

箱体式等径凸轮开口机构的设计与实践

李 盛 铎

(济南大学)

【摘要】 本文分析喷气织机采用的箱体式等径凸轮开口机构的特点、设计过程及其应用所取得的效果。

一、前 言

在济南地区研制喷气织机过程中，我们根据该机总体布局和“一平、三小、二大”工艺技术路线的要求，对等径凸轮开口机构作出如下分析：(1) 各页综框的升降运动均由凸轮积极控制；(2) 综框由刚性杆传动，位置由导轨控制，其运动准确、平稳、适用于高速；(3) 按综框运动规律来设计凸轮，织造工艺性能好；(4) 等径凸轮轮廓曲线加工精度要求较高。如果转子与凸轮之间的间隙偏大，就会产生振动和磨损。为此，在设计中，扬长避短，合理设计，决定采用箱体式等径凸轮开口机构。该机构装在织机车肚内，其结构简图如图 1 所示。

O 轴由装在中轴 6 上的伞齿轮 Z_1 和装在

凸轮轴 O 上的伞齿轮 Z_2 来传动。O 轴上可装五片等径凸轮 1，通过两个转子 2，带动相应的拉杆 C_1C_2 作平面运动，分别驱动二个提综杆 B_1C_1 和 B_2C_2 作定轴摆动。再通过综框拉杆 A_1B_1 和 A_2B_2 带动相应的综框 5 在导轨内作有规律的升降运动。由于凸轮是等径的，所以只适用于织 $\frac{1}{1}$ 平纹及 $\frac{2}{2}$ 斜纹织物。

二、各结构点位置和杆件尺寸的设计

1. 凸轮轴中心线位置

为消除综框升降运动时的晃动，提综杆位置应布置在综框运动平面之内。综框运动面为铅垂面，凸轮轴中心线应在水平面内，并布置在织机车肚中央，使其垂直于中轴且在同一水平面内，由一对伞齿轮 Z_1 和 Z_2 直接传动凸轮轴 O。

2. 提综杆长及短臂的确定

每页综框的动程即是长臂末端摆动极限位置的弦长，短臂末端摆动极限位置的弦长，即是凸轮轮廓大小半径之差。凸轮大小半径之差过大，会导致压力角过大；过小，会使长臂尺寸过大，增加开口阻力矩。经过分析和比较，

表 1 各页提综杆尺寸(mm)

综 框	动程	凸轮升程H	短臂 l	长臂 L
第一页	76	24	50	158.5
第二页	88	24	50	183.3
第三页	98	24	50	204.2
第四页	106	24	50	220.8
第五页	114	24	50	237.5

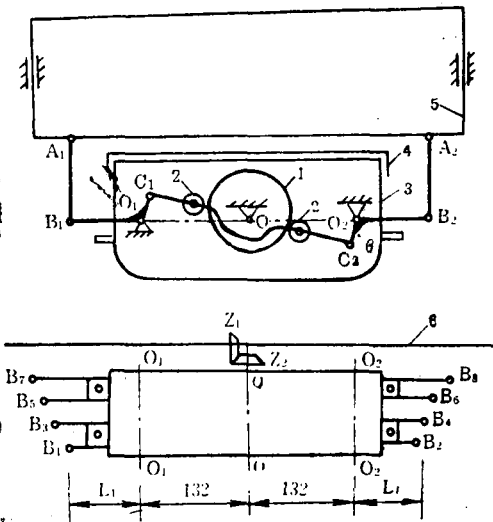


图 1 箱体式等径凸轮开口机构示意图

暂选大小半径之差 $H = 24\text{mm}$ ，短臂长 $l = 50\text{mm}$ 。根据每页综框动程大小，可计算出各页提综杆长臂尺寸 L ，见表1。

3. 提综杆摆动轴的位置和拉杆长度确定

为了保证综框左右两侧具有相同的运动规律，应保证(1)同一页对应提综杆的长度相等；(2)两提综杆摆动轴心距凸轮轴中心距离相等，且三轴心线在同一水平面内。因此，选定： $OO_1 = OO_2 = 132\text{mm}$ 。用几何作图画出两短臂的圆弧线，再作其内公切线，得 $C_1C_2 = 244\text{mm}$ ，即为拉杆的长度；长短臂之间的夹角 $\theta = 112^\circ$ 。

三、凸轮设计

首先根据织物组织结构和织造工艺要求，确定开口运动角和综框运动规律，然后再设计凸轮。下面以织造 $2/1$ 平纹纯棉平布为例，介绍凸轮设计过程。

1. 开口运动角分配：由于喷气织机引纬速度高，且织造平纹织物，故选定开口角 $\alpha_1 = 140^\circ$ ；静止角 $\alpha_2 = 80^\circ$ ；闭口角 $\alpha_3 = 140^\circ$ 。

2. 综框运动规律：根据织造工艺对综框运动要求，我们采用简谐运动为基础的改进型运动规律，简谐运动

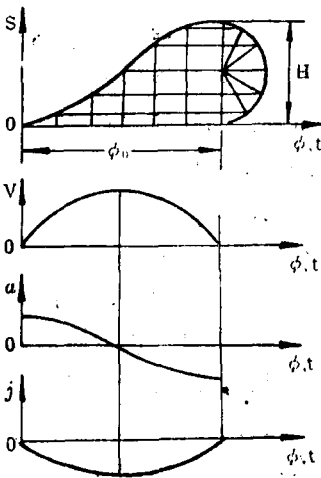


图2 简谐运动规律

的位移、速度、加速度和加速度变化率曲线如图2所示。

由图2可知，在从动件的起始和终止位置，加速度曲线不连续，将会产生柔性冲击。所以要加以改进。改进后的凸轮升程表如表2所示。

3. 凸轮轮廓曲线设计

表2 凸轮转角 ϕ 和升程 H 对应值 (mm)

ϕ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
H	0	0.3	0.8	1.5	3	5	8.5	12	14.5
ϕ	90°	100°	110°	120°	130°	140°	...	180°	190°
H	19	21	22.5	23.2	23.7	24	24	24	23.7

当从动件运动规律确定后，凸轮轮廓曲线可用图解反转法设计。设计中应做到机构有良好的受力情况和较小的尺寸，为此应适当地选取许用压力角，推程时 $[\alpha] = 45^\circ$ ；回程时 $[\alpha'] = 70^\circ$ 。

根据理论分析，结合生产实践经验，具体设计时的主要参数选择如下：

(1) 凸轮大小半径差的确定：凸轮大小半径差的大小直接影响凸轮压力角，一般可以先暂选一数值，待凸轮轮廓曲线设计出来后，要进行复验，保证其 $\alpha_{\max} \leq [\alpha]$ ，否则要重新选择。本设计暂选 $H = 24\text{mm}$ ，基圆半径 $r_0 = 75\text{mm}$ ，待凸轮轮廓曲线设计完后，复验结果 $\alpha_{\max} = 21^\circ < [\alpha]$ ，所以选择 $H = 24\text{mm}$ 是可行的。

(2) 基圆半径的确定：为减小凸轮的尺寸、重量和高速运动时的不平衡，希望有较小的基圆半径。本设计选择基圆半径 $r_0 = 75\text{mm}$ ，升程 $H = 24\text{mm}$ 。在轮廓曲线上测得 $\alpha_{\max} < [\alpha]$ ，故选择 $r_0 = 75\text{mm}$ 是可行的。

(3) 转子半径的确定：由于转子半径的大小直接影响凸轮的轮廓。本设计选择转子半径 $r_r = 17.5\text{mm}$ 。并采用202滚动轴承作转子。

(4) 凸轮轮廓曲线设计：当从动件运动规律，凸轮的升程，基圆半径，转子半径确定后，由图解反转法，先绘出凸轮的理论轮廓曲线。然后再以理论曲线上各点为圆心，以转子半径为半径，作一系列转子圆，最后作这族转子圆的包络线就是凸轮的实际轮廓曲线。由于等径凸轮要求相隔 180° 的两个凸轮半径之和保持恒等，须采用仿型或数控机床加工。

四、开口机构的结构设计

在保证各零部件具有足够强度和刚度条件下，应尽量减小零件截面尺寸和各零件间的间隙，做到结构紧凑、体积小、重量轻、机加工工艺好、造价低，安装、检修方便等要求。凸轮箱体采用铸铁浇铸成碗形，壁厚为 5mm，其外廓尺寸压缩到 328×216×174mm，箱内可装五页综所需的凸轮、转子、拉杆、提综杆等零件。箱盖用薄钢板冲压成形，以减轻重量。凸轮箱总重量为 20kg，采用 45 号优质结构钢，表面高频淬火，硬度达到 HRC 52~58。凸轮厚度为 10mm，转子厚度为 11mm。除了三根轴用钢材之外，其余拉杆、提综杆、轴承盖等零件，全部采用工艺好、价格低的铸铁件。凸轮箱内注入润滑油，各主要零件在油浴润滑中进行运转。轴头处装有油封，防止机油外渗。伞齿轮 Z_1 与中轴采用非键联接，便于调机时找综平位置。 Z_1 与 Z_2 齿数要根据织物的组织进行调换。织平纹时， $Z_1 = Z_2 = 24$ 齿。

五、实践与体会

该机构在 24 台喷气织机上三班连续生产

上使用，织机车速 360~400r/min。织造了 $\frac{1}{1}$

平纹和 $\frac{2}{2}$ 斜纹织物。保证整机完成了技术工艺鉴定。通过该机构的设计与实践，有如下体会：(1) 该机构原理上是先进的，织造工艺性能好，运动平稳，锁合性好，适用于高速。(2) 该机构实现了套件化设计，便于安装与维修，翻改品种容易，从而提高了生产率，减轻了工人的劳动强度。(3) 凸轮转子等主要零件在箱体内，油浴润滑状态下运转，减轻了零件的磨损，提高了零件的寿命，延长了平车保养周期。(4) 等径凸轮轮廓曲线加工精度和材质要求较高，如采用先进的数控机床加工，是完全可以保证的。

参 考 资 料

- [1] 刘裕瑄、陈人哲主编：《纺织机械设计原理》，下册，纺织工业出版社。
- [2] 祝毓琥主编：《机械原理》，上册高等教育出版社。
- [3] 编写组编：《常见机构的原理及应用》，机械工业出版社。
- [4] 华大年、唐之伟主编：《机构分析与设计》，纺织工业出版社。
- [5] 《济南纺织科技》，1979 年第 4 期。