

全国重点名校系列

新版

# 全国硕士研究生招生考试 考研专业课精品资料

【电子书】2024年中国矿业大学

(北京) 831机械原理及控制工程原理考研精品  
资料

策划：辅导资料编写组

真题汇编 直击考点  
考研笔记 突破难点  
核心题库 强化训练  
模拟试题 查漏补缺

高分学长学姐推荐



**【初试】2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研精品资料**

**说明：本套资料由高分研究生潜心整理编写，高清 PDF 电子版支持打印，考研首选资料。**

**一、中国矿业大学（北京）829 安全系统工程考研真题汇编及考研大纲****1. 中国矿业大学（北京）829 安全系统工程 2007–2010、2013 年考研真题，暂无答案**

说明：分析历年考研真题可以把握出题脉络，了解考题难度、风格，侧重点等，为考研复习指明方向。

**2. 中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研大纲**

①2021 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研大纲。

②2023 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研大纲。

说明：考研大纲给出了考试范围及考试内容，是考研出题的重要依据，同时也是分清重难点进行针对性复习的首选资料，本项为免费提供。

**二、2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研资料****3. 《机械原理》考研相关资料****(1) 《机械原理》[课件+提纲]**

①中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理之《机械原理》本科生课件。

说明：参考书配套授课 PPT 课件，条理清晰，内容详尽，版权归属制作教师，本项免费赠送。

②中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理之《机械原理》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

**(2) 《机械原理》考研核心题库（含答案）**

①中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研核心题库之《机械原理》简答题精编。

②中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研核心题库之《机械原理》分析计算题精编。

说明：本题库涵盖了该考研科目常考题型及重点题型，根据历年考研大纲要求，结合考研真题进行的分类汇编并给出了详细答案，针对性强，是考研复习首选资料。

**(3) 《机械原理》考研模拟题[仿真+强化+冲刺]**

①2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理之机械原理考研专业课五套仿真模拟题。

说明：严格按照本科目最新专业课真题题型和难度出题，共五套全仿真模拟试题含答案解析。

②2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理之机械原理考研强化五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课强化检测使用。共五套强化模拟题，均含有详细答案解析，考研强化复习首选。

③2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理之机械原理考研冲刺五套模拟题及详细答案解析。

说明：专业课冲刺检测使用。共五套冲刺预测试题，均有详细答案解析，最后冲刺首选资料。

**4. 《控制理论基础》考研相关资料****(1) 《控制理论基础》[笔记+提纲]**

①中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理之《控制理论基础》考研复习笔记。

说明：本书重点复习笔记，条理清晰，重难点突出，提高复习效率，基础强化阶段首选资料。

②中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理之《控制理论基础》复习提纲。

说明：该科目复习重难点提纲，提炼出重难点，有的放矢，提高复习针对性。

### 三、电子版资料全国统一零售价

5. 本套考研资料包含以上一、二部分（高清 PDF 电子版，不含教材），全国统一零售价：[¥]

特别说明：

①本套资料由本机构编写组按照考试大纲、真题、指定参考书等公开信息整理收集编写，仅供考研复习参考，与目标学校及研究生院官方无关，如有侵权、请联系我们将立即处理。

②资料中若有真题及课件为免费赠送，仅供参考，版权归属学校及制作老师，在此对版权所有者表示感谢，如有异议及不妥，请联系我们，我们将无条件立即处理！

### 四、2024 年研究生入学考试指定/推荐参考书目（资料不包括教材）

6. 中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研初试参考书

孙恒编著《机械原理》（第七版）（高等教育出版社，北京）

王显正《控制理论基础》（科学出版社，北京）

### 五、本套考研资料适用学院和专业及考试题型

机电与信息工程学院：机械工程

计算题和分析论述题

#### 版权声明

编写组依法对本书享有专有著作权，同时我们尊重知识产权，对本电子书部分内容参考和引用的市面上已出版或发行图书及来自互联网等资料的文字、图片、表格数据等资料，均要求注明作者和来源。但由于各种原因，如资料引用时未能联系上作者或者无法确认内容来源等，因而有部分未注明作者或来源，在此对原作者或权利人表示感谢。若使用过程中对本书有任何疑问请直接联系我们，我们会在第一时间与您沟通处理。

因编撰此电子书属于首次，加之作者水平和时间所限，书中错漏之处在所难免，恳切希望广大考生读者批评指正。

目录

封面.....	1
目录.....	4
2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理备考信息.....	7
中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研初试参考书目.....	7
中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研招生适用院系及考试题型.....	7
中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理历年真题汇编.....	8
中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理 2007 年考研真题（暂无答案）.....	8
中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理 2008 年考研真题（暂无答案）.....	11
中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理 2009 年考研真题（暂无答案）.....	14
中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理 2010 年考研真题（暂无答案）.....	17
中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理 2013 年考研真题（暂无答案）.....	20
中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研大纲.....	22
2023 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研大纲.....	22
2021 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研大纲.....	25
2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研核心笔记.....	27
《控制理论基础》考研核心笔记.....	27
第 1 章 绪论.....	27
考研提纲及考试要求.....	27
考研核心笔记.....	27
第 2 章 物理系统的数学模型.....	33
考研提纲及考试要求.....	33
考研核心笔记.....	33
第 3 章 频率特性.....	60
考研提纲及考试要求.....	60
考研核心笔记.....	60
第 4 章 控制系统的稳定性分析.....	86
考研提纲及考试要求.....	86
考研核心笔记.....	86
第 5 章 控制系统的误差分析.....	110
考研提纲及考试要求.....	110
考研核心笔记.....	110
第 6 章 控制系统的瞬态响应分析.....	115
考研提纲及考试要求.....	115
考研核心笔记.....	115

第 7 章 章控制系统的综合和校正.....	127
考研提纲及考试要求.....	127
考研核心笔记.....	127
第 8 章 根轨迹法.....	144
考研提纲及考试要求.....	144
考研核心笔记.....	144
第 9 章 状态空间分析法.....	153
考研提纲及考试要求.....	153
考研核心笔记.....	153
第 10 章 非线性控制系统.....	172
考研提纲及考试要求.....	172
考研核心笔记.....	172
<b>2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研辅导课件.....</b>	<b>188</b>
《机械原理》考研辅导课件.....	188
<b>2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研复习提纲.....</b>	<b>254</b>
《机械原理》考研复习提纲.....	254
《控制理论基础》考研复习提纲.....	256
<b>2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研核心题库.....</b>	<b>259</b>
《机械原理》考研核心题库之简答题精编.....	259
《机械原理》考研核心题库之分析计算题精编.....	293
<b>2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研题库[仿真+强化+冲刺].....</b>	<b>341</b>
中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研仿真五套模拟题.....	341
2024 年机械原理五套仿真模拟题及详细答案解析（一）.....	341
2024 年机械原理五套仿真模拟题及详细答案解析（二）.....	351
2024 年机械原理五套仿真模拟题及详细答案解析（三）.....	362
2024 年机械原理五套仿真模拟题及详细答案解析（四）.....	375
2024 年机械原理五套仿真模拟题及详细答案解析（五）.....	386
中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研强化五套模拟题.....	401
2024 年机械原理五套强化模拟题及详细答案解析（一）.....	401
2024 年机械原理五套强化模拟题及详细答案解析（二）.....	412
2024 年机械原理五套强化模拟题及详细答案解析（三）.....	424
2024 年机械原理五套强化模拟题及详细答案解析（四）.....	433
2024 年机械原理五套强化模拟题及详细答案解析（五）.....	447
中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研冲刺五套模拟题.....	457
2024 年机械原理五套冲刺模拟题及详细答案解析（一）.....	457
2024 年机械原理五套冲刺模拟题及详细答案解析（二）.....	469
2024 年机械原理五套冲刺模拟题及详细答案解析（三）.....	479

---

2024 年机械原理五套冲刺模拟题及详细答案解析（四） .....	492
2024 年机械原理五套冲刺模拟题及详细答案解析（五） .....	506

## 2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理备考信息

### 中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研初试参考书目

孙恒编著《机械原理》（第七版）（高等教育出版社，北京）

王显正《控制理论基础》（科学出版社，北京）

### 中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研招生适用院系及考试题型

机电与信息工程学院：机械工程

计算题和分析论述题



中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理历年真题汇编

中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理 2007 年考研真题（暂无答案）

中国矿业大学（北京）  
 二〇〇七年硕士研究生入学试题

科目名称：机械原理 共 3 页 第 1 页

1. 简答下列问题（50 分，每题 10 分）

- (1) 从传动效率、摩擦、自锁三方面考虑，论述斜齿轮、蜗轮蜗杆传动的特点和适用场合。
- (2) 在机构设计中需要实现间歇运动，论述从机构运动行程不变、可变，速度高、低，载荷大、小这三方面考虑，选择何种机构？
- (3) 对于车辆发动机曲轴的平衡问题，论述它属于哪类平衡？如何平衡？
- (4) 对于机器运行中的周期性速度波动、非周期性速度波动，分别应用何种方法进行调节以减小速度波动量，并以单缸发动机为例，论述其速度调节方法与原理。
- (5) 在工程与车辆中，常采用变位的方法和技术来提高直齿圆柱齿轮传动的承载能力，论述零变位（高度变位）、正变位、负变位各自的特点及适用范围。

2. 计算如图 1 所示平面机构的自由度，并指明其中包含的特殊情况（如：局部自由度，虚约束，复合铰链）（20 分）

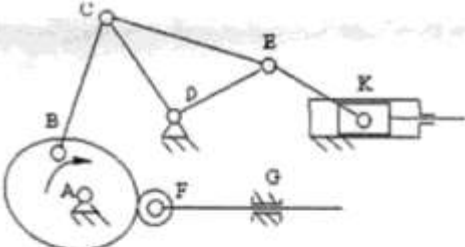


图 1

3. 平面四杆通过铰链连接如图 2 所示，设其中三杆的长度分别为：AB=200mm，CD=400 mm，AD=300 mm，另一杆 BC 杆的长度  $L$  ( $0 \leq L < \infty$ )。求  $L$  取何值（范围）该四杆连接：（1）不能成为机构？（2）成为双曲柄机构？（3）成为曲柄摇杆机构？（4）成为双摇杆机构？（20 分）

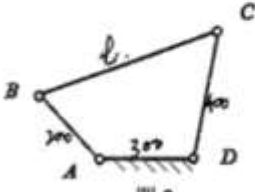


图 2

（所有答案必须写在答题纸上，试题和答卷一起交回）

命题时间：2006 年 11 月 25 日



中国矿业大学（北京）  
二〇〇七年硕士研究生入学试题

科目名称：机械原理

共 3 页 第 2 页

4. 已知图 3 所示轮系的各齿轮的齿数  $Z_1, Z_2, Z_4, Z_5, Z_6$ ，如果杆  $H_1$  输入，杆  $H_2$  输出，构件 1、3、4 通过万向节连接（转速相等），计算传动比  $i_{H_1 H_2}$ 。（15 分）

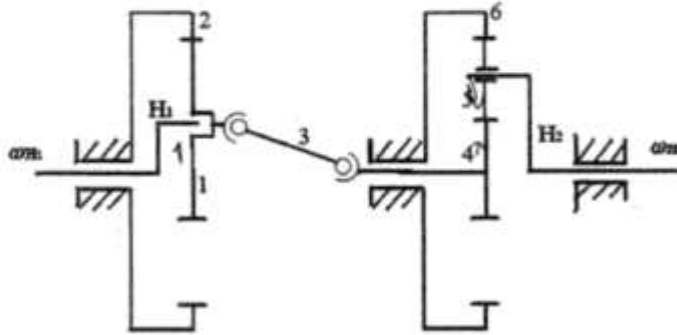


图 3

5. 已知三个渐开线直齿圆柱齿轮无侧隙啮合如图 4 所示，齿数分别为  $Z_1=20, Z_2=60, Z_3=40$ ，模数  $m=4\text{mm}$ ，安装中心距分别为  $O_1O_2=161\text{mm}, O_2O_3=199\text{mm}$ ，求：（1）三个齿轮的分度圆直径；（2）三个齿轮啮合节圆直径；（3）每对啮合的齿轮有无变位，是正变位还是负变位？（15 分）

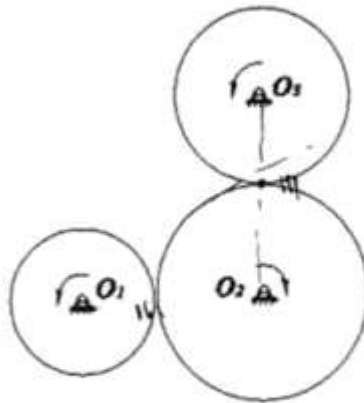


图 4

（所有答案必须写在答题纸上，试题和答卷一起交回）

命题时间：2006 年 11 月 25 日

中国矿业大学(北京)  
二〇〇七年硕士研究生入学试题

科目名称: 机械原理

共 3 页 第 3 页

6. 在凸轮机构图(如图 5 所示)中标出凸轮的基圆半径  $r_b$ 、凸轮与推杆的速度瞬心  $P$ 、压力角  $\alpha$ 、偏心距  $e$ 、推杆位移  $s$ , 并论述: 1) 为减小传动中的压力角, 在凸轮廓线运动规律相同的条件下, 图示(a)、(b)哪种方案更有利? 2) 为减小高速传动中的惯性冲击, 选择何种凸轮廓线。(15 分)

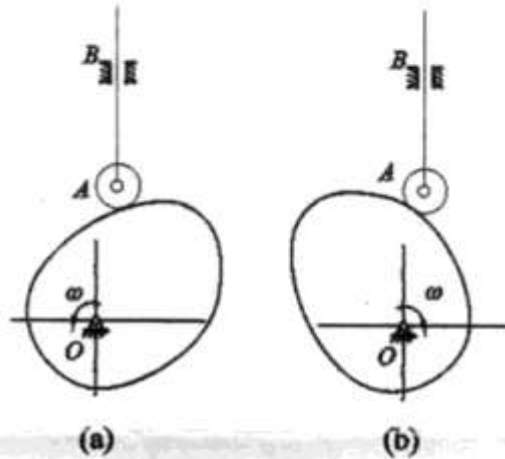


图 5

7. 在建立如图 6 所示的单自由度机械系统动力学模型时, 已知: 齿轮 1 的转动惯量为  $J_1$ , 齿数为  $Z_1$ , 齿轮 2 的转动惯量为  $J_2$ , 齿数为  $Z_2$ , 丝杠轴的转动惯量为  $J_3$ , 螺距为  $L$  (单头螺纹), 工作台及螺母的质量为  $m$ , 作用在工作台上的力为  $F$ , 与工作台运动方向的夹角为  $\alpha$ 。求: 1) 等效构件在 1 处的等效转动惯量  $J_e$ ; 2) 在忽略摩擦时的等效力矩  $M_e$ 。(15 分)

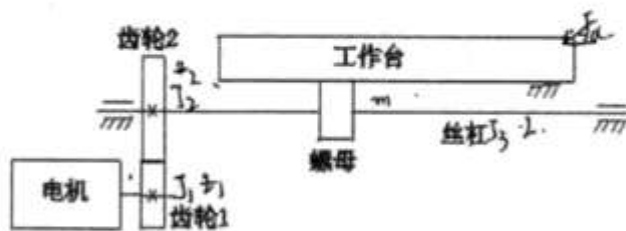


图 6

(所有答案必须写在答题纸上, 试题和答卷一起交回)

命题时间: 2006 年 11 月 25 日

中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理 2008 年考研真题（暂无答案）

中国矿业大学（北京）  
二〇〇八年硕士研究生入学试题

科目名称：机械原理

共 3 页 第 1 页

1. 简答下列问题（50 分，每题 10 分）

- (1) 列出能实现单向间歇运动的四种机构，并说明各自的特点。
- (2) 论述对于垂直轴线传动，圆锥齿轮传动与蜗轮蜗杆传动的特点和适用工况。
- (3) 论述为什么一对平行轴斜齿轮传动，当齿数不变时，可以不通过变位的方法调整、改变中心距？  
 $a = \frac{m(z_1+z_2)}{2}$
- (4) 对于机器运行中的速度波动，应用何种方法进行调节以减小速度波动量？飞轮在机器中的作用是什么？是否会改变原动机的功率？
- (5) 论述对于车辆发动机连杆的平衡问题，属于哪类平衡？如何平衡？

2. (20 分) 计算如图 1 所示平面机构的自由度，并指明其中包含的特殊情况（如：局部自由度，虚约束，复合铰链）。

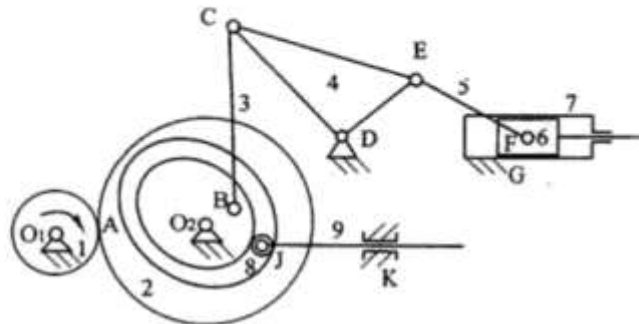
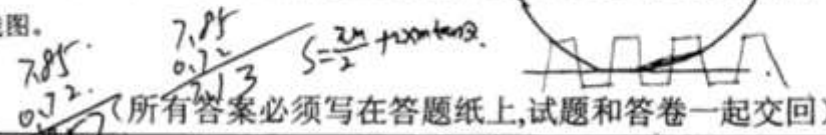


图 1

3. (20 分) 已知三个渐开线直齿圆柱齿轮分别与直齿条无侧隙啮合，齿数均为  $Z_1 = Z_2 = Z_3 = 20$ ，模数均为  $m = 5\text{mm}$ ，变位系数分别为  $0, +0.2, -0.2$ 。

- 求：
- (1) 这三个齿轮的分度圆直径和啮合节圆直径；
  - (2) 这三个齿轮的分度圆齿厚。
  - (3) 绘出这三个渐开线直齿圆柱齿轮一个齿廓与直齿条齿廓啮合时的啮合线、分度圆、节圆、节线、分度线图。



命题时间：2007 年 12 月 6 日

中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研大纲

2023 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研大纲

《机械原理及控制工程原理》考试大纲

学院（盖章）：

负责人（签字）：

专业代码：080200、085500

专业名称：机械工程

考试科目代码：831

考试科目名称：机械原理及控制工程原理

（一）考试内容

试题以西孙恒编著《机械原理》（第七版）（高等教育出版社，北京）和《控制理论基础》（科学出版社，北京）为蓝本，内容涵盖该两本教材中如下所述的部分。以基本概念、基本理论方面的知识和方法为主，兼顾基本技能（如公式推演）方面的内容。试题重点考查的内容：

《机械原理》的内容：

（1）机构的组成与结构

1. 机构的组成，运动副、运动链、约束和自由度等基本概念；
2. 机构运动简图绘制；
3. 平面机构的自由度计算；
4. 机构组成原理和结构分析。

（2）连杆机构

1. 平面连杆机构的类型；
2. 平面连杆机构中存在整转副、曲柄的条件及其分析判断；
3. 平面连杆机构的特点、功能、工作特性。

（3）凸轮机构

1. 凸轮机构的分类、特点、功能；
2. 典型从动件运动规律及应用；
3. 凸轮机构基本参数对其性能的影响。

（4）齿轮机构

1. 齿轮啮合基本定律；
2. 渐开线直齿圆柱齿轮、变位齿轮；
3. 渐开线直齿圆柱齿轮啮合传动、加工、根切；

4. 斜齿圆柱齿轮传动、直齿圆锥齿轮传动、蜗轮蜗杆传动的正确啮合条件、标准模数。

(5) 轮系

1. 轮系的类型和功用；
2. 周转轮系及混合轮系的传动比计算。

(6) 间歇运动机构及其它常用机构

1. 棘轮机构、槽轮机构等间歇机构的运动特点、应用；
2. 螺旋机构的工作原理、运动特点、应用。

(7) 机械系统动力学

1. 机器的运转过程；
2. 机械的等效动力学模型；
3. 机器的速度波动及其调节方法，飞轮的应用。

(8) 机械的平衡

1. 机械平衡的分类；
2. 刚性转子的静、动平衡方法
3. 平面构件惯性力的平衡方法；
4. 平面机构的平衡方法。

**《控制理论基础》的内容：**

(1) 控制系统数学模型的建立典型环节及传递函数，方框图的建立与简化，能熟练建立实际机电系统的传递函数；梅森公式求闭环传递函数，复杂框图求系统传递函数。

(2) 掌握典型二阶系统欠阻尼情况下性能指标的计算方法，掌握根据性能指标的要求确定典型二阶系统参数的方法（超调量、峰值时间的计算），熟练掌握判断系统稳定性及根据稳定性要求确定系统参数的方法，掌握系统稳态误差的计算方法和减小稳态误差的措施。

(3) 熟悉典型环节的频率特性，掌握频率特性和对数频率特性的绘制，掌握劳斯稳定性判断及 Nyquist 稳定性判据在极坐标图和对数频率特性图中的应用，掌握最小相位系统开环对数频率特性与系统稳定误差、稳定性和时域响应指标间的关系，Bode 图分析。

(4) 掌握用频率法设计串联超前校正和串联滞后校正的方法，掌握用频率法设计串联滞后—超前校正的方法，掌握用期望频率特性设计串联校正的方法，掌握用频率法设计反馈校正的方法。

(二) 考试的基本要求是：

1. 基本概念要清晰

对参考教材中涉及到的基本概念的理解要透彻、全面。

2. 对理论知识要会综合运用

建议同学们将教材多看几遍，融会贯通，掌握其中的基本概念、理论和方法。经验表明，只有对教材的全面理解，才能取得较好的成绩，仅靠记忆是不够的。

3. 注意答计算题和分析论述题的全面性、逻辑性和严密性

答计算题时所用公式要写完整，符号要有说明，推导详细。答分析论述题时注意前后部分之间的逻辑关系，论述问题全面。

(三) 考试基本题型

基本题型可能有：计算题和分析论述题等。



## 2021 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研大纲

《机械原理及控制工程原理》考试大纲

学院（盖章）： 负责人（签字）：

专业代码：080200、085500 专业名称：机械工程

考试科目代码：831 考试科目名称：机械原理及控制工程原理

### （一）考试内容

试题以西孙恒编著《机械原理》（第七版）（高等教育出版社，北京）和《控制理论基础》（科学出版社，北京）为蓝本，内容涵盖该两本教材中如下所述的部分。以基本概念、基本理论方面的知识和方法为主，兼顾基本技能（如公式推演）方面的内容。试题重点考查的内容：

《机械原理》的内容：

#### （1）机构的组成与结构

1. 机构的组成，运动副、运动链、约束和自由度等基本概念；
2. 机构运动简图绘制；
3. 平面机构的自由度计算；
4. 机构组成原理和结构分析。

#### （2）连杆机构

1. 平面连杆机构的类型；
2. 平面连杆机构中存在整转副、曲柄的条件及其分析判断；
3. 平面连杆机构的特点、功能、工作特性。

#### （3）凸轮机构

1. 凸轮机构的分类、特点、功能；
2. 典型从动件运动规律及应用；
3. 凸轮机构基本参数对其性能的影响。

#### （4）齿轮机构

1. 齿轮啮合基本定律；
2. 渐开线直齿圆柱齿轮、变位齿轮；
3. 渐开线直齿圆柱齿轮啮合传动、加工、根切；
4. 斜齿圆柱齿轮传动、直齿圆锥齿轮传动、蜗轮蜗杆传动的正确啮合条件、标准模数。

#### （5）轮系

1. 轮系的类型和功用；
2. 周转轮系及混合轮系的传动比计算。

#### （6）间歇运动机构及其它常用机构

1. 棘轮机构、槽轮机构等间歇机构的运动特点、应用；
2. 螺旋机构的工作原理、运动特点、应用。

#### （7）机械系统动力学

1. 机器的运转过程；
2. 机械的等效动力学模型；
3. 机器的速度波动及其调节方法，飞轮的应用。

#### （8）机械的平衡

1. 机械平衡的分类；
2. 刚性转子的静、动平衡方法
3. 平面构件惯性力的平衡方法；
4. 平面机构的平衡方法。



## 2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研核心笔记

## 《控制理论基础》考研核心笔记

## 第 1 章 绪论

## 考研提纲及考试要求

- 考点：自动控制及其发展概述
- 考点：控制系统的反馈工作原理及其组成
- 考点：控制系统的分类
- 考点：控制系统在非工程领域的应用
- 考点：控制系统的要求及常用典型控制信号
- 考点：控制系统的性能要求

## 考研核心笔记

## 【核心笔记】自动控制及其发展概述

## 1. 系统的定义

是由若干相互作用和相互依赖的事物组合而成的具有特定功能的整体。

对于实际应用来说，系统一般可以定义为任何一组存在某种因果关系的物理元件。原因称为激励或输入；效果叫做响应或输出。

通常，输入和输出都是物理变量，例如，温度、压力、液位、电压、位移、速度等。

系统可大可小，可繁可简，甚至可“实”可“虚”，完全由研究的需要而定，通常将它们统称为广义系统。

## 2. 控制、自动控制的定义

(1) 控制:按照预先给定的目标，改变系统行为或性能。

例[钢铁轧制]:轧出厚度一致的高精度铁板中温度控制,生铁成分控制,厚度控制,张力控制,等等。

(2) 自动控制:

在没有人直接参与的情况下，利用外加的设备或装置（称控制装置或控制器），使机器、设备或生产过程（被控对象）的某个工作状态或参数（即被控量）自动地按照预定的规律运行。

例[数控机床]:自动切削工件，加工出预期的几何形状 直线、圆弧等各种差补控制，进给量控制,等等。

## 3. 控制理论的历史和发展

(1) 经典控制理论

以单变量控制，随动/调节为主要内容，以微分方程和传递函数为数学模型，以频率响应法为主要方法。  
数学工具：微分方程，复变函数

(2) 现代控制理论

现代控制理论以多变量控制、最优控制为主要内容，采用时域法，以状态方程为数学模型。数学工具：  
线性代数，泛函分析

(3) 后现代控制理论

大系统、智能控制；以网络、通讯、人机交互为代表的信息自动化集成的理论与技术。

(4) 古典控制理论

以传递函数为基础，研究单输入、单输出的控制系统；

(5) 现代控制理论

以状态空间法为基础，研究多输入、多输出、变参数、非线性、高精度、高性能的控制系统。

最优控制、最佳滤波、系统辨识、自适应控制、人工智能控制等。

#### 4. 自动控制系统的研究方法

(1) 自动控制研究的三个基本问题：

①建立数学模型②系统性能分析③控制器设计

(2) 分析（系统分析）：

在给定系统的条件下，将物理系统抽象成数学模型，然后用已经成熟的数学方法和先进的计算工具来定性或定量地对系统进行动态、静态的性能分析。

(3) 综合（系统设计）：

在已知被控对象和给定性能指标的前提下，寻求控制规律，建立一个能使被控对象满足性能要求的系统。

典型控制信号：正弦信号、阶跃信号、脉冲信号、等速和等加速信号

#### 5. 从系统、输入、输出三者之间的动态关系而言，机械控制工程的内容可归纳为 5 类：

(1) 系统分析——系统已确定，已知输入，求系统的输出，并通过输出研究系统本身的有关问题；

(2) 最优控制——系统已确定，需要确定系统的输入，以使输出尽可能符合给定的最佳要求；

(3) 最优设计——输入已知，需要确定系统，以使输出尽可能符合给定的最佳要求；

(4) 滤波与预测——输出已知，需要确定系统，以识别输入或输出中的有关信息；

(5) 系统辨识——输入、输出均已知，求系统的结构和参数，也即建立系统的数学模型。

### 【核心笔记】控制系统的工作原理及其组成

#### 1. 恒温箱的人工控制

必须解决以下四个问题]

①控制目的是什么？

②受控对象是什么？

③输出信号(受控量)是什么？

④输出信号如何检测？

#### 2. 恒温箱的自动控制

(1) [工作过程]

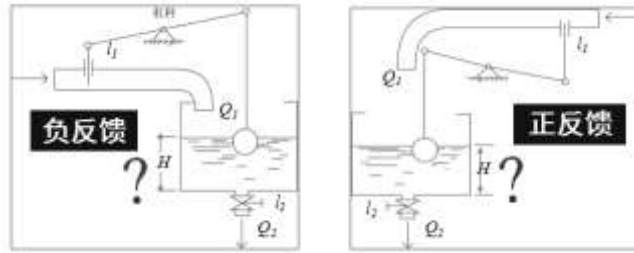
①恒温箱实际温度由热电偶转换为对应的电压  $u_2$

②恒温箱期望温度由电压  $u_1$  给定，并与实际温度  $u_2$  比较得到温度偏差信号  $u = u_1 - u_2$

③温度偏差信号经电压、功率放大后，用以驱动执行电动机，并通过传动机构拖动调压器动触头。当温度偏高时，动触头向减小电流的方向运动，反之加大电流，直到温度达到给定值为止，此时，偏差  $u = 0$ ，电机停止转动。

(2) 反馈（Feedback）定义：

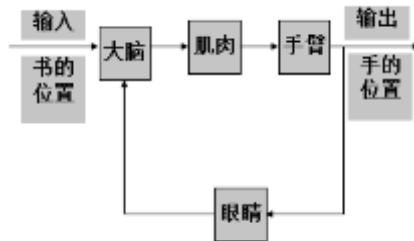
通常，把输出量取出，送回到输入端，并与输入量相比较产生偏差信号的过程，称为反馈。若反馈的信号是与输入信号相减，使产生的偏差越来越小，则称为负反馈；反之，则称为正反馈。



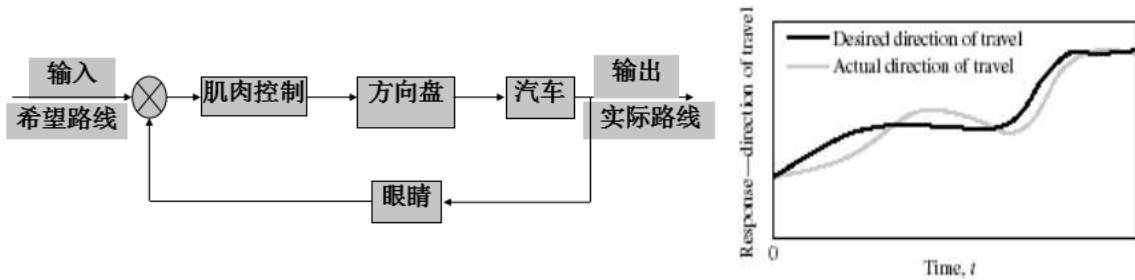
液位控制

### 3. 日常生活中的控制系统举例

(1) 例 1: (手取书)



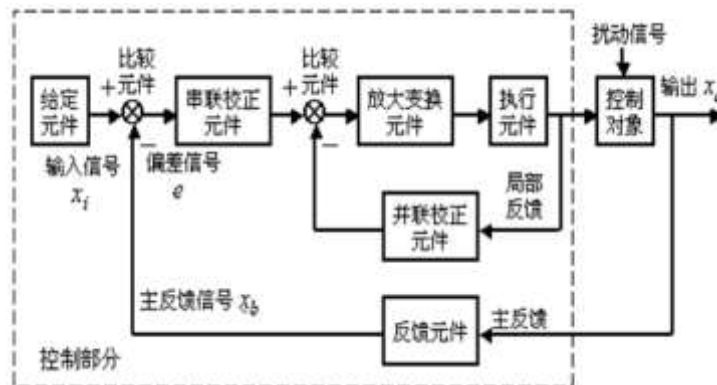
(2) 例 2: (人与汽车构成的控制系统)



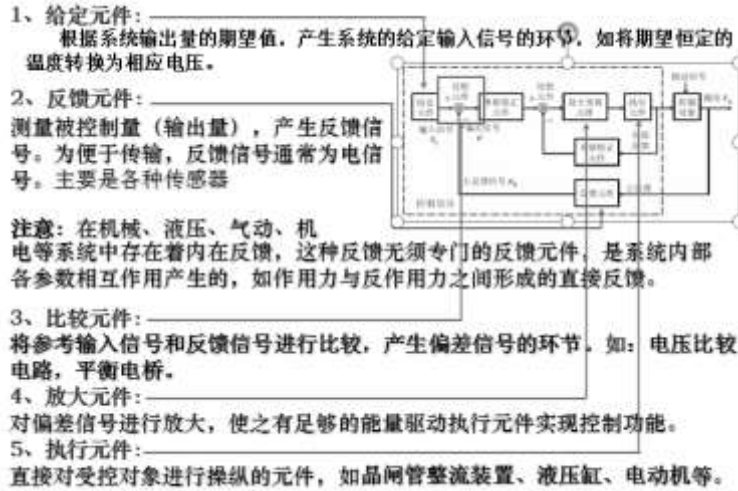
(3) 控制系统的工作原理

- ① 检测输出量 (被控制量) 的实际值;
- ② 将输出量的实际值与给定值 (输入量) 进行比较得出偏差;
- ③ 用偏差值产生控制调节作用去消除偏差, 使得输出量维持期望的输出。

### 4. 控制系统的组成及其术语



控制系统的基本组成框图



**5.校正元件：**

- (1) 用以改善系统控制质量的装置。
- (2) 校正元件分为串联和并联两种。

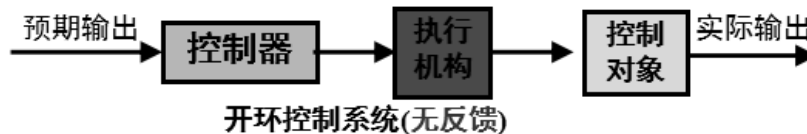
①控制系统中比较元件、放大元件、执行元件和反馈元件等共同起控制作用，统称为控制器。

②实际的控制系统中，扰动总是不可避免的，扰动分为内部扰动和外部扰动。但在控制系统中，扰动集中表现在控制量与被控量的偏差上，因此，可以将控制系统的扰动等效为对控制对象的干扰。

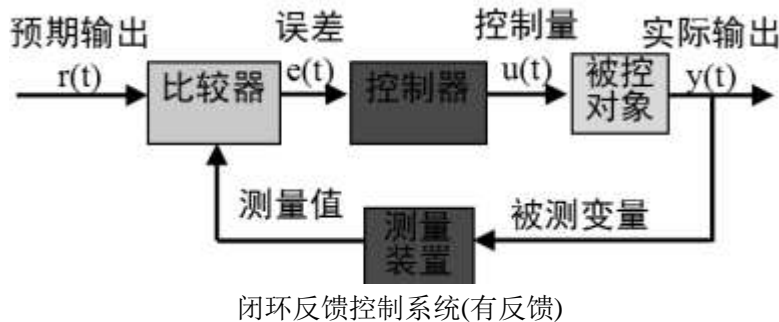
**【核心笔记】控制系统分类**

**1.按控制策略来分：**

- (1) 开环控制：当一个系统以所需的方框图表示而没有反馈回路时。



- (2) 闭环控制：当一个系统以所需的方框图表示而存在反馈回路时。



(3) 半闭环控制：控制系统的反馈信号不是直接从系统的输出端引出，而是间接地取自中间的测量元件的系统。

**2.按输入信号的性质来分：**

(1) 恒值控制：输入是已知的恒定值，控制任务是保证在任何扰动作用下系统的输出量为恒值。  
例：恒温箱控制、闭环调速系统、电网电压、频率控制等。

(2) 程序控制：输入量的变化规律预先确知，输入装置根据输入的变化规律，发出控制指令，使被

2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研辅导课件

《机械原理》考研辅导课件

<p style="text-align: center;"><b>绪 论</b></p> <p>§ 1-1 本课程研究的对象及内容</p> <p>§ 1-2 学习本课程的目的</p> <p>§ 1-3 如何进行本课程的学习</p>	<p style="text-align: center;"><b>§ 1-1 本课程研究的对象及内容</b></p> <p>1. 研究对象 机械 是机构和机器的总称。 机构是指一种用来传递与变换运动和力的可动装置。 机器是指一种执行机械运动装置，用来变换和传递能量、物料和信息。 实例： 内燃机 工件自动装卸装置 六自由度工业机器人</p> <p>2. 研究内容 有关机械的基本理论</p> 
<p>§ 1-2 学习本课程的目的</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 课程性质、任务及作用</li> <li>■ 机械未来发展</li> </ul> <p>§ 1-3 如何进行本课程的学习</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 掌握本课程的特点</li> <li>■ 注重理论联系实际</li> <li>■ 逐步建立工程观点</li> <li>■ 认真对待每个教学环节</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>机器和机构的概念</b></p> <p>(1) 机构 机构 是指一种用来传递与变换运动和力的可动装置。如常见的机构有带传动机构、链传动机构、齿轮机构、凸轮机构、螺旋机构等等。 这些机构一般被认为是由刚性件组成的。而现代机构中除了刚性件以外，还可能有弹性件和电、磁、液、气、声、光...等元件。故这类机构称为广义机构；而由刚性件组成的机构就称为狭义机构。</p> <p>(2) 机器 机器 是指一种执行机械运动装置，用来变换和传递能量、物料和信息。 例如： 电动机、内燃机用来变换能量；</p>
<p>机床用来变换物料的状态； 汽车、起重机用来传递物料； 计算机用来变换信息。 由于各种机器的主要组成部分都是各种机构。所以可以说，机器乃是一种用来变换或传递能量、物料与信息的机构组合。 机器按其用途可分为两类：凡将其他形式的能量转换为机械能的机器称为原动机；凡利用机械能来完成有用功的机器称为工作机。</p> <p>(3) 机器的结构 传统的机器由如下三个部分组成： 原动部分 → 传动部分 → 执行部分 现代机器一般由如下四个部分组成：</p>	 <p>而现代先进的机器则由以下五个部分组成：</p> 
<p style="text-align: center;"><b>有关机械的基本理论</b></p> <p>(1) 机构的结构分析 1) 研究机构是怎样组成的，其组成对运动的影响，以及机构具有确定运动的条件。 2) 研究机构的组成原理及机构的结构分类。 3) 如何绘制机构运动范围的问题。</p> <p>(2) 机构的运动分析 介绍对机构进行运动分析（包含位移、速度及加速度分析）的基本原理及方法。</p> <p>(3) 机器动力学 1) 分析机器在运转过程中各构件的受力情况，以及这些力的做功情况。</p>	<p>(4) 常用机构的分析与设计 研究常用机构（如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等）的类型、工作原理及运动特性分析和机构设计的基本原理及方法。</p> <p>(5) 机械传动系统运动方案的设计 研究在进行具体机械设计时机构的选型、组合、变异及机械传动系统运动方案的设计等问题。</p>



### 机械未来发展的两个方向:

- (1) 微机械
- (2) 智能机械

实例:



微小机器人内窥镜系统



智能机器人

### 本课程中的地位、任务及作用

#### (1) 地位

机械原理课程是研究机械基础理论的一门科学,是机械类专业的一门主干技术基础课程,在创新设计机械所需的知识结构中占有核心地位。

#### (2) 任务

本课程的任务是使学生掌握机构学和机器动力学的基本理论、基本知识和基本技能,学会各种常用基本机构的分析和综合方法,并具有按照机械的使用要求进行机械传动系统方案设计的初步能力

#### (3) 作用

在培养高级机械工程技术人才的全局中,本课程不仅为学生学习相关技术基础和专业课程起到承前启后的作用,而且为今后从事机械设计和研究工作起到增强适应能力和开发创新能力的作用。

### 掌握本课程的特点

本课程要用到理论力学等先修课程的知识,但并不是这些课程的简单重复和堆砌,而是要学生运用所学的知识解决工程实际中所遇到的问题。所以本课程的学习不同于理论课程的学习,也不同于专业课,而具有一定的理论系统性及逻辑性和较强的工程实践性的特点。

在学习本课程时应注意:

掌握基本的概念、原理及机构的分析与综合的方法。

### 注重理论联系实际

本课程是着重研究一般机械的共性问题,即机构的结构分析和综合的基本理论及方法。这些理论和方法是紧密为工程服务的。

在学习过程中要注意这些理论和方法:

- 1) 在理论上建立和推演的严密性和逻辑性;
- 2) 如何在工程实际中的应用;
- 3) 随时留意日常生活和生产中遇到的各种机械,以丰富自己的感性认识,并用它们认识分析这些机械,以加深理解。

### 初步建立工程观点

本课程要用到很多与工程有关的名词、符合、公式、标准及参数和一些简化方法,如倒置、反转、转化、当量、等效、代换等等。在机构分析与综合中,除解析法外还介绍图解法、实验法以及试凑法等一些工程中实用的方法。

在学习时应注意:

对名词应正确理解其含义,对公式应着重于应用,而对方法则着重掌握其基本原理和作法。

实际工程问题都是涉及多方面的因素的问题,其求解可采用多种方法,其解一般也不是唯一的。这就要求设计者具有分析、判断、决策的能力,要养成综合分析、全面考虑问题的习惯和科学严谨、一丝不苟的工作作风。

### 机构的结构分析

#### 学习要求

- § 2-1 机构结构分析的内容和目的
- § 2-2 机构的组成
- § 2-3 机构运动简图
- § 2-4 机构具有确定运动的条件
- § 2-5 平面机构自由度的计算
- § 2-6 计算平面机构自由度时应注意的事项
- § 2-7 平面机构的组成原理、结构分类及结构分析

#### 作业解析

### 本章学习要求

#### > 基本要求

- 搞清构件、运动副、运动链、约束和自由度等重要概念。
- 能正确计算平面机构的自由度并能判断其是否具有确定的运动。
- 了解平面机构的组成原理及结构分类方法。
- 能绘制比较简单机械的机构运动简图。

#### > 本章难点

- 机构自由度计算中虚约束的识别及处理。

69

### § 2-1 机构结构分析的内容和目的

- 1、研究机构的组成及其具有确定运动的条件
  - 目的是弄清机构包含哪几个部分,各部分如何联接,以及怎样的结构才能保证机构中各构件具有确定的相对运动。
- 2、按结构特点对机构进行分类
  - 不同的机构有各自的特点,把各种机构按结构加以分类,其目的是按其分类建立运动分析和动力分析的一般方法。
- 3、绘制机构运动简图
- 4、研究机构的组成原理
  - 研究按何种规律组成的机构能满足运动确定性的要求。

69

§ 2-2 机构的组成

- 1、构件
- 2、运动副
- 3、运动链
- 4、机构

69

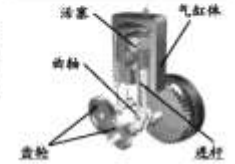
§ 2-2 机构的组成

1、构件

从运动的角度来看,任何机器(或机构)都是由许多独立运动单元体组合而成的。机构中每一个独立的运动单元体(组成机构的各个相对运动实体)称为构件。

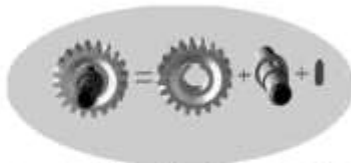


从制造的角度来看,任何机器(或机构)都是由许多独立制造单元体组合而成的。机构中每一个独立的制造单元体称为零件。



§ 2-2 机构的组成

1、构件



构件可以是一个不能拆开的单一零件;也可以是由若干零件通过刚性连接组合而成。图示内燃机中的齿轮就是由单独加工的齿轮体、齿轮轴、键等零件组成的。这些零件分别加工制造,但是当它们装配成齿轮后则作为一个整体运动,相互之间不产生相对运动。

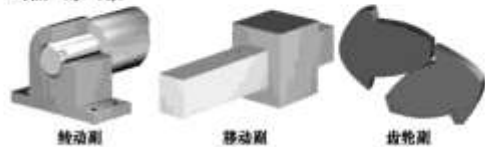
69

§ 2-2 机构的组成

2、运动副

(1) 运动副定义

运动副:两个构件直接接触又能产生一定相对运动的活动联接。  
组成机构的各构件之间必须有确定的相对运动。因此,构件的联接既要使两个构件直接接触,又能产生一定的相对运动。  
运动副元素:两构件上参与接触而构成运动副的表面(构成运动副的点、线、面)。



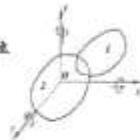
§ 2-2 机构的组成

2、运动副

(2) 自由度和约束

构件自由度:构件相对于参考系所具有的独立运动数目。

- 空间运动: 6个自由度
- 平面运动: 3个自由度



约束:构件独立运动所受到的限制。

- 两构件通过运动副联接后,构件的某些运动必将受到限制,此限制即为约束。
- 运动副每引入一个约束,构件便失去(减少)1个自由度,自由度和约束之和应为6。
- 运动副引入的约束数目最多为5个,而剩下的自由度最少为1个。

69

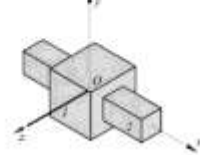
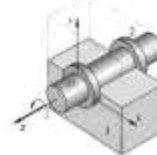
§ 2-2 机构的组成



转动副



移动副



§ 2-2 机构的组成

2、运动副

(3) 运动副的分类

- ① 按其相对运动关系: 平面运动副、空间运动副
- ② 按其引入的约束数目: I级副、II级副、..... V级副
- ③ 按其接触形式:
  - 高副: 点、线接触的运动副
  - 低副: 面接触的运动副
- ④ 按其相对运动形式:
  - 转动副 (回转副或铰链)
  - 移动副
  - 螺旋副
  - 球面副
  - 滚轮副

69

§ 2-2 机构的组成

(3) 运动副的分类

□ 平面高副



凸轮副(点接触)




齿轮副(线接触)



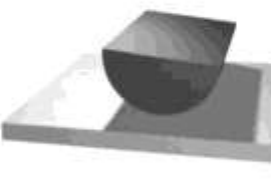
### § 2-2 机构的组成

(3) 运动副的分类

□ 空间高副



空间点高副




空间线高副


### § 2-2 机构的组成

(3) 运动副的分类

□ 平面低副



平面低副 (转动副)



平面低副 (移动副)

### § 2-2 机构的组成

(3) 运动副的分类

□ 空间低副



空间低副 (螺旋副)



空间低副 (球面副)

### § 2-2 机构的组成

2、运动副

(4) 运动副的表示方法 (之一)

类 别	名 称	符 号	
		两运动构件形成的运动副	运动构件与固定构件形成的运动副
平 面 副	转动副		
	移动副		
	高副		

### § 2-2 机构的组成

2、运动副

(4) 运动副的表示方法 (之二)

类 别	名 称	符 号	
		两运动构件形成的运动副	运动构件与固定构件形成的运动副
空 间 副	螺旋副		
	球面副		
	球销副		

### § 2-2 机构的组成

3、运动链

(1) 定义: 两个或两个以上的构件通过运动副联接而构成的相对可动的系统。

(2) 分类:

- 按运动分:
  - 平面运动链
  - 空间运动链
- 按结构分:
  - 闭式运动链 (简称闭链)
  - 开式运动链 (简称开链)



平面闭式运动链



平面开式运动链



空间闭式运动链



空间开式运动链

### § 2-2 机构的组成

4、机构

具有固定构件的运动链称为机构。

机 架: 机构中的固定构件

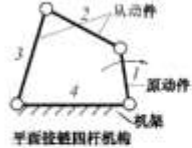
□ 一般机架相对地面固定不动, 但当机构安装在运动的机械上时则是运动的。

原动件: 机构中按给定的已知运动规律独立运动的构件 (常以转向箭头表示)。

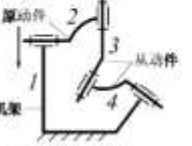
从动件: 机构中的其余活动构件。

□ 从动件的运动决定于原动件的运动规律、机构的结构及构件的尺寸。

机构常分为平面机构和空间机构两类, 其中平面机构应用最为广泛。



平面铰链四杆机构



空间铰链四杆机构

### § 2-3 机构运动简图

在对现有机械进行分析或设计新机器时, 都需要给出其机构运动简图。

1、机构运动简图的定义

内燃机机构等机构的运动仅与其原动件的运动规律、各运动副的类型(转动副、移动副及高副等)和机构的运动尺寸(由各运动副相对位置确定)有关, 而与机构的详细结构、各运动副的位置、采用运动副及常用机构运动简图的代表符号和一般构件的表示方法, 将机构运动传递情况表示出来的简化图形。

机构示意图: 不严格按比例绘出的, 只表示机械结构状况的简化图形。

## 2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研复习提纲

## 《机械原理》考研复习提纲

## 机械原理复习提纲

课程名称：机械原理

英文名称：Theory of Machines and Mechanisms

课程类别：技术基础课

适合专业：机械类专业（课程 54 学时，课程设计 12 学时）

课程要求：必修课程

先修课程：工程制图，理论力学，计算机应用基础等

开课时间：第 5 学期

本课程的性质、目的和任务

机械原理是高等工业学校本科机械类专业教学计划中的一门必修的技术基础课。本课程主要研究各种机械的一般共性问题，即研究机构的组成原理、机构运动学及机器动力学等；研究各种机器中常用机构的运动及动力性能分析与设计方法和机械传动系统方案设计的问题。本课程的目的和任务是使学生通过本课程的学习，掌握机构学和机器动力学的基本理论、基本知识和基本技能，并初步具有拟定机械运动方案、分析和设计机构的能力。它在培养高级工程技术人才的全局中，具有增强学生对机械技术工作的适应能力和开发创造能力的作用

本课程的主要内容（含学时分配，课内讲授 48 学时）

第一章绪论(1 学时)

机械原理研究的对象（机械、机构与机器的概念）和内容；机械原理课程在教学计划中的地位和发展国民经济中的作用；机械原理学科发展概貌。

第二章机构的结构分析（3 学时）

机构结构分析运动的条件；平面机构与空间机构的自由度计算，计算平面机构自由度时应注意的事项；虚约束对机构工作性能的影响的内容及目的；机构的组成（构件、运动副、运动链及机构等概念）；机构运动简图及机构具有确定及机构结构的合理设计；平面机构的组成原理、结构分类及结构分析。

第三章平面机构的运动分析（4 学时）

机构运动分析的任务、目的和方法；用速度瞬心法作机构的速度分析；用矢量方程图解法作机构的速度及加速度分析；用解析法（矢量方程解析法、复数法或矩阵法）作机构的运动分析。

第四章平面机构的力分析（4 学时）

作用在机械上的力；构件惯性力的确定（质量代换法）；移动副和转动副中摩擦的概念、摩擦力（摩擦力矩）的计算和总反力方向的确定；考虑摩擦时机构的受力分析。

第五章机械的效率和自锁（2 学时）

机械的效率和自锁的概念，机械与机组的机械效率计算和机械自锁条件的确定。

第六章机械的平衡（2 学时）

机械平衡的目的（刚性转子和挠性转子的概念）；刚性转子的静平衡计算和动平衡计算；刚性转子的静平衡和动平衡实验；转子的许用不平衡量概念；平面四杆机构平衡的基本概念。

第七章机械的运转及其速度波动的调节（4 学时）

机械运转过程的三个阶段和机械上的驱动力与工作阻力的特性；机械系统的等效动力学模型（等效转动惯量或等效质量和等效力矩或等效力的概念）；机械运动方程式的建立和求解；稳定运转状态下机械的周期性速度波动产生的条件、速度波动程度的描述及其调节原理和方法；机械的非周期性速度波动及其调节原理。

#### 第八章平面连杆机构及其设计（5 学时）

连杆机构及其传动特点；平面四杆机构的基本型式及其演化和应用；平面四杆机构有曲柄的条件、急回运动及行程速比系数、机构压力角和传动角、死点和运动连续性等概念及其分析；连杆机构设计的基本问题，用图解法和解析法分别按给定连杆预定位置、两连架杆预定对应位置、预定轨迹、行程速比系数  $K$  设计四杆机构的方法；用实验法按两连架杆多对对应位置和预定轨迹设计四杆机构。

#### 第九章凸轮机构及其设计（4 学时）

凸轮机构的应用、分类和特点；有关推杆运动规律的名词术语、推杆常用运动规律及其特点和运动规律选择的原则；用图解法和解析法设计凸轮的轮廓曲线；凸轮机构的受力分析、凸轮机构的压力角的概念及意义和与凸轮基圆半径的关系；凸轮基圆半径、滚子推杆的滚子半径和平的推杆的平底长度等基本尺寸的确定。

#### 第十章齿轮机构及其设计（8 学时）

齿轮机构的应用及分类；齿廓啮合基本定律和渐开线齿廓及其啮合特点；渐开线标准齿轮的基本参数和几何尺寸；一对渐开线标准直齿圆柱齿轮的正确啮合条件、中心距与啮合角和连续啮合的条件；渐开线标准直齿轮切制、根切现象与不发生根切的最少齿数、齿轮的变位修正及变位齿轮的概念；平行轴斜齿圆柱齿轮传动啮合特性及其几何尺寸计算；蜗杆传动和圆锥齿轮传动的特点和几何尺寸计算。

#### 第十一章齿轮系及其设计（4 学时）

齿轮系的分类及功用；定轴轮系、周转轮系和复合轮系的传动比计算；行星轮系的效率和行星轮系选型即各轮齿数的确定。

#### 第十二章其他常用机构（3 学时）

棘轮机构、槽轮机构、螺旋机构和万向铰链机构的工作原理、运动特点和设计要点；擒纵轮机构、凸轮式间歇运动机构和不完全齿轮机构的工作原理和运动特点；组合机构的概念、类型及运动特点；含有某些特殊元器件的机构简介。

#### \*第十三章工业机器人机构及其设计（课外 4 学时）

工业机器人的组成；工业机器人操作机的分类及主要技术指标；机器人操作机的运动分析；机器人操作机的静力和动力分析；工业机器人操作机机构的设计。

#### 第十四章机械传动系统的方案设计（在课程设计中讲授，4 学时）

机械传动系统方案设计的内容；机械工作原理的拟定、执行构件的运动设计和原动机的选择；机构的选型、机构的变异和组合；机械传动系统方案的拟定；机械传动系统设计举例。

## 《控制理论基础》考研复习提纲

### 第 1 章 绪论

复习内容：自动控制及其发展概述

复习内容：控制系统的反馈工作原理及其组成

复习内容：控制系统的分类

复习内容：控制系统在非工程领域的应用

复习内容：控制系统的要求及常用典型控制信号

复习内容：控制系统的性能要求

### 第 2 章 物理系统的数学模型

复习内容：几种典型函数的拉氏变换

复习内容：拉氏变换的主要定理

复习内容：拉氏反变换及其求法

复习内容：应用拉氏变换解线性微分方程

复习内容：数学模型建立的依据

复习内容：控制系统微分方程的列写

复习内容：特征方程、零点和极点

复习内容：传递函数的几点说明

### 第 3 章 频率特性

复习内容：特性

复习内容：率特性和传递函数的关系

复习内容：特性的求取

复习内容：特性图

复习内容：惯性

复习内容：一阶微分环节

复习内容：理想微分环节

复习内容：二阶微分环节

### 第 4 章 控制系统的稳定性分析

复习内容：自动控制系统稳定性的定义

- 复习内容: 自动控制系统稳定的充分必要条件
- 复习内容: 稳定性与零点无关, 与系统特征方程有关
- 复习内容: 劳思 (Routh) 判据及其特殊情况
- 复习内容: 赫尔维茨 (Hurwitz) 判据
- 复习内容: 米哈伊洛夫定理
- 复习内容: Nyquist 稳定性判据
- 复习内容: 相对稳定性和稳定裕量
- 复习内容: 增益交界频率和相位交界频率
- 复习内容: 系统的稳定性裕量

### 第 5 章 控制系统的误差分析

- 复习内容: 误差的基本概念
- 复习内容: 稳态误差及其计算
- 复习内容: 稳态误差系数
- 复习内容: 扰动引起的稳态误差和系统总误差

### 第 6 章 控制系统的瞬态响应分析

- 复习内容: 典型输入信号
- 复习内容: 二阶系统
- 复习内容: 二阶系统的单位阶跃响应
- 复习内容: 二阶系统的性能指标
- 复习内容: 系统零极点分布对时域响应的影响

### 第 7 章 控制系统的综合和校正

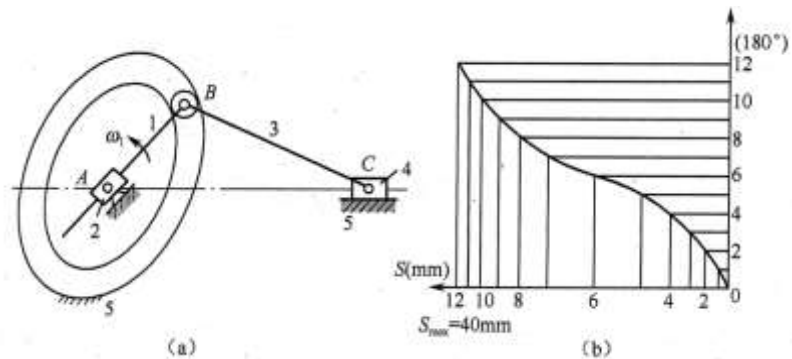
- 复习内容: P 控制 (比例控制)
- 复习内容: PI 控制 (比例+积分)
- 复习内容: 串联超前校正
- 复习内容: 串联滞后-超前校正
- 复习内容: 串联超前校正
- 复习内容: 反馈校正的原理
- 复习内容: 按输入补偿的复合控制系统
- 复习内容: 比例、积分与微分(PID)控制方法
- 复习内容: 根轨迹的滞后补偿设计方法



2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研核心题库

《机械原理》考研核心题库之简答题精编

1. 下图 (a) 所示的凸轮—连杆组合机构。构件 1 为原动件（等速转动），设计要求满足从动件滑块 4 自右极限位置至左极限位置的位移  $s$  与原动件转角  $\varphi_1$  在  $0^\circ \sim 180^\circ$  的变化规律，如图 (b) 所示。试用图解法设计相应的凸轮理论廓线。



图凸轮—连杆组合机构

**【答案】** (1) 按给定的滑块位移规律画出滑块上 C 点各个位置点  $C_0, C_1, C_2, \dots, C_{12}$  (为清晰起见, 图上省去 C 字母)。

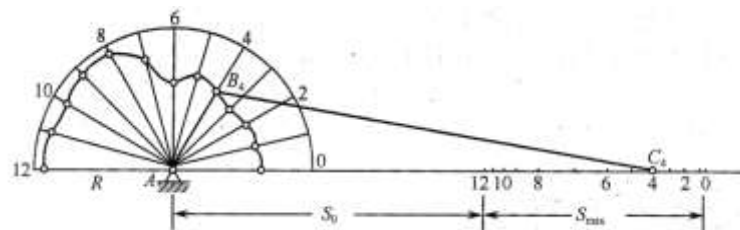
(2) 选定距离  $s_0$  (如  $s_0 = 56\text{mm}$ ), 确定固定铰链 A 的位置。

(3) 以 A 为圆心, 以任意适当长度  $R$  (如选  $R = 25\text{mm}$ ) 作半径, 并将该圆周分为若干等份 (例如 12 等份), 作径向线  $\overline{A_1}, \overline{A_2}, \dots, \overline{A_{12}}$ , 即代表曲柄 1 在转动过程中的各个位置线。

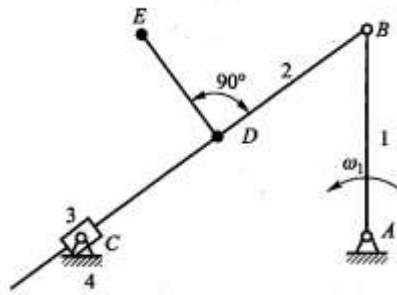
(4) 选定连杆  $BC$  长  $l_3$  (例如  $l_3 = 80\text{mm}$ ), 以 C 点的各位置点为圆心, 以  $l_3$  为半径作圆弧, 分别同各相应等分的径向线交于  $B_1, B_2, \dots, B_{12}$  各点 (为清晰起见, 图上省去 B 字母)。

(5) 光滑连接  $B_0, B_1, B_2, \dots, B_{12}$  各点, 即得满足给定运动规律要求的凸轮理论廓线。

注意: 运动规律一定时, 所选  $s_0$  和  $l_3$  的大小不同, 将影响到凸轮轮廓的几何形状, 甚至可能得不到某些位置的交点  $B_0, B_1, \dots$ , 故设计时可预先设定若干个  $s_0$  和  $l_3$ , 通过作图设计选定一个合适的  $s_0$  和  $l_3$  作为最终取值。



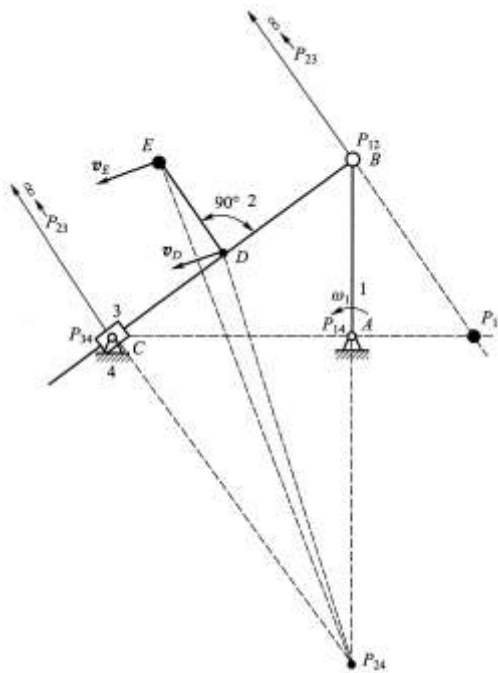
2. 曲柄摇块机构中，试画出机构在图示位置的全部速度瞬心，并用速度瞬心法画出图示位置点 D 和点 E 的速度方向。



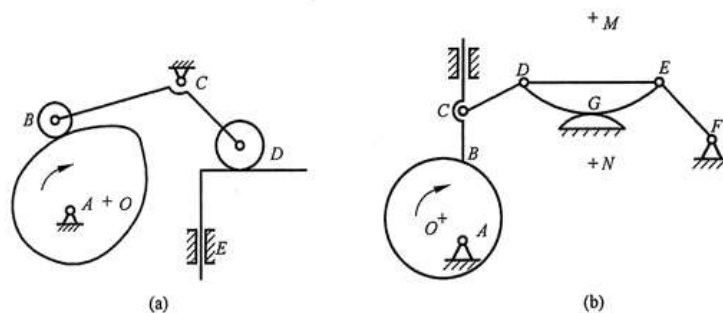
图

**【答案】** (1) 如下图所示，该机构的 3 个转动副的中心 A、B、C 分别为瞬心  $P_{14}$ 、 $P_{12}$  和  $P_{34}$ ， $P_{23}$  在垂直于导路 2 的无穷远处；由三心定理可知，瞬心  $P_{13}$  在  $P_{12}$  和  $P_{14}$  连线与  $P_{34}$  和  $P_{23}$  连线的交点处，瞬心  $P_{24}$  在  $P_{12}$  和  $P_{14}$  连线与  $P_{34}$  和  $P_{23}$  连线的交点处。

(2) 如下图所示，构件 2 的绝对速度瞬心为  $P_{24}$ ，作辅助线  $P_{24}D$  和  $P_{24}E$ ，则  $v_D \perp P_{24}D$ ， $v_E \perp P_{24}E$ ，方向见图。



3. 计算如下图所示各机构的自由度，并进行高副低代，然后确定机构的级别（M、N 分别为这两段弧的曲率中心）。



图



【答案】 (a)  $F=3n-2p_L-p_H=3 \times 3-2 \times 3-2=1$ ; II级机构, 如下图 1 所示。

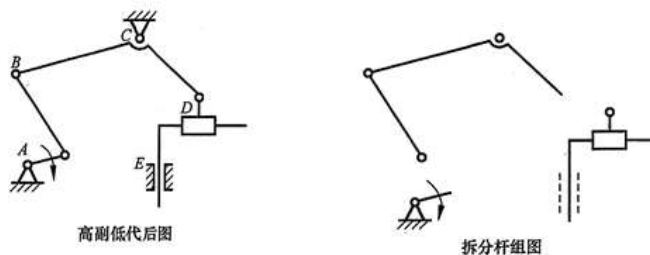


图 1

(b)  $F=3n-2p_L-p_H=3 \times 5-2 \times 6-2=1$ ; III级机构, 如下图 2 所示。

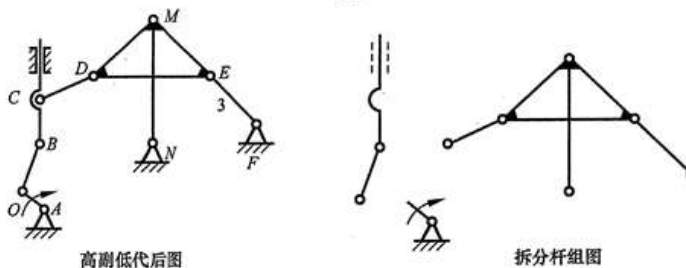


图 2

4. 已知图 1 所示轮系中各轮的齿数分别为:  $z_1 = z_3 = 15$ ,  $z_2 = 30$ ,  $z_4 = 25$ ,  $z_5 = 20$ ,  $z_6 = 40$ , 求传动比  $i_{16}$ , 并指出如何改变的符号  $i_{16}$ 。

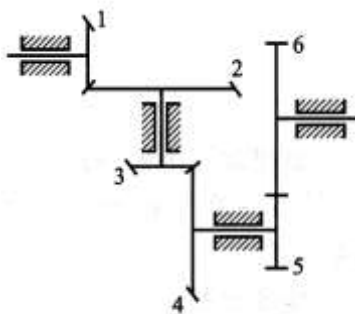


图 8-4

图 1

【答案】 传动比

$$i_{16} = \frac{z_2 z_4 z_6}{z_1 z_3 z_5} = \frac{30 \times 25 \times 40}{15 \times 15 \times 20} = \frac{20}{3}$$

各个齿轮的转动方向如图 2a 所示。若改变  $i_{16}$  的符号, 则在齿轮 5 和齿轮 6 之间加惰轮 7, 如图 2b 所示, 其传动比为

$$i_{16} = \frac{z_2 z_4 z_7 z_6}{z_1 z_3 z_5 z_7} = \frac{30 \times 25 \times z_7 \times 40}{15 \times 15 \times 20 \times z_7} = \frac{20}{3}$$

由此可见, 加惰轮 7 后传动比  $i_{16}$  的绝对值并没有改变, 但是其符号发生了改变。

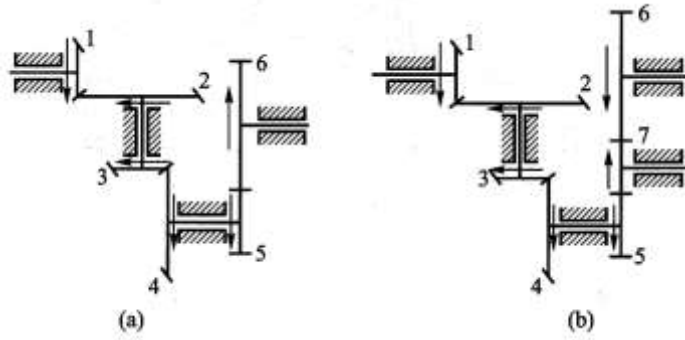


图 2

5. 在图 1 所示为加热炉炉门的启闭机构，点  $B_1(B_2)$ 、 $C_1(C_2)$  为炉门上的两铰链副中心。炉门打开后成水平位置时，要求炉门的热面朝下。固定铰链中心  $A$ 、 $D$  应位于  $y-y$  轴线上，其相互位置的尺寸如图 1 所示，试设计此四杆机构。

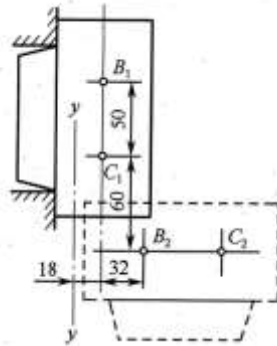


图 1

【答案】用作图法按比例绘题图 2，可量得各构件的尺寸分别为

$$l_{AB} = 67.34 \text{ mm}, \quad l_{AD} = 95.74 \text{ mm}, \quad l_{CD} = 111.78 \text{ mm}$$

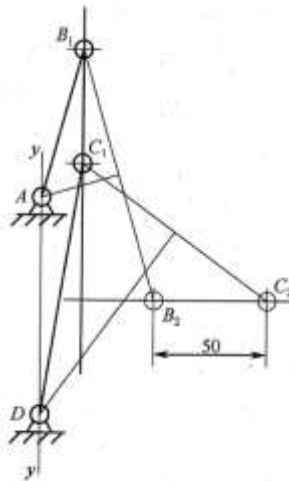


图 2

2024 年中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研题库[仿真+强化+冲刺]

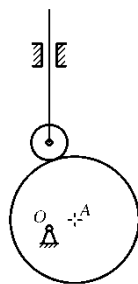
中国矿业大学（北京）831 机械原理及控制工程原理考研仿真五套模拟题

2024 年机械原理五套仿真模拟题及详细答案解析（一）

一、简答题

1. 如下图所示的对心直动滚子从动件盘形凸轮机构中，凸轮的实际廓线为一圆，圆心在点 A，半径  $R=50\text{mm}$ ，凸轮绕轴心 O 逆时针方向转动， $LOA=30\text{mm}$ ，滚子半径为  $10\text{mm}$ ，试求：

- (1) 凸轮的理论廓线；
- (2) 凸轮的基圆半径；
- (3) 从动件行程；
- (4) 图示位置的压力角。

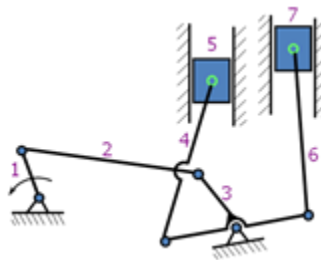


图

- 【答案】** (1) 理论廓线：在实际廓线上画一系列滚子圆，连接圆心而成。  
 (2) 凸轮的基圆半径指理论廓线的最小向径： $r_0=50-30+10=30\text{mm}$ 。  
 (3) 从动件行程为最大向径减去最小向径： $h=50+30-20=60\text{mm}$ 。  
 (4) 压力角为滚子圆心与凸轮几何中心连线和垂直导路线间的夹角。

2. 如下图所示为一种丝织机开口机构，试：

- (1) 通过机构的组成方式，简要分析输出构件 5 和 7 能实现何种动作。
- (2) 拆分杆组，并说明机构的级别。



图

**【答案】** (1) 当主动件曲柄 1 转动时，通过摇杆 3 将运动传给两个摇杆滑块机构，使两个从动件滑块 5 和 7 实现上下往复移动。

(2) 拆分 6 和 7、4 和 5、2 和 3 组成 II 级杆组；三个 II 级杆组所组成的 II 级机构。

3. 图 1 所示为一偏置直动滚子推杆盘形凸轮机构 ( $\mu_f=0.001\text{m/mm}$ )，已知凸轮的轮廓由四段圆弧组成，圆弧的圆心分别为  $C_1$ 、 $C_2$ 、 $C_3$  和 O。试用图解法求：

- (1) 凸轮的基圆半径  $r_0$  和推杆的升程  $h$ ；
- (2) 推程运动角  $\delta_0$ 、远休止角  $\delta_{01}$ 、回程运动角  $\delta'_0$  和近休止角  $\delta_{02}$ ；

(3) 凸轮在初始位置以及回转  $110^\circ$  时凸轮机构的压力角。

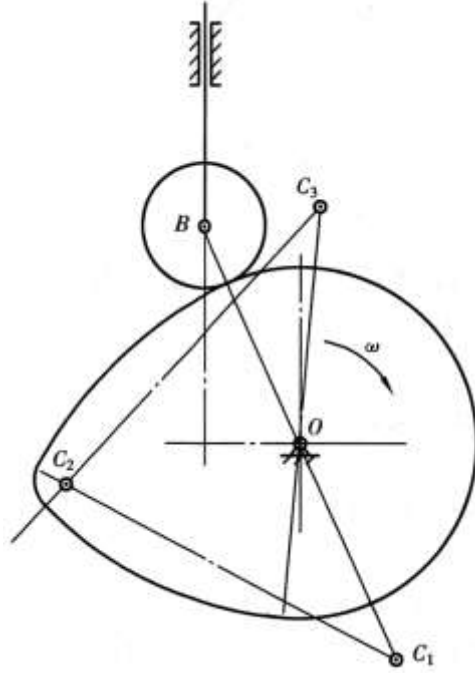


图 1

**【答案】**如图 2 所示。

- (1) 基圆半径  $r_0 = 39 \text{ mm}$ ，推杆的升程  $h = 17 \text{ mm}$ ；
- (2) 推程运动角  $\delta_0 = 83.5^\circ$ ，回程运动角  $\delta'_0 = 68.5^\circ$ ，近休止角  $\delta_{01} = 0^\circ$ ，远休止角  $\delta_{02} = 208^\circ$ ；
- (3) 凸轮在初始位置及回转  $110^\circ$  时，凸轮机构的压力角分别为  $\alpha_{0^\circ} = 22^\circ$  和  $\alpha_{110^\circ} = 39^\circ$ 。

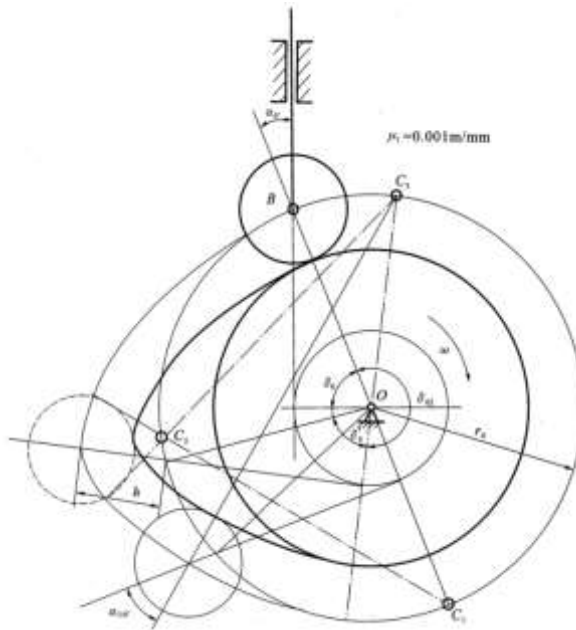
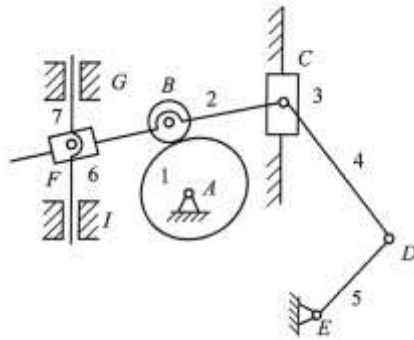


图 2

4. 计算如下图所示机构的自由度（若存在局部自由度、复合铰链、虚约束，请指出）。



图

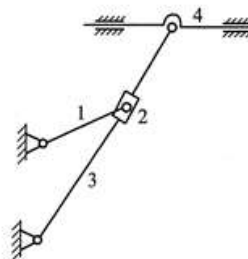
**【答案】** C 为复合铰链；G、I 之一为虚约束；滚子 B 带来一个局部自由度，应除去滚子引入的局部自由度，即将其与构件 2 固连。

计算机构的自由度为：

$$n=7 \quad P_L=9 \quad P_H=1$$

$$F=3n-2P_L-P_H=3 \times 7-2 \times 9-1=2$$

5. 下图 (a) 所示为牛头刨床设计方案草图。设计思路为：动力由曲柄 1 输入，通过滑块 2 使摆动导杆 3 做往复摆动，并带动滑枕 4 做往复移动，以达到刨削的目的。试问图示的构件组合是否能达到此目的？如果不能，该如何修改？



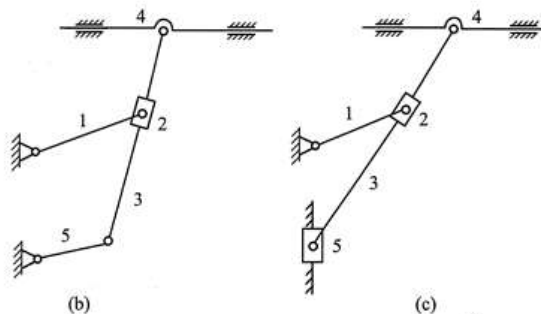
(a)

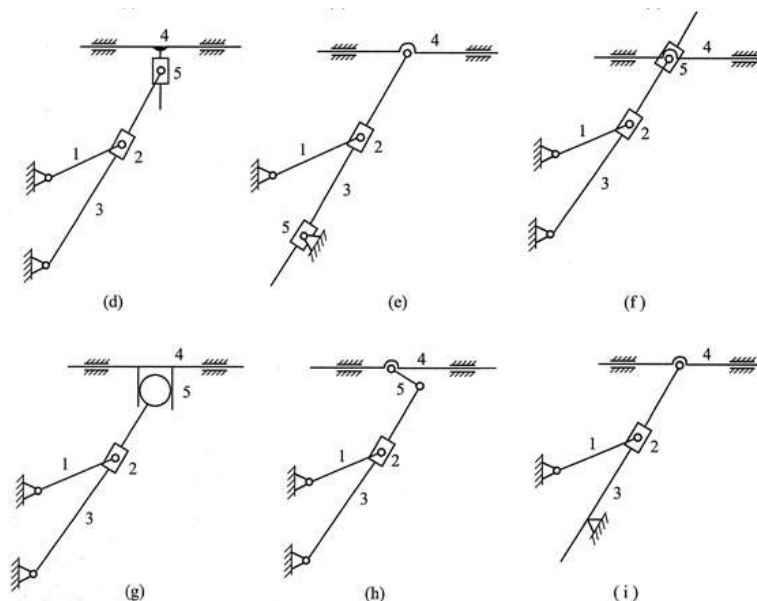
**【答案】** 首先根据图 (a) 所示方案草图计算自由度，即

$$n=4 \quad P_L=6 \quad P_H=0$$

$$F=3n-2P_L-P_H=3 \times 4-2 \times 6=0$$

说明如果按此方案设计不能成为机构，是不能运动的。必须做修改，以达到设计的目的。修改方案如下图 (b) ~ (i) 所示。

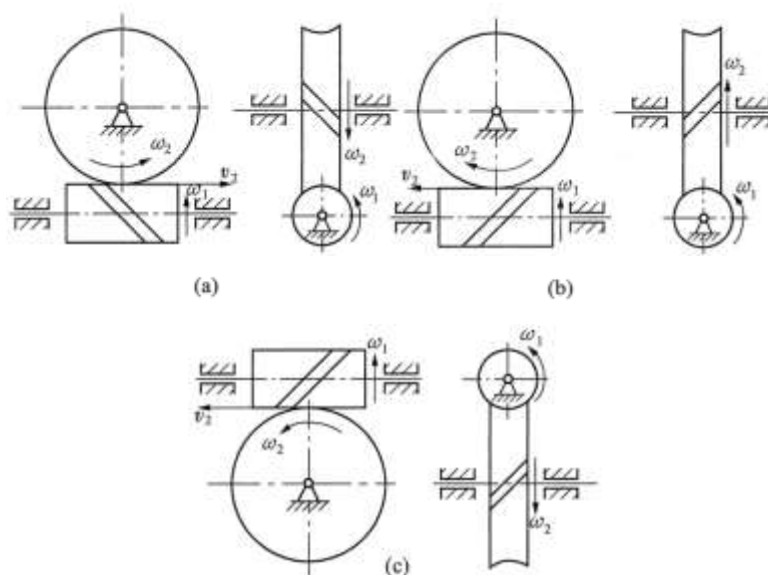




6. 如图所示的蜗杆蜗轮机构中，已知蜗杆的旋向和转向，试判断蜗轮的转向。

**【答案】**如图 (a) 所示是右旋蜗杆蜗轮，用右手四指沿蜗杆角速度  $\omega_1$  方向弯曲，则拇指所指的方向的相反方向即是蜗轮上啮合接触点的线速度方向，所以蜗轮以角速度  $\omega_2$  逆时针方向转动。如图 (b) 的螺旋线是左旋，用左手四指沿蜗杆角速度  $\omega_1$  方向弯曲，则拇指所指方向的相反方向即为蜗轮上啮合接触点的线速度方向，所以蜗轮以角速度  $\omega_2$  顺时针方向转动。如果把如图 (b) 所示的蜗轮放在蜗杆下方，如图 (c) 所示，则蜗杆逆时针方向转动，这说明蜗轮转向还与蜗杆相对位置有关。

蜗杆蜗轮转动方向也可借助于螺旋方向相同的螺杆螺母来确定，即把蜗杆看作螺杆，蜗轮看作螺母，当螺杆只能转动而不能做轴向移动时，螺母移动方向即表示蜗轮上啮合接触点的线速度方向，从而确定了蜗轮的转动方向。



图

7. 在平衡计算后，为什么还要进行平衡实验？如何衡量平衡精度？

**【答案】**在理论上可对回转体进行完全平衡，但是由于制造和装配误差及材质不均匀等原因，实际生产出来的构件仍会有不平衡现象，这种不平衡现象在设计阶段不便确定和消除，故还需要用试验的方法对其做进一步平衡。

以上为本书摘选部分页面仅供预览，如需购买全文请联系卖家。

全国统一零售价： **¥ 368.00元**

卖家联系方式：

微信扫码加卖家好友：

