

机械原理课程设计任务书

TY—460 自动平台轮转印刷机
主运动机构分析与设计

浙江大学机械原理与设计教研室

2017-6-18

一、设计题目

TY-460 自动平台轮转印刷机主运动机构分析与设计

二、机器的工作性能指标

- 1、印刷速度：每小时 4500 印张。
- 2、印刷幅面：320mm×850mm。
- 3、滚筒尺寸： $\Phi 280\text{mm} \times 1000\text{mm}$ 。

三、平台轮转式印刷机的工作原理及主运动机构简介

平台轮转式印刷机是通过平台的往复直线运动和印刷滚筒的连续回转运动实现印刷功能的。印刷铅版安装在平台上，印刷纸张被逐页送上滚筒。在平台的工作行程中，有一段区域（称为压印区），铅版与滚筒圆柱面相切，并且由机构保障，使铅版的线速度与滚筒的圆周速度相等，从而在纸张上印出清晰的版面文件。在平台的返回行程中，滚筒上已印好的成品由下料机构传送到输送带上送出，同时递纸机构把待印的纸张从给料台传送到滚筒的边缘，被滚筒上的卡子夹住后卷入滚筒、进入印刷状态。滚筒每回转一周，平台就往复运动一次，完成一个印刷循环。

附图 1 画出了平台处于左端极限位置时机器的主运动简图。机器的动力从轴 A 输入，构件 AB 为原动件，齿轮 1 与构件 AB 固连。滚筒的回转运动是经由齿轮副 1、2，双曲柄机构 GHMN，齿轮副 3、4 传动而实现的（其中齿轮 2 与曲柄 GH 固连，齿轮 3 与曲柄 MN 固连）。在该路传动链中引入双曲柄机构 GHMN 是为了使滚筒实现变速的回转运动，从而使压印区内滚筒的圆周速度与平台的线速度基本相同。

平台上固连有齿条 7，其往复运动是经由双曲柄机构 ABCD，曲柄边连杆机构 DEF、齿轮齿条机构 7、8、9 实现的。设齿条 9 固定不动，则平台的线速度是齿轮 8 轴心 F 线速度的两倍。在该路传动链中采用双曲柄机构和偏置式曲柄连杆机构是为了获得速度变化较小的压印工作区段，并且尽可能延长工作行程的时间。因为工作循环的周期是由印刷机的工作速度指标所限定的，在周期不变的情况下，印刷工作行程时间较长（即平均行程速度比例系数较大），对提

高印刷质量是有益的。调整双曲柄机 ABCD 几何尺寸及其与曲柄连杆机构 DEF 之间的安装角度 $\angle CDE$ ，可以改变平台运动的速度特性。

由于滚筒的变速回转运动和版台的往复直线运动是分别由两路独立的传动链驱动的，它们之间的相互关系可以通过控制两组双曲柄机构中主动曲柄的初始位置角 φ_{AB0} 、 φ_{GH0} 的大小得到确定。附图 2 中给出了相对位置较佳的滚筒圆周速度和平台速度变化曲线。由图可知，在两曲线的某一段区间上，速度值相差较小，可以作为压印工作区。然而印刷工作要求在压印区内滚筒圆周速度与平台线速度保持精确相同，为此引入一组凸轮补偿机构。附图 1 中的对心滚子直动从动件共轭凸轮机构 10-S₁-11-S₂-9 就是用来对平台的运动加以补偿的，其中的两个共轭凸轮均与曲柄 CD 固连。经由凸轮 10、11 的回转，通过滚子推动齿条 9 运动，从而使平台在原来往复运动的基础上附加一个补偿运动，其目的是消除在压印区段中的速度差，使得平台在压印区中的运动速度与滚筒圆周速度处处相等。为可靠计，将压印区向两端分别延伸一段作为必须同步的区域，称为同步区。在同步区后，一次印刷工作已经完成，平台速度与滚筒圆周速度的同步要求解除。此时，为了使补偿齿条 9 回复到补偿运动前的初始位置，可以自由选用适当的从动件运动规律和相应的凸轮廓线使之复位。

为了改善印刷过程中机器的动力性能，滚筒上固连的扇形齿轮 5 与平台上固连的齿条 6 在进入同步区时相互啮合，构成一组虚约束。

四、设计的内容和要求

1、滚筒传动链的参数设计和运动分析

- (1) 给定 GN 与 AD 之间的水平间距 $w=290\text{mm}$ ，根据第五项中的参考尺寸，设计变位齿轮 1、2。
- (2) 参考第五项中的尺寸，用作图法求出双曲柄机构 GHMN 的 12 个位置图以及与之相应的速度矢量图，据此确定相应位置的滚筒圆周速度（每隔 30° 一个），并标明其中双曲柄机构 GHMN 的最小传动角所在位置。

2、平台传动链的机构选型、参数设计和运动分析

- (1) 给定平台的行程为 620mm，根据第五项中的参考尺寸，计算确定曲柄连杆机构 DEF 中的曲柄长度 L_{DE} 。
- (2) 参考第五项中的尺寸，用作图法求出双曲柄机构 ABCD 以及曲柄连杆机构 DEF 的 12 个位置图以及 F 点的 12 个速度矢量图(每隔 30° 一个)，并标明双曲柄机构 ABCD 的最小传动角所在位置。

3、同步补偿凸轮机构设计

- (1) 采用附录中的参考数据，绘制滚筒圆周位移曲线与平台位移曲线图；绘制滚筒圆周速度曲线以及平台速度曲线图。
- (2) 确定同步区。同步区内滚筒圆周的线位移应大于印刷幅面的宽度 320mm，建议取 420mm 左右。同步区的起点应取在滚筒圆周速度与平台速度相等的点上，以免在补偿起点产生刚性冲击。
- (3) 分析滚筒圆周位移曲线和平台位移曲线，绘制平台在同步区的位移补偿量曲线图；设计并绘制平台在复位区的位移补偿量曲线。建议复位区凸轮转角要取得大一些，到 100° 左右，以减小凸轮机构的回程压力角。设计复位区的位移补偿量曲线时要避免在其两端产生刚性冲击。
- (4) 以凸轮转角为横坐标，绘制全工作循环内从动件的位移曲线图。
- (5) 设计主凸轮（右推凸轮 10）的轮廓。
- (6) 设计回凸轮（左推凸轮 11）的轮廓，要求与主凸轮有相同的最大径向尺寸，并确定 L_{S1S2} 的大小。

4、绘制机构主运动简图

五、印刷机主运动机构设计时的参考数据（单位：mm）

$L_{AB}=116$, $L_{BC}=100$, $L_{CD}=100$, $L_{DA}=37$,
 $L_{GH}=100$, $L_{HM}=100$, $L_{MN}=95$, $L_{NG}=40$,
 $m=4$, $r_1'=r_2'$, $r_3=r_4=136$, $r_8=100$,
 $e=50$, $L_{EF}=520$, $\angle CDE=177^\circ$;
 主凸轮基圆半径 $r_b=90$, 滚子半径 $r_g=25$ 。

附录：运动分析参考数据

计算条件：按第五项中数据， $\varphi_{GH0}=57.109^\circ$ ；附图 1 所示极限位置为参考位置。

提示：AB 逆时针转过 34° 时平台与滚筒速度正好相等，可作为同步区的起点。

AB 转角 ($^\circ$)	CD 转角 ($^\circ$)	平台位移 (mm)	平台速度 (mm/s)	滚筒线位移 (mm)	滚筒线速 (mm/s)
0	0.000	0.000	0.000	0.000	905.391
5	5.048	1.558	277.576	10.385	965.168
10	9.995	6.100	536.610	21.478	1033.008
15	14.840	13.405	774.606	33.371	1109.105
20	19.583	23.228	989.648	46.155	1193.232
25	24.224	35.307	1180.405	59.914	1284.519
30	28.763	49.366	1346.144	74.720	1381.215
34	32.319	61.853	1460.601	87.349	1460.601
35	33.198	65.128	1486.713	90.617	1480.485
40	37.530	82.313	1602.518	107.614	1578.329
45	41.759	100.651	1694.482	125.668	1669.773
50	45.885	119.885	1763.985	144.676	1749.391
55	49.909	139.774	1812.786	164.480	1812.145
60	53.833	160.100	1842.936	184.870	1854.342
65	57.659	180.667	1856.683	205.606	1874.383
70	61.391	201.307	1856.374	226.443	1873.003
75	65.033	221.877	1844.362	247.158	1852.927
80	68.589	242.258	1822.919	267.565	1818.124
85	72.066	262.359	1794.172	287.523	1772.957
90	75.470	282.109	1760.048	306.941	1721.496
95	78.810	301.458	1722.236	325.768	1667.114

100	82.093	320.372	1682.175	343.986	1612.340
105	85.329	338.835	1641.044	361.602	1558.909
110	88.528	356.840	1599.769	378.638	1507.886
115	91.699	374.388	1559.041	395.122	1459.835
120	94.854	391.489	1519.327	411.090	1414.961
125	98.003	408.155	1480.895	426.577	1373.234
130	101.160	424.403	1443.825	441.618	1334.476
135	104.337	440.245	1408.024	456.242	1298.428
140	107.547	455.696	1373.238	470.480	1264.793
145	110.803	470.764	1339.047	484.357	1233.260
150	114.122	485.452	1304.867	497.893	1203.525
155	117.517	499.758	1269.937	511.107	1175.302
160	121.007	513.667	1233.303	524.015	1148.325
165	124.607	527.154	1193.793	536.629	1122.352
170	128.338	540.180	1149.993	548.959	1097.169
175	132.217	552.687	1100.218	561.013	1072.590
180	136.266	564.600	1042.482	572.796	1048.452
185	140.505	575.816	974.486	584.313	1024.624
190	144.956	586.207	893.615	595.567	1001.000
195	149.640	595.615	796.971	606.558	977.504
200	154.577	603.848	681.451	617.289	954.088
205	159.785	610.677	543.894	627.760	930.734
210	165.278	615.842	381.300	637.972	907.452
215	171.066	619.048	191.151	647.926	884.281
220	177.151	619.981	-28.196	657.624	861.288
225	183.527	618.312	-277.052	667.067	838.566
230	190.180	613.720	-553.959	676.260	816.228

235	197.082	605.911	-855.339	685.207	794.410
240	204.200	594.643	-1175.347	693.916	773.259
245	211.489	579.753	-1505.979	702.394	752.933
250	218.900	561.174	-1837.487	710.651	733.597
255	226.382	538.956	-2159.039	718.700	715.416
260	233.885	513.273	-2459.542	726.555	698.552
265	241.363	484.417	-2728.485	734.229	683.164
270	248.778	452.791	-2956.684	741.742	669.404
275	256.098	418.891	-3136.834	749.111	657.417
280	263.299	383.281	-3263.841	756.358	647.345
285	270.367	346.569	-3334.911	763.505	639.325
290	277.290	309.381	-3349.453	770.574	633.496
295	284.064	272.341	-3308.833	777.591	630.001
300	290.689	236.045	-3216.043	784.583	628.994
305	297.166	201.051	-3075.335	791.578	630.641
310	303.500	167.863	-2891.870	798.608	635.133
315	309.695	136.924	-2671.398	805.704	642.684
320	315.756	108.613	-2419.988	812.902	653.547
325	321.689	83.239	-2143.819	820.240	668.012
330	327.499	61.042	-1849.018	827.761	686.417
335	333.190	42.196	-1541.530	835.510	709.155
340	338.768	26.811	-1227.040	843.538	736.674
345	344.235	14.935	-910.895	851.900	769.481
350	349.595	6.557	-598.060	860.659	808.135
355	354.849	1.615	-293.071	869.883	853.236
360	360.000	0.000	0.000	879.646	905.391