

第 6 章 链传动

本章提示:

链传动由两个链轮和绕在两轮上的中间挠性件——链条所组成。靠链条与链轮之间的啮合来传递两平行轴之间的运动和动力,属于具有啮合性质的强迫传动。其中,应用最广泛的是滚子链传动。

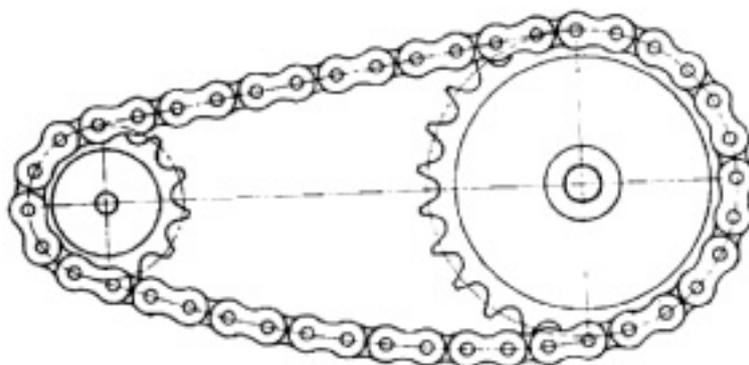
本章介绍了链传动的工作原理、特点及应用范围;重点分析了链传动的运动不均匀性(即多边形效应)产生的原因和链传动的失效形式;阐明了功率曲线图的来历及使用方法;着重讨论了滚子链传动的设计计算方法及主要参数选择;简要介绍了齿形链的结构特点以及链传动的润滑和张紧的方法。

基本要求

- 1). 了解链传动的工作原理、特点及应用
- 2). 了解滚子链的标准、规格及链轮结构特点。
- 3). 掌握滚子链传动的设计计算方法。
- 4). 对齿形链的结构特点以及链传动的布置、张紧和润滑等方面有一定的了解。

6.1 概述

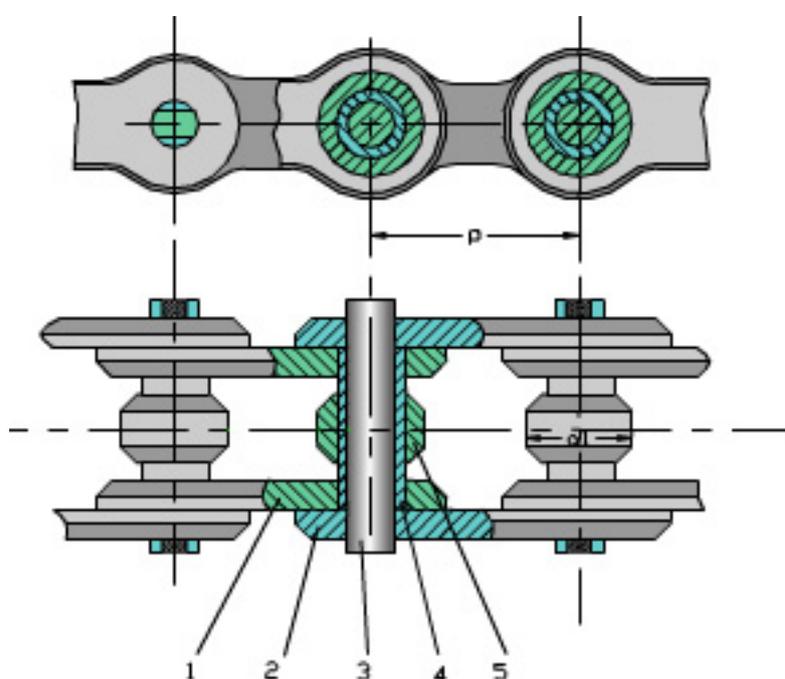
链传动是由装在平行轴上的主、从动链轮和绕在链轮上的环形链条所组成,见图 6.1,以链作中间挠性件,靠链与链轮轮齿的啮合来传递运动和动力。



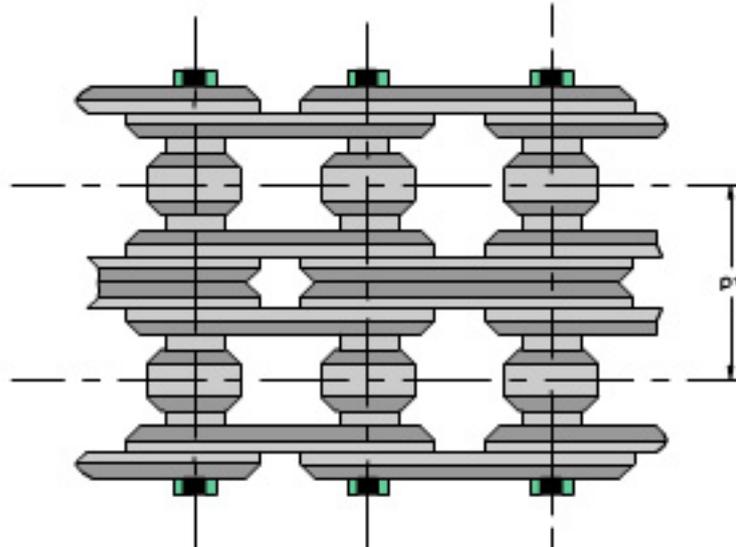
在链传动中，按链条结构的不同主要有滚子链传动和齿形链传动两种类型：

1. 滚子链传动

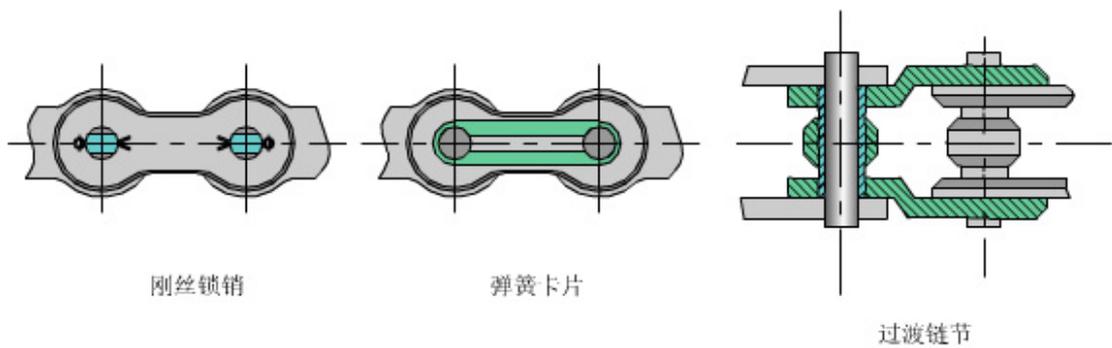
滚子链的结构如图 6.2。它由内链板 1、外链板 2、销轴 3、套筒 4 和滚子 5 组成。链传动工作时，套筒上的滚子沿链轮齿廓滚动，可以减轻链和链轮轮齿的磨损。



把一根以上的单列链并列、用长销轴联接起来的链称为多排链，图 6.3 为双排链。链的排数愈多，承载能力愈高，但链的制造与安装精度要求也愈高，且愈难使各排链受力均匀，将大大降低多排链的使用寿命，故排数不宜超过 4 排。当传动功率较大时，可采用两根或两根以上的双排链或三排链。



为了形成链节首尾相接的环形链条，要用接头加以连接。链的接头形式见图 6.4。当链节数为偶数时采用连接链节，其形状与链节相同，接头处用钢丝锁销或弹簧卡片等止锁件将销轴与连接链板固定；当链节数为奇数时，则必须加一个过渡链节。过渡链节的链板在工作时受有附加弯矩，故应尽量避免采用奇数链节。



链条相邻两销轴中心的距离称为链节距，用 p 表示，它是链传动的主要参数。

滚子链已标准化，分为 A、B 两种系列。A 系列用于重载、高速或重要传动；B 系列用于一般传动。表 6.1 列出了部分滚子链的基本参数和尺寸。

表 12.1 滚子链的主要尺寸和极限拉伸载荷 (mm)

链号	链节距	滚子外 径	销轴直 径	内链节内 宽	内链节 外宽	排距	单排每米质 量	单排链极限拉 伸载荷
	p	d_{1max}	d_{2max}	b_{1min}	b_{2min}	p_t	q/kgm^{-1}	Q_B/N
08A	12.700	7.95	3.96	7.85	11.18	14.38	0.6	13800
10A	15.875	10.16	5.08	9.40	13.84	18.11	1.0	21770
12A	19.050	11.91	5.94	12.57	17.75	22.78	1.5	31180
16A	25.400	15.88	7.92	15.88	22.61	29.29	2.6	55590
20A	31.750	19.05	9.53	18.90	27.46	35.76	3.8	86770
24A	38.100	22.23	11.10	25.22	35.46	45.44	5.6	124510
28A	44.450	25.40	12.70	25.22	37.19	48.87	7.5	169020
32A	50.800	28.58	14.27	31.55	45.21	58.55	10.10	222350
40A	63.500	39.68	19.84	37.85	54.80	71.55	16.10	346860

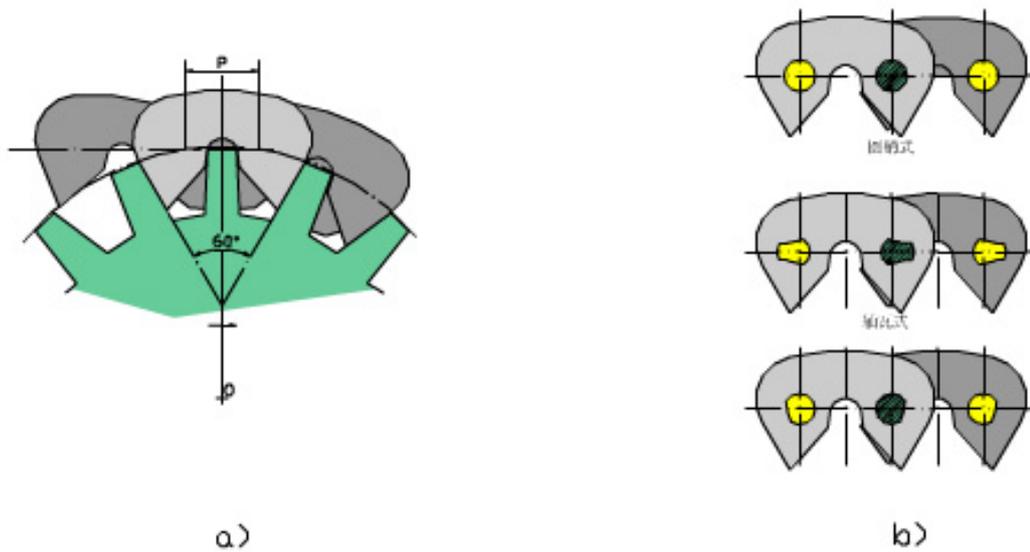
2. 齿形链传动

齿形链传动是利用特定齿形的链板与链轮相啮合来实现传动的。

齿形链是由彼此用铰链联接起来的齿形链板组成（图 6.5），链板两工作侧面间的夹角为 60° ，相邻链节的链板左右错开排列，并用销轴、轴瓦或滚柱将链板联接起来。按铰链结构不同，分为圆销铰链式、轴瓦铰链式和滚柱铰链式三种，见图 6.5b。

单位：mm

链轮号 Sprocket No.	节距 Pitch P	滚子直 径 Roller dia(ϕ)	h	倒角高 Height of chamfer C	倒角宽 Width of chamfer C	倒角半 径 Radius of chamfer C	排距 Trans verse pitch of strands P+	单排	2排	3排		4排			
								Simple	Duplex	Triplex		Quadruplex			
								齿厚 Teeth thick ness t1	齿厚 Teeth thick ness t2-t3	齿厚 Teeth thick ness		齿厚 Teeth thick ness			
	B2	B3	t4	B2	B3	B4									
25	6.35	3.30	4.0	3.2	0.8	6.8	6.4	2.8	2.7	9.10	15.3	2.4	8.8	15.2	21.6
35	9.525	5.80	5.0	4.8	1.2	10.2	10.1	4.3	4.1	14.23	24.36	3.8	13.90	24.0	34.1
410	12.70	7.77	7.0	7.0	1.1	19.2		2.8							
415	12.70	7.77	7.0	7.0	1.6	13.5		4.3							
41	12.70	7.77	7.0	6.4	1.6	13.5		5.8							
40	12.70	7.92	7.0	6.4	1.6	13.5	14.4	7.2	7.0	21.4	35.8	6.5	20.9	35.3	49.7
50	15.875	10.16	10.3	7.9	2.0	16.9	18.1	8.7	8.4	26.5	44.6	7.9	26.0	44.1	62.2
60	19.05	11.91	11.8	9.5	2.4	20.3	22.8	11.7	11.3	34.1	56.9	10.6	33.4	56.2	79.0
80	25.4	15.88	15.5	12.7	3.2	27.0	29.3	14.5	14.1	43.4	72.7	13.3	42.6	71.9	101.2
100	31.75	19.05	19.2	15.9	4.0	33.8	35.8	17.5	17.0	52.8	88.6	16.0	51.8	87.6	123.4
120	38.10	22.22	23.0	19.1	4.8	40.5	45.4	23.5	22.7	68.1	113.5	21.5	66.9	112.3	157.7
140	44.45	25.40	27.0	22.2	5.6	47.5	48.9	23.5	22.7	71.6	120.5	21.5	70.4	119.3	168.3
160	50.80	28.58	31.6	25.4	6.4	54.0	58.5	29.3	28.4	86.9	145.4	27.0	85.5	144.0	202.5
180	57.15	35.71	36.8	28.5	7.2	61.0	65.8	33.1	32.0	97.8	163.6	30.4	96.2	162.0	227.8
200	63.50	39.67	39.6	31.8	7.9	67.5	71.6	35.3	34.1	105.7	177.3	32.5	104.1	175.7	247.3
240	76.20	47.62	48.5	38.1	9.5	81.0	87.8	44.1	42.7	130.5	218.3	40.7	128.5	216.3	304.1



与滚子链相比，齿形链具有工作平稳、噪声较小、允许链速较高、承受冲击载荷能力较好和轮齿受力较均匀等优点；但结构复杂、装拆困难、价格较高、重量较大并且对安装和维护的要求也较高。

6.2 滚子链链轮的结构设计

1. 链轮的齿形

链轮齿形必须保证链节能平稳自如地进入和退出啮合,尽量减少啮合时的链节的冲击和接触应力,而且要易于加工。

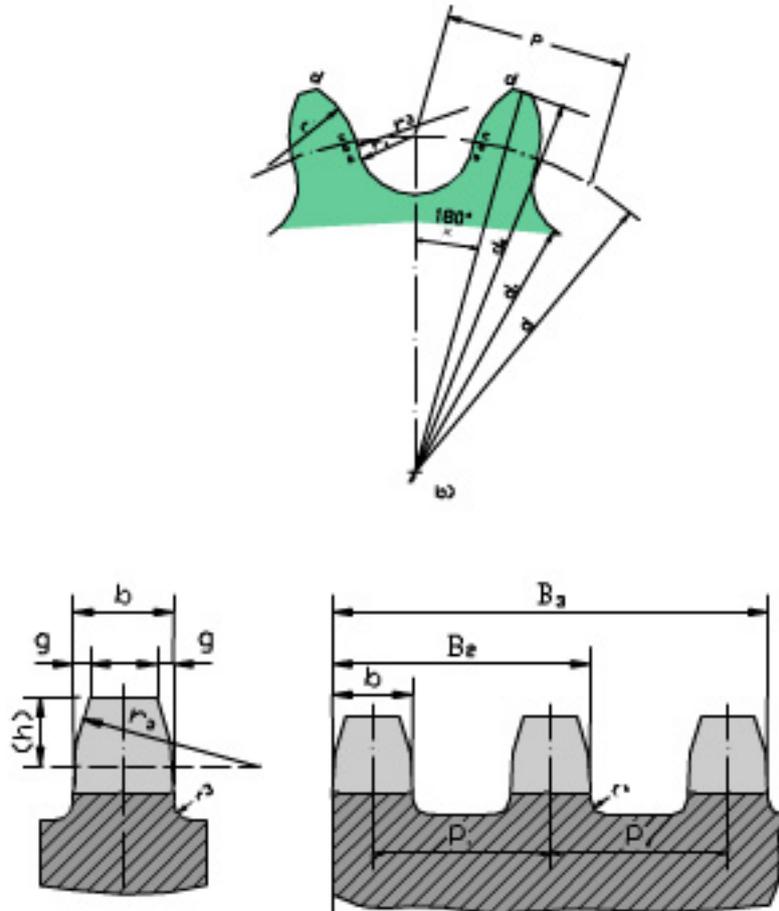
常用的链轮端面齿形见图 6.6。它是由三段圆弧 aa、ab、cd 和一段直线 bc 构成,简称三圆弧-直线齿形。齿形用标准刀具加工,在链轮工作图上不必绘制端面齿形,只需在图上注明“齿形按 3RGB1244-85 规定制造”即可,但应绘制链轮的轴面齿形,见图 6.7,其尺寸参阅有关设计手册。工作图中应注明节距 p 、齿数 z 、分度圆直径 d (链轮上链的各滚子中心所在的圆)、齿顶圆直径 d_a 、齿根圆直径 d_f 。其计算公式为

$$\text{分度圆直径 } d = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{z}} \quad (12.1)$$

$$\text{齿顶圆直径 } d_a = p(0.54 + \cot \frac{180^\circ}{z}) \quad (12.2)$$

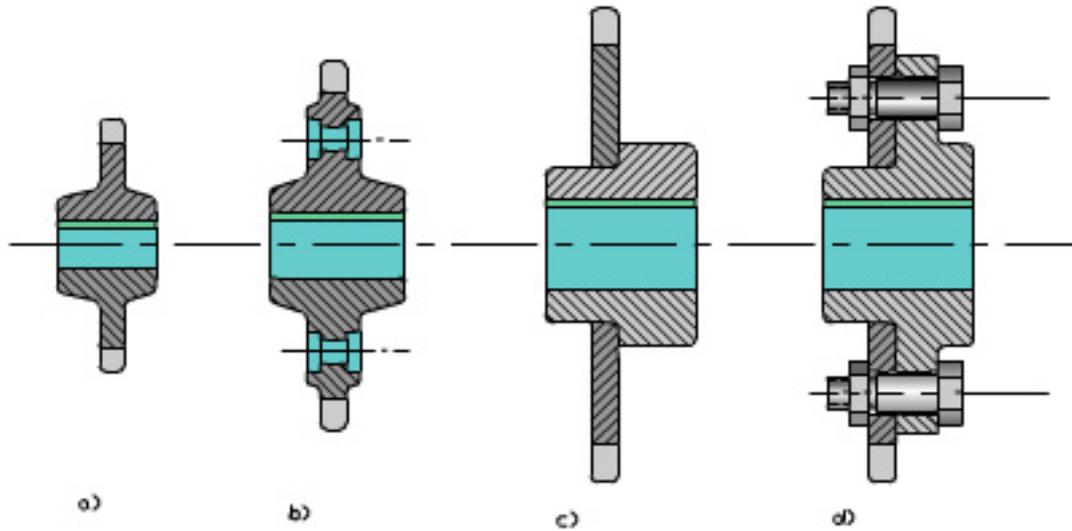
$$\text{齿根圆直径 } d_f = d - d_r \quad (12.3)$$

式中 d_r ——滚子直径 (mm)。



2. 链轮结构

图 6.8 为几种常用的链轮结构。小直径链轮一般做成整体式（图 6.8a），中等直径链轮多做成辐板式，为便于搬运、装卡和减重，在辐板上开孔（图 6.8b），大直径链轮可做成组合式（图 6.8c, d），此时齿圈与轮芯可用不同材料制造。



3. 链轮材料

链轮材料应保证轮齿有足够的强度和耐磨性，故链轮齿面一般都经过热处理，使之达到一定硬度。常用材料见表 6.2。

链轮材料	热处理	齿面硬度	应用范围
15、20	渗碳、淬火、回火	50~60HRC	$z \leq 25$ 有冲击载荷的链轮
35	正火	160~200HBS	$z > 25$ 的链轮
45、50、ZG310-570	淬火、回火	40~45HRC	无剧烈冲击振动和要求耐磨损的链轮
15Cr、20Cr	渗碳、淬火、回火	50~60HRC	$z \leq 25$ 的大功率传动链轮
40Cr、35SiMn、35CrMo	淬火、回火	40~50HRC	要求强度较高和耐磨损的重要链轮
A3、A5	焊接退火	140HBS	中低速、中等功率的较大链轮
不低于 HT200 的灰铸铁	淬火、回火	260~280HBS	$z > 50$ 的链轮
夹布胶木			$P < 6\text{kW}$ 、速度较高、要求传动平稳、噪声小的链轮

6.3 链传动工作情况分析

6.3.1 链传动的运动分析

1. 链传动的运动不均匀性

链条进入链轮后形成折线，因此链传动的运动情况和绕在正多边形轮子上的带传动很相似，见图 6.9。边长相当于链节距 p ，边数相当于链轮齿数 z 。链轮每转一周，链移动的距离为 zp ，设 z_1 、 z_2 为两链轮的齿数， p 为节距（mm）， n_1 、 n_2 为两链轮的转速（r/min），则链条的平均速度 v （m/s）为

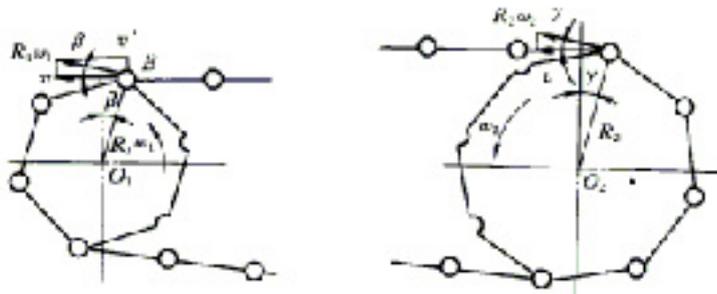
$$v = z_1 p n_1 / 60 \times 1000 = z_2 p n_2 / 60 \times 1000 \quad (6.4)$$

由上式可得链传动的平均传动比 $i = n_1 / n_2 = z_2 / z_1$

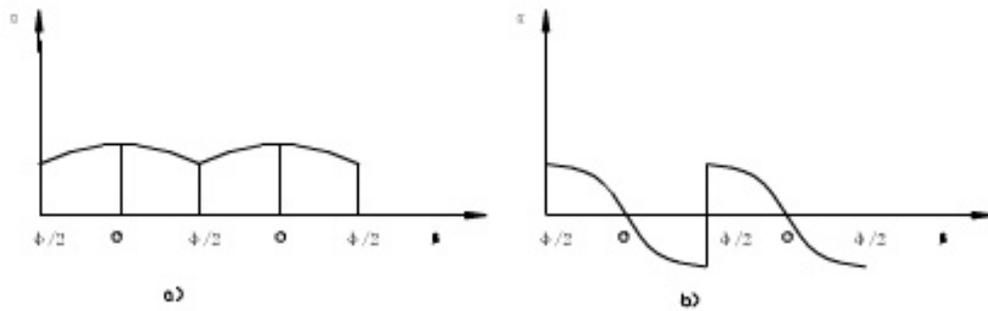
(6.5)

事实上，链传动的瞬时链速和瞬时传动比都是变化的。分析如下：设链的紧边在传动时处于水平位置，见图 6.9。设主动轮以等角速度 ω_1 转动，则其分度圆周速度为 $R_1 \omega_1$ 。当链节进入主动轮时，其销轴总是随着链轮的转动而不断改变其位置。当位于 β 角的瞬时，链水平运动的瞬时速度等于销轴圆周速度的水平分量。即链速 v

$$v = \cos \beta R_1 \omega_1 \quad (6.6)$$



角的变化范围在 $\pm \phi_1/2$ 之间， $\phi_1 = 360^\circ / z_1$ 。当 $\beta = 0$ 时，链速最大， $v_{\max} = R_1 \omega_1$ ；当 $\beta = \pm \phi_1/2$ 时，链速最小， $v_{\min} = R_1 \omega_1 \cos(\phi_1/2)$ 。因此，即使主动链轮匀速转动时，链速 v 也是变化的。每转过一个链节距就周期变化一次，见图 6.10。同理，链条垂直运动的瞬时速度 $v^{\cdot} = R_1 \omega_1 \sin \beta$ 也作周期性变化，从而使链条上下抖动。



从动链轮由于链速 $v \neq$ 常数和 γ 角的不断变化 (图 6.9), 因而它的角速度 $\omega_2 = v/R_2 \cos \gamma$ 也是变化的。

链传动比的瞬时传动比 i 为
$$i = \omega_1 / \omega_2 = R_2 \cos \gamma / R_1 \cos \beta$$
 (6.7)

显然, 瞬时传动比不能得到恒定值。因此链传动工作不稳定。

2. 链传动的动载荷

链传动在工作时产生动载荷的主要原因是:

(1) 链速和从动链轮角速度周期性变化, 从而产生了附加的动载荷。链的加速度愈大, 动载荷也将愈大。链的加速度为

$$a = \frac{dv}{dt} = -R_1 \omega_1 \sin \beta \frac{d\beta}{dt} = -R_1 \omega_1^2 \sin \beta$$

当 $\beta = \pm \frac{\varphi_1}{2}$ 时, 得到最大加速度

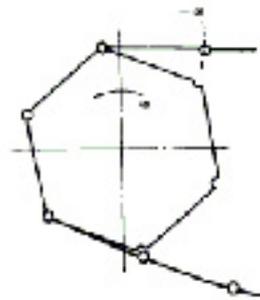
$$a_{\max} = \pm R_1 \omega_1^2 \sin \frac{\varphi_1}{2} = \pm R_1 \omega_1^2 \sin \frac{180^\circ}{z} = \pm \frac{\omega_1^2 p}{2}$$

可见, 链轮转速愈高、链节距愈大、链轮齿数愈少, 动载荷都将增大。

2) 链沿垂直方向分速度也作周期性地变化, 使链产生横向振动, 这也是链传动产生动载荷的原因之一。

(3) 链节进入链轮的瞬时，链节与链轮轮齿以一定的相对速度啮合，链与轮齿将受到冲击，并产生附加动载荷。如图 6.11 所示，根据相对运动原理，把链轮看作静止的，链节就以角速度 $-\omega$ 进入轮齿而产生冲击。这种现象，随着链轮转速的增加和链节距的加大而加剧。使传动产生振动和噪声。

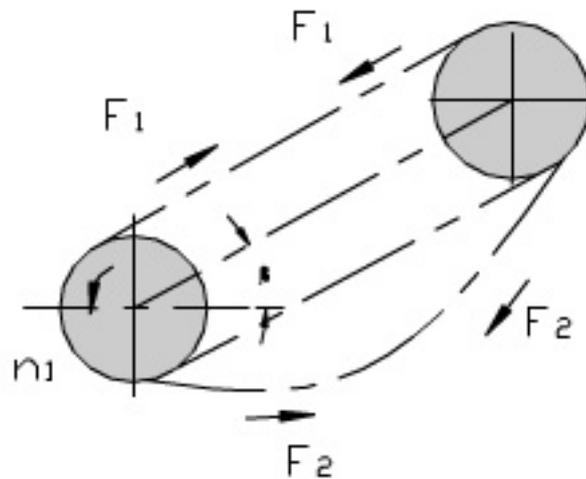
(4) 若链张紧不好、链条松弛，在起动、制动、反转、载荷变化等情况下，将产生惯性冲击，使链传动产生很大的动载荷。



由于链传动的动载荷效应，链传动不宜用于高速。

6.3.2 链传动的受力分析

安装链传动时，只需不大的张紧力，主要是使链松边的垂度不致过大，否则会产生显著振动、跳齿和脱链。若不考虑传动中的动载荷，作用在链上的力有：圆周力（即有效拉力） F 、离心拉力 F_c 和悬垂拉力 F_y 。如图所示。



链在传动中的主要作用力有：

(1) 链的紧边拉力为 $F_1 = F + F_c + F_y$ (N) (6.8)

(2) 链的松边拉力为 $F_2 = F_c + F_y$ (N) (6.9)

(3) 围绕在链轮上的链节在运动中产生的离心拉力 $F_c = qv^2$ (N) (6.10)

式中： q 为链的每米长质量，Kg/m，见表 6.1；

v 为链速 m/s 。

(4) 悬垂拉力

可利用求悬索拉力的方法近似求得 $F_v = K_v q g a$ (N)

(6.11)

式中： a 为链传动的中心距，m；

g 为重力加速度， $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ；

K_v 为下垂量 $y = 0.02a$ 时的垂度系数，与安装角 β 有关（图 6.12），见表 6.3。

链作用在轴上的压力 F_q 可近似地取为 $F_q = (1.2 \sim 1.3)F$ ，有冲击和振动时取大值。

表 12.3 K_y 值

K_y 值	水平传动	两链轮中心连线与水平面斜角 $< 40^\circ$	两链轮中心连线与水平面斜角 $> 40^\circ$	垂直传动
K_y	6	4	2	1

6.4 滚子链传动的设计计算

6.4.1 滚子链传动的主要失效形式

链传动的主要失效形式有以下几种：

(1) 链板疲劳破坏 链在松边拉力和紧边拉力的反复作用下，经过一定的循环次数，链板会发生疲劳破坏。正常润滑条件下，疲劳强度是限定链传动承载能力的主要因素。

(2) 滚子套筒的冲击疲劳破坏 链传动的啮入冲击首先由滚子和套筒承受。在反复多次的冲击下，经过一定的循环次数，滚子、套筒会发生冲击疲劳破坏。这种失效形式多发生于中、高速闭式链传动中。

(3) 销轴与套筒的胶合 润滑不当或速度过高时，销轴和套筒的工作表面会发生胶合。胶合限定了链传动的极限转速。

(4) 链条铰链磨损 铰链磨损后链节变长，容易引起跳齿或脱链。开式传动、环境条件恶劣或润滑密封不良时，极易引起铰链磨损，从而急剧降低链条的使用寿命。

(5) 过载拉断 这种拉断常发生于低速重载或严重过载的传动中。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/938065110044006065>