第 12 卷 无锡轻工业学院学报 Vol. 12
第 3 期 JOURNAL OF THE WUXI INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY 1993 No. 3

机械加工中随行夹具输送链的齿形设计——CAD 应用

杜康宁

(机械工程系)

摘要 设计中应用了“包络-轨迹”法修正齿形设计原理。在齿形干涉出现时,对主动件相应的啮合接触点坐标值由计算机自动进行增值修正计算,直到干涉消失。

关键词 CAD;输送链;齿形干涉;“包络-轨迹”法修正齿形

0 前 言

作者曾就对输送链的结构与齿形进行了初步探讨[1~3],其目的是为改善机械加工中被随行夹具夹持的工件在运动中进行加工的加工状况,以提高零件的加工精度和生产率。为此在所讨论的输送链的结构设计上作了规定,链节的前铰链在传送的过程中可以实现绕后铰链销轴的转动。为讨论方便起见,以自定为“包络-轨迹”法进行链节齿形的修正设计讨论。在传动链的结构设计中,前铰链开始转动位置不一样,对传动链的结构和齿形设计影响颇大。对于一种传动链的结构参数,只能专门进行链节的齿形设计与计算。所设计的齿形在传动中有效地克服链传动中的“多边形效应”,提高了链传动中的平稳性[3]。

通常按照链节的前铰链中心位置是在链轮中心线位置上,而链齿形啮合传动时节点作为坐标系的原点来讨论问题。若已知在链轮中心坐标系中齿廓曲线方程 $f(x_1,y_1)$(图 1)求出它在以节点为原点坐标系中与之相啮合的平行移动的链节齿形 $f(x_4,y_4)$. 用“包络-轨迹”法对平移的链节齿形进行修正设计,得出适应链节前铰链可以绕后铰链中心转动的链节齿形 $f(\overline{X}_4,\overline{Y}_4)$[1]。其公式为

$$\begin{cases}\overline{X}_4 = [(X_2 - P + R_j \cdot \alpha)\cos\theta - y_2\sin\theta + P - R_j \cdot \alpha] \\ \overline{Y}_4 = (X_2 - P + R_j \cdot \alpha)\sin\theta + y_2\cos\theta\end{cases}$$

式中

P—— 链节的节距

θ—— 链节的前铰链相对于后铰链的转角

α—— 链轮的转角

收稿日期:1992-12-28

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

R_j—— 节圆半径

P、α、θ 根据不同的链结构参数,可得到不同的齿形,不同的 R_j 及啮合点起始位置也会有不同的齿形。但不管选用什么参数,设计的每种齿形均要求能使传动平稳,且传动中无论它是工作面齿形还是非工作面齿形都不能有干涉。

上述办法是选用一个链轮齿形来设计链节齿形,得出的链节齿形是平面任意曲线。现代技术发展,微机控制的加工设备不断出现和完善,特别是简易数控机床和线切割机加工更为简便和普及,这也为修正齿形的加工制造、运用提供了更多的机会。

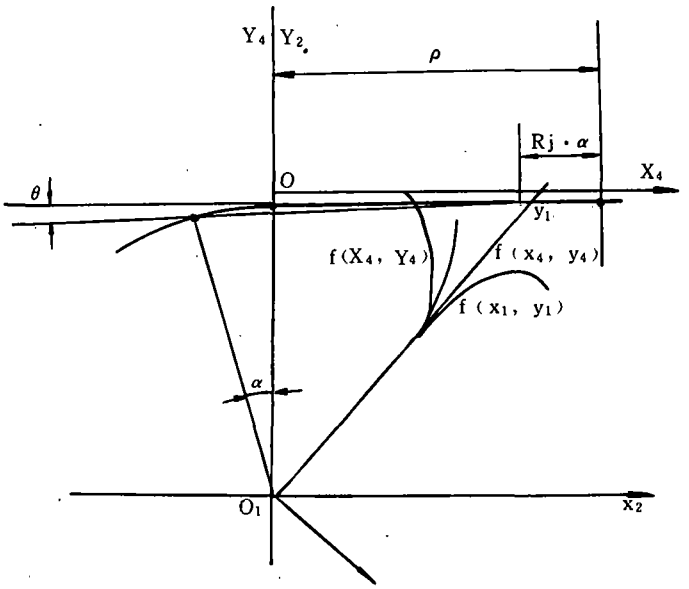


图 1　链传动坐标系

在运用不同的链轮齿廓形状设计相应的修正链节齿形时,发觉用方程表示的链轮齿廓曲线设计出相应的链节齿形易产生干涉,使链传动的结构参数的确定带来困难,为适应某节距要求,要多次选定不同的参数进行设计计算,设计工作十分麻烦。为简化设计过程,方便地进行结构参数的选定,本文提出根据齿形在传动中不干涉及可以实现齿形加工为原则的设计,不仅对与链轮齿形共轭的平动链节齿形进行修正,还可对主动链轮齿形进行修正,使传动链的结构设计更为方便,而且不影响修正齿形对输送链传动特性的改善,并仍可采用改变半径的方法进一步提高输送链的传动平稳性[3]。

1　链轮与链节齿廓形状分析

现有的用随行夹具带动工件在运动中对工件进行切削加工设备多为小型零件加工设备。一台设备上装有单向传动的随行夹具,而多台设备联线使用随行夹具在运动中进行加工很少见到。现仍以进行双向传动的输送链讨论,进行链轮与链节齿廓形状分析。

通常情况下传动链轮与链节齿廓形状是对称的(图 2)。若链轮是逆时针旋转,G 点为开始啮合接触传动点,GH 是啮合传动工作曲线段,GF 是齿底部过渡曲线段,FF' 是中齿凹部曲线段,HH''为齿顶曲线弧段。而齿的另一侧 $H''G''F''$是齿的非工作曲线。前一个齿的右侧 $H'G'G''$曲线也是非工作曲线。相应的链节齿形 BB' 为齿顶曲线,BC 是啮合传动工作曲线段,CD 是齿的根部过渡曲线段,$D'C'B'$是链节齿的非工作曲线段。

在链的传动过程中,链轮齿工作面 FGH 曲线段不应与链节曲线 BCD 曲线段有干涉,而在啮合接触的工作段只有点接触及相对滑动。链节的非工作曲线段 $B'C'D'$也不应与链轮齿非工作曲线段 $F'G'H'$有干涉。链节的齿顶曲线 BB'应在链节转动未了落入链轮齿底凹

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

部，并使之与曲线 FF' 相吻合，链轮与链节一道旋转。

现以直廓齿形为例(图 3)，说明在设计中如何进行链轮齿廓和链节齿形的修正的。用已

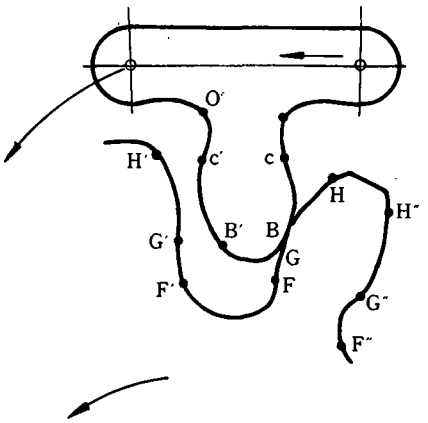


图 2　对称齿形

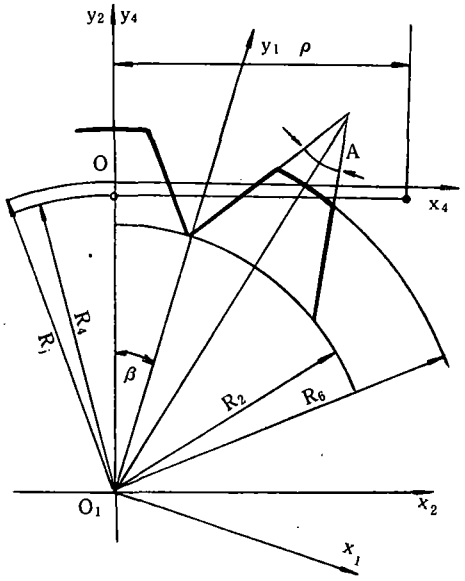


图 3　直廓齿形坐标系

知链轮的直廓齿形，求出实现啮合传动时的链节平动齿形[1]

$$\begin{cases} x_4 = x_1\cos(\frac{\pi}{z} - \alpha) + y_1\sin(\frac{\pi}{z} - \alpha) + R_j \cdot \alpha \\ y_4 = -y_1\sin(\frac{\pi}{z} - \alpha) + y_1\cos(\frac{\pi}{z} - \alpha) - R_j \end{cases}$$

$$\alpha = \frac{2\pi}{z} + \frac{A}{2} - \text{arc}\frac{y_1 - R_2\sin^2(\frac{\pi}{z} + \frac{A}{2})}{R_j\cos(\frac{A}{2} + \frac{\pi}{z})}$$

其中

$$x_1 = (y_1 - R_2)\text{tg}(\frac{\pi}{z} + \frac{A}{2})$$

$$R_j = \frac{R_2\cos(\frac{\pi}{z} + \frac{A}{2})}{\cos(\frac{2\pi}{z} + \frac{A}{2})}$$

式中

z—— 链轮齿数

R_2—— 齿形底圆半径

P—— 节距

R_j—— 节圆半径

A—— 齿顶角

α—— 链轮转动角

求出相应平动链节齿形的修正齿形

$$\begin{cases} \overline{X} = (x_4 - P + R_j \cdot \alpha)\cos\theta - y_4\sin\theta + P - R_j \cdot \alpha \\ \overline{Y} = (x_4 - P + R_j \cdot \alpha)\sin\theta + y_4\cos\theta \end{cases}$$

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

$$\theta = \text{arctg}\frac{R_4(1-\cos\alpha)}{\sqrt{P^2 - R_4^2(1-\cos\alpha)^2}}$$

式中 θ 为链节的前铰链中心相对后铰链中心的旋转角度

$$R_4 = \frac{P/2}{\sin(\frac{\pi}{z})}$$

在用不同参数的直廓齿形设计过程中,链轮与链节齿形的啮合接触的初始阶段,工作曲线段不易发生干涉,而非工作的齿形曲线段易发生干涉。这就是为什么链轮的齿形在开始啮合传动点的下部有一段过渡曲线的原因。链轮与链节齿啮合接触的后一段曲线,工作曲线段易发生干涉。利用改变链节的开始转动位置,改变初始的啮合接触点及传动结构参数,可以获得传动中不干涉的齿形曲线,但要用试凑不同参数办法来选定参数。如果传动结构受到限制则不容易选定,计算也较麻烦。如用改变主动链轮齿形啮合接触点的坐标值进行修正计算,根据干涉出现的不同齿形曲线段和区域,改变啮合接触点的坐标值,计算就比较简便。

确定一个链轮直廓齿形为设计的基础齿形,再确定链结构参数和节距进行修正链节齿形的修正设计,一旦发现干涉就对出现干涉点的坐标值进行增值计算。若在齿的工作曲线段发生干涉,就对链轮齿的啮合接触点的 x 坐标值进行增值计算,直到不干涉为止。若齿形曲线在非工作曲线段出现干涉,就对啮合接触点的 Y 坐标值进行增值计算,直到齿形不干涉为止。不同方向的增值计算,对齿形的工作面与非工作面之间曲线干涉与否相互不影响。修正后的链节齿形和链轮齿形也一定是一个外凸曲线齿形[4]。这对链节齿形加工不会增加麻烦。只是直廓的链轮齿形出现了曲线段,加工才略为麻烦。如用其它的曲线作为链轮基础齿形设计,修正后的链轮齿形加工不比原齿形加工麻烦。

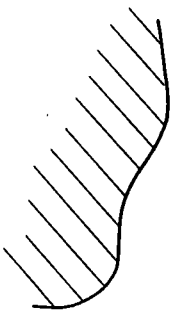


图 4 开始啮合内凹曲线段

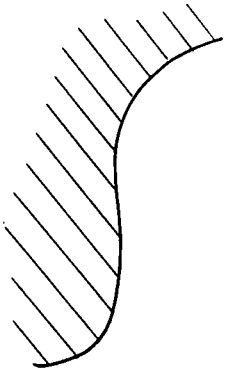


图 5 开始啮合外凸曲线段

设计中还发现,在用曲线齿形作为链轮的基础齿形进行链节齿形设计时,有可能在初始啮合接触段链节的齿形曲线是段内凹曲线(图 4),有时也会出现在工作曲线段的后段是内凹曲线(图 5)。用上述方法进行计算时,除了保证链轮与链节的齿形在传动中的工作曲线和非工作曲线均不能发生干涉外,还要考虑链节的齿形,若用金属切削刀具加工,内凹曲线的曲率半径必大于所用的刀具回转半径,这就给运用圆弧形曲线作为链轮基础齿形进行链节齿形修正设计又增加了一个约束条件,虽对接触啮合点的坐标值的修正计算增值方向有所不同,但基本的原理相似。

2 计算

以直齿廓形为链轮基础齿形,满足一定传动结构参数的修正链轮、链节齿形的计算,流程图如图 6 所示。

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

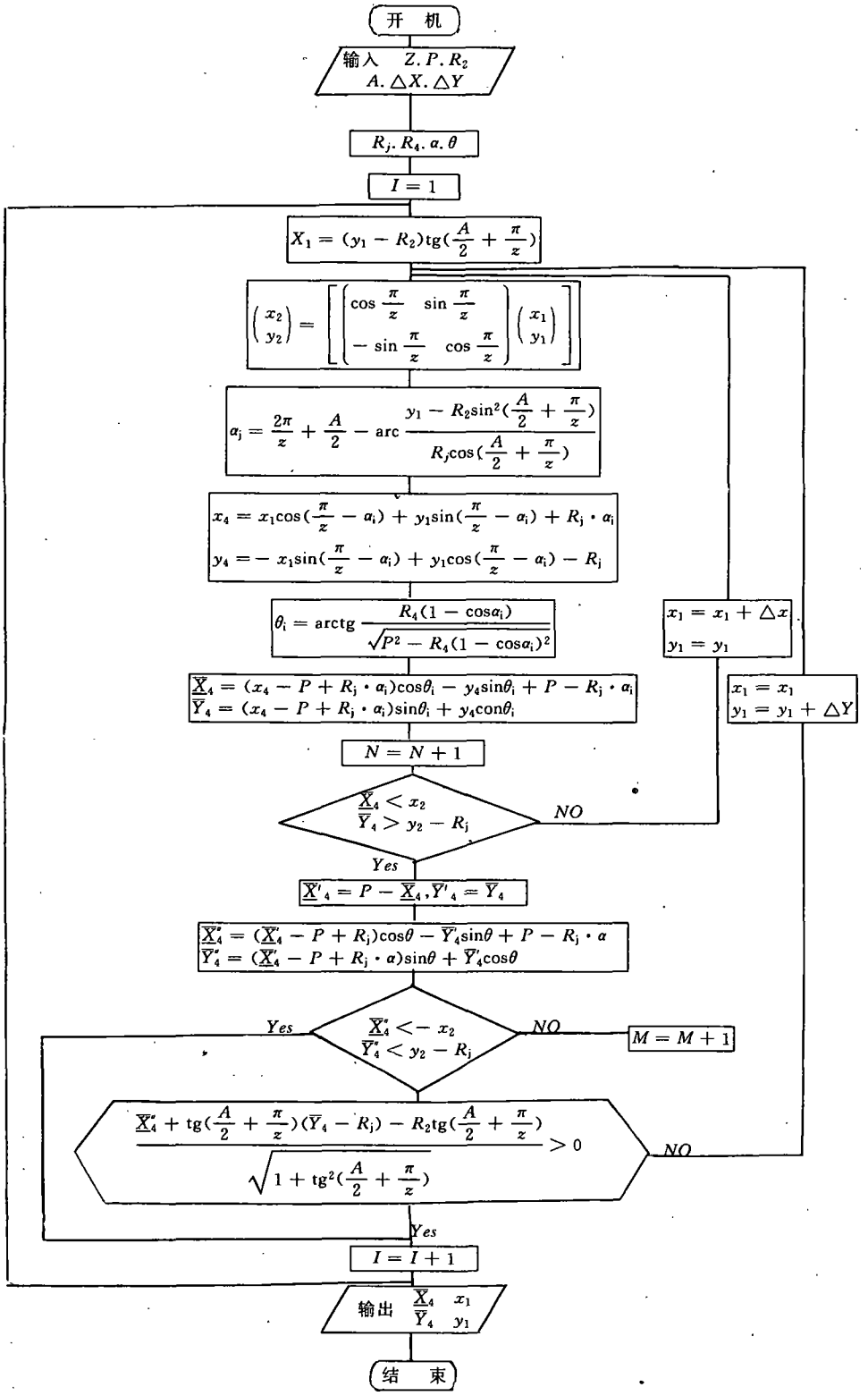


图 6 流程图

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3 实 例

以链轮直齿廓形(图 7)为基础齿形,设计双向传动的对称齿形(不考虑齿底部过渡曲线和底凹曲线)。

设在 A 点开始啮合传动,且链节铰链中心在链轮中心座标的 Y 轴上。$Z=12, A=45°$, $R_2=60$, $R_{顶}=90$. 通过计算 $P=40.942036$, $R_j=78.1935232$, $R_0=68.166963$, $R_{分}=79.0939341$ 绘出的图形显示出,在用"包络-轨迹"法进行齿廓设计过程中,链的工作区域在开始啮合传动不久就会发生干涉,图 8 中的阴影部分表示非工作的链节齿廓和链轮的齿廓在下部发生干涉。在发生干涉时改变相应的链轮工作齿廓接触点的 y 坐标值,进行修正计算直到不发生干涉,依此下去就可以得到在链传动过程中不工作区域的齿廓不发生干涉的齿形。如图 9 所示不工作的链节齿廓的运动区域不与链轮齿廓干涉。

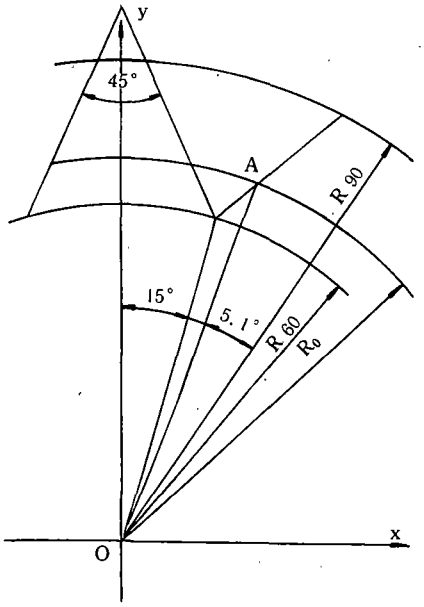


图 7 双向传动的对称齿形

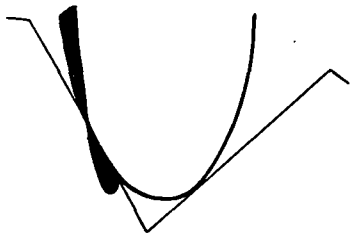


图 8 运动干涉区域

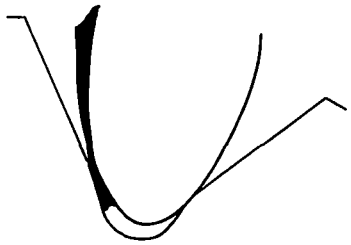


图 9 不出现干涉的齿形

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;4

2 杜康宁. 输送链的结构与探讨(二). 无锡轻工业学院学报,1988;2

3 杜康宁. 输送链的结构与齿形探讨(三). 无锡轻工业学院学报,1988;4

4 苏步青,华宣秋,忻元龙. 实用微分几何引论. 上海科学出版社,1986

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Designing Tooth Shape of Conveyer Chain of Movable Fixture——Application of CAD

Du Kangning
(Dept. of Mach. Eng.)

Abstract The "Envelope-path" method was used for designing tooth shape of conveyer chain of movable fixture. When interference of tooth shape occurs, the coordinate value of drive engagement point would be rectified by the computer on line until the interference disappears.

Key-words CAD; Conveyer chain; Tooth shape interference; "Envelope-path" method to corrrct the tooth profile

© 1994-2013 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net