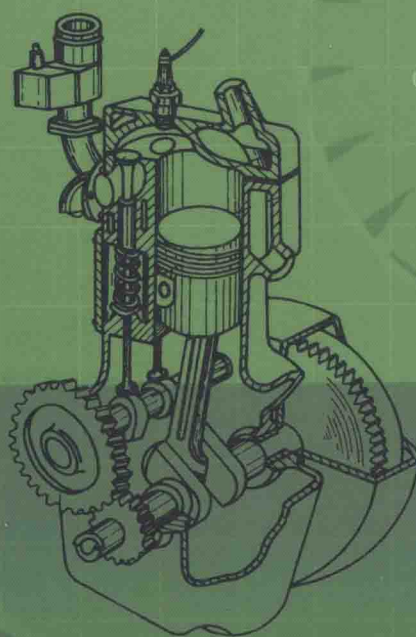




高等教育
机械类课程规划教材

机械设计基础

主编 朱理
主审 朱林剑



大连理工大学出版社



高等教育
机械类课程规划教材

机械设计基础

主 编 朱 理
副主编 祝贞凤 谢忠东
胡争先 白晓虎
主 审 朱林剑

大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础 / 朱理主编. — 大连 : 大连理工大学出版社, 2011. 1
高等教育机械类课程规划教材
ISBN 978-7-5611-5940-8

I. ①机… II. ①朱… 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(2010)第 238040 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路80号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail:dutp@dutp.cn URL:http://www.dutp.cn

丹东新东方彩色包装印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm×260mm 印张: 23.25 字数: 566千字

印数: 1~3000

2011年1月第1版

2011年1月第1次印刷

责任编辑: 孔泳滔

责任校对: 王 喆

封面设计: 张 莹

ISBN 978-7-5611-5940-8 定 价: 42.00 元

前 言

《机械设计基础》是新世纪应用型高等教育教材编审委员会组编的机械类课程规划教材之一,是根据教育部有关高等学校机械设计基础的教学基本要求以及新颁布的有关国家标准,依据高等教育机械类专业人才培养目标,结合编者多年教学经验组织编写的。

本教材以培养工程应用能力和机械系统方案创新设计能力为目标,在内容编排上贯穿了以设计为主线的思想。在编写过程中,力求体现高等学校培养应用型工程技术人才的特点,强调以应用为主要目的。在内容阐述方面,注重基本概念和基本理论,合理安排顺序,突出工程应用,重视设计过程;注重提高学生的设计能力、分析能力和创新能力,以适应社会的要求;严格采用新规范和新标准。在教材内容的取舍和安排上,作者根据多年来致力于教学改革的经验,在编写过程中力求突出以下特色:

1. 坚持“基础理论以应用为目的,以必需够用为度”的原则,理论内容选择及体系结构设计完全适应高等教育应用型人才培养体系的教学需要,力求体现高等教育应用型人才培养体系的教学特色。

2. 在内容的取舍及阐述方面,着重于讲清有关机械设计基础的基本概念、基本理论和基本方法,并做到条理清晰、层次分明、循序渐进、言简意明,还选用了适当的例题、思考题和习题,以利于教学。

3. 在各章前面有内容简介,后面有本章小结,包括本章需掌握的基础知识和重点、难点,便于学生掌握和巩固教学内容。

4. 为了更好地联系工程实际,增加了较多工程应用实例,在第6章齿轮传动、第9章带传动、第14章轴与轴毂连接的例题后面附有零件工作图,更有利于学生掌握零件工作图的绘制。

本教材中带“*”的章节为选学内容或延伸内容,使用时可酌情取舍。

本教材可作为高等学校机械类和近机类专业机械设计



基础课程的教学用书,参考学时数为60~90学时,也可作为其他类型高校、高职高专院校相关专业的教学用书,亦可供有关工程技术人员参考。

本教材由湖南工程学院朱理任主编,由烟台南山学院祝贞凤、大连海洋大学谢忠东、湖南工程学院胡争先和沈阳农业大学白晓虎任副主编,湖南工程学院刘兰、安阳工学院孟五洲和段非以及湖南电气职业技术学院魏华参与了教材编写工作。具体编写分工如下:朱理编写第6章、第12章;祝贞凤编写第13章、第14章;谢忠东编写第5章、第7章;胡争先编写第1章、第4章;白晓虎编写第9章、第10章;刘兰编写第11章;孟五洲编写第16章、第17章;段非编写第2章、第3章、第8章;魏华编写第15章。本教材由大连理工大学朱林剑任主审,他对书稿进行了认真仔细的审阅,并提出了极为宝贵的修改意见,对提高本教材的编写质量给予了很大帮助。此外,在本教材的编写工作中,我们还得到了湖南工程学院胡凤兰和谢珉、安阳工学院朱艳芳的关心和帮助,在此谨致以衷心的感谢!

限于编者水平,本教材中的疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

所有意见和建议请发往:dutpbk@163.com

欢迎访问我们的网站:<http://www.dutpgz.cn>

联系电话:0411-84707424 84706676

编 者

2011年1月



第 1 章 绪 论	1
1.1 本课程的研究对象及性质	1
1.2 机械设计的基本要求与一般设计程序	4
1.3 机械零件的主要失效形式与工作能力	6
1.4 机械零件的设计准则和一般设计步骤	6
1.5 机械零件的常用材料及其选择	8
1.6 机械零件结构的工艺性及标准化	11
小 结	12
思考题及习题	13
第 2 章 平面机构的结构分析	14
2.1 机构的组成	14
2.2 平面机构运动简图	16
2.3 平面机构的自由度	20
小 结	24
思考题及习题	24
第 3 章 平面连杆机构及其设计	27
3.1 概 述	27
3.2 平面四杆机构的类型及其演化	27
3.3 平面四杆机构的基本特征	34
3.4 平面连杆机构的设计	38
小 结	44
思考题及习题	44
第 4 章 凸轮机构及其设计	47
4.1 概 述	47
4.2 从动件的常用运动规律及其选择	50
4.3 凸轮轮廓的设计	55
4.4 凸轮机构基本尺寸的确定	61
小 结	64
思考题及习题	65

第5章 其他常用机构	69
5.1 棘轮机构	69
5.2 槽轮机构	72
5.3 凸轮式间歇运动机构	74
5.4 不完全齿轮机构	75
5.5 螺旋机构	76
5.6 摩擦传动机构	77
5.7 组合机构简介	78
小 结	79
思考题及习题	79
第6章 齿轮传动	80
6.1 概 述	80
6.2 齿廓啮合基本定律	82
6.3 渐开线标准齿轮的基本参数和几何尺寸计算	85
6.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动	88
6.5 渐开线齿轮的加工、根切和变位齿轮	94
6.6 齿轮传动的失效形式、设计准则、材料选择及许用应力	101
6.7 齿轮传动的受力分析和计算载荷	109
6.8 标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算	111
6.9 斜齿圆柱齿轮传动	118
6.10 直齿锥齿轮传动	126
6.11 齿轮的结构设计及齿轮传动的润滑	132
小 结	138
思考题及习题	139
第7章 蜗杆传动	142
7.1 概 述	142
7.2 圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸	144
7.3 蜗杆传动的失效形式、材料及其结构	147
7.4 圆柱蜗杆传动的承载能力计算	149
7.5 蜗杆传动的效率、润滑和热平衡计算	153
小 结	156
思考题及习题	156
第8章 轮 系	159
8.1 轮系的分类	159

8.2 定轴轮系及其传动比计算	160
8.3 周转轮系传动比计算	163
8.4 复合轮系传动比计算	166
8.5 轮系的应用	168
* 8.6 减速器简介	170
* 8.7 其他类型行星传动	172
小 结	175
思考题及习题	175
第 9 章 带传动	177
9.1 概 述	177
9.2 V 带和 V 带轮的结构	179
9.3 带传动的工作情况分析	182
9.4 普通 V 带传动的设计计算	187
9.5 带传动的张紧装置和维护	192
* 9.6 同步带传动简介	193
小 结	197
思考题及习题	197
第 10 章 链传动	199
10.1 概 述	199
10.2 滚子链和链轮	200
10.3 链传动的工作情况分析	203
10.4 链传动的设计计算	206
10.5 链传动的布置、张紧和润滑	212
小 结	214
思考题及习题	215
第 11 章 机械运转速度波动的调节及机械平衡	216
* 11.1 机械运转速度波动的调节	216
11.2 机械平衡	221
小 结	227
思考题及习题	227
第 12 章 滚动轴承	229
12.1 概 述	229
12.2 滚动轴承的基本类型和特点、结构特性、代号及其选择	230
12.3 滚动轴承的工作情况分析	238

12.4 滚动轴承的组合设计	247
小 结	256
思考题及习题	257
第 13 章 滑动轴承	259
13.1 概 述	259
13.2 滑动轴承的基本类型、结构形式和特点	261
13.3 滑动轴承的材料和轴瓦的结构	263
13.4 滑动轴承的润滑及润滑装置	268
13.5 非液体润滑滑动轴承的计算	271
13.6 液体润滑滑动轴承简介	273
小 结	278
思考题及习题	279
第 14 章 轴与轴毂连接	280
14.1 概 述	280
14.2 轴的结构设计	282
14.3 轴的材料与工作能力计算	287
14.4 轴毂连接	292
小 结	304
思考题及习题	304
第 15 章 联轴器和离合器	306
15.1 联轴器	306
15.2 离合器	312
小 结	314
思考题及习题	314
第 16 章 螺纹连接和螺旋传动	315
16.1 螺纹连接	315
16.2 螺纹连接的基本类型及螺纹紧固件	319
16.3 螺纹连接的预紧和防松	322
16.4 螺栓组连接的设计	325
16.5 螺栓连接的强度计算	331
16.6 提高螺栓连接强度的措施	337
16.7 螺旋传动简介	340
小 结	343
思考题及习题	344

第 17 章 弹 簧	346
17.1 概 述	346
17.2 圆柱螺旋弹簧的结构和几何尺寸	347
17.3 弹簧的制造及材料	349
17.4 圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的设计计算	351
* 17.5 其他弹簧简介	357
小 结	358
思考题及习题	358
参 考 文 献	360

第1章

绪 论

本章介绍本课程的研究对象、主要内容、性质和任务,机构、机器、机械的基本概念和机械设计的基本知识以及本课程的学习与研究方法。

1.1 本课程的研究对象及性质

1.1.1 本课程的研究对象与内容

机械设计基础是一门以机器、机构和通用零件为研究对象的学科。

1. 机器

人类通过长期生产实践创造了机器,并使其不断发展而形成当今多种多样的类型。在现代生产和日常生活中,机器已成为代替或减轻人类劳动、提高劳动生产率的主要手段。使用机器的水平是衡量一个国家现代化程度的重要标志。

在生产活动和日常生活中,我们都接触过许多机器,例如各种机床、汽车、拖拉机、起重机、缝纫机、洗衣机、复印机等。机器的种类繁多,不同的机器具有不同的形式、构造和用途,但它们都具有共同的特征。

图 1-1 所示为单缸四冲程内燃机,它由汽缸体 8、活塞 7、进气阀 10、排气阀 9、连杆 3、曲轴 4、凸轮 5、顶杆 6、齿轮 1 和 2 等组成。燃气推动活塞做往复移动,经连杆转变为曲轴的连续转动。凸轮和顶杆是用来启闭进气阀和排气阀的。为了保证曲轴每转两周进、排气阀各启闭一次,曲轴和凸轮轴之间安装了齿数比为 1:2 的齿轮。这样,当燃气推动活塞运动时,各构件协调动作,进、排气阀有规律地启闭,加上汽化点火等装置的配合,就把热能转化为曲轴回转的机械能。

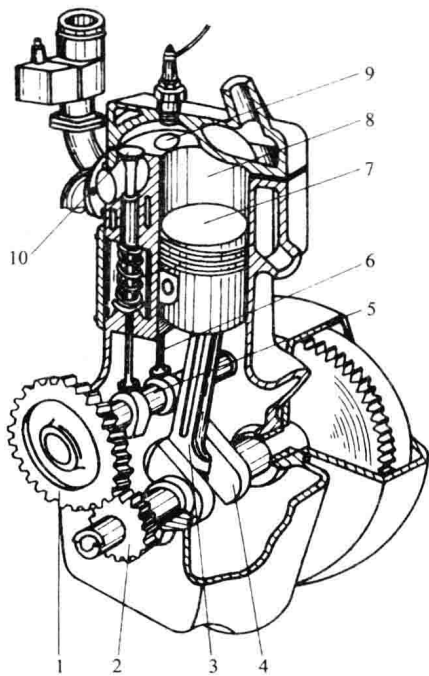


图 1-1 内燃机

图 1-2 所示为一种颚式破碎机。它由电动机 1、带轮 2 和 4、V 带 3、偏心轮(曲轴)5、杆 6~8、动颚板 9 及机架 10 等组成,电动机的转动通过 V 带传动带动曲轴绕轴心 O 连续回转时,动颚板绕轴心 F 往复摆动,从而实现压碎物料的功能。

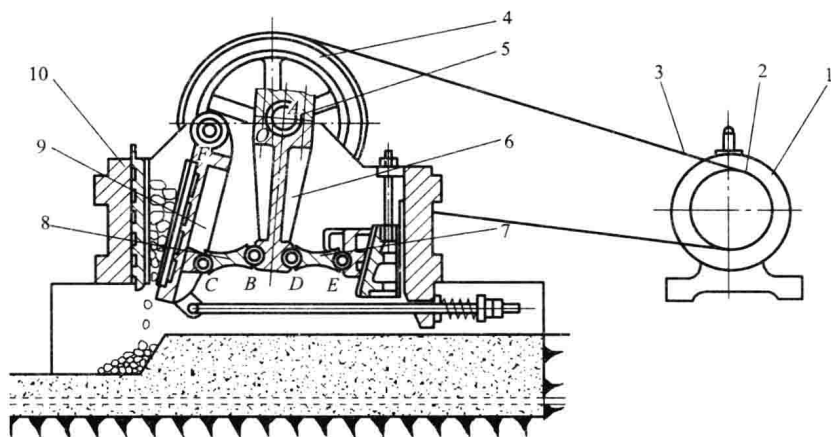


图 1-2 颚式破碎机

从以上两台机器的实例可以看出,虽然各种机器的构造、性能及用途均不相同,但从它们的组成、运动和功能来看,机器都有以下共同特征:

- (1) 机器都是通过加工制造而成的实物组合。
- (2) 机器中各个独立的运动单元之间均具有确定的相对运动。
- (3) 机器能代替或减轻人类的劳动来完成有用的机械功或实现机械能与其他形式能量间的相互转换。

因此,可以给机器下一个定义:凡能代替或减轻人类劳动来完成有用功或进行机械能与其他形式能量转换的实物组合称为机器。

机器大致可分为以下两大类:

(1) 原动机

原动机是指能将化学能、电能、水力、风力等能量转换为机械能的机器。例如内燃机、电动机、涡轮机等。

(2) 工作机

工作机是指利用机械能来完成有用功的机器。例如各种机床、轧钢机、纺织机、印刷机、包装机等。

在实际应用中,常用的原动机有内燃机和电动机两种。但是工作机则数不胜数,各行各业都有独具特点的专业机器。

就功能而言,机器一般包含四个组成部分:原动部分、执行部分、传动部分和控制部分。

(1) 原动部分

原动部分即驱动整台机器以完成预定功能的动力源,它一般是把其他形式的能量转换为可以利用的机械能,现代机械中使用的原动机以电动机和热力机为主。原动机的动力输出绝大多数呈旋转运动的状态,输出一定的转矩。

(2) 执行部分

执行部分即用来完成机器预定功能的组成部分,一台机器可以只有一个执行部分(如洗

衣机的叶轮);也可以把机器的功能分解成好几个执行部分(如牛头刨床有工作台的进给、刨头的往复运动等)。

(3) 传动部分

传动部分可把原动机的运动形式、运动及动力参数转变为执行部分所需的运动形式、运动及动力参数,例如把旋转运动变为直线运动,把高转速变为低转速,把小转矩变为大转矩等。机器的传动部分大多使用机械传动系统,也有使用液压或电力传动系统的,但机械传动是绝大多数机器不可缺少的重要组成部分。

(4) 控制部分

控制部分包括各种控制机构(如内燃机中的凸轮机构)、电气装置、计算机系统、液压系统和气压系统等。

2. 机构

上述机器的三个特征中,最主要的一点是这些人为实物组合能实现预期动作,但机器并不是实现预期动作的最基本的组合。例如内燃机中的齿轮机构、连杆机构和凸轮机构,尽管这些组合的结构和用途都不同,但它们都具有以下特征:

(1) 它们都是人为的实物组合。

(2) 它们中各个独立的运动单元之间均具有确定的相对运动。

因此可以给机构下一个定义:凡是具有确定的相对运动的实物组合称为机构。

组成机构的各个相对运动的单元称为构件。机械中不可拆的制造单元称为零件。构件可以是单一的零件,例如内燃机的曲柄,也可以是由几个零件组成的刚性结构,如图 1-3 所示的连杆就是由连杆体 1、连杆盖 4、螺栓 2 及螺母 3 等零件组成的。这些零件没有相对运动,共同构成一个运动单元,成为一个构件。由此可见,构件是机械中独立的运动单元,零件是机械中的制造单元。机械中的零件可分为两类:一类称为通用零件,它在许多机械中广泛应用,例如齿轮、螺栓、轴、轴承等;另一类称为专用零件,它仅在某些特定机器中使用,例如内燃机的曲柄、连杆等。

由此可见,机构是机器的重要组成部分,一台机器是由一个或多个不同机构所组成的。机器可以完成能量的转换或做有用的机械功,而机构则仅仅起着运动和动力的传递和变换作用。或者说,机构是实现预期机械运动的机件组合体,而机器则是由各种机构组成的,能实现预期机械运动并完成有用机械功或转换机械能的机构系统。

由于机构与机器具有两个共同特性,所以从结构和运动的角度去看,两者并无差别。因此,人们常用“机械”作为机器和机构的总称。

机械设计基础的研究对象是机械中常用机构和通用零件的工作原理、运动特性、结构特点、基本设计理论和计算方法。

1.1.2 本课程的性质和任务

随着科学技术的进步和生产过程机械化、自动化水平的不断提高,对工程技术人员来

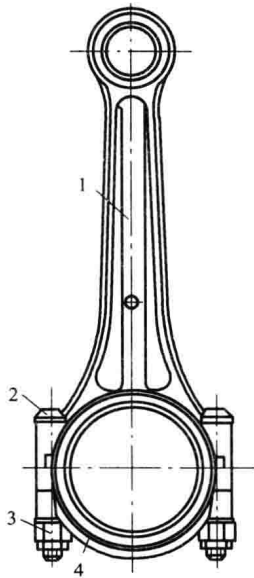


图 1-3 连杆

说,必将遇到新型机械产品开发以及现有机械设备改造、使用、管理等问题,这就要求各个专业的工程技术人员都应具备一定的机械设计知识。机械设计基础课程是一门培养学生具备基本机械设计能力的技术基础课程,它将为工科类专业学生学习专业机械设备提供必要的理论基础。

本课程的主要任务是:

(1)熟悉并掌握常用机构的工作原理、结构组成、运动特点,初步具备分析和设计常用机构的能力,对机械动力学的一些基本知识和机械运动方案的确定有所了解。

(2)熟悉并掌握通用零部件的工作原理、结构特点、设计计算和维护保养等基本知识,并初步具备设计一般简单机械传动装置的能力。

(3)具有运用标准、规范、手册、图册及查阅有关技术资料的能力。

机械设计是多学科理论和实际知识的综合运用。机械设计基础课程要求学生综合运用机械制图、工程力学、机械工程材料及热处理、互换性与精度测量等先修课程的知识 and 生产实践经验,解决常用机构和通用零部件的设计问题。因此,学习时应注重理论联系实际,重点掌握分析问题和解决问题的方法,同时还应当了解液压传动、气压传动、电子技术、计算机应用等有关知识。

1.2 机械设计的基本要求与一般设计程序

1.2.1 机械设计的基本要求

机械设计是一个创造性的工作过程,同时也是一个尽可能多地利用已有成功经验的工作,在设计中要很好地把继承和创新有机地结合起来,进而设计出高质量的机器。

机械设计的目的是满足社会生产和生活需要,机械设计的任务是应用新技术、新工艺、新方法开发适应社会需求的各种新的机械产品,以及对原有机械进行改造,从而改变并提高原有机械的性能。因此,设计机械应满足的基本要求是:

1. 使用要求

设计的机器首先应满足的是能完成本机器所担负的任务,使其工作可靠,能达到预期寿命。因此,必须正确地选择机器的工作原理、机构的类型和机械传动方案,合理设计零件,满足强度、刚度、耐磨性等方面的使用要求。

2. 安全性要求

机械设计必须以人为本,其各部件要与操作者协调配合,即操作方便、轻便、安全,同时对环境污染小。若某些部件操作不当可能造成人身伤亡事故,则应采取防护措施,并与操作者处理条件相适应。此外,为了保护设备,还应设置保险销、安全阀等过载保护装置以及红灯、警铃等警示装置。

3. 可靠性要求

可靠性是指系统、机器或零件等在规定时间内能稳定工作的程度或性质。可靠性常用可靠度 R 来表示,是指系统、机器或零件等在规定的使用时间(寿命)内和预定的环境条件下能正常地实现其功能的概率。系统、机器的可靠度取决于组成系统、机器的零件的可靠度及其组成方式。

4. 经济性要求

经济性要求作为一个综合性指标,体现在设计、制造、使用的全过程中。设计中应尽可能多地选用标准件和成套组件,它们不仅可靠、价廉,而且能大大节省设计工作量。整个过程应确保设计成本低、制造成本低、低能高效、使用范围广、维护方便。

5. 其他特殊性能要求

对不同的机械,还有一些为该机械所特有的要求。例如:对航空机械,有质量轻的要求;对食品机械,有不得污染产品的要求等。

1.2.2 机械设计的一般设计程序

机械设计是指从使用要求出发,对机器的工作原理、结构、运动形式、力和能量的传递方式以及各个零件的材料、形状、尺寸和使用维护等问题进行构思、分析和决策的工作过程,其结果一般要表达成设计图纸、说明书以及各种技术文件。

机械设计的一般程序如下:

1. 计划阶段

计划阶段应审查设计前提、明确设计任务。

计划阶段是设计工作重要的准备阶段。一项新产品设计前,设计者必须对设计任务及其前提条件认真分析、仔细审查、正确理解,否则会导致设计存在缺陷、错误等。

设计时必须对设计任务的用途和特点、工作条件、功能指标、加工制造条件、经济性要求等用明确的条文确定下来,最后形成设计任务书,作为设计的指导性文件。

2. 方案设计阶段

方案设计阶段应选定工作原理和基本结构形式。

根据设计任务书所要求的预期功能要求,确定总体方案,即选定机器的工作原理及相应的结构形式。为了实现同一功能要求,往往有多种方案可供选用,例如要设计切削一般精度平面的机床,可以用铣削、刨削,铣削又可分为立铣和卧铣,刨削又可分为牛头刨床和龙门刨床。

在进行方案选定时,一般应拟定几种方案进行反复比较、评价。在进行方案比较时要从技术、经济和可靠性等方面进行评价,从中选定最佳方案,最后绘制出原理图或运动简图。

3. 技术设计阶段

(1) 运动设计和动力设计

结构方案确定后,即可根据执行机构所要求的运动和动力指标,选定原动机的类型及其参数,然后对传动机构进行运动设计,以确定各运动构件的运动参数。在此基础上,根据执行机构的工作阻力、工作速度等有关参数,计算确定各主要零、部件所受的载荷。

(2) 绘制总体草图

在这一设计步骤中,要进行一系列的草图设计。首先对主要零件进行工作能力计算,确定其主要尺寸和形状,并进行结构设计,绘制零件草图。通过草图设计,使机器各部分结构相互补充和完善,同时也会发现各部分形状、尺寸、装配关系等方面的矛盾,据此反复进行协调、调整与修改,最后即可按比例绘制总体草图。

(3) 初步审查

根据设计任务对总体草图进行初步审查,对不符合要求之处应进行修改,直到全部满足要

求时为止。

(4) 绘制总装配图、部件装配图和零件图

根据初审结果,绘制总装配图、部件装配图和零件图,这一过程也是相互印证、进一步协调关系的过程。总装配图和部件装配图的绘制过程,将促使各部分结构之间的联系、制约关系更具体、更详尽地反映出来,同时也使各个零件的装配关系、设计尺寸、运动和动力分析得到进一步的修正,从而对一些重要零件可以进行精确的工作能力计算,并确定其材质、热处理及其他技术条件。绘制零件图的同时,还应进行工艺审核和标准化审查。

4. 编制技术文件阶段

整个设计完成后,应编制各种技术文件:计算说明书、使用说明书、标准件明细表、易损件(或备用件)清单、工艺文件等。

1.3 机械零件的主要失效形式与工作能力

当机械零件由于某种原因而丧失正常工作能力时,称之为失效。失效并不单纯意味着破坏。机械零件主要的失效形式有:断裂失效(零件在受拉、压、剪、扭等外载荷作用时,由于某一危险剖面上的应力超过了材料的强度极限发生的断裂)、变形失效(作用在零件上的应力超过材料的屈服极限,零件将发生塑性变形)、表面损伤失效(如磨损、疲劳点蚀、胶合、塑性流动、压溃和腐蚀)以及破坏正常工作条件引起的失效,例如带传动中的打滑、受压杆的失稳等。机械零件到底经常发生哪种形式的失效,这与很多因素有关,并且在不同行业 and 不同机器上也不尽相同。因此,如果一个机械零件按实际情况可能有几种失效形式,则应分别进行考虑,然后选定能同时保证各种失效方式都不发生的方案。

机械零件的工作能力是指在不发生失效的情况下,机械零件所能安全工作的极限。对载荷而言的工作能力称为承载能力。应该指出:同一机械零件可能有多种失效形式,那么对应于各种失效形式也就有不同的工作能力。以轴为例,它可能发生疲劳断裂,此时轴的工作能力取决于轴的疲劳强度;它可能发生过大的弹性变形,此时轴的工作能力取决于轴的刚度;它也可能发生共振,此时轴的工作能力取决于轴的转速。在各种失效形式中,哪一种为主要失效形式,这应根据零件的材料、具体结构和工作条件等因素来确定。仍以轴为例,对于载荷稳定、一般用途的转轴,疲劳强度是其主要失效形式;对于精密主轴,弹性变形超过其许用值是其失效形式;对于高速转动的轴,发生共振、丧失振动稳定性是其失效形式。

1.4 机械零件的设计准则和一般设计步骤

1.4.1 机械零件的设计准则

根据机械零件的失效形式分析结果,以防止产生各种可能的失效为目的,制定的计算该零件工作能力所应依据的基本原则称为计算准则。计算准则的确定应与零件的失效形式紧密联系起来。

1. 强度准则

机械零件强度是指机械零件抵抗破坏的能力。为了保证机械零件工作时有足够的强度,可采用许用应力法或安全系数法。许用应力法是使其危险截面处的最大应力(σ, τ)不超过零件的许用应力($[\sigma], [\tau]$),即

$$\left. \begin{aligned} \sigma &\leq [\sigma] = \frac{\sigma_{\lim}}{S} \\ \tau &\leq [\tau] = \frac{\tau_{\lim}}{S} \end{aligned} \right\} \quad (1-1)$$

式中 $\sigma_{\lim}, \tau_{\lim}$ ——极限正应力、极限切应力,对静应力为屈服极限(塑性材料)或强度极限(脆性材料),对变应力为疲劳极限;

S ——安全系数。

安全系数法要求危险截面处的安全系数 S 应大于等于许用安全系数 $[S]$,即

$$\left. \begin{aligned} S = \frac{\sigma_{\lim}}{\sigma} &\geq [S] \\ S = \frac{\tau_{\lim}}{\tau} &\geq [S] \end{aligned} \right\} \quad (1-2)$$

2. 刚度准则

刚度是指零件抵抗弹性变形的能力。刚度准则是指零件在载荷作用下产生的弹性变形量 y 小于或等于机器工作性能所允许的极限值 $[y]$ (弹性变形量包括弹性线位移、角位移和扭转变形角),即

$$y = [y] \quad (1-3)$$

式中 $[y]$ ——许用弹性变形量,根据变形对零件工作性能的影响由分析或试验确定。

3. 寿命准则

影响寿命的因素为腐蚀、磨损和疲劳。到目前为止还没有实用有效的腐蚀寿命计算方法;关于磨损,由于其类型众多,影响因素复杂,所以尚无通用的能够进行定量计算的方法;目前常用的寿命计算准则是控制表面的压强。对于疲劳寿命,通常是求出使用寿命时的疲劳极限,并将其作为计算依据。

4. 振动稳定性准则

如果某个零件的固有频率 f 与激振源的频率 f_p 相同或为其整数倍,则这些零件就会产生共振,破坏正常工作。根据实验结果, f_p 与 f 接近在一定范围以内时,即可能发生较大的共振。因此,按振动稳定性准则,要求激振源的频率 f_p 在该范围以外,一般要求

$$f_p < 0.85f \text{ 或 } f_p > 1.15f \quad (1-4)$$

5. 可靠性准则

设有一批某种被试零件共有 N_0 件,在一定条件下进行试验,在预定时间 t 内有 N_f 个零件失效,剩下 N 个零件仍能继续正常工作,则这种零件在该工作环境条件下工作 t 时间内的可靠度 R 为

$$R = \frac{N}{N_0} = \frac{N_0 - N_f}{N_0} = 1 - \frac{N_f}{N_0} \quad (1-5)$$