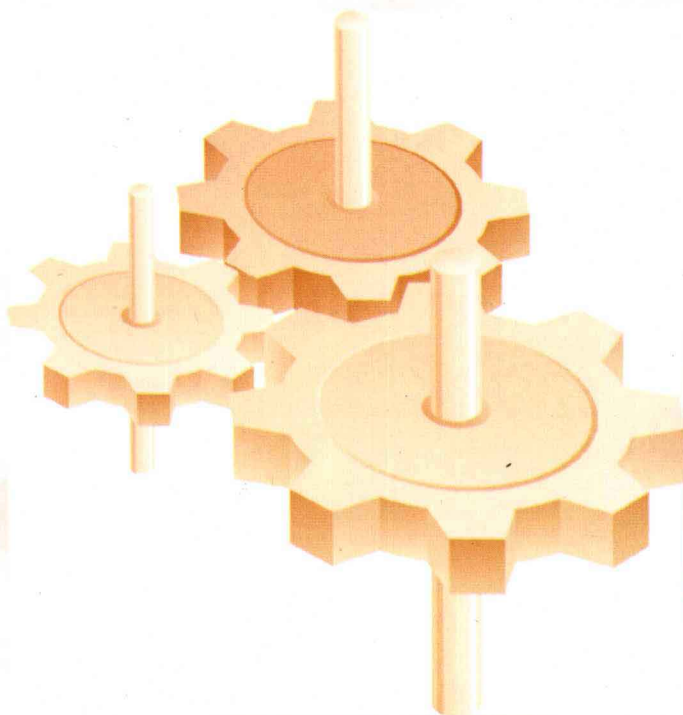


21世纪高等教育规划教材

机械设计基础

JIXIE SHEJI JICHU

潘周光 主编



电子科技大学出版社

21 世纪高等教育规划教材

机械设计基础

主 编	潘周光		
副主编	张本升	周章添	章迪康
参 编	毛 文	肖 威	刘兰云
	王文深	姜 明	韦志刚
	吴志勤		

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/潘周光主编. —成都:电子科技大学出版社, 2008. 9

ISBN 978-7-81114-987-6

I. 机… II. 潘… 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(2008)第 139608 号

21 世纪高等教育规划教材

机械设计基础

主 编 潘周光

副主编 张本升 周章添 章迪康

参 编 毛 文 肖 威 刘兰云 毛 文 肖 威

刘兰云 王文深 姜 明 韦志刚 吴志勤

出 版: 电子科技大学出版社(成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦 邮编: 610051)

策划编辑: 谢晓辉

责任编辑: 汤云辉

主 页: www.uestp.com.cn

电子邮箱: uestp@uestp.com.cn

发 行: 新华书店经销

印 刷: 北京广达印刷有限公司

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张 15.75 字数 413 千字

版 次: 2008 年 9 月第一版

印 次: 2008 年 9 月第一次印刷

书 号: ISBN 978-7-81114-987-6

定 价: 29.80 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 本社发行部电话: 028-83202463; 本社邮购电话: 028-83208003。
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。
- ◆ 课件下载在我社主页“下载专区”。

前 言

随着科技的不断进步,先进的制造技术已成为衡量一个国家综合经济实力和科技水平的重要标志之一。尽快培养一批具有高技能、高素质的应用型人才,是制造业实现技术创新和升级的迫切需要,也是当前高等教育所面临的艰巨任务。

“机械设计基础”是高等院校机械类及近机械类专业学生所必须掌握的一门重要技术课程,我们这部《机械设计基础》教材就是根据高等职业技术学院机械、机电类专业的知识结构总框架及教学要求编写而成的。

本书从培养学生的初步设计能力出发,把机械原理和机械零件的内容有机地结合在一起。在内容的取舍上,遵循少而精的原则,既保证基本的知识内容,又注重知识的实用性,适应了目前教学改革的需要。

由于机械类与近机械类专业本课程的教学时数不尽相同,而且各专业对各章节内容的要求也有区别,为了使本教材有较大的适应性,各章节内容基本上都是按学时要求编写的。因此,各校选用本教材时可按本校具体情况适当地取舍。同时,教师也可以根据具体情况适当调整各章节的先后顺序。

本书由浙江工贸职业技术学院组织有多年教学经验的老师参加编写。编写分工如下:张本升(绪论、第1、15章),刘兰云(第2、3章),吴志勤(第4章),潘周光(第5、12章),王文深(第6章),章迪康(第7章),韦志刚(第8章),毛文(第9、10章),姜明(第11章),周章添(第13章)。此外,东北农业大学肖威(第14章)也参与了本书编写工作。全书由潘周光主编,张本升、周章添、章迪康担任副主编。

本书在编写过程中,还得到一些同行专家的指点,他们对本书提出了许多宝贵的意见,在此表示由衷的谢意。

鉴于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请同行和广大读者不吝批评指正。

编 者

2008年9月

目 录

绪 论	(1)
第 1 章 机械设计概述	(5)
1.1 机械设计的重要性	(5)
1.2 机械设计一般过程	(5)
1.3 机械设计的基本要求和步骤	(6)
思考与练习	(9)
第 2 章 平面机构的组成	(10)
2.1 构件和运动副	(10)
2.2 平面机构运动简图	(12)
2.3 平面机构的自由度	(15)
思考与练习	(18)
第 3 章 平面连杆机构及其设计	(20)
3.1 平面机构的运动分析	(20)
3.2 平面机构的力分析	(24)
3.3 平面机构的基本形式及演化	(29)
3.4 平面机构的基本特性	(33)
3.5 平面机构的设计	(37)
思考与练习	(41)
第 4 章 凸轮机构及其设计	(43)
4.1 凸轮机构概述	(43)
4.2 常用从动件的运动规律	(46)
4.3 盘形凸轮轮廓的设计与加工方法	(48)
4.4 凸轮机构基本尺寸的确定	(51)
4.5 盘形凸轮的结构及其在轴上的固定	(54)
4.6 凸轮零件工作图	(55)
思考与练习	(56)
第 5 章 间歇运动机构	(57)
5.1 棘轮机构	(57)
5.2 槽轮机构	(59)
5.3 其他间歇机构	(61)
思考与练习	(62)
第 6 章 螺纹连接与螺旋传动	(63)
6.1 螺纹连接的基本知识	(63)
6.2 螺纹连接的预紧与防松	(68)
6.3 单个螺栓连接的强度计算	(70)

6.4	螺栓组连接的结构设计和受力分析	(73)
6.5	螺纹的材料和许用应力	(78)
6.6	提高螺栓连接强度的措施	(80)
6.7	滑动螺旋传动简介	(81)
6.8	滚动螺旋传动简介	(83)
	思考与练习	(84)
第7章	带传动	(87)
7.1	带传动的概述	(87)
7.2	带传动的工作情况分析	(88)
7.3	V带及V带轮结构	(91)
7.4	V带传动的设计	(96)
7.5	带传动的张紧、安装与维护	(104)
	思考与练习	(108)
第8章	链传动	(109)
8.1	链传动的基本知识	(109)
8.2	滚子链传动的设计计算	(114)
8.3	链传动的布置、张紧和润滑	(118)
	思考与练习	(121)
第9章	齿轮传动	(122)
9.1	齿轮传动的类型及特点	(122)
9.2	渐开线齿廓及其啮合特性	(123)
9.3	渐开线标准直齿圆柱齿轮的主要参数及几何尺寸计算	(125)
9.4	渐开线直齿圆柱齿轮的啮合传动	(127)
9.5	渐开线齿轮的加工方法	(129)
9.6	根切现象、最少齿数及变位齿轮	(131)
9.7	齿轮传动的失效形式和设计准则	(133)
9.8	齿轮的常用材料及许用应力	(135)
9.9	直齿圆柱齿轮传动的强度计算	(140)
9.10	斜齿圆柱齿轮传动	(145)
9.11	直齿圆锥齿轮传动	(152)
9.12	齿轮的结构、润滑及效率	(156)
9.13	齿轮传动设计实例	(158)
	思考与练习	(161)
第10章	蜗杆传动	(163)
10.1	蜗杆传动的特点及类型	(163)
10.2	蜗杆传动的主要参数和几何尺寸	(164)
10.3	蜗杆传动的受力分析	(166)
10.4	蜗杆传动的失效形式、材料和结构	(167)
10.5	蜗杆传动的效率、润滑和热平衡计算	(169)
	思考与练习	(171)

第 11 章 轮系	(172)
11.1 轮系的分类	(172)
11.2 定轴轮系的传动比	(173)
11.3 周转轮系的传动比	(175)
11.4 轮系的功用	(177)
思考与练习	(179)
第 12 章 机械速度与平衡	(181)
12.1 机械速度的波动与调节	(181)
12.2 机械的平衡	(183)
思考与练习	(185)
第 13 章 轴和轴毂联接	(186)
13.1 轴的功用和分类	(186)
13.2 轴的材料及其选择	(187)
13.3 轴的结构设计	(188)
13.4 轴的强度校核计算	(193)
13.5 轴毂联接	(200)
思考与练习	(205)
第 14 章 轴承	(206)
14.1 轴承的功用和分类	(206)
14.2 滚动轴承的基本类型、特点和代号	(208)
14.3 滚动轴承的工作情况分析 & 寿命计算	(211)
14.4 滚动轴承的组合设计	(218)
14.5 轴承的润滑和密封	(222)
思考与练习	(224)
第 15 章 其他常用零、部件	(225)
15.1 联轴器	(225)
15.2 离合器	(232)
15.3 弹簧	(235)
思考与练习	(243)
参考文献	(244)

绪 论

“机械设计基础”这门课程主要是研究机械传动和机械零件方面的知识。它是一门技术基础课,旨在培养学生综合运用先修课程中所学知识和技能,解决机械工程实际问题的能力,结合各种实践教学环节,进行机械工程技术人员所需的基本训练,为进一步学习有关专业课程和日后从事机械设计改进工作打下基础,在教学计划中对人才培养占有重要地位和作用。

本课程注重对学生认识机械和掌握简单机械设计过程的培养,培养学生综合运用传统和现代设计方法,分析和解决实际问题的能力,从而提高学生构思机器和总体把握设计方案的水平。

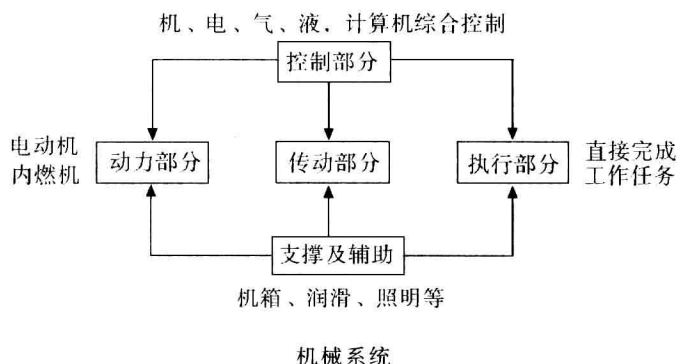
一、机器的组成及特征

在现代工农业生产和日常生活中广泛使用着各式各样的机器。根据其用途不同,可以将机器分为:动力机器(如电动机、燃汽机、发电机等)、切削机器(如机床、刨床、铣床等)、工作机器(纺织机、包装机、搅拌机、洗衣机等)、运输机器(如飞机、汽车、起重机等)和信息处理机器(如计算机、照相机等)。

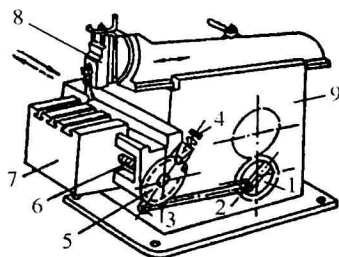
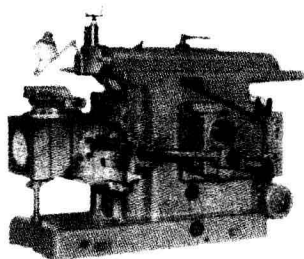
机器种类成千上万,品牌繁多,用途、原理、构造和性能各异,要想设计机器,应从认识各种机器的共性入手,在掌握机器的共同原理之后,再以此为基础进一步了解和掌握某种专业机械设备。机械设计基础研究的就是各种机器的共性基础理论。

1. 机器的组成

伴随着科技的发展,一个重要的趋势就是各个学科领域之间的相互渗透和融合。如今在机械工程领域,自动控制、电子技术和计算机技术等方面的应用日益广泛和深入,现代的机械系统应该说是机电一体化的系统。它包括四个方面,即动力机、传动装置、执行机构和控制系统,如下图所示。对于自动化程度高的机器,还应包括监测系统及辅助系统。简单地讲,机器就是用来转换能量,改变或传递物料并处理信息,以代替和减轻人的体力和脑力劳动。



一部机器都是由若干个机构组合而成,共同联合工作而实现预定的工作要求的,如下图所示的牛头刨床。它是由齿轮机构(包括曲柄)1、连杆机构2、转动导杆机构3和4、滑块5、螺旋传动机构6、夹紧工件工作台7、滑枕刨头刀架机构8以及床身(机架)9等组成。

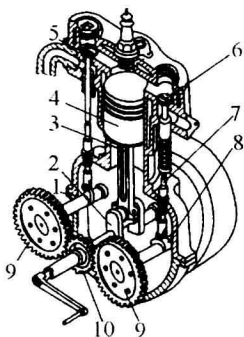


牛头刨床

1—齿轮机构；2—连杆机构；3、4—转动导杆机构；5—滑块；6—螺旋传动机构；
7—夹紧工件工作台；8—滑枕刨头刀架机构；9—床身

该牛头刨床的工作过程是：旋转的电动机驱动齿轮机构、连杆导杆机构和滑枕带动刀具运动以及工作台运动，实现工件的刨削工作。

又如下图所示的单缸内燃机，它由气缸体 1（机架）、曲轴 2、连杆 3、活塞 4、进气阀 5、排气阀 6、推杆 7、凸轮 8、齿轮 9、10 及飞轮和火花塞等组成。



单缸内燃机

1—气缸体；2—曲轴；3—连杆；4—活塞；5—进气阀；6—排气阀；
7—推杆；8—凸轮；9、10—齿轮

工作原理为：当高压燃气推动活塞 4 做往复运动时，通过连杆 3 使曲轴 2 做连续转动，从而将燃气的高压热能转换成曲轴的机械能。为了保证曲轴的连续转动，通过飞轮、齿轮、凸轮、推杆和弹簧等的作用，按一定的运动规律启闭阀门，以输入燃气和排除废气。通过对该机构分析，我们可以发现它主要由以下三种机构组成：

- (1) 机架、曲轴、连杆和活塞组成的曲柄滑块机构，它将活塞的往复运动转化为曲轴的连续运动；
- (2) 由机架、凸轮和推杆构成的凸轮机构，它将凸轮的连续转动转变为推杆的往复运动；
- (3) 由机架、齿轮构成的齿轮机构，其作用是改变转速的大小和方向。

原动机的功能是用来接受外部能源，通过转换而按设计需要运转，为机械系统提供动力输入（多数情况下是旋转运动），例如，电动机将电能转换为机械能，发电机将机械能转换为电能，内燃机将化学能转换为机械能，等等。

传动部分由原动机驱动，用于将运动机的运动形式及动力参数（如转速、转矩等）进行变换，改变为执行部分所需的运转形式，从而使执行部分工作机实现预期的生产职能。

2. 机器的特征

通常机器一般都有以下三个共同特征:

(1)都是由各种材料制成的零件经装配而成的组合体。

(2)各相对运动单元体之间具有确定的相对运动。一个相对运动单元体,称为一个构件。就是当一个或一个以上构件的运动一定时,该组合体能实现预期的运动规律,完成规定的设计动作。

(3)在工作时能进行能量转换,或完成有益的机械功。

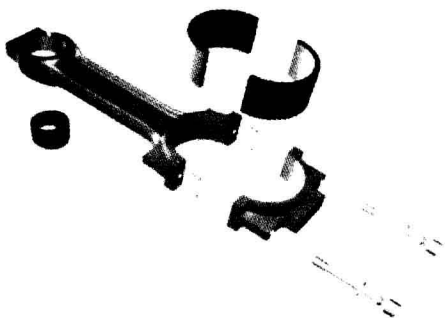
3. 几个基本概念

学习该课程,首先要熟悉如下几个基本概念。

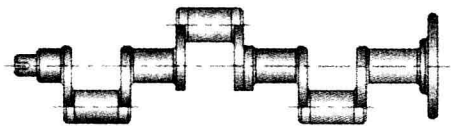
(1)机械:机械是机器与机构的总称。

(2)机构:机构是机器的重要组成部分,用以实现机器的动作要求,是实现传递机械运动和动力或改变机械运动形式的构件组合体。如我们在工程上或生活中常见的齿轮机构、连杆机构、间歇传动机构、螺旋机构、带传动和链传动机构等。

(3)构件或部件:组成机械的相对运动的单元体称为构件或部件。部件可以是一个零件,也可以是由几个零件组成的刚性结构(如连杆,如右图所示)。构件与零件的根本区别在于:构件是运动的单元体,零件是制造的单元体。在各种机械中普遍使用的零件称为通用零件,如齿轮、螺钉、销轴等。只在某种机器中使用的零件称为专用零件,如活塞、曲轴、叶片等,如下图所示。



连杆



齿轮和曲轴

二、本课程的研究对象和基本要求

1. 本课程研究的对象

本课程研究的对象是“机械”,而研究的内容则是有关机械的一些基本理论和设计方法问题。从内容上来看,包含有机机械原理和机械零件两个部分,把这两个部分进行适当的整合,就成为“机械设计基础”这一门课程。本书在简要介绍有关整部机器设计的基本知识的基础上,重点讨论常用机构的组成原理、传动特点、功能特性、设计方法等基本知识;重点讨论通用机械零件在一般工作条件下的工作原理、结构特点、选用及设计计算问题。内容有:

(1)绪论部分:机械设计的基本原则,一般过程、传动方案及润滑等;

(2)常用机构部分:平面连杆机构、间歇机构等;

(3)传动部分:螺纹传动、带传动、链传动、齿轮传动等;

- (4)轴系部分:轴和轴毂连接;
- (5)其他部分:轴承、联轴器、离合器、弹簧等。

2. 学习本课程的基本要求

“机械设计基础”是一门进入专业课学习前必修的一门重要的技术基础课,它综合运用了机械制图、工程力学、金属工艺学、公差配合等先修课程知识,解决常用机构及通用零部件的分析设计问题,较之以前的先修课程更接近工程实际,研究的是各类机械的共同特性的基础知识,目的是培养学生具有一定设计能力的技术基础课程。

随着科学技术的进步和生产过程的机械化、自动化水平的提高,任何一个行业领域都在广泛地使用机械。对于工程技术人员来说,必将遇到机械设备的使用、维护、管理等问题,因此,需要创造出大量结构新颖、性能优良的新型机械充实和装备各行业;需要更新改造现有的机械设备,以期得到合理地使用,更好地发挥其潜力。

通过本课程的学习,应达到的基本要求有:

- (1)了解机构的结构原理,初步具备确定机械运动方案、分析和设计基本机构的能力;
- (2)掌握通用机械的工作原理、特点、选用和设计计算的基本知识,具备设计一般简单机械的能力;
- (3)具备运用、查阅标准、规范、手册、图册等有关技术资料的能力。

学习本课程时要理论联系实际,多注意观察各种机械设备,掌握各机构、零部件的基本原理和结构。本课程涉及的知识面较广并偏重于应用,所以需要我们能够综合应用先修课程的知识,学习时重视理论联系实际,重视基本技能的训练,注意分析问题和解决问题的方法,注意实际应用时的范围和条件。理解经验公式、参数、简化计算的使用条件,重视结构设计分析及方案选用。

思考与练习

- 1. 机器、机械与机构有何不同? 零件与构件又有何区别?
- 2. 学习本课程应达到哪些基本要求?

第1章 机械设计概述

1.1 机械设计的重要性

20 世纪后期所形成的全球经济一体化格局,预示着 21 世纪在世界范围内的经济和技术竞争将会更加激烈。对于包括机械制造在内的制造业来说,这种竞争就具体体现在产品上,即要求:产品上市快、质量高、成本低、服务好,从而占领市场。而这些要求在很大程度上则取决于产品的设计质量和效率。对于机械设计来说,就是适应市场的需求,以最短的设计周期,拿出功能强、经济性好、便于使用与维护的产品。机械设计在机器制造业中起着十分重要的作用,往往机械产品的技术经济性能和竞争力就在于设计质量的好坏。据统计分析,虽然机械产品成本中的约 80% 是制造费用,设计成本只占 5% 左右,而就是这 5% 的设计活动决定着 70%~80% 的产品成本。而机械制造业是一个国家自立于世界的标志,是国家财政收入的主要创造者,其产值占到国民总收入的 80% 左右。所以,作为机械类专业的学生必须努力学习,掌握机械设计的基本原理、方法和技能。

1.2 机械设计一般过程

机械设计过程一般包括四个阶段:明确任务阶段、方案设计阶段、技术设计阶段和施工设计阶段。

1.2.1 明确任务阶段

在实际工作中,我们知道有各种各样的、用途各不相同的机器。但是,所有这些机器的设计过程都有一个共同的特点,即都是从提出设计任务开始的。而设计任务的提出主要是依据工作和生产的需要。设计任务一般是以任务书的形式下达的,其中明确规定有:机器的用途、主要性能参数范围、工作环境条件、特殊要求、生产批量、预期成本、完成期限、承制单位等内容。一般是主管部门根据市场调查,结合用户要求提出。任务书的要求决定了设计工作的内容、质量和水平。批量和用途直接决定加工手段、成本等内容,同时也必须考虑承制单位的加工能力。

1.2.2 方案设计阶段

设计部门和设计人员首先要认真研究任务书,在全面明确上述要求后,在进一步调查研究、分析资料的基础上,拟订设计计划,按照下述的步骤进行设计。

1. 机器工作原理选择

工作原理是实现预期职能的基本依据。由于实现同样的预期职能,可以采用不同的工作原理、方法和途径。所以,在研制新机器时,应结合具体情况提出多种不同的工作原理,通过全面分析比较,从中选择最满意的一种。这属于专业机械设计的范围。

2. 机器的运动设计

运动设计就是根据上一步确定的机器工作原理,确定机器执行部分的运动规律。例如,牛头

刨床要求工作行程慢而返回行程快。这里,必须同时考虑选择适当的原动机,妥善考虑和设计机械的传动部分实现方法,并考虑运动参数调整的必要性与可能性。

3. 机器的动力设计

根据机器的工作原理和运动设计结果,按照机器的总体性能要求,根据其运动特性、工作阻力、速度、传动效率等,计算机器所需的驱动功率,进行运动机的选择。

1.2.3 技术设计阶段

技术设计主要是依据原动机的特性和运转特性或根据零部件的工作载荷进行设计,一般采用前一种方法,选择设计出各零部件。

工作原理确定之后的工作,就是将前面选定的设计方案通过必要的分析计算和结构设计,用图面(装配图、零件图等)及技术文件的形式来加以具体表示。包括:运动设计、动力分析、整体布局、零件结构、材料、尺寸、精度和其他参数的确定以及必要的强度和刚度计算等。反映在实际工作的成果——图纸上,大体可以分为四个阶段。

(1)总体设计阶段:根据工作原理绘制机器的机构运动简图,这是图纸设计的第一个阶段。在这个阶段,要考虑各个机构主要零件的大体位置。同时,为了拟订机器的总体布置,需要分析比较各种可能的传动方案。

(2)结构设计阶段:考虑和决定各部分的相对位置和连接方法,零件的具体形状、尺寸、安装等一系列问题,把机构运动简图变成具体的装配图(或结构图),这是图纸设计的第二个阶段。

(3)零件设计阶段:装配图只确定了机器的总体尺寸、各个零部件的相对位置及配合关系,而没有反映出各个零件的全部尺寸、结构等。零件设计阶段就是把机器的所有零件(标准件除外)拆分出来,绘制成零件图,为加工提供依据。

(4)技术文件制定阶段:完成图纸之后,必须完成一系列的技术文件,应包括各种明细表、系统图、设计说明书和使用说明书。

1.2.4 施工设计阶段(工艺设计)

本阶段是将设计与制造连接起来的重要环节,即规划零件的制造工艺流程,确定工艺参数、检测手段、夹具、模具设计等工作。这些属于机械工艺学课程的内容,在很大程度上取决于经验、依赖于实践经验。

一个完整的设计过程不但包含以上四个阶段,还包括制造、装配、试车、生产等所有环节,对图纸和技术文件进行完善和修改,直到定型投入正式生产的全过程。

实际工作中,上述的几个阶段是交叉反复进行的。

随着计算机辅助设计、计算机仿真技术、三维图形技术以及虚拟装配制造技术的迅速发展,机械设计方法有了极大的变革,借助这些技术我们可以极大地降低设计和试制成本,提高产品的竞争力。

1.3 机械设计的基本要求和步骤

1.3.1 机械设计的基本要求

机械零件因某种原因不能正常工作的现象称为失效。机械零件的主要失效形式有断裂、表面破坏(腐蚀、磨损和接触疲劳等)、过量残余变形和正常工作条件的破坏。为避免这些失效,设

计中需要考虑满足强度、刚度、寿命、工艺性、可靠性以及某些特殊的要求。

1. 强度要求

零件在工作时,在额定的工作条件下,不发生任何形式的破坏,也不产生超过容许限度的残余变形,能保证机器的正常运转和工作,我们就认为该零件满足了强度要求。强度不足是零件在工作中断裂或过量残余变形的直接原因。

若两个零件在受载后其表面产生很大的局部应力(称为接触应力),这时零件的强度称为表面接触强度(简称接触强度)。

在设计中,除了部分受力较小或形状复杂无法计算的零件靠经验、实验确定外,大多数重要零件都是利用强度条件式来校核的(材料力学中的相关强度理论)。

若零件的强度不够,就会出现整体断裂,表面接触疲劳或塑性变形等失效而丧失工作能力,所以设计零件时必须满足强度要求。其设计准则是:

$$\sigma = \frac{P}{A} \leq [\sigma] = \frac{\sigma_{\lim}}{S}$$

式中, σ 为计算应力; $[\sigma]$ 为许用抗拉应力; P 为拉力载荷; A 为截面面积; $\sigma_{\lim}$ 为极限应力; S 为安全系数。

其含义是:零件中的应力 σ 应当小于或等于其许用应力 $[\sigma]$ 才能满足强度要求。该公式由于是用来校核零件的初定剖面 A 是否满足强度要求的,所以称为校核公式。

注意:如果零件剖面上承受的载荷是剪切载荷,分别可以用剪应力 τ 和许用剪应力 $[\tau]$ 等代入上面的公式中进行计算。

以上可以看出:强度准则就是把对零件起损伤作用的一方(如载荷和应力)与零件对损伤起抵抗作用的一方进行比较来判断零件强度的。

通过上面的强度条件式,我们也可以发现,提高零件强度的原则措施有:

- (1) 增大零件危险剖面的尺寸,合理设计剖面形状,以增大剖面面积或惯性矩;
- (2) 采用高强度材料,对材料进行提高强度及降低内应力的热处理,控制加工工艺以减小或消除微观缺陷等;
- (3) 力求降低零件上的载荷,例如,减小轴的支承跨距以降低作用在其上的弯矩,采用减振结构以降低冲击载荷等;
- (4) 妥善设计零件的结构以降低应力集中程度等。

2. 刚度要求

在机器工作时,有时机器并没有被破坏,但是由于零件的变形而导致机器的失效或不能正常的工作或完成预定的工作任务,这就是刚度失效。对于这类情况,我们不但要求进行强度的计算,同时还要进行刚度的计算。

零件的刚度要求是指工作时,零件所产生的弹性变形不超过规定的限度。刚度的计算是利用刚度条件式来判定的。对于重要设备,通常刚度条件是首要的设计要素。

提高零件整体刚度的原则措施有:

- (1) 适当增加零件的剖面尺寸;
- (2) 合理设计零件的剖面形状;
- (3) 合理添置加强筋,采用多支点结构。

3. 寿命要求

随着机械系统日益复杂化、大型化、自动化及集成化,要求机械系统在预定的环境条件下和

寿命期限内,具有保持正常工作状态的性能。寿命要求就是要求零件在预定的工作期间保持正常工作而不致报废,这主要是针对那些在变应力下工作时受到磨损或腐蚀的零件提出的。

提高零件寿命的措施主要有:

- (1)妥善设计零件结构以降低应力集中程度;
- (2)采用精加工或表面强化处理以提高零件工作表面的质量;
- (3)合理选择摩擦副配对材料、润滑剂与润滑方法以提高零件抗磨损能力;
- (4)选用耐腐蚀材料制造在腐蚀介质中工作的零件;
- (5)利用热处理提高零件材料的机械性能或利用滚压、喷丸等工艺使零件表面产生有利的残余预应力等。

4. 振动性和噪声要求

随着机械化的高速发展和人们对环境舒适性要求的提高,对机械的振动和噪声的要求也越来越严格。当机械或零件的固有振动频率等于或接近受激振源作用所引起的强迫振动频率时,将产生共振。这不但影响机器的正常工作,甚至会造成破坏性事故。因此,对于高速机械应该进行振动分析和计算。

具体来说,并不是每一类型的零件都需要进行所有上述的计算,而是从实际载荷的工作条件出发,分析其主要的失效形式,再确定其计算准则,必要时再按其他要求进行校核。例如,机床主轴,首先根据刚度确定尺寸,再校核其强度、振动稳定性。

5. 工艺性要求

所谓机械零件的结构工艺性,是指在一定生产条件下,能够方便经济地制造和装配、加工。工艺性要求也是零件设计的重要内容之一,必须要从生产批量、材料、毛坯制作、加工方法、装配过程等方面进行全面的考虑。由于制造费用一般要占产品成本的80%以上,所以工艺性的好坏直接影响着零件的经济性。对于初学设计的人员应特别予以重视。俗话说得好:一个好的设计人员应该首先是一个工艺师。在不影响工作性能的前提下,应使机构尽可能地简化,力求用简单的机构装置取代复杂的装置去完成同样的职能。

6. 经济性要求

这是一个综合性指标,表现在设计制造和使用两个方面。提高设计制造的经济性的途径有:使产品系列化、标准化、通用化以及运用现代化设计制造等方法。

机械设计中的标准化是指对零件的特征参数及其结构尺寸、检验方法和制图的规范化要求。机械零件设计的标准分为国家标准(GB)、部颁标准和企业标准三级,这些标准(特别是国家和有关部颁标准)是在机械设计中必须严格遵守的。此外,进出口产品一般还应符合国际标准化组织制定的国际标准(ISO)。这是缩短产品设计周期、提高产品质量和生产效率、降低生产成本的重要途径。

零件的经济性要求就是要用最低的成本和最少的工时制造出满足技术要求的零件。我们在进行设计时,必须时刻牢记,要尽可能地降低材料消耗,尽可能利用廉价材料代替昂贵的材料,尽可能使用标准化零件,努力提高经济性指标。

7. 其他特殊要求

针对某一具体的机器,都有一些特殊的要求。例如,飞机结构质量要轻,食品等机械不得对产品造成污染,行走机械可以增大其有效的工作能力,从而提高经济效益。设计机械零件时,在满足上述的前提下应力图减小机器质量,减小材料消耗和惯性载荷,对于一些专门用途或在特殊环境下工作的机械零件,还需要考虑耐高温或耐低温、耐腐蚀、表面装饰和造型美观等要求。

1.3.2 机械零件设计的一般步骤

- (1) 根据零件的使用要求(如功率、转速等),选择零件的类型及结构型式,并拟订计算简图。
- (2) 分析作用在零件上的载荷(拉力、压力、剪切力等)。
- (3) 根据零件的工作条件,按照相应的设计准则,确定许用应力。
- (4) 分析零件的主要失效形式,按照相应的设计准则,确定零件的基本尺寸。
- (5) 按照结构工艺性、标准化的要求,设计零件的结构及其尺寸。
- (6) 绘制零件的工作图,拟订必要的技术条件,编写计算说明书。

在实际工作中,有时采用与上述设计步骤相反的校核计算,即先参照已有的实物或图样,根据经验采用类比法来初步确定零件的结构尺寸;再根据载荷应力分析来确定有关设计准则,并验算零件中的工作应力(或计算应力)是否小于或等于许用应力,或者验算其安全系数是否大于或等于许用安全系数。

思考与练习

1. 机械设计的基本要求是什么?
2. 机械零件计算准则应考虑哪些方面?
3. 在机械设计中采用哪些措施可以提高强度?
4. 在机械设计中采用哪些措施可以提高刚度?
5. 机械设计中常用材料的选用原则是什么?
6. 机械零件设计的步骤有哪些?
7. 提高零件寿命的措施有哪些?

第2章 平面机构的组成

2.1 构件和运动副

2.1.1 构件的自由度

构件是机构中运动的单元体,因此它是组成机构的基本要素。构件的自由度是构件可能出现的独立运动。任何一个构件在空间自由运动时皆有六个自由度,它可表达为在直角坐标系内沿着三个坐标轴的移动和绕三个坐标轴的转动。而对于一个作平面运动的构件,则只有三个自由度,如图 2-1 所示,构件 AB 可以在 XOY 平面内的任一点绕 z 轴转动,也可沿 x 轴或 y 轴方向移动。这三个自由度可以用三个独立参数 x 、 y 和角度 φ 表示。

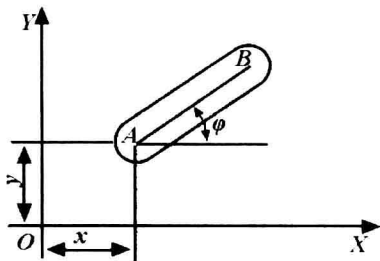


图 2-1 平面运动构件的自由

2.1.2 运动副与约束

平面机构中每个构件都不是自由构件,而以一定的方式与其他构件组成连接。这种使两构件直接接触并能产生一定相对运动的连接,称为运动副。如图 2-2 所示,两构件组成运动副后,就限制了构件的独立运动,两构件组成运动副时构件上参加接触的点、线、面称为运动副元素,显然运动副也是组成机构的主要要素。两构件组成运动副后,就限制了两构件间的相对运动,对于相对运动的这种限制称为约束。

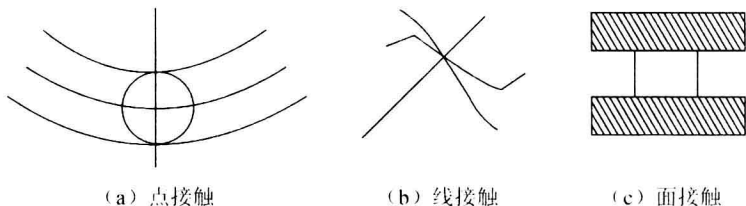


图 2-2 运动副

2.1.3 运动副分类及其特点

根据组成运动副两构件之间的接触特性,运动副可分为低副和高副。

1. 低副

两构件以面接触的运动副称为低副。根据它们之间的相对运动是转动还是移动,运动副又可分为转动副和移动副。

(1) 转动副。若组成运动副的两构件只能在一平面内作相对转动,这种运动副称为转动副或称铰链。通常转动副的具体形式是用铰链连接,如图 2-3(a) 所示的轴承 1 与轴 2 组成的转动副,