

机械基础

下 册

工作机构及零件

上海纺织工学院纺织系编

一九七六年一月

《机械基础》(下册)

目 录

第八章 凸轮机构

§ 8—1	凸轮机构的基本类型	(163)
	一、力锁合	(165)
	二、形锁合	(165)
	三、用挠性件(如皮带、链条)联动锁合	(165)
§ 8—2	从动杆的常用运动规律	(166)
	一、等速运动	(166)
	二、等加速等减速运动	(166)
	三、简谐运动	(167)
	四、椭圆比运动	(169)
§ 8—3	用图解微分法求从动杆的速度曲线和加速度曲线	(169)
§ 8—4	盘形(平板)凸轮轮廓曲线的设计	(170)
	一、正置直动尖底从动杆盘形凸轮	(171)
	二、偏置直动尖底从动杆盘形凸轮	(172)
	三、滚子直动从动杆盘形凸轮	(173)
	四、滚子摆动从动杆盘形凸轮	(174)
§ 8—5	盘形凸轮的最小尺寸—基圆半径的选择	(175)
	一、正置直动从动杆盘形凸轮	(176)
	二、偏置直动从动杆盘形凸轮	(177)
	三、摆动从杆盘形凸轮	(178)
§ 8—6	滚子直动从动杆圆柱凸轮	(179)
	一、从动杆作等速运动	(180)
	二、从动杆作等加速等减速运动或简谐运动	(180)
§ 8—7	凸轮修正概述	(181)
§ 8—8	凸轮的材料和制造	(182)
§ 8—9	凸轮工作图	(183)

第九章 平面连杆机构

§ 9—1	机构运动简图	(186)
§ 9—2	平面四连杆机构的基本类型	(189)
§ 9—3	几种平面四连杆机构的运动特性	(191)

一、正弦机构	(191)
二、曲柄滑块机构	(191)
三、导杆机构	(194)
四、曲柄摇杆机构(全铰链式)	(196)
§ 9—4 曲柄整转的条件	(196)
§ 9—5 压力角、传动角、死点	(198)
§ 9—6 平面四连杆机构设计	(200)
一、根据从动杆摆角(或动程)和行程速比系数等条件设计	
平面四连杆机构	(200)
二、根据连杆几个位置设计平面四连杆机构	(203)
三、用“覆盖试凑法”设计平面四连杆机构	(204)
§ 9—7 连杆曲线	(207)
§ 9—8 平面多杆机构的应用	(208)
一、扩大从动件的动程	(209)
二、利用几套四连杆机构的极限位置以增加从动杆的近似停顿时间	(210)
三、采用几套四连杆机构的组合使从动件来回作近似的等速运动	(211)
四、利用连杆曲线实现从动件的某种运动规律	(212)
§ 9—9 平面连杆机构中曲柄和铰链的一些常见结构	(214)
一、曲柄常见的几种型式	(215)
二、铰链接头常见的几种构造	(215)
三、调节曲柄在轴承上位置的几种方式	(216)

第十章 间歇运动机构

§ 10—1 槽轮机构	(219)
§ 10—2 不完整齿轮机构	(221)
§ 10—3 棘轮(锯齿轮)机构	(221)

第十一章 轴

§ 11—1 轴的作用及分类	(224)
一、轴的作用	(224)
二、轴的分类	(225)
§ 11—2 设计轴的主要要求	(226)
一、机械性能的要求	(226)
二、结构上的要求	(227)
三、减少振动的要求	(227)
§ 11—3 轴的设计内容	(228)
一、轴的直径尺寸的确定	(228)
二、轴的材料及毛坯	(231)

	三、轴系的结构设计	(231)
	四、轴的精度与光洁度	(236)
§ 11—4	轴的设计示例	(237)
	一、A 512 细纱机张紧链轮心轴	(237)
	二、1511M 型织机送经小齿轮轴	(238)
	三、A 186 梳棉机盖板传动减速箱中的蜗轮蜗杆轴	(240)
	四、Z 214 棉毛车上输线辊	(241)
	五、Z 303 经编机送经蜗杆轴	(243)

第十二章 轴 承

§ 12—1	滑动轴承	(246)
	一、整体式滑动轴承	(246)
	二、剖分式滑动轴承	(254)
	三、滑动轴承的润滑	(254)
	四、其他形式的滑动轴承	(255)
§ 12—2	滚动轴承	(256)
	一、滚动轴承的构造及特点	(256)
	二、滚动轴承的分类、代号及用途	(257)
	三、滚动轴承的选择	(263)
	四、滚动轴承组合的结构设计	(266)
	五、滚动轴承组合结构示例	(269)

第十三章 联轴器与离合器

§ 13—1	联轴器	(272)
	一、固定式联轴器	(272)
	二、可移式联轴器	(273)
§ 13—2	离合器	(275)
	一、牙嵌式离合器	(275)
	二、摩擦离合器	(276)
	三、电磁离合器	(279)
	四、超越离合器	(280)

第十四章 弹 簧

§ 14—1	弹簧的特点、作用和分类	(282)
	一、弹簧的作用	(282)
	二、弹簧的种类	(282)
§ 14—2	圆柱螺旋弹簧的指数和示性线	(285)

	一、弹簧指数	(285)
	二、弹簧示性线	(285)
§ 14— 3	圆柱螺旋弹簧的应力和变形计算	(287)
	一、拉、压圆柱螺旋弹簧的应力计算	(287)
	二、拉、压圆柱螺旋弹簧的变形计算	(289)
	三、组合弹簧的特点、作用和设计原则	(291)
	四、圆柱螺旋扭转弹簧的应力、变形计算	(292)
§ 14— 4	弹簧的材料和许用应力	(293)
§ 14— 5	圆柱螺旋弹簧的制造和结构尺寸	(294)
	一、圆柱螺旋弹簧的制造	(294)
	二、圆柱螺旋弹簧的结构尺寸	(294)
§ 14— 6	圆柱螺旋弹簧的典型工作图	(296)
§ 14— 7	圆柱螺旋弹簧设计示例	(298)

第八章 凸轮机构

我们在前面介绍的皮带传动，链传动等传动装置中，从运动形式来看，它们的主动轴和从动轴都是连续的回转运动。但是在生产实践中，有不少机械常常在主动件作连续回转运动的过程中，要求从动件按照工艺需要完成各式各样的复杂运动。例如细纱机中的钢领板随着纱管卷绕直径的变化作相应的上升下降运动；织布机上的综统按照织物组织的要求，在一段时间内作一定的升降运动，而在另一段时间内则静止不动；棉毛车上的舌针也根据针织要求作某种规律的运动。对于这些复杂的，又有一定要求的运动，我们常常采用一些具有曲线轮廓或凹槽的轮子——凸轮（俗称“桃子”）来实现。

图 8—1 是喷气织机中用凸轮传动的供气机构。供气凸轮装在织机弯轴上作均匀地连续回转运动，由于凸轮各处的半径不同，因此它通过转子、连杆而使活塞产生一定往复运动。当活塞前进时，进气阀紧闭，产生压缩空气，使出气阀开放而引纬；当活塞后退时，出气阀紧闭，而进气阀补气。显然，活塞运动的快慢，静止时间的长短，则取决于供气凸轮的轮廓曲线。

由此可见，在凸轮机构中只要选择适当的凸轮轮廓，就可以使从动件得到所需要的运动规律。并且，凸轮机构结构简单、紧凑，设计也方便，所以它在各种机器中应用很广。但是，“事物都是一分为二的。”由于凸轮与从动件之间是线（或点）接触，运转时容易磨损，这样会影响从动件的运动规律。此外，凸轮机构如果用于高速，则应选择合理的构造，适当提高凸轮的加工精度，并须有良好的润滑条件，否则很难持久工作。

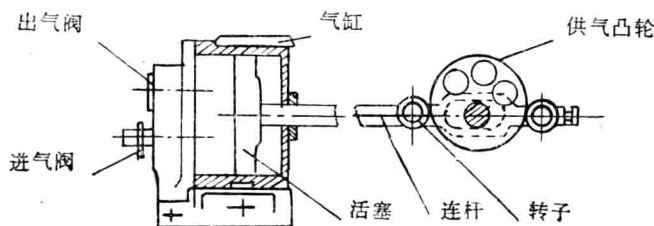


图 8—1

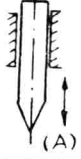
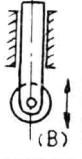
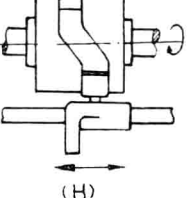
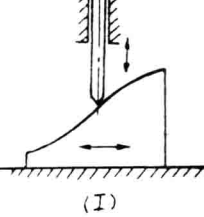
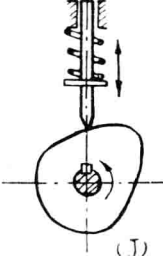
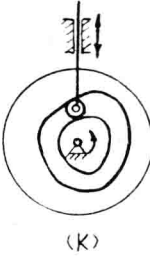
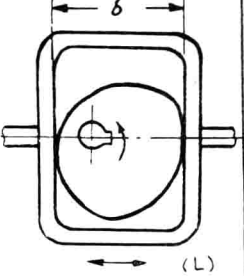
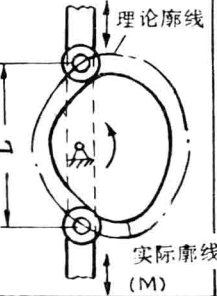
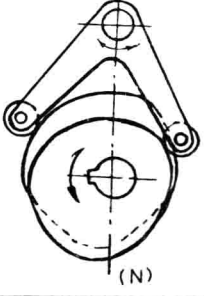
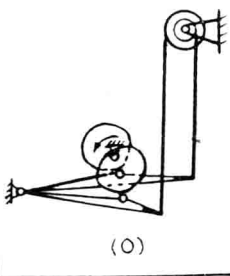
§ 8—1 凸轮机构的基本类型

在设计凸轮机构时，首先要根据使用要求，选择凸轮机构的类型。

凸轮机构在纺织机器以及其它机器中应用非常广泛，其类型也是多种多样的。表 8—1 列出一些常用的、具有代表性的凸轮机构，供设计时选用。

凸轮机构的基本的类型

表 8—1

从动杆	直动的			摆动的	
	尖底	滚子	平底	尖端	
					(D)
					(E)
					(F)
凸 轮	平板(盘形)凸轮		圆柱凸轮	移动凸轮	
					
凸轮与从动杆保持接触(锁合)的方式	利用弹簧		槽道凸轮	等宽凸轮	
					
	等径凸轮		共轭凸轮	应用挠性件	
					

凸轮机构主要包含凸轮和从动杆(件)两部分。以从动杆的形状(与凸轮接触部分的形状)来分,有尖底从动杆(表8—1, A、D)、滚子从动杆(B、E)和平底从动杆(C、F);以从动杆的运动型式来分,有直动从动杆(A、B、C)和摆动从动杆(D、E、F)。以凸轮外形来分,常见的有盘形(平板)凸轮(G)和圆柱凸轮(H);依运动型式来分,有移动的(I)和转动的(G、H)。

在盘形(平板)凸轮机构中,从动杆的运动平面与凸轮轴相互垂直;而在圆柱凸轮机构中,从动杆的运动平面与凸轮轴平行。根据凸轮轴与从动杆运动平面的相对位置,是选择哪一种凸轮机构的重要条件。

在凸轮机构中宜选用什么样型式的从动杆呢？尖端从动杆构造简单、占地小，但磨灭厉害，在生产中应用较少。滚子从动杆可大大改善它与凸轮之间的接触情况，应用最为广泛。平底从动杆结构也较简单，尚能改善它与凸轮之间的受力情况；这种从动杆在润滑相当充足的条件下使用比较适宜。

凸轮机构在运转过程中，凸轮与从动杆始终保持接触—锁合。生产实际中常见的锁合方式有哪几种？各有什么特点呢？

一、力锁合

凸轮机构在推程时是靠凸轮带动从动杆，而在回程时靠力使从动杆紧贴于凸轮上。常用的是弹簧（J）；也有靠从动杆本身重力的，如1511型织机中的纬停凸轮等机构，但只能适用于低速。

二、形锁合

依靠凸轮与从动杆的几何形状使它们始终保持接触，常见的有：

1. 槽道凸轮（H、K）

从动杆的推程和回程分别依靠凸轮槽道两边的轮廓曲线来控制。

2. 等宽凸轮（L）

由于从动杆做成长方形框架形状，所以该凸轮外缘上任意两条平行的切线之间的距离等于框架内边的宽度 b 。等宽凸轮即以此为名。我们在设计时应注意：在该凸轮一转的 180° 内，凸轮廓线可根据从动杆的运动规律确定。而在余下的 180° 内，凸轮廓线则须按照上述“等宽”的条件求出。

3. 等径凸轮（M）

在该凸轮机构中，由于从动杆上两个滚子中心通常与凸轮轴心在一条直线上，所以在该凸轮的理论廓线*上通过轴心的两个半径之和，应等于从动杆上两滚子中心之间的距离，是一个常数。等径凸轮也因此为名。和上述等宽凸轮相似：在凸轮一转的 180° 内，凸轮的理论廓线可根据从动杆的运动规律确定，而在另一个 180° 内，凸轮的理论廓线则应按照这个“等径”的条件求出。

4. 共轭凸轮（N）

在这种凸轮机构中一对凸轮固结在轴上互相共轭，即其中一个凸轮（主凸轮）控制从动杆的推程，另一个凸轮（回凸轮）控制从动杆的回程。这样，就可克服等宽凸轮或等径凸轮只能在 180° 内控制从动杆运动规律的弱点。我们应注意：主凸轮的廓线完全可根据从动杆给定的规律设计，而回凸轮的廓线则按照主凸轮的廓线及从动杆相应的位置来确定。

三、用挠性件（如皮带、链条）联动锁合（O）

固结在轴上的一对凸轮各带动一个从动杆，两个从动杆之间用挠性件（如皮带、链条等）连结发生联动作用。1511型棉织机中的开口装置即为此例。在这种凸轮机构中，由于采用了象皮带、链条这类的挠性件，可以把从动杆的运动传送到较远的地方，但是挠性件受拉力

* 滚子中心相对于凸轮画出的廓线，称为该凸轮的理论轮廓曲线，简称为理论廓线。在本章§8—4中详细介绍。

后的伸长比一般构件来得大，影响从动杆的动程及其运动规律，所以我们在设计时，应预先考虑到这种情况对凸轮廓线进行修正。（参看本章 § 8—7）

§ 8—2 从动杆的常用运动规律

设计凸轮机构，需要根据工艺条件拟订从动杆的运动规律，因为它与凸轮廓线是密切相关的。

毛主席教导我们：“一切实际工作者必须向下作调查。对于只懂得理论不懂得实际情况的人，这种调查工作尤有必要，否则他们就不能将理论和实际相联系。”为此，我们必须深入生产实际现场，向工人师傅学习，在充分调查研究的基础上加以确定。这里，我们介绍几种常用的从动杆运动规律，作为大家参考之用。

一、等速运动

当凸轮每转动一个同样大小的角度时，从动杆就移动相等的一段距离（或摆动相等的一个角度），这种运动叫等速运动。现在把凸轮转动的角度 δ 用横坐标来表示，从动件移动的距离 S 用纵坐标来表示。如图 8—2, a 所示，当凸轮转动 δ_1 角，从动杆以等速运动移到 S_0 ；当凸轮继续转动 δ_2 角，从动杆又以等速运动回至原处。

根据位移曲线，可应用力学知识进一步画出速度曲线（图 8—2, b）及加速度曲线（图 8—2, c）。

从图中可以看出，除 B 、 C （ A ）* 两点外，从动杆速度的绝对值都是相等的，故其加速度均为零。但在 B 、 C 两点，由于速度的突然变化，引起极大的加速度，产生了相应的惯性力，使凸轮与从动杆之间发生了很大的冲击。

由于这种冲击的存在，既耗费动力，又易使机件损坏。这就是等速运动的缺点，因而它只能用于速度比较低的凸轮机构中。

为了减少这种冲击，使从动杆的速度变化比较缓和，可在从动杆的位移图中 A 、 B 、 C 处用圆弧代替尖角。如图 8—3 所示，虚线为原等速运动的位移曲线，实线为改进等速运动的位移曲线。

二、等加速等减速运动

图 8—4 所示为从动杆以等加速等减速

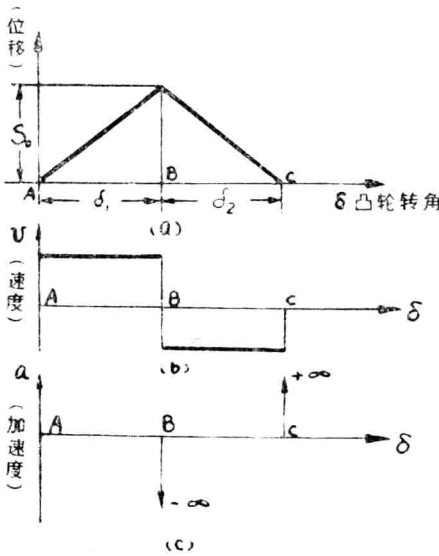


图 8—2

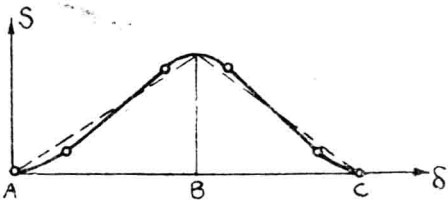


图 8—3

* 以从动杆运动的一周期而言， A 点与 C 点是同一点。

运动上升时的运动线图，其中从动杆前半动程为等加速，后半动程为等减速。由力学可知，当从动杆作等加速运动时，其位移 S 和时间 t 的关系为：

$$S = \frac{1}{2}at^2$$

又凸轮转角 δ 与时间 t 的关系为：

$$\delta = \omega t$$

所以

$$S = \frac{1}{2}a\left(\frac{\delta}{\omega}\right)^2 = \frac{a}{2\omega^2}\delta^2 \quad (8-1)$$

式中， a 和 ω 分别为从动杆的加速度和凸轮的角速度，此处均是常数。根据公式(8-1)可以画出从动杆作等加速时的位移曲线*：

将直线 $04\left(\delta = \frac{\delta_0}{2}\right)$ 和 $44'\left(\delta = \frac{\delta_0}{2}\right)$ 等分成相

同等份，联结 $01'$ 、 $02'$ 、 $03'$ ……，又过 0 、 1 、 2 、 3 ……作一系列垂直线，它们分别与对应的直线 $01'$ 、 $02'$ 、 $03'$ ……的交点即为所求位移曲线上的各点。用曲线板连结这些交点，便得从动杆作等加速运动时的位移曲线。

至于从动杆作等减速运动时，其位移曲线的作法与上述类似，不再重复。这两部分位移曲线必须切于点 $4'$ 处。

从动杆作等加速等减速运动的速度曲线和加速度曲线也在图 8—4 中表示出。显然，从动杆在点 $4'$ 处（加速和减速的交接处）的加速度要突变，引起惯性力一定的变化，也有一些冲击。

三、简谐运动

我们在数学中已学到，在图 8—5, a 所示的机构中，当曲柄 1 作等角速度转动时，通过滑块 2 使从动杆 3 产生简谐运动。此时，主动杆——曲柄 1 回转 180° ，从动杆自下至上；主动杆继续转 180° ，从动杆又自上至下。假使生产上需要从动杆自下至上（或自上至下）作简谐运动，但主动杆回转的角度不是 180° ，（设为 δ_0 角），那末该连杆机构就不能满足这个要求，常需采用凸轮机构了。在这种情况下，怎样画从动杆的位移曲线呢？如图 8—5, b 所示，在纵坐标 OS 上，取 $08'$ 等于从动杆的动程 S ，取其中点为圆心， $08'$ 为直径作半圆，并将此半圆等分与横坐标上凸轮转角 δ_0 的等分数相对应。过半圆周上的等分点 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ ……作水平线，再过横坐标上的等分点 1 、 2 、 3 、 4 ……作垂直线。两组相应直线的交点为 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ 、 $4''$ ……用曲线板连结之，即得相当于凸轮转动 δ_0 角从动杆以简谐运动上升 S 的位移曲

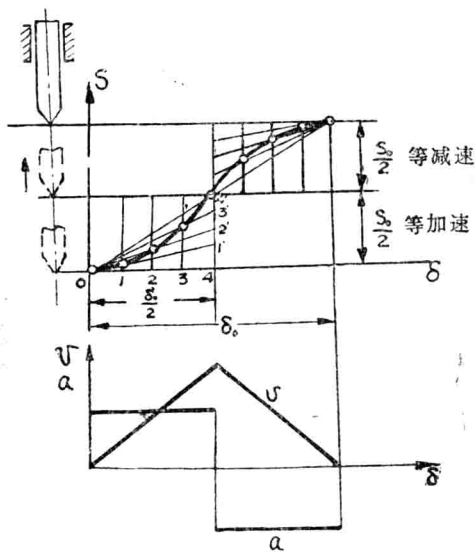


图 8—4

* 在公式(8-1)中令常数 $\frac{a}{2\omega^2} = K$ ，则 $S = K\delta^2$ ，以 $\delta = 1, 2, 3, 4$ ……代入该式求相应的 $S = K, 4K, 9K, 16K$ ……这就说明，如果把凸轮转角分成相等的间隔，则从动件对应的位移 S 应成比例： $1:4:9:16$ ……请学员自行证明，这种作法能够符合这个要求。

线(图 8—5, b)。

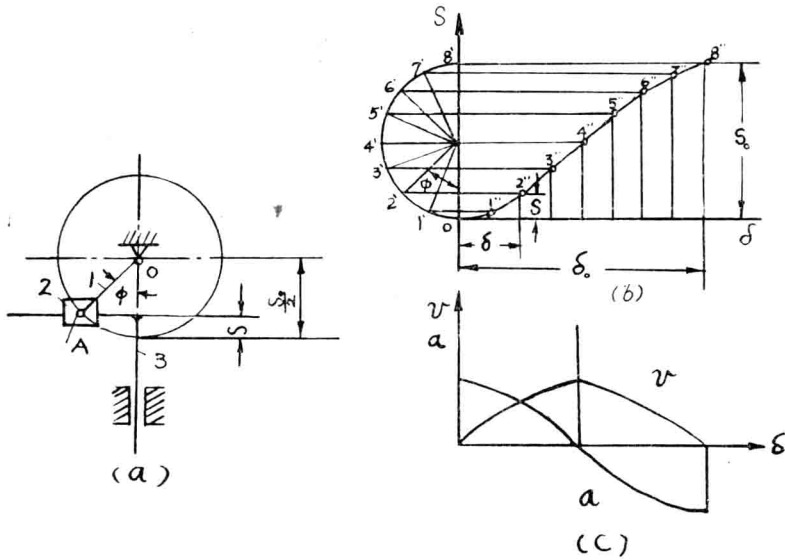


图 8—5

这条位移曲线可以用数学方程式表示。在图 8—5, a 中有:

$$S = \frac{S_0}{2}(1 - \cos\phi)$$

式中 \$\phi\$ 为曲柄 1 的转角, 必须换算成凸轮的转角 \$\delta\$。凸轮转动 \$\delta_0\$ 角, 曲柄 1 转动 \$180^\circ(\pi)\$; 凸轮转动 \$\delta\$ 角, 曲柄 1 相应的转角 \$\phi\$ 为多少?

$$\frac{\phi}{\delta} = \frac{\pi}{\delta_0} \text{ 或 } \phi = \frac{\pi}{\delta_0}\delta$$

代入得:

$$S = \frac{S_0}{2}\left(1 - \cos\frac{\pi}{\delta_0}\delta\right) \quad (8-2)$$

将(8—2)式对时间 \$t\$ 求一次导数和二次导数, 并注意 \$\frac{d\delta}{dt} = \omega\$,

得:

$$v = \frac{\pi S_0}{2\delta_0} \omega \sin\frac{\pi}{\delta_0}\delta \quad (8-3)$$

$$a = \frac{\pi^2 S_0}{2\delta_0^2} \omega^2 \cos\frac{\pi}{\delta_0}\delta \quad (8-4)$$

式中: \$\omega\$ —— 凸轮角速度;

\$v\$ —— 从动杆速度;

\$a\$ —— 从动杆加速度。

\$\delta_0\$、\$S_0\$ 以及 \$\omega\$ 在设计时已拟定, 按上二式给定 \$\delta\$ 的一系列值, 求得 \$v\$ 和 \$a\$ 的一系列对应值, 由此分别画出从动杆的速度曲线和加速度曲线(图 8—5, c)。从图中可看出, 简谐运动的加速度变化比较缓和, 只有在行程的起点和终点略有些冲击。

四、椭圆比运动。

在某些凸轮机构中，为了使从动杆在上面和下面位置附近的运动比简谐运动更为缓慢一些，可以采用椭圆比运动。它与简谐运动的区别是以椭圆代替图 8—5, b 中的圆，如图 8—6 所示。该椭圆的长径与短径之比应视具体工作要求予以确定。这个比值越大，则从动杆在两端附近的运动越缓慢，而中间速度越快；该比值越接近于 1，则就越趋于简谐运动。图中表示的椭圆的长径与短径之比为 $\frac{4}{3}$ 。如给定了这个比值和行程 S_0 ，就可用机械制图中介绍

的方法着手作椭圆：分别以短径 S_0 和长径 $\frac{4}{3}S_0$ 作两个同心的半圆，并用一系列的径向线等分之，它们与小圆的交点为 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ ……，与大圆的交点为 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ 、 $4''$ ……。再自点 $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$ ……作水平线，过点 $1''$ 、 $2''$ 、 $3''$ 、 $4''$ ……作垂直线，这两组相应的直线的交点即为椭圆上的各点，连结之即得椭圆。该椭圆与上述一系列径向线的交点为 $1'''$ 、 $2'''$ 、 $3'''$ 、 $4'''$ ……。然后，过 $1'''$ 、 $2'''$ 、 $3'''$ 、 $4'''$ ……作水平线，过 1 、 2 、 3 、 4 ……作垂直线，用曲线板连结这两组相应直线的交点，即为从动杆作椭圆比运动的位移曲线。

诚然，这条位移曲线也可以用数学方程式来表示，并依次对时间求一次导数和二次导数，以确定从动杆的速度曲线和加速度曲线。但是这样做比较复杂，生产中常应用图解法进一步求从动杆的速度曲线和加速度曲线。

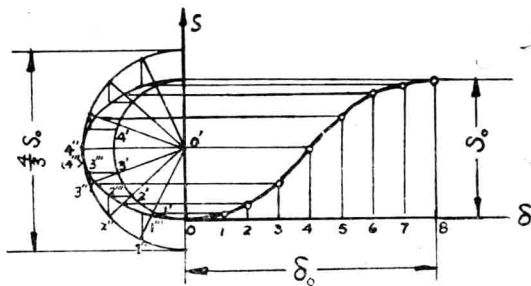


图 8—6

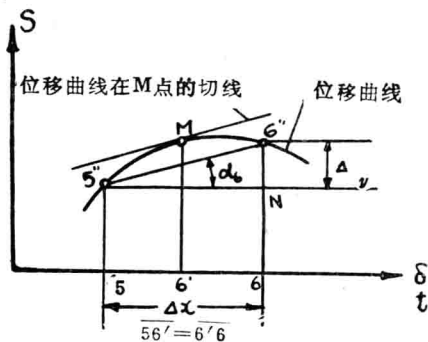


图 8—7

§ 8—3 用图解微分法求从动杆的速度曲线和加速度曲线

根据已作好的位移曲线，如何应用图解法确定速度曲线呢？在图 8—7 所示的直角坐标中，纵坐标表示从动杆的位移 S ，横坐标表示凸轮的转角 δ 或相应的时间 t 。由数学可知，从动杆在某一位置的速度 v （即 $\frac{ds}{dt}$ ）相当于位移曲线在对应点（ M 点）的斜率。因此，用这种图解法求从动杆速度的问题，就归结为在其位移曲线上确定切线位置的问题。但是，在一条曲线上作切线是很不容易得到准确的答案，所以在工程上常常应用弦线来代替切线。在图 8—7 中，位移曲线在 M 点的切线如图所示，今在 M 点邻近，左右各取一点 $5''$ 和 $6''$ ，且保持 $56' = 6'6''$ ，则弦线 $5''6''$ 接近与该切线平行，即是说，弦线 $5''6''$ 的斜率近似等于该位移曲线在 M 点的斜率。

我们在应用上述基本原理作图解时，还必须考虑比例尺问题。如图 8—8, a 所示的位移曲线，横坐标以 1 毫米表示 M_t 秒的时间， M_t 为时间比例尺，纵坐标以 1 毫米表示 M_s 米的实际位移*， M_s 为长度比例尺。

* 工程上速度和加速度的单位分别为米/秒和米/秒²，为了将长度单位统一起见，所以实际位移也以米为单位。通常画位移时可取《制图》规定的 1:1，即图上 1 毫米表示 0.001 米实际位移，此时 $M_s = 0.001$ 。

今在横坐标 t 上, 如需求 5—6 区间内的平均速度 $v_{6'}$ (近似等于该区间的中点 $6'$ 处的速度), 过 5、6 两点分别作垂线与位移曲线的交点为 $5''$ 和 $6''$, 再过 $5''$ 作水平线与 $66''$ 的交点为 N , 取 $5''N = \Delta x$, $6''N = \Delta y$, 则该速度为:

$$v_{6'} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{M_s \Delta y}{M_t \Delta x} = \frac{M_s}{M_t} \operatorname{tg} \alpha_6 \quad (\text{A})$$

测量角度 α_6 , 按上式可求得相应的速度 $v_{6'}$ 。现在我们需求区间 0—1、1—2、2—3、3—4、4—5……的从动杆速度, 重复采用这样的做法是很麻烦的。有什么改进的措施呢? 在位移曲线的横坐标上, 自原点 O 向左取一段长度 $\overline{OP_0} = K_v$, 自 P_0 作 P_0B_6 与 $5''6''$ 平行, 与纵坐标相交于 B_6 , 则 $\overline{OB_6} = K_v \operatorname{tg} \alpha_6$ 即可表示从动杆在位置 $6'$ 的速度 $v_{6'}$, 但要算出其实际大小, 还必须考虑速度比例尺 M_v , 即:

$$v_{6'} = M_v \overline{OB_6} \quad (8-5)$$

$$= M_v K_v \operatorname{tg} \alpha_6 \quad (\text{B})$$

解 (A) 式与 (B) 式得:

$$M_v = \frac{M_s}{M_t \cdot K_v} \quad (8-6)$$

如需要继续求从动杆在区间 4—5 内的速度 $v_{5'}$, 可按上述同样方法, 过 P_0 作直线 P_0B_5 平行于 $4''5''$, 与纵坐标交于点 B_5 , 则 $\overline{OB_5}$ 可代表速度 $v_{5'}$, 然后可求得从动杆在其余各个区间的速度。(图中为避免线条过多未画出) 据此, 在图 8—8, b 中画出从动杆的速度曲线。

根据速度曲线进一步求加速度曲线的原理和方法, 与上述完全相同。例如需求区间 $5'-6'$ 的加速度 a_5 , 过 $5'$ 和 $6'$ 作两条垂线分别与速度曲线交于点 B_5' 和 B_6' , 连结 $B_5'B_6'$, 又在横坐标上自原点 O' 向左取 $\overline{O'P_a} = K_a$, 过 P_a 作 $\overline{P_aC_5}$ 平行于 $\overline{B_5'B_6'}$, 与纵坐标的交点为 C_5 , 则 $\overline{OC_5}$ 即可代表 a_5 。与推导速度比例尺 M_v 的公式 (8—6) 的原理相同, 加速度比例尺 M_a 应为:

$$M_a = \frac{M_v}{M_t \cdot K_a} \quad (8-7)$$

然后可进一步求得从动杆在各个位置的加速度, 画出其加速度曲线。

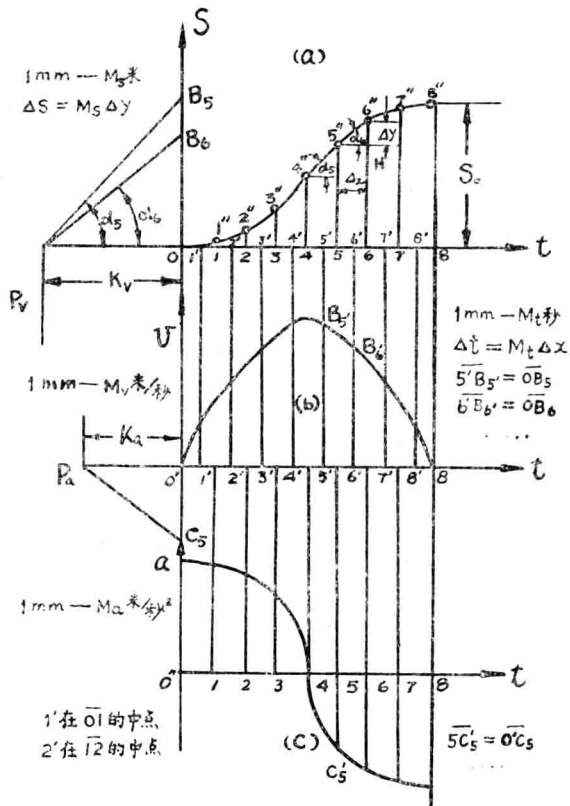


图 8—8

§ 8—4 盘形(平板)凸轮轮廓曲线的设计

我们根据工艺要求选定了凸轮机构的基本类型以及从动杆运动规律以后, 就可以着手设计凸轮的廓线。

毛主席教导我们说: “我们不但要提出任务, 而且要解决完成任务的方法问题。我们的任务是过河, 但是没有桥或没有船就不能过。不解决桥或船的问题, 过河就是一句空话。不解决方法问题, 任务也只是瞎说一顿。” 怎样按照从动杆运动规律来设计凸轮廓线呢? 如图

* K_v 长短可任选, 但要预先估计到将画出的速度曲线上纵坐标的大小。

8—9, a 所示的凸轮机构, 凸轮以角速度 ω_1 绕轴 O 转动, 从动杆在固定的导槽中作相应的往复运动。由于凸轮处在运动之中, 我们不可能将一个运动着的构件的轮廓曲线在图纸上画下来。所以, 为了绘制凸轮廓线, 必须使凸轮相对于图板不动。今在该凸轮机构上加一个公共的角速度 $(-\omega_1)$ 把凸轮固定下来, 此时从动杆一方面跟着导槽以 $(-\omega_1)$ 转动, 另一方面在导槽中作与原来完全一样的往复运动如 (图 8—9, b)。由于从动杆尖底始终保持与凸轮相接触, 所以在这样的相对运动中尖底在图纸上画出的运动轨迹就是凸轮的廓线。这种绘制凸轮的方法称为反转法。下面, 我们专门讨论几种常见盘形凸轮的设计方法。

一、正置直动尖底从动杆盘形凸轮 (图 8—10)

在该凸轮机构中, 从动杆尖底 B 的运动方向线通过凸轮轴心 O , 即所谓“正置”。已知: 从动杆的运动规律 (用位移曲线表示), 凸轮的基圆半径 r_0 (即从动杆尖底到凸轮轴心间的最短距离), 凸轮的转向如图所示, 试绘制该凸轮的廓线。

上面已经提到, 用反转法绘制凸轮廓线, 实质上就是求从动杆尖底在预定的相对运动中 (按位移曲线要求) 的轨迹。所以, 我们在作图时并不需要把从动杆的全貌表达出来, 而只需把它上面的尖底的一系列位置画出来就可以了。具体作法如下:

1. 在从动杆位移曲线的横坐标上, 将代表凸轮转角的线段 08 分为若干等分* (图中为 8 等分) 得 $0、1、2、3\cdots$ 各点, 过这些点作一系列垂直线与位移曲线相交, 即得到凸轮转过角度 $\delta_1、\delta_2\cdots$ 时从动杆相对应的位移为 $B_0B_1、B_0B_2\cdots$ 。

2. 根据正置要求, 以凸轮轴心 O 为圆心, 基圆半径 $r_0 = OB_0$ 为半径画圆, 以 OB_0 为基准线等分凸轮转角, 与位移图中横坐标相对应, 得到一组径向线 $01、02\cdots$ 。由于应用反转法, 所以这些径向线的数字顺序必须与凸轮转向相反。

3. 分别将从动杆尖底的各个位置 $B_1、B_2\cdots$ 绕轴心 O 反转角度 $\delta_1、\delta_2\cdots$, 即以 O 为圆

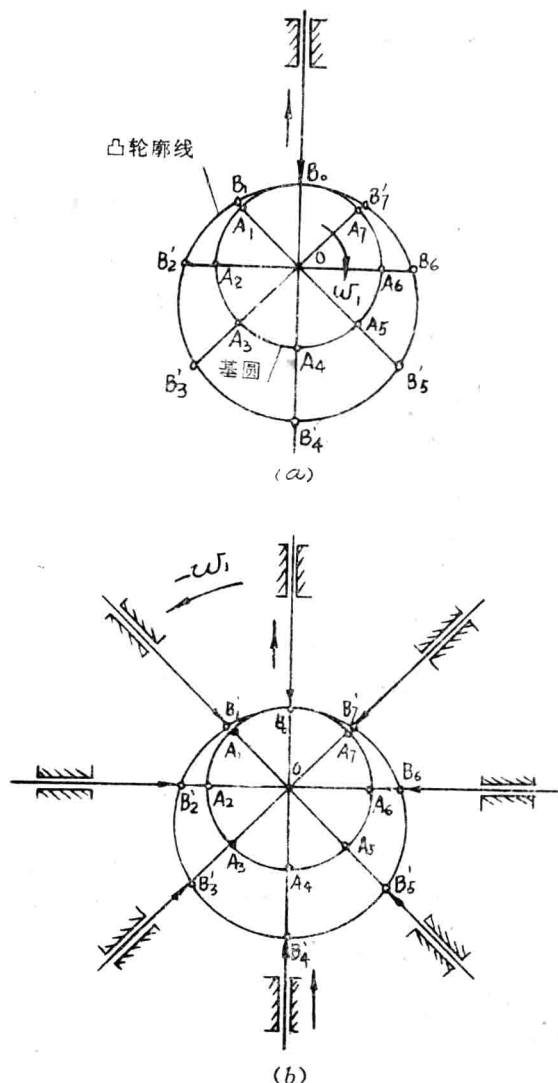


图 8—9

在图 8—9, a 中: 基圆是以凸轮轴心 O 为圆心, O 至从动杆尖底最短距离为半径画出的圆。凸轮以角速度 ω_1 转动, 从动杆在固定的导槽中往复运动。

在图 8—9, b 中: 凸轮固定, 从动杆跟随导槽以 $-\omega_1$ 转动的同时在导槽中往复运动。

* 在实际作图时每等分的角度一般为 $5^\circ \sim 10^\circ$

心 $\overline{OB_1}$ 、 $\overline{OB_2}$ ……为半径作圆弧，分别与径向线 $\overline{01}$ 、 $\overline{02}$ ……相交，交点 B_1' 、 B_2' ……即为从动杆尖底在相对运动中占有的位置。因此用曲线板连结 B_1' 、 B_2' ……即为所求凸轮的廓线。

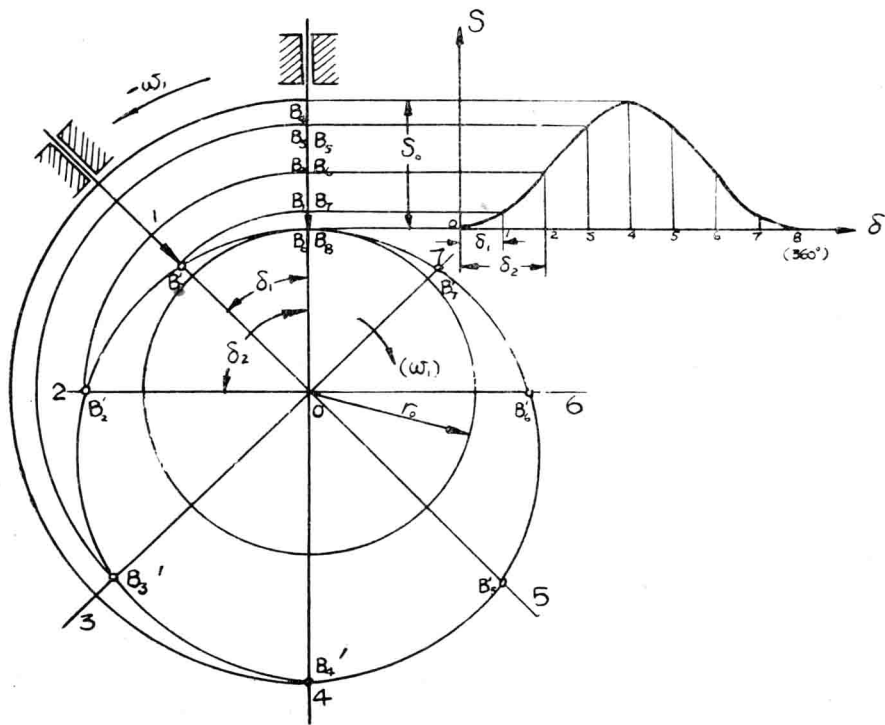


图 8—10

二、偏置直动尖底从动杆盘形凸轮（图 8—11）

在该机构中，从动杆尖底 B 的运动方向线相对于凸轮轴心 O 的偏距为 e 。已知：从动杆的运动规律（用位移曲线表示）、偏距 e 、凸轮的基圆半径 r_o ，凸轮的转向如图示。该凸轮廓线的作法如下：

1. 在从动杆位移曲线的横坐标上，将代表凸轮转角的线段 $\overline{08}$ 分为若干等分（图中为 8 等分）得 0、1、2、3……各点，过这些点作一系列垂直线与位移曲线相交，即得到凸轮角度 δ_1 、 δ_2 ……时从动杆相对应的位移为 B_oB_1 、 B_oB_2 ……。

2. 根据给定的偏距 e 和基圆半径 r_o ，确定凸轮轴心 O 位置。以 O 为圆心、基圆半径 r_o （ $=OB_o$ ）为半径画圆，并以 OB_o 为基准线等分凸轮转角，与位移图中横坐标相对应，得到一组径向线 01 、 02 ……，数字顺序也与凸轮转向相反。

3. 因为偏置从动杆的运动方向并不沿着 OB_o 直线，而是沿着 B_oB_4 直线，所以作图方法与正置的有所差别，应予以注意。

以凸轮轴心 O 为圆心，分别以 OB_1 、 OB_2 ……为半径作一系列圆弧，与直线 OO 的交点为 b_1 、 b_2 ……，而分别与 01 、 02 ……的交点为 b_1' 、 b_2' ……。再在各圆弧上，相应的取 $\widehat{b_1'B_1'} = \widehat{b_1B_1}$ ， $\widehat{b_2'B_2'} = \widehat{b_2B_2}$ ……（注意 B_1' 偏于径向线 01 那一边，应与 B_1 偏于径向线 OO 的位置一致，其它 B_2' 、 B_3' ……也是如此）则 B_1' 、 B_2' ……即为从动杆尖底在相对运动中的各个位置，也就是凸轮廓线上的各点，用曲线板光滑连结之。

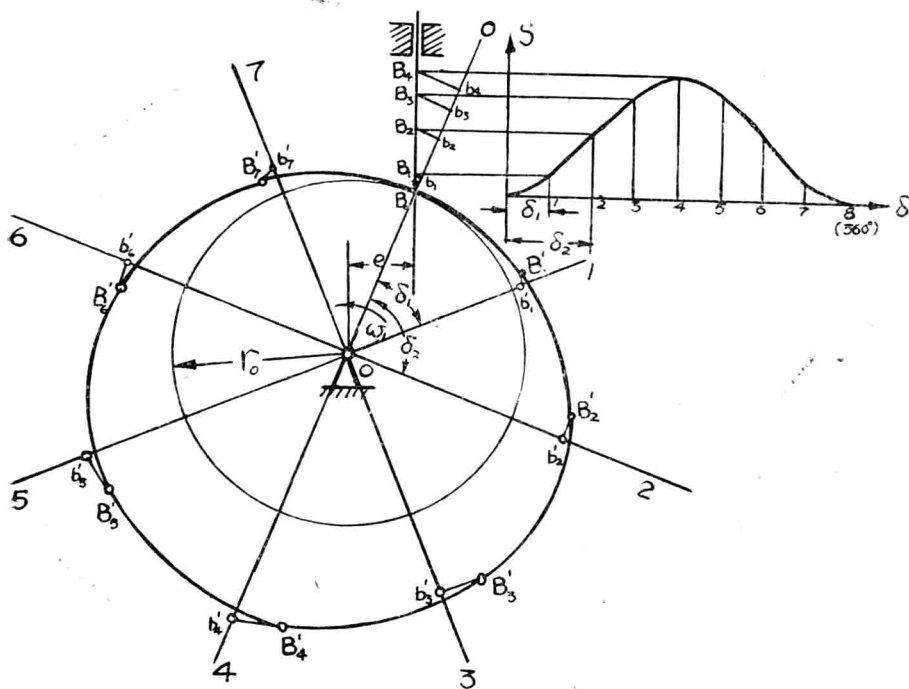


图 8—11

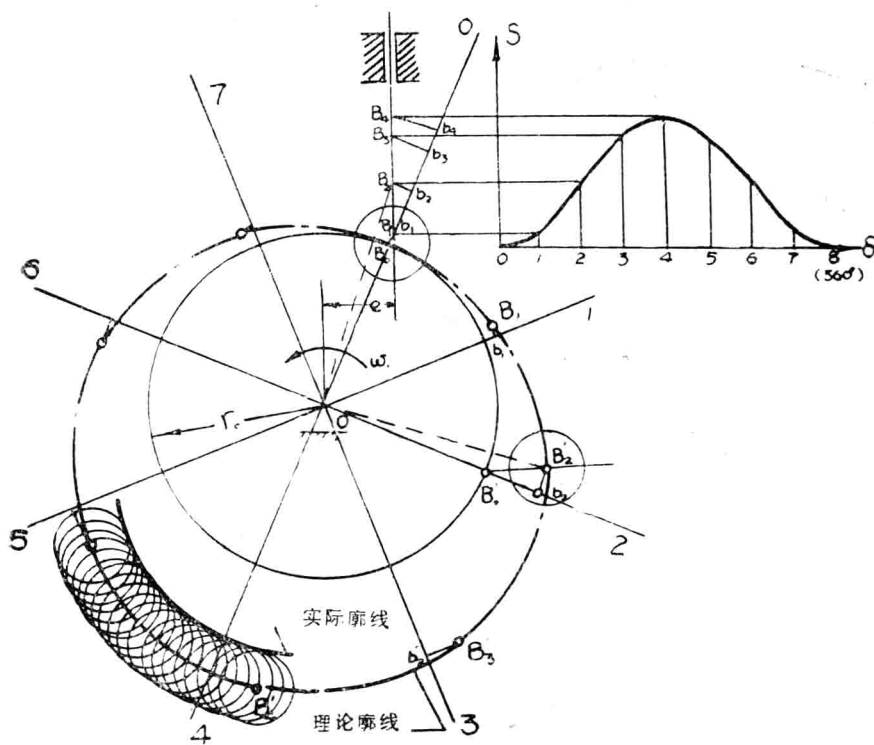


图 8—12

三、滚子直动从动杆盘形凸轮 (图 8—12)

在该凸轮机构中, 滚子中心的运动规律即为从动杆的运动规律。如果我们把滚子中心看

作是一个尖底从动杆的尖底，那么按照前述方法可以求出一条凸轮廓线，习惯称为理论廓线。也就是说，作凸轮理论廓线的第 1、2、3 步完全与前面讲的方法相同。第 4 步进一步从理论廓线求出实际廓线：以理论廓线上的各点为圆心、滚子半径为半径作一系列的圆弧，这些圆弧的公共切线（数学中称为包络线）即为凸轮的实际廓线（图中未画全）。

在滚子从动杆盘形凸轮机构中，如滚子半径为零，则该机构即转化为尖底从动杆盘形凸轮机构，即是说，尖底从动杆是滚子从动杆的特例。

为了改善从动杆与凸轮之间的磨灭情况，尽可能采用滚子从动杆。尖底从动杆在生产实际中很少应用，但先求出此种情况下的凸轮廓线——理论廓线上的各点，进一步求凸轮的实际廓线，作图比较简单，也易于被初学者掌握。

四、滚子摆动从动杆盘形凸轮（图 8—13）

这种凸轮机构与上一种凸轮机构的差别在于从动杆的运动型式不同。在该从动杆的位移曲线图上，横坐标表示凸轮的转角 δ ，而纵坐标表示从动杆的角位移 ϕ 。设计时给定：从动杆的位移曲线，从动杆长度 AB ，中心距 OA ，基圆半径 $r_o = (OB_o)$ ，凸轮的转向如图示。

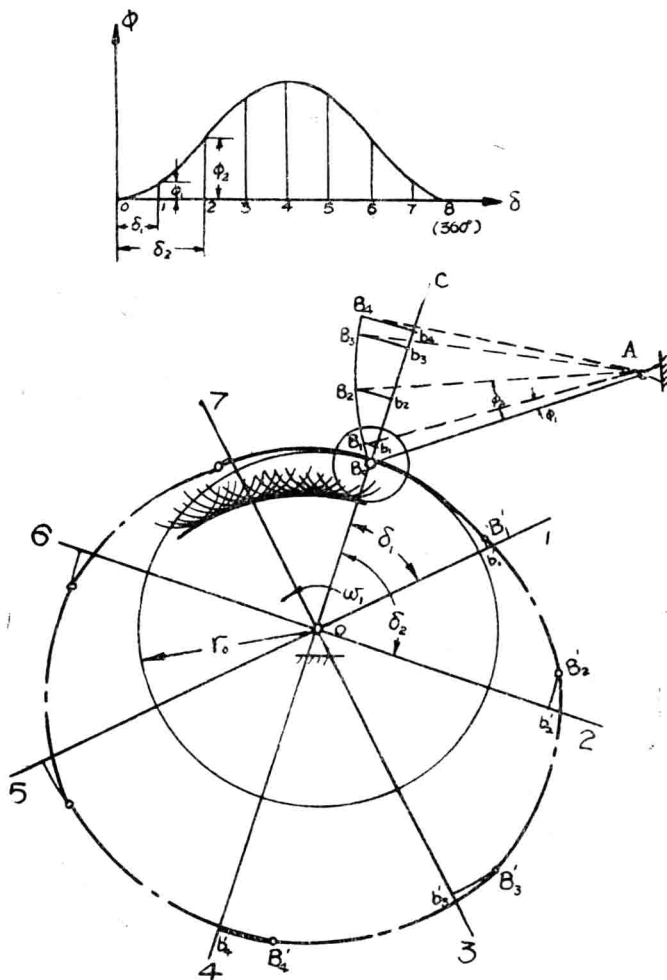


图 8—13