

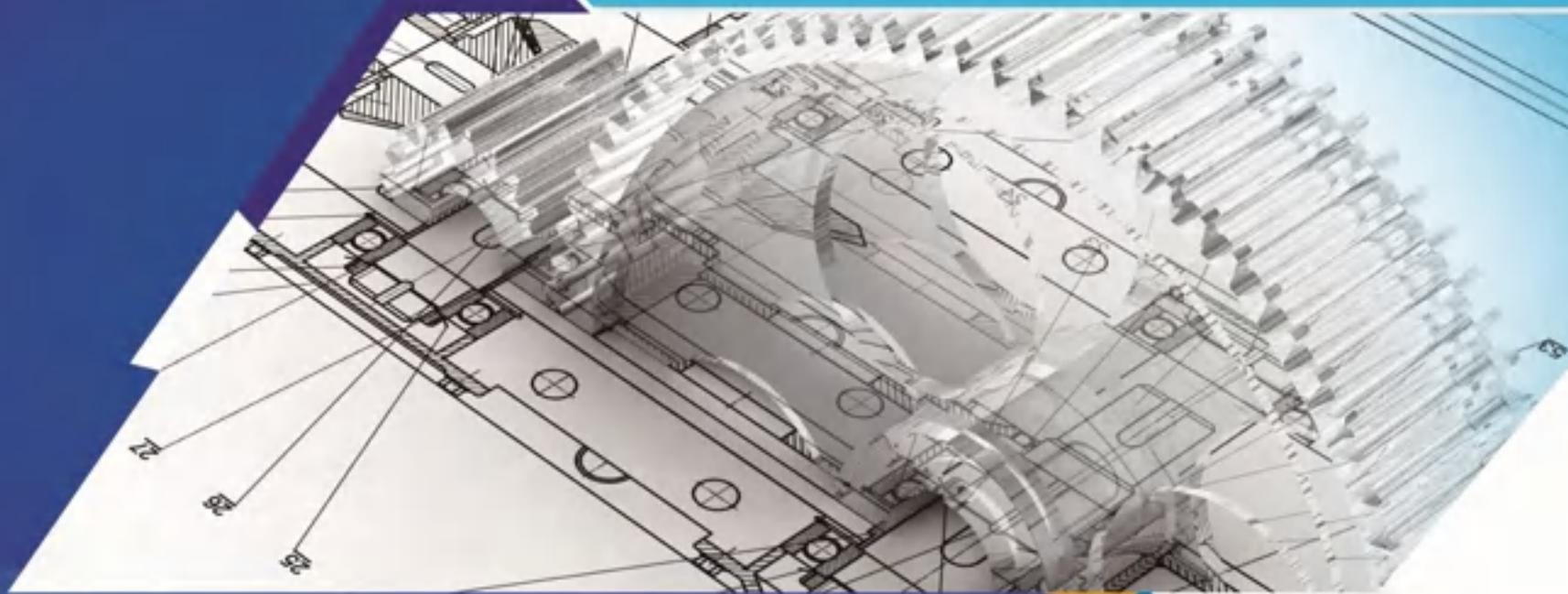
应用型人才培养机械类专业系列教材

应用型人才培养机械类专业系列教材

# 机械制图与 CAD

JIXIE ZHITU YU CAD

主编 王梅 胡晓燕 王洪



机械制图与CAD

主编 王梅 胡晓燕 王洪

电子科技大学出版社

电子科技大学出版社  
University of Electronic Science and Technology of China Press

# CONTENTS

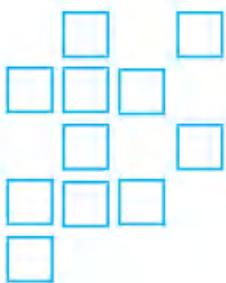
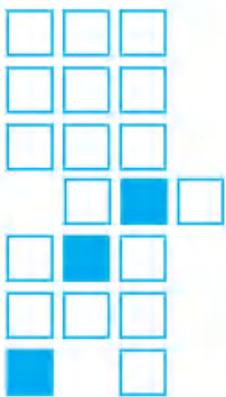
## 目 录

绪论 .....	1
<b>项目 1 制图的基本知识 .....</b>	<b>3</b>
任务 1.1 绘图工具、仪器的使用方法 .....	4
任务 1.2 《机械制图》国家标准摘录 .....	6
任务 1.3 平面图形的画法 .....	16
思考题 .....	22
<b>项目 2 正投影的基本原理 .....</b>	<b>23</b>
任务 2.1 投影法的基本知识 .....	24
任务 2.2 点的投影 .....	26
任务 2.3 直线的投影 .....	28
任务 2.4 平面的投影 .....	33
思考题 .....	37
<b>项目 3 基本体及轴测图 .....</b>	<b>38</b>
任务 3.1 基本体的投影及其表面取点 .....	39
任务 3.2 立体的表面交线 .....	45
任务 3.3 轴测图 .....	55
思考题 .....	63
<b>项目 4 组合体 .....</b>	<b>64</b>
任务 4.1 组合体的组合形式 .....	65



任务 4.2	组合体三视图的画法 .....	67
任务 4.3	组合体视图的尺寸标注 .....	71
任务 4.4	组合体的看图方法 .....	75
思考题	.....	82
<b>项目 5</b>	<b>机件的表达方法</b> .....	83
任务 5.1	视图 .....	84
任务 5.2	剖视图 .....	87
任务 5.3	断面图 .....	96
任务 5.4	其他表达方法 .....	99
思考题	.....	103
<b>项目 6</b>	<b>标准件与常用件</b> .....	104
任务 6.1	螺纹及螺纹紧固件 .....	105
任务 6.2	齿轮 .....	117
任务 6.3	键、销连接 .....	121
任务 6.4	滚动轴承 .....	124
思考题	.....	128
<b>项目 7</b>	<b>零件图</b> .....	129
任务 7.1	零件图的作用和内容 .....	130
任务 7.2	零件图的视图选择 .....	131
任务 7.3	零件图的尺寸标注 .....	133
任务 7.4	零件图上的技术要求 .....	138
任务 7.5	零件常见的工艺结构 .....	157
任务 7.6	典型零件的分析 .....	160
任务 7.7	读零件图 .....	171
思考题	.....	173
<b>项目 8</b>	<b>装配图</b> .....	174
任务 8.1	装配图的作用和内容 .....	175
任务 8.2	装配图的表达方法 .....	176

任务 8.3	装配图的尺寸、技术要求、零件序号及明细栏·····	179
任务 8.4	装配结构的合理性·····	182
任务 8.5	装配图的画法·····	185
任务 8.6	装配图的识读·····	190
思考题	·····	197
<b>项目 9</b>	<b>CAD 绘图</b> ·····	198
任务 9.1	熟悉 CAD 操作环境·····	199
任务 9.2	管理图纸和使用图层·····	202
任务 9.3	绘制简单平面图形·····	205
任务 9.4	绘制吊钩·····	210
任务 9.5	绘制轴测图·····	214
任务 9.6	绘制标题栏和明细表·····	224
任务 9.7	尺寸样式设定及标注·····	231
任务 9.8	创建图案填充·····	240
任务 9.9	图块的创建与使用·····	244
任务 9.10	创建三维实体模型·····	247
任务 9.11	绘制弯管实体图·····	249
任务 9.12	打印图形·····	256
<b>附录</b>	·····	259
<b>参考文献</b>	·····	277



## Chapter 项目 6

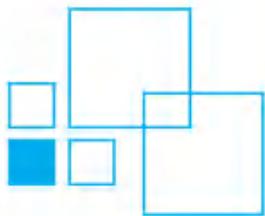
# 标准件与常用件

在各种机器设备上，除一般类零件外，还经常用到如螺栓、螺钉、螺母、垫圈、销、键、滚动轴承、齿轮、弹簧等各种不同的零件。这些零件应用范围非常广泛，需要量很大。为提高劳动生产率，降低生产成本，国家标准对它们的结构、尺寸、画法及标记、材料和性能指标等作了规定，实行了标准化、系列化。其中，各个方面全部标准化的零件称为标准件，部分结构、重要参数标准化的零件称为常用件。

在机械图样中，对标准件和常用件的某些结构和形状不是按其真实投影画出，而是按照国家标准所规定的简化画法进行绘制。《机械制图》国家标准规定了标准件、常用件的画法和标记，根据标准件的标记，即可查出它们的结构和尺寸。

### 学习要点

- 螺纹的形成和螺纹的要素及螺纹标记方法；
- 常用螺纹紧固件的种类及连接画法；
- 常用键的型式和标记及连接画法；
- 键、销的种类、标记和规定画法；
- 齿轮的主要参数和规定画法；
- 滚动轴承的构造、类型、代号及规定画法。



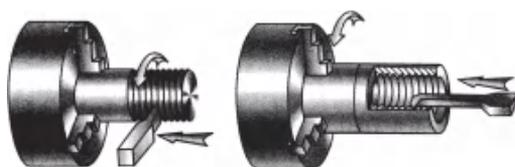


## 任务 6.1 螺纹及螺纹紧固件

### 6.1.1 螺纹的形成及其要素

螺纹是指在圆柱或圆锥表面上,沿螺旋线所形成的,具有相同剖面的连续凸起和沟槽。在圆柱表面上形成的螺纹称为圆柱螺纹。在圆锥表面上形成的螺纹称为圆锥螺纹。在外表面形成的螺纹,称外螺纹;在内表面形成的螺纹称为内螺纹。

螺纹的加工方法很多,如图 6-1 所示,为在车床上车削外螺纹和内螺纹的情形。内、外螺纹必须成对使用,可用于连接或传递运动和动力。



(a) (b)

图 6-1 车削螺纹

(a) 车削外螺纹 (b) 车削内螺纹

#### 1. 螺纹的有关术语和结构要素

(1) 螺纹牙型。在通过螺纹轴线的断面上,螺纹的轮廓形状,称为螺纹牙型。常见牙型如图 6-2 所示,有三角形、梯形、锯齿形和矩形等。

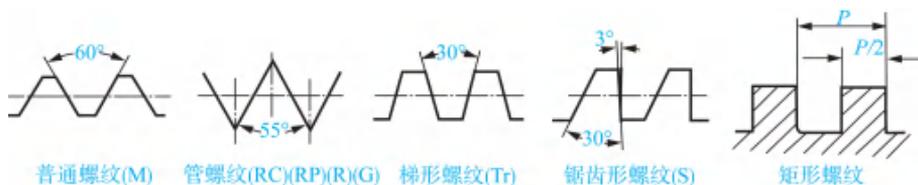


图 6-2 螺纹的牙型

(2) 螺纹直径。直径有大径( $d, D$ )、中径( $d_2, D_2$ )和小径( $d_1, D_1$ )之分(如图 6-3 所示)。

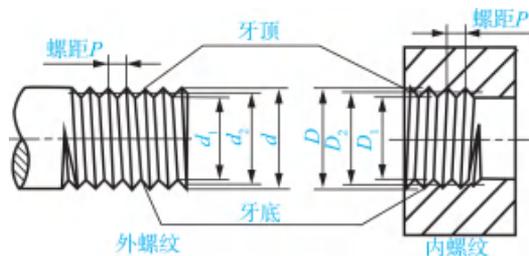


图 6-3 螺纹各部分名称



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。

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。

中径是指一个假想圆柱或圆锥的直径，该圆柱或圆锥的母线通过牙型上沟槽和凸起宽度相等的位置。

公称直径是代表螺纹尺寸的直径，一般是指螺纹大径的基本尺寸(管螺纹用尺寸代号表示)。

(3) 线数( $n$ )。螺纹有单线与多线之分。沿一条螺旋线所形成的螺纹称为单线螺纹；沿两条或两条以上在轴向等距分布的螺旋线所形成的螺纹称多线螺纹。

(4) 螺距( $P$ )和导程( $L$ )。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。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“ $L$ ”表示。导程和螺距有如下的关系： $L = n \times p$ (如图 6-4 所示)。

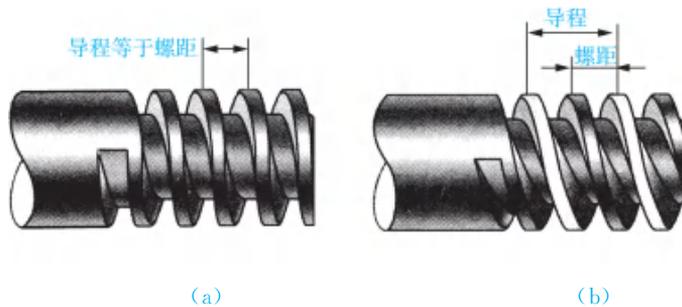


图 6-4 螺距与导程

(a) 单线螺纹 (b) 双线螺纹

(5) 旋向。螺纹分右旋和左旋两种，顺时针旋入的螺纹，称为右旋螺纹；逆时针旋入的螺纹，称为左旋螺纹(如图 6-5 所示)。工程上常用右旋螺纹。

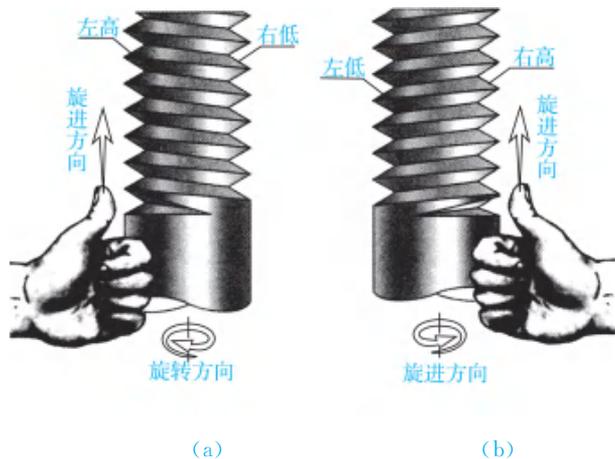


图 6-5 螺纹的旋向

(a) 左旋螺纹 (b) 右旋螺纹



内、外螺纹总是成对使用的，只有螺纹的牙型、大径、螺距、线数和旋向完全相同时，内、外螺纹才能相互旋合。

(6) 螺尾、倒角及退刀槽。为了便于内、外螺纹的旋合，在螺纹的端部制成 $45^\circ$ 倒角。在制造螺纹时，由于退刀的原因，螺纹的尾部会出现渐浅部分，这种不完整的牙型，称为螺尾。为了消除这种现象，需要在螺纹的终止处加工一个退刀槽(如图6-6所示)。

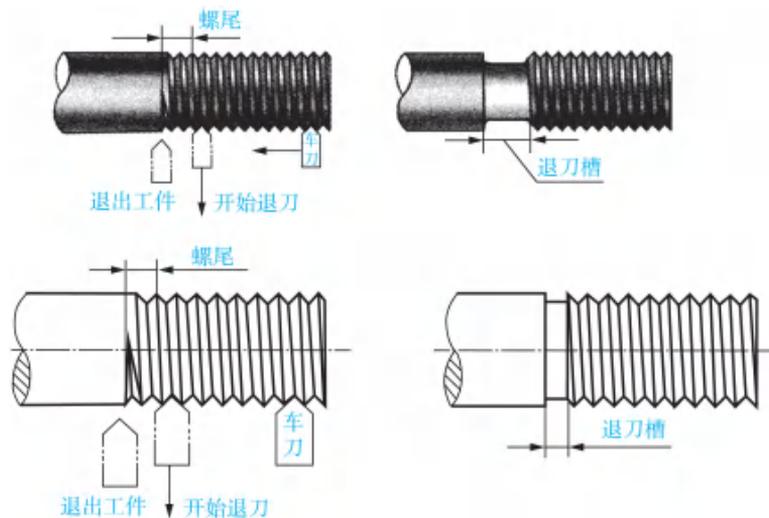


图 6-6 螺尾与退刀槽

## 2. 螺纹的规定画法

由于螺纹是采用专用机床和刀具加工，所以无需将螺纹按真实投影作图。GB/T 4459.1—1995《机械制图 螺纹及螺纹紧固件表示法》规定了螺纹的画法。

螺纹牙顶圆的投影用粗实线表示，牙底圆的投影用细实线表示，在螺杆的倒角或倒圆部分也应画出。在垂直于螺纹轴线的投影面的视图中，表示牙底圆的细实线只画约 $3/4$ 圈(空出约 $1/4$ 圈的位置不作规定)，此时，螺杆或螺孔上的倒角投影不应画出。

有效螺纹的终止界限(简称螺纹终止线)用粗实线绘制。螺尾部分一般不必画出。

无论是外螺纹或内螺纹，在剖视图或断面图中的剖面线都应画到粗实线。

如图6-7所示为外螺纹规定画法。如图6-8所示为内螺纹规定画法，内螺纹主视图一般应画成剖视图。

以剖视图表示内、外螺纹的连接时，其旋合部分应按外螺纹的画法表示，其余部分仍按各自的画法表示，如图6-9所示。

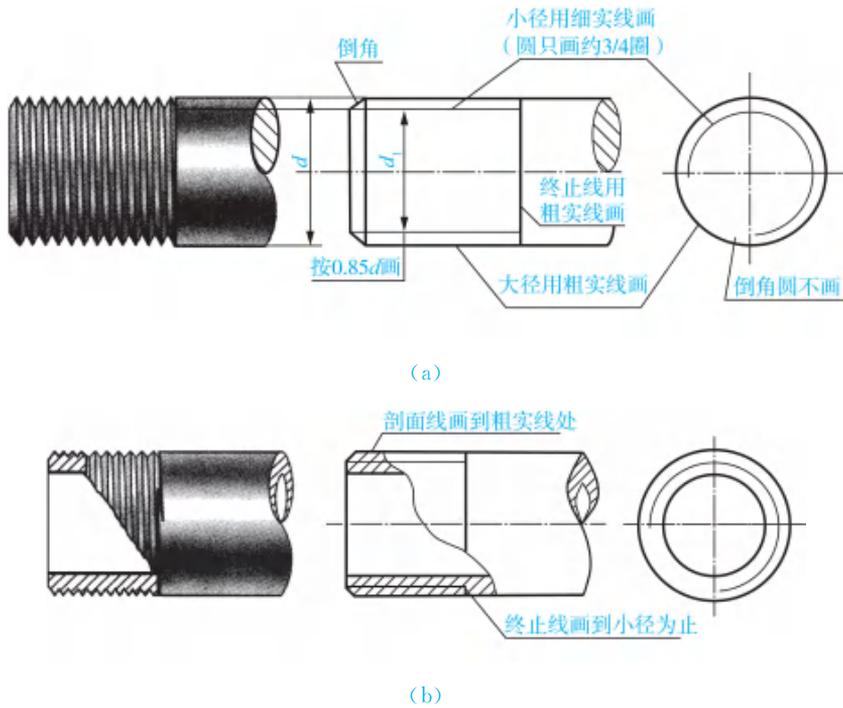


图 6-7 外螺纹的规定画法

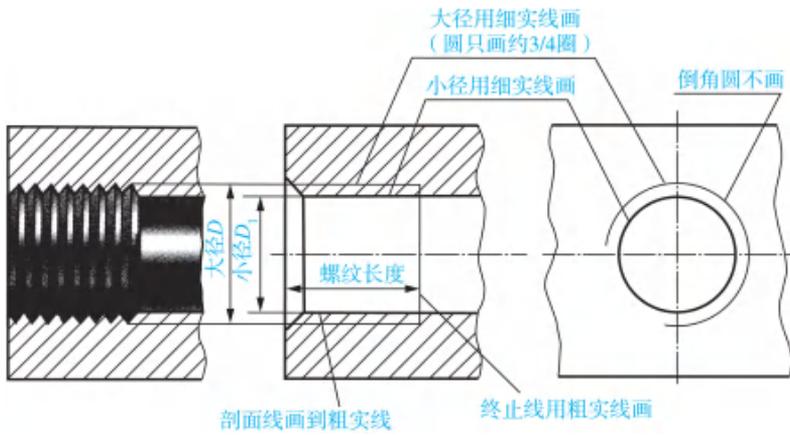


图 6-8 内螺纹规定画法

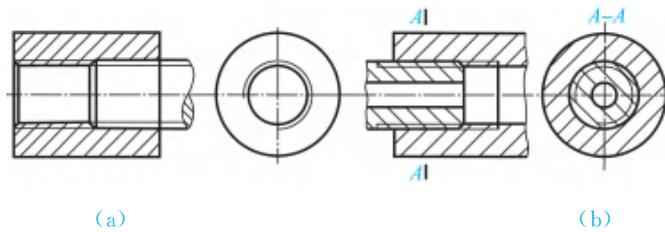


图 6-9 内、外螺纹连接的画法



### 3. 螺纹的种类

(1) 按用途可分为连接螺纹、传动螺纹和专门用途螺纹(气瓶螺纹、灯泡螺纹等)。连接螺纹有普通螺纹(粗牙、细牙两种)、管螺纹(非螺纹密封、用螺纹密封两种);传动螺纹有梯形螺纹和锯齿形螺纹。

(2) 按牙型可分为三角形螺纹、梯形螺纹和锯齿形螺纹等。

(3) 按螺纹要素是否符合标准可分为标准螺纹、特殊螺纹和非标准螺纹。牙型、直径和螺距都符合国家标准的螺纹称为标准螺纹;仅牙型符合国家标准的螺纹称为特殊螺纹;牙型不符合标准的螺纹称为非标准螺纹。

### 4. 螺纹的标记

由于螺纹规定画法不能表示螺纹种类和螺纹要素。因此绘制螺纹图样时,必须按照国家标准所规定的格式和相应代号进行标注。

(1) 普通螺纹的标记。普通螺纹的完整标记由螺纹代号、螺纹公差代号和螺纹旋合长度代号三部分组成,规定格式:



螺纹代号由表示螺纹特征的字母 M、螺纹的尺寸(大径和螺距)、螺纹的旋向构成。粗牙普通螺纹不标注螺距。LH 代表左旋螺纹,右旋螺纹不标注旋向。

公差带代号由中径公差带和顶径公差带(外螺纹指大径公差带、内螺纹指小径公差带)两组公差带组成。每组公差带代号又由表示公差等级的数字和表示公差带位置的字母组成。大写字母代表内螺纹,小写字母代表外螺纹。若两组公差带相同,则只写一组。常用的公差带如表 6-1 所示。普通螺纹各部尺寸参数如附表 1 所示。

表 6-1 普通螺纹选用的公差带

精度	内螺纹			外螺纹		
	S	N	L	S	N	L
精密	4H	4H 5H	5H 6H	(3h 4h)	* 4h	(5h 6h)
中等	(5G)	(6G)	(7G) * 7H	(5g 6g)	6e6f *	(7g 6g)
	(* 5H)	* 6H		(5h 6h)	6g * 6h	(7h 6h)
粗糙		(7G) 7H			8g (8h)	

注:①大量生产的精制紧固件螺纹,推荐采用带方框的公差带;

②带\*的公差带应优先选用,不带\*的公差带其次,括号内的公差带尽可能不用;

③旋合长度分为短(S)、中(N)、长(L)三种旋合长度。一般情况下应采用中等旋合长度。若属于中等旋合长度时,不标注旋合长度代号。

**例 6-1** 某粗牙普通外螺纹,大径为 10 mm,右旋,中径公差带为 5g,大径公差为 6g,短旋合长度,其标记为: M10—5g6g—S。



**例 6-2** 某细牙普通内螺纹，大径为 10 mm，螺距为 1 mm，左旋，中径公差带为 6H，小径公差带为 6H，中等旋合长度，其标记为：10×1LH—6H。

对旋合长度有特殊需要时，可将旋合长度值写在旋合长度代号的位置上。例如：M20—7g6g—40。

由内、外螺纹相互旋合而形成的连接称为螺纹副。其标记：M10—6H/6g。

(2) 管螺纹标记。管螺纹分为用螺纹密封的管螺纹和非螺纹密封的管螺纹，其不同的标记：用螺纹密封的管螺纹，其牙型角为 55°，标注时只注螺纹的特征代号和尺寸代号，如表 6-2 所示。

表 6-2 管螺纹的标记

种类		标记项目				标注形式	
		特征代号	尺寸代号	公差等级代号			旋向
				A 级	B 级		
用螺纹密封的管螺纹	圆锥(内)	R <sub>c</sub>	1 <sup>1/2</sup>	1 <sup>1/2</sup>		右	Re1/2
	圆锥(内)	R <sub>p</sub>	1 <sup>1/2</sup>			左(LH)	Rp1 <sup>1/2</sup> —LH
	圆锥(外)	R	1 <sup>1/2</sup>			右	R1 <sup>1/2</sup>
非螺纹密封的管螺纹	内螺纹	G	3/4	A		右	G3/4
	外螺纹	G	3/4	A		左(LH)	G3/4A—LH
			3/4		B	右	G3/4B
60°圆锥管螺纹		NPT	3/8			左(LH)	NTP3/8—LH

非螺纹密封的圆柱管螺纹，牙型角为 55°；60°圆锥管螺纹，牙型角为 60°，如表 6-2 所示。

(3) 梯形和锯齿形螺纹标记。梯形和锯齿形螺纹的完整标记由螺纹代号、公差带代号和旋合长度代号三部分组成，其规定格式如下：



梯形螺纹的牙型角为 30°，牙型代号为“Tr”。单线螺纹用“公称直径×螺距”表示；多线螺纹用“公称直径×导程(P 螺距)”表示。当螺纹为左旋时，标注“LH”，右旋省略不标。其公差带代号只标注中径的，旋合长度只分中旋合长度和长旋合长度两种。标注如下：

Tr28×5—7H 表示梯形内螺纹，公称直径 28 mm，螺距 5 mm，单线，右旋，中径公差带代号 7H，中旋合长度。

Tr28×10(P5)—LH—H—7e—L 表示梯形外螺纹，公称直径 28 mm，导



程 10 mm，螺距 5 mm，双线，左旋，中径公差带代号 7e，长旋合长度。

梯形螺纹的精度等级只规定中等级和粗糙两种，一般应按如表 6-3 所示国标规定的公差带选用。

表 6-3 梯形螺纹选用公差带

精度	内螺纹		外螺纹	
	N	L	N	L
中等	7H	8H	7h 7e	8e
粗糙	8H	9H	8e 8c	9e

锯齿形螺纹的牙型角为  $30^\circ$ ， $3^\circ$ ，牙型代号为“B”，其标注形式基本与梯形螺纹一致。

### 5. 螺纹的标注方法

对标准螺纹，应注出相应标准所规定的螺纹标记。公称直径以 mm 为单位(如普通螺纹、梯形螺纹和锯齿形螺纹)，其标记应直接注在大径的尺寸线上(如图 6-10(a)所示)或其引出线上(如图 6-10(b)、图 6-10(c)所示)。管螺纹的标记一律注在引出线上。引出线应由大径处引出(如图 6-10(d)所示)或由对称中心处引出(如图 6-10(e)所示)。对非标准螺纹应画出螺纹的牙型，并注出所需要的尺寸及有关要求(如图 6-10(f)所示)。

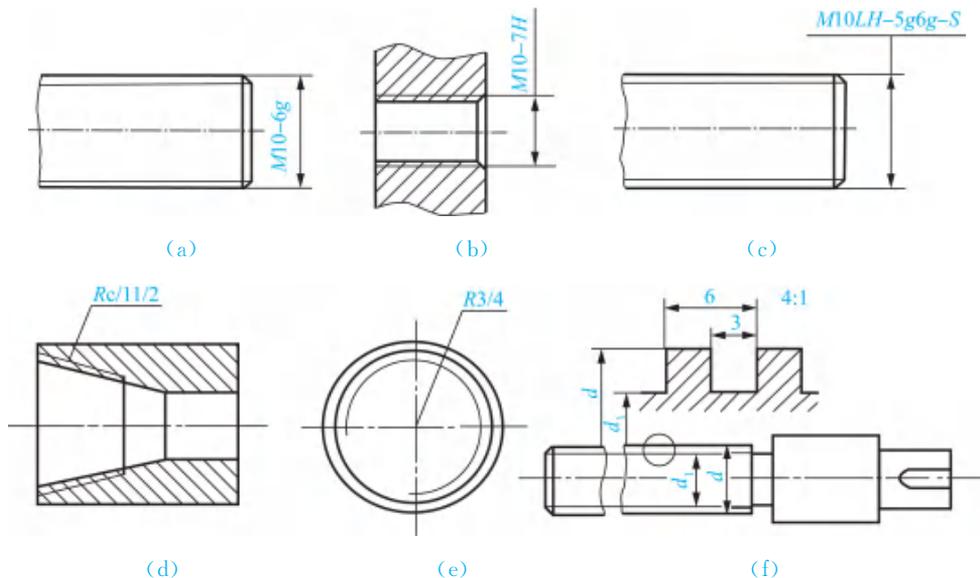


图 6-10 标准及非标准的标注

## 6.1.2 螺纹紧固件及其连接

螺纹连接件种类很多，常用的螺纹紧固件有：螺栓、双头螺柱、螺钉以及螺母、



垫圈等，如图 6-11 所示。常见的连接形式有：螺栓连接、双头螺柱连接和螺钉连接。



图 6-11 常见的螺纹紧固件

### 1. 螺纹紧固件的标记及规定画法

(1) 螺栓。螺栓由头部和杆身组成。常用的为六角头螺栓。根据螺栓的功能及作用，六角头螺栓有“全螺纹”“半螺纹”“粗牙”“细牙”等多种规格。其比例画法(即画图所需紧固件各部尺寸，按其大径的一定比例折算)如图 6-12 所示。

螺栓的规格尺寸是螺纹大径( $d$ )和螺纹长度( $l$ )。其规定标记为：

名称 标准代号 螺纹代号×长度

**例 6-3** 螺栓 GB/T 5782—2000 M24×100

根据标记可知：螺栓是粗牙普通螺纹，螺纹规格  $d=24$  mm、长度  $l=100$  mm。由附表 4 得知：此螺栓性能等级为 8.8 级、不经表面处理、杆身半螺纹、A 级六角头螺栓。

(2) 双头螺柱。双头螺柱两端均制有螺纹。旋入螺孔的一端称旋入端( $b_m$ )；另一端称为紧固端( $b$ )。双头螺柱的结构型式分 A 型(车制)、B 型(辗制)两种。根据旋入零件材料不同，旋入端长度有四种规格，每一种规格对应一个标准号，如表 6-4 所示。其比例画法如图 6-13 所示。

表 6-4 旋入端长度

旋入端材料	旋入端长度	标准代号
钢与青铜	$b_m = d$	GB897—2002
铸铁	$b_m = 1.25d$	GB898—2002
铸铁或铝合金	$b_m = 1.5d$	GB899—2002
铝合金	$b_m = 2d$	GB900—2002



双头螺柱的规格尺寸是螺纹大径( $d$ )和双头螺柱长度( $l$ ),其规定标记为:

名称 标准代号 类型 螺纹代号 $\times$ 长度

例 6-4 螺柱 GB/T897-2000 AM10 $\times$ 50

表示旋入端长度  $b_m=d$ ,两端均为粗牙普通螺纹,螺纹大径  $d=10$  mm,螺柱长度  $l=50$  mm。由附表 3 得知:螺柱结构为 A 型(B 型不加标记)、性能等级为 4.8 级、不经表面处理的双头螺柱。

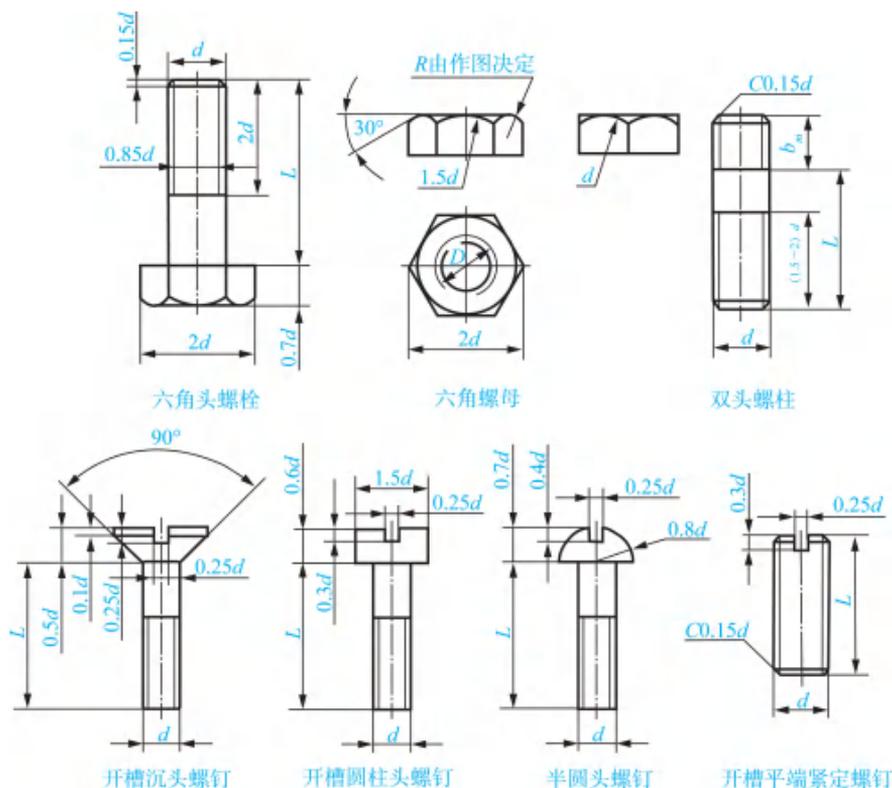


图 6-12 常用螺纹紧固件规定画法

(3) 螺钉。螺钉按其作用可分为连接螺钉和紧定螺钉两种。

连接螺钉由钉头和钉杆组成。按钉头形状可分为:开槽盘头、开槽沉头、圆柱内六角螺钉等。

紧定螺钉按其前端形状可分为:锥端、平端、长圆柱端紧定螺钉等。其部分常见螺钉的比例画法如图 6-12 所示。

螺钉的规格尺寸为:螺钉直径( $d$ )和螺钉长度( $l$ )。其规定标记如下:

名称 标准代号 螺纹代号 $\times$ 长度

例 6-5 螺钉 GB/T 68-2000 M5 $\times$ 20

表示螺纹规格  $D=M5$ ,  $l=20$  mm。由附表 4 得知:性能等级为 4.8 级、不经表面处理的开槽沉头螺钉。



(4) 螺母。常用的螺母有六角螺母、方螺母和内螺母等。其中六角螺母应用最为广泛。六角螺母的规格尺寸是螺纹大径( $D$ )。其比例画法如图 6-13 所示。规定标记为  
名称 标准代号 螺纹代号

**例 6-6** 螺母 GB/T 6170—2000 M20

表示螺母为粗牙普通螺纹，螺纹规格  $D=20$  mm。由附表 5 得知：此螺母性能等级为 10 级、不经表面处理、B 级、I 型六角螺母。

(5) 垫圈。垫圈一般置于螺母与被连接件之间。常用的有平垫圈和弹簧垫圈。平垫圈有 A 和 C 级标准系列，在 A 级标准系列平垫圈中，分带倒角和不带倒角型两种结构(如图 6-13(a)图 6-13(b)所示)。垫圈的规格尺寸为螺栓直径  $d$ 。其规定标记为：

名称 标准代号 公称尺寸性能等级

**例 6-7** 垫圈 GB/T 97.2—2002 24—140HV

表示垫圈为标准系列，公称尺寸  $d=24$  mm。由附表 11 得知：性能等级为 140HV 级、倒角型、不经表面处理的 A 级平垫圈。

**例 6-8** 垫圈 GB/T 93—87 16

表示标准型弹簧垫圈，规格尺寸  $D=16$  mm。由附表 12 得知：材料为 65Mn、表面氧化处理。

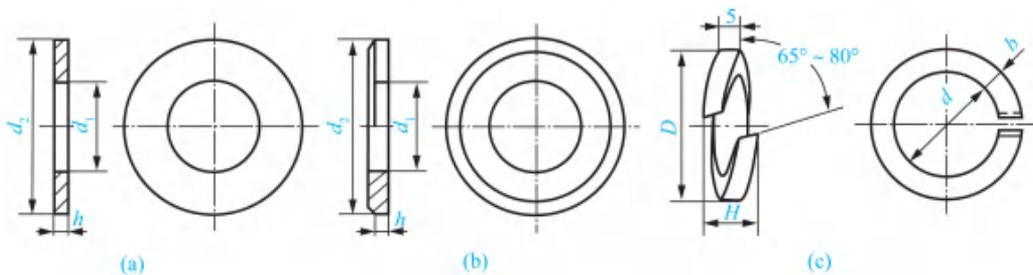


图 6-13 平垫圈及弹簧垫圈

(a) 平垫圈 (b) 倒角形平垫圈 (c) 弹簧垫圈

需要指出的是，由于紧固件的品种、规格日益繁多，比例画法与实际尺寸差距较大。有条件时应查标准，按实际尺寸画。这有利于准确确定装配空间，并标记带有紧固件的各部尺寸。

## 2. 螺纹紧固件的连接

绘制螺纹连接图的一般规定：

相邻两零件的表面接触时，只画一条粗实线；不接触时，按各自的尺寸画出。如间隙过小，可夸大画出。

在剖视图中，当剖切平面通过螺纹紧固件的轴线时，这些零件应按不剖画出。

在剖视图中，相邻两被连接件的剖面线方向应相反，必要时也可以方向相同，但要相互错开或间隔不等。同一张图纸上，同一零件的剖面线在各个剖视图中应方向一



致、间隔相等。

(1) 螺栓连接。常用的螺栓紧固件有螺栓、螺母、垫圈等。适用于连接两个中等厚度的零件。连接时螺栓穿过两被连接件上的通孔，加上垫圈，拧紧螺母，如图 6-14 (a)所示。画螺栓连接图时，首先，已知两个被连接件的厚度( $\delta_1, \delta_2$ )、螺栓的形式、螺母和垫圈的标记，根据标记查阅有关标准，得到螺母、垫圈的厚度( $m, h$ )，再按下式计算出螺栓的参考长度。

$$l' = \delta_1 + \delta_2 + m + s + a$$

然后，根据螺栓的标准长度系列，选取  $l'$  相近的标准长度值  $l$ 。

螺栓连接可按标准中查出的尺寸画图。比例画法画出，如图 6-14 所示；采用简化画法，如图 6-17(a)所示。其各部分的尺寸关系如表 6-5 所示。

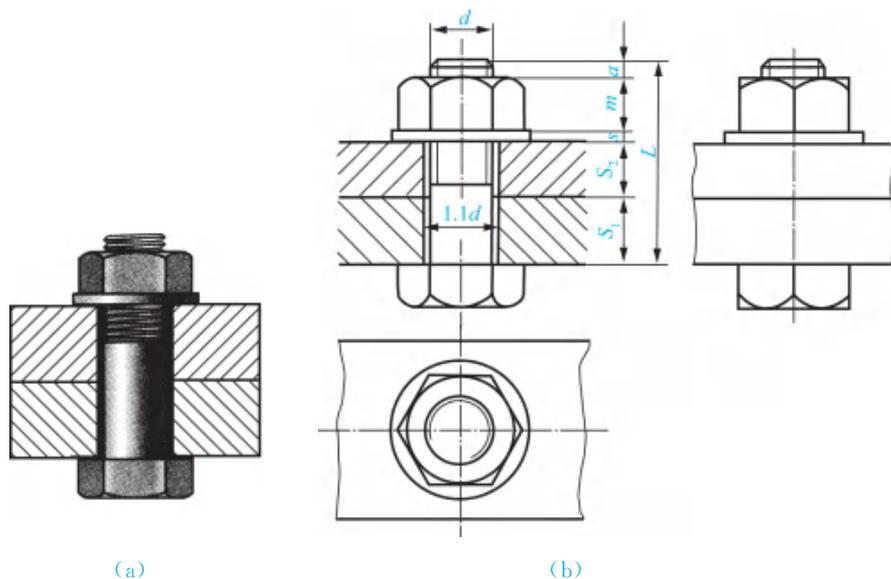


图 6-14 螺栓连接件图比例画法

表 6-5 螺纹连接件近似画法的比例关系

部位	尺寸比例	部位	尺寸比例	部位	尺寸比例	部位	尺寸比例
螺栓	$B = 2d$	螺栓	$c = 0.1d$	螺母	$e = 2d$	平垫圈	$s = 0.15d$
	$k = 0.7d$		$R$ 由作图决定		$R = 1.5d$		$d_2 = 2.2d$
	$R_1 = d$	螺柱	$b_m$ 查表 8-4 决定		$R_1 = d$	弹簧垫	$s = 0.2d$
	$R_1 = d$		$b = 2d$	$m = 0.8d$			$R$ 由作图决定
	$e = 2d$		$l_2 = b_m + 0.3d$		$S$ 由作图决定		$m = 0.1d$
	$d_1 = 0.85d$		$l_3 = b_m + 0.6d$			被连接件	$D_0 = 1.1d$

(2) 双头螺柱连接。双头螺柱连接常用于被连接件之一较厚而不能加工成通孔，而另一件是中等厚度的场合(如图 6-15(a)所示)。比例画法，如图 6-15(b)所示，采用



简化画法，如图 6-17(b)所示。因为双头螺柱旋入端全部旋入螺孔内，所以螺纹终止线与两被连接件接触面在同一条直线上。其他部位的画法与螺栓连接画法相同，各部分的尺寸参阅表 6-5。不穿通的螺纹孔可不画出钻孔深度，仅按有效螺纹部分的深度画出，如图 6-17(b)所示。弹簧垫圈开口按与水平线成  $60^\circ$  角并向左倾斜、宽度  $m$  绘制，可查附表 8 或近似按  $0.1d$  间隙或约  $2d$  宽的粗实线绘制。

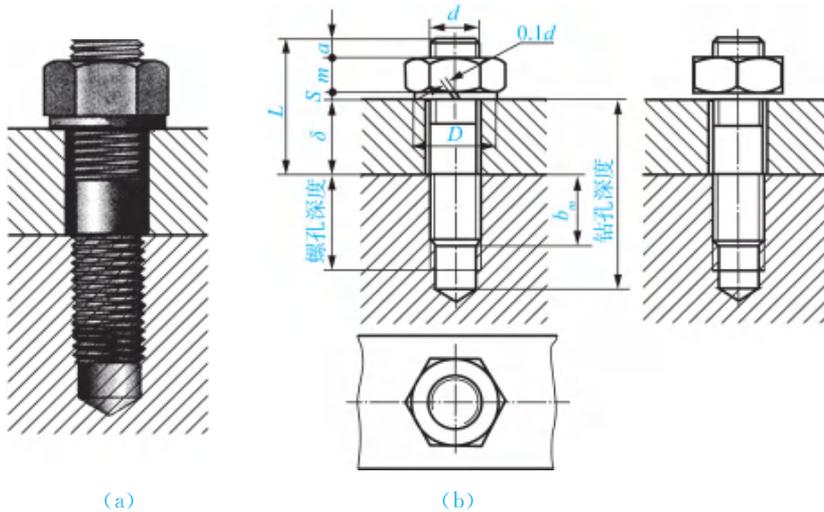


图 6-15 双头螺柱连接图比例画法

(3) 螺钉连接。螺钉连接一般用于轴向受力不大、而又不经常拆卸，其中被连接件之一较厚的地方。螺钉连接不用螺母和垫圈，可将螺杆直接旋入被连接件的螺孔内，用螺钉头部将被连接件紧固。其连接图的画法如图 6-16 所示；简化画法如图 6-17(c)所示。

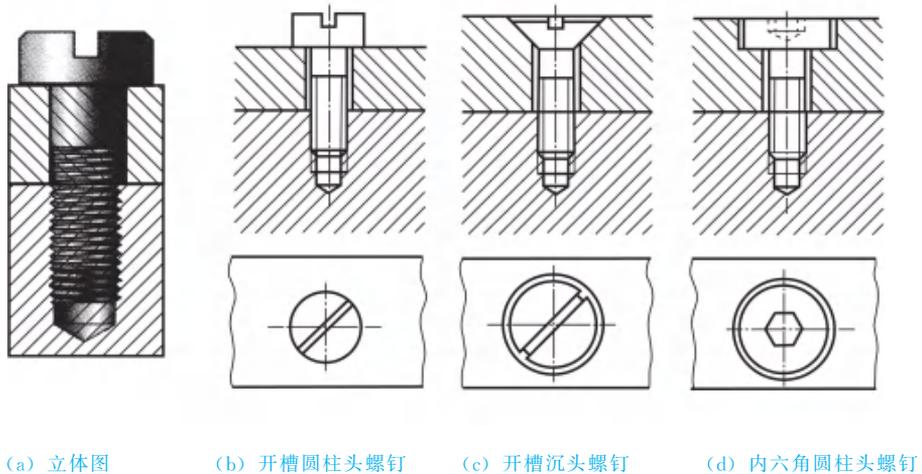


图 6-16 螺钉连接图画法

注意事项：

①采用带一字槽的螺钉连接时，在投影为非圆的视图中，其槽口面对观察者，在投影为圆的视图上，一字槽按  $45^\circ$  方向画出。



②当一字槽槽宽 $\leq 2$  mm 时，可涂黑表示。

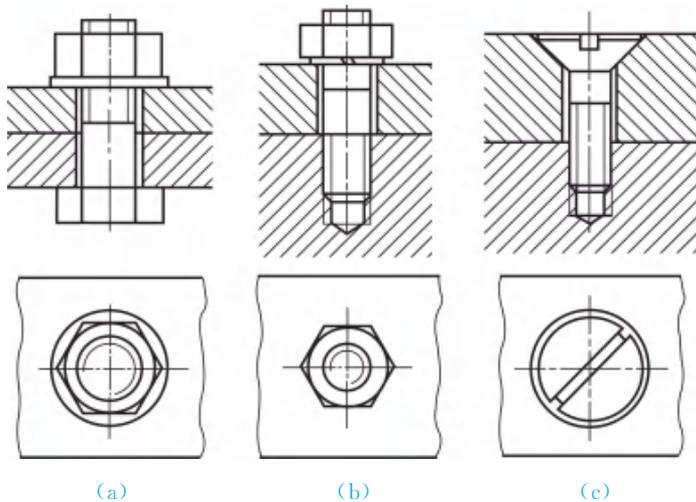


图 6-17 螺栓、螺柱、螺钉连接图的简化画法

(4) 螺钉紧定的画法。螺钉紧定是指用螺钉固定两个零件的相对位置，使之不产生相对运动，其简化画法如图 6-18 所示。

(5) 紧固件通孔及沉头座尺寸可参考机械设计手册选择。

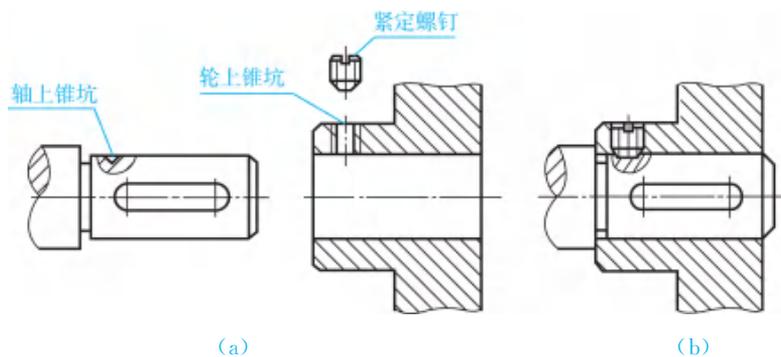


图 6-18 螺钉紧定的画法

(a) 轴、孔件连接前 (b) 连接后

## 任务 6.2 齿 轮

齿轮是传动零件，它可以传递动力、改变转速和传动方向。常见的传动形式有：

用于平行两根轴之间的传动——圆柱齿轮，如图 6-19(a)所示。

用于相交两根轴之间的传动——圆锥齿轮，如图 6-19(b)所示。



用于交叉两根轴之间的传动——蜗杆与蜗轮，如图 6-19(c)所示。

齿轮传动的另一种形式为齿轮齿条传动，用于转动和平动之间的运动转换，如图 6-20 所示。

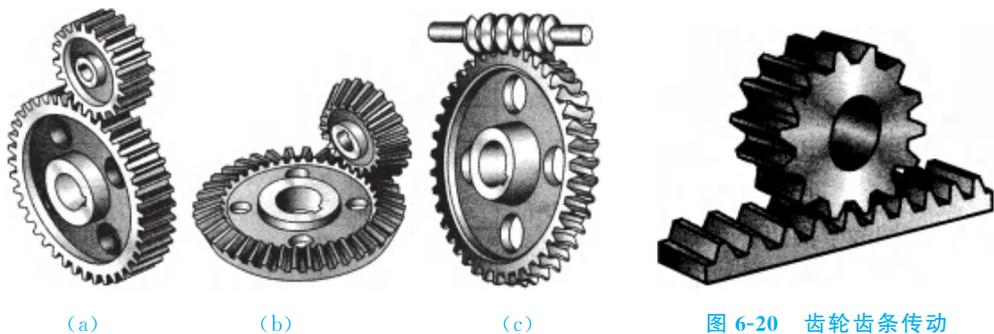


图 6-19 齿轮传动

(a) 圆柱齿轮 (b) 圆锥齿轮 (c) 蜗杆与蜗轮

图 6-20 齿轮齿条传动

## 6.2.1 标准圆柱齿轮

圆柱齿轮按其齿线方向不同可分为：直齿、斜齿、人字齿等(如图 6-21 所示)。其外形是圆柱形，由轮齿、齿盘、辐板(或辐条)、轮毂等组成。本节主要介绍直齿圆柱齿轮。

### 1. 直齿圆柱齿轮轮齿的各部分名称及代号(如图 6-22 所示)

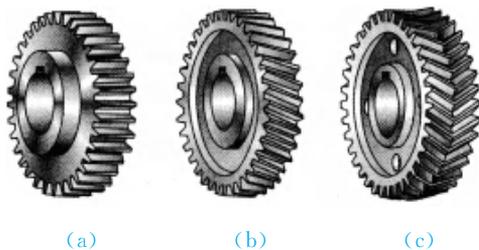


图 6-21 圆柱齿轮

(a) 直齿 (b) 斜齿 (c) 人字齿

(1) 轮齿和齿槽。齿轮上的每一个用于啮合的凸起部分，均称为轮齿，其数目用  $z$  表示。

齿轮上相邻轮齿之间的空间，称为齿槽。

(2) 齿顶圆( $d_a$ )。通过齿轮各齿顶端的圆，称为齿顶圆。

(3) 齿根圆( $d_f$ )。通过齿轮各齿槽底部的圆，称为齿根圆。

(4) 分度圆( $d$ )。加工齿轮时，作为齿轮轮齿分度的圆称为分度圆。对标准齿而言，在该圆上，齿槽宽  $e$ (相邻两齿廓之间的弧长)与齿厚  $s$ (一个齿两侧齿廓之间的弧长)相等。

(5) 节圆( $d'$ )。连心线  $O_1O_2$  上相切的两圆称为节圆。齿轮转动时可假想是这两个圆(柱)在做无滑动的纯滚动，正确安装的标准齿轮，分度圆和节圆相等，即  $d = d'$ 。

(6) 齿顶高( $h_a$ )。分度圆和齿顶圆之间的部分称为齿顶，其径向距离称为齿顶高。

(7) 齿根高( $h_f$ )。分度圆和齿根圆之间的部分称为齿根，其径向距离称为齿根高。

(8) 齿高( $h$ )。齿顶圆与齿根圆之间的径向距离，称为齿高。 $h = h_a + h_f$ 。



(9) 齿距( $p$ )。在分度圆上,相邻两齿同侧齿廓间的弧长,称为齿距。齿距等于齿厚+齿槽宽,即  $p=s+e$ 。

(10) 齿形角( $\alpha$ )。两相啮合轮齿齿廓在点  $C$  处的公法线与两节圆的公切线所夹的锐角称齿形角,也称压力角。我国标准齿轮的齿形角采用  $20^\circ$ 。

(11) 中心距( $a$ )。齿轮副的两轴线之间的最短距离,称为中心距。

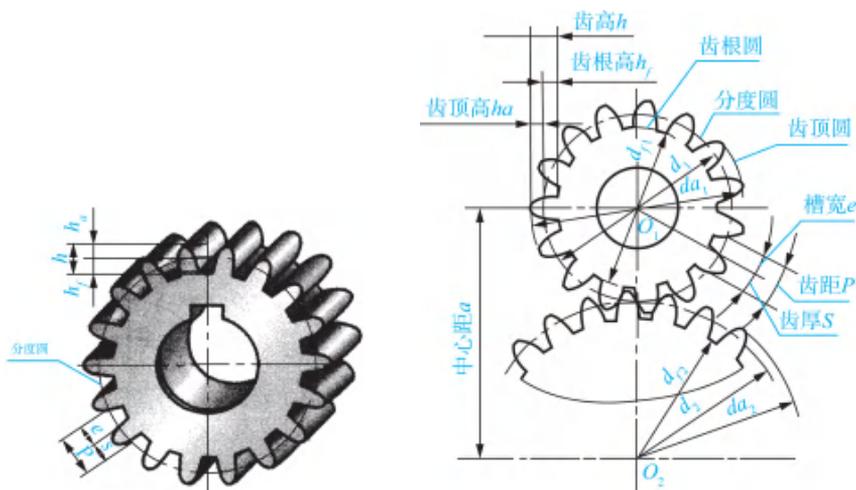


图 6-22 齿轮各部分名称及代号

## 2. 直齿圆柱齿轮的基本参数及齿轮各部分的尺寸关系

(1) 模数( $m$ )。分度圆的大小等于齿距  $p$  乘以齿数  $z$ , 即分度圆周长  $\pi d = pz$ , 令  $m = p/\pi$ , 则得  $d = mz$ 。

$m$  称为模数, 单位是 mm, 模数的大小直接反映出轮齿的大小, 一对相互啮合的齿轮, 其模数必须相等。为了减少加工齿轮的刀具, 模数已经标准化, 其系列如表 6-6 所示。

表 6-6 齿轮模数系列(GB/T 1357—2008)

(单位: mm)

第一系列	.....	1	1.25	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50
第三系列	.....	1.75	2.25	2.75(3.25)	3.5(3.75)	4.5	5.5(6.5)	7	9(11)	14	18	22	28	36	45				

(2) 直齿圆柱齿轮各部分的尺寸关系。齿轮的模数  $m$  确定后, 按照比例关系, 可算出轮齿及其他各部分的基本尺寸, 如表 6-7 所示。



表 6-7 直齿圆柱齿轮的尺寸计算公式

基本参数: 模数 $m$ 齿数 $z$			基本参数: 模数 $m$ 齿数 $z$		
名称	代号	计算公式	名称	代号	计算公式
齿顶圆直径	$d_a$	$d_a = d + 2h_a = m(z + 2)$	齿根圆直径	$d_f$	$d_f = d - 2h_f = m(z - 2.5)$
分度圆直径	$d$	$d = mz$	齿 距	$P$	$P = \pi m$
齿 顶 高	$h_a$	$h_a = m$	齿 厚	$s$	$s = P/2$
齿 根 高	$h_f$	$h_f = 1.25m$			
全 齿 高	$h$	$h = h_a + h_f = 2.25m$	中 心 距	$a$	$a = (d_1 + d_2)/2 = m(z_1 + z_2)/2$

### 3. 直齿圆柱齿轮的画法

GB/T 4459.2-2003《机械制图 齿轮表示法》规定了齿轮及齿轮啮合的画法。

(1) 单个圆柱齿轮的画法。表示单个圆柱齿轮，一般用一个主视图，一个侧视图，如图 6-23(a)所示。主视图一般采用全剖，其齿顶线用粗实线，齿根线用粗实线，分度线用细点画线；若不剖，齿根线用细实线或省略不画。侧视图中，齿顶圆用粗实线，齿根圆用细实线或省略不画，分度圆用细点画线。轮齿为斜齿、人字齿，可用三条与齿线方向一致的细实线表示，如图 6-23(b)、图 6-23(c)所示。

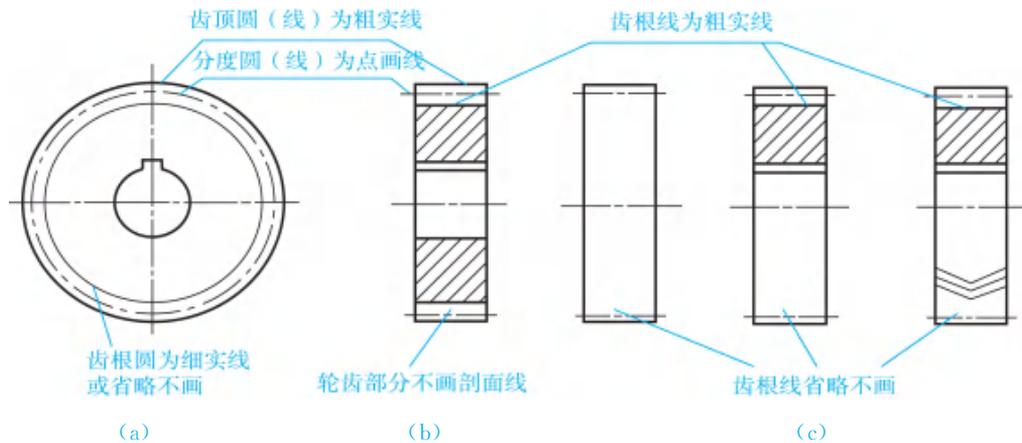


图 6-23 单个齿轮的规定画法

(2) 圆柱齿轮啮合的画法。圆柱齿轮啮合图，一般采用一个全剖的主视图，一个侧视图(如图 6-24 所示)。主视图中，非啮合区的轮廓按单个齿轮的画法画出。啮合区有五条线：一个齿轮的齿顶、齿根用粗实线；另一个齿轮被遮挡的齿顶用虚线、齿根用粗实线；节圆线用细点画线。若不作剖视，则啮合区内的齿顶线、齿根线不必画出，此时节圆线用粗实线绘制(如图 6-24(c)所示)。侧视图中，啮合区的齿顶圆均用粗实线绘制(如图 6-24(a)所示)，也可省略不画(如图 6-24(b)所示)，齿根线可省略不画，相切的节圆线用点画线。

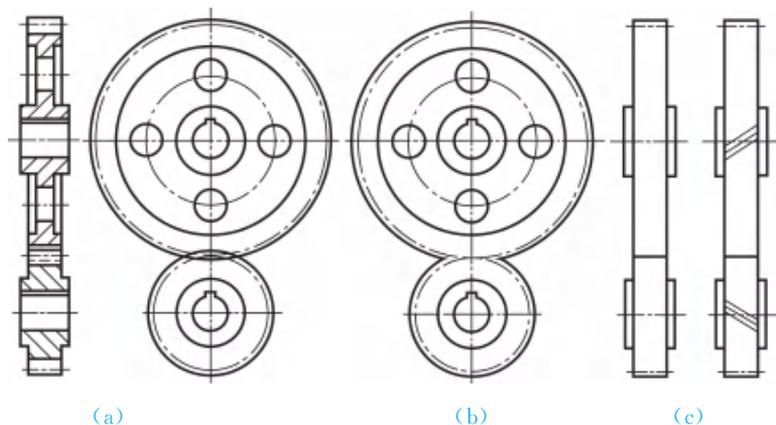


图 6-24 齿轮啮合的规定画法

## 任务 6.3 键、销连接

### 6.3.1 键连接

键和销都是标准件，键连接与销连接是工程中常用的可拆连接。

#### 1. 常用键

(1) 键的作用与种类。键是用来连接轴和装在轴上的齿轮或带轮，使轴与轮一起转动，起传递转矩的作用，如图 6-25 所示。

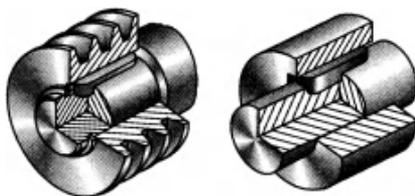


图 6-25 键连接

键的种类很多，常用的有导向型平键、普通型半圆键和钩头型楔键等，如图 6-26 所示。其中导向型平键应用最广，按轴槽结构可分圆头平键(A型)、方头平键(B型)和单圆头平键(C型)三种型式。

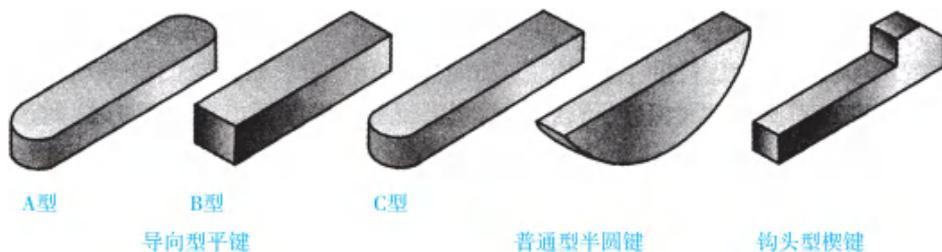


图 6-26 常用的几种键



(2) 键的规定标记。键已标准化，其结构形式、尺寸都有相应的规定。如表 6-8 所示。

表 6-8 键及其标记示例

序号	名称 (标准号)	图例	标记示例
1	导向型平键 (GB/T 1097—2003)		$b=8\text{ mm}$ 、 $h=7\text{ mm}$ 、 $L=25\text{ mm}$ 的导向型平键 (A 型): GB/T 1097 键 $8\times 7\times 25$
2	普通型半圆键 (GB/T 1099—2003)		$b=6\text{ mm}$ 、 $h=10\text{ mm}$ 、 $d_1=25\text{ mm}$ 、 $L=25\text{ mm}$ 的普通型半圆键: GB/T 1099 键 $6\times 10\times 25$
3	钩头型楔键 (GB/T 1565—2003)		$b=18\text{ mm}$ 、 $h=11\text{ mm}$ 、 $L=100\text{ mm}$ 的钩头型楔键: GB/T 1565 键 $18\times 11\times 100$

(3) 键槽加工、画法及尺寸标注。键槽有轴上键槽和孔上键槽两种，常用的加工方法如图 6-27 所示。

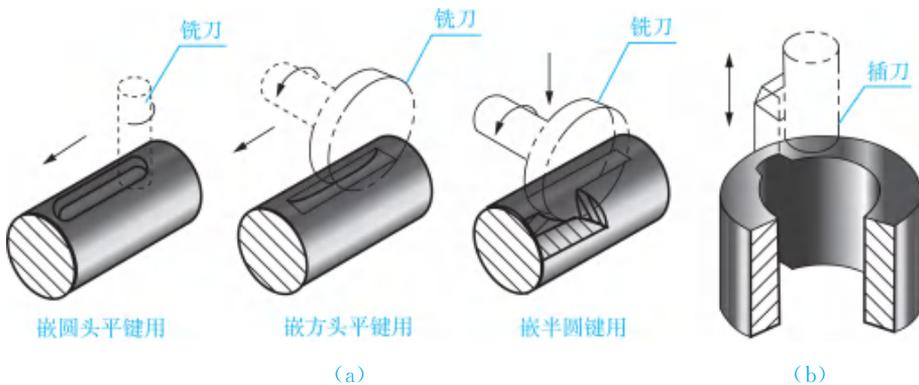


图 6-27 键槽常用加工方法

(a) 轴上的键槽 (b) 轮毂上的键槽

关于键与键槽的形式、尺寸可参看附表 9，从而完成轴槽、毂槽的画法及尺寸的标注（如图 6-28 所示）。采用导向型平键连接时，键的侧面是工作面，应与键槽侧面紧密接触，因此，在图上只画一条线。键的顶面是非工作面，与键槽顶面不接触，故画两条线。其连接画法，如图 6-29 所示。

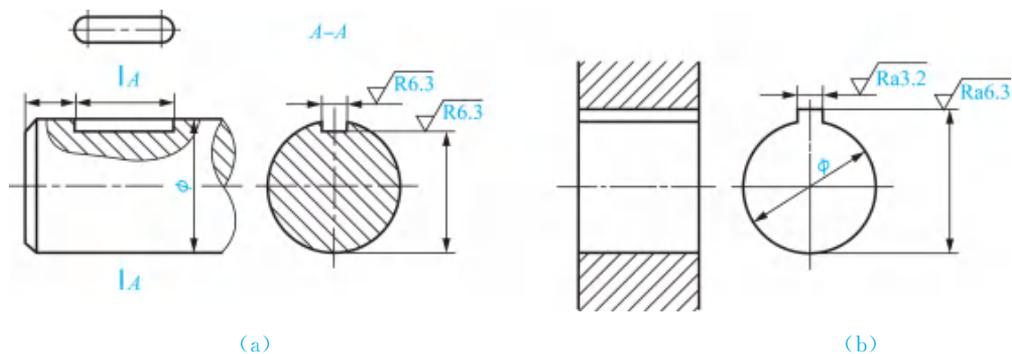


图 6-28 键槽的画法及尺寸标注

(a) 轴槽的画法 (b) 毂槽的画法

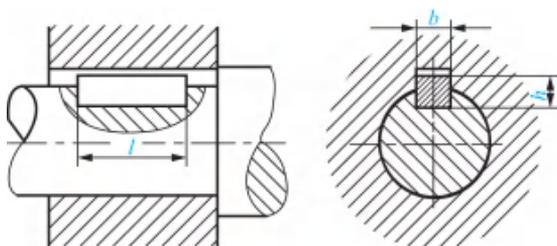


图 6-29 导向型平键的连接

半圆键也是靠侧面工作。其连接形式与平键类似，如图 6-30 所示。

钩头型楔键的顶面和轮毂的底面都制有 1:100 的斜度，连接时将键打入槽内，键的顶面与毂槽底面之间没有空隙，画图时只画一条线，如图 6-31 所示。

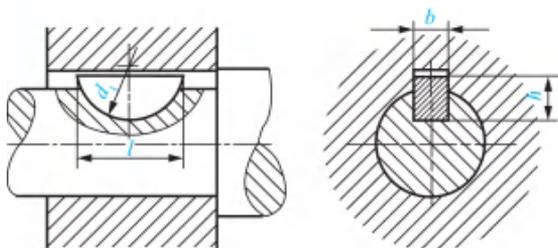


图 6-30 半圆键的连接

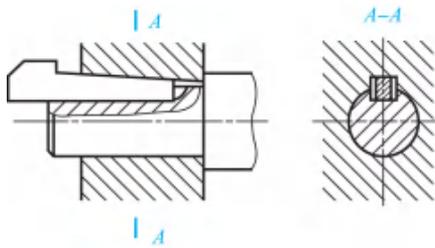


图 6-31 钩头型楔键的连接

## 6.3.2 销连接

### 1. 销的作用、类型及标记

销连接主要用于定位、连接、防松，还可以作为安全装置中过载剪断的元件。常用的销有：圆柱销、圆锥销、开口销等。