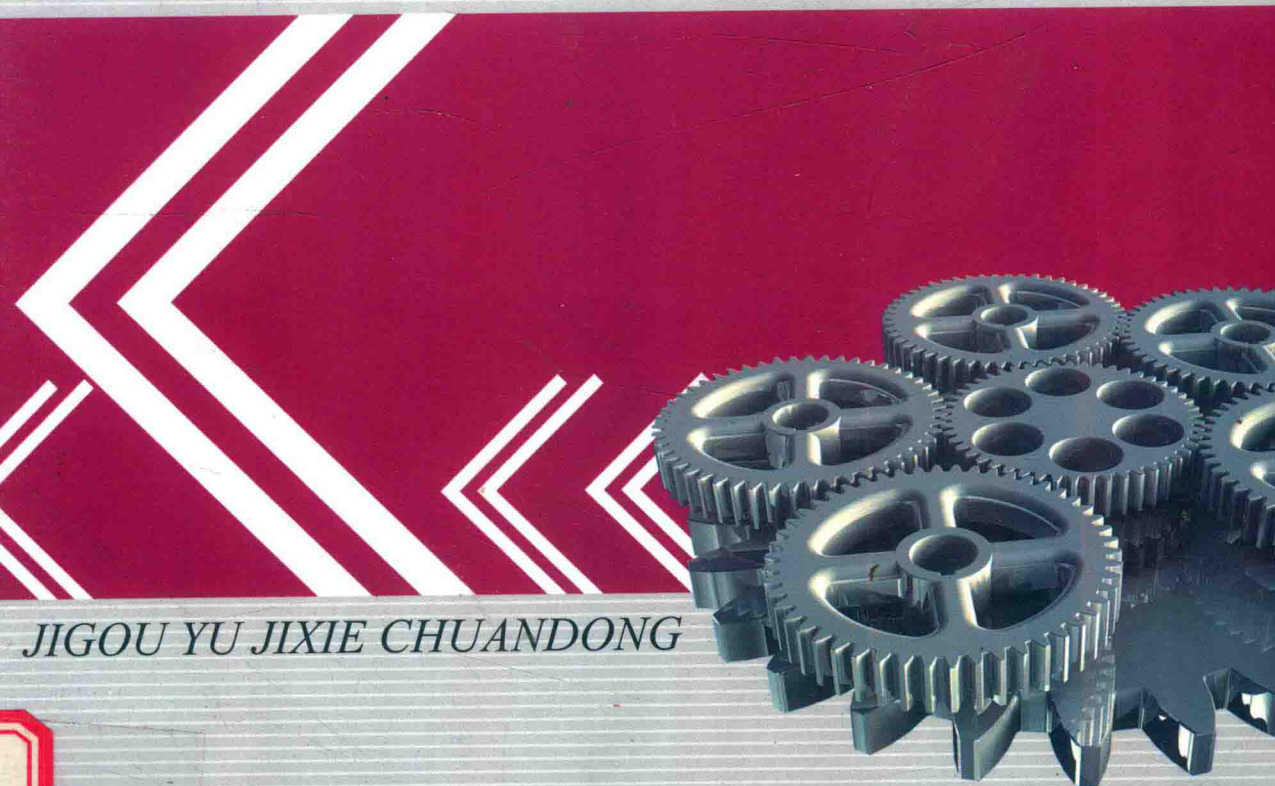


机构与机械传动

主 编 韩淑洁 陈爱玲

主 审 林叶锦



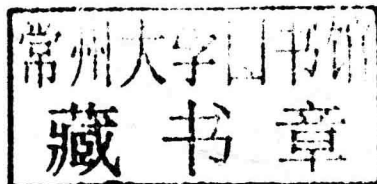
JIGOU YU JIXIE CHUANDONG

大连海事大学出版社

机构与机械传动

主编 韩淑洁 陈爱玲

主审 林叶锦



大连海事大学出版社

© 韩淑洁 陈爱玲 2017

图书在版编目(CIP)数据

机构与机械传动 / 韩淑洁, 陈爱玲主编. —大连 :
大连海事大学出版社, 2017. 2
ISBN 978-7-5632-3451-6

I. ①机… II. ①韩… ②陈… III. ①平面机构②机
械传动 IV. ①TH112②TH132

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 026524 号

大连海事大学出版社出版

地址: 大连市凌海路1号 邮编: 116026 电话: 0411-84728394 传真: 0411-84727996

<http://www.dmupress.com> E-mail: cbs@dmupress.com

大连华伟印刷有限公司印装

大连海事大学出版社发行

2017 年 2 月第 1 版

2017 年 2 月第 1 次印刷

幅面尺寸: 185 mm × 260 mm

印张: 14.75

字数: 348 千

印数: 1 ~ 1500 册

出版人: 徐华东

责任编辑: 苏炳魁

版式设计: 解瑶瑶

封面设计: 王 艳

责任校对: 孙延彬

ISBN 978-7-5632-3451-6 定价: 36.00 元

前言

本教材从高职高专教育培养生产一线高技能应用型人才的总目标出发,按照学生胜任职业岗位的需求选取和组织教学内容,编写时力求覆盖 IMO 颁布的 STCW 公约的要求以及中华人民共和国海事局最新颁布的《中华人民共和国海船船员适任考试、评估和发证规则》。本教材可作为轮机工程技术专业、船舶工程技术专业以及机电一体化专业、数控专业等相关机械类专业教材,也可作为海船轮机员三管轮职业能力适任考试教材和自学教材。

本教材的特色:

1. 根据高职教育的特点,采用项目化教学设计,将全部机构和机械传动集中在 6 个常用典型机器上,通过认识这 6 个典型机器来学习掌握常用的机构与机械传动知识,实现“理实”一体化。

2. 采用任务情景导向教学,将全部教学内容设计为 15 个任务。每个任务包括【任务目标】、【思维导图】、【任务情景】、【知识阐述】、【任务实训】和【任务评价】等模块,实现教、学、做一体化。

3. 利用思维导图对课程整体内容和 15 个任务进行了系统设计。为了弥补项目任务教学过程中知识整体结构的不系统性,将课程总体内容和每个项目的知识点制作成思维导图,便于掌握各知识点之间的内在逻辑关系。

4. 融入信息技术,建设课程网络教学平台,将教学重点和难点制作成微课,通过扫描教材上的二维码即可以登录网络教学平台或者观看相应知识点的微课视频,便于混合式教学的开展。

5. 突出职业教育特色,坚持“理论够用,重在应用”的原则,减少了对公式理论的推导,采用常见零部件作为典型例子,按照实际生产流程介绍各种机构和传动的相关知识,注意理论在实际工程中的应用。

本教材由青岛远洋船员职业学院组织教师编写,分工如下:项目一由陈爱玲编写,项目二由韩淑洁编写,项目三由王名涌和韩淑洁共同编写,项目四由涂志平和韩淑洁共同编写,项目五由韩淑洁编写,项目六由陈爱玲编写。本教材由青岛远洋船员职业学院韩淑洁、陈爱玲担任主编,制作了思维导图和微课,并对全书进行统稿。大连海事大学林叶锦教授进行了精心审阅,并对本书提出了许多宝贵的意见和建议。

本教材的编写得到了大连海事大学和青岛远洋船员职业学院的有关教师的帮助和支持,在此谨向他们表示衷心的感谢!

由于编者水平有限和出版时间仓促,误漏欠妥之处恳请读者批评指正。

编者
2016 年 12 月

目 录

项目一 认识颚式破碎机

任务一 了解机器的组成	4
任务二 认识平面机构的运动简图	10
任务三 机构具有确定运动的条件	15

项目二 认识柴油机

任务四 平面连杆机构的分析与设计	24
任务五 凸轮机构的分析与设计	48
任务六 齿轮传动的分析与设计	66
任务七 螺纹连接的选用与分析设计	102

项目三 认识摩擦传动

任务八 带传动的分析与设计	117
任务九 摩擦轮传动的分析与设计	135

项目四 认识自行车的传动机构

任务十 链传动的分析与设计	148
任务十一 间歇运动机构的分析与设计	159

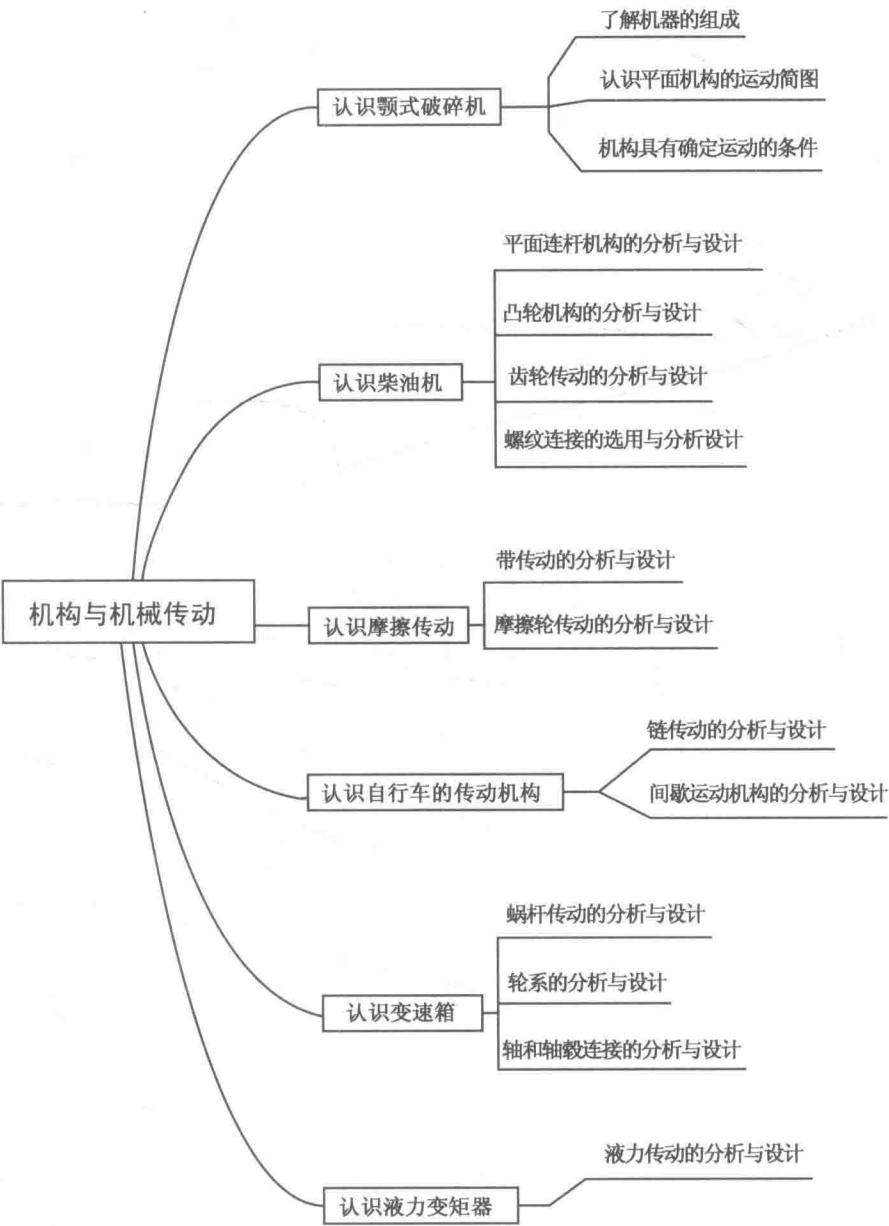
项目五 认识变速箱

任务十二 蜗杆传动的分析与设计	170
任务十三 轮系的分析与设计	183
任务十四 轴和轴毂连接的分析与设计	200

项目六 认识液力变矩器

任务十五 液力传动的分析与设计.....	214
参考文献.....	226

课程内容思维导图



项目一 认识颚式破碎机

【学习目标】

1. 了解机器的组成。
2. 能识读机构的运动简图。
3. 掌握机构具有确定运动的条件。

【项目描述】

如图 0-1 所示的颚式破碎机主体由电动机 1、带轮 2、三角带 3、带轮 4、偏心轴 5(又称曲轴)、动颚板 6、肘板 7、定颚板 8 及机架等部分组成。当电动机转动时,通过三角带驱动带轮 4 回转时,偏心轴绕轴 A 转动,带动动颚板 6 做平面运动,从而将动颚板与定颚板之间的矿石压碎,每一部分之间都具有确定的相对运动。

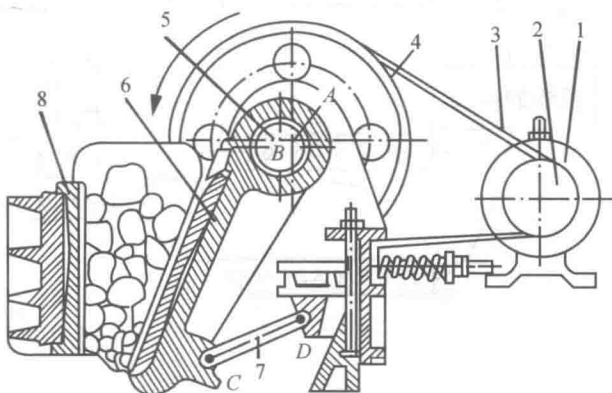


图 0-1 颚式破碎机

1—电动机;2—带轮;3—三角带;4—带轮;5—偏心轴;6—动颚板;7—肘板;8—定颚板

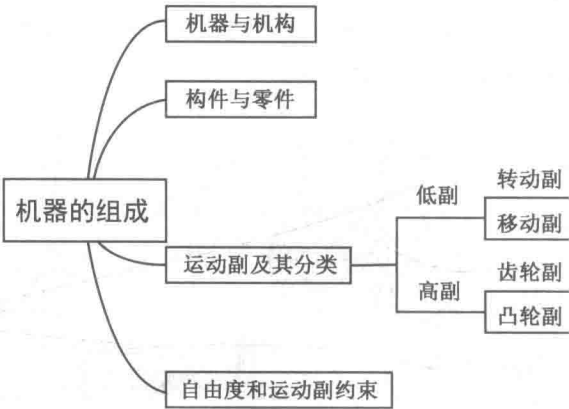
本项目里我们将通过颚式破碎机的认识,来揭示机器的组成,学会识读机构的运动简图,了解机构具有确定运动的条件。

任务一 了解机器的组成

【任务目标】

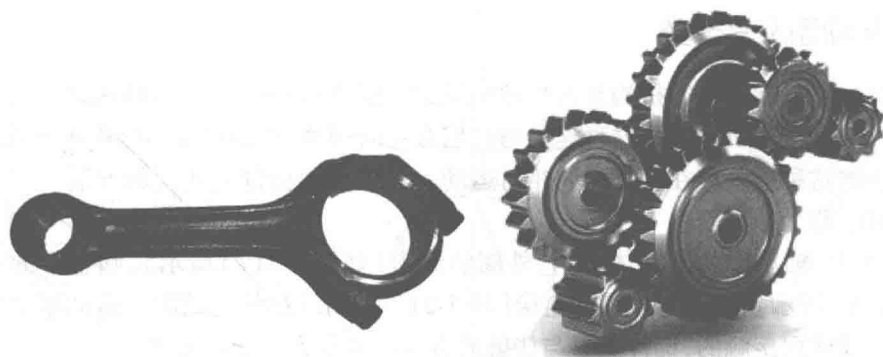
- 1. 了解机器与机构的区别、构件与零件的区别。
- 2. 了解工程中常见的运动副的类型。
- 3. 认识自由度和约束的概念。

【思维导图】



【任务情景】

观察图 0-1 所示的颞式破碎机,它是由好多部分组成的,各个部分之间是如何连接构成机器的呢? 如图 1-0(a)所示,柴油机的连杆是不是机器呢? 如图 1-0(b)所示,一个齿轮是不是机器呢? 你周围常见的机器有哪些呢?



(a) 连杆

(b) 齿轮

图 1-0 机器的组成

【知识阐述】

一、机器与机构

机器具有以下共同特征：

- (1) 它们都是一种人为的实物组合。
- (2) 它们各部分之间形成若干个运动单元,各单元之间具有确定的相对运动。
- (3) 在生产劳动中,它们能代替或减轻人类的劳动以完成有用的机械功或转换机械能。

凡同时具备以上三个特征的机械称为机器;仅具备前两个特征的机械称为机构。

由图 0-1 可知,颚式破碎机由一个偏心轮机构和一个带传动组成。可见,机器主要是由机构组成的。但根据结构和运动的观点,机器和机构并无区别,所以在工程上,习惯用“机械”一词作为机器和机构的通称。

二、构件与零件

组成机构的各个具有相对运动的单元称为构件,如曲轴、连杆、活塞等。构件可以是单一的刚体,如曲轴,也可以是几个零件的刚性组合,如图 1-1 所示的内燃机连杆,它是由连杆体 1、连杆头 2、轴承 3、轴瓦 4、螺栓 5、螺母 6 等零件组成的。这些零件之间没有相对运动,而以一个整体参与机构的运动,所以构件与零件的区别为:构件是运动的单元,零件是制造的单元。

机械中的零件分为通用零件和专用零件。凡在各种机器中都能经常遇到的,且完成同一任务的零件,如齿轮、螺钉、轴、键、轴承等都称为通用零件;只适用于一定类型机器中的零件,如活塞、连杆、汽轮机叶片等都称为专用零件。

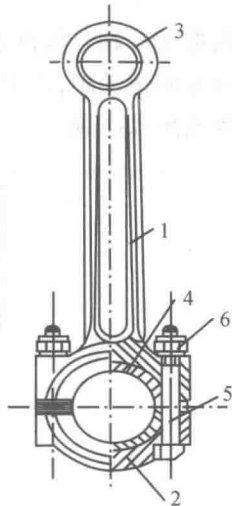


图 1-1 内燃机连杆

1—连杆体;2—连杆头;3—轴承;4—轴瓦;5—螺栓;6—螺母

三、运动副及其分类

机器是由机构组成的,机构是由构件组成的。组成机构的每个构件都以一定的方式与其他构件相互连接,机构中的这种连接与我们常见的铆接、焊接以及螺栓连接有着较大的区别,机构中的这种连接存在着一定的相对运动。这种使两构件直接接触并能产生一定相对运动的连接,称为运动副。

图 1-2 中,轴承中的滚动体与内、外圈的滚道[如图 1-2(a)所示]、啮合中的一对齿廓[如图 1-2(b)所示]、滑块与导槽的连接[图 1-2(c)所示]都是运动副。运动副中的构件间都是以点、线或面接触的,构件上参与接触的点、线、面称为运动副元素。

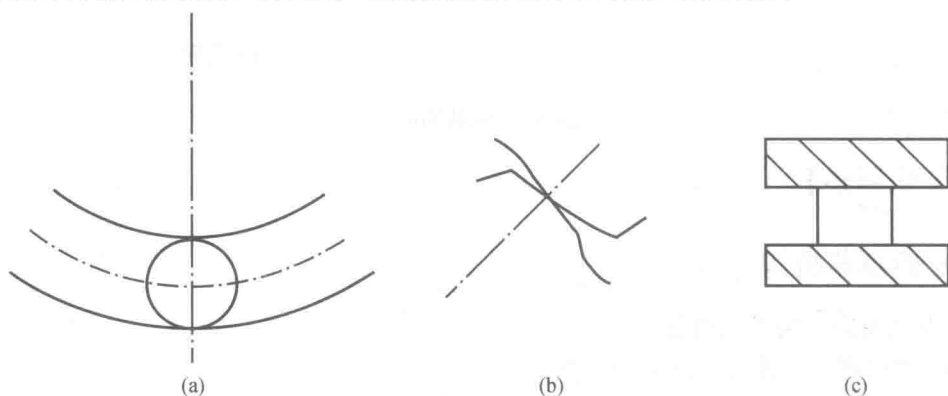


图 1-2 运动副

根据运动副各构件之间的相对运动是平面运动还是空间运动,可将运动副分成平面运动副和空间运动副,本书仅讨论平面运动副。在平面运动副中,根据运动副元素不同,运动副分为低副和高副。

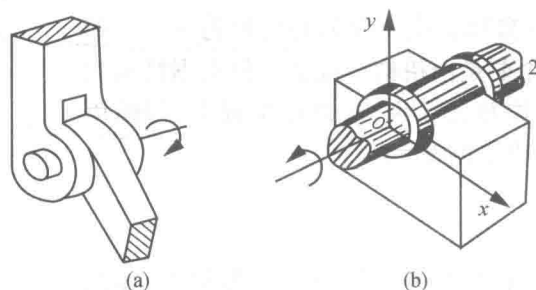


图 1-3 转动副

低副是指以面接触的运动副。根据低副中构件间保留的相对运动的性质可将其分为转动副和移动副。如图 1-3 和图 1-4 所示,保留的相对运动为转动的低副称为转动副(也称铰链),保留的相对运动为移动的低副称为移动副。在内燃机中活塞与连杆、齿轮与机架之间构成的是转动副,活塞与气缸之间的为移动副。

高副是指以点或线接触的运动副(如图 1-5 所示),车轮

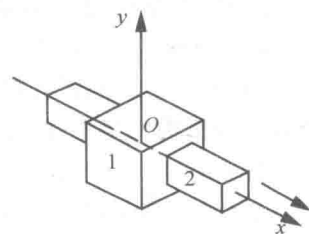


图 1-4 移动副

与滚道、凸轮与从动件、齿轮与齿轮之间均为高副。

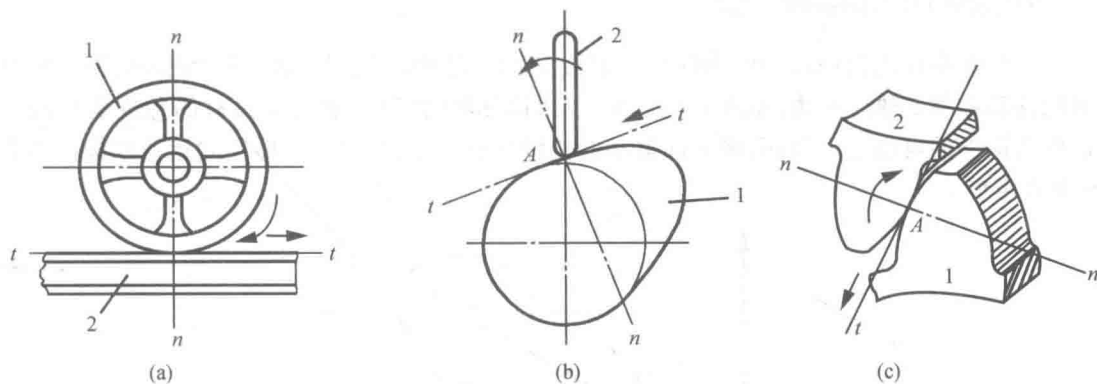


图 1-5 高副

两个以上的构件以运动副连接而构成的系统称为运动链。未构成首尾相连的封闭环的运动链称为开链,如图 1-6(a)所示;否则称为闭链,如图 1-6(b)所示。在各种机械中,一般采用闭链。从运动链的角度看,在运动链中选取一个构件加以固定(称为机架),当另一个构件(或少数几个构件)按给定的规律独立运动时,其余构件均随之做一定的运动,这种运动链就成为机构,如图 1-6(c)所示。也就是说,组成机构的构件,根据运动副性质可分为机架、主动件、从动件三类。

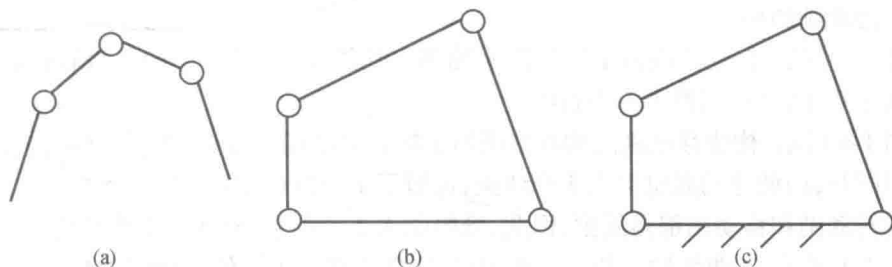


图 1-6 运动链和机构

1. 机架

机构中固结于给定参考系的构件称为机架(或固定件)。它用来支承机构中的可动构件(机构中可相对于机架运动的构件)。如柴油机的气缸体就是固定构件,它用来支承可动构件曲柄和活塞,并以它为参考坐标系,来研究曲柄与活塞的运动。

2. 主动件

构件中有驱动力或力矩作用的构件,或运动规律已知的构件称为主动件(或原动件)。它是机构中输入运动或动力的构件,如柴油机中的活塞是主动件。

3. 从动件

机构中除了主动件以外,随着主动件的运动而运动的其余可动构件皆称为从动件,如柴油机中的连杆和曲轴都是从动件。

由此可见,机构是由主动件、从动件和机架三部分组成的。任何一个机构中,必有一个固定件,一个或几个主动件,其余的都是从动件。

四、自由度和运动副约束

一个在平面内自由运动的构件有三个独立运动的可能性:沿 x 轴方向的移动、沿 y 轴方向的移动和绕 z 轴的转动,如图 1-7 所示。人们把构件相对于参考系具有的独立运动的数目称为构件的自由度。因而,做平面运动的构件具有 3 个自由度,而做空间运动的构件具有 6 个自由度。

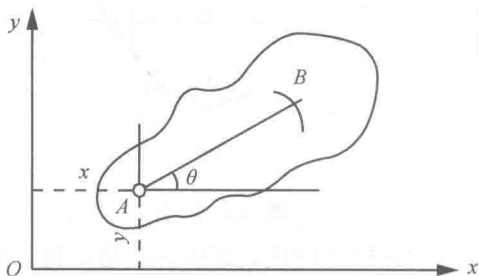


图 1-7 平面构件的自由度

当构件通过运动副连接以后,其独立运动受到了限制,对运动副构件间的独立运动所加的限制称为约束。机构中的构件相互连接时,引入一个约束,将减少一个自由度,所以,当构件相互连接时,失去的自由度数与它受到的约束数目应该相等。约束的多少及约束的特点取决于运动副的形式。

如图 1-3 所示,转动副限制了构件沿 x 轴和 y 轴的移动,只允许构件绕轴线转动,故转动副引入了 2 个约束,保留了 1 个自由度。

如图 1-4 所示,构成移动副的构件只能沿 x 轴方向做相对移动,而沿 y 轴方向的移动及转动受到限制,因此移动副也引入 2 个约束,保留了 1 个自由度。

由于转动副和移动副都是低副,因此,低副引入2个约束,只保留1个自由度。

如图 1-5 所示,在曲线构成的平面高副中,构件 2 相对于构件 1 既可沿接触点处公切线 $t-t$ 方向移动,又可绕接触点 A 转动,但沿接触点处公法线 $n-n$ 方向移动受到限制,因此,平面高副引入了 1 个约束,保留了 2 个自由度。

【任务实训】

1. 观察颚式破碎机的组成,指出颚式破碎机的动颚板、定颚板、肘板和机架之间是通过什么运动副连接的?每个运动副有几个自由度?几个约束?
2. 观察你周围的常见机器,分析它们的组成以及各构件之间的连接关系。

【任务评价】

一、单选题

1. 两构件直接接触且彼此之间的可动连接称为_____。
A. 低副 B. 高副
C. 转动副 D. 运动副
2. 高副是 _____ 接触。

- A. 面
C. 线
- B. 点
D. B 或 C
3. 低副是两构件之间以_____接触形成的。
A. 面
C. 线
B. 点
D. B 或 C
4. 做平面运动的自由构件具有_____个自由度。
A. 1
C. 3
B. 2
D. 4
5. 活塞与气缸组成_____。
A. 转动副
C. 高副
B. 移动副
D. 凸轮副
6. 活塞与连杆组成_____。
A. 转动副
C. 高副
B. 移动副
D. 凸轮副
7. 低副具有_____个约束,保留_____个自由度。
A. 2/1
C. 1/1
B. 1/2
D. 2/2
8. 高副具有_____个约束,保留_____个自由度。
A. 2/2
C. 1/2
B. 1/3
D. 2/3
9. 一对轮齿啮合时,沿其公法线方向的_____受到约束。
A. 转动
C. 所有运动
B. 移动
D. 没有运动

二、简答题

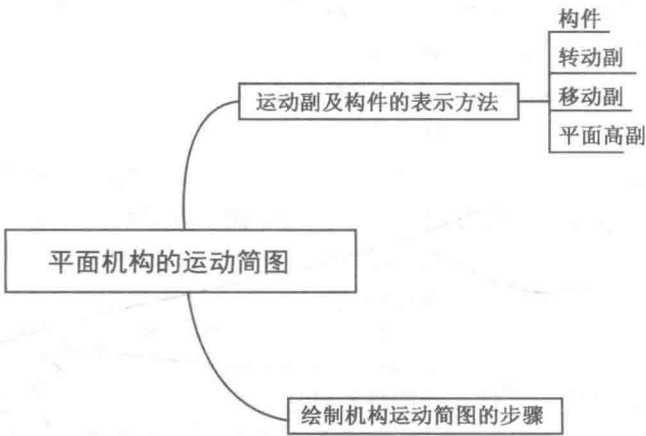
1. 什么是机器? 什么是机构? 什么是构件? 什么是零件?
2. 什么叫运动副? 工程中常见的运动副都有哪些类型? 各有几个自由度和约束?

任务二 认识平面机构的运动简图

【任务目标】

- 1. 掌握构件、转动副、移动副和平面高副在机构运动简图中的表示方法。
- 2. 能读懂常见机构的运动简图。

【思维导图】



【任务情景】

图 0-1 所示的颚式破碎机的各个构件形状复杂,绘制起来很不方便,但是我们仔细观察其主运动机构,与其真实外形和具体结构无关,所以我们在研究机构的时候,可用几个简单的线条和符号来表示构件。图 0-1 所示的颚式破碎机的动颚板、定颚板、肘板和机架之间的相对运动关系,可用图 2-0 中的 1、2、3 和机架四个杆件通过直接相连的转动副表示。所以,我们在研究和分析机器和机构的时候,如何简单地表达出各构件之间的相对运动关系呢?本次任务我们来学习一下机构的运动简图。

【知识阐述】

机构中两构件之间的相对运动仅与其直接接触部分的几何形状有关,而与构件的真实

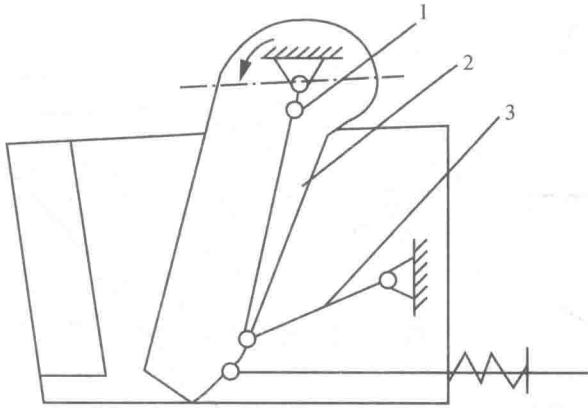


图 2-0 颚式破碎机的运动简图

1—偏心轴;2—动颚板;3—肘板

外形和具体结构无关。因此,在设计新机械或对现有机械进行研究时,为了使问题简化,常将构件和运动副用简单的符号表示。这种仅用简单的线条和符号来代表构件和运动副,并按一定比例确定各运动副的相对位置,能够完全反映机构运动特征的简单图形,称为机构运动简图。

一、运动副及构件的表示方法

1. 构件

构件均用直线或小方块等来表示,画有斜线的表示机架,如图 2-1 所示。如果一个构件具有多个运动副时应在两条线交接处涂黑,或在其内画上斜线。

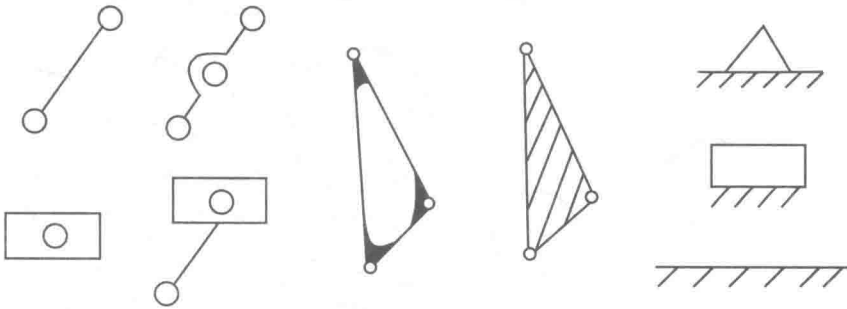


图 2-1 构件的表示方法

2. 转动副

两构件组成转动副时,其表示方法如图 2-2 所示。图面垂直于回转轴线时用图 2-2(a)中的小圆圈表示,要注意圆心必须与回转轴线重合;图面不垂直于回转轴线时用图 2-2(b)表示。

3. 移动副

两构件组成移动副的表示方法如图 2-3 所示,其导路必须与相对移动方向一致。