

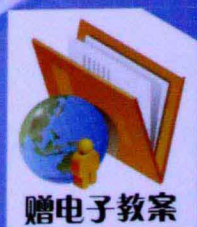
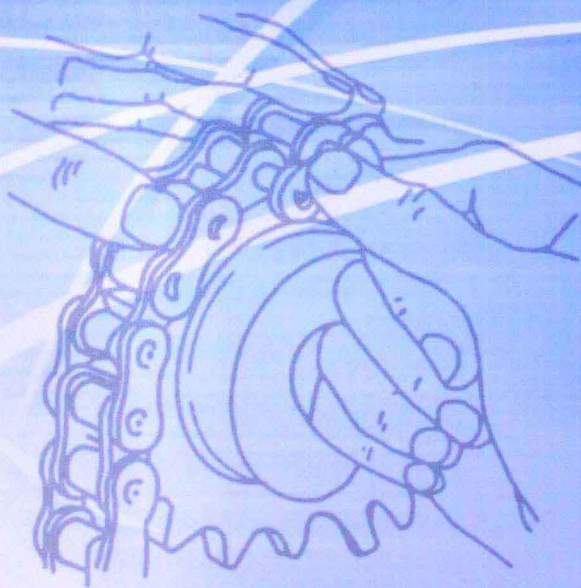


“工学结合、校企合作”课程改革成果系列教材

机械常识

(含拆装)

梅荣娣 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



“工学结合、校企合作”课程改革成果系列教材

机械常识（含拆装）

主编 梅荣娣

参编 徐晓俊 梅文彬

主审 赵光霞



机械工业出版社

本书围绕教育部课程改革精神,结合学生职业发展的需要,经结构优化、整合而成。本书注重理论知识的应用,突出对学生应用能力的培养,是机电类专业的基础课程用书。

本书共七章,内容包括机械传动、常用机构、常用机械零件、常用金属材料及钢的热处理、公差与配合、机械制造基础知识、机械拆装。

本书可供中等职业技术教育机电类各相关专业使用,也可作为高职、高专机电类专业的参考用书,还可作为机械行业技术人员的岗位培训及自学用书。

本书配有免费电子教案,选用本书作为教材的教师可登录 www.cmpedu.com 网站进行注册和下载。

图书在版编目(CIP)数据

机械常识:含拆装/梅荣娣主编. —北京:机械工业出版社,2011.4

“工学结合、校企合作”课程改革成果系列教材

ISBN 978-7-111-33872-7

I. ①机… II. ①梅… III. ①机械学—高等职业教育—教材
IV. ①TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 063363 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:高倩 责任编辑:高倩 王海霞 版式设计:霍永明

责任校对:刘怡丹 封面设计:路恩中 责任印制:李妍

北京外文印刷厂印刷

2011 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·16 印张·384 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-33872-7

定价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

本课程是中等职业学校机电类相关专业的一门技术基础课程，其涉及内容丰富，知识面广，综合性强。课程的核心目标是使学生掌握必要的机械基础知识和基本技能，培养学生应用知识解决实际问题的能力，为学生职业生涯的发展和终身学习奠定牢固的基础。

本书围绕教育部课程改革精神，结合学生职业发展的需要，合理确定学生应具备的能力结构和知识结构，对机械方面的基础知识进行整合，对内容的深度进行调整，以满足社会对人才的要求。本书内容包括机械传动、常用机构、常用机械零件、常用金属材料及钢的热处理、公差与配合、机械制造基础知识、机械拆装。本书注重理论知识的应用，突出对学生应用能力的培养，力求体现以下特色：

1) 以学生为中心，突出知识的应用性。本书的编写充分考虑了中等职业教育人才培养的目标，注重实践性、启发性，在“够用、实用”的原则下，强化对知识的应用和对能力的培养。

2) 学习目标明确，实施环节紧扣。在每一章开始均提出学习目标，然后介绍相关知识，每章最后都有本章小结，各环节步步紧扣，以使学生在学习时能做到目标明确、有的放矢。

3) 图文并茂，可读性强。本书的应用实例图文并茂，可增强学生的感性认识。每一节精心挑选的课外阅读或课外探索，可扩大学生的知识面，从而进一步增加学生学习的乐趣和兴趣。

4) 采用新标准、新技术，与技术发展要求同步。书中的名词术语、材料牌号、技术标准等均采用最新的国家标准和行业标准，体现新标准、新技术，使学生的学习与生产实际要求相结合。

5) 理论和实践并重，体现职业教育特色。本书构建了理论和实践并重的教学体系，机械拆装训练遵循由简单到复杂、由单一到综合的规律，提高学生分析、解决实际工程问题的能力和对常用机械零部件维护的能力。

本书的指导性教学时数为 118 课时，具体分配如下：

序 号	内 容	学时数
1	机械传动	26
2	常用机构	14
3	常用机械零件	16
4	常用金属材料及钢的热处理	8
5	公差与配合	16
6	机械制造基础知识	8
7	机械拆装	30
总 计		118

本书由江苏省常州刘国钧高等职业技术学校梅荣娣老师担任主编（第4、5、6、7章）并完成统稿工作，武进职业教育中心徐晓俊（第1章）、梅文彬（第2、3章）参加了本书的编写，并请赵光霞任主审。在编写中，参考了有关书籍和相关文献，同时得到了许多专家、学者、企业人士提供的专业意见，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不妥之处，恳请广大读者和专家提出宝贵意见和建议。

编 者

目 录

前言

第一章 机械传动	1
第一节 机械概述	1
第二节 带传动	7
第三节 链传动	15
第四节 螺旋传动	19
第五节 齿轮传动	26
第二章 常用机构	43
第一节 平面连杆机构	43
第二节 凸轮机构	53
第三节 间歇运动机构	58
第三章 常用机械零件	65
第一节 轴	65
第二节 轴承	70
第三节 键、销联接	76
第四节 螺纹联接	80
第五节 联轴器、离合器和制动器	84
第六节 机械的润滑与密封	91
第四章 常用金属材料及钢的热处理	96
第一节 金属材料的性能	97
第二节 金属杆件的基本变形	102
第三节 常用的金属材料	104
第四节 钢的热处理	111
第五章 公差与配合	115
第一节 公差与配合的基本术语	115
第二节 公差与配合的国家标准	121
第三节 公差与配合的标注与识读	132
第四节 几何公差	134

第五节 表面粗糙度·····	143
第六章 机械制造基础知识 ·····	150
第一节 铸造·····	150
第二节 塑性加工·····	156
第三节 焊接·····	159
第四节 切削加工·····	165
第五节 螺纹与齿轮加工·····	174
第六节 其他加工方法·····	177
第七章 机械拆装 ·····	184
第一节 机械拆装基础知识·····	184
第二节 台虎钳的拆装·····	190
第三节 自行车零部件的拆装·····	194
第四节 电动机的拆装·····	198
参考文献 ·····	203

第一章

机械传动

在机械系统中，工作机要靠原动机提供能量才能工作，原动机与工作机之间往往需要传递能量、调节速度或改变运动形式的装置，即传动装置。

传动分机械传动、电气传动、流体传动三大类。

机械传动通常是指利用零件直接实现传动的啮合传动和摩擦传动。在工业生产中，常用的啮合传动有链传动、螺旋传动、齿轮传动；常用的摩擦传动有带传动、摩擦轮传动。

通过本章的学习，你可以：

- 1) 熟悉带传动的特点、组成、应用，以及带传动的张紧、维护方法。
- 2) 了解链传动的特点、组成、应用。
- 3) 熟悉螺旋传动的工作原理、特点、类型和应用。
- 4) 知道渐开线圆柱齿轮参数、尺寸的计算方法，熟悉齿轮传动的啮合条件、特点和应用。

第一节 机械概述

一、引言

机械是人类进行生产劳动的主要工具，机械的发展水平是社会生产力发展水平的重要标志。如今人们的生活已离不开机械，从五金电器到手机、计算机，从自行车到汽车，可以说机械技术的高速发展极大地提高了人们的生活质量，并改变着人们的生活方式。机械通常有两类：一类可以使物体的运动速度加快，称为加速机械，如自行车、汽车、飞机等；另一类可以使人们对物体施加更大的力，称为加力机械，如扳手、机床、挖掘机等。图 1-1 所示为常见的机械设备。

二、机器、机构、构件和零件

1. 机器与机构

机器是人们根据使用要求设计制造的一种执行机械运动的装置，用来变换或传递能量、物料和信息，从而代替或减轻人类的体力和脑力劳动。

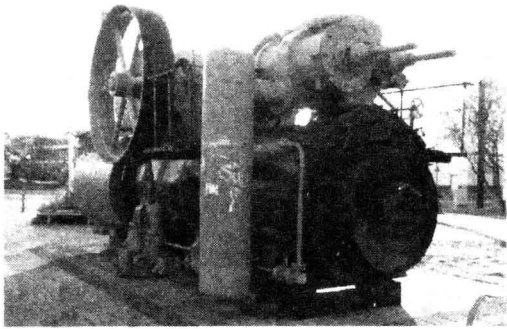
常见机器的类型及应用举例见表 1-1。

表 1-1 常见机器的类型及应用举例

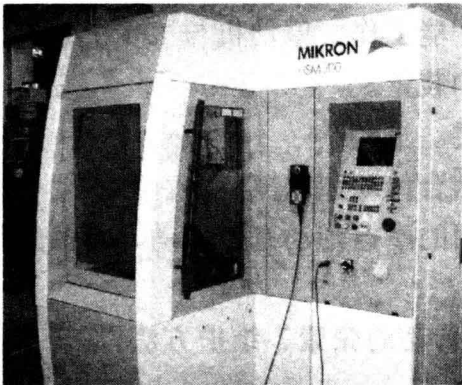
类型	应用举例	类型	应用举例
动力机器	电动机、内燃机、发电机等	运输机器	升降机、起重机、汽车等
加工机器	金属切削机床、轧钢机、织布机等	变换信息机器	手机、电视机、计算机等



a) 汽车



b) 蒸汽机



c) 数控机床



d) 挖掘机

图 1-1 常见的机械设备

机构是具有确定相对运动的构件的组合，是用来传递运动和动力的构件系统。如图 1-2 所示，在单缸内燃机中，由气缸体、活塞、连杆和曲轴组成的曲柄滑块机构能将气缸内活塞的上下往复运动转变为曲轴的连续转动。此外，内燃机中还有由一对齿轮组成的齿轮机构，以及由凸轮、顶杆和气缸体组成的凸轮机构。

机器与机构的区别见表 1-2。

表 1-2 机器与机构的区别

名称	特 征	主要功用	应用举例
机器	1. 任何机器都是人为实体(构件)的组合 2. 各运动实体之间具有确定的相对运动 3. 能代替或减轻人的劳动,完成有用的机械功或实现能量的转换	利用机械能做功或实现能量的转换	发动机、机床、加工中心、火车等
机构	机器特征中的 1、2 两项	传递或转换运动	机械式钟表、千斤顶、机床中的变速装置等

如果不考虑做功或实现能量转换，而只从结构和运动的方面来看，机器和机构之间没有区别。因此，为了简化叙述，有时将“机械”一词作为机器和机构的总称。

2. 机器的组成

一般而言，机器的组成通常包括动力部分、传动部分、执行部分和控制部分，其各部分的作用及应用举例见表 1-3。

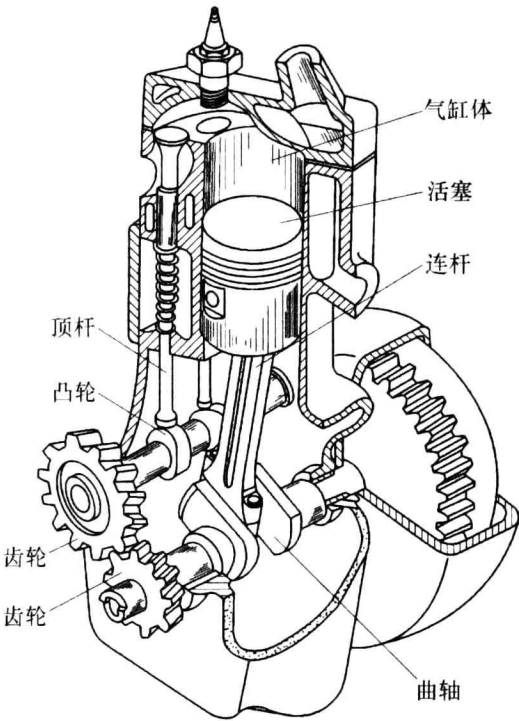


图 1-2 单缸内燃机

表 1-3 机器各部分的作用及应用举例

组 成 部 分	作 用	应 用 举 例
动力部分	实现能量的转换,是机器的动力来源	电动机、内燃机、蒸汽机、空气压缩机等
传动部分	将动力部分的运动和动力传递给工作部分的中间环节	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
执行部分	直接完成机器工作任务的部分,处于整个传动装置的终端。其结构形式主要取决于机器的用途	金属切削机床的主轴、滑板、工作台等
控制部分	显示和反映机器的运行位置和状态,控制机器正常运动和工作	机电一体化产品(加工中心、数控机床)中的控制装置

动力部分、传动部分、执行部分、控制部分之间的关系如图 1-3 所示。

3. 构件与零件

机构是由许多具有确定相对运动的构件组成的。构件是机构中的运动单元，如图 1-2 所示内燃机曲柄滑块机构中的曲轴（曲柄）、连杆、活塞（滑块）等。

构件的类型及其作用和应用举例见表 1-4。

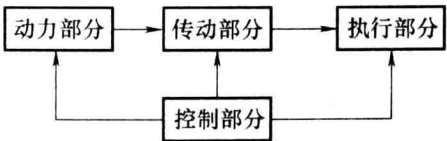


图 1-3 机器各组成部分的关系

表 1-4 构件的类型及其作用和应用举例

构件的类型	作 用	应 用 举 例
固定构件	一般用来支承运动构件,通常是机器的基体或机座	内燃机中的气缸体
运动构件	机构中可相对于机架运动的构件,分为主动件和从动件。主动件是带动其他可动构件运动的构件,从动件随主动件的运动而运动	内燃机中的活塞、曲轴、齿轮、凸轮等

零件是构件的组成部分。机构运动时，属于同一构件中的零件之间没有相对运动，零件是机器及各种设备的基本组成单元。如图 1-4 所示，内燃机连杆构件由连杆体、连杆盖、螺栓、螺母等零件组成。

零件与构件的区别和联系见表 1-5。

表 1-5 零件与构件的区别和联系

名 称	区 别	联 系
零件	制造单元	构件由一个或多个零件组成
构件	运动单元	

机械、机器、机构、构件、零件之间的关系如图 1-5 所示。

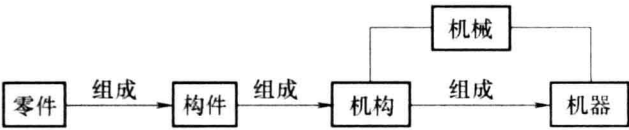


图 1-5 机械、机器、机构、构件、零件之间的关系

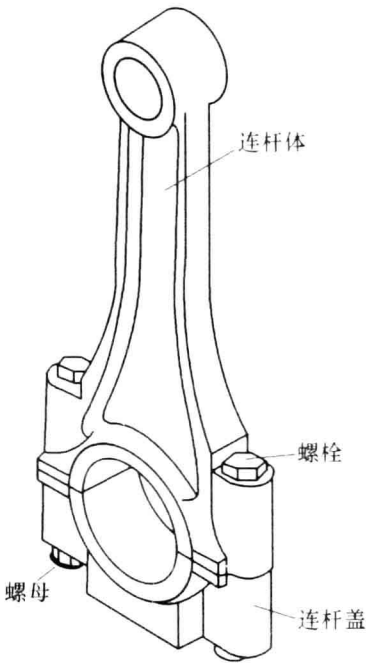


图 1-4 内燃机连杆

三、运动副

1. 运动副的概念及分类

在机构中，每个构件都以一定的方式与其他构件相连接，这种连接能使相互连接的两构件存在一定的相对运动。

运动副是指两构件直接接触而又能产生一定形式相对运动的可动连接。根据运动副中两构件接触形式的不同，可分为低副和高副。

(1) 低副 两构件之间以面接触的运动副。按两构件之间相对运动的形式，低副可分为转动副、移动副和螺旋副。各低副的类型、特点和举例见表 1-6。

表 1-6 低副的类型、特点和举例

类型	特 点	举 例
转动副	两构件在接触处只允许作相对转动	
移动副	两构件在接触处只允许作相对移动	

(续)

类型	特 点	举 例
螺旋副	两构件只能沿轴线作相对螺旋运动,即在接触处两构件作一定关系的既转动又移动的复合运动	

(2) 高副 两构件之间以点或线接触的运动副。按接触形式的不同,高副通常分为滚动轮接触 (图 1-6a)、齿轮接触 (图 1-6b) 和凸轮接触 (图 1-6c)。

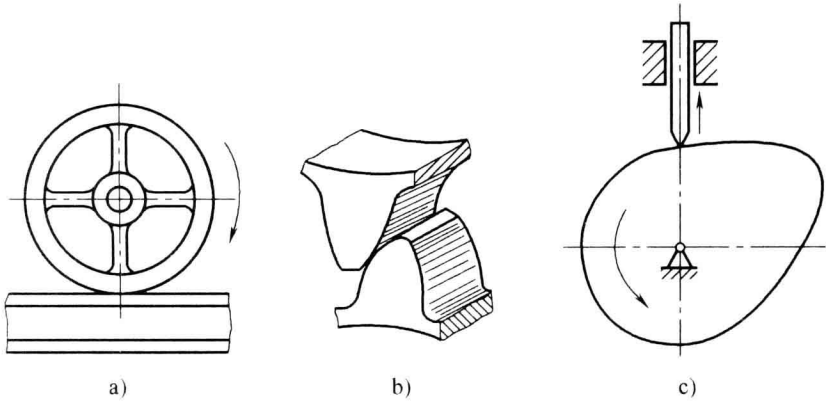


图 1-6 高副

2. 低副与高副的区别

低副与高副的区别见表 1-7。

表 1-7 低副与高副的区别

运动副	接触形式	单位面积上承受的载荷	承载能力	摩擦性质	磨损情况	传递运动
低副	面接触	较小	大	滑动摩擦	耐磨	不能传递较复杂的运动
高副	点或线接触	较大	小	滚动摩擦	易磨损	能传递较复杂的运动

3. 低副机构与高副机构

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。

四、机构运动简图

由于机构的运动仅与机构中运动副的性质 (低副或高副)、运动副的数目及相对位置 (转动副中心、移动副中心线、高副接触点位置等)、构件的数目等有关,而与构件的外形、横截面尺寸、组成构件的零件数目、运动副的具体构造等因素无关。因此,在分析机构运动时,为了简化问题,可以不考虑那些与运动无关的因素,而仅用简单的线条和符号来代表构件和运动副,并按一定比例表示各运动副的相对位置即可。这种表示机构运动特征的简明图形称为机构运动简图,如图 1-7 所示。图 1-7a 表示转动副,图 1-7b 表示移动副,图 1-7c 表示螺旋副,图 1-7d 表示高副,图 1-7e 表示含有两个或三个运动副的活动构件。

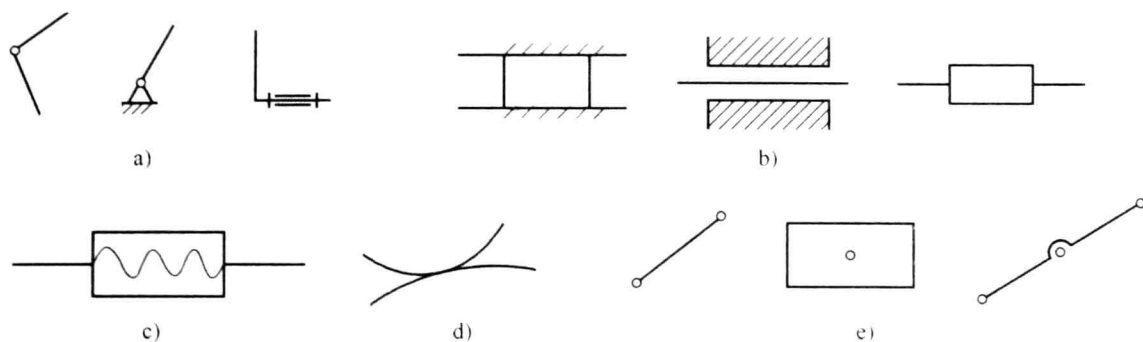
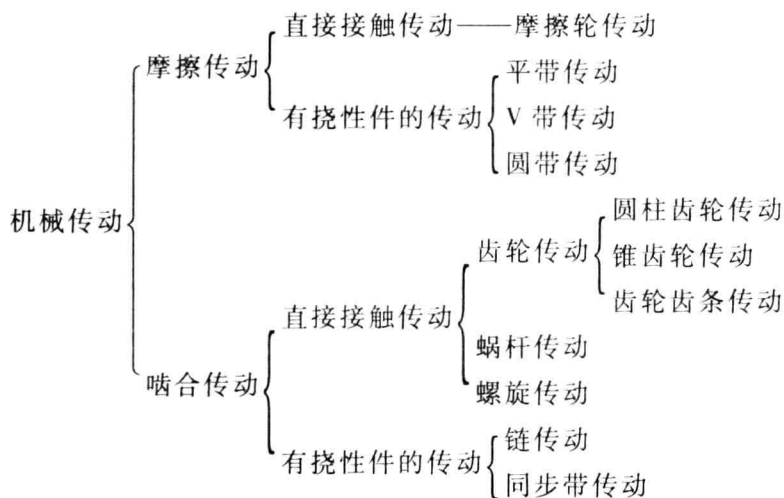


图 1-7 机构运动简图

注：带阴影线的部分表示机架或固定构件。

五、机械传动的种类

用来传递运动和动力的机械装置称为机械传动装置。按传递运动和动力的方法不同，机械传动的一般分类如下。



课外阅读

机械的发展史

机械是伴随着人类社会的不断进步而逐渐发展与完善的，从原始社会早期人类使用的诸如石斧、石刀等最简单的工具，到杠杆、辘轳、人力脚踏车、兽力汲水车等简单工具，发展到较复杂的水力驱动、风力驱动的水碾和风车等较为复杂的机械。18 世纪英国的工业革命以后，以蒸汽机、内燃机、电动机为动力源的机械促进了制造业、运输业的快速发展，人类开始进入现代化的文明社会。20 世纪电子计算机的发明，自动控制技术、信息技术、传感技术的有机结合，使机械进入了完全现代化的阶段。机器人、数控机床、高速运载工具、重型机械等大量先进的机械设备加速了人类社会的繁荣与进步，人类可以遨游太空、登陆月球，可以探索辽阔的大海深处，可以在地面以下居住和通行，所有这一切都离不开机械。机械的发展已经进入智能化阶段，机械已经成为现代社会生产和服务的五大要素（人、资金、能量、材料、机械）之一。

我国机械的发展经历了漫长的过程。除了众所周知的造纸术、印刷术、指南针、火药这四大发明之外，我国古代在机械工程领域发明与创造方面的成绩也是非常辉煌的。但由于古代中国长期处于封建社会阶段，科学技术发展得比较缓慢。秦汉以前，人们对各种发明创造比较重视，在这期间的成果较多。据《周礼·考工记》记载：“智者创物，巧者述之，守之

世，谓之工，百工之事皆圣人之作也。”但也有不同意见。老子说：“民多利器，国家滋昏。人多技巧，奇物滋起。绝巧弃利，盗贼无有。”自秦汉以后，除了对农业生产有利的发明创造，一般发明都受到轻视，甚至有人因发明创造而获罪。

公元 14 世纪以前，我国的发明创造在数量、质量以及发明时间上都是领先的，曾经是世界强国。但在 14 世纪以后，我国仍然处于封建社会阶段，而以英国、法国为代表的西方国家开始发展自然科学，兴办大学，培养人才。到公元 15 世纪，西方的机械科学已超过我国。公元 18 世纪英国完成工业革命后，我国的机械工业已远远落后于西方诸国，但我国古代劳动人民对世界科学技术的发展所作的贡献是值得我们引以为豪的。20 世纪 80 年代以后，我国实行了改革开放政策，及时调整了机械工业的发展策略，机械工业获得了长足的进步，与世界发达国家的差距正在逐步缩小，在很多领域已经达到了世界先进水平。

第二节 带 传 动

一、带传动概述

带传动是机械传动中的主要传动形式之一。随着工业技术水平的不断提高，带传动形式有了多样性、多领域的发展，在汽车工业、家用电器以及各种新型机械装备中得到了越来越广泛的应用，如图 1-8 所示。

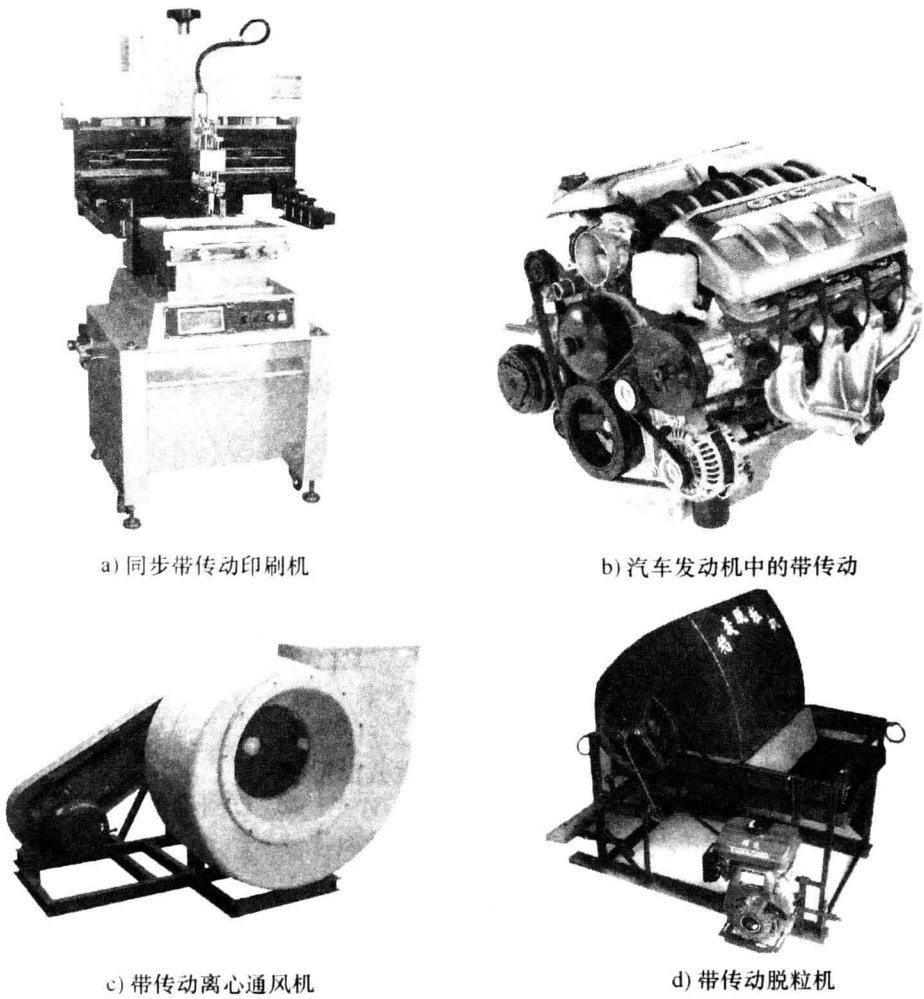


图 1-8 带传动的应用

带传动按其工作原理可分为摩擦型带传动和啮合型带传动。本章主要讨论摩擦型带传动的有关问题。

1. 带传动的组成与工作原理

带传动由主动轮、从动轮、紧套在两轮上的传动带及机架组成，如图 1-9 所示。它利用带作为中间挠性件，依靠带与带轮接触面间产生的摩擦力来传递运动或动力。

带的紧边是指其被主动轮卷入的一边，松边是指其被主动轮卷出的一边。在图 1-9 中，上边为松边，下边为紧边。

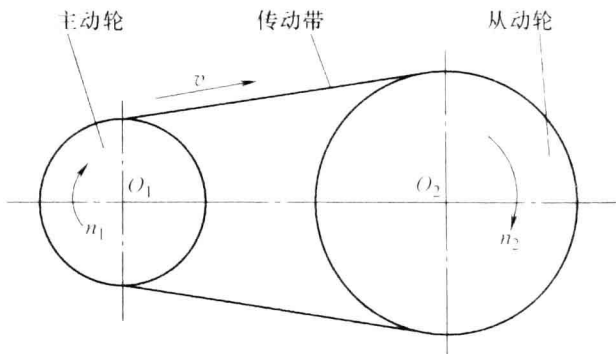


图 1-9 带传动的组成

2. 带传动的传动比

机构中瞬时输入角速度与输出角速度的比值称为机构的传动比。带传动的传动比是主动轮转速 n_1 与从动轮转速 n_2 之比，通常用 i_{12} 表示。

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} \tag{1-1}$$

式中 n_1 、 n_2 ——主动轮、从动轮的转速（r/min）。

3. 带传动的特点

- 1) 传动带具有良好的弹性，能缓冲和吸振，传动平稳，噪声小。
- 2) 结构简单，制造、安装和维护均比较方便。
- 3) 可用于中心距较大的两轴间的传动。
- 4) 过载时，带和带轮间会打滑，可防止其他零件损坏。
- 5) 不能保证准确的传动比，不适用于对传动准确性要求高的场合。
- 6) 效率低，带的寿命较短，传动的外廓尺寸较大。

注：一般带传动的传动功率 $P \leq 50\text{kW}$ ，带速 $v = 5 \sim 25\text{m/s}$ ，传动比 $i \leq 7$ 。

4. 带传动的类型

按传动带横截面形状的不同，机械上常用的传动带有平带（图 1-10a）、V 带（图 1-10b）、多楔带（图 1-10c）、圆带（图 1-10d）等。

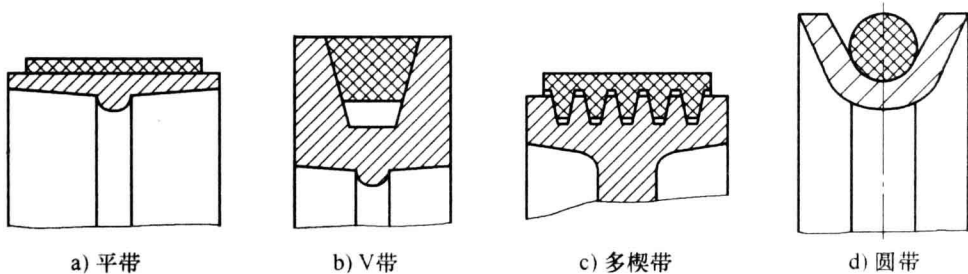


图 1-10 传动带的横截面形状

平带的横截面为扁平矩形，内表面为工作面，如图 1-11 所示。

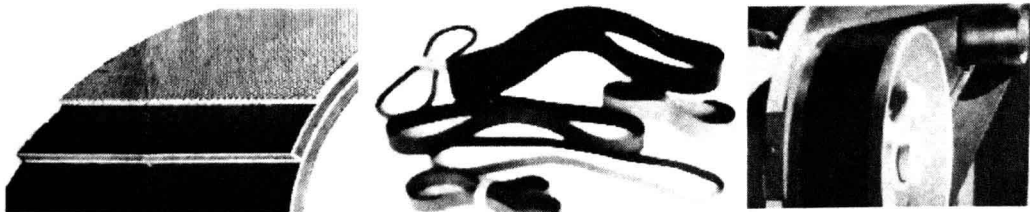


图 1-11 平带

V 带的横截面为等腰梯形，两侧面为工作面，如图 1-12 所示。

多楔带是以平面为基体，内表面具有等距纵向楔的环形传动带，其工作面为楔的侧面，如图 1-13 所示。

圆带的横截面为圆形，只用于小功率的传动，如缝纫机、仪器中的传动等，如图 1-14 所示。

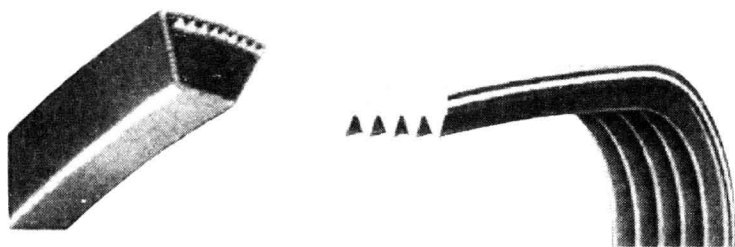


图 1-12 V 带

图 1-13 多楔带



图 1-14 缝纫机中的圆带

下面主要学习机械中应用最广泛的 V 带传动。

二、V 带传动

1. V 带的结构和普通 V 带的标准

(1) V 带的结构 V 带是一种无接头的环形带，由顶胶、抗拉体、底胶和包布四部分组成，其结构如图 1-15 所示。V 带有帘布芯结构和绳芯结构两种。帘布芯结构的 V 带抗拉强度较高，制造方便，价格低廉，应用广泛。绳芯结构比较柔软，抗弯曲疲劳性能较好，但抗拉强度低，仅适用于载荷不大、小直径的带轮和转速较高的场合。V 带按相对高度不同，又可分为普通 V 带、窄 V 带和宽 V 带等。

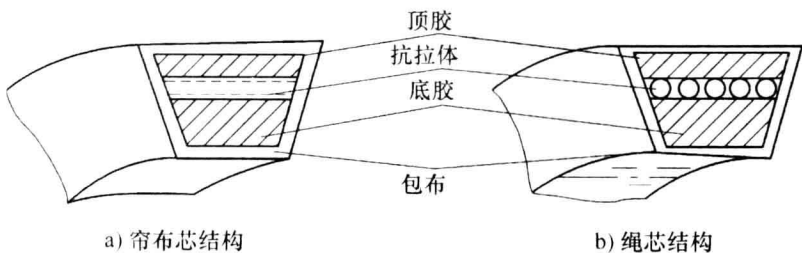


图 1-15 V 带的结构

(2) 普通 V 带的横截面尺寸 包角 α (带的两侧面所夹的锐角) 为 40° ，相对高度 (h/b_p) 为 0.7 的 V 带称为普通 V 带，已标准化，其横截面如图 1-16 所示。

其中 b 为顶宽。V 带横截面中梯形轮廓的最大宽度 (mm)； b_p 为节宽。V 带绕带轮弯曲时，其长度和宽度的大小均保持不变的面层称为中性层，中性层的宽度称为节宽 (mm)； h 为高度。梯形轮廓的高度 (mm)； h/b_p 为相对高度。传动带的高度与其节宽之比。

普通 V 带按其横截面尺寸由小到大分为 Y、Z、A、B、C、D、E 七种型号，其横截面尺寸见表 1-8。V 带的横截面面

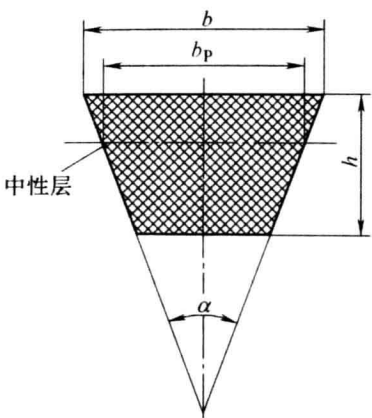


图 1-16 普通 V 带横截面

积越大，其传递的功率也越大，其中 Y 型的尺寸最小，只用于传递运动。

表 1-8 普通 V 带的横截面尺寸（摘自 GB/T 11544—1997）（单位：mm）

型号	Y	Z	A	B	C	D	E
节宽 b_p	5.3	8.5	11.0	14.0	19.0	27.0	32.0
顶宽 b	6.0	10.0	13.0	17.0	22.0	32.0	38.0
高度 h	4.0	6.0	8.0	11.0	14.0	19.0	23.0
楔角 α	40°						

2. V 带轮的材料和结构

（1）V 带轮的材料 当圆周速度 $v < 30\text{m/s}$ 时，带轮通常用灰铸铁制造；当 $v < 25\text{m/s}$ 时，可使用 HT150 制造；当 $v = 25 \sim 30\text{m/s}$ 时，可使用 HT200 制造。高速转动时，常用铸钢或轻合金制造，以减轻质量；对于低速转动、功率较小的传动，可使用铸铝合金或工程塑料等制造。

（2）V 带轮的结构 带轮的常用结构有实心式、腹板式、孔板式和轮辐式四种，如图 1-17 所示。一般而言，当带轮基准直径 $d_d \leq (2.5 \sim 3)d$ （ d 为轴的直径）时，可采用实心式带轮（1-17a）；当 $d_d \leq 300\text{mm}$ 时，可采用腹板式或孔板式带轮（1-17b、c）；当 $d_d > 300\text{mm}$ 时，可采用轮辐式带轮（1-17d）。

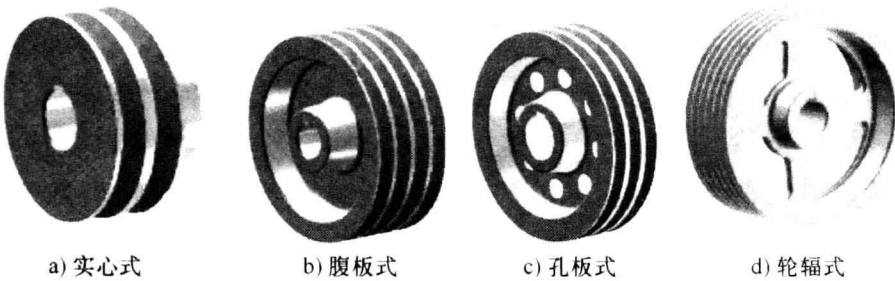


图 1-17 V 带带轮的常用结构

（3）轮槽角 φ V 带轮轮槽角是指轮槽横截面两侧边的夹角，如图 1-18 所示。因为普通 V 带的包角是 40° ，把传动带安装在带轮上后，传动带的弯曲会使其包角 α 变小。为了使带传动在工作时能与轮槽的工作面良好接触，V 带轮的轮槽角 φ 要略小于 40° ，一般取 34° 、 36° 、 38° 。在小带轮上，V 带变形严重，对应的轮槽角应小些，大带轮的轮槽角则可大些。

3. V 带传动的主要参数

（1）带轮的基准直径 d_d V 带轮的基准直径 d_d 是指带轮上与所配用 V 带的节宽 b_p 相对应处的直径，如图 1-19 所示。

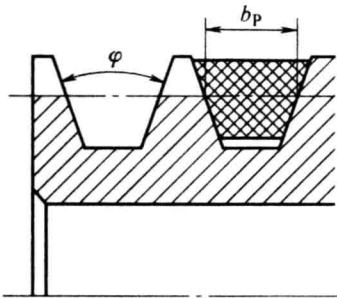


图 1-18 普通 V 带带轮轮槽的横截面

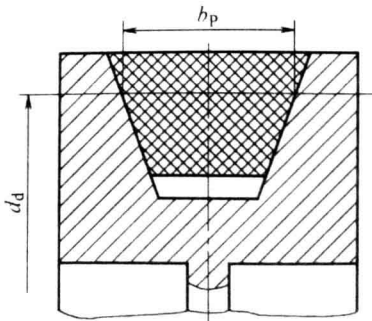


图 1-19 V 带带轮的基准直径 d_d