

飞思考试中心
Fecit Examination Center

研究生入学考试 考点解析与 真题详解

——机械原理与机械设计



研究生入学考试试题研究组
飞思教育产品研发中心

主编
监制

精编最新、最全的考研真题，知识更新

分类精析、精讲各个考点，收效更好

立体化辅导模式，效率更高



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

飞思考试中心
Fecit Examination Center

研究生入学考试 考点解析与 真题详解

——机械原理与机械设计

研究生入学考试试题研究组
飞思教育产品研发中心

主编
监制

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内容简介

本书对全国 50 余所高校近几年研究生入学考试真题按主流高校指定考研教材的章节分类编排,并对真题及相关知识点进行了详细分析。通过对真题的分类、分析及相关考点的理论链接,使考生能够熟悉考试内容,抓住考试的重点与难点,掌握考试中经常出现的题型和每种题型的解法,同时也使考生熟悉专家们的出题思路、命题规律,从而提高应试复习的效率和命中率。本书最大特色是以“真题分析”为主线贯穿全书,以“考点点拨”、“理论链接”等特色段落为辅线,帮助读者巩固考试所涉及的重点与难点。

本书的特点为:

- 以真题为纽带,带动考点。本书的结构不是传统的“考点→例题→习题”,而是采用“真题→分析→考点”的方式。实践证明这种“将考点融入考题,以考题学习考点”的方式针对性极强,能够使考生在短时间内就可以突破过关。
- 真题分类编排,分析到位。本书把近几年真题按主流教材的章节分类编排,方便读者分类复习,专项攻克。所有真题均给出了详细的分析,便于考生把握完整的解题思路,快速提升应试能力。

另外,本书还提供了 3 套模拟样题,便于考生考前实战冲刺,体验真实训练。

本书真题丰富、考点全面、分析透彻、严谨实用,非常适合相关考生使用,也可作为高等院校培训班的教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

研究生入学考试考点解析与真题详解. 机械原理与机械设计 / 研究生入学考试试题研究组主编.

北京: 电子工业出版社, 2009.1

(飞思考试中心)

ISBN 978-7-121-07239-0

I. 研… II. 研… III. ①机构学—研究生—入学考试—自学参考资料②机械设计—研究生—入学考试—自学参考资料
IV. G643

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 122691 号

责任编辑: 李雪梅

印刷: 北京市海淀区四季青印刷厂

装订: 三河市万和装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本: 850×1168 1/16 印张: 24.75 字数: 1070 千字

印次: 2009 年 1 月第 1 次印刷

印数: 5 000 册 定价: 45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话:
(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

编审委员会

丛书主编 何光明 吴 婷

本书主编 刘 伟 邢 肖 郭旭东

本书主审 汤学华

编委名单（以姓氏笔画为序）

孔慧芳	王一非	王国全	王衍军	刘 伟	孙 坤	孙 虹
孙 涵	江 兵	祁 航	许 勇	许 娟	邢 肖	严云洋
何光明	何杨光	何 秀	何 涛	吴 金	吴 婷	吴 蕾
应艳杰	张 建	张建林	李千目	李 海	杨 明	杨帮华
杨 萍	汪志宏	陈玉旺	陈应松	陈 还	陈 智	单忆南
孟祥印	范荣钢	侯金龙	姚昌顺	姜萍萍	胡 邦	赵传申
骆 健	唐 萨	耿永才	钱阳勇	黄学海	温阳东	童爱红
葛武滇	董 图	廖春和	蔡 浩			

知己知彼 百战百胜

随着改革开放和现代化建设事业的需要,特别是“科教兴国”、“知识经济”等战略性措施日益广泛实施,国家机关、企事业单位及各行各业对高素质、高学历人才的需求量越来越大。同时,随着高等教育的大众化,本科人才越来越多,相当一部分大学毕业生不易找到理想工作,很多人希望取得更高的学历,以增强自己的竞争实力,因此,近年来“考研热”持续升温。研究生入学考试现已成为国内影响最大、参加人数最多的国家级选拔高层次人才的水平考试。

1. 编写目的

研究生入学考试与在校大学生的期中或期末考试相比,其深度、广度与难度大大增加,试题综合性强,着重知识的运用,竞争激烈,淘汰率高。同时,考研作为一种选拔性水平考试,试题规范,规律性很强,不少题型反复出现,把这些反复出现的试题整理归类,以节省考生宝贵的复习时间,对考生迎考大有帮助。飞思考试中心为了更好地服务于考生,引导考生在较短时间内掌握解题要领,并顺利通过研究生入学考试,我们组织了一批具有多年教学经验的一线教师,将他们多年的教学经验进行浓缩,并在深入剖析近几年全国 50 余所著名院校研究生入学考试专业课试题的基础上,特别编写了这套《研究生入学考试考点解析与真题详解》系列图书。

2. 本系列图书简介

《研究生入学考试考点解析与真题详解》系列图书首批推出以下 12 本:

- (1) 研究生入学考试考点解析与真题详解——操作系统
- (2) 研究生入学考试考点解析与真题详解——数据结构与算法设计
- (3) 研究生入学考试考点解析与真题详解——微机原理与接口技术
- (4) 研究生入学考试考点解析与真题详解——自动控制原理
- (5) 研究生入学考试考点解析与真题详解——信号与系统
- (6) 研究生入学考试考点解析与真题详解——高等代数
- (7) 研究生入学考试考点解析与真题详解——数学分析
- (8) 研究生入学考试考点解析与真题详解——数字电子技术
- (9) 研究生入学考试考点解析与真题详解——模拟电子技术
- (10) 研究生入学考试考点解析与真题详解——电路
- (11) 研究生入学考试考点解析与真题详解——机械原理与机械设计
- (12) 研究生入学考试考点解析与真题详解——硬件分册(数字逻辑、计算机组成原理、计算机系
统结构)

3. 本系列图书特色

- 真题量大面广,最新、最全。书中收集了近年来全国 50 余所著名院校研究生入学考试专业课试题,题量大、内容新,从而便于读者摸清考试新趋向,预测考点,紧跟考试动态。
- 以真题为纽带,带动考点。本系列图书的结构不是传统的“考点→例题→习题”,而是采用“真题→分析→考点”的方式。实践证明这种“将考点融入考题,以考题学习考点”的方式应试针

对性极强，特别适合考生在短时间内突破过关。

- **真题分类编排，方便复习。**书中对近几年 50 余所著名院校考研真题进行深入剖析，然后按主流高校指定考研教材的章节分类编排，从而有利于考生分类复习，专项攻克，同时也便于考生更好地理解 and 掌握考试的内容、范围及难度，便于考生把握命题规律，快速提升应试能力。
- **题型分析透彻，举一反三。**本系列图书重点定位在介绍解题方法与技巧上，不仅授人以“鱼”，更在于授人以“渔”。书中对例题进行细致深入的分析、完整的解答和点评扩展，能让考生达到触类旁通、举一反三之功效。
- **立体化辅导模式，提高效率。**以“真题分析”为主线贯穿全书，以“考点点拨”、“理论链接”等特色段落为辅线，帮助考生巩固考试所涉及的重点与难点。
- **名师精心锤炼，权威性强。**本系列图书由名师主笔，亲授解题技巧。内容全面翔实，文字表达简洁明了，层次清晰，结构严谨，特别突出解题方法，强调知识的综合与提高，导向准确。
- **考点浓缩精解，便于记忆。**将指定的考试内容进行浓缩，用言简意赅的语言精讲考试要点、重点和难点。
- **全真试题实战，自测提高。**书末均给出 3 套全真考研预测试卷，并附上详细的解答，包括分析、解答和注解，便于考生考前演练，自测提高。

4. 本书阅读指南

本书系统全面地分析了近几年机械原理与机械设计考研题目的解题思路，并给出了翔实的参考答案，读者可以充分了解各个学校考研题目的难度，查漏补缺，有针对性地提高自己的机械原理和机械设计水平。本书共分 29 章。

第 1 章主要考察机构的组成、机构自由度的计算、机构运动简图和机构具有确定运动的条件。

第 2 章主要讲解平面机构运动的分析方法，包括速度瞬心法、相对运动图解法和用综合法对复杂机构进行速度分析。

第 3 章主要讲解平面机构的力分析，主要包括作用在机械上的力的分析和运动副中摩擦力的确定。

第 4 章主要讲解机械的效率和自锁，包括运动副中的摩擦的计算、机械的效率、机械的自锁等方面的内容。

第 5 章主要讲解机械平衡的目的及平衡问题，包括刚性转子的静平衡和动平衡、平面机构的平衡。

第 6 章主要讲解机械的运转阶段及特征、机械系统等效动力学模型的建立与求解，以及速度波动的原因及调节方法。

第 7 章主要讲解平面四杆机构的基本形式、平面连杆机构设计的一些共性问题和平面四杆机构的设计。

第 8 章主要讲解凸轮机构的类型、推杆的运动规律、凸轮轮廓曲线设计的基本原理，以及凸轮机构基本尺寸的确定。

第 9 章主要讲解齿轮机构的基本概念、齿轮机构的设计与计算、蜗杆蜗轮传动、圆锥齿轮传动和斜齿轮传动。

第 10 章主要讲解轮系的定义和分类，以及轮系的传动比计算。

第 11 章主要讲解其他常用机构，包括棘轮机构、槽轮机构、擒纵轮机构、凸轮式间歇运动机构、不完全齿轮机构、螺旋机构、万向铰链机构、组合机构等。

第 12 章主要讲解机械设计知识的总体概论。

第 13 章主要讲解材料的疲劳特性、机械零件的疲劳强度计算、机械零件的抗断裂强度和机械零件的接触强度。

第 14 章主要讲解摩擦、磨损和润滑的方法。

第 15 章主要讲解螺纹的基础知识、螺纹连接的预紧和防松、螺纹连接的强度计算、螺栓连接的设计等知识。

第 16 章主要讲解键连接的基础知识，花键与楔键连接。

第 17 章主要讲解铆接、焊接、胶接和过盈连接。

第 18 章主要讲解带传动的基础知识，以及带传动和 V 带传动的设计及计算。

第 19 章主要讲解链传动的结构及特性、链传动的运动与受力分析、链子链传动的设计。

第 20 章主要讲解齿轮传动的基础知识、齿轮传动机构的设计与计算。

第 21 章主要讲解蜗杆传动的基础知识，以及蜗杆传动的计算与设计。

第22章主要讲解轴承的基础知识、滑动轴承失效形式及其常用材料、轴承设计及计算等。

第23章主要讲解滚动轴承的类型与选择,以及滚动轴承装置的设计。

第24章主要讲解联轴器与离合器的特性与选取。

第25章主要讲解轴的结构、设计方法及相关计算。

第26章主要讲解圆柱螺旋弹簧的特性,以及圆柱螺旋弹簧的设计与计算。

第27章主要讲解机座和箱体的截面形状与布置。

第28章主要讲解减速器与变速器的基础知识。

第29章提供了三套模拟题,并给出分析解答,供读者考前实战演练、自测提高。

5. 读者对象

本套丛书特别适合于希望在较短时间内取得较大收获的广大应试考生,也可作为各类研究生入学考试培训班的辅助教材,以及高等院校师生的教学参考书。

6. 互动交流

读者的进步,我们的心愿。您如果发现书中有任何疑惑之处,请与我们联系。联系信箱: gmkeji@163.com。

7. 关于作者

丛书由从事专业课第一线教学的名师分工编写。他们长期从事这方面的教学和研究工作,积累了丰富的经验,对考研颇有研究(其中大多数编写者多年参加研究生入学试题命题及阅卷工作)。本书由刘伟、邢肖、郭旭东主编,汤学华主审。同时感谢辛巍、马西沛、陈玉洁、李玮、夏清飞等同志的大力协助。另外参与这套丛书组织、编写、审校和资料收集等工作的还有(按姓氏笔画排名):孔慧芳、王国全、江兵、许勇、许娟、严云洋、何光明、何杨光、吴金、吴婷、张建林、李千目、李海、杨明、杨萍、汪志宏、陈玉旺、陈智、范荣钢、姚昌顺、赵传申、骆健、钱阳勇、温阳东、童爱红、葛武滇等。

8. 特别致谢

丛书在编写过程中参考了全国硕士研究生入学考试真题,在此对本系列图书所引用试题的出题老师和有关单位表示真诚的感谢。

感谢电子工业出版社对这套书的大力支持,感谢为这套书出版中做出贡献与支持的各界人士。由于时间仓促,学识有限,书中不妥之处,敬请广大读者指正。

编委会

飞思教育产品研发中心

联系方式

咨询电话: (010) 88254160 88254161-67

电子邮件: support@fecit.com.cn

服务网址: <http://www.fecit.com.cn> <http://www.fecit.net>

通用网址: 计算机图书、飞思、飞思教育、飞思科技、FECIT

目 录

第 1 章 机构的结构分析	1
考点 1: 机构的组成	1
考点 2: 机构自由度的计算	3
考点 3: 机构运动简图	12
考点 4: 机构具有确定运动的条件	13
考点 5: 平面机构的组成原理、分类及分析	15
第 2 章 平面机构的运动分析	20
考点 1: 速度瞬心法	20
考点 2: 相对运动图解法	23
考点 3: 用综合法对复杂机构进行速度分析	25
第 3 章 平面机构的力分析	38
考点 1: 作用在机械上的力	38
考点 2: 运动副中摩擦力的确定	39
第 4 章 机械的效率和自锁	43
考点 1: 运动副中的摩擦	43
考点 2: 机械效率	43
考点 3: 机械的自锁	44
第 5 章 机构的平衡	46
考点 1: 机械平衡的目的及平衡问题	46
考点 2: 刚性转子的静平衡和动平衡	47
考点 3: 平面机构的平衡	48
第 6 章 机械的运转及其速度波动的调节	54
考点 1: 机械的运转阶段及特征	54
考点 2: 机械系统等效动力学模型的建立与求解	55
考点 3: 速度波动的原因及调节方法	56
第 7 章 平面连杆机构及其设计	63
考点 1: 平面连杆机构的基本形式	63
考点 2: 平面连杆机构设计的一些共性问题	71
考点 3: 平面连杆机构的设计方法	80

CONTENTS

第 8 章 凸轮机构及其设计	97
考点 1: 凸轮机构的类型	97
考点 2: 推杆运动规律	100
考点 3: 凸轮轮廓曲线设计的基本原理	103
考点 4: 凸轮机构基本尺寸的确定	109
第 9 章 齿轮机构及其设计	119
考点 1: 齿轮机构的基本概念	119
考点 2: 齿轮机构的设计与计算	125
考点 3: 蜗杆蜗轮传动	136
考点 4: 圆锥齿轮传动	137
考点 5: 斜齿轮知识综合	138
第 10 章 齿轮系机构设计	150
考点 1: 轮系的定义和分类	150
考点 2: 轮系的传动比计算	150
第 11 章 其他常用机构	180
第 12 章 机械设计总论	184
考点: 机械设计知识总体概论	184
第 13 章 机械零件的强度	185
考点 1: 材料的疲劳特性	185
考点 2: 机械零件的疲劳强度计算	187
考点 3: 机械零件的抗断裂强度	190
考点 4: 机械零件的接触强度	191
第 14 章 摩擦、磨损及润滑概述	194
考点 1: 摩擦	194
考点 2: 磨损	194
考点 3: 润滑剂、添加剂和润滑方法	195
第 15 章 螺纹连接和螺纹传动	198
考点 1: 螺纹的基础知识	198
考点 2: 螺纹连接的预紧和防松	203
考点 3: 螺纹连接的强度计算	204
考点 4: 螺栓连接组的设计	207
考点 5: 螺纹连接件的材料及许用应力	213

考点 6: 提高螺纹连接强度的措施	215
考点 7: 螺纹传动	216
第 16 章 键、花键、无键连接和销连接	220
考点 1: 键连接基础	220
考点 2: 花键与楔键连接	223
第 17 章 铆接、焊接、胶接和过盈连接	227
考点: 铆接、焊接、胶接和过盈连接的基础知识	227
第 18 章 带传动	228
考点 1: 带传动的基础知识	228
考点 2: 带传动和 V 带传动的设计及计算	234
第 19 章 链传动	239
考点 1: 链传动的结构及特性	239
考点 2: 链传动的运动与受力分析	243
考点 3: 滚子链传动的设计	243
第 20 章 齿轮传动	245
考点 1: 齿轮传动的基础知识	245
考点 2: 齿轮传动机构的设计与计算	252
第 21 章 蜗杆传动	262
考点 1: 蜗杆传动的基础知识	262
考点 2: 蜗杆传动的设计与计算	269
考点 3: 蜗杆其他知识	274
第 22 章 滑动轴承	276
考点 1: 轴承的基本知识	276
考点 2: 滑动轴承失效形式及其常用材料	279
考点 3: 轴承的设计与计算	280
第 23 章 滚动轴承	286
考点 1: 滚动轴承类型与选择	286
考点 2: 滚动轴承装置的设计	290
第 24 章 联轴器和离合器	311
考点 1: 联轴器特性与选取	311

CONTENTS

考点 2: 离合器特性与选取.....	314
第 25 章 轴	317
考点 1: 轴的结构与设计.....	317
考点 2: 轴的计算.....	335
第 26 章 弹簧	354
考点 1: 圆柱螺旋弹簧的特性.....	354
考点 2: 圆柱螺旋弹簧的设计与计算.....	355
第 27 章 机座和箱体简介	357
考点: 机座和箱体的截面形状与布置.....	357
第 28 章 减速器和变速器	358
考点 1: 减速器.....	358
考点 2: 变速器.....	361
考点 3: 摩擦轮简介.....	363
第 29 章 模拟试题及参考答案	364
模拟试题一.....	364
参考答案.....	368
模拟试题二.....	371
参考答案.....	373
模拟试题三.....	377
参考答案.....	380

第 1 章

机构的结构分析

考点 1: 机构的组成

考点点拨: 主要考查零件、构件、机构的相关概念, 以及运动副及分类、运动链及分类。

【试题 1-1-1】(浙江大学 2003 年) 在平面机构中, 两构件之间以线接触所组成的平面运动副, 称为_____副, 它产生_____个约束, 而保留了_____个自由度。

解答: 高, 2, 1

理论链接

运动副引入约束分类

运动副类型	引入的约束	自由度
I 级副	1	5
II 级副	2	4
III 级副	3	3
IV 级副	4	2
V 级副	5	1

【试题 1-1-2】(华中科技大学 2007 年) 在转动副和移动副中都存在复合铰链。()

分析: 主要考查复合铰链知识。

解答: ×

【试题 1-1-3】(华东科技大学 2005 年) 平面运动副的最大约束数为_____, 最小约束数为_____。引入一个约束数的运动副为_____, 引入两个约束的运动副为_____。

分析: 主要考查机构的基础知识。

解答: 1, 2, I 级副, II 级副

【试题 1-1-4】(浙江大学 2003 年) 构成机构的要素是_____和_____。构件是机构中_____的单元体。

解答: 构件, 运动副, 独立运动

【试题 1-1-5】(西安理工大学 2004 年) 在平面机构中, 一个运动副引入的约束数的变化范围是_____。

分析: 主要考查运动副引入约束问题。

解答: 1~2

【试题 1-1-6】(浙江大学 2003 年) 既然虚约束对于机构的运动实际上不起约束作用, 那么在实际的机械中为什么又常常存在虚约束?

解答: 在实际机械中, 为了改善构件的受力情况、增加机构的刚度或者达到保证机械能够顺利通过某些特殊位置等目的, 虚约束往往是必须存在的。

【试题 1-1-7】(浙江大学 2005 年) 以下为几种常见的运动副, 其中_____是高副。

A. 滑动轴承 B. 移动副 C. 齿轮副 D. 螺纹副

分析: 空间点接触和线接触是高副。

解答: C



理论链接

构件及运动副

1. 构件

构件是独立的运动单元，如内燃机中的连杆。

零件是独立的制造单元。

2. 运动副

两个构件直接接触组成的仍能产生某些相对运动的连接称为运动副。

运动副元素——直接接触的部分（点、线、面）。例如凸轮、齿轮齿廓、活塞与缸套等。

3. 运动副的分类

(1) 按相对运动范围分

① 平面运动副——平面运动。

② 空间运动副——空间运动。例如球铰链、拉杆天线、螺旋、生物关节。

平面机构：全部由平面运动副组成的机构。

空间机构：至少含有一个空间运动副的机构。

(2) 按运动副元素分

① 低副——面接触，应力低。低副分为转动副和移动副。

转动副：两个构件间只能做相对旋转运动的运动副。

移动副：两个构件间只能做相对移动运动的运动副。

② 高副——点接触或线接触，应力高。例如滚动副、凸轮副、齿轮副等。

【试题 1-1-8】(山东大学 2005 年) 运动副中，凡是以_____接触的，称为高副，而低副则是以_____接触的。

解答：点或线，面

理论链接

空间运动副常见类型 (一)

运动副类型	级 别
转动副	V 级副
移动副	V 级副
螺旋副	V 级副
球销副	IV 级副
圆柱副	IV 级副

空间运动副常见类型 (二)

运动副类型	级 别
球面副	III 级副
空间点接触和线接触高副	I 级副

【试题 1-1-9】(浙江大学 2005 年) 构件是机械中独立的制造单元。()

分析：构件是独立的运动单元而不是独立的制造单元。

解答：×

【试题 1-1-10】(浙江大学 2006 年) 某平面机构共有 5 个低副，1 个高副，机构的自由度为 1，该机构具有_____活动构件。

- A. 0 个 B. 3 个 C. 4 个 D. 5 个

解答：C

【试题 1-1-11】(华中科技大学 2007 年) _____是构成机械的最小单元，也是制造机械时的最小单元。

- A. 机器 B. 零件 C. 构件 D. 机构

分析：本题考查机构结构的基本概念。

解答：B

【试题 1-1-12】(电子科技大学 2004 年) 两构件组成运动副的必要条件是两构件 ()。

- A. 直接接触且具有相对运动 B. 直接接触但无相对运动
C. 虽然不接触但具有相对运动 D. 既不接触也无相对运动

分析：本题主要考查机构的基本概念。

解答：A

【试题 1-1-13】(东华大学 2003 年) 机构中的虚约束一般出现在哪些场合？既然虚约束对于机构的运动实际上不起约束作用，那么在实际机械中为什么又常常存在虚约束？

分析: 本题主要考查虚约束的作用。

解答:

(1) 在机构中, 如果用转动副连接的是两构件上运动轨迹相重合的点, 则该连接带入一个虚约束。

(2) 在机构运动的过程中, 若两构件上某两点之间的距离始终保持不变, 又用双转动副杆将此两点相连, 也将带入一个虚约束。

(3) 在机构中, 不影响机构运动传动的重复部分所带入的约束为虚约束。

原因: 为了改善构件的受力情况、增加机构刚度或达到保证机械顺利通过某些特殊位置等目的, 虚约束往往是存在的。

【试题 1-1-14】(西南交通大学 2005 年) 既然虚约束对结构的运动实际上不起约束作用, 那么在实际机械中为什么又常常存在虚约束?

解答: 为了改善机构的受力情况、增加机构刚度或保证机械顺利运动等目的。

【试题 1-1-15】(厦门大学 2005 年) 构成机构的要素是_____。

分析: 考查构成机构的要素。

解答: 机架, 原动件, 从动件

【试题 1-1-16】(哈尔滨工程大学 2001 年) 平面高副连接的两个构件间, 只允许有相对滑动。()

分析: 还可以有转动。

解答: ×

【试题 1-1-17】(哈尔滨工程大学 2001 年) 用平面低副连接的两构件间, 具有相对运动的数目为 ()。

A. 1 B. 2 C. 3 D. ≥ 2

解答: A

【试题 1-1-18】(吉林工业大学 2000 年) 具有一个自由度的运动副称为 I 级副。()

分析: 引入一个约束的运动副为 I 级副, 本题主要考查 I 级副的定义。

解答: ×

【试题 1-1-19】(吉林工业大学 2000 年) 某平面机构共有 5 个低副, 1 个高副, 机构的自由度为 1, 该机构具有几个活动构件? _____

A. 3 B. 4 C. 5

分析: 主要考查运动副的相关概念。

解答: B

【试题 1-1-20】(吉林工业大学 2000 年) 何为运动副? 按接触形式分为几种? 其自由度、约束数如何?

分析: 主要考查运动副基本的定义和分类。

解答: 运动副是两构件间组成的可动连接。按接触形式分为高副和低副。一个平面高副有两个自由度、一个约束; 一个平面低副(转动副或移动副) 有一个自由度、两个约束。

考点 2: 机构自由度的计算

考点点拨: 主要考查学生对机构自由度的计算, 尤其是复合铰链、具有局部自由度构件、具有虚约束构件自由度的计算。

【试题 1-2-1】(上海理工大学 2006 年) 机构组成原理是什么?

解答: 任何机构都可以看成是由若干个基本杆组依次连接于原动件和机架上而构成的。

◆ 理论链接

1. 自由度计算注意事项

- (1) 正确计算运动副数目。
- (2) 局部自由度。
- (3) 虚约束。

2. 约束类型

- (1) 机构运动过程中, 若两构件上两点之间的距离始终保持不变, 将这两点以构件相连, 则将带入一个虚约束。
- (2) 某些不影响机构运动的对称部分或重复部分所带入的约束为虚约束。
- (3) 机构中两构件未连接前的连接点轨迹重合, 则该连接引入一个虚约束。

【试题 1-2-2】(北京科技大学 2005 年) 计算如图 1.2.2 所示机构的自由度, 若含复合铰链、局部自由度或虚约束请明确指出, 并说明原动件数是否合适。



解答:

$$n = 7, P_L = 9, P_H = 1$$

$$\text{自由度: } F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 7 - 2 \times 9 - 1 = 2$$

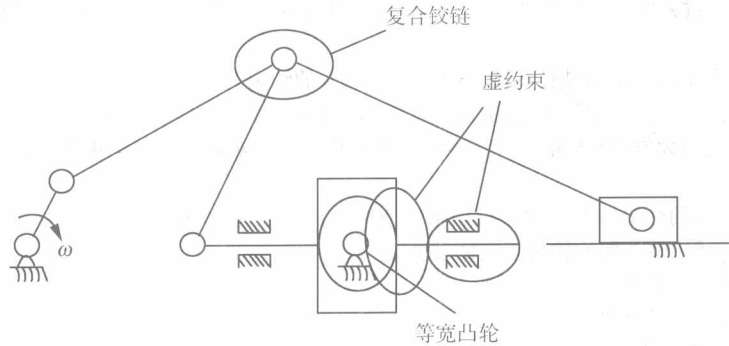


图 1.2.2

【试题 1-2-3】(电子科技大学 2004 年) 机构具有确定运动的条件是机构的自由度 ()。

- A. 大于主动件数 B. 等于主动件数
C. 小于主动件数 D. 与主动件数无关

分析: 主要考查具有确定运动的基本条件。

解答: B

【试题 1-2-4】(中科院 2007 年) 计算图 1.2.4 中 (a)、(b) 机构的自由度, 若有复合铰链或虚约束, 应当指明。(图 (a) 中 $GH \parallel IJ \parallel LK$)

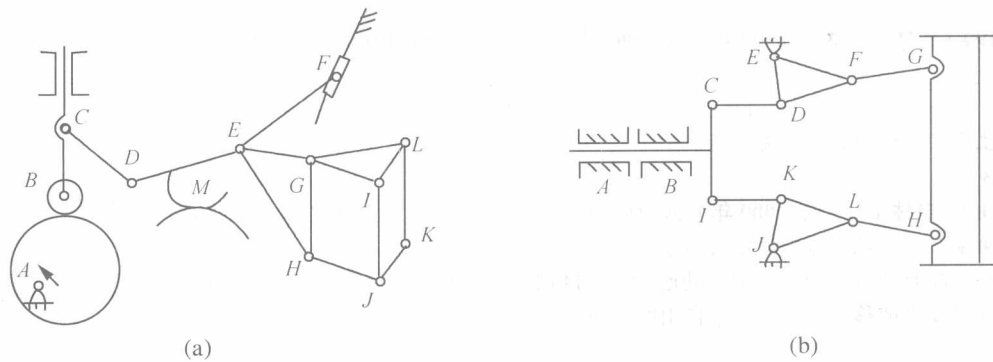


图 1.2.4

解答:

(1) 在图 (a) 中, 将两处高副转化为低副。

其中: E 为复合铰链; B 为局部自由度; I、J 及其相连构件为虚约束。

$$F = 3 \times 11 - 2 \times 16 - 0 = 1$$

(2) 在图 (b) 中, A、B 之一为虚约束。

CDEFG、IJKLH 之一为虚约束。

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 5 - 2 \times 7 - 0 = 1$$

【试题 1-2-5】(华中科技大学 2004 年) 计算图 1.2.5 中 (a) 和 (b) 所示运动链的自由度, 并说明这些运动链具有确定运动的条件 (注意: 若运动链中存在复合铰链、局部自由度及虚约束的情况, 应予以明确指出, 图 (b) 所示运动链中 ABCD 为菱形)。

分析: 考查对机构具有确定运动条件的理解。

解答:

(1) 对图 (a) 有

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

运动链中存在的虚约束、局部自由度及复合铰链如图 (c) 所示。

因为该运动链的自由度为 1, 故必须选择一个构件作为主动件, 运动链才具有确定的运动。

(2) 对图 (b) 有

$$F = 3n - 2P_L - P_H = 3 \times 7 - 2 \times 10 = 1$$

运动链中存在的复合铰链及虚约束如图 (d) 所示。

因为该运动链的自由度为 1，故必须选择一个构件作为主动件，运动链才具有确定的运动。

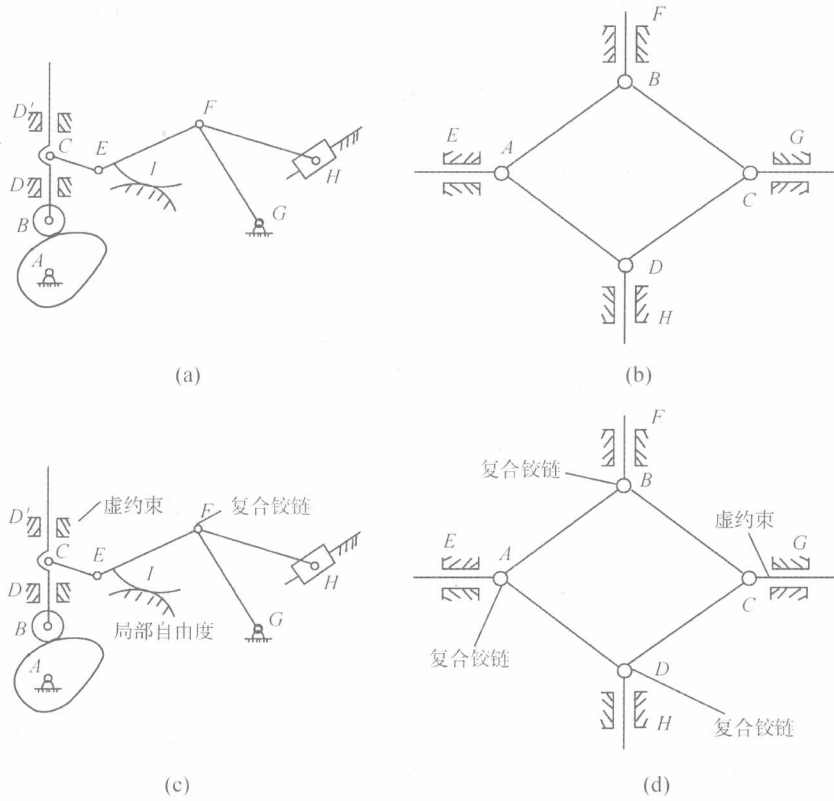


图 1.2.5

【试题 1-2-6】 (华中农业大学 2006 年) 计算图 1.2.6.1 所示机构的自由度并确定机构的级别。所拆的杆组需要画图表示，并指出该基本杆组的级别。

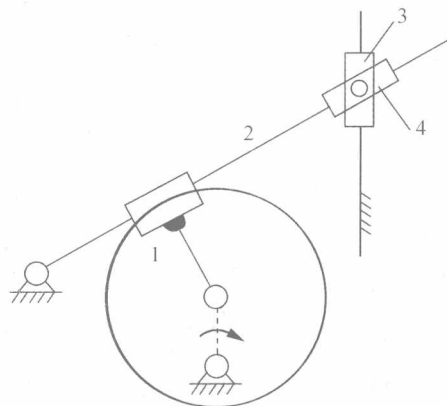


图 1.2.6.1

解答:

(1) $n=4, P_L=5, P_H=1$

$\therefore F=3n-2P_L-P_H=1$

(2) 高副低代，如图 1.2.6.2 所示。

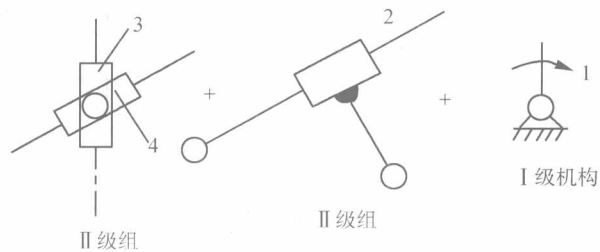


图 1.2.6.2



【试题 1-2-7】(重庆大学 2005 年) 图 1.2.7.1 (a) 所示机构在组成上是否合理? 指出其错误所在, 针对错误处更改局部运动副和构件, 使之成为合理的机构, 确定改进后的机构的级别。(要画出其所含的基本杆组, 并注明这些基本杆组的级别。)

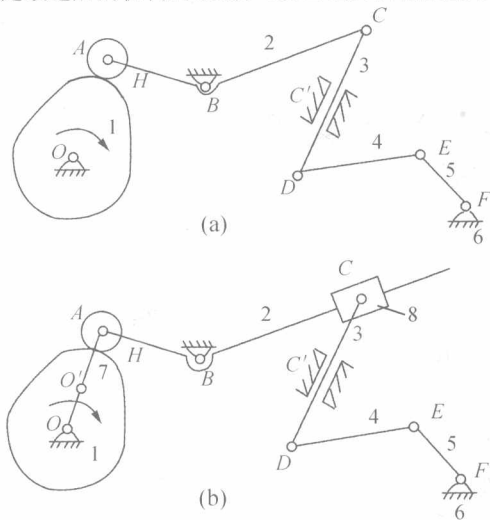


图 1.2.7.1

解答:

(1) 图示机构在组成上不合理, 因为

$$n=5, P_L=7, P_H=1$$

$$F=3n-2P_L-P_H=3 \times 5-2 \times 7-1=0$$

(2) 错误原因及更改措施。运动副元素 C_2 只能做圆周运动, 运动副元素 C_3 只能沿着导路做直线运动, 两运动副元素在 C 点组成转动副时不能同时实现上述两种运动。修改方案如图 (b) 所示, 其中

$$F=3 \times 6-2 \times 8-1=1$$

(3) 确定该机构的级别。要先进行高副低代, 然后再分解基本杆组, 如图 1.2.7.2 所示。

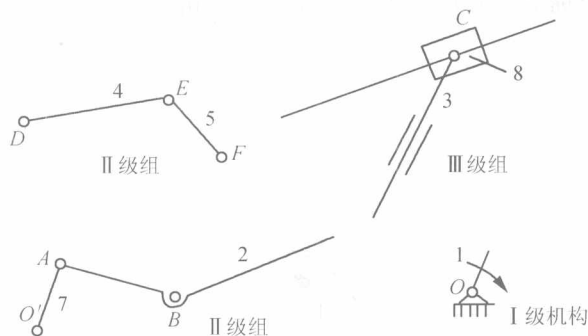


图 1.2.7.2

此机构为 II 级机构。

【试题 1-2-8】(中科院 2005 年) 计算图 1.2.8 平面连杆机构的自由度, 并判断该机构的运动是否确定, 并指出各级杆组的级别、数目以及机构的级别。

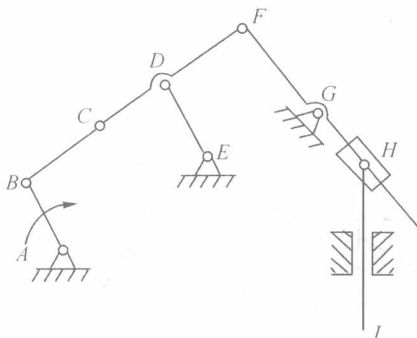


图 1.2.8

解答: $F=3 \times 7-2 \times 10=1$