

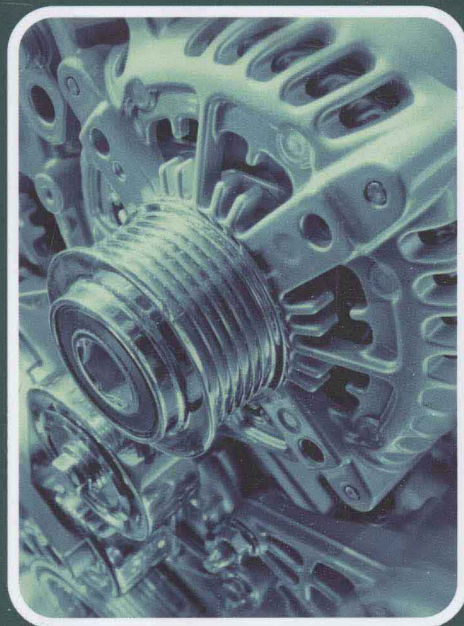


全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

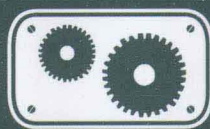
丛书顾问 ▶ 李培根 林萍华

# 机械设计 实践教程

王利华 ▶ 主编



JIXIESHEJI SHIJIAN  
JIAOCHENG



JIXIELEI SHIERWU



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

# 机械设计实践教程

主 编 王利华

副主编 侍红岩 迎春 王耘涛 张丹丹

华中科技大学出版社

中国·武汉

## 内 容 提 要

本书是按照教育部《“十二五”普通高等教育本科教材建设意见》(教高[2011]5号),以“符合人才培养需求,体现教育改革成果,确保教材质量,内容先进创新”为指导思想而组织编写的。

本书内容包括三大部分。第1篇,机械设计习题(共16章),每章按五种题型涵盖了各章大部分知识点,全部给出了参考答案;第2篇,机械设计实验(共7章),包括机械设计课程的七个典型实验;第3篇,机械设计课程设计(共7章),较系统地介绍了机械传动装置的设计任务、设计内容、步骤和方法,重点突出,便于课程设计的教学和自学。本书力求内容精练,注重实际能力的培养与训练。

本书一方面可以作为机械设计制造及其自动化、机械电子工程、材料成形与控制等专业系列教材使用,以满足教学要求;另一方面也可以作为机械设计课程学习指南,供学习者参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

机械设计实践教程/王利华 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2012.10  
ISBN 978-7-5609-8321-9

I. 机… II. 王… III. 机械设计-高等学校-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 200370 号

## 机械设计实践教程

王利华 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:刘勤

封面设计:范翠璇

责任校对:祝菲

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉佳年华科技有限公司

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:11.5

字 数:288千字

版 次:2012年10月第1版第1次印刷

定 价:28.00元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换  
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务  
版权所有 侵权必究

全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

## 编审委员会

顾问：李培根 华中科技大学

林萍华 华中科技大学

主任：吴昌林 华中科技大学

副主任：(按姓氏笔画顺序排列)

王生武 邓效忠 轧 钢 庄哲峰 吴 波 何岭松

陈 炜 杨家军 杨 萍 竺志超 高中庸 谢 军

委员：(排名不分先后)

许良元 程荣龙 曹建国 郭克希 朱贤民 贾卫平

丁晓非 张生芳 董 欣 庄哲峰 蔡业彬 许泽银

许德璋 叶大鹏 李耀刚 耿 铁 邓效忠 宫爱红

成经平 刘 政 王连弟 张庐陵 张建国 郭润兰

张永贵 胡世军 汪建新 李 岚 杨术明 杨树川

李长河 马晓丽 刘小健 汤学华 孙恒五 聂秋根

赵 坚 马 光 梅顺齐 蔡安江 刘俊卿 龚曙光

吴凤和 李 忠 罗国富 张 鹏 张鬲君 柴保明

孙 未 何 庆 李 理 孙文磊 李文星 杨咸启

秘 书：

俞道凯 万亚军

# 全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材

## 序

“十二五”时期是全面建设小康社会的关键时期,是深化改革开放、加快转变经济发展方式的攻坚时期,也是贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》的关键五年。教育改革与发展面临着前所未有的机遇和挑战。以加快转变经济发展方式为主线,推进经济结构战略性调整、建立现代产业体系,推进资源节约型、环境友好型社会建设,迫切需要进一步提高劳动者素质,调整人才培养结构,增加应用型、技能型、复合型人才的供给。同时,当今世界处在大发展、大调整、大变革时期,为了迎接日益加剧的全球人才、科技和教育竞争,迫切需要全面提高教育质量,加快拔尖创新人才的培养,提高高等学校的自主创新能力,推动“中国制造”向“中国创造”转变。

为此,近年来教育部先后印发了《教育部关于实施卓越工程师教育培养计划的若干意见》(教高[2011]1号)、《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》(教高[2011]5号)、《关于“十二五”期间实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”的意见》(教高[2011]6号)、《教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见》(教高[2012]4号)等指导性意见,对全国高校本科教学改革和发展方向提出了明确的要求。在上述大背景下,教育部高等学校机械学科教学指导委员会根据教育部高教司的统一部署,先后起草了《普通高等学校本科专业目录机械类专业教学规范》、《高等学校本科机械基础课程教学基本要求》,加强教学内容和课程体系改革的研究,对高校机械类专业和课程教学进行指导。

为了贯彻落实教育规划纲要和教育部文件精神,满足各高校高素质应用型高级专门人才培养要求,根据《关于“十二五”普通高等教育本科教材建设的若干意见》文件精神,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,联合一批机械学科办学实力强的高等学校、部分机械特色专业突出的学校和教学指导委员会委员、国家级教学团队负责人、国家级教学名师组成编委会,邀请来自全国高校机械学科教学一线的教师组织编写全国普通高等学校机械

类“十二五”规划系列教材,将为提高高等教育本科教学质量和人才培养质量提供有力保障。

当前经济社会的发展,对高校的人才培养质量提出了更高的要求。该套教材在编写中,应着力构建满足机械工程师后备人才培养要求的教材体系,以机械工程知识和能力的培养为根本,与企业对机械工程师的能力目标紧密结合,力求满足学科、教学和社会三方面的需求;在结构上和内容上体现思想性、科学性、先进性,把握行业人才要求,突出工程教育特色。同时注意吸收教学指导委员会教学内容和课程体系改革的研究成果,根据教指委颁布的各课程教学专业规范要求编写,开发教材配套资源(习题、课程设计和实践教材及数字化学习资源),适应新时期教学需要。

教材建设是高校教学中的基础性工作,是一项长期的工作,需要不断吸取人才培养模式和教学改革成果,吸取学科和行业的新知识、新技术、新成果。本套教材的编写出版只是近年来各参与学校教学改革的初步总结,还需要各位专家、同行提出宝贵意见,以进一步修订、完善,不断提高教材质量。

谨为之序。

国家级教学名师

华中科技大学教授、博导

2012年8月



# 前 言

本书是按照《教育部关于“十二五”普通高等教育本科教材建设意见》(教高[2011]5号),以“符合人才培养需求,体现教育改革成果,确保教材质量,内容先进创新”为指导思想,由华中科技大学出版社筹划、组织编写的全国普通高等学校机械类“十二五”规划系列教材,是最新专业目录中机械大类(专业代码 0802)下的机械工程、机械设计制造及其自动化、机械电子工程、材料成形与控制专业系列教材之一。在教材的编写中,着力构建满足机械工程师后备人才培养要求的教材体系,以机械工程知识和能力的培养为宗旨,与企业对机械工程师的能力目标紧密结合,力求满足学科、教学和社会三方面的需求;在结构上和内容上体现思想性、科学性、先进性,把握行业人才要求,突出工程教育特色。

“机械设计”是机械类专业的一门主干技术基础课程,是以一般通用零件的设计计算为核心的设计性课程,是一门设计性、综合性和实践性都很强的课程。在机械类本科教学体系中具有十分重要的地位,也是机械工程一级学科各专业硕士研究生入学考试的课程之一。

本书内容包括三大部分。第1篇,机械设计习题(共16章),每章按概念题、填空题、选择题、简答题和计算分析题五种题型,涵盖了各章大部分知识点,全部给出了参考答案,便于基本知识、基本理论和基本方法的熟悉与理解,尤其是重点、难点内容更容易体会把握;第2篇,机械设计实验(共7章),包括零件认知、螺纹连接、带传动、滑动轴承与轴系结构、减速器装拆和传动系统方案设计七个典型实验,实践性、理论性和设计性相融合,有利于知识掌握和动手能力培养;第3篇,机械设计课程设计(共7章),包括总论、任务书、传动方案设计、装配图设计、说明书和答辩,较系统介绍了机械传动装置的设计任务、设计内容、步骤和方法,重点突出,便于课程设计的教学和自学。本书一方面可以作为机械设计系列教材之一,满足教学要求;另一方面也可以作为机械设计课程学习指南,供学习者参考。

华中科技大学出版社筹划、组织了此书的编写工作,在此深表谢意。另外,还要感谢在编写过程中提供帮助的老师和同学们。

由于编者水平及时间有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2012年8月18日

# 目 录

## 第 1 篇 机械设计习题

第 1 章 绪论	(3)
习题	(3)
参考答案	(3)
第 2 章 机械设计总论	(4)
习题	(4)
参考答案	(4)
第 3 章 机械零件的强度	(6)
习题	(6)
参考答案	(7)
第 4 章 摩擦磨损及润滑概述	(10)
习题	(10)
参考答案	(11)
第 5 章 螺纹连接与螺旋传动	(12)
习题	(12)
参考答案	(15)
第 6 章 键、花键、无键连接和销连接	(19)
习题	(19)
参考答案	(20)
第 7 章 铆接、焊接、胶接和过盈连接	(21)
习题	(21)
参考答案	(21)
第 8 章 带传动	(23)
习题	(23)
参考答案	(25)
第 9 章 链传动	(28)
习题	(28)
参考答案	(29)
第 10 章 齿轮传动	(33)
习题	(33)
参考答案	(37)
第 11 章 蜗杆传动	(41)
习题	(41)
参考答案	(43)



<b>第 12 章 滑动轴承</b> .....	(46)
习题 .....	(46)
参考答案 .....	(48)
<b>第 13 章 滚动轴承</b> .....	(52)
习题 .....	(52)
参考答案 .....	(56)
<b>第 14 章 联轴器和离合器</b> .....	(63)
习题 .....	(63)
参考答案 .....	(64)
<b>第 15 章 轴</b> .....	(65)
习题 .....	(65)
参考答案 .....	(66)
<b>第 16 章 弹簧</b> .....	(68)
习题 .....	(68)
参考答案 .....	(69)

## 第 2 篇 机械设计实验

<b>第 17 章 机械零件认知实验</b> .....	(73)
17.1 实验目的 .....	(73)
17.2 实验设备 .....	(73)
17.3 实验方法 .....	(73)
17.4 实验内容 .....	(73)
17.5 思考题 .....	(77)
17.6 JS—18B 机械零件陈列柜 .....	(77)
<b>第 18 章 螺栓连接综合实验</b> .....	(86)
18.1 实验目的 .....	(86)
18.2 实验设备及工作原理 .....	(86)
18.3 实验内容 .....	(88)
18.4 实验方法及步骤 .....	(88)
18.5 注意事项 .....	(89)
18.6 实验报告样式 .....	(89)
18.7 思考题 .....	(91)
18.8 CQYDJ—4 型静、动态电阻应变仪使用说明 .....	(91)
<b>第 19 章 带传动实验</b> .....	(95)
19.1 实验目的 .....	(95)
19.2 实验设备及工作原理 .....	(95)
19.3 实验内容 .....	(96)
19.4 实验方法及步骤 .....	(97)
19.5 注意事项 .....	(97)
19.6 思考题 .....	(97)

<b>第 20 章 机械传动系统方案设计和性能测试综合实验</b> .....	(98)
20.1 实验目的 .....	(98)
20.2 实验设备及工作原理 .....	(98)
20.3 实验方法及步骤.....	(100)
20.4 注意事项.....	(100)
20.5 思考题.....	(101)
<b>第 21 章 液体动压滑动轴承实验</b> .....	(102)
21.1 实验目的.....	(102)
21.2 实验设备及工作原理.....	(102)
21.3 实验方法及步骤.....	(104)
21.4 注意事项.....	(105)
21.5 思考题.....	(105)
21.6 实验报告样式.....	(105)
<b>第 22 章 轴系结构设计实验</b> .....	(107)
22.1 实验目的.....	(107)
22.2 实验设备.....	(107)
22.3 实验内容.....	(108)
22.4 实验步骤.....	(109)
22.5 思考题.....	(109)
22.6 轴系结构示例.....	(110)
<b>第 23 章 减速器装拆实验</b> .....	(112)
23.1 实验目的.....	(112)
23.2 实验设备.....	(112)
23.3 实验方法及步骤.....	(112)
23.4 注意事项.....	(114)
23.5 思考题.....	(114)
23.6 实验报告式样.....	(114)

### 第 3 篇 机械设计课程设计

<b>第 24 章 机械设计课程设计总论</b> .....	(119)
24.1 机械设计课程设计的目的.....	(119)
24.2 机械设计课程设计的内容和任务.....	(119)
24.3 课程设计的步骤.....	(119)
24.4 课程设计的有关注意事项.....	(121)
<b>第 25 章 机械设计课程设计任务书</b> .....	(122)
25.1 带式输送机传动系统设计(一).....	(122)
25.2 带式输送机传动系统设计(二).....	(123)
25.3 带式输送机传动系统设计(三).....	(124)
25.4 带式输送机传动系统设计(四).....	(125)
25.5 带式输送机传动系统设计(五).....	(126)

25.6	带式输送机传动系统设计(六)·····	(127)
<b>第 26 章</b>	<b>机械系统传动方案设计</b> ·····	(129)
26.1	机械传动基本形式·····	(129)
26.2	传动方案运动学及动力学设计·····	(133)
26.3	传动零件设计计算和轴系零件的初步选择·····	(138)
<b>第 27 章</b>	<b>减速器装配图的设计</b> ·····	(142)
27.1	减速器装配图常见错误·····	(142)
27.2	减速器装配图视图的绘制·····	(144)
27.3	减速器装配图尺寸的标注·····	(145)
27.4	零件序号、标题栏和明细表·····	(146)
27.5	减速器技术特性和技术要求·····	(146)
<b>第 28 章</b>	<b>设计计算说明书的编写</b> ·····	(149)
28.1	设计计算说明书的内容·····	(149)
28.2	设计计算说明书的编写要求·····	(149)
28.3	设计计算说明书的书写格式示例·····	(150)
<b>第 29 章</b>	<b>机械设计课程设计的答辩</b> ·····	(154)
<b>第 30 章</b>	<b>YJ—10D 机械设计课程设计陈列柜</b> ·····	(160)
30.1	第 1 柜——课程设计概述·····	(160)
30.2	第 2 柜——传动装置总体设计·····	(160)
30.3	第 3 柜——减速器结构(I)·····	(161)
30.4	第 4 柜——减速器结构(II)·····	(162)
30.5	第 5 柜——装配图设计(I)·····	(163)
30.6	第 6 柜——装配图设计(II)·····	(164)
30.7	第 7 柜——设计错误分析(I)·····	(164)
30.8	第 8 柜——设计错误分析(II)·····	(165)
30.9	第 9 柜——轴系结构设计正误对照·····	(167)
30.10	第 10 柜——零件工作图设计·····	(168)
<b>参考文献</b>	·····	(169)

# 第 1 篇 机械设计习题

“机械设计”是机械类专业的一门主干技术基础课程,它的主要任务是培养学生掌握通用机械零件的设计原理、方法和机械设计的一般规律,具有设计机械传动装置和简单机械的能力。“机械设计”在机械类本科教学体系中具有十分重要的地位,也是机械工程一级学科各专业硕士研究生入学考试的课程之一。该课程内容繁杂,理论性和实践性都很强,初学者不容易抓住重点。

本篇以掌握解题方法和技巧、内容全面和突出重点为原则,每章按概念题、填空题、选择题、简答题和计算分析题五种题型涵盖了各章大部分知识点,全部给出了参考答案,便于基本知识、基本理论和基本方法的熟悉理解,尤其是重点、难点内容更容易把握。



# 第 1 章 绪 论

## 习 题

### 1. 名词解释

1-1 机器

1-2 标准件

### 2. 填空题

1-3 机器的基本组成要素是\_\_\_\_\_。

1-4 机械零件可以分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_两大类。

### 3. 选择题

1-5 机械设计课程研究的内容只限于\_\_\_\_\_。

A. 专用零件和部件

B. 特殊条件下工作的通用零件和部件

C. 普通工作条件下一般通用零件和部件

D. 标准化的零件和部件

1-6 机械设计课程的性质是\_\_\_\_\_。

A. 技术基础课

B. 基础课

C. 公共课

D. 专业课

### 4. 简答题

1-7 什么是通用零件？什么是专用零件？试各举三个实例。

## 参 考 答 案

### 1. 名词解释

1-1 机器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。

1-2 标准件是指结构、尺寸、画法、标记等各个方面已经完全标准化，并由专业厂生产的常用的零(部)件，如螺纹件、键、销、滚动轴承等。

### 2. 填空题

1-3 机械零件

1-4 通用零件 专用零件

### 3. 选择题

1-5 C； 1-6 A

### 4. 简答题

1-7 答 通用零件是指在各种机器中都能用到的零件，如螺钉、齿轮、轴承等；专用零件是指在特定的机器中才能用到的零件，如涡轮机的叶片、飞机的螺旋桨、往复式活塞内燃机的曲轴等。

## 第2章 机械设计总论

### 习 题

#### 1. 名词解释

2-1 失效

2-2 强度准则

#### 2. 填空题

2-3 机械零件的常规设计方法可概括地划分为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_三种。

2-4 机械零件的主要失效形式主要有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

#### 3. 选择题

2-5 驱动整部机器以完成预定功能的动力源是\_\_\_\_\_。

A. 原动机部分      B. 执行部分      C. 传动部分      D. 控制系统部分

2-6 下列不属于现代设计方法的是\_\_\_\_\_。

A. 优化设计      B. 并行设计      C. 计算机辅助设计      D. 模型实验设计

#### 4. 简答题

2-7 提高设计和制造经济性指标的主要途径有哪些？

2-8 为了提高机械零件的强度,在设计时原则上可以采用哪些措施？

### 参 考 答 案

#### 1. 名词解释

2-1 失效是指机械零件在正常使用条件下丧失预定功能。

2-2 强度准则是指零件中的应力不得超过允许的限度。

#### 2. 填空题

2-3 理论设计 经验设计 模型实验设计

2-4 整体断裂 过大的残余变形 零件的表面破损 非正常工作条件引起的失效

#### 3. 选择题

2-5 A; 2-6 D

#### 4. 简答题

2-7 答 提高设计和制造经济性指标的主要途径有如下六条。

(1) 采用强度高的材料。

(2) 使零件具有足够的截面尺寸。

(3) 合理地设计零件的截面形状,以增大截面的惯性矩。

(4) 采用热处理和化学热处理方法,以改善材料的力学性能。

(5) 提高运动零件的制造精度,以降低工作时的动载荷。

(6) 合理地配置机器中各零件的相互位置,以降低作用于零件上的载荷。

**2-8 答** 可以采用以下五项措施。

(1) 采用现代设计方法,使设计参数最优化,达到尽可能精确的计算结果,保证足够可靠性。

(2) 最大限度地采用标准化、系列化及通用化的零、部件。

(3) 尽可能采用新技术、新工艺、新结构和新材料。

(4) 合理地组织设计和制造过程。

(5) 力求改善零件结构的工艺性,使其用料少、易加工、易装配。



## 第3章 机械零件的强度

### 习 题

#### 1. 名词解释

3-1 疲劳破坏

3-2 疲劳损伤累积假说

#### 2. 填空题

3-3 应力幅与平均应力之和等于\_\_\_\_\_,应力幅与平均应力之差等于\_\_\_\_\_,最小应力与最大应力之比称为\_\_\_\_\_。

3-4  $r=-1$ 时,变应力称为\_\_\_\_\_变应力, $r=0$ 时,变应力称为\_\_\_\_\_变应力,当 $r=1$ 时,变应力称为\_\_\_\_\_应力,当 $r$ 等于其他值时,变应力称为\_\_\_\_\_变应力。

3-5 影响机械零件疲劳强度的因素有:\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

#### 3. 选择题

3-6 下列四种叙述中\_\_\_\_\_是正确的。

- A. 变应力只能由变载荷产生      B. 静载荷不能产生变应力  
C. 变应力是由静载荷产生的      D. 变应力可以由变载荷产生,也可能由静载荷产生

3-7 变应力特性可用 $\sigma_{\max}$ 、 $\sigma_{\min}$ 、 $\sigma_m$ 、 $\sigma_a$ 、 $r$ 等五个参数中的任意\_\_\_\_\_来描述。

- A. 一个                              B. 两个                              C. 三个                              D. 四个

3-8 一用45钢制造的零件,工作时受静拉力,危险截面处的最大应力 $\sigma=200$  MPa,许用应力 $[\sigma]=250$  MPa,许用安全系数 $[S]_s=1.28$ ,则该材料的屈服点 $\sigma_s=$ \_\_\_\_\_ MPa。

- A. 156                              B. 195                              C. 256                              D. 320

3-9 在进行疲劳强度计算时,其极限应力应为材料的\_\_\_\_\_。

- A. 屈服点                              B. 疲劳极限                              C. 强度极限                              D. 弹性极限

3-10 两圆柱体相接触,接触面为矩形,接触面宽度中心处的最大接触应力 $\sigma_{H\max}$ 与载荷 $F$ 的关系为 $\sigma_{H\max} \propto$ \_\_\_\_\_。

- A.  $F$                               B.  $F^2$                               C.  $F^{1/3}$                               D.  $F^{1/2}$

3-11 绘制零件的 $\sigma_m$ - $\sigma_a$ 极限应力简图时,所必需的已知数据是\_\_\_\_\_。

- A.  $\sigma_{-1}$ 、 $\sigma_0$ 、 $\sigma_s$ 、 $k_s$       B.  $\sigma_{-1}$ 、 $\sigma_0$ 、 $\psi_0$ 、 $K_s$       C.  $\sigma_{-1}$ 、 $\sigma_0$ 、 $\sigma_s$ 、 $K_s$       D.  $\sigma_{-1}$ 、 $\sigma_s$ 、 $\psi_0$ 、 $k_s$

3-12 塑性材料在脉动循环变应力作用下的极限应力为\_\_\_\_\_。

- A.  $\sigma_B$                               B.  $\sigma_s$                               C.  $\sigma_0$                               D.  $\sigma_{-1}$

3-13 机械零件的强度条件可以写成\_\_\_\_\_。

- A.  $\sigma \leq [\sigma]$ 、 $\tau \leq [\tau]$  或  $S_\sigma \leq [S]_\sigma$ 、 $S_\tau \leq [S]_\tau$       B.  $\sigma \geq [\sigma]$ 、 $\tau \geq [\tau]$  或  $S_\sigma \geq [S]_\sigma$ 、 $S_\tau \geq [S]_\tau$   
C.  $\sigma \leq [\sigma]$ 、 $\tau \leq [\tau]$  或  $S_\sigma \geq [S]_\sigma$ 、 $S_\tau \geq [S]_\tau$       D.  $\sigma \geq [\sigma]$ 、 $\tau \geq [\tau]$  或  $S_\sigma \leq [S]_\sigma$ 、 $S_\tau \leq [S]_\tau$

3-14 零件表面经淬火、渗氮、喷丸及滚子碾压等处理后,其疲劳强度将\_\_\_\_\_。

- A. 提高                              B. 不变                              C. 降低                              D. 高低不能确定