一九八三年 无锡轻工业学院学报
（第四期） JOURNAL OF THE WUXI INSTITUTE OF LIGHT INDUSTRY （总第五期）

行星式圈条器几个工艺参数的研讨

荣 光 辉

摘 要

本文就行星式圈条器的圈条速比、圈条轨迹长度和圈条牵伸三项工艺参数进行了简要的讨论，并以西德 DK_2 型、瑞士 C1/3 型、梳棉机圈条器为例，介绍计算方法。

近年来，梳棉机上出现了行星式圈条器，利用行星齿轮的公转和自转来完成棉条的圈条成形，不需要底盘和它的传动机构，有利于采用较大直径的条筒，提高劳动生产率。因废除了圈条斜管，从根本上避免堵塞斜管现象。

本文就行星式圈条器的几个工艺参数作一些初步的分析讨论，并以西德 DK_2、瑞士 C1/3 型梳棉机的圈条机构为例，介绍其计算方法。

一、圈 条 速 比

行星式圈条器与传统圈条器相比，成形原理并无本质区别。但它有废除斜管，采用大直径条筒和大圈条形式的优点。小压辊输出的条子直接圈入条筒由于圈条时惯性力和棉条受压等原因，使条子在条筒内呈压扁状形成如图 1 所示的平行倾斜排列状态，根据实际情况，条子在条筒径向的宽度按加工原料不同约为条子原直径的 1/(1.3～1.4)倍。

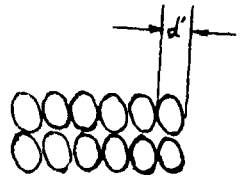


图 1

行星式圈条器的圈条速比可按这样的原则来选择，即圈条齿轮在以偏心距 e 为半径的圆周上转过的弧长，恰好等于棉条在条筒径向的宽度。即：

$$i = \frac{2\pi e}{d'}$$

式中：i ——圈条速比

e ——偏心距(毫米)

d′——棉条在条筒径向的宽度(毫米)

$$d' = \frac{d}{1.3\sim1.4}$$ （纺棉可取 1.4，纺涤可取 1.3）

本文收到日期 1983 年 7 月 4 日

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

d ——棉条直径(毫米)

计算实例：

(一) 西德 DK_2 型梳棉机

该机圈条偏心距 e 为 141 毫米，加工涤条定量为 22.5 克/5 米，条子直径 17 毫米。按前述原则圈条速比为：

$$i = \frac{2\pi e}{d'} = \frac{2\pi \times 141}{17} \times 1.3 = 67.75$$

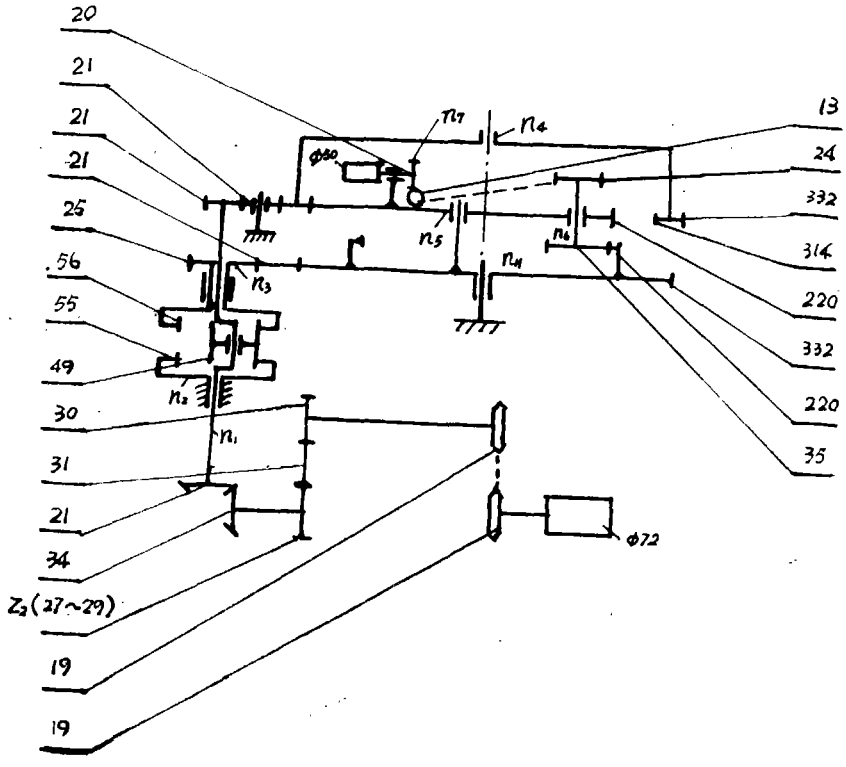


图 2　DK_2 梳棉机圈条机构传动图

根据图 2 所示的 DK_2 梳棉机圈条机构传动图，并以 $n_{大压辊}=1$ 为计算基础，计算 DK_2 梳棉机圈条器的实际圈条速比：

$$n_4 = 1 \times \frac{30}{z_2} \times \frac{34}{332}$$

$$n_3 = \frac{1}{56} n_1$$

$$n_H = 1 \times \frac{30}{z_2} \times \frac{34}{21} \times \frac{25}{332} \times \frac{1}{56}$$

在 n_4、n_H、n_5 行星轮系中：

$$\frac{n_5 - n_H}{n_4 - n_H} = \frac{314}{220}$$

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

所以：

$$i = \frac{n_5}{n_H} = \left[\frac{314}{220}(n_4 - n_H) + n_H\right] \div n_H = \frac{314}{220}\left(\frac{n_4}{n_H} - 1\right) + 1$$

将上面算式代入后算得：

$$i = 66.71$$

DK_2 型梳棉机实用圈条速比为 66.71，较上述选择值略小，两者计算结果基本一致。实用圈条速比值略小于计算值，有利于提高圈存质量。

（二）瑞士 C1/3 型梳棉机

该机圈条偏心距为 133 毫米，加工棉条定量为 23.6 克/5 米，条子直径 17 毫米。

选择圈条速比：

$$i = \frac{2\pi e}{d'} = \frac{2\pi \times 133}{17} \times 1.4 = 68.82$$

根据图 3 所示的 C1/3 型梳棉机圈条机构传动图，并以 $n_{大压辊} = 1$ 为计算基础，则 C1/3 型梳棉机的实际圈条速比为：

$$n_H = \frac{24}{A} \times \frac{32}{35} \times \frac{25}{106} \times \frac{16}{147} \times \frac{B}{262} = 0.00215\frac{B}{A}$$

$$n_1 = \frac{24}{A} \times \frac{32}{35} \times \frac{C}{254} = 0.086389\frac{C}{A}$$

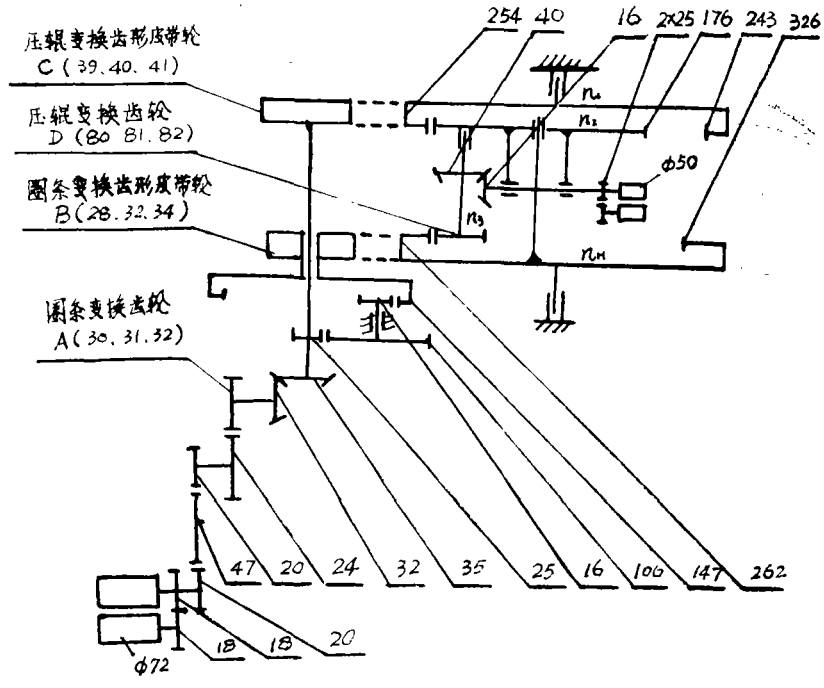


图 3　C1/3 梳棉机圈条机构传动图

在 n_1、n_H、n_2 行星轮系中，利用维里斯公式：

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

$$\frac{n_2 - n_H}{-n_1 - n_H} = \frac{243}{176}$$

$$n_2 = -\frac{243}{176} n_1 - \left(\frac{243}{176} - 1\right) n_H$$

圈条速比为：

$$i = \frac{n_2}{n_H}$$

可见，在C1/3梳棉机上的圈条速比随选用的变换齿轮A、B以及C齿轮的齿数而异。生产上所用齿轮齿数为 $A = 31^T$，$B = 32^T$，$C = 39^T$。所以：

$n_H = 0.002194$

$n_1 = 0.108683$

$n_2 = -0.15089$　　（负号说明 n_2 与 n_H 转向相反）

$$i = \frac{n_2}{n_H} = 68.77$$

二、圈条轨迹长度计算

行星式圈条器按圈条齿轮与行星齿轮回转方向的同异可分为两种。根据运动合成方法，可分别求得其圈条轨迹方程和轨迹长度。

（一）圈条齿轮与行星齿轮同向回转

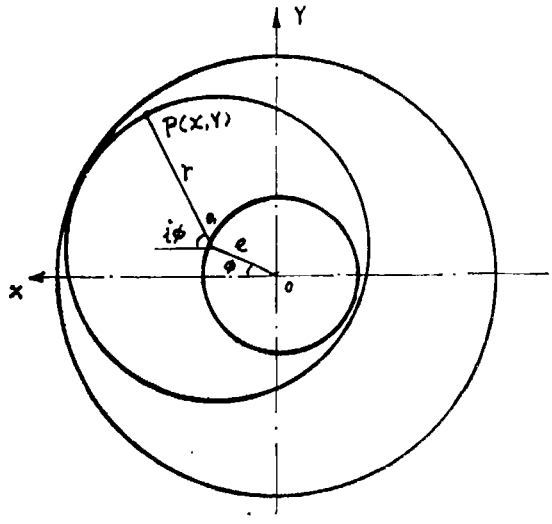


图 4

如图4所示，建立直角坐标系。当圈条齿轮相对于中心 o 转过 ϕ 角时，行星轮相对于 o_1 转过 $i\phi$ 角。于是 p 点的坐标为：

$$\begin{cases} x = e\cos\phi + r\cos i\phi \\ y = e\sin\phi + r\sin i\phi \end{cases} \quad (1)$$

式中：i——圈条速比

e——偏心距

r——圈条半径

对(1)式微分：

$$\begin{cases} dx = -(e\sin\phi + ri\sin i\phi)\,d\phi \\ dy = (e\cos\phi + ri\cos i\phi)\,d\phi \end{cases} \quad (2)$$

圈条曲线微段长度为：

$$ds = \sqrt{d^2x + d^2y} \quad (3)$$

将(2)式代入(3)式并化简后得：

$$ds = \sqrt{e^2 + (ri)^2 + 2eri\cos(i-1)\phi}\; d\phi \quad (4)$$

将(4)式积分，即得圈条齿轮转一转时，圈入条筒的棉条总长度。

$$S = \int_0^{2\pi} ds = \int_0^{2\pi} \sqrt{e^2 + (ri)^2 + 2eri\cos(i-1)\phi}\; d\phi$$

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

$$= (ri-e)\int_0^{2\pi}\sqrt{1+\frac{4eri}{(ri-e)^2}\cos^2\frac{i-1}{2}\phi}\ d\phi$$

令 $K=\frac{4eri}{(ri-e)^2}$ 则

$$S=(ri-e)\int_0^{2\pi}\sqrt{1+K\cos^2\frac{i-1}{2}\phi}\ d\phi \tag{5}$$

将(5)式中被积函数按牛顿二项式展开，并略去高阶小量，取前两项得：

$$S=(ri-e)\int_0^{2\pi}\left(1+\frac{1}{2}K\cos^2\frac{i-1}{2}\phi\right)d\phi$$

$$=2\pi(ri-e)+(ri-e)\frac{K}{i-1}\left[\frac{i-1}{2}\pi+\frac{1}{4}\sin 2\pi(i-1)\right] \tag{6}$$

此式即为行星式圈条器圈条齿轮和行星齿轮同向回转时的圈条轨迹长度计算公式。

（二）圈条齿轮和行星齿轮反向回转

如图5所示，同样建立坐标系，p点坐标为：

$$\begin{cases}x=e\cos\phi+r\cos i\phi\\ y=e\sin\phi-r\sin i\phi\end{cases}$$

同理可得：

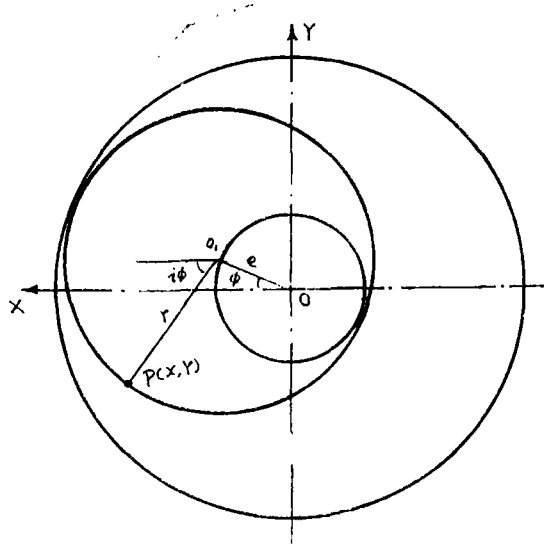


图5

$$S=\int_0^{2\pi}\sqrt{e^2+(ri)^2-2er\cos(i-1)\phi}\ d\phi$$

$$=2\pi(ri+e)-(ri+e)\frac{K}{i+1}\left[\frac{i+1}{2}\pi+\frac{1}{4}\sin 2\pi(i+1)\right] \tag{7}$$

其中 $K=\frac{4eri}{(ri+e)^2}$

此式即为行星齿轮与圈条齿轮反向回转时，圈条轨迹长度计算公式。

所以：

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

$$S=\begin{cases}2\pi(ri-e)+(ri-e)\dfrac{K}{i-1}\left[\dfrac{i-1}{2}\pi+\dfrac{1}{4}\sin 2\pi(i-1)\right]\text{(同向回转)}\\ \qquad\text{其中}K=\dfrac{4eri}{(ri-e)^2}\\ 2\pi(ri+e)-(ri+e)\dfrac{K}{i+1}\left[\dfrac{i+1}{2}\pi+\dfrac{1}{4}\sin 2\pi(i+1)\right]\text{(反向回转)}\\ \qquad\text{其中}K=\dfrac{4eri}{(ri+e)^2}\end{cases}\tag{8}$$

现根据上式，计算 DK_2 和 C1/3 型梳棉机的圈条轨迹长度。

1. DK_2 型梳棉机

已知 e = 141 毫米，r = 290.5 毫米，i = 66.71，行星轮和圈条齿轮同向回转。

$$K=\frac{4eri}{(ri-e)^2}=0.0295$$

代入上面计算公式得：

$$S=121.8\text{米}$$

2. C1/3 型梳棉机

已知 e = 133 毫米，r = 260 毫米，i = 68.77，行星轮与圈条齿轮反向回转。

$$K=\frac{4eri}{(ri+e)^2}=0.0293$$

代入上面计算公式得：

$$S=112.35\text{米}$$

理论计算值与机上实测数据比较如表一所示。

表一

机　　型	理论计算长度	机上实测长度	误差百分率
DK_2 型梳棉机	121.8 米	119.5 米	1.8%
C1/3 型梳棉机	112.35 米	110.2 米	1.91%

由于棉条回缩等原因，实际长度应比理论长度略短，可见理论计算值与实际值基本相符。DK_2 和 C1/3 型梳棉机上一层棉条的长度达一百多米，是 A186 型梳棉机的 50.21 米[1] 的一倍多。

三、圈条牵伸倍数

行星式圈条器没有圈条斜管，不存在斜管堵塞问题，为了减少意外牵伸，圈条牵伸可比传统式圈条器的圈条牵伸略小一些，一般可取在 1.01～1.03 之间。下面分别以 DK_2 和 C1/3 型梳棉机为例，介绍计算方法。

（一）根据 DK_2 型梳棉机圈条机构传动图（图 2）

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

$$n_7 = -\frac{220}{35} \times (n_H - n_5) \times \frac{24}{13}$$

当 $n_H = 1$时，则 $n_5 = 66.71$ 所以：

$$n_7 = -\frac{220}{35}(1 - 66.71) \times \frac{24}{13} = 762.4$$

即圈条齿轮转一转，小压辊转 762.4 转。

DK_2 型梳棉机圈条器小压辊直径为 50 毫米，圈条直径为 581 毫米，所以：

$$\text{圈条牵伸} = \frac{\text{圈条轨迹长度}}{\text{圈条齿轮一转，小压辊输出棉条长度}}$$

$$= \frac{121.8 \times 1000}{50 \times 762.4 \times \pi} = 1.017$$

(二)根据 C1/3 型梳棉机圈条机构传动图(图 3)，并以 $n_{小压辊} = 1$ 为计算基础。

在 n_2、n_3、n_H 行星轮系中：

$$\frac{n_3 - n_2}{-n_H - n_2} = \frac{326}{D}$$

$$n_3 = -\frac{326}{D} n_H - \frac{326}{D} n_2 + n_2$$

小压辊转速为：

$$n_{小压辊} = \frac{40}{16}(n_2 + n_3) = \frac{326}{D} \times \frac{40}{16} \times (n_H + n_2)$$

生产上选用 $D = 81^T$，变换齿轮 A、B、C 的齿数与前同，如前计算 $n_H = 0.002194$，$n_2 = 0.15089$，则

$$n_{小压辊} = \frac{326}{81} \times \frac{40}{16} \times (0.002194 + 0.15089) = 1.5403$$

C1/3 型梳棉机小压辊直径为 50 毫米，圈条直径为 520毫米。所以：

$$\text{圈条牵伸} = \frac{112.35 \times 0.002194 \times 1000}{50 \times 1.5403 \times \pi} = 1.019$$

四、结 束 语

1. 行星式圈条器由于采用大圈条，条筒中条子呈扁平状倾斜排列。故圈条速比可这样选择：

$$i = \frac{2\pi e}{d}(1.3 \sim 1.4)$$

2. 根据(8)式可算出行星轮与圈条齿轮同向回转或异向回转时的圈条轨迹长度。行星式圈条器采用大圈条形式纤维较伸直，粘、毛条少，圈条质量可以提高。

3. 行星式圈条器由于废除斜管，不存在斜管堵塞问题，所以圈条牵伸可比普通圈条器的圈条牵伸略小，一般为 1.01～1.03 之间。

本文撰写过程中曾得到本院刘国涛，吴增淞两位老师的帮助，谨致谢意。

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

主 要 参 考 文 献

〔1〕刘国涛《梳棉机圈条器问题》无锡轻工业学院，轻工科技 1980.3

〔2〕《棉纺学》上册，纺织工业出版社，1980.

Study of Some Technological Parameters of Planetary Coiler

Rong Guang-hui

Abstract

This paper briefly discusses the coiling speed-rate, coiling locus length, and coiling draft of planetary coiler. Besides, taking the coilers on West German Trutzschler's DK_2 and Swiss Rieter's C1/3 cards for examples, the author introduces the method of calculation.

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