

# 带传动概述

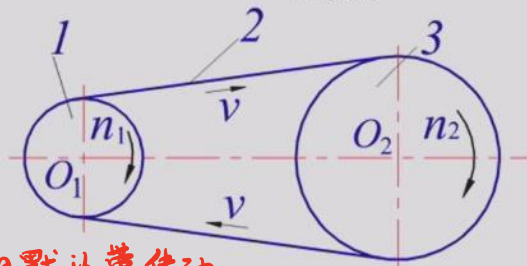
带传动概述1

## 1. 带传动的组成

固联于主动轴上的带轮1(主动轮);

固联于从动轴上的带轮3(从动轮);

紧套在两轮上的传动带2。



## 2. 传动原理

→ 不特殊说明时的默认带传动

**摩擦传动:** 当主动轮转动时, 由带和带轮间的摩擦力, 拖动从动轮一起转动, 并传递动力 (平带和V带传动)。**摩擦带**

**啮合传动:** 当主动轮转动时, 由带和带轮间的啮合, 拖动从动轮一起转动, 并传递动力 (同步带传动)。**齿形带**

## 3. 带传动的特点

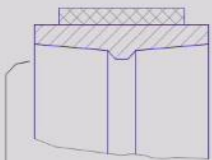
结构简单、传动平稳、造价低廉以及缓冲减振;

摩擦式带传动有弹性滑动和打滑的现象, 传动比不稳定。

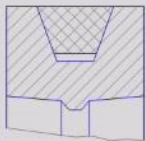
#### 4. 传动带的类型



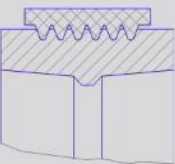
## 4.带传动的类型



平带传动，结构简单，带轮也容易制造，在传动中心距较大的场合应用较多。

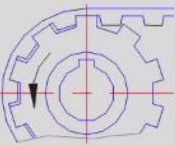


在一般机械传动中，应用最广的带传动是V带传动，在同样的张紧力下，V带传动较平带传动能产生更大的摩擦力。



多楔带传动兼有平带传动和V带传动的优点，柔韧性好、摩擦力大，主要用于传递大功率而结构要求紧凑的场合。

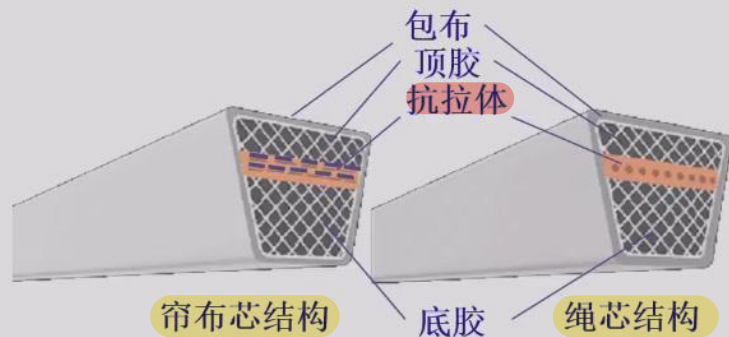
弯曲应力小



同步带传动是一种啮合传动，具有的优点是：无滑动，能保证固定的传动比；带的柔韧性好，所用带轮直径可较小。

## 普通V带

V带采用基准宽度制，即用带的基准线的位置和基准宽度来确定带在轮槽中的位置和轮槽的尺寸。



普通V带的截面尺寸:



## 5. 带传动的应用

在各类机械中应用广泛，但摩擦式带传动不适用于对传动比有精确要求的场合。



汽车发动机(同步带)



汽车发动机(多楔带)



拖拉机(普通V带)



工业机器人关节(同步带)



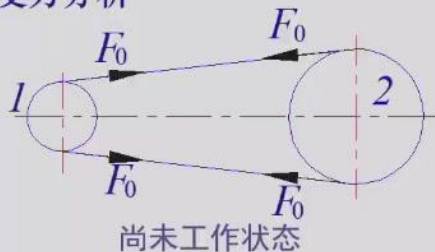
大理石切割机(平带)

# 带传动的工作情况分析

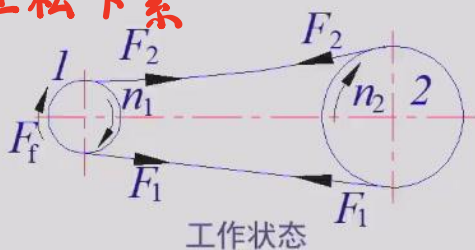
带传动的工作情况分析是指带传动的受力分析、应力分析、运动分析。

带传动是一种**挠性传动**，其工作情况具有一定的特点。

## 一、受力分析



上松 下紧



带传动尚未工作时，**传动带中的预紧力为 $F_0$** 。

**带传动工作时，一边拉紧，一边放松，记紧边拉力为 $F_1$ 和松边拉力为 $F_2$** 。

设带的总长度不变，根据线弹性假设： $F_1 - F_0 = F_0 - F_2$ ；

或： $F_1 + F_2 = 2F_0$ ；

记传动带与小带轮或大带轮间**总摩擦力为 $F_f$** ，其值由带传动的**功率 $P$ 和带速 $v$** 决定。

定义由负载所决定的传动带的**有效拉力为 $F_e = P/v$** ，则显然有 **$F_e = F_f$** 。



取绕在主动轮或从动轮上的传动带为研究对象，有： $F_e = F_f = F_1 - F_2$ ；

因此有： $F_1 = F_0 + F_e / 2$ ； $F_2 = F_0 - F_e / 2$ ；

带传动的最大有效拉力 $F_{ec}$  由欧拉公式确定，即：

$$F_1 = F_2 e^{f\alpha} \quad F_{ec} = 2F_0 \frac{e^{f\alpha} - 1}{e^{f\alpha} + 1}$$

欧拉公式给出的是带传动在极限状态下各力之间的关系，或者说是给出了一个具体的带传动所能提供的最大有效拉力 $F_{ec}$ 。

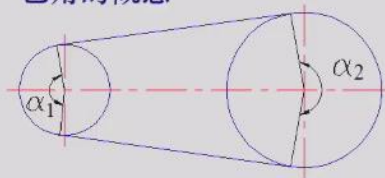
由欧拉公式可知：

- ① 预紧力 $F_0 \uparrow \rightarrow$ 最大有效拉力 $F_{ec} \uparrow$
- ② 包角 $\alpha \uparrow \rightarrow$ 最大有效拉力 $F_{ec} \uparrow$
- ③ 摩擦系数 $f \uparrow \rightarrow$ 最大有效拉力 $F_{ec} \uparrow$

当已知带传递的载荷时，可根据欧拉公式确定应保证的最小初拉力 $F_0$ 。

切记：欧拉公式不可用于非极限状态下的受力分析！

包角的概念



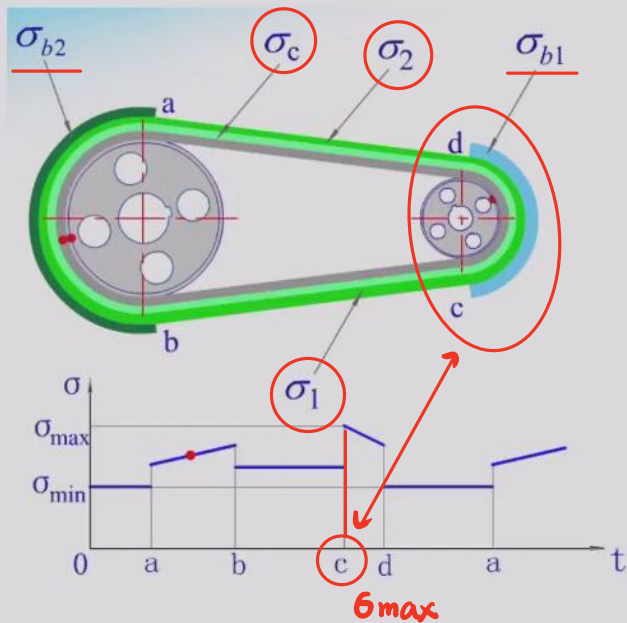
## 二、带传动的应力分析

6 ◆ 拉应力：紧边拉应力、松边拉应力；

6<sub>c</sub> ◆ 离心应力：带沿轮缘圆周运动时的离心力在带中产生的离心拉应力；

6<sub>b</sub> ◆ 弯曲应力：带绕在带轮上时产生的弯曲应力。

疲劳  
打滑



$$\sigma_{\max} = \sigma_c + \sigma_1 + \sigma_{b1}$$

$$\sigma_{\min} = \sigma_c + \sigma_2$$

离心拉应力:  $\sigma_c = \rho v^2$

● 紧边拉应力:  $\sigma_1 = \frac{F_1}{A}$

● 松边拉应力:  $\sigma_2 = \frac{F_2}{A}$

● 小轮处弯曲应力:  $\sigma_{b1} = \frac{2Ey}{d_{d1}}$

● 大轮处弯曲应力:  $\sigma_{b2} = \frac{2Ey}{d_{d2}}$



### 三、带传动的运动分析

带传动在工作时，从紧边到松边，传动带所受的拉力是变化的，因此带的弹性变形也是变化的。  
**应力  $\Rightarrow$  应变**

带传动中因带的弹性变形变化所导致的带与带轮之间的相对运动，称为弹性滑动。

弹性滑动导致：从动轮的圆周速度  $v_2 <$  主动轮的圆周速度  $v_1$ ，速度降低的程度可用滑动率  $\varepsilon$  来表示：

**不能避免 弹性滑动**

$$\varepsilon = \frac{v_1 - v_2}{v_1} \times 100\% \quad \text{或} \quad v_2 = (1 - \varepsilon)v_1$$

其中：

$$v_1 = \frac{\pi d_{d1} n_1}{6000} (m/s) \quad v_2 = \frac{\pi d_{d2} n_2}{6000} (m/s)$$

因此，传动比为：

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_{d2}}{(1 - \varepsilon)d_{d1}}$$

**仍有弹性滑动**

**$F < F_{ec}$  不会打滑**

若带的工作载荷进一步加大，有效圆周力达到临界值  $F_{ec}$  后，则带与带轮间会发生显著的相对滑动，即产生打滑。打滑将使带的磨损加剧，从动轮转速急速降低，带传动失效，这种情况应当避免。

# V带传动的设计计算

## 1. V带传动的设计准则

带传动的主要失效形式是打滑和传动带的疲劳破坏。

带传动的设计准则：在不打滑的条件下，具有一定的疲劳强度和寿命。

## 2. 单根V带的基本额定功率

带传动的承载能力取决于传动带的材质、结构、长度，带传动的转速、包角和载荷特性等因素。

单根V带的基本额定功率 $P_0$ 是根据特定的实验和分析确定的。

实验条件：传动比 $i=1$ 、包角 $\alpha=180^\circ$ 、特定长度、平稳的工作载荷。

实际工作条件下单根V带的功率 $(P_c)$ ：

$$(P_c) = (P_0 + \Delta P_0) K_\alpha K_L$$

### 3. V带传动的设计

设计的原始数据为：功率 $P$ ，转速 $n_1$ 、 $n_2$ （或传动比 $i$ ），传动位置要求及工作条件等。

设计内容：确定带的类型和截型、长度 $L$ 、根数 $Z$ 、传动中心距 $a$ 、带轮基准直径及其它结构尺寸等。

由于单根V带基本额定功率 $P_0$ 是在特定条件下经实验获得的，因此，在针对某一具体条件进行带传动设计时，应根据这一具体的条件对所选定的V带的基本额定功率 $P_0$ 进行修正，以满足设计要求。



#### 4. V带传动的参数选择

##### 1) 中心距 $a$

一般初选  $0.7(d_1+d_2) \leq a \leq 2(d_1+d_2)$

##### 2) 传动比 $i$

$i \leq 7$ , 一般  $i = 2 - 5$

##### 3) 带轮直径 $d_1$ 、 $d_2$

##### 4) 带速 $V$

推荐  $V = 5 - 25 \text{ m/s}$

## 5. V带传动的设计步骤

- ① 按工作情况确定工作情况系数 $K_A$ 后计算 $P_{ca}=K_A \times P$  功率
- ② 根据 $P_{ca}$ 和 $n_1$ 从选型图中确定V带的截型
- ③ 根据带的截型选 $d_{d1}$ ，检验带速 $v$ 后确定 $d_{d2}=i d_{d1}$
- ④ 根据空间限制初选中心距 $a_0$ ，由 $a_0$ 、 $d_{d1}$ 、 $d_{d2}$ 估算带长 $L_d'$
- ⑤ 根据估计的带长 $L_d'$ 和带的截型选定带长 $L_d$ ，并验算小轮包角 $\alpha_1$
- ⑥ 根据带速、带轮直径、传动比、包角、带长等确定额定功率 $P_0$ 以及系数 $K_\alpha$ 、 $K_L$ 、 $\Delta P_0$ 等
- ⑦ 计算所需带的根数 $Z = \frac{P_{ca}}{(P_0 + \Delta P) K_L K_\alpha}$  取整

# V带轮结构设计

## 1. V带轮设计的要求

各轮槽的尺寸和角度应保持一定的精度，以使带的载荷分布较为均匀。

结构工艺性好、无过大的铸造内应力、质量分布均匀。

轮槽工作面要精细加工，以减少带的磨损。

## 2. 带轮的材料

通常采用铸铁，常用材料的牌号为HT150和HT200。

转速较高时宜采用铸钢或用钢板冲压后焊接而成。

小功率时可用铸铝或塑料。

## 3. 结构与尺寸

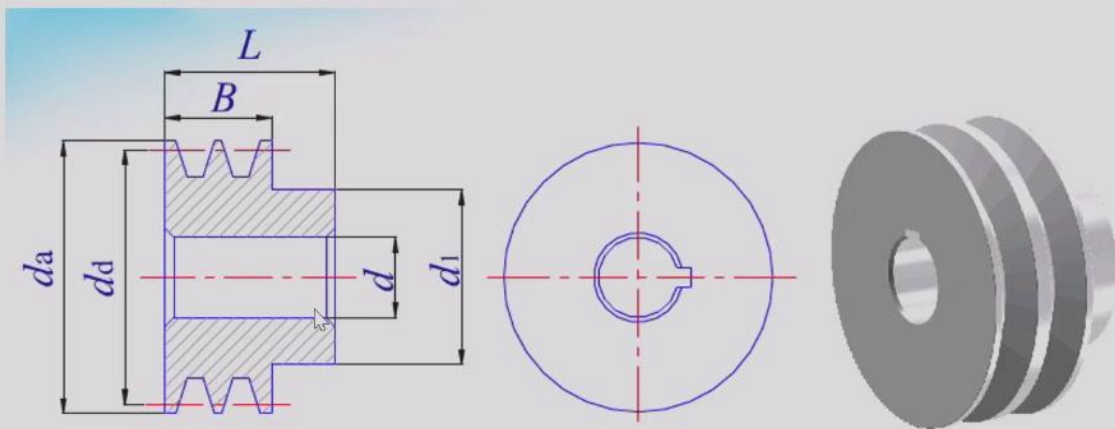
V带轮的典型结构有：实心式、腹板式、孔板式和轮辐式。

带轮的结构设计，主要是根据带轮的基准直径选择结构形式。

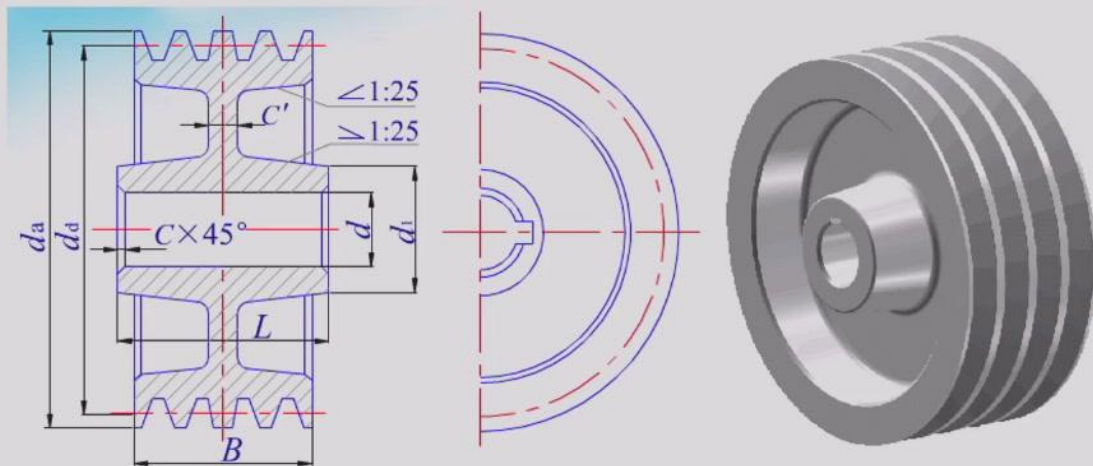
根据带的截型确定轮槽尺寸。→

带轮的其它结构尺寸通常按经验公式计算确定。

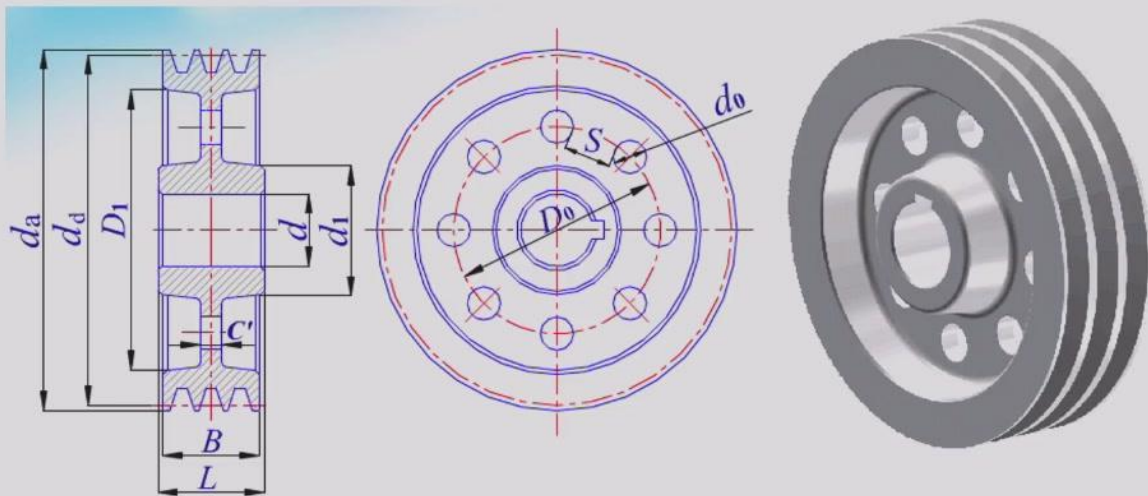




带轮基准直径 $d_d \leq 2.5d$  ( $d$ 为轴的直径, 单位为mm) 时, 可采用实心式结构。



当 $2.5d \leq d_d \leq 300\text{mm}$ 时，带轮常采用腹板式带轮结构。



当 $D_1-d_1 \geq 100\text{mm}$ 时，带轮通常采用孔板式结构。

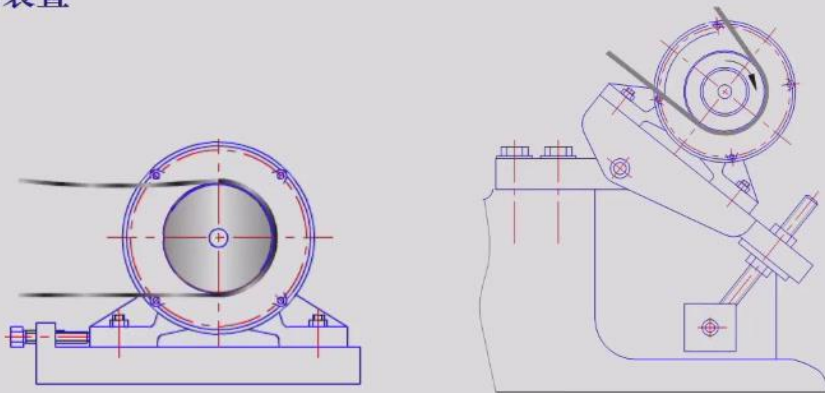
# 带传动的张紧装置

## 张紧的目的

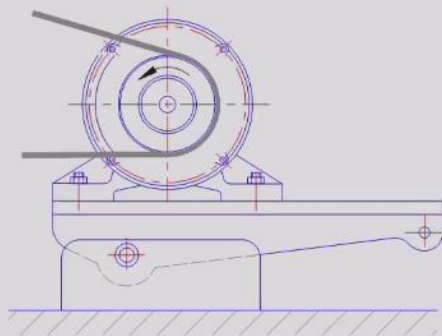
- 根据带的摩擦传动原理，带必须在预张紧后才能正常工作；
- 运转一定时间后，带会松弛，为了保证带传动的能力，必须重新张紧，才能正常工作。

常见的张紧装置有定期张紧装置、自动张紧装置、张紧轮张紧装置。

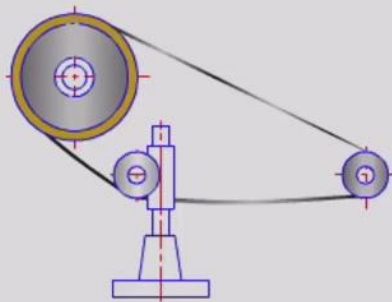
## 一、定期张紧装置



## 二、自动张紧装置



## 三、采用张紧轮张紧装置



张紧轮一般应放在松边的内侧，使带只受单向弯曲。同时张紧轮应尽量靠近大轮，以免过分影响在小带轮上的包角。张紧轮的轮槽尺寸与带轮的相同。