

机械原理课程设计

蒋伯英 栾庆德 编

11

黑龙江科学技术出版社

内 容 提 要

本书用实例把计算方法、算法语言结合在一起,介绍了机构设计步骤和方法,内容包括连杆机构的设计、机构的运动分析、机构的动态静力分析、飞轮设计、齿轮机构的设计、凸轮机构设计及机械运动方案的选择等。附有完整的源程序、打印结果和较详细地说明,便于读者自学。

全书所有程序均在APPLE II机上通过。为了方便读者,在附录中还介绍了该机的使用操作基本知识和出错信息表。

本书可作为高等工科院校机械类各专业机械原理课的补充教材,也可供工程技术人员参考。

责任编辑 张坚石

机 械 原 理 课 程 设 计

蒋伯英 栾庆德 编

黑 龙 江 科 学 技 术 出 版 社

(哈尔滨市南岗区建设街35号)

大庆石油学院印刷厂印刷。

787×1092毫米 32开本 5印张 110千字

1988年1月第1版 1988年1月第1次印刷

印数: 1—3000 定价: 1.25元

ISBN 7-5388-0273-8/TH·22

前 言

机械原理课程具有增强学生对技术工作的适应性,培养其开发创新能力的作用。要完成这个任务,单靠课堂讲授是不够的,需要有足够的、全面的训练,使学生把理论知识用于机械设计中去。尤其对于确定机械运动方案的初步训练,只有在机械原理课程设计中才能完成。

本书以牛头刨床作为一个简单的机械系统,包括齿轮机构、凸轮机构、连杆机构、飞轮等,这些都是机械原理课程学习的主要内容。

书中给出牛头刨床机构的两种结构形式共四种方案,通过运动分析,比较四种方案的运动线图,择优确定其中一种方案,再进行机构的分析和综合。用这种方法可以使学生在机械运动方案选择上得到初步训练,有如下特点:

(1) 利用机械原理的分析方法确定机构的工作性能是否能较好地满足工作上的需要。

(2) 巩固、加深所学的基本知识。

(3) 提高学生运用计算机解决工程问题的能力。

图解法也是机械原理常用的基本方法之一,本书中对齿轮、凸轮机构设计采用了图解法,该法概念明确、形象真实,可以使学生加深理解所学的基本知识和基本理论。

本书主要介绍便于利用计算机求解的解析法,可以对各种设计方案进行计算、分析和比较,通过优选确定较为理想的设计方案。书中以实际的机器牛头刨床为例,详细地介绍

了数学关系式的建立，所要用的计算方法、设计要求、设计步骤。各章之间既有联系又有相应的独立性，读者可以举一反三。书中给出的程序仅仅是为了帮助读者掌握编写程序的方法和技巧，并非是最佳程序。

考虑到许多单位都有APPLE II型微机，我们在书中采用适合初学者的BASIC语言，并在书末附录中介绍了这种微机使用的基本知识。

本书可以作为高等工科院校机械类各专业机械原理课的补充教材，亦可以供工程技术人员参考。

由于我们水平有限，不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章	机械原理 课程 设计概述·····	(1)
第二章	机械原理 课程 设计的 题目·····	(6)
第三章	平面连杆机 构 的 设计·····	(25)
第四章	平面机 构 的 运 动 分 析·····	(31)
第五章	平面机 构 的 动 态 静 力 分 析·····	(67)
第六章	飞 轮 设计·····	(103)
第七章	齿 轮 机 构 的 设计·····	(117)
第八章	凸 轮 机 构 的 设计·····	(125)
附录 I	符号对 照 表·····	(134)
附录 II	APPLE II 机 的 有 关 操 作·····	(140)
参考文献	·····	(153)

第一章 机械原理课程设计概述

一、目的和任务

机械原理是研究机械共性问题的—门主干技术基础课。它的任务是使学生掌握机构学和机械动力学的基本理论、基本知识和基本技能，并初步具有确定机械运动方案、分析和设计机构的能力。它在培养高级机械技术人才的全局中，具有增强学生对机械技术工作的适应性，培养其开发创新能力的作用。

机械原理的课堂教学，主要是讲授一个个具体问题，如机构的运动分析，动态静力分析等。在讲授中也会谈到某种机构的应用场合，但是不可能把各种机构紧密地连贯起来，也不可能把各种机器对其中的机构要求作详尽地讨论。

在讲完课程内容之后，用一段集中的时间进行机械原理的课程设计。这就有时间做课堂教学中无法完成的工作。

确定机械运动方案的过程，是根据机器的用途定出满足工作要求的条件，作为评定机构优劣的标准，对不同方案作对比，从中选优。因此这是一个比较复杂的问题，只有在机械原理课程设计中才能进行这种训解。也只有通过这种训练才能进一步体会到怎样应用机械原理的知识确定机械运动方

案、进行机器设计，才能进一步体会到本课程的重要性。

由上述可知机械原理课程设计的目的，不仅是巩固和加深所学的基本知识，而且也是进一步运用基本理论和方法确定机械运动方案，“真正”解决机器的设计问题。在方案选择中，要做大量的重复性的对比计算。这种重复性的计算量很大，只有采用电子计算机才能在较短的时间里完成。所以机械原理课程设计的另一个目的是要提高学生应用电子计算机解决机构设计问题的能力。

本书给出的课程设计任务是设计牛头刨床，把它作为一个简单的机械系统。它包含齿轮机构、凸轮机构、连杆机构、飞轮等主要内容。牛头刨床的主要机构是导杆机构。有的是Ⅱ级机构，有的是Ⅲ级。从机构分析的角度来看，既有一定的典型性，又有一定的难度。在确定机械运动方案的训练时，可取比较单一的评比条件。因此采取牛头刨床做课程设计题目，比较符合教学要求。

机械原理课程设计的题目，包含设计齿轮机构、凸轮机构、连杆机构及飞轮。它们都是同一机器中的机构，有着内在的联系。

齿轮机构、凸轮机构的设计，本书采用图解法，在讲完该章内容之后就做设计，以大作业的形式完成。

齿轮机构的设计，要画齿形，轮齿的啮合过程等。虽然这些内容不是生产需要，但是使学生对课程内容作进一步的理解是很有益的。

导杆机构是牛头刨床的主要机构。它不仅仅是把一个回转运动变成往复运动，而且还有运动的要求。例如提高回程的速度，增加切削行程时刀具的匀速性等。在评定这种机构

方案时，刨刀的速度变化曲线是一个主要指标。

这里给出牛头刨床的两种结构型式共四种方案，同时作运动分析，画出刨刀速度变化曲线图，选择刨刀在工作行程中速度曲线最平缓的一种，作为设计方案，然后再作动态静力分析及飞轮设计。这就包括了机械运动方案的选择训练。对于方案选择的创新应在这个基本要求的基础上进一步发挥，按各人的能力去做。

本书的设计题目，还有抽油机等，可按需要选择。机构运动分析、动态静力分析及飞轮设计等都用解析法。

至于机构设计的步骤、格式、要求等，可参照以下各章的内容。

综上所述，机械原理课程设计是机械原理课程中的一个重要教学环节，是教学大纲中很重要的一个方面。为了全面完成教学计划，必须把机械原理课程设计做好。

二、机械原理课程设计的基本要求

1. 基本要求

用图解法设计齿轮、凸轮机构。用解析法进行连杆机构设计，机构运动分析，确定机构运动方案，动态静力分析，飞轮设计等。

2. 机械原理课程设计的教学进度

机械原理课程设计的教学进度，如表1—1所示。

表中内容、时间安排仅供参考。运动分析应包括机构运动方案的选择和确定等内容。

表1—1

教学进度安排

序 号	项 目	时 间
1	平面连杆机构的设计	1天
2	平面机构的运动分析	2天
3	平面机构的动态静力分析	2天
4	飞轮转动惯量的计算	1.5
5	齿轮机构设计	1天
6	凸轮机构设计	1天
7	其他机构设计	1天
8	整理设计计算说明书	2天

3. 说明书格式要求

(1)机械原理课程设计说明书的格式,如图1—1所示。

(2)机械原理课程设计说明书的要求

①说明书应包括目录、设计的题目、已知条件、设计要求和设计步骤、结果或结论,参考文献等内容。

②语言应简洁、准确,字迹工整。

机械原理课程设计 说明书 设计题目_____ 学生姓名_____ 班级_____ 完成日期_____	指导教师评语 签字_____ 成绩评定
---	--

(a) 封面(16开纸) 图 1—1 (b) 封底内页(16开纸)

第二章 机械原理课程设计的题目

一、牛头刨床

1. 机构简介

牛头刨床是一种常见的金属切削机床，主要用来加工平面或槽面。图2—1和图2—2分别表示该机床第一种结构型式的示意图和执行机构的运动简图。电动机经皮带、齿轮传动，最后带动曲柄1和固结在其上的凸轮机构。由图可以看出运动的传递路线有两条：一条是通过曲柄导杆机构使刨刀（和刨头固结）实现往复直线运动；另一条由凸轮机构带动双摇杆机构 O_4FEO_5 、棘轮机构及螺旋机构（图中未画出）使工作台实现横向移动。刨头左行时，刨刀切削工件，称为工作行程。此行程要求刨刀有很大的切削力，速度均匀，工作平稳以提高切削表面的质量。因此工作行程应取较低的速度，这在同一功率下可得到较大的切削力。当刨头右行时，刨刀不切削金属，称为空回行程。此行程应加快速度，以节省时间，提高生产率。牛头刨床中的导杆机构具有上述要求的变速功能。

刨刀每完成一次切削后，在空回行程时，工作台横向移动一个距离，即完成一个进给运动，以便下一次切削金属。

刨刀的行程为 H ，在工作行程中刨刀受很大的切削阻力，在切削行程的前后各有一段约 $0.05H$ 的空刀距离（图2—2）。

空回行程时，刨刀不受切削阻力。因此，刨头在整个运动循环中受力变化很大，为使主轴匀速运转，需要安装飞轮，以减小主轴的速度波动。

2. 题目数据表

各机构的已知数据，见表2—1～表2—6。

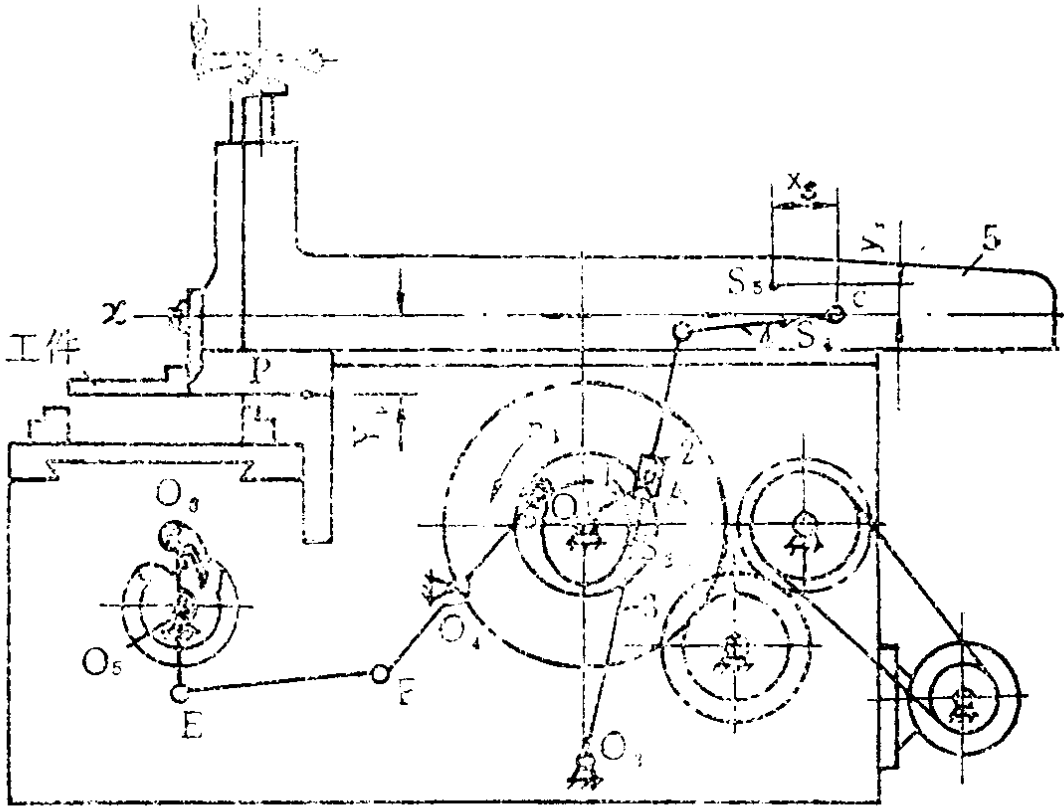


图2—1

- 1—曲柄；2—滑块；3—导杆；4—连杆；5—刨头；6—电机；
 7、8、9—皮带、皮带轮；10、11、12、13—齿轮；14—凸轮；
 15—摆杆（摇杆）；16—连杆；17—摇杆；18—棘爪；19—棘轮。

图2—1所示， O_1 轴以前的部分称为机械传动系统，以后的部分称为工作机构， O_1 轴称为主轴。牛头刨床总体方案设计流程图见图2—3。

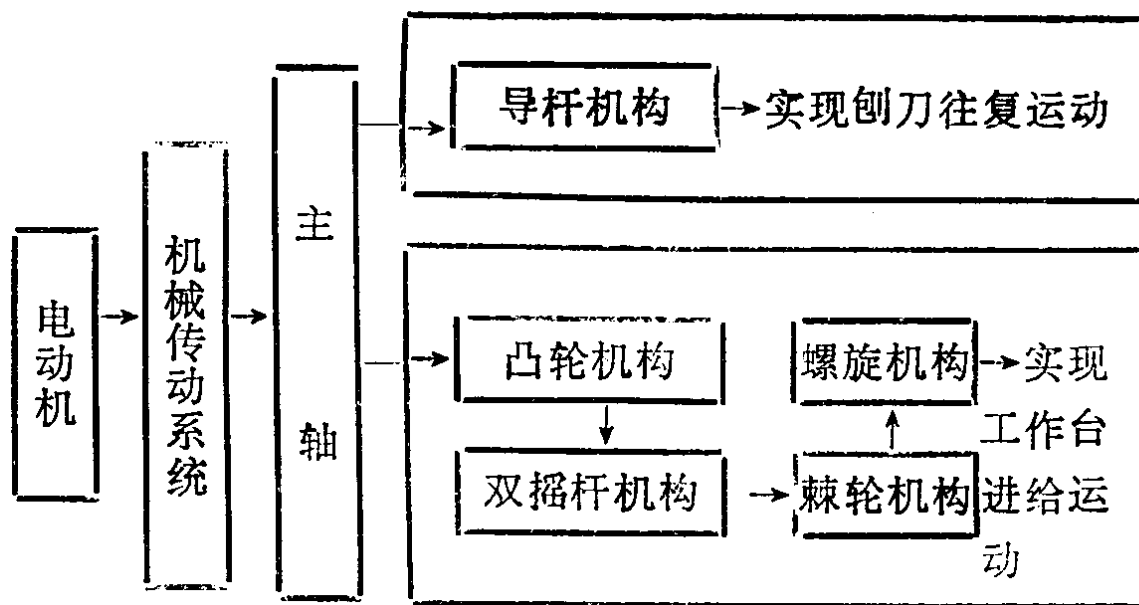
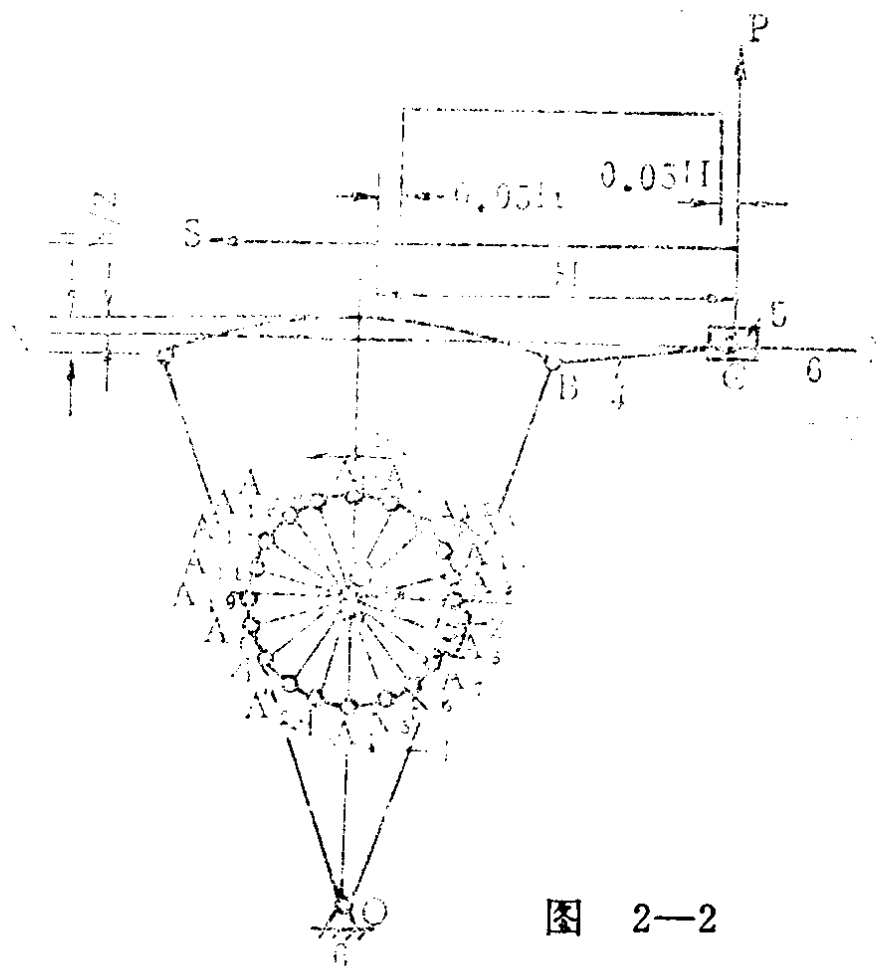


图 2—3

表2—1 第 一 种 结 构 型 式

符 号	单 位	导杆机构的有关数据	
		方 案 I	方 案 II
n_1	r/min	52	60
K		1.5	1.4
H	m	0.5	0.43
$L_{O_1O_3}$	m	0.43	0.45
$L_{O_3S_3}$	m	$0.5L_{O_3B}$	$0.5L_{O_3B}$
L_{BC}	m	$0.32L_{O_3B}$	$0.35L_{O_3B}$
L_{BS_4}	m	$0.5L_{BC}$	$0.5L_{BC}$
X_S	m	0.15	0.18
Y_s	m	0.04	0.04
Y_P	m	0.18	0.17
P	N	5880	4900
G_3	N	196	176.4
J_{S_3}	kg · m ²	0.12	0.11
G_4	N	29.4	49
J_{s_4}	kg · m ²	0.00025	0.004
G_5	N	607.6	705.6

表2—1中 n_1 ——曲柄1的转速；

K ——机构的行程速比系数；

H ——刨刀（刨头）的行程；

$L_{O_1O_3}$ ——曲柄1和导杆3各自转动中心之间的距离；

$L_{O_3S_3}$ ——导杆3的质心 S_3 至 O_3 点的距离；

L_{BC} ——连杆4的长度；

L_{BS_4} ——连杆4的质心 S_4 至B点的距离；

X_s ——刨头质心 S_5 相对C点的水平坐标；

Y_s ——刨头质心 S_5 相对C点的垂直坐标；

Y_P ——切削阻力 P 作用线和C点间距离；

P ——切削阻力；

G_3 ——导杆3的重量；

J_{S_3} ——导杆3绕质心 S_3 的转动惯量；

G_4 ——连杆4的重量；

J_{S_4} ——连杆4绕质心 S_4 的转动惯量；

G_5 ——刨头的重量。

表2—2中 m 和 α ——为齿轮模数和分度圆压力角；

Z_1 、 Z_2 ——为两齿轮的齿数；

h_a^* 、 C^* ——为齿顶高系数和径向间隙系数。

表2—3中 L_{O_4D} ——摆杆长；

$\psi_{\max}$ ——摆杆摆动的最大角度；

Φ ——凸轮的推程角；

Φ_s ——凸轮的远休止角；

Φ' ——凸轮的回程角；

Φ_s' ——凸轮的近休止角；

$[\alpha]$ ——凸轮机构的许用压力角。

表2—2 齿轮机构的有关数据

符 号	单 位	方 案 I	方 案 II
m	mm	9	8
Z_1		15	14
Z_2		48	55
α	度	20	20
h_a^*		1	1
C^*		0.25	0.25

表2—3 凸轮机构的有关数据

符 号	单 位	方 案 I	方 案 II
L_{O4D}	mm	150	135
ψ_{max}	度	15	18
Φ	度	65	70
Φ_s	度	10	10
Φ'	度	65	70
Φ_s'	度	220	210
$[\alpha]$	度	45	40

表2—4 飞轮有关数据

符 号	单 位	方 案 I	方 案 II
δ		1/25	1/30

表2—4中 δ ——机器运转的不均匀系数。

表2—5 双摇杆机构有关数据

符 号	单 位	方 案 I	方 案 II
ψ_{A^*}	度	15	18
β_{A^*}	度	80	80
$L_{O_4O_5}$	mm	400	400
L_{O_4P}	mm	135	145

表2—6 棘轮螺旋机构有关数据

符 号	单 位	方 案 I	方 案 II
S	mm	0.33	0.33
H	mm	1.2	1.2
j		1	1
$L_{O_5O_6}$	mm	150	150