



“十三五”普通高等教育本科规划教材

机械设计基础

刘桂珍 于 影 主 编
郑福厚 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”普通高等教育本科规划教材

机械设计基础

主 编 刘桂珍 于 影
副主编 郑福厚
参 编 殷宝麟 姜国栋 于 峰
李宪芝 潘琦英
主 审 王立权



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”普通高等教育本科规划教材。机械设计基础是高等工科院校近机类专业和高职高专机械设计制造类和机电设备类专业的主干课程。本书按照教育部机械基础系列课程教学基本要求,结合 CDIO 工程理念对机械设计人才知识的需求进行编写。本书共分 18 章。其中,前 8 章讲述的是机械原理中常用机构及机器动力学的基本知识,第 9~18 章讲述机械设计的基础知识、机械中常用的连接方式、机械传动、轴系零部件的结构设计和有关弹簧的相关知识。

本书可作为高等工科院校近机类和非机类各专业机械设计基础课程的教材,也可供高职高专院校师生和相关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础/刘桂珍,于影主编. —北京:中国电力出版社, 2015.8

“十三五”普通高等教育本科规划教材

ISBN 978-7-5123-7685-4

I. ①机… II. ①刘… ②于… 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 (2015) 第 093318 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

三河市百盛印装有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 8 月第一版 2015 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23 印张 556 千字

定价 46.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

本书依据教育部机械基础系列课程教学基本要求编写，并在此基础上结合教学工作的实践经验和高等工程技术人才培养的需要，对内容进行了精心选择和编排。

本书编写过程中，从对机器的直观认识入手，分析机器组成的基本原理，机构的运动关系和特征，设计通用零部件的工作能力和结构尺寸，并综合应用基本理论和基本方法最终完成机械传动装置的设计。在循序渐进的学习环节中，将机械原理中的各种典型机构和机械设计中相对孤立的各种零、部件设计的知识有机结合起来，强化知识间的逻辑关系，明确机械设计的思维主线，有助于增强知识的系统性，进而培养学生利用综合知识解决工程实际问题的能力。本书在编写过程中介绍了机械设计研究内容的最新动态和研究热点，引导读者关注本学科的发展趋势，注重和加强机械创新能力的培养。

本书由佳木斯大学、哈尔滨工程大学和昆明理工大学联合编写。参编人员的具体分工如下：佳木斯大学殷宝麟（绪论、第1章），哈尔滨工程大学郑福厚（第2章、第14章），佳木斯大学于影（第3~第6章），佳木斯大学李宪芝（第7章、第8章），佳木斯大学姜国栋（第9章、第15章），佳木斯大学刘桂珍（第10章、第11章、13章、第16章），昆明理工大学潘琦英（第12章），佳木斯大学于峰（第17章、第18章）。本书由刘桂珍、于影担任主编，郑福厚担任副主编，全书由刘桂珍负责统稿。

本书由哈尔滨工程大学王立权教授主审。主审老师对全书内容和编排提出了许多宝贵意见和建议，使教材的质量得到很大提高，编者在此表示衷心感谢。

由于编者水平所限，书中难免有所疏漏，敬请广大读者批评指正。

编者

2015.4

目 录

前言	
绪论	1
0.1 本课程的研究对象和内容	1
0.2 本课程在教学中的地位	3
0.3 机械设计的基本要求和一般过程	4
0.4 机械设计人员应具有素质	6
复习与思考	7

第1篇 机构组成和机械设计概论

第1章 机械零件设计概论	8
1.1 机械零件设计的重要性	8
1.2 机械零件设计的方法	8
1.3 机械零件设计的基本要求与步骤	11
1.4 机械零件的设计准则	11
1.5 许用应力和安全系数	14
1.6 机械零件常用材料及选择原则	16
复习与思考	17

第2篇 常用机构和机器动力学基础

第2章 平面机构的自由度和速度分析	18
2.1 运动副及其分类	18
2.2 平面机构运动简图	21
2.3 机构具有确定运动的条件及自由度	26
2.4 速度瞬心及其在机构速度分析上的应用	30
复习与思考	33
习题	33
第3章 平面连杆机构	36
3.1 平面四杆机构的类型及应用	36
3.2 平面连杆机构的基本特性	42
3.3 平面四杆机构的设计	47
复习与思考	53

习题	53
第 4 章 凸轮机构设计	56
4.1 凸轮机构的应用及分类	56
4.2 凸轮机构的工作原理和从动件的运动规律	59
4.3 凸轮轮廓线(曲线)设计	64
4.4 凸轮机构的压力角	68
4.5 解析法设计凸轮轮廓线	71
复习与思考	72
习题	73
第 5 章 齿轮机构	76
5.1 齿轮机构的特点和类型	76
5.2 齿廓啮合基本定理	77
5.3 渐开线齿廓	78
5.4 渐开线标准齿轮的参数和几何尺寸	80
5.5 渐开线圆柱直齿轮的啮合传动	83
5.6 渐开线齿轮的切齿原理和齿轮变位原理	88
5.7 平行轴斜齿轮机构	95
5.8 圆锥齿轮传动设计	99
复习与思考	102
习题	103
第 6 章 轮系	104
6.1 定轴轮系及其传动比	104
6.2 周转轮系及其传动比	107
6.3 复合轮系及其传动比	110
6.4 轮系的功用	112
6.5 特殊的行星传动简介	114
复习与思考	116
习题	116
第 7 章 间歇运动机构	119
7.1 棘轮机构	119
7.2 槽轮机构	122
7.3 不完全齿轮机构	125
7.4 凸轮式间歇运动机构	125
复习与思考	126
习题	126
第 8 章 机械运转速度波动的调节	127
8.1 概述	127
8.2 机械系统速度波动及调节	128
8.3 飞轮设计的近似方法	131

复习与思考	135
习题	136
第9章 回转件的平衡	137
9.1 回转件平衡的目的	137
9.2 回转件平衡计算	138
9.3 回转件平衡的试验	141
复习与思考	143
习题	143

第3篇 机械连接

第10章 机械连接	145
10.1 概述	145
10.2 螺旋副的受力分析、效率和自锁	148
10.3 螺纹连接的基本类型及螺纹紧固件	151
10.4 螺纹连接的预紧和防松	155
10.5 螺纹连接的强度计算	159
10.6 螺纹紧固件的材料与许用应力	167
10.7 提高螺栓连接强度的措施	167
10.8 螺旋传动	169
10.9 键连接和花键连接	172
10.10 销连接	177
10.11 其他连接	178
复习与思考	179
习题	179

第4篇 机械传动

第11章 齿轮传动	181
11.1 齿轮传动概述	181
11.2 齿轮传动失效形式及设计准则	182
11.3 材料选择及热处理	184
11.4 齿轮传动的精度及其选择	187
11.5 直齿圆柱齿轮传动的作用力及计算载荷	188
11.6 直齿圆柱齿轮传动的强度计算	190
11.7 许用应力和设计参数	194
11.8 斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	198
11.9 圆锥齿轮传动设计	202
11.10 齿轮结构设计	204

11.11 齿轮传动的润滑及效率	206
11.12 圆弧齿轮传动简介	208
复习与思考	209
习题	210
第 12 章 蜗杆传动设计	212
12.1 概述	212
12.2 普通圆柱蜗杆传动的主要参数和几何尺寸	214
12.3 蜗杆传动的失效形式、设计准则、材料和精度等级的选择	217
12.4 蜗杆传动的强度计算与设计	219
12.5 蜗杆传动的润滑、效率及热平衡计算	223
12.6 蜗杆及蜗轮的结构	225
复习与思考	226
习题	227
第 13 章 带传动和链传动	229
13.1 概述	229
13.2 带传动的受力分析	232
13.3 V 带传动的计算	237
13.4 V 带轮的结构设计	247
13.5 链传动概述	249
13.6 传动链及链轮	250
13.7 链传动的运动分析和受力分析	253
13.8 链传动的主要参数及选择	257
13.9 链传动的设计计算	258
13.10 链传动的布置、张紧与润滑	262
复习与思考	263
习题	263

第 5 篇 轴系零部件

第 14 章 轴	265
14.1 概述	265
14.2 轴的强度计算	268
14.3 轴的结构设计	276
14.4 轴的刚度校核	281
复习与思考	282
习题	283
第 15 章 滑动轴承	284
15.1 滑动轴承的特点、类型及应用	284
15.2 滑动轴承的结构	285

15.3	滑动轴承的失效形式及材料	288
15.4	非液体滑动轴承设计	290
15.5	滑动轴承的润滑	293
	复习与思考	297
	习题	297
第 16 章	滚动轴承	298
16.1	滚动轴承的结构、类型和代号	298
16.2	滚动轴承的类型选择	304
16.3	滚动轴承的受力、失效与计算准则	305
16.4	滚动轴承的选择计算	306
16.5	滚动轴承装置设计	317
	复习与思考	323
	习题	324
第 17 章	联轴器和离合器	326
17.1	联轴器与离合器的功用	326
17.2	联轴器的种类和特性	327
17.3	联轴器的选择	334
17.4	离合器	335
17.5	制动器	339
	复习与思考	340
	习题	341
第 18 章	弹簧	342
18.1	弹簧的功用和类型	342
18.2	圆柱螺旋弹簧的设计计算	343
18.3	弹簧的制造、材料和许用应力	346
18.4	圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧的结构参数和特性曲线	349
18.5	非金属弹簧简介	353
	复习与思考	354
	习题	355
	参考文献	356

绪 论

0.1 本课程的研究对象和内容

机械工业是国家经济发展的主要基础之一,承担着为几乎涉及所有的领域和部门提供技术装备的重任。现代机械设计与生命科学、信息技术、材料科学一样,也是 21 世纪的主要研究和发展方向。现代机械设备包括智能机器人、全自动工作机械设备、全自动加工机械设备、全自动控制动力机械设备等。机械的创新设计几乎是所有机械设备完善、发展的第一步。机械学理论的创新理念、机械设计方法的创新思维是现代机械工业发展的前提和基础。

0.1.1 机械的组成

机械是机器和机构的总称。

机器的种类很多,但一般机器具有三个特征:①人为实物的组合体;②具有确定的机械运动;③可以完成机械功或转换机械能与电能。例如,电动机或发电机用来变换能量、加工机械用来变换物料的状态、超重运输机械用来传递物料、计算机用来变换信息等。而只具有①、②特征的构件组合,通常称为机构。机构是由构件组成,而且具有一定的相对运动关系。因此,构件是机构运动分析的基本单元。

机器的主体部分是由机构组成的。一部机器可由一个或若干个机构组合而成。例如,鼓风机、电动机只包含一个机构工作实现预定的工作要求;如图 0-1 所示的内燃机就包含若干个机构协调作用,由汽缸体 1、活塞 4、连杆 3 和曲轴 2 所组成的连杆机构,由齿轮 8 和 9 组成的齿轮机构及由凸轮轴 7 和阀门推杆 5、6 所组成的凸轮机构等。

如图 0-2 所示的工业机器人由铰接臂机械手 1、计算机控制台 2、液压装置 3 等组成。当机械手的大臂、小臂和手按指令有规律地运动时,手端夹持器(图中未示出)便将物料运

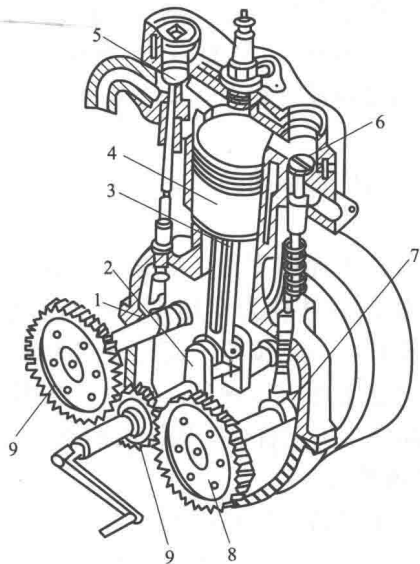


图 0-1 内燃机

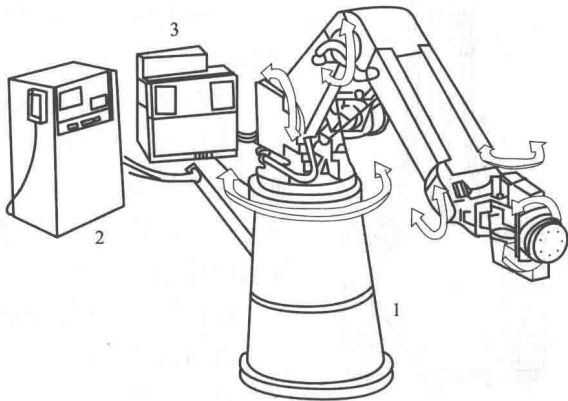


图 0-2 工业机器人

送到预定的位置。在这部机器中,机械手是传递运动和执行任务的装置,是机器的主体部分,液压装置提供动力,计算机控制台实施控制。

机构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。例如在工程上或生活中常见的齿轮机构、连杆机构、凸轮机构、螺旋机构、带传动、链传动机构等。

一般机器可分为动力机和工作机两大类:提供或转换机械能的机器称为动力机,如内燃机、燃气轮机、电动机等;利用机械能实现工作功能的机器称为工作机,如机床、起重机、轧钢机、洗衣机等。

用来进行信息传递和变换的机器称为仪器,例如测量仪、照相机、录像机、电视机、光谱仪等。

机器由动力装置、传动装置、执行装置及其支架基础四个基本部分组成。现代自动化程度高的机器,还包括自动控制系统、监测系统及辅助系统。

机器是由零件组成,零件具有一定的形状、尺寸和材料实体关系,是机器的组成要素和制造单元。为了便于制造、安装、维修和运输,也可以将一台机器分成若干个相互独立又相互关联的零件组合,称为部件。显然部件是由一定数目的机械零件组成的。

机械零件一般可以分为两大类:通用零件和专用零件。可以广泛应用于各种不同类型的机器中的机械零件称为通用零件。仅能在某种类型的机器中使用的机械零件称为专用零件,例如内燃机的曲轴、活塞,汽轮机的叶片,船舶的螺旋桨,机器人的机械手。

为了便于生产,降低成本,适用于标准化选用,多数通用零件具有固定的尺寸和参数。这种零件称为常规通用零件。具有标准代号的零件或部件又称为标准件。在特种工况下使用、满足个别特殊尺寸、参数要求的通用零件,称为特殊通用零件。

由上述分析可知,机构是机器的重要组成部分,用以实现机器的动作要求。

机器与机构的根本区别在于,机构是用来传递运动和动力的,而机器除传递运动和动力外,还能转换机械能或完成有用的机械功。

组成机械的相对运动的单元体称为构件,构件可以是单一的整体,由一个零件组成,也可以是由若干个零件组成的刚性结构。如图 0-3 所示,内燃机中的连杆是由连杆体 1、连杆盖 4、螺栓 2、螺母 3 等几个零件组成的,这些零件之间没有相对运动,构成一个运动单元,成为一个构件。

构件与零件的根本区别在于,构件是运动的单元体,而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,如螺钉、轴、轴承、齿轮等。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。这些自由分散的零件,一旦按照一定的方式和规则组合到一部机器中,它们就成为机器上不可或缺的一部分,发挥着各自的作用。特别是一些关键零部件,决定着整个机器的性能。

0.1.2 本课程的研究内容及性质

机械设计基础课程作为现代机械设备设计基础的入门课程,介绍机械设计的基本知识、基本理论和基本方法,研究机械设计中常用机构的运动分析方法,以及常用通用机械零件的设计方法。

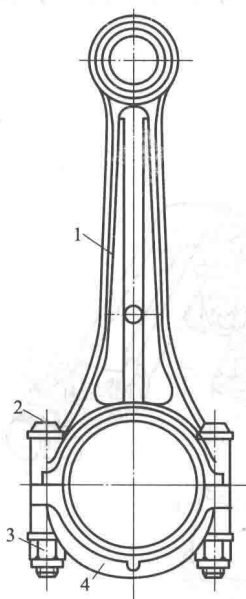


图 0-3 连杆

本课程研究的具体内容包括以下几点:

(1) 常用机构的基本设计方法及创新设计方法。常用机构包括连杆机构、齿轮机构、凸轮机构、间歇机构及轮系。重点介绍常用机构的组成、工作机理、运动特性、动力特性等知识。

(2) 通用零部件的基本设计方法。通用零部件主要包括连接零件(螺纹连接、普通导键连接、花键连接及销连接、焊连接、胶连接等),传动零件(齿轮传动、蜗杆蜗轮传动、带传动、链传动等),轴系零件(轴、滑动轴承、滚动轴承、联轴器、离合器等),弹簧零件,机架及箱体。

(3) 国家标准、设计手册的查阅方法。

(4) 介绍现代设计方法及创新设计思维。通过教学、习题、研讨、实验,使学生掌握机械设计的基本理论和方法,具有运用机械设计手册、标准等资料的能力,为从事现代机械设备的设计打好基础。

0.2 本课程在教学中的地位

机械设计基础是一门机械类及近机械类专业进入专业课学习前必修的一门重要的技术基础课,其研究的内容是各类机械共性的基础知识,是机械设计工程的技术基础,应用非常广泛。因而本门课程是继工程制图、机械制造基础、理论力学、材料力学等理论基础课之后,将这些理论和工程实际相结合来探讨机械内部基本规律的技术基础性理论课程,旨在培养学生的设计能力。

随着科学技术的进步和生产过程机械化、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,需要创造出大量结构新颖、性能优良的新型机械设备充实和装备各行业;需要更新改造现有机械设备,以期合理地使用,发挥其潜力。这就要求必须了解和具备一定的机械方面的知识。

机械设计的程序,实际上是对机械设计基础课程所研究内容的系统应用过程。工程上进行机械设计时,首先,将构件按照机械的工作原理要求组成机构;其次,分析各构件的运动情况及构件在外力作用下的平衡问题;第三,分析构件在外力作用下的承载能力问题,合理地选择材料、热处理,确定构件(零件)的形状、具体结构、几何尺寸、制造工艺;最后,绘制零件工作图。

因而本课程所学内容是研究现有机械运动、工作性能和设计、发明新机械的知识基础。它对机械类及近机械类各专业的专业课学习、毕业设计乃至参加实际工作都具有直接的和长远的意义,起着非常重要的作用。

通过本课程的学习,应达到的以下目的:

(1) 掌握机构的结构原理、运动特性和机械动力学的知识,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) 掌握通用机械零件的工作原理、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) 具备运用标准、规范、手册、图册等有关技术资料的能力。

本课程涉及的知识面较广且偏重于应用,需要综合应用许多先修课程的知识,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。一方面要着重理解基本概念,理解基本原理,掌握机构分析和设计的基本方法;另一方面也要注意这些原理和方法在机械工程上实际应用的范围和条件。具体要求如下:

(1) 强化基本概念。本课程的特点之一就是基本概念多,这些基本概念不仅仅是简单的名词定义,它对课程的学习、认识、理解有着非常重要的作用,有时就是直接利用基本概念来分析、解决问题,以及进行机构的分析和设计。因此,对所涉及的基本概念不能死记硬背,必须重点理解其含义和指导意义。

(2) 深化理解基本原理。对课程中涉及的机构结构理论、机构分析的运动学和动力学理论、齿轮啮合、加工及其传动理论、机械速度波动及调节原理、机械平衡理论等,要充分了解并掌握,要正确应用这些理论,善于用理论及其公式证明问题和解决问题,使之更有说服力。

(3) 牢牢掌握基本研究方法。课程中各种基本设计方法,以及机构组合、变异、演化方法等是本门课程使用的基本研究方法,应牢牢掌握并善于用其解决工程实际问题。

(4) 逐步树立工程观点。机械原理及设计是一门理论性和实践性都比较强的技术基础课,其研究对象和内容就是工程实际上常用的机械及其相关知识,因此学习过程中应把基本原理和方法与研究实际机构和机器紧密联系起来。善于用所学的知识观察和分析日常生产、生活中所遇到的各种机构和机器。在附加一定条件下,可将一些比较复杂的问题转化为比较简单的问题,并注意各种理论和方法的应用条件和范围,以求正确而灵活的运用。同时要注意,解决工程实际问题有些需要严格的理论分析,有些则采用实验、试凑、近似等简化方法,其所得结果也往往不唯一,有时也不要求十分精确。因此,树立工程观点,培养综合分析、判断、决策能力和严肃认真的科学态度是十分重要的,对所有这些方法都要给予足够的重视。

0.3 机械设计的基本要求和一般过程

机械设计是指规划和设计实现预期功能的新机械或改进原有机器的性能。

0.3.1 机械设计应满足的基本要求

(1) 良好的使用性能。实现预期功能,满足使用要求,操作容易,保养简单,维修方便。不必追求“多功能”,因为“多功能”会增加成本,降低可靠性。

(2) 安全。许多重大事故出自机械故障,例如密封件泄漏导致“挑战者号”航天飞机失事,起落架故障引发空难,刹车失灵酿成车祸,频繁出现的汽车“召回”更暴露出机械设计不良所造成的安全隐患。机械设计必须以人为本。凡关系到人身安全或重大设备事故的零、部件都必须进行认真、严格的设计计算或校核计算,不能凭经验或以“类比”代替;计算说明书应妥善保留,以备核查;暴露的运动构件要配置防护网;易造成人身伤害的部位必须有安全连锁装置或实施远距离操纵。电气元件、导线的规格和安装必须符合安全标准。

(3) 可靠、耐用。在预定的使用期限内不发生或极少发生故障。大修或更换易损件的周期不宜太短,以免经常停机影响生产。但是,也不宜过分强调耐用,现代化生产推行定期更新和逾期强制报废,个别零、部件的“长寿”对整机并无实际意义。因追求“耐用”而滥用

贵重材料只会徒然增加成本。

(4) 经济。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。可以说,设计中使用标准件的多少是评价设计水平的重要标志。要重视节约贵重原材料,降低成本。零件设计必须关注加工工艺性,力求减少加工费用。良好的经济性不仅体现在制造成本低廉,更应体现在机器使用中的高效率、低能耗。

(5) 符合环保要求。机器噪声不超标;不采用石棉等禁用的原材料;确保机械使用过程不泄漏水、油、粉尘和烟雾;生产中的废水、废气必须通过治理,达标排放。

除此之外,欲使产品具有市场竞争力,机械设计师还应与工艺美术人员密切配合,力求产品造型美观、安全、标准。除此之外,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。

0.3.2 机械设计的一般过程

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

1. 明确任务阶段

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。一般是由主管单位、用户提出。

任务书的要求决定了设计工作的内容、质量和水平。例如,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。

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) 机构的构型设计:主要包括机构的组成原理及其演化的基本理论和方法。

(2) 机构的运动设计:机构的主要特征是机械运动,分析和研究各种常用机构的运动特点、功能和设计方法是机械原理课程的主要内容。

(3) 机械的动力设计:主要包括机械的效率、惯性力、惯性力矩的平衡,以及机械的真实运动、调速等方面的问题,这是机械运动系统设计的动力学基础。

(4) 机械运动系统方案设计:在机械运动学和动力学设计基础上,介绍拟订机械运动方案设计的有关问题,这是机械原理课程的目的。

3. 技术设计阶段

技术设计阶段主要是依据原动机的特性或根据零部件的工作载荷,设计出各零部件。

在工作原理确定之后,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表示。具体包括运动设计、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、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) 技术文件制订:完成图纸后,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。

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。由于在很大程度上依赖于实践经验,所以计算机辅助工艺设计(CAPP)未能像机械CAD一样获得突破性的进展和广泛应用。

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。

在实际工作中,上述的几个阶段是交叉反复进行的。

0.4 机械设计人员应具有素质

机械设计是一门综合性很强的工作,机械设计人员为了能很好地适应这一工作,必须具备下列基本素质:

(1) 深厚的理论基础和广博的专业知识。机械设计涉及数学、力学、摩擦学、制造工程学、工程图学、工艺学、系统工程学、计算机辅助设计、优化设计、可靠性设计、工业美学、设计方法学等学科,因此,机械设计人员只有理论扎实、知识广博,才能充分考虑、理解并正确处理机械设计中的各种问题,才能进行创造性的设计工作,在工作中获得最佳的设计成果。

(2) 丰富的实践经验。有人认为,设计工作就是绘图和编写说明书,这是对设计工作的片面理解。正确的设计概念,应把从市场分析、研究开发、设计制造直到销售服务等视为一个整体,统一考虑综合平衡。只有这样,才能在设计工作中取得良好的效果。为此,要求设计者应具有丰富的工作和社会实践经验,这对设计人员来说,是一个终身不断积累和学习的过程。

(3) 高度的责任感,严谨的工作作风。设计人员应对其所承担的设计的技术合理性和设计后果负责,因此设计时应做到所承担的设计工作原理正确、方案先进可行,所设计的产品制造、安装、使用、维修均方便,在思想上把提高机械产品质量、降低产品成本、合理利用资源和注意保护环境放在设计工作的首位。

(4) 创造性的思维能力。设计必须是创造,设计过程是创造性思维的过程,这种创造可能表现为全部创新,也可能是对某一局部进行改进或创新。这就要求设计人员平时应养成勤于观察和思考的习惯,要善于联想,不断进行创造性思维和方法的锻炼,逐步提高设计水平。

(5) 虚心学习和不断进取的精神。学无止境,设计人员一定要养成善于学习、积累资料

的习惯；更应对所学知识善于运用归纳、推理、分析与综合的方法，不断开拓新的产品，开创新的局面。



复习与思考

0-1 构件与零件的关系是什么？

0-2 机器与机构的关系是什么？

0-3 对具有下述功用的机器各举出两个实例：(1) 原动机；(2) 将机械能变换为其他形式能量的机器；(3) 变换物料的机器；(4) 变换或传递信息的机器；(5) 传递物料的机器；(6) 传递机械能的机器。

0-4 指出下列机器的动力部分、传动部分、控制部分和执行部分：(1) 汽车；(2) 自行车；(3) 车床；(4) 缝纫机；(5) 电风扇；(6) 录音机。

0-5 进行机械设计的一般过程是什么？

第1篇 机构组成和机械设计概论

第1章 机械零件设计概论

如绪论所述,机械设计应满足的要求是:在满足预期使用功能的前提下,应性能好、效率高、成本低,在预定使用期内安全可靠,操作方便、维修简单、造型美观等。

设计机械零件时,也必须认真考虑上述要求。概括讲,所设计的机械零件既要工作可靠,又要成本低廉。解决前一个问题,需要根据可能发生的失效,确定零件在强度、刚度、寿命、振动稳定性、耐磨性、温升等方面必须满足的条件,这些条件是判断零件工作能力的准则。

要想降低机械零件的制造成本,必须从设计和制造两方面一起努力。设计时应正确选择材料和热处理,合理规定公差等级,认真考虑零件的加工工艺性和装配工艺性。同时,设计者还应考虑降低使用成本,注意提高功效,降低使用消耗,延长机器使用寿命等。另外,对机械零件的设计者来说,标准化是非常重要的。

本章重点介绍机械零部件设计的基本步骤、方法,讨论机械零部件结构设计时应考虑的一些基本准则,供结构设计时参考。

1.1 机械零件设计的重要性

零件是机器的制造单元。机械方案设计的结果都是以一定的零件结构形式表现出来的,对机械零件进行结构设计是机械设计的一个重要的阶段。其重要性在于结构设计是方案设计的具体化。根据结构设计进行零部件的加工、装配,才能满足产品的功能要求;产品的结构形状与材料选择、尺寸确定、加工和装配工艺等因素密切相关,结构合理与否将直接影响产品的成本;在机械设计中,很多计算都是针对某种特定的机构或结构进行的,因此,结构设计是进行科学计算的基础;结构设计是一个很活跃的因素,常常需反复、交叉地进行,合理的结构设计是提高设计质量的重要手段。

机械设计具有赋予机械产品先天优劣的性能,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。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,其产值占到国民生产总值的80%左右。

1.2 机械零件设计的方法

机械零件的设计方法可分为常规设计方法和现代设计方法。

1.2.1 常规设计方法

常规设计方法是目前广泛和长期采用的设计方法,也是本课程中机械零件设计时所采用