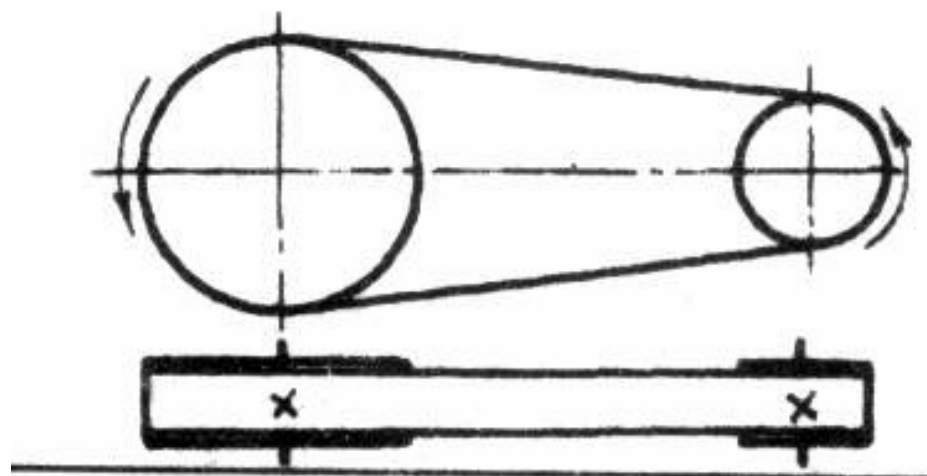


第十三章 带传动与链传动

- 通过中间挠性件传递两轴间的运动或动力。



13-1 带传动的类型和应用

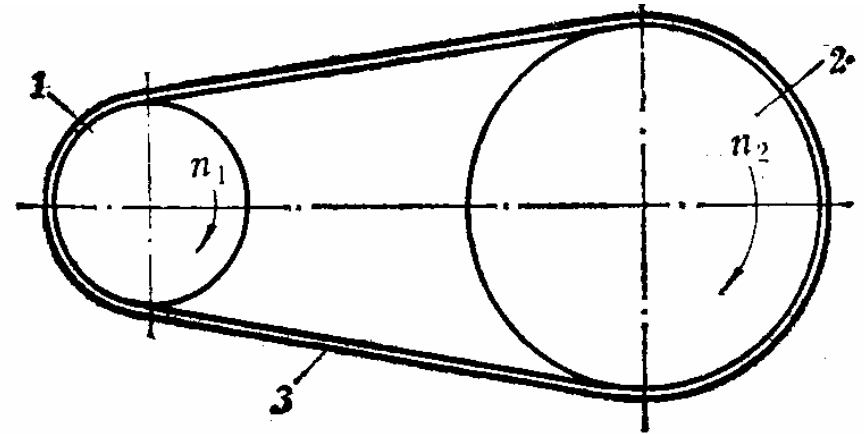
带传动的组成

✧ 主动轮1;

✧ 从动轮2;

✧ 环形带3——中间;

带传动的工作原理——靠摩擦传动。



带的分类

- 平带——精度要求不高；如：用于传送。
- V带（三角带）——摩擦力大，传力大，常用于动力传动。
- 多楔带——同时具有平带和V带的特点。
- 同步带——精度高，靠啮合传动；常用于精密传动。
- 圆型带——传力小，常用于录音机、缝纫机等仪器和家用机电中。

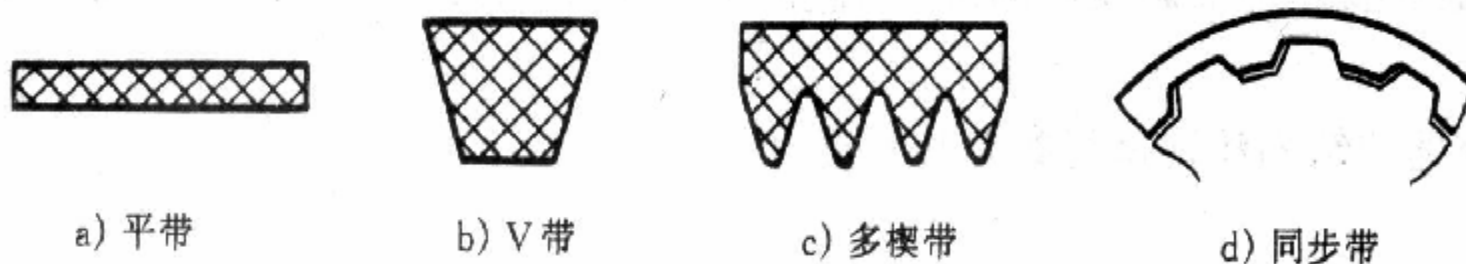
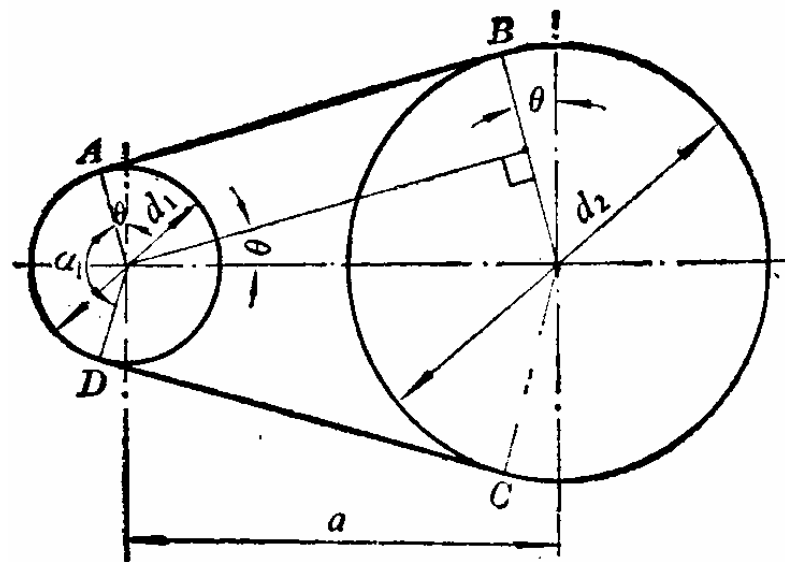


图 11.1 带传动的类型

带传动的几何参数

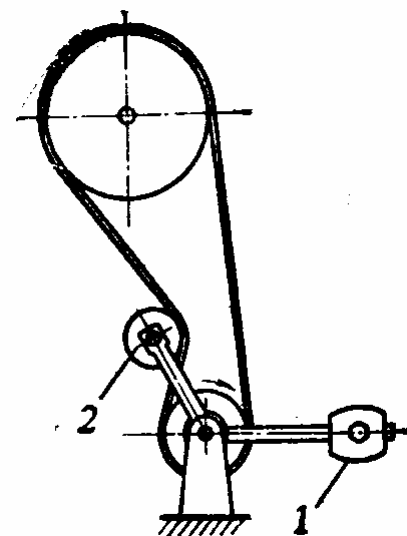
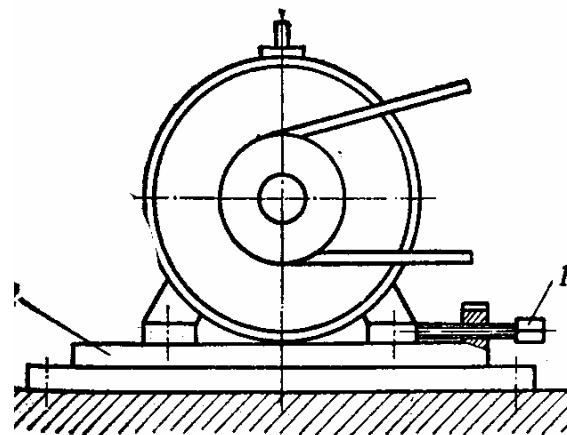
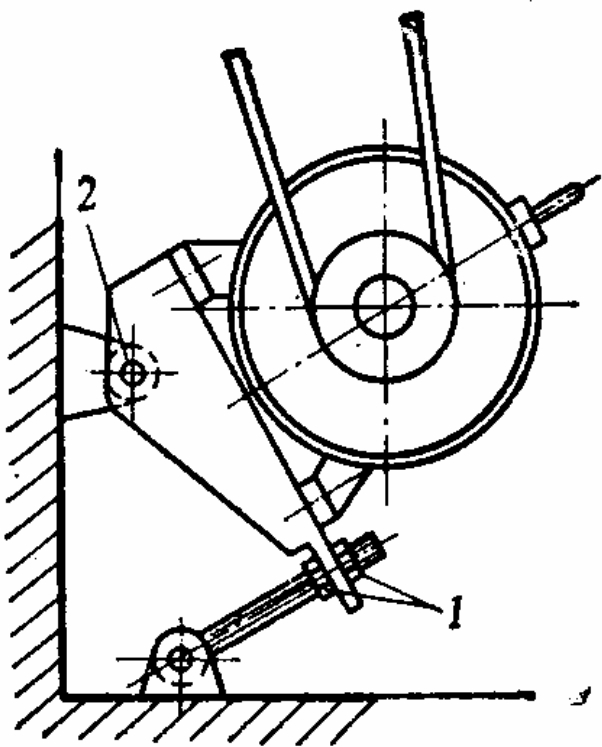
- .. 中心距 $a \approx \frac{1}{8} \left\{ 2L - p(d_2 + d_1) + \sqrt{[2L - p(d_2 + d_1)]^2 - 8(d_2 - d_1)^2} \right\}$
- .. 包角 $\alpha_1 = 180^\circ - \frac{d_2 - d_1}{a} \times 57.3^\circ$
- .. 带轮直径 d_1, d_2
- .. 带长

$$L = 2a + \frac{p}{2}(d_2 + d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$$



带的张紧

- 调整中心距
- 加装张紧轮



带传动的优点



- .. 适于大中心距传动
- .. 具有良好的弹性，可缓冲、吸振，传动平稳
- .. 过载打滑，可防止其它零件破坏
- .. 结构简单，成本低

带传动的缺点

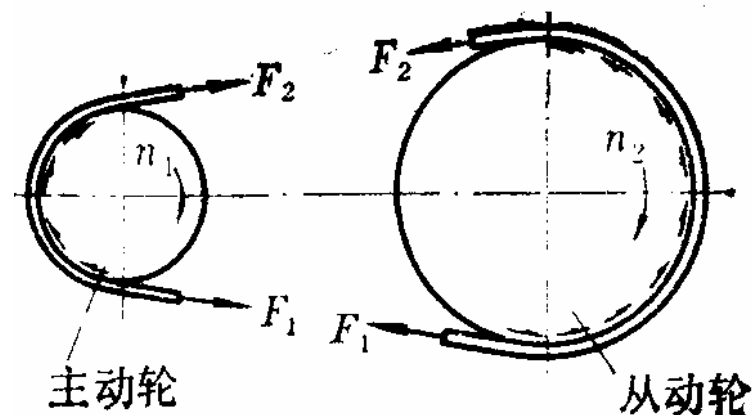
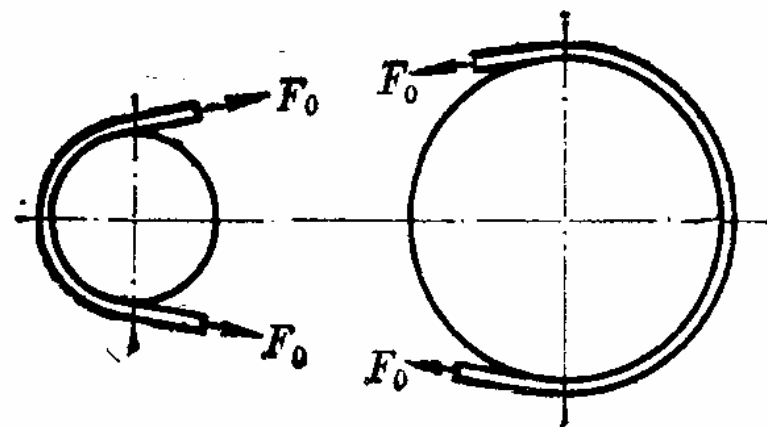
- .. 外廓尺寸大
- .. 需张紧装置
- .. 由于带的弹性滑动，不能保证定传动比
- .. 带的寿命短
- .. 传动效率较低

应用范围:

- .. 带的工作速度:
一般为 : $5 \text{ m / s} \sim 25 \text{ m / s}$ 。
- .. 胶帆布平带传递功率: $< 500 \text{ kw}$ 。
- .. 普通V带传递功率: $< 700 \text{ kw}$ 。
- .. 传动比: $i \leq 7$; 一般在 $2 \sim 4$ 。
- .. 传动效率: $0.94 \sim 0.96$ 。
- .. 在多级传动系统中, 一般放在高速级。

13-2 带传动的受力分析

- 静止时：预拉力或初拉力 F_0
- 运动时：紧边、松边
 - 紧边拉力增到 F_1
 - 松边拉力减小到 F_2



有效拉力

- 设环形带的总长不变，则紧边拉力的增加应等于松边拉力的减小, $F_1 - F_0 = F_0 - F_2$

$$F_0 = 0.5(F_1 + F_2)$$

- 紧边拉力与松边拉力之差为有效拉力

$$F = F_1 - F_2$$

- 所传递的功率 $P = \frac{Fv}{1000} \text{ KW}$

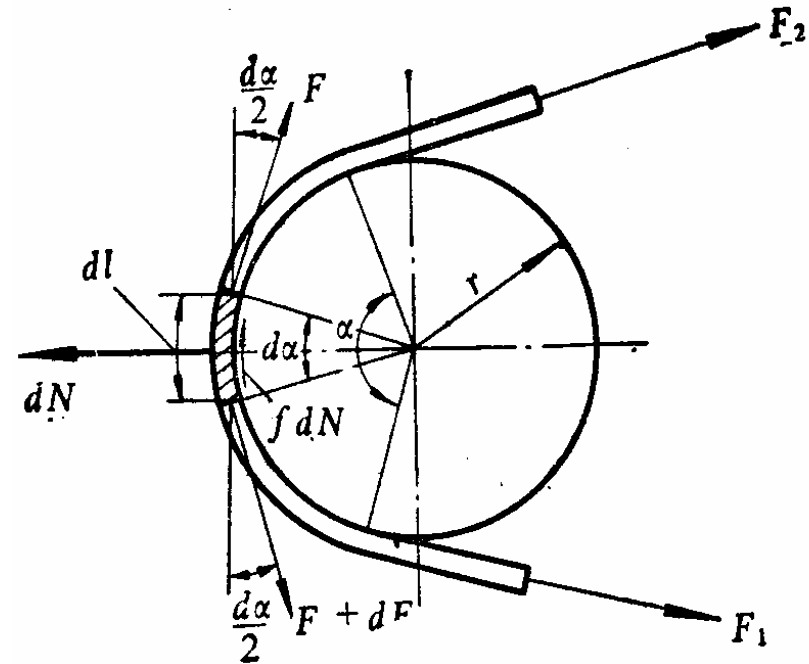
打滑

- .. 若带传动所要求传递的圆周力超过带与带轮间的极限摩擦力时，带在带轮上将发生显著滑动，即为打滑
- .. 打滑产生的原因 --- 过载
- .. 打滑本身就是一种失效
- .. 打滑的后果 --- 带的磨损加剧，传动效率降低，以致失效

极限状态时：有效拉力与带的参数之间的关系

- 微元分析
- 由二个方向的受力平衡

$$dN = F \sin \frac{d\alpha}{2} + (F + dF) \sin \frac{d\alpha}{2}$$
$$fdN = (F + dF) \cos \frac{d\alpha}{2} - F \cos \frac{d\alpha}{2}$$



欧拉公式

$$da \text{ 很小, } \sin \frac{da}{2} \approx \frac{da}{2}, \cos \frac{da}{2} \approx 1$$

$$\text{得 } fFda = dF$$

$$\text{积分 } \int_{F_2}^{F_1} \frac{dF}{F} = \int_0^a fda$$

$$\text{得 } \ln \frac{F_1}{F_2} = fa \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = e^{fa}$$

∴ 柔韧体摩擦的基本公式

最大有效拉力

- .. 大小:极限状态下的紧边与松边拉力之差
- .. 与有效拉力的区别
 - ✧ 工作状态处于极限状态
 - ✧ 再增加载荷将发生打滑
 - ✧ 是带传动在相应条件下的最大工作能力

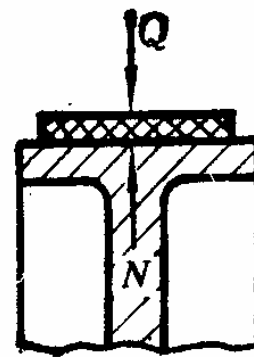
最大有效圆周力的影响因素

$$\begin{aligned} F_{\max} &= F_1 \left(1 - \frac{1}{e^{fa}} \right) \\ &= 2F_0 \frac{e^{fa} - 1}{e^{fa} + 1} \end{aligned}$$

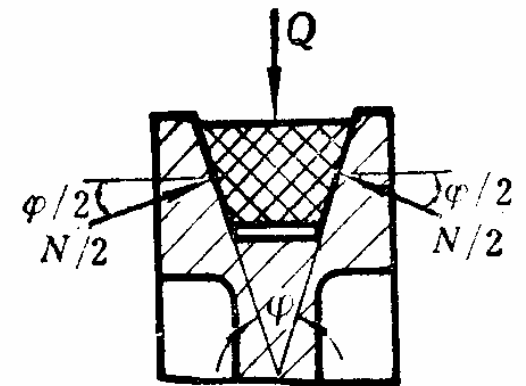
- .. 预拉力
- .. 摩擦系数
- .. 带轮包角

V带与平带相比的优点

- 能够传递更大的功率
- 同样的带压在带轮上的压力 Q ，可以得到较大的正压力
- 摩擦力为
- f' 为当量摩擦系数



$$N = Q$$



$$N = Q / \sin \frac{j}{2}$$

$$fN = fQ / \sin \frac{j}{2} = Qf'$$

13-3 帶的应力分析

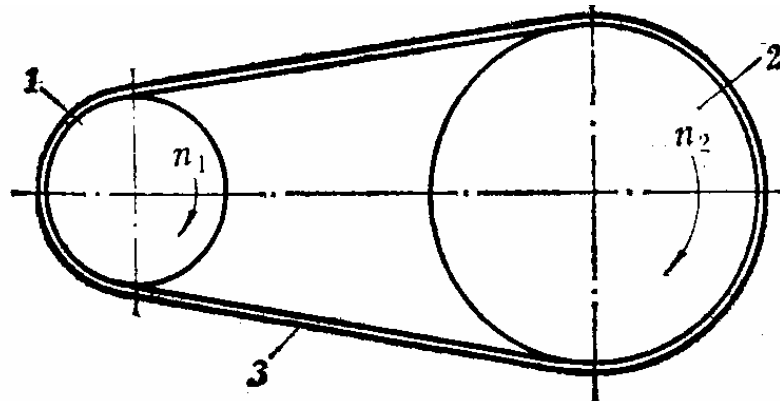
1. 拉应力

.. 紧边

$$S_1 = F_1 / A \quad \text{N/mm}^2$$

.. 松边

$$S_2 = F_2 / A \quad \text{N/mm}^2$$

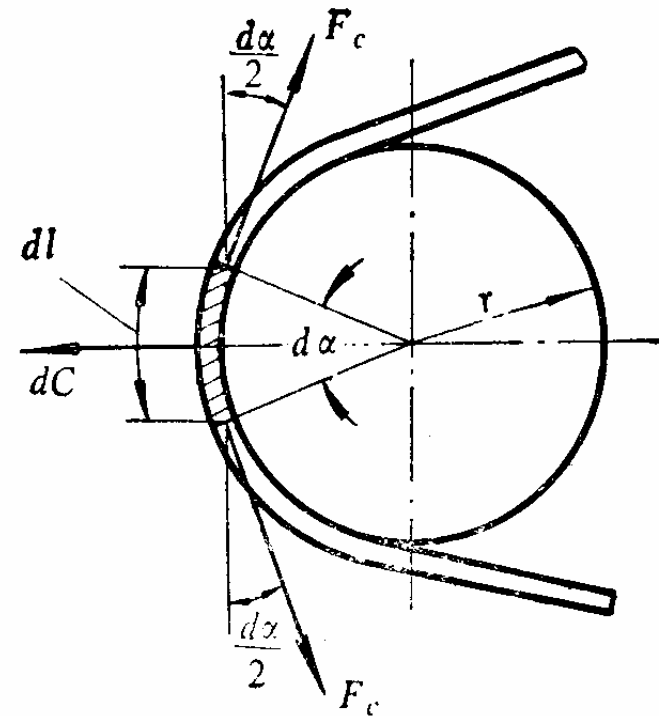


	紧边拉力 F_1 与 松边拉力 F_2 的 关系 $F_0 = (F_1 + F_2) / 2$	有效圆周力 F $F = F_1 - F_2$	带传动的功率 $P = \frac{Fv}{1000}$
工作前	$F_1 = F_2 = F_0$	$F = 0$	$P = 0$
正常工作 状态	$1 < \frac{F_1}{F_2} < e^{fa}$	$0 < F < 2F_0 \frac{e^{fa} - 1}{e^{fa} + 1}$	
即将打 滑的临 界状态	$\frac{F_1}{F_2} = e^{fa}$	$F_{\max} = 2F_0 \frac{e^{fa} - 1}{e^{fa} + 1}$	

2 离心应力

$$\text{离心应力为 } s_c = F_c / A = \frac{qv^2}{A} \quad \text{N/mm}^2$$

- 离心拉力是由于在圆弧段的圆周运动引起，但是在全带长上起作用

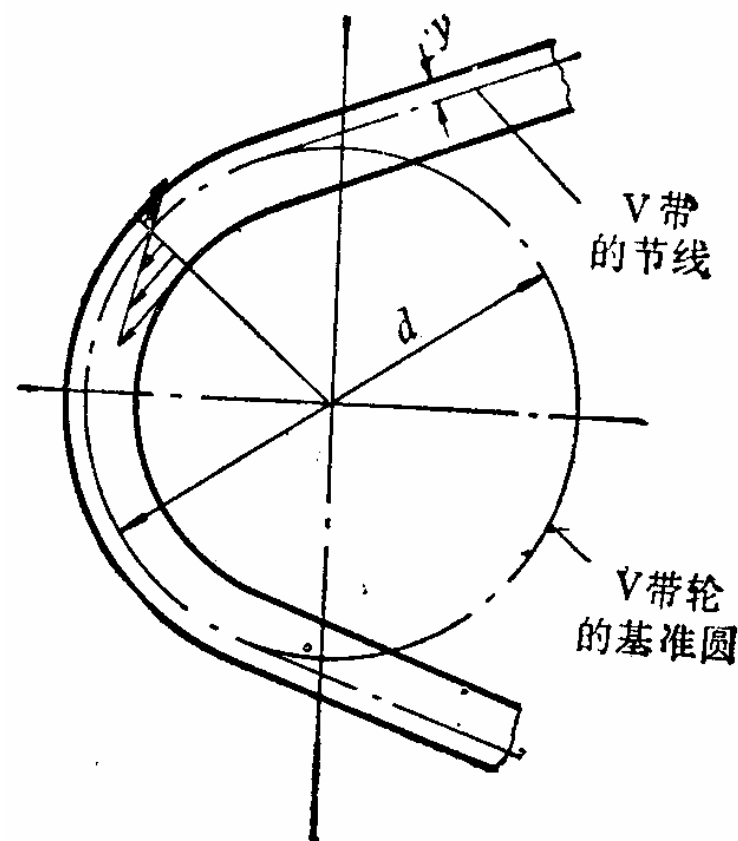


3 弯曲应力

- .. 弯曲变形引起
- .. 两个带轮大小不同，弯曲应力也不同

弯曲应力为

$$S_b = \frac{2yE}{d} \quad \text{N/mm}^2$$

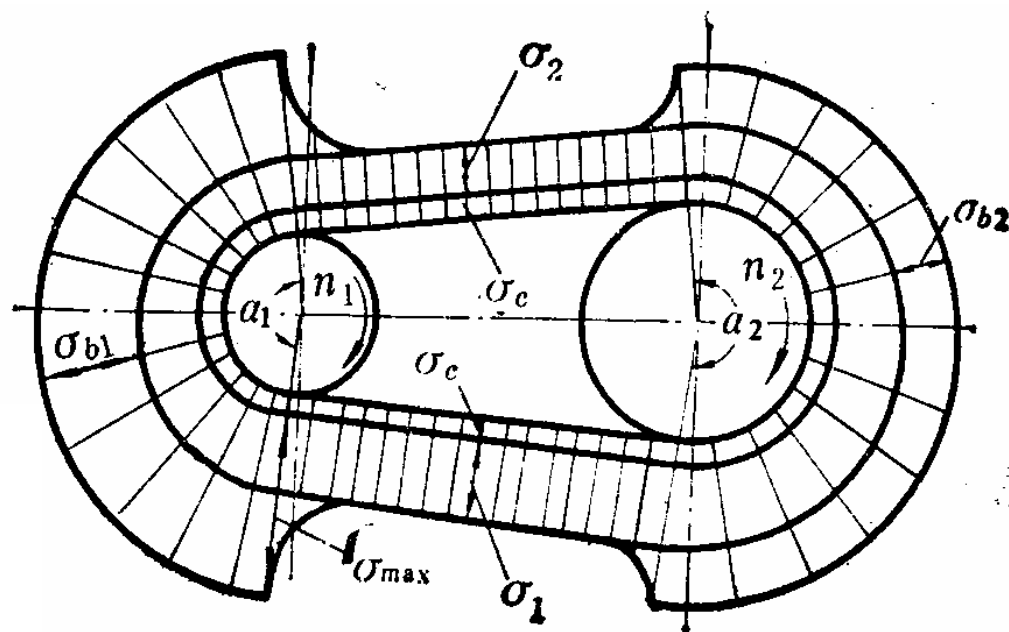


帶上的应力分布情况

- 最大应力的位置: 进入小带轮的位置

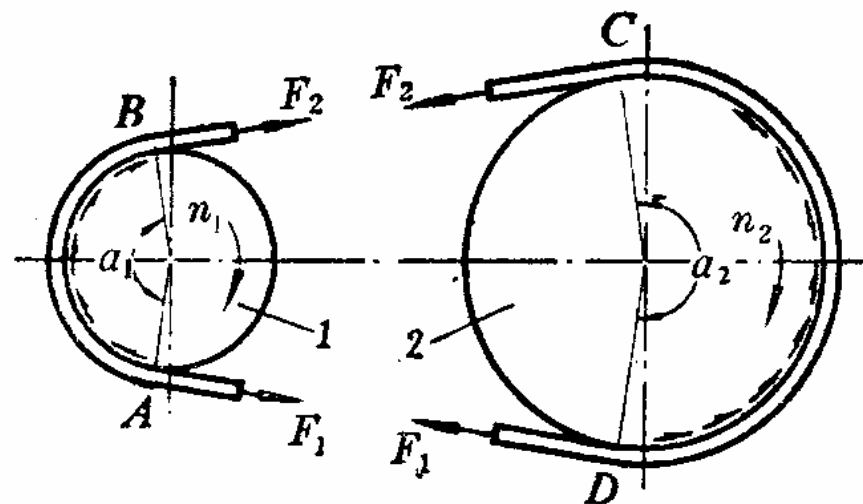
最大应力为

$$S_{\max} = S_1 + S_{b1} + S_c$$



13-4 带传动的弹性滑动和传动比

- 带的弹性滑动现象
 - $F_1 > F_2$, 两边变形不同
 - 带上某点的拉力在运动过程中不断变化
- 产生的后果
 - $V_{\text{小带轮}} > V_{\text{带}} > V_{\text{大带轮}}$
 - 传动比不准确



弹性滑动与打滑的区别

- .. 原因不同
- .. 弹性滑动不可避免
- .. 用滑动率度量弹性滑动的大小

$$v_1 = \frac{pd_1n_1}{60 \times 1000} \quad v_2 = \frac{pd_2n_2}{60 \times 1000}$$

$$e = \frac{v_1 - v_2}{v_1} = \frac{pd_1n_1 - pd_2n_2}{pd_1n_1} \quad i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1(1-e)}$$

13-5 普通V带传动计算

带的结构

✧ 抗拉层（承载层）：化纤或棉织物

n 帘布

n 线绳

✧ 顶胶、底胶

✧ 包布

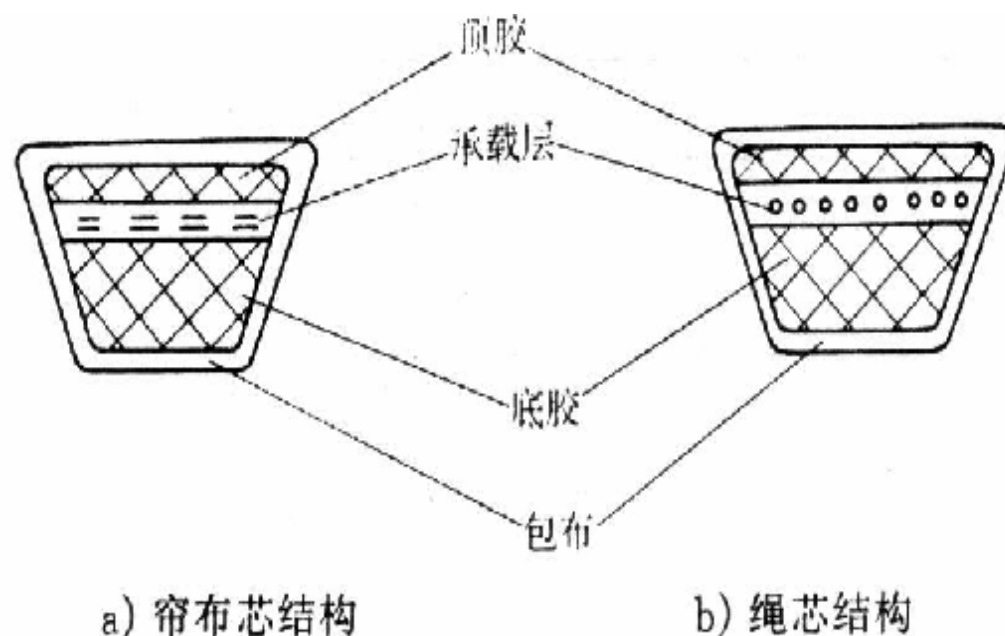


图 11.3 V 带的构造

节线、节面

- 节线：带在垂直于其底边弯曲时，带中任意一条长度不变的线
- 节面：由全部节线构成的面
- 节宽：节面的宽度

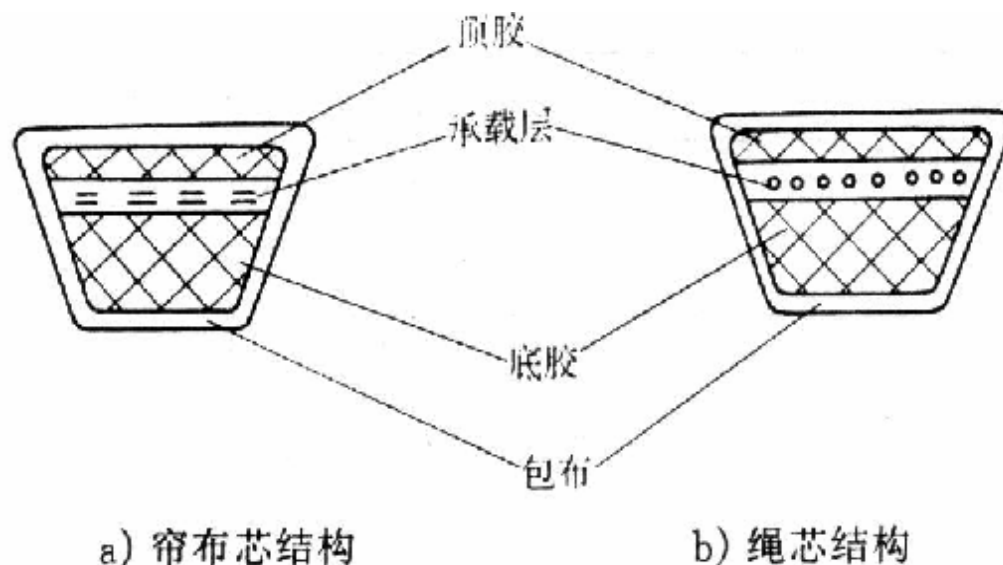


图 11.3 V 带的构造

普通V带的标准

- .. 楔角为 40° 。
- .. 型号：七种型号Y,Z,A--E
- .. 基准直径：带轮上与所配用带的节宽相对应的直径 d
- .. 基准长度：在规定的张紧力下，位于带轮基准直径上的周线长度 L_d
- .. 公称长度：带的内周长

带传动的失效形式与计算准则

- .. 失效形式：打滑，疲劳断裂
- .. 计算准则:在不打滑的条件下具有一定的疲劳寿命
- .. 已经标准化，设计就是通过计算进行正确的选择

计算方法

.. 不打滑:
$$P_0 = F_1 \left(1 - \frac{1}{e^{f'a}}\right) \frac{v}{1000}$$
$$= S_1 A \left(1 - \frac{1}{e^{f'a}}\right) \frac{v}{1000}$$

.. 具有一定的疲劳寿命

$$S_{\max} = S_1 + S_b + S_c \leq [S]$$

$$S_1 = [S] - S_b - S_c$$

单根普通V带所能传递的功率

$$P_0 = ([s] - s_b - s_c) \left(1 - \frac{1}{e^{f'a}}\right) \frac{Av}{1000}$$

- .. 在特定条件下单根V带所能传递的功率见表13-3
- .. 特定条件：
 - ✧ 载荷平稳，
 - ✧ 传动比为1，
 - ✧ 带长 L_d 为特定值，
 - ✧ 强力层为化纤线绳结构

单根普通V带的许用功率

- .. 许用功率

$$[P_0] = (P_0 + \Delta P_0) K_a K_L$$

- .. 修正由于使用条件与特定条件不同所造成的单根V所能传递功率的变化
- .. ΔP_0 ——功率增量, $i \neq 1$ 时, 大带轮弯曲应力减小所增加的功率, 查表13-5
- .. K_a ——包角系数: 表13-7
- .. K_L ——带长修正系数: 表13-2

普通V带的型号和根数的确定

- .. 额定传递功率 P
- .. 计算功率 $P_c = K_A P$
- .. K_A ——工作情况系数（表13-8）
- .. 型号的确定：
 - ✧ 由计算功率和小带轮转速按选型图（图13-15）选择型号；
 - ✧ 位于相交线时计算两种方案，比较确定。

帶的根數

$$Z = \frac{P_c}{[P_0]} = \frac{P_c}{(P_0 + \Delta P_0) K_a K_L}$$

■ 一般不大于7，以防止载荷不均匀

主要参数的选择

- .. 小带轮直径：为避免弯曲应力过大，影响带的寿命， $d_1 \geq d_{\min}$ （见表13-9）
- .. $P=FV$ ， P 相同时， V 大， F 小，结构可以小，所以一般放在高速级
- .. V 一般在5~25m/s
- .. 初选中心距 $0.7(d_1+d_2) < a < 2(d_1+d_2)$
- .. 计算带的基准长度 L_0 后，计算实际中心距 $a=a_0+(L_d-L_0)/2$
- .. 预拉力：

$$F_0 = 500 \frac{P}{vz} \left(\frac{2.5}{k_a} - 1 \right) + qv^2$$

V带的设计步骤和方法

- (1) 确定计算功率 $P_c = K_A P$
- (2) 根据计算功率 P_c 和小轮的转速 n_1 选择带的型号
- (3) 带轮直径的确定和带速
- (4) 计算带传动的中心距和带的基准长度
- (5) 计算带轮的包角
- (6) 确定带的根数
- (7) 确定带的初拉力（张紧力） F_0
- (8) 确定带轮的材料、结构和尺寸

13-6 带轮的结构

- .. 材料：铸铁，钢。
- .. 轮槽尺寸（表13-10）
- .. 楔角： 32° ， 34° ， 36° ， 38°