

全国高等职业教育规划教材

机械设计制造类专业

机械设计 基础

周玉丰 主编

吕汀 主审



免费提供
电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

机械设计 基础



全国高等职业教育规划教材
机械设计制造类专业

机 械 设 计 基 础

周玉丰 主编
吕 汀 主审



机 械 工 业 出 版 社

本书根据高等职业教育的教学基本要求及目前教学改革发展的需要而编写,以“必须、够用”为原则,结合高等职业教育的特点,特别注重理论知识与工程实际的结合。本书是高等职业教育机械类专业的技术基础课教材,内容包括:机器的组成、机械设计的基本要求及程序、静力学基础、材料力学和常用平面机构、常用机械传动、常用机械零部件的工作原理、结构、特点、应用、选择、设计、使用、维护等。每章都配有习题,书后还附有习题参考答案。本书具有实用、简明、综合性强的特点。

本书不仅可供高等职业教育机械类专业使用,也可作为社会职业教育培训教材,还可供各类学校相关专业师生和有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/周玉丰主编. —北京:机械工业出版社, 2008.1

全国高等职业教育规划教材

ISBN 978-7-111-23209-4

I. 机… II. 周… III. 机械设计—高等学校:技术学校—教材

IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 206381 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:祝伟 版式设计:霍永明 责任校对:申春香

责任印制:洪汉军

北京振兴源印务有限公司印刷厂印刷

2008 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 23.5 印张 · 582 千字

0001—5000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-23209-4

定价: 33.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379753 88379739

封面无防伪标均为盗版

全国高等职业教育规划教材 编委会成员名单

主 任 吴家礼

副 主 任 任建伟 李望云 张 华 梁 栋
盛靖琪

委 员 (排名不分先后)

陈志刚	陈剑鹤	韩满林	李柏青
盛定高	张 伟	李晓宏	刘靖华
陈文杰	程时甘	韩全立	张宪立
胡光耀	苑喜军	李新平	吕 汀
杨华明	刘达有	程 奎	李益民
吴元凯	王国玉	王启洋	杨文龙

秘 书 长 胡毓坚

副秘书长 郝秀凯

出版说明

根据《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》中提出的高等职业院校必须把培养学生动手能力、实践能力和可持续发展能力放在突出的地位,促进学生技能的培养,以及教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展等指导精神,机械工业出版社组织全国近60所高等职业院校的骨干教师对在2001年出版的“面向21世纪高职高专系列教材”进行了全面的修订和增补,并更名为“全国高等职业教育规划教材”。

本系列教材是由高职高专计算机专业、电子技术专业和机电专业教材编委会分别会同各高职高专院校的一线骨干教师,针对相关专业的课程设置,融合教学中的实践经验,同时吸收高等职业教育改革的成果而编写完成的,具有“定位准确、注重能力、内容创新、结构合理和叙述通俗”的编写特色。在几年的教学实践中,本系列教材获得了较高的评价,并有多品种被评为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。在修订和增补过程中,除了保持原有特色外,针对课程的不同性质采取了不同的优化措施。其中,核心基础课的教材在保持扎实的理论基础的同时,增加实训和习题;实践性较强的课程强调理论与实训紧密结合;涉及实用技术的课程则在教材中引入了最新的知识、技术、工艺和方法。同时,根据实际教学的需要对部分课程进行了整合。

归纳起来,本系列教材具有以下特点:

- (1) 围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构、内容和形式。
- (2) 合理安排基础知识和实践知识的比例。基础知识以“必需、够用”为度,强调专业技术应用能力的训练,适当增加实训环节。
- (3) 符合高职学生的学习特点和认知规律。对基本理论和方法的论述要容易理解、清晰简洁,多用图表来表达信息;增加相关技术在生产中的应用实例,引导学生主动学习。
- (4) 教材内容紧随技术和经济的发展而更新,及时将新知识、新技术、新工艺和新案例等引入教材。同时注重吸收最新的教学理念,并积极支持新专业的教材建设。
- (5) 注重立体化教材建设。通过主教材、电子教案、配套素材光盘、实训指导和习题及解答等教学资源的有机结合,提高教学服务水平,为高素质技能型人才的培养创造良好的条件。

由于我国高等职业教育改革和发展的速度很快,加之我们的水平和经验有限,因此在教材的编写和出版过程中难免出现问题和错误。我们恳请使用这套教材的师生及时向我们反馈质量信息,以利于我们今后不断提高教材的出版质量,为广大师生提供更多、更适用的教材。

机械工业出版社

前 言

机械设计基础是机械类专业的主要专业基础课。为了适应社会对实用型机械设计人才的要求,许多高职高专院校都在进行针对高职人才培养模式的相关课程改革,本教材就是在机械设计基础课程改革的基础上编写的。

本教材将理论力学、材料力学、机械原理、机械零件四门课程进行了整合,对传统的经典内容加以精选,通过贯通和相互渗透,减少了原来四门课在内容上的重叠。

本书从高职教育及机械类专业的特点出发,以能力目标为主线,突出理论为应用服务,合理构建课程内容的总框架。

全书分为五篇:第一篇静力学;第二篇材料力学;第三篇常用平面机构;第四篇常用机械传动;第五篇常用机械零部件。静力学部分主要介绍力学的基本概念和受力分析及力系平衡问题;材料力学部分主要介绍基本变形内力分析的方法、变形量的计算和基本变形构件的强度计算问题以及组合变形的强度计算;常用平面机构部分主要介绍平面连杆机构、凸轮机构、间歇运动机构的类型、结构及应用;常用机械传动部分主要介绍齿轮传动、蜗杆传动、带传动、链传动和机械传动系统的特点、应用及其设计计算;常用机械零部件部分主要介绍螺纹联接、轴、轴承、键、联轴器等类型及其选用。书中适当增加各章的例题数量以便于学生自学,同时每章后附有习题并给出习题参考答案。本书参考学时数为100~120学时。

参加本书编写的有:周玉丰(绪论、第1~8、13~16章,全书的习题及习题答案),杨涌泉(第9~12章及附录),但祖权(第17、18章),尹存涛(第19、20章),唐秀兰(第21~22章)。

北京信息职业技术学院的吕汀老师对全书进行了认真细致地审阅并提出了许多宝贵意见,编者所在单位领导和同事为本书的编写给予了大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中疏漏及不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

出版说明

前言

绪论	1	0.3 机械零件的失效形式及设计准则	4
0.1 机器的组成及其特征	1	0.4 机械设计的基本要求及程序	6
0.2 课程简介	4	0.5 习题	7

第1篇 静 力 学

第1章 静力学基础	9	2.5 平面力偶系的合成与平衡方程	28
1.1 静力学的基本概念	9	2.6 平面一般力系的简化与平衡方程	29
1.2 静力学公理	10	2.7 物体系统的平衡	35
1.3 约束和约束反力的概念及类型	12	2.8 摩擦	39
1.4 物体的受力分析和受力图	15	2.9 习题	42
1.5 习题	17	第3章 空间力系	47
第2章 平面力系	19	3.1 力在空间直角坐标轴上的投影	47
2.1 平面汇交力系合成与平衡的几何法	19	3.2 力对轴之矩	49
2.2 平面汇交力系合成与平衡的解析法	22	3.3 空间力系的平衡方程及其应用	50
2.3 力对点之矩与合力矩定理	24	3.4 重心及其计算	52
2.4 力偶及其性质	26	3.5 习题	55

第2篇 材 料 力 学

引言	57	5.2 挤压及其实用计算	80
一、材料力学的任务	57	5.3 习题	82
二、变形固体的基本假设	57	第6章 扭转	84
三、外力及其分类	58	6.1 扭转的概念	84
四、内力、截面法和应力的概念	59	6.2 外力偶矩的计算、扭矩和扭矩图	85
五、杆件变形的基本形式	60	6.3 圆轴扭转时的应力和强度条件	87
第4章 拉伸与压缩	61	6.4 圆轴扭转时的变形和刚度条件	89
4.1 拉伸与压缩的概念和实例	61	6.5 习题	91
4.2 轴向拉伸或压缩时横截面上的内力和 应力	62	第7章 直梁弯曲	93
4.3 材料在拉伸和压缩时的力学性能	65	7.1 梁的类型及计算简图	93
4.4 轴向拉伸或压缩时的强度计算	70	7.2 梁弯曲时的内力	94
4.5 轴向拉伸或压缩时的变形	73	7.3 梁纯弯曲时的强度条件	99
4.6 习题	76	7.4 弯曲变形	104
第5章 剪切和挤压的实用计算	79	7.5 提高梁弯曲强度和刚度的措施	109
5.1 剪切及其实用计算	79	7.6 习题	110
		第8章 组合变形及压杆稳定	113

8.1 组合变形和叠加原理	113	8.5 临界力的确定	119
8.2 拉伸或压缩与弯曲的组合变形	114	8.6 压杆稳定的计算	122
8.3 扭转与弯曲的组合变形	116	8.7 提高压杆稳定性的措施	123
8.4 压杆稳定的概念	118	8.8 习题	123

第3篇 常用平面机构

第9章 平面机构及其运动简图	126	11.1 概述	151
9.1 平面运动副	126	11.2 凸轮机构的工作过程	152
9.2 平面机构的运动简图	128	11.3 从动件的常用运动规律	153
9.3 平面机构的自由度	131	11.4 盘形凸轮轮廓曲线的设计	156
9.4 习题	134	11.5 凸轮机构基本尺寸的确定	158
第10章 平面连杆机构	136	11.6 习题	160
10.1 铰链四杆机构	136	第12章 间歇运动机构	163
10.2 铰链四杆机构的其他形式	139	12.1 棘轮机构	163
10.3 平面四杆机构的工作特性	142	12.2 槽轮机构	166
10.4 平面四杆机构运动设计简介	144	12.3 不完全齿轮机构	168
10.5 习题	149	12.4 习题	168
第11章 凸轮机构	151		

第4篇 常用机械传动

第13章 齿轮传动	170	13.15 齿轮的结构设计	203
13.1 齿轮传动的特点、类型及齿廓啮合 基本规律	170	13.16 齿轮传动的润滑	204
13.2 渐开线齿廓	172	13.17 习题	205
13.3 渐开线标准齿轮各部分名称、参数 和几何尺寸	174	第14章 蜗杆传动	208
13.4 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合 传动	177	14.1 蜗杆传动的类型和特点	208
13.5 渐开线齿轮的加工方法和根切 现象	178	14.2 蜗杆传动的基本参数和几何尺寸 计算	209
13.6 渐开线变位直齿圆柱齿轮传动	180	14.3 蜗杆传动的失效形式、设计准则、 材料和结构	213
13.7 平行轴斜齿圆柱齿轮传动	182	14.4 蜗杆传动的强度计算	215
13.8 直齿圆锥齿轮传动	185	14.5 蜗杆传动的效率、润滑和热平衡 计算	217
13.9 齿轮传动的失效形式和设计准则	188	14.6 习题	221
13.10 齿轮常用材料及热处理	189	第15章 带传动	223
13.11 齿轮传动精度简介	191	15.1 带传动的类型和特点	223
13.12 标准直齿圆柱齿轮传动的强度 计算	192	15.2 V带和带轮	225
13.13 标准斜齿圆柱齿轮传动的强度 计算	198	15.3 V带传动工作能力分析	229
13.14 标准直齿圆锥齿轮传动的强度 计算	201	15.4 普通V带传动设计计算	230
		15.5 同步带传动	239
		15.6 带传动的张紧、安装和维护	246
		15.7 习题	248
		第16章 链传动	250

16.1 链传动的类型和特点	250	17.1 概述	263
16.2 滚子链和链轮	251	17.2 定轴轮系的传动比	264
16.3 链传动的传动比及运动的不均匀性	255	17.3 行星轮系的传动比	265
16.4 链传动的设计计算	256	17.4 组合轮系	267
16.5 链传动的布置、张紧和润滑	259	17.5 典型机械传动系统及其传动比	268
16.6 习题	262	17.6 习题	273
第 17 章 机械传动系统及其传动比	263		

第 5 篇 常用机械零部件

第 18 章 螺纹联接与螺旋传动	276	20.3 弹簧	330
18.1 螺纹	276	20.4 习题	333
18.2 螺纹联接的主要类型和使用	279	第 21 章 刚性回转件的平衡	334
18.3 螺栓联接的强度计算	281	21.1 平衡的目的和分类	334
18.4 螺旋传动	284	21.2 刚性转子的平衡计算	334
18.5 习题	290	21.3 回转件平衡实验法	337
第 19 章 轴系零部件	293	21.4 习题	340
19.1 滑动轴承	293	第 22 章 机械创新思维和创新设计	
19.2 滚动轴承	297	方法简介	341
19.3 键联接和销联接	305	22.1 机械创新思维简介	341
19.4 轴	309	22.2 机械创新设计方法简介	343
19.5 轴承的组合设计	318	附录	351
19.6 习题	322	附录 A 润滑油和润滑脂	351
第 20 章 其他常用零部件	325	附录 B 滚动轴承国家标准数据摘录	353
20.1 联轴器	325	附录 C 习题参考答案	358
20.2 离合器	328	参考文献	367

绪 论

本章要点

- 掌握机器、机构及其组成，特别是机器及机构的特征。
- 了解本课程的性质、研究对象、任务和学习方法。
- 了解机械零件的设计准则及机械设计基本要求和程序。

0.1 机器的组成及其特征

0.1.1 机器、机构及其结构组成

在生产实践和日常生活中，人们广泛使用和接触着各种机器，例如：自行车、摩托车、汽车、轮船、洗衣机、电梯等。机器主要用来传递和变换能量，如图 0-1 所示的单缸内燃机，通过燃气在气缸内的进气→压缩→作功→排气过程，使其燃烧的热能转变为曲柄转动的机械能。

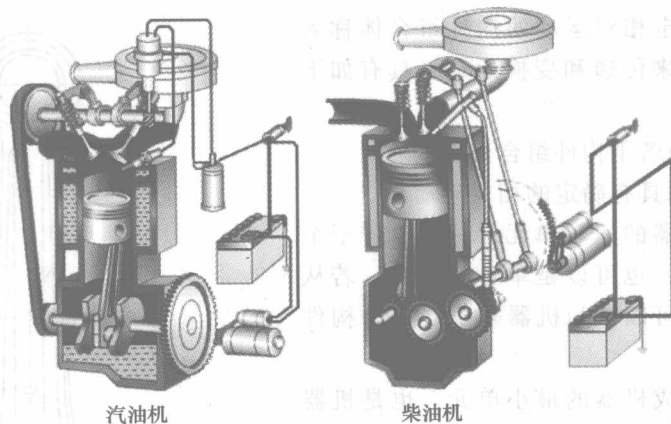


图 0-1 单缸内燃机

机器的种类繁多、外形和用途各异，但总的来说，机器具有以下三个共同的特征：

- 1) 都是人为的各种实物的组合。
- 2) 组成机器的各种实物间具有确定的相对运动。
- 3) 可代替或减轻人的劳动，完成有用的机械功或能量转换。

为方便研究，下面以图 0-2 所示的牛头刨床为例，分析机器的结构组成。

电动机的动力通过带传动和一系列齿轮传动传给大齿轮。大齿轮的转动通过销钉带着滑块在导杆槽中上下滑行，迫使导杆绕摇块摆动，从而推动滑枕前后移动，固装在刀架上的刀

具随之作往复直线运动，实现对工件的加工。在这里，整台机器的机械能量由电动机提供，电动机是机器的动力来源。刀架带着刨刀对工件进行切削，直接完成生产任务。电动机的动力和运动要经过一系列的中间装置才传到刀架。

电动机一般输出回转运动和转矩，刀架则应按生产工艺所需要的运动规律和方式运动，因此要求中间装置能够把电动机的转动转变成刀架所需的运动，也就是要求中间装置能够改变运动的规律或转换运动的形式。为此，我们引入机构的概念，以便于研究中间装置的结构和特性。

例如牛头刨床中，电动机轴上有带轮，齿轮轴上也有带轮，通过传动带把电动机的转动传给了齿轮轴。这里的两个带轮和传动带组成了带传动机构，一对啮合的齿轮组成了齿轮机构，齿轮、导杆、滑块和固定的支架一起组成了连杆机构，这样就组成了实现导杆的往复摇动的装置。

机构：具有确定相对运动的构件组合体称为机构。机构主要用来传递和变换运动，具有如下两个共同特性：

- 1) 它们都是由若干构件组合而成。
- 2) 各构件之间具有确定的相对运动。

构件：它是机器的运动单元，一般由若干个零件刚性联接而成，也可以是单一的零件。若从运动的角度来看，可以认为机器是由若干个构件组装而成的。

零件：它是组成机器的最小单元，也是机器的制造单元。机器是由若干个不同的零件组装而成的。

构件和零件的区别：构件是参与运动的单元。可以是一个零件为一个构件，也可以是几个零件刚性地联接在一起组成一个构件。如内燃机中的曲柄既是一个零件，同时也是一个构件。图 0-3 所示的内燃机的连杆由连杆体 1、连杆盖 4、螺栓 2 和螺母 3 等 4 种零件组成，形成一个运动整体。

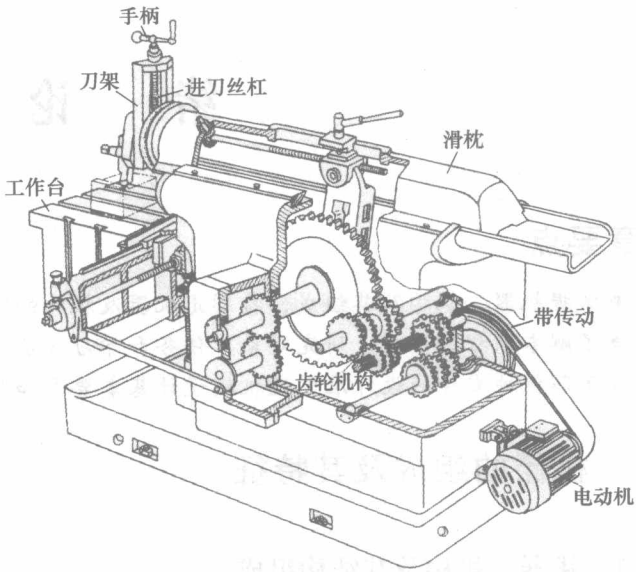


图 0-2 牛头刨床结构示意图

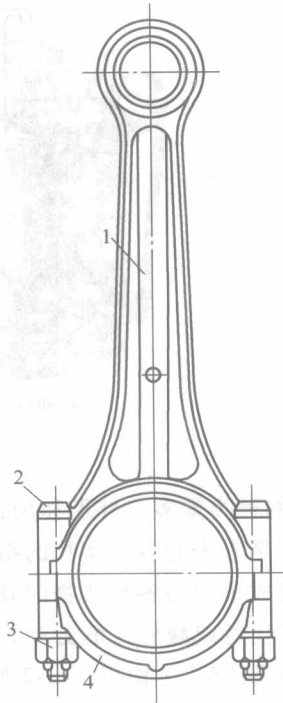


图 0-3 内燃机的连杆

各种机器经常用到的零件称为通用零件，如齿轮、轴、轴承、螺纹联接件等，如图 0-4 所示。

特定的机器中用到的零件称为专用零件，如内燃机的曲轴、汽轮机叶片等。

由此可见，机器是由各种机构组成的。

从结构和运动学的角度分析，机器和机构之间并无区别，都是具有确定相对运动的各种实物的组合，所以，通常将机器和机构统称为机械。

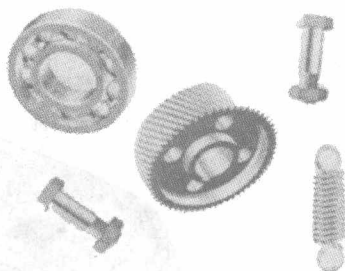


图 0-4 通用零件

0.1.2 机器的功能组成

作为一部完整的机器，仅具有上述的机械部分是不够的，它不能完成预期的工作。从功能和系统的角度来看，机器一般由五部分组成，如图 0-5 所示，双线框表示一部机器的基本组成部分，单线框表示附加组成部分。

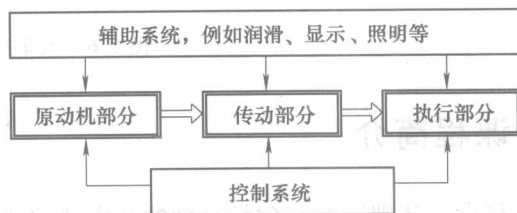


图 0-5 机器的组成部分

1. 动力系统

机器的动力来源包括动力机及其配套装置，它的功能是向机器提供运动和动力。

2. 执行系统

执行系统包括若干执行机构，它的功能是驱动执行构件按给定的运动规律运动，实现预期的工作。执行系统一般处于机械系统的末端，执行构件直接与工作对象接触。

3. 传动系统

传动系统是把动力系统的运动和力传递给执行系统的中间装置。

4. 操纵系统和控制系统

操纵系统和控制系统都是为了使动力系统、传动系统、执行系统彼此协调工作，并准确可靠地完成整机功能的装置，多指通过人工操作以实现上述要求的装置。

5. 框架支撑系统及其他辅助系统

它包括基础件（如床身、底座、立柱等）和支撑构件（如支架、箱体等）。它用于安装和支承动力系统、传动系统和操纵系统等。机器各部分的位置精度、运动精度及机器的承载能力等主要依靠框架支撑系统来保证，该系统是机械系统中必不可少的部分。

以汽车为例，如图 0-6 所示，发动机（汽油机或柴油机）是汽车的原动机；离合器、变速箱、传动轴和差速器组成传动系统；车轮、悬挂系统及底盘（包括车身）是执行部分；方向盘和转向系统、排挡杆、刹车及其踏板、离合器踏板及油门组成控制系统；油量表、速度表、里程表、润滑油温度表及蓄电池电流表、电压表等组成显示系统；后视镜、车门锁、刮雨器等为其他辅助系统；前后灯及仪表盘灯组成照明系统；转向信号灯及车尾红灯组成信号系统等。

不论是原动机部分、工作机部分、传动部分，还是其他部分，都是由机械零件组合而成的，所以说机械零件是机器的基本组成要素。

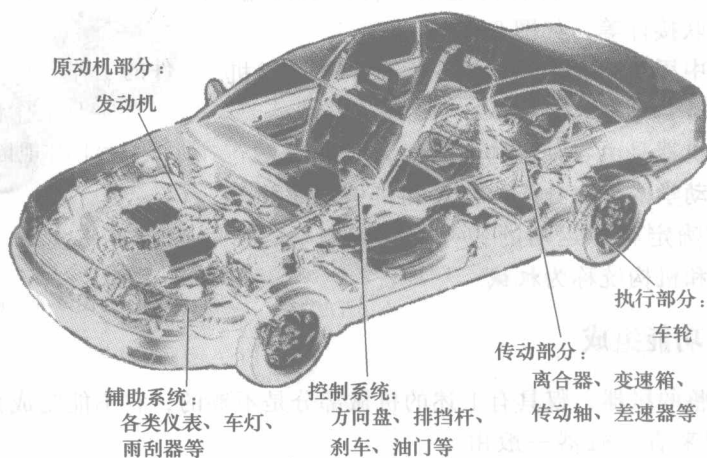


图 0-6 汽车的组成

0.2 课程简介

“机械设计基础”是一门综合性的技术基础课，其研究对象是：常用机构和一般机械通用零部件。其主要内容包括：机械工程学基础；机械中常用机构的组成、运动分析、动力分析；一般工作条件和常用参数范围内的通用零部件的工作原理、结构特点、基本设计理论、设计计算方法。其学习目的是：树立设计思想；掌握设计理论方法；了解设计一般规律；培养设计能力；学会运用已有技术资料；掌握实验知识和技能。

本课程的任务：

- (1) 能熟练地运用力系平衡条件求解简单力系的平衡问题。
- (2) 掌握零部件的受力分析和强度计算方法。
- (3) 熟悉常用机构、常用机械传动及通用零部件的工作原理、特点、应用、结构和标准，掌握常用机构、常用机械传动和通用零部件的选用和基本设计方法，具备正确分析、使用和维护机械的能力，初步具有设计简单机械传动装置的能力。
- (4) 具有与本课程有关的解题、运算、绘图能力和应用标准、手册、图册等有关技术资料的能力。

本课程的学习方法：

- (1) 抓好基本学习环节。
- (2) 学会综合运用知识。
- (3) 学会知识技能的实际应用。
- (4) 学会总结归纳。
- (5) 学会创新。

0.3 机械零件的失效形式及设计准则

机械零件在预定的时间内和规定的条件下，不能完成正常的功能，称为失效。

机械零件的失效形式主要有断裂、过大的残余应变、表面磨损、腐蚀、零件表面的接触疲劳和共振等。

机械零件的失效形式与许多因素有关，具体取决于该零件的工作条件、材质、受力状态及其所产生的应力性质等多种因素。即使是同一种零件，由于材质及工作情况不同，也可能出现各种不同的失效形式。如轴工作时，由于受力情况不同，可能出现断裂、过大塑性变形、磨损等失效形式。

为了使设计的零件能在预定时间内和规定工作条件下正常工作，设计机械零件时应满足下面的基本要求：

1. 强度

强度是保证机械零件正常工作的基本要求。为了避免零件在工作中发生断裂，必须使零件工作时满足下面的设计准则：

$$\sigma \leq [\sigma] \text{ 或 } \tau \leq [\tau]$$

式中， σ 、 τ 分别为零件工作时的正应力和剪应力； $[\sigma]$ 、 $[\tau]$ 分别为零件材料的许用正应力和许用剪应力。

为了提高机械零件的强度，除选择强度高的材料外，设计时还可采用下列措施提高零件的强度：

- (1) 使零件具有足够的截面尺寸。
- (2) 合理设计机械零件的截面形状，以增大截面的惯性矩。
- (3) 采用各种热处理和化学处理方法来提高材料的机械强度特性。
- (4) 合理进行结构设计，以降低作用于零件上的载荷等。

2. 刚度

刚度是指零件在载荷作用下抵抗弹性变形的能力。若零件刚度不够，将产生过大的挠度或转角而影响机器正常工作。例如：若车床主轴的弹性变形过大，会影响加工精度。为了使零件具有足够的刚度，设计时必须满足下面的设计准则：

$$y \leq [y]$$

$$\theta \leq [\theta]$$

$$\varphi \leq [\varphi]$$

式中， y 、 θ 、 φ 分别为零件工作时的挠度、偏转角和扭转角； $[y]$ 、 $[\theta]$ 、 $[\varphi]$ 分别为零件的许用挠度、许用偏转角和许用扭转角。

3. 寿命

机械零件应有足够的寿命。影响零件寿命的主要因素有腐蚀、磨损和疲劳。但至今还没有提出实用且有效的腐蚀寿命计算方法，也无法列出腐蚀寿命的计算准则。而磨损的计算目前也没有简单、可靠的定量计算方法。因此，只能采用条件性的计算。至于疲劳寿命，通常是算出使用寿命时的疲劳极限来作为计算的依据。

4. 可靠性

满足强度和刚度要求的一批相同的零件，由于零件的工作应力是随机变量，故在规定的工作条件下和规定的使用期限内，并非所有的零件都能完成规定的功能。零件在规定的工作

条件下和规定的使用时间内完成规定功能的概率称为该零件的可靠度。可靠度是衡量零件工作可靠性的一个特征量。不同零件的可靠度要求是不同的,设计时应根据具体零件的重要程度选择适当的可靠度。

0.4 机械设计的基本要求及程序

0.4.1 机械设计的基本要求

虽然不同的机械其功能和外形都不相同,但它们设计的基本要求大体相同。机械设计应满足的基本要求可以归纳为以下几个方面:

1. 功能要求

满足机器预定的工作要求,如机器工作部分的运动形式、速度、运动精度和平稳性、需要传递的功率,以及某些使用上的特殊要求(如高温、防潮等)。

2. 安全可靠要求

(1) 使整个技术系统和零件在规定的外载荷和规定的工作时间内,能正常工作而不发生断裂、过度变形、过度磨损、不丧失稳定性。

(2) 能实现对操作人员的防护,保证人身安全和身体健康。

(3) 对技术系统的周围环境和人不致造成危害和污染,同时要保证机器对环境的适应性。

3. 经济性

在产品整个设计周期中,必须把产品设计、销售及制造三方面作为一个系统工程来考虑,用价值工程理论指导产品设计,正确使用材料,采用合理的结构尺寸和工艺,以降低产品的成本。设计机械系统和零部件时,应尽可能标准化、通用化、系列化,以提高设计质量、降低制造成本。

4. 其他要求

机械系统的外形应美观,便于操作和维修。此外还必须考虑有些机械由于工作环境和要求不同,而对设计提出某些特殊要求,如食品卫生条件、耐腐蚀、高精度要求等。

0.4.2 机械设计的一般程序

机械设计就是建立满足功能要求的技术系统的创造过程。机械设计的一般过程如图 0-7 所示。

1. 明确设计任务

产品设计是一项为实现预定目标而进行的有目的的活动,因此正确地确定设计目标(任务)是设计成功的基础。明确设计任务包括定出技术系统的总体目标和各项具体的技术要求,这是设计、优化、评价、决策的依据。

明确设计任务包括分析所设计机械系统的用途、功能、各种技术经济性能指标和参数范围,以及预期的成本范围等,并对同类或相近产品的技术经济指标、同类产品的不完善性、用户的意见和要求、目前的技术水平及发展趋势等认真进行调查研究、收集材料,以进一步明确设计任务。

2. 总体设计

机械系统总体设计是指根据机器要求进行功能设计研究。总体设计包括确定工作部分的运动和阻力,选择原动机的种类和功率,选择传动系统,机械系统的运动和动力计算,确定各级传动比和各轴的转速、转矩和功率。总体设计时要考虑到机械的操作、维修、安装、外廓尺寸等要求,确定机械系统各主要部件之间的相对位置关系及相对运动关系,人一机一环境之间的合理关系。总体设计对机械系统的制造和使用都有很大的影响,为此,常需作出几个方案加以分析、比较,通过优化求解得出最佳方案。

3. 技术设计

技术设计又称为结构设计。其任务是根据总体设计的要求,确定机械系统各零部件的材料、形状、数量、空间相互位置、尺寸、加工和装配,并进行必要的强度、刚度、可靠性设计,若有几种方案时,需进行评价决策,最后选择最优方案。技术设计时还要考虑加工条件、现有材料、各种标准零部件、相近机器的通用件。技术设计是保证质量、提高可靠性、降低成本的重要工作。技术设计还需绘制总装配图、部件装配图、编制设计说明书等。技术设计是从定性到定量、从抽象到具体、从粗略到详细的设计过程。

4. 样机试制

样机试制阶段是通过样机制造、样机试验、检查机械系统的功能及整机、零部件的强度、刚度、运转精度、振动稳定性、噪声等方面的性能,随时检查及修正设计图样,以更好地满足设计要求。

5. 批量正式生产

批量正式生产阶段是根据样机试验、使用、测试、鉴定所暴露出的问题,进一步修正设计,以保证完成系统功能,同时验证各工艺的正确性,以提高生产率、降低成本、提高经济效益。

产品设计过程是智力活动过程,它体现了设计人员的创新思维活动,设计过程是逐步逼近解答方案并加以逐步完善的过程。设计过程中还应注意几点:

(1) 设计过程要有全局观念,不能只考虑设计对象本身的问题,而要把设计对象看作一个系统,处理人一机一环境之间的关系。

(2) 善于运用创造性思维和方法,注意考虑多方案解,避免解答的局限性。

(3) 设计的各阶段应有明确的目标,注意各阶段的评价和优选,以求出既满足功能要求又有最大实现可能的方案。

(4) 要注意反馈及必要的工作循环。解决问题要由抽象到具体,由局部到全面,由不确定到确定。

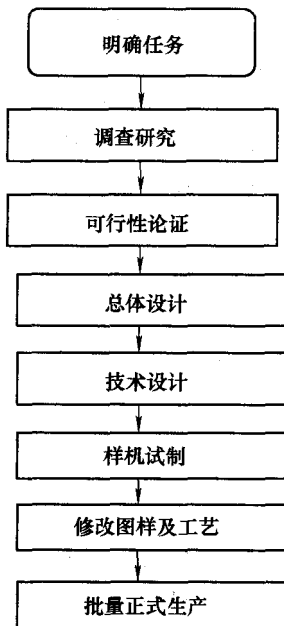


图 0-7 机械设计过程

0.5 习题

0-1 填空题

(1) 机器或机构,都是由_____组合而成的。