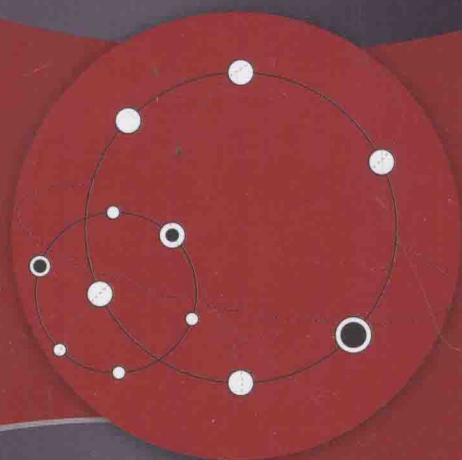




JIXIE CHANGYONGJIGOU
SHEJI YU JINJI

机械常用机构 设计与禁忌

冯仁余 石红霞 主编

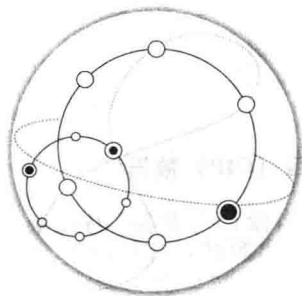


化学工业出版社

▶▶▶ JIXIE CHANGYONGJIGOU
SHEJI YU JINJI

机械常用机构 设计与禁忌

冯仁余 石红霞 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书将机械常用机构设计理论、设计计算与设计禁忌两部分内容有机地结合起来,包括平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、间歇运动机构、组合机构、其他常用机构以及挠性传动机构等。全书以常用机构的设计为主框架,以设计方法、结构设计实践和典型应用为主要内容,从正面——基本理论及设计方法的角度阐述了常用机构的基本设计方法;从反面——禁忌的角度阐述了常用机构设计中容易出现的错误问题,尤其是有些参数选择和结构设计错误。本书实用性强,涵盖了大量的工程设计应用及图例,图文结合进行正误分析。

本书适用于机械设计人员以及高等院校机械专业师生学习和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械常用机构设计与禁忌/冯仁余,石红霞主编.
北京:化学工业出版社,2013.10
ISBN 978-7-122-18395-8

I. ①机… II. ①冯…②石… III. ①机构-机构设计
IV. ①TH112②TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 212238 号

责任编辑:张兴辉
责任校对:边涛

文字编辑:张绪瑞
装帧设计:王晓宇



出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:三河市延凤印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张18 $\frac{3}{4}$ 字数460千字 2014年1月北京第1版第1次印刷

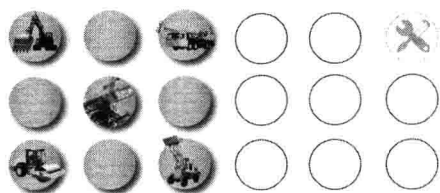
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:69.00元

版权所有 违者必究



前言

Foreword

机构作为机械产品的核心，其设计的创新性决定了产品的实用性和先进性。作为一名机械设计人员，全面掌握机械常用机构的设计理论、设计方法是不言而喻的，有关这方面的图书很多，但对于那些基础性的、一般性的“禁忌”问题，这类图书还为数不多，尤其是两者结合起来的论著则更为少见。为此，编者将机械常用机构设计理论和设计计算与设计禁忌两部分内容有机地结合起来，以常用机构的设计为主框架，以设计方法、结构设计实践和典型应用为主要内容，结合编者多年来从事机械机构设计方面的教学、科研和实际设计的丰富经验，尤其结合在设计实践中遇到的各种问题，从禁忌的角度提出如何解决机械常用机构的设计问题为目的而编写成此书。

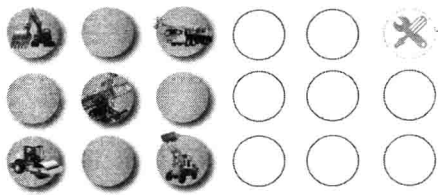
本书从正面——基本理论及设计方法的角度阐述了常用机构的基本设计方法；从反面——禁忌的角度阐述了常用机构设计中容易出现的错误问题，尤其是有些参数选择和结构设计错误。同时，还通过大量的工程设计应用及图例，采用图文并茂的方法进行正误分析和应用详解，突出了本书内容的实用性。

本书注重基本理论、基本知识和基本技能，突出实用性和工程性；内容简明扼要，深入浅出，图文并茂，可帮助读者在短时间内高效优质地掌握常用机构的设计方法及工程应用。对广大机械工程技术人员的设计工作和大专院校相关专业师生的学习具有现实的指导意义。

本书由冯仁余、石红霞主编，郝振洁、李改灵副主编，参加编写的还有张丽杰、白丽娜、骆素君、王文照、徐来春、田广才、孙爱丽、李若蕾、马雅丽、陈静怡、刘雅倩、李立华和刘洁。本书由路学成主审。

限于编者水平，书中不妥之处在所难免，真诚地希望读者给予批评指正。

编者



目 录

Contents

第 1 章 平面机构分析

1.1 研究平面机构结构分析的目的	1
1.1.1 机构的组成	1
1.1.2 平面机构运动简图	3
1.1.3 平面机构自由度	9
1.1.4 平面机构的组成原理和结构分析	14
1.2 平面机构的运动分析	16
1.2.1 机构运动分析的目的和方法	16
1.2.2 速度瞬心及其在速度分析上的应用	17
1.2.3 相对运动图解法在机构运动分析中的应用	19
1.2.4 用解析法求机构的位置、速度和加速度	23
1.3 机构的创新设计	27
1.3.1 机构形式设计的一般原则	28
1.3.2 机构的创新设计方法	31

第 2 章 平面连杆机构设计与禁忌

2.1 概述	34
2.1.1 平面四杆机构的类型及应用	34
2.1.2 铰链四杆机构的演化	39
2.2 平面四杆机构的工作特性	43
2.2.1 运动特性	43
2.2.2 传力特性	44
2.3 平面四杆机构的设计与禁忌	46
2.3.1 平面四杆机构类型的选用禁忌	46
2.3.2 平面四杆机构设计的基本问题和方法	48
2.3.3 平面四杆机构运动设计禁忌	49
2.3.4 平面四杆机构结构设计禁忌	54
2.4 平面连杆机构的典型应用及图例	56
2.4.1 连杆机构在汽车中的应用	56
2.4.2 连杆机构在物流中的应用	57
2.4.3 连杆机构在包装机械中的应用	58

2.4.4 连杆机构在机床中的应用	59
-------------------	----

第3章 凸轮机构设计与禁忌

3.1 概述	61
3.1.1 凸轮机构的分类和应用	61
3.1.2 凸轮机构的工作原理和基本参数	64
3.2 凸轮机构的工作特性	65
3.2.1 凸轮机构的运动特性	65
3.2.2 凸轮机构的传力特性	67
3.3 凸轮机构的设计与禁忌	67
3.3.1 从动件运动规律选择禁忌	67
3.3.2 凸轮机构的选用禁忌	69
3.3.3 凸轮机构基本尺寸设计禁忌	69
3.3.4 凸轮轮廓曲线设计禁忌	72
3.3.5 凸轮机构从动件设计禁忌	77
3.3.6 凸轮机构其他设计禁忌	82
3.4 凸轮机构的典型应用及图例	84
3.4.1 凸轮机构在汽车中的应用	84
3.4.2 凸轮机构在物流中的应用	85
3.4.3 凸轮机构在产品包装中的应用	85
3.4.4 凸轮机构在机床中的应用	86

第4章 齿轮机构设计与禁忌

4.1 概述	88
4.1.1 齿轮机构的类型	88
4.1.2 齿轮机构的特点与禁忌	89
4.2 齿轮机构的运动特性	92
4.2.1 齿轮机构的传动特点	92
4.2.2 齿轮机构的受力分析	95
4.3 齿轮机构设计与禁忌	98
4.3.1 直齿圆柱齿轮强度设计与禁忌	98
4.3.2 斜齿轮强度设计与禁忌	102
4.3.3 圆锥齿轮强度设计与禁忌	103
4.3.4 齿轮设计时模数的估算及修正	104
4.3.5 齿轮结构设计及禁忌	104
4.4 齿轮传动的典型应用及图例	107
4.4.1 减速器	107
4.4.2 变速器	110
4.4.3 差速器	112

第5章 间歇运动机构设计与禁忌

5.1 棘轮机构	114
----------	-----

5.1.1	棘轮机构的工作原理及类型	114
5.1.2	棘轮机构的运动特性	116
5.1.3	棘轮机构参数选择设计与禁忌	117
5.1.4	棘轮机构的典型应用及图例	119
5.2	槽轮机构	123
5.2.1	槽轮机构的工作原理和类型	123
5.2.2	槽轮机构的运动特性	123
5.2.3	槽轮机构设计与禁忌	127
5.2.4	槽轮机构的典型应用及图例	129
5.3	凸轮式间歇运动机构	132
5.3.1	凸轮式间歇运动机构的工作原理	132
5.3.2	凸轮式间歇机构的类型结构	132
5.3.3	凸轮式间歇运动机构的运动特点	134
5.3.4	凸轮式间歇机构的典型应用及图例	134
5.4	不完全齿轮机构	137
5.4.1	不完全齿轮机构的工作原理和类型	137
5.4.2	不完全齿轮机构的运动特点	138
5.4.3	不完全齿轮机构的设计与禁忌	139
5.4.4	不完全齿轮机构的典型应用及图例	143

第 6 章 组合机构设计与禁忌

6.1	组合机构的组合方式	146
6.1.1	串联式组合机构	146
6.1.2	并联式组合机构	147
6.1.3	封闭式组合机构	148
6.1.4	反馈式组合机构	148
6.1.5	复合式组合机构	149
6.2	齿轮-连杆机构设计与禁忌	150
6.2.1	齿轮-连杆机构的组成与禁忌	150
6.2.2	齿轮-四连杆机构的运动特性	154
6.2.3	非同轴式齿轮-铰链四杆机构设计与禁忌	156
6.2.4	同轴式齿轮-铰链四杆机构设计与禁忌	168
6.3	齿轮-曲柄滑块机构	178
6.3.1	齿轮-曲柄滑块机构的基本结构	178
6.3.2	齿轮-曲柄滑块机构运动特性	178
6.3.3	齿轮-曲柄滑块机构设计与禁忌	182
6.3.4	同轴式齿轮-曲柄滑块机构设计禁忌	185
6.3.5	齿轮-连杆(曲柄滑块)机构的应用及图例	185
6.4	凸轮-连杆机构	187
6.4.1	凸轮-连杆机构的基本结构	187
6.4.2	固定凸轮-连杆机构的设计	188
6.4.3	转动凸轮-连杆机构的设计	190

6.4.4	联动凸轮-连杆机构的组合设计	192
6.4.5	凸轮-连杆机构的典型应用及图例	194
6.5	齿轮-凸轮机构设计与禁忌	195
6.5.1	齿轮-凸轮机构的基本组成	195
6.5.2	转动系杆齿轮-凸轮机构设计与禁忌	196
6.5.3	摆动系杆齿轮-凸轮机构的设计与禁忌	202
6.5.4	齿轮-凸轮机构的应用及图例	207
6.6	具有挠性件的组合机构设计与禁忌	208
6.6.1	同步带-连杆组合机构	208
6.6.2	差动式带、链-连杆组合机构	208
6.6.3	差动链式连杆机构	208

第7章 其他常用机构设计与禁忌

7.1	万向联轴器设计与禁忌	212
7.1.1	万向联轴器的基本结构	212
7.1.2	万向联轴器的运动特性	212
7.1.3	万向联轴器的设计与禁忌	217
7.1.4	万向联轴器的典型应用及图例	219
7.2	螺旋机构设计与禁忌	220
7.2.1	螺旋机构的结构与特点	220
7.2.2	螺旋机构的工作原理	221
7.2.3	滑动螺旋传动机构的设计与禁忌	222
7.2.4	滚珠螺旋传动机构设计与禁忌	223
7.2.5	螺旋机构的典型应用及图例	227
7.3	非圆齿轮机构设计与禁忌	230
7.3.1	非圆齿轮机构的类型及特点	230
7.3.2	非圆齿轮的工作原理	231
7.3.3	椭圆齿轮的传动比分析	231
7.3.4	非圆齿轮的典型应用及图例	232
7.4	针轮机构设计与禁忌	234
7.4.1	针轮机构的类型及特点	234
7.4.2	外针轮机构的设计	235
7.4.3	内针轮机构的设计	245

第8章 挠性传动机构设计与禁忌

8.1	带传动的设计与禁忌	255
8.1.1	带传动的工作原理及类型	255
8.1.2	带传动的受力分析与运动特点	258
8.1.3	带传动的设计与禁忌	262
8.1.4	摩擦带传动的应用及图例	268
8.1.5	同步带传动的应用及图例	272
8.2	链传动的设计与禁忌	273

8.2.1	链传动的类型、特点和适用范围	273
8.2.2	链传动的受力分析和运动特性	277
8.2.3	滚子链传动的设计计算与禁忌	280
8.2.4	链传动的典型应用及图例	285

参考文献

第 1 章

平面机构分析

1.1 研究平面机构结构分析的目的

研究平面机构结构分析的目的如下。

(1) 探讨机构运动的可能性与确定性

机构是人为的多个构件的组合物，其中各构件必须有确定的相对运动。所以在研究一个机构时，首先要研究机构中各构件应怎样组合才能运动，又在什么条件下机构才能有确定的相对运动，这是研究机构结构分析的目的之一。

(2) 掌握为机构分析与设计时使用的机构运动简图的绘制方法

机构中各构件的外形和结构往往是比较复杂的。为了便于研究机构，在进行机构分析和设计时有必要撇开那些与之无关的构件的外形和结构，而仅仅用一些代表运动副的符号和代表构件的简单线条并按一定比例绘制出机构运动简图，即把机构抽象为便于分析的简单模型，这是研究机构结构分析的目的之二。

(3) 为机构的运动分析和动力分析提供一般的方法

由于常用的机构种类很多，要逐一地进行研究是十分繁琐的，因此，将各种机构按它们的结构组成形式加以分类，从而建立起对机构运动分析与动力分析的一般方法。

此外，为了合理设计机构和创造新机构，了解构件组成机构的规律是十分必要的。因此，了解机构组成原理也是研究机构结构的目的。

1.1.1 机构的组成

(1) 构件

从制造、加工的角度看，任何机器都是由若干单独加工制造的单元体——零件组装而成。例如图 1-1 所示的内燃机连杆，就是由单独加工的连杆体 1、连杆头 2、轴瓦 3、螺杆 4、螺母 5、轴套 6 等零件装配而成的。

但是从机器实现预期运动和功能的角度来看，并不是每个零件都独立起作用。每一个独立影响机械功能并能独立运动的单元体称为构件。构件可以是一个独立运动的零件，但有时为了结构和工艺上的需要，常将几个零件刚性地连接在一起而组成构件。如图 1-1 所示的连杆就是由许多不产生相对运动的零件刚性连接而成的一个构件，它们是一个不可分割的运动单元。

(2) 运动副及其分类

机构是由许多构件组合而成的。在机构中，每个构件都以一定方式与其他构件相互连

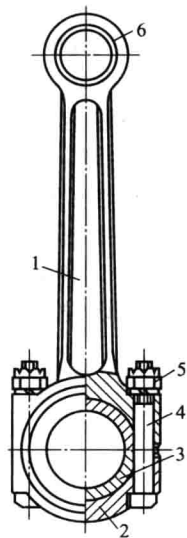


图 1-1 连杆

- 1—连杆体； 2—连杆头；
- 3—轴瓦； 4—螺杆；
- 5—螺母； 6—轴套

接, 这种连接不是固定连接, 而是能产生一定相对运动的连接。相互连接的两构件既保持直接接触, 又能产生一定的相对运动, 这种两构件直接接触形成的可动连接称为运动副。例如轴颈与轴承之间的连接、滑块与导槽之间的连接以及传动齿轮两个轮齿之间的连接等都构成运动副。

两构件组成的运动副, 不外乎通过点、线或面接触来实现。按照这种接触特性, 运动副通常被分为低副和高副两类。

① 低副 两构件通过面接触组成的运动副称为低副。根据组成低副两构件之间的相对运动形式, 又可分为转动副和移动副。

a. 转动副 若组成运动副的两构件只能在同一个平面内绕同一轴线相对转动, 则这种运动副称为转动副。组成转动副构件的相对运动形式类似于日常生活中的铰链, 所以转动副亦称为回转副或铰链。如图 1-2(a) 所示的轴颈与轴承之间的连接、图 1-2(b) 所示的铰链连接都组成转动副。

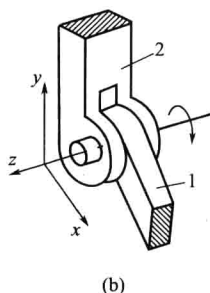
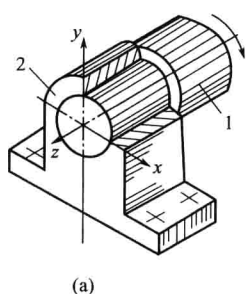


图 1-2 转动副

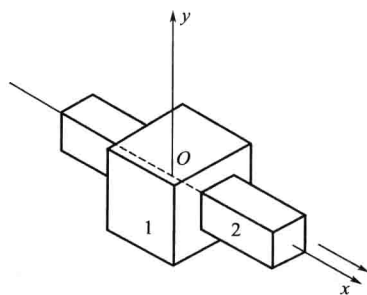


图 1-3 移动副

b. 移动副 若组成运动副的两构件只能沿某一轴线相对移动, 则该运动副称为移动副。如图 1-3 所示, 构件 2 沿 y 轴的相对移动和绕垂直于 xOy 平面的轴的相对转动受到约束, 构件 2 只能沿 x 轴相对移动, 构件 1 与构件 2 之间构成移动副。

② 高副 两构件通过点或线接触组成的运动副称为高副。两个构件连接形成高副时, 构件在接触处的相对运动是绕接触点或者绕接触线的相对转动, 以及沿接触点切线方向的相对移动。如图 1-4(a) 中的车轮 1 与钢轨 2 线接触、图 1-4(b) 中凸轮 1 与推杆 2 点接触、图 1-4(c) 中的齿轮 1 与齿轮 2 线接触分别在接触处组成高副。组成高副两构件间的相对运动是沿接触切线 $t-t$ 方向的相对移动和在平面内的相对转动。

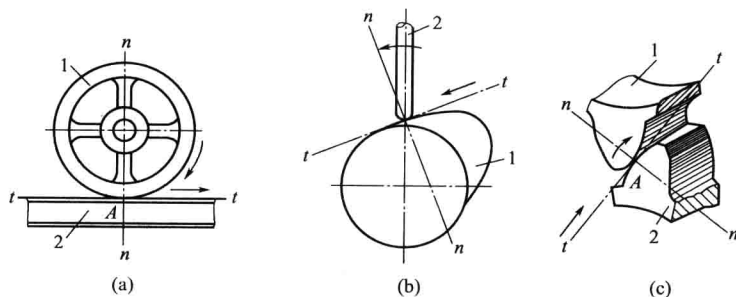


图 1-4 高副

除上述平面低副和平面高副外, 机械中还经常见到如图 1-5(a) 所示的球面副和图 1-5(b) 所示的螺旋副。它们都属于空间运动副。对于空间运动副, 本书不作进一步讨论。

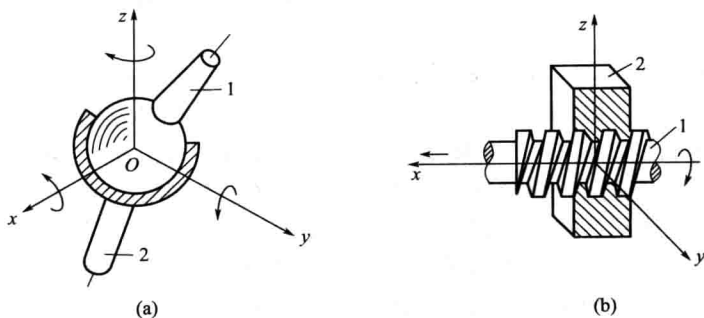


图 1-5 球面副和螺旋副

(3) 运动链

两个以上构件通过运动副的连接而构成的系统称为运动链。如果组成运动链的各构件构成首末封闭的系统 [如图 1-6(a) 和 (b) 所示], 则称为闭式运动链, 简称闭链。如果组成运动链的各构件未构成首末封闭的系统 [如图 1-6(c) 所示], 则称为开式运动链, 简称开链。

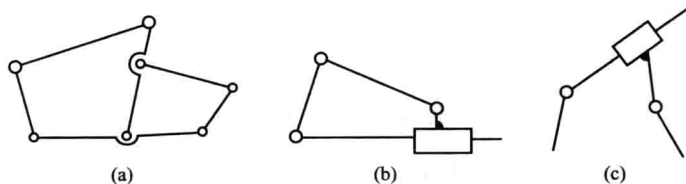


图 1-6 运动链

传动的机械中以闭式运动链为多, 随着生产线中机械手和机器人的应用日益普遍, 机械中开式运动链也逐渐增多。

(4) 机构

如运动链中出现称之为机架的固定 (或相对固定) 构件时, 运动链被称为机构, 但此机构的运动尚未确定。当它的一个或几个构件具有独立运动, 成为原动件时, 如其余从动件随之作确定运动, 此时机构的运动也就确定, 便能有效地传递运动和力。

机构中固定不动的构件称为机架, 按照给定运动规律独立运动的构件称为原动件 (或主动件), 而其余活动构件称为从动件。

组成机构的各构件的相对运动均在同一平面内或在相互平行的平面内, 则此机构称为平面机构; 机构各构件的相对运动不在同一平面内或平行平面内, 则此机构称为空间机构。由于常用的机构大多数为平面机构, 所以本章仅讨论平面机构的结构问题。

1.1.2 平面机构运动简图

以简单的线条和规定的符号表示构件和运动副, 并按一定比例表示各运动副的相对位置, 这种能准确表达机构运动特性的简单图形称为机构运动简图。

若只是为了表明机器的组成状况和结构特征, 也可以不严格按比例来绘制简图, 这样的简图通常称为机构示意图。

(1) 机构运动简图的作用

① 表达机构设计的目标 设计机器时, 首先是要确定采用怎样的运动方式来实现机器的功能, 接着是要选择或创造合适的机构来实现要求的运动, 最后是确定机构与运动有关的

尺寸,以较好地实现要求的运动规律,使机构有良好的工作特性。这一工作的结果是以机构的运动简图来表达的。

② 作为构造设计的依据 对机器的运动部分作具体的零部件构造设计时,首先应保证其运动特性不变。因此,构造设计是在已确定的机构运动简图的基础上进行的。

③ 作为运动分析的“模型” 机构运动简图上仅保留了与运动有关的要素,如转动副的中心是相连两构件的同速点,移动副的导轨方位是相连两构件相对运动的方位等,必须通过这些点去求出构件的运动参数。所以运动简图可使问题突出,分析路线醒目明了。

机构运动简图在力作用相当的情况下才可以同时作为力分析的模型,如图 1-7 所示两机构,从运动观点看是完全相同的;而从移动件移动副中的受力情况看,却是有所不同。所以要作为受力分析的模型,应根据具体构造,从力传递过程中构件接触情况变化的角度来进行简化。对图 1-7 中所示机构进行受力分析时可知,图 1-7(a) 的滑块上有倾侧力矩作用,而图 1-7(b) 则没有。一般来说,运动简图只是进行运动分析的“模型”。

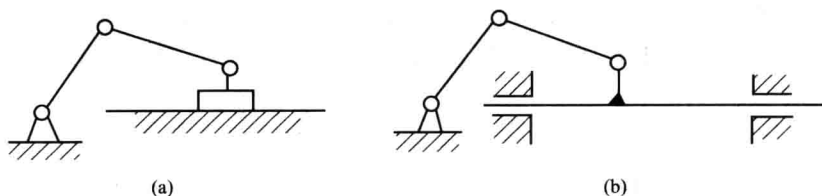


图 1-7 曲柄滑块机构受力分析模型

④ 在技术文件中用来说明机器的运动功能 机构运动简图能简洁、直观、明了地表示出机器中各构件间的相互运动关系,这是文字叙述或语言叙述均无法替代的。

⑤ 用作机器“专利”性质的判别 当对发明作专利审查时,要确定该发明是否为机构发明,首先就得从机构运动简图上进行判别。如果一个新机构与一原有机构的运动简图相同,则该机构就不能是机构的发明,最多是一种新型构造。

机构运动简图中构件及其以运动副相连接的表达方法见表 1-1。

表 1-1 构件及其以运动副相连接的表达方法

名称	表示内容	常用符号
构件的表示方法	杆、轴构件	
	固定构件(机架)	
	同一构件	
	两副构件	
	三副构件	

续表

名称	表示内容	常用符号				
		两构件的连接		活动构件与固定构件的连接		
运动副的表示方法	平面副	转动副	平行运动平面	垂直运动平面	平行运动平面	垂直运动平面
		移动副				
	平面高副					
	空间低副	螺旋副				
		球面副				

(2) 机构运动简图的绘制方法

在对已有机器进行特性分析或设计机器时，都需要用到机构运动简图。画机构运动简图的关键在于正确确定运动副的类型和位置以及运动副所在的构件。下面以实际机器为例，介绍绘制机构运动简图的步骤和方法。

① 认清机架、输入构件（主动件）和输出构件。

② 分清构件及编号。首先使主动件运动起来，然后从主动件开始，按构件是运动单元体的概念分清机构中有几个构件，并将构件（包括机架）按连接顺序编号，如 1、2、3…。

③ 认清运动副类型并编号。根据两构件间的相对运动形态或运动副元素的形状，认清运动副的类型并依次编号，如 A_{12} 、 B_{23} …，其中角标表示组成该运动副的两个构件号，如 A_{12} 是指构件 1 和 2 组成的运动副 A。

④ 选择画机构运动简图的投影平面。对于平面机构，就选择运动平面为作图平面；若有几个机构重叠或构件线条交叉不易看清时，可将前后两个机构分开画成两幅机构图，再用侧向视图（简图）或用轴测简图表示两机构的前后位置；若几个机构组成的机构系统不在相互平行的平面内运动，则可分别画出这些机构的运动简图，然后将这几个平面展开在一个图上，或者用轴测简图表示各机构间的空间关系；对于空间机构，则用三坐标面投影表示各构件的长度和运动副的位置，否则只能以轴测简图表示机构的结构关系。

⑤ 以机架为参考坐标，将主动构件置于一个适当的位置，按比例定出各运动副的位置并画出各运动副的符号及注出编号。

以机架为参考坐标，就是可先定出机架上运动副的位置，并以此位置作为基准，画出机构中各构件相对于机架的位置关系，所以机架本身是否水平或倾斜是不必考虑的。

将主动件置于适当位置的目的是使画出的机构运动简图清晰，就是代表构件的线条尽量不交叉、重叠。

机构运动简图所用的比例尺是按下述关系确立的，即比例尺

$$\mu = \frac{\text{实物长(m)}}{\text{图上长度(mm)}}$$

如图上长 1mm 代表实物长 2mm, 则比例尺为 $\mu=0.002\text{m}/\text{mm}$ 。这样, 从图上量得长度以后, 只要乘以比例尺, 即得实长。

确定运动副位置, 即是确定转动副的中心、移动副导轨的方位、高副的廓线——曲率中心的位置和曲率半径大小等与运动速度大小、方向有关的特征位置。

⑥ 将同一构件上的运动副元素用简单的线条连起来代表该构件。如 A_{12} 、 B_{23} 、 C_{34} …, 则 A_{12} 、 B_{23} 同是构件 2 上的运动副, 所以 A 、 B 的连线即为构件 2。

(3) 机构运动简图绘制注意事项

① 简图中应保证: 构件数目与实际相同; 运动副的性质、数目与实际相符; 运动副之间的相对位置以及构件尺寸与实际机构成比例。

② 运动简图绘制时, 应该忽略构件外形、关注运动副之间的关系。

③ 运动简图绘制平面一般选择构件的运动平面。

④ 同一构件上的不同零件应用同一数码标注。

⑤ 不要把机械制图中的一些画法照搬到机构运动简图中。在绘制机构运动简图时, 符号一定要采用国家标准规定的符号, 不能随意“创造”。

【例 1-1】 绘制如图 1-8(a) 中所示颞式破碎机的机构运动简图。

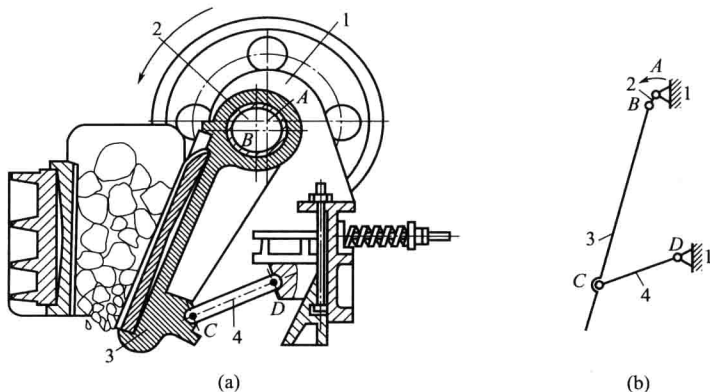


图 1-8 颞式破碎机及其机构运动简图

【解】: ① 机构组成: 如图 1-8(a) 中的颞式破碎机主体机构由机架 1、偏心轴又称曲轴 2、动颞板 3、肘板 4 等四个构件组成。其中原动件为偏心轴 2, 从动件为动颞板 3、肘板 4, 它们与机架共同构成曲柄摇杆机构。

② 偏心轴 2 与机架 1 在 A 点构成转动副 (即带轮的回转中心); 偏心轴 2 与动颞板 3 也构成转动副, 其轴心在 B 点 (即动颞板绕偏心轴的回转几何中心); 肘板 4 分别与动颞板 3 和机架 1 在 C、D 两点构成转动副。

③ 选择机构运动简图的视图平面时, 应尽量使组成机构的所有构件和运动副都能够在视图中表达清楚。对于平面机构, 选择构件的运动平面作为视图平面, 一般可以满足这一要求。如图 1-8(a) 所示颞式破碎机的 3 个活动构件: 偏心轴 2、动颞板 3 和肘板 4 的运动均在该平面内, 因此, 选择该平面作为绘制颞式破碎机机构运动简图的视图平面。

④ 选取合适的比例尺, 确定 A、B、C、D 四个转动副的位置, 即可绘制出机构运动简图, 最后标出原动件的转动方向, 如图 1-8(b) 所示。

【例 1-2】 绘制如图 1-9(a) 所示的小型压力机的机构运动简图。

【解】: ① 机构分析及组成: 如图 1-9(a) 中的小型压力机, 该机构由偏心轮 1, 齿轮 1', 杆件 2、3、4, 滚子 5, 槽凸轮 6, 齿轮 6', 滑块 7, 压杆 8, 机座 9 组成。其中, 齿轮 1' 和

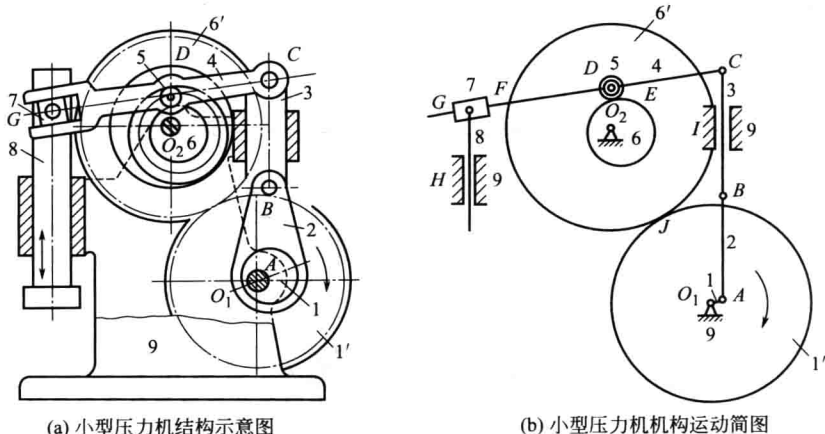


图 1-9 小型压力机

偏心轮 1 固结在同一转轴 O_1 上，它们是一个构件；齿轮 $6'$ 和槽凸轮 6 固结在同一转轴 O_2 上，它们也是一个构件。即该压力机机构由 9 个构件组成，其中，机座 9 为机架。运动由偏心轮 1 输入，分两路传递：一路由偏心轮 1 经杆件 2 和 3 传至杆件 4；另一路由齿轮 $1'$ 经齿轮 $6'$ 、槽凸轮 6、滚子 5 传至杆件 4。两路运动经杆件 4 合成，由滑块 7 传至压杆 8，使压杆作上下移动，实现冲压动作。由以上分析可知，构件 $1-1'$ 为原动件，构件 8 为执行部分，其余为传动部分。

② 机架 9 和构件 $1-1'$ 、构件 1 和 2、2 和 3、3 和 4、4 和 5、 $6-6'$ 和 9、7 和 8 之间均构成转动副；构件 3 和 9、8 和 9、7 和 4 之间分别构成移动副；而齿轮 $1'$ 和 $6'$ 、滚子 5 和槽凸轮 6 分别形成平面高副。

③ 选择构件的运动平面作为绘制小型压力机机构运动简图的视图平面。

④ 选取合适的比例尺，测量各构件尺寸和各运动副间的相对位置，用表达构件和运动副的规定简图符号绘制出机构运动简图。在原动件 $1-1'$ 上标出箭头以表示其转动方向，如图 1-9(b) 所示。

(4) 机构运动简图识别

机构运动简图是剔除了机械中与运动无关的因素而简洁明了地表达机器运动本质属性的图形。但是，无论是从实际机器中直接抽象出的机构运动简图，还是设计时得到的机构运动简图，都不可避免地会在图中存在有以运动形态表达出来而实际是与运动无关的因素。这些因素是由于运动副的表达方式、机器的构造、强度、工艺、受力情况、工作条件等原因而留存在图中的。由于这些因素的存在，会使得同一个机构画出的运动简图形态不尽相同，有时会不利于进行机构的运动分析和组成分析。所以，对所得到的机构运动简图还需进行一次甄别。

① 由移动副符号的绘制方法不同出现的机构运动简图差异 组成移动副的两构件的相对移动状况，仅取决于移动副的方位，而与移动副包容面与被包容面的具体形状和位置无关。因而移动副的两元素一个以滑块形的方框表示，另一个以杆状直线表示。由于哪个构件上的移动副元素以方框表示并没有统一规定，导轨位置又不限定，同一机构可画成多种图形，直觉上感到有差异。如图 1-10 中是牛头刨床的两种主运动机构。从构件上运动副元素的分配和构件的连接方法看，图 1-10(a) 连接成“瓦特链”，图 1-10(b) 连接成“史蒂文逊链”。但由于图 1-10(a) 中构件 2、3 和 3、4 构成两个同方位的移动副，图 1-10(b) 中构件 2、4 和 4、3 构成同方位的移动副，而两图的移动副方位相同，两图中其他构件间都组成转

动副, 且相应转动副的位置相同, 可以证明, 其相关的瞬心位置均相同, 故两种机构的运动是相同的。

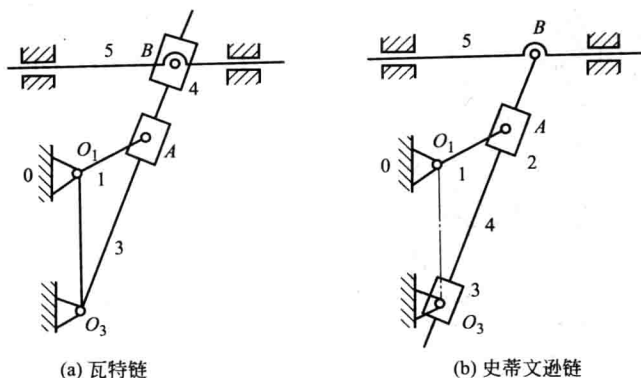


图 1-10 牛头刨床主运动机构

② 由转动副尺寸变化出现的机构运动简图差异 如图 1-11(a) 中构件 2 的导槽呈圆弧状, 则可画成图 1-11(b) 所示的机构; 也可认为是图 1-11(b) 机构中运动副 B 的销和孔的直径变大 [如图 1-11(c) 所示], 并截取其部分弧段形成了图 1-11(a) 的图形; 若不需利用构件 3 的运动, 则图 1-11(a) 也可直接改成图 1-11(d) 所示机构, 而其余构件的运动不变。

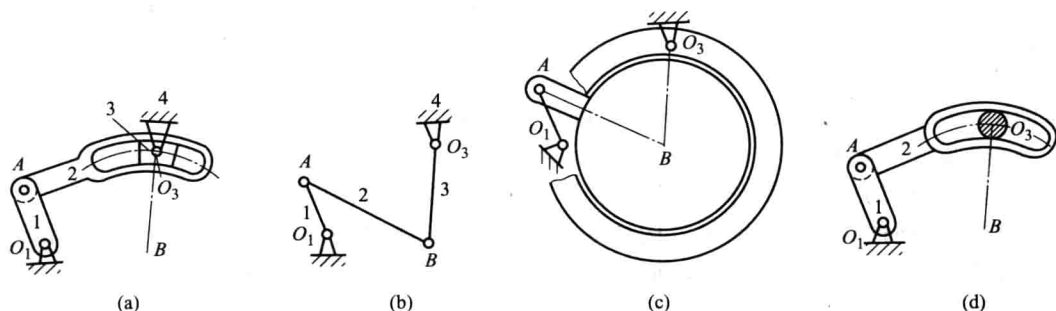


图 1-11 转动副 B 尺寸变化的简图差异

③ 滚动滑动副根据瞬时运动相当的条件代换后机构运动简图的差异 如图 1-12(a) 所示一对圆柱形表面接触时, 两接触表面接触点曲率中心间的距离始终不变, 连心线为接触点的公法线。若以一构件 4 与构件 1、2 在其曲率中心 C_1 、 C_2 用转动副相连 [如图 1-12(b) 所示], 则铰链四杆机构 AC_1C_2B 与图 1-12(a) 有高副的机构运动相当。不过要注意, 图 1-12(b) 中构件 4 是替代高副的虚拟构件; 并不是机构中实有的构件, 构件 4 上只有 C_1 、 C_2 两点的运动与构件 1、2 的 C_1 、 C_2 点的运动相同。当滚滑副元素是变曲率时, 上述替代则只是瞬时运动相当。当接触点曲率半径为零或无穷大时, 仍然以接触点两曲率中心的连线为替代构件, 其具体替代前后的运动简图如图 1-12(c)、(d) 所示。用滚滑副被替代后的机构运动简图来对机构进行运动分析, 有许多方便之处。

④ 对运动副位置作特殊安排而出现的机构运动简图差异 运动副位置作特殊安排, 均有其特殊的理由, 或为达到特殊的运动要求, 或为改善构件的工作状况。

如图 1-13(a) 所示凸轮 2 与从动件 1 的接触处产生的相对滑动, 导致较大的摩擦、磨损。若以接触点的曲率中心为转动副的中心, 设置一个同半径的圆滚子与凸轮接触 [如图 1-13(b) 所示], 则接触处可形成滚动摩擦, 减小了摩擦和磨损, 又不影响构件 1 的运动规律。