

# 机械设计基础

● 主编 陈为全 李金花 张世亮

 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 机械设计基础

主 编 陈为全 李金花 张世亮  
副主编 李晓燕 王宗玲 钟 浩 尹 亮  
参 编 卜繁永 杨素芳  
主 审 焦新伟

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

版权专有 侵权必究

---

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计基础 / 陈为全, 李金花, 张世亮主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2018. 8  
ISBN 978-7-5682-6169-2

I. ①机… II. ①陈… ②李… ③张… 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 (2018) 第 190870 号

---

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(总编室)

(010)82562903(教材售后服务热线)

(010)68948351(其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 /

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 15.25

字 数 / 360 千字

版 次 / 2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 59.80 元

责任编辑 / 陈 玉

文案编辑 / 陈 玉

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李 洋

---

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

# 前 言

本书是根据高等教育机电类专业人才培养目标，并结合专业发展需要而编写的。

本书的特点如下：

(1) 本书对相关课程的内容进行优化，将机械原理、机械零件两部分内容有机地结合在一起。

(2) 本书贯彻基本理论以“必需、够用”为度的原则，删减了理论性较强的内容，而突出了实用性强的教学内容，以服务后续专业课程的学习。

(3) 本书围绕培养学生的职业技能这条主线来设计教材的结构和内容，并对基本理论用相关公式进行了简化，适合高等院校相关专业的学生使用。

(4) 本书在编写过程中一律采用最新国家标准，力求体现学科与技术的发展。

(5) 本书在编写过程中大量采用立体图和图表，实例剖析，文字简明扼要。

(6) 本书在每一章都注有学习指南、本章重点和本章难点，以利于学生明确每一章的重点和难点。

本书由陈为全、李金花、张世亮任主编，由李晓燕、王宗玲、钟浩、尹亮任副主编，由卜繁永、杨素芳任参编。本书由焦新伟担任主审。具体分工如下：陈为全编写绪论、第1章~第3章、第10章，李金花编写第4章、第5章、第12章，张世亮编写第14章、第15章，李晓燕编写第6章，王宗玲编写第9章，钟浩编写第7章，尹亮编写第8章，卜繁永编写第11章，杨素芳编写第13章。

由于编者水平有限，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

# 目 录

## 绪论 / 1

0.1 本课程基本概念、研究对象和内容 .....	1
0.1.1 本课程的基本概念 .....	1
0.1.2 本课程研究的对象 .....	2
0.1.3 本课程研究的内容 .....	2
0.2 本课程的性质、任务和学习方法 .....	3
0.2.1 本课程的性质 .....	3
0.2.2 本课程的任务 .....	3
0.2.3 本课程的学习方法 .....	3
0.3 机械设计的基本要求、一般程序和设计方法 .....	3
0.3.1 机械设计的基本要求 .....	3
0.3.2 机械设计的一般程序 .....	4
0.3.3 机械设计方法 .....	4
复习思考题 .....	7

## 第1章 平面机构 / 8

1.1 平面机构的组成 .....	8
1.1.1 平面运动副的组成和类型 .....	8
1.1.2 平面机构的组成 .....	9
1.2 平面机构简图的绘制 .....	10
1.2.1 平面运动副和构件的表示 .....	10
1.2.2 平面机构简图的绘制 .....	11
1.3 平面机构自由度的计算 .....	13
1.3.1 平面运动副对构件的约束 .....	13
1.3.2 平面机构自由度的计算公式 .....	13
1.3.3 计算平面机构自由度时应注意的问题 .....	13
1.3.4 机构具有确定运动的条件 .....	16
复习思考题 .....	16

## 第2章 平面连杆机构 / 17

2.1 平面连杆机构的组成、基本类型和演化 .....	17
2.1.1 平面连杆机构的组成 .....	17
2.1.2 平面连杆机构的基本类型 .....	17

2.1.3	平面铰链四杆机构中存在曲柄的条件	18
2.1.4	平面铰链四杆机构的演化	20
2.2	平面连杆机构的工作特性	21
2.2.1	压力角和传动角	21
2.2.2	死点	22
2.2.3	急回特性	23
2.3	图解法设计平面连杆机构	24
2.3.1	按两连架杆的对应位置设计四杆机构	24
2.3.2	用反转法按连杆预定的位置设计四杆机构	25
2.3.3	按给定的行程速比系数设计四杆机构	27
	复习思考题	28

### 第3章 凸轮机构 / 29

3.1	凸轮机构的组成及类型	29
3.1.1	凸轮机构的组成、特点和应用	29
3.1.2	凸轮机构的类型	30
3.2	从动件的运动规律和选择	31
3.2.1	凸轮机构的工作过程	31
3.2.2	从动件的常用运动规律	32
3.2.3	从动件运动规律的选择	35
3.3	作图法设计凸轮轮廓曲线	36
3.3.1	尖顶对心移动从动件盘形凸轮轮廓曲线的设计	37
3.3.2	滚子对心移动从动件盘形凸轮轮廓曲线的设计	37
3.3.3	偏置从动件盘形凸轮轮廓曲线的设计	38
3.3.4	对心平底从动件盘形凸轮轮廓曲线的设计	38
3.4	解析法设计凸轮轮廓曲线	39
3.5	凸轮机构设计中的几个问题	40
3.5.1	凸轮的材料	40
3.5.2	凸轮基圆半径的确定	40
3.5.3	滚子半径的选择	40
3.5.4	压力角的确定	41
	复习思考题	42

### 第4章 间歇运动机构 / 43

4.1	槽轮机构	43
4.1.1	槽轮机构的组成、工作原理和类型	43
4.1.2	槽轮机构的特点和应用	44
4.2	棘轮机构	45

4.2.1 棘轮机构的组成、工作原理和类型	45
4.2.2 棘轮机构的特点和应用	47
4.3 其他间歇机构	47
4.3.1 不完全齿轮间歇机构	47
4.3.2 凸轮式间歇机构	48
复习思考题	49
<b>第5章 螺纹连接和螺旋传动 / 50</b>	
5.1 螺纹的形成、类型和主参数	50
5.1.1 螺纹的形成	50
5.1.2 螺纹的类型	50
5.1.3 螺纹的主参数	52
5.2 螺纹连接的类型和应用	53
5.2.1 螺纹连接的类型和应用概述	53
5.2.2 标准螺纹连接的结构特点和应用	53
5.3 螺纹连接的预紧及防松	55
5.3.1 螺纹连接的预紧	55
5.3.2 螺纹连接的防松	55
5.4 螺栓连接的强度计算	57
5.4.1 普通螺栓连接的强度计算	58
5.4.2 铰制孔螺栓连接的强度计算	62
5.5 提高螺栓连接强度的措施	62
5.5.1 螺纹连接件的材料	62
5.5.2 提高螺栓连接强度的措施	62
5.6 螺栓组连接的结构设计	64
5.7 螺旋传动	66
5.7.1 螺旋传动的类型	66
5.7.2 滚动螺旋传动	67
复习思考题	68
<b>第6章 键连接、销连接和无键连接 / 69</b>	
6.1 键连接	69
6.1.1 键连接的类型、特点和应用	69
6.1.2 平键连接的选用及强度校核	71
6.1.3 花键连接的类型、特点和应用	73
6.2 销连接和无键连接	74
6.2.1 销连接	74

6.2.2 无键连接 .....	75
复习思考题 .....	77

## 第7章 带传动 / 78

7.1 带传动的组成、类型及特点 .....	78
7.1.1 带传动的组成 .....	78
7.1.2 带传动的类型 .....	79
7.1.3 带传动的特点和应用 .....	79
7.2 V带和带轮的结构 .....	80
7.2.1 V带的结构和标准 .....	80
7.2.2 V带轮的结构和材料 .....	84
7.3 V带传动设计 .....	86
7.3.1 带传动的工作情况分析 .....	86
7.3.2 带传动的失效形式和设计准则 .....	90
7.3.3 普通V带传动设计 .....	90
7.4 带传动的张紧、安装及维护 .....	96
7.4.1 带传动的张紧 .....	96
7.4.2 带传动的安装及维护 .....	98
复习思考题 .....	98

## 第8章 链传动 / 99

8.1 链传动的组成、类型及特点 .....	99
8.1.1 链传动的组成 .....	99
8.1.2 链传动的类型 .....	99
8.1.3 链传动的特点和应用 .....	100
8.2 套筒滚子链及链轮 .....	100
8.2.1 套筒滚子链 .....	100
8.2.2 链轮 .....	102
8.3 链传动的设计 .....	105
8.3.1 链传动的传动比和运动特性 .....	105
8.3.2 套筒滚子链传动的失效形式和设计准则 .....	106
8.3.3 链传动的设计 .....	110
8.4 链传动的布置、张紧及润滑 .....	111
8.4.1 链传动的布置 .....	111
8.4.2 链传动的张紧 .....	111
8.4.3 链传动的润滑 .....	112
复习思考题 .....	114



## 第9章 齿轮传动和蜗杆传动 / 115

9.1 齿轮传动的组成、类型和特点 .....	115
9.1.1 齿轮传动的组成 .....	115
9.1.2 齿轮传动的类型 .....	115
9.1.3 齿轮传动的特点 .....	117
9.2 渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分的名称及几何尺寸计算 .....	117
9.2.1 渐开线轮廓的形成 .....	117
9.2.2 渐开线齿轮各部分的名称 .....	120
9.2.3 渐开线齿轮的基本参数 .....	121
9.2.4 外啮合渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分几何尺寸计算 .....	122
9.3 渐开线标准直齿圆柱齿轮的啮合传动 .....	123
9.3.1 正确啮合条件 .....	123
9.3.2 标准中心距 .....	123
9.3.3 重合度和连续传动条件 .....	124
9.4 渐开线齿轮的加工方法和避免根切现象的措施 .....	125
9.4.1 渐开线齿轮的加工方法 .....	125
9.4.2 避免根切现象的措施 .....	127
9.5 齿轮的材料、热处理和传动精度等级的选择 .....	131
9.5.1 齿轮的材料、热处理 .....	131
9.5.2 齿轮材料的许用应力 .....	133
9.5.3 齿轮传动精度等级 .....	134
9.6 标准直齿圆柱齿轮传动的强度计算 .....	137
9.6.1 齿轮传动的失效形式及设计准则 .....	137
9.6.2 轮齿的受力分析 .....	139
9.6.3 计算载荷 .....	141
9.6.4 齿面接触疲劳强度计算 .....	141
9.6.5 齿根弯曲疲劳强度计算 .....	143
9.7 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动设计 .....	144
9.7.1 渐开线标准直齿圆柱齿轮传动的参数选择 .....	144
9.7.2 设计步骤 .....	145
9.8 斜齿圆柱齿轮传动 .....	148
9.8.1 斜齿圆柱齿轮齿廓的形成 .....	148
9.8.2 斜齿圆柱齿轮传动的啮合特点和正确啮合条件 .....	149
9.9 直齿圆锥齿轮传动 .....	152
9.9.1 圆锥齿轮齿廓的形成及类型 .....	152
9.9.2 直齿圆锥齿轮传动的啮合特点和正确啮合条件 .....	152
9.9.3 直齿圆锥齿轮的主要参数及几何尺寸的计算 .....	153
9.10 齿轮的结构设计、润滑及传动效率 .....	154

9.10.1	齿轮的结构设计	154
9.10.2	齿轮的润滑	156
9.10.3	齿轮传动的效率	157
9.11	蜗杆传动的组成、特点及类型	158
9.11.1	蜗杆传动的组成	158
9.11.2	蜗杆传动的特点	158
9.11.3	蜗杆传动的类型	158
	复习思考题	160

## 第10章 齿轮系 / 162

10.1	齿轮系的类型和应用	162
10.1.1	齿轮系的类型	162
10.1.2	齿轮系的应用	164
10.2	齿轮系的传动比计算	166
10.2.1	定轴齿轮系的传动比计算	166
10.2.2	周转齿轮系的传动比计算	167
10.2.3	混合齿轮系的传动比计算	168
	复习思考题	170

## 第11章 轴 / 171

11.1	轴的类型、材料	171
11.1.1	轴的类型	171
11.1.2	轴的材料	173
11.1.3	轴的一般设计步骤	174
11.2	轴的结构设计	175
11.2.1	拟定轴上零件的装配方案	175
11.2.2	确定各零件的定位方案	176
11.2.3	确定轴的基本直径和各段长度	177
11.2.4	轴的结构工艺性	178
11.3	轴的强度计算	179
11.3.1	按扭转强度条件计算	179
11.3.2	按弯扭合成强度计算	179
11.3.3	轴的弯曲刚度校核计算	180
	复习思考题	184

## 第12章 轴承 / 185

12.1	滚动轴承的结构、类型、特点和应用	185
12.1.1	滚动轴承的结构	185

12.1.2 滚动轴承的类型、特点和应用 .....	186
12.2 滚动轴承的代号意义及其类型的选择 .....	188
12.2.1 滚动轴承的代号意义 .....	188
12.2.2 滚动轴承类型的选择 .....	192
12.3 滚动轴承的寿命计算和静载荷计算 .....	193
12.3.1 滚动轴承的失效形式和计算准则 .....	193
12.3.2 滚动轴承的寿命计算 .....	194
12.3.3 滚动轴承静载荷能力计算 .....	199
12.4 滚动轴承的组合设计 .....	200
12.4.1 滚动轴承的轴向固定 .....	200
12.4.2 滚动轴承的组合支承配置形式 .....	201
12.4.3 滚动轴承的组合调整 .....	203
12.4.4 滚动轴承组合支承部分的刚度和同轴度 .....	203
12.4.5 滚动轴承的预紧 .....	204
12.5 滚动轴承的润滑及密封 .....	205
12.5.1 滚动轴承的润滑 .....	205
12.5.2 滚动轴承的密封 .....	206
12.6 滑动轴承的类型、结构及材料 .....	208
12.6.1 滑动轴承的特点和应用 .....	208
12.6.2 滑动轴承的类型和结构 .....	208
12.6.3 轴瓦的结构和滑动轴承的材料 .....	209
12.7 滚动轴承与滑动轴承的性能比较 .....	212
复习思考题 .....	213

## 第13章 联轴器、离合器和制动器 / 215

13.1 联轴器 .....	215
13.1.1 联轴器的类型、结构和特点 .....	215
13.1.2 联轴器的选择 .....	219
13.2 离合器 .....	220
13.2.1 离合器的类型、结构和特点 .....	220
13.2.2 离合器的选择 .....	224
13.3 制动器 .....	224
13.3.1 制动器的类型、结构和特点 .....	224
13.3.2 制动器的选择 .....	225
复习思考题 .....	225

## 第14章 弹簧 / 226

14.1 弹簧的作用、类型、材料与制造 .....	226
---------------------------	-----

14.1.1	弹簧的作用	226
14.1.2	弹簧的类型	226
14.1.3	弹簧的材料	228
14.1.4	弹簧的制造	228
14.2	圆柱螺旋弹簧的结构、参数与尺寸	229
14.2.1	圆柱螺旋弹簧的结构	229
14.2.2	圆柱螺旋弹簧的参数与尺寸	230
	复习思考题	230

**参考文献 / 231**

# 绪 论

## 【学习指南】

1. 了解本课程的研究对象、内容和基本概念；
2. 了解本课程的性质、任务和学习方法；
3. 弄清机械设计的基本要求、一般程序和设计方法。

## 【本章重点】

1. 本课程研究的性质、任务和学习方法；
2. 机械设计的基本要求、一般程序和设计方法。

## 【本章难点】

1. 零件、构件、部件等概念；
2. 机械和机构的区别。

## 0.1 本课程基本概念、研究对象和内容

### 0.1.1 本课程的基本概念

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而进行的创造性工作，它是一种创造性思维活动，按照设计目标进行分析、计算、决策，并通过文字、数据、图形等信息形成机械产品的设计方案。

机械是机器和机构的总称。机器的类型很多，在日常生活和生产中，我们都接触过许多机器，例如汽车、内燃机、起重机、机床等。各种不同的机器，具有不同的形式、结构和用途，但这些不同的机器也有一些相同的特征，而这些特征主要有以下三点。

(1) 任何机器都是由许多零件组合而成的。例如图 0.1 所示的单缸内燃机，就是由汽缸体 1、活塞 2、进气阀 3、排气阀 4、顶杆 5、凸轮 6、连杆 7、曲轴 8、齿轮 9 和 10 等一系列零件组成的。

零件是不可拆分的最小的制造单元。部件是由一组协同工作的零件所组成的独立装配的单元。在这些零部件中，有的是作为一个独立的运动单元体运动的，有的则是常常由于结构和工艺上的需要，而与其他零件刚性地连接在一起，作为一个整体运动。例如在图 0.1 所示的单缸内燃机中，其连杆组件（图 0.2）就是由连杆体 1、轴承 6、轴承 7、连杆盖 5、连杆螺栓 2、连杆螺母 3 等组成的。它们刚性地连接在一起，作为一个整体运动，各零件之间没有相对运动，也就是说它们共同组成了一个独立的运动单元体。机器中的每一个独立的运动单元体称为“构件”。所以从运动的观点来看，也可以说机器都是由若干个构件组成的。

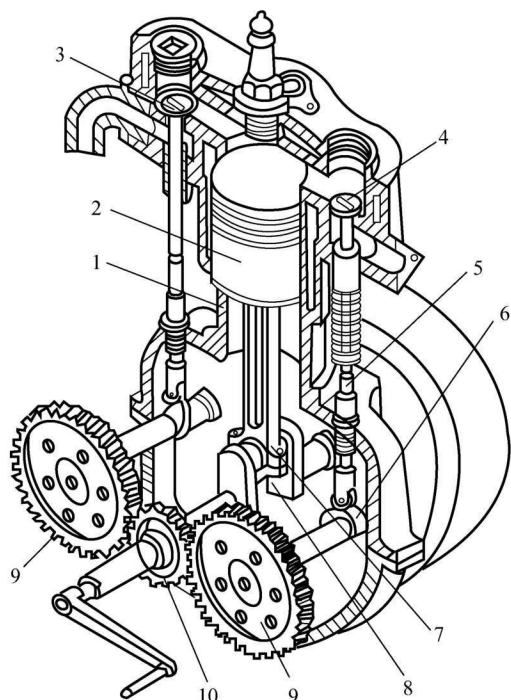


图 0.1 单缸内燃机

1—汽缸体；2—活塞；3—进气阀；4—排气阀；5—顶杆；  
6—凸轮；7—连杆；8—曲轴；9，10—齿轮

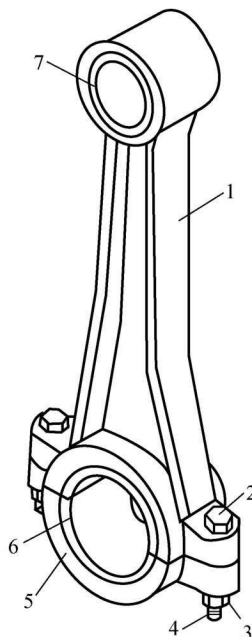


图 0.2 内燃机连杆组

1—连杆体；2—连杆螺栓；3—连杆螺母；  
4—开口销；5—连杆盖；6，7—轴承

(2) 组成机器的各构件之间都有确定的相对运动。例如图 0.1 所示的单缸内燃机中，曲轴与箱体之间、连杆与曲轴之间、活塞与连杆之间等，都具有确定的相对运动。

(3) 各种机器都能代替或减轻人的劳动强度，并能完成有益的机械功或完成能量、物料与信息转换和传递。例如图 0.1 所示的单缸内燃机能将热能转换为机械能。

根据上述分析可知，凡是具有以上三个特征的人为构件的组合物均称为“机器”，而具有以上前两个特征的人为构件的组合物称为“机构”。例如图 0.1 所示的单缸内燃机中，曲轴、连杆、活塞这三个构件的组合物就只具有以上前两个特征，所以组成了一个机构，即常称的曲柄滑块机构（或曲柄连杆机构）。

一台机器可以是一种机构，也可以是多种机构的组合。不同的机器也可能包括相同的机构。

### 0.1.2 本课程研究的对象

机械设计基础课程是一门介绍和研究机械设计基础知识的课程，以组成机械的常用机构及通用零部件为研究对象。

### 0.1.3 本课程研究的内容

本课程研究的主要内容包括两个部分：

(1) 研究常用机构的作用、组成、结构、工作原理、类型、运动特点、设计方法等方面的基本知识。这些常用机构包括平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、间歇机构等。

(2) 研究通用机械零件的工作原理、结构特点、选用和设计问题。这些零件包括齿轮传动、带传动、链传动等传动零部件、连接零部件及轴、轴承等。

## 0.2 本课程的性质、任务和学习方法

### 0.2.1 本课程的性质

本课程是一门专业基础课。旨在培养工程技术人员从事机械设计所需的基本知识、理论和技能，使之具备分析、设计、运行和维护机械设备和机械零件的能力，为今后解决生产实际问题及学习有关新的科学技术打下基础。

本课程综合运用数学、力学、机械制图、金属材料及热处理、互换性与技术测量等课程的知识去解决常用机构和通用零部件的设计问题。涉及的知识面广，实践性强，侧重于工程实际，是基础课与专业课之间的联系环节，起着承上启下的作用。

### 0.2.2 本课程的任务

- (1) 了解常用机构及通用零、部件的工作原理、类型、特点及应用等基本知识。
- (2) 掌握常用机构的基本理论及设计方法，掌握通用零、部件的失效形式，设计准则与设计方法。
- (3) 具备机械设计实验技能和设计简单机械及传动装置的基本技能。

### 0.2.3 本课程的学习方法

本课程是一门综合性、实践性很强的课程，它的学习方法如下：

- (1) 学习知识的同时要注意能力的培养。学习知识是为了解决机械设计中的实际问题，所以要把培养能力放在重中之重的位置，多练习、多实践有助于提高学生的设计能力。
- (2) 学习理论的同时要坚持联系实际，联系整体机械系统进行综合分析。本课程比其他专业基础课更贴近于实际，只有在学习理论的同时，坚持联系工程实际才能加深对理论知识的理解。
- (3) 必须重视结构设计。结构设计是本课程的一个重要的组成部分。结构设计是设计人员设计构思的具体实现，没有结构设计就不可能进行机器的生产。所以结构设计在整个机械设计中占有很重要的地位，必须高度重视。

## 0.3 机械设计的基本要求、一般程序和设计方法

### 0.3.1 机械设计的基本要求

机械设计应满足下列要求：

- (1) 要满足预期功能要求。满足预期功能要求是机械设计首要的要求。
- (2) 要满足市场和经济性要求。机械产品设计中，应始终以满足市场和经济性要求为

导向，将机械产品设计、销售、制造三方面作为一个整体考虑。如果机械产品有市场需要，但其价格昂贵，它最终会被市场所淘汰；如果机械产品无市场需要，即使其价格再便宜，也不会被市场所接受，所以要做到市场和经济性的统一。

(3) 要满足工艺性要求。机械产品的工艺性是指机械产品的加工和装配是否可行、合理、经济。设计人员必须关心产品的加工、装配以及包装、运输整个过程。

(4) 要满足操作和维修方便要求。机械产品如果操作和维修不方便，它就不会被使用者所接受。

(5) 要保证安全性和可靠性要求。安全性和可靠性也是在机械设计中应该非常重视的问题。如果机械产品的安全性和可靠性不够，就会出现事故，造成人身和财产损失。

(6) 要符合环境保护和造型美观要求。随着社会的发展，环境问题和造型美观越来越受到人们的关注。

### 0.3.2 机械设计的一般程序

机械设计一般可按下列程序进行：

(1) 明确设计要求，编制详细的任务书。要进行机械设计，首先必须弄清设计对象的预期功能、有关指标及限制条件，编制详细的任务书。任务书中应明确规定产品应具有的功能、预定成本、生产批量、工作环境条件、结构要求、使用要求及完成任务的时限等。

(2) 确定总体设计方案。这一阶段的主要任务是根据设计任务书的要求，构思出多种方案，再进行分析比较，从中选出一套最优的方案，并绘制出总体设计图——机构运动简图。

(3) 进行结构设计。这一阶段的主要任务是完成施工所需的总装图、部件草图。

(4) 进行零件设计。这一阶段的主要任务是完成各零件工作图，并根据定型的零件图重新绘制出总装图、部件装配图。

(5) 进行试制和鉴定。这一阶段的主要任务是根据上述设计所提供的技术文件进行样机试制，并对试制出的样机进行试验，从技术上、经济上作出全面的评价，为修改设计提供依据。

(6) 进行产品定型。最后根据样机试制中存在的问题修改设计方案，使设计更加完善，定型生产。

### 0.3.3 机械设计方法

机械设计方法有常规设计方法和现代机械设计方法两种。

常规设计方法主要有理论设计、经验设计和模型实验设计等。

现代机械设计方法主要有计算机辅助设计、绿色设计、虚拟设计、有限元设计、最优化设计等。

#### 1. 计算机辅助设计

计算机辅助设计（Computer Aided Design, CAD），目前已经成为国内外各行业进行产品设计时不可缺少的手段。



计算机辅助设计是将人和机器混编在解题专业中的一种技术，从而使人和机器的最好特性联系起来。计算机辅助设计系统以计算机硬件、软件为支持环境，由计算机完成产品设计中的几何建模、计算分析、模拟、工程绘图、优化设计、数据管理等工作，由计算机辅助设计人员完成产品的全部设计过程，最后输出满意的设计结果和产品图纸的机械设计方法。它是最近 30 年来迅速发展起来并得到广泛应用的技术。计算机辅助设计技术最大限度地缩短了从设计到生产的周期，减轻了技术人员劳动强度，提高了设计质量，使设计更加规范化、标准化、智能化。

## 2. 绿色设计

绿色设计（Green Design）是 20 世纪 90 年代初提出的一种新的概念和方法。该方法与资源利用、节约能源和保护环境有着极其密切的关系。绿色设计与绿色制造是经济可持续发展的最有效的途径之一。

绿色设计是在产品全生命周期内，着重考虑产品环境属性（可拆卸性、可回收性、可维护性、可重复利用性等），并将其作为设计目标，在满足环境目标要求的同时，保证产品应有的功能、使用寿命、质量等。

绿色设计源于传统设计，但又高于传统设计，它包含产品从概念设计到生产制造、使用乃至废弃后的回收、重用及处理处置的生命周期全过程，是从可持续发展的高度审视产品的整个生命周期，强调在产品开发阶段按照全生命周期的观点进行系统性的分析与评价，消除潜在的对环境的负面影响，将“3R”（Reduce、Reuse、Recycling）直接引入产品开发阶段，并提倡无废物设计。

绿色设计的主要内容包括绿色设计数据库、绿色产品的建模、绿色设计的材料选择与管理、绿色工艺规划技术、产品的可回收性设计及绿色产品的成本分析等。

## 3. 虚拟设计

虚拟设计是在计算机技术高度发展的基础上产生的一种很有发展前景的现代化设计方法。虚拟机械设计是在虚拟现实（VR）技术基础上，利用多学科的手段和多媒体技术，构建了虚拟机械设计环境，使设计者从以往的图纸设计转变为犹如亲临现场的实物设计。虚拟机械设计技术与虚拟机械制造技术和虚拟装配技术环境构成一个完整的虚拟集成制造系统。在这个系统中，设计人员可以观察和检验零件的加工过程，还可以检验所设计产品的装配和运转情况，如果产品在加工、检验和装配的过程中发现问题，则可以及时地修改设计，因此，虚拟设计与虚拟制造和虚拟装配技术结合，可以缩短产品设计周期，降低产品的开发成本，提高产品的竞争力。

虚拟设计系统由 CAD/CAM 系统、DFX 软件、PDM 软件、专家系统、智能设计系统、有限元软件、数据源、数据接口、核心层、虚拟现实应用层、C/S 层等组成，通过网络与客户取得联系，开展协同工作。

## 4. 有限元设计

有限元思想的提出是在 20 世纪 40 年代初，但由于计算量极大，其真正的应用是在计算机技术发展成熟之后。20 世纪 80 年代已经有了大量通用的有限元计算程序，如 ANSYS、