

0 绪 论

0.1 机械发展简史

机械是人类祖先在长期的生活和生产劳动中逐渐创造出来的。人类用机械代替简单的工具，使手和足的功能在很大程度上得到了“延伸”。机械的发展与人类文明发展紧密相连，概括起来可分为3个阶段。

1. 机械起源和古代机械发展阶段（公元前 7 000 年城市文明的出现到 17 世纪末）

世界考古学家发现，公元前 7 000 年，在巴勒斯坦地区犹太人建立的杰里科城，城市文明首次出现在地球上，最早的机械——车轮（见图 0.1）或许是此时诞生的。

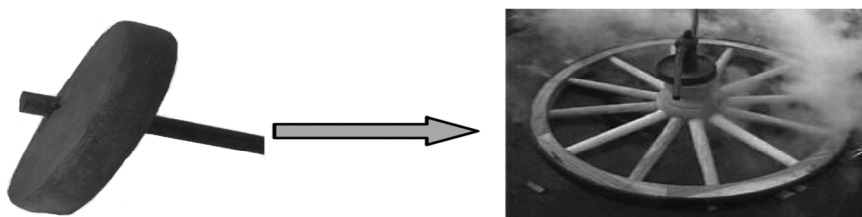


图 0.1 车轮的诞生图

当人类进入青铜器时代，机械得到了很大的发展。公元前 3 000 年，美索不达米亚人和埃及人开始普及青铜器，此后一系列的青铜工具（见图 0.2），如凿子、铜刀、两轮战车等得到了广泛的应用。



图 0.2 青铜工具

到公元前 600 年，学者希罗著书阐明了关于 5 种简单机械（杠杆、尖劈、滑轮、轮与轴、螺纹）推动重物的理论，这是已知的最早的机械理论。

公元前 513 年，希腊、罗马地区对木工工具作了很大改进，除木工常用的成套工具，如斧、弓形锯、弓形钻（见图 0.3）、铲和凿外，还发展了球形钻、能拔铁钉的羊角锤、伐木用的双人锯等。此时，长轴车床和脚踏车床（见图 0.4）已开始广泛使用，用来制造家具和车轮辐条。脚踏车床一直沿用到中世纪，是近代车床的基础。

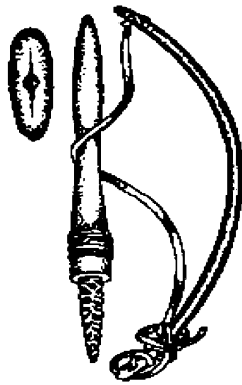


图 0.3 弓形钻

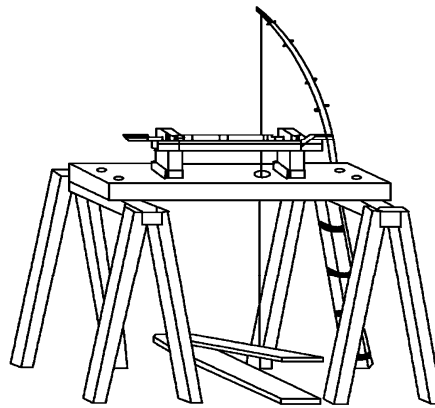


图 0.4 脚踏车床

此后，随着人类对不同材料的成功使用以及阿基米德原理、静止液体中压力传递的基本定律等理论的产生，机械开始由简单走向复杂化。

1698 年，英国的萨弗里制成了第一台实用的用于矿井抽水的蒸汽机——“矿工之友”，开创了机械的原动力创新的先河。

2. 近代机械发展阶段（18 世纪到 20 世纪初）

1769 年，英国的瓦特（见图 0.5）取得带有独立的实用凝汽器专利，从而完成蒸汽机（见图 0.6）的发明，人类从此进入了“蒸汽时代”。

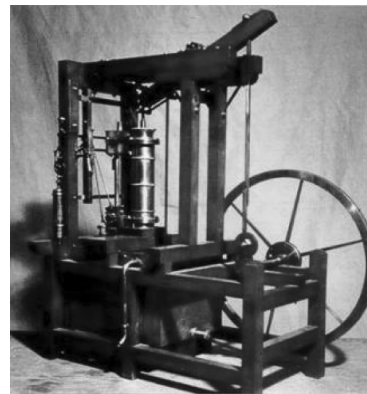


图 0.5 詹姆斯·瓦特

图 0.6 瓦特发明的高效率蒸汽机

1774 年，英国的威尔金森发明了较精密的炮筒镗床，这是第一台真正意义上的机床——加工零件的机器。它成功地用于加工气缸体，使瓦特蒸汽机得以投入运行。

1799 年，法国的蒙日（见图 0.7）发表《画法几何》一书，使“画法几何”成为机械制图的投影理论基础。



图 0.7 几何学家蒙日

1889 年，第一届国际计量大会首次正式定义“米”为“在 0°C ，保存在国际计量局的铂铱米尺（见图 0.8）的两中间刻线间的距离。”世界从此有了更加统一的尺寸单位。

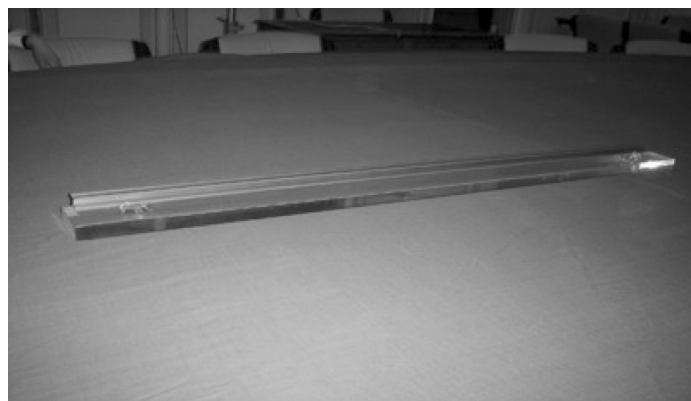


图 0.8 国际计量局的铂铱米尺

在这短暂的两个世纪之间，世界机械的发展主要集中于欧洲，人类经历了蒸汽时代（1770—1870 年）和电气时代（1870—1914 年）两次工业革命，使世界机械发生了脱胎换骨的改变。

3. 现代机械发展阶段（20 世纪初到现在）

20 世纪初，资本主义为了继续满足疯狂扩张的需要，更加注意生产效率的提高及大批量生产的实现。

美国费拉德尔菲尔机械工厂的工人——泰勒，经过对工作实践的研究，发明了高速钢刀具（见图 0.9），极大地提高了金属的切削速度；随后他又发明了一种计算尺（见图 0.10），使一个技术熟练的一流机械技师的计算速度提高了一倍。



图 0.9 高速钢刀具

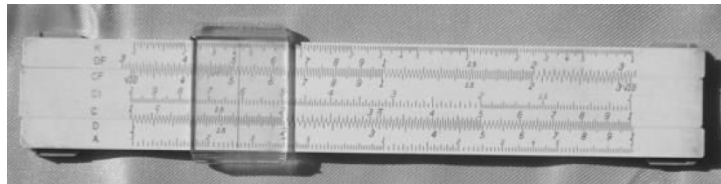


图 0.10 计算尺

为了实现大批量生产，从 19 世纪开始，人们就开始探索互换式的生产方法。其后，各种新式可互换的机床附件也应运而生。在制造机床的同时，为了保证机床的制造精度，千分尺等一大批测量器具被设计并制造出来。

随着对管理模式研究的逐步深入，机械制造开始走向自动化，自动化生产线应运而生。英国莫林斯公司根据威廉森提出的柔性制造系统的基本概念研制出“系统 24”。1976 年，日本发那科公司首次展出由 4 台加工中心和 1 个工业机器人组成的柔性制造单元。

随着科学技术的进步和工业生产的迅速发展，现代的机械已经远远不再是传统的“原动机 + 传动机 + 工作机”，而是已经逐渐会“自行思考”。未来的机械，将更加全面地普及计算机控制，发挥更加智能、高效的作用。

0.2 机械相关概念

1. 机器的概念

机器是执行机械运用的装置，用来变换或传递能量、物料与信息。机器就是人为实体（构件）的组合，各部分之间具有确定的相对运动，并能代替或减轻人类的体力劳动，完成有用的机械功或实现能量转换。

以家用洗衣机为例，电动机产生的动力经皮带传动和减速器减速后，带动波轮旋转，整个洗衣过程由洗衣机中的控制器来控制。一般机器主要由动力部分、传动部分、执行部分、控制部分等组成。各组成部分的作用和应用举例见表 0.1。

表 0.1 机器各组成部分的作用和应用举例

组成部分	作用	应用举例
动力部分	把其他形式的能量转换为机械能，以驱动机器各部件运动等	电动机、内燃机、空气压缩机
传动部分	将原动机的运动和动力传递给执行部分的中间环节	城市轨道交通车辆中的带传动、螺旋传动、齿轮传动等，以及机器中常见的机械传动、液压传动、气压传动等
执行部分	直接完成机器工作任务的部分，处于整个传动装置的终端，其结构形式取决于机器的用途	金属切削机床的主轴、工作台、托板，以及城市轨道交通车辆中的车体、车门
控制部分	包括自动检测部分和自动控制部分，其作用是显示和反映机器的运行位置和状态，控制机器正常运行和工作	数控机床、轨道车辆中的控制装置

其中，动力部分、传动部分、执行部分和控制部分之间的关系如图 0.11 所示。

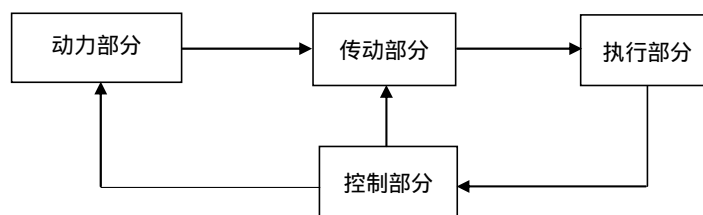


图 0.11 动力部分、传动部分、执行部分和控制部分之间的关系

按工作的类型，机器分为 3 种，见表 0.2。

表 0.2 常用机器的类别及应用举例

类别	作用	实例
动力机器	用于变换能量的机器	内燃机、电动机（见图 0.12）
工作机器	用于完成有用机械功或搬运物料	机床、高速列车（见图 0.13）
信息机器	用于实现信息变换	计算机、手机（见图 0.14）



图 0.12 电动机



图 0.13 高速列车



图 0.14 手机

机器种类繁多，各类机器的功能不同，但是各类机器有共同的特征：

- (1) 都是人为的实物组合，由多构件组成。
- (2) 各构件间有确定的相对运动。
- (3) 能做功或进行能量转换。

2. 机器组成部件

(1) 零件。

机械零件，又称机械元件。从制造角度看，机器是由若干个零件组成的。零件是机器组成中不可再拆的最小单元，是机器的制造单元，如图 0.15 中的螺母等。



图 0.15 螺母

机器中的零件可分为专用零件和通用零件。

专用零件。专用零件只适用于一定类型的特殊机械，具有专门的功用和性能，如汽车上使用的曲轴和凸轮轴等零件。

通用零件。通用零件是在各类机械中经常使用的零件，具有普遍的适用性，如汽车上使用的各类连接螺栓和螺母等零件。

(2) 部件。

一套协同工作且完成共同任务的零件组合称为部件，如滚动轴承（见图 0.16）。



图 0.16 滚动轴承

(3) 构件。

从运动角度看可以认为机器是由若干构件组成的，各构件之间具有确定的相对运动，所以构件是机器中作为一个整体运动的最小单元。汽车轮胎等构件一般由若干个零件刚性连接而成，也可能是单一的零件，如发动机连杆、汽车轮胎（见图 0.17）等。



图 0.17 汽车轮胎

(4) 机构。

机构由多构件组成且各构件间有确定的相对运动，如脚踏自行车的踏板机构、发动机中的曲柄连杆机构（见图 0.18）。

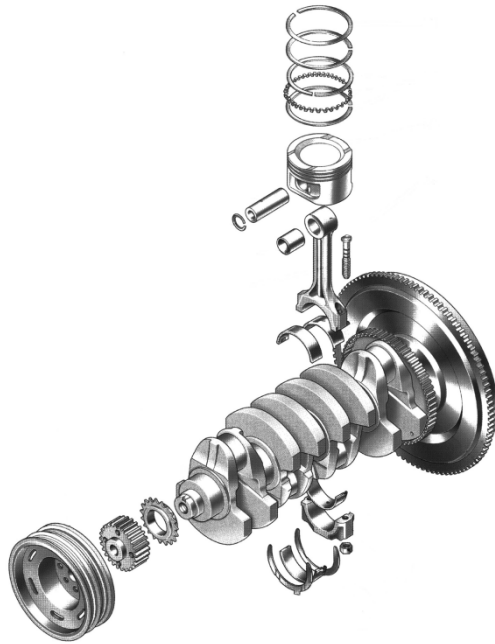


图 0.18 发动机中的曲柄连杆机构

3. 机械的概念

综上所述，机械是机器与机构的总称，最简单的机器由一个机构组成；机构由构件组成，构件由零件组成。一台机器由许多零件组合而成，零件是机器的基本组成单元，也是制造单元；在拆装机器时，零件也是不能再拆分的最小单元。

0.3 城市轨道交通系统中的典型机构

轨道交通各个系统中包含各种类型的机械，如车门的传动机构通常采用丝杠螺母传动机构（见图 0.19）、齿带传动机构（见图 0.20）；空气压缩机采用了曲柄滑块机构（见图 0.21）、双螺杆传动机构（见图 0.22）；转辙机采用了齿轮传动机构（见图 0.23）。还有很多轨道交通系统中应用到的其他机械，在此不做一一介绍。

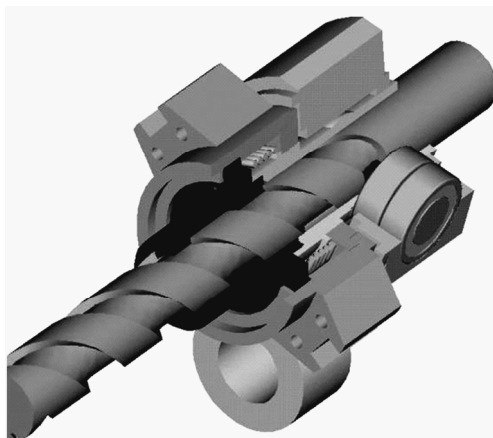


图 0.19 杠杆螺母传动机构（车门）

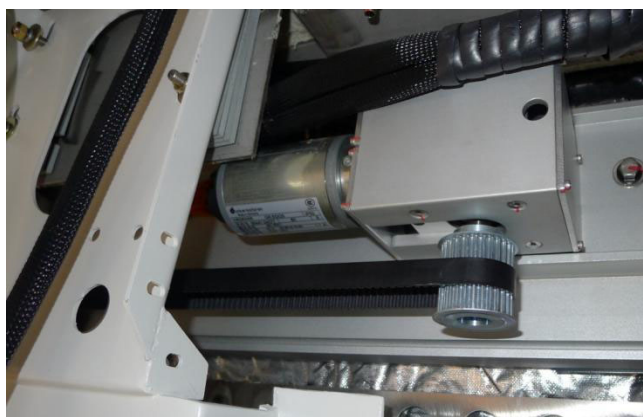


图 0.20 齿带传动机构（车门）

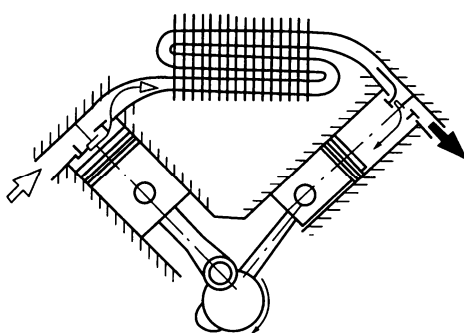


图 0.21 曲柄滑块机构（活塞式空气压缩机）



图 0.22 双螺杆传动机构（螺杆空气压缩机）



图 0.23 齿轮传动机构（转辙机）

复习思考题

1. 列举生活中的一些常用机械。
2. 列举你所知道的城市轨道交通中的机械。