

第 1 章 数控车床的组成与工作原理



本章知识导读

【知识目标】

- 了解本课程研究对象、内容及本课程在教学中的地位。
- 初步了解机械设计的基本要求和一般过程。
- 掌握机器的组成及机构、构件、零部件的准确概念。

【能力目标】

- 对本课程的研究对象及主要内容有一基本了解。
- 能正确描述机械、机器、机构、构件、零件的概念。
- 分析机械零件的失效形式。

【教学重点与难点】

- 机器与机构的特征。
- 机械零件的失效形式。

人类在长期的生产实践中创造了机器。随着人类社会的不断进步，机器经历了从杠杆、斜面、滑轮等简单机械到起重机、汽车、拖拉机、内燃机、洗衣机及机器人等复杂机器的不断发展过程。在现代生产和日常生活中，机器已成为代替或减轻人类劳动、提高劳动生产率的主要手段。机器的发展程度已成为衡量一个国家工业水平的重要标志之一。

1.1 机械设计基础认知

1.1.1 本课程的研究对象

机械设计基础课程是一门培养学生具有一定机械设计能力的技术基础课，是研究机械类产品的设计、开发、改造，以满足经济发展和社会需求的基础知识课程。其主要研究对象是机械。机械是机器和机构的统称。

机器可视为若干机构的组合体，是执行机械运动和信息转换的装置。人们在生产和生活中，广泛使用着各种各样的机器，以便减轻体力劳动和提高工作效率。

机构具有以下共同特征：

- (1) 都是各个实物（构件）的组合体；
- (2) 各个实物之间具有确定的相对运动。

机器具有以下共同特征：

- (1) 都是各个实物（构件）的合体；
- (2) 各个实物之间具有确定的相对运动；
- (3) 能够实现能量的转换，代替或减轻人类完成有用的机械功。现代机器的内涵还应包括信息处理、影像处理等功能。

提示：

机器与机构的主要区别是能否实现能量转换，做有用功！

从机器实现功能的角度来看，一台完整的机器主要由动力部分、传动部分、控制部分和执行部分等组成，如图 1-1 所示。其具体组成及作用如表 1-1 所示。

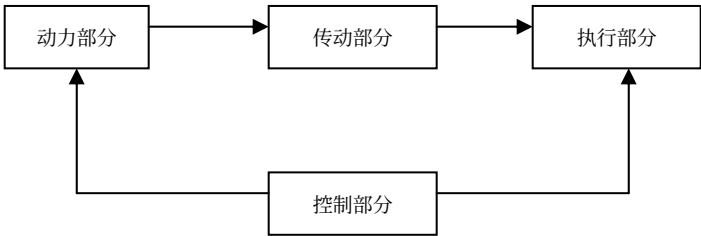


图 1-1 机器的组成

表 1-1 机器的组成及作用

名 称	组 成	作 用
动力部分	机器的动力来源	为机器提供动力，常用电动机、内燃机
执行部分	处于整个机械传动路线终端	是完成工作任务的部分
传动部分	介于动力部分与执行部分之间	把动力部分的运动或动力传递给执行部分
控制部分	各种控制机构（如内燃机中的凸轮机构）、控制离合器、制动器、电动机开关等	实现或终止各自预定的功能

动力部分是机器的动力源，如电动机、内燃机、液压马达等；传动部分是把动力机的动力和运动传递给执行系统的中间装置，如变速箱、离合器、传动轴等；控制部分是使动力部分、传动部分和执行部分彼此协调运行，并准确、可靠地完成整机功能的装置；执行部分是直接完成机器预期功能的装置。

从结构和运动的观点来看，机器和机构二者之间没有区别，习惯上用“机械”一词作为它们的总称。

组成机构的具有相对运动的实物称为构件，构件是机构运动的最小单元。机械制造中不可拆的最小单元称为零件，零件是组成构件的基本部分。一个构件可以只由一个零件组成，也可由多个零件组成。如图 1-2 所示，连杆由连杆体 1、连杆盖 3、螺栓 2 及螺母 4 共 4 个零件组成。为实现一定的运动转换或完成某一工作要求，把若干构件组装到一起的合体称为部件。

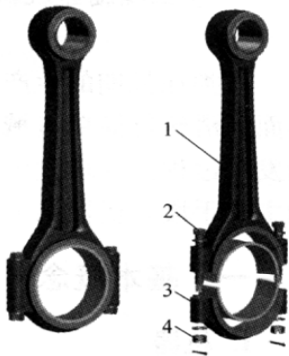


图 1-2 连杆

1—连杆体；2—螺栓；3—连杆盖；4—螺母

零件按作用分为两类：一类是通用零件，即各种机器中经常使用的零件，如螺栓、齿轮、轴承、弹簧、皮带等；另一类是专用零件，即只在一些特定的机器中使用的零

件,如曲轴、阀、活塞、叶片、飞轮等。

1.1.2 本课程研究的主要内容

本课程研究的主要内容大体上可分为以下几部分。

- (1) 机构的运动简图和自由度计算。
- (2) 平面连杆机构、凸轮机构的组成原理、运动分析及轮廓设计。
- (3) 各种连接零件(如螺纹连接、键销连接等)的设计计算方法和标准选择。
- (4) 各种传动零件(如带传动、齿轮传动等)的设计计算和参数选择。
- (5) 轴系零件(如轴、轴承等)的设计计算及参数类型选择。

1.1.3 本课程的主要任务

- (1) 了解常用机构的工作原理、运动特性、结构特点。
- (2) 掌握零部件的受力分析和强度计算方法。
- (3) 具备正确分析、使用及维护机械的能力,掌握通用零件的设计原理和方法,具有运用机械设计手册、标准、规范等设计资料设计简单机械的能力。

1.1.4 本课程在教学中的地位和作用

现代生活已离不开机械,不仅是在机械部门工作的各类人员,其他从事石油、冶金、农林业、焊接、铸造、金属材料、环境、工业设计等领域工作的人员,同样也离不开各种机械,即使在日常生活中也是如此。因此,本课程是一门重要的技术基础课。其作用可归纳为以下几点。

- (1) 机械设计基础将为相关专业的学生学习专业机械设备课程提供必要的理论基础
- (2) 机械设计基础将使从事工艺、运行、管理的技术人员,在了解各种机械的传动原理、设备的正确使用、维护及设备的故障分析等方面获得必要的基本知识。
- (3) 通过本课程的学习和课程设计实践,可以培养学生初步具备运用手册设计简单机械传动装置的能力,为日后从事设计、技术改造工作创造条件。

机械设计基础的先修课程主要有机械制图、金工实习和工程力学等。除此之外,考虑到许多近代机械设备并非单纯地采用机械传动,各专业的工程技术人员还应当了解液压和气压传动、电力传动和电子技术等相关知识。

1.2 机械零件设计的基本准则及设计步骤

1.2.1 机械零件的失效及主要失效形式

机械零件由于某种原因而丧失正常工作能力称为失效。对于通用的机械零件,其强度、刚度、磨损失效是主要失效形式,对于高速传动的零件还应考虑振动问题。

所谓强度,是指构件在载荷作用下,抵抗破坏或塑性变形的能力。例如,齿轮的轮齿不能破损或折断,应使之有足够的强度以保证它们能正常工作。构件因强度不足而丧失正常功能的称为强度失效。

所谓刚度,是指构件在载荷作用下,抵抗变形或保持弹性变形不超过允许数值的能力。

如图 1-3 所示，电动机的转子和定子之间的空隙很小，其转轴除应满足强度要求外，还要限制其最大变形不能超过转子和定子间的间隙，以防止运转时转子与定子相碰；另外，转轴变形过大，还会导致轴承的不均匀磨损，使其传动精度降低。构件因刚度不足而丧失正常的工作能力，称为刚度失效。

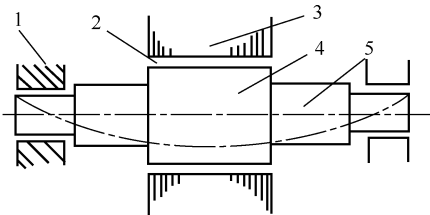


图 1-3 电动机轴

1—轴承；2—空隙；3—定子；4—转子；5—轴

在实际工作中，机械零件可能会同时发生几种失效形式，如图 1-4 所示。设计时应根据具体情况，确定避免同时发生失效的设计方案。

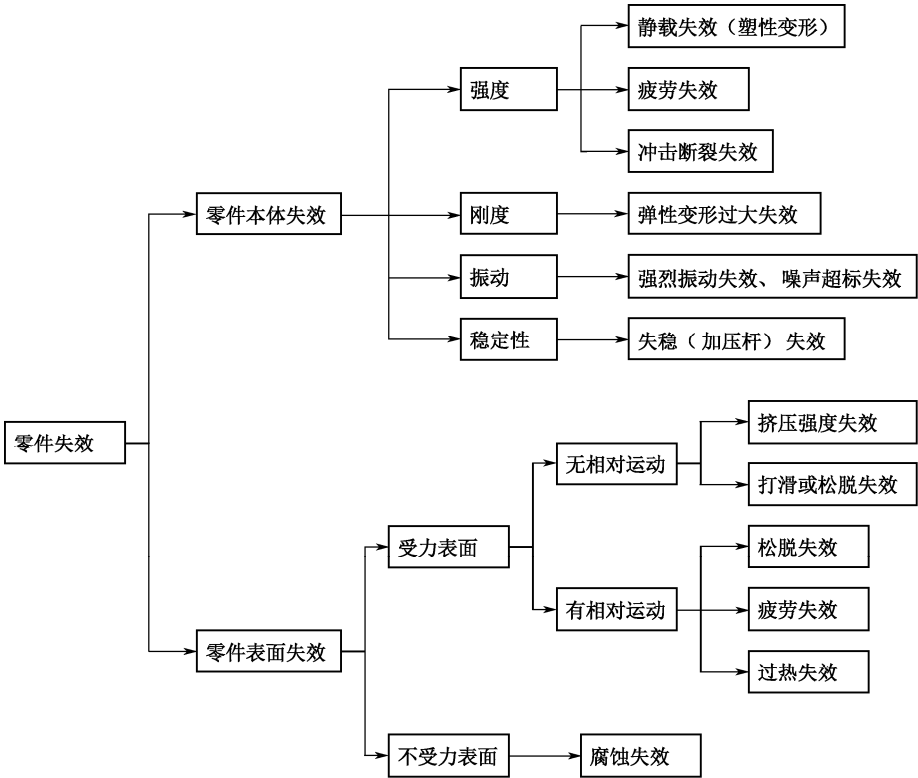


图 1-4 零件的主要失效形式

1.2.2 机械零件设计的一般步骤

机械零件的设计计算流程如图 1-5 所示。

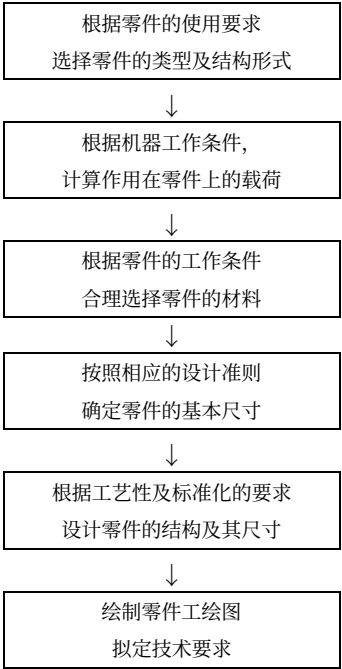


图 1-5 机械零件的设计计算流程

实训 1 分析单缸内燃机的机器与机构特征

图 1-6 所示为一台单缸四冲程内燃机，它由气缸体 (1)、活塞 (2)、进气阀 (3)、排气阀 (4)、连杆 (5)、曲轴 (6)、推杆 (7)、凸轮 (8)、齿轮 (9 和 10) 等组成。

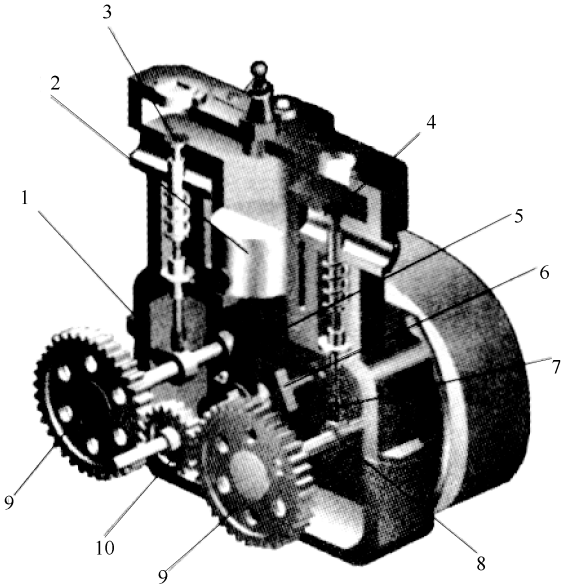


图 1-6 内燃机

1—气缸体；2—活塞；3—进气阀；4—排气阀；5—连杆；6—曲轴；7—推杆；8—凸轮；9、10—齿轮

单缸内燃机主要包括四个工作过程：

- ① 活塞下行，进气阀打开，可燃气被吸入气缸；
- ② 活塞上行，进气阀关闭，压缩可燃气；
- ③ 点火后气体燃烧膨胀，推动活塞下行，经连杆带动曲轴输出转动；
- ④ 活塞上行，排气阀打开，排出废气。

凸轮和推杆是用来启闭进气阀和排气阀的。为了保证曲轴每转两周进、排气阀各启闭一次，在曲轴和凸轮轴之间安装了齿数比为 1：2 的齿轮。这样当燃气推动活塞运动时，进、排气阀有规律地启闭，就把燃气燃烧的热能转换为曲轴转动的机械能，从而使内燃机产生动力。

单缸内燃机中的机构如表 1-2 所示。

表 1-2 单缸内燃机中的机构

名 称	组 成	作 用
曲柄滑块机构	活塞 2、连杆 5、曲轴 6 和气缸体 1	将活塞的往复移动转换为曲柄的连续转动
齿轮机构	齿轮 9、10 和气缸体 1	改变转速的大小和转动的方向
凸轮机构	凸轮 8、推杆 7 和机架 1	将凸轮的连续转动转变为推杆的往复移动

知识梳理与总结

通过对本章的学习，我们学会了分析单缸内燃机的组成和工作原理，也学会了机械零件的设计准则和设计步骤。

（1）机械设计基础是一门重要的技术基础课，是研究机械类产品的设计、开发、改造，以满足经济发展和社会需求的基础知识课程。

（2）机器的三个特征：①人为的实物组合体；②各运动单元间具有确定的相对运动；③能代替人类做有用的机械功或进行能量转换，现代机器的内涵还应包括机器能进行信息处理、影像处理等功能。

（3）机构则仅仅是起着运动的传递和运动形式的转换作用。机构的主要特征是：①人为实体（构件）的组合；②各个运动实体之间具有确定的相对运动。

（4）零件是制造的最小单元，构件是机构运动的最小单元。为实现一定的运动转换或完成某一工作要求，把若干构件组装到一起的组合体称为部件。

（5）机械零件由于某种原因而丧失正常工作能力称为失效。强度、刚度、磨损失效是通用机械零件的主要失效形式。根据零件产生失效的形式及原因制定设计准则，并以此作为防止失效和设计计算的依据。

自测题 1

1. 选择题

- （1）机器中各运动单元称为（ ）。
A. 零件 B. 构件 C. 机件
- （2）在机械中属于制造单元的是（ ）。
A. 机构 B. 构件 C. 零件 D. 部件
- （3）机构与机器相比，不具备下面（ ）特征。

- A. 人为的各个实体组合
- B. 各实体之间有确定的相对运动
- C. 做有用功或转换机械能
- D. 价格较高

(4) “构件”的定义的正确表述是()。

- A. 构件是由机械零件组合而成的
- B. 构件是机器的制造单元
- C. 构件是机器的运动单元
- D. 构件是机器的装配单元

(5) 在自行车车轮轴、电风扇叶片、起重机上的起重吊钩、台虎钳上的螺杆、柴油发动机上的曲轴和减速器的齿轮中,有()种是通用零件。

- A. 2
- B. 5
- C. 4
- D. 3

(6) 只在一些特定的机器中使用的零件称为()零件。

- A. 专用
- B. 通用

(7) ()是通用零件。

- A. 轴承
- B. 活塞
- C. 曲轴
- D. 叶片

(8) 机器与机构的主要区别是()。

- A. 机器的结构较复杂
- B. 机器的运动较复杂
- C. 机器能完成有用的机械功或实现能量转换
- D. 机器能变换运动形式

(9) 构件因()不足而丧失正常功能,称为失效。

- A. 刚度
- B. 强度
- C. 磨损

(10) ()设计准则要求零件在工作时不产生强度失效。

- A. 刚度
- B. 强度
- C. 耐磨性

2. 判断题

(1) 机器是构件之间具有确定的相对运动,并能完成有用的机械功或实现能量转换的构件的组合。()

(2) 机构能完成有用的机械功或实现能量转换。()

(3) 构件是机械中装配的单元体。()

(4) 减速器是机器。()

(5) 组成机械的各个相对运动的实物称为零件。()

(6) 机器都是由机构组成的。()

(7) 洗衣机中带传动所用的V带是专用零件。()

(8) 机器的传动部分都是机构。()

(9) 机构中的主动件和被动件都是构件。()

(10) 螺栓、齿轮和轴都是通用零件。()

3. 简答题

机器与机构的区别和联系分别是什么?