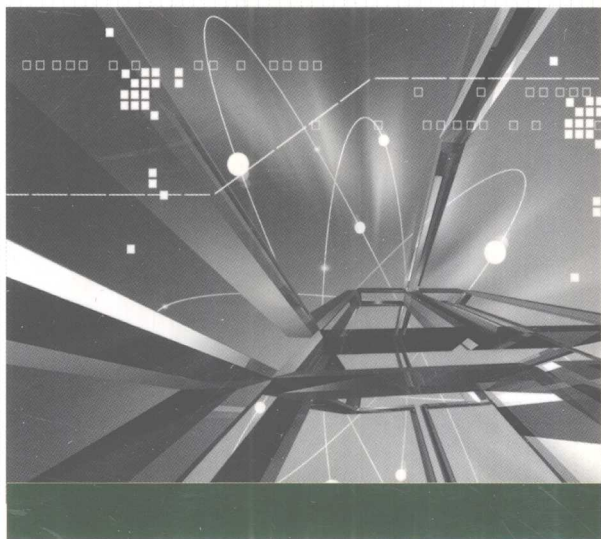


职业技能鉴定培训读本

初级工

# 机械基础

吴艳萍 主编



化学工业出版社  
工业装备与信息工程出版中心

职业技能鉴定培训读本（初级工）

# 机 械 基 础

吴艳萍 主编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

机械基础/吴艳萍主编. —北京: 化学工业出版社,  
2005. 2

职业技能鉴定培训读本(初级工)

ISBN 7-5025-6662-7

I. 机… II. 吴… III. 机械学-职业技能鉴定-教材  
IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 011175 号

---

职业技能鉴定培训读本(初级工)

机 械 基 础

吴艳萍 主编

责任编辑: 周国庆 刘 哲 李玉晖

责任校对: 宋 玮

封面设计: 于 兵

\*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行  
工业装备与信息工程出版中心  
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

\*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 7 $\frac{1}{4}$  字数 182 千字

2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6662-7/TH·291

定 价: 16.00 元

---

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

# 前 言

随着社会经济的发展，企业对从业人员的要求在发生变化，求职人员的结构也在发生变化，特别是近几年农村劳动力的转移引起了国家高度重视。劳动者需要掌握一技之长，才能谋到合适的工作，为今后的职业生涯打下好的基础。目前国家正在大力推行职业资格证书制度，它是国家劳动就业制度的重要组成部分，对于促进劳动者素质提高，提高就业率有着重要的意义。劳动者通过职业技能鉴定考试，取得国家职业资格证书，一方面，企业录用劳动者的时候，可以根据他们持有的证书判断他们的技术水平；另一方面，在国家职业标准的指导下，劳动者可以根据职业的需要去学习掌握相关的知识和技能，干什么，考什么，学什么，用宝贵的时间学到真正有用的东西。

技术技能型操作人员职业资格等级分为五级，从低到高依次为五级（初级工）、四级（中级工）、三级（高级工）、二级（技师）、一级（高级技师）。本套丛书是为技术技能型操作人员编写的初级职业技能鉴定读本，根据国家职业标准的要求编写，旨在满足农村劳动力进城就业和社会上广大新工人学习和掌握各专业工种的基础理论知识和基本操作技能的需要，尽快提高各类操作人员的技术素质，从而增强企业的竞争力，促进新生劳动力、转岗再就业人员和农村转移劳动力实现就业。

本套丛书包括《机械基础》、《机械制图》、《电工识图》、《电工基础》、《电子技术基础》、《安全技术基础》、《钳工》、《管工》、《铆工》、《焊工》、《锅炉工》、《木工》、《瓦工》、《油漆工》，共 14 本。

本套丛书力求具有以下特点。

1. 针对性强。本套丛书理论起点低，知识阐述简明扼要，语言通俗易懂，特别适合文化基础偏低的人员学习阅读。

2. 实践性强。本套丛书从企业生产实际和培训新工人的需要出发, 突出介绍了各专业工种的基本技术知识和基本操作技能、操作方法。

3. 在编写过程中充分考虑到企业生产发展和技术更新的需要, 介绍了一些新知识、新技术、新工艺、新规范和生产操作案例, 为广大技术工人知识更新和技术提高奠定基础。

本书是《机械基础》。

本书从初级工上岗“应知”的知识要求出发, 内容包括工程力学基础, 各类传动(如摩擦轮传动和带传动、螺旋传动、链传动和齿轮传动), 轮系, 平面连杆机构, 凸轮机构, 变速机构和轴系零件(如轴、轴承、键连接、销连接、联轴器、离合器、制动器)。本书知识点的选取和深浅的掌握以初级工工作中常用到的内容为原则, 可供机械制造、检修等工种的初级工培训和自学使用。

本书由吴艳萍、李红花、秦键姝、冯玉华、王伟编写, 王明、杨纪宏审核。

由于编者水平有限, 本书难免有不妥之处, 恳请读者批评指正, 不吝赐教。

编者

2005年1月

## 内 容 提 要

本书从初级工上岗“应知”的知识要求出发，内容包括工程力学基础，各类传动（摩擦轮传动和带传动、螺旋传动、链传动和齿轮传动），轮系，平面连杆机构，凸轮机构，变速机构和轴系零件（轴、轴承、键连接、销连接、联轴器、离合器、制动器）。本书知识点的选取和深浅的掌握以初级工工作中常用到的内容为原则，旨在为工人技术技能的掌握和提高打下必要的知识基础。

本书可供机械制造、检修等工种的初级工培训和自学使用。

# 化学工业出版社技术工人培训读物

## 化工工人岗位培训教材

化学基础	化工安全技术基础	化工仪表
化工工艺基础	机械基础	化工分析
化工单元操作过程	化工电气	

## 技术工人岗位培训读本

检修钳工	铆工	维修电工
电焊工	管工	仪表维修工
气焊工	起重工	

## 工人岗位培训实用技术读本

电镀技术	无损检测技术	工厂供电技术
防腐蚀衬里技术	堵漏技术	仪器分析技术
工业清洗技术	管道施工技术	
热处理技术	电机修理技术	

## 技术工人岗位培训题库

检修钳工	运行电工	合成橡胶生产操作工
焊工	维修电工	酸生产操作工
铆工	仪表维修工	纯碱生产操作工
管工	化工分析工	氯碱生产操作工
起重工	化肥生产操作工	
防腐蚀工	乙烯生产操作工	

## 职业技能鉴定培训读本（初级工）

机械基础	安全技术基础	锅炉工
机械制图	钳工	木工
电工识图	管工	瓦工
电工基础	铆工	油漆工
电子技术基础	焊工	

## 职业技能鉴定培训读本（中级工）

机械制图	热处理工	冷作钣金工
------	------	-------

机械制造基础  
金属材料与热处理  
车工  
铸造工  
电工  
钣金复合工  
金属切削工

刨插工  
钳工  
模具工  
锻造工  
镗工  
铣工  
磨工

组合机床操作工  
加工中心操作工  
电气设备安装工  
高低压电器装配工  
电机装配工  
变电设备安装工  
仪表维修工

### 职业技能鉴定培训读本（高级工）

工具钳工  
检修钳工  
装配钳工  
管工  
铆工  
电焊工  
气焊工  
钣金工  
加工中心操作工  
热处理工

维修电工  
仪表维修工  
电机修理工  
汽车维修工  
汽车维修电工  
汽车维修材料工  
摩托车维修工  
制冷工  
气体深冷分离工  
防腐蚀工

车工  
铣工  
刨插工  
磨工  
镗工  
铸造工  
锻造工  
起重工  
锅炉工

### 职业技能鉴定培训读本（技师）

化学基础  
化工基础  
电工电子基础  
机械基础  
机械制图  
工程材料  
检测与计量

检修钳工  
检修焊工  
检修铆工  
检修管工  
热处理工  
防腐蚀工  
分析化验工

电机修理工  
维修电工  
仪表维修工  
在线分析仪表维修工  
制冷工  
污水处理工

### 数控机床技术工人培训读本

数控电加工机床  
数控车床  
数控铣床  
数控加工中心



# 目 录

第 1 章 工程力学基础 .....	1
1.1 静力学基础 .....	1
1.1.1 力学的基本概念 .....	1
1.1.2 基本公理 .....	2
1.1.3 约束与约束反力 .....	4
1.1.4 受力图 .....	6
1.2 平面汇交力系 .....	8
1.2.1 平面汇交力系的合成 .....	8
1.2.2 平面汇交力系的平衡 .....	11
1.3 力矩和力偶 .....	13
1.3.1 力矩 .....	13
1.3.2 力矩平衡条件 .....	14
1.3.3 力偶 .....	15
1.3.4 平面力偶系 .....	16
1.4 平面一般力系 .....	16
1.4.1 平面一般力系的平衡 .....	17
1.4.2 固定端约束 .....	18
1.5 杆件变形 .....	19
1.5.1 构件应有足够的强度 .....	19
1.5.2 杆件变形的基本形式 .....	20
1.6 拉伸和压缩 .....	20
1.6.1 内力与截面法 .....	21
1.6.2 拉压时的应力 .....	22
1.6.3 许用应力与安全系数 .....	23
1.6.4 拉压强度计算 .....	24
1.7 剪切与挤压 .....	25
1.7.1 剪切 .....	25

1.7.2	挤压	26
1.7.3	剪切与挤压的强度条件	27
1.8	圆轴扭转	28
1.8.1	扭转的概念	28
1.8.2	圆轴扭转时的应力和强度条件	29
1.9	直梁弯曲	31
1.9.1	弯曲的概念	31
1.9.2	梁弯曲时的应力和强度条件	32
	习题	34
<b>第2章</b>	<b>摩擦轮传动和带传动</b>	<b>40</b>
2.1	传动的分类	40
2.1.1	机器和机构	40
2.1.2	构件和零件	41
2.1.3	运动副	42
2.1.4	机械传动的分类	44
2.2	摩擦轮传动	45
2.2.1	摩擦轮传动的工作原理和传动比	45
2.2.2	摩擦轮传动的特点	47
2.2.3	摩擦轮传动的类型和应用场合	48
2.3	带传动	49
2.3.1	带传动的工作原理和传动比	49
2.3.2	平带传动	50
2.3.3	V带传动	54
2.3.4	平带传动和V带传动的特点	61
2.3.5	带传动的张紧装置	61
	习题	64
<b>第3章</b>	<b>螺旋传动</b>	<b>65</b>
3.1	螺旋传动的种类及应用	65
3.1.1	螺纹的形成和种类	65
3.1.2	螺纹的应用	67
3.1.3	普通螺纹的主要参数	69
3.1.4	螺纹代号与标记	72
3.2	螺旋传动的应用形式	76

3.2.1	螺旋传动的特点 .....	76
3.2.2	普通螺旋传动 .....	77
3.2.3	差动螺旋传动 .....	80
3.2.4	滚珠螺旋传动 .....	81
	习题 .....	82
<b>第4章</b>	<b>链传动和齿轮传动</b> .....	<b>84</b>
4.1	链传动 .....	84
4.1.1	链传动及其传动比 .....	84
4.1.2	链传动的常用类型 .....	85
4.1.3	链传动的应用特点 .....	88
4.2	齿轮传动的类型和应用特点 .....	89
4.2.1	齿轮传动的应用特点 .....	89
4.2.2	齿轮传动的常用类型 .....	91
4.3	渐开线齿廓 .....	92
4.3.1	渐开线的形成 .....	92
4.3.2	渐开线的性质 .....	93
4.3.3	渐开线齿廓的啮合特性 .....	95
4.4	直齿圆柱齿轮的基本参数和尺寸计算 .....	95
4.4.1	直齿圆柱齿轮几何要素 .....	95
4.4.2	直齿圆柱齿轮基本参数 .....	96
4.4.3	标准直齿圆柱齿轮几何尺寸的计算 .....	98
4.4.4	直齿圆柱内齿轮 .....	101
4.4.5	齿轮副的正确啮合条件和连续传动条件 .....	101
4.5	其他常用齿轮及其传动简介 .....	102
4.5.1	斜齿圆柱齿轮 .....	102
4.5.2	直齿锥齿轮及其传动 .....	105
4.5.3	齿轮齿条传动 .....	106
4.5.4	蜗杆传动 .....	108
4.6	齿轮的根切现象和最少齿数 .....	110
4.6.1	齿轮轮齿的加工方法 .....	110
4.6.2	齿轮的根切现象和最少齿数 .....	112
4.7	齿轮轮齿的失效形式 .....	113
4.7.1	齿面点蚀 .....	113

4.7.2	齿面磨损	114
4.7.3	齿面胶合	115
4.7.4	轮齿折断	115
4.7.5	齿面塑性变形	116
习题		116
<b>第5章</b>	<b>轮系</b>	<b>119</b>
5.1	轮系的应用与分类	119
5.1.1	轮系及其应用特点	119
5.1.2	轮系的分类	120
5.2	定轴轮系的传动比	121
5.2.1	齿轮副的传动比及回转方向	121
5.2.2	定轴轮系传动比的计算	122
5.2.3	定轴轮系中任意从动轮转速的计算	125
5.3	周转轮系简介	126
5.3.1	周转轮系的组成	126
5.3.2	周转轮系的分类	127
习题		128
<b>第6章</b>	<b>平面连杆机构</b>	<b>129</b>
6.1	铰链四杆机构的组成与分类	129
6.1.1	铰链四杆机构的组成	129
6.1.2	铰链四杆机构的基本类型	130
6.2	铰链四杆机构的基本性质	136
6.2.1	曲柄存在的条件	136
6.2.2	急回特性	138
6.2.3	死点位置	138
6.3	铰链四杆机构的演化	140
6.3.1	曲柄滑块机构	140
6.3.2	导杆机构	142
习题		144
<b>第7章</b>	<b>凸轮机构及其他常用机构</b>	<b>145</b>
7.1	凸轮机构概述	145
7.1.1	凸轮机构的基本组成	145
7.1.2	凸轮机构的应用特点	147

7.1.3	凸轮机构的基本类型 .....	147
7.2	凸轮机构的工作原理 .....	150
7.2.1	凸轮机构的工作过程和有关参数 .....	150
7.2.2	从动件的常用运动规律 .....	151
7.3	变速机构 .....	155
7.3.1	概述 .....	155
7.3.2	滑移齿轮变速机构 .....	155
7.3.3	塔齿轮变速机构 .....	156
7.3.4	倍增变速机构 .....	156
7.3.5	拉键变速机构 .....	158
7.3.6	机械无级变速机构 .....	159
7.4	步进运动机构 .....	160
7.4.1	概述 .....	160
7.4.2	棘轮机构 .....	160
7.4.3	槽轮机构 .....	164
	习题 .....	167
<b>第8章</b>	<b>轴系零件</b> .....	<b>169</b>
8.1	键、销及其连接 .....	169
8.1.1	键连接 .....	169
8.1.2	销连接 .....	179
8.2	轴 .....	180
8.2.1	轴的分类和应用 .....	180
8.2.2	轴的结构和轴上零件的固定 .....	183
8.3	轴承 .....	188
8.3.1	滑动轴承 .....	188
8.3.2	滚动轴承 .....	196
8.4	联轴器、离合器和制动器 .....	206
8.4.1	几种常用联轴器的结构 .....	206
8.4.2	几种常用的机械离合器 .....	211
8.4.3	常用制动器 .....	214
	习题 .....	216
	<b>参考文献</b> .....	<b>218</b>

# 第 1 章 工程力学基础

任何一种机械都是由许多不同构件组成的，当机械工作时，这些构件将受到力的作用。这种作用会改变构件原来的运动状态，或者使构件的尺寸和形状发生变化。当作用力过大时，构件将产生较大的变形，甚至损坏。如何分析构件的受力情况和运动情况，以及为其选择适当的材料，确定合理的截面，以保证构件安全可靠工作，这是本章所研究的主要问题。

## 1.1 静力学基础

### 1.1.1 力学的基本概念

(1) 力的概念 力是物体间相互的机械作用，其作用效果是使物体改变运动状态，或者使物体产生变形。

由实践可知，力对物体的作用效果取决于三个要素：力的大小、力的方向、力的作用点。

具有大小和方向的量称为矢量，力是矢量。矢量可以用一有向线段表示，如图 1-1 所示。按一定比例画出的线段长度 (AB) 表示力的大小，箭头表示力的方向，线段的起点或终点表示力的作用点。通过力的作用点，沿力的方向所画出的直线，称为力的作用线。

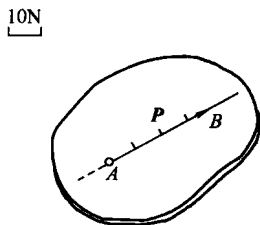


图 1-1 力的图示

为了度量力的大小，必须确定力的单位。在国际单位制 (SI) 中，力的单位是 N (牛)，或 kN (千牛)。

(2) 平衡的概念 力学基础研究的首要内容是物体机械运动的

特殊情况——物体的平衡问题。所谓物体的平衡是指物体相对于地球保持静止或者做匀速直线运动的状态。实际上，一切物体都在永恒地运动着，平衡只是相对的。在一般工程技术问题中，静止或平衡总是相对于地面而言的。

(3) 刚体的概念 所谓刚体，就是在力的作用下形状和大小都保持不变的物体。事实上，任何物体在力的作用下都会产生程度不同的变形。当变形很微小，对于研究物体的平衡问题影响极小时，可以略去不计。

#### (4) 基本定义

① 力系 同时作用在同一物体上的许多力（一组力或一群力）称为力系。

② 平衡力系 如果某一个力系作用在物体上，使物体处于平衡状态，则这个力系称为平衡力系。

③ 合力 如果一个力和一个力系等效，则这个力称为这个力系的合力，力系中的各力称为合力的分力，已知分力求合力的过程称为力的合成，已知合力求分力的过程称为力的分解。

④ 二力构件 只受两个力作用而处于平衡的构件称为二力构件。其受力特点是：所受二力的作用线必在二力作用点的连线上，且等值反向。当构件的形状为杆状时，则称为二力杆。

⑤ 三力构件 只受共面三个力的作用而处于平衡的构件称为三力构件。若三力中已知两个力的交点，则第三个力的作用线必过此交点。

### 1.1.2 基本公理

公理一（二力平衡公理） 要使作用在一个刚体上的两个力平衡，其充分且必要条件是两个力大小相等，方向相反，作用在同一直线上（图 1-2）。

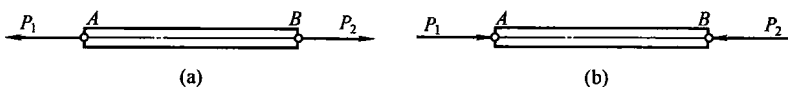


图 1-2 二力平衡公理

**公理二（加减平衡力系公理）** 在一个力系上加上或者减去任意一个平衡力系，不会改变原力系对刚体的作用效果。

应用公理一和公理二可得到推论（力的可传性原理）作用在刚体上的任何一个力，

可以沿其作用线移动作用点，而不改变此力对刚体的作用效果。如图 1-3，力的作用点由 A 移动到 B，作用效果没变。

由推论看出，力对刚体的作用效果仅取决于力的大小，力的方向及力的作用线位置。因此，力的三要素也可说成：力的大小、方向、作用线。

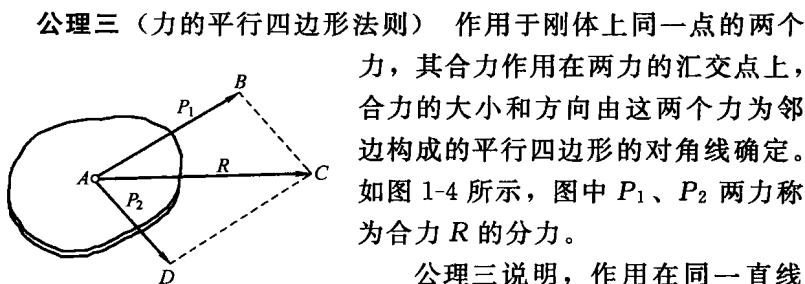


图 1-3 力的可传性

**公理三（力的平行四边形法则）** 作用于刚体上同一点的两个力，其合力作用在两力的汇交点上，合力的大小和方向由这两个力为邻边构成的平行四边形的对角线确定。如图 1-4 所示，图中  $P_1$ 、 $P_2$  两力称为合力  $R$  的分力。

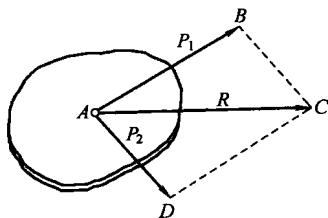


图 1-4 力的平行四边形法则

公理三说明，作用在同一直线上的两个力，其合力为两力的和或差；两个相交力的合成不能简单地

将其数值大小相加减，而必须按平行四边形法则确定。如果两个力相垂直，其合力为以这两个力为邻边构成的矩形的对角线。反过来，任何一个力都能分解为一对相互垂直的分力。

**公理四（作用与反作用公理）** 两物体间的作用是相互的，甲物体给乙物体一个作用力，乙物体必定同时给甲物体一个反作用力。作用力与反作用力大小相等，方向相反，作用线重合。

公理四所说的一对力分别作用在两个物体上（不一定是刚体），不是平衡力，而公理一所说的一对力是作用在同一刚体上的。



### 1.1.3 约束与约束反力

有些物体，如飞行的飞机、炮弹等，在空间的位移不受任何限制。位移不受限制的物体称为自由体。有些物体，如机车、悬挂的日光灯等，在空间的位移则受到一定的限制。如机车受到铁轨的限制，只能沿铁轨移动；日光灯受到绳索的限制，不能下落。位移受到限制的物体称为非自由体。限制非自由体运动的物体称为约束。例如，铁轨对于机车、绳索对于日光灯等都是约束。

既然约束阻碍着物体的运动，所以它就对物体有力的作用，约束作用在物体上的力称为约束反力。约束反力的方向总是与该约束所能阻碍的运动方向相反。应用这个准则，可以确定约束反力的方向或作用线的位置。至于约束反力的大小，一般是未知的。在物体上，除约束反力以外，那些大小和方向都已知的力称为主动力，如物体受到的重力、加在物体上的牵引力等。

下面介绍几种在工程实际中常遇到的简单的约束和定性确定约束反力的方法。

(1) 柔体约束 由柔软的绳索、带、链条等构成的约束称为柔体约束。由于它们本身的特点，只能承受拉力而不能承受压力，所以柔体约束反力总是作用在连接点（接触点），方向沿着绳索而背离物体。常用字母  $S$ 、 $T$  表示，如图 1-5 所示。

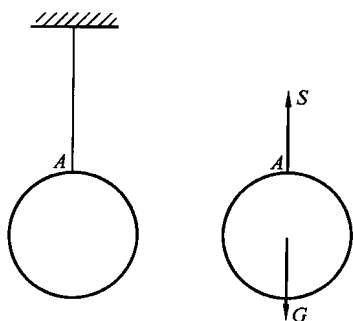


图 1-5 柔体约束

(2) 光滑面约束 两个相互接触的物体，如接触面上的摩擦力很小，可以略去不计时，这种光滑面所构成的约束称为光滑面约束。

光滑面约束不能限制物体沿约束表面切线方向的位移，只能阻碍物体沿接触表面法线向约束内部方向的位移。因此，光滑面约束反力作用在接触点，方向沿接触表面的公法线并指向受力物体。常用字母  $N$  表示，如图 1-6 所示。