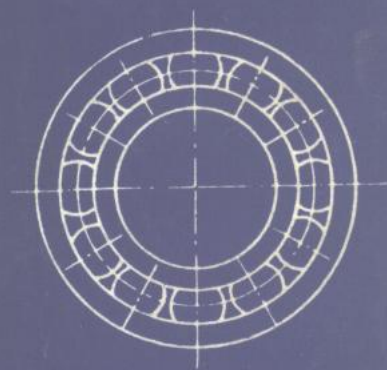


★ 职工高等工业专科学校教材

机械零件

★ 郑志祥 主编

★ 郑志祥 陈迺瑞 杨延眉 陈兆奎 编



高等教育出版社

职工高等工业专科学校教材

机 械 零 件

郑志祥 陈迺瑞 杨廷眉 陈兆奎 编

郑志祥 主编

高 等 教 育 出 版 社

本书是根据1983年审订的职工高等工业专科学校机械类专业《机械零件教学大纲》编写的。

全书分五篇，共计十四章。主要包括：绪论，机械零件设计概述，机械零件的强度，螺纹联接，轴-毂联接，铆接、焊接和胶接，带传动，链传动，齿轮传动，蜗杆传动，轴，滑动轴承，滚动轴承，联轴器和离合器，弹簧。全书附录中还介绍了机器中润滑和密封的有关知识。绝大多数章附有小结、思考题、习题。

本书可作为职工高等工业专科学校机械类专业的教材，也可供普通高等工业专科学校、电视大学师生以及有关工程技术人员参考。

职工高等工业专科学校教材

机 械 零 件

郑志祥 陈迺瑞 杨延眉 陈兆奎 编

郑志祥 主编

*

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

国防工业出版社印刷厂印装

*

开本787×1092 1/16 印张23.25 字数530 000

1987年4月第1版 1987年4月第1次印刷

印数 00 001—10 400

书号15010·0850 定价3.30元

序

长期以来,职工大学所用教材大多都借用普通高校本科教材。由于学制不同,培养目标和教学要求也不尽相同,长期借用不利于保证按职工大专层次、规格要求的教学质量。本书即是根据1983年原教育部审订的职工高等工业专科学校《机械零件教学大纲》(草案,机械类专业试用,95学时)编写的。编写中,力求贯彻“精选内容,保证基础,加强实践,讲究教法”的编写原则。

职工高等工业专科学校属于大专层次,培养的是应用技术人材。机械零件课程在机械类专业教学计划中属于需要加强的主干技术基础课。为此,在编写时,注意加强了基本知识和设计基本技能的有关内容;对于基础理论则按大专层次作了精选,但对最必要的基础理论,则从大专学生水平实际出发,尽可能写得详细一点,以保证学生真正牢固掌握。

还有几个问题需作如下说明:

1. 本书是按一般机械类专业要求编写的。职工大学一般是对口培养,往往会有一些特殊要求,各校可按实际情况自行适当增减有关内容。

2. 近几年来,本课程有不少内容变动较大。有些内容在国内外各教材之间差别就很大。为此,对于有国家标准的(例如渐开线圆柱齿轮承载能力计算),本书在编写时尽可能与国家标准相接近;有一些内容则尽可能与国内近年来多数教材所采用的相一致。

3. 本书所用计算方法,主要考虑其技术上的正确性和应用性,但也考虑到教学上“少而精”的原则,因而有些地方作了简化。因此在实际设计时,还应查阅有关专业资料。

4. 本书中采用了很多标准、规范、数据、资料。由于我国近年来标准变化频繁,故学生在将来工作时,应以最新国家标准为准。

本教材的编写工作由原教育部委托江苏省高教局主持。

本书于1985年8月经职工高等工业专科学校机械零件教材审阅组审查通过。参加审稿的同志有:天津大学汤绍模,第二汽车制造厂职工大学张培华,齐齐哈尔第一机床厂职工机电学院陈秉庄,南京市业余工业大学黄盖文,上海市黄浦区职工业余大学朱世茂,胜利油田职工大学傅习礼,天津市河西区职工大学王静生,并由汤绍模、张培华主审。

参加本书编写的有:苏州市机械局职工大学郑志祥(绪论、第一、二、五章、传动总论、第十、十一、十二章、附录),上海第二工业大学陈迺瑞(第八、九、十三章),北京市机电研究院职工大学杨延眉(第六、七章),上海市长宁区业余大学陈兆奎(原在本溪钢铁公司职工工学院)(第三、四、十四章),并由郑志祥主编。

由于编者水平有限,殷切希望广大读者对书中漏误之处批评指正。

编 者

一九八六年五月

基本符号表

A	面积	h	高度, 间隙
B	宽度	i	传动比
C	常数, 弹簧指数	k	系数
D	直径	l	长度, 距离
E	弹性模量, 动能	m	质量, 指数, 模数
F	作用力	n	转速, 线速
G	剪切弹性模量	p	压强, 节距
H	高度	q	单位长度质量
I	轴惯性矩	r	半径, 循环特性
J	极惯性矩	s	距离, 厚度
K	系数	t	时间, 温度, 厚度
L	长度, 距离	u	齿数比, 速度
M	弯矩, 力矩	v	速度
N	法向力, 循环次数	w	单位宽度载荷
O	中心	x	系数, 坐标
P	功率, 螺纹节距	y	挠度, 距离, 坐标
Q	力	z	齿数, 根数, 头数, 坐标
R	横向力, 半径	α	角度, 系数
S	安全系数	β, γ, θ	角度
T	转矩	δ	锥角, 厚度
U	变形能	ε	偏心率, 滑动率
V	体积	η	动力粘度, 效率
W	剖面模量	λ	变形量, 升角
X	系数	μ	泊松比
Y	系数	ν	运动粘度
Z	系数	ρ	密度, 曲率半径
a	中心距	ϕ	角度, 系数
b	宽度	ψ	系数
c	系数, 刚度	ω	角速度
d	直径	σ	正应力
e	偏心距	σ_b	弯曲应力
f	摩擦系数	σ_F	轮齿弯曲应力
g	重力加速度	σ_H	接触应力

σ_p 挤压应力
 τ 剪应力
 σ_e 相当应力
 σ_σ 当量应力
 σ_R, τ_R 强度极限
 σ_S, τ_S 屈服极限

σ_{lim} 极限应力
 σ_a, τ_a 应力幅
 σ_m, τ_m 平均应力
 σ_{-1}, τ_{-1} 对称循环持久极限
 σ_0, τ_0 脉动循环持久极限

目 录

序	5	小结	66
基本符号表	7	思考题	68
		习题	68
第一篇 总 论		第四章 轴-毂联接	71
绪论	1	§ 4-1 键联接	71
§ 0-1 机械设计的主要内容和一般 设计顺序	1	§ 4-2 花键联接	74
§ 0-2 本课程的内容、任务、性质 和学习方法特点	2	§ 4-3 销联接、无键联接简介	77
第一章 机械零件设计概述	4	§ 4-4 过盈配合联接	79
§ 1-1 机器应满足的基本要求	4	小结	85
§ 1-2 机械零件设计应满足的基本 要求	5	思考题	86
§ 1-3 机械零件设计的一般步骤	5	习题	86
§ 1-4 机械零件的主要失效形式和计 算准则	6	第五章 铆接、焊接和胶接	88
§ 1-5 机械零件的材料和结构工艺性	7	§ 5-1 铆接	88
§ 1-6 机械零件设计中的标准化	12	§ 5-2 焊接	91
§ 1-7 机械零件设计方法的发展简介	13	§ 5-3 胶接	98
第二章 机械零件的强度	21		
§ 2-1 机械零件的载荷和应力	22	第三篇 机 械 传 动	
§ 2-2 静应力时机械零件的整体强度 计算	23	传动总论	101
§ 2-3 稳定变应力时机械零件的整体 强度计算	25	第六章 带传动	104
§ 2-4 非稳定变应力强度计算简介	32	§ 6-1 概述	104
§ 2-5 机械零件的表面接触疲劳强度	36	§ 6-2 三角胶带和带轮	105
		§ 6-3 带传动的工作情况分析	109
第二篇 联 接		§ 6-4 三角胶带传动的设计和计算	114
第三章 螺纹联接	39	§ 6-5 三角胶带传动的张紧与维护	121
§ 3-1 螺纹	39	§ 6-6 其它带传动简介	122
§ 3-2 螺纹联接的主要类型和联接零件	41	小结	123
§ 3-3 螺栓联接的强度计算	45	思考题	124
§ 3-4 螺栓组联接的受力分析	52	习题	125
§ 3-5 提高螺栓联接强度的措施	56	第七章 链传动	126
§ 3-6 螺旋传动	61	§ 7-1 链传动的特点和应用	126
		§ 7-2 传动链的结构	126
		§ 7-3 套筒滚子链链轮	128
		§ 7-4 链传动的运动特性	131
		§ 7-5 链传动的失效形式及功率曲 线图	133
		§ 7-6 套筒滚子链传动的设计计算	135

§ 7-7 链传动的布置和润滑	138
小结	140
思考题	140
习题	141
第八章 齿轮传动	142
§ 8-1 概述	142
§ 8-2 齿轮传动的失效形式和计算 准则	145
§ 8-3 常用齿轮材料及其热处理	149
§ 8-4 直齿圆柱齿轮传动的计算载荷	152
§ 8-5 直齿圆柱齿轮传动的强度 计算	156
§ 8-6 直齿圆柱齿轮传动的设计	164
§ 8-7 斜齿圆柱齿轮传动的强度 计算	183
§ 8-8 标准直齿圆锥齿轮传动的强 度计算	194
§ 8-9 圆弧齿轮传动简介	202
小结	204
思考题	205
习题	206
第九章 蜗杆传动	208
§ 9-1 概述	208
§ 9-2 普通圆柱蜗杆传动的主要参 数及几何计算	210
§ 9-3 蜗杆传动的工作情况分析	215
§ 9-4 蜗杆传动的失效形式、计算 准则和材料选择	216
§ 9-5 普通圆柱蜗杆传动的承载能 力计算	218
§ 9-6 蜗杆传动的效率、润滑及热 平衡计算	220
§ 9-7 普通圆柱蜗杆传动的精度等 级及其选择	224
§ 9-8 普通圆柱蜗杆和蜗轮结构	224
小结	228
思考题	229
习题	229

第四篇 轴系零件

第十章 轴	231
--------------------	-----

§ 10-1 概述	231
§ 10-2 轴的结构设计	233
§ 10-3 轴的强度计算	238
§ 10-4 轴的刚度校核	245
§ 10-5 轴的振动概念	246
小结	247
思考题	248
习题	248
第十一章 滑动轴承	254
§ 11-1 概述	254
§ 11-2 滑动轴承的典型结构	255
§ 11-3 轴承材料和轴瓦结构	257
§ 11-4 摩擦和润滑	261
§ 11-5 非液体摩擦滑动轴承计算	266
§ 11-6 液体动压轴承的基本概念和 工作原理	267
§ 11-7 单油楔向心动压轴承的设计 计算	271
* § 11-8 多油楔液体动压轴承简介	281
* § 11-9 静压轴承和气体轴承简介	282
小结	284
思考题	285
习题	286
第十二章 滚动轴承	287
§ 12-1 概述	287
§ 12-2 滚动轴承的类型和代号	288
§ 12-3 滚动轴承的工作情况分析	293
§ 12-4 滚动轴承的寿命计算	294
§ 12-5 滚动轴承的静强度校核	302
§ 12-6 滚动轴承的极限转速	303
§ 12-7 滚动轴承组合设计	304
小结	315
思考题	316
习题	317
第十三章 联轴器和离合器	319
§ 13-1 概述	319
§ 13-2 联轴器	320
§ 13-3 离合器	326
小结	332
习题	332

第五篇 其它零部件	
第十四章 弹簧	333
§ 14-1 弹簧的功用和类型	333
§ 14-2 弹簧的材料和制造	334
§ 14-3 圆柱形螺旋压缩(拉伸)弹簧的设计计算	337
§ 14-4 其它弹簧简介	346
小结	348
思考题	349
习题	349
附录 机器中的润滑和密封	350
§ 1 润滑剂及其选用	350
§ 2 润滑方法及润滑装置	353
§ 3 密封装置	356
参考书目	359

第一篇 总 论

绪 论

机器是人类用以代替或减轻体力劳动和提高生产率的设备。机器制造业能够为国民经济各部门提供技术装备,因此,机器制造业的水平是近代工业化社会生产力水平的一个重要标志。

一台新的机器设备,从提出任务到投入正常使用,一般要经过研究、设计、制造和运行考核等各个阶段。所谓机械设计,就是按照预定目的制订新的或改进原有机器的过程。

§ 0-1 机械设计的主要内容和一般设计顺序

机械设计过程并没有一个固定不变的顺序,须根据具体情况进行。一般讲,设计的主要内容和顺序大致如下:

1. 机器工作原理的选择, 机器总体方案的设计

根据对机器所要求实现的预期功能,首先要比较选择机器的工作原理,从而确定机器的总体方案。在考虑机器的工作原理时可以有多种方案,通常可根据综合技术经济指标进行比较选定。例如,在设计金属切削机床时,如果要求切削加工一般精度的平面,则可以采用铣床,也可以采用刨床,铣床又可以是立铣或卧铣,刨床可以是牛头刨床也可以是龙门刨床。

工作原理确定后,要根据主要机构和部件的配置关系决定机器的总体方案,画出总体方案图。

2. 机器的运动设计

选定了工作原理和确定了机器总体方案布置后,应根据原动机类型和性能参数、执行机构所需的运动和动力参数,以及传动机构的运动简图,进行机构的运动设计。

3. 机器的动力设计

根据执行机构的工作阻力、工作速度和传动部分的运动特性和有关参数,计算出机器所需驱动功率,并结合该机器对原动机特性的要求,选定原动机。然后,分析出机器中各个机构的动力参数。

4. 机器零、部件设计

在运动设计和动力设计的基础上,根据各部件、零件在机器总体中的地位和职能,分别对各部件和零件进行设计。对于重要的零、部件,要根据保证其工作能力的要求进

行设计计算,有一些零、部件则可以直接进行类比设计或结构设计。

5. 绘制机器总图、部件图、零件图,编制技术文件资料。

以上所介绍的机械设计顺序,在实际设计过程中各阶段往往是相互联系、相互交错的。同时,由于具体机器不同,在设计时各阶段的先后、主次也不尽相同。

§ 0-2 本课程的内容、任务、性质和学习方法特点

一台完整的机器,总是由原动部分、传动部分和执行部分所组成。机器的基本组成要素是机械零件。由若干协同工作的零件所组成的独立制造或独立装配并在机器中担负某一职能的组合体叫部件。

机器的设计和制造,必须落实到机械零件的设计和制造上。因此,学习机械设计要从学习机械零件设计开始。

习惯上,将各种机器中经常用到的零件称作通用零件,例如螺栓、齿轮、轴承等;而将在特定类型机器中才用到的零件称作专用零件,例如曲轴、涡轮机叶片等。学习专用零件设计往往需要用到专业机器设计的原理,因此这部分内容将在有关专业机器设计课程中介绍。

当然,关于通用零件和专用零件的划分,并不是绝对的。通用零件的范围,也并不统一。

机械零件课程是讲授一般工作条件和一般参数的通用零件设计的课程。

本课程的内容包括:

1) 总论部分——本课程以及学习本课程所必须具备的一些共性知识:绪论、机械零件设计概述,机械零件的强度。

2) 联接部分——螺纹联接,轴-毂联接,铆接,焊接和胶接。

3) 机械传动部分——带传动,链传动,齿轮传动,蜗杆传动。

4) 轴系部分——轴,滑动轴承,滚动轴承,联轴器和离合器。

5) 其它零部件——弹簧。

机械零件课程在机械类各专业的教学计划中是一门设计性的技术基础课程,它综合运用理论力学、材料力学、机械制图、机械原理、金属工艺学、金属材料及热处理、公差配合及技术测量等先修课程的知识解决零件的设计问题。通过本课程各环节的教学,将使学初步受到有关零件设计方面的技术科学理论训练,并受到一般设计方法方面的比较系统的基本技能训练。学好本课程,也为学进一步学习有关专业机器设备设计课程打下基础。因此,本课程在教学计划中有承上启下的重要作用。

本课程的主要任务是:

1) 培养学生掌握通用零件的工作原理、特点、选用和设计计算方法以及必要的结构设计能力。

2) 培养学生从研究零件工作原理、分析工作情况、判定失效方式和计算准则出发,学会运用基础理论推导设计计算公式和拟订计算步骤的一般能力。

3) 培养学生初步掌握设计一般机械传动装置和简单机械的方法, 并使学生具有分析零件失效原因和提出改进措施的能力。

4) 训练学生以设计计算为中心, 综合考虑材料、热处理、结构工艺性、经济合理性等因素进行设计的能力; 培养学生树立正确的设计思想, 使学生初步了解有关工业技术政策。

5) 通过各环节教学, 使学生受到使用有关手册、标准、规范等资料以及编写设计说明书等基本训练。

对于学生来说, 本课程是从理论性、系统性很强的基础课、技术基础课向多科综合性、实践性较强的专业课过渡的一个重要转折点。因此, 学生在学习本课程时必须注意在学习方法上要有一个转变和适应过程。

一般讲, 学习本课程时应注意以下特点:

1. 课程的多科综合特点 本课程的各章零件无论从分析研究到设计计算时, 都要用到较多门基础课和技术基础课的内容, 因此, 只有融汇贯通综合应用各先修课内容, 才能学好本课程。

2. 应用到的理论基础的多样性 例如大多数零件的计算准则是强度准则, 主要应用材料力学的有关知识, 但有一些零件的计算准则是接触强度, 因此要应用弹性力学的赫兹应力公式。又如液体摩擦滑动轴承的理论基础是粘滞性流体力学。因此, 学生如果用习惯的基础课系统性来看待本课程, 就会误认为“没有系统性”, “没有统一的研究规律”。实际上, 如果学生能结合机械零件设计的一般步骤来理解本课程的内容系统性, 就能在学习过程中逐步适应本课程的学习规律。

3. 计算步骤与计算结果不象基础课那样具有唯一性 机械零件设计计算题答案往往可以各不相同, 而计算步骤也并不完全统一, 初学设计者对此往往不易适应。又如很多设计, 在计算过程中要用到一些尚待确定的参数, 这就必须先作假设, 最后再修正。此外, 参数选择在设计过程中是很重要的, 但参数选择的推荐范围往往很大, 这对初学设计者也是个难题。所有这些和设计有关的训练, 都要求学生通过本课程学习逐步得到培养和训练。

4. 在零件设计中, 计算是很重要的, 但不是唯一的, 学生必须逐步培养把理论计算和结构设计、工艺考虑等结合起来解决设计问题的能力。

第一章 机械零件设计概述

§ 1-1 机器应满足的基本要求

机械零件是组成机器的基础，因此，要正确地设计机械零件，首先必须对机器有一定的了解。一般讲，机器设计时，应满足以下的一些要求：

1. 具有预定功能的要求

实现预定功能，是机器设计的基本出发点。预定功能的要求，主要影响到机器工作原理的选择，也影响到机器设计的其它阶段。不同的功能要求，即使对同一类型的机器，对设计的要求也会有所区别，例如升降机，就有载人的和载货的升降机，在设计时对结构、机构、安全装置以及外观装饰等都应有不同的要求。

2. 安全可靠要求

安全可靠是机器工作的必要条件，机器设计的其它要求必须首先服从于安全可靠要求。为了实现机器工作的安全可靠要求，既要从机器设计整体给以周密的要求，又要从机构、部件、零件的选择、计算、结构等设计得到保证。当然，可靠性要求又与预定功能要求密切有关。

3. 经济合理要求

机器设计，应该在实现预定功能和保证安全可靠的前提下尽可能地做到经济合理。经济合理性，既体现在机器设计、制造过程中，又应该体现在使用过程中。经济合理的要求，要从机器整体角度予以全面考虑、综合保证。有时候，从某一角度或某一局部零部件看是经济合理的，但从整台机器来考虑就不一定是最理想的。

4. 重量轻、体积小的要求

在保证上述各项要求的基础上，近代机器多数要求设计得尽可能重量轻、体积小。例如机床齿轮箱就要求体积尽可能小。但不能一概而论，对有些机器这一要求并不突出，甚至有相反的要求，如压路机设计还必须保证整台机器有相当大的重量。

5. 操作使用要求

绝大多数机器的工作和人的操作使用是有密切联系的。例如设计金属切削机床时要考虑到工人操作简便，和人体机能要适应。大多数机器要求工作时噪音要低，很多机器对外型美观也有很高的要求。

此外，有些机器还有一些特殊要求，例如食品机械要防污染，建筑机械要便于拆装、搬运。

总之，必须根据机器的具体工作条件，分析确定其应该满足的设计要求以及这些要求的主次程度，切忌简单照搬或不分主次乱提要求。

§ 1-2 机械零件设计应满足的基本要求

机械零件设计时应满足的基本要求，决定于该零件在机器中所处的地位、作用以及工作条件。一般讲，大致有以下几方面的要求：

1. 零件的预定功能要求

每一个零件，在一台机器的具体部位中，都由机器整体规定了它应具有 的 预 定 功 能。通过合理选择零件类型以及正确的设计，可以保证零件实现其预定功能。不同的功能要求，对机械零件就有不同的设计要求。例如一般的螺纹联接主要保证联接的牢固性，但对气缸盖螺栓则不单要求保证联接牢固，还必须保证在接合面上具有预定的气密性，这就对螺栓组的布置、安装预紧力的大小等提出一系列的要求。又如一般联接用销钉只要求保证销钉的强度，但对于安全销则要求在正常状态下销钉有一定的强度而超载达到一定值时应能立即被剪断，以保护整台机器或某个部件。

2. 预定寿命内不发生失效的要求

零件如发生失效，就会导致丧失预定功能，影响机器正常工作，甚至引起事故。

防止失效，保证一定工作能力，这是机械零件设计的主要内容，因此，这也是本课程在各章中介绍具体零件设计时的主要内容。

3. 结构工艺性要求

零件的结构工艺性，体现在零件的毛坯制备和机械加工过程中，也体现在部件装配甚至总体装配过程中。设计时对结构工艺性的评定，有时候是正确与错误的问题，但也常常是比较好或比较差的问题。不同的使用要求、生产条件、生产批量，有时候对结构工艺性的评定标准也不尽相同。设计的结构工艺性，一般没有多少计算，多数情况下是综合运用多门课程知识，并对生产制造条件进行调查研究后进行设计考虑。

结构工艺性要求，对于缺乏设计经验的人员，是个重要而困难的问题，必须在设计实践中逐步总结，不断提高。

4. 经济性要求

零件的经济性，主要决定于零件的材料以及加工成本。但应该注意的是，不应孤立地追求某一个零件的经济性，而应从整台机器的经济性来确定每一零件的恰当要求。

§ 1-3 机械零件设计的一般步骤

机械零件的设计过程，就是要保证满足其所有的设计要求。设计的最终结果，就是要获得加工制造该零件所必需的图纸和技术文件资料。

为此，设计机械零件时，一般包括以下步骤：

1) 根据机器对该零件所规定的要求，选定零件类型。

有时候，可能几种类型都适用，则可以同时设计几个方案，最后通过比较择优确定

一个方案。

2) 分析零件的工作情况, 确定作用在零件上的载荷。

3) 根据工作情况分析, 特别是受载分析, 判定零件的失效方式, 从而确定其计算准则。

4) 进行主要参数选择, 根据计算准则求出零件的主要尺寸, 选择材料, 考虑热处理要求, 考虑结构工艺性要求。

5) 进行结构设计。

6) 绘制零件工作图, 制订技术要求。编写设计说明书和有关技术文件。

这些设计步骤, 对于不同零件、不同工作条件, 可以有所不同。同时在设计过程中有些步骤又是相互交错、反复进行的。

本课程在介绍各零件设计时, 其内容的系统性基本上就是从上述设计步骤出发而反映出来的。

§ 1-4 机械零件的主要失效形式和计算准则

机械零件丧失预定功能的现象称为失效。由于强度不够而引起的破坏是零件最常见的失效形式。零件不发生失效时的极限工作指标称为工作能力; 在强度、刚度、稳定性达到极限状态时的零件载荷能力称为承载能力。

机械零件的设计过程最主要的是使所设计的零件在工作时不发生失效, 也就是要保证必要的工作能力或承载能力。

在理论研究比较成熟的情况下, 可以从失效机理出发, 建立起针对防止每一种失效的计算准则。

机械零件最常见的失效形式和计算准则大致有以下几种:

(一) 强度

强度不足而引起的破坏, 是目前大多数零件的主要失效形式。由于强度准则在本课程中的特殊重要地位, 也因为其理论研究最成熟, 为此将机械零件的强度作为本课程的理论基础, 单列一章专门介绍。

(二) 刚度

零件在载荷作用下, 其弹性变形位移量超过了许用值, 就会因刚度不够而失效。零件抵抗弹性变形的能力称为刚度。

在机械零件设计计算时, 刚度计算可以是控制指定点的线位移 y , 也可以是计算角位移 θ , 对于扭转工作条件可以计算其扭转变形角 φ 。这些计算公式已分别在材料力学中介绍过, 本教材不再重复。

刚度准则也是一种重要的机械零件计算准则。某些零件, 设计时主要依据刚度准则。例如磨床主轴, 由于受力很小, 如果按强度准则, 轴的直径只要很细就够了, 但为了保证主轴精度, 从刚度准则出发确定轴的直径就成为设计主要准则了。

（三）耐磨性

零件运动副之间相对运动表面材料的逐渐丧失或转移，称为磨损。磨损现象是相对运动零件普遍存在的一种自然现象。除了机器“跑合”过程是利用磨损作用作有益工作外，通常磨损总是有害的。磨损造成零件削弱、精度降低、寿命减短、可靠性降低。因此防止磨损是近代机器设计的一个重要问题。

磨损由于机理不同，大致有以下几类：磨料磨损、粘着磨损、疲劳点蚀磨损、氧化磨损等。

耐磨性问题虽然是一个极为重要的问题，但迄今还没有成熟的、统一的耐磨性计算方法。有一些机械零件，由于磨损是其主要失效形式，目前沿用的计算准则是用控制接触表面间压强的办法来进行条件性计算。

（四）耐热性

机器运转时，有相对运动的机械零部件之间的摩擦会产生热量。

发热会给机器工作带来一系列危害，例如：

- 1) 当温度达到一定时，材料会改变其性质，从而导致零件的承载能力降低；
- 2) 使润滑油膜的润滑能力降低甚至丧失；
- 3) 有一些配合零件之间必须保证一定间隙，由于发热膨胀会造成一些配合间隙的丧失甚至“咬死”；
- 4) 改变摩擦表面性质，例如制动器中摩擦系数的降低，会造成机器事故。

因此，有一些发热严重的零件，要进行热平衡计算，然后进行必要的热应力、热变形或润滑油性能指标的计算。有一些零件还须进行瞬时局部温度的计算或温度场的计算。

（五）振动稳定性

机器中存在着许多激振源，例如轴上零件的偏心载荷、滑动轴承的油膜振荡等。当丧失振动稳定性时，零件中的振动应力很高，振幅急剧增加，造成严重影响甚至整台机器事故。

可以通过振动力学，对零件和系统进行振动稳定性的验算。可以通过改变零件或系统的刚度或阻尼等办法来改善振动稳定性，也可用隔振、消振等技术来改善机器的抗振性能。

§ 1-5 机械零件的材料和结构工艺性

材料和结构工艺性问题，分别有专门课程介绍。在本课程中，着重从如何保证机械零件设计要求角度出发，讨论合理选择材料和考虑结构工艺性的原则，具体资料在后面各章具体零件中介绍。

（一）机械零件的常用材料及其选择原则

1. 机械零件的常用材料

机械零件所用的材料是多种多样的，但目前一般以黑色金属材料特别是钢材和铸铁

的应用最为广泛。

1) 铸铁

灰口铸铁是机器制造中的主要铸造材料,其特点是铸造性能好,成本低,抗压强度高,但是抗拉强度低,性脆不宜受冲击载荷。机器的机座和机架多数用灰口铸铁。通常,一台机床中铸铁件的重量约占总重量的80%左右。

球墨铸铁和蠕虫状铸铁的强度接近普通碳钢,延伸率、耐冲击性都比较好,加以铸造性能好、耐磨性好,现在已被日益广泛用作机械零件材料。

2) 碳钢和合金钢

这两种材料是机械制造中应用最广的材料。碳钢分为普通碳钢和优质碳钢。对于受力不大,而且基本上承受静载荷的一般零件,可用普通碳钢。对于重要零件,一般选用优质碳钢。

合金钢成本较高,但机械性能好,而且热处理性能好,重要零件常常要考虑选用合金钢,目前国内应用较多的合金钢为锰(Mn)钢和铬(Cr)钢。

3) 有色金属

通常都用有色金属合金来制造零件,很少用纯有色金属制造零件。

常用的有色金属合金有:(1)铜合金 又分青铜、黄铜;(2)铝合金;(3)轴承合金。

有色金属合金由于成本高、强度低,因此目前多用于制造耐磨、减摩或耐腐蚀零件。

4) 非金属材料

机械零件所用非金属材料主要有:工程塑料、橡胶制品。目前一般还只在有特殊要求时才考虑选用非金属材料。随着工程材料科学的发展,可以预见,将来在机械制造业中非金属材料的应用将愈来愈广泛。

此外,复合材料也已开始进入机械零件应用领域中。

2. 选用材料的原则

合理选用材料,对于机械零件的使用性能、工作能力以及制造成本都有很大影响。

机械零件材料选择的根本出发点是保证满足机械零件的设计要求,因此,通常应考虑以下原则:

1) 保证零件的工作能力

对于大多数以强度为计算准则的零件,首先要考虑载荷性质、应力类型和工作应力大小。对于承受静应力而且应力不大的零件,可以采用一般的普通碳钢;对于承受较大变应力、冲击载荷的零件则要考虑选用优质碳钢甚至合金钢。对于承受表面应力的零件往往要考虑选用能够进行表面热处理的合金钢。脆性材料一般只宜承受静载荷,用于受压工作条件。

有一些以减摩性能要求为主的零件,例如滑动轴承轴瓦,主要不是考虑强度而是要求具有良好的减摩性和耐磨性,因此有时就不得不使用有色金属。对于承受冲击载荷或有较大变载荷的滑动轴承则既要保证减摩性又要保证疲劳强度,就需要应用双金属或三金属作轴瓦材料。