

一流学校 一流老师 一流资源



三一丛书

# 机械原理

要点与解题

王晶 赵卫军 编



西安交通大学出版社  
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

西安交大教学资源文库 三一丛书

# 机械原理

## 要点与解题

王 晶 赵卫军 编

西安交通大学出版社

## 内容简介

本书是在《机械原理习题精解》基础上,为配合普通高校教学需要,精选后重新编辑而成。全书共 10 章,每章由“习题”、“解题要点”和“题解”组成,主要帮助学生复习、归纳基本概念和掌握解题方法。全书共计 158 道题解,有一部分题目是一题多解。通常在解题前有解题思路或解题方法的提示,解题后配有注释说明。

本书可作为有关专业大学生学习机械原理课程的参考书,也可供报考硕士研究生的考生及有关教师和工程技术人员参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械原理要点与解题/王晶,赵卫军编.—西安:西安交通大学出版社,2006.8  
(西安交大教学资源文库.三一丛书)  
ISBN 7-5605-2255-6

I. 机... II. ①王...②赵... III. 机构学—高等学校—教学参考资料 IV. TH111  
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 087587 号

书 名 机械原理要点与解题  
编 者 王 晶 赵卫军  
出版发行 西安交通大学出版社  
地 址 西安市兴庆南路 25 号(邮编:710049)  
电 话 (029)82668357 82667874(发行部)  
(029)82668315 82669096(总编办)  
印 刷 陕西新世纪印刷厂  
字 数 279 千字  
开 本 880mm×1230mm 1/32  
印 张 7.625  
版 次 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷  
书 号 ISBN 7-5605-2255-6/TH·72  
定 价 13.00 元

---

版权所有 侵权必究

# 丛书总序

为了使普通高等学校理工类专业的大学生更好地学习、掌握基础课和专业基础课知识,我们组织出版了这套“三一”丛书,目的就是提供一流的学习资源,使大家共享一流教师的教学经验和教学成果,为今后的学习打下良好的基础。

西安交通大学是国内仅有的几所具有百年历史的高等学府,是首批进入国家“211 工程”建设的七所大学之一,1999 年被国家确定为我国中西部地区惟一所以建设世界知名高水平大学为目标的学校。西安交大历来重视本科生教学,1996 年成为全国首家本科教学评估为优秀的大学。学校拥有国家级、省部级、校级教学名师数十名,具有丰富的、一流的教学资源。本丛书均由西安交通大学长期在教学一线主讲的教授、副教授主编,他们具有丰富的基础课、专业基础课教学和辅导经验。丛书作者们在长期的教学实践中,深深了解学生在学习基础课、专业基础课时的难点和困惑点之所在,对如何使学生更有效地学习、掌握课程的基本知识和解题技巧进行了深入的探索和研究,并将成果体现于书中。

本丛书针对中少学时课程的特点和教学要求,以普通高等学校的学生为主要对象,不拘泥于某一本教材,而是将有特色和使用量较大的各种版本的教材加以归纳总结,取其精华,自成一体。书中对课程的基本内容、研究对象、教学要求、学习方法、解题思路进行了全面、系统的总结和提炼,按基本知识点、重点与难点、典型题解析、自我检测题等环

节进行编排。本丛书既可单独使用,也可与其他教材配合使用。

我们衷心希望本丛书成为您大学基础课和专业基础课学习阶段的良师益友,帮助您克服困难,进入大学学习的自由王国,并祝您早日成为国家的栋梁之材!

在学习使用过程中,您如果发现书中有不妥之处或有好的建议,敬请批评指正并反馈给我们,我们会进一步改进自己的工作,力争使您满意。

真诚感谢您使用西安交大版图书。

西安交大出版社网址:<http://press.xjtu.edu.cn>

<http://www.xjtupress.com>

理工医事业部信箱: [jdlgy31@126.com](mailto:jdlgy31@126.com)

西安交通大学出版社

2006年6月

# 前 言

机械原理是一门基础性的技术课程,主要研究机械设计和制造技术中机械的运动结构、性能和设计问题。之所以称为基础,是因为研究对象并不是确定的某一类机械,研究的问题是任何机械中共有的机械运动规律及其设计;之所以称为技术,是因为要解决的是在实际环境下的工程技术问题,也就是用怎样的结构、材料……来实现运动要求的一系列具体措施。它不像基础理论课程那样经过高度的抽象而离实际很远;又不像工程技术那样涉及到很具体、实际的方方面面,例如,设计、制造、使用、资源、管理等诸多问题。因此,在学习基础课程之后,学习专业技术之前,需要培养一种将实际问题抽象成基础理论问题的能力,以及将基础理论应用于解决涉及面较窄的工程技术问题的能力。而反映能力的两个主要方面是知识和思维方式。这就是设置基础技术课程的主要目的和主要任务。从教育计划的全局中,设置这种课程是培养分析问题、解决问题能力(目前强调的是创造能力)的一条捷径。

通过习题来培养“能力”和思维方式是有效的学习环节之一。一本书的习题往往是该书的精华所在。凭借习题的印证,才能对书中的原理、原则彻底地吸收与了解。有鉴于此,我们编写了《机械原理要点解题》。

根据基础技术课的性质,其习题大致有两类:一类是分析已有机械的特性;另一类是根据给定的要求和条件设计出“新”的机械。对机械原理课程的习题而言,一类是分析机构的组成(学科中称为结构)、运动特性、传力特性和动力特性;另一类则是根据给定的功能要求或运动要求,设计出实现这一要求的机构组成(包括运动方案、机构组成方案、结构),最后得到机构的运动简图。此外,还应注意所设计机构能否实用,即考虑构件的形状构造(也称结构)能否实现等现实的问题。

一个问题的解答方法,甚至解答的结果,常因思维角度而异,也因某些看似无关,实质相互有联系的未给足条件而异。特别是基础技术

课程中,这种现象更为明显。因此,在解题过程中一定要注意下述几点,以收到事半功倍之效果。

1. 做题之前对相应教材内容应比较熟悉。

2. 仔细审题。首先明确题意,也就是明确本题是做分析还是设计,分析什么问题,设计什么东西。其次,了解该题给出了哪些已知条件和限定条件。然后,根据题意,搜索与该题有关的要素,与给出的条件比对,确定缺少哪些条件,而其中哪些是可自行决定的,哪些是通过什么办法确定的,哪些是多余的,哪些是不足的。这也就确定了解题思路,这是关键的一步。

3. 认真解题。由于本课程研究的问题,多数是运动几何学的问题,所以(主要)采用图解法解题,它有直观、简便、易于校验和发现问题等优点,而精度一般也能满足工程技术的要求。所以,从工程观点看,采用图解法辅助学习利大于弊。

做图解题时要准确、细心。铅笔要削尖,尺寸要准确,特别角度要量准,必要时可通过  $\tan\varphi$  的关系量取边长来获得角度  $\varphi$ ,以免产生“失之毫厘,差之千里”的结果。

解题要完整。图解题要标出做图的比例尺,画出某一位置的机构运动简图、标出各杆长度,以及必要的论述。特别是机构设计题,尽可能核验设计结果的正确性(即能满足设计要求)。

4. 小结归纳,扩展知识和思路。每做完一题,应归纳一下,如该题的已知条件、设计要求、设计命题、采用方法,弄清了哪些概念。思考一下可否用另外的命题或方法求解,若已知条件有改动后,能否求解等等。这样,通过自己的归纳和思考,不仅明确了概念、原理、原则、掌握了解决问题的方法,深入、扩展了知识和思路,还能从中悟出些规律性的东西,这时学过的知识、信息就属于你自己的了。

本书就依据上述意图编写,提供对本课程研读时的参考与比较。而对于一般的自修者,则有启发与提示的作用,希望能藉此书的帮助,在学习过程中有更上一层楼的成就。

本书由赵卫军、王晶编辑,由王晶统稿。限于作者的水平,本书难免有疏漏与欠妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2006年5月

# 目 录

丛书总序  
前言

## 第 1 章 平面机构的结构分析

- 1-1 习题 ..... (1)
- 1-2 本章解题要点 ..... (8)
- 1-3 题解 ..... (9)

## 第 2 章 平面机构的运动分析

- 2-1 习题 ..... (20)
- 2-2 本章解题要点 ..... (24)
- 2-3 题解 ..... (26)

## 第 3 章 机械中的摩擦和机械效率

- 3-1 习题 ..... (50)
- 3-2 本章解题要点 ..... (53)
- 3-3 题解 ..... (54)

## 第 4 章 平面连杆机构

- 4-1 习题 ..... (64)
- 4-2 本章解题要点 ..... (71)
- 4-3 题解 ..... (72)

## 第 5 章 凸轮机构

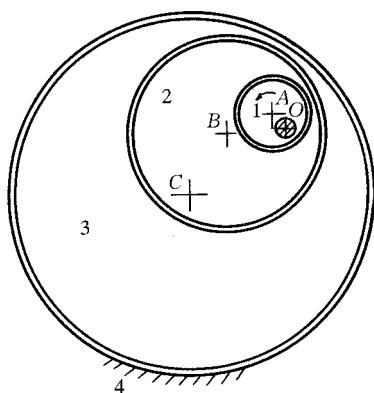
- 5-1 习题 ..... (103)
- 5-2 本章解题要点 ..... (108)
- 5-3 题解 ..... (108)

<b>第 6 章 齿轮机构</b>	
6-1 习题 .....	(125)
6-2 本章解题要点 .....	(128)
6-3 题解 .....	(128)
<b>第 7 章 轮系</b>	
7-1 习题 .....	(144)
7-2 本章解题要点 .....	(147)
7-3 题解 .....	(148)
<b>第 8 章 其他机构和机构组合设计</b>	
8-1 习题 .....	(154)
8-2 本章解题要点 .....	(162)
8-3 题解 .....	(163)
<b>第 9 章 机械运动系统方案设计</b>	
9-1 习题 .....	(184)
9-2 本章解题要点 .....	(187)
9-3 题解 .....	(187)
<b>第 10 章 机械动力学</b>	
10-1 习题 .....	(208)
10-2 本章解题要点 .....	(214)
10-3 题解 .....	(216)
<b>参考文献</b> .....	(234)

# 第 1 章 平面机构的结构分析

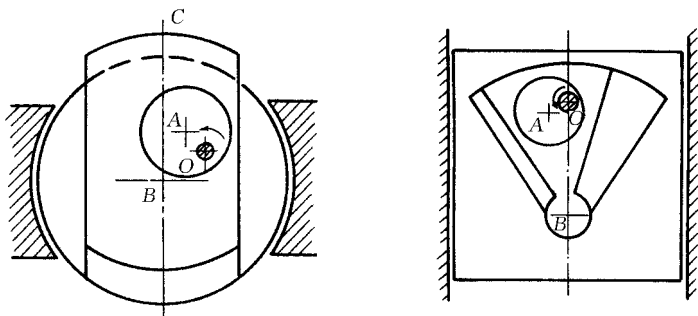
## 1-1 习 题

1.1 如题 1.1 图所示,圆盘 A 绕轴心 O 转动,试画出该机构的运动简图,并用作图法观察该机构中的圆盘 A 能否绕 O 作整周转动?



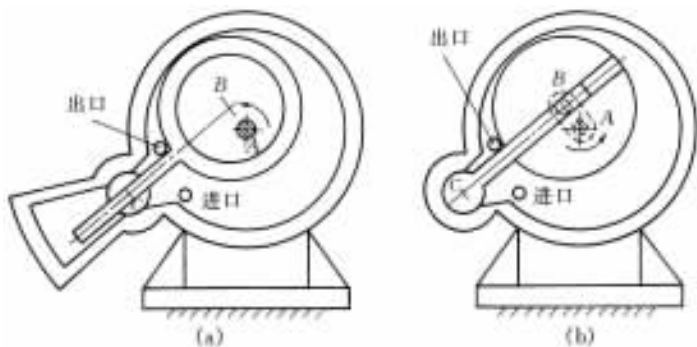
题 1.1 图

1.2 圆盘 A 绕轴心 O 转动,试画出题 1.2 图(a),(b)两图所示机构的运动简图,并比较两简图在什么条件下是两个同类的机构(或说是相同的机构)。



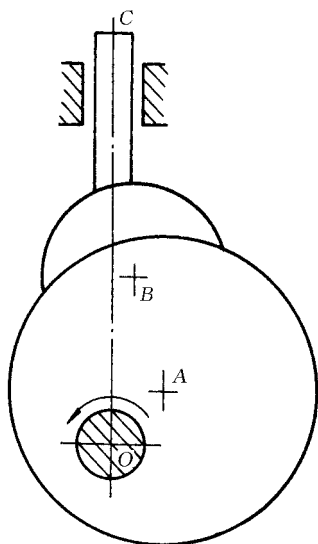
题 1.2 图

1.3 如题 1.3 图(a)(b)所示为油泵或压缩机主机机构,要求分隔成的两腔之间有良好的密封效果,试画出下列两机构的运动简图,并比较两图是否相同,为什么用图(a)的结构为好?



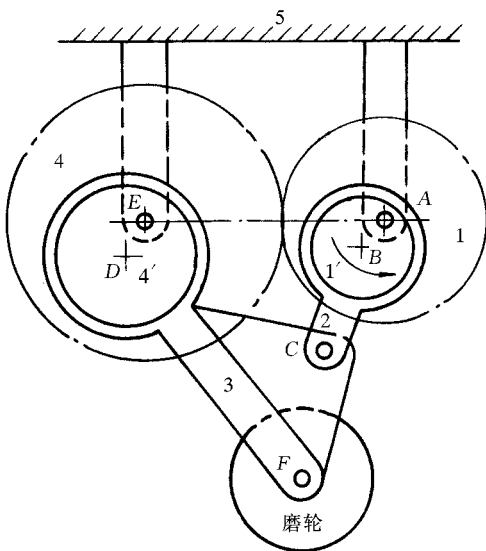
题 1.3 图(a),(b)

1.4 绘制图示机构的运动简图(如题 1.4 图)。



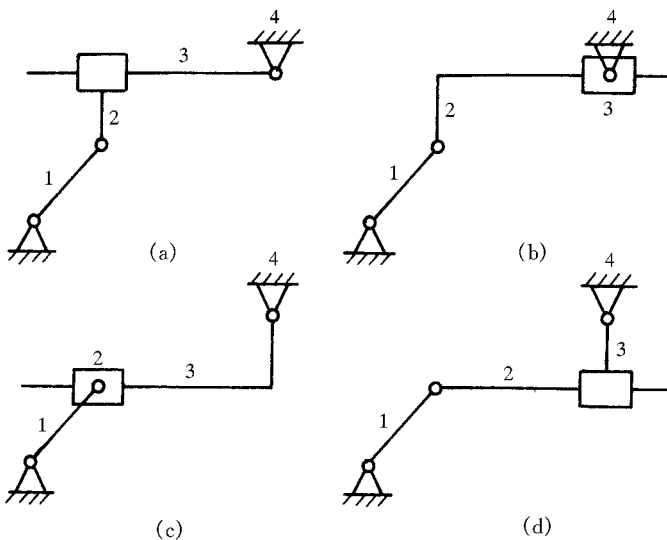
题 1.4 图

1.5 绘制图示机构的运动简图,图中两个相切的点划线圆表示一对相互啮合的齿轮(滚滑副),齿轮分别与同轴的偏心轮固联为一个构件(如题 1.5 图)。



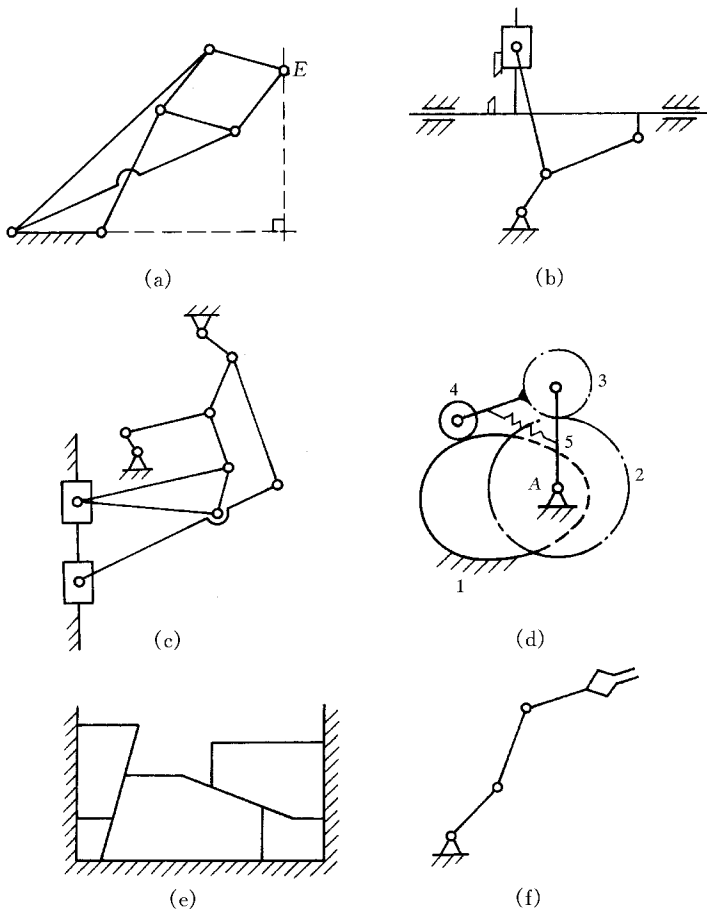
题 1.5 图

1.6 试比较如题 1.6 图所示(a)、(b)、(c)、(d)4 个机构是否相同,或哪几个是相同的? 为什么?



题 1.6 图

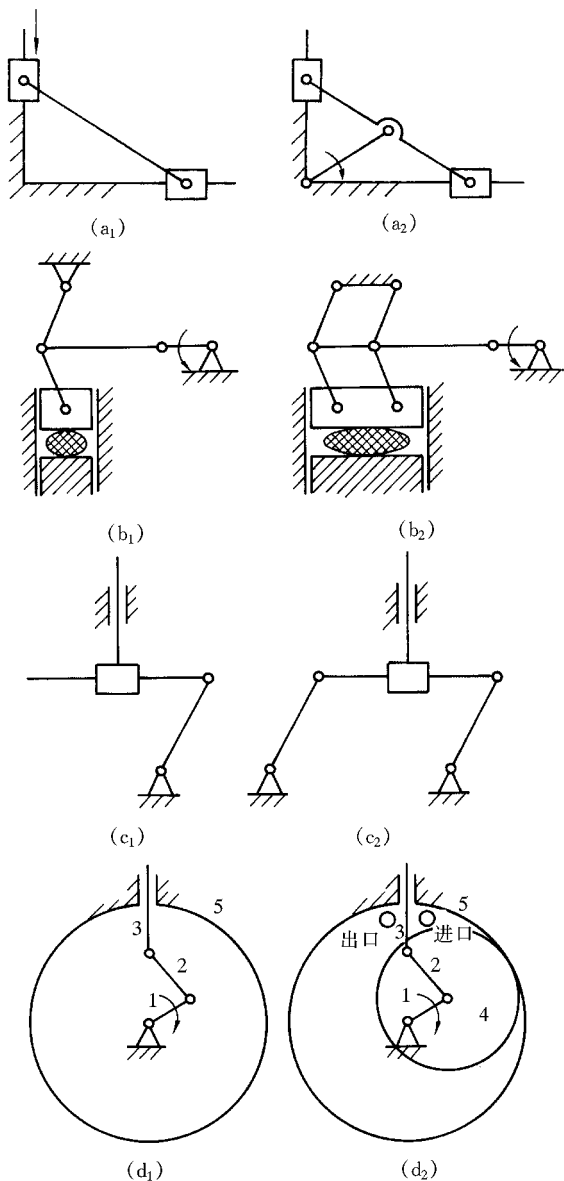
1.7 计算下列机构的自由度:(a) 精确直线机构,  $E$  点走直线轨迹;(b) 飞剪机构, 钢卷料在展开、匀速输送过程中剪成定长的钢板;(c) 剪板机机构, 两滑块相向移动完成剪切动作;(d) 间歇运动机构, 齿轮 2、杆 5 和机架 1 铰接在  $A$ , 滚子 4 和齿轮 3 铰接, 弹簧的一端装在 5 上, 另一端装在 3 上, 使滚子 4 始终压紧在固定凸轮 1 上, 5 主动, 2 间歇运动;(e) 楔块机构, 相邻构件间均形成移动副;(f) 机械手机构。



题 1.7 图

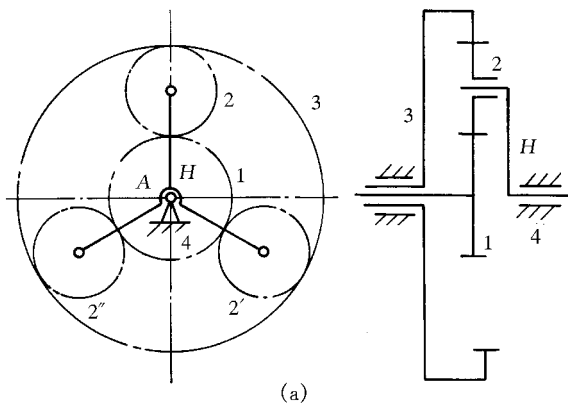
- (a) 精确直线机构; (b) 飞剪机构; (c) 剪板机机构;  
 (d) 间歇运动机构; (e) 楔块机构; (f) 机械手机构

1.8 试说明题 1.8 图 (a<sub>1</sub>)、(a<sub>2</sub>)、(b<sub>1</sub>)、(b<sub>2</sub>)、(c<sub>1</sub>)、(c<sub>2</sub>)、(d<sub>1</sub>)、(d<sub>2</sub>) 各组对应机构的自由度是否相同,为什么? 又为什么要用(a<sub>2</sub>)、(b<sub>2</sub>)、(c<sub>2</sub>)、(d<sub>2</sub>)所示结构?

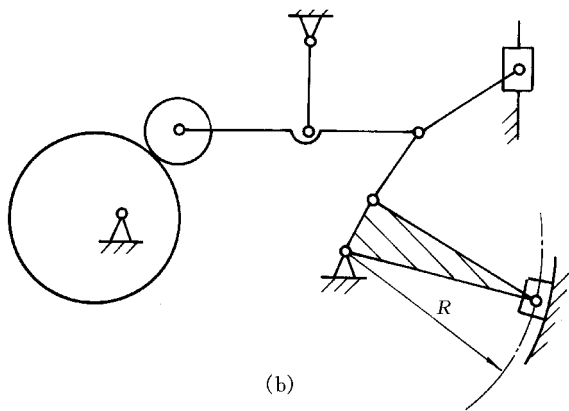


题 1.8 图

1.9 计算题 1.9 图(a)、(b)所示机构的自由度。



(a)



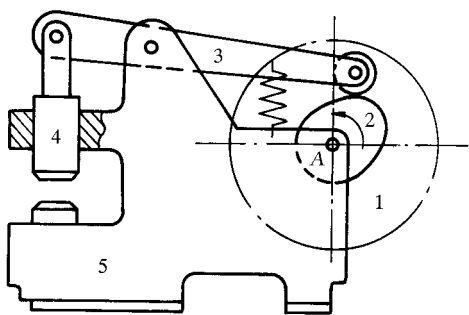
(b)

题 1.9 图

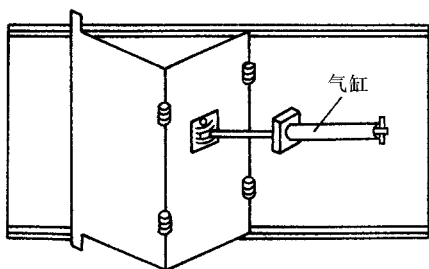
1.10 如题 1.10 图所示一冲床传动机构的设计方案。设计者的意图是通过与凸轮固联的齿轮 1 带动凸轮 2 旋转后,推动摆杆 3 并带动导杆 4 来实现冲头上、下的冲压动作。试分析此方案有无结构组成原理上的错误。若有,应如何修改?

1.11 如题 1.11 图所示,一由压缩空气驱动的房间启闭机构的传动方案示意图。试考虑(或设计)各构件连接部分的运动副型式,画出其机动示意图,并校核是否满足  $W=1$  的条件。

1.12 拆分下列机构中的杆组,并说明该机构的级别(题 1.12 图中主动件用箭头表示):(a) 双缸发动机机构;(b) 康拜因清除机机构;(c) 破碎机机构;(d) 半

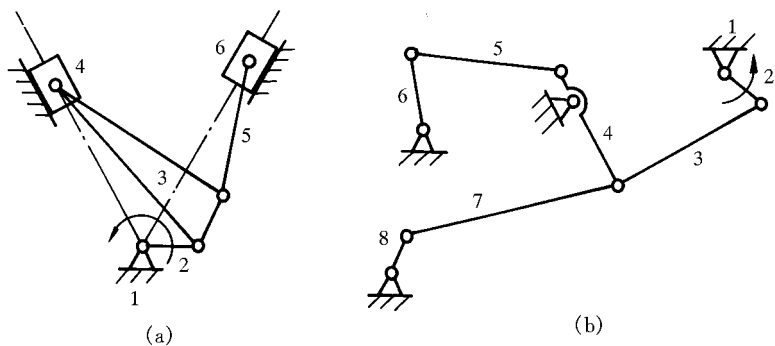


题 1.10 图



题 1.11 图

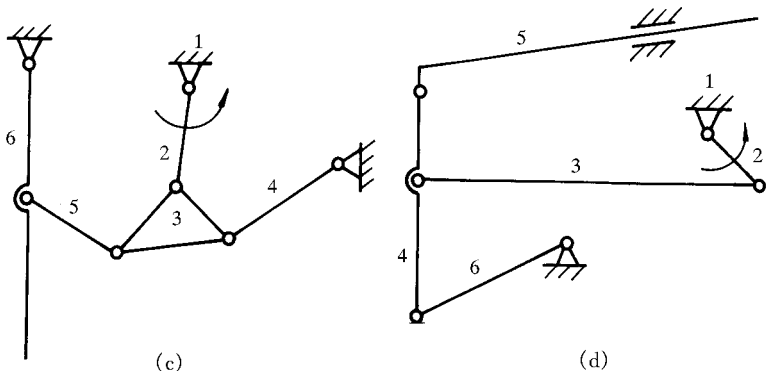
自动活字印刷机平台移动机构。



(a)

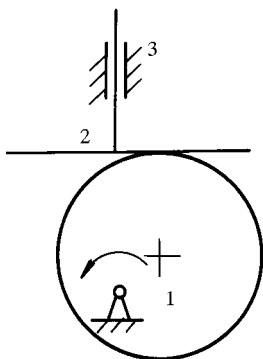
(b)

1.13 如题 1.13 图所示机构中构件 1 为主动件,试拆分该机构,并说明该机构的级别。

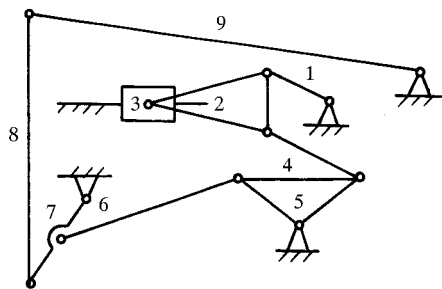


题 1.12 图

- (a) 双缸发动机机构；(b) 康拜因清除机机构；(c) 破碎机机构；  
 (d) 半自动活字印刷机平台移动机构



题 1.13 图



题 1.14 图

1.14 在题 1.14 图所示的机构中，分别取构件 1 和构件 7 为主动件时，机构的拆分结果是否相同？

## 1-2 本章解题要点

本章习题所涉及的内容为：机构运动简图的绘制、平面机构自由度的计算以及平面机构的拆分等。在分析习题之前，首先应掌握本章所学的基本概念，并了