

高等职业教育应用型示范教材

机械设计基础

■ 主编 / 史新民

主审 / 刘进球

JIXIE SHEJI JI CHU



东南大学出版社
Southeast University Press

高等职业教育应用型示范教材

机械设计基础

主编 史新民

主审 刘进球

东南大学出版社

内容简介

本书是为适应我国迅猛发展的高等职业教育的改革而编写的应用型示范教材。全书共分 11 章,包括了机器的组成、工程力学、公差配合和常用机械传动(含机构)、联接、支承零部件的工作原理、结构、特点、应用、选择、设计、使用、维护等方面的主要内容。

本书具有简明、实用、综合性强的特点,可供高职高专机电类专业使用,也可供社会职业教育培训使用,还可作为各级各类学校相关专业师生的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/史新民主编. —南京:东南大学出版社, 2007. 3

ISBN 978-7-5641-0656-0

I. 机... II. 史... III. 机械设计 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 005819 号

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人: 江 汉

新华书店经销 常州市武进第三印刷厂印刷

开本: 787 mm×1092 mm 1/16 印张: 27 字数: 657 千字

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5641-0656-0/TH·6

印数: 1—3500 册 定价: 42.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向读者服务部调换。电话:025—83792328)

前 言

现代科学技术和社会经济的高速发展,对我国的高等职业技术教育提出了更高的要求,培养具有高等职业技术的应用型人才成为当务之急。由于职业教育的特点,决定了理论课教学时数的压缩成为必然,但如何在有限的学时内使学生掌握机械设计必备的基本理论知识和基本技能,为后继学习奠定良好基础是许多同类学校都在积极探讨的问题。

为了适应高等职业教育蓬勃发展及教学改革不断深入的需要,针对机械类及相近专业培养目标的要求,本编写组围绕技术应用型人才培养,对机械基础类课程及相关教学环节进行了积极的改革探索,取得了一定的成功经验。本书在高职机电类专业教学改革实践的基础上,对传统的机械设计基础、公差与配合、工程力学课程等教材进行整合,结合工程实际和多年的教学经验编写而成。本书主要作为高职、高专或高技学校机电类专业及相关专业的专业技术基础课程教材,也可供其他各级各类院校或社会职业教育培训使用。本教材有如下特点:

① 根据国家教材规划中对职业教育的少时数、宽内容的要求,全书参考学时为100~120。在内容安排上,基本知识点的选取以“必需”与“够用”为度,使教师和学生好教好学。

② 本教材的使用起点不高,只要具备一定的文化基础和制图知识即可看懂。本教材按照教学规律对教学内容进行了删减、重组和精炼,使各章之间既有联系又有一定的独立性,便于不同类型的学校或不同专业选用和组织教学。

③ 注重应用。着重基本知识的理论应用与实践,对理论推导与计算部分进行了删减,列举了较多的工程实例。

④ 实用性强。本书收编了较多的与机械设计有关的图表、标准以及使用图例,以便查找使用。

参加本书编写工作的有:史新民(第1章、第5章);巢雨苍(第2章、第4章);王磊(第3章、第6章);王军(第7章、第8章);刘进球(第9章、第10章);高飞(第11章)。全书由史新民统稿,刘进球审稿。本教材在编写过程中,得到了常州信息职业技术学院领导和有关同志的大力支持和帮助,在此一并表示由衷的谢意。

鉴于编者水平有限,尽管已经为本书的编写做出了巨大的努力,但仍不免有不妥乃至错误之处,欢迎读者批评斧正。

编 者

2006.11

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 机械的组成	1
1.2 机械设计概述	4
1.3 本课程的性质、内容和任务	6
1.4 机械零件常用材料和热处理常识	7
思考题与习题	10
第 2 章 机械工程力学基础	11
2.1 静力学基础知识	11
2.2 平面汇交力系	18
2.3 力矩 平面力偶系	25
2.4 平面一般力系	29
2.5 材料力学基础知识	38
2.6 轴向拉伸与压缩	40
2.7 剪切与挤压	51
2.8 圆轴的扭转	54
2.9 直梁的弯曲	61
2.10 组合变形的强度计算	70
2.11 压杆稳定	75
思考题与习题	77
第 3 章 常用机构	84
3.1 机构的结构分析	84
3.2 平面连杆机构	93
3.3 平面机构的工作特性	100
3.4 平面四杆机构的运动设计	110
3.5 多杆机构的应用简介	115
3.6 凸轮机构	116
3.7 间歇运动机构	134
3.8 组合机构简介	141
思考题与习题	144

第4章 公差与配合基础	149
4.1 极限与配合	149
4.2 形位和位置公差及公差原则	164
4.3 表面粗糙度	181
思考题与习题.....	187
第5章 联接	191
5.1 键联接	192
5.2 销联接	200
5.3 螺纹联接	201
5.4 联轴器和离合器	222
思考题与习题.....	232
第6章 带传动和链传动	235
6.1 机械传动概述	235
6.2 带传动概述	236
6.3 带传动的工作情况分析	242
6.4 V带传动的设计计算	245
6.5 V带轮的材料和结构	254
6.6 带传动的张紧、安装和维护.....	256
6.7 同步带传动简介	258
6.8 链传动概述	259
6.9 链传动的运动特性和受力分析	262
6.10 滚子链传动的设计计算.....	265
6.11 链传动的布置、张紧与维护	271
思考题与习题.....	273
第7章 齿轮传动	275
7.1 概述	275
7.2 渐开线与渐开线齿廓	278
7.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的几何尺寸计算	280
7.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	284
7.5 渐开线齿轮的加工原理与根切现象	287
7.6 变位齿轮传动简介	289
7.7 圆柱齿轮传动的精度	290
7.8 齿轮的失效形式与设计准则	295
7.9 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算	297
7.10 齿轮的常用材料、许用应力和圆柱齿轮的结构	300

7.11 斜齿圆柱齿轮传动	306
7.12 直齿圆锥齿轮传动简介	316
7.13 蜗杆传动	320
思考题与习题	327
第8章 齿轮系	329
8.1 齿轮系概述	329
8.2 定轴轮系的传动比及其计算	330
8.3 周转轮系的传动比及其计算	332
8.4 组合轮系的传动比	335
思考题与习题	336
第9章 轴与轴承	338
9.1 轴	338
9.2 轴的结构设计	341
9.3 轴的强度计算	346
9.4 滚动轴承	351
9.5 滑动轴承	371
思考题与习题	375
第10章 机械中的摩擦、磨损、润滑与密封	377
10.1 摩擦与润滑	377
10.2 磨损	379
10.3 润滑	380
10.4 润滑方式和润滑装置	384
10.5 密封方式及密封件	391
思考题与习题	394
第11章 机械传动系统方案设计	395
11.1 概述	395
11.2 机械系统传动方案设计	396
11.3 机构的选型	402
11.4 机器执行机构间运动的协调设计	406
11.5 机械传动系统运动设计实例	409
思考题与习题	413
附录 各种标准数据摘录	414
参考文献	423

第1章 绪 论

【内容简介】

本章主要介绍一些基本概念,机械设计的基本要求、类型、方法、过程及机械零件的材料选用等内容,还对本课程的地位、研究对象和内容、学习任务以及学习方法进行了简要的论述。

【学习目标】

- (1) 掌握机器、机构和机械的概念。
- (2) 了解本课程的研究对象、学习内容和学习任务。
- (3) 了解机械设计的基本要求及一般步骤和方法。
- (4) 了解机械零件的常用材料和热处理的方法。

机械工程学科是一门应用型技术科学,是在人类长期的生产实践中不断创造、总结和研究过程中发展起来的。人类从使用简单工具到今天能够设计、利用复杂的现代机械改造自然,造福社会,经历了漫长的过程。当今,机械的设计水平和机械现代化的程度已成为衡量一个国家工业发展水平的重要标志之一。另外,在现代社会,机械在人们生活和生产的各个领域承担着大量人力所不及的或不便进行的工作,大大改善了劳动条件,提高了劳动生产率。因此,对于机械类和近机类专业的学生而言,努力学习和掌握有关机械和机械设计的基础知识和基本技能是必不可少的,也是十分重要的。

1.1 机械的组成

机械是机器和机构的总称。机械设计研究的对象就是机器和机构。

1.1.1 机器与机构

在日常生活和生产实践中,人们广泛地使用着各种机器,例如自行车、缝纫机、洗衣机、汽车、机床、电动机、起重机等。图 1-1 所示为单缸四冲程内燃机,它由曲轴 1,飞轮 2,连杆 3,活塞 4,气缸 5,螺母、螺栓 6,气阀 7,弹簧 8,阀杆 9,凸轮 10、11,齿轮 12、13,机座 14 等组成。当燃气推动活塞 4 做往复移动时,通过连杆 3 使曲轴 1 做连续转动,从而将燃料的化学能转换为曲轴的机械能。齿轮、凸轮和推杆的作用是按一定的运动规律控制阀门的启闭,以吸入燃气和排出废气。

尽管机器种类繁多,形式多样,用途各异,但都具有如下共同的特征:

- (1) 都是一种人为制造的实物组合;

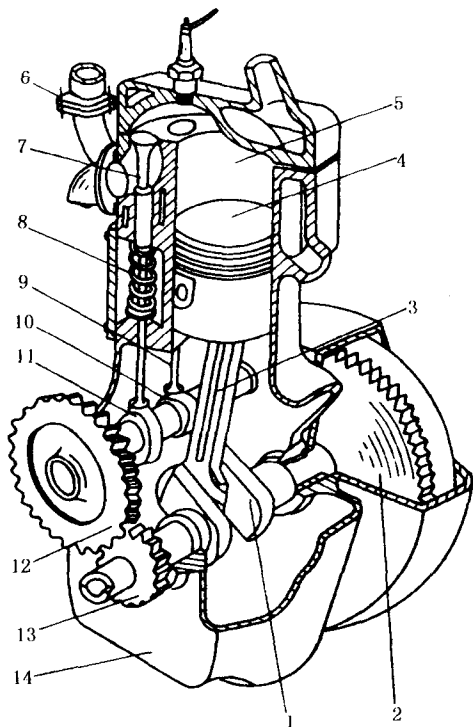


图 1-1 单缸四冲程内燃机

- 1 曲轴；2 飞轮；3 连杆；4—活塞；5 气缸(体)；6 螺母、螺栓；7 气阀；
8—弹簧；9 阀杆；10、11 凸轮；12、13 齿轮；14—机座

(2) 各部分之间具有确定的相对运动；

(3) 能变换或传递能量、物料和信息。例如,电动机、内燃机用来变换能量;起重运输机用来传送物料;计算机用来变换信息等。

凡具有上述三个特征的实物组合称为机器。

所谓机构,它具有机器的前两个特征,即机构是具有确定相对运动的实物组合,能实现各种预期的机械运动。从组成上看,机器是由各种机构组合而成的。例如图 1-1 所示的内燃机,就包含着由曲轴 1、连杆 3、气缸 5 和活塞 4 组成的连杆机构;由齿轮 12、13 组成的齿轮机构;以及由凸轮 10、11 和阀杆 9 组成的凸轮机构等。其中连杆机构将活塞的往复移动转换为曲轴的回转运动;齿轮机构与凸轮机构的协调动作则确保内燃机的进、排气阀按工作要求有规则地启闭。由此可知,机构正是机器中执行机械运动的装置,或者说机器中执行机械运动的装置就是机构。因此,从运动的观点来看,机构与机器并无差别。但从研究的角度来看,尽管机器的种类极多,但机构的种类却有限。将机构从机器中单列出来,对机构,着重研究它们的结构组成、运动与动力性能及尺度设计等问题;对机器,则着重研究它们变换或传递能量、物料和信息等方面的问题,这便是机构与机器的根本区别。

1.1.2 零件与构件

机器是由若干零件组装而成的,零件是构成机器的基本要素,是机器的最小制造单元。

(2) 执行部分 直接完成机器预定功能的工作部分,如汽车的车轮、机床的主轴和刀架等。

(3) 传动部分 将原动部分的运动和动力传递给执行部分的中间装置,起桥梁作用,常由凸轮机构、齿轮机构、带传动等组成。

(4) 控制部分 是控制机械的原动部分、执行部分和传动部分按一定的顺序和规律运动的装置,它包括各种控制机构、电气装置、计算机和液(气)压系统等。

2) 机械的分类

根据用途的不同,机械可分为四种类型:动力机械、加工机械、运输机械、信息机械等。

1.2 机械设计概述

在机械设计中,无论是应用新技术、新方法,开发创造新机械,还是在原有机机械的基础上重新设计或进行局部改造,以改变或提高原有的性能,其设计都必须认真思考和解决产品的性能、工艺、使用及经济性等诸多问题。

1.2.1 设计机器的基本要求

(1) 功能性要求 机器能够实现预定的使用功能,并在规定的工作条件下、在预定的工作期限内能够正常地运行。为此,必须正确地选择机器的工作原理和机构的类型,并合理配置机械传动系统方案。

(2) 可靠性要求 可靠性是指机器在规定的工作条件下、在预定的工作期限内完成预定功能的能力。机器由许多零、部件组成,从机器的设计角度讲,应尽量减少零、部件的数目,选用标准件,合理设计机器中零、部件的结构,使机器结构简单,加工容易,装拆方便。

(3) 经济性要求 经济性是一项综合性指标,要求设计和制造周期短、成本低;在使用上生产效率高,能源和材料消耗少,维护和管理费用低。

(4) 劳动保护要求 机器的操作系统要简便、安全和可靠,要有利于减轻操作人员的劳动强度。要改善操作者及机器的环境,降低机器工作时的振动和噪声,设置污染物的回收和处理装置,尽可能减轻对环境的污染。

(5) 其他特殊要求 在设计机器的时候,还应满足某些特殊的要求,如食品机械必须保持清洁,不能污染食品等。

1.2.2 机械设计的一般程序

机械设计按常规设计方法可分为理论设计、经验设计和模型实验设计等。随着科学技术的发展,对设计的理解在不断地深化,设计方法也在不断地发展,但设计机械并无固定的程序,其设计过程通常分为四个阶段:

(1) 产品规划阶段 机械设计的任务是根据生产和市场需求提出的。此时,对所要设计的机械只是个模糊的概念。设计相关人员要对所设计机器的需求情况做充分的调研和分析,明确机器应具备的功能及设计项目的经济价值、技术要求、结构要求、使用要求等,拟定产品开发计划和机械设计任务,提出设计任务书。

(2) 方案设计阶段 方案设计包括机械系统总体方案设计、传动系统方案设计、控制系统方案设计和辅助系统设计。机械系统总体设计就是根据机器的功能要求,构思多种方案并进行分析比较,以选择确定最佳的工作原理和可靠的传动方案,并用规定的符号绘制出机构运动简图。

(3) 技术设计阶段 此阶段将实现功能方案的具体化、结构化。首先应进行总体结构设计,绘制整机装配草图及部件装配草图。通过草图,确定出各零部件的结构形状、基本尺寸及材料。其次,应对机械的运动和动力参数进行计算,并对主要零部件工作能力进行计算。最后给出专用零件的工作图、部件装配图和整机装配图,编写技术文件,包括设计计算说明书、使用说明书、标准件明细表等。

(4) 评估与决策阶段 在完成产品基本设计的基础上,根据设计任务书,拟定评价标准和指标体系,对设计方案进行评估、审查、决策,以进一步改进和完善设计,提高产品的实用性、可靠性和经济性。

上述四个阶段,往往需要反复交替进行,不断修改、完善。即使在机械制成后,尚需结合制造和使用中出现的问题进一步修改,使设计更趋完善。

1.2.3 机械零件设计概述

1) 零件失效

机械零件丧失规定的功能,称为失效。机械零件在不发生失效的条件下,在预定使用期限内,零件所能安全工作的限度称为工作能力,又称为承载能力。

当零件失效时,将导致整部机器不能正常工作。机械零件失效形式归纳起来主要包括断裂、过大的弹性变形或塑性变形、摩擦表面的过度磨损、打滑或过热、联接松动、运动精度达不到要求等。

各种不同的失效形式有相应的工作能力判定条件。这种为防止失效而确定的判定条件通常称为工作能力计算准则。例如,当强度为主要问题时,按强度条件判定,即应力 $\leq$ 许用应力;当刚度为主要问题时,按刚度条件判定,即变形量 $\leq$ 许用变形量……判定条件可概括为计算量 $\leq$ 许用量。

设计机械零件时,应根据实际承载情况和工作条件,分析其一个或几个可能发生的主要失效形式,运用相应的判定条件,确定零件的形状和主要尺寸。

2) 机械零件设计的一般步骤

零件的设计与机器整体的设计不可分割,没有固定不变的顺序,一般步骤为:

- (1) 根据零件的使用要求,选择零件的类型及结构形式。
- (2) 根据零件的工作情况,确定作用在零件上的载荷,并分析零件中的应力状态和性质。
- (3) 根据零件的使用、工艺和经济等要求选择其材料及热处理方法。
- (4) 分析零件的主要失效形式,根据其计算准则,确定零件的主要尺寸。
- (5) 根据零件的作用和制造、装配工艺等要求,设计零件的结构及其尺寸。
- (6) 分析零件在机器中的作用,恰当地给出零件的尺寸公差、形状公差、位置公差和表面粗糙度数值。
- (7) 绘制零件工作图,标注必要的技术条件。

1.2.4 机械设计的新发展

近30年来,科学技术的飞速发展,新技术、新工艺、新材料的不断涌现,使机械设计学科不断得到新的发展,设计方法更为科学、完善,计算精度更为准确,计算速度更为快捷。主要体现在以下几方面:

(1) 传统的机械设计往往从宏观方面研究问题,有关基础理论研究的深化,使得机械设计发生了巨大的变化,现正向微观方面发展。

(2) 传统的机械设计偏重于零部件的静态设计,现正从静态设计走向动态设计,走向以多种零件的综合或整机系统为对象的动态设计,发展动态设计更接近高速机器的实际工况,符合失效类型。

(3) 机械设计从依赖于经验和实物类比,走向科学、理性、系统分析和创新;从单机走向系统;从单一目标走向多目标;从寻求较佳方案到走向最优化。在机械设计中,已广泛采用一系列现代设计方法,如优化设计、可靠性设计、系统设计、动态设计、模块化设计、造型设计、人机学设计、计算机辅助设计、价值工程、有限元方法等,使产品设计更科学、更完善、更具有市场竞争力。

(4) 机械产品从单纯机械走向机电一体化,向着高效能、自动化、综合化和智能化等方向发展。机电一体化已成为当今机械产品发展的方向,其产品结构简单、技术先进、工作精度高、调整维修方便、更新换代快。

(5) 机械设计正步入计算机辅助设计(CAD)时代,计算机辅助设计能完成设计计算、工程制图、建立数据库和程序库等复杂工作,使优化设计方法、有限元方法等得到更好的应用;能有效地把设计人员的经验、构思、创造性与计算机高速而准确的运算功能结合起来,大大提高了设计质量,缩短了设计周期。CAD还可与计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助管理结合起来,形成计算机集成制造系统(CIMS)。

1.3 本课程的性质、内容和任务

1.3.1 课程的性质和内容

本课程是一门理论性和实践性都很强的专业技术基础课,是后续专业课程学习的重要基础,是机械类和近机类专业的主干基础课程。本课程研究的对象为机械中的常用机构及一般工作条件下和常用参数范围内的通用零部件。主要研究其工作原理、结构特点、基本设计理论、设计计算方法和选用及维护方法;通过对本课程的学习,解决常用机构及通用零部件的分析和设计问题。

1.3.2 课程任务

通过对本课程的学习,使学生达到以下基本要求:

(1) 能够建立一般构件的力学模型并进行力学分析,能较熟练地运用平面一般力系的平衡方程对单个物体及简单物系进行受力分析及计算。

(2) 能分析杆件在各种基本变形时的内力,熟练绘出内力图;掌握拉(压)、剪、弯、扭四种基本变形的构件或零件的强度计算方法,正确确定杆件危险截面,并能熟练应用变形的强度条件求解实际工程问题;了解刚度的计算知识。

(3) 掌握机械中常用机构和通用零件的结构特点、工作原理及应用;掌握机械设计的基本方法,初步具备运用机械设计手册、图册、标准、规范等有关技术资料设计机械传动装置和简单机械的基本能力。

(4) 掌握典型机械零件的实验方法。

(5) 了解机械设计的最新发展状况及现代设计方法在机械设计中的应用。

以上要求就是学习本课程的基本学习任务要求。

1.3.3 本课程的学习方法

本课程是一门实践性很强的课程,学习本课程应注意以下几点:

(1) 理论联系实际,对日常所遇到的机器要结合所学理论进行观察分析。

(2) 对于设计计算的公式与数据,应理解其中各量的物理意义、取值范围、应用条件以及它们之间的相互关系。

(3) 了解组成机器的各零件之间相互联系、相互制约的关系,从机器整体出发,体会本课程内容的系统性和规律性。

(4) 本课程名词术语多、公式多、系数多、图形多、表格多、标准多等。这就要求学生改变学习方法,不能死记硬背,要多观察、多思考、多分析、多比较,掌握处理问题的方法,注重理解和应用。

(5) 在机械零件设计中,计算很重要,但一个零件的设计计算结果并不是唯一正确的答案,很多尺寸要由结构设计确定。学生必须逐步树立理论计算、结构设计和制造工艺等综合考虑的思路,解决设计问题。

(6) 充分重视结构方面的设计,要多观察现有零部件的实物或图样,进行分析比较,提高和丰富结构设计方面的知识,为从事生产第一线的技术工作打下坚实基础。

1.4 机械零件常用材料和热处理常识

1.4.1 机械零件常用材料

机械零件常用材料有金属材料、非金属材料和复合材料。其中金属材料应用最广;非金属材料发展迅速,应用前景也日益广阔;而复合材料则是一种新型的、具有很大发展前途的工程材料。

机械零件所用材料是各种各样的。即使同一种零件,也可以选择不同的材料,因此选择零件的材料是设计机械零件的重要环节之一。在选用机械零件的材料时,主要考虑零件的使用要求、工艺要求和经济性要求。常用材料的分类和应用举例见表 1-1。

表 1-1 机械零件常用材料的分类和应用举例

材 料 分 类			应用举例或说明
钢	碳素钢	低碳钢	铆钉、螺钉、连杆、渗碳零件等
		中碳钢	齿轮、轴、蜗杆、丝杠、联接件等
		高碳钢	弹簧、工具、模具等
	合金钢	低合金钢	较重要的钢结构件、渗碳零件、压力容器等
		中合金钢	飞机构件、热锻锻模具、冲头等
		高合金钢	航空航天的重要构件、液体火箭壳体、核动力装置、弹簧等
铸 钢	一般铸钢	普通碳素铸钢	机座、箱壳、阀体、曲轴、大齿轮、棘轮等
		低合金铸钢	容器、水轮机叶片、水压机工作缸、齿轮、曲轴等
	特殊用途铸钢		用于耐蚀、耐热、无磁、电工零件、水轮机叶片、模具等
铸 铁	灰铸铁 (HT)	低牌号 (HT100、150)	对力学性能无一定要求的零件,如盖、底座、手轮、机床床身等
		高牌号 (HT200—400)	承受中等静载的零件,如机身、底座、泵壳、齿轮、联轴器、飞轮、带轮等
	可锻铸铁 (KT)或球 墨铁(QT)	铁素体型	承受低、中、高动载荷和静载荷的零件,如汽车、拖拉机的轮壳、减速器壳、扳手、支座、弯头等
		珠光体型	要求强度和耐磨性较高的零件,如曲轴、凸轮轴、齿轮、活塞环、轴套、犁刀等
	特殊用铸铁		用于耐热、耐蚀、耐磨等场合的零件
铜 合 金	铸造铜 合金	铸铁黄铜	用于轴瓦、衬套、阀体、船舶零件、耐蚀零件、管接头等
		铸铁青铜	用于轴瓦、蜗轮、丝杠螺母、叶轮、管配件等
	变形铜合金	黄铜	用于管、销、铆钉、螺母、垫片、小弹簧、电气零件、耐蚀零件、减摩零件等
		青铜	用于弹簧、轴瓦、蜗轮、螺母、耐磨零件等
轴 承 合 金	锡基轴承合金		用于轴承衬,其摩擦因数低,减摩性、抗烧蚀性、磨合性、耐蚀性、韧度、导热性均良好
	铅基轴承合金		强度、韧度和耐蚀性稍差,但价格较低
塑 料	热塑性塑料(如聚乙烯)、 热固性塑料(如酚醛塑料)		用于一般结构零件,减摩、耐磨零件,传动件,耐腐蚀件,绝缘件,密封件,透明件等
橡 胶	通用橡胶 特种橡胶		用于密封件,减振、防振件,传动带,运输带和软管,绝缘材料,轮胎,胶辊,化工衬里等

1.4.2 热处理常识

在机械制造中,重要零件(如机床的主轴、齿轮,发动机的连杆等)多数使用钢材制造,而且都要进行热处理。通过热处理可以改变钢材内部的组织结构,从而改善其力学性能。因此,钢的热处理对于充分发挥材料的潜力、提高产品质量、延长零件的使用寿命等方面,均具有非常重要的作用。

所谓钢的热处理,就是将钢在固态范围内加热到一定的温度后,保温一段时间,再以一定的速度冷却的工艺过程,如图 1-5 所示。钢的常用热处理方法包括退火、正火、淬火、回火以及渗碳等。

(1) 退火 退火是把钢制零件加热到一定温度,保温一段时间后,使其随炉冷却到室温的过程。退火能使金属晶粒细化,组织均匀,可以消除零件的内应力,降低硬度,提高塑性,使零件便于加工。

(2) 正火 正火其工艺过程与退火相似,不同之处是将零件置于空气中冷却。正火的作用与退火相同。但由于零件在空气中冷却速度较快,故可以提高钢的硬度与强度。

(3) 淬火 淬火是把零件加热到一定温度,保温一段时间后,将零件放入水(油或水基盐碱溶液)中急剧冷却的处理过程。淬火可以大大提高钢的硬度,但材料的韧性降低,同时产生很大的内应力,使零件有严重变形和开裂的危险。因此,淬火后必须进行回火处理。

(4) 回火 回火是将经过淬火的零件重新加热到一定温度(低于淬火温度),保温一段时间后,置于空气或油中冷却至室温的处理过程。回火不但可以消除零件淬火时产生的内应力,而且可以提高材料的综合力学性能,以满足零件的设计要求。

回火后材料的具体性能与回火的温度密切相关。根据回火温度的不同,通常分为低温回火、中温回火和高温回火 3 种。

① 低温回火($150^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$)可得到很高的硬度和耐磨性,主要用于各种切削工具、滚动轴承等零件。

② 中温回火($250^{\circ}\text{C}\sim 500^{\circ}\text{C}$)可得到很高的弹性,主要用于各种弹簧等。

③ 高温回火($500^{\circ}\text{C}\sim 650^{\circ}\text{C}$)通常把淬火后经高温回火的双重处理称为调质。调质可使零件获得较高的强度与较好的塑性和韧性,即获得良好的综合力学性能。调质处理广泛用于齿轮、轴、蜗杆等零件。适用于这种处理的钢,称为调质钢。调质钢大都是碳的质量分数在 $0.35\%\sim 0.5\%$ 的中碳钢和中碳合金钢。

(5) 表面淬火 表面淬火是以很快的速度将零件表面迅速加热到淬火温度(零件内部温度还很低),然后迅速冷却的热处理过程。表面淬火可使零件的表面具有很高的硬度和耐磨性,而心部由于尚未被加热淬火,仍保持材料原有的塑性和韧性。这种零件具有较高的抗冲击能力。因此,表面淬火广泛用于齿轮、轴等零件。

(6) 渗氮 渗氮是化学热处理的一种,它是使钢表面强化的重要手段。化学热处理是把零件置于含有某种化学元素的介质中进行加热、保温,使化学元素的活性原子向零件表层

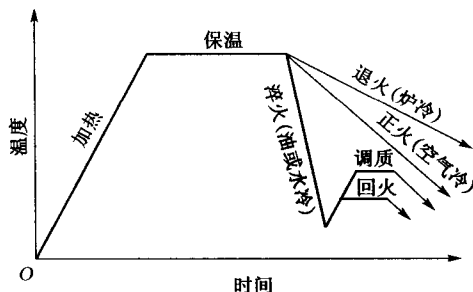


图 1-5 钢的常用热处理示意图

扩散,从而改变钢材表面的化学成分和组织,获得与心部不同的表面性能。根据扩散元素的不同,化学热处理分渗碳、渗氮和液体碳氮共渗。其中,应用较多的是渗碳。渗碳零件常用材料为低碳钢和低碳合金钢。零件经过渗碳,表层碳的含量增加,再经淬火和回火后,使零件表面达到很高的硬度和耐磨性,而心部又具有很好的塑性和韧性。渗碳常用于齿轮、凸轮、摩擦片等零件。

思考题与习题

1. 机器与机构的共同特征有哪些? 它们的区别是什么?
2. 家用缝纫机、洗衣机、机械式手表是机器还是机构?
3. 以自行车为例,列举两个构件,说明其主要由哪几个零件组装而成。
4. 机械零件常见的失效形式有哪些?
5. 哪些金属材料适宜用渗碳或渗氮来强化零件表面?
6. 淬火与调质有什么区别与联系?



第2章 机械工程力学基础

【内容简介】

本章主要介绍静力学的受力分析、平面力系平衡方程的应用和材料力学常见变形的强度计算等。

【学习目标】

- (1) 了解静力学的基本概念和公理。
- (2) 掌握平面力系的受力分析和受力简图的画法。
- (3) 掌握平面力系平衡方程的应用。
- (4) 了解材料力学的四种基本变形和受力特点。
- (5) 掌握截面法求内力的方法,会绘制内力图。
- (6) 掌握四种基本变形的强度计算方法。
- (7) 掌握拉弯组合变形、弯扭组合变形的强度计算。
- (8) 了解压杆稳定的基本概念。

【重点】

静力学的受力分析方法,平面力系平衡方程的应用;材料力学常见变形的内力图,应力和强度计算方法。

机械工程力学基础是本课程的重要内容,通常包括三部分:静力学、材料力学和运动力学。

静力学是研究物体平衡时作用力之间关系的科学,主要研究两个问题:

(1) 力系的简化 研究如何将作用在物体上比较复杂的力系用作用效果完全相同而便于分析的简单力系代替。

(2) 力系的平衡条件 研究受力物体平衡时作用在物体上各力之间应该满足的条件。

材料力学是研究零件在外力作用下产生破坏、变形和失稳的规律,为既安全又经济地设计零件提供有关强度、刚度和稳定性计算的基本理论和方法。

运动力学是研究质点运动和刚体基本运动,以及在这些运动中,受力物体的运动与作用力之间的关系。

本章只研究静力学和材料力学两部分。

2.1 静力学基础知识

静力学是工程力学的基础部分,主要学习力学的基本概念和公理,以及物体的受力分析,它是工程中设计构件的结构和机器零件时进行设计计算的基础。