



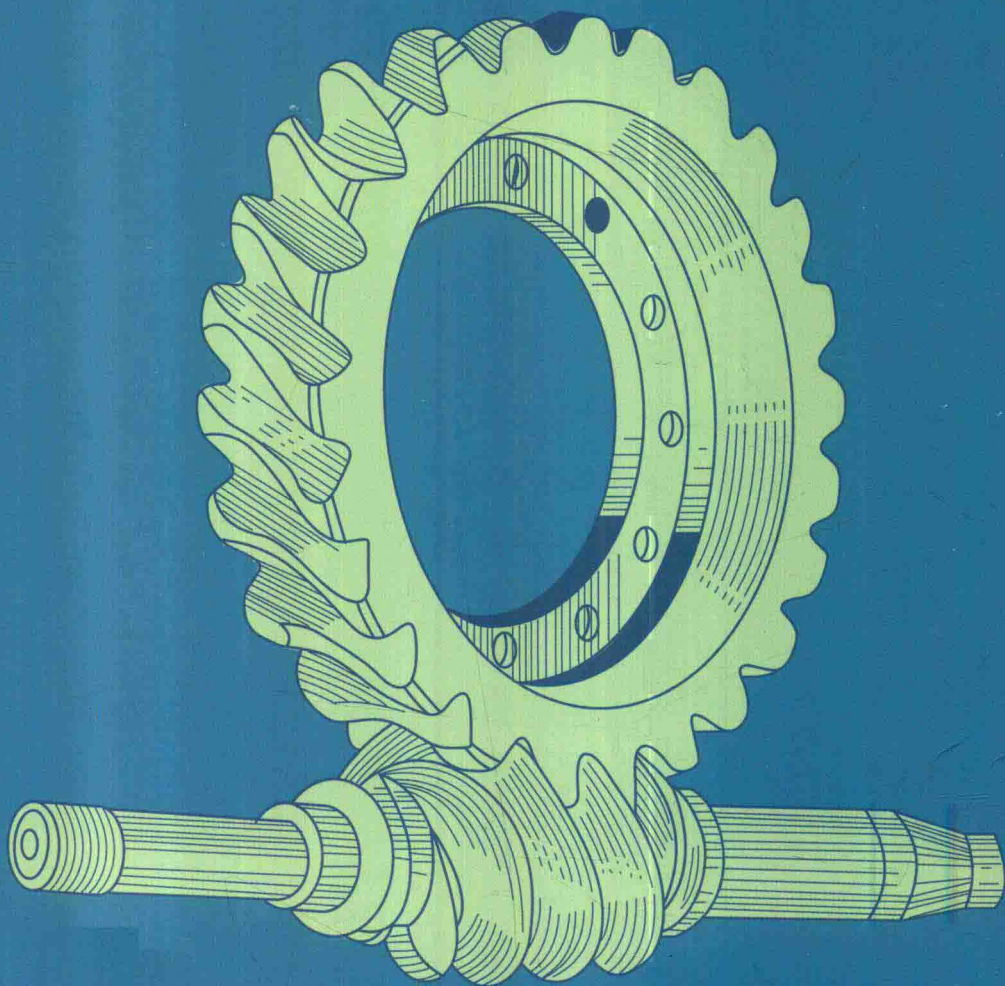
"十二五"普通高等教育
本科国家级规划教材

机械设计

第十版

西北工业大学
机械原理及机械零件
教研室 编著

濮良贵 陈国定 吴立言
主编



高等教育出版社



“十二五”
普通高等教育本科
国家级规划教材

机	械	设计
		第十版

西北工业大学机械原理及机械零件教研室 编著
濮良贵 陈国定 吴立言 主编

机械 设计

Jixie Sheji

第十版

西北工业大学机械原理及机械零件教研室 编著
濮良贵 陈国定 吴立言 主编

图书在版编目(CIP)数据

机械设计 / 西北工业大学机械原理及机械零件教研室编著; 濮良贵, 陈国定, 吴立言主编. -- 10版. -- 北京: 高等教育出版社, 2019.7

ISBN 978-7-04-051421-6

I. ①机… II. ①西… ②濮… ③陈… ④吴… 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(2019)第035011号

内容提要

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材,是在西北工业大学机械原理及机械零件教研室编著,濮良贵、纪名刚主编《机械设计》(第九版)的基础上,根据教育部2011年制订的“机械设计课程教学基本要求”和编者多年来的教学实践经验,考虑加强学生素质教育和能力培养,结合拓宽专业面后的教学改革以及我国机械工业发展的需要修订而成的。

全书共分五篇(十八章):第一篇总论,第二篇连接,第三篇机械传动,第四篇轴系零、部件,第五篇其他零、部件。书后附录有常用量的名称、单位、符号及换算关系。

本书主要作为高等学校机械类专业的教材,也可供其他有关专业的师生和工程技术人员参考。

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将承担相应的民事责任和行政责任;构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话:

(010) 58581999 58582371

58582488//

反盗版举报传真:

(010) 82086060//

反盗版举报邮箱:

dd@hep.com.cn//

通信地址:

北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社法律事务

与版权管理部//

邮政编码: 100120

防伪查询说明

用户购书后刮开封底防伪涂层,利用手机微信等软件扫描二维码,会跳转至防伪查询网页,获得所购图书详细信息。也可将防伪二维码下的20位密码按从左到右、从上到下的顺序发送短信至106695881280,免费查询所购图书真伪。

反盗版短信举报

编辑短信“JB,图书名称,出版社,

购买地点”发送至10669588128

防伪客服电话

(010) 58582300

策划编辑 宋 晓

责任编辑 杜惠萍

书籍设计 张申申

责任校对 高 歌

责任印制 毛斯璐

出版发行 高等教育出版社

社址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100120

购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598

网址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购

<http://www.hepmall.com.cn>

<http://www.hepmall.com>

<http://www.hepmall.cn>

印刷 高教社(天津)印务有限公司

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 28.5

字数 560千字

版次 1960年8月第1版

2019年7月第10版

印次 2019年12月第2次印刷

定价 52.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等

质量问题,请到所购图书销

售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 51421-00

机械设计

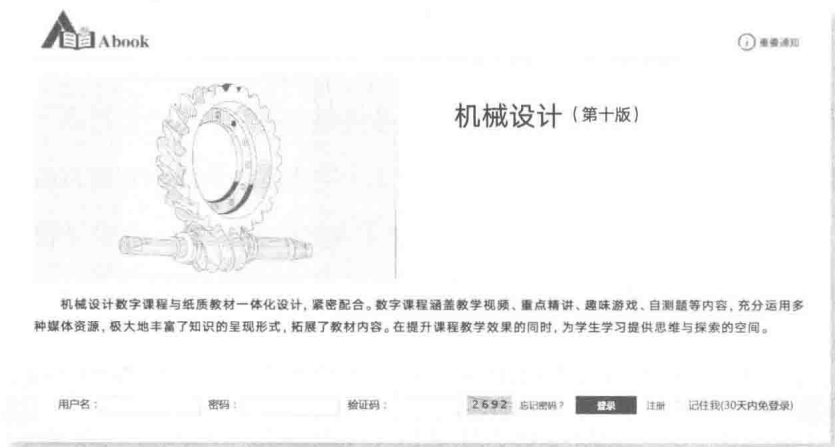
(第十版)

濮良贵

陈国定

吴立言

- 1 计算机访问<http://abook.hep.com.cn/12320611>，或手机扫描二维码、下载并安装 Abook 应用。
- 2 注册并登录，进入“我的课程”。
- 3 输入封底数字课程账号(20位密码，刮开涂层可见)，或通过 Abook 应用扫描封底数字课程账号二维码，完成课程绑定。
- 4 单击“进入课程”按钮，开始本数字课程的学习。



课程绑定后一年为数字课程使用有效期。受硬件限制，部分内容无法在手机端显示，请按提示通过计算机访问学习。

如有使用问题，请发邮件至 abook@hep.com.cn。



扫描二维码
下载 Abook 应用

<http://abook.hep.com.cn/12320611>

本书是“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材，是在《机械设计》(第九版)的基础上修订而成的。本次修订主要做了以下几项工作：

1. 内容的适当更新——自本书第九版出版以来，机械工程及相关领域的新理论、新技术和新标准多有发展变化，根据这些发展变化，本版更新了书中的有关内容，以适应科学技术的发展和教学工作的需要。

2. 适当更新了部分参考文献——在起到相同参考作用的前提下，适当地更新了部分参考文献，以准确反映科技领域新理论和新技术的状况。

3. 增印了一些“二维码”——读者可通过访问这些“二维码”链接，了解和掌握各章的主要学习内容、重点、难点、学习要求以及相应的学习方法，或者解决一些学习过程中可能产生的疑难问题。

4. 更正了第九版文字、插图与计算中的一些疏漏和错误。

本书作为高等学校机械类各专业的教材，其内容以机械类各专业通用的机械设计课程基本内容为主。为了适当拓宽专业面的需要，教师在使用本书时，可以根据不同要求增加介绍有关专业内容。

从1960年第一版开始，在濮良贵先生的指导下，教研室同志集体努力，编写完成了本书的多个版次。半个多世纪以来，濮良贵先生及各位编者为本书耗费了大量的心血，从而形成了本书的特色，并使其成为目前国内机械设计课程最受欢迎的教材之一。在本书第十版的修订过程中，我们立足保持和发扬其原有特色，并适度引入新内容与新技术，力争不辜负本书前辈编者和广大读者的期望。

参加本次修订工作的有吴立言(第一章、第三章和第十三章)、陈国定(第二章、第四章和第十二章)、袁茹(第五章、第六章和第七章)、李洲洋(第八章)、刘光磊(第九章和第十章)、李建华(第十一章和第十四章)、李育锡(第十五章和第十八章)、宁方立(第十六章和附录)和谷文韬(第十七章)。本书由陈国定和吴立言担任主编。

原普通高等学校机械基础课程教学指导分委员会委员、北京科技大学罗圣国教授详细审阅了本书，并提出了许多宝贵意见和建议。另外，各兄弟院校广大师生以及企业设计部门的同志都曾对本书提出过许多意见和建议。在此一并表示衷心的感谢。

限于编者的水平，书中难免有不当之处，请读者不吝批评指正。来信请惠寄陕西省西安市西北工业大学 178 信箱(邮编：710072)，或发电子邮件至gdchen@nwpu.edu.cn。

编者

2018年9月于西安

第一篇 总论

- 第一章 绪论003
 - 1-1 机械与机械设计在社会发展中的作用003
 - 1-2 机械设计课程的内容、性质与任务003
- 第二章 机械设计总论005
 - 2-1 机器的组成005
 - 2-2 设计机器的一般程序006
 - 2-3 对机器的主要要求011
 - 2-4 机械零件的主要失效形式013
 - 2-5 设计机械零件时应满足的基本要求014
 - 2-6 机械零件的设计准则016
 - 2-7 机械零件的设计方法019
 - 2-8 机械零件设计的一般步骤020
 - 2-9 机械零件的材料及其选用021
 - 2-10 机械零件设计中的标准化024
 - 2-11 机械现代设计方法简介024
- 第三章 机械零件的强度027
 - 3-1 材料的疲劳强度027
 - 3-2 机械零件的疲劳强度030
 - 3-3 机械零件的抗断裂强度039
 - 3-4 机械零件的接触强度041
 - 3-5 机械零件可靠性设计简介042
 本章附录045
 习题051
- 第四章 摩擦、磨损及润滑概述053
 - 4-1 摩擦053
 - 4-2 磨损057
 - 4-3 润滑剂、添加剂和润滑方法059
 - 4-4 流体润滑原理简介066

第二篇 连接

- 第五章 螺纹连接和螺旋传动071
 - 5-1 螺纹071
 - 5-2 螺纹连接的类型和标准连接件073
 - 5-3 螺纹连接的预紧077
 - 5-4 螺纹连接的防松079
 - 5-5 螺栓组连接的设计081
 - 5-6 螺纹连接的强度计算088
 - 5-7 螺纹连接件的材料及许用应力096
 - 5-8 提高螺纹连接强度的措施097
 - 5-9 螺旋传动103
 习题112
- 第六章 键、花键、无键连接和销连接115
 - 6-1 键连接115
 - 6-2 花键连接121
 - 6-3 无键连接123
 - 6-4 销连接126
 习题127

■ 第七章 铆接、焊接、胶接和 过盈连接	129
7-1 铆接	129
7-2 焊接	133

7-3 胶接	139
7-4 过盈连接	142
习题	150

第三篇 机械传动

■ 第八章 带传动	155
8-1 概述	155
8-2 带传动工作情况的分析	157
8-3 普通 V 带传动的设计计算	163
8-4 V 带轮的设计	171
8-5 V 带传动的张紧、安装与防护	173
习题	176

■ 第九章 链传动	177
9-1 链传动的特点及应用	177
9-2 传动链的结构特点	178
9-3 滚子链链轮的结构和材料	181
9-4 链传动的工作情况分析	183
9-5 滚子链传动的设计计算	187
9-6 链传动的布置、张紧、润滑与 防护	193
习题	196

■ 第十章 齿轮传动	197
10-1 概述	197
10-2 齿轮传动的失效形式及 设计准则	197
10-3 齿轮的材料及其选择原则	201
10-4 齿轮传动的计算载荷	204
10-5 标准直齿圆柱齿轮传动的 强度计算	209

10-6 齿轮传动的精度、设计参数与 许用应力	215
10-7 标准斜齿圆柱齿轮传动的 强度计算	226
10-8 标准直齿锥齿轮传动的 强度计算	235
10-9 变位齿轮传动强度计算概述	242
10-10 齿轮的结构设计	243
10-11 齿轮传动的润滑	246
10-12 圆弧齿圆柱齿轮传动简介	248
习题	250

■ 第十一章 蜗杆传动	251
11-1 蜗杆传动的类型	251
11-2 普通圆柱蜗杆传动的 基本参数及几何尺寸计算	256
11-3 普通圆柱蜗杆传动 承载能力计算	261
11-4 圆弧圆柱蜗杆传动设计计算	267
11-5 普通圆柱蜗杆传动的 效率、润滑及热平衡计算	272
11-6 圆柱蜗杆和蜗轮的结构设计	277
习题	280

第四篇 轴系零、部件

■ 第十二章 滑动轴承285

12-1 概述285

12-2 滑动轴承的主要结构形式285

12-3 滑动轴承的失效形式及
常用材料287

12-4 轴瓦结构290

12-5 滑动轴承润滑剂的选用293

12-6 不完全流体润滑滑动轴承设计
计算295

12-7 流体动力润滑径向滑动轴承设计
计算297

12-8 其他形式滑动轴承简介309

习题316

13-5 滚动轴承尺寸的选择327

13-6 轴承装置的设计336

13-7 其他347

习题352

■ 第十四章 联轴器和离合器353

14-1 联轴器的种类和特性353

14-2 联轴器的选择360

14-3 离合器363

14-4 安全联轴器及安全离合器366

14-5 特殊功用及特殊结构的
联轴器及离合器368

习题369

■ 第十三章 滚动轴承317

13-1 概述317

13-2 滚动轴承的主要类型及其代号318

13-3 滚动轴承类型的选择322

13-4 滚动轴承的工作情况324

■ 第十五章 轴371

15-1 概述371

15-2 轴的结构设计374

15-3 轴的计算381

习题396

第五篇 其他零、部件

■ 第十六章 弹簧401

16-1 概述401

16-2 圆柱螺旋弹簧的结构、制造、
材料及许用应力402

16-3 圆柱螺旋压缩（拉伸）弹簧的
设计计算406

16-4 圆柱螺旋扭转弹簧的设计计算416

习题420

■ 第十七章 机座和箱体简介421

17-1 概述421

17-2 机座和箱体的一般类型与
材料选择421

17-3 机座和箱体设计概要423

17-4 机座和箱体的截面形状及
肋板布置425

■ 第十八章 减速器和变速器429

18-1 减速器429

18-2 变速器433

18-3 摩擦轮传动简介436

附录 常用量的名称、单位、符号及换算关系	439
----------------------	-----

参考文献	441
------	-----



总 论

本篇概括地论述与机械设计课程普遍有关的内容，
包括第一至四章，即绪论，机械设计总论，
机械零件的强度，摩擦、磨损及润滑概述。



■ 1-1 机械与机械设计在社会发展中的作用

机械工业肩负着为国民经济各个部门提供技术装备的重要任务。机械工业的生产水平是一个国家现代化建设水平的主要标志之一。国家的工业、农业、国防和科学技术的现代化程度都与机械工业的发展程度密切相关。

机器是用来代替人们体力和部分脑力劳动的工具，机器通过将能量、物料和信息等进行传递或转换来为人类做各种有用功。人们之所以要广泛使用机器是由于机器既能承担人力所不能或不便进行的工作，又能较人工生产改进产品的质量，大大提高劳动生产率和改善劳动条件。同时，不论是集中进行的大量生产还是多品种、小批量生产，都只有使用机器才便于实现产品的标准化、系列化和通用化，实现产品生产的高度机械化、电气化、自动化和智能化。因此，大量设计制造和广泛使用各种先进的机器是促进国民经济发展，加速国家现代化建设的一个重要内容。

社会的进步源于人类不断的创新，设计活动则是各项创新的策划、起点和关键环节。机器的发明、使用和发展是推动社会发展的一个重要创新过程。在这一过程中，人们总结出了进行机械设计的理论与方法，从而为更高层次的创新与设计奠定了基础。

现代的机器，正在朝着自动化、智能化、性能更高以及与人类更加和谐的方向发展。现代的机械设计理论与方法正在不断与自动化技术、信息技术、管理科学、生命科学以及艺术学等学科交融。现代机械的设计，除了依靠专业的机械设计师外，更加需要掌握了不同专门技术的人才的相互协作。因此，不仅专业的机械设计师应该掌握较完备的机械设计知识，从事其他各类生产、研究的技术人员，也都应该掌握一定的机械设计知识。只有这样，才能设计出更多更好的机器。

■ 1-2 机械设计课程的内容、性质与任务

在一台现代化的机器中，常会包含着机械、电气、液压、气动、润滑、冷却、信息、控制和检测等系统，但是机器的主体仍然是它的机械系统。无论分解哪一台机器，它的机械系统总是由一些机构组成；每个机构又是由许多零件组成。所以，机器的基本组成要素是机械零件。

机械设计课程的内容是介绍整台机器机械部分设计的基本知识,重点讨论一般尺寸和常用工作参数下的通用零件的设计,包括基本设计理论和方法、相关标准和技术资料等。

本教材包含的具体内容是:

1) 总论部分——机器及零件设计的基本要求,设计准则,设计方法,材料选择,结构要求,强度理论,以及摩擦、磨损、润滑等方面的基本概念和知识;

2) 连接设计——螺纹连接,键、花键及无键连接,销连接,铆接,焊接,胶接以及过盈连接等的设计;

3) 传动设计——螺旋传动、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动以及摩擦轮传动等的设计;

4) 轴系设计——滑动轴承、滚动轴承、联轴器与离合器以及轴等的设计;

5) 其他部分——弹簧、机座和箱体、减速器和变速器等简介。

由上可知,机械设计课程的性质是以一般尺寸通用零件的设计为核心的设计性课程,是论述它们的基本设计理论与方法的技术基础课程。这里需要特别提醒的是,书中虽然只涉及了上述一些零、部件的设计,但学生绝不是仅仅为了学会这些零、部件的设计理论和方法,而是通过学习这些基本内容去掌握有关的设计规律和技术措施,从而具有设计其他通用零、部件或某些专用零、部件(包括书中没有提到的以及目前尚未出现的零、部件)的能力。

机械设计课程(包括它的相关教学环节)的主要任务是培养学生以下方面的能力:

1) 具有正确的设计思想并勇于创新探索;

2) 掌握通用零件的设计原理、方法和机械设计的一般规律,进而具有综合运用所学的知识,研究改进或开发新的零、部件及设计简单的机械装置的能力;

3) 具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力;

4) 掌握典型机械零件的试验方法,获得试验技能的基本训练;

5) 了解国家当前的有关技术经济政策,并对机械设计的新发展有所了解。

在机械设计课程的学习过程中,要综合运用先修课程中所学的有关知识与技能,结合各个教学实践环节进行机械技术人员的基本训练,逐步提高自己的理论水平、构思能力,特别是提高提出问题、分析问题及解决问题的能力,为顺利过渡到专业课程的学习及进行专业产品和设备的设计奠定宽广而坚实的基础。



重难点
分析



■ 2-1 机器的组成

机器的发展经历了一个由简单到复杂的过程。人类为了满足生产及生活的需要，设计和制造了种类繁多、功能各异的机器。但是，只是在蒸汽机出现以后，机器才具有了完整的形态。可以用图 2-1 来概括地说明一部完整机器的组成。

在图 2-1 中，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，着眼点在于它们的功能，并不涉及其复杂性。

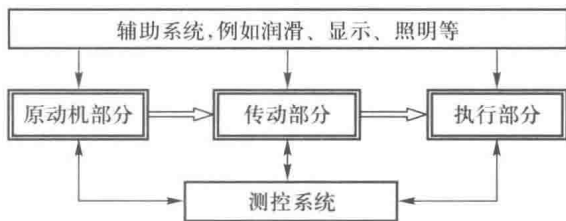


图 2-1 机器的组成

原动机部分是驱动整部机器完成预定功能的动力源。通常一部机器只用一个原动机，复杂的机器也可能有好几个动力源。一般地说，它们都是将其他形式的能量转换为可以利用的机械能。从历史发展来说，最早被用来作为原动机部分的是人力或畜力。此后水力机及风力机相继出现。工业革命以后，主要是利用蒸汽机（包括汽轮机）及内燃机。电动机的出现，使一切可以得到电力供应的地方几乎全部使用了电动机作为原动机。现代机器中使用的原动机大致是以各式各样的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。在少数情况下也有用直线运动电动机或作动筒以直线运动的形式输出一定的推力或拉力。

执行部分是用来完成机器预定功能的组成部分。一部机器可以只有一个执行部分（例如压路机的压辊），也可以将机器的功能分解成若干个执行部分（例如桥式起重机的卷筒、吊钩部分执行上下吊放重物的功能，小车行走部分执行横向运送重物的功能，大车行走部分执行纵向运送重物的功能）。

由于机器的功能是各式各样的，所以要求的运动形式也是各式各样的。同时，所要克服的阻力也会随着工作情况而异。但是原动机的运动形式、运动及动力参数却是有限的，而且是确定的。这就提出了必须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、运动及动力参数的问题。这个任务就是靠传动部分来完成的。也就是说，机器中的传动部分是用来完成运动形式、运动及动力参数转变的。例如把旋转运动变为直线运动，高转速变为低转速，小转矩变为大转矩等。机器的传动部分多数使用机械传动系统，有时也可使用液压或电力传动系统等。

简单的机器只由上述三个基本部分组成。随着机器的功能越来越复杂，对机器的

精确度要求也就越来越高，如果机器只有以上三个基本部分，使用起来就会遇到很大的困难。所以，机器除了以上三个部分外，还会不同程度地增加其他部分，例如测控系统和辅助系统等。测控系统可分为检测系统与控制系统。控制系统根据检测系统测定的机器工作参数（速度、压力、温度等）来调整和控制机器的工作状态。

以汽车为例，发动机（汽油机、柴油机或电动机）是汽车的原动机；离合器、变速箱、传动轴和差速器组成传动部分；车轮、悬挂系统及底盘（包括车身）是执行部分；转向盘和转向系统、排挡杆、制动器及其踏板、离合器踏板及加速踏板组成控制系统；油量表、速度表、里程表及水温表等组成显示系统；后视镜、门锁、刮水器及安全装置等为其他辅助装置；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。

■ 2-2 设计机器的一般程序

一部机器的质量基本上取决于设计质量。制造过程对机器质量所起的作用，本质上就在于实现设计时所规定的质量。因此，机器的设计阶段是决定机器好坏的关键。

本书中所讨论的设计过程仅指狭义的技术性的设计过程。它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。要很好地将继承与创新结合起来，才能设计出高质量的机器。一部完整的机器是一个复杂的系统，要提高设计质量，必须有一个科学的设计程序。虽然不可能列出一个在任何情况下都有效的唯一程序，但是，根据人们设计机器的长期经验，一部机器的设计程序基本上可以如表 2-1 所示。

以下对各阶段分别加以简要说明。

（一）计划阶段

在根据生产或生活的需要提出所要设计的新机器后，计划阶段只是一个预备阶段。此时，对所设计的机器仅有一个模糊的概念。

在计划阶段中，应对所设计的机器的需求情况做充分的调查研究和分析。通过分析，进一步明确机器所应具有的功能，并为以后的决策提出由环境、经济、加工以及时限等各方面所确定的约束条件。在此基础上，明确地写出设计任务的全面要求及细节，最后形成设计任务书，作为本阶段的总结。设计任务书大体上应包括机器的功能、经济性及环保性的估计、制造要求方面的大致估计、基本使用要求以及完成设计任务的预计期限等。此时，对这些要求及条件一般也只能给出一个合理的范围，而不是准确的数字。例如可以用必须达到的要求、最低要求、希望达到的要求等方式予以确定。

(二) 方案设计阶段

本阶段对设计的成败起关键的作用。这一阶段也充分表现出了设计工作有多个解(方案)的特点。

机器的功能分析,就是要对设计任务书提出的机器功能中必须达到的要求、最低要求及希望达到的要求进行综合分析,即这些功能能否实现,多项功能间有无矛盾,相互间能否替代等。最后确定功能参数,作为进一步设计的依据。在这一步骤中,要恰当处理需要与可能、理想与现实、发展目标与当前目标等之间可能产生的矛盾问题。

确定功能参数后,即可提出可能的解决办法,亦即提出可能采用的方案。寻求方案时,可按原动部分、传动部分及执行部分分别进行讨论。较为常用的办法是先从执行部分开始讨论。

设计的阶段	工作步骤	阶段的目标
计划		设计任务书
方案设计		提出原理性的设计方案——原理图或机构运动简图
技术设计		总体设计草图及部件装配草图,并绘制出零件工作图、部件装配图及总装图
技术文件编制		编制设计计算说明书、使用说明书、标准明细表、其他技术文件等