第7卷 第4期 无锡轻工业学院学报 JOURNAL OF THE WUXI INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY Vol.7 1988 No.4

输送链的结构与齿形探讨（三）

——修正齿形链传动特性及完善齿形修正设计

杜 康 宁

（机械系）

摘 要

本文讨论用“包络—轨迹”法设计的修正齿形链的传动特性，并提出了完善齿形修正设计的方法，基本上实现消除链传动中的“多边形效应”。

主题词：输送链；修正齿形链；传动特性

1 修正齿形链的传动特性

1.1 修正齿形链速度

用“包络—轨迹”法[1]修正齿形设计时，规定链节的前铰链A在运动中沿以R_4为半径的圆弧上运动($R_4=P/2/\sin(\pi/Z)$)，后铰链B是作平动(图1)，链轮匀速转动α角，前铰链A点到达A'点，后铰链B沿水平方向移动了$R_i\cdot\alpha$距离，到达B'点。$A'B'$与AB的夹角为θ。

由图1知：$\sin\theta=(1-\cos\alpha)/p\cdot R_4$，两边对$t$微分 $\cos\theta d\theta/dt=R_4/p\sin\alpha\cdot d\alpha/dt$，因链轮是匀速转动$d\alpha/dt=\omega$

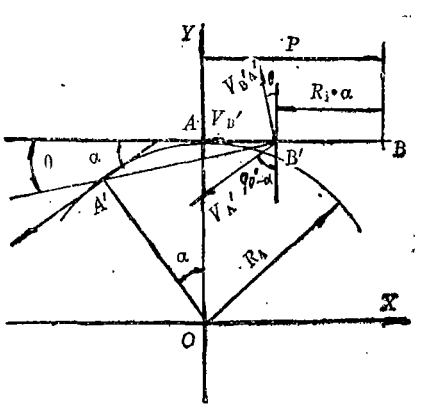


图1 铰链运动轨迹速度图

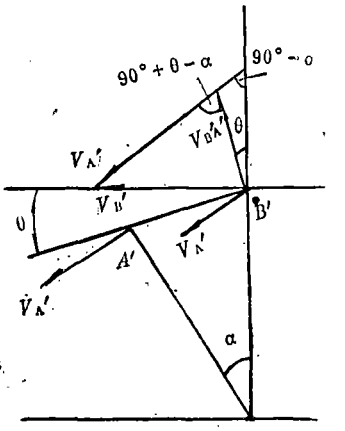


图2 铰链点速度图

本文1988年3月2日收到。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$d\theta/dt = R_4 \cdot \sin\alpha \cdot \omega / p \cdot \cos\theta \qquad (1)$$

式中 ω—链轮的角速度；R_4—链轮的分度圆半径；α—链轮的转角；p—链节距；θ—链节的转动角度

因为我们规定后铰链B'点只作平动，它的速度是否均匀直接影响传动的平稳性。链传动中，A'沿以R_4为半径的圆弧上运动时，A'及B'点的速度方向如图2示。

$$V_{B'A'} = p \cdot d\theta/dt = R_4 \cdot \sin\alpha \cdot \omega / \cos\theta \qquad V_{A'} = R_4 \cdot d\alpha/dt = R_4 \cdot \omega$$

则 $\vec{V}_{B'} = \vec{V}_A + \vec{V}_{B'A'}$

由图2可得

$$V_{B'} = \sqrt{(V_{B'A'}) + (V_{A'}) - 2V_{B'A'}V_{A'}\cos(90° - \alpha + \theta)}$$

将$V_{A'}$,$V_{B'A'}$代入

$$V_{B'} = \sqrt{(P \cdot d\theta/dt)^2 + (R_4 \cdot d\alpha/dt)^2 - 2P \cdot d\theta/dt \cdot R_4 \cdot d\alpha/dt \cdot \cos(90_\circ - \alpha + \theta)}$$

$$= \sqrt{(P \cdot R_4 \cdot \sin\alpha \cdot \omega / P \cdot \cos\theta)^2 + (R_4 \cdot \omega)^2 - 2R_4^2 \cdot \sin \cdot \omega^2/\cos\theta \cdot \sin(\alpha - \theta)}$$

$$= R_4 \cdot \omega/\cos\theta \sqrt{(\sin\alpha\sin\theta + \cos\alpha\cos)^2} = R_4 \cdot \omega/\cos\theta \cdot \cos(\alpha - \theta)$$

$\therefore$ $$V_{B'} = R_4 \cdot \omega \cdot \cos(\alpha - \theta)/\cos\theta \qquad (2)$$

由(2)式看出，后铰链B'点在水平方向运动速度也是一个变化的值，它与R_4,ω,α,θ值有关。

由[2]给出普通的链传动时，链条沿中心线方向的速度为$V_x r_1 \omega_1 \cos\alpha$。若修正齿形链与普通链的转速和分度圆半径相同，在链轮从0°转到$2\pi/z$的过程中，可作出它们的铰链点速度变化曲线(图3)。从图中看出，普通链传动的链条最大的线速度在$\alpha = 0°$处，最小线速度则在$\alpha = 2\pi/z$处。而修正齿形链它的最大线速度在$\alpha = 0°$及$\alpha = 2\pi/z$处，且两端处数值相同，而最小线速度是在$0° - 2\pi/z$之间。由(2)式可得

$V_{B'_{max}} = R_4 \cdot \omega$，而$V_{B'_{max}}$可以从$V_{B'}$速度求导，找出链轮转动到$V_{B'}$为最小线速度时的某一角度值。

$\because$ $$V_{B'} = R_4 \cdot \omega \cdot \cos(\alpha - \theta)/\cos\theta$$

$\therefore$ $$(V_{B'})' = R_4 \cdot \omega \cdot \frac{\cos\theta[-\sin(\alpha - \theta)](d\alpha/dt - d\theta/dt) + \cos(\alpha - \theta) \cdot \sin\theta(d\theta/dt)}{\cos^2\theta}$$

$$= \frac{-\cos\theta\sin(\alpha - \theta) \cdot (\omega - R_4 \cdot \sin\alpha \cdot \omega/p\cos\theta) + \cos(\alpha - \theta)\sin\theta(R_4 \cdot \sin\alpha \cdot \omega/p\cos\theta)}{\cos^2\theta}$$

令 $$\omega \cdot \left(\frac{R_4\cos\theta\sin\alpha\sin(\alpha - \theta)}{p\cos\theta} - \cos\theta\sin(\alpha - \theta) + \frac{R_4 \cdot \sin\alpha\sin\theta\cos(\alpha - \theta)}{p\cos\theta}\right) = 0$$

则 $$R_4/p\sin\alpha[\sin(\alpha - \theta) + \sin\theta\cos(\alpha - \theta)/\cos\theta] - \cos\theta\sin(\alpha - \theta) = 0$$

$$R_4 \cdot \sin^2\alpha/p\cos\theta - \cos\theta \cdot \sin(\alpha - \theta) = 0$$

现仍以直廓齿形链轮为例。参数一定时，求出它在不同齿数时的最小线速度$V_{B'_{min}}$、链轮转角α与链节转动角θ值。用迭代法对上述零等式计算，可以求出足够精确时的α与θ值。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

（下示不同齿数时的α与θ值）。

$$z=\begin{cases}10\\12\\14\\16\\18\\20\\22\\24\end{cases}\qquad \alpha=\begin{cases}24.0572958\\20.0572958\\17.2001529\\15.0572958\\13.3906291\\12.0572958\\10.9663867\\10.0572958\end{cases}\qquad \theta=\begin{cases}8.07939822\\6.72860417\\5.76740955\\5.04820208\\4.48968592\\4.04335605\\3.67846364\\3.37456553\end{cases}$$

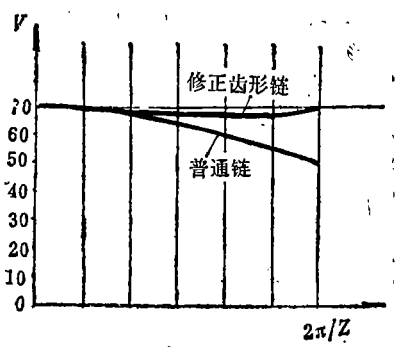


图 3　速度变化曲线

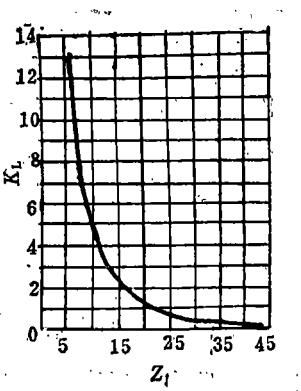


图 4　链条线速度不均匀系数变化曲线

链条的线速度变化可以用链速不均匀系数K_L来表示[2]

$$K_L=(V_{xmax}-V_{xmin})/V_m$$

式中　V_{xmax}—链速的最大线速度

V_{xmin}—链条的最小线速度

V_m—链条的平均线速度

对于修正齿形链

$$K_L=\frac{R_4\cdot\omega-R_4\omega\cos(\alpha-\theta)/\cos\theta}{(R_4\omega+R_4\omega\cos(\alpha-\theta)/\cos\theta)/2}$$

$$=2\times\frac{\cos\theta-\cos(\alpha-\theta)}{\cos\theta+\cos(\alpha-\theta)}\qquad(3)$$

式中　α—V_{xmin}时链轮的转角

θ—V_{xmin}时链节的转角

由［2］给出普通链条链速不均匀系数$K_L=2\mathrm{tg}^2 90°/z$，它的链条线速度不均匀系数变化曲线如图 4 所示[2]。

将修正齿形的链条线速度变化系数与普通链条线速度变化系数在齿数及分度圆半径相同情况下作比较，前者比后者变化系数小(下例数值及图 5 所示)。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

$$z=\begin{cases}10\\12\\14\\16\\18\\20\\22\\24\end{cases}\qquad KL_1=\begin{cases}29.4206038\\20.3936286\\14.9663328\\11.4501855\\9.04244402\\7.32166346\\6.04926766\\5.0819561\end{cases}\qquad KL_2=\begin{cases}50.1712634\\34.6647613\\25.3903836\\19.4011137\\15.308533\\12.3879177\\10.230625\\8.59189131\end{cases}$$

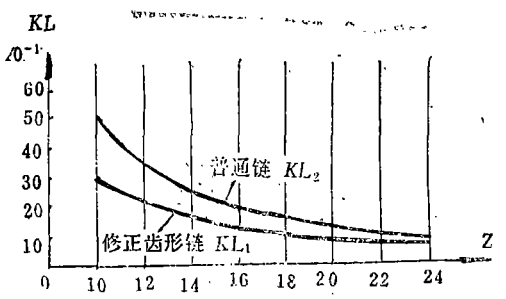


图 5 线速度不均匀系数变化曲线

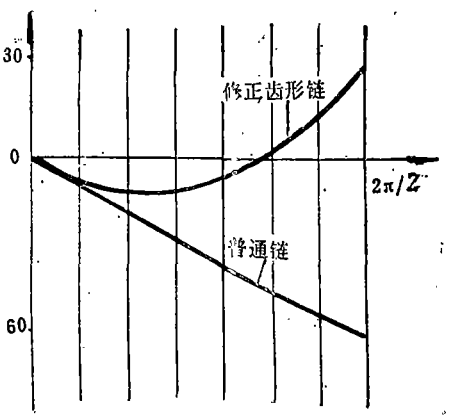


图 6 加速度曲线图

1.2 修正齿形链加速度

修正齿形链在传动中后铰链点B'的线加速度$a_{B'}$。

$$a_{B'}=dV_{B'}/dt=d(R_4\cdot\omega\cos(\alpha-\theta)/\cos\theta)/dt=R_4\cdot\omega d(\cos\alpha+\sin\alpha\,\mathrm{tg}\theta)/dt$$

$$=R_4\omega^2[-\sin\alpha(d\alpha/dt)+(\cos\alpha\,\mathrm{tg}\theta(d\alpha/dt)+\sin\alpha\sec^2\theta(d\theta/dt)]$$

$$=-R_4\omega^2[\sin\alpha-\cos\alpha\cdot\mathrm{tg}\theta-(R_4/p)\sin^2\alpha\sec^3\theta] \qquad (4)$$

普通链传动的线加速度为a[2]。

$$a=dV_x/dt=d(r_1\omega_1\cos\alpha)/dt=-r_1\omega_1{}^2\sin\alpha$$

在链轮齿数与分度圆半径相同情况下，链轮的角速度也相同，作普通链与修正齿形链的线加速度曲线图(图 6)。从图中看出修正齿形链与普通链加速度的变化情况。用加速度变化系数作比较，则

$$K_F=(a_{max}-a_{min})/a_m$$

式中 a_{max}—链传动的最大加速度

a_{min}—链传动的最小加速度

a_m—链传动的平均加速度

从图 6 可以看出，修正齿形链传动最小加速度不是在曲线的末端，而是在曲线中间段某点。对它的线加速度求导，找出加速度最小时相应的链轮转角 α 和链节的转角 θ 。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

修正齿形链后铰链B'点的加速度$a_{B'}$可由(4)式得

$$a_{B'}=-R_4\omega^2[\sin\alpha-\cos\alpha\cdot\mathrm{tg}\theta-(R_4/p)\sec^3\theta\sin^2\alpha]$$

对$a_{B'}$求导

$$\begin{aligned}(a_{B'})'&=-R_4\omega^2[(\cos\alpha\cdot\omega-(-\sin\alpha\cdot\mathrm{tg}\theta\cdot\omega+\cos\alpha\cdot\sec^2\theta(d\theta/dt))\\&\quad-(R^4/p)(3\sec^3\theta\cdot\mathrm{tg}\theta(d\theta/dt)\cdot\sin^2\alpha+\sec^3\theta\cdot2\sin\alpha\cdot\cos\alpha\cdot\omega)]\\&=-R_4\omega^3[\cos\alpha+\sin\alpha\cdot\mathrm{tg}\theta-(3R_4/p)\sec^3\theta\sin\alpha\cos\alpha\\&\quad-(3R_4^2/p^2)\sec^4\theta\mathrm{tg}\theta\sin^3\alpha]\end{aligned}$$

令　　$[\cos\alpha+\sin\alpha\cdot\mathrm{tg}\theta-(3R_4/p)\sec^3\theta\sin\alpha[\cos\alpha+(R_4/p)\sec\theta\cdot\mathrm{tg}\theta\sin^2\alpha]=0$

仍以直廓齿形链为例，参数一定时，求出它在不同齿数$a_{B'}$为最小加速度时的链轮转角α，及相应的链节转角θ值。用迭代法对零等式进行计算，可以求出足够精确的α与θ值。(下列数值为不同齿数时的α，θ)

$$z=\begin{Bmatrix}10\\12\\14\\16\\18\\20\\22\\24\end{Bmatrix}\quad\alpha=\begin{Bmatrix}11.9628076\\9.97855562\\8.56123278\\7.49824066\\6.6714698\\6.01005168\\5.46889205\\5.0179257\end{Bmatrix}\quad\theta=\begin{Bmatrix}2.01378174\\1.67463571\\1.43468422\\1.25578489\\1.11718959\\1.00661976\\.916335818\\.841213359\end{Bmatrix}$$

在齿数及分度圆半径相同情况下，作它的加速度系数变化曲线。

普通链传动

$$k_{F2}=\left|2\times\frac{\sin(2\pi/z)}{-\sin(2\pi/z)}\right|=2$$

由图 6 看出，$\alpha=0$时$a_{B'}$为最大值$a_{max}=0$，$\alpha=2\pi/z$时$a_{B'}$为最小值$a_{min}=-r_1\omega^2\sin(2\pi/z)$

修正齿形链传动

$$k_{F1}=2\times\frac{a_{B'max}-a_{B'min}}{a_{B'max}+a_{B'min}}$$

将不同齿数时最小与最大加速度下的α与θ代入(4)式，计算出最小与最大加速度值，将此值再代入上式，求出相应的k_F值，并作出相应的加速度系数变化曲线(图 7)。

$$z=\begin{Bmatrix}10\\12\\14\\16\\18\\20\\22\\24\end{Bmatrix}\quad k_{F1}=\begin{Bmatrix}3.86268687\\3.90380528\\3.92894782\\3.94540411\\3.95674987\\3.96489323\\3.97092953\\3.97552292\end{Bmatrix}\quad k_{F2}=\begin{Bmatrix}2\\2\\2\\2\\2\\2\\2\\2\end{Bmatrix}$$

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

从图7可看出，修正齿形链的加速度变化系数比普通链的加速度变化系数要大，这是因为链轮在从0°转到$2\pi/z$过度中，普通链传动的加速度一直在减小，而修正齿形链传动的加速度则从减小变为增大的缘故。但它们的加速度绝对差值并不比普通链传动的加速度绝对差值大。下列数值是在齿数及分度圆半径相同情况下计算出的加速度绝对差值S，并作出相应的加速度绝对差值的曲线图(图8)。

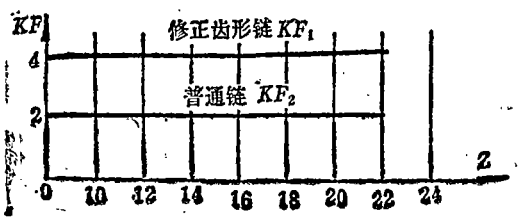


图7 加速度系数变化曲线

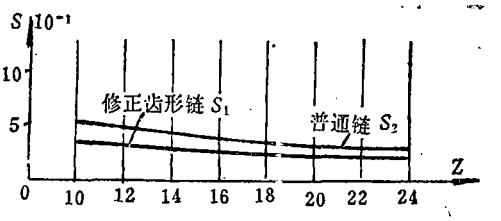


图8 加速度差值曲线图

$$z=\begin{cases}10\\12\\14\\16\\18\\20\\22\\24\end{cases}\qquad S_1=\begin{cases}.428152856\\.354355\\.302500931\\.263998769\\.234249141\\.210557802\\.191237723\\.175177147\end{cases}\qquad S_2=\begin{cases}.58778526\\.500000003\\.433883745\\.382683438\\.342020148\\.309016999\\.281732561\\.258819049\end{cases}$$

1.3 从动链轮的角速度变化

链传动的“多边形效应”使从动链轮的瞬时角速度不断产生变化，同样这种变化也是周期性的，所以，在链传动中，只有平均传动比i是定值，而其瞬时传动比i_s是呈周期性变化的。它不仅与主从动轮的齿数、节圆半径有关，还与二轮中心距有关。由[1]公式(10)，根据计算，在齿数到一定值时，节圆半径R_1近似等于分度圆半径R_4，或修改链轮的参数，改变轮齿的起始啮合点，便$R_1=R_4$。

从动链轮的角速度变化可用从动链轮的角速度不均匀系数K_k来表示[2]：

$$K_k=\frac{\omega_{2max}-\omega_{2min}}{\omega_{2m}}=2\times\frac{\omega_{2max}-\omega_{2min}}{\omega_{2max}+\omega_{2min}}$$

式中 ω_{2max}—从动链轮的最大角速度

ω_{2min}—从动链轮的最小角速度

ω_{2m}—从动链轮的平均角速度

1.3.1 链轮中心距是节距的整倍数，我们仍以前后链轮的参数是一样的情况来讨论前后链轮角度变化。若前后链参数不一样，那么链节齿形是由主动链轮齿形求出，而从动链轮的齿形是依据求出的链节齿形来进行设计。其角速度变化情况，就其性质而言是和前后链轮参数一样时的情况一致。

由式(2)知，主动轮传动的最大线速度$V_{B'max}=R_4\cdot\omega_1$，最小线速度$V_{B'min}=R_4\cdot\omega_1\cdot(\cos$

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$(\alpha-\theta)/\cos\theta$　(α_1,θ为对应最小线速度时的链轮转角α，链节转角θ)。

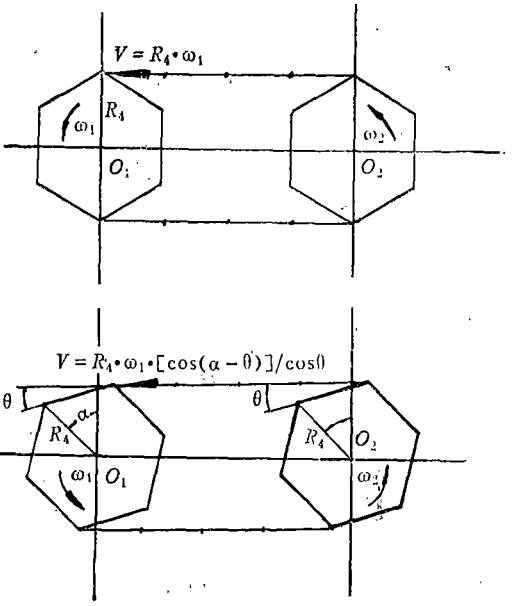


图 9　链中心距是节距的整数倍

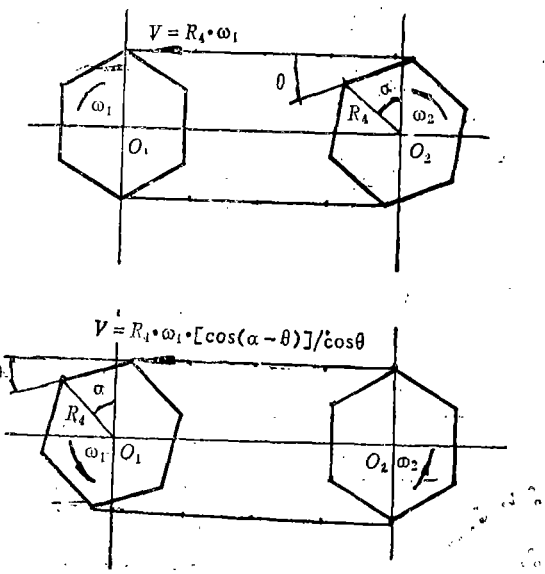


图 10　链中心距不是节距的整数倍

从动轮的最大角速度$\omega_{2max}=(R_4\omega_1/R_4)=\omega_1$，最小角速度$\omega_{2min}=(R_4\omega_1\cos(\alpha-\theta)/R_4\cos\theta)=\omega_1\cdot\cos(\alpha-\theta)/\cos\theta$

$$K_k=2\times\frac{\omega_1(1-\cos(\alpha-\theta)/\cos\theta)}{\omega_1(1+\cos(\alpha-\theta)/\cos\theta)}=2\times\frac{\cos\theta-\cos(\alpha-\theta)}{\cos\theta+\cos(\alpha-\theta)}$$

上式与公式(3)完全一样。在齿数和分度圆半径相同情况下，从动轮的角速度不均匀变化系数曲线与图 5 上的速度不均匀变化系数曲线形式一样。

主动与从动轮的瞬时传动比$i_s=1$。

1.3.2　链轮中心距不是节距的整数倍(图(10)　传动中链条是以一定变化范围的线速度带动从动轮以不同的角速度转动。其角速度的变化范围仍然和链轮中心距是链节距整数倍的情况相同。但瞬时传动比i_s不同。

$$i_{smax}=\frac{\omega_1}{\omega_1\cdot\cos(\alpha-\theta)/\cos\theta}=\frac{\cos\theta}{\cos(\alpha-\theta)}$$

$$i_{smin}=\frac{\omega_1\cdot\cos(\alpha-\theta)/\cos\theta}{\omega_1}=\frac{\cos(\alpha-\theta)}{\cos\theta}$$

2　齿形修正法的完善

用“包络—轨迹”法[1]设计的修正齿形链，在传动中链节的后铰链在垂直方向没有运动速度分量，不会使链节产生上、下位移量。而在水平方向运动速度有一个周期变化的分量。虽然它的变化幅度比普通链传动小，但还是会使链条在水平方向运动产生不均匀性。在用“包络—轨迹”法设计的修正齿形链中，链节的前铰链是沿等半径圆弧线上匀速运动，对后铰链产生水平方向运动速度的变化。后铰链在传动中理论上是按水平方向等速平动，这就使链轮与

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

链节齿产生冲击，直接影响链传动的平稳性。现设想如果链节的前铰链不是沿等半径圆弧上运动，而是沿某一特定曲线运动，使前铰链的速度对后铰链产生的水平速度分量等于或接近后铰链点理论上的水平方向平动的速度。

2.1 改进原理

图11为用“包络—轨迹”法设计链节齿形时，链节前后铰链的速度示意图。链轮转动α角时，前铰链运动到A'点，后铰链B移到B'点。此时B'点速度为$\vec{V}_{B'}$。$\vec{V}_{B'}=\vec{V}_{A'}+\vec{V}_{B'A'}$，由前面分析计算得$V_{B'}=R_4\omega(\cos(\alpha-\theta)/\cos\theta)$。若链轮每转动一定角度时，要使$V_{B'}$等于后铰链点$B$的平动速度，必须是$V_{B'}=R_4\cdot\omega$，则链节在运动中它的前铰链$A'$点到链轮的旋转中心$O$必是一个变化的矢径$R_5$。由速度矢量三角形(图(12))可求出对应一定$\alpha$与$\theta$角时的矢径$R_5$的值。

$$(R_5(d\alpha/dt))^2=(R_4(d\alpha/dt))^2+((d\theta/dt)\cdot p)^2-2R_4(d\alpha/dt)\cdot(d\theta/dt)\cdot p\cos(90^\circ-\theta)$$

$$\therefore\quad R_5(d\alpha/dt)\sin\alpha-(d\theta/dt)p\cos\theta=0$$

$$\therefore\quad (d\theta/dt)=(R_5\sin\alpha/p\cos\theta)\cdot(d\alpha/dt$$

$$\therefore\quad R_5=\sqrt{R_4^2+(R_5\sin\alpha/\cos\theta)^2-2R_5R_p\cos\alpha\,\mathrm{tg}\theta}\qquad(6)$$

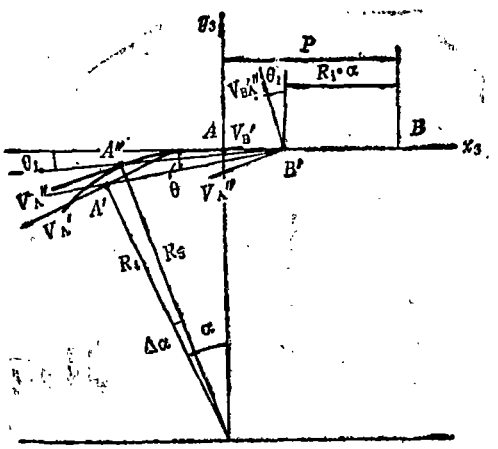


图 11 修正齿形改进原理简图

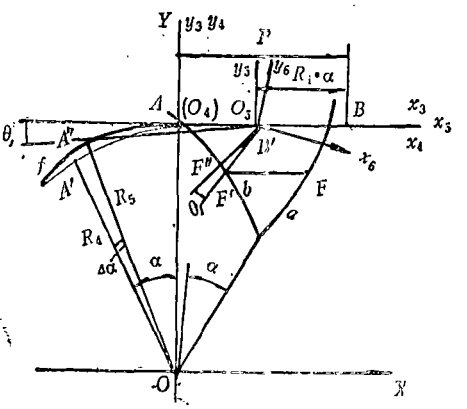


图 12 速度矢量三角形

用迭代法进行计算，对应不同的α与θ值有一个相应的R_5'值。因链传动中链节是一个定值所以R_5不可能是在对应于不同α与θ时的链轮分度圆的半径延长线上。现以R_5为半径，链轮中心O为圆心，作圆弧与以P为半径后铰链B'点为圆心所作的圆弧相交于A''点。OA''就是变化的矢径R_5(图(11)。不同的A''点可计算出相应的链节转角θ_1。由图11看出，对应一定链轮转角α有相应的θ_1角，此时OA'与OA''之间有一个小夹角$\Delta\alpha$，它对后铰链点B'速度有一定的影响，考虑到它对后铰链B'速度的影响，公式(6)可改写成

$$R_5'=\sqrt{R_4^2\left(\frac{\alpha}{\alpha-\Delta\alpha}\right)^2+\frac{R_5'^2\sin^2(\alpha-\Delta\alpha)}{\cos^2\theta_1}-2R_4R_5'\left(\frac{\alpha}{\alpha-\Delta\alpha}\right)\cos(\alpha-\Delta\alpha)\cdot\mathrm{tg}\theta_1}\qquad(7)$$

用公式(6)计算出对应于不同α角时的θ值及R_5值。以R_5值为半径求出A''点，计算出相应的θ_1值及$\Delta\alpha$值，代入(7)式，仍用迭代法计算出对应不同α时足够精确的矢径R_5'值。

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在链节运动中，用这种方法可做到前铰链的运动速度使后铰链点产生的速度近似等于或接近于理论上的后铰链点平运动时的速度，从而基本上消除链传动中的“多边形效应”。这种设计还是近似计算，虽比原先设计的链节平移速度稳定性有所提高，但还没有绝对消除“多边形效应”，今后将进一步讨论齿形的优化设计，以望完全消除链传动中的“多边形效应”。为以后讨论方便起见，这种改进的修正齿形方法暂称之为改进的“包络—轨迹”法。

2.2　建立方程

图13中O是链轮的中心，是空间固定坐标系(x,o,y)的原点。链轮分度圆半径为R_4，节点为A。以A为原点作链节的固定坐标系(x_3,A,y_3)，y_3轴与oy轴重合，AX_3轴则与OX轴平行再作一个与链节固联并随之一道移动的坐标系(x_4,o_4,y_4)，在起始位置(x_3,A,y_3)与(x_4,O_4,y_4)重合，在(x_3,A,y_3)坐标系中，根据已知轮齿廓形的链轮求出平动时的链条齿形曲线a及它们啮合线b[1]。此时链节的后铰链点位于A点，$OA=R_4=p/2/\sin(\pi/z)$。链轮转动α角时，链节的后铰链B平移到B'点，移动了$R_j\cdot\alpha$距离。相当于在正常平动齿形上F点啮合。F点对应啮合线上F'点。现链节上的前铰链点A是沿一条曲线f运动到A'点，$A'B'$与链节中心线的夹角为θ_1，相当由链节绕B'点转动了θ_1角。把后铰链点B'与F'连线，以B'点为圆心旋转θ_1角，F'点转移到F''点，这F''点就是修正齿形上的一个点。

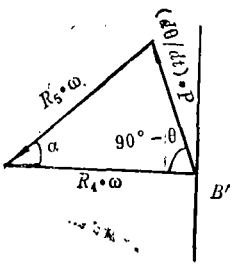


图 13　修正齿形坐标系

图13所示，在(x_3,A,y_3)坐标系中，平动的正常链节齿形$a(x_3,y_3)$，相应的啮合线为b(x_{3S},y_{3W})。现将坐标系(x_3,A,y_3)平移后到铰链点B'，新坐标系为(x_5,o_5,y_5)，则

$$\begin{pmatrix}x_5\\y_5\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}x_3\\y_3\end{pmatrix}-\begin{pmatrix}P-R_j\cdot\alpha\\O\end{pmatrix}$$

将(x_5,o_5,y_5)坐标系须时针转动θ_1角到(x_6,o_5y_6)坐标系，

$$\begin{pmatrix}x_6\\y_6\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}\cos\theta_1&-\sin\theta_1\\\sin\theta_1&\cos\theta_1\end{pmatrix}\begin{pmatrix}x_5\\y_5\end{pmatrix}$$

或中θ_1角由公式（7）求出R_5'值计算出相应的θ_1值

将$(x_6,\ o_5,\ y_6)$坐标系平移到$(x_3,\ A,\ y_3)$坐标系中，

$$\begin{pmatrix}X\\Y\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}x_6\\y_6\end{pmatrix}+\begin{pmatrix}P-R_j\cdot\alpha\\O\end{pmatrix}$$

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

$$=\begin{pmatrix}(x_3-p+R_j\cdot\alpha)\cos\theta_1-y_3\sin\theta_1+pR_j\cdot\alpha\\(x_3-p+R_j-\alpha)\sin\theta_1+y_3\cos\theta_1\end{pmatrix}$$

$$\therefore\quad\left.\begin{aligned}X&=(x_3-p+R_j\cdot\alpha)\cos\theta_1-y_3\sin\theta_1+p-R_j\cdot\alpha\\Y&=(x_3-p+R_j\cdot\alpha)\sin\theta_1+y_3\cos\theta_1\end{aligned}\right\}\qquad(8)$$

（8）式即为在铰链位置一定时，正常链节齿形 $a(x_3,y_3)$ 由平动过渡到转动过程中相应的链节修正齿形的点坐标值。

在(x_3,A,y_3)坐标系中可以得到一条基本上消除多边形效应的链节修正齿形的齿廓曲线。

参 考 文 献

[1] 杜康宁.输送链的结构与齿形探讨(一).无锡轻工业学院学报，1987

[2] 郑志峰，王义行，柴帮衡.链传动.北京：机械工业出版社，1984

An Approach to the Structure and Tooth Shape of Transport Chain(3)

Du Kangning

Abstract

This paper discusses transmission characteristic of corrected tooth chain designed by "envelope-path" method, and this article also puts forward the improvement of the method according to correction tooth design in order to basically eliminate the polygon effect in chain drives.

Subjectwords: Transport chain; Corrected tooth chain; Transmission characteristic

?1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net