



全国食品类双证融通试用教材

食品机械 与设备



SHIPIN JIXIE
YU SHEBEI

主编 谭平 邹岚 沈春燕

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press



通试用教材

食品机械与设备

主 编 谭 平 邹 岚 沈春燕

主 审 彭亚锋

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书根据教育部《关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见》精神,结合食品专业技能型人才培养目标编写而成。本书以我国目前食品机械自主生产设备为基础,以食品机械的未来发展为目标,以食品加工流程为主线,以了解和掌握食品机械与设备的工作原理、结构特点和维护操作为重点,突出实践能力的培养,具有较强的实用性。全书共有六章,主要包括食品机械基础、果蔬加工机械与设备、饮料加工机械与设备、乳品加工机械与设备、焙烤加工机械与设备、肉制品加工机械与设备等。在设备选择上立足于企业生产实际与产品的发展,遵循“内容精炼、图文并茂、强化应用、培养能力”的原则。

本书可作为食品类专业“食品机械与设备”课程的教材,也可作为相关技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

食品机械与设备 / 谭平,邹岚,沈春燕主编. —徐

州:中国矿业大学出版社,2017.12

ISBN 978-7-5646-3847-4

I. ①食… II. ①谭… ②邹… ③沈… III. ①食品加工设备—职业教育—教材 IV. ①TS203

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 318988 号

书 名 食品机械与设备

主 编 谭 平 邹 岚 沈春燕

责任编辑 陈红梅

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司

(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 11.25 字数 281 千字

版次印次 2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷

定 价 30.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

序

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》(以下简称《“十三五”规划纲要》)实施以来,国家积极推进职业教育产教融合,完善现代职业教育体系,要求推行产教融合、校企合作的应用型和技术技能人才培养模式,促进职业学校教师和企业技术人才双向交流,积极推动专业设置、课程内容、教学方式与生产实践对接。习近平主席在《中国共产党第十九次全国代表大会报告》中也明确提出要完善职业教育和培训体系,深化产教融合、校企合作。由此,在课程改革和教材建设上,职业院校要与行业企业积极对接,提升人才培养质量与岗位技术要求的适应性。

教育部《关于深化职业教育教学改革全面提高人才培养质量的若干意见》中明确提出,要鼓励开发适用性强的校本教材,号召教师与行业企业共同开发紧密结合生产实际的实用教材。“十三五”期间,职业学校将不断深化教学内容和课程体系改革,以全面提高教学质量为工作重点,从培养目标、专业改革与建设、人才培养模式、实训基地建设、教学团队建设、教学质量保障体系等方面确立新的目标和要求,这对职业学校教材建设既是机遇又是挑战。

食品是人类生存与发展必不可少的物质基础,食品工业在我国国民经济中占有重要地位,食品科技的进步与产业发展是反映人民生活质量高低的重要标志。所以,食品专业的教育教学在一定程度上关系到我国食品工业的健康和可持续发展。本书是根据职业学校食品专业人才培养目标和课程教学基本要求而编写的,贯彻了以应用性职业岗位需求为中心的办学原则,凸显“做一学一教”一体化教学的职业教育特色,具有一定的探索性和实用性。依据教材编写规范,编写反映当今食品科技发展现状且符合职业教育技能型人才培养要求。

本书能结合食品机械的发展,按照食品生产工艺实际先后顺序编排各章节,比较全面地包括了食品加工中常用的机械设备,体现了实用性,注重能力培养,读者可以有针对性地完成食品分类别的学习,展现理实一体化的交互式教学状态。同时,本书编写坚持传承与创新的原则,力求反映现代专业技术的新知识、新内容,使课程内容与工作实际紧密结合、理论知识与技能训练融合、教学案例与企业实例重合。

本书根据食品专业特点,以工作过程为依据,在内容上将食品分为果蔬、饮料、乳品、焙烤、肉制品五大类;立足于企业的生产实际,以不同类别的食品生产流程为主线,选择针对性的食品加工机械设备,凸显设备的工作原理、结构特点、操作与维护等应用性强的知识内容,体现学习的针对性与实用性;全书突出学生的主体地位,按照循序渐进的认知规律及知识逐步递进的教学规律编排教学内容,使学生在了解掌

握一定的机械专业知识的基础上,再学习有关食品加工所需的机械设备知识,为提升学生分析问题和解决问题的能力奠定基础。

本书结构完整、脉络清晰、文字简洁、图文并茂。所选图例均为实训中心所有和生产实际所用,以提高学习的实用价值和学习兴趣;本书编写邀请了企业人员参与,书中内容更具有先进性、真实性和实用性。

我衷心希望该书出版后,能够在食品专业建设和教学实践中发挥积极作用,并通过教学实践得以不断改进、完善,为推动职业教育内涵的提升做出积极的贡献。

上海市教育科学研究院职成教所研究员、
中国职业技术教育学会课程开发研究会副主任

雷正光

2017年12月

前 言

食品机械是实现食品工业化生产的技术装备,是食品加工中必不可少的手段。食品机械现代化程度及发展趋势是衡量一个国家食品工业发展的重要标志。食品工业的现代化水平是反映人民生活质量高低及国家经济发达与否的重要标志。

“食品机械与设备”是食品加工技术专业的核心课程之一,具有较强的应用性。根据职业教育以培养技术人才为目的的教育宗旨,本书贯彻以学生能力培养为中心,以分析和解决生产实际问题为目标的职业教育原则,以食品企业生产一线的典型生产线为主线,着重介绍了生产线中的典型设备;从工作原理、结构特点、操作维护等方面,体现了够用原则,保证了知识内容的完整性。

本教材的主要特点如下:

(1) 根据食品专业特点,以工作过程为依据,在内容上将食品分为果蔬、饮料、乳品、焙烤、肉制品五大类。

(2) 立足于企业的生产实际,以不同类别的食品生产流程为主线,选择针对性的食品加工机械设备,凸显设备的工作原理、结构特点、操作与维护等应用性强的知识内容,体现学习的针对性、应用性和关键性。

(3) 本书突出学生的主体地位。按照循序渐进的认知规律及知识逐步递进的教学规律编排教学内容,使学生在了解掌握一定的机械专业知识的基础上,再学习有关食品加工所需的机械设备知识,为提升学生分析问题和解决问题的能力奠定基础。

(4) 本书力求文字简捷,图表共用。所选图例均为实训 8 中心所有和生产实际所用,以提高学习的实用价值和学习兴趣。

本书适用于职业学校食品加工技术类专业“食品机械与设备”课程教学使用,也可作为相关工程技术人员的参考资料。

本书由上海食品科技学校谭平、邹岚、沈春燕担任主编,由谭平统稿。上海市质量监督检验技术研究院食化所研发中心彭亚锋担任了本书的主审。全书共分六章,其中谭平编写了第一章、第二章的内容;邹岚编写了第四章、第六章的内容;沈春燕编写了第三章、第五章的内容;唐娴绘制了第一章、第二章的部分图表。上海和呈仪器制造有限公司技术人员毕晓怡对本书的专业性进行了全面指导。

本书的编写工作得到了上海食品科技学校的领导和同仁的重视和支持,同时得到了食品专业华旭尧工程师的帮助和支持,特别得到了上海市教育科学研究院职成教所研究员、中国职业技术教育学会课程开发研究会副主任雷正光教授的指导并为本书作序,在此一并表示衷心的感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在错漏之处,敬请广大读者不吝指正。

编 者

2017 年 12 月

目 录

第一章 食品机械基础

第一节 机器与机构	1
第二节 构件与零件	3
第三节 机械传动	15
第四节 食品机械设备	21
第五节 食品机械材料	24
本章小结	26
思考练习	26

第二章 果蔬加工机械与设备

第一节 典型果蔬产品加工工艺流程	28
第二节 预处理设备	30
第三节 打浆机	58
第四节 榨汁机	61
第五节 分离机	68
第六节 过滤机	73
第七节 冷冻干燥机械设备	80
本章小结	86
思考练习	86

第三章 饮料加工机械与设备

第一节 典型饮料产品加工工艺流程	87
第二节 水处理设备	90
第三节 碳酸化设备	108
第四节 灌装及封口设备	110
本章小结	115
思考练习	116

第四章 乳品加工机械与设备

第一节	典型乳品加工工艺流程·····	117
第二节	常用典型设备·····	119
第三节	杀菌设备·····	124
第四节	真空浓缩设备·····	125
第五节	喷雾干燥设备·····	128
第六节	包装设备·····	130
本章小结	·····	134
思考练习	·····	135

第五章 焙烤食品加工机械与设备

第一节	典型焙烤食品加工工艺流程·····	136
第二节	混合机械设备·····	140
第三节	成型机械设备·····	146
第四节	烘烤设备·····	152
本章小结	·····	155
思考练习	·····	156

第六章 肉制品加工机械与设备

第一节	典型肉制品加工工艺流程·····	157
第二节	常用设备·····	159
第三节	杀菌设备·····	166
第四节	肉品包装机械与设备·····	168
本章小结	·····	170
思考练习	·····	170

参考文献

第一章 食品机械基础

学习目标:

- ① 了解机械的构成及常用机械零件。
- ② 了解典型机械传动原理及特征。
- ③ 掌握食品机械的性质。
- ④ 掌握食品机械材料性能要求。

第一节 机器与机构

一、机器

机器是人为实体构件的组合,其各部分之间具有确定的相对运动,能代替或减轻人类的体力劳动,完成有用的机械功能或实现能量的转换。

机器的种类很多,其构造、用途和功能各不相同,但它们都有共同的特征。图 1-1 所示为单缸内燃机,由活塞 1、连杆 2、曲轴 3、气缸体 4、齿轮 5 和 6、凸轮 7、顶杆 8、进气阀和排气阀 9 等组成。通过燃气在气缸内进行进气—压缩—做功—排气的过程,使燃烧的热能转变为曲轴转动的机械能,进而对外做功。工作时,活塞 1 相对气缸体 4 做往复运动,曲轴 3 相对气缸做连续转动。

由以上实例可以看出,任何机器都是由许多实体构件组合而成的;各运动实体之间具有确定的相对运动;机器能完成有用的机械功能或实现能量的转换。

机器按用途可分为发动机和工作机。

发动机是将非机械能转换成机械能的机器。例如,电动机是将电能转换成机械能的机器;内燃机是将热能转换成机械能的机器。

工作机是用来改变被加工物料的位置、形状、性能、尺寸和状态的机器,是利用机械能来做有用功的机器。例如,车床、铣床等金属切削机床都是工作机。

机器的主要功用是利用机械能做功或实现能

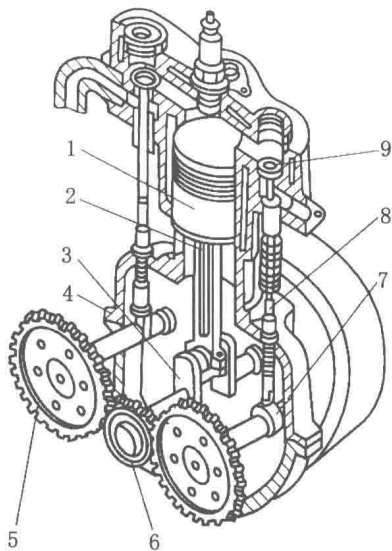


图 1-1 单缸内燃机

- 1—活塞;2—连杆;3—曲轴;4—气缸体;
5,6—齿轮;7—凸轮;8—顶杆;
9—进气阀和排气阀

量的转换。

二、机构

机构是多个实体的组合,并能保证各实体之间具有确定的相对运动。但与机器比较,它不能做机械功,也不能实现能量转换。

机构的主要功用是传递或转变运动形式。常用的机构有连杆机构、凸轮机构、齿轮机构,如图 1-2 所示。

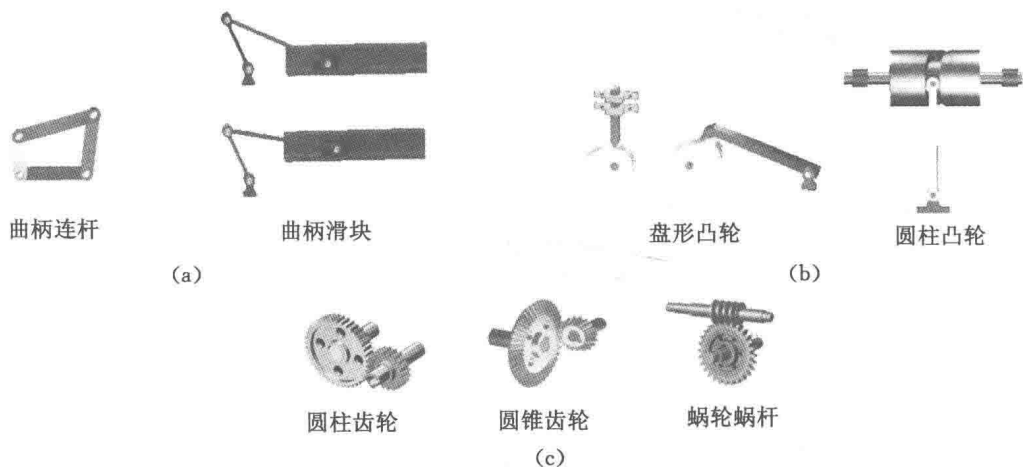


图 1-2 常用机构
(a) 连杆机构;(b) 凸轮机构;(c) 齿轮机构

三、机械的构成

从结构和运动的角度来看,机器与机构没有区别。因此,通常将机器和机构总称为机械。

机器通常由动力部分、传动装置、工作部分、控制系统四部分组成。动力部分是机器动力的来源,常用的发动机有电动机、内燃机和空气压缩机等。传动装置是将动力部分的运动和动力传递给工作部分的中间环节,用来改变运动形式、运动快慢、运动方向,连接原动机和工作部分,常用的传动装置有带传动、链传动、齿轮传动、连杆机构、凸轮机构等。工作部分用于完成机器工作任务的预定动作,位于传动路线的终点,其结构形式取决于机器的用途。控制系统是保证机器的启动、停止和正常协调动作。图 1-3 所示为一简单的传动装置。

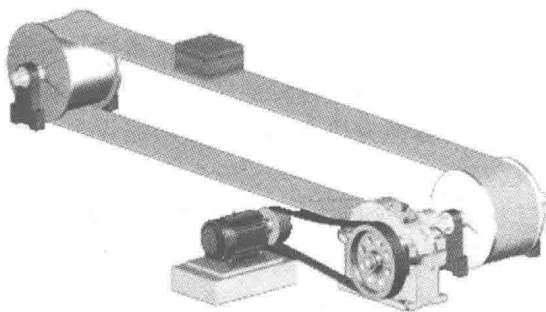


图 1-3 传动装置

第二节 构件与零件

一、构件

机器和机构是由具有确定相对运动的构件组合而成的。构件是机构中的运动单元体,也就是相互之间能做相对运动的物体,如曲轴、连杆、活塞等。一个构件可以是不能拆开的单一整体,如图 1-1 中的曲轴 3;也可以是由几个相互之间没有相对运动的物体组合而成的刚性体,如图 1-4 所示的连杆便是由连杆体、连杆盖、螺栓和螺母等几个可拆卸的物体组合而成的刚性体,机械中应用最多的就是这种刚性构件。

构件按其运动状况,可分为固定构件和运动构件两种。固定构件又称为机架,一般用来支承运动构件,通常是机器的基体或机座,如各类机床的床身。运动构件又称为可动构件,是机构中相对于机架运动的构件。

二、零件

零件是构件的组成部分,是机器中的制造单元。图 1-4 中组成连杆的连杆体、连杆盖、螺栓和螺母等都是零件。

构件与零件的区别在于构件是运动单元,零件是制造单元。

零件通过静连接组成构件,构件通过动连接组成机构,机构通过组合组成机器。

三、常用的机械零件

(一) 轴

轴是组成机器的重要零件之一,其功用是用来支承旋转零件,如齿轮、带轮、链轮等,并传递运动和转矩、承受载荷。

1. 轴的种类

(1) 按轴线几何形状的不同,轴可分为直轴(图 1-5)、曲轴(图 1-6)和挠性轴(图 1-7)三种。直轴的各段轴线共线,应用最广。

① 按外形区分,直轴分为光轴和阶梯轴,如图 1-5 所示。光轴形状简单,加工方便,但轴上零件不易定位和装配;阶梯轴各截面的直径不等,便于零件的安装和固定,被广泛应用。对于需要减轻轴的重量或需要在轴中装设其他零件或通过润滑油,可将轴制成空心轴,如图 1-8 所示。

② 如图 1-6 所示,曲轴主要用于旋转运动和直线往复运动相互转换的机械中,如内燃机等。

③ 如图 1-7 所示,挠性轴可将旋转运动灵活地传到所需要的任何位置,常用于捣振器

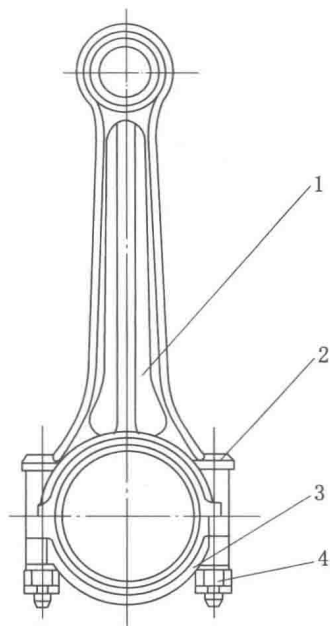


图 1-4 内燃机中的连杆机构

1—连杆体;2—螺栓;3—连杆盖;4—螺母

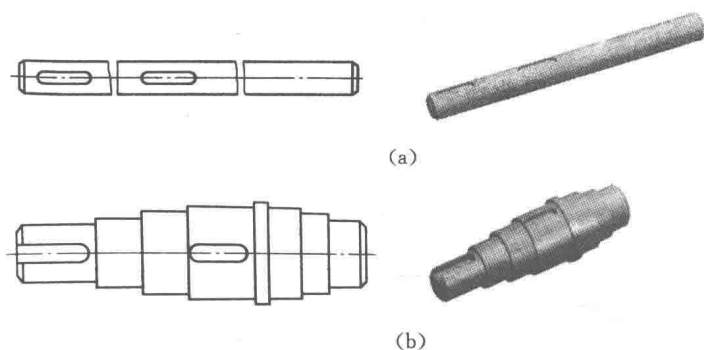


图 1-5 轴的种类
(a) 光轴; (b) 阶梯轴

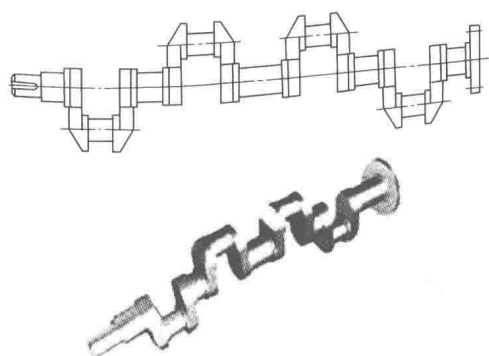


图 1-6 曲轴

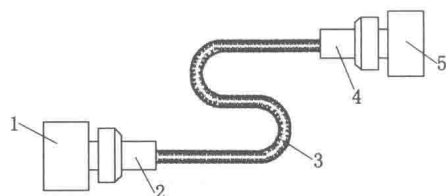


图 1-7 挠性轴
1—动力源; 2, 4—接头; 3—钢丝软轴; 5—被驱动装置

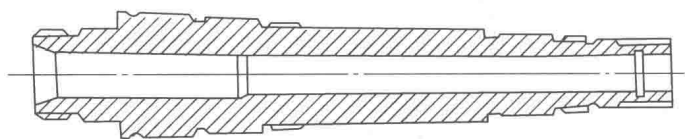


图 1-8 空心轴

和医疗装置。

(2) 按轴所受载荷的性质不同,可将其分为心轴、转轴和传动轴三种。

① 心轴:用来支承回转零件,只承受弯曲作用而不传递动力的轴称为心轴。按其轴线是否转动,又可分为转动心轴(图 1-9)和固定心轴(图 1-10)。

② 转轴:既支承回转零件又传递动力,同时承受弯曲作用和扭转作用,图 1-11 所示为减速器及变速箱中的轴。

③ 传动轴:用来传递动力,只承受扭转作用,不承受弯曲作用或弯曲作用很小。图 1-12 所示为汽车变速器与后桥之间的传动轴。

2. 轴的结构

轴的结构主要与轴在机器中的安装位置和要求、轴上零件的布置和固定形式、轴的受力

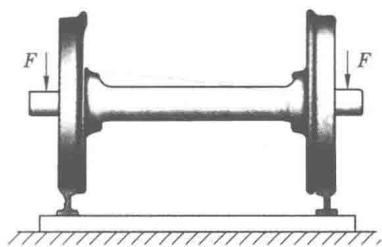


图 1-9 转动心轴

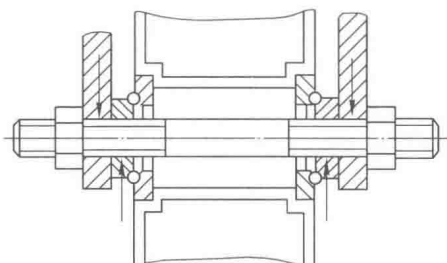


图 1-10 固定心轴

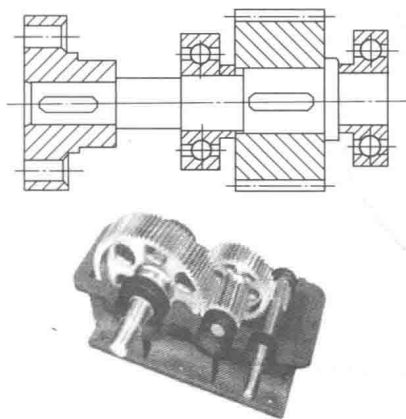


图 1-11 转轴

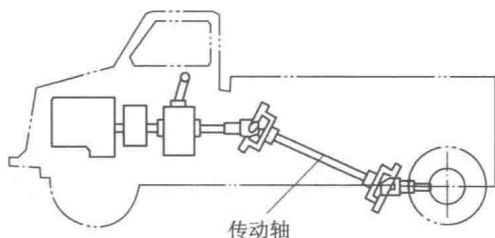


图 1-12 传动轴与组成

情况、所采用的轴承类型和尺寸、轴的加工和装配方式等因素有关,如图 1-13 所示。

轴的结构应满足下列要求:轴上的零件要便于定位,且定位要准确可靠。轴要便于加工,尽量避免或减小应力集中。轴上的零件要便于装御和调整。

(1) 轴的组成

各轴段按用途不同,可分为轴头、轴颈和轴身三部分。与传动件(如联轴器、带轮、齿轮等)保持一定配合的轴段称为轴头,与轴承配合的轴段称为轴颈,连接轴头与轴颈的轴段称为轴身,如图 1-13(a)所示。

(2) 轴的径向尺寸与轴向尺寸

轴的各段尺寸是根据轴上零件的安装和定位要求,按中间粗两头细的原则来确定的。轴的各段长度是根据轴上零件的轴向长度、各零件之间的相互位置关系来确定的。

(3) 轴上零件的轴向定位与周向定位

轴上零件通过轴向定位,以防工作时零件沿轴向窜动。通过周向定位,防零件相对于轴转动。

(二) 螺纹及连接(GB/T 4459.1—1995)

1. 螺纹

(1) 螺纹的形成及加工方法

螺纹是指在圆柱或圆锥表面上,沿螺旋线所形成的具有相同剖面形状(如等边三角形、

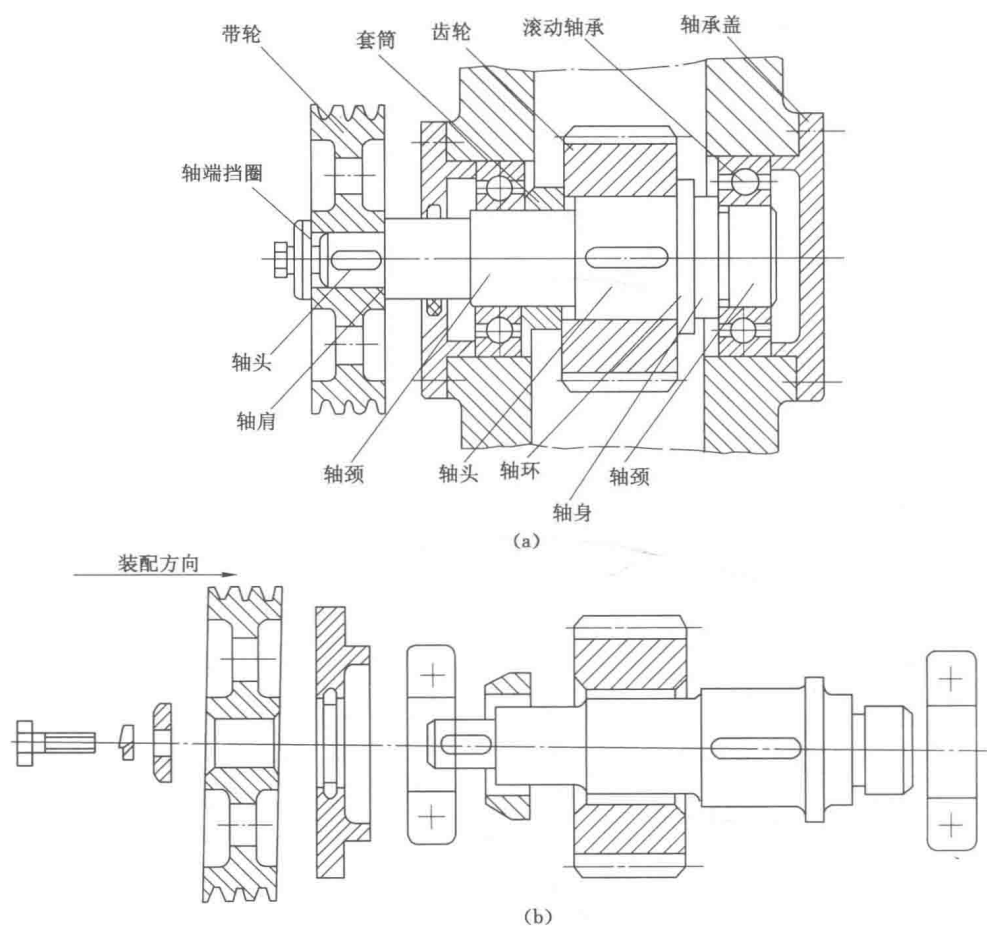


图 1-13 轴的结构

正方形、梯形、锯齿形等)的连续凸起和沟槽。在圆柱或圆锥外表面所形成的螺纹称为外螺纹,在圆柱或圆锥内表面所形成的螺纹称为内螺纹,如图 1-14 所示。

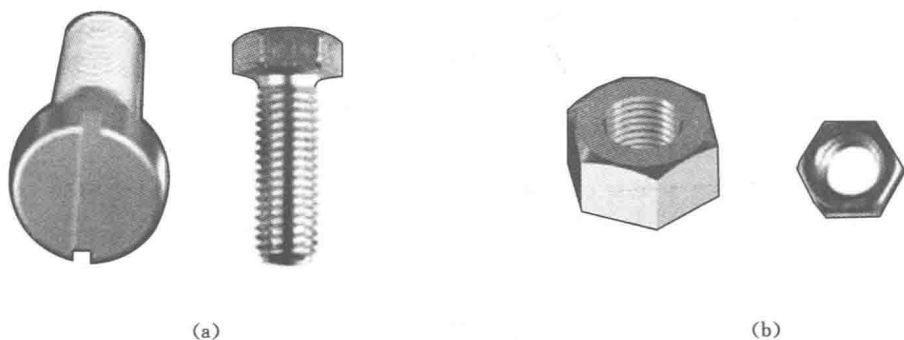


图 1-14 螺纹

(a) 外螺纹;(b) 内螺纹

① 螺纹的分类:起连接作用的螺纹称为连接螺纹,如图 1-15 所示;用于传递运动或动力的螺纹称为传动螺纹,如图 1-16 所示。各种螺纹都是根据螺旋线原理加工而成的。

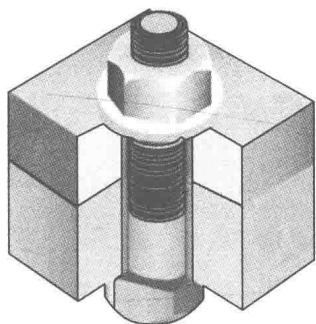


图 1-15 连接螺纹

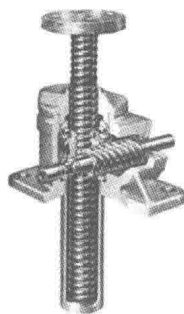


图 1-16 传动螺纹

② 螺纹的加工方法：螺纹的加工方法较多，常见的是用车床加工，或用丝锥、板牙加工螺纹，如图 1-17 所示。

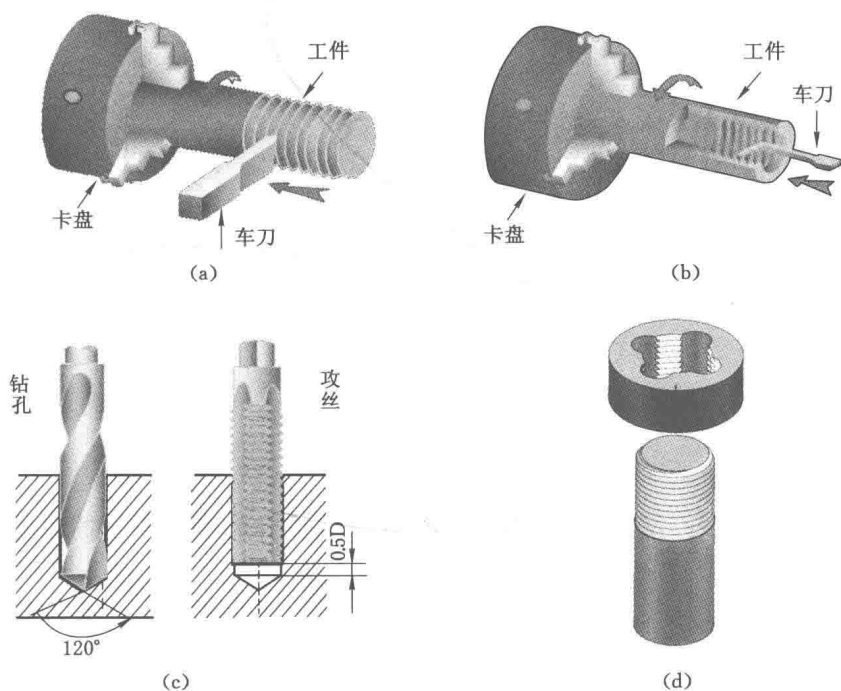


图 1-17 螺纹的加工方法

- (a) 车床加工外螺纹；(b) 车床加工内螺纹；
(c) 丝锥加工内螺纹；(d) 板牙加工外螺纹

(2) 螺纹要素

螺纹的要素有牙型、直径、线数、螺距和旋向。

① 螺纹牙型：在通过螺纹轴线的剖面上，螺纹的轮廓形状称为螺纹牙型。它由牙顶、牙底和两牙侧构成，并形成一定的牙型角。常见的螺纹牙型有矩形、三角形、梯形、锯齿形四种，如图1-18所示。

② 螺纹直径：

a. 大径 $d(D)$: 大径又称为螺纹的公称直径, 是指与外螺纹牙顶或内螺纹牙底相重合的假想圆柱的直径, 用 d (外螺纹) 或 D (内螺纹) 表示, 如图 1-19 所示。

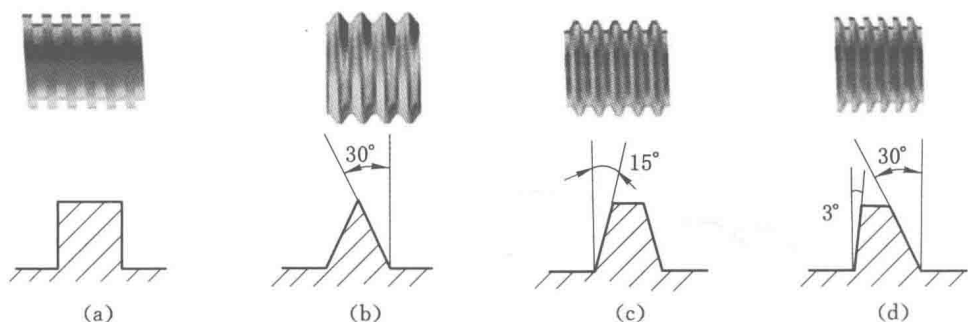


图 1-18 螺纹牙型

(a) 矩形螺纹; (b) 三角螺纹; (c) 梯形螺纹; (d) 锯齿形螺纹

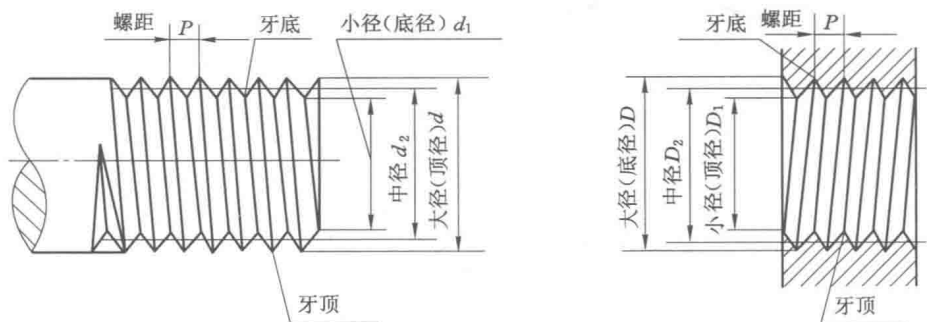


图 1-19 螺纹直径

(a) 外螺纹; (b) 内螺纹

b. 小径 $d_1 (D_1)$: 与外螺纹牙底或内螺纹牙顶相重合的假想圆柱的直径, 如图 1-19 所示。

c. 中径 $d_2 (D_2)$: 在大径与小径之间假想圆柱的直径, 在其母线上牙型的沟槽和凸起宽度相等。中径是控制螺纹精度的主要参数之一。

③ 螺纹线数 (n): 螺纹有单线和多线之分, 沿一条螺旋线所形成的螺纹称为单线螺纹; 沿两条或两条以上, 且在轴向等距分布的螺旋线所形成的螺纹称为多线螺纹, 如图 1-20 所示。

④ 导程和螺距: 同一条螺旋线上相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离称为导程, 以 P_h 来表示。相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离称为螺距, 用 P 来表示。导程与螺距之间的关系为 $P_h = nP$, 如图 1-20 所示。

⑤ 旋向: 螺纹有左旋和右旋之分, 顺时针旋转时旋入的螺纹称为右旋螺纹; 逆时针旋转时旋入的螺纹称为左旋螺纹, 如图 1-21 所示。

2. 常用螺纹紧固件

用螺纹起坚固作用的零件称为螺纹紧固件。其类型和结构形式繁多, 常用的螺纹紧固件有螺栓、双头螺柱、螺钉、螺母和垫圈等, 如图 1-22 所示。生产中可根据需要在有关标准中查出其尺寸, 一般不需要画出它们的零件图。