

机械基础

含习题集

全2册

彭清兰、刘雄健主编



成都：电子科技大学出版社



图书在版编目(CIP)数据

机械基础:全2册:含习题集 / 彭清兰, 刘雄健主
编. —成都:电子科技大学出版社, 2015.6
ISBN 978-7-5647-3010-9
I. ①机… II. ①彭… ②刘… III. ①机械学—中等
专业学校—教材 IV. ①TH11
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 116231 号

国家中等职业教育改革发展示范校建设校本教材

机 械 基 础

主 编 彭清兰 刘雄健

出 版:电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编:610051)
策划编辑:曾 艺
责任编辑:曾 艺
责任校对:李 倩
主 页:www.uestcp.com.cn
电子邮箱:uestcp@uestcp.com.cn
发 行:全国新华书店经销
印 刷:北京市彩虹印刷有限责任公司
成品尺寸:185mm×260mm 印张 13.5 字数 330 千字
版 次:2015 年 6 月第一版
印 次:2015 年 6 月第一次印刷
书 号:ISBN 978-7-5647-3010-9
定 价:42.80 元(全 2 册)

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话:(028)83202463;本社邮购电话:(028)83201495。
◆ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

前 言

本书按照最新的中等职业学校机械基础教学大纲、最新的国家标准及行业标准的要求,根据中等职业教育培养高素质劳动者和初级、中级应用型人才的目标,以及中职学生的认知水平和已有的知识、技能、经验和兴趣,打破传统的按照学科进行教材编写的模式,旨在开发与生产实际、技术应用密切联系的综合性教材,让学生在掌握专业基本知识和基本技能的基础上,及时了解和掌握本专业领域的最新技术及相关技能。

本书力求体现以下几点:

(1)在内容编写上,理论知识方面以实用为主,必需、够用为度,删除烦琐的理论公式推导,添加生产实例,以有效激发学生的学习兴趣,培养学生理论联系实际的能力。

(2)以应用为原则,将“教、学、做”融为一体,结构体系整体优化,使学生实现由知识向能力的转化。

(3)在教材内容的呈现形式上,较多地利用图片、实物照片和表格等形式将知识点展示出来,力求让学生更直观地理解和掌握所学内容。

(4)本教材采用的工程符号、名词术语、量和单位等均为最新国家标准,力求使用成熟、简便的设计方法和设计资料。

本书在编写过程中,全国多所学校的一线教学老师共同参与审稿工作,在此,向他们表示诚挚的感谢!本书由彭清兰老师编写项目一和项目十一,刘雄健老师编写项目二和项目十,刑文亮老师编写项目三和项目七,邱永红老师编写项目九和项目五,曾庆芬老师编写项目四和项目八,胡阳老师编写项目六,其他老师也参与了编写,在此深表感谢。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏和不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2015 年 4 月



目 录

绪 论	(1)
项目一 带传动	(8)
任务一 带传动的工作原理、传动类型及应用	(8)
一、带传动概述	(8)
二、平带传动的传动形式	(11)
三、带传动的特点	(11)
四、带传动的应用	(12)
任务二 V 带传动	(12)
一、V 带及带轮	(12)
二、V 带传动的主要参数	(13)
三、V 带的标记	(15)
四、V 带传动的张紧、安装与维护	(16)
思考与习题	(17)
项目二 螺纹连接及螺纹传动	(18)
任务一 螺纹的类型和应用	(18)
一、螺纹的形成	(19)
二、螺纹的类型和应用	(19)
任务二 普通螺纹的主要参数	(21)
一、普通螺纹的主要参数	(21)
二、内、外螺纹的连接	(22)
任务三 螺纹的代号与标注	(22)
一、螺纹的代号	(22)
二、螺纹标注	(24)
任务四 螺旋传动	(26)
一、普通螺旋传动	(26)
二、差动螺旋传动	(29)
三、滚珠螺旋传动	(30)
思考与习题	(32)
项目三 链传动	(34)
任务一 链传动的工作原理	(34)
任务二 链传动的类型	(36)
一、链传动的常用类型	(36)



二、链传动的润滑	(39)
思考与习题	(40)
项目四 齿轮传动	(41)
任务一 齿轮传动的类型和应用场合	(41)
任务二 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动	(44)
一、渐开线齿廓	(44)
二、齿轮的基本参数和几何尺寸计算	(45)
三、渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸计算	(47)
任务三 渐开线齿轮的失效形式	(51)
任务四 其他常用齿轮及传动	(55)
思考与习题	(58)
项目五 蜗杆传动	(59)
任务一 蜗杆传动的类型和特点	(59)
一、蜗杆传动的类型	(59)
二、蜗杆传动的特点	(60)
任务二 蜗杆传动的主要参数和几何尺寸	(60)
一、蜗杆传动的主要参数	(60)
二、蜗杆传动的几何尺寸	(62)
任务三 蜗杆传动的结构及材料选择	(63)
一、蜗杆的结构	(63)
二、蜗轮的结构	(63)
三、失效形式	(64)
四、蜗杆蜗轮常用材料	(64)
五、蜗杆传动的精度等级	(65)
六、蜗杆传动的润滑	(65)
项目六 轮 系	(67)
任务一 轮系的应用与分类	(67)
一、轮系分类	(67)
二、轮系的应用特点	(69)
任务二 定轴轮系传动比的计算	(70)
一、定轴轮系传动比的计算	(70)
二、定轴轮系中任意从动齿轮的转速计算	(73)
思考与习题	(76)
项目七 平面连杆机构	(77)
任务一 运动副	(77)



任务二 类型	(77)
一、基本型式	(77)
二、演化	(78)
任务三 工作特性	(82)
一、运动特性	(82)
二、传力特性	(83)
思考与习题	(85)
项目八 常用机构	(87)
任务一 凸轮机构	(87)
一、凸轮机构的组成、类型和应用	(87)
二、从动件常用运动规律	(90)
任务二 尖端移动从动件盘形凸轮轮廓线的基本原理及设计方法	(94)
一、基本原理	(94)
二、设计方法	(94)
任务三 间歇运动机构	(95)
一、棘轮机构	(95)
二、槽轮机构	(98)
三、不完全齿轮机构	(99)
思考与习题	(100)
项目九 键 与 销	(103)
任务一 键连接和花键连接	(103)
一、键连接	(103)
二、平键连接的选择与计算	(104)
三、花键连接	(106)
任务二 销连接	(107)
思考与习题	(109)
项目十 轴系零件	(110)
任务一 轴	(110)
一、概述	(110)
二、结构设计	(112)
任务二 滑动轴承	(114)
一、滑动轴承的摩擦状态	(115)
二、非液体摩擦滑动轴承	(115)
三、液体摩擦滑动轴承	(119)



任务三 滚动轴承	(120)
一、类型、特性与代号	(120)
二、类型选择	(124)
任务四 滚动轴承轴系的安装与调试	(125)
一、轴向固定方法	(125)
二、滚动轴承及轴上零件的轴向固定方法	(127)
三、轴承间隙及轴上零件位置的调整方法	(128)
四、滚动轴承的配合	(129)
任务五 联轴器、离合器和制动器	(130)
一、联轴器	(131)
二、离合器	(134)
三、制动器	(135)
思考与习题	(136)
项目十一 液压传动与气压传动	(139)
任务一 液压传动概述	(139)
一、液压传动的基本概念	(139)
二、液压传动的工作原理	(140)
三、液压传动系统的组成	(140)
任务二 液压传动的的基本参数	(141)
一、压力	(141)
二、流量	(142)
任务三 动力元件	(142)
一、液压泵的工作原理	(142)
二、液压泵的分类	(143)
任务四 执行元件	(147)
一、液压缸	(147)
二、液压马达	(148)
任务五 控制元件	(149)
一、方向控制阀	(150)
二、压力控制阀	(152)
三、流量控制阀	(154)
任务六 辅助元件	(156)
思考与习题	(159)





绪 论

人类通过长期生产实践创造和发明了各种机械,用以减轻人类的体力劳动,提高劳动生产率,完成各种复杂的工作。早在古代,人类就知道利用杠杆、滚子、绞盘等简单机械从事建筑和运输。远在五千年前就使用了简单的纺织机械,在夏朝以前就发明了车子,晋朝的连机碓和水碾就应用了凸轮原理。西汉时的指南车和记里鼓车都应用了轮系。现代机械中应用的青铜轴瓦和金属的人字齿轮,在我国东汉时代的文物中就可以找到它们的原始形态。随着生产发展的需要,人们设计制造了汽车、开采机、机床等各种各样的机器,在现代生产活动中发挥着巨大的作用。机器已成为人类不可缺少的生产工具,同时,也是社会生产力发展的重要标志。

用机械进行生产实践,可以减轻劳动强度,提高生产效率,保证产品质量。了解机械的组成及其特点,对更好地发挥机械的作用,有着重要的意义。

一、机械的组成

机械是什么?机械是机器和机构的总称。

机器是执行机械运动的装置,用来变换或传递能量、物料(包括被加工对象、被搬运物体等)和信息。凡将其他形式的能量变换成机械能的机器统称为动力机器,如电动机、内燃机分别将电能和热能变换成机械能。凡利用机械能实现能量、物料、信息的变化或传递的机器统称为工作机,如金属切削机床、运输机、发动机、打字机、包装机、轧钢机、缝纫机、自行车等。

由于机器的种类繁多,其构造、性能和用途也各不相同。但如果从机器的组成部分和运动的确定性以及机器的功能关系来分析,凡是机器都有以下三个共同特征。

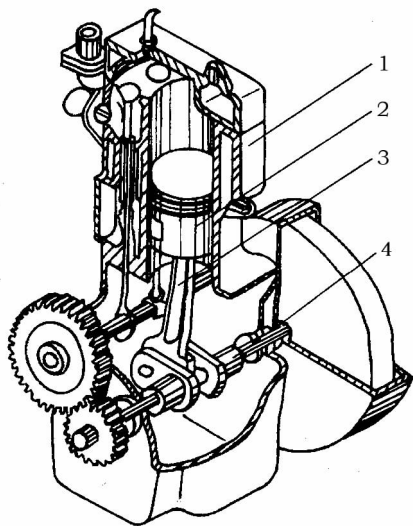


图 0-1 单缸内燃机

1—气缸;2—活塞;3—连杆;4—曲轴

(1)机器是由许多构件组合而成。例如图 0-1 所示的单缸内燃机,它是由气缸 1、活塞 2、连杆 3、曲轴 4 等构件组合而成的。

(2)各构件之间有确定的相对运动。例如图 0-1 所示的活塞相对气缸的往复运动,曲轴相对两端轴承的连续转动。

(3)能代替人的劳动,完成有用的机械功或转换能量。例如:金属切削机床能改变工件的外形尺寸,运输机能改变物体的空间位置,发电机可以把机械能转换为电能,打字机



可以变换和传递信息等。

因此，机器就是构件的组合，各构件之间有确定的相对运动，并能代替人的劳动或实现能量的转换。

机器中的构件，就是指能做相对运动的物体，如图 0-1 中的气缸 1、活塞 2、连杆 3 和曲轴 4 等，都是构件。而组成构件的相互之间没有相对运动的物体称为零件。图 0-1 中的连杆是一个构件，它是由螺栓、连杆盖、螺母和连杆体等零件组成。因此，构件是运动的单元，而零件则是制造的单元。机构是由两个以上的构件通过运动副连接起来的组成体，它具有机器的前两个特征。机构是机器的主要组成部分。

机器与机构的主要区别在于：机器包含机构，机器除传递运动和力外，还能变换或传递能量、物料和信息，而机构只能传递运动和力。

综上所述，机器一般由各种机构组成，并有原动部分、传动部分和工作部分。机构则由构件组成，构件又由零件组成。因此，一般常以机械一词作为机构和机器的通称。

在机器中由一些零件组成的实体，具有特定的功能，称为部件，如轴承、联轴器、离合器等。

除机器外，另有一些静止的实物组合体，有贮存或转化能量的作用，则称为装置，例如压力容器等。

各种机械中普遍使用的机构称为常用机构，如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、步进传动机构等。各种机械中普遍使用的零件称为通用零件，如螺钉、轴、轴承、齿轮、弹簧等。只在某一类型机器中使用的零件称为专用零件，如内燃机的活塞、曲轴，汽轮机的叶片等。

二、机器的组成

在日常生活和生产中，从家用的洗衣机到生产用的机床等各种机器随处可见。

机器的种类繁多，构造、用途和性能也各不相同。那么，一部机器究竟是如何组成的呢？它有哪些特征呢？我们先从功能上看一看轿车的组成，如图 0-2 所示。

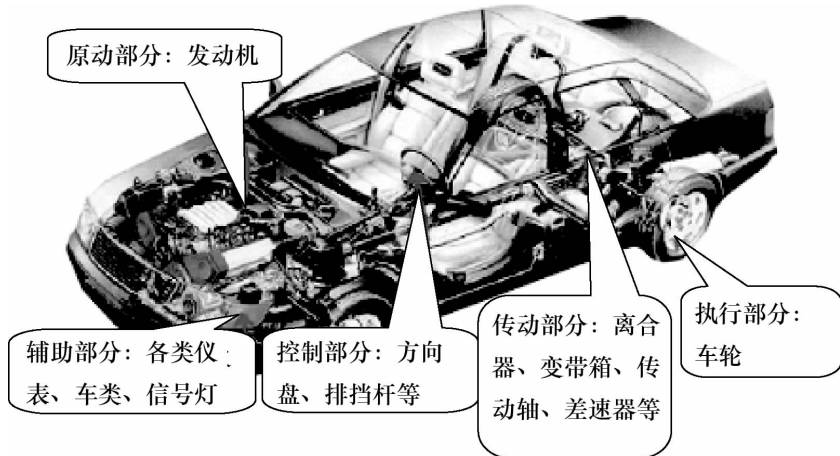


图 0-2 轿车的组成



从图 0-3 中可以看出，一台完整的机器组成通常包括原动部分、传动部分、执行部分、控制部分、辅助部分。

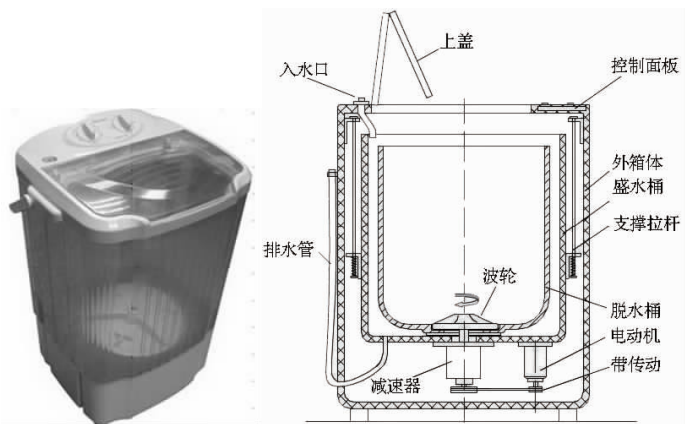


图 0-3 家用洗衣机的组成

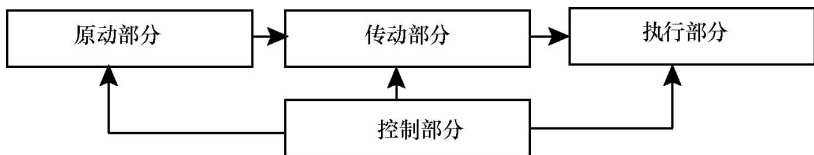
原动部分——机器动力的来源。常见的有电动机、内燃机和空气压缩机。

传动部分——将原动部分的运动和动力传递给工作部分的中间环节。

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，其结构形式取决于机器的用途。

控制部分——显示和反映机器的运行位置 and 状态，控制机器正常运行和工作，包括自动检测、自动控制两个部分。

相互之间的关系如下：



三、机器、机构、构件和零件

机器是人们根据使用要求而设计的一种执行机械运动的装置，用来变换或传递能量、物料与信息，从而代替或减轻人类的体力劳动和脑力劳动。

(一)机器的共同特征

组成：由一系列人造的机件(构件)组合而成。

运动特性：组成的各部分之间具有确定的相对运动。

功、能关系：能够代替人的劳动完成有用功或者实现能量的转换。

机构是具有特定结构形状和确定相对运动的构件组合。

如图 0-4 所示，汽油机中的曲柄滑块机构、齿轮机构和凸轮机构等。曲柄滑块机构将活塞的直线往复运动转换为曲轴的转动，而凸轮机构则将凸轮轴的转动转换为气阀杆的直线往复运动，确保了汽油机能够有规律地进、排气。

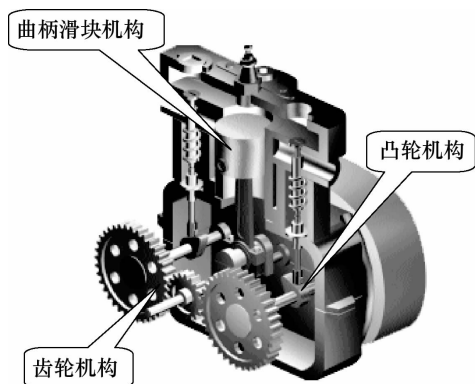


图 0-4 汽油机的组成

(二) 机构的共同特征

组成：由一系列人造的机件(构件)组成。

运动特性：组成的各部分之间具有确定的相对运动。

机器是由机构组成的，而机构却不能像机器一样实现能量转换。若仅从结构和运动的角度来看，机器与机构之间并无区别，所以统称为机械。

构件是每一个能独立影响机构功能并且能单独运动的单元体，一个构件可以是单一零件，如图 0-5(a)所示的曲轴；也可以有多个相互无运动的零件组成，如图 0-5(b)所示的连杆。

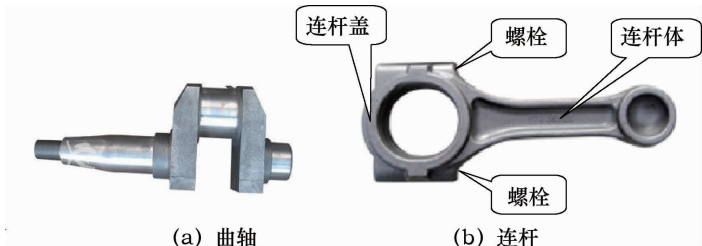


图 0-5 曲轴与连杆

零件是机器单独加工的制造单元体，机器中不可拆的单元。如图 0-5(b)所示，汽油机连杆上的螺栓、连杆体等。有时也将用简单方式连成的单元件称为零件，如轴承、轴等。

一台机器的机械结构总是由若干零件组成的，如图 0-6 所示。

四、运动副

思考一下：在单缸内燃机的曲轴连杆机构中，曲轴与连杆的组合实现转动，活塞与缸体的组合实现往复运动，这两者之间有什么共同点呢？

共同点：①两个相邻构件直接接触；

②两者之间允许一定的相对运动；

③每个构件至少和另外一个构件通过运动副连接。

运动副是指两构件直接接触且又能产生一定形式的相对运动的可动连接。

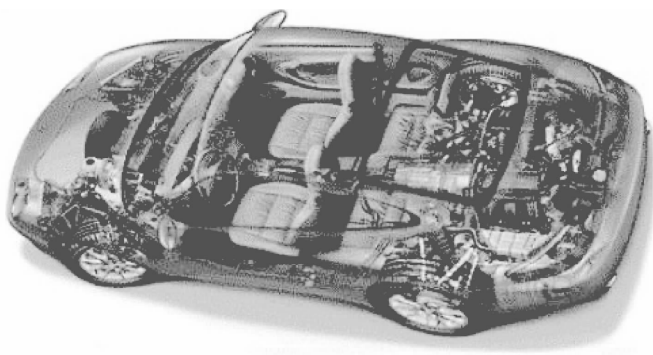


图 0-6 机器的组成

副元素是指两个构件上参与接触构成运动副的部分(点、线、面)。

(一)运动副类型

根据两构件之间的接触情况是点(或线)、面，运动副可分为高副和低副两大类。

(1)低副 两构件之间作面接触的运动副。按两构件之间的相对运动特征，低副可分为转动副、移动副和螺旋副，如表 0-1 所示。

(2)高副 两构件之间作点或线接触的运动副。按接触形式不同，高副通常分为滚动轮接触、凸轮接触和齿轮接触，其应用如表 0-2 所示。

表 0-1 低副及应用

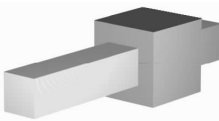
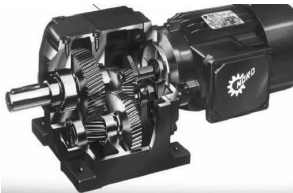
类型	实例	相对运动
转动副	 	转动
移动副	  床鞍与导轨之间构成移动副	往复运动
螺旋副	 	转动和往复运动的复合运动



表 0-2 高副及应用

类型	实例	相对运动
滚动轮接触		比较复杂
凸轮接触		
齿轮接触		

(二)运动副的应用特点

低副特点：承受载荷时的单位面积压力较小，故较耐用，传力性能好。但低副是滑动摩擦，摩擦损失大，因而效率低。此外，低副不能传递较复杂的运动。

高副特点：承受载荷时的单位面积压力较大，两构件接触处容易磨损，制造和维修困难，但高副能传递较复杂的运动。

(三)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。

五、常用机构构件、运动副代表符号

实际机构往往是由外形和结构都很复杂的构件所组成。但构件的运动只取决于运动副的类型和机构的运动尺寸(各运动副相对位置尺寸)，与构件的外形、断面尺寸、组成构件的零件数目、固联方式及运动副的具体结构等无关。因此，为了便于研究机构的组成原理和运动，可以不考虑构件、运动副的外形和具体构造，只用简单的线条和规定的符号代表构件和运动副，并按比例确定各运动副位置，表示机构的组成和传动情况。如表 0-3 所示，这种能够表达机构运动特性的简明图形称为机构运动简图。机构运动简图与原机构具有完全相同的运动特性。





表 0-3 常用机构构件、运动副代表符号

转动副	两构件为活动构件	
	有一个构件固定	
移动副	两构件为活动构件	
	有一个构件固定	
高副	齿轮机构	
	凸轮机构	

思考与习题

试述机器通常是由哪几部分组成的？各部分各起什么作用？



项目一 带 传 动

带传动结构简单,带轮也容易制造,如果要把运动从原动机(如电动机)传递到距离较远的工作机(如打米机、水泵、车床主轴等),最简单、最常用的方法,就是采用带传动。

任务一 带传动的工作原理、传动类型及应用

一、带传动概述

(一)带传动的组成及工作原理

如图 1-1 所示,带传动是由主动带轮、从动带轮和挠性带组成的,利用带作为中间挠性件,当主动轮转动时,通过带与带轮之间的摩擦力或啮合作用,驱动从动轮转动,实现两轮间运动和(或)动力的传递。

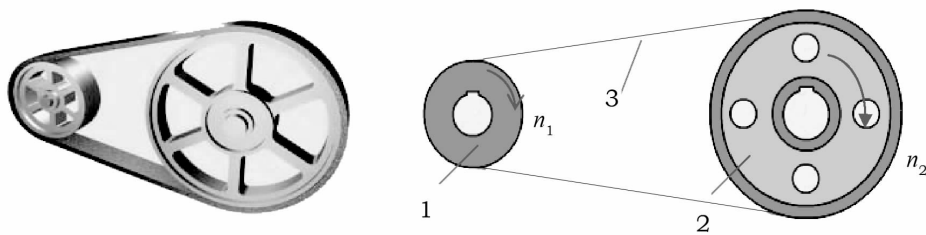


图 1-1 带传动的组成

1—带轮(主动轮); 2—带轮(从动轮); 3—挠性带

(二)带传动的传动比

带传动的传动比 i 就是带轮角速度之比,或带轮的转速之比。用公式表示为

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

式中: ω_1 ——主动轮的角速度, rad/s;

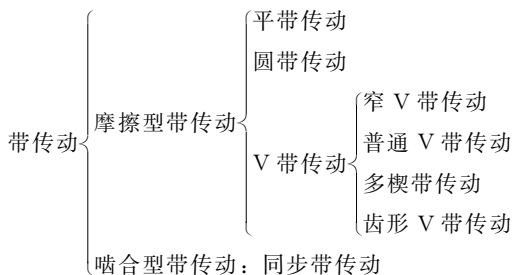
ω_2 ——从动轮的角速度, rad/s;

n_1 ——主动轮转速, r/min;

n_2 ——从动轮转速, r/min。

(三)带传动类型及应用场合

按传动原理,带传动分为摩擦型带传动和啮合型带传动。按传动带的截面形状分为平带、V带、多楔带、圆带、同步带。



1. 平带(如图 1-2 所示)

平带的带体薄、软，有良好的耐弯曲性能，适用于小直径带轮传动。高速运行时，带体容易散热，传动平稳。普遍采用以尼龙薄片为强力层的片基复合胶带，可用于高速的磨床、精密包装机等高速装置的传动。



图 1-2 平带

2. 普通 V 带(如图 1-3 所示)

普通 V 带是在一般机械传动中应用最为广泛的一种传动带，其传动功率大，结构简单，价格便宜。由于带与带轮间是形槽面摩擦，故可产生比平带更大的有效圆周力(约为 3 倍)。

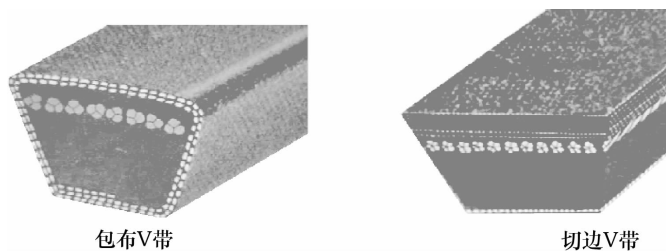


图 1-3 普通 V 带

3. 窄 V 带(如图 1-4 所示)

与同型号的普通 V 带相比，窄 V 带的高度是普通 V 带的 1.3 倍。截面形状采用优化设计，其承载能力较普通 V 带可提高 50%~150%，窄 V 带有 SPZ、SPA、SPB、SPC 等型号。

4. 多楔带(如图 1-5 所示)

多楔带兼有 V 带和平带二者的优点，既有平带的柔软、韧性好的特点，又有 V 带结构紧凑、高效率的优点。

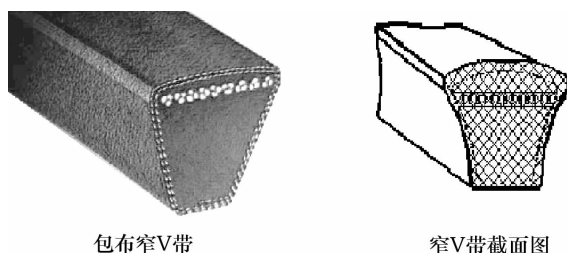


图 1-4 窄 V 带

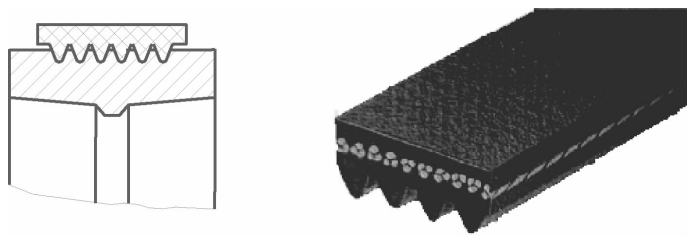


图 1-5 多楔带

主要特点：

- ①带体为整体，能消除多根 V 带传动时长短不一的现象；
- ②传动时，可比普通 V 带的传动功率提高 30%；
- ③带体薄，柔软性好，能适应于小带轮传动；
- ④适用于高速传动，发热少，运转平稳。

5. 齿形 V 带(如图 1-6 所示)

齿形 V 带是一种特殊形式的 V 带。工作时靠侧面摩擦传动，其截面形状与普通 V 带截面形状相同。所增加的齿形是为了提高带的纵向柔度，使其可在较小的带轮上工作，并不至于降低带的横向刚度。

6. 同步带(如图 1-7 所示)

同步带传动综合了带传动、链传动和齿轮传动的优点。由带的抗拉层承受载荷，带上的齿与带轮的齿槽相互啮合，故带与带轮之间没有相对滑动，从而实现同步传动。同步带传动的速度范围很宽，传动效率可达 99.5%，传动功率从几瓦到数百千瓦。同步带在各种仪器、计算机、汽车、工业缝纫机等机械装备中广泛应用。

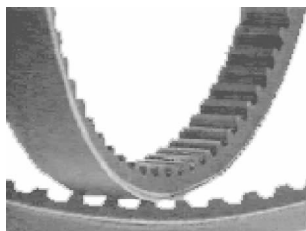


图 1-6 齿形 V 带



图 1-7 同步带