

中等职业技术学校教材

机械基础



JIXIE JICHU

江西省技工学校教学研究室 编
江西科学技术出版社

中等职业技术学校教材

机械基础

A technical drawing of mechanical parts, including a large gear and a complex assembly of rods and rings, is overlaid on the dark background. The drawing is rendered in a light, sketchy style, showing the intricate details of the machinery.

JIXIE JICHU

江西省技工学校教学研究室 编

江西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械基础/江西省技工学校教学研究室编. —南昌:江西科学技术出版社,
2006. 12

ISBN 978 - 7 - 5390 - 2962 - 7

I. 机… II. 江… III. 机械学 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 163581 号

国际互联网 (Internet) 地址:

<http://www.jxkjcbbs.com>

选题序号: ZK2006125

机械基础

江西省技工学校教学研究室编

出版	江西科学技术出版社
发行	
社址	南昌市蓼洲街 2 号附 1 号
	邮编: 330009 电话: (0791) 6623491 6639342 (传真)
印刷	江西青年报社印刷厂
经销	各地新华书店
开本	787mm × 1092mm 1/16
字数	330 千字
印张	14.5
印数	5000 册
版次	2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷
书号	ISBN 978 - 7 - 5390 - 2962 - 7
定价	24.00 元

(赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换)

江西省技工教材编审委员会

主任委员 刘奇兰

副主任委员 张小岗 何 坚

委 员 韩林平 邱欣群 常 青

庞钧涛 肖 文 侯祖飞

杨乐文 张醒清 彭有华

章国顺 朱永刚 汪发光

于 涛 欧阳枝德

前 言

本书根据劳动和社会保障部培训就业司颁发的《机械基础教学大纲》的要求编写,供中等职业技术学校使用。书中突出了中等职业教育的特点,同时也体现了中等职业教育中专业技术基础课的基础性与实用性的和谐统一。

本书从培养学生的应用能力出发,在教学内容的安排和取舍上,遵循“尊重学科,但不恪守学科”的原则,减少理论推导,着重阐明实际应用价值,力求做到立足实践与应用,拓宽知识面,以能力培养为中心,使一般能力的培养与职业能力的培养相结合。本书从实用性出发,内容简练、结构紧凑、篇幅较小,既保证基本知识内容,又注重知识的实用性,使教材内容有利于提高学生分析问题和解决问题的能力,教学目的性强。

本书共 11 章,主要有机械传动、机构和液压传动三部分内容。其中,机械传动部分,包括摩擦轮传动、带传动、螺旋传动、链传动、齿轮传动及轮系等;机构部分,包括平面连杆机构、凸轮机构、棘轮机构、槽轮机构等;液压传动部分,包括液压传动的基本知识、液压系统的常见元件和基本回路、液压系统实例分析等。此外,对机械上大量涉及的轴系知识也作了详细的讲解。

参加本书编写工作的有:江西赣州技师学院钟芳斌(绪论、第 4~11 章)、江西机械电子技工学校黄国华(第 1~3 章)。本书由钟芳斌担任主编。

在本书编写过程中,得到了江西赣州技师学院和江西机械电子技工学校的大力支持,在此表示感谢。由于时间仓促,经验不足,书中难免存在不足之处,希望使用本教材的同志多提宝贵意见和建议,以便修订完善。

编者

2006 年 5 月

目 录

绪 论	(1)
0.1 本课程的研究对象、性质、内容 and 要求	(1)
0.2 本课程的学习方法	(1)
0.3 机械基础概述	(2)
0.3.1 机器和机构	(2)
0.3.2 构件和零件	(3)
0.3.3 运动副	(4)
0.3.4 机械传动的分类	(5)
◆习题	(6)
第 1 章 摩擦轮传动和带传动	(7)
1.1 摩擦轮传动概述	(7)
1.1.1 摩擦轮传动的工作原理	(7)
1.1.2 摩擦轮传动的传动比	(7)
1.1.3 摩擦轮传动的特点和应用	(8)
1.2 带传动概述	(9)
1.2.1 带传动的基本原理	(9)
1.2.2 平带传动	(9)
1.2.3 V 带传动	(11)
1.2.4 带传动的张紧装置	(15)
◆习题	(16)
第 2 章 螺旋传动	(18)
2.1 螺纹的种类及应用	(18)
2.1.1 螺纹的形成和种类	(18)
2.1.2 螺纹的应用	(19)
2.1.3 普通螺纹的主要参数	(22)
2.1.4 螺纹代号与标记	(23)
2.2 螺旋传动的应用形式	(26)
2.2.1 螺旋传动的特点	(26)
2.2.2 普通螺旋传动	(26)

2.2.3 差动螺旋传动	(27)
2.2.4 滚珠螺旋传动	(29)
◆习题	(30)

第3章 链传动和齿轮传动 (33)

3.1 链传动的类型和应用特点	(33)
3.1.1 链传动	(33)
3.1.2 链传动的传动比	(34)
3.1.3 链传动的常用类型	(34)
3.1.4 链传动的应用特点	(36)
3.2 齿轮传动的特点和类型	(36)
3.2.1 齿轮传动	(36)
3.2.2 齿轮传动的特点	(37)
3.2.3 齿轮传动的常用类型	(38)
3.3 渐开线与渐开线齿廓	(39)
3.3.1 渐开线的形成	(39)
3.3.2 渐开线的性质	(39)
3.3.3 渐开线齿廓的啮合特性	(40)
3.4 直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸计算	(42)
3.4.1 直齿圆柱齿轮几何要素的名称和代号	(42)
3.4.2 直齿圆柱齿轮的基本参数	(43)
3.4.3 标准直齿圆柱齿轮几何尺寸的计算	(45)
3.4.4 直齿圆柱内齿轮	(47)
3.4.5 齿轮副的正确啮合条件和连续传动条件	(48)
3.5 其他常用齿轮及其传动简介	(49)
3.5.1 斜齿圆柱齿轮及其传动	(49)
3.5.2 直齿圆锥齿轮及其传动	(51)
3.5.3 齿轮齿条传动	(52)
3.6 齿轮的根切现象、最少齿数和变位齿轮简介*	(54)
3.6.1 齿轮轮齿的加工方法	(54)
3.6.2 齿轮的根切现象和最少齿数	(55)
3.6.3 变位齿轮简介	(55)
3.7 圆柱齿轮传动精度简介	(57)
3.7.1 齿轮精度要求	(57)
3.7.2 圆柱齿轮的精度等级及选择原则	(58)
3.7.3 齿轮精度的图样标注	(59)
3.8 齿轮轮齿的失效形式	(59)
3.8.1 齿面磨损	(59)

3.8.2 齿面胶合	(60)
3.8.3 齿面塑性变形	(60)
3.8.4 齿面疲劳	(60)
3.8.5 轮齿折断	(61)
3.9 蜗杆传动	(61)
3.9.1 蜗杆、蜗轮及传动	(61)
3.9.2 蜗杆传动的特点	(63)
3.9.3 蜗杆传动的基本参数	(63)
3.9.4 蜗杆传动的正确啮合条件	(65)
◆习题	(66)
 第4章 轮 系	(69)
4.1 轮系的应用与分类	(69)
4.1.1 轮系及其应用特点	(69)
4.1.2 轮系的分类	(69)
4.2 定轴轮系	(70)
4.2.1 定轴轮系的传动比	(70)
4.2.2 定轴轮系中任意从动轮转速的计算	(73)
4.2.3 定轴轮系末端带移动件的计算	(73)
4.3 周转轮系简介*	(75)
4.3.1 周转轮系及其分类	(75)
4.3.2 周转轮系的传动比	(76)
◆习题	(78)
 第5章 平面连杆机构	(81)
5.1 铰链四杆机构的组成与基本形式	(81)
5.1.1 铰链四杆机构的组成	(81)
5.1.2 铰链四杆机构的基本形式	(81)
5.2 铰链四杆机构的基本性质	(85)
5.2.1 曲柄存在的条件	(85)
5.2.2 急回特性	(86)
5.2.3 死点位置	(86)
5.3 铰链四杆机构的演化	(87)
5.3.1 扩大转动副,使转动副变成移动副	(87)
5.3.2 取不同的构件为机架	(88)
◆习题	(89)

第6章 凸轮机构	(93)
6.1 凸轮机构概述	(93)
6.1.1 凸轮机构的基本组成	(93)
6.1.2 凸轮机构的应用特点	(94)
6.1.3 凸轮机构的基本类型	(95)
6.2 凸轮机构的工作原理	(96)
6.2.1 凸轮机构的工作过程和有关参数	(96)
6.2.2 从动件的常用运动规律	(97)
◆习题	(100)
第7章 其他常用机构	(102)
7.1 变速机构	(102)
7.1.1 概述	(102)
7.1.2 滑移齿轮变速机构	(102)
7.1.3 塔齿轮变速机构	(104)
7.1.4 倍增变速机构	(104)
7.1.5 拉键变速机构	(105)
7.1.6 机械无级变速机构	(106)
7.2 步进运动机构	(107)
7.2.1 概述	(107)
7.2.2 棘轮机构	(107)
7.2.3 槽轮机构	(110)
◆习题	(111)
第8章 轴系零件	(112)
8.1 键联结、销连接	(112)
8.1.1 键联结	(112)
8.1.2 销连接	(117)
8.2 轴	(118)
8.2.1 轴的分类和应用	(118)
8.2.2 轴的结构和轴上零件的固定	(119)
8.3 轴承	(122)
8.3.1 滑动轴承	(122)
8.3.2 滚动轴承	(127)
8.4 联轴器、离合器和制动器	(135)
8.4.1 联轴器	(135)

8.4.2 离合器	(138)
8.4.3 制动器	(140)
◆习题	(141)

第9章 液压传动的基本概念 (144)

9.1 液压传动原理及其系统的组成	(144)
9.1.1 概述	(144)
9.1.2 液压传动原理	(145)
9.1.3 液压传动系统的组成	(145)
9.1.4 液压元件的图形符号	(146)
9.2 液压传动系统的流量和压力	(147)
9.2.1 流量和平均流速	(147)
9.2.2 液流的连续性	(147)
9.2.3 液压系统中压力的形成及传递	(148)
9.3 液压传动的压力、流量损失和功率计算	(151)
9.3.1 液压传动的压力损失	(151)
9.3.2 液压传动的流量损失	(152)
9.3.3 液压传动的功率计算	(153)
◆习题	(154)

第10章 液压元件 (157)

10.1 液压泵	(157)
10.1.1 液压泵的工作原理	(157)
10.1.2 液压泵的类型和图形符号	(158)
10.1.3 齿轮泵	(158)
10.1.4 叶片泵	(159)
10.1.5 柱塞泵	(160)
10.1.6 液压泵的选择	(162)
10.2 液压缸	(163)
10.2.1 概述	(163)
10.2.2 双活塞杆液压缸	(163)
10.2.3 双作用式单活塞杆液压缸	(164)
10.2.4 液压缸的密封、缓冲和排气	(166)
10.3 控制阀	(168)
10.3.1 概述	(168)
10.3.2 方向控制阀	(168)
10.3.3 压力控制阀	(174)

10.3.4 流量控制阀	(178)
10.4 液压辅件	(183)
10.4.1 油箱	(183)
10.4.2 油管 and 管接头	(184)
10.4.3 过滤器	(185)
10.4.4 压力继电器	(186)
10.4.5 压力计	(187)
◆习题	(187)
 第 11 章 液压基本回路及几个典型的液压传动系统	(190)
11.1 液压基本回路	(190)
11.1.1 方向控制回路	(190)
11.1.2 压力控制回路	(191)
11.1.3 速度控制回路	(194)
11.1.4 顺序动作回路	(198)
11.2 几个典型的液压传动系统*	(200)
11.2.1 升降缸缓冲装置液压系统	(201)
11.2.2 机械手液压传动系统	(201)
11.2.3 多缸顺序专用铣床液压传动系统	(202)
11.2.4 组合机床液压滑台液压传动系统	(203)
◆习题	(207)
 附录	(209)
附录 1 机构运动简图符号(摘自 GB/T 4460 - 1984)	(209)
附录 2 常用液压元件图形符号(摘自 GB/T 786.1 - 1993)	(216)

绪论

◆教学要求◆

- 1.明确本课程的研究对象、性质、内容、要求及学习方法。
- 2.掌握机器、机构和运动副的概念。
- 3.了解机械传动的分类。

0.1 本课程的研究对象、性质、内容和要求

机械基础主要研究各种机械为完成运动的传递、能量的转换等功能而具有的共同属性,学习常用机构和有关通用零件的基本知识。

本课程是中等职业技术学校机械类专业的一门专业基础课,为学习专业技术课程和今后在工作中合理使用、维护机械设备以及进行技术革新提供必要的理论知识。

本课程的主要内容如下:

- 1.常用机械传动。包括带传动、螺旋传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动和轮系。主要讨论机械传动的类型、组成、工作原理、传动特点、传动比计算和应用场合等。
- 2.常用机构。常用机构包括平面连杆机构、凸轮机构及其他常用机构。主要讨论它们的结构、工作原理和应用场合等。
- 3.轴系零件。包括常用连接、轴、轴承、联轴器、离合器和制动器。主要讨论它们的结构、特点、常用材料和应用场合,并介绍有关标准和选用方法。
- 4.液压传动。包括液压传动的基本概念、常用液压元件、液压基本回路和液压系统。着重介绍液压基本知识,液压泵、液压缸、液压控制阀等元件的构造、性能、工作原理,液压基本回路和机床液压传动系统实例。

通过学习,学生应熟悉和掌握机械传动、常用机构及轴系零件和液压传动的基本知识、工作原理和应用特点,掌握分析机械工作原理的基本方法,能作简单的有关计算,会查阅有关技术资料 and 选用标准件。

0.2 本课程的学习方法

在学习机械基础课时,要理论联系实际,综合运用机械制图、工程力学、金属材料与热处理

理等课程的基础知识,联系日常生活、专业工种中的具体实例,培养和提高分析问题和解决问题的能力。学习方法上应注意以下几点:

1. 学习知识的同时要注意能力的培养。学习知识的目的就是为了解决工程中的实际问题,这一点在本课程中体现得更为明显,所以要把能力的培养始终放在重要的位置上。多练习、多实践,有助于提高自己的实践和应用能力。

2. 学习理论的同时要坚持联系实际。由于本门课程的实践性较强,在学习理论的同时,要密切联系实际,注意观察身边的机械(如自行车、汽车、健身器等),这样才能加深对理论知识的理解。

3. 机械设计已经形成了比较成熟的经验,各种设计方法已经汇集成册,所以学生在学习中要注意锻炼查阅各种图表和设计手册的能力。

4. 计算步骤和计算结果不具有唯一性,有时还要多次反复。

0.3 机械基础概述

0.3.1 机器和机构

1. 机器。机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料与信息。机器的种类繁多,其构造、性能和用途也各不相同,但是从机器的组成部分与运动的确定性和机器的功能关系来分析,所有机器都具有下列三个共同的特征:

(1) 任何机器都是由许多构件组合而成的。图 0-1 所示的单缸内燃机,是由汽缸、活塞、连杆、曲轴、轴承等构件组合而成的。

(2) 各运动实体之间具有确定的相对运动。图 0-1 所示的活塞 2 相对汽缸 1 的往复移动,曲轴 4 相对两端轴承 5 的连续转动。

(3) 能实现能量的转换、代替或减轻人类的劳动,完成有用的机械功。例如,发电机可以把机械能转换为电能,运输机器可以改变物体在空间的位置,金属切削机床能够改变工件的尺寸、形状,计算机可以变换信息等。

根据上面的分析,可以对机器得到一个明确的概念:机器就是人为实体(构件)的组合,它的各部分之间具有确定的相对运动,并能代替或减轻人类的体力劳动,完成有用的机械功或实现能量的转换。

按其用途,机器可分为发动机(原动机)和工作机。

发动机是将非机械能转换成机械能的机器。例如,电动机是将电能转换成机械能的机器,内燃机是将热能转换成机械能的机器。

工作机是用来改变被加工物料的位置、形状、性能、尺寸和状态的机器。工作机是利用机械能来做有用功的机器,例如车床、铣床、磨床等金属切削机床都是工作机。

2. 机构。机构是用来传递运动和力的构件系统。构件系统中有一个构件为机架,构件系统是用运动副连接起来的。

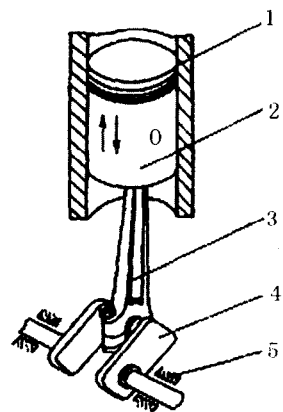


图 0-1 单缸内燃机
1—汽缸 2—活塞 3—连杆
4—曲轴 5—轴承

与机器相比较,机构也是人为实体(构件)的组合,各运动实体之间也具有确定的相对运动,但不能做机械功,也不能实现能量转换。

机器与机构的区别在于:机器的主要功用是利用机械能做功或实现能量的转换;机构的主要功用在于传递或转变运动的形式。例如,航空发动机、机床、轧钢机、纺织机和拖拉机等都是机器,而钟表、仪表、千斤顶、机床中的变速装置或分度装置等都是机构。通常的机器必包含一个或一个以上的机构。图0-1所示的单缸内燃机,其中就有一个曲柄连杆机构,用来将汽缸内活塞的往复运动转变为曲柄(曲轴)的连续转动。

如果不考虑做功或实现能量转换,只从结构和运动的观点来看,机器和机构二者之间没有区别,而将它们总称为机械,即机械是机器与机构的总称。

3. 机器的组成。机器基本上是由动力部分、工作部分和传动装置三部分组成。动力部分是机器动力的来源。常用的发动机(原动机)有电动机、内燃机和空气压缩机等。工作部分是直接完成机器工作任务的部分,处于整个传动装置的终端,其结构形式取决于机器的用途,例如金属切削机床的主轴、拖板、工作台等。传动装置是将动力部分的运动和动力传递给工作部分的中间环节,例如金属切削机床中常用的带传动、螺旋传动、齿轮传动、连杆机构、凸轮机构等。机器中应用的传动方式主要有机械传动、液压传动、气动传动及电气传动等。

在自动化机器中,除上述三部分外,还有自动控制部分。

0.3.2 构件和零件

1. 构件。机器及机构是由许多具有确定的相对运动的构件组合而成,因此,构件是机构中的运动单元体,也就是相互之间能做相对运动的物体。在机械中应用最多的是刚性构件,即作为刚体看待的构件。一个构件,可以是不能拆开的单一整体,如图0-1所示的曲轴4;也可以是几个相互之间没有相对运动的物体组合而成的刚性体,如图0-1中构件连杆3便是由几个可以拆卸的物体组合而成的刚性体。图0-2是连杆构件的组成图,它由连杆体1、连杆盖3、螺栓2和螺母4等物体组合而成。

构件按其运动状况,可分为固定构件和运动构件两种。固定构件又称机架,是机构中固结于定参考系的构件。固定构件一般用来支持运动构件,通常就是机器的基体或机座,例如各类机床的床身。运动构件又称可动构件,是机构中可相对于机架运动的构件。运动构件又分成主动件(原动件)和从动件两种。主动件是机构中作用有驱动力或力矩的构件,有时也将运动规律已知的构件称为主动件。形象地说,主动件就是带动其他可动构件运动的构件,从动件是机构中除了主动件以外的随着主动件的运动而运动的构件。

2. 零件。零件是构件的组成部分。机构运动时,属同一构件中的零件相互之间没有相对运动。

构件与零件既有联系又有区别,构件可以是单一的零件,如单缸内燃机中的曲轴,既是构件,也是零件;构件也可以是由若干零件连接而成的刚性结构,如连杆构件是由连杆体、连

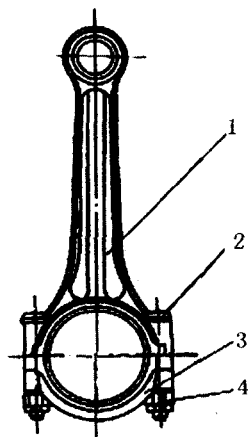


图0-2 内燃机的连杆构件

1—连杆体 2—螺栓
3—连杆盖 4—螺母

杆盖、螺栓和螺母等零件连接而成。

构件与零件的区别在于:构件是运动的单元,零件是加工制造的单元。

0.3.3 运动副

机构的重要特征是构件之间具有确定的相对运动,为此必须对各个构件的运动加以必要的限制。在机构中,每个构件都以一定的方式与其他构件相互接触,二者之间形成一种可动的连接,称为运动副。

运动副是两构件直接接触组成的可动连接,它限制了两构件之间的某些相对运动,而又允许有另一些相对运动。

两构件组成运动副时,构件上能参与接触的点、线、面称为运动副元素。

根据运动副中两构件的接触形式不同,运动副可分为低副和高副。

1. 低副。低副是指两构件以面接触的运动副。按两构件的相对运动形式,低副可分为以下几种:

(1) 转动副。组成运动副的两种构件只能绕某一轴线做相对转动的运动副称为转动副,图 0-3 所示的铰链连接就是转动副的一种形式,即由圆柱销和销孔及其两端面组成的转动副。铰链连接的两构件只能绕 Z 轴自由转动,沿 X 轴和 Y 轴的自由移动则被限制(约束)掉了。

(2) 移动副。组成运动副的两构件只能相对直线移动的运动副称为移动副,见图 0-4。

(3) 螺旋副。组成运动副的两构件只能沿轴线做相对螺旋运动的运动副称为螺旋副,见图 0-5。

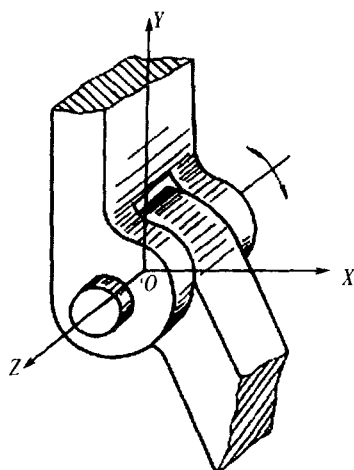
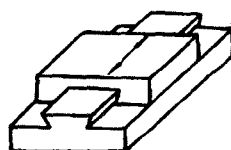
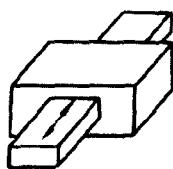


图 0-3 铰链连接



(a) 燕尾滑板



(b) 滑块与导轨

图 0-4 移动副

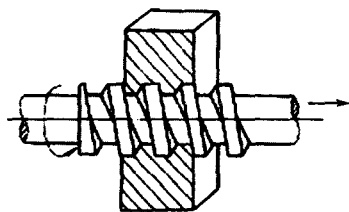


图 0-5 螺旋副

2. 高副。高副是指两构件以点或线接触的运动副。图 0-6 所示为常见的几种高副接触形式:图(a)是车轮与钢轨的接触,图(b)是齿轮的啮合,都是属于线接触的高副;图(c)上凸轮与从动杆的接触,是属于点接触的高副。

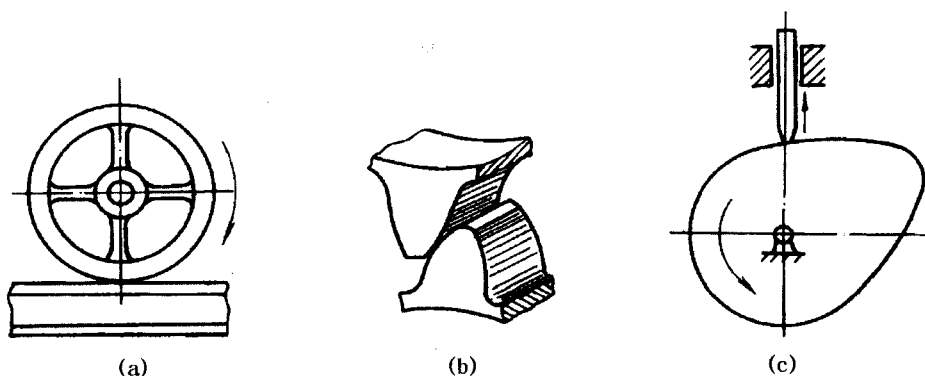


图 0-6 高 副

低副和高副由于两构件直接接触部分的几何特征不同,因此在使用上也有不同的特点。

低副是面接触的运动副,其接触表面一般为平面或圆柱面,容易制造和维修,承受载荷时单位面积压力较低(故称低副),因而低副比高副的承载能力大。低副属滑动摩擦,摩擦损失大,因而效率较低。此外,低副不能传递较复杂的运动。

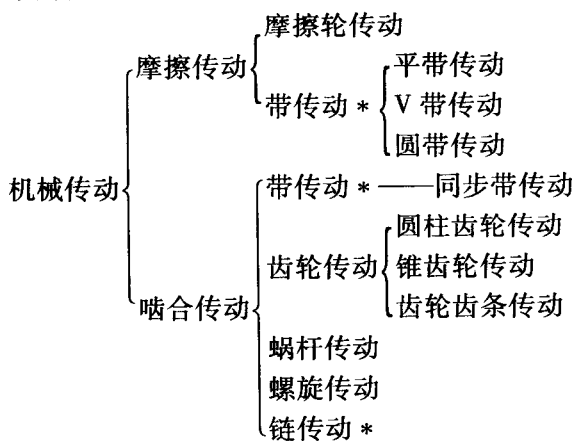
高副是点或线接触的运动副,承受载荷时单位面积压力较高(故称高副),两构件接触处容易磨损,寿命短,制造和维修也较困难。高副的特点是能传递较复杂的运动。

3. 低副机构和高副机构。机构中所有运动副均为低副的机构,称为低副机构。机构中至少有一个运动副是高副的机构,称为高副机构。

0.3.4 机械传动的分类

传动装置是一般机器的三大组成部分之一,现代工业中主要应用的传动方式有机械传动、液压传动、气动传动和电气传动四种。其中,机械传动是一种最基本的传动方式,应用最普遍。

用来传递运动和动力的机械装置叫做机械传动装置。按其传递运动和动力的方式,机械传动可分为摩擦传动和啮合传动两大类。按运动副构件的接触方式可分为直接接触传动和有中间挠性件(带、链等)传动两种。机械传动的一般分类如下:



注:带 * 号的传动属挠性类传动,其余属直接接触类传动。

习 题

一、基础题

1. 机器与机构有什么区别？试举例说明。
2. 机器通常由哪几部分组成？各部分起什么作用？
3. 什么是构件？什么是零件？构件与零件关系如何？试举例说明。
4. 什么是运动副？运动副如何分类？
5. 运动副中的高副与低副如何区分？各有什么特点？

二、巩固题

把正确结果的序号填入括号内：

1. 我们把各部分之间具有确定的相对运动构件的组合称为()。
A. 机器 B. 机构 C. 机械 D. 机床
2. 机床的主轴是机器的()。
A. 动力部分 B. 工作部分 C. 传动装置 D. 自动控制部分
3. 能够传递较复杂运动的运动副的接触形式是()。
A. 螺旋副接触 B. 带与带轮接触 C. 活塞与汽缸壁接触 D. 凸轮接触
4. 下列机器中属于工作机的是()。
A. 铣床 B. 电动机 C. 空气压缩机 D. 内燃机
5. 下列各机械中,属于机构的是()。
A. 纺织机 B. 拖拉机 C. 千斤顶 D. 发电机
6. 效率较低的运动副的接触形式是()。
A. 齿轮啮合接触 B. 凸轮接触 C. 螺旋副接触 D. 滚动轮接触

三、提高题

1. 图 0-6(c) 所示凸轮机构由构件支架、凸轮和从动杆组成。试分析有几个运动副？它们各属于何种运动副？
2. 试分析图 0-1 所示单缸内燃机中有哪几个运动副？