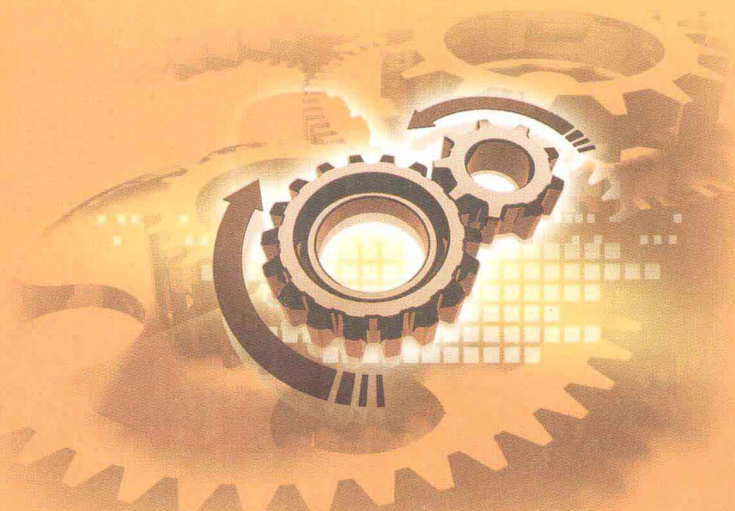


机械设计基础

JIXIE SHEJI
JICHU

◎主 编 王春华



机械设计基础

主 编 王春华

副主编 曲 辉 刘艳秋 施晓春

内 容 简 介

本书根据教育部对高等工科院校机械设计基础课的最新教学要求,并结合多年来的教学实践及我国机械工业发展的需要而编写。本书涵盖的知识面较广,内容较精,深度适中,具有较好的可读性。可作为普通高等工科院校机械设计基础课程的教材,也可供有关工程技术人员参考。

全书共分20章。第1章绪论,第2章机械及机械零件设计概要,第3章平面机构的自由度计算,第4章机械中的摩擦及机械效率,第5章平面连杆机构,第6章凸轮机构,第7章齿轮机构及设计,第8章蜗杆机构及设计,第9章轮系,第10章其他常用机构,第11章机械速度波动的调节及机械平衡,第12章轴毂连接,第13章螺纹连接及螺旋传动,第14章带传动,第15章链传动,第16章轴,第17章轴承,第18章联轴器、离合器和制动器,第19章弹簧,第20章综合应用。

本书将齿轮机构与齿轮设计内容有机合为一章便于学生掌握;本书每章都有“本章知识点”和“本章小结”,对该章主要内容作概括性说明,便于学生自学;书中例题和课后习题大多取自工程实际问题,学生学习后很容易在实践中检验;本书将机械中的摩擦和效率单列为一章,以强化对运动副中摩擦的认识;每章后有拓展内容可作为多学时授课内容或拓展知识面用。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/王春华主编. —北京:北京理工大学出版社, 2013. 11

ISBN 978 - 7 - 5640 - 8540 - 7

I. ①机… II. ①王… III. ①机械设计 - 高等学校 - 教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 272191 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

82562903 (教材售后服务热线)

68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京泽宇印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 24.5

字 数 / 578 千字

版 次 / 2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷

定 价 / 59.80 元

责任编辑 / 张慧峰

文案编辑 / 多海鹏

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 马振武

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前言

Qianyan

本书是根据教育部对高等工科院校机械设计基础课的最新要求,集中辽宁省各高校机械设计基础教学优势,结合多年来的教学实践和我国机械工业发展的需求而编写,适用于近机类和非机类各本科专业机械设计基础课的教学。

为了便于组织教学和设计实践,遵循对机械的认识规律及循序渐进的原则,遵循理论联系实际和注重机械设计能力培养的要求,将机械原理、机械设计知识集中在一起。全书共分20章,第1章绪论,第2章机械及机械零件设计概要,第3章平面机构的自由度计算,第4章机械中的摩擦及机械效率,第5章平面连杆机构,第6章凸轮机构,第7章齿轮机构及其设计,第8章蜗杆机构及设计,第9章轮系,第10章其他常用机构,第11章机械速度波动的调节及机械平衡,第12章轴毂连接,第13章螺纹连接及螺旋传动,第14章带传动,第15章链传动,第16章轴,第17章轴承,第18章联轴器、离合器和制动器,第19章弹簧,第20章综合应用。

本书的编写是从教学改革实际需要和提高学生的综合素质、培养创新能力出发,本着少而精的原则,但又注重知识的系统性、适用性和先进性,突出本课程所需的基本理论、基本方法和基本技能。每章的“本章知识点”和“本章小结”给出本章的主要内容、重点、难点、实验内容、基本要求等,便于自学;每章后的思考与习题在选题上除了传统题型外又加入了发散思维型题型,以丰富学生的想象力和提高其创新思维能力;每章附有知识拓展部分,以区分基本内容和拔高内容,便于不同专业不同学时学生使用;每章内容叙述中采用最新国家标准,便于学生和工程技术人员使用;教材第20章给出的综合应用实例以及每章给出的1~2个应用实例,可以让学生体会到理论如何与实际结合。本书力求为后续课程和专业知识的学习以及为学生从事工程技术工作和科研工作打下理论和实践基础。本书既可以作为高等工科院校全日制本科学生的教材,又可供有关专业的师生和工程技术人员参考。

本书的第1章、第3章、第4章和第13章由辽宁工程技术大学王春华编写;第2章、第9章和第12章由大连工业大学刘艳秋编写;第5章由辽宁工程技术大学何凡编写;第7章由辽宁工程技术大学王琦编写;第6章、第8章和第16章分别由大连交通大学雷蕾、鲍君华和施晓春编写;第10章和第19章由辽宁工程技术大学郝志勇编写;第11章、第14章和第15章由辽宁工程技术大学席本强编写;第17章、第18章和第20章由辽宁工程技术大学曲辉编写;由王春华任主编,曲辉、刘艳秋和施晓春任副主编。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,殷切希望读者批评指正。

编者

第1章 绪论	001
1.1 机械及其设计	001
1.2 机械设计基础课程研究的内容、性质和任务	002
第2章 机械及机械零件设计概要	004
2.1 机械设计的基本要求和一般设计程序	004
2.2 机械零件计算准则和一般设计程序	006
2.3 机械零件的材料及热处理	009
2.4 机械零件的结构工艺性和标准化	013
第3章 平面机构的自由度计算	016
3.1 平面机构的组成	016
3.2 平面机构运动简图	018
3.3 平面机构的自由度	020
第4章 机械中的摩擦及机械效率	028
4.1 机械的摩擦	028
4.2 机械的效率	031
第5章 平面连杆机构	037
5.1 平面连杆机构的特点、类型及应用	037
5.2 平面四杆机构的演化	041
5.3 平面四杆机构的基本特性	044
5.4 平面四杆机构的设计	047
第6章 凸轮机构	057
6.1 凸轮机构的特点、应用及分类	057
6.2 从动件的运动规律	061

目 录

Contents

6.3	用图解法设计凸轮	068
6.4	凸轮机构基本尺寸的确定	074
6.5	用解析法设计凸轮	079
6.6	凸轮轮廓的加工	082
第7章	齿轮机构及设计	090
7.1	齿轮机构的特点、应用及类型	090
7.2	齿廓啮合基本定律	091
7.3	渐开线齿廓的啮合特性	092
7.4	渐开线标准齿轮的基本参数和几何尺寸	094
7.5	渐开线齿轮的啮合传动	097
7.6	渐开线齿轮的切齿原理	098
7.7	变位齿轮概述	100
7.8	斜齿圆柱齿轮机构	102
7.9	圆锥齿轮机构	108
7.10	齿轮传动的失效形式和计算准则	110
7.11	齿轮材料及热处理	112
7.12	齿轮传动的计算载荷	114
7.13	标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算	117
7.14	标准斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	128
7.15	标准直齿圆锥齿轮传动的强度计算	133
7.16	齿轮的结构	134
7.17	齿轮传动的润滑	136
第8章	蜗杆机构及设计	142
8.1	蜗杆机构的类型、特点及参数选择	142
8.2	蜗杆传动的计算准则及材料选择	149
8.3	蜗杆传动的强度计算及结构形式	149
8.4	蜗杆传动的热平衡计算	155

第9章 轮系	160
9.1 轮系的类型	160
9.2 定轴轮系的传动比	161
9.3 基本周转轮系的传动比	164
9.4 混合轮系的传动比	167
9.5 轮系的功用	169
9.6 特殊行星轮系简介	172
第10章 其他常用机构	179
10.1 棘轮机构	179
10.2 槽轮机构	182
10.3 不完全齿轮机构	185
10.4 万向铰连机构	185
第11章 机械速度波动的调节及机械平衡	191
11.1 机械的运转及速度波动	191
11.2 机械速度波动的调节	192
11.3 飞轮的设计	194
11.4 回转件平衡的目的和方法	197
11.5 回转件平衡计算	198
11.6 平衡实验	201
第12章 轴毂连接	204
12.1 键连接	204
12.2 花键连接	210
12.3 其他轴毂连接	212
第13章 螺纹连接及螺旋传动	220
13.1 螺纹	220

目 录

Contents

13.2	螺纹连接的基本类型及螺纹连接件	225
13.3	螺栓连接的强度计算	227
13.4	螺纹连接中的预紧及防松	237
13.5	螺旋传动	239
第14章	带传动	246
14.1	带传动的工作原理、特点、类型及应用	246
14.2	带传动的力和运动分析	248
14.3	普通 V 带传动的设计	251
14.4	带传动的张紧方法	260
第15章	链传动	263
15.1	链传动的特点、类型及应用	263
15.2	滚子链与链轮	264
15.3	链传动的运动特性	269
15.4	链传动的失效形式及功率曲线图	272
15.5	滚子链传动的设计计算	274
15.6	链传动的布置、张紧与润滑	278
第16章	轴	283
16.1	轴的类型及应用	283
16.2	轴的常用材料及计算准则	285
16.3	轴的结构设计	287
16.4	轴的工作能力计算	293
第17章	轴承	301
17.1	滚动轴承的类型、特点和代号	301
17.2	滚动轴承的选择、失效形式和寿命计算	306
17.3	滚动轴承的组合设计	319
17.4	滑动轴承的类型、结构和材料	328

17.5	滑动轴承的润滑	333
17.6	非液体摩擦滑动轴承	338
17.7	液体润滑轴承简介	340
第 18 章	联轴器、离合器和制动器	344
18.1	联轴器	344
18.2	离合器	349
18.3	制动器	351
第 19 章	弹簧	355
19.1	弹簧的作用、类型和材料	355
19.2	圆柱螺旋弹簧的设计	358
第 20 章	综合应用	367
20.1	设计题目	367
20.2	电动机的选择计算	368
20.3	传动装置运动和动力参数的选择和计算	368
20.4	传动零件的设计计算	370
20.5	轴的设计计算	374
20.6	减速器低速轴滚动轴承的选择及寿命计算	377
20.7	键连接的选择和验算	378
20.8	联轴器的选择和验算	379
20.9	减速器的润滑和密封设计	379
参考文献		381



第1章 绪 论

【本章知识点】

- (1) 零件、构件、机构、机器和机械定义。
- (2) 机械设计内含。
- (3) 机械设计基础课内容和性质。

1.1 机械及其设计

1.1.1 机械

人类为了适应生产和生活的需要,曾创造出各种各样的劳动工具以减轻人的体力劳动并提高生产效率。劳动工具又称为机械。数千年来随着生产的发展,研究机械的知识也逐渐完善起来,并形成了一门学科。到19世纪中叶,有关机械设计和制造的理论已自成体系,在高校出现了机械原理、机械设计、机械设计基础等独立课程。新中国成立以来,我国机械工业取得了巨大成就,在机械制造业方面由过去只能做少量修理和装配工作,逐渐发展成为能自行制造飞机、轮船、汽车、大型水轮机及发电机、各类型的机床等。在机械设计方面,我国也已从仿造、模仿设计阶段逐步进入自行设计的阶段,科学理论的提高能促进生产的发展,高等学校开设的机械设计基础课对更好地培养人才、发展机械工业是十分重要的。

一般意义来讲,机械就是劳动工具,人们在长期的生活、生产中发明了劳动工具,其经历了从简单到复杂的发展过程,劳动工具水平的高低代表了社会生产力水平的高低,其经历了由石器、铜、铁制造到蒸汽机的出现等发展历程。

从专业意义来讲,机构和机器总称为机械。日常生产生活中,机械无处不在,像缝纫机、洗衣机、起重机、飞机、军舰等都是机械。机械的种类繁多,其结构、性能和用途等各不相同,但它们却有着相同的特征。一个机器是由许多部分组成的,每一部分由工厂分别加工制造,然后组装成机器,其中制造的最小单元称为零件。机械中能完成运动的最小单元称为构件,构件由一个或若干个零件组成。机构是构件的组合物,各构件间有确定的相对运动。机器是由一个或若干个机构组成的执行运动的装置,用来变换或传递能量、物料与信息,以减轻人的体力或脑力劳动。

下面以内燃机为例介绍零件、构件、机构和机器的含义。

如图1-1所示的内燃机,它由气缸11、活塞10、连杆3、曲柄4、齿轮1与18、凸轮7以及气阀推杆8与9(进气和排气阀)组成。其工作过程是:进气阀打开,活塞下移,将一



定浓度的混合气吸入气缸，而后进气阀关闭，活塞上升压缩油、气混合物，待活塞接近上止点时，火花塞点火，使油、气混合物迅速燃烧、膨胀，推动活塞下移，经过连杆使曲柄转动，向外部输出机械能，之后排气阀打开，活塞上移将废气排出气缸。内燃机代替了人力劳动，实现了热能与机械能的转换，它即为机器。图 1-2 所示为内燃机中的连杆，连杆在内燃机中是作为一个整体运动的，所以它是一个构件。连杆由连杆头 1、螺母 2、螺栓 3、连杆体 4 等组成，而连杆头 1、螺母 2、螺栓 3 和连杆体 4 分别是制造的最小单元——零件。零件分为两大类，一类是通用零件，如轴、齿轮等；另一类是专用零件，如汽车中的曲轴、内燃机中的活塞等。图 1-1 中，构件 11、10、3 和 4 在工作过程中做有规则的相对运动，称为曲柄滑块机构；而构件 11、1 和 8 及构件 11、7 和 8 (9) 分别组成了齿轮机构和凸轮机构。

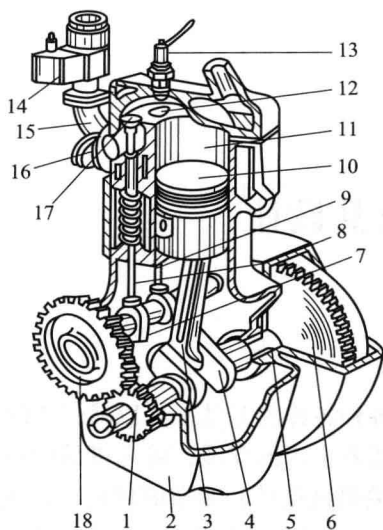


图 1-1 内燃机

1, 18—齿轮；2—机壳；3—连杆；4—曲柄；5—轴承；
6—大齿轮；7—凸轮；8, 9—气阀推杆；10—活塞；
11—气缸；12—进气阀；13—火花塞；14—空气滤清器；
15—进气管；16—化油器；17—排气阀

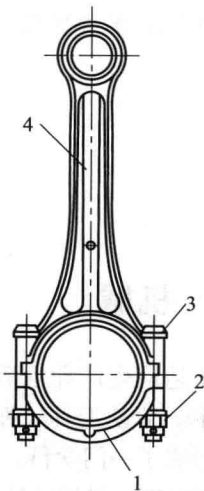


图 1-2 内燃机连杆

1—连杆头；2—螺母；3—螺栓；4—连杆体

1.1.2 机械设计

机械设计就是为生产机械所必须进行的技术决策活动，最终结果要以图和文字的形式表示，以作为机械制造依据，泛指整个机器和机器一部分的设计。

1.2 机械设计基础课程研究的内容、性质和任务

1.2.1 本课程研究的内容

机械设计基础主要研究机械中的常用机构和通用零件的工作原理、结构特点、基本设计

理论和计算方法。

本书共 20 章。第 1 章绪论,第 2 章机械及机械零件设计概要,第 3 章平面机构的自由度计算,第 4 章机械中的摩擦及机械效率,第 5 章平面连杆机构,第 6 章凸轮机构,第 7 章齿轮机构及其设计,第 8 章蜗杆机构及设计,第 9 章轮系,第 10 章其他常用机构,第 11 章机械速度波动的调节及机械平衡,第 12 章轴毂连接,第 13 章螺纹连接及螺旋传动,第 14 章带传动,第 15 章链传动,第 16 章轴,第 17 章轴承,第 18 章联轴器、离合器和制动器,第 19 章弹簧,第 20 章综合应用。

1.2.2 本课程的性质和任务

机械设计基础是建立在画法几何及机械制图、理论力学、材料力学、工程材料及金属工艺学等课程基础上的一门技术基础课。本课程将为有关专业的学生学习专业机械设备提供必要的理论基础。

随着国民经济的发展,机械化生产规模日益扩大,不仅在机械部门,而且在动力、采矿、冶金、石油、化工、土建、轻纺、食品工业等部门工作的技术人员,都将会接触到通用或专用机械。因此,必须使工程技术人员掌握应有的机械知识,才能搞好生产机械化和自动化。

通过本课程的学习使得学生和有关技术人员了解机械设备的传动原理、正确使用和维护机械设备以及对机械设备故障进行分析与排除等方面必备的基础知识;培养他们运用机械设计手册设计机械传动装置和简单机械的能力,为他们更好地从事技术改革和机械设计创造条件。

机械设计基础是一门理论性和实践性都很强的技术基础课,要学好本门课程,一是要学好基本理论知识,掌握基本概念、基本理论、基本方法;二是敢于实践,做到理论联系实际、举一反三。

随着科学技术的发展,特别是计算机的应用,出现了一些新的机械设计方法。例如,优化法、有限元法、可靠性法和 CAD 法等,这些新的设计方法目前已在我国高等学校作为独立课程进行讲解,故未列入本课程之中。

知识拓展

人与猿重要的区别之一是人学会了制造工具和武器,而工具制造以前一定先经人的头脑设想和估计,这是最原始的设计。

设计一词用英文表示为 Design,它起源于拉丁文 Designare,其中 De 表示记下,signare 表示图形、符号、记号。

本章小结

本章简要介绍了机械及机械设计的相关概念,介绍了机械设计基础课程的内容、性质、任务及学习方法。通过本章的学习可以使学生对机械及机械设计课程有基本的了解和认识。

思考与习题

- (1) 举例说明何谓零件、构件和机构。
- (2) 机构与机器间有什么关系?
- (3) 机械设计基础课主要包括哪些内容?



第2章 机械及机械零件设计概要

【本章知识点】

- (1) 机械设计的基本要求和一般设计程序。
- (2) 机械零件计算准则和一般设计程序。
- (3) 机械零件的材料及热处理。
- (4) 机械零件的结构工艺性和标准化。

2.1 机械设计的基本要求和一般设计程序

设计机器时,必须满足技术条件所规定的各项要求:机器的全部职能、预定的使用寿命、制造和运转成本、重量与尺寸指标等;机器运输的可能性、操作方便、外形美观等。本章将简述机械零件设计计算的共同性问题。

2.1.1 机械设计的基本要求

机械的种类虽然很多,但设计时所考虑的基本要求却是基本相同。这些基本要求主要有以下几个方面。

1. 运动和动力性能的要求

根据预定的使用要求确定机械的工作原理,并据此选择机构类型和机械传动方式,以合理的机构组合来协调运动,实现预定动作。在运动分析的基础上,对机构进行动力分析,从而确定作用在各零件上的功率、扭矩和作用力。

2. 工作可靠性要求

为了使机械在预定的工作期限内可靠地工作,防止因零件失效而影响机械正常运行,零件应满足以下要求:

(1) 强度

强度是衡量零件抵抗破坏的能力,是保证零件工作能力的最基本要求。零件强度不足时,就会发生不允许的塑性变形,甚至造成断裂破坏,轻则使机械停止工作,重则发生严重事故。为保证零件有足够的强度,零件的工作应力不得超过许用应力,这就是零件的强度计算准则。

(2) 刚度

刚度是衡量零件抵抗弹性变形的能力。零件的刚度不足时,就会产生不允许的弹性变



形,形成载荷集中等,影响机械的正常工作。例如,造纸机的辊子、机床的主轴,如果没有足够的刚度,就会导致产品质量的严重恶化。刚度计算准则要求零件工作时的弹性变形量(弯曲挠度或扭转角)不超过机械工作性能所允许的极限值(即许用变形量)。

(3) 耐磨性

耐磨性是指零件抵抗磨损的能力。例如,齿轮的轮齿表面磨损量超过一定限度后,轮齿的齿形将会产生较大的改变,使齿轮转速不均匀及产生噪声和动载荷,严重时甚至会因齿根厚度减薄而导致轮齿折断。因此,在磨损严重的条件下,以限制与磨损有关的参数(如零件接触表面间的压强和相对滑动速度)作为磨损计算的准则。

(4) 耐热性

耐热性包括抗氧化、抗热变形和抗蠕变的能力。零件在高温(一般钢件在 $300^{\circ}\text{C} \sim 400^{\circ}\text{C}$ 以上,轻合金和塑料件在 $100^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 以上)下工作时,将会因强度削弱而降低承载能力,同时会出现蠕变,增加塑性变形甚至发生氧化现象,从而大大影响机械的精度进而使零件失效。另外,高温下润滑油膜容易破裂,会使润滑能力降低甚至完全丧失。

对于不同用途的机械在具体工作中还可能提出一些特殊要求,例如,对机床要求能长期保持其精度;对流动使用的机械(如钻探机、塔式起重机等)要求便于安装、拆卸和运输;对医药、食品、印刷、纺织和造纸等机械要求能保持清洁,不得污染产品。

2.1.2 机械设计的一般步骤

机械设计的一般步骤一般可分为以下几个阶段。

1. 提出设计要求

设计要求的提出主要是根据社会和市场的需要,有明确的目的,无论是设计新的机械产品还是进行技术改造,总是要达到某种技术经济目的,如提高劳动生产率、提高产品质量与使用寿命、节约原材料、降低能耗或减轻劳动强度等。

2. 调查研究、分析对比,确定设计模型与方案

设计者要了解所设计对象的工作条件、环境、预计的生产能力、技术经济指标以及是否具有特殊的技术要求等,例如耐高温,耐腐蚀,材料、尺寸及重量的限制等,以作为设计的依据。同时要根据国家的标准、规范做到产品系列化、部件通用化和零件标准化。

根据调查、分析与研究,拟定所设计的机器方案。这是设计中的重要阶段,应力求使所设计的方案技术先进、使用可靠、经济合理。

3. 结构设计

在方案确定以后,需经过必要的计算与分析来确定数学模型与计算公式,在进行校验之后,即可着手进行结构设计,绘制装配草图、装配图和部装图,最后根据装配图与结构设计绘制零件工作图。

4. 试验分析

图纸设计完成后,需要编制必要的技术文件,进行产品试制,并经过试车获得预期的结果,否则需要反复进行修改,直至完善。

5. 使用与考核

产品在成批制造与投放市场后,需广泛征求用户意见,以求不断地提高和完善。



2.2 机械零件计算准则和一般设计程序

机械设计应满足的要求是：在满足预期功能的前提下，性能好、效率高、成本低，在预定使用期限内安全可靠、操作方便、维修简单和造型美观等。

设计机械零件时，也必须认真考虑上述要求，即所设计的机械零件既要工作可靠，又要成本低廉。

机械零件由于某种原因不能正常工作时，称为失效。在不发生失效的条件下，零件所能安全工作的限度，称为工作能力。通常此限度是对载荷而言，所以习惯上又称其为承载能力。

2.2.1 机械零件的主要失效形式

1. 整体断裂

机械零件在受拉、受压、受弯、受剪和受扭等外载荷作用时，由于某一危险截面上的应力超过零件的强度极限而发生的断裂，或者零件在受交变应力作用时，危险截面上发生的疲劳断裂，均属于整体断裂。

2. 残余变形过大

如果作用于零件上的应力超过了材料的屈服极限，则零件将产生残余变形。当残余变形过大时，会使机器的运动精度丧失，甚至不能运动。例如，对于机床上的零件，过大的残余变形将使机床的运动精度部分丧失，由此降低加工精度。

3. 零件的表面破坏

零件的表面破坏主要是腐蚀、磨损和接触疲劳。

腐蚀是发生在金属表面的一种电化学或化学侵蚀现象，其结果是使金属表面产生锈蚀。对于承受变应力的零件，还会引起腐蚀疲劳的现象，进而使零件表面遭到破坏。

磨损是两个接触表面在做相对运动的过程中表面物质丧失或转移的现象。所有做相对运动的零件的接触表面都有可能发生磨损。

在接触变应力条件下工作的零件表面，也有可能发生接触疲劳。

腐蚀、磨损和接触疲劳都是随工作时间的延续而逐渐发生的失效形式。

4. 破坏正常工作条件引起的失效

有些零件只有在一定的工作条件下才能正常工作。例如，液体摩擦的滑动轴承，只有在存在完整的润滑油膜时才能正常工作；带传动和摩擦轮传动，只有在传递的有效圆周力小于临界摩擦力时才能正常工作；高速转动的零件，只有其转速与转动件系统的固有频率避开一个适当的间隔时才能正常工作等。如果破坏了这些必备的条件，则零件将发生不同类型的失效。

据统计，由于腐蚀、磨损和接触疲劳破坏所引起的失效占有破坏引起失效的74%左右，而由于断裂所引起的失效只占5%左右，所以腐蚀、磨损和接触疲劳是引起零件失效的主要原因。



2.2.2 机械零件设计应满足的基本要求

1. 强度方面

强度是指零件抵抗破坏的能力。零件强度不足,将导致过大的塑性变形,造成断裂破坏,使机器停止工作,甚至发生严重事故。采用高强度材料、增大零件截面尺寸、合理设计截面形状、采用热处理及化学处理、提高运动零件的制造精度以及合理配置机器中各零件的相互位置等方法,均有利于提高零件的强度。

2. 刚度方面

刚度是指零件抵抗弹性变形的能力。零件刚度不足,将导致过大的弹性变形,引起载荷集中,影响机器的工作性能,甚至造成事故。例如,机床的主轴、导轨等,若刚度不足导致变形过大,将严重影响其所加工零件的精度。

零件的刚度分整体变形刚度和表面接触刚度两类。增大零件的截面尺寸或增大截面惯性矩,缩短支撑跨距或采用多支点结构等措施,有利于提高零件的整体变形刚度。而增大零件接触贴合面及采用精细加工等措施,有利于提高零件的表面接触刚度。

一般情况下,满足刚度要求的零件也能满足其强度要求。

3. 寿命方面

机器寿命是指零件正常工作的期限。材料的疲劳、腐蚀及相对运动零件接触表面的磨损,是影响零件寿命的主要因素。此外,高温下的蠕变也会影响零件的寿命。提高零件抗疲劳破坏能力的主要措施有减小应力集中、保证零件有足够的尺寸及提高零件的表面质量等。

4. 结构工艺性方面

机械零件结构工艺性是指在一定的生产条件下能方便、经济地生产出零件,并便于装配成机器。为此,应从零件的毛坯制造、机械加工及装配等生产环节综合考虑零件的结构设计。

5. 可靠性方面

机械零件可靠性的定义与机器可靠性的定义相同。提高零件的可靠性应从工作条件(载荷、环境温度等)和零件性能两个方面考虑,使其随机变化尽可能小。加强零件使用中的维护与监测,也可提高零件的可靠性。

6. 经济性方面

零件的经济性主要取决于零件的材料和加工成本,因此,提高零件的经济性主要从零件的材料选择和结构工艺性设计两个方面考虑,如采用相对廉价的材料代替贵重材料,采用轻型结构和少余量、无余量的毛坯,简化零件结构,改善零件的结构工艺性以及尽可能采用标准化零部件等。

7. 零件质量大小方面

一般情况下,绝大多数机械零件都要求尽可能地减小其质量。对于运输机械,减少零件质量就可减少机械本身的运动质量,增加其有效运载量;另外,减少零件质量可以节约原材料,对于运动的零件还可减少其运动惯性力,从而改善机器的整体动力性能。



2.2.3 机械零件的设计方法及一般步骤

1. 机械零件的设计方法

机械零件的设计方法可从不同的角度进行分类。目前,较为流行的分类方法是把过去长期采用的设计方法称为常规的(或传统的)设计方法,而把近几十年发展起来的设计方法称为现代设计方法。

机械零件的常规设计方法可概括地划分为以下几种。

(1) 理论设计

根据长期总结出来的设计理论和实验数据所进行的设计,称为理论设计。理论设计又可分为设计计算和校核计算两类。

设计计算是直接应用材料力学的强度理论来计算零件在一定载荷下的必需截面大小。机械零件的设计计算主要用于能通过简单的力学模型进行设计的零件。

校核计算是按照其他办法在初步设计出零件的截面尺寸后,选用相应的公式进行的计算。校核计算多用于结构和应力分布复杂但又能用现有的应力分析方法进行计算的场合。

(2) 经验设计

根据对某类零件已有的设计与使用实践而归纳出的经验关系式,或根据设计者本人的工作经验用类比的办法所进行的设计称为经验设计。这对那些使用要求变动不大而结构形状已典型化的零件,是很有效的设计方法。例如,箱体、机架、传动零件各结构要素的设计等。

(3) 模型实验设计

对于一些尺寸较大而结构又很复杂的重要零件,尤其是一些重型整体机械零件,为了提高设计质量,可采用模型实验设计的方法,即把初步设计的零部件或机器制成小模型或小尺寸样机,经过实验的手段对其各方面的特性进行检验,根据实验结果对设计进行逐步修改,从而达到完善。模型实验设计方法费时、昂贵,因此其一般用于特别重要的设计中。

2. 机械零件设计的一般步骤

1) 根据零件的使用要求,选择零件的类型和结构,对各种零件的不同类型、优缺点、特性与使用范围等进行综合对比并正确选用。

2) 根据机器的工作要求,计算作用在零件上的载荷。

3) 根据零件的类型、结构和所受载荷,分析零件可能的失效形式,从而确定零件的设计准则。

4) 根据零件的工作条件及对零件的特殊要求(如在高温下或在腐蚀性介质中工作等),选择适当的材料。

5) 根据设计准则进行有关计算,确定出零件的基本尺寸。

6) 根据工艺性及标准化等原则进行零件的结构设计。

7) 零件结构细节设计完成后,必要时进行详细的校核计算,以判定结构的合理性。

8) 画出零件的工作图,并写出计算说明书。设计计算的数值除少数与几何尺寸精度要求有关外,一般以两位或三位有效数字的计算精度为宜。