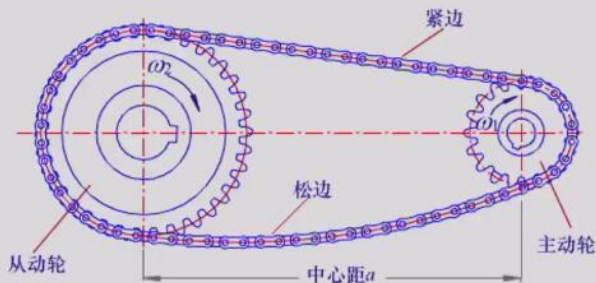


# 链传动的特点及应用

链传动是依靠链轮轮齿与链节的啮合来传递运动和动力。



上紧  
下松

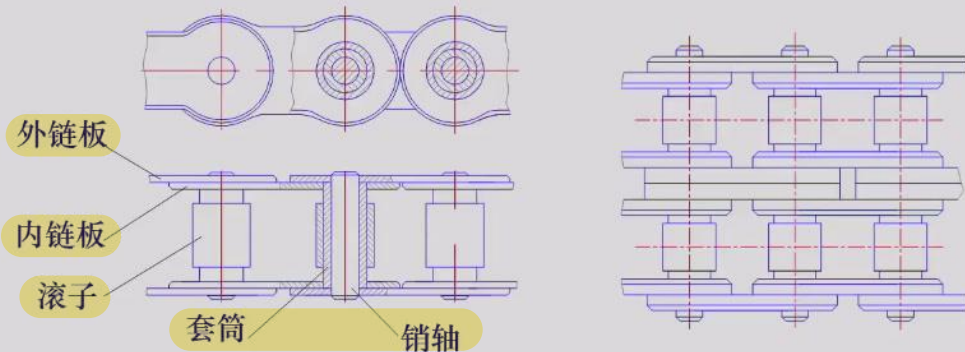
- 与带传动相比，链传动能保持准确的恒定平均传动比，不张紧，径向压轴力小，适于低速情况下工作。
- 与齿轮传动相比，链传动安装精度要求较低，成本低廉，可远距离传动。
- 可用于多尘、潮湿、高温等场合。
- 链传动的主要缺点是不能保持恒定的瞬时传动比。
- 链传动主要用在要求工作可靠、转速不高，且两轴相距较远，以及其它不宜采用齿轮传动的场合。

# 传动链的结构特点

传动链是链传动中的主要元件，传动链有滚子链和齿形链等类型。

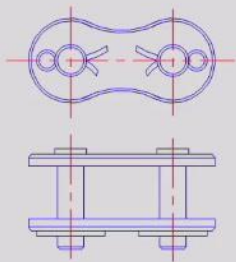
## 一、滚子链

- 滚子链是由滚子、套筒、销轴、内链板和外链板组成。
- 内链板与套筒之间、外链板与销轴之间为过盈联接。
- 滚子与套筒之间、套筒与销轴之间均为间隙配合。

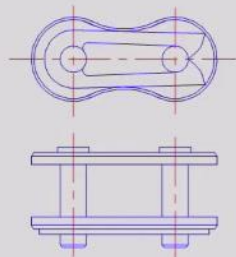


滚子链有单排链、双排链、多排链。多排链的承载能力与排数成正比，但由于精度的影响，各排的载荷不易均匀，故排数不宜过多。

链条的接头处的固定形式有：



用开口销固定，多用于大节距链



可拆

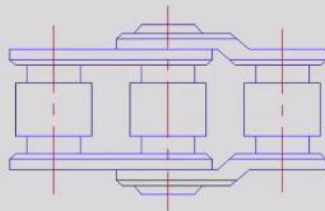
弹簧卡片固定，多用于小节距链

设计时，链节数以取为偶数为宜，这样可避免使用过渡链节，因为过渡链节会使链的承载能力下降。

两个链轴  $\Rightarrow$  一个链节

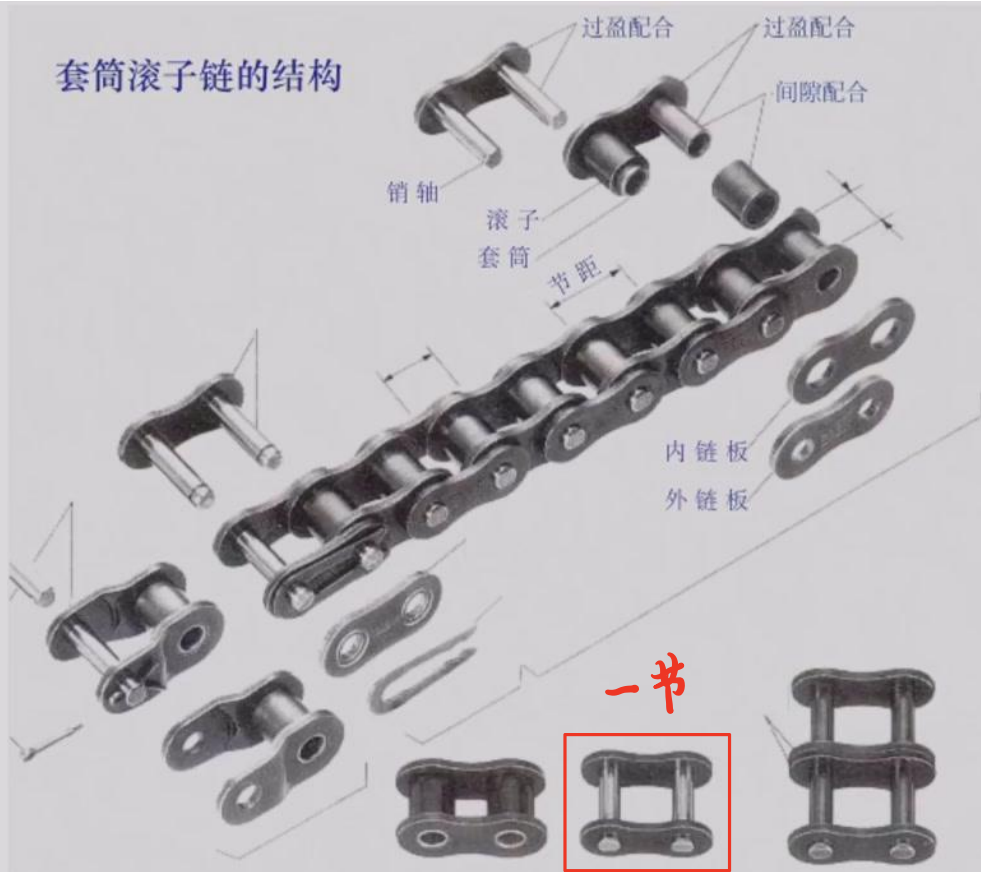
滚子链规格：A系列（美国）、B系列（英国）

滚子链的主要参数：节距P、排数、节数



例：08A-1-90 A系列、节距12.7、单排、90节

## 套筒滚子链的结构



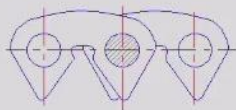
## 二、齿形链

齿形链又称无声链，它是一组链齿板铰接而成。工作时链齿板与链轮轮齿相啮合而传递运动。

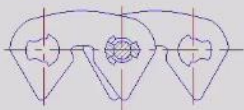


齿形链上设有**导板**以防止链条工作时发生侧向窜动。导板有内导板和外导板之分。内导板齿形链导向性好，工作可靠；外导板齿形链的链轮结构简单。

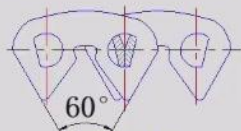
齿形链按铰链结构不同可分为圆销式、轴瓦式和滚柱式三种。



圆销式



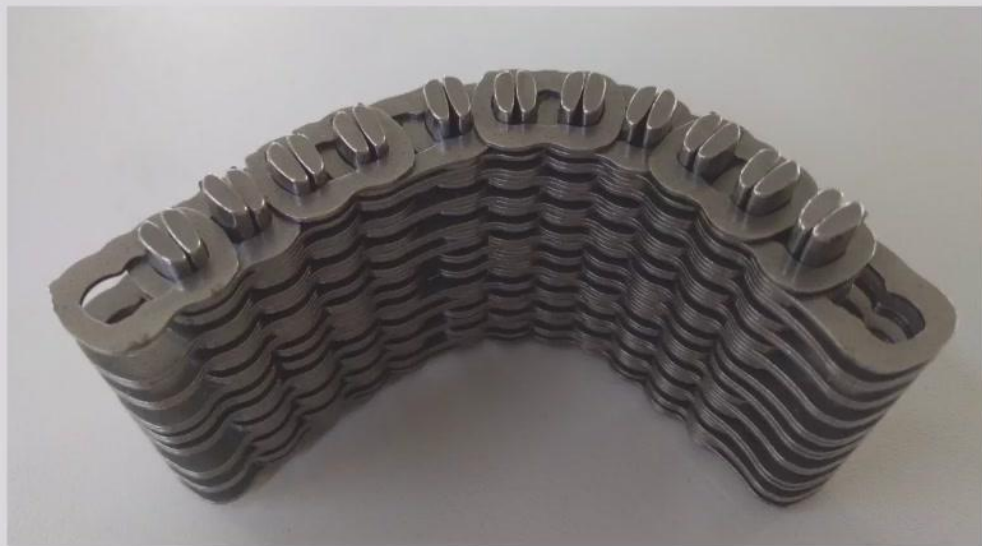
轴瓦式



滚柱式

与滚子链相比，齿形链传动平稳无噪声承受冲击性能好，工作可靠，多用于高速或运动精度要求较高的传动装置中。

## 二、齿形链实物照片





## 各类链条照片



## 各类链条照片





## 各类链条照片



## 各类链条照片



# 各类链条照片

港口堆高机链、提升链共400余个品种，1000余个规格  
 00万米/年  
 车、登高提升、立体停车库、高强度传输线  
 车田、永恒力、三菱、特雷克斯、海斯特、日产、力至优、合力、50%  
 交链，按时交货率在98%以上；国内叉

三一重工等  
 式链、叉车链条制造水平已达到

企业精神：诚信、务实、创

强企业！



## 各类链条照片



## 各类链条照片





## 各类链条照片





各类链条照片



# 滚子链链轮的结构和材料

## 一、链轮的参数和齿形

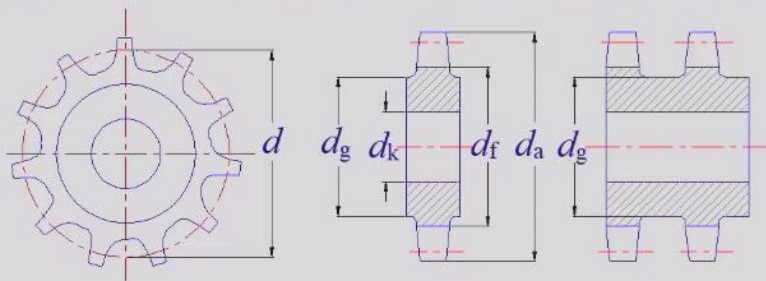
链轮是链传动的主要零件，其齿形已经标准化。链轮设计的主要内容是：

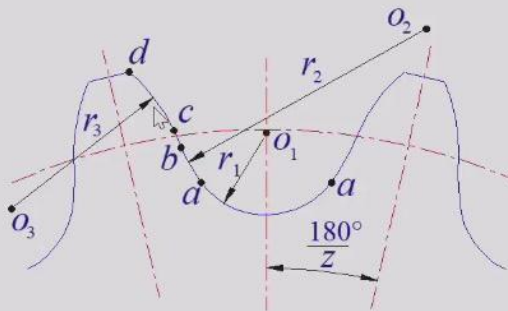
- 确定链轮的结构和尺寸。
- 选择链轮的材料和热处理方式。

链轮的基本参数：

配用链条的节距  $p$ 、滚子的最大外径  $d_1$ 、排距  $p_1$ 、齿数  $z$ 。

链轮的主要尺寸见下图，链轮毂孔的直径应小于其最大许用直径  $d_{kmax}$ 。





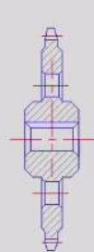
链轮较常用的齿形是一种三圆弧一直线的齿形（如左图所示）。图中，齿廓上的 $a-a$ 、 $a-b$ 、 $c-d$ 线段为三段圆弧，半径依次为 $r_1$ 、 $r_2$ 和 $r_3$ ； $b-c$ 线段为直线段。

## 二、链轮的结构和材料

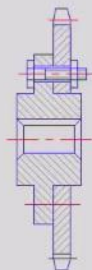
- ◆ 小直径的链轮可制成整体式。
- ◆ 中等尺寸的链轮可制成孔板式。
- ◆ 大直径的链轮可制成组装式。



整体式链轮



孔板式链轮



组装式链轮

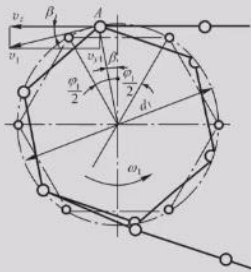
链轮的材料应能保证轮齿具有足够的耐磨性和强度，由于小链轮的工作情况较大链轮的恶劣些，故小链轮通常采用较好的材料制造。

循环次数多

# 链传动的运动特性

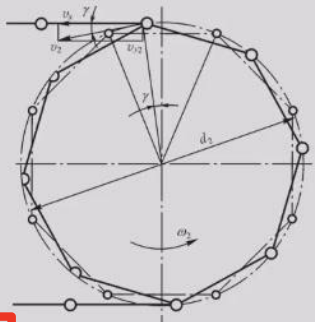
## 一、链传动的速度分析

在链传动中，链条包在链轮上如同包在两正多边形的轮子上，正多边形的边长等于链条的节距  $p$ 。



链的平均速度为：

$$v = \frac{z_1 n_1 p}{60 \times 1000} = \frac{z_2 n_2 p}{60 \times 1000}$$



链传动的平均传动比为：

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

链条铰链A点的前进分速度  $v_x = R_1 \omega_1 \cos \beta$

上下运动分速度  $v_y = R_1 \omega_1 \sin \beta$

## 二、链传动的运动不均匀性

由上述分析可知，链传动中，链条的前进速度和上下抖动速度是周期性变化的，链轮的节距越大，齿数越少，链速的变化就越大。

因为从动链轮的角速度为：

$$\omega_2 = \frac{v_x}{R_2 \cos \gamma} = \frac{R_1 \omega_1 \cos \beta}{R_2 \cos \gamma}$$

所以链传动瞬时传动比为：

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2 \cos \gamma}{R_1 \cos \beta}$$

当主动链轮匀速转动时，从动链轮的角速度以及链传动的瞬时传动比都是周期性变化的，因此链传动不宜用于对运动精度有较高要求的场合。

链传动的不均匀性的特征，是由于围绕在链轮上的链条形成了正多边形这一特点所造成的，故称为链传动的多边形效应。



### 三、链传动的动载荷

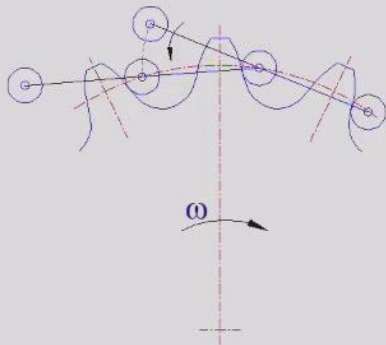
链传动中的多边形效应造成链条和链轮都是周期性的变速运动，从而引起动载荷。

链条前进的加速度引起的动载荷为： $F_{d1} = ma_c$

从动链轮的角加速度引起的动载荷为： $F_{d2} = \frac{J}{R_2} \frac{d\omega_2}{dt}$

链轮的转速越高、节距越大、齿数越少，则传动的动载荷就越大。链节和链轮啮合瞬间的相对速度，也将引起冲击和动载荷。链节距越大，链轮的转速越高，则冲击越强烈。

当链节啮上链轮轮齿的瞬间，作直线运动的链节铰链和以角速度 $\omega$ 作圆周运动的链轮轮齿，将以一定的相对速度突然相互啮合，从而使链条和链轮受到冲击，并产生附加动载荷。





## 链传动的受力分析

链传动在安装时，应使链条受到一定的张紧力，张紧的目的主要是使松边不致过松，以免影响链条正常退出啮合和产生振动、跳齿或脱链现象。

上边  
链的紧边拉力为：

$$F_1 = F_e + F_c + F_f$$

下边  
链的松边拉力为：

$$F_2 = F_c + F_f$$

其中： $F_e$ 为有效圆周力：

$$F_e = 1000 \frac{P}{v}$$

$F_c$ 为离心力引起的拉力： $F_c = qv^2$

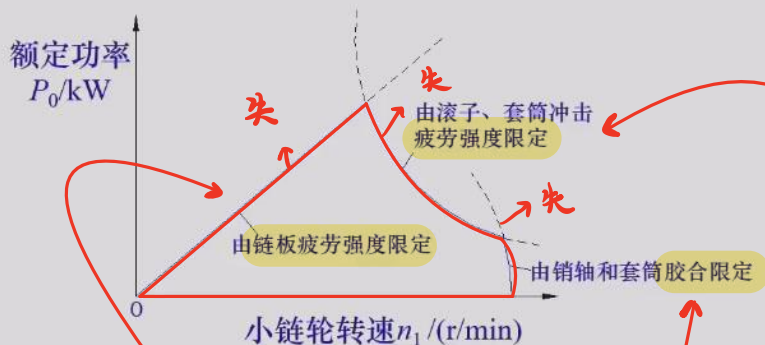
$F_f$ 为悬垂拉力，与链条松边的垂度和传动的布置方式有关。

在上述各式中， $P$ 为传递的功率 (kW)； $v$ 为链速(m/s)； $q$ 为单位长度链条的质量(kg/m)。

# 滚子链传动的设计计算

## 一、失效形式和额定功率

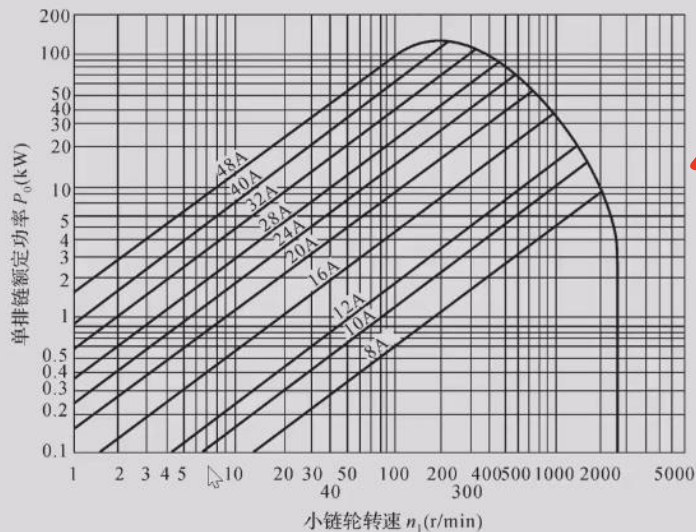
链传动的失效形式有链的疲劳破坏、链条铰链的磨损、链条铰链的胶合以及链条的静力拉断。



在中等速度的链传动中，链传动的承载能力主要取决于链板的疲劳强度；随着链轮转速的增高，链传动的多边形效应增大，传动能力主要取决于滚子和套筒的冲击疲劳强度，转速越高，传动能力就越低，并会出现铰链胶合现象，使链条迅速失效。

# 滚子链传动的设计计算

## 一、失效形式和额定功率



A系列滚子链，小链轮齿数  $z_1=25$ ，链长  $L_p=120$

修正系数 (若  $z_1$ 、 $L_p$  不同)

## 二、滚子链传动的计算准则

当链速大于0.6m/s时： 防止F过大，静强度拉断

$$K_A P \leq [P_0]$$

计算功率 $P_{ca}$       $P_{ca} = K_A P$

(修正)

单根链传递的功率  $[P_0]$

### 三、滚子链传动的设计方法和步骤

#### 1. 链轮齿数

选择小链轮齿数 $Z_1$  → 计算大链轮齿数 $Z_2=iZ_1$ 。

小链轮齿数 $Z_1$ 过少 → 运动不平稳严重。

小链轮齿数 $Z_1$ 过大 → 增大了传动的尺寸和质量。

通常限制链传动的传动比 $i \leq 6$ ，推荐的传动比 $i = 2 \sim 3.5$ 。

#### 2. 确定计算功率

计算功率 $P_{ca}$ 是根据传递的额定功率 $P$ ，并考虑工作情况来确定的。

$$P_{ca} = K_A P$$

$K_A$ 为链传动的工作情况系数。

#### 3. 链的节距

链的节距越大，承载能力就越高，但传动的多边形效应也要增大，振动冲击和噪声也越严重。设计一般尽量选取小节距的链。

满足承载前提下



考虑到链传动的实际工作条件与标准实验条件的不同，引入修正系数，单根链传递的功率按下式确定：

$$[P_0] = \frac{P_0 K_m}{K_c}$$

式中：

$P_0$ 为额定功率；

$K_c$ 为小链轮齿数系数；

$K_m$ 为多排链系数；

链条节距  $p$  可根据功率  $P_0$  和小链轮转速  $n_1$  由额定功率曲线选取。

#### 4. 链传动的中心距和链节数

链传动的中心距过大或过小对传动都会造成不利影响。设计时一般取中心距

$a_0 = (30 \sim 50)p$ ，最大取  $a_{0\max} = 80p$ 。

初定  $a_0$





链条的长度以链节数 $L_p$ 来表示，链节数为：**得 $L_p$ ，取偶**

$$L_p = \frac{2a_0}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left( \frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \frac{p}{a_0}$$

计算出的 $L_p$ 应圆整为整数，最好取为偶数，链传动的中心距为：

$$a = \frac{p}{4} \left[ \left( L_p - \frac{z_1 + z_2}{2} \right) + \sqrt{\left( L_p - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \left( \frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2} \right]$$

**a**

### 5. 小链轮轮毂最大直径

根据小链轮的节距和齿数确定链轮轮毂的最大直径 $d_{kmax}$ ，若 $d_{kmax}$  小于安装链轮处的轴径，则应重新选择链传动的参数。

### 6. 低速链传动的静力强度计算

**低速**

对于链速 $v < 0.6 \text{ m/s}$ 的低速链传动，因抗拉静力强度不够而破坏的可能性很大，故应进行抗拉静力强度计算。

# 链传动的布置、张紧和润滑

## 一、链传动的布置

链传动一般应布置在铅垂面内，尽可能避免布置在水平或倾斜平面内。

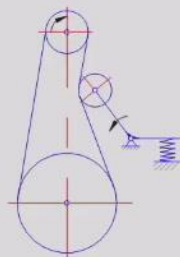
链传动的紧边在上方或在下方都可以，但在上方好一些。

应尽量保持链传动的两个链轮共面，否则工作中容易脱链。

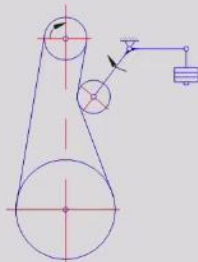
## 二、链传动的张紧

长链尤其↓

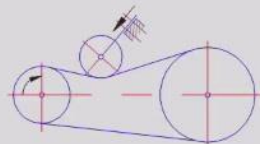
链传动张紧的目的，主要是为了避免在链条的垂度过大时产生啮合不良和链条的振动现象；同时也为了增加链条与链轮的啮合包角。



弹簧力张紧



砝码张紧



定期调整张紧



### 三、链传动的润滑

链传动中销轴与套筒之间产生磨损，链节就会伸长，这是影响链传动寿命的最主要因素。因而，润滑是延长链传动寿命的最有效的方法。润滑的作用对高速重载的链传动尤为重要。

比齿轮要求低

- 良好的润滑可缓和冲击、减轻磨损、延长链条的使用寿命。
- 润滑油推荐采用牌号为：L-AN32、L-AN46、L-AN68等全损耗系统用油。
- 对于开式及重载低速传动，可在润滑油中加入 $\text{MoS}_2$ 、 $\text{WS}_2$ 等添加剂。
- 对于不便采用润滑油的场合，允许涂抹润滑脂，但应定期清洗与涂抹。