

全国注册机械工程师考试培训教材

# 注册机械工程师 执业资格考试 基础考试(下) 复习教程

卜 炎 主编

TH/58

:2

2008

全国注册机械工程师执业资格考试教材

# 注册机械工程师 执业资格考试基础考试(下) 复 习 教 程

卜 炎 主编



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

## 内 容 提 要

本书是根据建设部制定的《注册机械工程师资格考试基础大纲》而编写的基础考试(下)复习教程。共包括机械原理、机械设计、工程材料及机械制造、机械工程控制、热工、测试技术和职业法规7个部分。内容简明扼要,针对性强,并具有科学性、系统性。该书主要服务于准备参加注册机械工程师资格考试的人员,同时对该专业本科生和实际工作人员也具有参考价值。

## 图书在版编目(CIP)数据

注册机械工程师执业资格考试基础考试(下)复习教程/卜炎主编. —天津:天津大学出版社,2008.5

ISBN 978 - 7-5618-2662-1

I. 注… II. 炎… III. 机械工程 - 工程技术人员 - 资格考核 - 自学参考资料  
IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 052796 号

出版发行 天津大学出版社

出 版 人 杨 欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

网 址 [www.tjup.com](http://www.tjup.com)

电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

印 刷 天津泰宇印务有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 185mm × 260mm

印 张 36.25

字 数 905 千

版 次 2008 年 5 月第 1 版

印 次 2008 年 5 月第 1 次

定 价 70.00 元

---

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请向我社发行部门联系调换。

版权所有 侵权必究

# 序 言

执业资格注册制度为我国工程技术人员个人的执业资格确立了符合国际惯例的规格、标准及严格的认证程序,它的建立和实施,必将进一步推动人才的社会化、市场化和国际化的进程,为我国市场经济的可持续发展提供更加规范的人才保障。执业注册资格考试是资格认证程序的核心环节。执业注册资格考试必须严格按照相应的考试大纲执行。

全国勘察设计注册工程师执业资格考试大纲是在建设部执业资格注册中心的领导下,根据我国建设行业的具体情况以及与国际接轨的要求制定的。考试大纲由专业考试大纲和基础考试大纲两个部分组成,前者规定了申请者专业能力的测试标准,后者则体现对申请者工程科学背景的要求。

在执业资格考试中设立基础考试程序是基于下述两个方面的考虑:

(1)执业工程师的工程科学背景要求是从行业的角度对从业者提出的要求,它并不完全等同于工科院校的基础和专业基础教育的要求,执业注册资格基础考试并不是工科高校基础教学考试的简单重复;

(2)执业资格考试是一种按照独立标准进行的公平认证程序,它原则上不受申请者的学历、学位、职务等传统条件的严格限制,由于申请者所受的工程基础教育背景差异甚大,因此有必要在统一的标准下进行检验。

所以,对于基础考试,申请者不可消极应考。正确的做法应当是:根据自身的具体情况,按照基础考试大纲的内容进行系统的学习与准备,切实地充实、强化自身的工程科学基础,从容应对考试。

鉴于申请者教育背景、毕业年限、工作性质、工作岗位及工作经历等诸多因素的影响,基础考试大纲的内容对申请者而言或欠缺或遗忘的情况是普遍存在的,所以为申请者提供适当的考试辅导是必要的、有益的。

天津大学出版社近年来组织出版的“勘察设计注册工程师基础考试”辅导系列教程,按照考试大纲的要求,全面地综合了各类基础课的主要内容,恰当地把握了各类课程的广度和深度,准确地体现了对我国执业资格注册制度及其认证程序的正确理解和对基础考试大纲条目的深入分析,为应考者提供了重要的学习资料。相信这些系列辅导教程能够为申请者的学习与考试准备提供切实的帮助。热切希望今后能够出版更多的分册,以帮助不同专业的申请者。

全国勘察设计注册工程师 林孔元  
基础考试专家组组长

# 前 言

本书是以建设部制定的《注册机械工程师资格考试基础考试大纲》所涵盖的内容为基础而编写的复习教程。我国即将开始举行注册机械工程师资格考试,为了帮助广大应考人员能顺利进行考试,做好考前的复习与培训,建设部注册中心勘察设计类执业资格考试基础考试专家组负责人林孔元教授和顾晓鲁教授委托天津大学几位具有丰富教学经验的教师编写本书。

勘察设计注册机械工程师资格考试基础考试大纲所涉及的内容可归纳为公共基础和专业基础两大部分,分别在上午段和下午段进行考试,我们称公共基础考试部分为基础考试(上)、专业基础考试部分为基础考试(下)。本书为下午段进行考试的专业基础考试部分即基础考试(下),共由机械原理、机械设计、工程材料及机械制造、机械工程控制、热工、测试技术和职业法规7部分组成。

本书为专业基础部分的复习教程。我们在编写过程中,力求内容既完全符合考试大纲的要求,同时又保持其科学性和系统性,努力使本书内容简明扼要,针对性强,并具有可读性,避免成为手册式或词典式的读本。本书主要服务于准备参加注册机械工程师资格考试的人员,同时对该专业的本科生及实际工作人员也具有参考价值。为照顾读者的阅读习惯和方便参加考试,某些相同的技术术语,在本书的不同章节中仍保持其在原课程中的习惯名称和符号,未按一般著作惯例进行统一,请读者注意。全书的后面附有练习题和模拟试题,练习题最后附有参考答案,便于读者检查复习情况。

本书共有7章。各章的编者为:第1章,陆锡年教授;第2章和第7章,卜炎教授;第3章,车建明和张世昌教授;第4章,赵臣教授;第5章,王中铮教授;第6章,赵相松教授。全书由卜炎教授担任主编。

注册机械工程师资格考试即将进行,本书是初次编写,由于对考试大纲的要求领会不深和学识有限,一定会有不当之处,企盼读者指正,以便在修订时改进。

编者

## 目 录

## 第一编 考纲要求与复习精要

|                                 |      |
|---------------------------------|------|
| 第1章 机械原理 .....                  | (3)  |
| 【考纲要求】 .....                    | (3)  |
| 【复习内容】 .....                    | (3)  |
| 1 机构、机器、机械 .....                | (3)  |
| 1.1 机器和机构的特征 .....              | (3)  |
| 1.2 机器的功能组成 .....               | (4)  |
| 2 机构的结构分析 .....                 | (4)  |
| 2.1 机构的组成 .....                 | (4)  |
| 2.2 平面机构的运动简图 .....             | (6)  |
| 2.3 平面机构自由度计算 .....             | (8)  |
| 2.4 机构具有确定运动的条件 .....           | (9)  |
| 2.5 计算平面机构自由度的注意事项 .....        | (9)  |
| 3 机械的摩擦、效率和自锁 .....             | (12) |
| 3.1 机械中的摩擦 .....                | (12) |
| 3.2 机械的效率 .....                 | (18) |
| 3.3 机械的自锁 .....                 | (20) |
| 4 平面连杆机构及其设计 .....              | (21) |
| 4.1 连杆机构及其传动特点 .....            | (21) |
| 4.2 平面四杆机构的类型和应用 .....          | (21) |
| 4.3 平面四杆机构的基本知识 .....           | (26) |
| 4.4 平面四杆机构的设计 .....             | (30) |
| 5 凸轮机构 .....                    | (33) |
| 5.1 凸轮机构的应用和分类 .....            | (33) |
| 5.2 从动件(推杆)的常用运动规律 .....        | (35) |
| 5.3 设计盘形凸轮轮廓曲线的图解法 .....        | (37) |
| 5.4 滚子半径选取原则 .....              | (41) |
| 5.5 凸轮机构的压力角与基圆半径 .....         | (42) |
| 6 齿轮机构 .....                    | (43) |
| 6.1 齿轮机构的应用及分类 .....            | (43) |
| 6.2 齿轮的齿廓曲线 .....               | (45) |
| 6.3 渐开线齿廓的啮合特性 .....            | (46) |
| 6.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸 ..... | (48) |

|                                  |       |
|----------------------------------|-------|
| 6.5 渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动 .....         | (51)  |
| 6.6 渐开线直齿圆柱齿轮的变位及变位齿轮传动的类型 ..... | (55)  |
| 6.7 斜齿圆柱齿轮传动 .....               | (60)  |
| 6.8 蜗杆传动 .....                   | (63)  |
| 6.9 直齿锥齿轮传动的几何参数和尺寸计算 .....      | (66)  |
| 7 齿轮系及其设计 .....                  | (69)  |
| 7.1 齿轮系及其分类 .....                | (69)  |
| 7.2 定轴轮系的传动比 .....               | (70)  |
| 7.3 周转轮系传动比 .....                | (72)  |
| 7.4 混(复)合轮系传动比 .....             | (75)  |
| 7.5 轮系的功用 .....                  | (76)  |
| 8 机械的平衡 .....                    | (78)  |
| 8.1 机械平衡的分类 .....                | (78)  |
| 8.2 刚性转子的平衡设计 .....              | (79)  |
| 第2章 机械设计 .....                   | (85)  |
| 【考纲要求】 .....                     | (85)  |
| 【复习内容】 .....                     | (85)  |
| 1 概述 .....                       | (85)  |
| 1.1 机械设计的内容 .....                | (85)  |
| 1.2 设计机器的一般程序 .....              | (86)  |
| 2 螺纹连接 .....                     | (86)  |
| 2.1 螺纹 .....                     | (86)  |
| 2.2 螺纹牙的类型和螺纹紧固件 .....           | (87)  |
| 2.3 螺纹紧固件连接的预紧和防松 .....          | (89)  |
| 2.4 螺栓的强度计算 .....                | (91)  |
| 2.5 螺栓组连接的设计 .....               | (94)  |
| 2.6 螺纹紧固件的力学性能等级及许用应力 .....      | (97)  |
| 3 挠性传动 .....                     | (99)  |
| 3.1 带传动 .....                    | (99)  |
| 3.2 链传动 .....                    | (107) |
| 4 齿轮传动 .....                     | (111) |
| 4.1 类型和适用范围 .....                | (112) |
| 4.2 失效形式 .....                   | (112) |
| 4.3 齿轮传动的强度设计准则 .....            | (113) |
| 4.4 计算载荷 .....                   | (114) |
| 4.5 常用材料及其选择原则 .....             | (116) |
| 4.6 标准直齿圆柱齿轮传动 .....             | (118) |
| 4.7 标准斜齿圆柱齿轮传动 .....             | (124) |
| 5 蜗杆传动 .....                     | (125) |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 5.1 蜗杆传动的特点和类型 .....              | (125) |
| 5.2 受力分析 .....                    | (128) |
| 5.3 失效形式与设计准则 .....               | (129) |
| 5.4 常用材料 .....                    | (129) |
| 5.5 普通圆柱蜗杆传动 .....                | (130) |
| 6 滑动轴承 .....                      | (137) |
| 6.1 滑动摩擦的类型及其特点 .....             | (137) |
| 6.2 普通径向滑动轴承的主要结构型式 .....         | (138) |
| 6.3 滑动轴承的失效形式 .....               | (139) |
| 6.4 常用材料及润滑剂选择 .....              | (139) |
| 6.5 轴瓦结构与设计计算 .....               | (142) |
| 7 滚动轴承 .....                      | (144) |
| 7.1 主要类型与代号 .....                 | (145) |
| 7.2 使用性能 .....                    | (148) |
| 7.3 滚动轴承的选择 .....                 | (150) |
| 7.4 滚动轴承的使用 .....                 | (155) |
| 7.5 滚动轴承支点的固定方式 .....             | (159) |
| 8 联轴器与离合器 .....                   | (160) |
| 8.1 联轴器 .....                     | (160) |
| 8.2 离合器 .....                     | (167) |
| 9 轴与轴毂连接 .....                    | (176) |
| 9.1 轴 .....                       | (176) |
| 9.2 轴毂连接 .....                    | (184) |
| 10 弹簧 .....                       | (191) |
| 10.1 类型及特性 .....                  | (191) |
| 10.2 圆柱螺旋弹簧 .....                 | (194) |
| 第3章 工程材料及机械制造 .....               | (203) |
| 【考纲要求】 .....                      | (203) |
| 【复习内容】 .....                      | (204) |
| 1 工程材料 .....                      | (204) |
| 1.1 金属材料的力学性能及微观结构 .....          | (204) |
| 1.2 铁碳合金相图及其应用 .....              | (211) |
| 1.3 金属材料塑性变形与再结晶 .....            | (217) |
| 1.4 钢的热处理及应用 .....                | (221) |
| 1.5 金属材料的表面处理技术及应用 .....          | (226) |
| 1.6 常用钢材、铸铁的牌号、性能及应用 .....        | (228) |
| 1.7 常用铝合金、铜合金、轴承合金的牌号、性能及应用 ..... | (235) |
| 1.8 常用非金属材料的性能及应用 .....           | (238) |
| 1.9 工程材料的选用原则和一般步骤 .....          | (244) |

|     |                               |       |
|-----|-------------------------------|-------|
| 2   | 材料成型技术 .....                  | (247) |
| 2.1 | 铸造 .....                      | (247) |
| 2.2 | 锻造 .....                      | (269) |
| 2.3 | 焊接 .....                      | (276) |
| 2.4 | 常用机械零件毛坯的特点及选用 .....          | (290) |
| 3   | 机械加工基础知识 .....                | (293) |
| 3.1 | 机械加工 .....                    | (293) |
| 3.2 | 机床与夹具 .....                   | (302) |
| 3.3 | 金属切削原理 .....                  | (308) |
| 3.4 | 机械加工精度与表面质量 .....             | (321) |
| 3.5 | 机械加工工艺规程 .....                | (331) |
| 3.6 | 机械装配 .....                    | (340) |
| 3.7 | 特种加工 .....                    | (344) |
| 第4章 | 机械工程控制 .....                  | (349) |
|     | 【考纲要求】 .....                  | (349) |
|     | 【复习内容】 .....                  | (349) |
| 1   | 绪论 .....                      | (349) |
| 1.1 | 机械工程控制的基本含义 .....             | (349) |
| 1.2 | 机械工程控制中的信息传递、反馈及负反馈控制原理 ..... | (350) |
| 1.3 | 控制系统的分类 .....                 | (351) |
| 1.4 | 古典控制理论与现代控制理论 .....           | (352) |
| 1.5 | 本章特点 .....                    | (353) |
| 2   | 拉普拉斯变换 .....                  | (353) |
| 2.1 | 拉普拉斯(Laplace)变换 .....         | (353) |
| 2.2 | 典型时间函数的拉普拉斯变换 .....           | (354) |
| 2.3 | 拉普拉斯变换常用性质及定理 .....           | (354) |
| 2.4 | 拉氏反变换的部分分式法 .....             | (355) |
| 2.5 | 用拉氏变换求解常微分方程 .....            | (357) |
| 3   | 控制系统的数学模型 .....               | (357) |
| 3.1 | 控制系统的数学模型 .....               | (357) |
| 3.2 | 机械系统微分方程的建立 .....             | (358) |
| 3.3 | 电气系统微分方程的建立 .....             | (359) |
| 3.4 | 传递函数及典型环节 .....               | (360) |
| 3.5 | 方块图及其化简 .....                 | (363) |
| 4   | 控制系统的时域分析 .....               | (365) |
| 4.1 | 典型输入信号及脉冲响应函数 .....           | (366) |
| 4.2 | 一阶系统瞬态响应 .....                | (366) |
| 4.3 | 二阶系统瞬态响应 .....                | (367) |
| 4.4 | 瞬态响应性能评价指标 .....              | (369) |

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| 4.5 高阶系统瞬态响应 .....       | (371) |
| 4.6 系统的稳态误差 .....        | (371) |
| 5 控制系统的频域分析 .....        | (374) |
| 5.1 乃奎斯特(Nyquist)图 ..... | (375) |
| 5.2 伯德(Bode)图 .....      | (378) |
| 5.3 开环系统的伯德图 .....       | (382) |
| 5.4 系统的闭环频率特性及其指标 .....  | (384) |
| 6 线性系统的稳定性分析 .....       | (386) |
| 6.1 线性定常系统稳定的充要条件 .....  | (386) |
| 6.2 代数判据 .....           | (386) |
| 6.3 Nyquist 判据 .....     | (388) |
| 6.4 对数幅相频率特性稳定判据 .....   | (391) |
| 6.5 稳定性裕量 .....          | (391) |
| 第5章 热工基础 .....           | (393) |
| 【考纲要求】 .....             | (393) |
| 【复习内容】 .....             | (393) |
| 1 基本概念及热能转换定律 .....      | (393) |
| 1.1 基本概念 .....           | (393) |
| 1.2 热力学第一定律 .....        | (397) |
| 1.3 热力学第二定律 .....        | (400) |
| 2 工质的热力性质和热力过程 .....     | (404) |
| 2.1 物质的三态及相变过程 .....     | (404) |
| 2.2 理想气体的热力性质和热力过程 ..... | (405) |
| 2.3 蒸汽的热力性质和热力过程 .....   | (409) |
| 2.4 湿空气及其热力过程 .....      | (411) |
| 3 热量传递 .....             | (414) |
| 3.1 导热 .....             | (414) |
| 3.2 对流换热 .....           | (418) |
| 3.3 辐射换热 .....           | (422) |
| 第6章 测试技术 .....           | (426) |
| 【考纲要求】 .....             | (426) |
| 【复习内容】 .....             | (426) |
| 1 信号分析 .....             | (426) |
| 1.1 信号与信息 .....          | (426) |
| 1.2 信号的分类 .....          | (426) |
| 1.3 信号的描述 .....          | (429) |
| 1.4 典型信号的频谱 .....        | (436) |
| 2 工程中常用传感器 .....         | (438) |
| 2.1 传感器及其分类 .....        | (438) |

|     |                                  |       |
|-----|----------------------------------|-------|
| 2.2 | 电阻式传感器 .....                     | (439) |
| 2.3 | 电感式传感器 .....                     | (441) |
| 2.4 | 电容式传感器 .....                     | (443) |
| 2.5 | 压电式传感器 .....                     | (445) |
| 2.6 | 磁电式传感器 .....                     | (447) |
| 2.7 | 半导体传感器 .....                     | (448) |
| 2.8 | 光纤传感器 .....                      | (450) |
| 3   | 测试装置的基本特性 .....                  | (450) |
| 3.1 | 概述 .....                         | (450) |
| 3.2 | 测试装置的静态特性 .....                  | (452) |
| 3.3 | 测试装置的动态特性 .....                  | (454) |
| 3.4 | 测试装置对任意输入的响应 .....               | (458) |
| 3.5 | 实现不失真测试的条件 .....                 | (459) |
| 3.6 | 测试装置动态特性的测定 .....                | (459) |
| 3.7 | 负载效应 .....                       | (461) |
| 4   | 信号的调理与记录 .....                   | (461) |
| 4.1 | 电桥 .....                         | (461) |
| 4.2 | 调制与解调 .....                      | (463) |
| 4.3 | 滤波器 .....                        | (465) |
| 4.4 | 模/数和数/模转换原理 .....                | (468) |
| 5   | 现代测试系统 .....                     | (471) |
| 5.1 | 计算机测试系统组成 .....                  | (471) |
| 5.2 | 频谱分析仪与信号分析仪 .....                | (472) |
| 5.3 | 虚拟仪器 .....                       | (473) |
| 6   | 典型非电量参量的测量方法 .....               | (475) |
| 6.1 | 位移的测量 .....                      | (475) |
| 6.2 | 速度和加速度测量 .....                   | (477) |
| 6.3 | 噪声的测量 .....                      | (478) |
| 6.4 | 温度的测量 .....                      | (479) |
| 6.5 | 压力的测量 .....                      | (482) |
| 第7章 | 职业法规 .....                       | (483) |
|     | 【考纲要求】 .....                     | (483) |
|     | 【复习内容】 .....                     | (483) |
| 1   | 我国有关基本建设、建筑、环保、安及节能方面的法律法规 ..... | (483) |
| 1.1 | 建筑法律体系 .....                     | (483) |
| 1.2 | 环境保护法律体系 .....                   | (487) |
| 1.3 | 安全法规 .....                       | (494) |
| 1.4 | 节能法规 .....                       | (497) |
| 2   | 工程设计人员的职业道德与行为规范 .....           | (497) |

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 2.1 勘察设计职工职业道德准则 ..... | (497) |
| 2.2 职业道德准则 .....       | (498) |

## 第二编 习题精选与模拟试题

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 第1章 机械原理练习题 .....      | (503) |
| 第2章 机械设计练习题 .....      | (515) |
| 第3章 工程材料及机械制造练习题 ..... | (529) |
| 第4章 机械工程控制练习题 .....    | (537) |
| 第5章 热工基础练习题 .....      | (539) |
| 第6章 测试技术练习题 .....      | (544) |
| 第7章 职业法规练习题 .....      | (546) |
| 参考答案 .....             | (549) |
| 模拟试卷(一) .....          | (552) |
| 模拟试卷(二) .....          | (558) |

第一编

考纲要求  
与复习精要



# 第1章 机械原理

## 【考纲要求】

1. 机械、机构、机器。
2. 机构的结构分析:机构的组成;平面机构的机构运动简图;平面机构的自由度计算;机构具有确定运动的条件;计算平面机构自由度时应注意的事项(复合铰链、局部自由度、虚约束)。
3. 机械的摩擦、效率和自锁:运动副中摩擦力的确定;机械的效率;机械的自锁。
4. 平面连杆机构及其设计:连杆机构及其传动特点;平面四杆机构的类型和应用;平面四杆机构的基本知识(有曲柄的条件、急回运动和行程速比系数、传动角和死点);平面四杆机构的设计(用作图法设计四杆机构)。
5. 凸轮机构及其设计:凸轮机构的应用和分类;推杆的常用运动规律;用作图法进行平板凸轮轮廓曲线的设计(对心移动从动件);滚子半径选取的原则;压力角与基圆半径的关系。
6. 齿轮机构及其设计:齿轮机构的应用及分类;轮廓曲线;渐开线齿廓的啮合特点;渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸;渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动;渐开线直齿圆柱齿轮的变位及变位齿轮传动的类型;斜齿圆柱齿轮传动(基本参数与几何尺寸计算、正确啮合条件);蜗杆传动的特点、主要参数及几何尺寸;直齿锥齿轮传动的几何参数和尺寸计算。
7. 齿轮系及其设计:齿轮系及其分类;定轴轮系的传动比;周转轮系的传动比;复合轮系的传动比;轮系的功用。
8. 机械的平衡:回转件的静平衡;动平衡。

## 【复习内容】

### 1 机构、机器、机械

#### 1.1 机器和机构的特征

机器是人类在长期生产实践活动中所创造的重要工具。机器种类繁多,大体上有:原动机,如内燃机和电动机等;换能机,如空气压缩机等;加工机器,如金属切削机床和轧钢机等;运输机器,如汽车和起重机等;信息机器,如打印机和绘图机等。

尽管生产中使用的各种机器在外形、结构和功能等诸多方面各不相同,但它们具有共同的特点:机器是人为地将一些实物(机件)组合而成的装置;这些实物(机件)之间具有确定的相对运动;不论何种机器,它们通常都用于转换能量、完成有用功和处理信息,以代替或减轻人类的劳动。

机构也是人为地将一些实物(机件)加以组合而成的装置;各实物(机件)之间也具有确定的相对运动。但机构主要用于传递和转换运动,如钟表机构和仪表机构等。机构中所有构件都在同一平面内运动的机构称为平面机构,否则称为空间机构,生产中大多为平面机构。

机器常常由一个或多个机构组成。不同类型的机器可以具有相同的基本机构,如内燃机、空气压缩机以及冲床等机器中都采用了名为曲柄滑块机构的主体机构。

在本学科,机械通常是机器和机构的总称。

## 1.2 机器的功能组成

从机器的基本功能来分,按传统的说法,机器都具有如下3个重要的组成部分。

(1)原动机部分:它是驱动整个机器以实现预定功能的动力源。

(2)执行(工作)部分:它是机器中直接完成工作任务的组成部分。

(3)传动部分:它是机器中介于原动机和执行部分之间用于完成运动形式的转换以及运动和动力参数的转换、传递的组成部分。

按现代的新说法,机器还具有第4个组成部分,即控制部分。

(4)控制部分:它是控制机器各部分运动和动力的装置。一般需配备各种传感器,以进行在线测量,反馈给控制系统,发出指令,对机器中的各个部分加以控制和调节。

# 2 机构的结构分析

## 2.1 机构的组成

机构是一种主要用于转换运动形式、传递运动和导引构件上的点按给定轨迹运动的机械装置。机构是由彼此间形成可动连接的许多机件组成。根据机件抗载能力的特性,通常将不发生弹性变形且能承受拉、压等载荷的机件称为刚性构件;将仅能传递拉力的机件(如带、索和链等)称为拉曳构件或挠性构件;而仅将在一个方向上具有抗载能力的机件(如液态、气态介质以及可塑性或粒状物质)称为压力(构)件。将构件间的可动连接称为运动副,而组成机构的基本要素主要是构件和运动副。

### 2.1.1 构件和运动副

#### 1. 构件

构件是组成机构的基本要素之一。机构是由许多构件组成的,而构件又是由一个或多个零件刚性连接而成,在这些零件间没有相对运动,它们作为一个整体参与运动。因此,常将构件称为机构中的运动单元,而零件则称为制造单元。

一个作平面运动的构件在平面内有 3 个独立运动。如图 1.2-1 所示构件在坐标系  $xOy$  内可以分别沿  $x$  轴和  $y$  轴方向的移动以及绕构件上任一参考点  $A$  转动。因此,确定该构件位置的 3 个独立参数应是  $x_A$ 、 $y_A$  和  $\varphi$ 。显然一个作平面运动的构件具有 3 个自由度。

## 2. 运动副

机构是由多个构件所组成的,但每一构件不能孤立地存在,它们必须以某种方式与其他构件相连接,但这种连接不应是刚性的,而应在构件之间能产生某种相对运动。这种使构件直接接触而又能产生一定相对运动的连接称为运动副。

运动副是机构组成的另一基本要素。

两构件组成运动副时,并不是整个构件都参与接触,它们总是通过构件上某一部分的点、线或面等几何元素来实现相互接触。通常将运动副中两构件上能直接参与接触的几何元素称为运动副元素。

### 2.1.2 运动副的类型

根据运动副元素的接触特性,可将运动副分为以下两类。

#### 1. 低副

两构件运动副元素以面相接触的运动副称为低副。根据两构件组成低副后的相对运动情况,又可将低副分为转动副和移动副两种形式。

(1)转动副。组成转动副的两构件仅能在平面内做相对转动,如图 1.2-2(a)所示,构件 1 和 2 可绕轴线  $OO$  作相对转动。

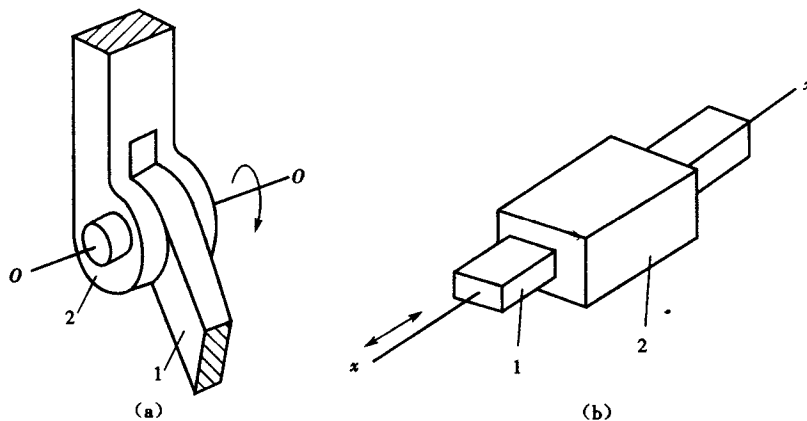


图 1.2-2 平面低副类型

(a)转动副 (b)移动副

(2)移动副。组成移动副的两构件仅能在某一方向(导路方向)作相对移动,如图 1.2-2