



职业教育 职业培训 **改革创新教材**

全国高等职业院校、技师学院、技工及高级技工学校规划教材

机械加工基础

◎ 汲文荣 主编

★★★
国家中等职业教育
改革发展示范学校
项目建设教材
★★★



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

职业教育 职业培训 改革创新教材

全国高等职业院校、技师学院、技工及高级技工学校规划教材

机械加工基础

汲文荣 主 编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书分为4个模块：模块一 常用机械传动（CA6140车床），包括CA6140车床的主要组成，带传动，螺旋传动，链传动和齿轮传动，轮系；模块二 轴系零件（减速器），包括减速器的主要组成，轴，键、销及其连接，轴承，联轴器、离合器和制动器；模块三 常用机构（牛头刨床），包括牛头刨床的主要组成，平面连杆机构，凸轮机构，间歇运动机构；模块四 液压传动（数控车床），包括数控车床的基础知识，液压传动的基础知识，液压元件，液压基本回路，液压传动应用实例。

本书内容简明扼要、浅显易懂、理论结合实际，采用目标教学法，使读者在学习每一模块时，都能达到一定的教学目的。本书可作为中等职业技术学校机械类专业教材，也可作为职业培训和工人自学教材。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目（CIP）数据

机械加工基础 / 汲文荣主编. —北京：电子工业出版社，2013.6

职业教育职业培训改革创新教材 全国高等职业院校、技师学院、技工及高级技工学校规划教材

ISBN 978-7-121-20062-5

I. ①机… II. ①汲… III. ①机械加工—高等职业教育—教材 IV. ①TG5

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第062806号

策划编辑：关雅莉 肖博爱

责任编辑：郝黎明

印 刷：三河市鑫金马印装有限公司

装 订：三河市鑫金马印装有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：8 字数：205千字

印 次：2013年6月第1次印刷

定 价：18.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：（010）88258888。

《机械加工基础》编委会

主任委员：谢 红

副主任委员：朱 泉

委 员：李纯忠 王 勇 周晓健 李 康 何月平

编审人员名单

主 编：汲文荣

主 审：梅 影 何 萍

审 稿：古 毅 范国耀

编 者：杨雪怡 唐 芳

前 言

本书由国家中等职业教育改革发展示范学校重庆五一高级技工学校机电技术应用建设组、行业企业一线骨干、学校课程专家组织编写。本教材以学生职业能力培养为主线，打破传统学科式教材形式，通过项目引导，任务驱动的理想一体化完成学习任务，满足职业技能鉴定考核和企业对技能型人才的需求。

本书在编写过程中遵循“适度、够用”的原则，内容简明扼要、浅显易懂、理论结合实际，使读者在学习每一模块时，都能达到一定的教学目的。全书主要介绍了常用机械传动、轴系零件、常用机构、液压传动等方面的知识。

本书在编写模式方面，尽可能多地使用图片、实物照片或表格形式将各个知识点生动地展示出来，力求给学生营造一个更加直观的认识环境。同时，针对相关知识点，设计了一些贴近生活的导入和互动性训练等，意在拓展学生思维和知识面，引导学生自主学习。

本教材可作为技工学校一体化教学专业基础课训练教材，也可供中、高级职业院校相关专业师生参考培训使用。

本教材由汲文荣担任主编，梅影、何萍担任主审。本书由古毅、范国耀审稿。参加编写的成员有杨雪怡、唐芳等。

由于时间紧、任务重，经验不足，本书难免有疏漏之处，真诚希望各位同仁批评、指正。

编 者
2013年5月

目 录

模块一 常用机械传动（CA6140 车床）	（1）
课题一 CA6140 车床的主要组成	（1）
课题二 带传动	（3）
课题三 螺旋传动	（11）
课题四 链传动和齿轮传动	（19）
课题五 轮系	（30）
模块二 轴系零件（减速器）	（38）
课题一 减速器的主要组成	（38）
课题二 轴	（41）
课题三 键、销及其连接	（46）
课题四 轴承	（50）
课题五 联轴器、离合器和制动器	（58）
模块三 常用机构（牛头刨床）	（66）
课题一 牛头刨床的主要组成	（66）
课题二 平面连杆机构	（68）
课题三 凸轮机构	（77）
课题四 间歇运动机构	（81）
模块四 液压传动（数控车床）	（84）
课题一 数控车床的基础知识	（84）
课题二 液压传动基础知识	（86）
课题三 液压元件	（91）
课题四 液压基本回路	（107）
课题五 液压传动应用实例	（113）

模块一 常用机械传动

(CA6140 车床)

课题一 CA6140车床的主要组成

学习目标

知识目标：了解 CA6140 车床的主要组成部分。

能力目标：能正确认识不同型号的普通车床及其主要组成。

素质目标：培养学生养成仔细观察事物的良好习惯。

相关知识

一、CA6140 车床的主要组成部分

CA6140 车床是我国自行设计的卧式车床，其外形结构和组成部分如图 1.1.1 所示。它主要由床身、主轴箱、挂轮箱、进给箱、溜板箱、滑板、刀架、尾座等组成。

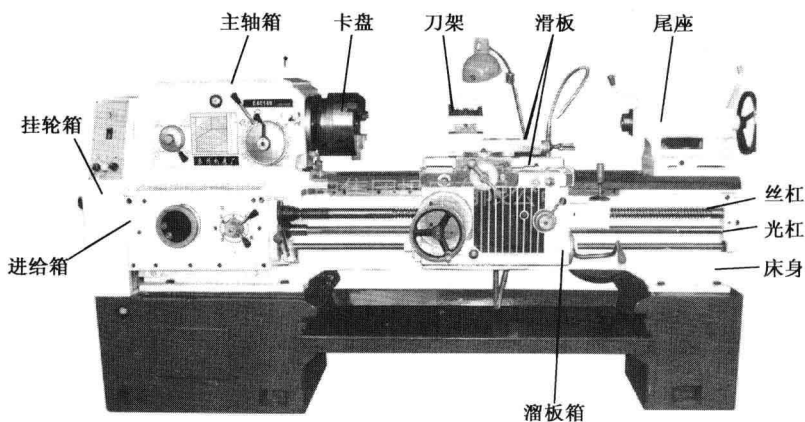


图 1.1.1 CA6140 车床的主要组成部分

二、CA6140 车床传动系统简介

在车削加工中，车床通过主运动和进给运动的相互配合来完成对工件的加工。车床传动路线如图 1.1.2 所示。

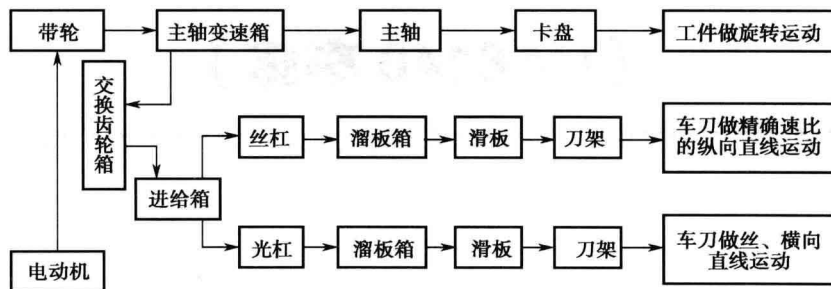


图 1.1.2 CA6140 车床传动路线

课题小结

1. CA6140 车床的主要组成部分。
2. CA6140 车床传动系统。

课题二 带传动

学习目标

知识目标：正确理解带传动的传动比的概念和计算方法，掌握带传动的张紧装置和调整方法。

能力目标：能正确安装、调整、使用和维护带传动，并会计算传动比。

素质目标：培养学生理论联系实际的能力。

相关知识

一、带传动的工作原理和传动比

电机启动后，机床的传动部分是通过带传动来传递运动和动力的，图 1.2.1 为车床上的 V 带传动。

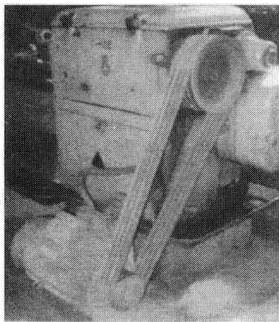


图 1.2.1 车床上的 V 带传动

1. 带传动的工作原理

带传动是由主动轮、从动轮和紧套在两轮上的挠性带组成的（图 1.2.2）。带传动是利用带作为中间挠性件，依靠带与带轮之间的摩擦力或啮合力来传递运动和动力的。

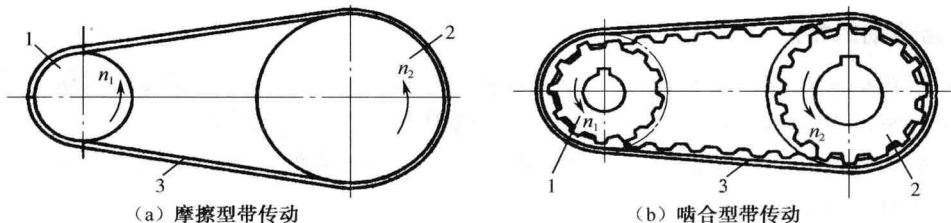


图 1.2.2 带传动的组成

1—主动轮；2—从动轮；3—挠性带

2. 带传动的传动比

带传动的传动比 i_{12} 是主动轮转速 n_1 与从动轮转速 n_2 之比，也等于两轮直径的反比（图 1.2.3）。用公式表示为：

$$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

式中 n_1 、 n_2 ——主动轮、从动轮的转速（r/min）。

D_1 、 D_2 ——主动轮、从动轮的直径（mm）。

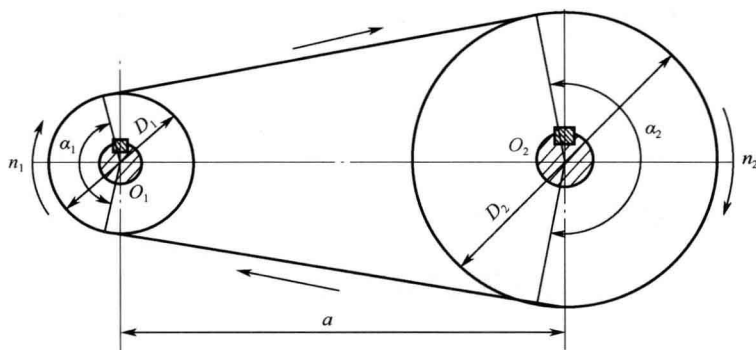


图1.2.3 带传动的传动比示意图

3. 带传动的类型

根据工作原理的不同，带传动分为摩擦型带传动和啮合型带传动。属于摩擦型带传动的有平带传动、V带传动和圆带传动（图 1.2.4），常用的带传动有平带传动和 V 带传动；属于啮合型带传动的有同步带传动。

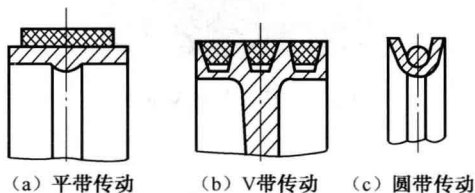


图 1.2.4 带传动的类型

4. 带传动的特点

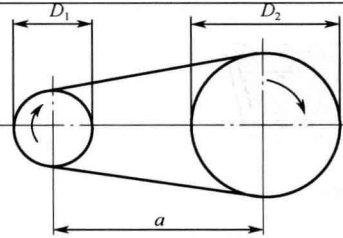
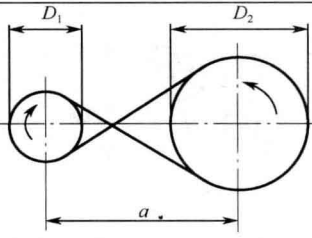
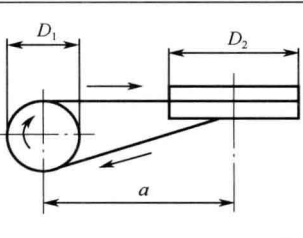
（1）带传动的优点：富有弹性，结构简单，传动平稳、噪声小、能缓冲吸振，过载时会在带轮上打滑，对其他零件起过载保护作用，适用于中心距较大的传动。

（2）带传动的缺点：不能保证准确的传动比，传动效率低，带的使用寿命短，不宜在高温、易燃及有油和水的场合下使用。

二、平带传动

平带的横截面为矩形或近似矩形，工作时带的环形内表面与轮缘接触 [图 1.2.4 (a)]。常用平带的传动形式及几何参数计算如表 1.2.1 所示。

表 1.2.1 常用平带的传动形式和参数计算

传动简图	开口式	交叉式	半交叉式
			
特点	两轴平行, 旋转方向相同	两轴平行, 旋转方向相反	两轴交错
小带轮包角 α_1	$\alpha_1 \approx 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{a} \times 60^\circ$	$\alpha_1 \approx 180^\circ + \frac{D_2 + D_1}{a} \times 60^\circ$	$\alpha_1 \approx 180^\circ + \frac{D_1}{a} \times 60^\circ$
带长 L	$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a}$	$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4a}$	$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{D_1^2 + D_2^2}{4a}$
带传动比	$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \leq 5$		

注: a 为两轮中心距, mm。

带轮的包角是指带与带轮接触弧长所对应的中心角, 用 α 表示 (图 1.2.3)。包角越小, 接触弧长越短, 接触面间所产生的摩擦力总和也就越小, 为了提高平带传动的承载能力, 包角就不能太小。由于小带轮的包角总比大带轮的包角小, 因此只需验算小带轮上的包角是否满足要求即可, 一般要求 $\alpha_1 \geq 150^\circ$ 。

平带的带长是指带的内周长度。

例 1.2.1 在开口式平带传动中, 已知主动轮直径 $D_1=200\text{mm}$, 从动轮直径 $D_2=600\text{mm}$, 中心距 $a=1200\text{mm}$, 试计算其传动比、验算包角并求出带长。

解: (1) 传动比: $i_{12} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{600}{200} = 3$

(2) 验算包角: $\alpha_1 \approx 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{a} \times 60^\circ = 180^\circ - \frac{600 - 200}{1200} \times 60^\circ = 160^\circ$

(3) 带长:

$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a} = 2 \times 1200 + \frac{3.14}{2}(600 + 200) + \frac{(600 - 200)^2}{4 \times 1200} = 3689.3 (\text{mm})$$

三、V 带传动

V 带是横截面为等腰梯形或近似为等腰梯形的传动带, 其工作面为两侧面, 带与轮槽底面不接触。

1. V 带的结构和类型

V 带的结构分为帘布结构和线绳结构两种 (图 1.2.5), 分别由包布、顶胶、抗拉体和底胶组成。帘布结构应用比较广泛, 而线绳结构的柔韧性和抗弯曲疲劳性较好, 但抗拉强度低, 适用于载荷不大、带轮直径小和转速较高的场合。

常用的 V 带主要类型有普通 V 带、窄 V 带、宽 V 带、半宽 V 带等，它们的楔角（V 带两侧面所夹的锐角） α 均为 40° 。

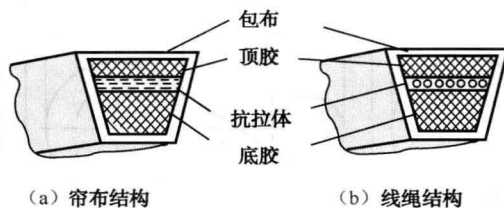


图 1.2.5 V 带的结构

2. 普通 V 带的型号

普通 V 带分为 Y、Z、A、B、C、D、E7 种型号，其截面尺寸及承载能力依次增大。普通 V 带的截面尺寸如表 1.2.2 所示。

表 1.2.2 普通 V 带的截面尺寸

	型 号	Y	Z	A	B	C	D	E
	顶宽 $b(\text{mm})$	6.0	10.0	13.0	17.0	22.0	32.0	38.0
	节宽 $b_p(\text{mm})$	5.3	8.5	11	14	19	27	32
	高度 $h(\text{mm})$	4.0	6.0	8.0	11.0	14.0	19.0	23.0
	楔角 α	40°						

当 V 带垂直其底边弯曲时，在带中保持原长度不变的任一条周线称为 V 带的节线。由全部节线构成的面称为节面。节面的宽度称为节宽 b_p 。

3. V 带的基准长度 L_d

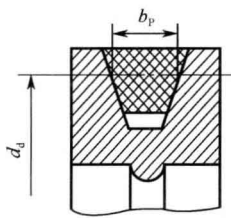


图 1.2.6 V 带带轮的
基准直径

在规定的张紧力下，沿 V 带节面测得的周长称为基准长度。它是 V 带长度设计、计算和选用的依据。V 带的基准长度在国家标准中已列为标准系列，应用时可查阅相关机械设计手册。

4. V 带带轮的基准直径 d_d

V 带带轮的基准直径 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 1.2.6 所示。

带轮的基准直径是带传动的主要设计计算参数之一， d_d 的数值已标准化，应按国家标准选用标准系列值。

5. V 带传动的主要参数

V 带传动的参数如表 1.2.3 所示。

表 1.2.3 V 带传动的主要参数

名 称	对传动的影响	一般取值范围
小带轮包角 α_1	包角 α_1 越大，带与带轮间的接触弧就越长，带的传动能力就越大	$\alpha_1 \approx 180^\circ - 57.3^\circ \times \frac{d_{d2} - d_{d1}}{a} \geq 120^\circ$

续表

名 称	对传动的影响	一般取值范围
传动比 i_{12}	传动比越大, 两带轮直径差就越大, 在中心距不变的情况下, 小带轮上的包角就越小, 传动能力就会下降	$i_{12} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_{d2}}{d_{d1}} \leq 7$
带的线速度 v	速度太快, 离心力会使带与带轮间的正压力减小, 传动能力下降; 速度太慢, 会使作用在带上的拉力过大, 易引起打滑	$v=5\sim 25\text{m/s}$
中心距 a	中心距越小, 带长越短, 在一定带速下, 相同时间内带绕过带轮的次数就越多, 寿命越低; 中心距过大, 带越长, 运动时带会发生剧烈抖动	$a=0.7\sim 2(d_{d1}+d_{d2})$

注: d_{d1} 、 d_{d2} 为主动轮、从动轮基准直径, mm。

6. V 带传动的安装和维护

(1) 安装 V 带时, 应调小中心距后将带套入, 再慢慢调整中心距使带达到合适的张紧程度, 用大拇指能将带按下 15mm 左右, 则张紧程度合适, 如图 1.2.7 所示。

(2) 安装带轮时, 两带轮的轴线应相互平行, 两带轮轮槽的对称平面应重合, 其偏角误差 β 应小于 $20'$, 如图 1.2.8 所示。

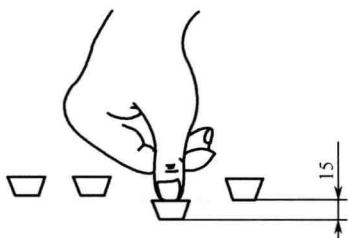


图 1.2.7 V 带的张紧程度

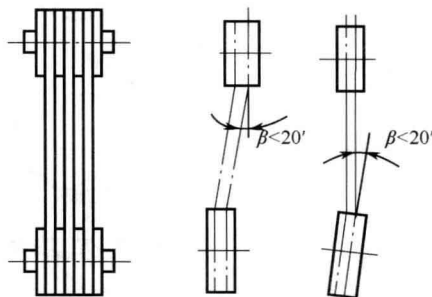


图 1.2.8 带轮位置

(3) V 带在轮槽中应有正确的位置。V 带顶面应与轮槽顶面对齐或略高出一些, 底面与槽底应有一定间隙, 如图 1.2.9 (a) 所示。高出过多 [图 1.2.9 (b)] 或带底与轮槽底面接触 [图 1.2.9 (c)] 都是不正确的。

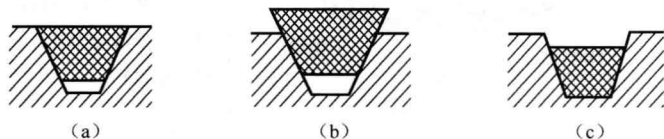


图 1.2.9 V 带在轮槽中的位置

(4) V 带传动必须安装防护罩, 防止因润滑油、切削液或其他杂物等飞溅到 V 带上而影响传动, 并防止伤人事故发生。

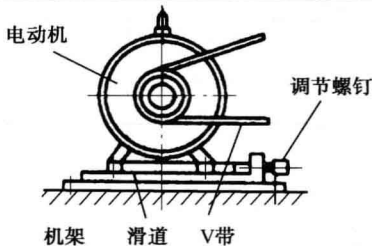
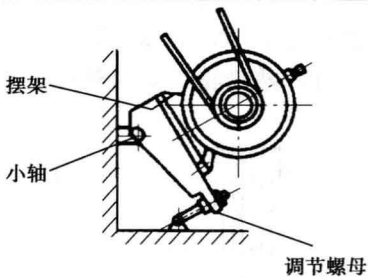
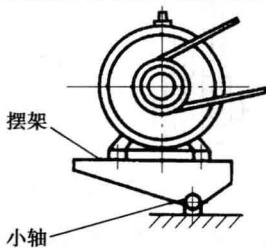
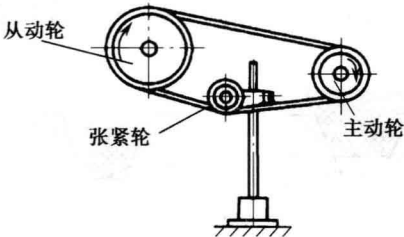
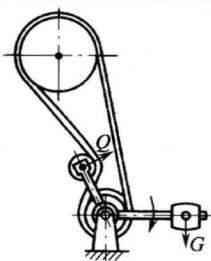
(5) 在使用过程中应定期检查并及时调整。对一组 V 带, 损坏时一般要成组更换, 新旧带不能混用。

四、带传动的张紧装置

带传动中, 由于传动带长期受到拉力的作用, 工作一定时间后会产生塑性变形而松弛,

使传动能力下降,甚至无法正常工作。因此,必须将带重新张紧。常用的张紧方法有两种,调整中心距和使用张紧轮,如表 1.2.4 所示。

表 1.2.4 带传动的张紧装置

张紧方法	结构简图	应用
调整中心距		适用于两轴线水平或接近水平的传动
		适用于两轴线相对安装支架垂直或接近垂直的传动
		靠电动机及摆架的重力使电动机绕小轴摆动实现自动张紧
使用张紧轮		V 带传动时,张紧轮应安放在松边的内侧,并靠近大带轮处(绕上主动轮的一侧为紧边,另一侧为松边)
		平带传动时,张紧轮应安放在松边的外侧,并靠近小带轮处

知识拓展

V 带的楔角都是 40° ，但绕在带轮上时，弯曲会使楔角变小，为了保证带和带轮槽工作面能良好接触，带轮的轮槽角比 40° 要适当小些，一般取 $34^\circ \sim 38^\circ$ ，如图 1.2.10 所示。

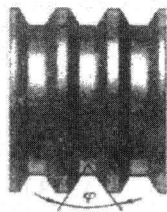


图1.2.10 带轮的
轮槽角示意图

课题小结

1. 带传动的工作原理。
2. 掌握平带和 V 带传动比 i 的计算。平带 $i \leq 5$ ，V 带 $i \leq 7$ 。
3. 带轮包角 α_1 是影响带传动能力的重要参数，要求平带 $\alpha_1 \geq 150^\circ$ ，V 带 $\alpha_1 \geq 120^\circ$ 。
4. V 带传动的主要参数、安装和维护。
5. 带传动的张紧装置。

思考与练习

一、填空题

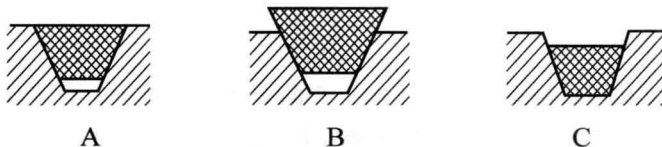
1. 带传动以带作为_____，利用带与带轮之间的_____或_____来传递运动和动力。
2. 根据工作原理不同，带传动分为_____带传动和_____带传动两大类。
3. 包角是指带与带轮接触弧所对应的_____。对于平带传动，一般要求 $\alpha_1 \geq$ _____；对于 V 带传动，一般要求 $\alpha_1 \geq$ _____。
4. 带传动的张紧装置通常有_____和_____两种方法。
5. V 带的带速 v 有一定的适合范围，一般应限制在_____范围内。

二、判断题

1. 普通 V 带有 7 种型号，其承载能力，A 型最小，Z 型最大。 ()
2. V 带和平带的工作面均为底面。 ()
3. 带传动必须安装防护罩。 ()
4. 平带的传动比 $i \leq 7$ ，V 带的传动比 $i \leq 5$ 。 ()

三、选择题

1. 带传动 ()。
 - A. 结构复杂，不适用于两轴中心距较大的场合
 - B. 富有弹性，能缓冲、吸振，传动平稳，噪声低
 - C. 外廓尺寸紧凑，传动效率高
 - D. 过载能打滑，并能保持准确的传动比
2. 属于啮合型带传动的是 ()。
 - A. 平带传动
 - B. V 带传动
 - C. 圆带传动
 - D. 同步带传动
3. 在下图中，V 带在轮槽中的正确位置是 ()。



4. 普通 V 带传动中, V 带的楔角是 ()。

A. 34°

B. 36°

C. 38°

D. 40°

四、简答题

1. 包角对带传动有什么影响?
2. 国标规定普通 V 带型号有哪几种? 其截面积大小如何排序?
3. 带传动的张紧装置的形式有哪些? 张紧轮如何放置?
4. 带的安装和维护应注意哪些问题?

五、计算题

1. 已知某平带传动, 主动轮直径 $D_1=80\text{mm}$, 转速 $n_1=1450\text{r/min}$, 要求从动轮转速 $n_2=290\text{r/min}$, 试求传动比 i_{12} 和从动轮直径 D_2 的大小。

2. 某普通 V 带传动, 已知: 主动轮基准直径 $d_{d1}=120\text{mm}$, 从动轮基准直径 $d_{d2}=300\text{mm}$, 试计算传动比 i_{12} , 验算包角 α_1 。

课题三 螺旋传动

学习目标

知识目标：熟悉螺纹的种类及普通螺纹的主要参数，掌握螺旋传动的类型、应用及有关计算。

能力目标：能正确理解螺旋传动中转速（转数）与速度（距离）的关系，运动方向与螺纹旋向和转向的关系。

素质目标：培养学生独立思考，勤动手、勤动脑的能力。

相关知识

一、螺纹的种类和主要参数

1. 螺纹的种类

(1) 按螺纹牙形分类

根据牙形不同，螺纹可分为三角形螺纹、矩形螺纹、梯形螺纹、锯齿形螺纹等，如图 1.3.1 所示。



图 1.3.1 螺纹的类型

三角形螺纹多用于螺纹连接，可分为普通螺纹和管螺纹。普通螺纹用于一般连接，牙形角为 60° ，可分为粗牙和细牙两种。管螺纹用于管路连接，牙形角为 55° 。

矩形、梯形、锯齿形螺纹多用于传动。

(2) 按螺纹旋向分类

根据螺纹的旋向不同，螺纹分为左旋和右旋螺纹。螺纹的旋向可用右手判定：伸展右手，掌心对着自己，四指并拢与螺杆的轴线平行，若螺纹旋向与拇指的指向一致为右旋螺纹，反之为左旋螺纹，如图 1.3.2 所示。

一般常用右旋螺纹，左旋螺纹只在特殊情况下使用。

(3) 按螺旋线的线数分类

根据螺旋线的线数分为单线螺纹 [图 1.3.2 (a)] 和多线螺纹 [图 1.3.2 (b) 与图 1.3.2 (c)]。

(4) 按螺旋线形成的表面分类

根据螺旋线形成的表面分为内螺纹（如螺母的螺纹）和外螺纹（如螺栓的螺纹）。