

①确定各机构的运动循环  $T_p$ 。若给定粒状巧克力自动包装机的理论生产率为 43200 件/班,则

$$Q_T = \frac{43200}{60 \times 8} = 90 (\text{件}/\text{min})$$

分配轴每转完成一块巧克力的包装,则分配轴的转速为

$$n = 90 (\text{r}/\text{min})$$

分配轴每转的时间就是该机的运动循环,即等于各个执行机构的运动循环,所以

$$T_p = \frac{60}{n} = \frac{2}{3} (\text{s})$$

②确定各机构运动循环的组成区段。拨糖盘、送料辊轮和机械手转位都是间歇运动机构,它们的运动循环由两个区段组成:

$T_{k1}$ ——拨糖盘、送料辊轮和机械手转位等三个机构的转位运动时间;

$T_{o1}$ ——拨糖盘、送料辊轮和机械手转位等三个机构的停歇时间。

因此,应有

$$T_{p1} = T_{k1} + T_{o1}$$

相应的分配轴转角为

$$\phi_{p1} = \phi_{k1} + \phi_{o1} = 360^\circ$$

剪刀机构 8 的运动循环可分为三个区段:

$T_{k8}$ ——剪刀机构的剪切工作行程时间;

$T_{d8}$ ——剪刀机构的返回行程时间;

$T_{o8}$ ——剪刀机构在初始位置的停留时间。

因此,应有

$$T_{p8} = T_{k8} + T_{d8} + T_{o8}$$

相应的分配轴转角为

$$\phi_{p8} = \phi_{k8} + \phi_{d8} + \phi_{o8}$$

顶糖杆机构 5 的运动循环的组成区段为:

$T_{k5}$ ——顶糖杆机构的顶糖工作行程时间;

$T_{s5}$ ——顶糖杆机构在工作位置的停留时间;

$T_{d5}$ ——顶糖杆机构的返回行程时间;

$T_{o5}$ ——顶糖杆机构在初始位置的停留时间。

因此,应有

$$T_{p5} = T_{k5} + T_{s5} + T_{d5} + T_{o5}$$

相应的分配轴转角为

$$\phi_{p5} = \phi_{k5} + \phi_{s5} + \phi_{d5} + \phi_{o5}$$

活动折纸板机构 6 的运动循环也可分为四个区段:

$T_{k6}$ ——活动折纸板机构的折纸工作行程时间;

$T_{s6}$ ——活动折纸板机构在工作位置的停留时间;

$T_{d6}$ ——活动折纸板机构的返回行程时间;

$T_{o6}$ ——活动折纸板机构在初始位置的停留时间。

因此,应有

$$T_{p6} = T_{k6} + T_{s6} + T_{d6} + T_{o6}$$

相应的分配轴转角为

$$\phi_{p6} = \phi_{k6} + \phi_{s6} + \phi_{d6} + \phi_{o6}$$

③确定各机构运动循环内各区段的时间及分配轴转角。由于粒状巧克力自动包装机的工作循环是从送料开始的,因此以送料辊轮机构的工作起点为基准进行同步化设计,拨糖盘和机械手转位两个机构与之相同。

a. 送料辊轮机构运动循环各区段的时间及分配轴转角:根据工艺要求,试取送料时间

$T_{k1} = \frac{2}{13}s$ , 则停歇时间为  $T_{o1} = \frac{20}{39}s$ , 相应的分配轴转角分别为

$$\varphi_{k1} = 360^\circ \times \frac{T_{k1}}{T_p} = 360^\circ \times \frac{2/13}{2/3} = 83.1^\circ$$

$$\varphi_{o1} = 360^\circ \times \frac{T_{o1}}{T_p} = 360^\circ \times \frac{20/39}{2/3} = 276.9^\circ$$

b. 剪刀机构 8 运动循环各区段的时间及分配轴转角: 根据工艺要求, 试取剪切工作行程时间  $T_{k8} = \frac{1}{26}s$ , 则相应的分配轴转角为

$$\varphi_{k8} = 360^\circ \times \frac{T_{k8}}{T_p} = 360^\circ \times \frac{1/26}{2/3} = 20.8^\circ$$

初定  $T_{d8} = \frac{5}{156}s$ , 则  $T_{o8} = \frac{31}{52}s$ , 相应的分配轴转角分别为

$$\varphi_{d8} = 360^\circ \times \frac{T_{d8}}{T_p} = 360^\circ \times \frac{5/156}{2/3} = 17.3^\circ$$

$$\varphi_{o8} = 360^\circ \times \frac{T_{o8}}{T_p} = 360^\circ \times \frac{31/52}{2/3} = 321.9^\circ$$

c. 顶糖杆机构 5 运动循环各区段的时间及分配轴转角: 根据工艺要求, 试取工作位置停留时间  $T_{s5} = \frac{1}{78}s$ , 则相应的分配轴转角为

$$\varphi_{s5} = 360^\circ \times \frac{T_{s5}}{T_p} = 360^\circ \times \frac{1/78}{2/3} = 6.9^\circ$$

初定  $T_{k5} = \frac{3}{26}s$ ,  $T_{d5} = \frac{7}{78}s$ , 则  $T_{o5} = \frac{35}{78}s$ , 相应的分配轴转角分别为

$$\varphi_{k5} = 360^\circ \times \frac{T_{k5}}{T_p} = 360^\circ \times \frac{3/26}{2/3} = 62.3^\circ$$

$$\varphi_{d5} = 360^\circ \times \frac{T_{d5}}{T_p} = 360^\circ \times \frac{7/78}{2/3} = 48.5^\circ$$

$$\varphi_{o5} = 360^\circ \times \frac{T_{o5}}{T_p} = 360^\circ \times \frac{78/35}{2/3} = 242.3^\circ$$

d. 活动折纸板机构 6 运动循环各区段的时间及分配轴转角: 根据工艺要求, 试取折纸工作行程时间  $T_{k6} = \frac{2}{39}s$ , 则相应的分配轴转角为

$$\varphi_{k6} = 360^\circ \times \frac{T_{k6}}{T_p} = 360^\circ \times \frac{2/39}{2/3} = 27.7^\circ$$

初定  $T_{s6} = \frac{1}{39}s$ ,  $T_{d6} = \frac{35}{156}s$ , 则  $T_{o6} = \frac{19}{52}s$ , 相应的分配轴转角分别为

$$\varphi_{s6} = 360^\circ \times \frac{T_{s6}}{T_p} = 360^\circ \times \frac{1/39}{2/3} = 13.8^\circ$$

$$\varphi_{d6} = 360^\circ \times \frac{T_{d6}}{T_p} = 360^\circ \times \frac{35/156}{2/3} = 121.1^\circ$$

$$\varphi_{o6} = 360^\circ \times \frac{T_{o6}}{T_p} = 360^\circ \times \frac{19/52}{2/3} = 197.3^\circ$$

e. 绘制各执行机构的循环图: 根据以上计算结果, 分别绘制各执行机构的运动循环图, 如图 2-12 所示。

### (3) 各执行机构运动循环的时间同步化设计

①确定粒状巧克力自动包装机最短的工作循环  $T_{pmin}$ 。根据工艺要求,送糖、送纸完成时( $B_1$ ),剪刀 8 即可开始向下剪切( $A_8$ );当剪切完成时( $B_8$ ),顶糖杆 5 又可以开始将巧克力向上顶( $A_5$ );而在巧克力被顶到位时( $B_5$ ),活动折纸板 6 就可以开始折纸工作行程( $A_6$ )。因此,这四个机构的运动循环在时间上的联系由上述三对同步点  $B_1-A_8$ 、 $B_8-A_5$  和  $B_5-A_6$  决定。使这四个机构的循环图上的点  $B_1$  与  $A_8$ 、 $B_8$  与  $A_5$ 、 $B_5$  与  $A_6$  分别重合,是这四个机构运动在时间上联系的极限情况。由此就可得到粒状巧克力自动包装机的具有最短工作循环  $T_{pmin}$  的同步图,如图 2-13 所示。由图可知

$$\begin{aligned} T_{pmin} &= T_{k1} + T_{k2} + T_{k3} + T_{k4} + T_{d4} + T_{d4} \\ &= \frac{2}{13} + \frac{1}{26} + \frac{3}{26} + \frac{2}{39} + \frac{1}{39} + \frac{35}{156} = \frac{95}{156} (\text{s}) \end{aligned}$$

但是,由于前面介绍过的各种实际误差因素的存在,在实际设计时,不能使点  $B_1$  与  $A_8$ 、 $B_8$  与  $A_5$ 、 $B_5$  与  $A_6$  分别对应重合,而必须使送糖、送纸机构的  $B_1$  点超前于剪刀机构 8 的

$A_8$  点;剪刀机构 8 的  $B_8$  点又必须超前于顶糖杆机构的  $A_5$  点;顶糖杆机构的  $B_5$  点还必须超前于活动折纸板机构的  $A_6$  点,以确保自动机械工作的可靠性。每对同步点之间的超前量(或称错移量)根据自动机械的实际加工或其它工作情况而定,有时可能还要通过实验加以确定。

②确定粒状巧克力自动包装机的工作循环  $T_p$ 。令上述三对同步点的错移量分别为  $\Delta t_1$ 、 $\Delta t_2$  和  $\Delta t_3$ ,若取

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3 = \frac{1}{52} (\text{s})$$

则其在分配轴上相应的转角为

$$\Delta \varphi_1 = \Delta \varphi_2 = \Delta \varphi_3 = \frac{\Delta t_1}{T_p} \times 360^\circ = \frac{1/52}{2/3} \times 360^\circ = 10.4^\circ$$

在同步图 2-13 中,将时间错移量  $\Delta t_1$ 、 $\Delta t_2$  和  $\Delta t_3$  考虑在内,就得到如图 2-14 所示的

相应的分配轴转速和理论生产率则为

$$\begin{aligned} n_p' &= \frac{60}{T_p'} = \frac{60}{0.46} = 130 (\text{r/min}) \\ Q_p' &= 130 (\text{件/min}) \end{aligned}$$

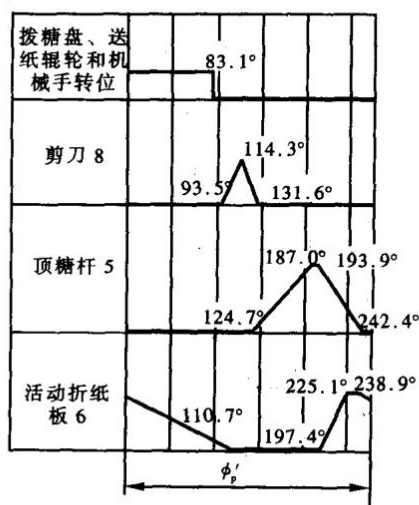


图 2-16 粒状巧克力自动包装机截短后的工作循环图

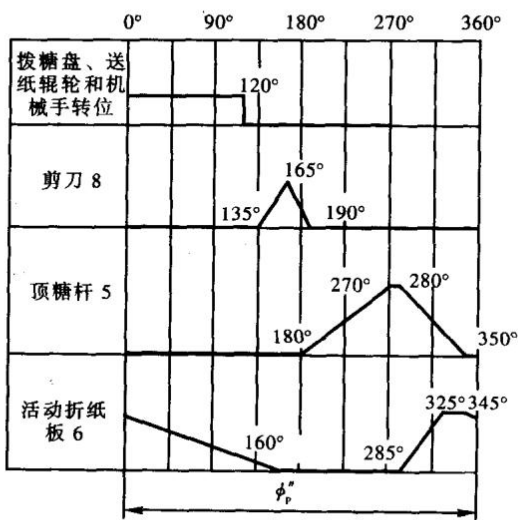


图 2-17 修正后的粒状巧克力自动包装机工作循环图