



高职高专“十一五”规划教材



机械设计基础

JIXIE SHEJI JICHU

主编：朱艳芳



 吉林大学出版社

责任编辑：邵宇彤

封面设计：Chao超视觉工作室



机械设计基础

JIXIE SHEJI
JICHU



ISBN 978-7-5601-5531-9



9 787560 155319 >

定价：29.00 元

高职高专“十一五”规划教材

机械设计基础

主 编 朱艳芳

副主编 王 霞 郭 靖

吉林大学出版社

内容提要

本书是根据教育部高职高专人才的培养目标,以及目前高等职业教育教学和改革的要求,并结合编者多年从事教学改革实践经验编写而成。

全书内容包括十二章:绪论,平面机构的组成及运动简图,平面连杆机构,凸轮机构及间歇运动机构,齿轮传动,轮系、减速器和无级变速器,带传动和链传动,连接,轴、联轴器与离合器,轴承,弹簧,机械的平衡和调速等。本书内容简洁、扼要,以够用为度,体现了高职高专教育的特点。各章配有一定数量思考题和习题供学习时选用。

本书可作为高职高专学校数控、模具、机电等机类近机类专业教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础 / 朱艳芳主编. — 长春: 吉林大学

出版社, 2010.4

(高职高专“十一五”规划教材)

ISBN 978-7-5601-5531-9

I. ①机… II. ①朱… III. ①机械设计—高等学校:

技术学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 041066 号

书 名: 高职高专“十一五”规划教材

机械设计基础

作 者: 朱艳芳 主编

责任编辑、责任校对: 邵宇彤

吉林大学出版社出版、发行

开本: 787×1092 毫米 1/16

印张: 15 字数: 293 千字

ISBN 978-7-5601-5531-9

封面设计: 超视觉工作室

北京市彩虹印刷有限责任公司 印刷

2010 年 4 月 第 1 版

2010 年 4 月 第 1 次印刷

定价: 29.00 元

版权所有 翻印必究

社址: 长春市明德路 421 号 邮编: 130021

发行部电话: 0431-88499826

网址: <http://www.jlup.com.cn>

E-mail: jlup@mail.jlu.edu.cn

出版说明

作为高等教育的重要组成部分，高等职业教育是以培养具有一定理论知识和较强实践能力，面向生产、面向服务和管理第一线职业岗位的实用型、技能型专门人才为目的的职业技术教育，是职业技术教育的高等阶段。目前，高等职业教育教学改革已经从专业建设、课程建设延伸到了教材建设层面。根据国家教育部关于要求发展高等职业技术教育，培养职业技术人才的大纲要求，我们组织编写了这套《高职高专“十一五”规划教材》。本系列教材坚持以就业为导向，以能力为本位，以服务学生职业生涯发展为指导思想，以与专业建设、课程建设、人才培养模式同步配套作为编写原则。

从专业建设角度，相对于普通高等教育的“学科性专业”，高等职业教育属于“技术性专业”。技术性专业的知识往往由与高新技术工作相关联的那些学科中的有关知识所构成，这种知识必须具有职业技术岗位的有效性、综合性和发展性。本套教材不但追求学科上的完整性、系统性和逻辑性，而且突出知识的实用性、综合性，把职业岗位所需要的知识和实践能力的培养融会于教材之中。

从课程建设角度，现有的高等职业教育教材从教育内容上需要改变“重理论轻实践”、“重原理轻案例”，教学方法上则需要改变“重传授轻参与”、“重课堂轻现场”，考核评价上则需改变“重知识的记忆轻能力的掌握”、“重终结性的考试轻形成性考核”的倾向。针对这些情况，本套教材力求在整体教材内容体系以及具体教学方法指导、练习与思考等栏目中融入足够的实训内容，加强实践性教学环节，注重案例教学，注重能力的培养，使职业能力的培养贯穿于教学的全过程。同时，使公共基础类教材突出职业化，强调通用能力、关键能力的培养，以推动学生综合素质的提高。

从人才培养模式角度，高等职业教育人才的培养模式的主要形式是产学结合、工学交替。因此，本教材为了满足有学就有练、学完就能练、边学边练的实际要求，纳入新技术引用、生产案例介绍等来满足师生教学需要。同时，为了适应学生将来因为岗位或职业的变动而需要不断学习的情况，教材的编写注重采用新知识、新工艺、新方法、新标准，同时注重对学生创造能力和自我学习能力的培养，力争实现学生毕业与就业上岗的零距离。

为了更好地落实指导思想和编写原则，本套教材的编写者既有一定的教学经验、懂得教学规律，又有较强的实践技能。同时，我们还聘请生产一线的技术专家来审稿，保证教材的实用性、先进性、技术性。总之，该套教材是所有参与编写者辛勤劳作和不懈努力的成果，希望本套教材能为职业教育的提高和发展作出贡献。

这就是我们编写这套教材的初衷。

前 言

随着社会的发展、科技的进步，机械工业对专业人才的需求在不断发生变化。特别是随着数控技术、机电一体化等先进技术的应用和先进设备的急剧增加，对具有扎实专业理论基础，又会动手操作的高等职业技术人才需求越来越多。“机械设计基础”是为数控类、机电类、机械类专业开设的一门主干技术基础课。全书编写的原则是：简化理论叙述，突出职业教育“理论以必需、够用为度，注重能力培养”的特点，精简理论推导，加强基础内容，注重应用性和实用性，以期提高学生解决实际问题的能力。每章后均附有一定数量的练习题目，以便于巩固所学知识。

本教材由安阳工学院朱艳芳任主编，安阳工学院王霞和新乡职业技术学院郭靖任副主编。具体编写分工如下：朱艳芳编写第二章、第三章、第五章，郭靖编写第一章、第四章、第七章第一至六节，王霞编写第六章、第八章、第十一章、第十二章，冯利民编写第七章第七、八节、第九章、第十章。

由于时间仓促，加上编者水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请使用本书的广大读者批评指正。

编 者

2008 年 1 月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 本课程研究的对象和内容	1
第二节 机械设计的基本要求和一般程序	2
第三节 机械零件的强度	6
[思考与练习题]	7
第二章 平面机构的组成、运动简图	8
第一节 机构的组成、运动副及其分类	8
第二节 平面机构的运动简图	10
第三节 平面机构具有确定运动的条件	13
[思考与练习题]	18
第三章 平面连杆机构	19
第一节 铰链四杆机构的基本形式及其演化	19
第二节 铰链四杆机构的基本特性	23
第三节 平面四连杆机构的设计	28
[思考与练习题]	30
第四章 凸轮机构及间歇运动机构	33
第一节 凸轮机构的应用与分类	33
第二节 从动件常用的运动规律	35
第三节 盘形凸轮轮廓曲线的设计	39
第四节 凸轮机构设计中应注意的问题	41
第五节 间歇运动机构	43
[思考与练习题]	49
第五章 齿轮传动	52
第一节 齿轮传动的特点和分类	52
第二节 渐开线齿廓啮合的特性	54
第三节 渐开线标准直齿圆柱齿轮的主要参数和几何尺寸计算	56
第四节 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	59
第五节 渐开线齿轮的加工方法及变位齿轮的概念	61
第六节 齿轮的失效形式和齿轮材料	65
第七节 渐开线直齿圆柱齿轮传动的强度计算	68
第八节 斜齿圆柱齿轮传动	75
第九节 直齿圆锥齿轮传动	79

第十节 蜗杆传动	85
第十一节 齿轮、蜗杆和蜗轮结构	90
[思考与练习题]	93
第六章 轮系、减速器和无级变速器	95
第一节 轮系的功用和分类	95
第二节 定轴轴系传动比计算	97
第三节 行星轮系及其传动比	99
第四节 复合轮系及其传动比	103
第五节 减速器	105
第六节 无级变速器简介	107
[思考与练习题]	108
第七章 带传动和链传动	111
第一节 带传动概述	111
第二节 普通 V 带传动的结构和主要几何关系	113
第三节 带传动的工作情况分析	115
第四节 普通 V 带传动的设计计算	118
第五节 V 带的张紧安装和维护	126
第六节 链传动的类型、结构和特点	128
第七节 链传动的运动特性	132
第八节 滚子链传动的设计计算	133
[思考与练习题]	137
第八章 连接	139
第一节 螺纹连接的基本知识	139
第二节 螺纹连接的基本类型和螺纹连接件	142
第三节 螺纹副的受力分析、效率和自锁	146
第四节 螺纹连接的预紧和放松	149
第五节 螺纹连接的强度计算	151
第六节 螺纹连接的结构设计	154
第七节 键、花键和销连接	156
[思考与练习题]	161
第九章 轴、联轴器与离合器	162
第一节 轴的功用、类型及设计要求	162
第二节 轴的材料	164
第三节 轴的结构设计	165
第四节 轴的强度计算	169
第五节 联轴器与离合器	173
[思考与练习题]	181

第十章 轴 承	183
第一节 概 述	183
第二节 滑动轴承的类型、结构和材料	184
第三节 滑动轴承的润滑	188
第四节 非液体摩擦滑动轴承的设计计算	190
第五节 滚动轴承的结构、类型和代号	192
第六节 滚动轴承的失效形式和选择计算	197
第七节 滚动轴承的组合设计	205
[思考与练习题]	210
第十一章 弹 簧	212
第一节 概 述	212
第二节 弹簧材料和制造	213
第三节 圆柱螺旋压缩弹簧的设计计算	215
[思考与练习题]	220
第十二章 机械的平衡和调速	221
第一节 回转构件的平衡	221
第二节 机械速度波动的调节	224
[思考与练习题]	226
参考文献	228

第一章 绪 论

第一节 本课程研究的对象和内容

机器是人类经过长期生产实践创造出来的重要工具。人们在日常生活以及工业、农业和国防等各项生产活动中,都会接触到各种各样的机器,如汽车、缝纫机、内燃机、各种机床、拖拉机、收割机等。利用机器进行生产,可以减轻或代替人的体力劳动,大大提高劳动生产率和产品质量,便于对生产进行严格的分工与科学管理,实现机械化和自动化生产。

一、机器的组成

1. 机器

所谓机器,就是根据某种使用要求而设计的一种执行机械运动的装置,用来代替或减轻人类的劳动,改善劳动条件,提高劳动生产率。

机器的种类有很多,它们的结构、性能及用途等也各不相同。但是,总的来说,机器具有三个共同的特征:第一,机器是由人为制造的实物所组成的;第二,机器的各个部分之间具有确定的相对运动;第三,在工作时能够完成有用的机械功或实现能量的转换。

随着近代科学技术的发展,人类综合应用各方面的知识和技术,不断创造出各种新型的机器,因此,“机器”也有了新的含义。更广泛意义上的机器定义是:一种用来转换或传递能量、物料和信息的,能执行机械运动的装置。

2. 机构

机构也是人为的实物组合,其各个部分之间具有确定的相对运动。因此,机构具有机器的前两个特征。机构也有很多类型,常用的有连杆机构、齿轮机构、凸轮机构以及各种间歇运动机构等。

从机器的组成来看,机器是由各种机构组合而成的。

3. 机械

如前所述,从运动的观点来看,机器与机构之间并无差别,因此,机械是机器和机构的总称。

4. 现代机械

随着科学技术的飞速发展,伺服驱动技术、检测传感技术、自动控制技术、信息处理技术以及精密机械技术、系统总体技术在机械中的使用,形成了一个崭新的现代制造业。

二、本课程的研究对象、内容及性质

1. 课程研究的对象和内容

机械设计研究的对象就是机器和机构。

本课程研究的内容概括地讲包括两个方面：一个是分析问题，包括机械的组成、常用机构运动的可能性和确定性、机构的运动分析等；另一个是设计问题，根据运动要求和功能要求设计通用零件，包括强度、刚度、寿命和结构的设计计算等。

2. 课程的地位和作用

“机械设计基础”是一门实践性和综合性很强的课程。一方面涉及许多生产实际知识，另一方面又综合运用了许多先修课程所提供的基础理论。它是培养学生具有一定工程技术分析能力和机械设计能力的技术基础课，是高等工科有关专业一门必修的技术基础课程，是学习专业课程和从事机械产品设计的必备基础。

3. 课程的学习任务

通过本课程的学习，机械类和机电类专业的学生应达到以下基本要求：

(1) 掌握物体机械运动的一般规律及常用机构的工作原理、运动特性和运动设计的方法。

(2) 掌握构件承载能力的计算方法及通用零部件的原理分析、设计计算方法和选用的基本知识。

(3) 树立正确的设计思想，了解机械设计的一般规律。

(4) 初步具备一般简单机械的维护、改进和设计能力。

(5) 具有运用标准、规范、手册以及查阅有关技术资料的能力。

4. 课程的特点和学习方法

本课程是一门技术基础课，本身具有较强的理论性和实践性，是从理论性和系统性都很强的基础课向实践性很强的专业课过渡的转折点。

本课程涉及内容广泛，同时生产实践中的问题往往十分复杂，难以用纯理论的方法来解决，常常采用经验参数、经验公式和条件性计算等方法，问题的答案也不是唯一的，同时会有多种方案可供选择。在学习过程中要了解并适应这些变化，具体要注意以下几点：

(1) 着重基本概念的理解，不强调理论公式的推导。

(2) 着重零部件的选择和应用，不要重理论、轻实用。

(3) 要重视结构设计和工艺问题，不要认为理论计算万能。

(4) 要时时注意理论联系实际，努力培养解决实际工程问题的能力。

第二节 机械设计的基本要求和一般程序

一、机器设计的基本要求

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、在预期的工作期限内能够正常运行。

2. 可靠性要求

可靠性是指机器在规定的使用条件下、在预定的工作期限内完成预定功能的可靠程度。

3. 经济性要求

经济性是一项综合性的指标,要求设计和制造的成本低、生产效率高、能源与材料的消耗少、维护和管理费用低等。

4. 劳动和环境保护要求

在设计机器的时候,应符合劳动保护法规的要求。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。

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。

二、机械零件设计的基本要求

机器是由零件组成的,所设计的机器是否满足要求,零件的质量是关键。

1. 保证零件正常、可靠地工作

零件应具有足够的强度和刚度,具备一定的寿命,才能保证在预定的工作期限内,正常、可靠地工作。

2. 零件的经济性

零件的经济性主要决定于零件的材料和加工成本。要从合理地选用材料和设计良好的工艺结构两个方面考虑。此外,应尽可能采用标准化的零、部件等。

三、机械设计的类型

机械设计是创造性的劳动,同时也是对已有的成功经验的继承过程。机械设计根据不同情况可以分成三种类型:开发性设计、适应性设计和变异性设计。

1. 开发性设计

在机械产品的工作原理、方案和具体结构等完全未知的情况下,开发性设计应用成熟的科学技术或经过实验证明是可行的新技术开发设计新产品,这是一种完全创新的设计。

2. 适应性设计

在机械产品的工作原理、设计方案不变的前提下,对现有机械产品仅作局部的变更或增加附加的功能,在结构上作相应调整,使产品更能满足使用要求。

3. 变异性设计

在机械产品的工作原理和功能结构不变的情况下,为了适应工艺条件或使用要求,只改变产品的具体参数和结构。

四、机械设计的一般方法

机械设计的方法可分为常规设计方法和现代设计方法两种。

1. 常规设计方法

常规设计方法是工程技术人员进行机械设计的重要基础,可分为理论设计、经验设计

和模型实验设计三种。

(1) 理论设计

根据经过长期研究与实践总结出来的传统理论和实验数据所进行的设计称为理论设计。理论设计可得到比较精确、可靠、合理的结果。

(2) 经验设计

根据现有机械在使用中总结出的经验数据或公式进行的设计,或者根据设计者本人的经验采用类比法所进行的设计称为经验设计。

(3) 模型实验设计

把初步设计的零、部件或机器制成小模型或小尺寸样机,通过实验的手段对其各个方面的特性进行检验,再根据实验结果修改初步设计的模型或样机,从而获得尽可能完善的设计结果,这种设计称为模型实验设计。

2. 现代机械设计的方法

随着现代制造业的兴起和发展,传统的机械零、部件或一般常用机械产品的常规设计方法已经不能适应现代机械产品设计的需要,这是目前我国机械工业产品缺乏竞争力或生命力的原因之一。

现代机械设计已经由传统的一般机械工业产品设计发展到直接面向市场的工业产品设计。

五、机械设计的一般过程

机械设计的过程是一个复杂的过程,不同的设计类型,其设计的过程也不尽相同。因此,机械设计的过程没有一个通用的固定顺序,必须根据具体情况来确定。在开发性设计中,它的一般过程大致包括规划设计、方案设计、技术设计、施工设计和改进设计等几个阶段。

1. 规划设计阶段

规划设计阶段的主要任务是进行需求分析、市场预测和可行性分析等,确定设计的参数和制约的条件,最后给出详细的设计指标和要求,以作为设计、评价和决策的依据。

2. 方案设计阶段

在满足设计任务书中具体设计要求的前提下,由设计人员设计出多种可能的机械传动系统方案,给出机械运动简图设计。通过进行分析和比较,从中优选出一种功能满足要求、工作性能可靠、结构设计可行、成本低廉的设计方案。

3. 技术设计阶段

技术设计阶段将机械运动简图具体化为机器及零部件的合理结构,包括总体设计、结构设计、商品化设计和模型试验等内容。

4. 施工设计阶段

施工设计阶段需完成全部的工程图纸设计,包括机器总体装配图、部件装配图和零件工作图等的设计,编制好设计说明书、使用说明书以及工艺技术文件等。

5. 改进设计阶段

当完成上述的设计工作之后,要经过加工、安装以及调试制造出样机,并对样机进行试运行或在生产现场使用。

六、机械零件设计的一般过程

机械零件是组成机器的基本要素,其设计是机器设计中极其重要且工作量较大的设计环节。设计机械零件的一般步骤如下:

- (1) 建立零件的受力模型。根据简化计算方法,确定作用在零件上的载荷。
- (2) 根据零件功能的要求选定零件的类型与结构。
- (3) 根据零件的工作条件及零件的特殊要求,选择零件材料及热处理方法。
- (4) 根据工作情况的分析,判定零件的失效形式,从而确定其设计准则。
- (5) 选择零件的主要参数,并根据设计准则计算零件的主要尺寸。
- (6) 进行零件的结构设计。这是零件设计中极为重要的设计内容,往往设计工作量较大。
- (7) 结构设计完成后,必要时要进行强度校核计算。如果不满足强度的要求,则应修改结构设计。
- (8) 绘制零件工作图,编写计算说明书及有关技术文件。

七、零件的使用要求

所谓使用要求,指的是在给定的工作环境下和预期的寿命内零件能够正常工作的条件,主要有以下几点:

- (1) 零件承受工作载荷的能力。
- (2) 零件工作情况。
- (3) 耐磨性、寿命、可靠性等要求。
- (4) 零件尺寸和质量的要求。

八、零件的工艺性要求

工艺性主要考虑零件以及毛坯制造的可能性和难易程度。

- (1) 毛坯制造。一般情况下采用锻造方法制造毛坯。采用锻造方法时,应选还原性、热塑性好的材料。对于需要锻造的零件,应根据零件的生产批量决定采用模锻还是自由锻。
- (2) 机械加工。对于需要切削加工的零件,要考虑材料的易切削性能及已切削表面的粗糙度等。
- (3) 热处理。热处理对改善材料的机械性能有很大的作用,必须根据零件的使用要求、尺寸大小、结构复杂程度及工艺要求,合理地选择热处理工艺。

九、经济性要求

材料的经济性主要应从以下六个方面进行考虑。

- (1) 材料的相对价格。在能够满足使用要求和工艺要求的前提下,应采用价格相对低的材料。
- (2) 材料的加工费用。要考虑不同材料的加工批量和加工费用,包括毛坯制造、机械加工及热处理等。

(3) 局部品质增强。采用局部品质增强原则,可以满足零件的不同部位对材料的不同要求。如蜗轮的齿圈采用青铜,而轮芯采用铸铁等。

(4) 材料的利用率。提高材料的利用率也可降低成本。如采用无切削或少切削的材料及工艺,可提高材料的利用率。

(5) 材料的替代。在满足使用要求的前提下,尽量采用廉价的材料来代替价格相对昂贵的稀有材料。

(6) 材料的供应及储运情况。材料的货源供应要充足,储运成本不可太高。

第三节 机械零件的强度

强度是保证机械零件工作能力的最基本要求。设计机械零件时必须满足强度条件

$$\sigma \leq [\sigma] \quad (1-1)$$

式中: σ ——零件危险剖面上的最大应力;

$[\sigma]$ ——零件材料的许用应力。

进行强度计算时,必须判明机械零件所承受的载荷和应力的性质,并合理选定许用应力。

一、载荷和应力的类型

零件所受的载荷可分为静载荷和变载荷两类。不随时间变化或变化很小的载荷称为静载荷。随时间变化的载荷称为变载荷,其变化可以是周期性的或非周期性的。

在载荷作用下零件剖面内产生的应力可分为静应力和变应力。不随时间变化或变化很小的应力称为静应力,随时间变化而变化的应力称为变应力。具有周期性的变应力称为循环变应力。

二、许用应力和安全系数

许用应力是零件设计的最大条件应力。合理确定许用应力可以使零件既有足够的强度和寿命,又不至于结构尺寸过大。许用应力取决于零件材料的极限应力和安全系数,由下式确定

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\lim}}{S} \quad (1-2)$$

式中: $\sigma_{\lim}$ ——材料的极限应力;

S ——安全系数。

1. 极限应力

在静应力下工作的零件,其损坏形式为断裂或塑性变形。对于脆性材料制造的零件,为防止发生断裂,应取材料的强度极限 σ_b 作为极限应力;对于塑性材料制造的零件,则取材料的屈服极限 σ_s 作为极限应力。

在变应力下工作的零件,其损坏形式是疲劳破坏。材料的疲劳破坏是一种损伤积累。初期损坏现象是在零件表面产生微细裂纹,随着应力循环次数的增加,裂纹逐渐扩展,因

而承载的有效剖面面积逐渐减小以致突然发生断裂。所以疲劳断裂与一般静力断裂不同，它和应力循环次数密切相关。

当循环特性 r 一定时，经过 N 次应力循环，材料不发生破坏时的最大应力值称为疲劳极限，用 σ_{rN} 表示。应力循环特性 r 不同，疲劳极限数值也不同。在对称循环变应力下，材料的疲劳极限最低。

材料的疲劳极限由疲劳试验测定。表示疲劳极限与应力循环次数之间关系的曲线，称为疲劳曲线，如图 1-1 所示。

由图 1-1 可见，应力愈小，试件能承受的应力循环次数就愈多。对于一般钢材，当应力循环次数 N 超过某一数值 N_0 以后，曲线趋于水平，即可认为试件经受“无限次”循环也不会断裂。 N_0 称为循环基数，对于 N_0 的应力称为材料的疲劳极限 σ_r ，也称为材料的持久疲劳极限。

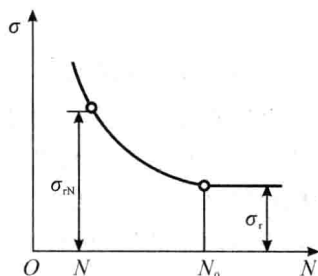


图 1-1 疲劳曲线

因此，在变应力作用下，为防止疲劳破坏，应取材料的疲劳极限作为极限应力。需要指出的是，零件的疲劳强度还受到应力集中、尺寸大小和表面状态等因素的影响。因此，零件的疲劳极限与材料试件的疲劳极限是不相同的。当不必精确计算时，可用增大安全系数的办法加以考虑。

2. 安全系数

安全系数是考虑材料力学性能的离散性、计算方法的准确性、零件的重要性等多种不确定因素的影响而确定的。安全系数取值过大，将使零件结构笨重，浪费材料；若安全系数取值过小，零件可能容易损坏而不安全。一般应在保证安全可靠的前提下，尽量选用较小的安全系数。

实际工作中，安全系数 S 常可用下述方法确定。

(1) 查表法。在不同的工业部门，根据长期生产实践经验和试验研究，常制定适合本部门的安全系数（或许用应力）规范（图表）。这种规范虽然各有其适用范围，但具有数据和使用方便等优点。

(2) 部分系数法。是用一系列分别考虑各种因素的影响，然后取其乘积来综合表示总的的安全系数。



思考与练习题

- 1-1 何谓机器和机构？应该如何理解这两个概念？
- 1-2 本课程有何特点？在学习本课程时要注意哪些问题？
- 1-3 机械设计的一般过程通常分哪几个阶段？各个阶段的主要内容是什么？
- 1-4 机械设计的基本要求应包括哪些方面？
- 1-5 机械零件设计的一般步骤有哪些？
- 1-6 在选用机械零件的材料时，主要考虑哪些要求？
- 1-7 机械零件的疲劳断裂与哪些因素有关？