如有印装质量问题请与本社营销部联系(电话:0511-84440882)

前 言

机械原理与机械设计是针对高等院校工科学生开设的专业基础课,机械原理是研究机械中机构的结构和运动,以及机器的结构、受力、质量和运动的学科;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课程。

本书是根据课程的实验教学基本要求而编写的,旨在为开展“机械原理与机械设计”“机械设计基础”“机械工程基础”等理论课程提供实验教学支持,促进理论与实践相结合;使学生掌握典型机械的实验方法,获得基本实验技能;培养学生的工程实践能力和创新能力,切实提高教学质量。

本书实验一、实验二、实验六、实验七、实验十一由陈松玲编写;实验五由陈寒松编写;实验四、实验十二、实验十三由范燕萍编写;实验三、实验九、实验十由沈宗宝编写;实验八由严长编写;蒯苏苏、周链参与了本书的整体编排与校对。本书在编写过程中参考了其他同类教材、文献资料,同时也得到了编者所在单位的大力支持,在此一并深表感谢。

由于时间仓促,水平有限,错误和不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2017 年 1 月

目 录

实验一	机构认知实验	1
实验二	机构运动简图测绘与分析	16
实验三	机械运动参数测定	23
实验四	机构创新实验	46
实验五	刚性转子的动平衡	76
实验六	齿轮范成原理实验	81
实验七	机械零件认识实验	87
实验八	螺栓联接综合实验	98
实验九	带传动实验	106
实验十	机械传动综合实验	112
实验十一	液体动压润滑向心滑动轴承实验	127
实验十二	减速器的拆装和结构分析	139
实验十三	轴系结构创意设计与分析实验	148
参考文献		157



实验一 机构认知实验

一、实验目的

采用现代声、光、电、控陈列柜并与多媒体同步播放,动态展示各种常用机构的模型,通过模型的动态展示,了解各种常用机构的结构、类型、特点及应用实例,增强对机构与机器的感性认识。

二、实验设备

典型机构陈列柜中的常见机构见表 1-1。

各陈列柜中的机构模型如图 1-1~图 1-10 所示。

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	
第 1 柜	机器与机构	内燃机模型、蒸汽机模型、缝纫机、运动副
第 2 柜	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
第 3 柜	平面连杆机构应用	机构运动简图、连杆机构
第 4 柜	凸轮机构的形式	盘形、移动、等宽、等径、圆锥、圆柱等凸轮
第 5 柜	齿轮传动的各种类型	平行轴传动、相交轴传动、相错轴传动
第 6 柜	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
第 7 柜	轮系的基本形式	周转轮系、轮系、周转轮系功用
第 8 柜	间歇运动机构	棘轮机构、槽轮机构、齿轮式间歇机构
第 9 柜	组合机构	串联机构、并联机构、反馈机构、叠合组合
第 10 柜	空间连杆机构	空间四杆机构、空间五杆机构、空间六杆机构

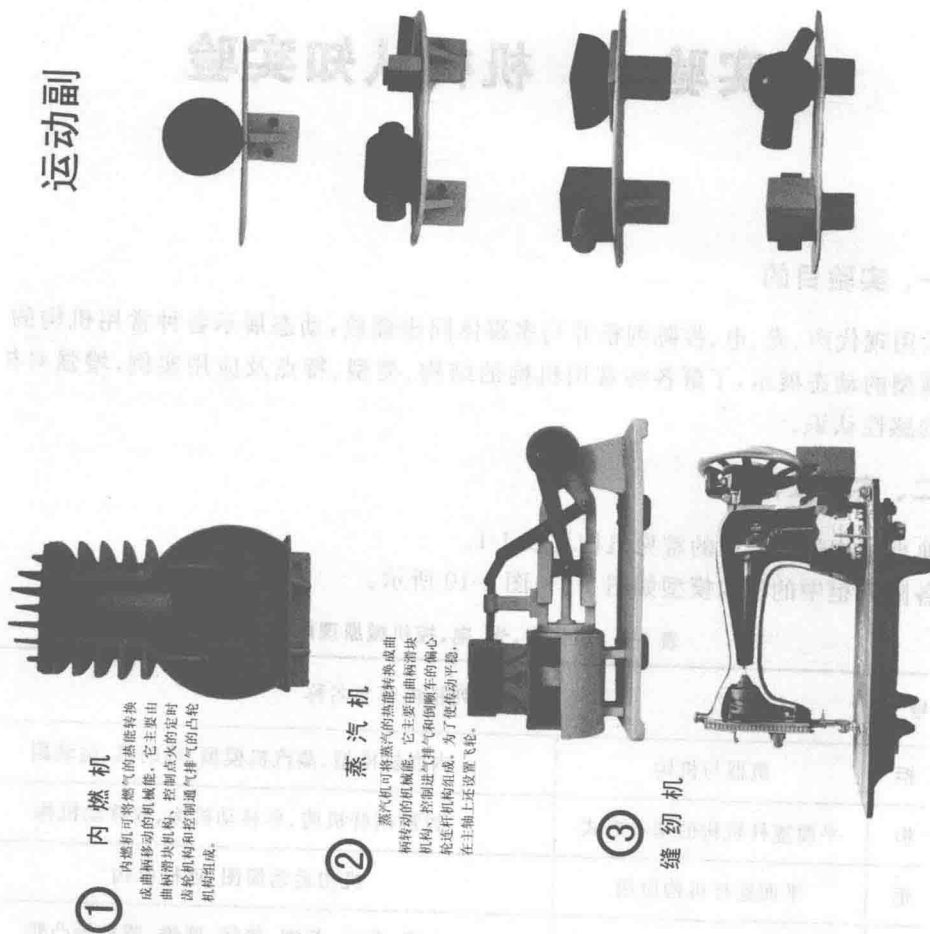


图 1-1 第 1 柜

前言

机构陈列室中常要展出各类机构，介绍机构的形式和用途，演示机构的基本原理。

① 内燃机

内燃机可将燃气的热能转换成曲柄转动的机械能，它主要由曲柄滑块机构、控制进气的定时齿轮机构和控制排气凸轮的机构组成。

② 蒸汽机

蒸汽机可将蒸汽的热能转换成曲柄转动的机械能，它主要由曲柄滑块机构、控制进气和倒顺车的偏心轮连杆机构组成，为了使转动平稳，在主轴上还设置飞轮。

③ 缝纫机

铰链四杆机构

②

铰链四杆机构

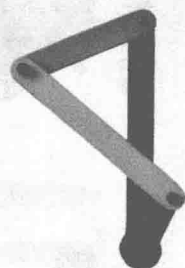
在满足有曲柄条件的铰链四杆运动链中，取出不同构件为机架，可得到三种不同形式的机构。



④

曲柄摇杆机构

取与最短杆相邻的构件为机架。



⑤

双曲柄机构

取最短的杆为机架，则与机架相邻的两构件均能整周回转，故得双曲柄机构。若一曲柄等速回转一周，则另一曲柄变速回转一周。



⑥

双摇杆机构

取与最短杆相对的构件为机架，则两连架杆均不能做360°整回转，故称为双摇杆机构。



⑧

曲柄滑块机构

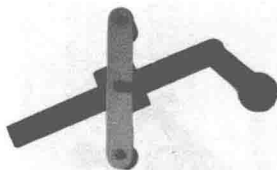
取与最短杆相邻的构件为机架，可得到曲柄滑块机构。此机构常用作内燃机、往复抽水机、空气压缩机及冲床等机构的主运动机构。



⑨

单移动副机构

以一个移动副代替满足有曲柄条件的铰链四杆机构中的一个转动副，并取不同的构件为机架，可得到四种运动形式的单移动副机构。



⑪

移动导杆机构

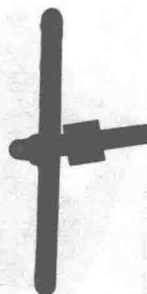
当滑块作为机架时，得到移动导杆机构。该类机构常用作手指脚筒和双动作式水泵等机械的主运动机构。



⑩

转动导杆机构

取最短的杆为机架，则得到转动导杆机构。曲柄等速回转一周，导杆变速回转一周。当机架增长至大于曲柄长度时，导杆由转动变为往复摆动，称为摆动导杆机构。当曲柄等速回转时，导杆具有“急回特性”。



⑦

双摇杆机构

在不满足有曲柄条件的铰链四杆运动链中，各构件之间均不能做360°相对回转。当固定其中一构件时，均得双摇杆机构。



双移动副机构

——曲柄移动导杆机构

取双移动副机构中的一滑块作为机架可得曲柄移动导杆机构。该机构中的导杆做高速运动，故又称正弦机构，常用于仪器仪表中。



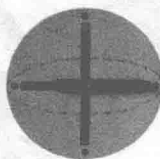
⑫

双移动副机构

⑬

双转块机构

在双转块机构中，如一个连架杆等速回转，则另一连架杆特也做等速回转。当两平行轴的中心距很小时，可采用这种机构传动。该机构也称十字滑块联轴器。



⑭

双滑块机构

该机构中的连杆中点的运动轨迹为圆，而其他点的运动轨迹曲线为椭圆，故又称椭圆机构。



图 1-2 第 2 框

结构运动简图

③

⑮

泵



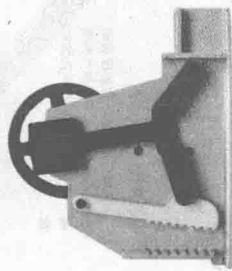
机构运动简图 (15、16泵)

机构运动简图是工程中常用的一种图形，它的特点是简单的符号和线条清晰而简明地表达出机构或机器的运动情况，使人们对机器的运动原理一目了然。机构运动简图的画法：

1. 分清机构中的各个构件。
2. 认清相邻两构件之间的相对运动动的性质，正确选择转动副中心、移动副方位线及高副曲线上特征点的曲率中心位置。
3. 用运动副符号和线条按比例画出运动简图。

⑮

颚式破碎机



连杆机构

飞剪



飞剪是金属冷轧厂的主要设备之一，它安装在带钢自动连续剪切生产线上，本飞剪采用曲柄摇杆机构驱动，取连杆上一点的轨迹作为飞剪上刃口的轨迹。剪切带钢时，在剪切区域内应保证两刃口的水平速度与偶带的运动速度相等，两刃口的相对垂直位移量不小于带钢的厚度。

压包机

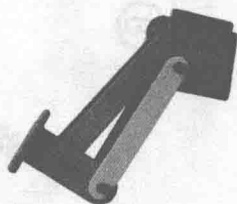
⑮

压包机

压包机是一种具有停歇功能的铰链六杆机构。连杆上某一点的轨迹近似于圆弧，取另一连杆的长度等于该圆弧的半径，则机构运行时滑块具有一段停歇的时间。在滑块停歇的时间内可进行捆扎的操作。曲柄回转一周，完成一个工作循环。这种具有停歇功能的机构常用于自动机械中，实现多种工序的合理配置。

⑮

翻转机构

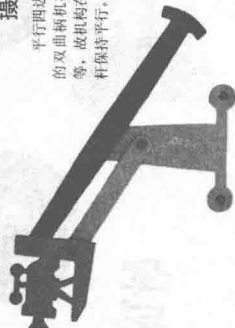


翻转机构是应用双摇杆机构，使连杆实现两个位置的要求，需要翻转的砂箱与连杆固定联接，机构工作时，将砂箱从下面的位置经过180°翻转运送到上面的位置。

摄影升降机

摄影升降机

平行四边形机构是一种用得较多的双面机构。由于杆的长度相等，故机构在任意位置时，相对的杆保持平行。摄影升降机。



⑮

起重机

港口起重机

港口起重机是一组双摇杆机构，它是利用连杆上的某一点有一段近似水平直线的轨迹，作为起重吊钩的运动轨迹。当吊钩移动重物时，只做水平移动，避免不必要的提升重物所造成的功能消耗。

⑮

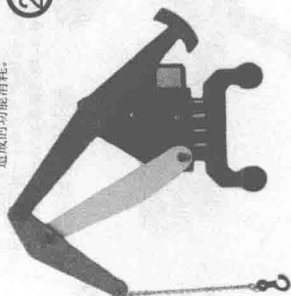


图 1-3 第 3 柜



4

凸轮

凸轮是一个具有特定轮廓曲线的构件，通常做连续等角转动，有的也做往复摆动或往复移动。凸轮通常是凸轮机构中的主动构件。

锁合装置

为了使凸轮和从动件过程中始终保持接触而设计的装置，可分为力锁合型式（常用弹簧）和几何锁合型式两类。

从动件

从动件的运动由凸轮轮廓控制，能够按照预期的运动规律做往复移动或往复摆动。

平底从动件

平底从动件与凸轮接触，在运行时容易形成刮油膜，能减小摩擦阻力，减轻磨损，机构的受力状态较好，传动效率较高，结构简单，重量轻，适合于高速运行。但是相配的凸轮轮廓必须全部外凸。

尖端从动件

尖端从动件结构紧凑，凸轮轮廓设计简便，但是尖端处轮轮廓磨损严重，工程中应用较少。

滚子从动件

滚子从动件的滚子在凸轮轮廓上滚动。摩擦阻力小，磨损较小，可用于传递较大的动力，应用很广，但是滚子从动件的结构尺寸、重量和惯性较大，不宜用于高速运行。

盘形凸轮机构

盘形凸轮机构中的凸轮是绕固定轴线回转并具有变化向径的盘形构件，从动件在垂直于凸轮轴线的平面内运动。盘形凸轮机构是凸轮机构中最简单的一种，应用最广。

移动凸轮机构

移动凸轮机构中的凸轮做直线往复运动，它可看成转轴在无限远的部分盘形凸轮，移动凸轮的设计和制造都很简单，应用较广。

凸轮机构

凸轮机构常用于将主动构件（凸轮）的连续转动变为从动构件的往复运动，只要适当地设计凸轮的轮廓曲线，便可使从动构件获得任意预期的运动规律。机构的结构简单而紧凑，广泛应用于各种自动机械、仪器和控制装置中。

等径凸轮机构

无论凸轮回转至任何位置，两心具从动件两滚子中心到凸轮转动中心的距离之和始终等于一个常数（等径），设计方法与等宽凸轮机构相似，从动件运动规律的选择也受到一定的限制。

等宽凸轮机构

凸轮的宽度在各个方向上度量均等于平底从动件的框架内边宽度（即等宽），凸轮与平底始终保持良好的接触。然而，由于 108° 范围内的凸轮轮廓线应依据等宽原则确定，所以从动件运动规律的选择受到一定的限制。

27

25

28

主回凸轮机构

用两个固定在一起的凸轮控制一个从动件，其中一个凸轮（主凸轮）驱使从动件朝某一方向运动，而另一个凸轮（副凸轮）驱使从动件朝反方向运动。这样，从动件运动规律便可在 360° 范围内选取，克服了等宽和等径凸轮机构的缺点，但它的结构比较复杂。

槽凸轮机构

槽凸轮机构是在凸轮上制成凸槽式轮廓曲线，从动件上的滚子与凹槽的两侧面保持接触，缺点是增大凸轮的尺寸和重量，而且不能采用平底从动件。

右侧带有交叉曲线槽的槽凸轮机构中，可在凸轮回转两周时间内，从动件完成一个运动循环。

圆锥凸轮机构

圆锥凸轮是一种在圆锥体上加工出轮廓曲线面的凸轮。当采用移动从动件时，从动件是沿圆锥体的母线方向运动。圆锥凸轮可视为将圆锥形凸轮的某一扇形部分卷成圆锥体而得。

圆柱凸轮结构

圆柱凸轮是一种在圆柱体上加工出轮廓曲线面的凸轮，当采用移动从动件时，从动件的运动方向与凸轮的轴线平行。圆柱凸轮可视为将移动凸轮卷成圆柱体而得。

图 1-4 第 4 柜

⑤

平行轴转动

两平行轴之间的运动和动力的传递，可采用圆柱齿轮传动，它有内啮合、外啮合和蜗轮蜗条啮合三种形式。齿轮的排列有直齿、斜齿和人字齿三种方式。

斜齿圆柱齿轮机构

齿轮以螺旋线方向均匀排列在圆柱体上，螺旋线方向有左旋和右旋，故有左旋和右旋斜齿圆柱齿轮之分。斜齿圆柱。

③③

齿条机构

它可将转动变换为移动，或者将移动变换为转动，齿条的形式可以是直齿，也可以是斜齿或人字齿。

③②

人字圆柱齿轮机构

人字及轮是由左右两面对称形状的齿条组成，因齿轮左右两侧完全对称，故两侧所产生的轴向力互相抵消。人字齿轮传动常用于冶金和矿山等重型设备中的大功率传动。

内啮合直齿圆柱齿轮机构

它的特点与外啮合直齿圆柱齿轮机构相似，但是两轴传动的旋转方向相同。在相同的传动系情况下，所占的空间尺寸较小。

③①

相交轴传动

相交轴之间的运动和动力的传递，可以采用圆锥齿轮传动。圆锥齿轮的轮齿分布在一个圆锥体上，两轴轴线的夹角可任意选择，一般常用的是 90° 。由于传动时齿面上载荷分布不均匀，圆锥齿轮的承载能力和工作速度均较圆柱齿轮低。

直齿圆锥齿轮机构

轴间力比直齿圆锥齿轮小，支承一般采用能承受轴向力的滚动轴承。制造直齿圆锥齿轮比直齿圆锥齿轮简便，也可制成鼓形齿，应用较广。

③⑤

曲齿圆锥齿轮机构

曲齿圆锥齿轮比直齿圆锥齿轮传动平稳，噪音小，承载能力大。可用于高速重载传动。由于轴间力和轴向力均较直齿圆锥齿轮大，故轴承受力较大。

③④

圆柱蜗杆蜗轮机构

蜗杆蜗轮机构也是用来传递两轴之间的运动，其交错角通常为 90° 。它的缺点是传动不平稳，噪音小，传动比大。一般单级传动比为 $8\sim 100$ ，因齿面结构紧凑，由于轮齿间相对滑动速度大，故一般情况下传动效率较低（ $0.05\sim 0.78$ ），磨损也比较大。

③⑦

弧面蜗杆蜗轮机构

弧面蜗杆的外形是凹圆弧形，其螺旋线分布在凹圆弧形面上。与蜗轮啮合时，同时接触的齿数较多，可降低齿面接触压力，蜗杆与蜗轮的接触线几乎与蜗杆的圆周速度方向垂直，易形成润滑油膜，减小摩擦，因此弧面蜗杆蜗轮的承载能力要求较高。其承载能力为普通圆柱蜗杆蜗轮的 $1.4\sim 4$ 倍。它的制造较复杂，装配要求也较高。

相错轴传动

轴线。

螺旋齿轮机构

选择适当螺旋角的两个斜齿轮，可用来传递两轴之间的运动，称之为螺旋齿轮机构。螺旋齿轮传动的特点有：

1. 在传动比不变的情况下，可通过改变螺旋角大小来改变齿顶圆直径，从而达到调整中心距之目的。
2. 改变螺旋角的方向可以改变从动轮的转动方向。
3. 齿轮间的相对滑动速度较大，易磨损，效率低，不宜用于大功率和高速的转动。

图 1-5 第 5 柜



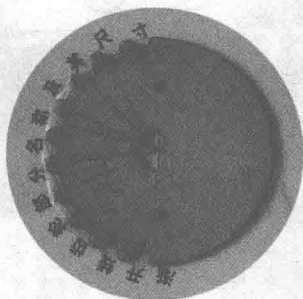
⑥

渐开线形成

渐开线形成

一条直线在一个圆周上做纯滚动时，直线上任一点的轨迹就是该圆的渐开线。该直线称为发生线，该圆称为基圆。渐开线的性质如下：

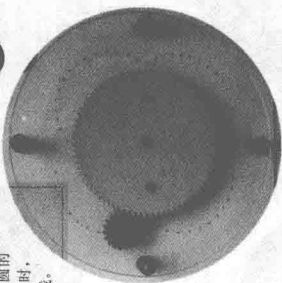
1. 发生线上滚过的长度等于基圆上滚过的弧长；
2. 发生线是渐开线的法线并与基圆相切；
3. 渐开线的形状取决于基圆半径的大小，基圆半径小，渐开线的曲率大，反之亦然；
4. 基圆内无渐开线。



外摆线的形成

固定圆外的一滚圆在该固定圆的圆周上滚动时，滚圆圆周上任一点的轨迹就是该圆的外摆线；当动点在滚圆外时，所得的轨迹称为长幅外摆线。

④①



渐开线齿轮的基本参数

在设计齿轮传动时，关于如何选择齿数的问题，具体的影响因素很多，这里只比较一下齿数多少对齿形的影响。

1. 齿数 z 较小，基圆直径 $d=\text{mzc}os\alpha$ 也小，则齿轮齿廓曲线的曲率大，反之齿轮齿廓曲线曲率小。
2. 齿数无穷多，齿廓变成直线，成为齿条的齿形。

齿顶高	$h_a=m$
齿根高	$h_f=1.25m$
全齿高	$h=2.25m$
分度圆直径	$d=mz$
齿顶圆直径	$d_a=md+2h_a$
齿根圆直径	$d_f=d-2h_f$
周节	$p=\pi m$
齿厚	$b=dm$
中心距	$a=\frac{d_1+d_2}{2}$

压力角

渐开线齿轮的齿廓曲线上各点的压力角是不同的，愈接近基圆，压力角愈小，在分度圆上的压力角为 0° ，在分度圆上的压力角有 20° ， 15° 和 25° 三种，常用的为 20° 。

齿高系数



弧面蜗杆蜗轮机构

齿轮的高度在理论上受到齿顶厚度的限制，为此在齿顶与齿厚之间建立一定关系，引入齿顶高系数 h_a^* 和顶隙系数 c^* 两个参数。

国家标准中规定了两种齿制：

系数	正常齿制	短齿制
齿顶高系数 h_a^*	1.0	0.8
顶隙系数 c^*	0.25	0.3

④①

渐开线的基本参数

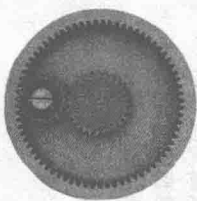
模数 m 是衡量轮齿厚度、轮齿径向尺寸及齿轮大小的一个参数，模数 m 又是齿轮强度计算的一个重要参数。



图 1-6 第 6 柜

7

周转轮系



43

行星轮系

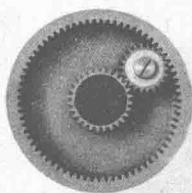
只有转臂或一个中心轮为主动件的周转轮系,称为行星轮系。

差动轮系

差动轮系是周转轮系的一种类型,它具有两个活动度。如这个周转轮系中的中心轮齿和转臂同时为主动件,则该轮系称为差动轮系。

定轴轮系

当转臂固定不动时,周转轮系变为定轴轮系。



49

摆线轮系

在周转轮系中,行星轮上某点的运动轨迹是摆线。例如这里看到的内啮合行星轮系中,当行星轮的半径 R 与内齿轮半径 r 取不同的比值时,可得到不同形状和性质的摆线。

$R/r=1/2$ 时,行星轮节圆上点的轨迹为直线,而在节圆内点的轨迹为椭圆。

$R/r=1/3$ 时,行星轮节圆上点的轨迹为三段内摆线组成的带尖点的环线。利用摆线轮的这种特性,与连杆机构组合,可使得很有实用意义的传动机构。



45

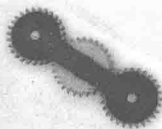
周转轮系功能

获得大传动比

少数行星轮系,可得到大传动比。其中转臂主动,行星轮从动,反之具有自锁性。传动比越大,传动效率越低。

实现特定的运动

中心轮固定,中心轮与边缘的行星轮齿数相等,当转臂回转时,边缘行星轮做平动。



46

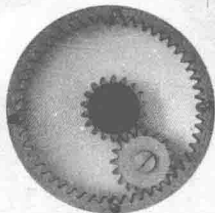
运动合成

差动轮系值重要的一种用途是将两运动合成。在机械补偿装置和自动调速装置中得到广泛应用。当齿轮1和3主动,则得到加法机构,当齿轮1和转臂11主动,则得到减法机构。



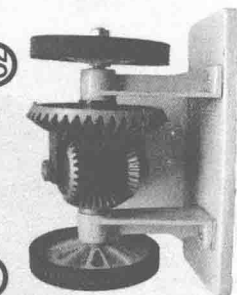
47

50



用于传动

行星轮系常用作传递功率的减速器,一级传动比范围为1.212。



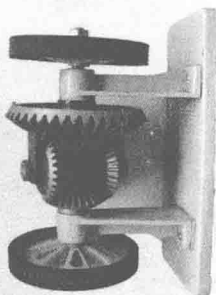
51

运动分解

当需要将一个主动件的转动按所需比例分解为两个从动件的转动时,常用差动轮系。汽车后轮的转动,是由一个主动件的转动分解而得:

1. 汽车沿直线行驶时,左、右两轮转速相等。
2. 汽车转弯时左、右两轮转速不相等,如在转弯时左轮转速慢,右轮转速快。

52



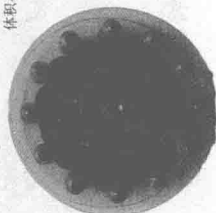
53

谐波传动减速器

传动比大,范围宽,元件少,体积小,重量轻,在相同条件下,可比一般齿轮减速器的元件少一半,体积和重量可减少20%-25%,同时啮合的齿数多。



54



摆线针轮行星减速器

传动比大,传动效率较高,单级传动效率可达90%-94%,噪音小,结构紧凑,体积小,重量轻。

图 1-7 第 7 柜

⑧

停歇间歇机构



棘轮机构

当主动摇杆做往复摆动时,通过棘爪推动棘轮做间歇单向运动。这种间歇传动机构,结构简单,制作方便。棘轮机构又可分为齿式和摩擦式两种形式。

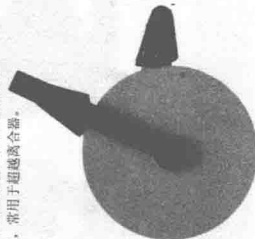


齿式棘轮机构

结构简单,运动可靠。棘轮的运动角只能做有级调整。回程时,棘爪在齿顶上滑过,引起噪音和齿顶磨损,一般只适用于速度较低、传动精度要求不高的场合。

摩擦式棘轮机构

结构简单,制作方便。棘轮的运动角可做无级调整,棘爪与棘轮接触时无噪音,传动平稳,但由于很难避免打滑,因此棘轮运动防准确性较差,常用于超越离合器。



槽轮机构

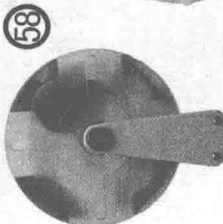


槽轮机构

槽轮机构具有构造简单,制造容易,工作可靠和机械效率高等特点。但槽轮机构在工作时有冲击,冲击程度随着转速的增加及槽轮上槽数的减少而加剧,其使用范围受到一定的限制,一般不用于高速。

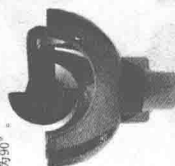
内啮合槽轮机构

当要求槽轮停歇时间短,传动平稳,减少机构空间尺寸或要求主动件和从动件传动方向相同时,可采用内啮合槽轮机构。

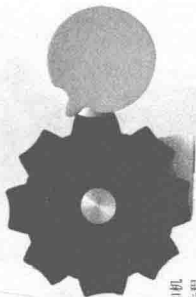


球面槽轮机构

可传递两相交轴间的运动,使从动轴产生间歇运动。此机构中的两相交轴间的夹角为 90° 。



齿轮式间歇机构



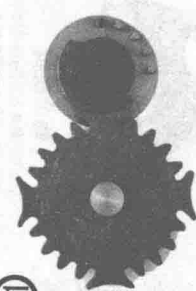
齿轮式间歇机构

齿轮式间歇机构是由齿轮机构演变而成的一种间歇运动机构。它与普通齿轮机构比较,主要不同点是轮齿没有布满整个齿轮的圆周,故当主动轮做连续回转运动时,从动轮做间歇回转运动。运动时间与停歇时间之比不受机构结构的限制,工位数可以任意配置。从动轮在进入啮合和脱离啮合时有速度突变,冲击较大,一般适用于低速轻载的工作。

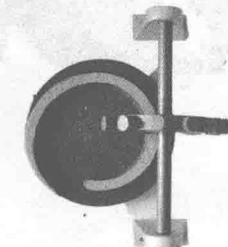


渐开线不完全齿轮机构

摆线针轮不完全齿轮机构



凸轮式间歇机构



凸轮式间歇机构

凸轮式间歇机构是利用凸轮与转位滚轮的相互作用,将凸轮(主动件)的连续转动转换为转位(从动作)的间歇运动,结构简单,运动可靠,传动平稳,适用于高速间歇运动的场合。

它是一种具有特定运动的连杆机构。构件上某些点的运动轨迹在曲线上存在近似于圆弧直线的线段,可用于实现构件的间断性停歇。



停歇曲柄连杆机构

曲柄在转过一定角度的时间内,连杆A上某一点所描绘的轨迹是圆弧,其半径等于另一与之相连的连杆B的长度。当连接点沿这段圆弧运动时,位于该圆弧圆心位置并与连杆B连接的滑块运动停歇。



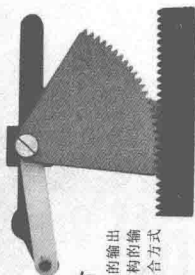
图 1-8 第 8 柜

⑨

串联组合

串联组合

第一个基本机构的输出构件和第二个基本机构的输入构件相联, 这种组合方式称为机构的串联组合。



⑥5

组合机构

并联机构



⑥7

组合机构

由于单一的基本机构具有固有的局限性, 通常难以满足多方面的要求, 组合机构是由几个基本机构经过串联、并联、反馈、叠合等方式组合而成, 从而扩大了基本机构的使用范围, 综合了基本机构的优点, 能够满足生产上的多种多样的要求, 工程中得到了广泛的应用。

齿轮连杆曲线

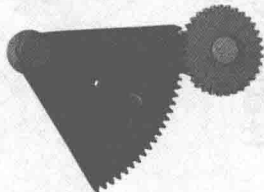
应用齿轮——连杆组合机构, 可生成复杂的运动轨迹。这种运动轨迹不是单纯的连杆曲线, 也不是单纯的摆线, 因此称为齿轮连杆曲线。该机构中有两个齿轮分别与两中心位置上的凸轮轮廓相啮合, 凸轮轮廓即为齿轮连杆曲线。

形成扩大机构

此机构由曲柄、连杆和扇形齿轮、齿条构成第一个基本机构。滑块通过连杆与扇形齿轮的延长杆相联, 构成第二个基本机构。通过扇形齿轮转动使滑块行程大于曲柄长度的2倍, 即扩大了滑块的行程。

换向传动机构

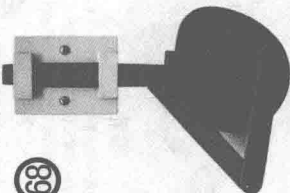
此机构由凸轮机构和齿轮机构串联组成, 不同的凸轮廓线, 可得到不同的输出运动规律, 且输出构件具有急回特性。



⑥6

实现给定机构

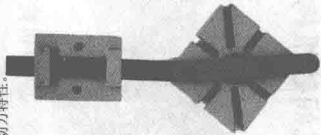
用凸轮连杆组合机构来实现给定的运动轨迹。先选是一组二自由度的五连杆机构, 然后根据给定的连杆上来点的轨迹设计凸轮轮廓曲线。这种组合机构的设计方法简便, 应用较广。



⑥8

同轴槽轮机构

本机构的特点是用一个曲柄滑块机构来完成槽轮的驱动和锁住。该机构可使槽轮无冲击启动, 从而改善了槽轮的驱动力特性。



⑦0

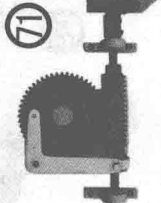
实现变速运动的机构

这是凸轮机构和差动轮系并联组合机构。凸轮机构的摆杆设在行星轮上, 当行星轮转动时, 摆杆上的滚子沿固定的凸轮轮廓滚动, 使行星轮绕自身轴线产生附加的摆动, 这样中心轮的轮廓曲线, 可使中心齿轮产生多种多样的运动规律。

反馈组合

反馈组合

以一个多自由度机构作为基础机构, 其中有一个输出构件的运动, 通过一个单位自由度机构向基础机构的输入构件反馈, 这种组合方式称为机构的反馈组合。



⑦1

误差校正机构

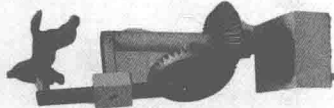
当精密滚齿机的分度蜗轮面的传动精度不能达到要求时, 可设置一套校正机构加以补偿。这时可采用凸轮补偿机构。凸轮与蜗轮同轴, 凸轮推动摆动去拨动蜗杆做轴向补偿移动, 使蜗轮产生附加移动, 从而校正了蜗轮的传动误差。

叠合组合

将机构以“运载”的方式, 按相应的运动或几何关系安排在另一个机构的构件上时, 这种组合方式称为机构的叠合组合。

电动马游艺装置

该机构中用曲柄滑块机构来实现马的高低位置变化及马的俯仰动作, 又用一对圆锥齿轮实现马的前进动作。这样, 三个运动合成后, 便形成了飞马奔腾前进的生动形象。



⑦2

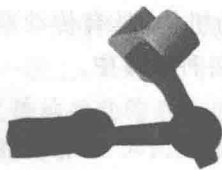
图 1-9 第 9 柜

10

RSSR空间四杆机构

这是一种常用的空间连杆机构，它由两个转动副（R）组成，简称RSSR空间机构。此机构为空间曲柄摇杆机构，可用于传递交错轴间的运动，若改变构件的长度尺寸，可得到空间双曲柄或空间双摇杆机构。

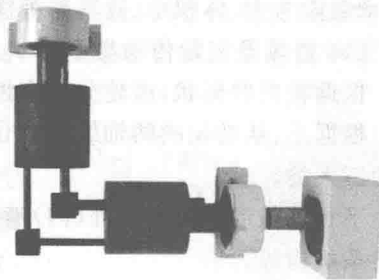
73



RCCR联轴节

此联轴节是一种含有两个转动副和两个圆柱副的特殊空间机构。一般用于传递夹角为90°的相交轴之间的转动，在实际应用中为了改善力的传递状况，采用多连杆方式（本机构中采用三根连杆）。

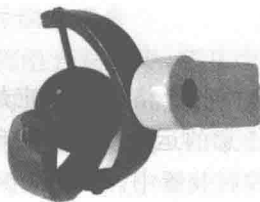
74



空间连杆机构

4R万向节

万向联轴节用于传递两相交轴之间的转动，它的四个转动副的轴线交于一点，故它是一种球面机构。轴线夹角非0°时，主、从动轴角速度比是变化的。采用双万向节并满足一定的几何条件时，可以得到主、从动轴相等角速度传动，两轴的夹角可在0°~40°范围内选取。



空间四杆机构

揉面机构

4R揉面机构也是一种球面机构，其中连杆做视觉运动。利用连杆上某点的运动轨迹，再配合容器的不断转动，从而达到揉面的目的。

76



图 1-10 第 10 柜

空间五杆机构

RSSRR传动机构

此机构是由一个球面副和4个转动副组成的空间连杆机构。

77

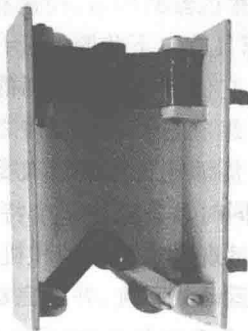


空间六杆机构

萨勒特（SARNIT）机构

这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构件的平行轴线。当主动构件做往复摆动时，顶板相对固定底座做平行的上下移动。

78





三、实验内容

1. 认识机器(图 1-1)

虽然机器的构造、用途和性能各不相同,但是从它们的组成、运动特性及功能关系来看,却都具有以下共同特征:

- ① 它们都是由一系列的运动单元(构件)所组成的。
- ② 组成它们的各构件之间都具有确定的相对运动。
- ③ 能够代替或减轻人类的劳动,完成有用的机械功或转换机械能。

凡同时具备上述 3 个特征的机构的组合就称为机器。

通过观察实物模型和机构,可以认识到:机器是若干个构件的组合,是一种能实现预期机械运动的系统,并能完成有用的机械功或转换机械能。

2. 平面四杆机构(图 1-2、图 1-3)

平面四杆机构是结构最简单、应用最广泛的平面连杆机构,四杆机构分成三大类,即铰链四杆机构、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,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,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,把它们倒置可得到曲柄移动导杆机构(正弦机构)、双滑块机构及双转块机构。

3. 凸轮机构(图 1-4)

凸轮机构常用于把主动构件的连续运动转变为从动件的严格按照预定规律进行的运动。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(有特定的廓线)、从动件(由凸轮廓线控制)和机架。

4. 齿轮机构(图 1-5、图 1-6)

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。

(1) 齿轮及齿轮传动类型

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。

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、齿轮齿条机构等。

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

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。

(2) 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。