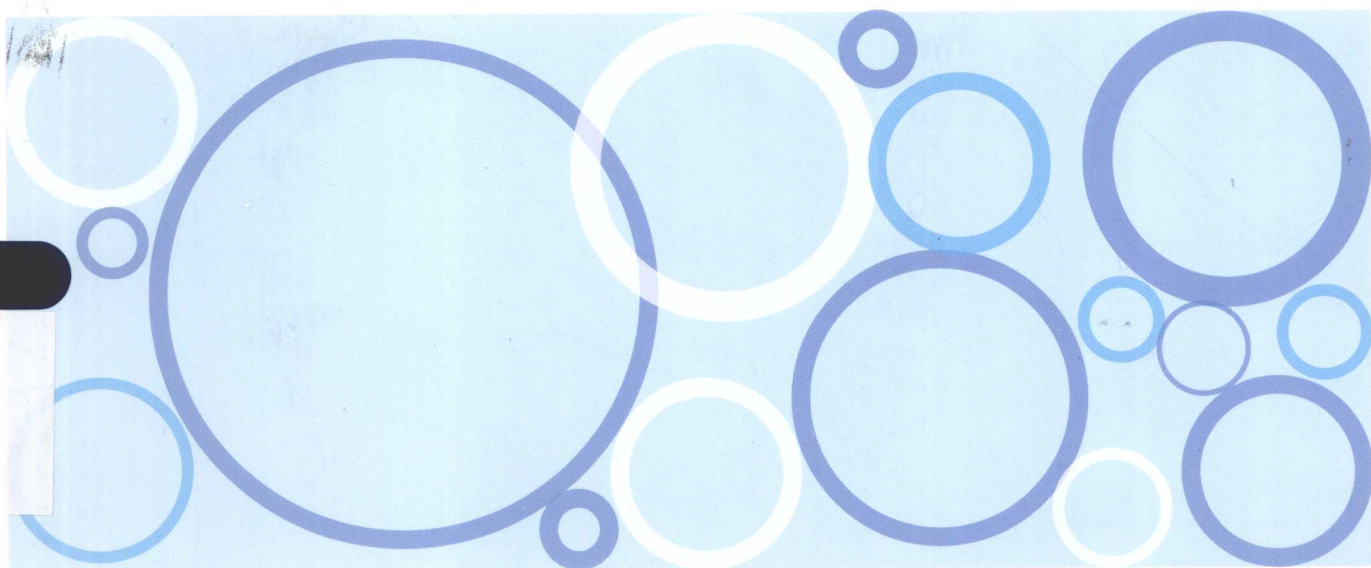


“十三五”普通高等教育本科规划教材

工业设计

——机电基础

张宇红 编著



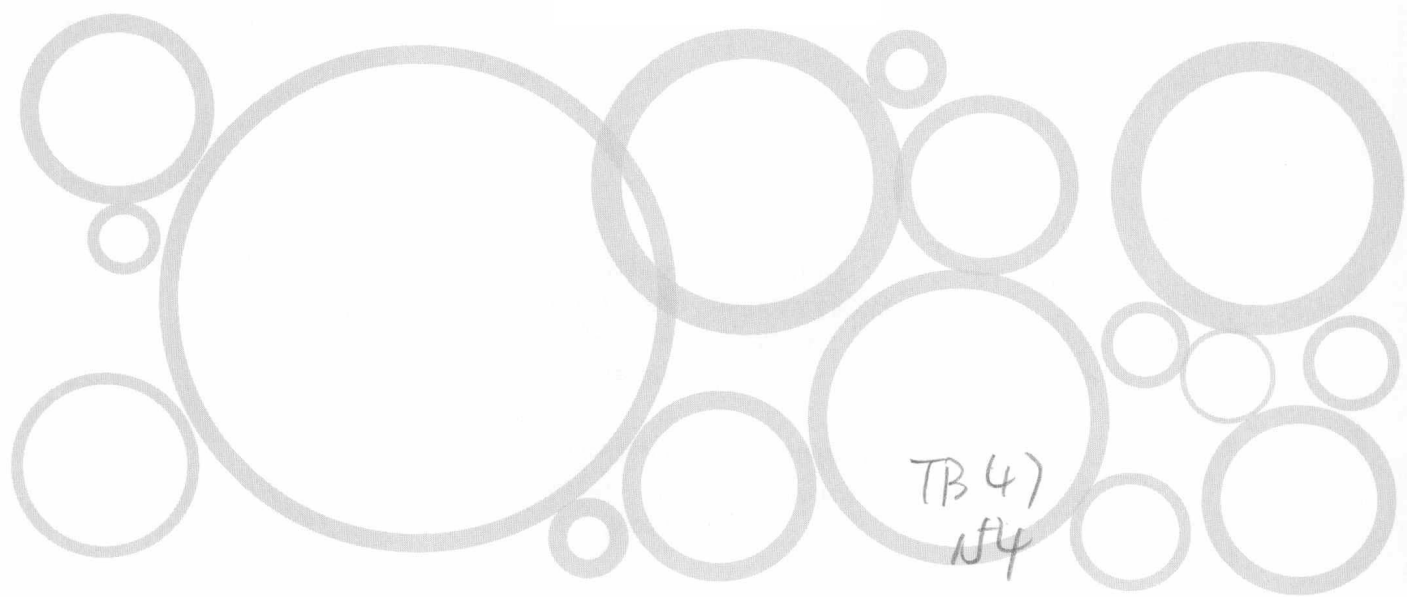
中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

“十三五”普通高等教育本科规划教材

工业设计

——机电基础

张宇红 编著



TB47
154



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。全书共分三部分六个章节。第一部分引入机电基础的概念及意义；第二部分讲述机械设计相关内容，包括静连接、动连接以及机械部件典型案例；第三部分为电器设计相关内容，包括电器设计总论和日用电器等。

该书力求简洁实用，内容简明扼要，图文并茂，通俗易懂，为广大的设计人员介绍相关的机电基础知识，开阔设计人员视野。

本书可作为普通高等艺术院校工业设计、产品设计等专业教学用书，也可作为从事工业设计、产品设计相关的工作技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工业设计：机电基础 / 张宇红编著. —北京：中国电力出版社，2016.1
“十三五”普通高等教育本科规划教材
ISBN 978-7-5123-8236-7

I. ①工… II. ①张… III. ①工业设计-机电工程-高等学校-教材
IV. ①TB47 ②TH

中国版本图书馆CIP数据核字 (2015) 第 210254 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>)

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016年1月第一版 2016年1月北京第一次印刷

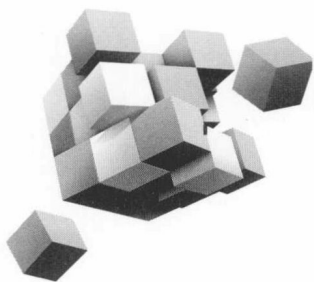
889毫米×1194毫米 16开本 12.25印张 290千字

定价 40.00 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

工业革命的兴起，使人类开始使用机器大批量地生产各种产品，让设计活动进入了一个崭新的阶段——工业设计阶段。工业革命后出现了机器生产、劳动分工和商业的发展，同时也促成了社会和文化的重大变化，这些对于此后的工业设计有着深刻影响。随着商品经济的发展，市场竞争日益激烈，产品实际上已经将一个全新的概念引入设计当中，即将艺术与技术紧密结合，形成一个有机的整体。

国际工业设计协会理事会（ICSID）给工业设计作了如下定义：就批量生产的工业产品而言，凭借训练、技术知识、经验、视觉及心理感受，而赋予产品材料、结构、构造、形态、色彩、表面加工、装饰以新的品质和规格。

工业设计作为现代化生产中的一门新兴的技术，它涉及了诸多学科，其中就包括机械设计和电工基础。它为工业设计人员在产品设计过程中提供其内部所需的理论基础知识。

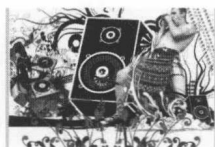
本书作为培养未来设计师的基础教材，其重要意义不言而喻。我们将最基本的设计理念通过教材传授给学生，同时在本书内容编排上注重挖掘原始性创新的源头。我们加入关于产品开发的起源与故事来增加读者的兴趣，培养学生的创新能力。

本书在编写过程中，得到了很多老师的帮助和支持。在此特别感谢江南大学设计学院江建民教授，因为我是从他的手中接过了这门工业设计的重要课程，同时江建民教授前期也为我提供了很多珍贵的课程资料。感谢江南大学设计学院研究生：孙少军、张艳君、张校君、张艳、林泓羽、严资情等同学搜集图片及整理文档。最后还要感谢我的家人给我的关怀和支持！

机电基础，在设计学的建设发展中是一门重要的学科，它的发展已经成熟，为设计师提供着不可或缺的支撑知识。有人说机电基础就相当于设计的灵魂，让设计师设计的产品既有华丽的外表又有内在的功能，使得产品如虎添翼，形神兼备。机电基础在工业设计中的灵活运用是无止境的，还有很多有价值的研究领域值得我们去探索和开拓，限于编者水平，在编纂本书时难免有错误和遗漏，恳请读者批评指正！

编 者

2015年6月于江南大学



目 录

前言

第 1 章 概述 /1

1.1 机器及其组成 /3

1.2 机器的功能组成 /12

1.3 现代机器及其主要特征 /15

1.4 机构和设计 /16

1.5 机械的摩擦、磨损与润滑 /18

本章习题 /30

第 2 章 静连接 /31

2.1 螺纹连接 /31

2.2 螺旋传动 /41

2.3 键 /43

2.4 销连接 /48

2.5 其他连接 /49

本章习题 /56

第 3 章 动连接 /57

3.1 机构 /57

3.2 挠性传动 /71

3.3 啮合传动 /82

本章习题 /92

第 4 章 机械部件典型案例 /93

4.1 轴承 /93

4.2 联轴器、离合器、制动器 /102

4.3 弹簧 /110

4.4 轴、减速器、变速器 /115

本章习题 /126

第 5 章 电器设计总论 /127

5.1 电能 /127

5.2 直流电流及电路 /132

5.3 正弦交流电 /141

5.4 磁场与电磁感应 /149

5.5 三相电机 /152

5.6 电气测量 /154

本章习题 /156

第 6 章 日用电器 /157

6.1 日用电器概述 /157

6.2 电冰箱 /158

6.3 电扇 /161

6.4 洗衣机 /164

6.5 空气清洁器 /167

6.6 微波炉 /169

6.7 电取暖器 /172

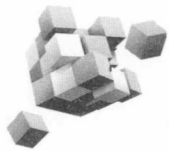
6.8 电动剃须刀 /176

6.9 电视机 /180

6.10 电熨斗 /186

本章习题 /188

参考文献 /189



第 1 章 概 述

在生产和生活的历史长河中，人们为减轻或代替劳动，利用各种机械设备来提高生产效率、产品质量和生活水平。随着科学技术和工业生产的飞速发展，计算机技术、电子技术与机械技术有机结合，实现机电一体化，促使机械产品向着高速、高效、多功能、精密、自动化和轻量化方向发展。机械产品的水平已成为衡量国家技术水平和现代化程度的重要标志之一。

工业设计专业重视艺术与造型在设计教育中是一种普遍现象，这种只重造型而没有结构和机械原理支撑的设计不仅导致了全社会对工业设计师设计能力的怀疑，同时也极大地制约了学生在设计学习中的想象能力和实现能力。工业设计专业的学生，在校的4年中既要学习艺术与造型方面的知识，同时还要学习机械专业方面的知识。本书将机械中的常见原理与实际生活中的应用精选出来，作为工业设计专业对机械、结构原理的一个全面了解的“窗口”，其目的是为了使学生能理解机械结构基本原理与设计的关系。工业设计在学习艺术造型的前提下加强机械原理、结构原理的了解，无论是在深度上还是在质量上都将直接对工业设计教学产生深远的影响。江南大学设计学院在工业设计教育改革上进行设计教育再设计（见图 1-1、图 1-2）。

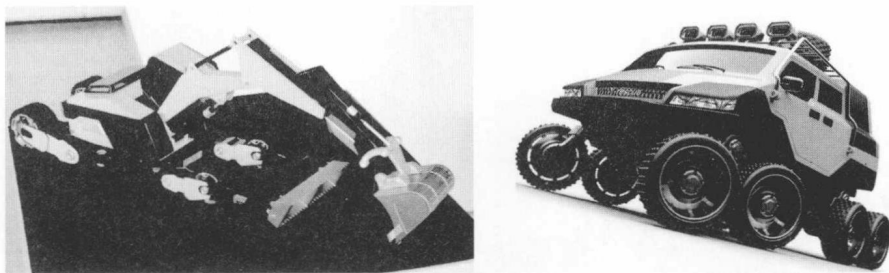


图 1-1 挖掘机设计（左）、汽车设计（右）

图片出处：江南大学工业设计毕业设计作品展

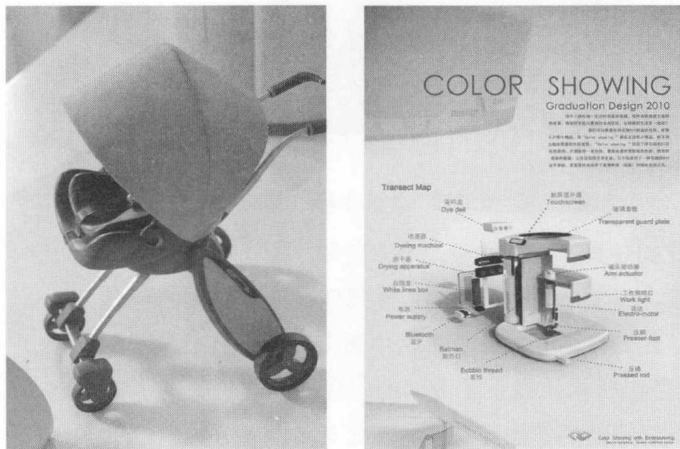


图 1-2 婴儿车设计（左）、印染机设计（右）

图片出处：江南大学毕业设计作品展

论及机器，人们脑海中马上会浮现出各种机器。在生产中，常见的机器如汽车（见图 1-3）、拖拉机、电动机、各种机床等；在生活中常用的洗衣机、缝纫机、电风扇、摩托车（见图 1-4）等。它们的构造、性能和用途等各不相同，但从机器的组成分析，又有其共同点。

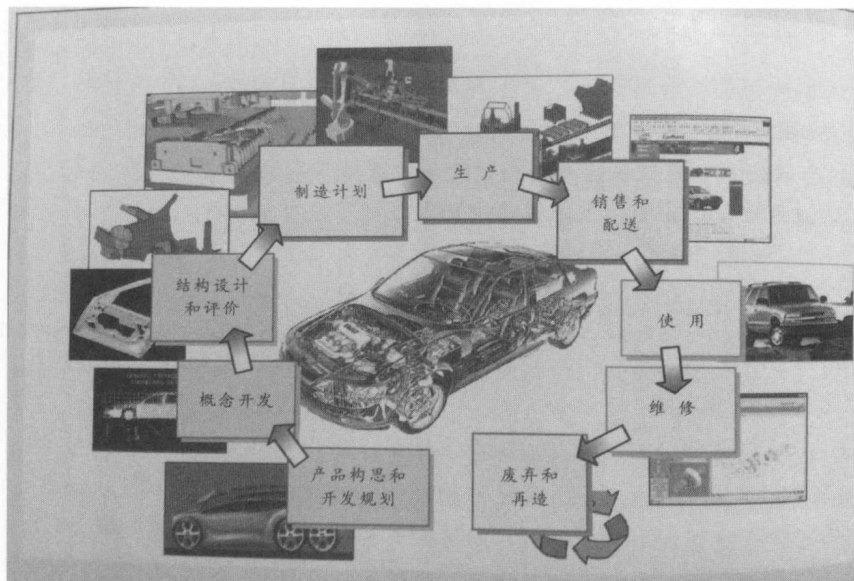


图 1-3 汽车设计流程图

图片出处：张曙，陈超祥. 产品创新和快速开发. 北京：机械工业出版社，2008.

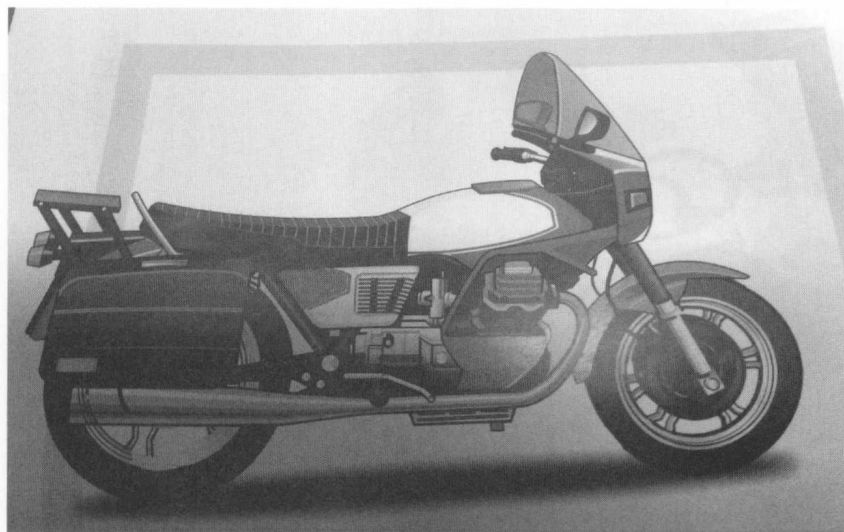


图 1-4 摩托车结构草图

图片出处：周毅晖，林文周，张春强. 产品设计表现. 北京：北京理工大学出版社，2006.

机器是由各种金属和非金属部件组装成的装置，消耗能源，可以运转、做功。它是用来代替人的劳动、进行能量变换、信息处理，以及产生有用功。机器贯穿在人类历史的全过程中。但是近代真正意义上的“机器”，却是在西方工业革命后才逐步被发明出来。而 18 世纪从英国发起的第一次工业革命开创了以机器代替手工劳动的时代，同时也带动了设计的大繁荣，从莫里斯和约翰·拉斯金针对丑陋的机器而发起的工艺美术运动开始，设计与机器就一直“纠缠不清”。直到 20 世纪包豪斯学院的建立，校长格罗佩斯力图探索

艺术与技术的新统一，并要求设计师“向死的机械产品注入灵魂”，设计与机器之间才达到了一个全新的高度，设计不是要抵制机器，而是开始思考与机器之间的一个融合、共赢。

1.1 机器及其组成

机械，源自于希腊语之 *Mechine* 及拉丁文 *Machina*，原指“巧妙的设计”，作为一般性的机械概念，可以追溯到古罗马时期，主要是为了与手工工具相区别。现代中文之“机械”一词为机构（*mechanism*）和机器（*machine*）的总称。机械的特征有：机械是一种人为的实物构件的组合。机械各部分之间具有确定的相对运动，故机器能转换机械能或完成有用的机械功，是现代机械原理中的最基本的概念。

英国机械学家威利斯（*R.Willis*）在其《机构学原理》（*The Principle of Mechanism*, 1841年）所给的定义是：“任何机械（*machine*）都是由用各种不同方式连接起来的一组构件组成，使其一个构件运动，其余构件将发生一定的运动，这些构件与最初运动之构件的相对运动关系取决于它们之间连接的性质。”德国机械学家勒洛（*F.Reuleaux*）在其《理论运动学》（*Theoretische Kinematik, Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens*, 1875年）中的定义为：“机械是多个具有抵抗力之物体的组合体，其配置方式使得能够借助它们强迫自然界的机械力做功，同时伴随着一定的确定运动。”

总体来讲，机械就是能帮人们降低工作难度或省力的工具装置，像奥运火炬（见图1-5）、电动车（见图1-6）以及镊子一类的物品都可以被称为机械，它们是简单机械。而复杂机械就是由两种或两种以上的简单机械构成，通常把这些比较复杂的机械称为机器。

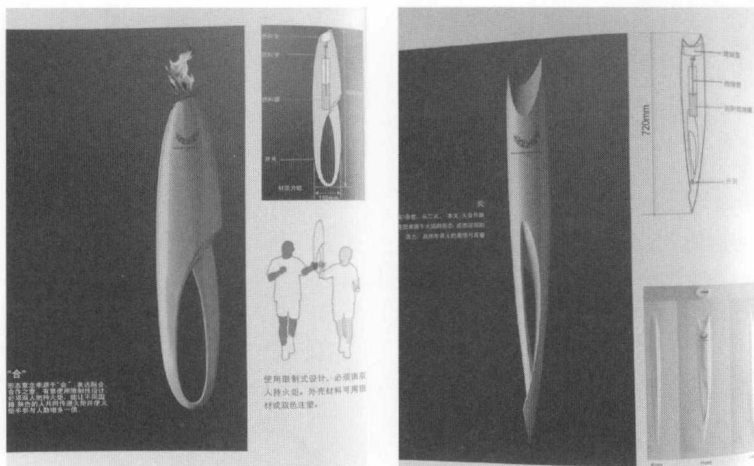


图 1-5 奥运火炬设计

图片出处：段丽莎、伍莹等. 品物·夯基·启创. 上海：上海人民美术出版社，2013.

1.1.1 机器

机器是机械的一种，扳手、钳子、杠杆等也是一种机械。在日常生活和生产过程当中，人类广泛使用着各种各样的机器，用以减轻人类自身的体力劳动、脑力劳动及提高工作效率。在有些人类难以涉足的场合，更是需要用机器来代替人类进行工作。之前，我们对机器已有一些直觉的认识，知道汽车、拖拉机、各种机床、缝纫机、洗衣机等都是机器，而且知道机器的种类繁多，构造、用途和性能也各不相同。但什么是机器？它有何特征

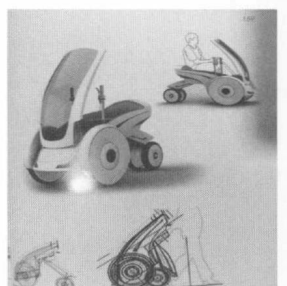


图 1-6 电动车设计
图片出处：段丽莎、伍莹，等. 品物·夯基·启创. 上海：上海人民美术出版社，2013.

呢？下面通过两个实例来分析、归纳它们的性能特征，从而给机器下一个定义。

四旋翼式蜂鸟无人机是美国研究人员研发的新型无人机（见图 1-7）。它以老鹰为灵感，与其他无人机相比，具有重量轻、速度快、抓力强等特点（见图 1-8）。研究人员未来可能改善无人机的视野、提高它的着陆技术或者进一步对抓爪进行改善。

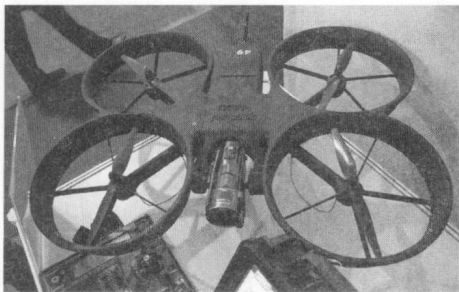


图 1-7 四旋翼式蜂鸟无人机
图片出处：<http://www.nipic.com/show/>

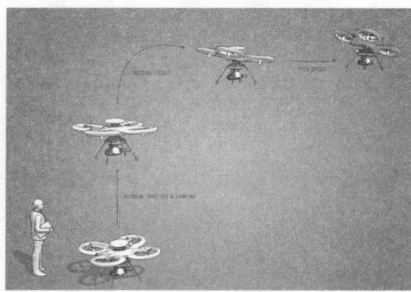


图 1-8 四旋翼式蜂鸟无机使用图
图片出处：<http://baike.baidu.com/picture/1/31/4825820kca8b7a78.html>

该无人机旋翼对称分布在机体的前后、左右四个方向，四个旋翼处于同一高度平面，且四个旋翼的结构和半径都相同，四个电机对称地安装在飞行器的支架端，支架中间空间安放飞行控制计算机和外部设备。内部结构如图 1-9 所示，结构形式如图 1-10 所示。

四旋翼飞行器通过调节四个电机转速来改变旋翼转速，实现升力的变化，从而控制飞行器的姿态和位置。四旋翼飞行器是一种六自由度的垂直升降机，但只有四个输入力，同时却有六个状态输出，所以它又是一种欠驱动系统。

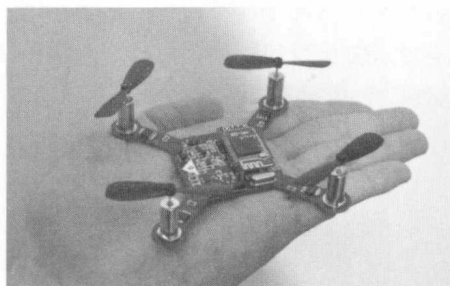


图 1-9 迷你四旋翼飞行器内部结构图
图片出处：http://www.zgkjzx.com/html/2013/cxxm_0826/13362.html

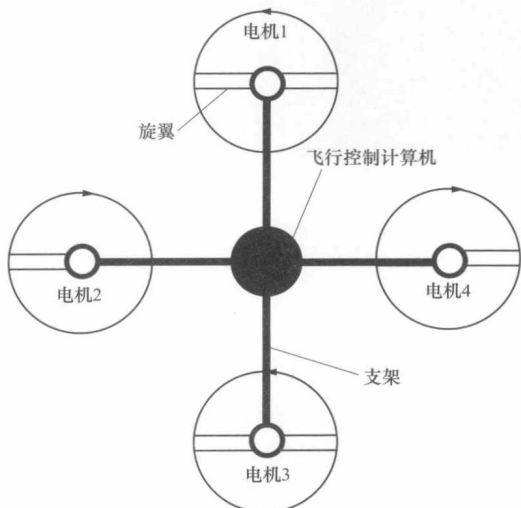


图 1-10 四翼无人飞行器结构形式

四旋翼飞行器的电机 1 和电机 3 逆时针旋转的同时，电机 2 和电机 4 顺时针旋转，因此当飞行器平衡飞行时，陀螺效应和空气动力扭矩效应均被抵消。

在图 1-11 中，电机 1 和电机 3 作逆时针旋转，电机 2 和电机 4 作顺时针旋转，规定沿 x 轴正方向运动称为向前运动，箭头在旋翼的运动平面上方表示此电机转速提高，在下方表示此电机转速下降。

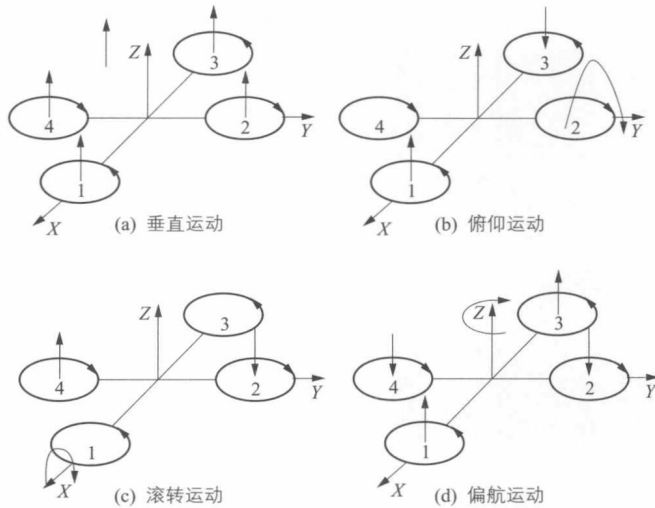


图 1-11 四翼无人飞行器工作原理图

图 1-11 中的运动简图，是描述机器运动的工程语言。由此可见，四翼无人飞行器有以下三个部分：

- (1) 原动部分：将电能转化为四翼无人飞行器的机械能。
- (2) 主运动传动部分：发动机的转动转化为机翼的旋转。
- (3) 协调控制部分：机翼的转动保持飞行器的动作与平衡。

图 1-12 所示为无轮毂自行车的设计。

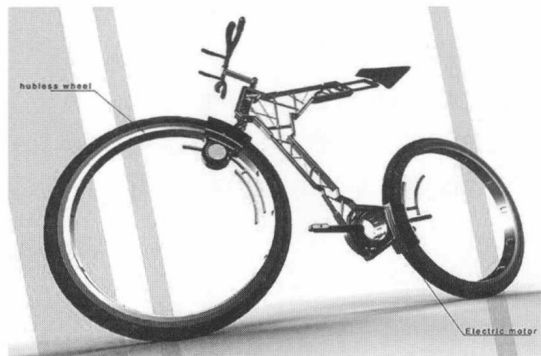


图 1-12 无轮毂自行车

图片出处：<http://en.dict.cn/news/view/11219?chaciye>

图 1-13 中的双向自行车 (Twist Bike) 是由设计师 Jose Hurtado 带来的一个概念，这款自行车除了采用无轮毂驱动方案之外，最大的特点在于包括三脚架等重要部件都是对称设计，独特的齿轮行进系统让轮胎将轮毂统统抛除，以极致简约的形象展现，也使得每个组件拆除起来更容易，以方便修理和存储。而主体框架的完美对称性，则让车把与座位连杆可以随时 180 度旋转，以组合成有趣的双人自行车。无轮毂自行车属于自行车的结构改进，其改进要点是，自行车的 2 个曲柄分别固定在自行车前轮的轮轴的两端，

车架的上斜梁有拐臂，鞍座固定在拐臂上。在普通自行车设置鞍座的位置，改为设置靠背。这种自行车没有链条结构，因此结构简单、耐用。另外，由于鞍座设置在上斜梁的拐臂上，因此重心低，骑起来平稳。这种自行车增设了靠背，乘骑舒服。2012年10月韩国万都公司最新设计的“无轮毂自行车”被称为世界上首款没有链条混合动力电动自行车，像其他助踩式车一样，“无轮毂自行车”结合了人体动力和电子动力。然而不像其他类似的机车，它真实地摆脱了链条的限制，将脚踩动力直接转换为驱动车轮行进的电能。



图 1-13 双向自行车 (Twist Bike) (Jose Hurtado 设计)

图片出处: <http://geek.techweb.com.cn/thread-239380-1-1.html>

这种新型自行车将骑手的动能通过连接至曲柄的发电机直接转变为电能。

前踏式无链条自行车 (见图 1-14)，是由车架、前车轮、后车轮、踏板连动器、连杆、驱动器等组成。其特征在于：不需采用链轮、链条、飞轮等传动零件，变现有自行车的圆周运动为前踏式上、下踏动，减轻了人体膝关节、髌关节的运动量。

踏板连动器采用圆锥齿轮传动 (见图 1-15)，驱动器采用行星轮传动，使自行车的行驶速度及传动的可靠性都得到了很大提高。骑行时不擦挂裤脚，安全舒适，是一种理想的交通工具，特别适用于远距离骑行，且结构简单，安装方便，造价低廉。中轴和后轮轴分别安装一小一大两套圆盘锥齿轮，配合左右脚对称，总共安装 4 个圆盘齿轮。一根传动轴两端分别安装两个小的锥齿轮，并且完全与前后两套圆盘齿轮相啮合。人力脚踏中轴是较小的圆盘齿轮转动，并引起与之相啮合的锥齿轮的转动，从而通过传动轴将力传递到后轴处较大的圆盘齿轮上，带动后轮转动，完成自行车的驱动过程。由此可知，无轮毂自行车也有以下三个部分。

- (1) 原动部分：将人产生的热能转化为自行车的机械能。
- (2) 主运动传动部分：脚踏板的转动变为齿轮的转动。
- (3) 协调控制部分：齿轮转动变为自行车轮的转动。

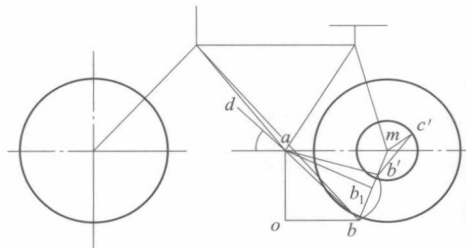


图 1-14 自行车传动机构简图

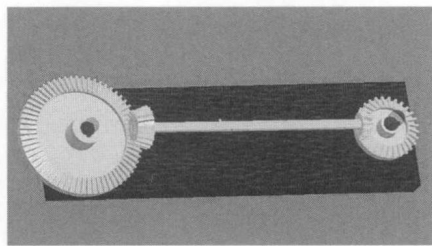


图 1-15 齿轮传动原理

以上两台机器都是由原动部分、主运动传动部分、协调控制部分组成，虽然它们的

构造、用途和性能各不相同，但从其组成、运动确定性及其功能关系来看，均具有以下几个共有的特征：

- (1) 它们都是人为的实物组合体。这与设计的定义具有共同点，即都是人造物。
- (2) 各实体之间具有确定的相对运动。
- (3) 能够用来变换或者传递能量、物料与信息。

因此，同时具备以上三个特征的实物组合体就称为机器。GB（国家标准）对机器的定义为：机器是执行机械运动的装置，用来变换或传递能量、物料、信息。

根据机器用途的不同，机器一般可以分为动力机器、工作机器和信息机器三类。

动力机器的用途是实现机械能和其他形式的能量之间的转换，例如，内燃机、压气机、涡轮机、电动机、发动机等都属于动力机器。

工作机器的用途是完成有用的机械功或者搬运物品，例如，各种机床、轧钢机、汽车、飞机、起重机、洗衣机等都属于工作机器。

信息机器的用途是完成信息的传递和变换，例如，复印机、打印机、绘图机、传真机、照相机等都属于信息机器。

机器的三大特征：①机器是由若干人为的运动单元体（称为构件）组合而成的；②组成机器的各个构件之间具有确定的相对运动，其运动规律是周期性重复变换的（这就是机器的运动循环）；③机器都是用来代替人的脑力或体力，使某个过程实现机械化，即机器能够完成有效的机械功或能量转换。

注意：与机器不同，机构只有前面两个特征，但其在基本组成、运动特征、受力状况等方面与机器没有区别。

机器的分类：力能机器、工艺机器、运输机器、其他机器。

力能机器：简单地说，人力的机器统一称为力能机器。

动力机器：是将热能、内能、电能等转换成机械能，或者将某种介质（水、空气等）的机械能转换成可实际运用的机械能的机器。前者如内燃机、燃气轮机、电动机，后者如风车、水轮机等。

转换机器：是将机械能转换成其他形式能量的机器，如发电机、空压机等。

工艺机器：是在生产过程中完成有用功，以实现工作物外形、空间位置及性质的改变的机器，如各类机床。

机器的复杂程度差别很大，例如，风扇是只有原动机和执行部分的机器。车床则要复杂得多，复杂的主要原因是车床的传动部分的组成元素很多。汽车原动机是内燃机，内燃机构造复杂；其传动部分的构造更复杂；其工作机构是车轮，相对也比较简单。

结论：在机器中，传动部分（传动装置）占有重要地位，它能改变运动的形态（如在旋转与平移之间的运动转换），变速，增（减）速，变换运动方向，分配运动和动力。这是本课程的主要内容之一。

综上所述，机器必须具备以下三个特征：

- (1) 它们是人工的物体组合；
- (2) 它们各个部分之间具有确定的相对运动；
- (3) 它们用来代替或者减轻人类的劳动去完成有用的机械功（如起重机、洗衣机和金属切削机床等）或者转换机械能（如内燃机、发电机等）。

1.1.2 机构

机构是能实现预期的机械运动的各构件的基本组合体，能够用来传递运动和力或改变运动形式的多件实物的组合体，如连杆机构、凸轮机构、齿轮机构等。按组成的各构件间相对运动的不同，机构可分为平面机构（如平面连杆机构、圆柱齿轮机构等）和空间机构（如空间连杆机构、蜗轮蜗杆机构等）；按运动副类别可分为低副机构（如连杆机构等）和高副机构（如凸轮机构等）；按结构特征可分为连杆机构、齿轮机构、斜面机构、棘轮机构等；按所转换的运动或力的特征可分为匀速和非匀速转动机构、直线运动机构、换向机构、间歇运动机构等；按功用可分为安全保险机构、联锁机构、擒纵机构等，例如缝纫机的设计原理（见图 1-16、图 1-17）。

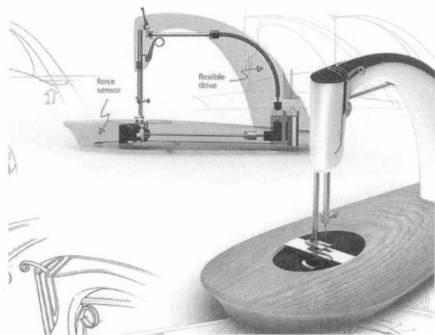


图 1-16 缝纫机设计

图片出处：<http://www.visionunion.com/article.jsp?code=201209030023>

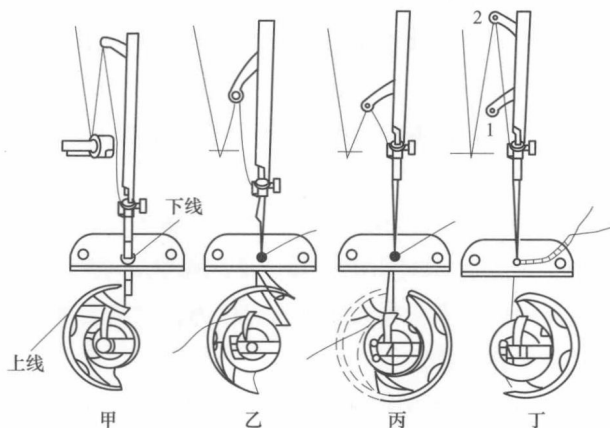


图 1-17 缝纫机原理图

图片出处：<http://www.iszshop.com/article-154.html>

由此可以看出，机构具有机器的前两个特征：①它们都是人为的实物组合体；②各实体之间具有确定的相对运动。

通过以上分析可知，机器是由各种各样的机构组成的，它可以完成能量转换 / 做有用功或处理信息；而机构则是机器的运动部分，机构在机器中仅仅起着运动传递和运动形式转换的作用。

一部机器可能是多种机构的组合体，如上述的四翼无人飞行器和无轮毂自行车，就是由齿轮传动、凸轮机构等组合而成；也可能只含有一个最简单的机构，如人们最熟悉的缝纫机，就只含有一个曲柄滑块机构。

各种功能不同的机器，可以具有相同的机构，也可以采用不同的机构，因此，在设计产品时一定要考虑到相应的结构问题。例如，四翼无人飞行器和无轮毂自行车，其主传动部分的功能是将连续转动变换为循环转动，但所用机构不同：四翼无人飞行器采用的四杆曲柄导杆机构，而无轮毂自行车采用的是齿轮传动机构。

从实现运动的结构组成观点来看，机构和机器之间并无区别。因此，人们常用“机械”作为机器和机构的总称。但机械与机器在用法上略有不同，机器常用来指一个具体的概念，如内燃机、压缩机、拖拉机等；而机械则常用在更广泛、更抽象的意义上，如机械化、机械工业、农业机械。

在运动链中，如果将其中某一构件加以固定而成为机架，则该运动链便成为机构。构件是由各类零件装配而成的各个运动单元。在机构学中组成机构的、彼此间具有确定

的相对运动关系的基本单元,如曲柄滑块机构中的曲柄、连杆、滑块和机架,凸轮机构中的凸轮、从动杆和机架。

平面连杆机构(见图1-18)是由若干刚性构件在相互平行的平面上以相对运动的形式连接而成的机构。由于机构中的构件多呈杆状,因此常称这种机构为连杆机构。连杆机构具有压强小、磨损轻、易于加工等优点,所以是一种运用最多的传动机构,在各类机械和仪器仪表中都有广泛的应用,如活塞式发动机和泵、牛头刨床、印刷机等。连杆机构缺点是:一般情况下它只能近似地实现给定的运动需求,当运动要求复杂时,机构的结构和设计方法均较复杂;机构中做平面复杂运动和往复运动的构件所产生的惯性力难以平衡,在高速时将引起较大振动和动载荷。因此,一般平面连杆机构常用于低速场合,在高速场合需要采用特殊的方法——弹性构件连杆机构设计法进行设计。随着现代计算机技术的发展和运用,连杆机构设计复杂的问题正在逐步得到解决,从而使连杆机构获得更广泛的应用和新的发展。

凸轮机构(见图1-19)的作用是将凸轮的转动变为从动杆的位置移动或摆动。凸轮机构一般由凸轮、从动杆和机架三部分组成。常用凸轮做等速转动(移动凸轮除外),从动杆则做移动或摆动。凸轮机构是一种常用的传动机构,广泛用于内燃机、食品加工机械、切削机床等,特别是在自动机械、半自动机械及各种生产线中应用更加广泛。这类型机构的特点是结构比较简单、紧凑,工作可靠,可得到预期的运动规律,而连杆机构往往难以做到这一点。但是凸轮机构轮廓加工复杂,原、从动件间的点、线接触容易磨损。因此,往往用于传动力不大的控制和调节机构中。

齿轮机构(见图1-20)是现代机械中应用最广泛的一种传动机构,它可以用来传递空间任意两轴间的运动和动力。与其他传动机构相比,齿轮机构的优点是:结构紧凑,工作可靠,传动平稳,效率高,寿命长,能保证恒定的传动比,而且其传递的功率和适用的速度范围大。

零件,指机械中不可分拆的单个制件,是机器的基本组成要素,也是机械制造过程中的基本单元。零件的制造过程一般不需要装配工序,如轴套、轴瓦、螺母、曲轴、叶片、齿轮、凸轮、连杆体、连杆头等。

机构仅具有机器的前2个特征,例如内燃机中活塞、连杆、曲轴和汽缸体组成的曲柄连杆机构,车床中使滑移齿轮能在花键轴上滑移的一套(拨叉、连接轴、销、手柄等)操纵机构等。

机构与机器的区别:机构只是一个构件系统,而机器除构件系统之外还包含电气、液压等其他装置;机构只用于传递运动和力,机器除传递运动和力之外,还应当具有变换或传递能量、物料、信息的功能,一部机器可能包含多种类型的机构,也可能只包含一种机构。机构可以定义为:一个具有确定的机械运动的构件系统,或称它是用来传递运动和动力的可动装置。

1.1.3 机械

机械始于工具,工具即是简单的机械。机械的发明是人类区别其他动物的一项重要标志,人之所以成为地球的主宰,能够利用工具是重要的一条。人类最初制造的工具是石器,如石刀、石斧、石锤等。随着时代发展和社会进步,人类依靠自己的智慧使得工具在种类、材料、工艺、性能等方面不断丰富、完善并日趋复杂,现代各种精密复杂的

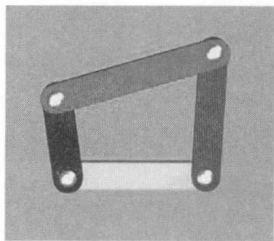


图 1-18 连杆机构

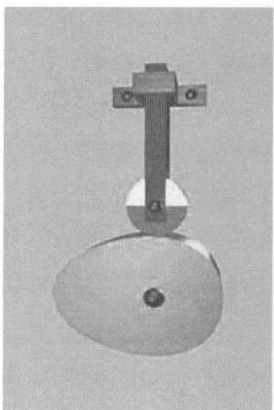


图 1-19 凸轮机构

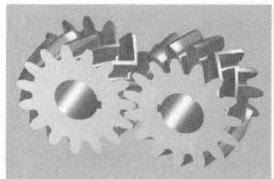


图 1-20 齿轮机构

机械都是从古代简单的工具逐步发展而来的。

机械是人类生产和生活的基本要素之一，是人类物质文明最重要的组成部分。

人类现在已能上游天空和宇宙，下潜大洋深层，远窥百亿光年，近察细胞和分子。机械技术在整个技术体系中占有基础和核心地位，机械技术的历史与人类社会的发展史一样源远流长。

什么是机械呢？许多中外机械专家都给它下过不同的定义。由于机械所涵盖的内容非常广泛，要下一个简明的定义很难。一台简单的机器可以称作机械；一套复杂的成套设备也是机械；一个机件可以称作机械，多个构件组成的实现各种运动形式的机构也是机械。简单地说，机械就是实现某些工作任务的机具或装备，也是机器人和机构的总称。

机械是现代社会进行生产和服务的五大要素（即人、资金、能量、材料和机械）之一。任何现代产业和工程领域都需要应用机械，就是人们的日常生活，也越来越多地应用各种机械了。从某种意义上讲，所有的机械、工具等都是人的某个或某些器官能力的延伸。今天，工具、机械已经渗透到人们生活中的每一个方面，清早醒来，打开窗户，你已经无意中启动了连杆机构；抬起手腕，看看时间，你也许不会意识到其中的齿轮正在传动；驾上爱车，匆匆赶路，你又能否想起发动机和摩擦力的作用呢？实际上，在人们的生活和工作中，机械无处不在。穿衣离不了纺织机械，吃饭离不了食品机械，住房离不了建筑机械，出行离不了交通机械，上天入地、出洋下海更是样样离不了机械。

正是18世纪中叶英国工业革命开辟了机械时代，用机器代替人工进行生产，从而造成生产方式的变革，才使这个世界有了飞速的发展。中国是世界上机械发展最早的国家之一。中国古代在机械方面有许多发明创造，在动力的利用和机械结构的设计上都有自己的特色。许多专用机械的设计和应用，如指南车、地动仪等，均有独到之处，为社会的发展进步做出了卓越的贡献，有些机械甚至至今还在发挥着作用。最典型的古代机械有辘轳、水车等提水机械；水磨、水转大纺车等水力机械；指南车、计里鼓车及各类车船交通机械；浑仪、简仪、地动仪、铜壶滴漏等天文、观测和计时机械；耕、犁、耨车、扇车等农业机械；缫车、纺车、织机等纺织机械；弓、弩、发石机等军事机械；还有铸造、锻造、表面处理、切削加工等各种加工技术和加工机械等。这些机械与技术无一不透露出古代先民的智慧和创造力。

现代机械涵盖的范围更加广泛。从能量转换角度划分，有动力机械，它把各种能源转换为便于利用的机械能，如风力机、汽轮机、内燃机、汽油机、电动机、液压马达、气动马达等；有能量变换机械，它把机械能转换为其他能源形式，如发电机、液压泵、压缩机等；还有工作机械，它利用人力、畜力和动力机械提供的机械能来改变工作对象的状态和位置。按功能可分为粉碎机械、物料搬运机械等。如果按照产业领域和服务对象划分，有工作母机（各类机床）、矿山机械、冶金机械、石油机械、农业机械、林业机械、交通运输机械、建筑机械、纺织机械、造纸机械、塑料机械、橡胶机械、印刷机械、仪器仪表等。也许你还能发现更多的种类。

机械工程就是以有关的自然科学和技术科学为理论基础，结合在生产实践中积累的技术经验，研究和解决在开发设计、制造、安装、运用和修理各种机械中的理论和实际问题的一门应用学科。

各个工程领域的发展都要求机械工程有与之相适应的发展，都需要机械工程提供所必需的机械。某些机械的发明和完善，又会导致新的工程技术和新的产品的出现和发展。

例如大型动力机械的制造成功，促成了电力系统的建立；机车的发明导致了铁路工程和铁路事业的兴起；内燃机、燃气轮机、火箭发动机等的发明和进步以及飞机和航天器的研制成功，导致了航空、航天事业的兴起；高压设备的发展导致了許多新型合成化学工程的成功等。机械工程就是在各方面不断提高的需求的压力下获得发展动力，同时又从各个学科和技术的进步中得到改进和创新的能力。

机械工程的服务领域广阔而多面，凡是使用机械、工具，以至能源和材料生产的部门，都需要机械工程的服务。概括说来，现代机械工程有五大服务领域：研制和提供能量转换机械，研制和提供用以生产各种产品的机械，研制和提供从事各种服务的机械，研制和提供家庭和个人生活中应用的机械，研制和提供各种先进的武器装备。

另外，机械在其研究、开发、设计、制造、运用等过程中都要经过几个工作性质不同的阶段。按这些不同阶段，机械工程又可划分为互相衔接、互相配合的几个分支系统，如机械科学、机械设计、机械制造、机械应用和机械维修等。

这些按不同方面分成的多种分支学科系统互相交叉，互相重叠，从而使机械工程可能分化成上百个分支学科。例如，按功能分的动力机械；按工作原理分的热力机械、流体机械、往复机械、蒸汽动力机械、核动力装置、内燃机、燃气轮机；按行业分的核电站设备、工业动力装置、铁路机车、船舶轮机工程、汽车工程等；都有复杂的交叉和重叠关系。船用汽轮机是动力机械，也是热力机械、流体机械和透平机械，它属于船舶动力装置、蒸汽动力装置，也可能属于核动力装置等。

不论服务于哪一领域，机械工程的内容基本相同：建立和发展机械工程的工程理论基础。例如，研究金属和非金属的成形和切削加工的金属工艺学和非金属工艺学；研究各类有独立功能的机械构件的工作原理、结构、设计和计算的机械原理和机械零件学；研究力和运动的工程力学和流体力学；研究金属和非金属材料的性能及其应用的工程材料学；研究热能的产生、传导和转换的热力学等。

人类从石器时代进入青铜器时代，再进而到铁器时代。在此漫长的历史进程中，用以吹旺炉火的鼓风器的发明和发展起了重要作用。有足够强大的鼓风机，才能使冶金炉获得足够高的炉温，从矿石中冶炼金属。在中国，公元前1000年至公元前900年就已经有了冶铸用的鼓风机，并逐渐从人力鼓风发展到畜力和水力鼓风。

15~16世纪以前，机械工程发展缓慢。但在以千年计的实践中，在机械发展方面还是积累了相当多的经验和知识，成为后来机械工程发展的重要潜力。17世纪以后，资本主义在英、法和西欧诸国出现，商品生产开始成为社会的中心问题。在18世纪中后期，蒸汽机的应用从采矿业推广到纺织、面粉、冶金等行业。制作机械的主要材料逐渐从木材改用更为坚韧但难以用手工加工的金属。机械制造业开始形成，逐步成为一个重要产业。

机械工程通过不断扩大的实践，从分散性的、主要依赖工匠们个人才智和手艺的一种技艺，逐渐发展成为一门有理论指导的、系统的和独立的工程技术。机械工程是促成18~19世纪的工业革命以及近代机械大生产的主要技术因素。

工业革命以前，机械大都是木质结构的，由木工用手工制成。金属（主要是铜、铁）仅用来制造仪器、锁、钟表、泵和木结构机械上的小型零件。金属加工主要靠机匠的精工细作达到所需要的精度。

若撇开机器的做功和转换能量方面所起的作用，仅从结构和运动观点来看，则机器与机构之间并无区别，因此说，机械是机器和机构的总称。