

职业技能鉴定培训读本（技师）

机 械 基 础

吉化集团公司 组织编写

张恩泽 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/张恩泽主编. —北京: 化学工业出版社,

2004. 1

职业技能鉴定培训读本 (技师)

ISBN 7-5025-5114-X

I. 机… II. 张… 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 (2003) 第 124715 号

职业技能鉴定培训读本 (技师)

机 械 基 础

吉化集团公司 组织编写

张恩泽 主编

责任编辑: 周国庆 刘 哲 周 红

责任校对: 顾淑云

封面设计: 郑小红

*

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

北京市兴顺印刷厂印刷

北京市兴顺印刷厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 15 $\frac{1}{2}$ 字数 415 千字

2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5114-X/G · 1361

定 价: 35.00 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

职业技能鉴定培训读本 (技师)

编写委员会

主任 张晓霏

副主任 申尧民 孙树祯 魏 然

委员 张晓霏 申尧民 孙树祯 魏 然

陈紫铭 刘焕臻 曲诗林 陈万友

关昱华 刘勃安 周国庆

前 言

当今世界已步入到知识经济和市场经济时代，企业生存与发展要依靠先进的生产力和高素质复合型人才。在技术密集型企业中将新技术、新工艺、新设备广泛应用并迅速转化为优质产品，需要大批高智能技术工人的有效劳动。因此在企业中高素质的技术人员、技师、高级技师是不可缺少的人才。目前，企业中身怀绝技的技师、高级技师奇缺，所以培训技师、高级技师是企业的当务之急。

吉化集团公司组织几十名工程技术人员和高级技师编写了一套《职业技能鉴定培训读本（技师）》（以下简称《读本》），共 20 本，其中包括 7 本基础读本，分别为《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》，13 本专业技术读本，分别为《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》。参加编写的同志都长期在生产一线从事工艺设计、开发、生产技术管理、设备维护检修等专业技术工作，具有较强的理论基础知识和丰富的实践经验。

这套《读本》以技师为主要读者对象，适当兼顾高级工和高级技师的需要。在编写过程中，参考了国家及有关行业高级工、技师和高级技师的职业标准和职业技能鉴定规范，比较全面地介绍了企业中现行使用的新标准、新技术、新设备、新工艺等方面的内容及应用。这套《读本》的特点如下：①知识面较宽，起点较高，尤其注意理论联系实际；②比较全面地介绍了企业，特别是化工企业中主要专业工种的检修技术；③系统阐述了各专业工种的工艺要求和操作技能；④列举了工作或生产案例，突出了实际生产操作中高、

难技艺的论述。

本书是《职业技能鉴定培训读本（技师）》之一。主要讲述了工程力学和机械传动的有关知识。包括静力学的基本概念和刚体的受力分析、平面力系、直杆的拉伸与压缩、剪切与圆轴的扭转等，共 15 章，每章后面安排了有针对性的习题。附录中汇编了有关金属材料、型钢等最新标准。在本书的编写中，编者结合多年的教学实践，并注意吸收其他教材的优点，力求做到基本概念、基本理论论述清晰、严谨，内容精炼、深入浅出，突出实用性和技能性。在内容的安排、例题和习题的选取等方面，尽量做到符合技师的认知特点和教学规律，注重素质和能力的提高。

本书对提高技师的技术理论水平和实际操作技能会有很大帮助，适合企业培训技师或技术工人自学，也可供有关工程技术人员参考。

本书第 1 篇由吉林化工学院张恩泽编写；第 2 篇第 8 章～第 13 章由张卫华编写；第 2 篇第 14 章、第 15 章由黄志远编写。主编张恩泽，审核于修明。全书由吉化集团公司化机厂于修明等人审核。

由于编者水平所限，不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

2003 年 12 月

目 录

第 1 篇 工程力学

第 1 章 静力学的基本概念和刚体的受力分析	1
1 力的概念及其性质	1
1.1 力的概念	1
1.2 力的基本性质	2
2 刚体的受力分析	6
2.1 约束和约束反力	6
2.2 刚体的受力分析	10
习题	12
第 2 章 平面力系	15
1 平面汇交力系的简化与平衡	15
1.1 平面汇交力系的简化	15
1.2 平面汇交力系的平衡条件	18
2 力矩、力偶、力的平移定理	20
2.1 力矩	20
2.2 力偶	22
2.3 力的平移定理	24
3 平面一般力系的简化与平衡	25
3.1 平面一般力系的简化	25
3.2 平面一般力系的平衡条件和平衡方程	27
习题	30
第 3 章 直杆的拉伸与压缩	37
1 直杆在轴向外力作用下的变形与内力	37
1.1 变形与线应变	37
1.2 拉伸和压缩时横截面上的内力	39
1.3 拉伸和压缩时横截面上的应力	41

2	金属在拉伸和压缩时的力学性能	45
2.1	低碳钢的拉伸实验及力学性能	45
2.2	其他材料在拉伸时的力学性能	50
2.3	材料在压缩时的力学性能	51
2.4	温度对材料力学性能的影响	54
3	受拉(压)直杆的强度计算	56
3.1	许用应力与安全系数	56
3.2	受拉(压)直杆的强度条件	58
4	热应力的概念	62
	习题	64
第4章 剪切与圆轴的扭转		69
1	剪切	69
1.1	剪切的概念	69
1.2	剪力、剪应力与剪切强度条件	70
1.3	挤压的概念和强度条件	72
1.4	剪切变形和剪切虎克定律	73
2	扭转时的外力与内力	75
2.1	扭转的概念	75
2.2	外力偶矩的计算	76
2.3	扭转时的内力——扭矩的计算	77
3	圆轴扭转时的变形与内力	81
3.1	变形分析	81
3.2	应力分布	82
3.3	剪应力的计算	82
3.4	扭转角的计算	86
4	圆轴扭转时的强度与刚度条件	87
4.1	圆轴扭转时的强度条件	87
4.2	圆轴扭转时的刚度条件	88
	习题	91
第5章 弯曲		97
1	弯曲的概念及梁的外力	97
1.1	弯曲的概念	97
1.2	梁的类型	98

1.3	梁的外力	99
2	梁弯曲时的内力——剪力与弯矩的计算	101
3	弯矩图	107
4	纯弯曲时梁的正应力及其强度条件	118
4.1	变形分析	118
4.2	弯曲正应力的分布规律	121
4.3	曲率与正应力的计算	122
4.4	截面的轴惯性矩和抗弯截面模量	125
4.5	弯曲正应力的强度条件	129
4.6	梁的合理截面	134
5	梁的变形及其刚度条件	138
5.1	梁的挠度和转角	138
5.2	挠曲线的微分方程	140
5.3	用叠加法求梁的变形	150
5.4	梁的刚度校核	152
	习题	153
第6章	复杂应力状态与强度理论	160
1	轴向拉伸与压缩时杆件斜截面上的应力	161
2	应力状态的概念	164
2.1	一点处的应力状态	164
2.2	应力状态的种类	166
3	二向应力状态	167
3.1	二向应力状态下斜截面上的应力	168
3.2	应力圆	169
3.3	主应力与主平面	172
3.4	最大剪应力	173
3.5	广义虎克定律	175
4	强度理论	177
4.1	材料的破坏形式	177
4.2	强度理论的概念	178
4.3	强度理论简介	178
5	强度理论的应用	186
5.1	扭转与弯曲的组合	186

5.2 弯曲与拉伸（或压缩）的组合	190
习题	193
第7章 压杆稳定	197
1 压杆稳定的概念	197
2 临界压力和欧拉公式	198
2.1 临界压力和欧拉公式	198
2.2 临界应力和欧拉公式的适用范围	200
2.3 柔度 $\lambda < \lambda_p$ 的压杆临界应力的计算	201
3 压杆稳定的计算	202
习题	206

第2篇 机械传动

第8章 螺纹联接	208
1 概述	208
1.1 螺纹的分类	208
1.2 常用的螺纹	208
2 螺纹联接的基本类型和螺栓组结构	210
2.1 螺纹联接的基本类型	210
2.2 螺栓组结构	213
3 螺纹联接的强度计算	215
3.1 螺旋副受力分析	215
3.2 螺纹联接的预紧和防松	219
3.3 承受轴向载荷的螺栓联接的强度计算	222
4 螺纹联接件的材料与提高联接强度的措施	228
4.1 螺纹联接件的材料	228
4.2 螺栓联接的许用应力	228
4.3 提高螺栓联接强度的措施	229
习题	232
第9章 带传动	233
1 概述	233
2 带传动的受力分析	236
2.1 带传动的受力分析	236

2.2	带的弹性滑动	237
2.3	带的应力分析	238
3	V带传动的设计	239
3.1	选择传动比 i	240
3.2	选择带的型号	240
3.3	确定小带轮的节圆直径 d_1 、验算带速、确定大带轮 节圆直径 d_2	241
3.4	确定中心距 a 和带长 L_p	242
3.5	验算小轮包角 α_1	243
3.6	确定 V 带的根数 Z	243
3.7	计算作用于带轮轴上的压力 Q	245
3.8	V 带带轮设计	246
4	V 带传动的张紧装置及使用和维护	249
4.1	带的张紧及其张紧装置	249
4.2	带传动的使用和维护	250
	习题	250
第 10 章	链传动	252
1	概述	252
1.1	链传动的特点及应用	252
1.2	链条	252
1.3	链轮	255
2	链传动的运动特性	257
3	链传动的设计	258
3.1	链传动的主要失效形式	258
3.2	滚子链的功率曲线	259
3.3	链传动的设计计算及主要参数选择	261
4	链传动的布置和张紧	263
4.1	链传动的布置	263
4.2	链传动的张紧	264
	习题	266
第 11 章	齿轮传动	268
1	概述	268
1.1	齿轮传动的特点	268

1.2	齿轮传动的分类	268
2	渐开线齿轮	270
2.1	渐开线的形成及其特性	270
2.2	渐开线标准齿轮各部分的名称和尺寸	272
2.3	渐开线齿轮啮合的必要条件	277
3	齿轮的失效形式	278
3.1	轮齿折断	278
3.2	齿面点蚀	278
3.3	齿面磨损	279
3.4	齿面胶合	280
3.5	齿面塑性变形	280
4	齿轮材料及热处理	281
4.1	齿轮材料	281
4.2	齿轮的热处理	283
5	直齿圆柱齿轮的强度计算	284
5.1	轮齿的受力分析	285
5.2	计算载荷	286
5.3	齿根弯曲疲劳强度计算	289
5.4	齿面接触疲劳强度计算	292
5.5	轮齿的许用弯曲应力和许用接触应力	294
5.6	齿轮的结构	294
6	蜗杆传动	297
6.1	蜗杆传动的类型和特点	297
6.2	普通圆柱蜗杆传动的主要参数及几何尺寸	298
6.3	普通圆柱蜗杆传动的失效形式设计准则及常用材料	302
7	轮系和减速器	303
7.1	轮系	303
7.2	减速器	305
	习题	311
第 12 章 轴与联轴器		313
1	概述	313
1.1	轴的分类	313
1.2	轴的材料	314

1.3	轴径的初步估算	316
1.4	轴的结构设计	317
2	轴的强度与刚度计算	324
2.1	轴的强度计算	324
2.2	轴的刚度计算	326
3	联轴器	327
3.1	联轴器的作用	327
3.2	联轴器的类型及结构	327
3.3	联轴器的选择	335
	习题	336
第 13 章 轴承		338
1	概述	338
2	滑动轴承的结构与材料	340
2.1	向心滑动轴承的结构	340
2.2	推力滑动轴承的结构	342
2.3	轴瓦的材料和结构	343
3	滑动轴承的校核计算与润滑	349
3.1	非液体润滑轴承的校核计算	349
3.2	滑动轴承的润滑	352
4	滚动轴承的结构、类型及其代号	360
4.1	滚动轴承的结构	360
4.2	滚动轴承的分类	361
4.3	滚动轴承的类型和特性	362
4.4	滚动轴承的代号	364
5	滚动轴承的选择与校核计算	367
5.1	滚动轴承类型的选择	367
5.2	滚动轴承尺寸的选择	368
5.3	滚动轴承的校核计算	368
	习题	378
第 14 章 液压系统		380
1	液压系统的组成及基本计算	380
1.1	液压系统的组成	380
1.2	压力分级	380

1.3	基本计算	380
2	液压系统常用的图形符号	381
3	常用的液压元件	385
3.1	油泵和油马达	385
3.2	油缸	389
3.3	换向阀	391
3.4	单向阀	393
3.5	溢流阀	394
3.6	节流阀	394
3.7	常用的液压辅助元件	396
3.8	液压油的选择	396
4	液压系统的检修	397
4.1	液压系统的拆卸要求	397
4.2	齿轮油泵与齿轮液压马达的修理	398
4.3	叶片油泵与叶片油马达的修理	400
4.4	柱塞油泵与柱塞油马达的修理	401
4.5	油缸的修理与装配	402
4.6	常用阀的修理	403
4.7	常见故障的处理	403
第 15 章 气压传动系统		409
1	气压传动系统的组成及特点	409
1.1	气压传动系统的组成	409
1.2	气压传动的特点	409
1.3	气压传动常用的基本计算公式	410
2	常用汽缸与气马达	413
2.1	单向作用汽缸	413
2.2	双向作用汽缸	414
2.3	组合汽缸	416
2.4	特殊汽缸	417
2.5	气马达	418
3	常用控制阀	421
3.1	减压阀(调压阀)	421
3.2	安全阀(溢流阀)	422

3.3	节流阀	424
3.4	气压控制换向阀	426
4	气压传动系统的辅助元件	432
4.1	过滤器	432
4.2	油雾器	432
4.3	消声器	432
4.4	转换器	433
4.5	其他辅助元件	433
	附录	434
	参考文献	477

第 1 篇 工程力学

第 1 章 静力学的基本概念和刚体的受力分析

工程力学是研究构件在外力作用下变形和破坏的规律，以为设计的构件确定材料和尺寸，满足强度、刚度和稳定性的要求。静力学是工程力学的一个组成部分，它是研究力系的简化和物体在力系作用下的平衡条件。作用于物体上的多个力的总称为力系。平衡则是物体相对于惯性参考系处于静止或匀速直线运动的状态。若一物体在某个力系作用下处于平衡状态，则称该力系为平衡力系。一个平衡力系，其中各个力之间必须满足一定的条件，这个条件称为力系的平衡条件。

静力学所采用的力学模型是刚体，所以静力学又称为刚体静力学。所谓刚体就是在任何情况下，体内任意两点间的距离都不会改变的物体。

静力学主要研究以下三个问题。

① 物体的受力分析。是分析物体所受各力的大小、方向和作用点，以达了解力系的目的。

② 力系的简化。是把作用在物体上较为复杂的力系，用一个最简单的与其等效的力系来代替。

③ 力系的平衡条件。即物体处于平衡状态时，作用于物体上的力系所应满足的条件。利用平衡条件，可以求出力系中的未知量。

1 力的概念及其性质

1.1 力的概念

力是力学的基本概念。人们对于力的认识，最初是与推、拉、

举、掷时肌肉的紧张与疲劳的主观感觉相连系的。后来在长期的生产和生活中，通过反复的观察、实验和分析，逐步认识到，无论在自然界或工程实际中，物体机械运动状态的改变或变形，都是物体间相互机械作用的结果。例如汽车在刹车后，速度很快减小直至静止；吊车梁在吊重物时产生弯曲等。人们通过科学的抽象，得出力的概念，即力是物体间相互的机械作用，这种作用的结果是使物体的机械运动状态发生改变，或使物体变形。

物体受力后产生了两种效应，一是使物体的机械运动状态发生改变，称之为运动效应或外效应；二是使物体的形状发生改变，称之为变形效应或内效应。物体的外效应可以分为两种情况，如人沿直线推小车使其移动，是力的移动效应。人作用于绞车手柄上的力使鼓轮转动，这是力的转动效应。一般情况下，一个力对物体作用时，既有移动效应，又有转动效应。

实践证明，力对物体的效应取决于力的大小、方向和作用点，这三者称为力的三要素。

力的大小表示物体间机械作用的强弱。力有集中力和分布力之分。按照国际单位制，集中力的单位用牛顿（N）、千牛顿（kN）；分布力的单位是牛顿/米²（N/m²）或牛顿/米（N/m）。

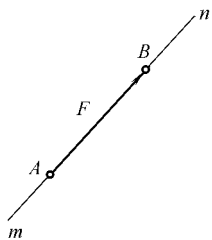


图 1-1 力的三要素

力是具有大小和方向的物理量，这种量叫矢量。而只有大小而无方向的量，称为标量，如质量、长度、时间等。力是矢量，用黑体字或字上加一箭头表示，例如 F 或 \vec{F} 。力的三要素可以用一个带箭头的有向线段来表示。如图 1-1 所示。线段长度 AB （按一定比例，如 1mm 代表 100N）代表力的大小；线段的方位和箭头指向表示力的方向；线段的始端 A 或末端 B 表示力的作用点。 A 为始端， B 为末端的矢量也可以记为 \overrightarrow{AB} 。

1.2 力的基本性质

人们经过长期的实践，认识了力的各种性质。这些性质反映了

力所遵循的客观规律，主要有以下四种。

1.2.1 二力平衡条件

作用在同一刚体上的两个力使刚体保持平衡的必要和充分条件是：这两个力大小相等，方向相反，并且作用在同一直线上（简称这两个力等值、反向、共线）。

当杆 AB 的两端分别受到 F_A 和 F_B 的作用（见图 1-2）而处于平衡状态时，则必须是

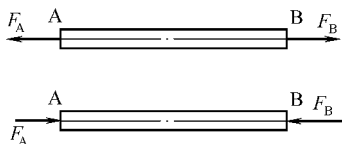


图 1-2 二力平衡条件

$$F_A = -F_B$$

即 F_A 和 F_B 必须等值、反向、共线。 F_A 和 F_B 称为作用在同一物体上的一对平衡力。

但对非刚体而言，二力平衡条件只是必要条件，而不是充分条件，如绳索一类的柔性体，当受等值、反向、共线的两个拉力作用时，则处于平衡状态，但受两个等值、反向、共线的压力作用时，就不能平衡。

只受两个力作用而处于平衡的构件，称为二力构件，当构件为杆件时则称为二力杆。二力杆的受力特点是二力的作用线都必定沿着作用点的连线。

1.2.2 加减平衡力系原理和力的可传性原理

在作用于刚体上的任何一个力系中，加上或减去任意一个平衡力系，并不改变原来力系对刚体的效应。这个原理的正确性是显而易见的，因为平衡力系对于刚体的平衡或运动状态没有影响，这个原理是力系简化的理论根据。

应用二力平衡条件和加减平衡力系原理得到一个推论，即作用在刚体上的力可沿其作用线移动到这个刚体内的任意一点，而不改变该力对这个刚体的效应。这种可传递的性质称为力的可传性原理。例如已知小车在 A 点受推力 F 的作用 [见图 1-3(a)]，在 F 力作用线上的任一点 B，沿 F 的作用线加一对平衡力 F_1 、 F_2 ，并使