

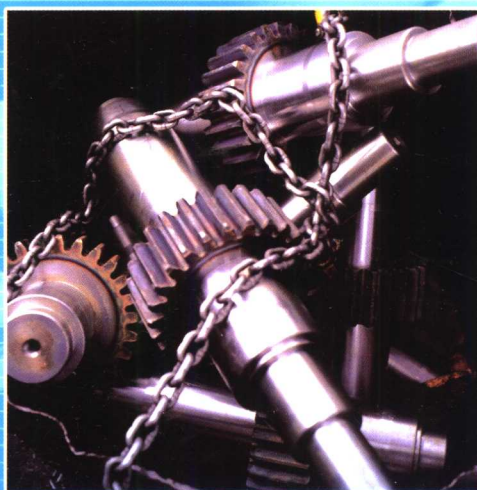


中等职业教育规划教材
根据教育部中等职业学校新教学大纲要求编写

机械基础

中等职业教育规划教材编写组

芋耀贤 主编



中华工商联合出版社
CHINA INDUSTRY & COMMERCE ASSOCIATED PRESS

中等职业教育规划教材

机械基础

中等职业教育规划教材编写组

芋耀贤 主编

中华工商联合出版社

责任编辑:曹荣 卢俊

封面设计:陈立明

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/芋耀贤主编. —北京:中华工商联合出版社,2006.11
(中等职业教育规划教材)

ISBN 7-80193-507-1

I. 机… II. 芋… III. 机械学—专业学校—教材 IV. TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 135796 号

中华工商联合出版社出版、发行

北京东城区东直门外新中街 11 号

邮编:100027 电话:64153909

网址:www.chgslcbs.cn

北京鸿鹄印刷厂印刷

新华书店总经销

787×1092 毫米 1/16 印张:11.75 240 千字
2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 7-80193-507-1/G·161

定价:15.80 元

中等职业教育规划教材

出版说明

为了更好地贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,全面落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,中等职业教育教材编写组组织相关力量对实现中等职业教育培养目标、保障重点专业建设的主干课程进行了规划和编写。从 2006 年秋季开始,中等职业教育系列规划教材将陆续出版,提供给广大中等职业学校使用。

中等职业教育系列规划教材是面向中等职业教育的规范性教材,严格按照国家教育部最新颁发的教学大纲编写,并通过了专家的审定。本套教材深入贯彻了素质教育的理念,突出了中等职业教育的特点,注重对学生的创新能力和实践能力的培养。本套教材在内容编排、例题组织和图示说明等方面努力作出创新亮点,在满足不同学制、不同专业以及不同办学条件教学需求的同时,实现教学效果的最优化。

希望各地、各校在使用本套教材的过程中,认真总结经验,及时提出改善意见和建议,使之不断地得到完善和提高。

中等职业教育规划教材编写组

前 言

近年来,随着教育的不断深入,中等职业技术教育迅速发展。许多学校对机械类专业的教学内容进行了有机的整合。中等职业教育规划教材编写组结合中等职业学校教学实际和中等职业学生的特点,贯彻职业教育应知应会、够用为度的原则,组织专家力量,编写了这本教材。本书特别适合作为中等职业学校的机械类及近机械类专业使用,同时还可供工厂技术管理人员参阅。

本书是中等职业学校机械类及近机械类专业的一门技术基础课。本书旨在培养学生初步分析机械功能及使用一般机械的能力,掌握机械技术的基本知识和基本技能,为今后解决生产实际问题和继续学习打下基础。

本书采用常见实例,由浅入深地讲述了机械概述、静力学、材料力学、支承零部件、联接、常用机构、机械传动、液压传动、机械维护等内容,内容的选取尽可能宽,但少而精,给学生留有一定的思考余地。本书主要体现如下特色:

- (1)严格按照教学大纲编写,更符合教学规律;
- (2)注重理论联系实际和基本技能的训练;
- (3)为便于学生复习和掌握知识,每章都有适量针对性强的习题;
- (4)注重实践与创新的培养。

本书由芋耀贤编写。

由于时间紧迫,水平有限,书中难免存在一些不足和缺点,恳请广大师生及读者不吝提出批评、指正和改进意见。在此深表谢意。

编 者

目 录

绪论	1
§ 0-1 本课程的内容、性质、任务和基本要求	1
§ 0-2 如何学好这门课程	1
第一章 机械概述	3
§ 1-1 机器及其组成	3
§ 1-2 金属材料的性能	5
§ 1-3 机械零件的强度	8
§ 1-4 摩擦与磨损	10
本章练习	12
第二章 静力学	13
§ 2-1 静力学概述	13
§ 2-2 静力学公理	14
§ 2-3 力矩和平面力偶系	16
§ 2-4 约束与约束力	18
§ 2-5 平面受力分析	20
本章练习	26
第三章 材料力学	29
§ 3-1 材料力学概述	29
§ 3-2 拉伸与压缩	30
§ 3-3 剪切与挤压	36
§ 3-4 圆轴的扭转	38
§ 3-5 直梁的弯曲	42
本章练习	49
第四章 工程材料	51
§ 4-1 黑色金属材料	51
§ 4-2 有色金属材料	58
§ 4-3 非金属材料	61
本章练习	64

第五章 支承零部件	65
§ 5-1 轴	65
§ 5-2 轴承	69
本章练习	76
第六章 联接	77
§ 6-1 键联接的类型、特点及应用	77
§ 6-2 螺纹联接的类型、特点及应用	80
§ 6-3 联轴器与离合器	85
本章练习	90
第七章 常用机构	91
§ 7-1 机构的基本知识	91
§ 7-2 平面连杆机构	92
§ 7-3 凸轮机构	99
本章练习	101
第八章 机械传动	102
§ 8-1 带传动与链传动	102
§ 8-2 齿轮传动与蜗杆传动	108
§ 8-3 齿轮系	127
§ 8-4 减速器	130
本章练习	134
第九章 液压传动	136
§ 9-1 液压传动概述	136
§ 9-2 液压元件	142
§ 9-3 液压回路	161
本章练习	169
第十章 机械维护	171
§ 10-1 机械的润滑	171
§ 10-2 机械的密封	175
§ 10-3 机械的危险零部件及机械伤害	177
本章练习	178

绪 论

§ 0-1 本课程的内容、性质、任务和基本要求

一、本课程的内容和性质

本课程是中等职业学校机械类及近机械类专业的一门技术基础课。教材兼顾了综合性和基础性的要求,一方面力求综合,尽量全面地介绍机械基础领域的知识;另一方面,考虑到中职教育的特点,在各章知识的安排和选择上都力求简洁易懂。

本课程的内容包括机械概述、工程力学、机械工程材料学、机械零件、机械传动、常用的机械机构、支承零部件以及液压传动和机械维护等方面的基础知识。

二、本课程的任务和基本要求

本课程的任务是让同学们了解机械专业基础知识并能灵活地运用相关知识解决实际中的问题。本课程有以下基本要求:

- (1) 熟悉常用机构的构造原理、特点和设计的基本要求;
- (2) 熟悉通用零件的工作原理、特点、结构、标准、设计原理和方法;
- (3) 学会使用技术资料进行通用零件和简单机械传动装置的设计,具备能够对一般机构的特性和零件常见失效原因进行分析,解决生产实际中有关机械零件、部件结构方面问题的能力,为学习有关专业机械设备课程以及参与技术改造奠定必要的基础。

§ 0-2 如何学好这门课程

《机械基础》是一门实践性很强的技术基础课,它以研究机构和机器为对象,具有较强的理论性和实践性,学习本课程要注意采用正确的学习方法。具体说来,就是要做到以下几点:

(1) 教师重点讲解与同学们自学相结合。教师积累了丰富的教学经验,可以将大量的知识系统条理地讲述给同学们,而自学则可以发挥同学们的自主性和积极性,培养独立思考的能力,两者的有效结合一定会提高教学和学习的效果。

(2) 理论和实践相结合。一方面是《机械基础》这门课非常抽象,另一方面是中职学生初次接触机械知识,因此,同学们会感到听课费力,难以吸收理解。如果在理论教学的同时加以适当的实践环节,则可以使同学们产生学习的兴趣,使理论知识变得更形象、更生动。

(3) 采用多种教学方式。在传统的教学模式中引入多媒体教学方式,比如计算机辅助教学课件、动画演示等以便创造出一个图文并茂、有声有色和生动逼真的教学环境,使得同学们能容易地理解教学内容。

总之,同学们要想学好这门课,必须做到课前预习,课上认真听讲和课后复习相结合。同时要注意思考和举一反三,在实践中运用所学的知识,拓展自己的知识广度和深度,提高专业素质,使自己成为一名合格的机械专业毕业生。

第一章 机械概述

机械是现代社会进行生产和服务的5大要素(即人、资金、能量、材料和机械)之一。任何现代产业和工程领域都需要应用机械,即使是人们的日常生活,也越来越多地应用各种机械,如汽车、自行车、钟表、照相机、洗衣机、冰箱、空调机和吸尘器等。本章将介绍关于机械的基础知识,使同学们对机械有一个初步的认识与了解。

§ 1-1 机器及其组成

一、基本概念

机械是机器和机构的总称。

1. 机器

机器具有以下3个特征:

- (1) 由多个构件组成;
- (2) 各构件间具有确定的相对运动,能够实现预期的机械运动;
- (3) 能够完成有效的机械功或进行能量转换。

比如半自动钻床可以实现确定的机械运动,也可以作有用的机械功;内燃机可以转换能量;机械手能够实现物料的传递。

2. 机构

具有机器前两个特征的多构件组合体,称为机构。机构能实现一定规律的运动。如齿轮机构传递运动,凸轮机构转换运动。

3. 零件和构件

零件是指机器中不可拆的每一个最基本的制造单元体。零件可分为两类:一类是通用零件,即在各类机械中常见的零件,如齿轮、轴、螺栓和弹簧等;另一类是专用零件,是指在专用机械中特有的零件,如叶片、犁铧和枪栓等。

构件是指由一个或几个零件所构成的刚性单元体。

构件是运动单元,而零件是制造单元。构件可能是由多个零件组合而成,也可能是一个单独零件。

二、机器的组成

人们为了满足生产和生活的需要,研制了类型繁多、功能各异的机器,尤其是蒸汽机出现之后,使机器具有了完整的形态。

1. 内燃机

内燃机是将燃气燃烧时产生的热能转换为机械能的机器,以往活塞式内燃机最为普遍。往复活塞式内燃机的组成部分主要有曲柄连杆机构、机体和气缸盖、配气机构、供油系统、润滑

系统、冷却系统和起动装置等。内燃机将燃料和空气混合,在其气缸内燃烧,释放出的热能使气缸内产生具有高温高压的燃气。燃气膨胀推动活塞做功,再通过曲柄连杆机构或其它机构将机械功输出,驱动从动机械工作。

内燃机的图例和机构简图如图 1-1 和图 1-2 所示。

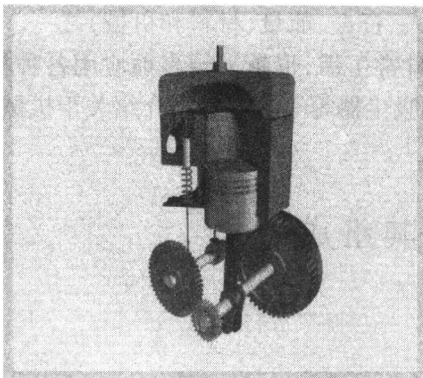


图 1-1 内燃机图例

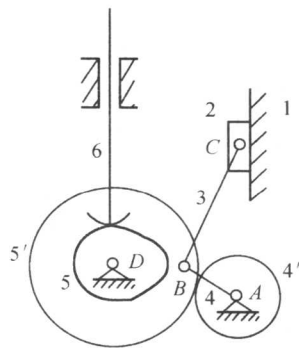


图 1-2 内燃机机构简图

2. 牛头刨床

牛头刨床主要用来切削加工小型零件的平面。在刨铣工件中,常用的就是牛头刨床。它的组成部分见图 1-3。

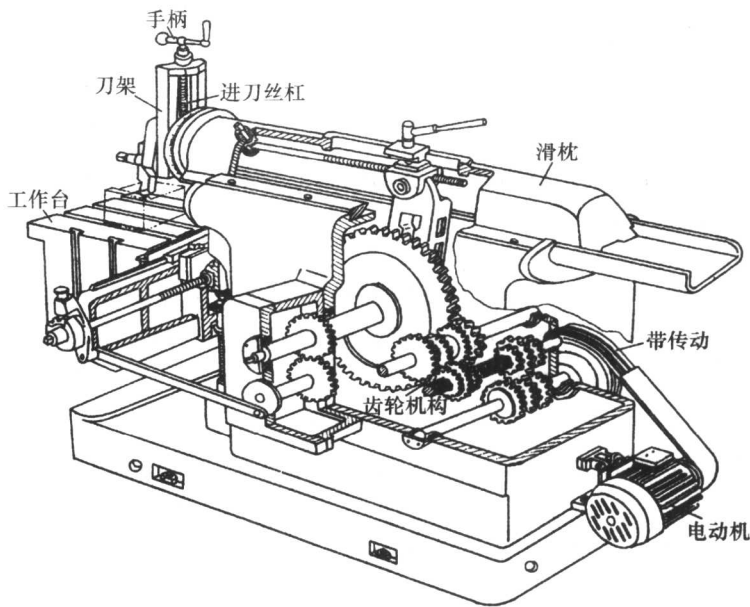


图 1-3 牛头刨床

由以上两个实例可以对机器及其组成有一个感性的认识。机器的种类繁多,其结构形式和用途也各不相同。一般来说,一台完整的机器由以下 4 大部分组成:

(1) 原动机部分

原动机部分也称动力装置,其作用是把它其它形式的能量转换成机械能,以驱动机器各部分运动和工作。原动机部分是机器完成预定功能的动力源,最常见的有内燃机和电动机等。

(2) 执行部分

执行部分也称工作部分(装置)。它是机器中直接完成具体工作任务的部分,位于传动路线的终点,如汽车的车轮、缝纫机的机头等。

(3) 传动部分

这部分是联接原动机和执行部分的中间部分,用以完成运动和动力的传递和转换。利用它可以减速、增速、调速、改变转矩和运动形式等,从而满足执行部分的各种要求。

(4) 操作或控制部分

这部分的作用是显示和反映机器的运行位置和状态,控制机器正常运行和工作。

另外,润滑系统和照明系统等也是保证机器正常工作不可缺少的部分。

§ 1-2 金属材料的性能

本节主要介绍金属材料的物理性能、化学性能、力学性能和工艺性能。

一、金属材料的物理性能

金属材料的物理性能是指金属材料所固有的属性,包括密度、比重、熔点、导热性、导电性、热膨胀性和磁性等。

1. 密度

密度是物体单位体积内所具有的质量。它的单位是 kg/m^3 ,常用金属材料的密度大致如下:铸钢为 $7.8 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$,灰铸铁为 $7.2 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$,碳钢为 $7.85 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$,铜为 $8.9 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$,黄铜为 $8.85 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$,铝为 $2.7 \times 10^3 \text{kg}/\text{m}^3$ 。

2. 比重

比重是物体的重量与体积之比。它的单位是牛顿每立方米,即 N/m^3 。各种金属材料都有固定的比重,在相同体积下,比重愈大的金属材料,其重量也愈大。

3. 熔点

金属材料在缓慢加热的条件下,由固态向液体状态转变时的温度,叫做熔点,一般用摄氏温度($^{\circ}\text{C}$)表示。工业上常用的金属材料中,锡的熔点最低,为 231.9°C ,而钨的熔点最高,为 3410°C 。各种金属材料都有其固定的熔点,但大多数合金材料在熔化时,其熔化过程是在一个温度范围内进行的,即它们没有一个固定的熔点。

4. 导热性

导热性是指金属材料传导热量的能力。一般用导热系数来表示金属材料导热性能的优劣。导热系数又称热导率,热导率的单位为 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。热导率大的金属材料的导热性好。一般情况下,金属材料的导热性比非金属材料好。导热性最好的是金属银,其次是铜和铝。

5. 导电性

金属材料传导电流的性能称为导电性。衡量金属材料导电性的指标是电导率。电导率愈大,其导电性能就愈好。所有金属都具有导电性,但各种金属材料的导电性各不相同,导电性

以银最好,其次是铜和铝。金属材料的导电性还与温度有关。合金材料的导电性一般比相应的纯金属材料差。当横截面积及其他条件相同时,金属材料的导电性愈好,则电流通过时产生的热量就愈小,因而在输电过程中的电能损失就愈小。

6. 热膨胀性

金属材料在受热时体积会增大,冷却时则收缩,这种现象称为热膨胀性。各种金属材料的热膨胀性不同,一般用线膨胀系数来表示金属材料热膨胀性的大小。在生产实践中,必须考虑金属材料热膨胀性所产生的影响。

7. 磁性

金属被磁化或被磁力吸引的性能称为磁性。根据这种性能的不同,通常将金属材料分为铁磁材料、顺磁材料和逆磁材料3种。铁磁材料有铁、钴和镍等,它们在外磁场中能被强烈地磁化,铁磁材料是制造电机和电器时不可缺少的材料。顺磁材料有锰、铬、钨和钼等,它们在外磁场中只是被微弱地磁化。逆磁材料有铜、锡、铅、锌等,它们能抗拒或削弱外磁场对材料本身的磁化作用。对某些金属来说,磁性也不是固定不变的,如铁在 768°C 以上时就表现为没有磁性或顺磁性。

二、金属材料的化学性能

金属材料在常温或高温条件下,抵抗外界介质对其化学侵蚀的能力,称为金属材料的化学性能。金属材料的化学性能一般包括抗氧化性和耐腐蚀性等。

1. 抗氧化性

所谓抗氧化性,是指金属材料在高温时抵抗氧化的能力。许多金属都能与空气中的氧进行化合而形成氧化物,在金属表面形成一层氧化膜。如果金属表面形成的氧化物层比较疏松,这时外界氧气便可以继续与金属材料发生作用,使金属材料受到破坏,这种现象就叫做金属材料的氧化。如果金属材料表面形成的氧化物层比较密集,于是就形成了一层保护层,使氧气不能再与金属材料接触,阻止了金属材料的继续氧化,金属材料就得到了保护,其抗氧化性就高。

2. 耐腐蚀性

金属材料在常温下抵抗各种介质(氧、水蒸气、酸、碱和盐等)腐蚀作用的能力称为抗腐蚀性。比如火电厂中的一些热力部件,长期接触高温烟汽或一些腐蚀介质,使金属材料表面不断受到各种腐蚀,有时还会侵入金属材料内部,给安全运行带来不利影响,严重时甚至造成破裂损坏事故。因此,金属材料的抗腐蚀性是一项很重要的性能。

三、金属材料的力学性能

金属材料的力学性能是指金属材料在外力作用下所表现出来的抵抗性能。金属材料在加工和使用过程中所受的作用力称为载荷(或称负载荷或负荷)。载荷按其作用形式的不同,分为静载荷、冲击载荷和交变载荷等。金属材料的力学性能包括金属材料的强度、塑性、硬度、冲击韧性和疲劳性能等指标。

1. 强度

强度是指金属材料在外力作用下抵抗塑性变形和断裂的能力。根据受力情况的不同,金属材料的强度可以分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度、抗扭强度和抗剪强度等。其中最常用

的强度是抗拉强度(强度极限 σ_b), σ_b 表示金属材料在拉伸条件下所能承受的最大应力,是机械设计和选材的主要依据之一。强度极限 σ_b 可以通过拉伸试验测定。

2. 塑性

塑性是指金属材料在外力作用下产生塑性变形(不可恢复的变形)而不被破坏的能力。常用的塑性指标有伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 。 δ 和 ψ 的值越大,表示金属材料的塑性越好。金属材料具有塑性才能进行加工,塑性好的金属材料制成的零件在使用时也比较安全。

3. 硬度

硬度是指金属材料局部表面抵抗弹性变形、塑性变形和破坏的能力。它是衡量金属材料软硬程度的指标,其物理含义与测量方法有关。

常用的硬度测量方法有如下几种:

(1) 布氏硬度(HB)

用一定直径的球体(淬火钢球或硬质合金球)以相应的试验压力压入待测的金属材料表面,保持规定时间并达到稳定状态后卸除试验压力,用测量的金属材料的表面压痕直径来计算布氏硬度的一种试验方法。也可以用布氏硬度计测量布氏硬度。布氏硬度的值用球面压痕单位面积上所承受的平均压力表示。用淬火钢球压时,用 HBS 表示;用硬质合金球压时,用 HBW 表示。如 120HBS、500HBW 等。

布氏硬度测量法的应用范围比较广,可以用于测量灰铸铁、结构钢、非铁金属及非金属材料等;测量值较准确,重复性好;可测组织不均匀金属材料(铸铁),但可测的硬度值不高;不宜测试成品与薄件,测量费时,效率低。

(2) 洛氏硬度(HR)

用金刚石圆锥或淬火钢球,在试验压力的作用下压入试样表面,经规定时间后卸除试验压力,用测量的残余压痕深度增量来计算硬度的一种试验方法。也可以用洛氏硬度计测量洛氏硬度。洛氏硬度值用测量的残余压痕深度表示,可从表盘上直接读出,如 50HRC,HR 前面为硬度数值,HR 后面为使用的标尺类型,最常用的是 HRA、HRB、HRC 等 3 种。

布氏硬度测量法的应用范围比较广,可以用于测量淬火钢、硬质合金等材料;测量简单、方便、迅速,压痕小;可测成品与薄件;数据不够准确,应测三点取平均值,不宜测组织不均匀材料,如铸铁等。

(3) 维氏硬度(HV)

用夹角为 136° 的金刚石正四棱锥体压头,使用很小的试验力 F (49.03 ~ 980.07N) 压入试样表面,测出压痕对角线长度 d 。维氏硬度的值用压痕对角线长度表示,如 640HV。

维氏硬度测量法常用于测量镀层、化学热处理后的表层等;测量准确,应用范围广(硬度从极软到极硬);可测成品与薄件;试样表面要求高,费工。

4. 冲击韧性

冲击韧性是指金属材料抵抗冲击载荷作用而不被破坏的能力。金属材料的冲击韧性一般在一次摆锤冲击试验机上进行测试,测得试样在冲断时断口单位面积所消耗的冲击吸收功,称为冲击韧度或冲击值,常用 a_k 表示,其单位为 J/cm^2 。 a_k 值越大,冲击韧度越高。

5. 疲劳性能

金属材料在无限多次交变载荷作用下而不被破坏的最大应力,称为疲劳强度或疲劳极限。

实际上,金属材料并不可能进行无限多次交变载荷试验,所以一般试验时规定,钢在经受 10^7 次、有色金属在经受 10^8 次交变载荷作用时不产生断裂的最大应力,称为疲劳强度。当施加的交变应力是对称循环力时,所得的疲劳强度用 σ_{-1} 表示。

四、金属材料的工艺性能

金属材料的工艺性能是指金属材料在各种加工条件下表现出来的适应能力,包括铸造性、锻压性、切削加工性、焊接性等。

1. 铸造性(可铸性)

金属材料能否用铸造的方法获得合格铸件的性能,称为铸造性或可铸性。铸造性主要包括流动性、收缩性和偏析。流动性是指液态金属材料充满铸模的能力。收缩性是指铸件凝固时体积收缩的程度。偏析是指金属材料在冷却凝固过程中,因结晶的先后差异而造成金属材料内部化学成分和组织的不均匀性。

2. 锻压(可锻性)

金属材料能否用锻压方法制成优良锻压件的性能,称为锻压性或可锻性。它包括在热态或冷态下能够进行锤锻、轧制、拉伸和挤压等加工。锻压性或可锻性的好坏主要与金属材料的化学成分有关。

3. 切削加工性(可切削性或机械加工性)

金属材料被刀具切削加工后而成为合格工件的难易程度,称为切削加工性或可切削性或机械加工性。切削加工性的好坏常用加工后工件的表面粗糙度、允许的切削速度以及刀具的磨损程度来衡量。它与金属材料的化学成分、力学性能、导热性及加工硬化程度等诸多因素有关。通常是用硬度和韧性作切削加工性好坏的大致判断。一般来讲,金属材料的硬度愈高,愈难切削;硬度虽不高,但韧性大,切削也较困难。

4. 焊接性(可焊性)

金属材料在一定的焊接工艺条件下是否易于获得优良焊接接头的的能力,称为焊接性或可焊性。主要是指在一定的焊接工艺条件下获得优质焊接接头的难易程度。它包括两个方面的内容:一是结合性能,即在一定的焊接工艺条件下金属材料形成焊接缺陷的敏感性;二是使用性能,即在一定的焊接工艺条件下金属材料的焊接接头对使用要求的适用性。

§ 1-3 机械零件的强度

机械零件的强度是指机械零件受载后抵抗断裂、塑性变形和表面失效的能力。为了保证机械零件具有足够的强度,必须使机械零件在受载后的工作应力 σ 不超过机械零件的许用应力 $[\sigma]$,表达式为:

$$\sigma \leq [\sigma] \text{ 或 } \sigma = \frac{F}{A} \leq [\sigma]$$

式中, F 是载荷, A 是截面积。

机械零件工作应力的类型不同,可能是静应力(即应力不随时间变化或变化缓慢),也可能是交变应力(即应力随时间变化),分布不同,其强度表现行为也不同。

一、载荷与应力的分类

载荷可以分为静载荷和变载荷,它们各有自己的特点和具体的分类。载荷的分类如下所示:

载荷 { 静载荷: 载荷的大小与方向不随时间变化或随时间变化缓慢
变载荷 { 循环变载荷(载荷循环变化)
随机(变)载荷——载荷的频率和幅值均随机变化

其中,循环变载荷又可以再分类:

循环变载荷 { 不稳定循环变载荷(每一个循环内载荷是变动的)
稳定循环变载荷(每一个循环内载荷不变,各循环周期又相同,如往复式动力机曲轴所承受的载荷)

应力也分为静应力和变应力,如下所示:

应力 { 静应力
变应力 { 不稳定变应力(变应力中,每一次应力变化的周期 T 、平均应力 σ_m 和应力幅 σ_a 三者之一不为常数)
稳定循环变应力(T 、 σ_m 、 σ_a 均不变)

二、机械零件的疲劳强度

许多机械零件,如拖拉机的曲轴、连杆和齿轮等是在交变载荷的作用下工作的。交变载荷常常会使机械零件承受的工作应力在低于其金属材料屈服点的情况下,经多次循环后,无明显的外观变形预兆却发生突然断裂,这种现象称为金属材料的疲劳断裂。由于疲劳断裂很难事先觉察,常常造成事故,具有很大的危险性。机械零件的断裂事故中,有 80% 为疲劳断裂。

通过疲劳断裂的定义可知,疲劳断裂的机理是损伤的累积。疲劳断裂具有如下特征:

(1) 断裂过程可以分为以下几个步骤:①产生初始裂纹(应力较大处);②裂纹尖端在应力作用下,反复扩展,直至产生疲劳裂纹。

(2) 断裂面分为光滑区(疲劳发展区)和粗糙区(脆性断裂区)。

(3) 无明显塑性变形的脆性,突然断裂。

(4) 破坏时的应力(疲劳极限)远小于金属材料的屈服极限。

金属材料的疲劳抗力指标是疲劳强度(σ_{-1})。工程上使用的疲劳强度是指金属材料在一定的循环基数下不发生断裂的最大应力值。

疲劳强度除与金属材料的性能有关外,还与机械零件的工作条件、几何形状、表面状态有关。因此,可以通过采取改善机械零件的结构形状、避免应力集中、改善表面粗糙度以及进行表面强化处理等措施来提高金属材料的疲劳强度,防止疲劳断裂。

§ 1 - 4 摩擦与磨损

国内外专家通过对摩擦、润滑和磨损的研究,形成了一门独立的边缘学科,称为摩擦学。但从材料学科特别是从材料的工程应用来看,人们更重视研究材料的磨损。据不完全统计,世界能源的1/3 ~ 1/2消耗于摩擦,而机械零件 80% 的失效原因是摩擦和磨损。摩擦和磨损是自然界和社会生活中普遍存在的现象。

一、摩擦

1. 摩擦的基本概念

两个物体表面在外力作用下发生相互接触并作相对运动(或运动趋势)时,在接触面之间产生的切向运动阻力称为摩擦力,这种现象就是摩擦。

影响摩擦力的因素包括接触表面的运动情况、外载荷、环境条件(温度、润滑等)、表面形貌和材料性质等。

关于摩擦的分类有很多标准,具体如表 1 - 1 所示。

表 1 - 1 摩擦的分类

摩擦的分类	分类标准	摩擦分类	定义
	按摩擦副运动状态分类	静摩擦	两物体表面产生接触,有相对运动趋势但尚未产生相对运动时的摩擦
		动摩擦	两相对运动表面之间的摩擦
	按相对运动的位移特征分类	滑动摩擦	两接触物体接触点具有不同速度和(或)方向时的摩擦
		滚动摩擦	两接触物体接触点的速度大小和方向相同时的摩擦
		自旋摩擦	两接触物体环绕其接触点处的公法线相对旋转时的摩擦
	按表面润滑状态分类	干摩擦	两摩擦表面之间既无润滑剂又无湿气的摩擦
		边界摩擦	以边界膜隔开相对运动表面时的摩擦
		流体摩擦	以流体层隔开相对运动表面时的摩擦,即由流体的粘性阻力或流变阻力引起的摩擦
		混合摩擦	半干摩擦和半流体摩擦的统称
		半干摩擦	边界摩擦和干摩擦同时发生的摩擦
		半流体摩擦	流体摩擦和边界摩擦或流体摩擦和干摩擦同时发生的摩擦

2. 摩擦的预防——润滑

摩擦吸收了机器中的大量功,这部分功大多在滑动表面上转化为热,它可以损伤甚至熔化轴承,为使摩擦力最小,在接触部分涂抹上一层起润滑作用的物质,它既能承受轴承的表面压力,又容易切过自身,从而减小摩擦力。

二、磨损

磨损是在一个物体与另一个固体的、液体的或气体的对偶件发生接触并作相对运动,由于