

链传动

1 概 述

2 传动链的结构特点

3 链传动的工作情况分析

4 滚子链传动的失效形式及功率曲线图

5 滚子链传动的设计计算

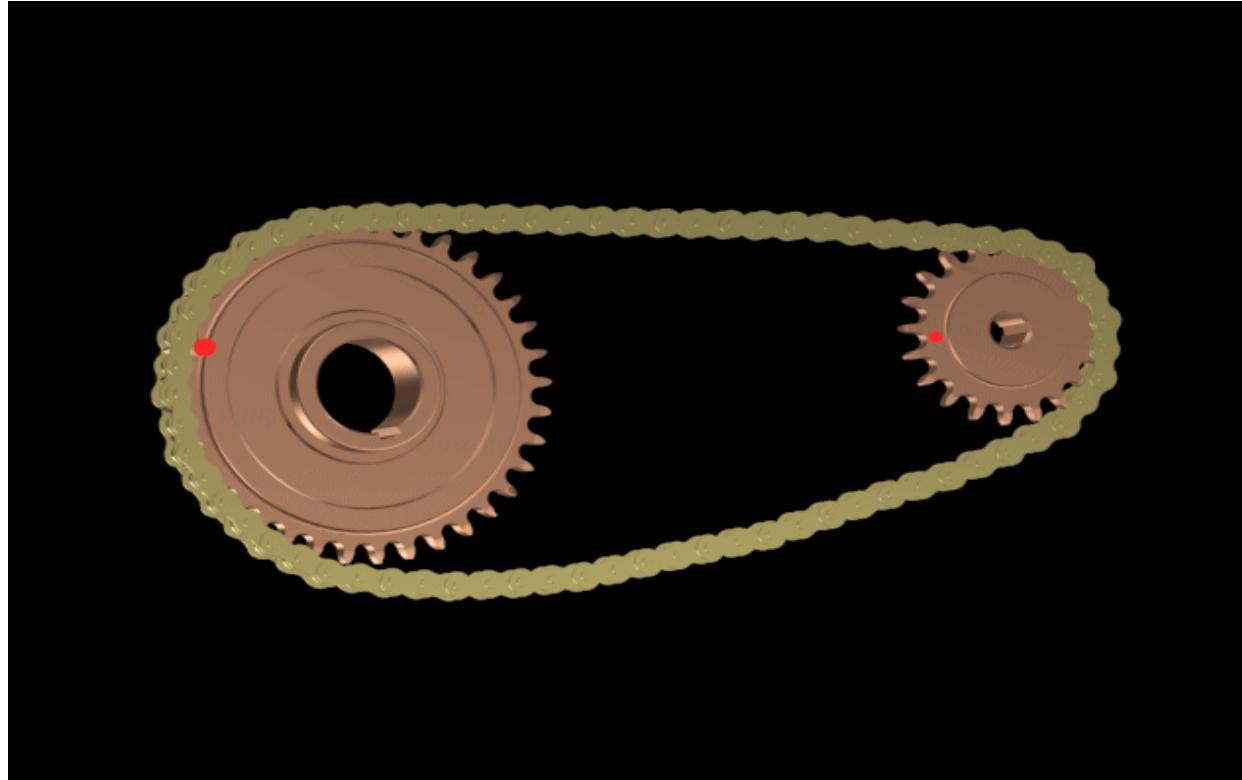
6 滚子链链轮的结构设计

7 链传动的布置、张紧和润滑

1 概 述

一. 工作原理:

(至少) 两轮间以链条为中间挠性元件的啮合来传递动力和运动。



二. 特点

优点: 1. 适于远距离传动，重量轻尺寸小。
2. $i_{\text{平}} (=n_1/n_2)$ 为定值，效率高。
3. 压轴力小。
4. 在温度高、湿度大等恶劣环境下工作。

缺点: 1. $i_{\text{瞬}} (=w_1/w_2)$ 不为常数，易产生动载荷
2. 两轴只能平行放置
3. 制造成本稍高

组成: 主、从动链轮、链条、封闭装置、润滑系统和
张紧装置等。

三. 分类

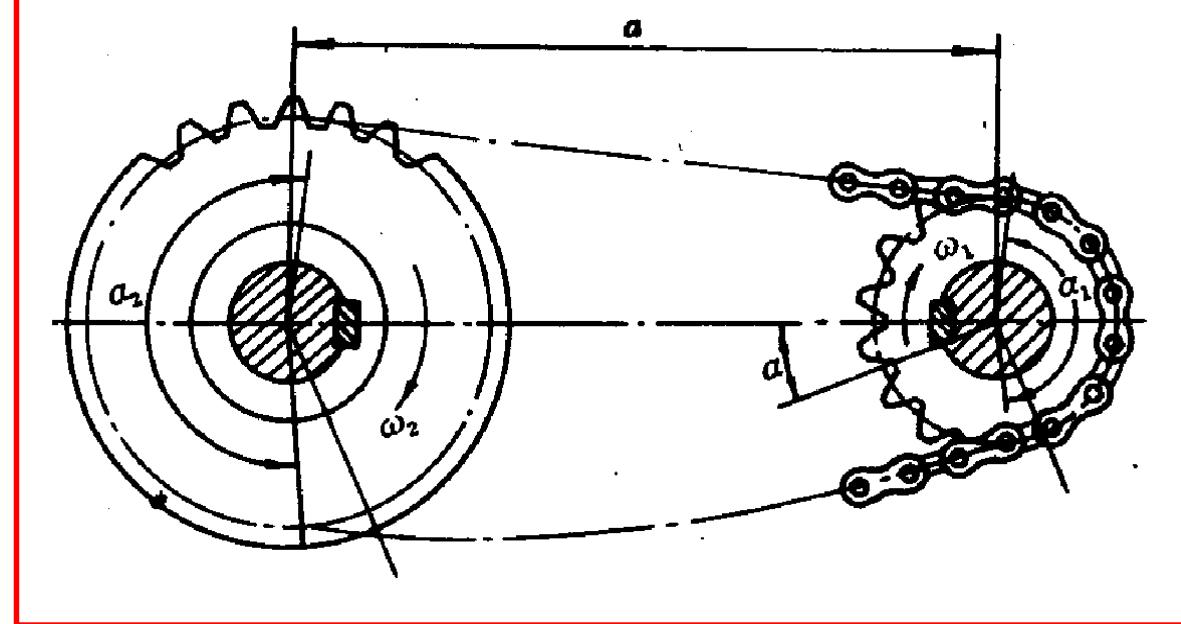
传动链

起重链

输送链

套筒滚子链(滚子链)

齿形链

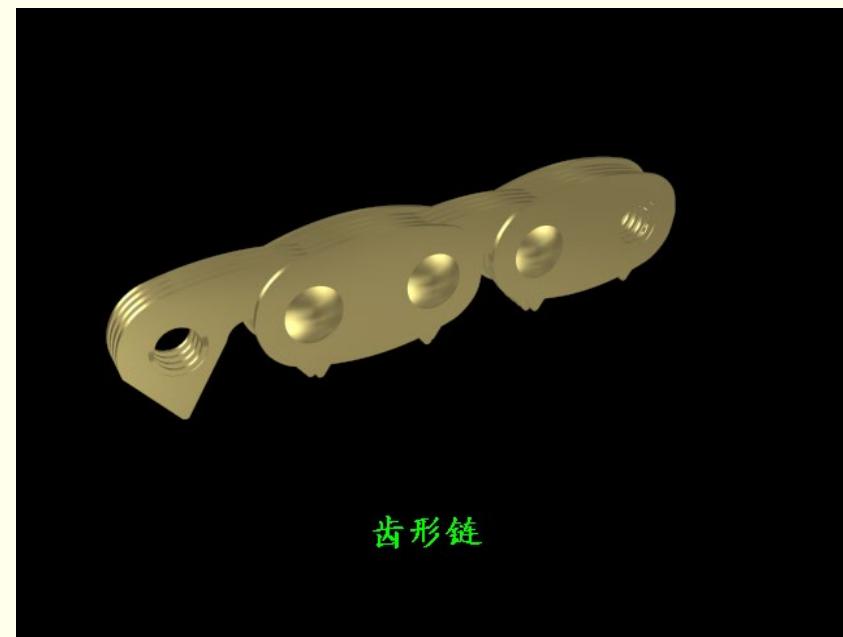


应用：

适于两轴相距较远，工作条件恶劣等，如农业机械、建筑
机械、石油机械、采矿、起重、金属切削机床、摩托车、
自行车等。中低速传动： $i \leq 8$ ($i=2-4$)， $P \leq 100\text{KW}$ ，
 $V \leq 12-15\text{m/s}$ ，无声链 $V_{max}=40\text{m/s}$ 。



滚子链

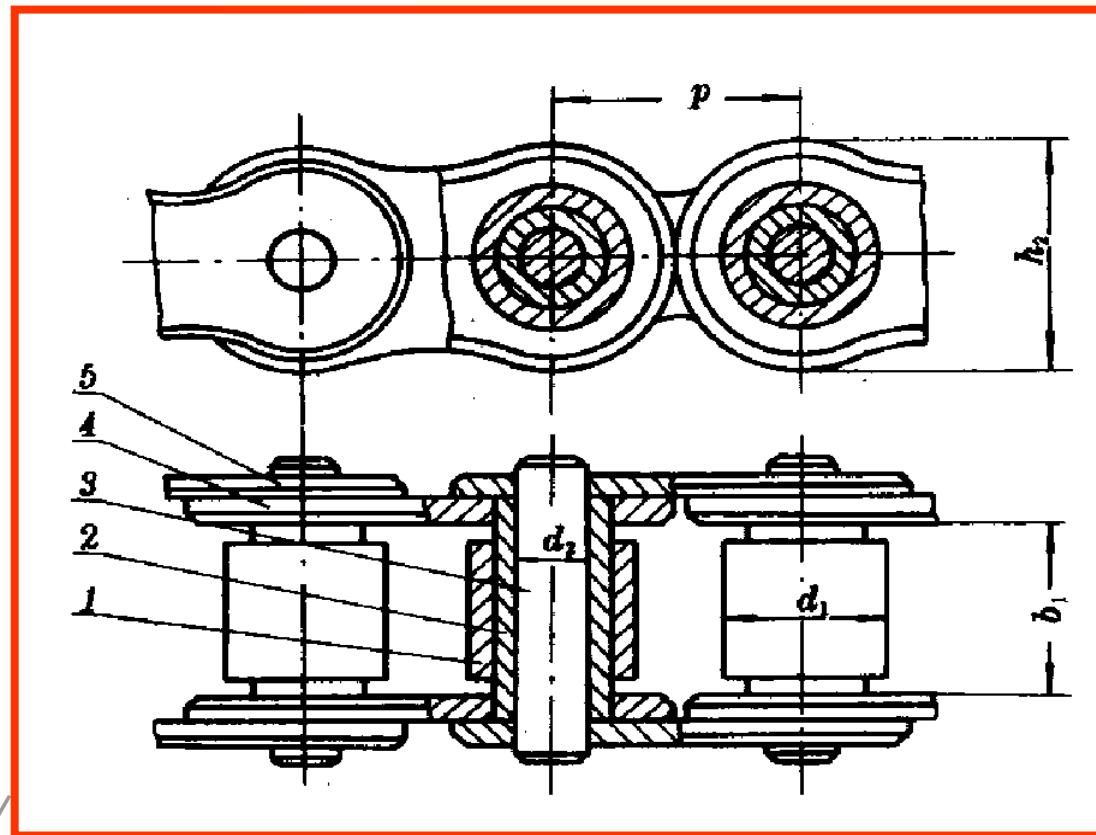


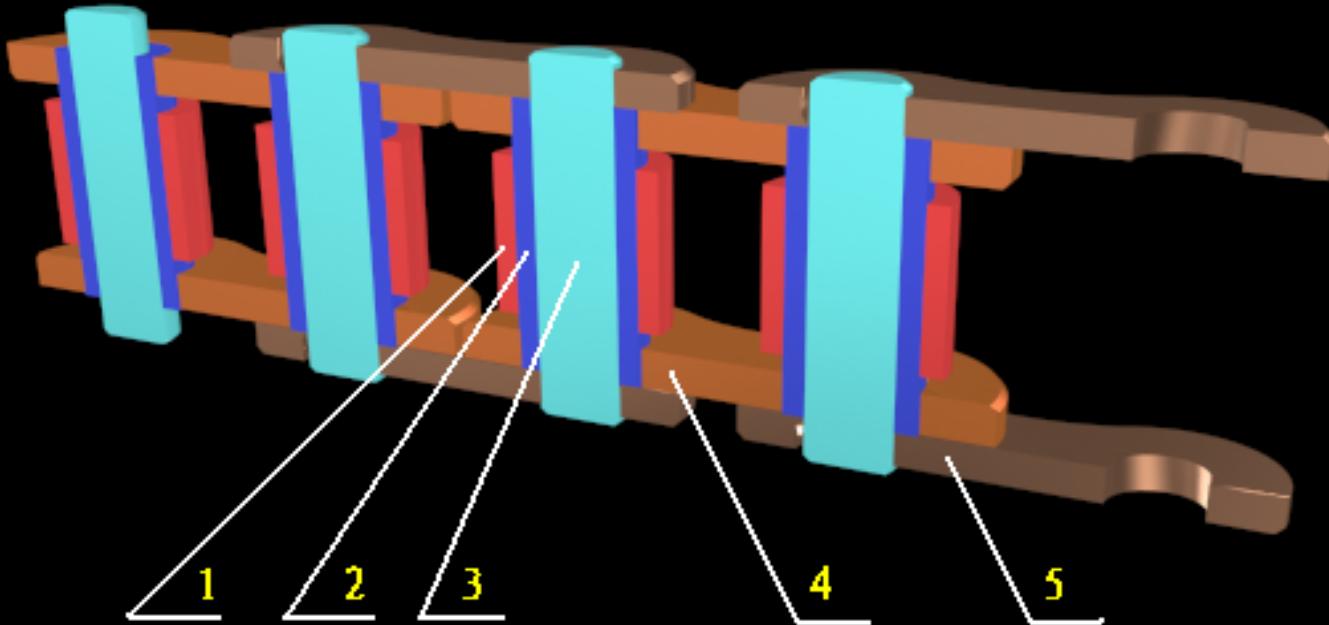
齿形链

2 传动链的结构特点

一. 滚子链

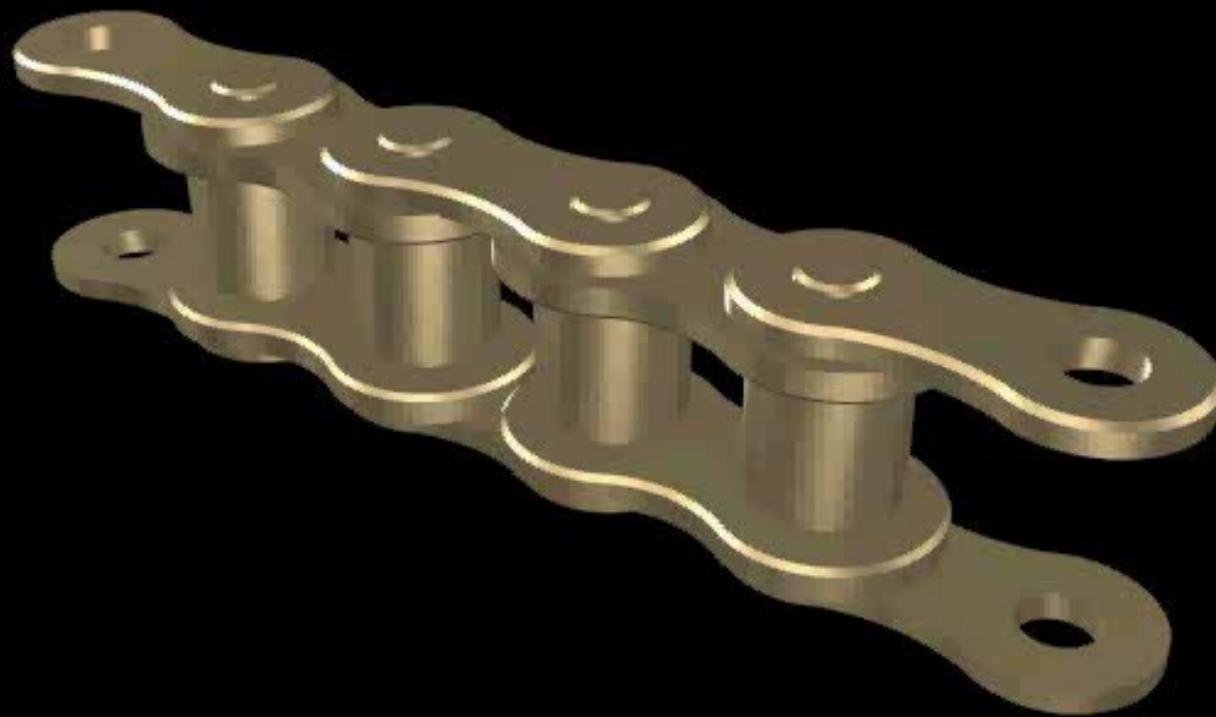
1. 结构：滚子1、套筒2、销轴3、内链板4、外链条板5





滚子链

- 1---滚子
- 2---套筒
- 3---销轴
- 4---内链板
- 5---外链板



★两对间隙配合

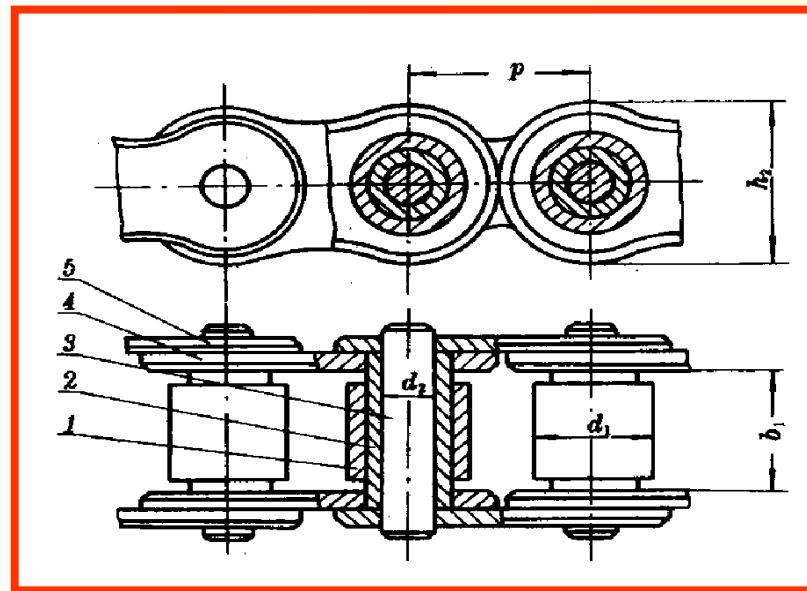
滚子1与套筒2

套筒2与销轴3

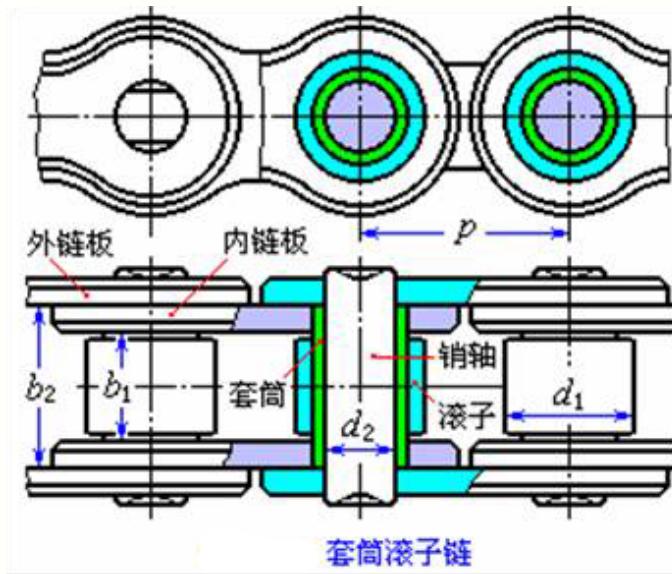
★两对过盈配合

内链板4与套筒2

外链板5与销轴3



2. 基本参数：节距p、滚子外径d₁、内链节内宽b₁



3. 标记:

例：08A—1×88

链号 排数 链节数

G1243.1 - 83

标准编号

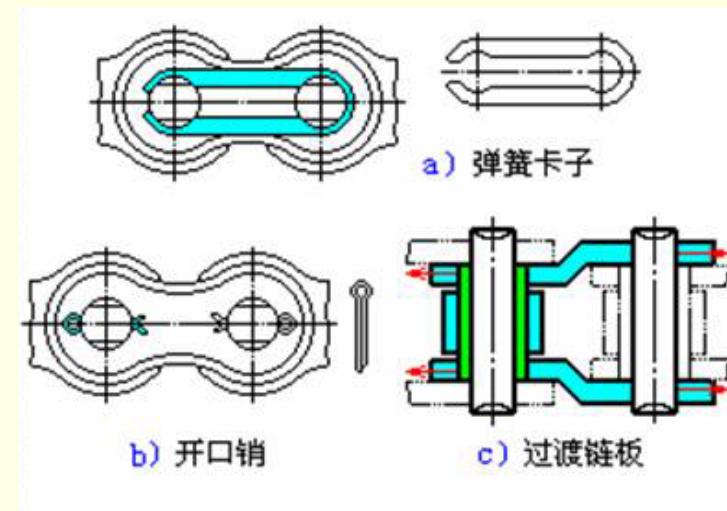
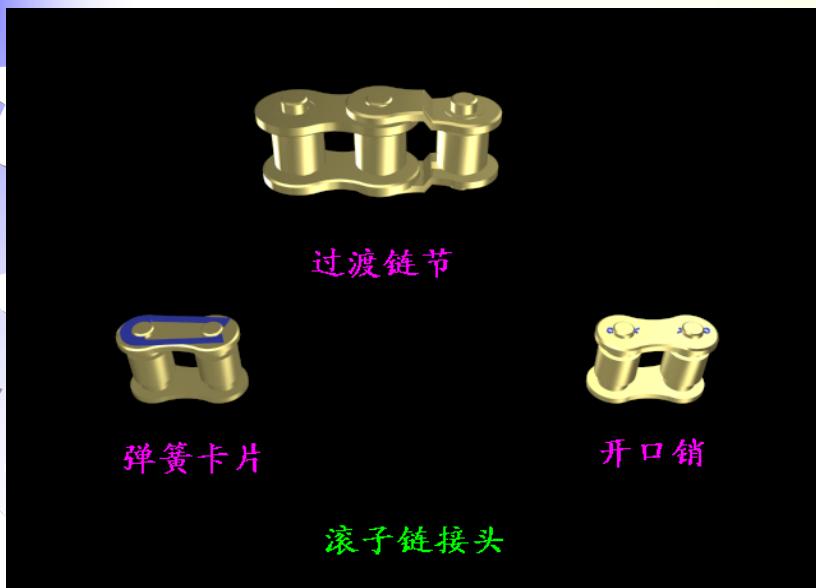
$$p = 08 \times 25.4 / 16 = 12.7(\text{mm}) \quad \text{表4-13}$$

4. 接头形式：

连接链节 当链节数为偶数时，用开口销或弹簧卡子

过渡链节 当链节数为奇数时,用过渡链板

(过渡链节缺点：附加弯曲应力作用)



二. 齿形链(无声链)

1. 结构形式：一组带有两个齿的链板左右交错排列，链齿的外侧边是直边，工作时外侧边与链轮轮齿啮合实现传动。齿形链上设有导板（外导板、内导板），防止链条在工作时侧向窜动。

2. 铰链形式 {

- 圆销式
- 轴瓦式
- 滚柱式



3. 特点：传动平稳、无噪音、承受冲击性能好、工作可靠。（与套筒链相比）

3 链传动的工作情况分析

一. 运动不均匀性——固有特性

1. 平均链速和平均传动比

$$v = \frac{n_1 Z_1 p}{60 \times 1000} = \frac{n_1 Z_2 p}{60 \times 1000} \quad \text{m/s}$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{Z_2 p}{Z_1 p} = \frac{Z_2}{Z_1} = \text{常数}$$

2. 瞬时链速和瞬时传动比

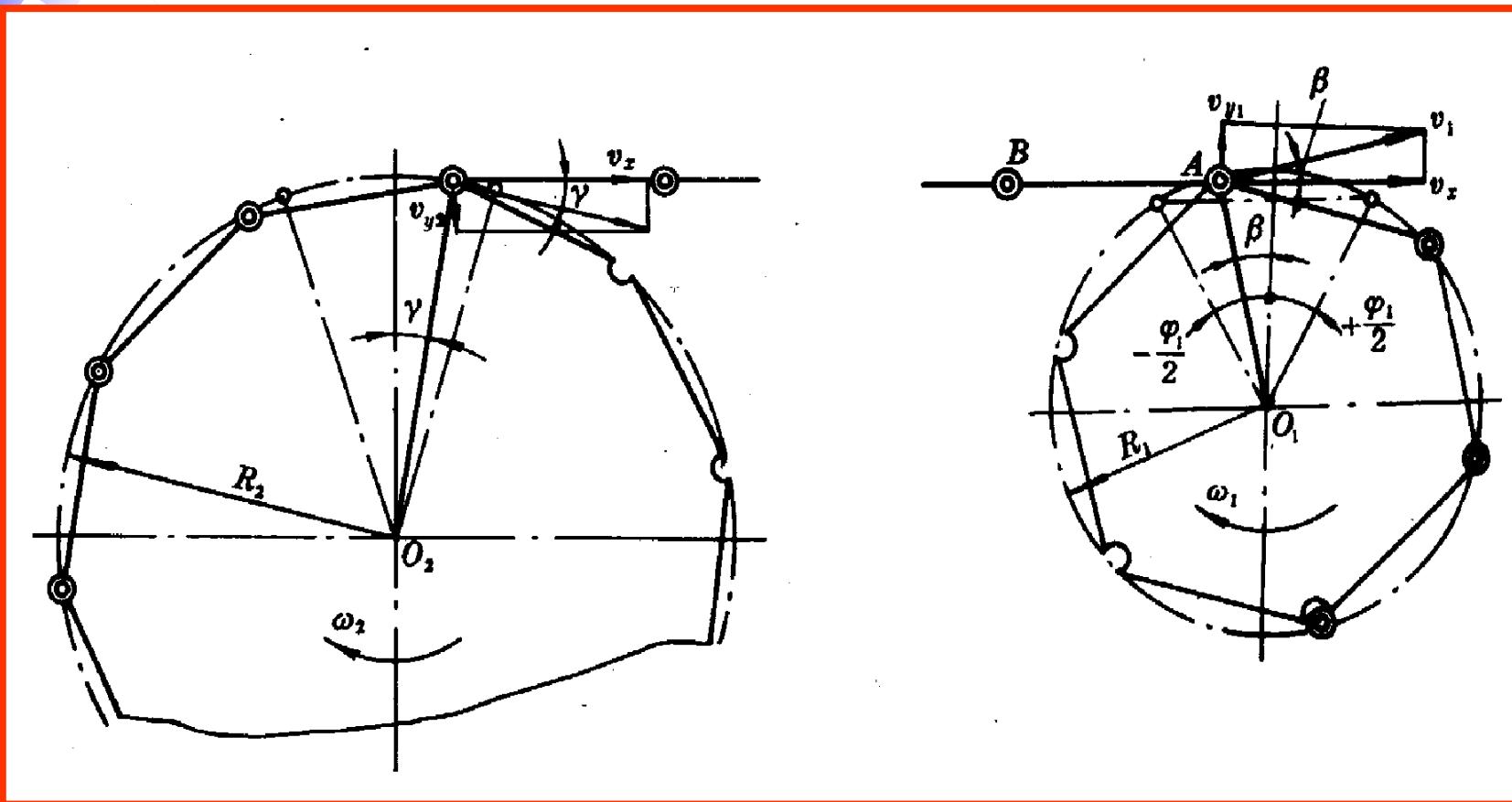
假设：紧边位于上面水平位置。

A·主动轮：

水平方向 $v_x = v_1 \cos\beta = R_1 w_1 \cos\beta = \text{链速} V$

垂直方向 $v_{y1} = v_1 \sin\beta = R_1 w_1 \sin\beta$

铰链位置	A	A''	A'
β 的变化	$-\frac{180^\circ}{Z_1}$	0	$+\frac{180^\circ}{Z_1}$ β 介于 $\pm \frac{180^\circ}{Z_1}$ 之间
v 的变化	$R_1 w_1 \cos \frac{180^\circ}{Z_1}$	$R_1 w_1$	$R_1 w_1 \cos \frac{180^\circ}{Z_1}$
v_{y1} 的变化	$-R_1 w_1 \sin \frac{180^\circ}{Z_1}$	0	$R_1 w_1 \sin \frac{180^\circ}{Z_1}$



•一个链节中链速v由小→大→小变化，垂直 v_{y1} 由减速上升后又作加速下降。每过一个链节就重复一次，导致链产生有规律的振动。

B·从动轮：

$$v = v_2 \cos \gamma = R_2 w_2 \cos \gamma$$

$$w_2 = \frac{v}{R_2 \cos \gamma} = \frac{R_1 w_1 \cos \beta}{R_2 \cos \gamma}$$

$$i_s = \frac{w_1}{w_2} = \frac{R_2 \cos \gamma}{R_1 \cos \beta} \neq \text{常数}$$

使 $i_s = \frac{w_1}{w_2} = \text{常数}$ 的条件(常数为1)

① $Z_1 = Z_2$ ② a为p的整数倍

结论：

•由上面分析可知，随着 β 、 γ 角的不断变化，链传动的瞬时传动比是不断变化的，即使主动轮以等角速度回转，从动轮的角速度也将周期性地变动。

综上所述：将上述现象称为链传动的运动不均匀性，由于此特征是由于围绕在链轮上的链条形成了正多边形所致，故又称为链传动的多边形效应。-----不可消除

分析

节距P 大(齿数少)→运动不均匀性则明显
(因为此时 β 、 γ 变化范围大)

二. 动载荷——不可避免

1. 速度冲击

$$v = R_1 w_1 \cos \beta$$

$$a = \frac{dv}{dt} = -R_1 w_1 \sin \beta \frac{d\beta}{dt} = -R_1 w^2_1 \sin \beta$$

$$a_{\max} = \mp R_1 w_1 \sin i \frac{180^\circ}{Z} = \mp w^2_1 \frac{p}{2}$$

2. 振动冲击

3. 喷合冲击

4. 惯性冲击

说明：转速w愈高，节距p愈大，齿数Z 愈少动载荷愈大

三. 受力分析

1.有效圆周力 $F_e = 1000 \frac{P}{V}$

2.离心拉力 $F_e = qv^2$

3.垂度拉力 $F_f = K_f qa \times 10^{-2} \text{ N}$

$$F_f = (K_f + \sin \alpha) qa \times 10^{-2} \text{ N}$$

} 取大者

*紧边拉力 $F_1 = F_e + F_c + F_f$

*松边拉力 $F_2 = F_c + F_f$ 压轴系数

*压轴力 $Q = F_1 + F_2 \approx K_Q \cdot F_e$

q 为单位长度链条的质量 (kg/m)

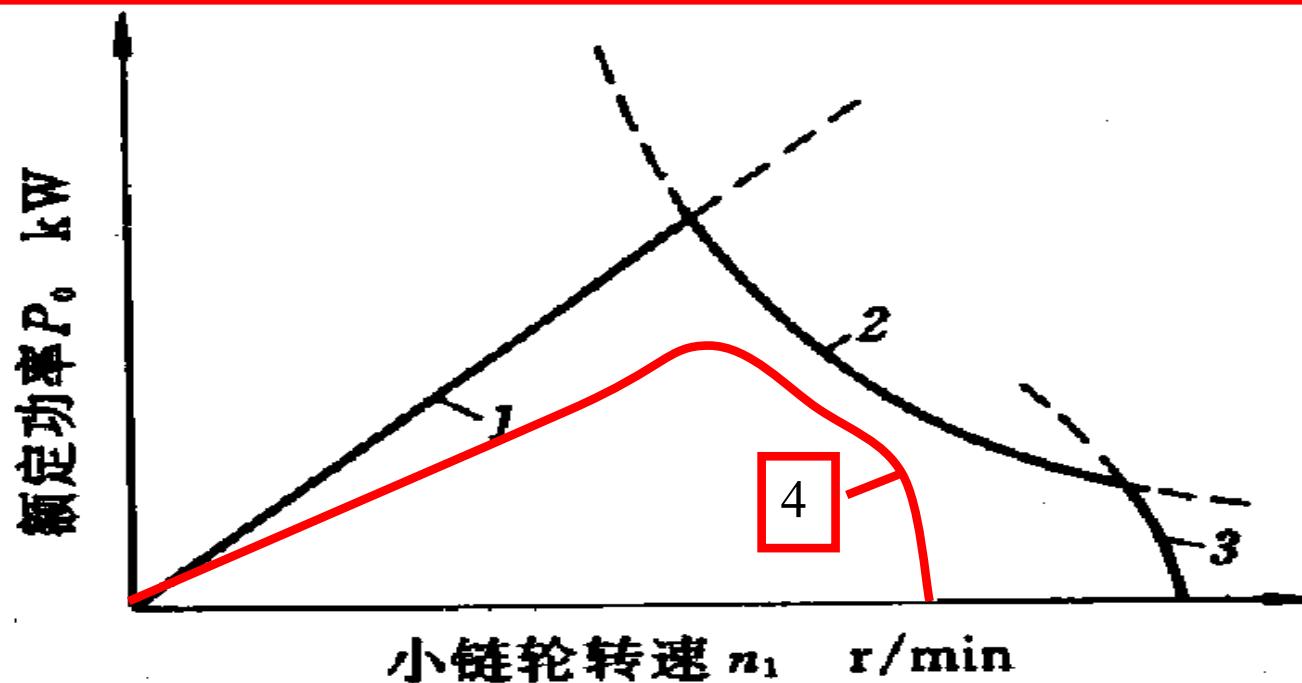
a 为链传动的中心距 mm α 为两轮中心联线与水平面的倾斜角

4 滚子链传动的失效形式及功率曲线图

一. 失效形式

1. 链的疲劳破坏：链板、套筒、滚子
2. 链的铰链磨损
3. 链的铰链胶合：转速很高时发生，限制极限转速
4. 链的过载拉断

二. 极限功率曲线图



- 1—由链板疲劳强度限定；
- 2—由滚子、套筒冲击疲劳强度限定；
- 3—由销轴和套筒胶合限定

三. 额定功率: P_0

• 特定条件: 水平布置, 两轮共面

载荷平稳

按推荐润滑方式润滑

链磨损后的相对伸长量<3%

$$P_0 K_z K_L K_p \geq K_A P$$

$$P_0 \geq \frac{K_A P}{K_z K_L K_p}$$

若为非推荐润滑方式, 应降低 P_0 值当与条件不同时
要引入一系列的修正系数。 K_A —工作情况系数,
 K_z —齿数系数, K_L —链长系数, K_p —多排链系数。

5 滚子链传动的设计计算

一. 原始数据:

功率P、转速 n_1 、 n_2 (或i)、中心距a及工作条件等

二. 设计内容:

1. 选择链号，确定尺寸(节距、排数、长度)
2. 确定实际中心距a
3. 链轮结构设计

三. 主要参数选择

1. 传动比*i*

一般要求 $i (= n_1 / n_2) \leq 6$ 推荐 $i = 2-3.5$

原因: i 大→包角小→啮合齿数少→易磨损或跳齿

2. 齿数 Z_1 和 Z_2

Z_1 :

Z_1 少→结构紧凑

Z_1 过少→①运动不均匀性增加→动载荷增加

②链节间相对转角 φ 增加→铰链易磨损

③ $F_e (= 1000P/v)$ 增加→压力增加→易损坏

$\therefore Z_1$ 不能太小, 一般 $Z_{min} \geq 17$

Z_2 :

$$Z_2 = i * Z_1$$

Z_2 过大 → ①结构庞大

②易发生跳齿和脱链现象 → 寿命降低

∴ Z_2 不能太大, $Z_{\max} \leq 120$

★链节距增长量 ΔP 与啮合圆外移量 Δd 的关系

$$\because d = \frac{P}{\sin \frac{180^\circ}{Z}}$$

$$\therefore \Delta d = (d + \Delta d) - d$$

$$= \frac{P + \Delta p}{\sin \frac{180^\circ}{Z}} - \frac{P}{\sin \frac{180^\circ}{Z}} = \frac{\Delta p}{\sin \frac{180^\circ}{Z}}$$

$$\begin{aligned}\therefore d &= \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{Z}} \\ \therefore \Delta d &= (d + \Delta d) - d \\ &= \frac{p + \Delta p}{\sin \frac{180^\circ}{Z}} - \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{Z}} = \frac{\Delta p}{\sin \frac{180^\circ}{Z}}\end{aligned}$$

讨论

当 Δp 一定时， Z 大 \rightarrow 外移量 Δd 大，故跳齿脱链易发生于大链轮上

或当 Δd 一定时， Z 大 \rightarrow 允许增长量 Δp 小，故跳齿脱链易发生于大链轮上

问题

为什么链轮齿数应选与链节数互为质数的奇数齿。

因为链节数通常为偶数，为考虑磨损均匀，故链轮齿数应选与链节数互为质数的奇数齿。

3. 节距p和排数

p 大→尺寸大→承载能力大。

p 过大→运动不均匀性明显→动载荷增加→振动噪音增加。应尽量选小节距单排链。(或小节距多排链)

4. 中心距a和链节数 L_p

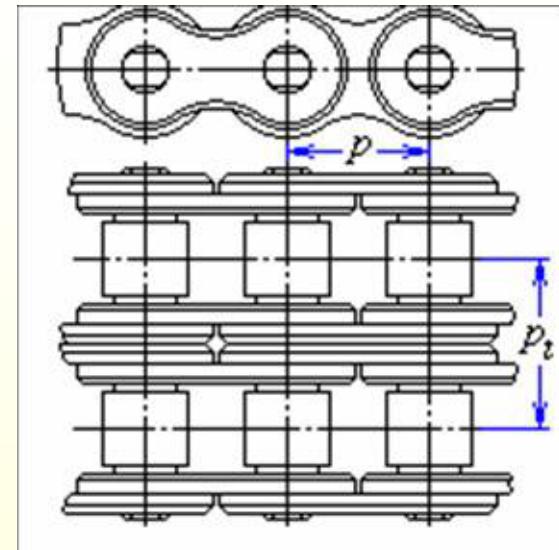
a过小

①单位时间的屈伸次数增加→易磨损和疲劳

②包角小→同时啮合的齿数少→轮齿受载大

a过大→链松边上下抖动→运转不平稳

$$\text{推荐 } a_0 = (30 \sim 50)p \quad a_{\max} = 80p$$



● 链节数 L_p 与中心距 a_0 之间的关系

$L_p:$

$$L_p = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{2a_0}{p} + \frac{p}{a_0} \cdot \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2$$

$$a = \frac{p}{4} \left[\left(L_p - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right) + \sqrt{\left(L_p - \frac{Z_1 + Z_2}{2} \right)^2 - 8 \left(\frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2} \right]$$

实际中心距 $a' = a - \Delta a$

$$\Delta a = (0.002 - 0.004)a$$

● $\triangle a$ 是为了保证松边有一个合适的安装垂度f时
中心距的减小量。

四. 设计计算

1. 中高速链传动($v \geq 0.6 \text{ m/s}$):

$$P_0 K_z K_L K_p \geq K_A P$$

$$P_0 \geq \frac{K_A P}{K_z K_L K_p}$$

式中 P_0 —特定条件的极限功率
 P —名义功率
 K_A —工作情况系数
 K_z —齿数系数
 K_L —链长系数
 K_p —多排链系数

2. 低速链传动($v < 0.6 \text{ m/s}$)：静载荷计算

$$S_{ca} = \frac{Q \cdot n}{K_A F_1} \geq (4 \sim 8)$$

式中 Q —单排链的极限拉伸载荷
 n —链排数
 F_1 —紧边拉力

五·设计过程

- 1.选择链轮齿数 Z_1 、 Z_2
- 2.计算功率 P_c
- 3.确定链条的链节数 L_p
- 4.计算传动所需功率 p'_0 (P_0)
- 5.根据额定功率曲线确定链条的型号及链条的节距 p
- 6.确定链长 L 、中心距 a 及中心距的减小量 Δa
- 7.验算链速
- 8.演算小链轮的轮毂孔 d_k (查表9~4)
- 9.计算在轴上的压轴力 Q
- 10.必要时校核链的静力强度 (防止过载拉断)

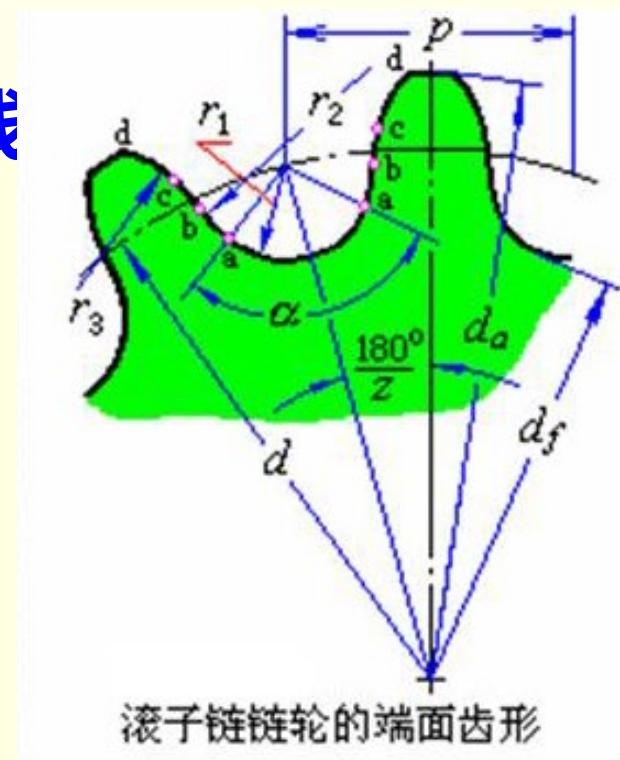
六 滚子链链轮的结构设计

1. 链轮齿形

应满足的要求：

$$d = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{Z}}$$

形状：三圆弧一直线
aa ab cd 弧 bc 线

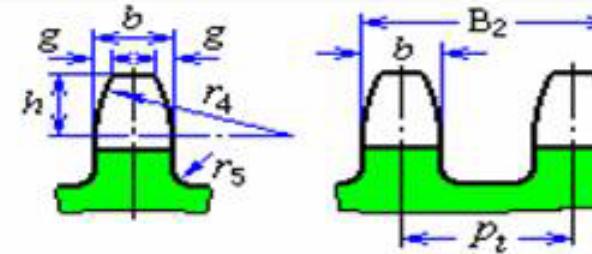


二. 链轮结构尺寸

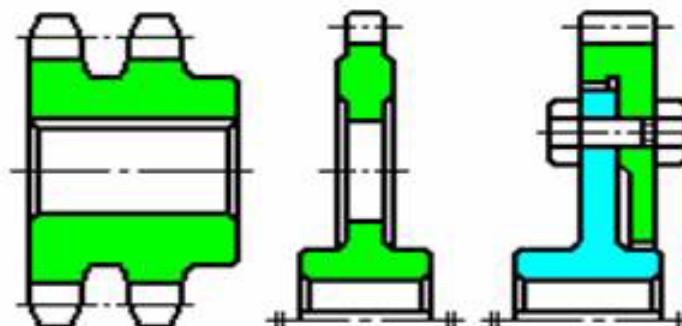
{ 整体式
孔板式
组合式

三. 材料

碳素钢、合金钢、球墨铸铁、灰铸铁、夹布胶木



滚子链链轮的轴面齿形



链轮结构



实心式链轮



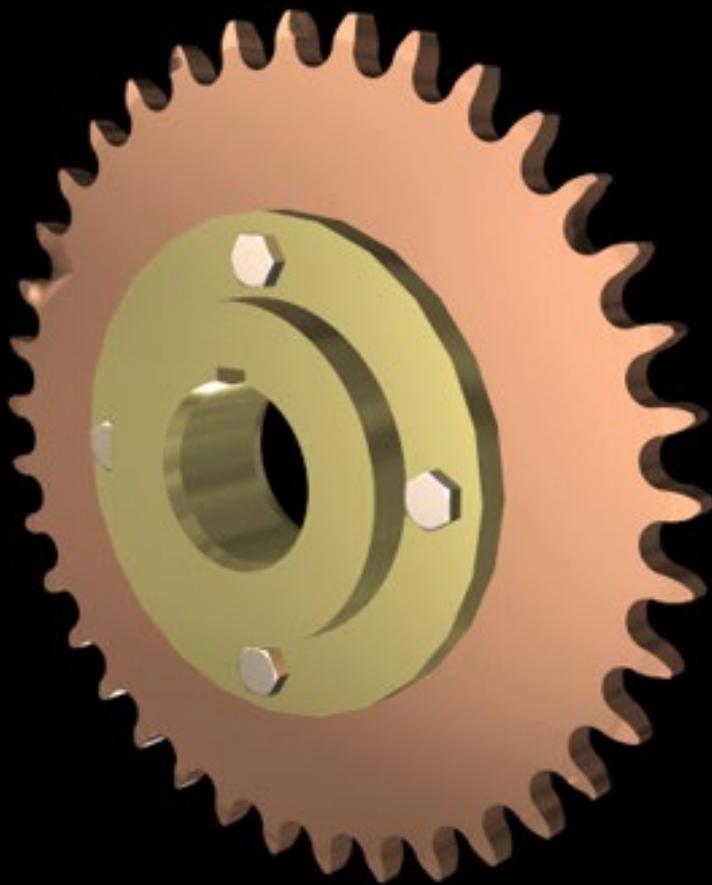
腹板式链轮



孔板式链轮



轮辐式链轮



齿圈式链轮

7 链传动的布置、张紧和润滑

一. 布置

1. 宜布置于低速级
2. 宜采用水平或接近水平布置：一般 $\alpha < 45^\circ$
3. 两链轮的回转平面应在同一平面内
4. 宜松边在下紧边在上（与带传动比较）

二. 润滑

人工润滑、滴油润滑、油浴润滑、压力润滑

二. 张紧

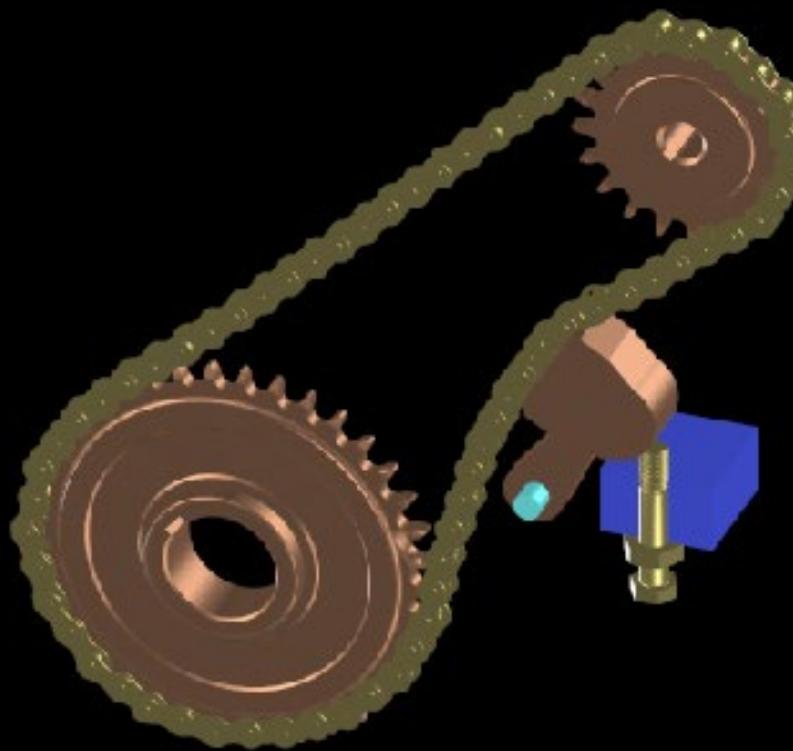
●张紧目的：避免在链条垂度过大时产生啮合不良和链条的振动现象，同时也为了增加链条与链轮的啮合包角。

●张紧方法

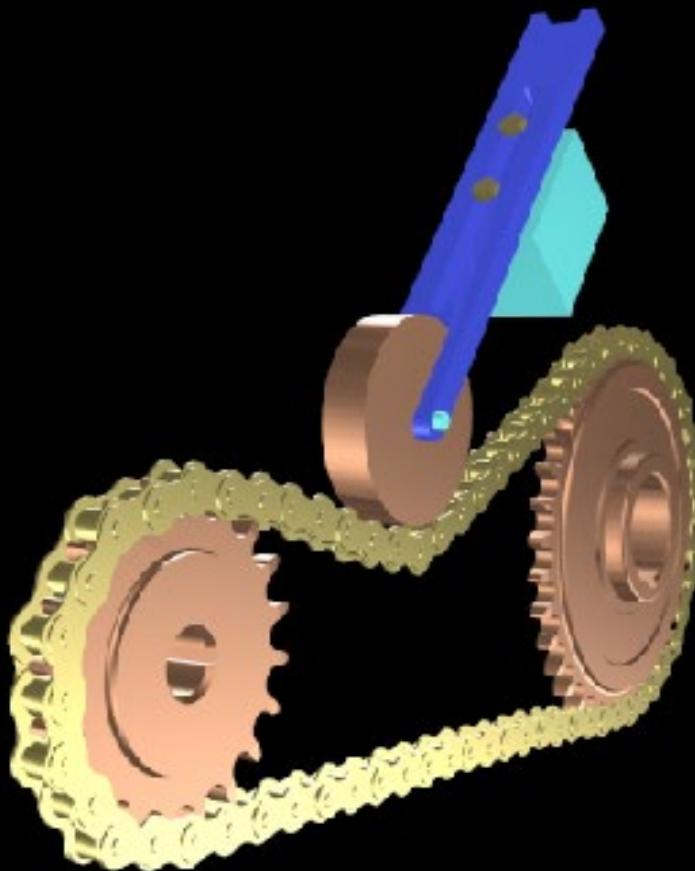
- ①取走几节
- ②调整中心距
- ③采用张紧轮、压板等

★采用张紧轮时一般在外侧紧压在松边靠近小链轮处，可以是链轮，也可以是滚轮，其直径与小链轮相近。

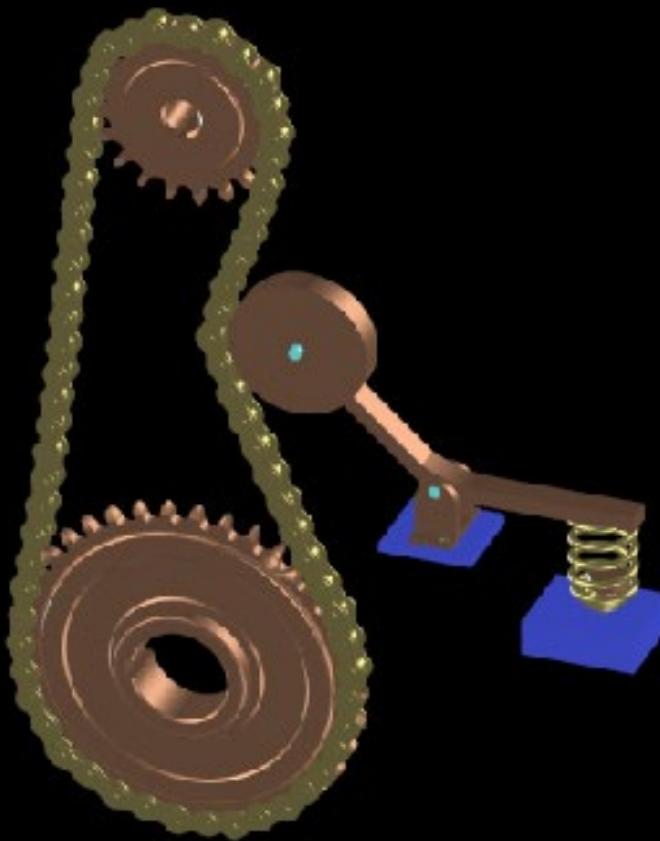
★★与带轮用张紧轮张紧比较，有何不同之处。比较它们松边与紧边的位置。



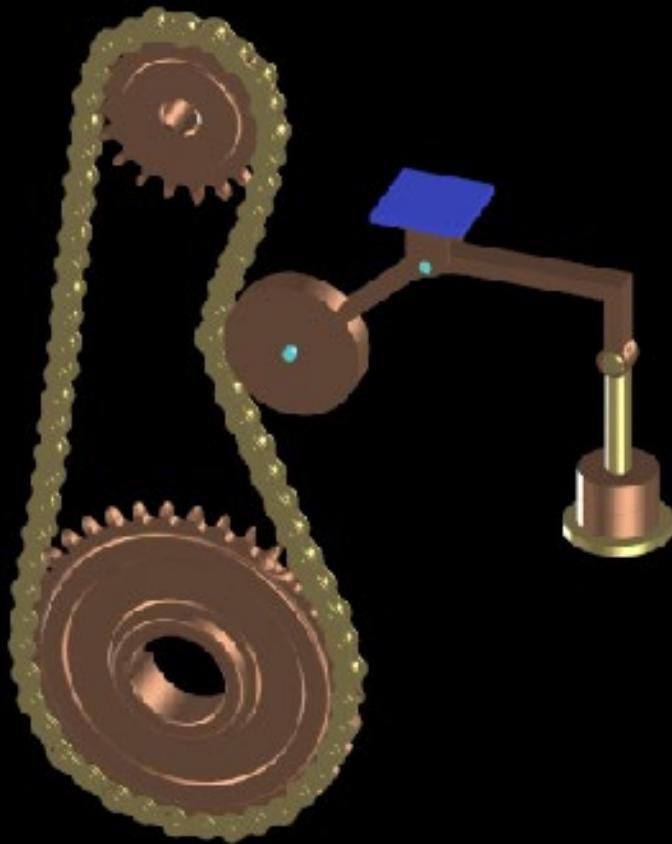
定期张紧装置（1）



定期张紧装置（2）



自动张紧装置 (1)



自动张紧装置（2）