

► 高等学校应用型本科“十三五”规划教材



- 通过典型设计实例讲述基本理论与设计过程
- 理论和实际紧密结合，实现“学做一体化”

机械设计

——学做一体化



主 编 庞兴华 解 芳
副主编 任义磊 冯庆东 张林海



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校应用型本科“十三五”规划教材

机械设计

——学做一体化

主 编 庞兴华 解 芳

副主编 任义磊 冯庆东 张林海

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

一体化机械设计是机械类专业的一门专业基础课程,内容涵盖机械设计和机械设计课程设计。本书通过典型传动装置的设计实例,阐述了机械设计的基本理论、设计方法和机械装置的设计过程,理论和实际紧密结合,使学生能在做中学、学中做,做到学做“一体化”。

全书共分13章,主要内容包括机械设计概论、传动装置的总体设计、带传动设计、链传动设计、齿轮传动设计、轴系零部件、轴设计、螺纹连接和螺旋传动、减速器的结构、减速器装配图的设计、减速器零件工作图的设计、设计说明书的编写以及现代机械设计方法简介等。

本书可作为普通应用型本科机械类、近机类专业的教学用书,也可供有关专业工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计:学做一体化/庞兴华,解芳主编.

——西安:西安电子科技大学出版社,2016.7

高等学校应用型本科“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5606-4091-4

I. ①机… II. ①庞… ②解… 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(2016)第 144182 号

策划编辑 秦志峰 李惠萍

责任编辑 秦志峰 杨璠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西大江印务有限公司

版 次 2016年7月第1版 2016年7月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 16.5

字 数 386千字

印 数 1~3000册

定 价 30.00元

ISBN 978-7-5606-4091-4/TH

XDUP 4383001-1

***** 如有印装问题可调换 *****

西安电子科技大学出版社
高等学校应用型本科“十三五”规划教材
编审专家委员会名单

主任：鲍吉龙（宁波工程学院副院长、教授）

副主任：彭 军（重庆科技学院电气与信息工程学院院长、教授）

张国云（湖南理工学院信息与通信工程学院院长、教授）

刘黎明（南阳理工学院软件学院院长、教授）

庞兴华（南阳理工学院机械与汽车工程学院副院长、教授）

机电组

组 长：庞兴华（兼）

成 员：（成员按姓氏笔画排列）

丁又青（重庆科技学院机械与动力工程学院副院长、教授）

王志奎（南阳理工学院机械与汽车工程学院系主任、教授）

刘振全（天津科技大学电子信息与自动化学院副院长、副教授）

何高法（重庆科技学院机械与动力工程学院院长助理、教授）

胡文金（重庆科技学院电气与信息工程学院系主任、教授）

电子与通信组

组 长：彭 军（兼）

张国云（兼）

成 员：（成员按姓氏笔画排列）

王天宝（成都信息工程学院通信学院院长、教授）

安 鹏（宁波工程学院电子与信息工程学院副院长、副教授）

朱清慧（南阳理工学院电子与电气工程学院副院长、教授）

沈汉鑫（厦门理工学院光电与通信工程学院副院长、副教授）

苏世栋（运城学院物理与电子工程系副主任、副教授）

杨光松（集美大学信息工程学院副院长、教授）

钮王杰（运城学院机电工程系副主任、副教授）

唐德东（重庆科技学院电气与信息工程学院副院长、教授）

谢 东（重庆科技学院电气与信息工程学院自动化系主任、教授）

湛腾西（湖南理工学院信息与通信工程学院教授）

楼建明（宁波工程学院电子与信息工程学院副院长、副教授）

计算机大组

组 长： 刘黎明（兼）

成 员：（成员按姓氏笔画排列）

刘克成（南阳理工学院计算机学院院长、教授）

毕如田（山西农业大学资源环境学院副院长、教授）

向 毅（重庆科技学院电气与信息工程学院院长助理、教授）

李富忠（山西农业大学软件学院院长、教授）

张晓民（南阳理工学院软件学院副院长、副教授）

何明星（西华大学数学与计算机学院院长、教授）

范剑波（宁波工程学院理学院副院长、教授）

赵润林（山西运城学院计算机科学与技术系副主任、副教授）

黑新宏（西安理工大学计算机学院副院长、教授）

雷 亮（重庆科技学院电气与信息工程学院计算机系主任、副教授）

前 言

本书按照“CDIO”的工程教育理念，贯彻“以项目为主线”“以任务为驱动”的教学原则，践行“在学中做，在做中学，边学边做，边做边学”“理论实践一体化”的教学方式和方法，力求通过典型机械传动装置的设计实例，阐述机械设计的基本理论和设计方法，内容涵盖机械设计和机械设计课程设计。

本书本着“够用、实用、新用”的原则来选编内容，力求突出实用性和实践性，尽量体现应用型本科层次的特点。

全书共分 13 章，主要内容包括机械设计概论、传动装置的总体设计、带传动设计、链传动设计、齿轮传动设计、轴系零部件、轴设计、螺纹连接和螺旋传动、减速器的结构、减速器装配图的设计、减速器零件工作图的设计、设计说明书的编写以及现代机械设计方法简介等。书中采用了最新的计算方法和国际标准。每章配有思考与练习，方便学生自学。第 12 章附有完整的机械传动装置说明书，供学生在操作中综合运用与参考。

本书由南阳理工学院组编。参加本书编写的人员有庞兴华(绪论，第 1、13 章)、解芳(第 2、3、4、5 章)、冯庆东(第 6、7、8 章)、张林海(第 9、10 章)、任义磊(第 11、12 章)，其中庞兴华、解芳担任主编，任义磊、冯庆东、张林海担任副主编。

本书在编写过程中得到校内外专家、同行及同学们的大力支持与帮助，在此致以真诚的谢意。

由于编者水平有限，本书难免存在疏漏或不妥之处，恳请广大读者、专家批评指正。

编 者

2016 年 5 月

— 目 录 —

绪 论	1
0.1 机械设计在经济建设中的作用	1
0.2 本课程研究的对象和内容	1
0.3 本课程的性质和任务	1
0.4 学习本课程应注意的问题	2
思考与练习	3
第 1 章 机械设计概论	4
1.1 机械的组成	4
1.2 机械设计的一般程序	6
1.3 机械零件的失效形式和设计准则	8
1.4 机械零件的材料和选用原则	12
1.5 机械零件的强度	14
1.6 机械零件的结构工艺性	24
1.7 机械设计中的标准化	28
思考与练习	29
第 2 章 传动装置的总体设计	30
2.1 传动方案的拟订	30
2.2 减速器的类型、特点和应用	32
2.3 电动机的选择	34
2.4 传动比的计算与分配	37
2.5 各轴的转速、功率和转矩	39
2.6 总体设计实例	40
思考与练习	42
第 3 章 带传动设计	43
3.1 带传动概述	43
3.2 V 带的结构和型号	45
3.3 带传动的受力分析	46

3.4	带传动工作时的应力分析	48
3.5	带传动的弹性滑动与打滑	49
3.6	V 带传动的设计计算	50
3.7	V 带轮的结构	57
3.8	带传动设计实例	60
	思考与练习	62
第 4 章	链传动设计	63
4.1	链传动的组成及特点	63
4.2	滚子链的结构和标准	64
4.3	链传动的运动分析	65
4.4	滚子链传动的设计计算	66
4.5	链轮的结构	70
4.6	链传动的布置、张紧和润滑	72
4.7	链传动设计实例	74
	思考与练习	75
第 5 章	齿轮传动设计	76
5.1	齿轮传动的失效形式和设计准则	76
5.2	标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算	78
5.3	常用齿轮材料及许用应力	83
5.4	标准斜齿圆柱齿轮传动的强度计算	87
5.5	标准直齿圆锥齿轮传动的强度计算	89
5.6	齿轮的结构	91
5.7	齿轮传动设计实例	92
	思考与练习	101
第 6 章	轴系零部件	102
6.1	滑动轴承	103
6.2	滚动轴承	111
6.3	键连接和销连接	126
6.4	联轴器和离合器	132
	思考与练习	139
第 7 章	轴设计	140
7.1	概述	140
7.2	轴的结构设计	142
7.3	轴的强度计算	146

7.4 轴的刚度计算	148
7.5 轴的设计举例	149
思考与练习	155
第 8 章 螺纹连接和螺旋传动	157
8.1 螺纹连接的基本知识	157
8.2 螺纹副的受力分析、自锁条件和效率	160
8.3 螺纹连接的主要类型和应用	162
8.4 螺纹连接的强度计算	166
8.5 提高螺纹连接强度的措施	170
8.6 螺旋传动简介	174
思考与练习	178
第 9 章 减速器的结构	180
9.1 减速器的类型和基本组成	180
9.2 减速器的箱体结构	183
9.3 减速器的润滑与密封	191
9.4 减速器的附件	198
思考与练习	204
第 10 章 减速器装配图的设计	205
10.1 减速器装配图设计的准备	205
10.2 装配草图的设计及绘制	206
10.3 装配草图的检查和修改	212
10.4 公差配合与尺寸标注	212
思考与练习	215
第 11 章 减速器零件工作图的设计	217
11.1 零件工作图的要求	217
11.2 轴零件工作图的设计	218
11.3 齿轮零件工作图的设计	220
11.4 箱体零件工作图的设计	222
思考与练习	225
第 12 章 设计说明书的编写	226
12.1 设计说明书的内容和要求	226
12.2 设计答辩的内容和要求	228
12.3 设计计算说明书实例	229

思考与练习	244
第 13 章 现代机械设计方法简介	245
13.1 并行设计	245
13.2 虚拟设计	246
13.3 绿色设计	247
13.4 可靠性设计	248
13.5 智能优化设计	249
13.6 计算机辅助设计	249
思考与练习	249
附录.....	250
参考文献.....	254

绪 论

学习指导

作为一体化机械设计课程的绪论，主要帮助学生了解这门课程在现代化经济建设中的作用以及在专业课程体系中的位置，了解机械设计这门课程的研究对象和课程任务，还要了解这门课程的特点以及相应的学习方法。

0.1 机械设计在经济建设中的作用

机械工业担负着向国民经济各部门，包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、价格低廉、使用方便以及安全可靠的技术装备的任务，在现代化建设中起着举足轻重的作用。人们通常把使用机械进行生产的水平作为衡量一个国家技术水平和现代化程度的重要指标之一。人类为了减轻体力劳动、提高生产效率，创造发明了各种各样的机械，随着生产的发展，对机械的研究也不断深入，有关机械方面的知识也日趋完善，到 19 世纪中期逐渐形成了系统研究机械设计的学科。科学理论的提高，相应地又促进了生产的发展，加之材料科学、力学、制图和机械制造工艺学等学科的研究进一步深入，逐渐形成了一整套机械设计的理论和方法。近几十年来，随着电子计算机的发展与广泛应用，机械设计被引入了有限元法、优化设计和计算机辅助设计等先进方法，使机械设计方法更加科学化、系统化和现代化。

机械设计是机械产品制造的第一道工序。设计工作质量的好坏直接关系到产品的质量、性能、研制周期和经济效益。有关统计资料表明，在产品生产的整个阶段，设计本身的经济成本并不高，大约为 15%，而对整个产品质量、性能的影响作用却占到 75% 以上。工业发达国家都十分重视产品设计，因为市场竞争的生命力在于产品的创新，而具有竞争力的产品，设计的好坏极为关键。所以机械设计这门学科在我国现代化建设中起着重要的作用。

0.2 本课程研究的对象和内容

一体化机械设计课程主要研究在普通条件下，一般参数的通用零部件的设计理论与设计方法，并不研究高温、高压、高速、尺寸过大、尺寸过小以及有特殊要求的零部件，这些特殊零部件及其他专用零部件的设计将在其他专业课中研究。所谓通用零部件，是指各种机械都经常使用的零部件。常用的通用零部件包括齿轮、蜗杆、轴、轴承和联轴器等。

0.3 本课程的性质和任务

一体化机械设计是以一般通用零部件的设计为核心的一门设计性、综合性和实践性都很

强的专业技术基础课。这门课程将综合理论力学、材料力学、机械制图、机械原理、金属工艺学、工程材料及热处理、公差与测量技术基础等多门课程的知识来解决一般通用零部件的设计问题,并为学生学习后续的专业课程打下基础。它将传统的“机械设计”和“机械设计课程设计”课程的内容有机结合,是机械设计理论和实践的综合课,在教学中起着承前启后的重要作用,也是机械类和近机类专业中的一门主干课程。

通过较为典型、系统的机械装置设计的项目学习和实战训练,“一体化机械设计”课程力图达到下列目标:

(1) 培养正确的设计思想,包括设计时应考虑节约能源、合理利用资源、减少环境污染和坚持可持续发展的原则。

(2) 掌握机械传动装置及其通用零部件的设计方法和一般规律,具有确定机械系统方案、设计机械传动装置和简单机械的能力。

(3) 掌握机械设计的基本技能,包括计算能力、绘图能力和运用标准、规范、手册及图册查阅有关技术资料的能力。

(4) 在上述基础上,了解机械设计发展的趋势和最新动态。

0.4 学习本课程应注意的问题

机械设计课程的研究对象和性质决定了本课程的特点,即内容本身的复杂性,主要体现在公式多、系数多、图表多、关系多等方面,因此在学习本课程时应注意以下问题:

(1) 理论联系实际。机械设计是技术性和实践性都很强的课程。机械设计的理论源于机械设计的实践,是与工程实际紧密联系的。因此在学习机械设计的理论时应充分利用各种机会和条件深入生产车间、实验室,注意观察机械的实物和模型,增加对常用机构和通用机械零部件的感性认识,了解机械工作的条件和要求,做到理论知识和生产实际的有机结合。机械设计的理论是为机械设计的实践服务的,学习本课程,应理论和实践同时交替进行,学是为了做,做是为了更好地学,学习了理论知识点,就要将其及时地应用到机械设计的实践中,在做中学,在学中做,边学边做,边做边学,通过机械设计的实践,才能学得深、记得牢。

(2) 抓住课程体系,掌握机械零部件设计的共性问题及一般思路。机械设计是以机械零件为载体的设计。标准件的设计以选择型号为主,然后进行适当的校核。普通零件的设计,都要先从零件的工作原理、失效形式、材料选择入手,然后进行工作能力计算及结构设计,确定零件的形状和尺寸。零件的类型虽然很多,设计的内容不尽相同,但设计流程基本一致。要善于分析机械零部件设计的共性,从“零碎”的数据中理出头绪,会起到事半功倍的效果。

(3) 综合运用先修课程的知识解决机械设计的实际问题。机械设计是一门综合性较强的课程,在设计零件过程中,要用到多门先修课程的知识。例如轴设计这一部分,当对轴进行强度刚度校核时,就要运用理论力学和材料力学的知识。因此在学习本课程时,必须及时复习先修课程的有关内容,做到融会贯通、综合运用。

(4) 理解系数引入的意义。机械设计中,由于实际影响因素很复杂,而这些因素常常由系数来反映,所以在公式中存在很多系数,要充分理解系数的物理意义、影响系数的因素及如何取值。

(5) 重视结构设计。对机械工程来说,理论计算固然重要,但往往只作为设计的参考,最

终要落实到具体的结构上，结构设计有时是解决问题的关键。大量的工程实践表明，一个好的机械设计工程师，首先必须是一个好的机械结构设计师。没有合理的结构，再好的理论计算也毫无意义。大量的教学实践也表明，机械设计的难点也在机械的结构设计上。因此，在学习机械设计时，自始至终，要对结构设计问题予以足够的重视，课程开始就着手结构设计的学习和练习，并保证足够的结构设计环节的学习时间；除此之外，还要注意对机械零部件的结构多观察、多分析，及时与相应的知识点相对照，逐步养成理论计算与结构设计、工艺问题相结合的思维。

通过对本课程的学习，学生应逐步掌握机械装置和机械零部件的设计方法以及有关机械设计的一些基本理论与注意事项，了解机械设计的一般过程，具备简单机械的整体设计能力；同时学生应能够应用本课程的基本理论知识，对现有的机械设备进行结构、性能等方面的分析，以便更好地应用、维修或改进现有设备，不断挖掘机械设备的潜力，提高机械的运行效率。

思考与练习

试说明一体化机械设计课程的性质和任务及学习本课程应注意的问题。

第 1 章 机械设计概论

学习指导

本章作为机械设计的整体概论，是一般性的理论总结。在学习完本章内容后，要了解组成机械系统的三大部分及每部分在机械系统中的作用，掌握机械设计的一般步骤及零部件的失效形式和设计准则，掌握常用材料的性能和选用原则，掌握机械零件结构的工艺性，了解机械设计的发展方向等内容；要重点掌握零部件的失效形式和设计准则，并把此设计准则与后续具体零部件进行结合，为系统化机械设计理论奠定基础。另外，对机械设计的优化问题、市场需求和产品问题以及机械的可持续发展问题要有足够的认识。

1.1 机械的组成

机械是生产与生活中不可缺少的产品，从古代到现代一直与人类的生活息息相关，因此，为了满足生产和生活的需要，人类已经设计和制造出了种类繁多、功能各异的机械，如机床、起重机、汽车、包装机、轧钢机、缝纫机、自行车等。从功能和结构上看，这些机械的差异显著，之间好像并没有什么联系，但从机械设计的角度看，它们却有许多共同点。这些机械在完成它的功能时，必须由动力装置提供动力，在没有出现蒸汽机之前是靠人力和畜力等来实现的，蒸汽机出现后才由蒸汽机来实现，所以机械具有完整的形态是从蒸汽机出现后才形成的。后来，电动机、内燃机逐步取代了蒸汽机，如金属切削机床是利用电动机提供动力完成切削任务的，汽车是利用发动机提供动力来实现汽车的行驶的，带式输送机是靠电动机的带动完成物料的输送的(见图 1-1)。

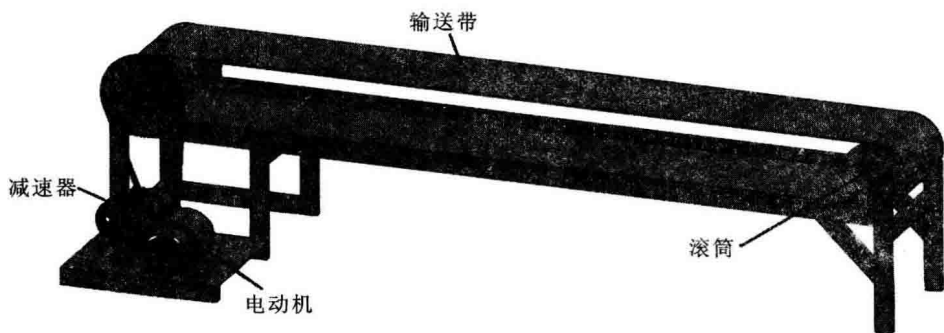


图 1-1 带式输送机

在机械设计中，把机械上为工作机构供给动力的部分称为原动机。现代机械的原动机主要以电动机(见图 1-2)和内燃机(见图 1-3)为主。

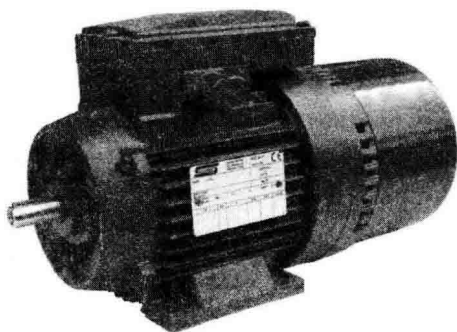


图 1-2 电动机



图 1-3 内燃机

由于生产生活的不同，机械的功能也各式各样，对工作机构的运动与动力的要求也不尽相同。如金属切削机床要求的是回转及直线运动，汽车、自行车要求的是回转运动等。原动机提供的运动通常是回转运动，又由于原动机输出的转速和转矩也是变化的，这就要求机械中必须具有传动机构，它的功能是改变原动机输出的运动和动力，使之从运动形式与动力参数上完全满足机械工作机构的要求。机床的主轴箱、汽车的变速箱和差速器、带式输送机的减速器等都是机械的传动部分。

为了实现具体的功能，机械必须能够完成某些具体的要求，如汽车必须能够实现运动，机床必须能够进行金属的切削，像这样的机构通常称为执行机构。显然，这些机械完成各自功能依靠的结构是不同的，但从机械设计的角度考虑，这些不同的结构都可以被看做是机械的工作部分或工作机构。

可以说，简单的机械通常由三部分组成，见图 1-4。

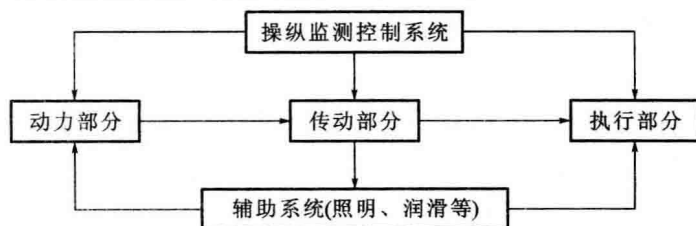


图 1-4 机械的组成

(1) 动力部分(即原动机部分)：其功能是将其他形式的能量转换为机械能(如内燃机和电动机分别将热能和电能转换为机械能)。原动机部分是驱动整部机械完成预定功能的动力源。

(2) 工作部分(或执行部分)：其功能是利用机械能转换或传递能量、物料、信号，如发电机把机械能转换为电能，轧钢机变换物料的外形，等等。

(3) 传动部分：其功能是把原动机的运动形式、运动和动力参数转变为工作部分所需的运动形式、运动和动力参数。

以上三部分都必须安装在支承部件上。为了使三个基本部分协调工作，并准确、可靠地完成整体功能，必须增加操纵监测控制系统和辅助系统。

另外，一部机械不管哪一部分都是由许多机械零件组合而成的，如自行车由前后轮、车架、脚踏板和链传动等组成，链传动由两个链轮和链条组成，链条由多个链节组成，每个链

节又由内外链板、销轴、套筒、滚子等零件组成。因此,构成机械的基本要素是机械零件。概括来说,机械零件可分为两大类:一类是在各种机械中经常都能用到的零件,称为通用零件,如齿轮、链轮、蜗轮、螺栓、螺母等;另一类则是在特定类型的机械中才能用到的零件,称为专用零件,如内燃机的曲轴、汽轮机叶片等。根据机械功能、结构要求,某些零件需固联成没有相对运动的刚性组合,成为机械中独立运动的单元,通常称为构件。构件与零件的区别在于:构件是运动的基本单元,而零件是加工单元。

因此,机械与零件是密切联系的。机械是整体,而零件是个体,零件的设计是在机械这个整体环境下进行的,而一部机械的性能指标也必须建立在其零件性能可以实现的基础之上。所以,没有一个全局的设计观念,是不可能正确地设计或选择出任何机构和零部件的,一个合格的工程师必须有宏观与微观的概念,否则不可能设计出优秀的作品。

1.2 机械设计的一般程序

机械设计是机械产品生产中的一个非常重要的过程,设计的好坏直接决定着机械的质量。可以说,机械的设计阶段是决定机械产品好坏的关键。机械设计是一个广义的概念,是设计者利用自己的成功经验进行继承和创新的过程。由于机械系统是一个非常复杂的系统,而且机械的种类也十分繁多,再加上设计者的经验、机械加工的条件等因素的影响,所以机械设计没有固定通用的程序,需要根据具体情况具体设计。根据人们设计机械的长期经验,一般来说,一部机械的设计程序基本上包含如下几个阶段。

1. 计划阶段

计划阶段是设计的最初阶段,这个阶段是根据生产和生活的需要,提出要设计机械的目标,从而进行准备的一个阶段,这时对所设计的机械还是一个比较模糊的概念。在这个阶段中主要对设计的机械进行充分的调查和分析,进一步明确机械的具体功能,为以后的决策提出环境、加工、经济 and 时限等各个方面的约束条件,并以此为基础,写出设计任务的具体要求及细节,最后形成设计任务书,作为本阶段的一个总结。设计任务书应该包括所要设计机械的功能、经济性及环保性的估计,制造要求方面的大致估计,基本使用要求,设计时限等。本阶段给出的设计要求和条件仅仅是一个合理的范围,而不是准确的数字,例如确定可以达到的要求、最低要求、希望达到的要求等。

2. 方案设计阶段

方案设计阶段是机械设计最为重要的阶段之一,也是体现设计者能力的阶段。在明确了设计需要解决的问题后,该阶段研究实现机械功能的可能性,并讨论各功能之间有无矛盾,相互是否可以取代等,提出可能实现机械功能的多种方案,每个方案应该包括原动机、传动机构和工作机构(对复杂的机械甚至还包括控制系统)。寻求方案时,应该分别对原动部分、传动部分和执行部分进行分析讨论,然后在考虑机械的使用要求、现有的技术水平和经济性能的基础上,综合运用各方面的知识与经验对各个方案进行分析,最后通过分析比较确定原动机,选定传动机构,确定工作机构的工作原理及应满足的工作参数,绘制原理工作图,完成机械的方案设计。

原动机的方案选择可以有许多种,由于电力技术的普遍性和电力拖动技术的发展,电动机的应用已经变得十分广泛,一般都选择电动机作为原动机。工厂多用 380 V 交流电动机,家庭

多用 220 V 交流电动机, 另外还要考虑电动机转速的问题。在运输行业中多选用热力原动机。

传动方案的选择更为复杂。最常用的传动机构有链传动、带传动、齿轮传动、蜗轮蜗杆传动等。对于同一传动任务, 可以由一种传动来完成, 也可以由多种传动机构组合来完成。常用的传动类型如图 1-5 所示。

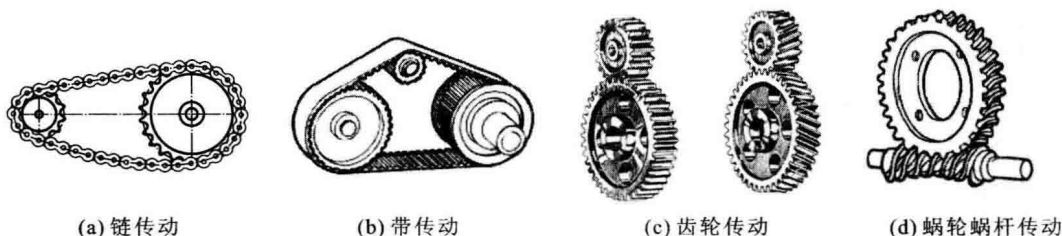


图 1-5 常用的传动类型

如果传动系统中同时存在多个传动方案, 一般带传动或蜗轮蜗杆传动布置在高速级, 齿轮传动布置在中间级, 链传动布置在低速级。

通常实现机械功能的方案有很多。如果用 N_1 表示原动机可能的方案数, N_2 表示传动机构可能的方案数, N_3 表示执行机构可能的方案数, 那么机械的总体方案数 N 为 $N_1 \cdot N_2 \cdot N_3$ 个。此时要对这些可行方案从技术方面和经济方面以及环保等方面进行综合评价, 找出最优方案, 这就是方案寻优。

在方案设计过程中, 要注意借鉴与采用同类机械成功的先例, 这些成功先例是经过设计者的思考与实践检验的, 应该继承下来。而且还要对先前设计的薄弱环节及不符合现有任务要求的部分进行适当的改进或根本的改变。同时, 注意相关学科与技术的新成果的应用, 如材料科学、先进制造技术和先进控制技术的发展使得原来不能实现的方案变为可能, 这些都为方案设计的创新奠定了基础。

3. 技术设计阶段

技术设计阶段是产品的定型阶段。它将对机械装置进行全面的技术规划, 确定零部件的结构、尺寸、配合关系以及技术条件等。技术设计也是机械设计工作中最重要的阶段之一, 是机械设计的核心。机械结构的合理性、工艺性、经济性和可靠性等, 都取决于这一设计阶段。

在技术设计过程中, 要完成对运动方案的运动学和动力学分析, 确定各部件及其零件的相关设计参数, 通过各种设计方案计算完成零件的设计, 确定零件的结构尺寸以及各部件之间的连接, 最后绘制出产品总装配图、部件装配图和零件工作图。技术设计大致需要做以下工作:

(1) 运动学设计。根据设计方案和工作机构的工作参数, 确定原动机的动力参数, 如功率和转速, 进而完成各运动构件的运动参数(转速、速度、加速度)计算。

(2) 动力学计算。根据运动学设计的相关计算参数, 计算出作用于零件上的载荷大小及特性, 这些载荷称为零件设计的公称载荷(名义载荷)。

(3) 零件设计。根据零件的载荷大小及特性即可完成零件的受力分析, 根据零件的设计准则, 通过计算、类比或模型试验的方法, 确定零部件的基本尺寸。

(4) 装配图设计。根据已定出的主要零部件的基本尺寸和机构的结构关系, 设计出总装配图和部件装配图。在综合考虑零件的装配、调整、润滑、加工工艺等的基础上, 对草图中所有零件的结构及装配尺寸进行优化, 完成所有零件的结构与尺寸设计。在此基础上精确地计