

机械原理课程设计指导书

(三)

焦作矿业学院机械设计教研室

一九九四年十二月

插 床

一、课程设计的目的与任务

机械原理课程设计的目的在于进一步巩固和加深学生所学的机械原理理论知识，培养学生独立解决有关本课程实际问题的能力，使学生对机械的运动学和动力学的分析和设计有一较完整的概念，并进一步提高电算、制图和使用技术资料的能力。

本课程设计的任务：

1、用图解法对插床的导杆机构进行设计、运动分析和动力分析，并在此基础上确定飞轮的转动惯量。要求画出1号图纸一张（内容包括：机构简图、速度和加速度多边形、受力分析、力多边形、运动线图等等），2号图纸一张（内容包括：等效阻力矩曲线 $M_r(\phi)$ ，阻力功曲线 $W_r(\phi)$ ，驱动功曲线 $W_d(\phi)$ 、盈亏功曲线 $W(\phi)$ 等）。写出计算说明书一份。

2、用解析法对插床的导杆机构进行运动分析和动力分析，写出计算说明书和在微机上打出程序及计算结果。

3、对图解法和解析法进行比较，分析它们各自的优缺点。

二、机构简介

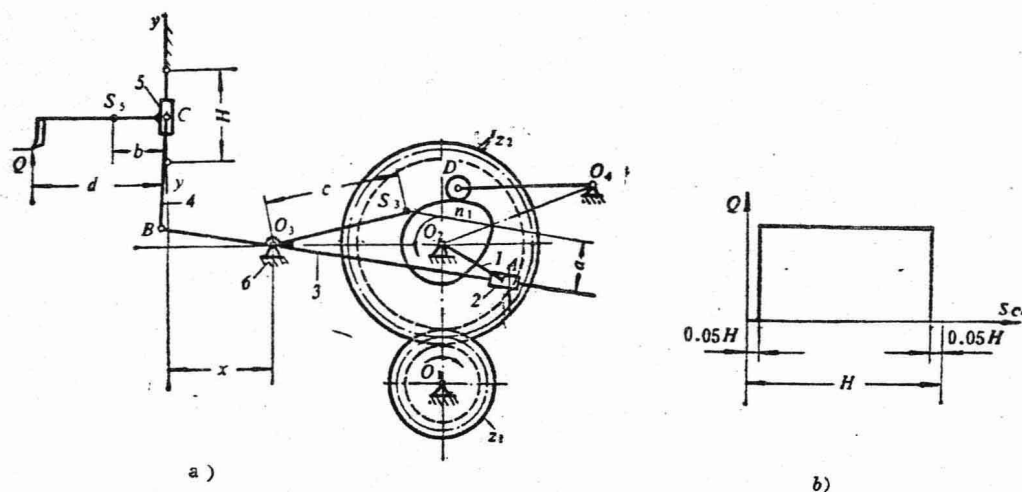


图1 插床机构简图及阻力曲线图

插床主要由齿轮机构，导杆机构和凸轮机构等组成，如图1a所示。电动机经过齿轮 Z_1 、 Z_2 等减速装置（齿轮 Z_1 、 Z_2 之前部分的减速装置在图上未表示出），带动曲柄1

和与其相固结的凸轮转动，由曲柄1驱动导杆机构1-2-3-4-5，于是装有刀具的滑块5沿导路y-y作往复运动，插床便借此完成主要切削运动，当滑块下行时，刀具进行切削，称为工作行程。当滑块上行时，刀具不切削（退刀），称为空回行程。在空回行程中，为节约时间，提高劳动生产率，采用了具有急回作用的导杆机构。此外，插刀在每完成一次切削后，要求插床利用空回行程的时间使工件作一次进给运动，以便下一次切削。为此该插床是采用固结于轴 O_2 上的凸轮驱动从动杆和其它有关机构（图上未画出）来完成的。

在工作行程中，刀具上作用有相当大的切削阻力，在切削行程的前后各有一段约0.05H的空刀距离，H为工作行程的总长度，如图1b所示，而在空回行程中则没有切削阻力，因此在一个工作循环中，刀具受力变化是很大的，这就影响了主轴的匀速运转，因而为减小主轴的速度波动，需采用飞轮调速，以减小电动机容量和提高切削质量。（图2）

三、设计题目的数据（表1）

在导杆机构中，有12个连续等分的1~12个位置，2个工作行程极限位置。（其中等分位置1和工作行程上极限位置相重合，又在本方案中行程速比系数 $K=2$ ，使等分位置9与工作行程下极限位置重合）和2个切削行程的极限位置1'、8'，总共有14个位置。具体位置的分工由指导教师确定。（图2）

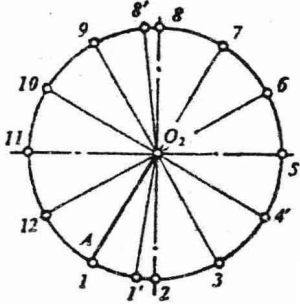


图2

表 1

序号	内容	符 号	数 据	单 位
2	导杆机构的设计及运动分析	n1	60	r/min
		l ₀₂₀₃	150	mm
		H	100	
		K	2	
		l _{BC/L_{03B}}	1	
		a	50	mm
		c	125	
		b	50	
2	导及杆飞机轮构的动态静力分析	G3	160	N
		G5	320	
		Q	1000	
		d	120	mm
		J _{z3}	0.14	kgm ²
		δ	1/25	

注：导路y-y取在B点运动圆弧高度的中点上。

四、设计方法和要求：

A、图解法

(一) 连杆机构的设计

1、已知条件：

行程速比系数 K ，滑块5的行程 H ，其他有关尺寸。

2、设计要求：

用图解法设计导杆机构，并作出分配位置的机构运动简图，整理其计算说明书。

3、设计方法提示：

(1)选取长度比例尺 μ_l (m/mm)

(2)导杆两极限位置的夹角 ϕ

$$\phi = \theta = 180^\circ \times \frac{K-1}{K+1}$$

(3)滑块5的导路 $y-y$ 的位置根据连杆4传力的最有利条件来确定，即导路 $y-y$ 应通过B点所画圆弧高度的中点。

(4)确定出各构件尺寸，并作出所分配位置的机构位置图。

4、整理计算说明书

内容包括：已知条件、设计要求、比例尺选取、设计计算及设计简述，机构草图。

(二) 导杆机构的运动分析

1、已知条件

曲柄转速 n_1 ，设计得到的各构件尺寸（机构运动简图）和重心位置。

2、设计要求

用相对运动图解法求滑块5的速度、加速度，同时，根据全部位置运动分析的结果作滑块5的位移线图、速度线图和加速度线图。

每个学生要求完成1个位置的运动分析，包括速度多边形、加速度多边形及运动线图，并整理计算说明书若干页。

3、设计方法提示

(1)选取适当的速度比例尺 μ_v ($\frac{m/s}{mm}$) 和加速度比例尺 μ_a ($\frac{m/s^2}{mm}$)

(2)用相对运动图解法作所分配位置的速度图和加速度图，其中导杆3的重心 S_3 的速度和加速度可用影像法确定。

(3)汇总各个位置滑块的位移、速度、加速度数值作滑块的运动线图。

包括：(a)以滑块在工作行程的起点 C_1 为起始位置，量出滑块的位移，并选取位移比例尺 μ_s (m/mm)及时间比例尺 μ_t (s/mm)作C点的位移曲线 $S_c(t)$ 。为了能够直接从机构运动简图上量取滑块的位移，建议取 $\mu_s = \mu_t$

(b)选取比例尺 μ_v ($\frac{m/s}{mm}$)、 μ_a ($\frac{m/s^2}{mm}$) 作速度线图 $V_c(t)$ 和

加速度线图 $a_c(t)$ 。

4、整理计算说明书：

内容包括：已知条件、设计要求、比例尺选取，说明用相对运动图解法求速度和加速度的矢量计算公式。

(三) 导杆机构的动态静力分析

1、已知条件

导杆 3 及滑块 5 的重量 G_3 、 G_5 (其他构件的重量和转动惯量忽略不计)。导杆对重心的转动惯量 J_{S_3} 和切削阻力 Q 的变化规律 (图 1 b) 以及在运动分析中得出的速度、加速度。

2、设计要求:

按所分配的位置, 确定各运动副反力和作用于曲柄上的平衡力矩。

3、设计方法提示:

(1) 机构切削阻力曲线如图 1 b 所示, 根据机构不同的位置在图上可确定相应的切削阻力。

(2) 计算导杆的惯性力和惯性力偶以及滑块的惯性力, 并将导杆的惯性力和惯性力偶合成为一个总惯性力, 同时求出该力至重心的距离 l_{r3} 。

(3) 将机构拆分成若干构件组, 以构件组为分离体画出作用其上的所有外力, 然后, 取力比例尺 μ_F (N/mm)。用力多边形或力矩平衡方程式求各运动副反力和曲柄上的平衡力矩。

(4) 汇总所有位置的作用于曲柄上的平衡力矩列入表 2。其中在切削开始和终止位置 $1'$ 、 $8'$ 上, 由于切削阻力突变, 需要求出有切削阻力和无切削阻力时两个相应的平衡力矩。

表 2 平衡力矩值

机构位置	1	1'	2	3	4	5	6
M_b							
机构位置	7	8	8'	9	10	11	12
M_b							

4、整理计算说明书:

内容包括: 已知条件、设计要求、比例尺选取、说明用力多边形和力矩平衡方程求运动副反力和曲柄上平衡力矩的计算方法和过程, 并列出力系平衡的向量方程。

(四) 飞轮转动惯量的确定

1、已知条件:

机构运动的不均匀系数 δ , 飞轮安装在曲柄轴上, 驱动力矩 M_d 为常数, 由动力分析中所得到的平衡力矩 M_b 。

2、设计要求:

确定安装在曲柄轴上的飞轮转动惯量和飞轮矩, 以上内容在 2 号图纸上作图, 并整理说明书若干页。

3、设计方法提示:

(1) 根据表 2 中平衡力矩 M_b 的数值作等效阻力矩曲线 $M_r(\phi)$ (平衡力矩曲线 $M_b(\phi)$ 相当于动态等效阻力矩曲线 $M_r(\phi)$), 取力矩比例尺, μ_M (Nm/mm) 和曲柄转角比例尺 μ_ϕ (1/mm)。

(2) 利用图解积分法作阻力功曲线 $W_r(\phi)$ 。为此适当选取极距 K (mm), 并计算阻力功比例尺 $\mu_w = K \cdot \mu_M \cdot \mu_\phi$ 。

(3) 根据一个稳定运动循环中驱动功和阻力功相等以及驱动力矩为常数的条件作驱动功曲线 $W_d(\phi)$ 。

(4)、作盈亏功曲线 $W(\phi)$

$$\Delta W(\phi) = W_d(\phi) - W_r(\phi) = \Delta E$$

同时确定最大盈亏功 $\Delta W_{\max} = \Delta E_{\max} - \Delta E_{\min}$

(5)计算飞轮转动惯量

$$J_F = \Delta W_{\max} / \delta \omega_m^2 = 900 \Delta W_{\max} / \tau^2 n^2 \delta$$

(6)计算飞轮矩 QD^2

$$QD^2 = 4gJ_F$$

4、整理计算说明书:

内容包括:已知条件、设计要求、比例尺选择、最大盈亏功的确定和飞轮转动惯量的计算等。

(五)其他

1、绘图用品

1号图纸一张、2号图纸一张、绘图工具一套。

2、绘图要求

作图准确、布置匀称、比例尺合适、图面整洁、线条尺寸应符合国家标准。

3、计算说明书要求:

计算程序清楚,叙述简要明确;文字通顺,书写端正。

B、解析法

要求对导杆机构进行运动分析和动力分析

1、列出数学模型

2、画出程序框图,并编写程序

注:选取 ϕ_1 的初值和终值。由于计算机本身的性能要对 ϕ_3 、 ϕ_4 值进行处理。

3、所编程序上机运行

4、整理计算说明书

内容包括:数学模型、框图、程序等

五、设计进度

	设计项目	完成时间
图解法	导杆机构设计	0.5天
	导杆机构的运动分析	1.5天
	导杆机构的动力分析	1.5天
	飞轮转动惯量的计算	1天
解析法	建立数学模型、编写程序	2天
	上机	1.5天
	整理计算说明书	0.5天
	机动	0.5天

