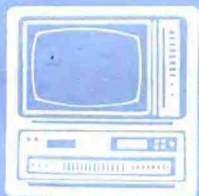


● 广播电视中专教材

机械原理及机械零件

北京市广播电视中等专业学校 编



冶金工业出版社

广播电视中专教材

机械原理及机械零件

北京市广播电视中等专业学校 编

*

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街紫枫院北巷38号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张13 7/8 字数 366 千字

1987年6月第一版 1987年6月第一次印刷

印数00,001~17,300册

统一书号: 15062·4574 定价2.10元

前 言

本教材是根据北京市广播电视中等专业学校“机械原理及机械零件教学大纲”编写的,力求做到既通俗易懂,又符合中等专业的教学要求。本教材适用于各类成人中等专业学校使用,并可供厂矿工程技术人员参考。

为便于学员自学,还编写了与本教材配套使用的《机械原理及机械零件学习指导书》和《机械原理及机械零件习题解》。

本书是由鲁蒙(第一、十四、十五章)、卢得霖(第二、三、四、五、六、七、八章)、廉以智(第九、十、十一、十二、十三章)及苗雁宾(第十六、十七、十八、十九、二十章)编写的。

全书由北京钢铁学院副教授党志梁主审,特此致谢。

由于编写时间仓促,缺点、错误在所难免,敬请读者指正。

北京市广播电视中等专业学校

1986.6月

目 录

第一章 绪论	1
第一节 机器及其基本组成部分.....	1
第二节 本课程的内容、性质及其在教学中的地位.....	4
第二章 平面机构的自由度及其具有确定运动的条件	6
第一节 运动副及其分类.....	6
第二节 平面机构的运动简图.....	11
第三节 平面机构的自由度及其具有确定运动的条件.....	16
第三章 平面连杆机构	24
第一节 铰链四杆机构的基本类型.....	24
第二节 四杆机构的基本性质.....	30
第三节 铰链四杆机构的演化.....	36
第四节 铰链四杆机构的运动设计.....	39
第四章 凸轮机构	44
第一节 凸轮机构的应用和分类.....	44
第二节 从动件常用运动规律及其选择.....	48
第三节 凸轮机构中的压力角和基圆半径.....	53
第四节 盘形凸轮轮廓曲线的设计.....	56
第五章 齿轮机构	65
第一节 齿轮机构的应用和分类.....	65
第二节 齿廓啮合基本定律.....	66
第三节 渐开线及其性质.....	69
第四节 渐开线齿轮各部分名称、代号及标准 直齿圆柱齿轮尺寸计算.....	73

第五节	一对渐开线齿轮的啮合传动	86
第六节	渐开线齿轮加工简介	92
第七节	斜齿圆柱齿轮机构	97
第八节	圆锥齿轮机构	107
第六章	轮系	116
第一节	轮系的功用和分类	116
第二节	轮系传动比的计算	118
第七章	间歇运动机构	129
第一节	棘轮机构	129
第二节	槽轮机构	131
第八章	平衡和调速	136
第一节	回转构件的平衡	136
第二节	机器速度的波动与调节	139
第九章	弹簧	142
第一节	弹簧的类型	142
第二节	弹簧的材料和制造	145
第三节	圆柱螺旋压缩弹簧和拉伸弹簧的结构及 几何尺寸	148
第四节	圆柱螺旋弹簧的特性	152
第五节	圆柱螺旋弹簧承载能力的计算	154
第十章	键联接和花键联接	165
第一节	键联接	165
第二节	花键联接	171
第十一章	螺纹联接和螺旋传动	178
第一节	螺纹	178
第二节	螺纹联接的基本类型、联接件和防松装 置	185
第三节	螺栓联接的受力分析	188
第四节	螺栓联接的强度计算	193
第五节	螺旋传动	203

第十二章	带传动	213
第一节	带传动的类型.....	213
第二节	三角带传动的工作情况分析 及 许用功 率.....	216
第三节	三角带传动的设计计算.....	221
第四节	三角带轮的结构设计.....	229
第五节	带传动的张紧装置和维护.....	229
第十三章	链传动	240
第一节	套筒滚子链和链轮.....	241
第二节	链传动的运动特性和主要参数.....	246
第三节	链传动的计算.....	250
第四节	链传动的布置和润滑.....	253
第十四章	齿轮传动	259
第一节	轮齿的破坏形式.....	259
第二节	齿轮材料及热处理.....	262
第三节	齿轮传动的精度.....	265
第四节	直齿圆柱齿轮传动的强度计算.....	266
第五节	斜齿圆柱齿轮传动的强度计算.....	283
第六节	圆柱齿轮结构设计.....	287
第七节	直齿圆锥齿轮传动的强度计算.....	293
第八节	圆锥齿轮结构设计.....	297
第九节	齿轮传动的润滑和效率.....	302
第十五章	蜗杆传动	306
第一节	蜗杆传动的特点、类型和应用.....	306
第二节	蜗杆传动的参数和几何尺寸计算.....	307
第三节	蜗杆传动的破坏形式、材料和结构.....	312
第四节	蜗杆传动的强度计算.....	314
第五节	蜗杆传动的效率、润滑和热平衡计算.....	319
第十六章	轴	331
第一节	轴的材料.....	332

第二节	轴径的初步计算	333
第三节	轴的结构设计	335
第四节	轴的强度计算	340
第五节	轴的刚度计算	342
第十七章	滑动轴承	351
第一节	滑动轴承的润滑状态	351
第二节	滑动轴承的类型和结构	352
第三节	轴瓦的结构和材料	355
第四节	滑动轴承的润滑	359
第五节	非液体润滑轴承的计算	367
第六节	液体润滑轴承简介	372
第十八章	滚动轴承	377
第一节	概述	377
第二节	滚动轴承的基本类型、特点和应用	378
第三节	滚动轴承的代号	379
第四节	滚动轴承类型的选择	386
第五节	滚动轴承的破坏形式和选择计算	387
第六节	滚动轴承的润滑和密封	403
第七节	滚动轴承的组合设计	405
第十九章	联轴器和离合器	414
第一节	联轴器	414
第二节	离合器	422
第二十章	减速器	429
第一节	减速器的主要类型	429
第二节	减速器的结构和润滑	432
参考书目		435

第一章 绪 论

第一节 机器及其基本组成部分

机器是人类进行生产用以减轻体力劳动和提高生产率的主要劳动工具，也是社会生产力发展水平的重要标志。

机械工业在国民经济中担负着为各个部门提供技术装备的重要任务。设计和制造出各种先进的成套机器设备装备各个工业部门，对现有机器设备进行全面的技术改造，在一切能够使用机器操作的地方尽快地使用机器，这对加速我国国民经济的发展和实现四个现代化有着非常重要的意义。

什么是机器？在日常生活和生产实践中，我们经常见到的汽车、拖拉机、起重机和各种机床等都是机器。但机器是怎样组成的呢？下面以牛头刨床为例来说明这个问题。

牛头刨床的外形如图1-1所示，它是一种刨削零件平面的机器。刨削加工是靠滑枕带动刀架（刀架上装刨刀）作往复直线运动和工作台（台上夹持被加工零件）的横向给进来实现的。滑枕和工作台是机器执行工作的职能部分，称为工作部分。工作部分之所以能运动和加工零件，是靠原动机来带动，这里用的是电动机，它是机器动力的来源，称为原动部分。电动机接通电源便转动起来，通过中间一些机械传动机构，如图1-2所示的带传动、齿轮传动机构、曲柄导杆机构、曲柄连杆机构、棘轮机构和螺旋机构等，把运动和动力传送到工作部分，这些中间部分称为传动部分。

机器的种类很多，由于用途不同，其工作原理、结构和性能也各异。但就其主体来说，任何一部完整的机器，都是由原动部分、传动部分和工作部分三个部分组成的。

原动机有电动机、内燃机和蒸汽机等，电动机应用最广。

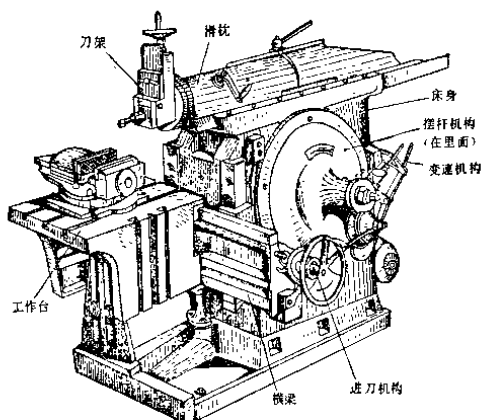


图 1-1 牛头刨床外形图

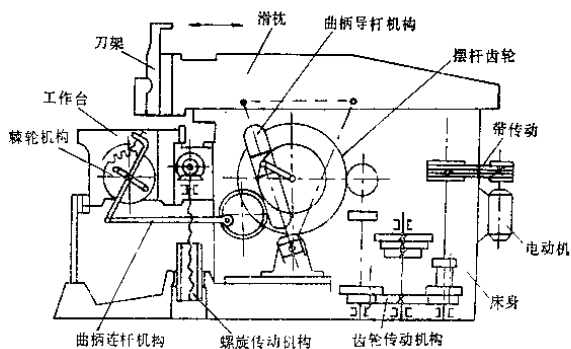


图 1-2 牛头刨床传动示意图

机器中传动部分的作用是：

(1) 改变速度 原动机的速度往往高于工作部分所要求的工作速度, 有的机器的工作部分还要求有几种不同的工作速度。传动部分可以改变速度, 实现工作部分的工作速度要求。如牛头刨床利用带传动, 由装在电动机轴上的小带轮, 通过三角胶带带动大带轮来降低速度; 利用齿轮传动机构改变不同的齿轮搭配来变换速度, 使滑枕有六种不同的往复直线运动速度, 即刨刀有六种不同的切削速度。

(2) 改变运动形式 原动机的输出轴一般作旋转运动, 而工作部分往往需要多样的运动形式。传动部分可以改变运动形式, 以满足工作部分的运动要求。如牛头刨床将电动机经带传动、齿轮传动机构的连续旋转运动, 通过摆杆齿轮、曲柄连杆机构、棘轮间歇机构改变为间断的旋转运动, 再通过螺旋传动机构变换为间断的直线运动, 以实现工作台的横向给进。

(3) 传递能量 工作部分做功需要能量。传动部分在变换运动的同时, 还要传递能量。如牛头刨床电动机输出的能量经带传动、齿轮传动机构和曲柄导杆机构传给滑枕, 使装在刀架上的刨刀能切削工件。

上述机械传动机构是本课程研究的内容, 以后将分别详细地进行讨论, 这里不再叙述。下面介绍“机构”的概念。

什么叫“机构”? 我们知道, 任何机器都是由许多零件组成的。但是, 从研究机器运动的角度来看, 并不是每一个零件都独立地影响着机器的运动, 而往往是由几个零件刚性地联接在一起, 使它们作为一个整体而运动。这些刚性地联接在一起的各个零件之间没有相对运动, 也就是说, 它们构成一个运动的单元体。机器中每一个运动的单元体称为构件。如上述的齿轮一般与键和轴刚性地联接在一起 (图1-3), 作为一个整体而运动, 也就是一个构件。组成这个构件的是三个零件。构件与零件的区别在于: 前者是运动的单元体, 后者是制造的单元体。构件也可以是单独的零件。所谓“机构”就是由两个以上的构件按一定的形式联接 (非刚性联接) 起来, 并且各构件之间具有完全确定的相对

运动（不能随意乱动）的组合件。如齿轮机构通常是由大、小两个齿轮分别与轴、键联接为整体的二个构件，与支承轴的固定构件（机架）所组成，齿轮以轮齿啮合的形式联接在一起，按一定的规律作旋转运动。因此从结构上来分析，机器总是由一些机构和零件组成的，即机器的基本组成部分就是机构和零件。

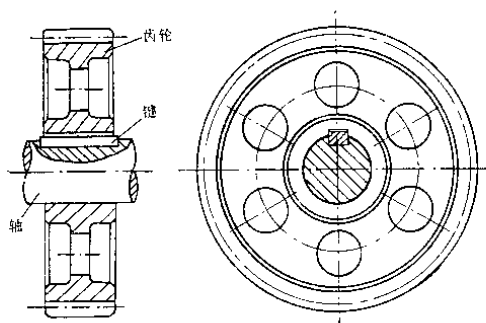


图 1-3 齿轮与键、轴联接的构件

机器中的零件可分为通用零件和专用零件两大类。通用零件是指各种机器经常使用的零件，如齿轮、轴、螺栓、弹簧等；专用零件是指在某种类型的机器上才使用的零件，如内燃机的曲轴和活塞，汽轮机的叶片，轧钢机的轧辊等。

“机械”一词是“机器”和“机构”的总称。

第二节 本课程的内容、性质及其在教 学中的地位

“机械原理及机械零件”主要介绍机械中的常用机构及通用零件的工作原理、结构特点和设计计算方法等方面的知识。

机械原理部分包括常用机构（连杆机构、凸轮机构、齿轮机构和间歇机构等）以及机器动力学的某些知识（平衡和调速）。机械零件部分包括零件常用的联接（键、花键、螺栓联接等），主要

的机械传动（螺旋传动、带传动、链传动、齿轮传动和蜗杆传动等），轴系零件（轴、轴承和联轴器）、弹簧和减速器等。

本课程是一门技术基础课，属于综合运用一些学科的设计性课程。先修课程有数学、物理、机械制图、金属工艺学、理论力学，材料力学及公差与技术测量等。

通过本课程的学习和设计实践，可使学生掌握机械中常用机构的基本知识，以及调速与平衡的概念；掌握通用零件的设计知识和初步具备设计简单传动装置的能力；为学习有关专业课程打下基础，为日后从事机械技术革新创造条件。

第二章 平面机构的活动度及其具

有确定运动的条件

从绪论中我们已了解到什么是机器，什么是机构，以及机构是机器的组成部分，而且还知道了机构是由两个以上的构件通过一定形式的联接而成的。那么，用什么形式联接，怎样组合，机构才有可能运动和具有确定的相对运动呢？这就是本章所要讨论的主要问题，这些问题对于了解和分析现有机构以至设计新机构来说都是十分重要的。此外，本章还要介绍工程上常用的机构运动简图的画法。

第一节 运动副及其分类

一、构件和运动副

构件和运动副是组成机构的最基本的部分，它们的运动性质和结构形式会直接影响机构的运动。现以内燃机主体部分为例，对其运动性质和结构特点进行分析。图2-1a所示为一内燃机，其主体部分由曲轴1、连杆2、活塞3和汽缸4组成。工作时，燃气进入汽缸后燃烧而产生强大的压力推动活塞在汽缸内向下运动，并通过连杆带动曲轴转动。如此不断重复，便可将活塞的往复直线移动变换成曲轴的连续旋转运动。这就是人们常见的、最典型的曲柄（即曲轴）滑块（即活塞）机构。不难看出，其中活塞3、连杆2和曲柄1都是运动单元体，因此它们都是构件。而且，这些构件都是通过一定形式的相互联接，才能实现运动和动力的传递。显然，两个独立运动的构件经过这样的相互联接以后，构件的独立运动就会受到某些限制（这种限制通常称为约束）而仍保留某些相对运动（称为自由度），我们把这种虽受某些约束，但仍保留某些相对运动的接触组合称为运动副，而把每

个构件直接参与接触的部分称为运动副元素。例如图2-1所示的内燃机中的曲柄滑块机构，其中构件1与构件2组成了只有相对转动的运动副。构件1（即曲轴的表面）和构件2（即连杆的轴瓦内表面）都直接参与接触，因此它们都是运动副元素（图2-2a）；构件2与构件3也组成了只有相对转动的运动副（图2-2b）；构件3与构件4组成了只有相对移动的运动副（图2-2c）。因此，我们可以更确切地说，机构是由若干个构件通过运动副的

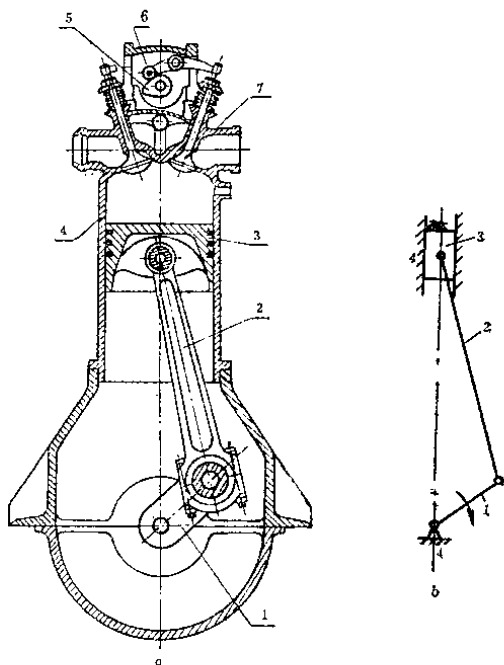


图 2-1 内燃机
a—内燃机，b—曲柄滑块机构简图

联接而组成的，且各构件间具有完全确定的相对运动。

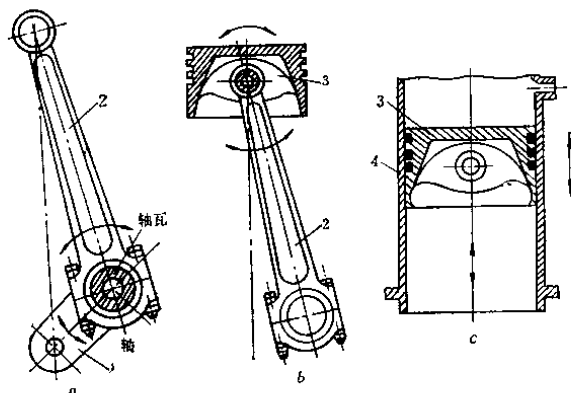


图 2-2 运动副

a, b—转动副；c—移动副

根据组成机构的各构件间的相对运动是平面运动还是空间运动，可将机构分为平面机构和空间机构两大类。由于平面机构应用甚广，所以我们主要讨论平面机构。

二、运动副分类及运动副简图

由于运动副是组成机构的重要环节，不同型的运动副会直接影响机构的运动，所以下面介绍运动副的类型。

如图2-3所示，在未组成运动副之前，一个作平面运动的刚体 S （可用构件 AB 表示）具有三个独立运动：绕垂直于 xoy 平面 A 轴的转动，沿 x 轴和沿 y 轴的移动。显然，一个作平面运动的构件具有三个独立的运动，即三个自由度。同理，一个作空间运动的构件则具有六个自由度，即沿 x 、 y 、 z 轴的移动和绕 x 、 y 、 z 轴的转动。

当两个作平面运动的构件组成运动副后，它们就受到某些约

束（即失去某些自由度），但仍保留一定的自由度。对于一个运动副来说究竟失去多少自由度，还保留多少自由度，将由该运动副的结构型式而定。

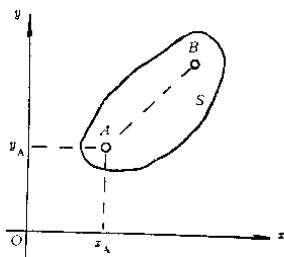


图 2-3 作平面运动的刚体具有的独立运动

按照运动副的接触形式不同，常见的平面运动副可分为低副和高副两大类。

1. 低副 凡是以面相接触的运动副称为低副。根据组成低副的两个构件间的相对运动形式，又可分为回转副和移动副。

(1) 回转副 组成运动副两构件间的相对运动为转动者称为回转副或转动副（也称铰链）。如图2-4a所示，构件1相对于构件2或构件2相对于构件1只能在 xoy 平面内转动而不能沿 x 轴或 y 轴移动。

(2) 移动副 组成运动副两构件间的相对运动为移动者称为移动副。如图2-5a所示，两构件间的相对运动只能沿 x 轴移动而不能沿 y 轴移动和绕任何轴转动。

2. 高副 以点或线相接触的运动副称为高副。组成高副的两构件间的相对运动为转动兼移动。如图2-6所示的凸轮副和图2-7a所示的齿轮副。构件1和2在 A 点接触而构成高副，它们之间的相对运动只能沿接触点 A 的切线方向移动（ x 轴方向）和绕 A 点在 xAy 平面内转动而不能沿 y 轴移动。

由以上分析可知，对于平面低副，其相对运动只能是转动或

移动，故它是具有一个自由度和两个约束条件的运动副。对于平面高副，其相对运动为转动兼移动，所以它是具有两个自由度和

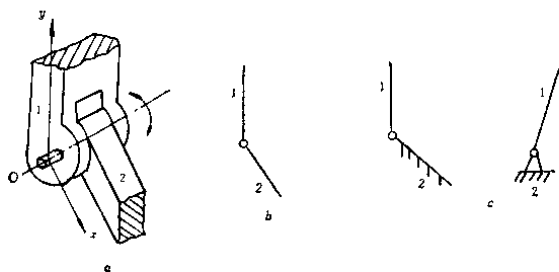


图 2-4 回转副及其简图

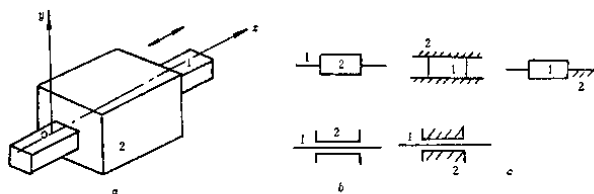


图 2-5 移动副及其简图

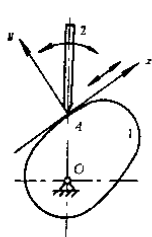


图 2-6 凸轮副

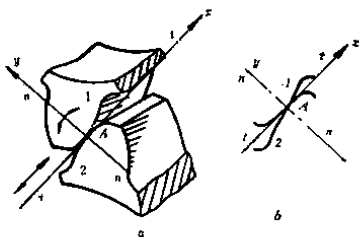


图 2-7 齿轮副
a——对轮齿啮合；b——简图