



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械设计精品课程立体化教材

机械设计

于惠力 向敬忠 张春宜 主编



科学出版社
www.sciencep.com

TH122/697

:2

2007

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
机械设计精品课程立体化教材

机 械 设 计

于惠力 向敬忠 张春宜 主编

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本教材是根据高等工科院校“机械设计课程教学基本要求”和教育部组织实施的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的要求,针对普通高等工科院校的培养目标而编写的。本书强调了对学生设计能力尤其是结构设计能力的培养,为了避免设计常规错误,适当地增加了机械设计禁忌的内容,并且主要章节都有零件的设计实例及零件工作图。适当地增加了现代设计方法的内容,编入了主要零部件的 Pro/E 实体造型。本书力求精练,整合了过深过宽的理论部分。为便于学生学习专业英语及阅读专业文献,在书末编入了“机械设计常用中英文词汇表”。

本教材可作为高等院校机械类及近机类各专业的教材,也可供其他相关专业的师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计 / 于惠力, 向敬忠, 张春宜主编. —北京: 科学出版社, 2007
普通高等教育“十一五”国家级规划教材·机械设计精品课程立体化教材
ISBN 978-7-03-019134-2

I. 机… II. 于… 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(2007)第 126730 号

责任编辑: 孙明星 段博原 于宏丽 / 责任校对: 曾 茹

责任印制: 张克忠 / 封面设计: 陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

陈海印刷有限责任公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 8 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2007 年 8 月第一次印刷 印张: 24 3/4

印数: 1—3 500 字数: 473 000

定价: 32.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈路通〉)

前 言

本书是根据高等工科院校机械类专业“机械设计课程教学基本要求”和教育部组织实施的“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的要求,针对普通高等工科院校的培养目标,结合编者多年来的教学经验编写而成的一套立体化教材,包括《机械设计》、《机械设计课程设计》、《机械设计学习指导》及配套的《机械设计 CAI 课件》。

本书遵循了以下原则:

(1) 以设计为主线,以机械设计的基本理论、基本知识和基本设计方法为主要内容,突出对学生设计能力的培养,力求做到实用性强。

(2) 在内容上进行了整合,将传统的集中编写机械设计基础部分的内容予以删除,其中必要的与先修课衔接的基本理论整合后编入相应的章节中,强调了工程应用,整合了过深过宽的理论部分。

(3) 强调了对学生结构设计能力的培养,为了避免设计常规错误,适当地增加了机械设计禁忌的内容。

(4) 适当地增加了现代设计方法的内容,编入了主要零部件的 Pro/E 实体造型。

(5) 为提高学生的专业英语水平,使英语学习不断线,在书末编入了“机械设计常用词汇表”。

(6) 采用最新标准和规范。

(7) 本书配有多年使用的《机械设计教学指导》,将主要内容、学习辅导、例题、习题及设计性大作业合为一体。

参加本书编写的有:于惠力(第 1 章、第 2 章)、向敬忠(第 3~6 章)、张春宜(第 8 章)、潘承怡(第 7 章、第 10 章)、冯新敏(第 11 章,3.6 节、5.9 节、6.3 节、机械设计常用词汇表)、苏相国(第 9 章)。

由于编者水平所限,书中难免有疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2006 年 10 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 机器的组成及本课程研究的对象	1
1.2 本课程的性质、地位和任务	2
1.3 本课程的特点和学习方法	3
1.4 机械设计的一般进程和方法	3
1.5 机械零件的失效形式和设计准则	5
1.6 机械设计方法简介及机械设计的最新进展	8
第 2 章 连接	11
2.1 螺纹	11
2.2 螺纹连接的基本类型和标准螺纹连接件	14
2.3 螺纹连接的拧紧	20
2.4 螺纹连接的防松	23
2.5 螺栓组连接的结构设计和受力分析	24
2.6 单个螺栓连接的强度计算	28
2.7 提高螺栓连接强度的措施	35
2.8 螺旋传动	38
2.9 键连接	44
2.10 花键连接	49
2.11 销连接	51
2.12 无键连接	52
2.13 其他形式的连接	54
2.14 连接设计禁忌示例	60
第 3 章 带传动	77
3.1 概述	77
3.2 V 带与 V 带轮	80
3.3 V 带传动的工作情况分析	86
3.4 V 带传动的设计计算	92
3.5 V 带传动的张紧与维护	102
3.6 V 带轮实体造型	106

第 4 章 链传动	109
4.1 概述	109
4.2 滚子链和链轮	111
4.3 链传动的运动特性	115
4.4 链传动的设计计算	119
4.5 链传动的布置、张紧和润滑.....	127
第 5 章 齿轮传动	133
5.1 概述	133
5.2 齿轮传动的分类及失效形式	140
5.3 齿轮常用材料	144
5.4 齿轮传动的精度及其选择	146
5.5 齿轮传动的作用力及计算载荷	148
5.6 标准齿轮传动的强度计算	157
5.7 齿轮结构	176
5.8 齿轮传动的效率和润滑	180
5.9 齿轮的造型	190
第 6 章 蜗杆传动	192
6.1 概述	192
6.2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸计算	197
6.3 普通圆柱蜗杆传动的失效形式及其蜗杆和蜗轮的材料及结构	207
6.4 普通圆柱蜗杆传动承载能力及热平衡计算	212
第 7 章 轴	226
7.1 轴的功用和类型及设计要求	226
7.2 轴的材料	228
7.3 轴的结构设计	229
7.4 轴的强度计算	234
7.5 轴的刚度计算	244
7.6 轴的振动稳定性概念	247
7.7 轴设计禁忌	247
附录	257
第 8 章 摩擦、磨损及滑动轴承	263
8.1 概述	263
8.2 摩擦	263
8.3 磨损	267
8.4 润滑	269

8.5	滑动轴承的主要结构形式	275
8.6	滑动轴承的失效形式和常用材料	277
8.7	滑动轴承的轴瓦结构	281
8.8	不完全液体润滑滑动轴承的设计计算	283
8.9	液体动压润滑的基本方程	285
8.10	液体动力润滑径向轴承的计算	289
8.11	滑动轴承的润滑方式	298
8.12	液体动压润滑推力轴承的设计计算	303
8.13	其他轴承简介	305
第9章	滚动轴承	307
9.1	概述	307
9.2	滚动轴承的类型及选择	308
9.3	滚动轴承的代号	311
9.4	滚动轴承的受力分析、失效形式和计算准则	314
9.5	滚动轴承的计算	316
9.6	滚动轴承的静强度计算	322
9.7	滚动轴承的组合设计、润滑与密封	323
第10章	联轴器、离合器和制动器	333
10.1	概述	333
10.2	联轴器	334
10.3	离合器	348
10.4	制动器	355
第11章	弹簧	360
11.1	概述	360
11.2	弹簧的材料、许用应力及制造	363
11.3	圆柱压缩(拉伸)螺旋弹簧的结构及设计计算	367
11.4	圆柱螺旋扭转弹簧	374
11.5	其他弹簧简介	376
参考文献		381
机械设计常用词汇表		382

第 1 章 绪 论

1.1 机器的组成及本课程研究的对象

1.1.1 机器的组成

机器是执行机械运动的装置,根据机器用途的不同,主要分为三类,即加工类机器、运输类机器和信息类机器等。

任何一台机器都是由原动机、传动装置和工作机三部分组成的,机器能够代替人的劳动做有用功,或者进行能量的转换。

原动机是机器动力的来源,常用的原动机有电动机、内燃机、液压缸和气动缸等,以各种电动机最为常用。

传动装置是将原动机的运动和动力传递给工作机的装置,并实现运动速度和运动形式的转换。按传动的工作原理来分,可分为机械传动、流体传动、电力传动和磁力传动等。机械传动是最为常用的传动方式,机械传动根据传动原理又分为摩擦传动、啮合传动等。例如,一般原动机的转速都比较高,而工作机的转速又比较低,这就需要通过实现减速,可通过摩擦传动或啮合传动等方式来实现。

工作机或称执行装置,是直接完成机器功能的部分。

机器的特征:人为的实物组合,或由机构组成;组成机器的各个部分之间有确定的相对运动;用来代替或减轻人的劳动去做有用功或转换能量、处理信息。

这里应当区别开“机器”与“机构”的概念,机构具有机器的前两个特征,从结构和运动观点来看,机器与机构并无区别。例如,内燃机是由活塞(看作滑块)、连杆、曲轴(曲柄)和气缸体组成一个曲柄滑块机构,将活塞的往复运动转变为曲柄的连续转动。但是却没有机器的第三个特征,即做有用功或转换能量、处理信息等,因此只能称机构,而不能称机器。

机械是指机器及机构的总称。

设计是指为满足某一特定要求而进行的创造过程。

机器对发展国民经济和实现四个现代化具有极其重要作用,物质资料的生产是人类社会存在与发展的基础。而现代化大规模的机器的产生,是生产高度发展的重要标志。机器能承担人力不能或不便进行的工作,又能较人工生产改进产品质量、提高劳动生产率和改善劳动条件。只有使用机器才能实现高度机械化、电气化、自动化。因此,机械工业(主要指机器)为国民经济各部门提供技术装备和促进技术改造起到重要作用,为实现四个现代化提供重要保证,没有机械工业就不能实

现四个现代化,因此有人说“机械是工业之母”。

1.1.2 本课程研究的对象

本课程是研究在普通条件下工作的一般参数的通用机械零件的设计理论和设计方法。

所谓在“普通条件下工作”是指常温、常压的工作条件,如果高温、高压条件下工作的机械零件其设计具有特殊性,则不在本课程讨论范畴。

“一般参数”是指机械零件的尺寸不是过大或过小。例如,过大的机械零件像建筑用的地脚螺栓,有的重 1.8t,它的设计不能用普通机械零件的设计方法来处理;过小的机械零件像女式手表中的齿轮直径为 1mm,因为尺寸过小,其设计方法也不能用常规的设计方法来处理,可根据精密机械的理论和方法来解决。

所谓“通用机械零件”是指在各类机器中普遍使用的零件。例如,起连接作用的零件像螺栓、键、销等;起传动作用的零件像带、齿轮、蜗轮、链等;轴系零部件如轴、轴承等;其他零件如弹簧、机架等。

1.2 本课程的性质、地位和任务

1.2.1 本课程的性质、地位

机械设计课是一门讲述机械设计理论、研究机械设计方法及设计性质的技术基础课,是多学科知识的综合运用,综合了理论力学、材料力学、机械制图、机械原理、机械精度设计、金属工艺学及热处理等系列机械基础课程的知识,解决通用机械零部件的设计问题,因而具有综合性、设计性。

机械设计课是机械类专业及近机类专业的一门重要的技术基础课,是机械专业的主干课程。

1.2.2 本课程的任务

(1) 掌握机械设计所必需的基本知识、基本理论和基本技能,解决通用零件的设计问题,所谓设计问题即包括设计计算和绘制出符合生产要求的工作图。

(2) 能够独立进行传动装置的设计,可通过设计性大作业和课程设计两个环节来完成。

(3) 熟悉国家标准、手册、规范等,并正确运用。

(4) 培养学生树立正确的设计思想,所谓树立正确的设计思想包含两方面的含义:一是要以主人翁的态度进行设计;二是要不断更新设计方法。

以主人翁的态度进行设计包含三方面的含义,第一,作为设计者应该在选材方面考虑经济性,即如何立足于选择国产材料、如何节省材料等;第二,设计中力求结

构简单、工艺性好,所谓工艺性好即指设计的产品能够方便而容易地加工出来;第三,设计中要采用标准件,标准件即指经过优选、简化、统一,并给予标准代号的零部件。使用标准件一方面能够节省设计时间,另一方面也是更主要的理由是采用标准件能保证产品质量,互换性强,价格低廉,因此必须采用标准件。

要不断更新设计方法包含三方面的含义,即优化设计、可靠性设计及计算机辅助设计(CAD)。但是这些计算方法的基础还是传统的计算方法,上述三种方法在以后的专业课中会有详细介绍。

1.3 本课程的特点和学习方法

因为机械设计课程是一门多学科知识的综合运用,所以本课程具有“三性”、“四多”的特点。“三性”是指综合性、设计性、实践性;“四多”是指公式多(而繁)、概念多、图表多、系数多。

本课程的学习方法应该与以前的基础课有所不同,归纳起来有以下几条:抓实质、理论联系实际、试算法、归纳总结。

(1) 抓实质:抓住各个零件的设计思路,掌握公式的应用条件,掌握各个系数的物理意义。各个零件的设计思路最好归纳为设计框图,部分零件的设计框图可参考配套教材《机械设计学习指导》的相应章节。

(2) 理论联系实际:指理论计算出来的零件尺寸一定要与实际相联系,即考虑加工的可能性、结构的合理性等。

(3) 试算法:需要反复试算,反对纯数学推导式的一气呵成的做法。因为实际的机械零件设计有很多未知数,不可能通过一步求解得出结论。例如,在螺栓强度计算求螺栓直径时,需确定许用应力;确定许用应力又需要知道安全系数,而安全系数又与螺栓直径有关,一般直径大不易被拉断,因此取小的安全系数;反之,直径小易被拉断,则要取大的安全系数。因此必须要用“试算法”先假定一个安全系数,确定许用应力,再代入公式求螺栓直径。其他章节如齿轮、蜗轮等零件的设计也皆如此,也要用“试算法”。

(4) 归纳总结:每学完一种零件(一般为一章),要进行归纳总结才能抓住实质,读书要从厚到薄就是这个意思。

总之,学习本课程要有一个适应、转变的过程。

1.4 机械设计的一般进程和方法

1.4.1 机械设计的主要工作阶段

机械设计的一般步骤可分为以下几个阶段。

(1) 计划阶段:进行市场调研,了解市场需求,论证可行性。如果可行,作出产品开发计划,完成可行性研究报告及设计任务书。

(2) 原理方案设计阶段:进行功能分析,寻求可行原理,确定原理方案,如有多种方案,进行优化选择,从而评价决策,完成最佳原理方案图。

(3) 技术设计阶段:首先进行结构方案设计,包括参数设计(初定材料、参数、尺寸、精度等)。接着进行结构设计(粗布局及构形等),可能有多种可行结构方案,进行优化及评价决策,得出初步结构设计草图。然后进行总体设计:确定总体布局、构形设计、决定尺寸;进行人机工程设计;进行外观造型设计。可能有多种总体设计可行方案,进行优化及评价决策,确定总装配图。

(4) 施工设计阶段:包括产品部件设计、产品零件设计及编制各种技术文件。完成部件装配图、拆成零件工作图及完成各种技术文档。

(5) 试制试验阶段:先进行样机制造并评价考核其工艺性,作进一步改进,再进行小批量生产,然后试销,如果销路好就进行批量生产。投产后再进行调查,根据使用情况再按第(3)、第(4)、第(5)步进行。但对具体的机器而言,其设计程序可能各不相同。

1.4.2 设计机械零件时应满足的基本要求

设计机械零件时应满足的基本要求主要有三点。

(1) 要有一定的工作能力,零件不发生失效时的安全工作限度称工作能力,这一条是设计机械零件时应满足的首要条件。所谓“工作能力”是指机械零件要有一定的强度、刚度、耐磨性、可靠性等。

(2) 经济性好,即机械零件的成本要低。想要达到成本低的目的,就应当从机械零件的选材、合理确定精度等级、采用标准件等方面来综合考虑。

(3) 具有良好的结构工艺性,即机械零件在既定的生产条件下,能够方便而经济地加工出来,且便于装配,同时还要考虑加工的可能性及难易程度等。

1.4.3 机械零件设计的一般步骤

(1) 选择零件的材料,在满足工艺要求的条件下,优先考虑国产材料,尽量选用市场广泛供应、货源充足的材料,并考虑价格、质量等因素综合评价选择。

(2) 建立零件的受力模型,对零件进行受力分析,确定零件的计算载荷,如求计算功率 $P_c = KP$, 式中, P 为名义载荷(公称载荷、额定载荷); K 为载荷系数。

(3) 选择零件的类型与结构,可参考各种图册和手册,或根据实际经验确定。

(4) 理论计算,包括两部分内容。

① 设计计算:由作用到零件上的力求零件的几何尺寸,即根据零件的主要失效形式确定零件的设计依据和公式,求零件的主要参数、尺寸,如根据齿面接触疲

劳强度求出齿轮的主要参数——分度圆直径,即为设计计算。

② 校核计算:已知零件的几何尺寸来求零件的工作能力。例如,根据齿面接触疲劳强度求出齿轮的主要参数——分度圆直径后,为了保证齿轮的另一种工作能力,即轮齿不被折断,还要再代入弯曲强度的公式进行核算,此计算称为校核计算。

(5) 零件的结构设计:设计出零件的全部结构形式及具体几何尺寸。

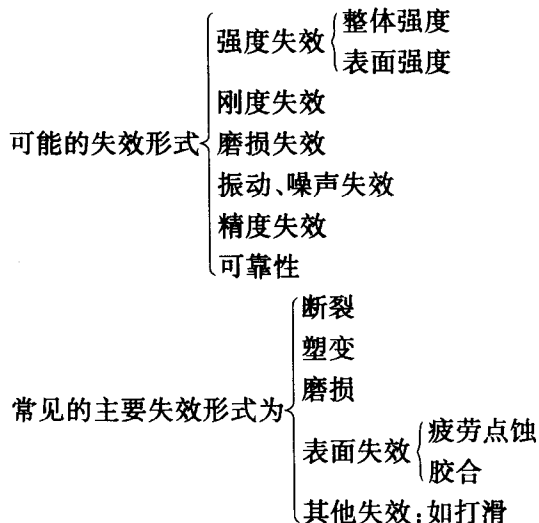
(6) 绘制零件的工作图并编写计算说明书:绘制出符合生产要求的零件工作图,包括材料、热处理、形状、尺寸、尺寸公差、形状位置公差、技术要求等全部内容。

上述设计步骤并非一成不变,有时需要交替进行。

1.5 机械零件的失效形式和设计准则

1.5.1 机械零件的常见失效形式

所谓失效即指机械零件因为某种原因不能正常工作称为失效。



1.5.2 机械零件的设计准则

以防止产生各种可能失效为目的而拟定的零件工作能力为计算依据的基本原则称为设计准则。常用的设计准则如下。

1. 强度准则

零件在载荷作用下抵抗断裂和塑性变形的能力称零件的强度,零件的强度可按所受应力小于或等于零件的许用应力进行计算,即

$$\begin{cases} \sigma \leq [\sigma] = \frac{\sigma_{\text{lim}}}{S_{\sigma}} \\ \tau \leq [\tau] = \frac{\tau_{\text{lim}}}{S_{\tau}} \end{cases} \quad (1.1)$$

$$\sigma_{\text{lim}}(\tau_{\text{lim}}) = \begin{cases} \sigma_B(\tau_B) & \text{—— 脆性材料强度极限} \\ \sigma_S(\tau_S) & \text{—— 塑性材料强度极限} \\ \sigma_Y(\tau_Y) & \text{—— 疲劳极限} \end{cases}$$

式中, σ ——拉(压)应力;

τ ——剪应力;

$[\sigma]$ 、 $[\tau]$ ——许用拉(压)应力、许用剪应力;

S_{σ} 、 S_{τ} ——计算安全系数;

$\sigma_B(\tau_B)$ 、 $\sigma_S(\tau_S)$ ——静强度时材料的断裂极限和屈服极限;

σ_{lim} ——极限应力。

2. 刚度准则

零件在载荷作用下抵抗弹性变形的能力称零件的刚度。零件的刚度计算可按材料力学所介绍的方法进行计算,即求变形量小于许用变形量,变形量可以是挠度、偏转角或扭转角,即

$$\begin{cases} y \leq [y] \\ \theta \leq [\theta] \\ \varphi \leq [\varphi] \end{cases} \quad (1.2)$$

式中, y 、 θ 、 φ ——挠度、偏转角、扭转角;

$[y]$ 、 $[\theta]$ 、 $[\varphi]$ ——许用挠度、许用偏转角、许用扭转角。

在机械零件计算中,轴零件的刚度计算较为常用,一般常按挠度条件判断刚度条件,而偏转角或扭转角一般不进行计算,因为轴经过结构设计后,一般直径较大,刚度足够,尤其偏转角或扭转角的安全度更大,无须进行计算。

3. 耐磨性准则

耐磨性是指做相对运动的零部件其工作表面抵抗磨损的能力。

磨损导致机械零件表面形状被破坏,强度削弱、精度下降,产生振动、噪声,造

成工作失效,工程中有 80% 的机械零件是由磨损而造成失效的。因影响磨损的因素很多,而且比较复杂,到目前为止,磨损还没有合适的计算方法,通常采用条件性计算。滑动速度较低、载荷大时,可用限制工作表面压强的方法进行计算,即

$$p \leq [p] \quad (1.3)$$

滑动速度较高时,还要限制摩擦功耗,以避免工作温度过高而使润滑失效,导致零件表面胶合失效。因发热量取决于摩擦功耗,而摩擦功耗又与 $\mu \times p \times v$ 的值成正比,其中 μ 为摩擦系数, p 为压强, v 为相对滑动速度。因为 μ 可看作常数,因此摩擦功耗仅与 $p \times v$ 有关,故工程中常用限制 pv 作耐磨性计算,即

$$pv \leq [pv] \quad (1.4)$$

高速时还要限制零件的滑动速度 v ,避免由于速度过高而加速磨损,降低零件的工作寿命,即

$$v \leq [v] \quad (1.5)$$

式中, $[p]$ 、 $[pv]$ 和 $[v]$ 均为许用值,将在以后各个章节中给出。

4. 振动和噪声准则

高速机械或对噪声有特别要求的机械,振动是噪声产生的原因,为了环境保护,应尽量降低噪声对环境的污染。因此,为了减小振动,要求机械振动频率 f_p 远离机械的固有频率,特别是一阶固有频率 f ,即

$$f_p < 0.85f \quad (1.6)$$

如不满足,可采取的措施有:改变机械或零件的刚度;采取有效的减振措施。

5. 热平衡准则

机械零件的温升过高会引起润滑油黏度下降,从而使润滑失效,零件之间会加大磨损;如果零件表面的温度升高到金属材料的熔点,则金属表面会产生瞬时焊接现象,即产生胶合,导致机械零件的失效。胶合失效难以准确计算,而且计算复杂,为了防止胶合失效,通常用限制温升的简化方法进行计算,即

$$\Delta t \leq [\Delta t] \quad (1.7)$$

式中, Δt ——温升;

$[\Delta t]$ ——许用温升,将在以后章节中给出。

如果不满足上述条件时可采取以下措施:进一步改善润滑条件;设置冷却装置。

6. 可靠性准则

按传统强度设计方法设计零件,由于材料的强度、外载荷及加工尺寸等条件存

在着离散性,有可能出现达不到预定工作时间而失效的情况。希望将出现这种失效情况的概率控制在一定范围之内,因此就对零件提出了可靠性的要求。

可靠性的设计指标用可靠度 R 来衡量,所谓“可靠度”就是指机器或零件在一定工作环境下,在规定的使用期限内连续正常工作的概率。

N 个相同零件在同样条件下同时工作,在规定的时间内有 N_f 个零件发生失效,剩下 N_i 个零件仍能继续工作,则可靠度为

$$R = \frac{N_i}{N} = \frac{N - N_f}{N} = 1 - \frac{N_f}{N} \quad (1.8)$$

失效概率为

$$Q = \frac{N_f}{N} = 1 - R \quad (1.9)$$

可靠性与失效概率的关系是

$$R + Q = 1 \quad (1.10)$$

如果一台机器是由 n 个机械零件组成的串联系统,每个机械零件的可靠度分别为 $R_1, R_2, \dots, R_n$, 则整个机器的可靠度为

$$R = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot \dots \cdot R_n \quad (1.11)$$

从以上分析可见,要想提高整个机器(串联方式)的可靠度,首先应该提高组成机器的每个零件的可靠度,即采用高可靠度的零件;其次,尽量使组成机器的零件作成等可靠度,因为整个机器的可靠度要低于组成机器的可靠度最差的零件的可靠度。对可靠性要求较高的系统与机械必须进行可靠性设计,而机械零件可靠性水平的高低,直接影响到机械系统的可靠性,另外高可靠性的系统一般要有一些备用系统,并需经常维护、保养。

1.6 机械设计方法简介及机械设计的最新进展

1.6.1 机械设计方法简介

1. 传统设计方法简介

自工业革命至计算机出现以前,随着力学和材料科学的发展,已经形成了机械的运动学、动力学和工作能力的较为完整的分析与设计方法,这些方法称为传统设计方法。

在传统设计方法中,机械的方案设计,即机构的选型和传动系统的布局,主要依靠设计者的经验,并参考类似机械的设计经验,即通过类比分析的方法进行。主要机械零件工作能力的分析与设计,一般以力学理论为基础,但是常常将复杂问题

作某种简化,得出近似公式或经验公式。因此,传统设计方法主要存在以下不足。

(1) 简化、假定及经验公式较多,真正的理论分析欠缺,影响了设计质量。

(2) 设计工作周期长、效率低,不能满足市场竞争激烈、产品更新换代速度加快的新形势。

(3) 方案设计过分依靠设计者个人的经验和水平,技术设计一般满足于获得一个可用的方案,而不是最佳方案。

综上所述,传统设计方法具有凭直觉设计、类比设计、经验设计、半经验设计等弊病。

尽管传统设计方法有以上种种弊病、现代设计方法已经兴起,但是传统设计方法是基础,目前仍然被广泛使用,作为一名设计工作者应该首先掌握传统设计方法,才能进一步学习现代设计方法。本书主要介绍传统设计方法。

2. 现代设计方法简介

计算机的出现为设计提供了更先进的设计手段,从而推动了设计理论的发展。近三十年来,机械设计方法发生了很大变化,出现了许多现代设计方法,下面简介三种方法。

1) 计算机辅助设计

计算机辅助设计(computer-aided design, CAD)就是利用计算机运算快速准确、存储量大和逻辑判断能力强等特点,借助于计算机完成设计工作的一种现代设计方法。相对于传统设计方法,有如下主要优点。

(1) 显著提高设计效率,大大缩短设计周期,加快产品的更新换代,增强市场的竞争能力。

(2) 能在较短时间内给出多个方案供设计者比较、分析、选择以确定最佳方案。

(3) 把设计人员从烦琐的计算、绘图等重复工作中解脱出来,将时间和精力集中到创造性工作中。

计算机辅助设计这个术语已经出现三十多年,早期的计算机辅助设计局限在借助于计算机进行分析、设计、绘图。现在市场上已经有了很多通用和专用计算机软件,包括绘图软件、运动分析软件、有限元分析软件等。

2) 优化设计(optimal design)

设计一个机械零部件时,希望得到一个最优方案。所谓最优,即使某一项指标达到最小或最大。由于机械设计问题的复杂性,这个求最小值或最大值的问题并不是用微分的方法求极值就能简单地予以解决。数学规划理论提供了很多求优的数值方法,这些方法都以在计算机上进行大量的数值迭代计算为基础,将具体设计问题的物理模型转换为数学模型后,就可以用这些优化方法了。选用适当的优化

方法,即可得出最佳设计方案。

3) 可靠性设计

机械可靠性设计(reliability design)也称概率设计,是将概率论、数理统计、失效物理和机械学相结合而形成的一种综合性设计技术。它的特点是将常规设计方法中所涉及的物理量都视为按某种规律分布的随机变量,用概率统计的方法确定零部件的主要参数和尺寸,使机械满足所提出的可靠性指标。

综上所述,现代设计方法具有先进性、优化性、系统性、综合性等优点,得到了越来越广泛的应用。

1.6.2 机械设计的最新进展

机械设计的最新进展可以概括成以下几个方面:

- (1) 机械与电进一步结合,机电一体化已成为当今机械产品发展的大趋势;
- (2) 机械设计的综合程度越来越高,与其他学科的交叉程度越来越广泛和深入;
- (3) 机械设计手段和方法不断更新;
- (4) 设计理论不断完善与发展;
- (5) 机械设计的实验研究技术有了很大的发展和提高,实验与理论相互促进。