

● JI GOU CHUAN DONG ●



H·W·米勒 著 ● 田淑荣 译

机构传动

● 同济大学出版社 ●

内 容 提 要

本书译自联邦德国达姆斯塔特高等技术大学的教材, 内容主要包括机构的基本概念、连杆平面的运动几何、曲柄摇杆机构、双曲柄机构、直线导向机构以及高副机构等。书中采用几何图解法解题, 反映了德国几何学派的特色。全书结构紧凑, 文字精炼, 有较多实例。

责任编辑 陆敬严

封面设计 陈益平

机 构 传 动

《Umdruck zur Vorlesung Getriebe Mechanismen》

H. W. Müller 著

田淑荣 译

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号)

新华书店上海发行所发行

同济大学放免所印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 4.125 字数 110 千字

1989 年 9 月第 1 版 1989 年 9 月第 1 次印刷

印数 1—2000

ISBN 7-5608-0116-1/Z·13 定价: 1.10 元

机 构 传 动

(西德)H.W. Müller 著

田淑荣 译

同济大学出版社

401673

前 言

《机构传动》(Umdruck zur Vorlesung Getriebe Mechanismen)一书是联邦德国达姆斯塔特(Darmstadt)高等技术大学使用的教材,由该校机械零件与传动专业工学博士H·W 米勒(Müller)教授编著,1982年在他访华讲学时赠送我校。

该教材主要内容包括连杆机构与凸轮机构。

《机构传动》在内容、方法与风格上具有鲜明的德国机构学派的特色;着重运用运动几何与微分几何学的基本原理,采用几何图解法对机构进行分析与综合。贯穿在各章节例题中的精致图解技巧与优美风格,突出地体现了在我国尚属少见的德国几何学派的特点。

教材在内容的选择上,可谓是“少而精”的典范;论证精辟,叙述简练,举一反三,并有别具一格的编写方式,不但便于课堂讲授,同时也使文字得以高度精简,适用于启发式教学法。

此外,各章中都有丰富的示例与应用实例,理论联系实际,实用性强,且有引人深思、耐人寻味的效果。

为了解联邦德国高等教育在机构学方面的状况与水平,供有关专业借鉴,特将该教材译成中文。

《机构传动》可作为高等工科大、专院校的教材或参考书,亦可供有关设计人员参考使用。

译文承蒙西安交通大学来虔教授校审,提出了许多宝贵意见,在此谨致以衷心的感谢。

由于译者水平有限,错误和不妥之处在所难免,望读者予以批评指正。

译 者

1986.12.于同济大学

目 录

1. 导论

- 1.1 机构学的三个命题(1)
- 1.2 机构的结构分类(2)

2. 机构的基础知识

- 2.1 运动副(7)
- 2.2 构件(9)
- 2.3 运动副的自由度(10)
- 2.4 运动副的并联(11)
- 2.5 运动副的串联(13)
- 2.6 空间机构的自由度(14)
- 2.7 平面与球面机构的自由度(17)

3. 平面机构的几个基本概念

- 3.1 高、低副的代换.....(20)
- 3.2 铰链四杆机构(22)
- 3.3 转动极(24)
- 3.4 相对速度(27)
- 3.5 构件平面上点的速度(28)
- 3.6 瞬时转动比(31)
- 3.7 传动角(36)

4. 连杆平面的运动几何

- 4.1 连杆曲线(39)

4.2	瞬心线	(41)
4.3	连杆曲线的曲率	(47)
4.4	拐点圆与拐极	(51)
4.5	连杆平面的加速度	(57)
5. 曲柄摇杆机构		
5.1	对心曲柄摇杆机构	(65)
5.2	偏置曲柄摇杆机构	(66)
6 双曲柄机构		
6.1	传动比	(68)
6.2	导前值	(69)
6.3	传动比 $i = 1$ 时机构位置的设计	(69)
6.4	给定导前值时的机构设计	(70)
6.5	给定传动比极值时的机构设计	(71)
7. 罗伯特(Roberts)定理		
7.1	连杆点 K 位于连杆两铰链连线上这一特殊位置的证明	(74)
7.2	连杆点 K 在连杆两铰链连线上的代替机构设计	(75)
7.3	按罗伯特定理再现任一连杆点轨迹的机构设计	(78)
8. 实现连杆给定位置的机构设计		
8.1	给定连杆平面两个位置的机构设计	(80)
8.2	给定连杆点三个位置的机构设计	(82)
8.3	给定连杆点五个位置的机构设计	(84)
8.4	给定连杆点轨迹的机构设计	(86)
. 直线导向机构		
9.1	精确直线导向机构	(87)

9.2 近似直线导向机构	(90)
--------------------	------

10. 高副机构

10.1 瞬时传动比	(96)
10.2 传动比 i 为常数的高副机构设计	(96)
10.3 瞬心线机构	(97)
10.4 凸轮机构	(100)

附：参考文献

1. 导 论

——不理解，就不能掌握。

歌德 (Goethe)

定义：[按克劳斯 (Kraus) 所下的定义] 机构是由可动联接的刚体或构件组成的系统 (即运动链)，其中必有一个固定构件。

固定构件：机架 (支架、基础)

定义：机器 (传动)：至少有一个驱动构件，从动构件能实现确定运动和做有效功的机构。

组成部分：1. 运动副，2. 构件。

最早的著作：

Robert Willis 1841: Principles of Mechanism

Franz Reuleaux 1875: Theoretische Kinematik

1.1 机构学的三个命题

1.1.1 机构分类学：探索和组成理论上一切可能的机构结构形式。

1.1.2 机构分析的三个主要命题：

运动学：运动几何学 (Phoronomie)，

构件上点的轨迹，

一阶传动函数 (瞬时传动比，速度)，

二阶传动函数 (匀速驱动时机构的加速度)。

动力学：确定作用在运动构件上的动力 (惯性力) (取决于运动学)。

动态静力学：确定由外力与动力(惯性力)引起的机构构件中的应力与运动副的作用力(运动副反力)。

1.1.3 机构综合：已知运动与动力条件下确定机构的尺寸。

1.2 机构的结构分类[按累罗(Reuleaux)的观点]

1.2.1 连杆机构(铰链机构) 平面与空间四杆与多杆周转与非周转(仅摆动)的低副机构，包括直线导向机构。

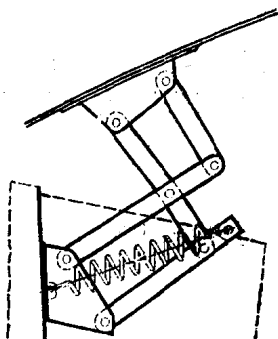


图 1-1 汽车发动机罩

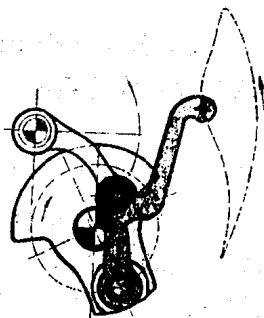


图 1-2 缝纫机挑线机构

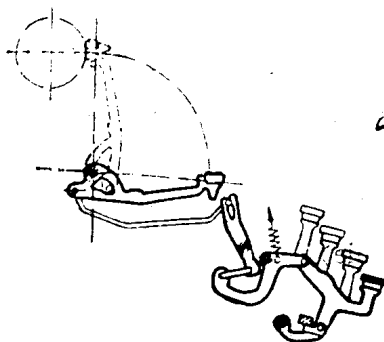


图 1-3 打字机杠杆机构

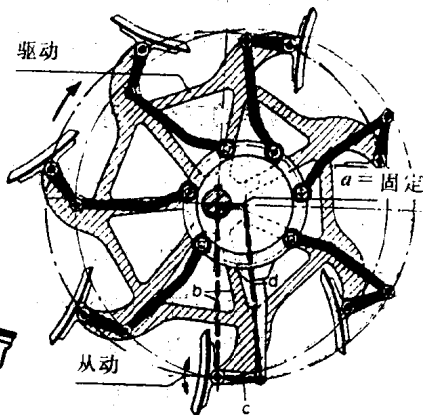


图 1-4 叶轮上调整叶片位置的曲柄机构

1.2.2 高副机构 形锁合或力锁合的平面与空间凸轮机构，瞬心线机构，楔形机构。



图 1-5 平底挺杆力
锁合凸轮机构



图 1-6 摆动从
动杆凸轮机构

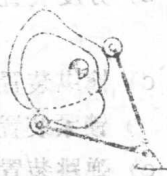


图 1-7 形锁合
主回凸轮机构

1.2.3 螺旋机构 夹紧及杠杆装置、调整装置等等。

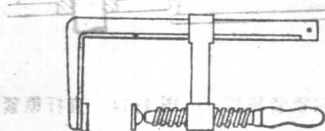


图 1-8 螺旋夹钳

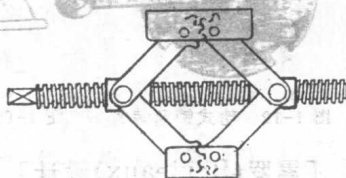


图 1-9 千斤顶

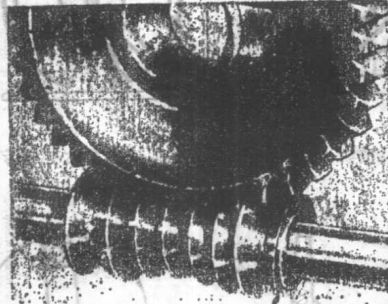


图 1-10 蜗杆传动



图 1-11 调整高度的螺旋机构

[按威·布奇(W. Busch)设计]

1.2.4 间歇机构(多用于精密机械)

a) 闭锁机构(棘轮、单向离合器、制动器)

b) 分度装置(照像机移片输送, 马尔他机构, 牛头刨床进给机构)

c) 擒纵装置(钟表等时装置、节拍器)

) 锁紧装置(啤酒瓶封口机构, 照像机快门机构)

e) 弹跳装置(翻转断路器)

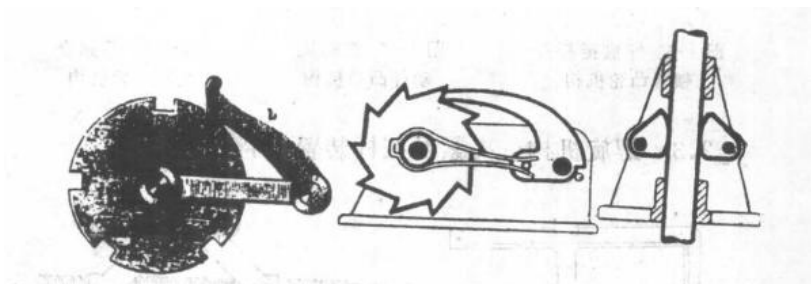


图 1-12 轮式锁紧装置

图 1-13 无声锁紧装置

图 1-14 直杆锁紧装置

[累罗(Rculeaux)设计]



图 1-15 反向转动马尔他十字机构

图 1-16 同向转动马尔他十字机构

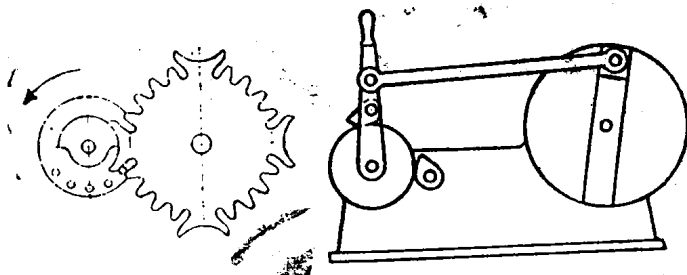


图 1-17 星轮机构

图 1-18 无级调节进给机构

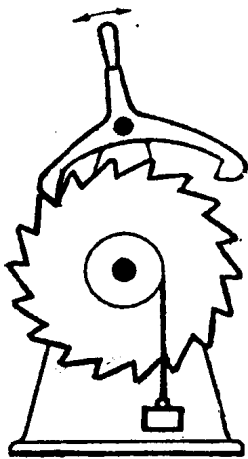


图 1-19 手动锚锤锁合擒纵装置

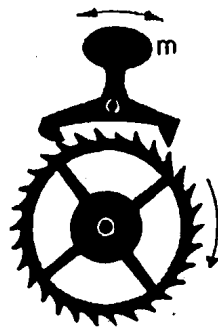


图 1-20 惯性力锁合定时擒纵装置

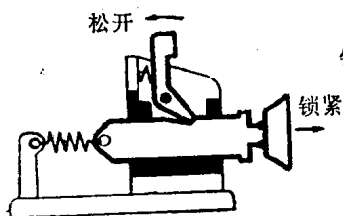


图 1-21 锁紧装置

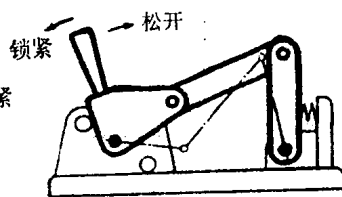


图 1-22 翻转锁紧装置

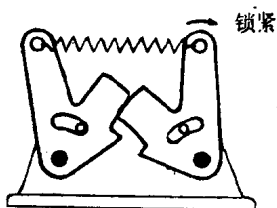


图 1-23 棘爪弹跳锁紧装置

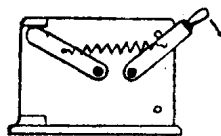


图 1-24 翻转弹跳锁紧装置

1.2.5 齿轮传动 用椭圆齿轮实现变传动比传动的齿轮机构与摩擦轮机构

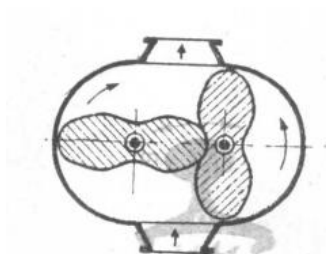


图 1-25 罗茨(Roots)鼓风机



图 1-26 椭圆齿轮机构

1.2.6 拉-压介质传动

皮带和链条传动(受拉介质), 液压传动(油作为受压介质)。

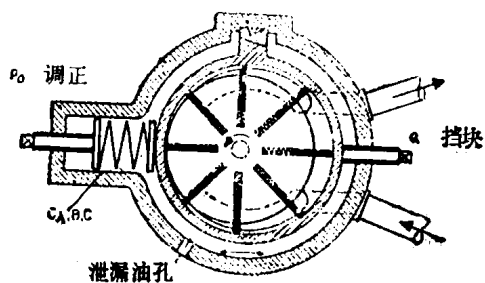


图 1-27 液体静力传动的液压泵部分

本教材仅限于连杆机构和凸轮机构。

2. 机构的基础知识

2.1 运动副

2.1.1 定义：运动副(元素——副)通常联接两构件,在两构件间允许一定的可动性,同时能进行力的传递。

一个构件相对其他构件的可动性是由它的“自由度”数来表示的。运动副是由“自由度”数 f 来描述其特征的。

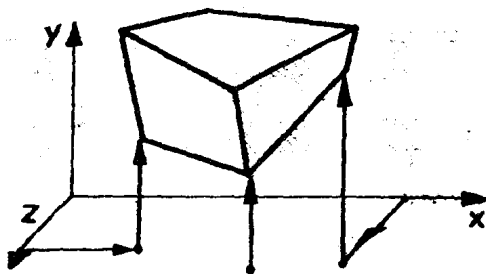
物体(构件)在空间可能具有的自由度 F ：

$$F_{\max} = 6 \text{ (三个移动,三个转动)}$$

在平面上：

$$F_{\max} = 3 \text{ (二个移动,一个转动)}$$

$F_{\max}$ 亦是物体在空间或在平面上确定其几何位置所必须 座标数目。



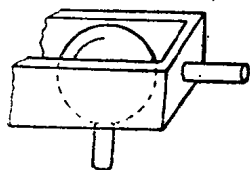
运动副可能具有的自由度：

在空间： $f = 1 \cdots 5$

在平面上： $f = 1 \cdots 2$

2.1.2 运动副元素举例

低副($f = 1 \cdots 3$)系面接触(滑动轴承), 高副($f = 3 \cdots 5$)系线接触(滚子轴承, 轮齿啮合)或点接触(球轴承)。

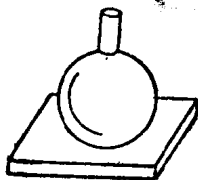


球-平面-运动副

形封闭

$f=$

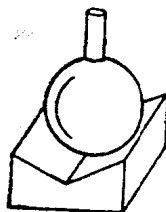
(操纵杆)



力封闭

$f=$

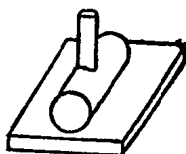
(仿型铣床)



球-楔槽-运动副

力封闭

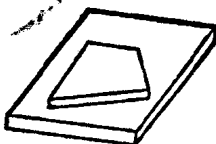
$f=$



平面-圆柱-运动副

力封闭

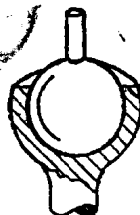
$f=$



平面-平面-运动副

力封闭

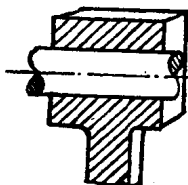
$f=$



球面副

形封闭

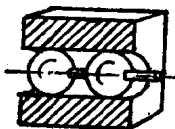
$f=$



转动移动副

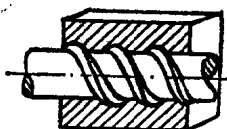
超静定

$f=$



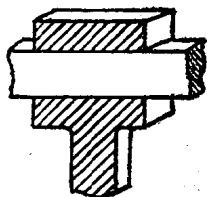
静 定

$f=$

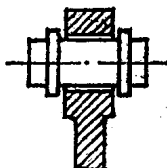


螺旋副

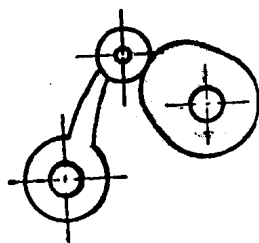
$f=$



移动副 $f=$



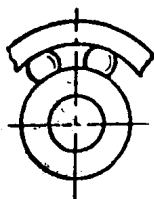
转动副 $f=$



平面高副

$f = 1$ (平面)

$f = 2$ (空间)



球轴承

$f = 1$
对整体轴承而言

2.2 构件

机构构件按其在机构中的位置区分为：

1. 机架 固定不动

2. 连架杆 与机架连接,按其运动型式又可区分为：

a. 曲柄 整周回转的连架杆。具有扩大轴颈的连架杆称为偏心轮

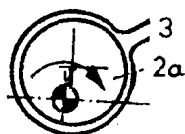
b. 摇杆 摆动的连架杆

c. 摇块 具有一个移动副元素并能在机架上转动或摆动的构件

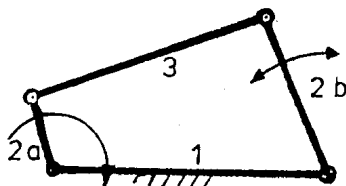
d. 滑块 具有一个转动副元素并通过另一移动副在机架上移动的构件(图 3.13)

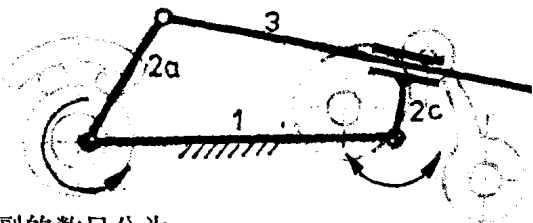
e. 十字滑块 具有一个移动副元素并通过另一移动副在机架上移动的构件

3. 连杆 不与机架相连的中间构件。



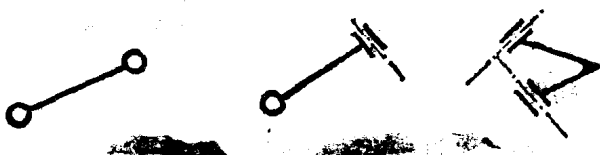
偏心轮



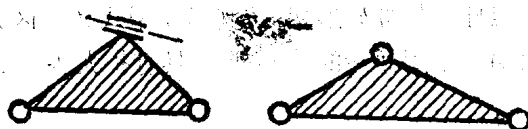


或按运动副的数目分为：

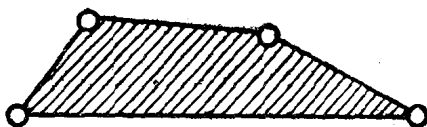
二元构件(两副构件)



三元构件(三副构件)



四元构件(四副构件)



2.3 运动副的自由度

物体的自由度等于确定其几何位置所必需的独立坐标的数目。每一个给定的坐标意味着一个“不自由”度或〔按库兹巴赫 (Kutzbach) 的观点〕称约束 H

$$F = F_{\max} - H$$

注：作用在同一坐标上的多个约束只能计算一次。

运动副的自由度 f ，标志着两元素之间的相对可动度。

运动副中的每一个约束相当于一个限制，约束数 h 最少有一