

单臂刨床上刨刀相对连杆之轨迹方程推导

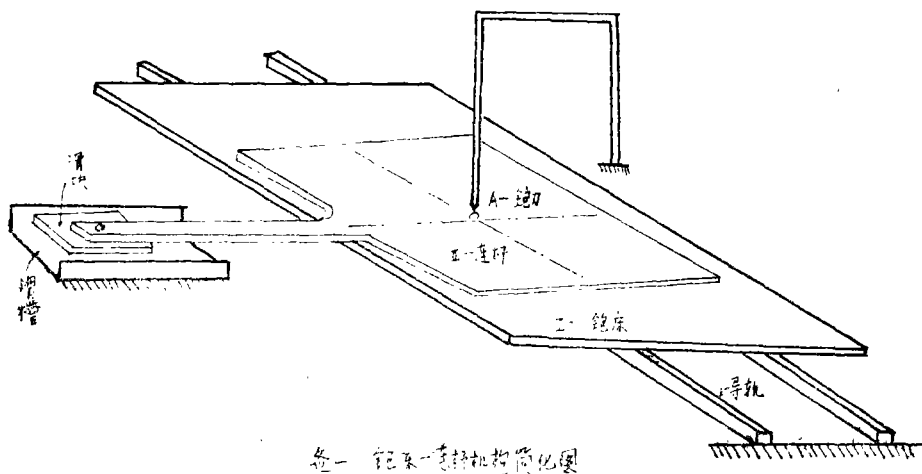
理论力学教研室 吕绍棣

一、问题由来

在改手工操作制造车辆顶梁模板(圆弧形钢梁)的技术革新中,有工人在单臂刨床上,利用刨刀切割圆弧顶梁成功。由于刨刀只能切割直线,因此必须加一个连杆机构。这样,实际证明刨刀在连杆机构上的相对轨迹为圆。但理论上尚未证明,本文用运动学知识,证明如下。

二、机构的构造及运动说明

实际机构比较复杂,为了理论推导,其简化模型如图一所示。简化后的主要部份及运动情况说明如下:



图一 刨床-连杆机构简化图

1. 刨刀——在空间固定不动,当刨床往复运动时,可在刨床上划直线(图上用A点表示)。
2. 刨床——在导轨上往复直线平动,由其它机械带动(图上用I表示)。
3. 连杆——一端与刨床用销钉联结,可绕销钉转动;另一端与滑块用铰链相连。当刨床往复直线移动时,连杆一面移动,一面转动,即作平面运动。(图上用II表示)。

本文于1985年1月17日收到

4. 滑块——在水平直线导槽内滑动。

5. 导轨——固定不动，支承刨床运动。

三、刨刀相对连杆轨迹方程的推导

假定开始时，滑块、销钉O及刨刀在同一水平线上（见图二）；并且刨刀放在销钉O上。

现在要证明：当刨床移动时，刨刀A在连杆上相对轨迹为圆。

为此，在连杆上固定一坐标系XOY，坐标原点在销钉O上，且跟随连杆一起作平面运动（如图二）。本题就是要证明刨刀A相对于动坐标系XOY的相对轨迹为圆。

现证明如下：假定刨床（I）从起始位置移动任意一距离S，此时连杆与刨床连结点销钉，从O点移动到O'点位置，即 $OO' = S$ 。同时，动坐标（XOY）原点也移动相同距离，并且转过一角度为 φ ，如图三所示。滑块也在水平导槽上移动一段距离。但刨刀在空间不动。当然，刨刀相对于动坐标位置已变（如图三）。

为推求轨迹方程，现找出刨刀A在动坐标系上的坐标X、Y间的几何关系式。

从图三中知：

$$\frac{-x}{-y} = \operatorname{tg} \varphi$$

$$\text{即：} \quad \frac{x}{y} = \operatorname{tg} \varphi$$

从 $\triangle OO'B'$ 中可知： $\angle OB'O' = \varphi$ ，

$$\therefore \operatorname{tg} \varphi = \frac{OO'}{OB'} = \frac{S}{\sqrt{d^2 - s^2}} = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{d^2 - (x^2 + y^2)}}$$

上式中设 $O'B' = d$ （定长），且 $OB = O'B' = d$

$$\frac{x}{y} = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{d^2 - (x^2 + y^2)}}$$

$$\text{或} \quad x^2 [d^2 - (x^2 + y^2)] = y^2 (x^2 + y^2)$$

$$\text{即} \quad (x^2 + y^2)^2 = d^2 x^2$$

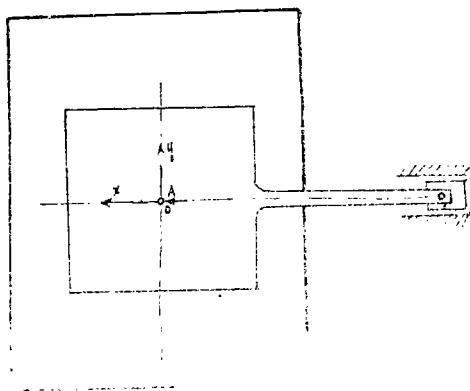


图 2

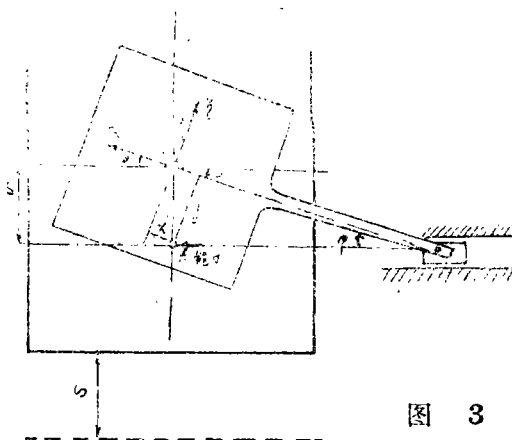


图 3

开方得 $y^2 + x^2 = -dx$ ($\because x$ 为负值, 右边开方取负号)

$$\text{或 } \left(x + \frac{d}{2}\right)^2 + y^2 = \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

此为所求的圆轨迹方程, 圆半径为 $\frac{d}{2} = \frac{OB'}{2} = \frac{OB}{2}$, 圆心距离坐标原点为 $\frac{d}{2}$ 。本题圆心在坐标原点左边, 这就是理论证明。说明刨刀 A 在连杆动坐标上能切割圆弧形轨迹, 即能加工车辆圆弧顶梁模板。

四、从推导中看应用时要注意的问题

- 1、在具体施工时, 刨刀、销钉及滑块开始应在水平位置, 且刨刀开始应与销钉 O 对中, 这样刨刀切出钢板轨迹为圆。否则轨迹不一定为圆。
- 2、轨迹圆的直径等于滑块到销钉 O 距离。由于车辆类型不同, 圆弧半径要求也不同。此时可改变滑块到销钉间距离来达到此目的。在实际构造中, 滑块和连杆可进行调整。

五、实际加工时要注意的地方

- 1、滑块与连杆连接要牢固, 刨刀要正确对中。
- 2、滑块与滑槽及其它连接地方要有足够润滑油。
- 3、初开车时速度要慢。
- 4、刨刀应尖锐, 使切削阻力小。
- 5、为了检查加工是否正确, 可先在加工的钢板上画圆弧, 以便检查。

六、结 束 语

本文对工厂的一项技术革新给以理论证明, 这是对理论应用于实践的初步尝试, 请批评指正。