

第3章 凸轮机构

一、主要内容及学习要求

本章学习的主要内容是:(1)从动件常用运动规律;(2)按给定运动规律绘制或计算盘形凸轮轮廓;(3)凸轮设计应注意的几个问题(压力角、基圆半径、滚子半径的选择)。

本章的学习要求:

1. 掌握等速运动、等加速等减速运动、简谐运动位移线图的绘制方法,能判断它们何时出现刚性或柔性冲击。

2. 熟练掌握按给定位移线图绘制滚子从动件盘形凸轮轮廓的反转法。这是本章的重点。

3. 定性了解选择滚子半径的原则、压力角与自锁的关系以及基圆半径对压力角的影响。

各种运动规律的解析式是为凸轮轮廓解析法设计服务的,课堂上不必逐一推导。但学生用解析法设计凸轮轮廓时,应对与作业有关的解析式加以理解。

凸轮轮廓设计应以最常见的滚子从动件为重点,平底从动件凸轮轮廓设计对学时较少的专业可以不讲,或只作一般了解。

有条件的院校应尽可能讲授解析法设计凸轮轮廓,并安排计算机辅助设计作业。因为凸轮轮廓计算机辅助设计不仅能获得很高的精度,而且快速方便,是当前机械设计的发展趋势(作图法设计凸轮轮廓只能帮助学生了解设计原理,由于存在较大的作图误差,在生产中已没有实用价值)。根据教师反映,凸轮轮廓计算机辅助设计可大大激发学生的学习热情,深受学生欢迎。为此,本指导书附有凸轮轮廓设计的计算机程序供教师参考。这些程序可以在读懂的前提下提供学生直接应用,不必在编程上花费过多时间。

二、学习指导

1. 刚性冲击和柔性冲击可根据运动线图上的加速度线图来判断,即凡加速度线图不连续处(加速度值突然改变)必产生柔性冲击;凡加速度值达到无穷大处必产生刚性冲击。这一判断原则对其他运动规律也是适用的。

2. 绘制从动件位移线图时,横坐标(代表凸轮转角或时间)比例尺可任意选取而不影响凸轮轮廓设计。对于直动从动件,其纵坐标代表位移 s ,它的比例尺最好与凸轮轮廓图的比例尺取得相同,以便在位移图上直接截取线段绘制凸轮轮廓。

对于摆动从动件,位移线图的纵坐标表示从动件的摆角 δ_2 ,也可以表示摆动从动件尖端 B 所走的弧长 s_B 。当 $\delta_{2\max}$ 给定之后,若取表示纵坐标最大值的线段 $MN = s_{B\max} = l_{AB} \cdot \delta_{2\max}$ (可与凸轮轮廓图按同一比例尺放大或缩小),则每个对应位置的纵坐标线段长度即表示 B 点自初始位置走过的弧长,故可用分规从位移线图上截取纵坐标直接绘制凸轮轮廓图。为了减少弧长与弦长间的作图误差,当摆角较大时,可采用多次分段截取的办法。以图 3.1 第三点为例,任选分规间距在图 a 纵坐标上分三次截取 $M-a$ 、 $a-b$ 、 $b-c$;而后以同一间距在图 b 尖端轨迹上截取 B'_0-a' 、 $a'-b'$ 、 $b'-c'$;最后,截取 $c'-B_3$ 等于 $c-N$ 便可得到凸轮轮廓图中的 B_3 点。采用这种方法作图可以避免角度度量的不便和减少角度度量误差。

3. 如教材 § 3-4 所述:“滚子半径必须小于理论轮廓外凸部分的最小曲率半径 ρ_{\min} ”。这里补充介绍用作图法求 ρ_{\min} 的方法:如图 3.2 所示,首先根据观察找出外凸轮廓曲率较大的部位 D ,在曲线上邻近 D 点的地方取 M 、 N 两点,再作 DM 与 DN 的垂直平分线交于 O ,则长度 OD 即可近似表示该处的曲率半径。将这样求出的几个曲率半径进行比较,其中最小的即为 ρ_{\min} 。

4. 有人认为图 3-12 由理论轮廓画一系列滚子,再作包络线

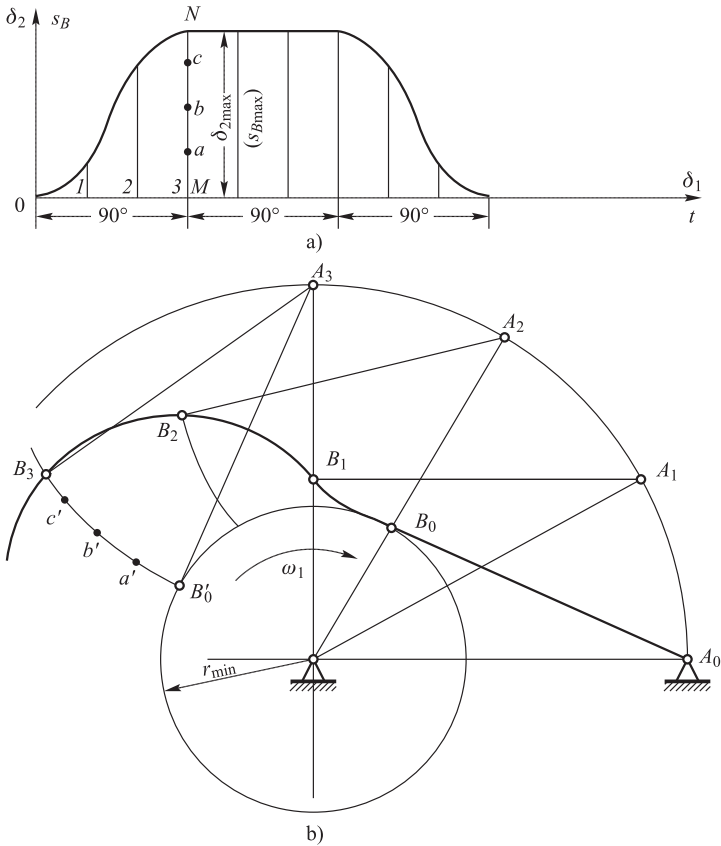


图 3.1

求实际轮廓的方法太麻烦,建议采用图 3.3 所示作图方法:从理论轮廓上 A_0 、 A_1 、 A_2 、 \dots 沿相应导路截取线段等于滚子半径 r_T (即取 $A_0B_0=A_1B_1=A_2B_2=\dots=r_T$) 得 B_0 、 B_1 、 B_2 、 \dots 等点,将这些点联接起来即可找到实际轮廓曲线。然而从图 3.4 可以看出,当从动件上升(或下降)时,实际轮廓与滚子的切点 B 并不在导路上,因此,上述“简化”作图法是不正确的。

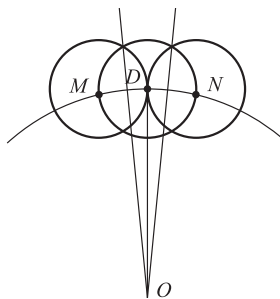


图 3.2

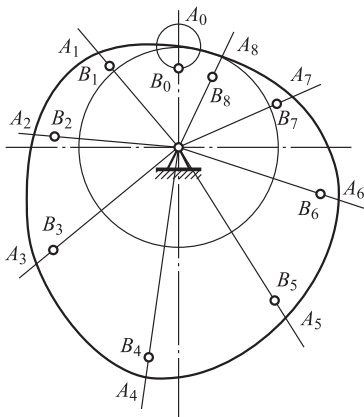


图 3.3

三、复习思考题

1. 试从冲击的观点来比较等速、等加速等减速、简谐运动三种运动规律，并说明它们适用的场合。

2. 何谓理论轮廓？何谓实际轮廓？实际轮廓与理论轮廓是否相似？

3. 滚子半径的选择与理论轮廓曲率半径有何关系？作图时如出现实际轮廓变尖或自交，可采取哪些措施来加以解决？

4. 何谓凸轮机构的压力角？压力角的大小与凸轮的尺寸有何关系？压力角的大小对凸轮机构的作用力和传动有何影响？

5. 试根据图 3-5b 所示位移线图（注： δ_1 和 δ_2 区间均为等加速等减速运动）画出其速度线图和加速度线图。

6. 图 3.5 所示为一偏心圆盘形成的凸轮机构。（1）试画出机构在图示位置的压力角；（2）试画出凸轮自图示位置转过 90° 后机构的压力角。

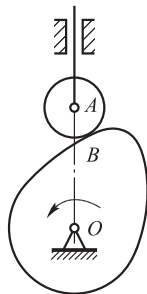


图 3.4

7. 图 3.6 所示为一偏置直动从动件盘形凸轮机构。试根据偏距合理确定凸轮回转方向。

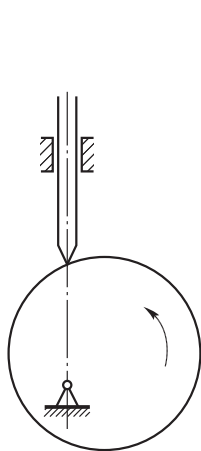


图 3.5

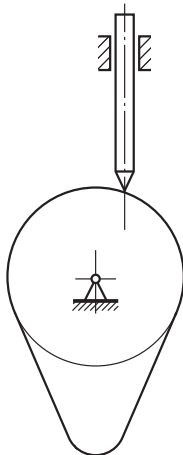


图 3.6