

机械设计

导教 · 导学 · 导考

主 编◎ 张则荣 薛 畅

- 自主学习（课后习题详解）
- 课程过关（典型例题解析）
- 考研备考（考研真题分析）
- 教师备课（重点难点归纳）

西北工业大学出版社

新三导丛书

机 械 设 计

导教 · 导学 · 导考

主 编	张则荣	薛 畅	
副主编	张秋菊	闫洋洋	
编 者	王莎莎	王 婷	陆银梅
	徐永涛	贺 彦	唐 塘
主 审	孟庆东		

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是与孟庆东主编,由西北工业大学出版社出版的《机械设计简明教程》教材配套使用的辅导教材,主要目的是帮助教与学“机械设计”这门学科的读者掌握课程的主要内容,明确重点和要求,解决疑难点,正确完成复习题和习题作业,并对全部完成课程学习后如何总复习进行指导。

本书可作为高等工科院校机械类、近机械类本科及机械类专科学生学习“机械设计”课程的辅导教材,也可作为高等职业学校、成人高校的辅助教材,亦是考研读者的好帮手。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计导教导学导考/张则荣,薛畅主编. —西安:西北工业大学出版社,2016.8
ISBN 978-7-5612-4893-5

I. ①机… II. ①张… ②薛… III. ①机械设计—高等学校—教学参考资料 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 184404 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:<http://www.nwpup.com>

印 刷 者:兴平市博闻印务有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:11.625

字 数:278 千字

版 次:2016 年 8 月第 1 版

2016 年 8 月第 1 次印刷

定 价:29.00 元

前 言

本书是与孟庆东主编,由西北工业大学出版社出版的《机械设计简明教程》教材(以下简称“主教材”)配套使用的辅导书,主要目的是帮助教与学“机械设计”这门学科的读者掌握课程的主要内容,明确重点和要求,解决疑难点,正确完成复习题和习题作业;对全部完成本课程学习后如何总复习进行指导,并附有模拟试题、名校的考研题。因此本书亦是考研读者的好帮手。

为了叙述方便,本书内容分为以下两部分:

(一)理论学习部分

按主教材顺序分章编写。一般每章都由七个部分组成。

1. 学习要求:说明学习的基本要求,并分别说明应熟练掌握、理解的内容或应该了解的相关知识等。

2. 重点与难点:指出应学习的重点问题及本章的难点所在。

3. 学习方法指导:系统指导各节学习方法,注意的问题及重点和难点的补充说明。

4. 考点·典型例题练习及参考答案:指出本章考核重点、可能的考题形式,并例举各类典型例题解析,给出参考解答。

5. 自我检测题:对“主教材”本章复习完后,自我检验学习效果。参考解答挂在网上。

6. 教学建议:对本章授课方法、重点及典型例题提出教学建议,供教师参考。

(二)复习备考学习部分

附录 I 总复习指导:对于学完本课程理论后如何进行全面复习,以及所学主要内容又做较为系统和明确的交待或提示。

附录 II 复习效果的自我检验题(应试题库):编写本部分的目的是为读者系统地学完本章后,提供一个自我检验学习效果的平台,为备考复习作参考。供教师命题和学生总复习应考参考。

本书可作为高等工科院校机械类、近机械类本科及机械类专科学生学习“机械设计”课程的辅导教材,也可作为高等职业学校、成人高校的辅助教材。

参加本书编写分工的作者如下:

张则荣编写了第 1 章、第 7 章、第 8 章、附录 I 总复习指导;

薛畅编写了第 2~4 章、附录 II 复习效果的自我检验题之“1~4”部分的题及解;

张秋菊编写了第 9~11 章;

闫洋洋编写了第 5 章、第 6 章、第 12 章;

王沙沙编写了附录 II 复习效果的自我检测之“5. 计算题”部分的题及解;

王婷负责了第 1 章、第 2 章例题、习题的校对,电算及插图处理;

陆银梅负责了第 3 章、第 4 章例题、习题的校对,电算及插图处理;

徐永涛负责了第 5 章、第 6 章例题、习题的校对,电算及插图处理;

唐璐负责了第 7~9 章例题、习题的校对,电算及插图处理;

贺彦负责了第10~12章例题、习题的校对,电算及插图处理。

本书由张则荣和薛畅任主编,并统稿;张秋菊和闫洋洋任副主编。

本书由青岛科技大学孟庆东教授审阅,他对本书的构架设计、选材等提出了许多宝贵意见,并仔细审阅了全稿。

在本书编写过程中,得到了各参编院校的支持,并参阅了大量现行的机械设计通用教材及辅导教材、题解等有关教学参考书。谨此,一并对上述单位和参考资料的作者表示衷心感谢!

限于水平,书中肯定还存在不少缺点和不妥之处,希望使用本书的广大读者提出批评和指正,以利于辅导教材质量的进一步提高。在此深表谢意!

编 者

2016年4月



目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 学习要求	1
1.2 重点与难点	1
1.3 学习方法指导	1
1.4 考点·典型例题练习及参考解答	1
1.5 自我检测题	2
1.6 教学建议	3
第 2 章 机械零件设计概论	5
2.1 学习要求	5
2.2 重点与难点	5
2.3 学习方法指导	5
2.4 考点·典型例题练习及参考解答	11
2.5 自我检测题	16
2.6 教学建议	17
第 3 章 摩擦、磨损及润滑概述	22
3.1 学习要求	22
3.2 重点与难点	22
3.3 学习方法指导	22
3.4 考点·典型例题练习及参考解答	23
3.5 自我检测题	26
第 4 章 螺纹连接及螺旋传动	27
4.1 学习要求	27
4.2 重点与难点	27
4.3 学习方法指导	27
4.4 考点·典型例题练习及参考解答	32
4.5 自我检测题	38
4.6 教学建议	39
第 5 章 机器中其他形式的连接	43
5.1 学习要求	43
5.2 重点与难点	43
5.3 学习方法指导	43

5.4	考点·典型例题练习及参考解答	43
5.5	自我检测题	48
5.6	教学建议	49
第6章	带传动和链传动	51
6.1	学习要求	51
6.2	重点与难点	51
6.3	学习方法指导	51
6.4	考点·典型例题练习及参考解答	57
6.5	自我检测题	64
6.6	教学建议	67
第7章	齿轮传动	74
7.1	学习要求	74
7.2	重点与难点	74
7.3	学习方法指导	74
7.4	考点·典型例题练习及参考解答	78
7.5	自我检测题	84
7.6	教学建议	90
第8章	蜗杆传动	97
8.1	学习要求	97
8.2	重点与难点	97
8.3	学习方法指导	97
8.4	考点·典型例题练习及参考解答	101
8.5	自我检测题	105
8.6	教学建议	108
第9章	轴承	112
9.1	学习要求	112
9.2	重点与难点	112
9.3	学习方法指导	113
9.4	考点·典型例题练习及参考解答	120
9.5	自我检测题	123
9.6	教学建议	125
第10章	轴	135
10.1	学习要求	135
10.2	重点与难点	135
10.3	学习方法指导	135
10.4	考点·典型例题练习及参考解答	140
10.5	自我检测题	146



10.6 教学建议	149
第 11 章 联轴器、离合器和制动器	154
11.1 学习要求	154
11.2 重点与难点	154
11.3 学习方法指导	154
11.4 考点·典型例题练习及参考解答	155
11.5 自我检测题	157
11.6 教学建议	158
第 12 章 弹簧	160
12.1 学习要求	160
12.2 重点与难点	160
12.3 学习方法指导	160
12.4 考点·典型例题练习及参考解答	161
12.5 自我检测题	161
12.6 教学建议	161
附录	164
附录 I 课程总复习	164
附录 II 复习效果的自我检测(应试题库)	165
附录 III 实践环节部分:机械设计基本实验	177
附录 IV 常用量的名称、单位、符号及换算关系	178

第1章 绪 论

1.1 学习要求

- (1)明确机械设计在现代化建设中的重要作用。
- (2)弄清零件设计在机械设计中的地位。
- (3)了解本课程的内容、性质、特点,与先修及后继课程之间的关系,以及相应的学习方法,从而对整个课程获得大概的总体认识。

1.2 重点与难点

- (1)了解本课程的内容、学习目的、学习方法。
- (2)对机械零件的基本要求和机械设计的基本要求,这是两个不同含义的要求。

1.3 学习方法指导

(1)本课程主要是运用以前课程所学的知识,如物理、理论力学、材料力学、机械原理、机制工艺学等,解决机械设计问题。其目的是教会学生掌握一种自然界的规律,可用于分析和研究许多具体问题。及时复习先修课程的相关知识。

(2)机械设计是一门具有工程设计性的技术基础课程,它的内容与体系和学生过去所学的课程有明显的区别。学习绪论的目的在于了解本课程的内容、特点,使学习处于主动地位。

(3)本课程的头绪多,系统性不明显。如果掌握了本课程的特点,以学习机械设计为目的,则会觉得本课程有其自己的体系和思考问题解决问题的典型方法,容易理解和接受,而且在以后的工作中便于举一反三,受益无穷。

1.4 考点·典型例题练习及参考解答

1. 本章考点

机械设计包括以下两种设计:机械(机器)设计应满足的基本要求和机械零件设计的基本要求(分清两者之不同)。机器设计的一般程序、机器与零件的关系。

本章考试题多以填空题、判断题、问答题为主。

2. 典型例题练习

例题 1.1(填空题 1) 车床一般由①_____,②_____,③_____,
④_____等4个基本部分组成。

例题 1.2(填空题 2) 机械零件设计的基本要求① _____, ② _____,

③ _____。

例题 1.3(判断题 1) 机械是机器和机构的总称,组成机械的制造单元是零件。()

例题 1.4(判断题 2) 零件设计的基本要求也就是“对机械(机器)设计应满足的基本要求”。()

例题 1.5(简答题 1) 机械设计(又称机械零件)的主要任务是什么?

例题 1.6(简答题 2) 本课程的性质和任务是什么?

例题 1.7(简答题 3) 学习本课程应注意哪些问题?

3. 典型例题练习参考解答

例题 1.1 【①发动机(原动机),②变速箱、带传动等(传动装置),③进给箱和主轴箱(工作机),④切削速度、进给量控制(控制系统)】

例题 1.2 【①合理选择材料,降低材料费用;②保证良好的工艺性,减少制造费用;③尽量采用标准化、通用化设计,简化设计过程,节省设计和加工费用。】

例题 1.3 【(√)】

例题 1.4 【(×)】

例题 1.5 【答:①运用基本理论和基本知识解决一般机械零件设计问题;②掌握通用机械零件的结构特点和工作原理;③掌握零部件的选用或设计计算方法;④掌握机构设计和使用维护知识;⑤有分析机械零件失效原因和提出改进措施的能力;⑥会利用手册、规范等有关资料,具有设计通用机械零件和简单传动装置的能力。】

例题 1.6 【答:本课程的性质是设计性的技术基础课。本课程的任务是培养学生:①初步树立正确的设计思想;②机械设计的基本知识和方法。③具有计算、绘图、查阅与运用有关技术资料的能力;④对机械设计的新发展有所了解。】

例题 1.7 【答:习本课程应注意的问题主要有:①要理论联系实际;②要抓住设计这条主线,掌握机械零部件的设计规律;③要培养解决工程实际问题的能力;④要及时复习先修课程的相关知识。】

1.5 自我检测题

1. 填空题

(1) 机器是由① _____, ② _____, ③ _____等 3 个基本部分组成。

(2) 机器原动机部分是 _____ 的动力源。

(3) 机器中之所以必须有传动部分,是为了解决① _____, ② _____, ③ _____的转变。

2. 判断题

(1) 机械是机械和机构的总称,组成机械的制造单元是零件。()

(2) 组成机械的制造单元是零件。()

3. 问答题

(1) 按工作类型来分,机器可以分为哪三类?

(2) 机械设计包括哪两种设计?

1.6 教学建议(导教)

一、教学重点

1. 教学基本要求

- (1)明确机械设计在现代化建设中的重要作用。
- (2)弄清零件设计在机械设计中的地位。
- (3)了解本课程的内容、性质、特点,与先修及后继课程之间的关系,以及相应的学习方法,从而对整个课程获得大概的总体认识。

2. 机器与机械零件

任何机器的主体都是它的机械系统,机械系统总是由一些机构组成,而机构又是由许多零件组成。所以,机器的基本组成是机械零件。故任何机器的性能,都是建立在它的主要零件的性能或某些关键零件的综合性能的基础之上的。由此可知,要想设计出一台很好的机器,必须很好地设计或选择它的零件;而每个零件的设计或选择,又是和整台机器的要求分不开的。如果不从机器的全局出发,任何一个零件都不可能正确地设计或选择出来。

3. 本课程的内容、性质和任务

(1)课程内容。在简要介绍关于整台机器设计的基本知识的基础上,重点讨论一般尺寸和参数的通用零件(重型、微型及在高速、高压、高温、低温条件下工作的通用零件除外),包括它们的基本设计理论和方法,以及有关技术资料的应用等。具体内容包括总论、连接、传动、轴系及其他共五大部分。

(2)课程性质。本课程是以一般通用零件的设计为核心,论述它们的基本设计理论与方法的设计性技术基础课程。

(3)课程任务。本课程(包括它的全部教学环节)的主要任务是培养学生:

- 具有正确的设计思想、勇于创新探索、实事求是、团结协作、艰苦奋斗的精神。
- 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,进而具有综合运用所学的知识,研究改进或开发新的基础件及设计简单的机械的能力。
- 具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力。
- 掌握典型机械零件的实验方法,获得实验技能的基本训练。
- 了解国家当前的有关技术经济政策,并对机械设计的新发展有所了解。

4. 如何学习本课程

机械设计课程主要研究常用、通用机械零部件的设计。这些零部件都是独立的,对初学者来说,开始学习时会深感零碎而难以入门。要解决此问题,可在学习这门课中时刻贯穿失效形式—受力分析—强度计算—结构设计这一主线。无论学习哪种机械零部件的设计。如果以此主线为纲,就便于入门、便于掌握。

机械设计是实践性很强的课程,除了努力学好教材外,还要认真学好各个实践性教学环节的内容,并注意把主要精力用于钻研零件的结构、选材、制法、标准、规范、适用场合、工作情况、受力及应力状态、失效形式及其机理、设计准则、设计方法与步骤,以及可能出现的问题与对策上,而对公式的推导、经验数据的取得、某些曲线的来历等,只需作一般的了解,不必反复深钻,

以免偏离重点。由于零件设计的结果往往由结构设计来体现,故结构设计在设计工作量中一般占较大比重,必须给予足够的重视。

总之,在本课程的学习过程中,要综合运用先修课程中所学的有关知识与技能,结合各个教学实践环节进行机械工程技术人员的基本训练,逐步提高自己的理论水平、构思能力、工程洞察力和判断力,特别是分析问题及解决问题的能力,为顺利过渡到专业课程的学习及进行专业产品和设备的设计打下宽广而坚实的基础。

二、典型例题解析

例题 1-1 分析下列机器的组成:(1)汽车;(2)车床;(3)摩托车。

答:(1)汽车。一般由①发动机(原动机),②变速箱等(传动装置),③车轮(工作机),④制动器、方向盘等(控制系统)等 4 个基本部分和车架、减振弹簧、座椅、车灯、后视镜、刮水器等(辅助部分)组成。

(2)车床。一般由①电动机(原动机),②变速箱、带传动等(传动装置),③进给箱和主轴箱(工作机),④控制切削速度、进给量的控制系统等 4 个基本部分和床身、导轨、照明及润滑装置等(辅助部分)组成。

(3)摩托车。一般由①发动机(原动机),②变速箱等(传动装置),③车轮(工作机),④换挡机构、制动器等(控制系统)4 个基本部分和车架、车灯、后视镜、润滑系统等(辅助部分)组成。

例题 1-2 本课程的性质和任务是什么?

答:本课程的性质是设计性的技术基础课。

本课程的任务是培养学生:

- (1)初步树立正确的设计思想。
- (2)掌握机械设计的基本知识和方法。
- (3)具有计算、绘图、查阅与运用有关技术资料的能力。
- (4)掌握本课程实验的基本知识,获得实验技能。
- (5)对机械设计的新发展有所了解。

例题 1-3 学习本课程应注意哪些问题?

答:学习本课程应注意的问题主要有:

- (1)要理论联系实际。
- (2)要抓住设计这条主线,掌握机械零部件的设计规律。
- (3)要培养解决工程实际问题的能力。
- (4)要及时复习先修课程的相关知识。

第2章 机械零件设计概论

2.1 学习要求

- (1) 对于零件的失效、设计要求、设计方法、设计准则及标准化等问题要有一个概括性的了解。这些内容在以后各章学习过程中还要具体化,因而还要不断地加深理解。
- (2) 了解机械零件接触强度、摩擦磨损、公差配合、表面粗糙度和工艺性等基本知识。
- (3) 了解机械零件工艺性及标准化的意义。
- (4) 了解机械制造中常用材料的性能及选用方法。

2.2 重点与难点

- (1) 重点是机械零件的失效形式及设计计算准则,应力的种类及极限应力的确定和安全因数的选取等。
- (2) 难点一:是设计计算准则的理解。由于是和材料力学等内容衔接的,若前导课程没学好,在此就形成难点。难点二:是确定变应力下零件的许用应力,以及合理选择制造机械零件的材料、公差配合及表面粗糙度。

2.3 学习方法指导

一、机械零件设计的基本要求

设计机械零件时,应考虑以下几方面的要求:机械零件的工作能力、机械零件的结构工艺性、机械零件的可靠性、“三化”及经济性等。

1. 要求机械零件不失效

机械零件由于某些原因不能正常工作时,称为失效。失效有破坏性失效(如,齿轮轮齿折断)和非破坏性失效(如,联接零件松动)两类。机械零件虽然有很多种可能的失效形式,但归纳起来,最主要的是由于强度、刚度、摩擦与耐磨性、温度以及振动稳定性等对工作能力产生影响造成的失效。

为了避免机械零件失效,设计时应使零件具有足够的工作能力。机械零件的工作能力是指机械零件在一定的工作条件下抵抗失效的能力(对载荷而言的工作能力称为承载能力)。衡量机械零件工作能力的准则,随零件失效形式的不同而不同。以轴为例,它的失效力能是疲劳断裂,也可能是过大的弹性形变。对于前者,轴的工作能力取决于轴的疲劳强度;对于后者,则取决于轴的刚度。影响机械零件工作能力的主要因素有强度、刚度、耐磨性和振动稳定性等

方面。因此,在机械零件设计时必须考虑这些问题的计算准则。

(1) 强度准则。机器工作时,机器中的各个零件将承受载荷,如果强度不够,零件将会失效。显然,保证所设计的零件有足够的强度,是保证机器正常工作的根本保证。零件的强度是指零件抵抗断裂及塑性变形的能力。强度准则是指在机械零件中,由载荷引起的应力不应超过允许的限度。强度准则在保证机械零件工作能力最基本的准则。判断零件强度有两种方式。一种方式是判断零件危险截面处的最大应力(σ, τ)是否小于许用应力($[\sigma], [\tau]$)。其强度条件为

$$\left. \begin{aligned} \sigma &\leq [\sigma], & [\sigma] &= \frac{\sigma_{\lim}}{[S_{\sigma}]} \\ \tau &\leq [\tau], & [\tau] &= \frac{\tau_{\lim}}{[S_{\tau}]} \end{aligned} \right\} \quad (2.1)$$

式中, $\sigma_{\lim}, \tau_{\lim}$ 分别为极限正应力、切应力; $[S_{\sigma}], [S_{\tau}]$ 为正应力和切应力的许用安全因数。

另一种方式是判断零件危险截面处的实际安全因数(S_{σ}, S_{τ})是否大于许用安全因数 $S_{[\sigma]}, S_{[\tau]}$ 。其判别条件为

$$\left. \begin{aligned} S_{\sigma} &= \frac{\sigma_{\lim}}{\sigma} \geq [S_{\sigma}] \\ S_{\tau} &= \frac{\tau_{\lim}}{\tau} \geq [S_{\tau}] \end{aligned} \right\} \quad (2.2)$$

(2) 刚度准则。零件的刚度是指机械零件在载荷作用下抵抗弹性变形的能力。大多数零件在工作时应有足够的刚度。例如,机床主轴刚度不足,将影响被加工零件的精度。零件的刚度有时又是保证强度的重要条件,例如,受压长杆,若刚度不足,将影响其受压稳定性。刚度也会影响零件的自激振动频率,刚度小则自激振动频率低,刚度大自激振动频率高,所以说刚度是影响振动稳定性的主要因素。

零件的刚度条件是要求零件在载荷作用下产生的弹性变形量 y, φ 应小于或等于机器工作性能所能允许的许用变形量(极限变形量) $[y], [\varphi]$,即

$$y \leq [y], \quad \varphi \leq [\varphi] \quad (2.3)$$

式中, $y, [y]$ 为零件工作时的实际变形量(伸长、挠度等)及许用变形量; $\varphi, [\varphi]$ 为零件的变形角(挠角、扭角)及许用变形角。

(3) 寿命准则。经验表明,有的零件工作初期虽然能够满足各种要求,但在工作一定时间后,却可能由于某种(或某些)原因而失效。零件能够正常工作的持续时间称为零件的寿命。

影响零件寿命的主要因素有:材料的疲劳、材料的腐蚀以及相对运动零件接触表面的磨损三方面。这三方面的问题属于不同范畴,它们各自产生的机理及发展规律也完全不同。

大部分机械零件都在变应力条件下工作,因而疲劳破坏是引起零件失效的主要原因。近代对零件进行精确的强度计算时,都要考虑到零件材料的疲劳问题。影响零件材料疲劳强度的主要因素有:应力集中、零件尺寸大小、零件表面质量及环境状况。在设计零件时,应努力从这几方面采取措施,以提高零件抵抗疲劳破坏的能力。关于零件疲劳寿命计算,通常是求出使用寿命的疲劳极限来作为计算的依据。

零件处于腐蚀介质中工作时,就有可能使材料遭受腐蚀。目前关于腐蚀的寿命计算还没有适当可靠的定量计算方法。对于这些零件,主要是通过选用耐腐蚀材料或采用各种防腐蚀的表面保护等措施,以提高零件的耐腐蚀性能。



(4) 振动稳定性准则。机器中存在着许多周期性变化的激振源,例如,齿轮的啮合、轴的偏心转动、滑动轴承中的油膜振荡、滚动轴承中振动等。当零件(或部件)本身的自激振动频率 f 等于或接近于上述激振源的振动频率 f_p 时,零件就会发生共振。共振时振幅急剧加大,致使零件破坏,机器工作失常。这种现象称之为“失去振动稳定性”。

振动稳定性准则是:在设计时应使机器中受激振作用的各个零件的自激振动频率与激振源的频率错开。通常应保证:

$$f_p < 0.85f \quad \text{或} \quad f_p > 1.15f \quad (2.4)$$

式中, f 为零件的自激振动频率; f_p 为激振源的振动频率。

如果不能满足上述条件,则可改变零件或系统的刚度或采用防振、减振措施,例如,提高零件制造精度,提高回转零件动平衡精度,增加阻尼系统,提高材料或结构的衰减系数,采用减振、隔振装置等措施都可改善零件的振动稳定性。

(5) 磨擦学准则。在磨擦学状态下工作的机械零件主要有两类:一类要求工作时磨擦力小、功耗低,如滑动轴承、啮合传动等;一类要求磨擦力大,利用磨擦传递动力,如带传动、磨擦轮传动、摩擦离合器等。前一类零件应选用减磨材料制造,并采用适当的润滑方式以保证工作时磨擦系统磨擦阻力小、功耗少、效率高。后一类零件应选用磨擦材料或耐磨材料制造,设计时应保证磨擦力或磨擦力矩的极限值大于工作阻力或工作阻力矩,否则工作时会发生打滑,使传动失效。

在磨擦学系统中工作的机械零件,其工作接触表面因相对运动及磨擦要产生磨损。零件表面磨损后会改变结构形状和几何尺寸,使机器的精度降低,效率下降,以致使零件因其工作表面的磨损量超过规定的允许值后而报废。因此,在机械设计中总是力求提高零件的耐磨性,减少磨损。所谓耐磨性是指零件在载荷作用下抵抗磨损的能力。

关于磨损,由于其影响因素较多,又尚无简单而有效的理论计算公式,故通常是采用条件性计算。常用方法有以下两种。

1) 对滑动速度低、工作载荷大的零件,可验算压强(单位接触面积所受压力)使其不超过许用值,以防压强过大使零件工作表面油膜破坏而产生过快磨损,其验算式为

$$p \leq [p] \quad (2.5)$$

式中, p 为零件工作表面的压强; $[p]$ 为许用压强。

2) 对滑动速度较高的摩擦表面,还要防止摩擦表面温度过高使润滑油膜破裂,导致磨损加剧,严重时产生胶合。因此,要限制单位接触面积上单位时间内产生的磨擦功不要过大。如将磨擦系数,视为常数,则可验算 pv 值不超过许用值,即

$$pv \leq [pv] \quad (2.6)$$

式中, pv 为滑动速度; $[pv]$ 为 pv 值的许用值。

(6) 可靠性准则。随着科学技术的发展与生产水平的提高,机器或机械零件的可靠性已从定性评价发展为可以进行定量估算,从而成为衡量机械零件工作能力的一项基本准则。在此先了解其含意即可,在第9章中将有具体应用计算。

可靠性一般可用“可靠度”来度量。机械零件的可靠度是指零件在规定的条件下和规定的时间内,完成规定功能的概率。或者说可靠度是大量的零件在规定使用寿命内,能连续正常

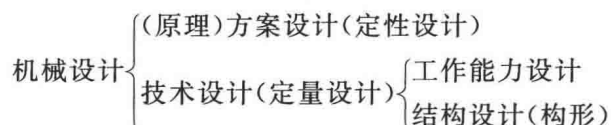
工作的件数占总件数的百分数。例如,在滚动轴承的生产过程中,抽查一批同型号滚动轴承进行寿命试验,一般以 10^6 转次(或折合成小时数)作为滚动轴承的额定寿命,试验时规定在额定寿命内有 90% 的轴承不发生点蚀失效即认为该批轴承合格,亦即允许轴承的失效概率为 10%,要求轴承的可靠度为 90%。可靠度一般用 R 表示。由于它是时间 t 的函数,故也记为 $R(t)$, $R(t)$ 又称为可靠度函数。

除了上述的一些基本准则外,在机械零件设计中,还可以提出一些在特定条件下应考虑的计算准则,例如精度、噪声水平的限制、外廓尺寸的限制、美观等。

在上述计算准则中,强度准则将用于整个课程中各个机械零件的计算。所以,学习中应复习材料力学的有关内容,切实掌握。其余的 5 个准则在开始学习本章时只要求有大致地了解,在学完有关零件后,就会有较深入的体会。

2. 零件具有良好的结构工艺性

结构设计是机械设计的基本内容之一。它在产品形成过程中,起着十分重要的作用。它在机械设计中的地位如下:



机械零件的结构工艺性要求也就成为零件设计的基本要求之一。

零件具有良好的结构工艺性,是指所设计的零件结构形状,除满足零件功能上的要求外,还要有利于零件的强度、刚度、加工、安装、调试、维护等方面的要求,特别是具有一定生产条件下的良好工艺性能。所以,零件的结构工艺性涉及面很广,包括毛坯制造、金属热处理、机械加工过程和装配等许多方面。

机械零件的工艺性是在进行零件结构设计时赋予的。在一般情况下,机械零件的结构应与生产条件和生产规模相适应。例如,在批量生产及有大型设备的条件下,应选取锻钢件,而对于同一零件在单件和小量生产以及只有一般设备的条件下,就应采用铸件或焊接件等。

在具体进行零件结构设计时要考虑其加工工艺。例如,设计铸件结构时,应使铸件的最小壁厚满足该金属液体流动对要求,垂直分型面的表面应有适当的铸造斜度,以易于造型及起模等。例如,锻造和冲压件的毛坯形状应力求简单,不应有很深的凹槽,以便于制造。

对于机械加工件要考虑加工的可能性,并尽可能减小加工难度。见图 2.1 所示结构,如将图(a)所示的设计改为图(b)形式,则钻孔加工可行,但仍不方便;如改为图(c)结构形式就保证了钻头有合理的支承定位面,改善了零件的工艺性。

此外,零件的结构还要考虑到装、拆要求,既要保证零件能正确安装,还要便于拆卸,图 2.2 所示就是一典型例子(自己分析图 2.1(a),(b)哪个好?)。

3. 可靠性要求

按常规设计方法设计机械零件时,均将载荷(工作应力)、材料强度、加工尺寸等视为一个确定量,零件只要满足计算准则(如 $\sigma \leq [\sigma]$ 或 $S \geq [S]$),则被认为是安全的,能在一定条件下和规定使用期限内实现规定的性能。但实际情况并非如此,实际上强度条件式中的各个量都不是确定量,而是服从一定分布规律的随机变量。作用于机械零件上载荷的变化,实际上也是



一个随机过程,受许多因素的影响,具有离散性,不能预言其确定性,但呈现一定的统计规律。这样,由于载荷、材料强度及零件加工尺寸等都存在离散性,因此就有可能出现达不到预定的时间而失效的情况。这就提出了在设计时应把这种先期失效的概率限制在一定限度之内,即对零件提出了可靠性的要求。

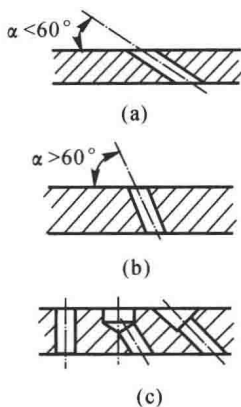


图 2.1 便于钻孔的结构

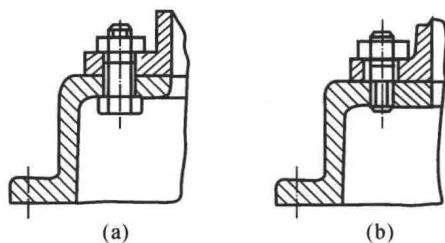


图 2.2 便于安装的结构

机器及零件的可靠性一般可用“可靠度”度量。可靠性理论与方法至今已发展成为一门新兴学科,它是将可靠性理论与机械设计方法相结合起来的一种综合性工程技术,也就是所谓的机械可靠性设计。可靠性计算要用到概率论和统计数据。随着现代机械不断向大型化、高速化和自动化方向发展,机器及零件的可靠性要求就变得越来越重要。

4. 经济性要求

机器及零件的经济性是一个综合指标,在产品的设计、制造、使用、销售、维护及管理各个环节均有所体现。

机械零件的经济性首先表现在零件本身的生产成本上。设计零件时,应力求设计出耗费最少的零件。所谓耗费,除了钱财的耗费以外,还应当包括制造时间及人工的消耗。要降低零件的成本,首先要采用轻型的零件结构,以降低材料消耗。同时应选用工艺性良好的结构,它能降低加工、安装、维护的费用。另外,应尽可能采用标准化的零、部件以取代特殊加工的零、部件,它会在经济性方面取得很大的效益。

5. 机械零件设计的标准化、系列化及通用化要求

标准化、系列化和通用化简称“三化”。

在不同类型、不同规格的各种机械(机器)中,有相当多的零部件是相同的,将这些零部件加以标准化,并按尺寸不同加以系列化,则设计者无需重复设计,可直接从有关手册的标准中直接选用。在我国,许多通用零部件(如,螺栓、键、滚动轴承、减速器等)的型式、品种、尺寸和代号都已实行了标准化,并按尺寸的不同实现了系列化。若在系列产品内部或在跨系列的产品之间采用同一结构和尺寸的零部件,则称之为通用化。通用化可减少企业内部的零部件种数,从而简化生产管理和获得较高的经济效益。

零部件采用“三化”有下述重要意义。