

喷气织机高速平纹开口机构理论与实践

盛 才 华

(河南纺织科学研究所)

一、问题的提出

老机改造的喷气织机，六连杆开口机构工艺性能方面有下面几个主要缺点：

1. 和短箱座脚打纬机构配合使用时，因箱座摆角过大，前综远离主喷管中心线达100多毫米，梭口的利用率很低。且梭口张开时综框的相对静止时间短促，供纬纱飞行的时间不足，要靠加大综框动程保证梭口的清晰度和弥补时间的不足，从工艺上说是不合理的。

2. 打纬到前死心位置时，两层经纱间的张开角不足，打入织口的纬纱容易反弹，使织口游动增大，布面前后窜动，削弱了边撑的伸幅能力。特别对高纬密品种不利，造成断边，影响质量和看台。

3. 综框运动对于平综位置的对称性差，虽可通过调节使两次平综的角度误差在5度以内，但两次开口经纱上下层的极限位置不一致，妨碍梭口的利用。如听任两次平综的角度差异，则纬纱割断的时间不一，回喷纱尾的长短参差不齐，不利于布边宽度的控制。

根据以上存在的缺点，我们着手改善综框运动的性质，以适应喷气织机的要求。首先试用了等径凸轮开口机构，延长了综框的静止时间。但由于制造精度所限，凸轮与转子间的间隙问题不易解决，当织机以400转/分的速度运行时，综框跳动，使综丝耳部和综丝杆相互冲击，致综丝耳部磨损很快，故不能采用。经过观察分析，发现主要问题是因综框不平稳而引起震动，而喷气织机并不象有梭织机那样需要绝对静止时间，因此我们采用了下述具体解决方法。

二、复合函数的应用

我们先从理论上论证解决问题的可能性，可否从串联两个近似的简谐运动入手？即将两个正弦函数复合起来，作为高速平纹开口机构的设计依据。

设梭口半高为 h ，综框从平综点起算的位移为 y 。如综框位移服从简单的正弦函数，则有：

$$y = h \sin \theta \dots \dots \dots (1)$$

式中： θ 为织机中心轴的回转角度，且预定平综时间在 θ 等于零时，而梭口满开时 $\theta = \pi/2$ 。我们讨论的范围是 $0 < \theta < \pi/2$ 。

如综框位移服从两个复合起来的正弦函数，则有：

$$y = h \sin \varphi \dots \dots \dots (2)$$

$$\varphi = (\pi/2) \sin \theta \dots \dots \dots (3)$$

从(1)式求得综框运动速度 V_1 为：

$$V_1 = dy/dt = h\omega \cos \theta \dots \dots \dots (4)$$

式中： ω 是中心轴回转的角速度（弧度/秒）。

从(2)、(3)式得综框运动速度 V_2 为：

$$V_2 = dy/dt = (\pi/2) h \omega \cos \varphi \cos \theta \dots \dots \dots (5)$$

当 $\theta = 0$ 时， $\varphi = 0$ ，即综框越过其平综位置时，其运动速度为极大值。

从(4)式得 $V_{1max} = h\omega$ ，从(5)式得 $V_{2max} = (\pi/2) h \omega$ ，故 $V_{2max}/V_{1max} = 1.57$ 。

故将两个简谐运动串联后的综框最大速度，是原来单式简谐运动的1.57倍。

再计算综框在其梭口满开位置附近相对静止时的变化情况。为便于比较和说明问题，对两种运动各计算其综框位移从 $0.9h$ 到 h 阶段中心轴的转角。

由(1)式: $0.9h = h\sin\theta$, $\theta = 64^\circ 10'$, $h = h\sin\theta$, $\theta = 90^\circ$ 。

所以中心轴转角 θ_1 为:

$$\theta_1 = 90^\circ - 64^\circ 10' = 25^\circ 50'$$

由(2)、(3)式: $0.9h = h\sin[(\pi/2)\sin\theta]$, $\theta = 45^\circ 28'$; $h = h\sin[(\pi/2)\sin\theta]$, $\theta = 90^\circ$ 。

所以中心轴转角 θ_2 为:

$$\theta_2 = 90^\circ - 45^\circ 28' = 44^\circ 32'$$

$$\theta_2/\theta_1 = 44^\circ 32'/25^\circ 50' = 1.72。$$

故在两个简谐运动串联后, 综框在梭口满开位置附近的相对静止时间 (以综框位移等于梭口半高的 1/10 计算) 是原来单式简谐运动的 1.72 倍。

从理论上分析, 两个简谐运动相串联的结果, 使综框运动速度在平综点附近更快了, 而在梭口满开附近更慢了, 正好切合喷气织机开口机构的工艺要求。

三、串联调和式高速平纹开口机构的研制

开始试验的结构如图1所示, 中心轴上的曲柄通过一根较长的连杆拉动扇形齿轮的摇臂, 使扇形齿轮作近似简谐性质的摆动(摆动角约 60 度)。然后通过一个小齿轮的啮合, 将摆动角放大到 160 度左右。小齿轮上固装着一只转子, 转子嵌入固装于开口摇轴上的一个短臂的长槽孔内。当转子随着小齿轮往复摆动时, 开口摇轴被带动作 60 度左右的往复摆动。这里有两个产生近似简谐运动的机构: 一是中心轴到扇形齿轮的曲柄摇杆机构, 另一是小齿轮转子到开口摇轴槽臂的曲柄-滑槽机构。由于两个近似简谐运动的复合, 使综框升降运动的性质较好地满足了喷气开口的要求。

接着我们对上述机构作了简化, 取消了曲柄滑槽机构, 将小齿轮直接固装于开口摇轴, 开口摇轴的摆动角由原来的 60 度左右增大到 180 度左右。这样, 开口摇轴上的跷跷板和连杆与综框本身, 正好组成第二个近似的简

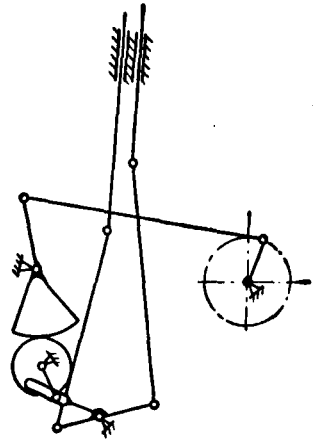


图 1

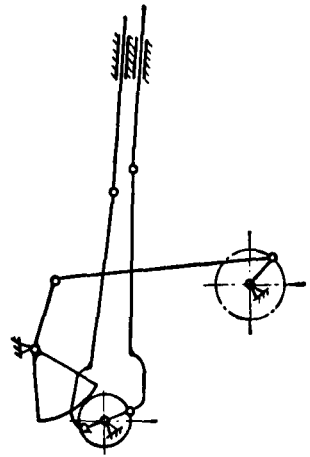


图 2

谐运动机构, 如图 2 所示。

上述串联调和和高速平纹开口机构, 已在 G252—C 型喷气织机上作了中试, 证实它的性能优于原 G252—B 型喷气织机的六连杆开口机构。主要表现在: 综框在满开位置附近(即经纬飞行阶段)的相对静止时间延长, 使梭口得以更好利用, 配合近似平行打纬的使用, 前综离钢筘和管道片较近, 综框的动程可相应减小。由于综框作串联调和运动的平稳性, 消除了综丝的跳动现象。

实测该开口机构综框的位移曲线, 如图 3 所示(图中横轴座标代表曲拐轴转角);

通过对 G252—C 中试机台的长期生产考察, 证实了以下几点:

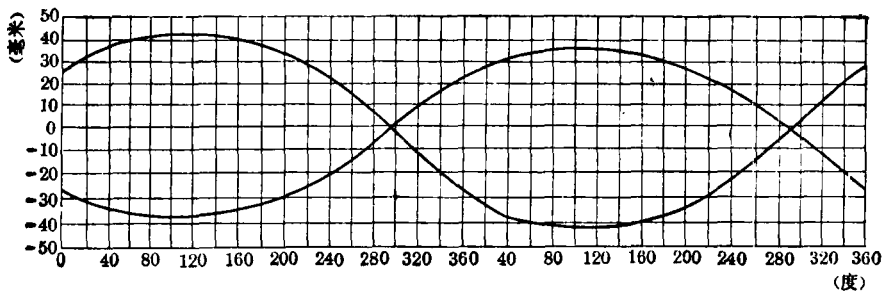


图 3

表 1 两种开口机构主要工艺参数比较

参 数	开口机构型式 G252-C 串联调和式	G252-B 六连杆式
综框在满开附近运动 2 毫米的曲拐转角	116°	82°
综框在满开附近运动 4 毫米的曲拐转角	155°	110°
打纬时梭口张开角	15°	12°
前综动程 (毫米)	74	96
后综动程 (毫米)	84	108

1. 布边的光洁平直度优于 G252—B。这是因为曲拐在前死心附近的梭口张角较大，有利于纬纱回喷折入的准确性。

2. 织口的前后窜动量小于 G252—B，有助于边撑的伸幅，断边现象相应减少。当两种机型在同一车间的相同条件下运转时，凡 G252—B 上不能用的轻浆轴，搬到 G252—C 上都能使用。

3. 由于开口动程减小，经纱所承受的拉伸和摩擦作用缓和，因此 G252—C 的经纱断头率低于 G252—B 约 35%，管道片被经纱磨损的消耗量也有明显的降低，织物的内在质量有所提高。

4. 串联调和式开口机构的高速适应性能好。织机以 400 转/分的高速运行时，综框的升降动作比以 320 转/分的速度运行的六连杆开口机构反而显得平稳可靠。长期考验的结果，证实该开口机构各处磨灭正常，故障较少。

5. 因为往复运动部件的动程改小，节约

了用电。千米布耗电数比六连杆式开口和大动程打纬机台下降 5~30%。

6. 由于梭口利用程度改善，提供了较优越的纬纱飞行条件，因此双脱纬疵点比原来减少 30~50%。

1977 年我们又用百脚齿条代替原来的连杆和扇形齿轮，得到基本相同的工艺性能。

四、GA701 综框实际位移规律

GA701 的开口机构如图 4 所示。它的由中心轴传动开口摇轴的简谐运动，因齿条和小齿轮的啮合点和连接销的距离过近，齿条本身的摆动角较大(达 22 度)，故开口摇轴的运动偏离理论简谐运动较多。

现将串联式高速平纹开口的理论综框位移规律和 GA701 的实测综框位移规律，绘在同一幅图上，进行比较，如图 5。图中横座标代表曲拐轴转角。

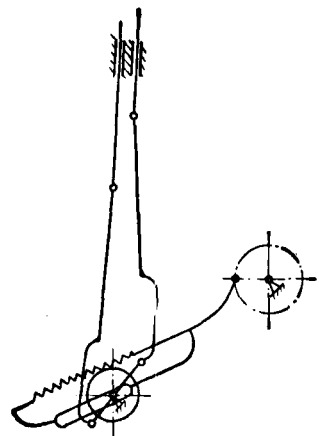


图 4

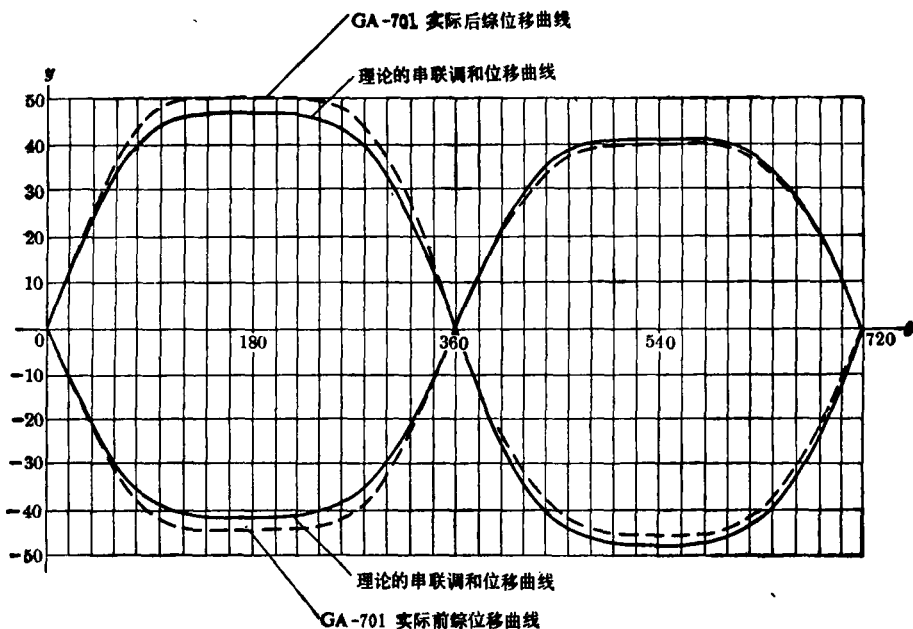


图 5

由图 5 可见，将两次平综的曲拐角度调整到一致时，梭口的上下对称度较差。前综从平综位置向上提升 40.1，向下开口 44.2，向下大于向上 4.1。后综向上提升 49.9，向下开口只有 45.7，向上大于向下 4.2。

改进设计后的开口机构如图 6 所示。A 为开口摇轴，B 为中心轴，C 为一固定销柱。A、B、C 三点共线。我们用十字槽机构代替原来的摆动齿条机构。紧固于中心轴上的短臂的销柱 D，环绕中心轴回转。D 上套有方转子，方转子嵌入十字槽杆的中间长槽内。活套在开口摇轴上的方转子嵌入十字槽杆左侧的长槽内；活套在固定销柱 C 上的方转子嵌入右侧的长槽内。这样的结构使十字槽杆只能作沿着 AC 直线方向来回的运动，因此固定在它上面的齿条也作直线往复运动，克服了原来齿条摆动 22° 的弊病。由于十字槽互相垂直，所以当中心轴回转时，十字槽杆作严格的简谐运动而不是近似的简谐运动。开口摇轴传动综框仍和原来一样，是一个近似的简谐运动。但跷跷板的半径不到 50，而连杆长 400 以上， L/R 达 8 以上，所以也十分逼近

简谐运动。

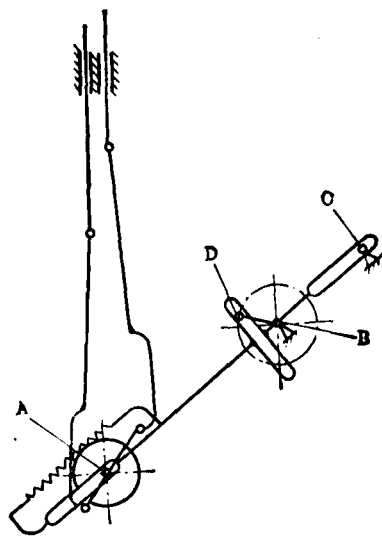


图 6

改进设计的高速平综开口机构的静态综框位移曲线如图 7 所示。图中横座标代表曲拐转角。用精度较高的游标卡尺测量综框上沿到导轨顶面的距离，再折算成从平综位置起算的综框位移值。由图 7 可见，前综向下开 41.9，向上开 41.7，上下相差仅 0.2，

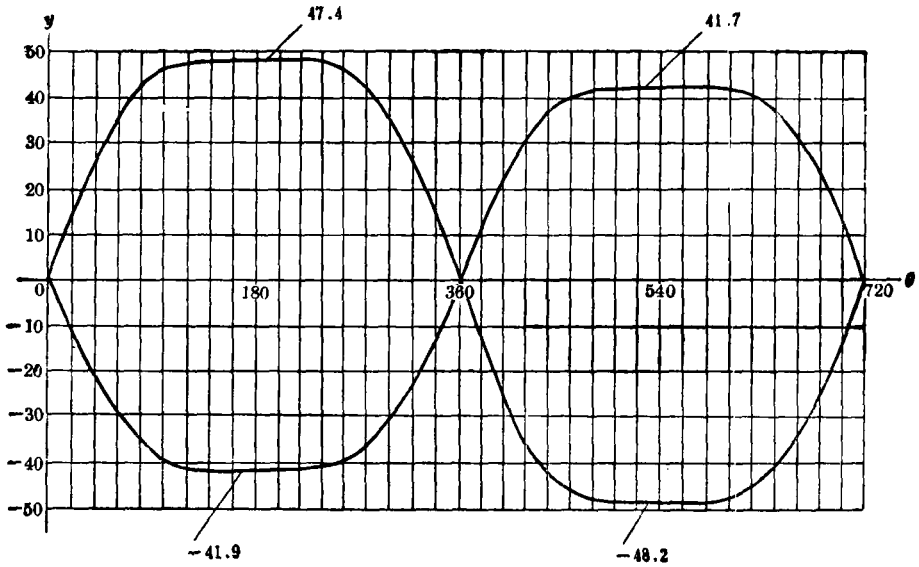


图 7

后综向上开 47.4，向下开 48.2，上下相差 0.8。梭口上下不对称的弊病获得基本克服。此外从图中可见，综框的静止时间是比较长的，相对静止角度达到 120~140 度。

五、串联调和运动规律的 理论分析

综框的加速度变化规律如下：

$$a = dv/dt = -(\pi/2)h\omega^2[\cos\varphi\sin\theta + (\pi/2)\sin\varphi\cos^2\theta] \dots\dots\dots (6)$$

理论的串联调和运动的位移、速度和加速度变化规律如图 8 所示（横座标代表中心轴转角）。一般的调和运动的位移、速度和加速度变化规律如图 9 所示（横座标代表中心轴

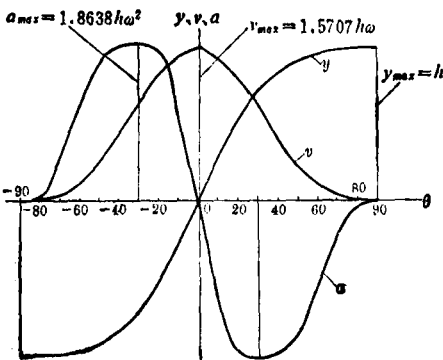


图 8

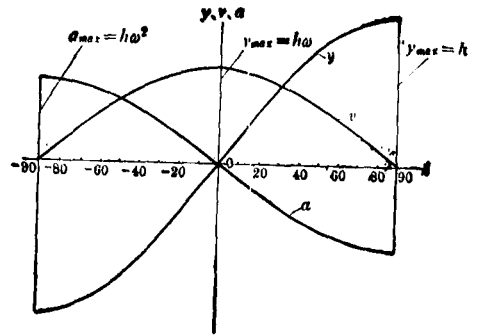
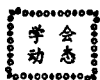


图 9

转角)。两图 y、v、a 的座标用相同的比例。

串联调和运动速度极大值为 1.5707hω，一般调和运动的速度极大值为 hω，两者比值等于 1.5707。串联调和运动的加速度极大值为 1.8638 hω²，一般调和运动的加速度极大值为 hω²，两者的比值等于 1.8638。

比较图 8、9 可见，综框在平综点附近的速度的，串联调和运动显著地快于一般调和运动，而在梭口满开点附近的速度的，串联调和运动显著地慢于一般调和运动。也就是说，串联调和运动的速度变化较为剧烈，这在加速度变化曲线上也得到清楚的反映。虽然串联调和运动的加速度极大值比一般调和运动将近增加了一倍，但是加速度曲线是连续的，



不象抛物线运动规律之有间断跳跃点；同时加速度曲线的一阶导数也是连续的。这说明这种运动规律的力学性质是好的。反映到生产上就是制造精度的要求不高，却能顶得住高速运转而没有综丝蹦跳现象。

六、结 论

1. 喷气织机平纹开口机构要同时满足高速运转和引纬工艺的特殊要求，综框运动无需绝对静止，但应配置较长的相对静止时间。

2. 把函数复合的概念推广应用到开口机构的设计，将两个正弦函数复合起来用于综框运动，称为串联调和开口运动。从理论上分析是可更好地满足喷气织机对开口运动的工艺要求的，同时它的高速适应性也好，具体表现在加速度曲线连续，并且它的一阶导数也连续。

3. 体现串联调和运动规律的开口机构，已在 G252—C、G253 和 GA701 型喷气织机上应用，并且通过生产考验，其证明工艺和机械性能优于老的六连杆开口机构。

4. 用于凸轮设计的各种运动规律中，一般有抛物线规律、正弦运动规律和余弦运动规律等。本文推荐的串联调和运动规律(两个正弦函数相复合)不失为凸轮设计中的一类新的运动规律。它的应用将不限于平纹开口机构，而可旁及其他。(完)

下列同志在串联调和开口机构研制和中试中付出了辛勤劳动。河南纺织科研所：徐南安、沈炳琳、林波。郑州四棉：蒋阿三、顾春宝、贺友三、白月仙等同志，在此表示感谢。

纺织学报合订本征求预订

第一卷：(1980年1—6期再加1979年试刊三期共九册)

每本价：精装5元(邮费0.48元)
平装3.6元(邮费0.45元)

第二卷：(1981年1—6期共六册)

每本价：精装4元(邮费0.40元)
平装2.7元(邮费0.36元)

欲购请汇款纺织学报编辑室预约，额满为止。
地址：上海乌鲁木齐北路197号301室，
帐号：人民银行上海静办静分处5589135

甘肃省纺织工程学会于5月19日在兰州召开了理事会，会上戴厚基理事长讲了话，刘宗澍付秘书长汇报了学会1980年的工作和1981年工作安排意见，着重讨论了学会1981年的工作，决定如下：

1. 通过吸收武威麻纺厂孙恒年等七位同志为正式会员，建立武威麻纺厂学组，增选理事一名。

2. 讨论决定将组织名称由原来“中国纺织工程学会甘肃省分会”改为“甘肃省纺织工程学会”，请省科协批准并发给新印章。

3. 关于1981年工作安排：

① 积极参加1981年全国性学术会议。

② 学会计划组织由会员参加的学习上海的交流交流活动，时间请各学组提出具体要求，由学会安排通知。

③ 学会决定与省纺织研究室合编“甘肃纺织技术”，不定期出版。

④ 计划召开1981年学术年会，着重交流和讨论我省纺织原料资源，特别是毛纺原料的合理使用和产品结构改革等带方向性的生产技术问题。

⑤ 科普工作，要求各企业基层学组要与行政部门配合，紧密结合当前生产实际，开展多种多样的活动，提高职工的技术和文化水平。

⑥ 积极配合做好纺织工程技术干部晋升的咨询工作。

⑦ 发动会员提出有关社会主义建设的合理化建议。

⑧ 积极推荐会员参加中国纺织工程学会举办的各种学习班、训练班。

⑨ 发动会员紧密结合生产实际，开展学术交流活动。

《甘肃省纺织学会讯》

《纺织器材》征订和稿约

《纺织器材》是由中国科学技术情报编译出版委员会批准的科技情报刊物，报道棉、麻、毛、化纤、针织复制和印染器材。本刊不仅报导、设计和制造，还报道使用和保养维修，不仅报导技术，还报道管理。适于制造和使用工厂、科教和管理机构的有关技术与管理人员和工人阅读。

《纺织器材》系双月刊，每逢双月30日出版，每期64页，10余万字，定价0.40元，全年2.4元。欢迎广大读者踊跃到当地邮局(所)订阅明年《纺织器材》。如在当地漏订，可向本刊编辑部订阅，直接汇款(人民银行咸阳市支行，帐号89350)，发票随刊物寄上。

《纺织器材》欢迎读者积极投稿。

《纺织器材》编辑部

地址：陕西省咸阳市陕西纺织器材研究所内