

高等学校网络教育规划教材



画法几何与机械制图

(下)

臧宏琦 叶 军 刘援越◎编



西北工业大学出版社

高等学校网络教育规划教材

画法几何与机械制图

(下)

编 著 臧宏琦 叶 军 刘援越



西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是在总结了多年的网络教育课程教学经验的基础上,由西北工业大学网络学院规划编写的。本书共分8章,内容包括绪论,标准件、常用件,零件图的绘制与阅读,装配图的绘制与阅读,机器测绘,计算机绘图等。

本书配有《画法几何与机械制图习题集(下)》。

本书可作为高等学校本、专科机械类、近机械类专业及其他相关专业的教材,亦可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何与机械制图. 下/臧宏琦,叶军,刘援越编. —西安:西北工业大学出版社,2014.8
ISBN 978-7-5612-4117-2

I. ①画… II. ①臧… ②叶… ③刘… III. ①画法几何—高等学校—教材②机械制图—高等学校—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 202338 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072

电话:(029)88493844 88491757

网址:www.nwpup.com

印刷者:兴平市博闻印务有限公司

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:18.5 插页 4

字数:385 千字

版次:2014 年 10 月第 1 版 2014 年 10 月第 1 次印刷

定价:46.00 元(套)

前 言

本书是在总结了多年的网络课程教学经验的基础上,由西北工业大学网络学院规划编写的。

本书针对工程制图具有设计和制造领域各专业技术基础课程的性质,以及网络教育面向应用型工程技术人才培养的目标,充分考虑成人业余学习的特点,在内容选取方面遵照国家课程指导大纲的要求,以课程培养目标为导向,以拓宽面向、深度适中、注重空间想象与表达能力和绘图实践能力培养为基本原则组织编写。

本书采用了最新国家标准,书中介绍了设计、制造过程及相关的成本、加工方法和设备,以及用计算机绘制工程图样的方法,从而使学生了解现代设计、制造与制图的紧密联系,认识到工程图样是产品设计、制造过程的信息集合。

全书力求体现机械基础系列课程之间的联系,贯穿面向设计、面向制造的制图概念,培养学生具有较强的工程意识,有正确绘制和阅读机械图样的能力,同时具有较高的计算机绘图能力。

本书的编写分工如下:叶军编写第1章、第2章、第4章、第8章;臧宏琦、禹亮编写第3章和第6章;刘援越编写第5章;蔡旭鹏编写第7章;雷蕾参与第2章编写。

在与本书配套的习题集中给出了相应的训练练习,编排顺序与教材一致。

西北工业大学孙根正教授对本书提出了许多宝贵意见,在此谨致谢意。

限于经验和水平,书中还会存在一些错误与不足,恳请读者批评指正。

编 者

2014年5月于西安

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 产品的设计与制造过程	1
1.2 产品设计与制造过程中的工程图样	3
第 2 章 标准件 常用件	5
2.1 螺纹	5
2.2 键、销	33
2.3 滚动轴承	41
2.4 齿轮	46
2.5 弹簧	53
本章小结	56
思考题	57
第 3 章 零件图	58
3.1 零件的加工方法及结构要素简介	58
3.2 零件图的内容	66
3.3 零件的视图选择	68
3.4 绘制零件图的步骤	71
3.5 典型零件图例	74
本章小结	84
思考题	84
第 4 章 零件图的尺寸标注	85
4.1 尺寸标注的完整与清晰	85
4.2 尺寸基准的选择	88
4.3 尺寸的合理标注	91
本章小结	96
思考题	97
第 5 章 零件图上的技术要求	98
5.1 极限与配合	98
5.2 表面结构的表示法	120

5.3 其他技术要求简介	129
5.4 零件图的阅读	134
本章小结	137
思考题	137
第6章 装配图的绘制和阅读	138
6.1 装配图的作用和内容	140
6.2 装配图的视图选择	140
6.3 装配图的表达方法	142
6.4 装配结构简介	144
6.5 装配图的尺寸注法	146
6.6 装配图中的序号、代码和明细栏	147
6.7 装配图中的技术要求	149
6.8 画装配图	150
6.9 阅读装配图、拆画零件图	152
本章小结	173
思考题	174
第7章 机器测绘	175
7.1 概述	175
7.2 机器实样的分解	176
7.3 零件草图的绘制	179
7.4 零件尺寸的常用测量方法	184
7.5 尺寸的圆整与协调	188
7.6 技术条件的确定	190
本章小结	191
思考题	192
第8章 计算机绘图及实体造型简介	193
8.1 计算机二维绘图简介	193
8.2 实体造型简介	205
本章小结	211
思考题	211
参考文献	212

第 1 章 绪 论

工业制造是指按照市场要求,通过生产加工过程,将资源(物料、能源、设备、工具、资金、技术、信息和人力等)转化为可供人们利用和使用的工业品与生活消费品的社会活动。从巨大而复杂的宇宙飞船等航空航天产品,到细小而简单的儿童玩具,无一不是工业制造的产物。工业制造不但提供了社会生产所需的设备、工具和用具等,而且支撑着现代人类生活的物质基础,其技术能力直接体现了一个国家的生产力水平。

工业产品的生产一般包括设计与制造两个环节。

1.1 产品的设计与制造过程

传统的产品生产过程从市场分析开始,以成品的出产结束,设计和制造相继进行。

1.1.1 产品的设计过程

广义上说,产品设计就是产品计划。它包括有关产品各方面信息(包括产品的市场定位、技术性能、采用的技术原理与路线、结构、工业设计、材料选择、成本核算、零部件加工工艺、装配工艺等)的计划。它也是根据产品的预定目标 and 功能要求,经过一系列的规划、分析和决策后产生相应的文字、数据、图形等信息的过程。

产品的一般设计流程如图 1-1 所示。

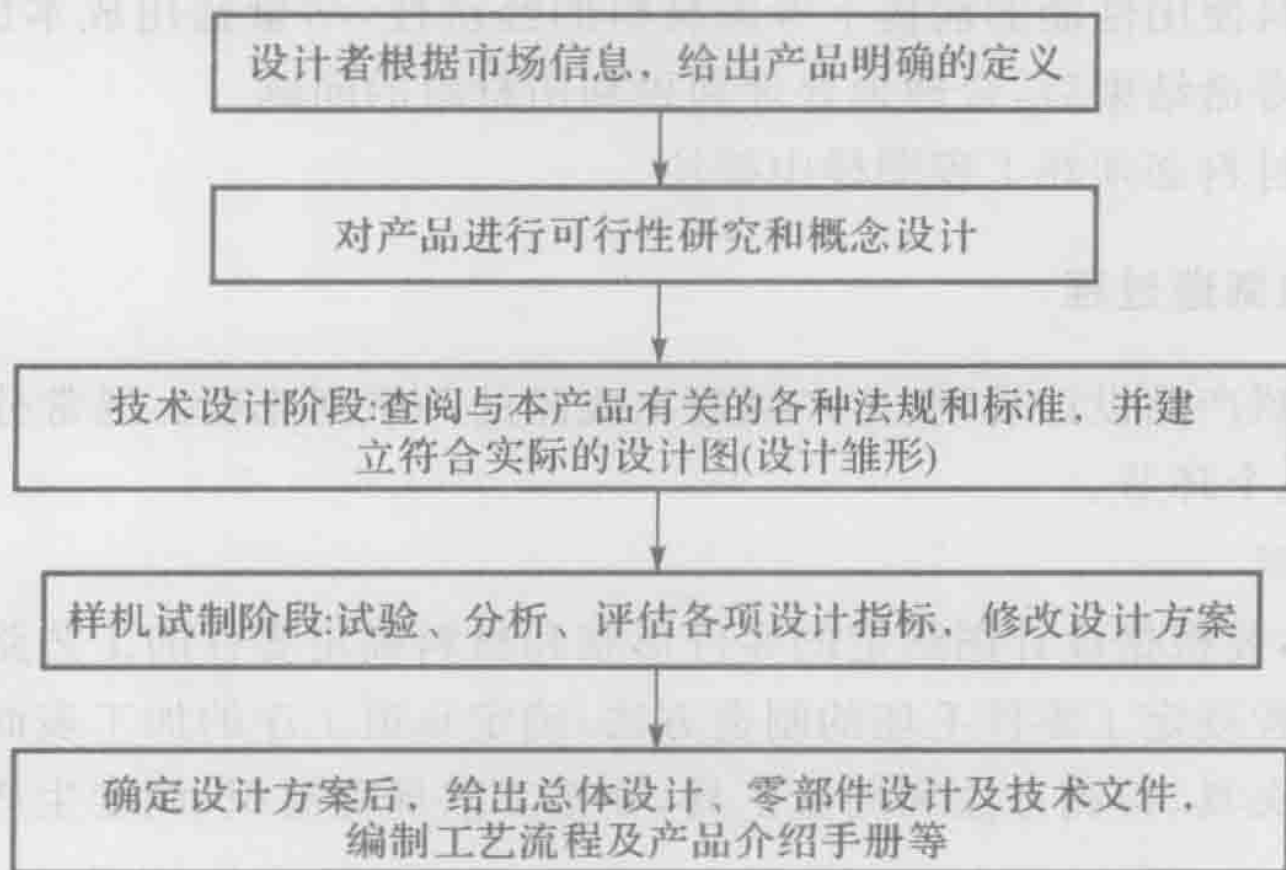


图 1-1 产品设计流程框图

由图 1-1 可以看出,产品的设计过程一般包括以下几个环节。

1. 设计

狭义上所说的设计主要是指产品的技术结构设计,大致可分为以下 4 个阶段。

(1)产品概念设计。在经过充分的市场调研以及在技术分析的基础上,提出明确的产品设计目标,然后根据产品生命周期各个阶段的要求,进行产品功能创造、功能分解以及子功能的结构设计;进行满足功能和结构要求的最优工作原理求解、结构构思和系统化设计。

(2)原理方案设计。根据产品总的功能要求,将总功能按层次分解为功能元。通过原理实验和评价决策,找出实现功能元的最佳原理方案,做出新产品的功能原理方案图。

(3)技术设计。技术设计是将最优功能原理方案具体化的过程,强调如何将产品功能性的描述,转换成能实现这些功能的具有形状、尺寸大小及相互关系的零、部件的描述。首先是进行总体设计,然后同时进行实用化设计和产品的外观设计。最后得出结构设计技术文件、总体布置草图、结构装配草图、造型设计技术文件、总体效果草图、外观构思模型等。

(4)加工设计。加工设计将技术设计的结果转换成加工用的技术文件,一般来说,要完成零件工作图、部件装配图、造型效果图、设计使用说明书和工艺文件等。

2. 样机试制

在完成设计之后,要根据设计图试制和测试样机。传统的方法要通过机械加工等各种加工方法制造出产品模型,并尽可能模拟产品使用时的工作环境,如温度、湿度、振动条件等,对产品进行性能测试。根据试制和测试的结果修改设计方案,为产品设计定型。

3. 成本核算

设计完成后要进行成本核算,了解产品的费用组成和制造费用,研究产品产量与成本、销售量与利润之间的关系,进行盈亏分析。改进设计方案,去除与产品功能要求无关的材料、结构和零、部件,以更新的构思,设计出功能相同而成本更低、价值更高的新产品。

4. 材料的选用

在产品设计中,材料的选用直接影响产品的制造成本和使用寿命。所以,考虑材料的经济性和材料的技术性能同等重要。选择材料时,应综合考虑材料的机械性能、物理性能和化学性能。在满足材料使用性能的前提下考虑材料的经济性,尽量选用成本比较低的材料。此外还要考虑在产品寿命结束后,合理地处理和再利用材料的问题。

零件所选用的材料必须在工程图样中标注。

1.1.2 产品的制造过程

制造过程即按照产品规划设计,生产制造出成品的一系列流程。通常分为制定工艺规程、零件加工、装配等环节。

1. 制定工艺规程

在制造过程中,要根据设计图给定的零件形状和材料确定零件的工艺路线,制定出详细的工艺规程。工艺规程规定了零件毛坯的制造方法,确定每道工序的加工表面、切削量和所选用的加工设备、刀具、夹具、检测方法和测量工具,并按工艺规程组织、调度生产加工过程。

2. 零件加工

按照设计定型的零件工作图样以及零件的工艺规程,选择适当的加工工艺和设备,按工序将产品的零件一步步制造出来。

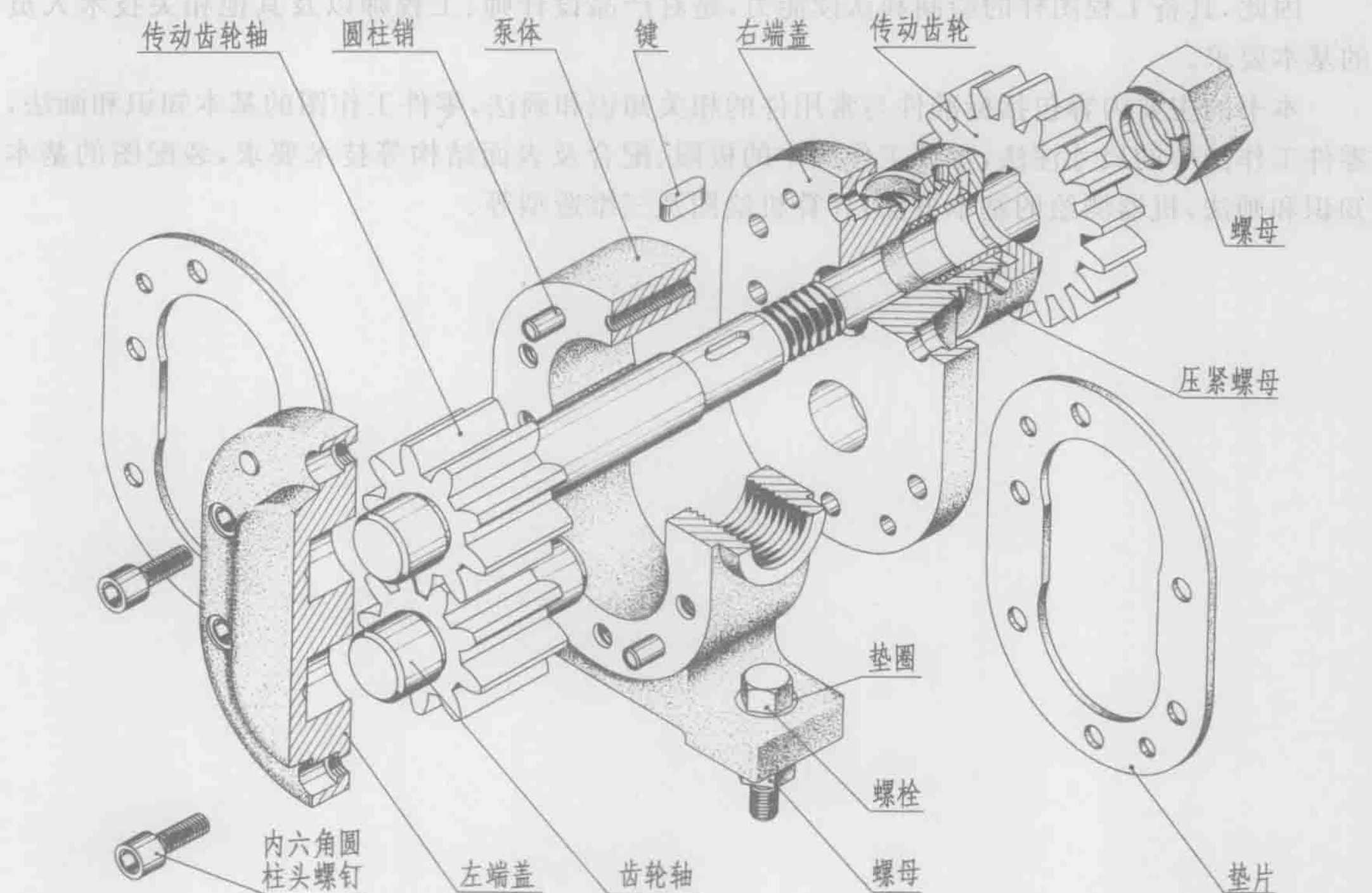
[illegible]

图 1-2 齿轮油泵分解轴测图

4. 产品质量控制

通过控制每道工序的加工精度,才能得到符合设计要求的零件,最后得到高质量的产品。零件尺寸的大小、形状、材料及在产品中的功用决定了零件的加工方法、尺寸精度和表面质量要求。要根据每一个零件的实际情况选择加工工艺和加工设备,如薄板件就不适合铸造成型,而形状复杂的壳体零件常采用铸造的方法制造毛坯。一般的机械零件需要根据零件配合情况确定其极限尺寸、表面结构要求。

1.2 产品设计与制造过程中的工程图样

各类工程图样(原理图、总体布置草图、结构装配草图、零件工作图、装配图、外观设计草图、造型效果图、工艺卡片等)始终贯穿整个设计与制造过程,是产品设计、零件制造、产品装配等各生产环节的重要技术资料。

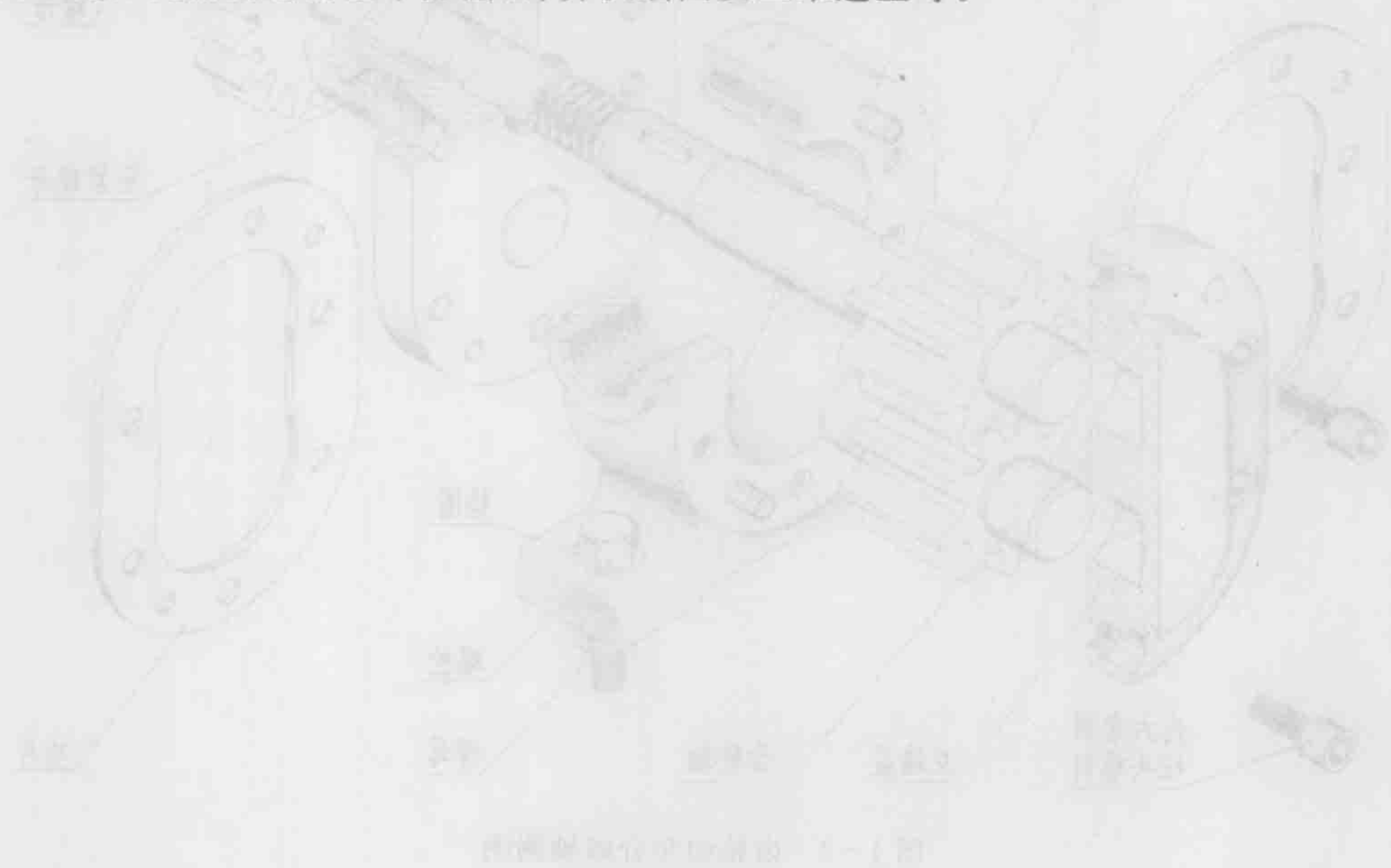
在产品设计的初期,设计者通过各种原理草图、结构草图、外观设计草图等记录设计概念和设计思路,用于方案筛选与讨论交流。在产品完成阶段,则要通过产品零件工作图、部

件装配图、造型效果图、设计使用说明书和工艺文件等对设计结果进行定型。因此,产品设计的成果往往是通过一系列的工程图样来表达的。

在产品制造环节,设计阶段完成的零件工作图、部件装配图、工艺卡片等图样是生产、装配和检验产品的主要依据。它也是设计成果的传递者。

因此,具备工程图样的绘制和认读能力,是对产品设计师、工程师以及其他相关技术人员的基本要求。

本书的主要内容包括标准件与常用件的相关知识和画法,零件工作图的基本知识和画法,零件工作图中的尺寸注法,零件工作图中的极限、配合及表面结构等技术要求,装配图的基本知识和画法,机器测绘的基本方法,计算机绘图及三维造型等。



本书在编写过程中,参考了有关国家标准、行业标准、教材和有关文献资料。本书在编写过程中,得到了有关领导和专家的指导,也得到了有关单位和个人的帮助,在此表示衷心的感谢。由于编者水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

第1章 绪论

本章主要介绍工程图样的作用、种类、组成、识读方法、绘制要求、计算机绘图、工程图样在工程中的应用等。本章是学习工程图样的基础,也是学习工程图样应用的基础。本章的学习重点包括:工程图样的作用、种类、组成、识读方法、绘制要求、计算机绘图、工程图样在工程中的应用等。

第2章 标准件 常用件

【本章提要】

在机器或部件的装配中,大量用到连接件来紧固、连接或联结。常用的有螺纹紧固件如螺栓、双头螺柱、螺钉等,以及其他连接件如键、销等。在机械的传动、支撑等方面还广泛使用齿轮、轴承、弹簧等机件。由于这些机件应用广泛,需求量大,因而有的在结构、尺寸、形式等方面均已标准化,称为标准件;有的已将部分参数标准化、系列化,称为常用件。例如,在图1-3中显示了所有零件分解情况的齿轮油泵轴测图,其中螺栓、螺母、垫圈、螺钉、键、销等属于标准件,齿轮属于常用件,而泵体、端盖、传动齿轮轴则是一般零件。

机器零件间的连接形式,根据在拆开时是否会损坏连接部分,分为可拆连接和不可拆连接。可拆连接有螺纹连接、键连接、销连接等,而焊接、铆接则属于不可拆连接。本章介绍螺纹、螺纹紧固件、键、销、轴承、齿轮及弹簧的标准、规定画法及标记方法,并讲解查阅有关标准的方法以及一些工艺结构的作用和画法等。

2.1 螺 纹

2.1.1 螺纹的形成、结构和要素

1. 螺纹的形成

一平面(三角形、梯形或矩形)沿圆柱或圆锥表面上的螺旋线运动而形成的齿槽结构称为螺纹。

在圆柱(或圆锥)外表面上形成的螺纹称为外螺纹(见图2-1(a));在圆柱(或圆锥)内表面上形成的螺纹称为内螺纹(见图2-1(b))。内、外螺纹一般需旋合配套才能使用。

在车床上车削螺纹,是常见的加工螺纹的一种方法。如图2-2所示,将工件装卡在与车床主轴相连的卡盘上,使它随主轴作等速旋转,同时使车刀沿轴线方向作等速移动,当刀尖切入工件达一定深度时,就在工件的表面上车制出螺纹。此外,螺纹还可以用扳牙、丝锥或滚压的方法加工。图2-3说明了丝锥加工内螺纹的过程,即先用钻头钻出不通孔,再用丝锥攻制出内螺纹。

2. 螺纹的要素

螺纹的基本要素是牙型、公称直径、线数、螺距、导程和旋向。为了便于设计计算和加工制造,国家标准对有些螺纹的牙型、公称直径和螺距都作了规定。凡是这三项都符合标准的称为标准螺纹;牙型符合标准,而大径、螺距不符合标准的称为特殊螺纹;牙型不符合标准的称为非

标准螺纹。

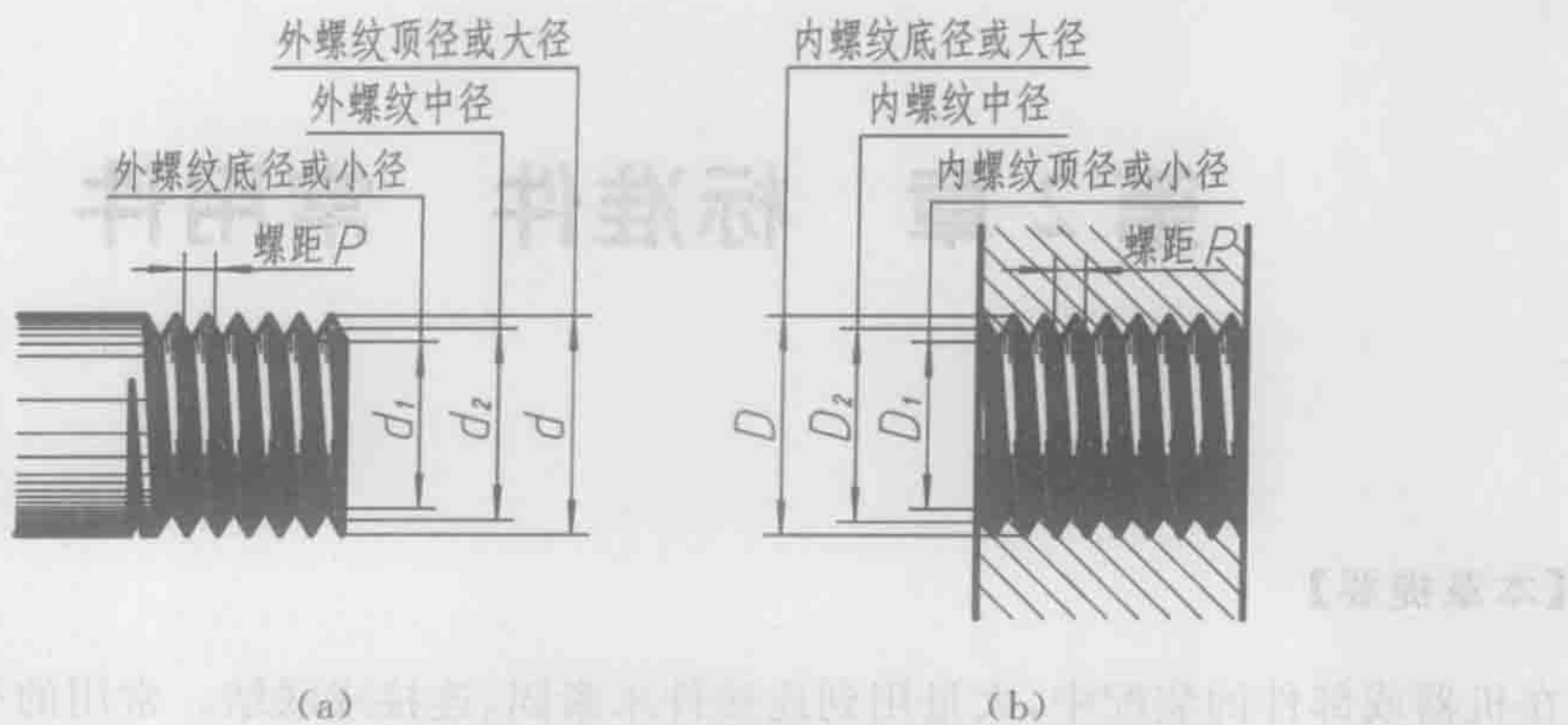


图 2-1 内、外螺纹
(a) 外螺纹；(b) 内螺纹

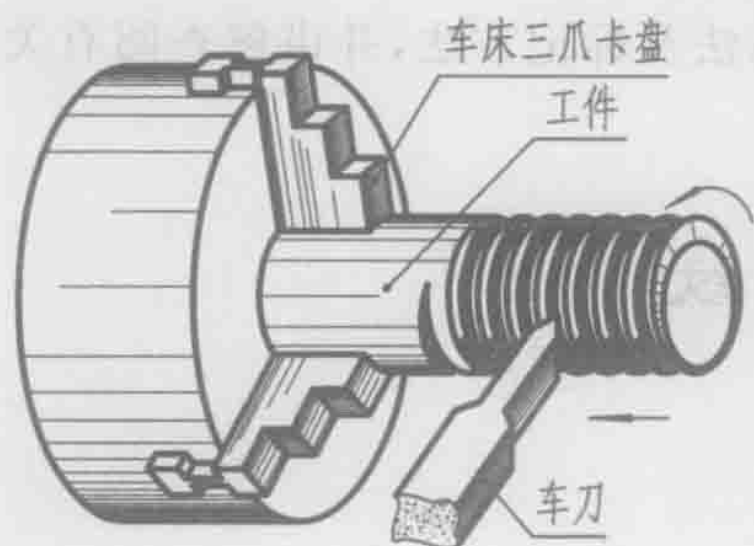


图 2-2 在车床上切制螺纹

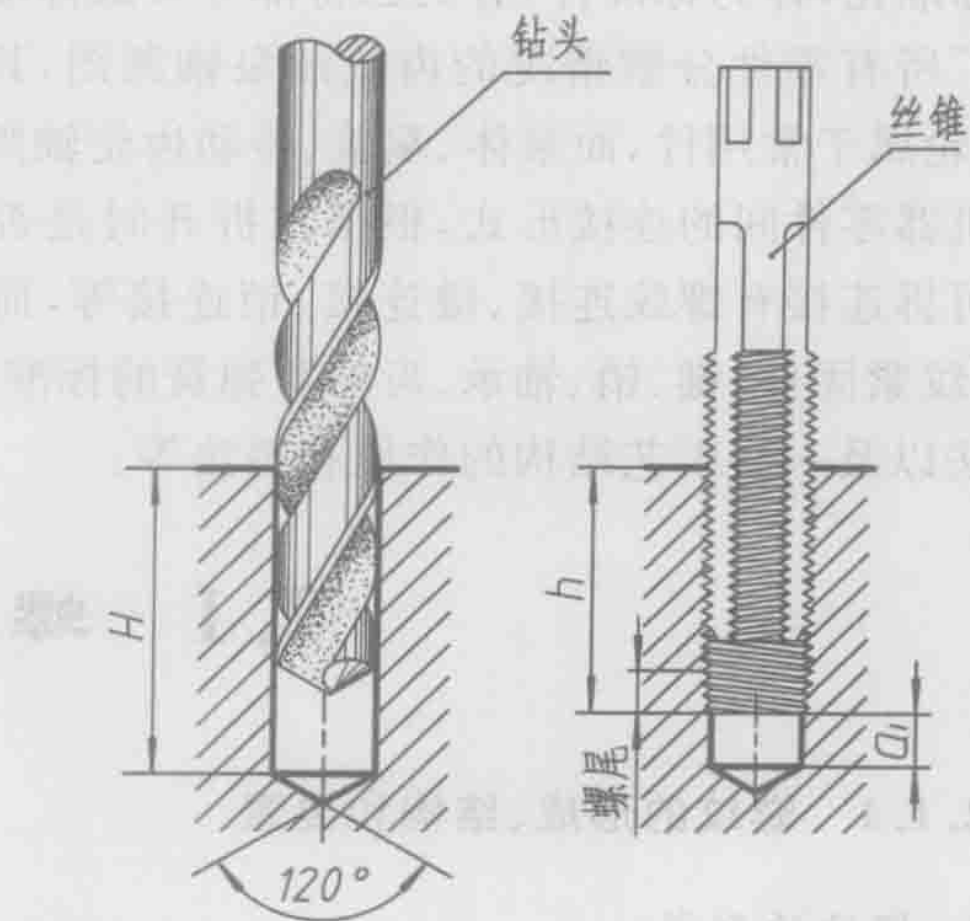


图 2-3 丝锥加工内螺纹

(1) 牙型：指在通过螺纹轴线的剖面上，螺纹的轮廓形状。常见的牙型有三角形、梯形等，不同的牙型有不同的用途，表 2-1 给出了几种螺纹的牙型图及相应的特征代号。按牙型可区分不同的螺纹种类。

(2) 公称直径：螺纹的直径有大径、小径和中径之分，而公称直径是指代表螺纹尺寸的直径。如最常用的圆柱形普通螺纹，公称直径是指螺纹大径的基本尺寸。

大径是指与外螺纹牙顶或内螺纹牙底相切的假想圆柱或圆锥的直径。外螺纹用“ d ”表示；内螺纹用“ D ”表示。

小径是指与外螺纹牙底或内螺纹牙顶相切的假想圆柱或圆锥的直径。外螺纹用“ d_1 ”表示；内螺纹用“ D_1 ”表示。

中径是指一个假想圆柱的直径，其母线通过牙型上与沟槽和凸起宽度相等的地方。外螺纹用“ d_2 ”表示；内螺纹用“ D_2 ”表示。

表 2-1 螺纹的分类、牙型及代号

按标准化程度分	按用途分	按牙型分	外形图	牙型图	螺纹特征代号
标准螺纹	连接螺纹	粗牙普通螺纹			M
		细牙普通螺纹			
		圆柱管螺纹			G
	传动螺纹	梯形螺纹			Tr
非标准螺纹		方形螺纹			无代号

(3) 线数:如图 2-4 所示,螺纹有单线和多线之分。沿一条螺旋线形成的螺纹为单线螺纹(见图 2-4(a)),普通螺纹、管螺纹多为单线螺纹。沿两条或两条以上、在轴向等距分布的螺旋线所形成的螺纹为多线螺纹(见图 2-4(b)),由于其旋进速度较快,因此多用于传动。

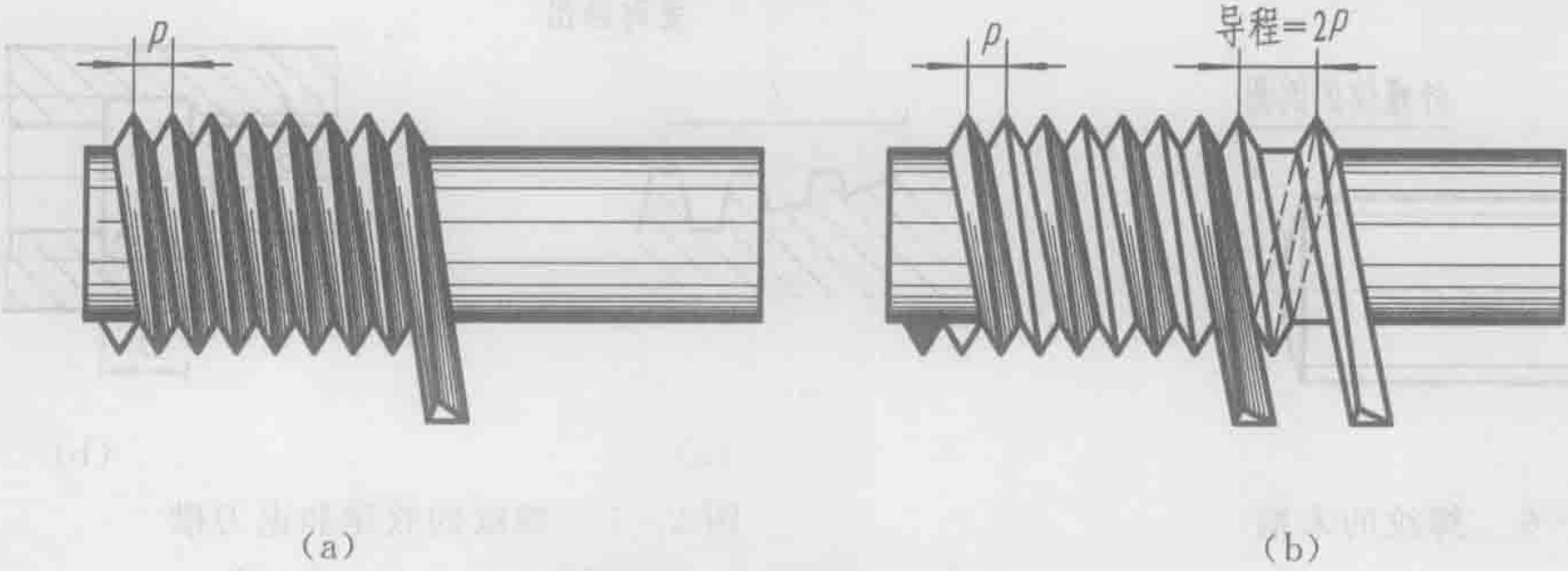


图 2-4 螺纹线数、导程和螺距
(a) 单线螺纹; (b) 双线螺纹

(4) 螺距 P 和导程 P_h : 螺纹相邻两牙在中径圆柱上对应两点之间的轴向距离称为螺距, 用符号“ P ”来表示。同一条螺旋线上的相邻两牙在中径线上对应两点间的轴向距离称为导程, 用符号“ P_h ”来表示。对于单线螺纹其导程等于螺距, 即 $P_h = P$, 如图 2-4(a) 所示; 多线螺纹的导程等于线数乘以螺距, 即 $P_h = nP$ 。在图 2-4(b) 中, 其螺纹是双线螺纹, 故导程等于螺距的 2 倍, 即 $P_h = 2P$ 。

(5) 旋向: 螺纹有左旋和右旋之分。如图 2-5 所示, 若螺纹是顺时针方向旋入的, 则称为右旋螺纹; 若螺纹是逆时针方向旋入的, 则称为左旋螺纹。工程上常使用右旋螺纹。

只有以上螺纹的 5 大要素都对应相同时, 内、外螺纹才能够旋合在一起。

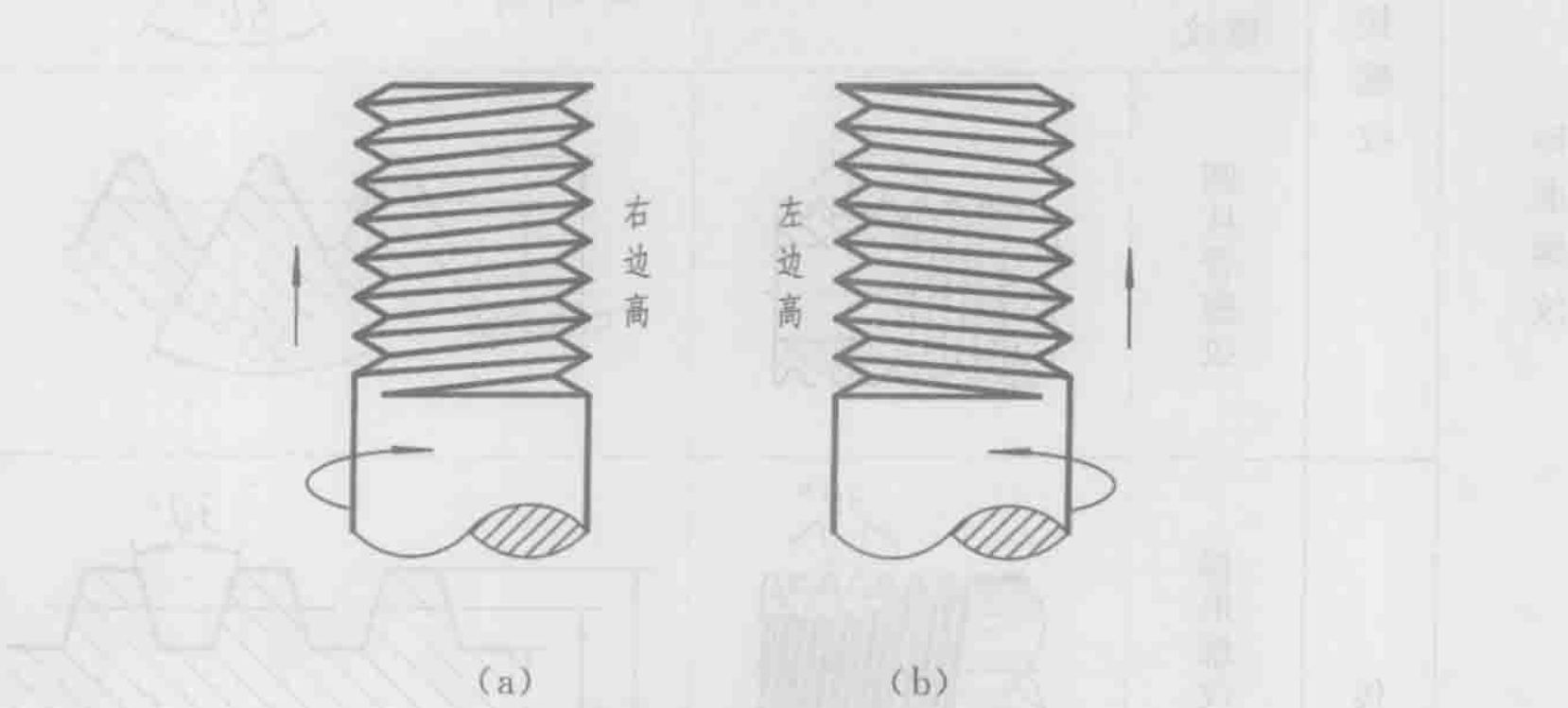


图 2-5 螺纹的旋向
(a) 右旋螺纹; (b) 左旋螺纹

3. 螺纹的结构

图 2-6 和图 2-7 画出了螺纹的末端、收尾和退刀槽。这些结构的参数值可查阅表 2-2。

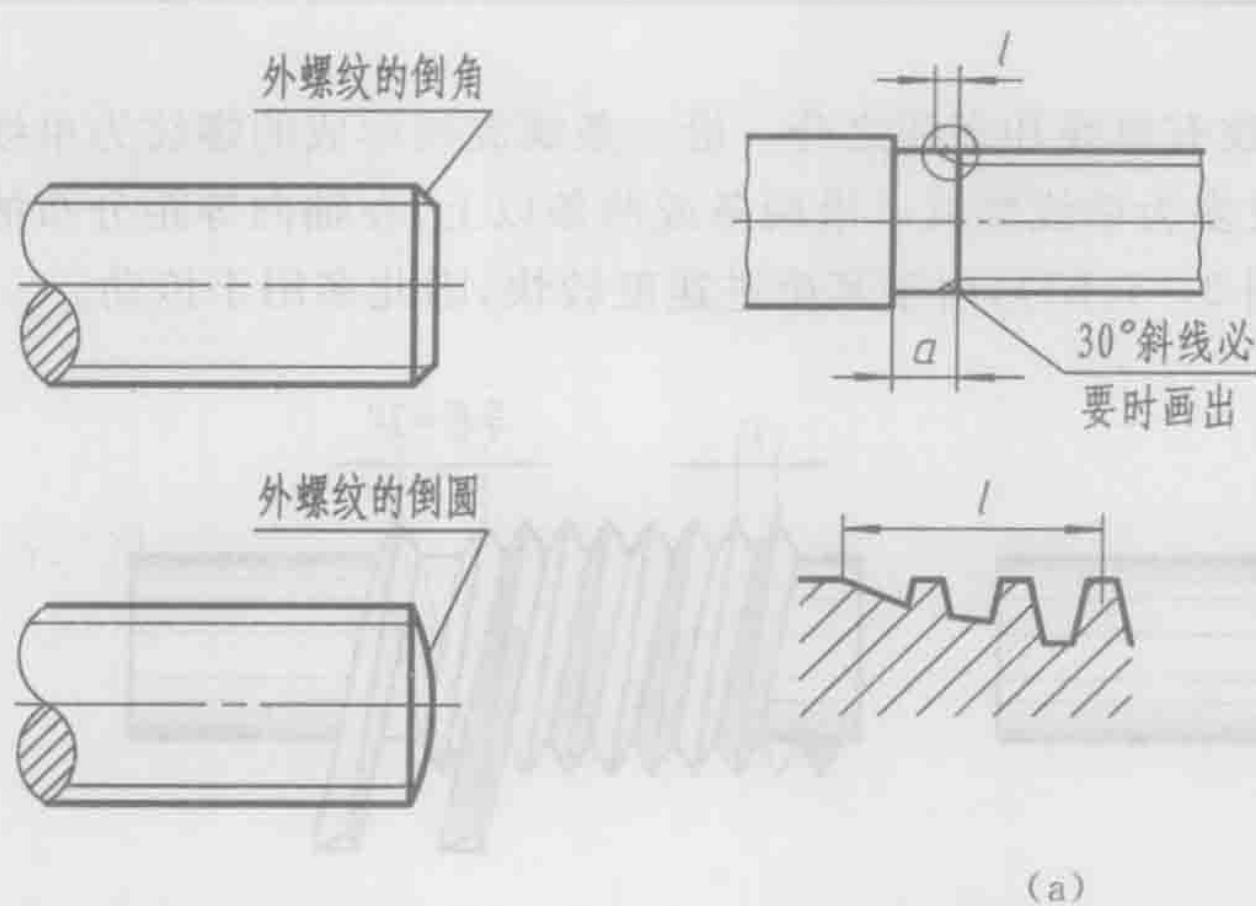
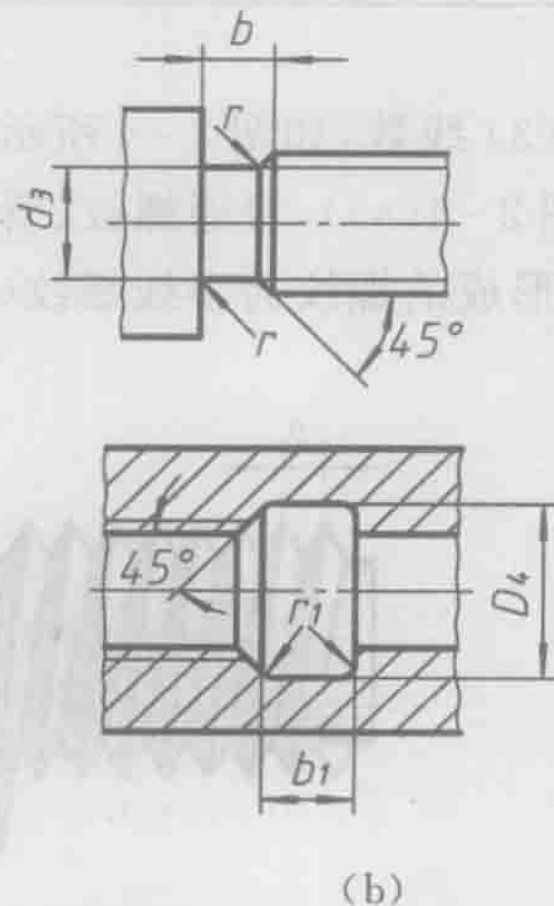


图 2-6 螺纹的末端



(a) 螺纹收尾; (b) 退刀槽
图 2-7 螺纹的收尾和退刀槽

表 2-2 普通螺纹的螺纹收尾、肩距、退刀槽(摘自 GB/T 3—1997) (单位:mm)

螺距 P	粗牙 螺纹 大径 $d(D)$	外 螺 纹								内 螺 纹							
		螺纹收尾 l max		肩距 a max			退 刀 槽			螺纹收尾 l_1 max		肩 距 a_1		退 刀 槽			
														b_1	$r_1 \approx$	D_1	
		一般	短的	一般	长的	短的	max	$r \approx$	d_s	一般	短的	一般	长的	一般	窄的		
0.5	3	1.25	0.7	1.5	2	1	1.5	0.2	$d-0.8$	2	1	3	4	2	1	0.2	D + 0.3
0.6	3.5	1.5	0.75	1.8	2.4	1.2	1.8	0.4	$d-1$	2.4	1.2	3.2	4.8	2.4	1.2	0.3	
0.7	4	1.75	0.9	2.1	2.8	1.4	2.1		$d-1.1$	2.8	1.4	3.5	5.6	2.8	1.4	0.4	
0.75	4.5	1.9	1	2.25	3	1.5	2.25		$d-1.2$	3	1.5	3.8	6	3	1.5		
0.8	5	2		2.4	3.2	1.6	2.4		$d-1.3$	3.2	1.6	4	6.4	3.2	1.6		
1	6.7	2.5	1.25	3	4	2	3	0.6	$d-1.6$	4	2	5	8	4	2	0.5	D + 0.5
1.25	8	3.2	1.6	4	5	2.5	3.75		$d-2$	5	2.5	6	10	5	2.5	0.6	
1.5	10	3.8	1.9	4.5	6	3	4.5	0.8	$d-2.3$	6	3	7	12	6	3	0.8	
1.75	12	4.3	2.2	5.3	7	3.5	5.25	1	$d-2.6$	7	3.5	9	14	7	3.5	0.9	
2	14.16	5	2.5	6	8	4	6		$d-3$	8	4	10	16	8	4	1	
2.5	18,20,22	6.3	3.2	7.5	10	5	7.5	1.2	$d-3.6$	10	5	12	18	10	5	1.2	
3	24,27	7.5	3.8	9	12	6	9	1.6	$d-4.4$	12	6	14	22	12	6	1.5	
3.5	30,33	9	4.5	10.5	14	7	10.5		$d-5$	14	7	16	24	14	7	1.8	
4	36,39	10	5	12	16	8	12	2	$d-5.7$	16	8	18	26	16	8	2	

注:1. 本表未摘录 $P < 0.5$ 的各有关尺寸。
2. 国家标准局发布了国家标准《紧固件外螺纹零件的末端》(GB/T 2—2001),可查阅其中的有关规定。

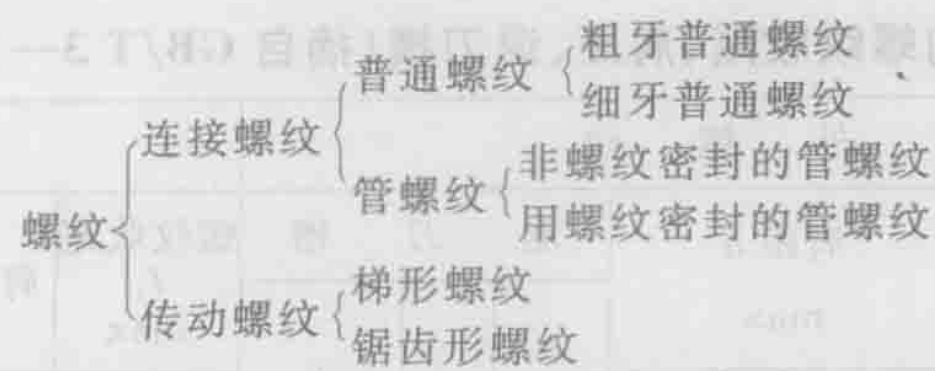
(1) 螺纹的末端:为了便于装配和防止螺纹起始圈损坏,常将螺纹的起始处加工出一定的结构,如倒角、倒圆等,如图 2-6 所示。

(2) 螺纹的收尾和退刀槽:在车削螺纹时刀具在接近螺纹末尾处要逐渐离开工件,因此螺纹收尾部分的牙型是不完整的,称为螺尾,如图 2-7(a) 所示。为了避免产生螺尾,可以预先在螺纹末尾处加工出退刀槽,然后再车削螺纹,如图 2-7(b) 所示。

(3) 螺纹的倒角:外螺纹起始端面的倒角一般为 45° ,也可采用 60° 或 30° 倒角,倒角深度应大于或等于螺纹牙型高度;内螺纹入口端面的倒角一般为 120° ,也可采用 90° 倒角;端面倒角直径为 $(1.05 \sim 1)D$ 。

2.1.2 螺纹的种类

螺纹按用途分为连接螺纹和传动螺纹,前者主要起连接作用,后者主要用于传递动力和运动。常用螺纹分类如下:

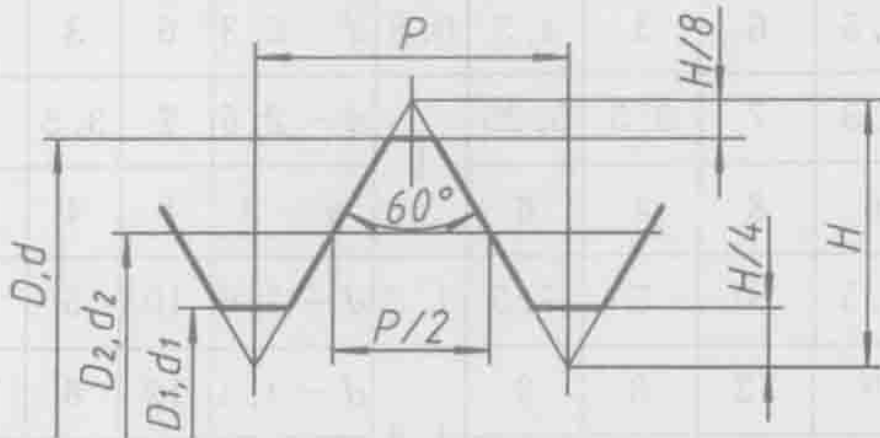


无论连接螺纹还是传动螺纹,在使用时大多选用标准螺纹。下面将介绍几种常用的标准螺纹。

1. 普通螺纹

普通螺纹是常用的连接螺纹,牙型为三角形,牙型角为 60° ,其特征代号为 M。同一公称直径的普通螺纹,其螺距有粗牙(一种)和细牙(一种或几种)之分。因此,在标注细牙螺纹时,必须注出螺距。粗牙螺纹多用于紧固连接,连接强度较好;细牙螺纹的螺距比粗牙螺纹的螺距小,所以多用于细小的精密零件和薄壁零件上,有较好的密封性和微调性。设计时应根据使用要求确定螺距为粗牙或细牙。普通螺纹的基本尺寸见表 2-3。

表 2-3 普通螺纹的基本尺寸(摘自 GB/T 196—2003) (单位: mm)



公称直径 D, d	螺距 P	中 径 D_2, d_2	小 径 D_1, d_1	公称直径 D, d	螺 距 P	中 径 D_2, d_2	小 径 D_1, d_1
4	0.7	3.545	3.242	16	2	14.701	13.835
	0.5	3.675	3.459		1.5	15.026	14.376
5	0.8	4.480	4.134	20	1	15.350	14.917
	0.5	4.675	4.459		2.5	18.376	17.294
6	1	5.350	4.917	24	2	18.701	17.835
	0.75	5.513	5.188		1.5	19.026	18.376
8	1.25	7.188	6.647	30	1	19.350	18.917
	1	7.350	6.917		3	22.051	20.752
10	0.75	7.513	7.188	36	2	22.701	21.835
	1.5	9.026	8.376		1.5	23.026	22.376
12	1.25	9.188	8.647	48	1	23.350	22.917
	1	9.350	8.917		3.5	27.727	26.211
12	0.75	9.513	9.188	60	3	28.051	26.752
	1.75	10.863	10.106		2	28.701	27.835
12	1.5	11.026	10.376	72	1.5	29.026	28.376
	1.25	11.188	10.647		1	29.350	28.917
12	1	11.350	10.917	96			

注:1. 公称直径 D, d 所对应的所有螺距中,数值最大的为粗牙螺纹。
2. 粗牙螺纹在螺纹规定标记中螺距省略标注。

2. 管螺纹

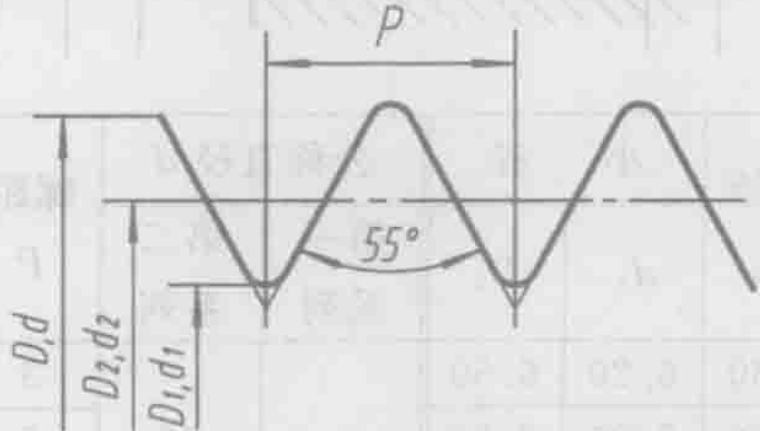
管螺纹常用于水管、油管、气管的管道连接中,其尺寸代号数值是指刻有外螺纹的管子孔径(单位是英寸制)。管螺纹有以下两种类型。

(1) 非螺纹密封的管螺纹,螺纹特征代号是 G,其内、外螺纹均为圆柱螺纹,且内、外螺纹旋合后本身无密封能力,常用于电线管等不需要密封的管路系统中。若加上密封结构后,则密封性能好,可用于具有高压力的管路系统。

(2) 用螺纹密封的管螺纹,螺纹特征代号有 3 种:圆锥内螺纹 Rc;圆锥外螺纹 R;圆柱内螺纹 Rp。这种螺纹的连接形式有圆锥外螺纹与圆锥内螺纹旋合连接;圆柱内螺纹与圆锥外螺纹旋合连接。这种连接在内、外螺纹旋合后具有密封能力,常用于日常生活中的水管、煤气管、润滑油管等。锥管螺纹绘制时取锥度 1:16。

圆柱管螺纹和圆锥管螺纹的基本尺寸见表 2-4。

表 2-4 非螺纹密封的管螺纹(摘自 GB/T 7307—2001) (单位:mm)

						
尺寸代号	每 25.4 mm 内的牙数 n	螺 距 P	基 本 直 径			
			大径 D, d	小径 D_1, d_1		
1/8	28	0.907	9.728	8.566		
1/4	19	1.337	13.157	11.445		
3/8	19	1.337	16.662	14.950		
1/2	14	1.814	20.955	18.631		
5/8	14	1.814	22.911	20.587		
3/4	14	1.814	26.441	24.117		
7/8	14	1.814	30.201	27.877		
1	11	2.309	33.249	30.291		
1 1/8	11	2.309	37.897	34.939		
1 1/4	11	2.309	41.910	38.952		
1 1/2	11	2.309	47.803	44.845		
1 3/4	11	2.309	53.746	50.788		
2	11	2.309	59.614	56.656		
2 1/4	11	2.309	65.710	62.752		
2 1/2	11	2.309	75.184	72.226		
2 3/4	11	2.309	81.534	78.576		
3	11	2.309	87.884	84.926		