

丝织机剑杆引纬机构的设计与分析

蒋秀明 马 军

(天津工业大学,天津,300160)

摘要 介绍一种适用于老机改造的挠性剑杆织机连杆齿带式引纬机构。结合 K85 型丝织机的织机参数,结出了优化设计的方法,得到了较为合理的引纬机构参数,并对优化设计结果、剑杆运动规律进行了综合分析。

关键词: 丝织机 引纬机构 连杆齿带式 优化设计

中图分类号: TS 103.337.3

有梭织机与无梭织机相比,无论是在产品的质量、产量以及品种适应性等方面均存在着明显的差距。因此,对织机的改造势在必行。在无梭织机中,剑杆引纬的适应性广,改造方便,机构简单,引纬运动的稳定性、可靠性强。在丝织物织造生产中,国内现有的 K85 型及同类的 K251、K74 型机的数量很多,将该类型织机改为挠性剑杆引纬是老机改造的较为有效的方法之一,并会带来可观的经济效益。本文对适应 K85 型机采用的挠性剑杆传动机构进行了探讨,以期对老机改造在理论及实践中提供一个新思路。

近些年来,国内国际织机制造厂及科研院所针对挠性剑杆引纬设计提出了多种能适应高速且运动准确的引纬机构,例如 H213 型引纬机构、GA745 型挠性剑杆织机移植于 1515 型织机所确定方案都不失为较好的改造方案。本文针对 K85 类型丝织机介绍一种结构简单,引纬准确性高的设计方案,并进行优化设计。

1 连杆齿带式传剑机构型式

如图 1 所示,A 表示主轴位置,D 表示摇轴位置,O 为引纬部分三角架的支轴,轮 1、2 为同步齿形带轮,轮 3 为传剑轮,4 为导轨,ABCD 为织机四连杆打纬机构,CD 为筘座脚,其上装有同步齿形带轮 1、2、剑轮 3 及导轨 4,DI 为同步齿形带中心至摇轴的距离。曲柄 AE 绕主轴 A 回转。带动三角架 FOG 摆动,G 点铰接连杆 GH,H 铰接于齿形带上,当 OG 摆动时,GH 杆随之运动,H 的运动相对于筘座为直线,由同步齿形带将运动传给轮 1、2,使与 2 同轴的剑轮 3 往复转动完成进退剑。导轨左右两侧各装有一个滚子随 H 上下运动,起到增加稳定性和刚性的作用。

剑杆运动工艺参数参照图 2 选择如下:

确定剑杆运动最大动程为 S_{sm} ,则有:

$$S_{\text{sm}} = W/2 + b/2 + a, \quad (1)$$

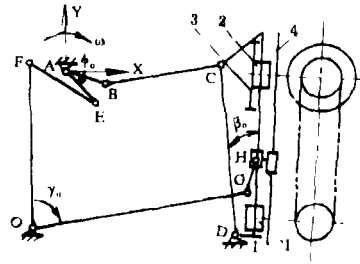


图 1 连杆齿带式传剑机构

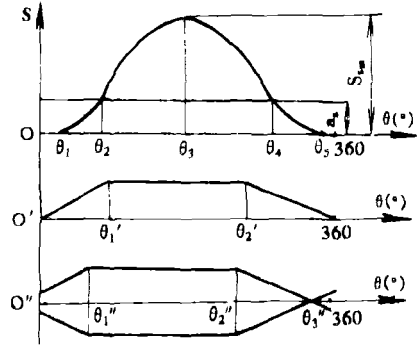


图 2 剑杆运动与打纬、开口运动的配合

式中: w 为最大穿箱幅, K85 织机要求幅宽 1600mm; b 为重叠系数,交接冲程由剑头结构确定,参考同类机械取 $b = 50\text{mm}$; a_s 为送纬剑幅外空程,取 $a_s = 210\text{mm}$ 。

因此, $S_{\text{sm}} = 1600/2 + 50/2 + 210 = 1035\text{mm}$,考虑其他因素,初选定 $S_{\text{sm}} = 1050\text{mm}$ 。

关于剑杆的运动与打纬、开口等机构的配合关系(见图 2), 0° 附近剑杆处于静止或近似静止,恰好是打纬时间; θ_2 、 θ_4 分别表示剑杆进出梭口时间; θ_3 为剑头进足时间。 $0^\circ - \theta_1'$ 表示筘座由前心摆到后心位置; $\theta_2' - 360^\circ$ 表示筘座由后心摆到前心。 θ_1'' 表示梭口满开角度; θ_2'' 表示梭口开始闭合角度; θ_3'' 表示平综位置。闭口太早,剑未完全出梭口,增大剑的挤压力,易断经纱;闭口太晚,使综框的运动时间太短,同样易断经纱。由上述设计原则,确定剑杆最大动程为 1050mm 左右,送、接纬剑交换角度大概在

180°附近,幅外空程为 210mm 左右,75°时剑进入梭口,285°时剑完全退出梭口。根据确定的运动参数,在保证机构压力角小于 45°的前提下,进行优化设计。

2 优化设计

利用优化的方法设计引纬机构各构件尺寸,首先要对该机构进行机构分析。机构分析方法参照文献^[1],这里不再叙述,仅对优化设计进行简述。

2.1 设计变量

先确定坐标系。在打纬机构中曲柄 AB 由于在实际织机上曲轴,所以在改造时尽量要求不变,故设计变量包括杆 BC、CD、EF、FO、GO、GH、DI 以及角 GOF 值共 8 个参数。以 A 点为坐标原点, A 和 D 点的坐标值均可按 K85 织机实际主轴、摇轴位置。同步齿形带轮传剑轮的传动比取 1:4.25。其他参数包括:引纬安装初始角 Φ_0 、笄座角刚体夹角 β_0 及 F 点极限压力角等均可通过计算或优化而得到。设计变量可用向量表为:

$$\{X\} = \{BC, CD, EF, FO, GO, GH, DI, \angle GOF\}^T \quad (2)$$

2.2 目标函数

目标函数选择的好与坏直接关系到优化的效率与准确性。选定目标函数表示如下:

$$F(x) = \min \sum_{i=1}^n [F(\theta_i) - F(\theta_i; \{x\})]^2 \quad (3)$$

式中: $F(\theta_i)$ ——预先给定 θ_i 角度时剑所在的位置,即前述工艺要求取值; $F(\theta_i; \{x\})$ ——实际机构分析计算得到 θ_i 角度时剑的位置。

取 $n=5$, 事先确定剑在 0°, 75°, 180°, 285°, 360° 时的位置值, 取 $F(0^\circ)=0, F(75^\circ)=210, F(180^\circ)=1050, F(285^\circ)=210, F(360^\circ)=0$, 则目标函数化为

$$F(x) = \min \{ [0 - F(0; \{x\})]^2 + [210 - F(75; \{x\})]^2 + [1050 - F(180; \{x\})]^2 + [210 - F(285; \{x\})]^2 + [0 - F(360; \{x\})]^2 \} \quad (4)$$

显然, $F(x)$ 值越小得到的设计参数 $\{x\}$ 越好, 越符合工艺要求。

2.3 约束函数

为使机构实现周期运动, 即满足连杆机构的几

何条件, 保证机构的可安装性, 同时保证机构具有良好的动力学性能, 须对机构的某些参数加以约束, 建立约束方程, 以便于在优化计算中加以限制。本文优化设计中的约束函数主要是对机构的杆组构成条件及 F 点压力角小于 45° 的许用压力角加以约束, 公式推导从略。

优化设计方法采用随机法优化程序(见图 3), 对设计变量 $\{X\}$ 进行优选。在优化过程中, 选择不同的初始参数值, 就会有不同的方案产生, 根据工艺要求, 现选定了三种最佳方案进行比较。见表 1。

3 优化设计方案的比较与结果分析

将三个方案进行比较, 其共同的特点为: (1) 剑杆最大动程满足工艺要求, 初动程皆较小, 有利于减小机器的占地面积; (2) 整个运动过程, F 点压力角小于许用压力角, 有利于减小机构驱动力和构件受力; (3) 剑杆进至或退至布边时的速度皆较小, 有利于准确钳取纬纱或将纬纱引出布边; (4) 剑杆负向加速较大, 且发生在两剑交接位置附近, 增加剑杆的惯性冲程; (5) 剑杆进足时间皆在 180° 附近, 机构参数确定后, 交接时间不可调节; (6) 通过改变连杆 EF 的长度可使 G 点初位置改变, 但对机件杆总动程没有显著的影响, 只是对于剑杆的速度和加速度有一定的影响, 当连杆增大时, 速度和加速度曲线相对比较平缓, 当连杆缩短时, 速度、加速度曲线相对变化大; (7) 通过改变引纬曲柄 AE 可使剑杆最大动程发生改变, 以适应不同幅宽的织造要求, 平均 AE 增大或减小 1mm 时, 剑杆的最大动程就会增大或减小 20mm, 可适应调整幅宽的要求。

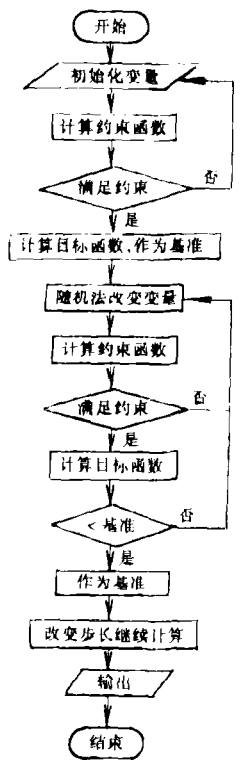


图 3 优化程序流程图

表 1 三种优化方案的部分参数结果

方案	打纬部分			引纬部分							极限压力角	
	AB	BC	CD	AE	EF	γ'	GH	β_0'	Φ_0'	DI	F_1'	F_2'
一	65	525	656.7	82	128	71	80	5.68	-7	50	40.507	40.590
二	65	525	656.7	82	128	71	100	5.68	-7	50	40.507	40.590
三	65	309	658	82	128	72	100	6.808	-6	50	39.506	41.958

注: 传动比 $I=4.5$, 未注明单位(mm)。

其中, 方案 1 的剑杆运动规律见表 2 所示。

(下转第 17 页)

表 2 方案一剑杆运动规律及压力角

主轴转角($^{\circ}$)	0	50	90	140	180	230	270	320	350
位移 mm	0	82.27	325.9	870.9	1054	744.8	330.7	42.55	1.024
速度(m/s)	0.181	3.874	9.885	10.18	-0.799	-10.90	-9.968	-2.797	-0.411
加速度(m/s 2)	62.05	116.2	187.0	-223.9	-306.9	-97.32	138.3	113.39	66.72
H点压力角($^{\circ}$)	1.889	0.416	-1.97	-0.317	1.134	-1.854	-1.81	0.792	1.787

注:进剑 75° , 出剑 285° , 幅外空程 207mm, 交接位置 178° , 最大动程 1055mm。

4 结构设计

在该机构的结构设计过程中,有一些关键零件直接影响着整个机构的连续运转性能及引纬的准确

性。因此,零件的设计既要严格满足工艺要求,又必须使其加工安装方便。特别地,对于某些零件要设计成可调尺寸零件,以使机构的适应性更加广泛。本文仅对同步齿形带的计算及选取加以叙述。

欢 迎 订 阅 纺 织 学 报