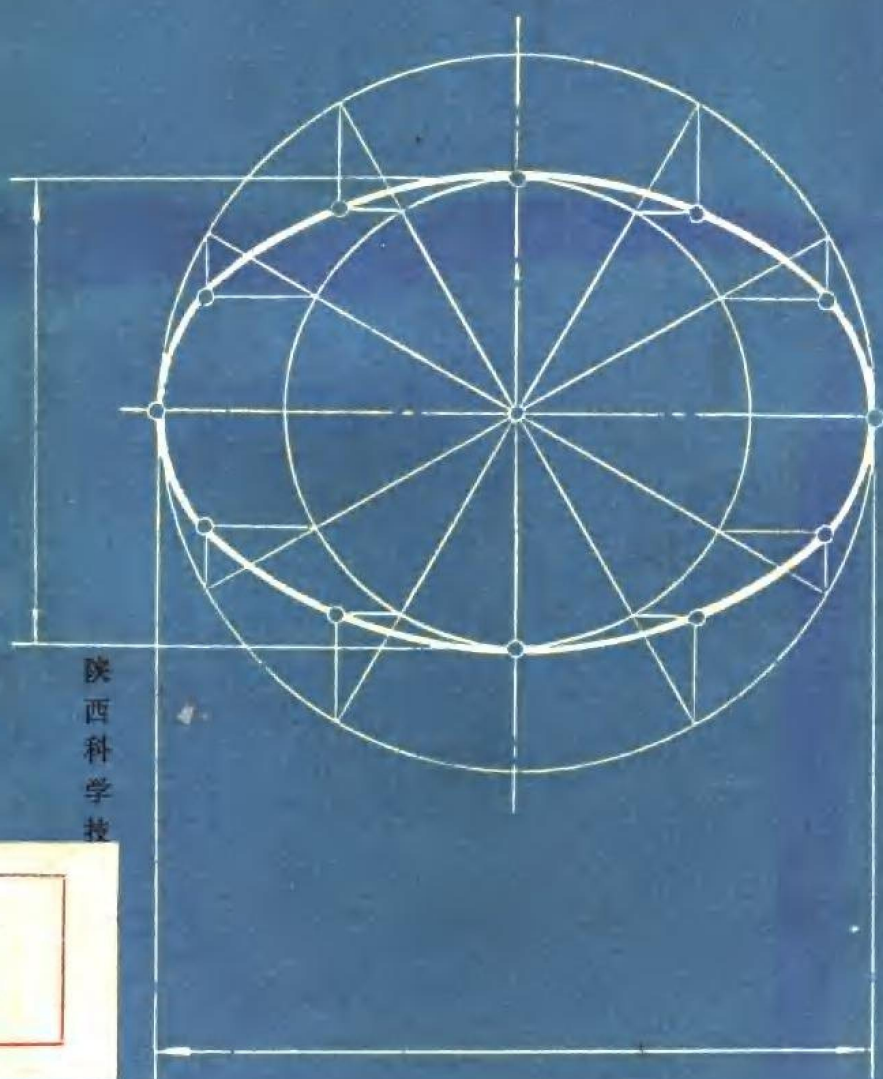


画法几何及工程制图

(下册)

西安交通大学工程制图教研室 编



陕西科学技

画法几何及工程制图

(下 册)

西安交通大学工程制图教研室 编

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 西安第二印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 14.75印张 2 插页 330千字

1982年3月第1版 1986年9月第2版 1987年2月第2次印刷

印数: 358,101—368,200

统一书号: 15202·48 定价: 2.45元



目 录

(下 册)

第十三章 连接件

§ 13-1 螺纹	1
§ 13-2 螺纹连接	9
§ 13-3 键连接	16
§ 13-4 销连接	21
§ 13-5 焊接	23

第十四章 齿轮、弹簧和滚动轴承

§ 14-1 齿轮	30
§ 14-2 弹簧	45
§ 14-3 滚动轴承	50

第十五章 零件图

§ 15-1 零件图的内容	54
§ 15-2 零件图的视图选择及其它表达方法	55
§ 15-3 零件图的尺寸注法	62
§ 15-4 零件上的常见结构画法及其尺寸注法	69
§ 15-5 零件图的技术要求	76
§ 15-6 公差与配合	82
§ 15-7 表面形状和位置公差	93
§ 15-8 零件测绘	102
§ 15-9 零件图实例	106
§ 15-10 零件图读法	109

第十六章 装配图

§ 16-1 装配图的作用和内容	115
§ 16-2 装配图的视图表达方法	117
§ 16-3 装配图的尺寸注法	121
§ 16-4 装配图中零(部)件的编号、明细表和标题栏	122
§ 16-5 部件测绘和画装配图的方法	124

§ 16-6 常见的装配结构·····	136
§ 16-7 读装配图和拆画零件图的方法·····	138

第十七章 计算机制图

§ 17-1 绘图系统·····	156
§ 17-2 绘图机的作图原理·····	160
§ 17-3 编制绘图程序·····	161

附 录

一、通用标准·····	167
二、螺纹·····	170
三、螺纹结构·····	174
四、常用的标准件·····	177
五、润滑件及油圈·····	189
六、滚动轴承·····	191
七、公差与配合·····	195
八、常用材料及热处理·····	205
九、机动示意图·····	211
十、新国家标准《机械制图》摘录 (二) ·····	214

第十三章 连 接 件

机器上常见的连接件有螺栓、螺钉、螺母、垫圈、销、键等，国家标准（GB）对这些零件的结构、尺寸和画法都制订了统一标准。

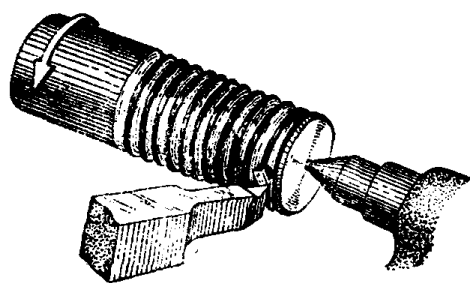
本章主要介绍有关上述零件的基本知识、规定画法和标注方法。

§ 13-1 螺 纹

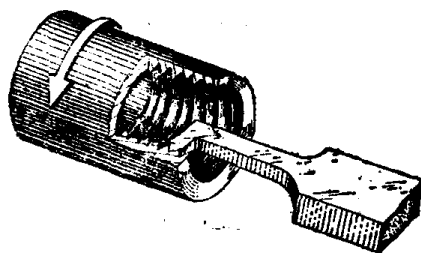
螺纹是机器零件上常用的结构，由于螺纹既可用于连接、紧固及调节零件，又可用于传递动力，因此应用十分广泛。

一、螺纹的形成

螺纹可在零件的圆柱或圆锥表面上加工而成，最常用的是在圆柱面上制出的螺纹。在生产中，车削螺纹时，是将工件夹在车床卡头中，使其绕轴线作等速旋转，同时使具有一定几何形状的车刀沿着工件轴线方向作等速移动，当车刀切入工件到一定深度后，便在工件上车出螺纹，如图 13-1 (a) 所示。在工件外表面上制出的螺纹，称为**外螺纹**，在工件内表面上制出的螺纹，称为**内螺纹**，如图 13-1 (b) 所示。



(a) 车外螺纹



(b) 车内螺纹

图 13-1

二、螺纹的要素

确定螺纹形状和尺寸的要素是：牙型、外径、线数、导程（螺距）和旋向。

1. 牙型

通过螺纹的轴线剖切后所得到的牙齿轮廓形状称为牙型，牙型两侧间的夹角称为牙型角。常见牙型有三角形、梯形、锯齿形等，它们的所形成的螺纹分别称为三角形螺纹、梯形螺纹，锯齿形螺纹等，如图 13-2 所示，它们的牙型角分别为 60° 、 30° 和 33° 。

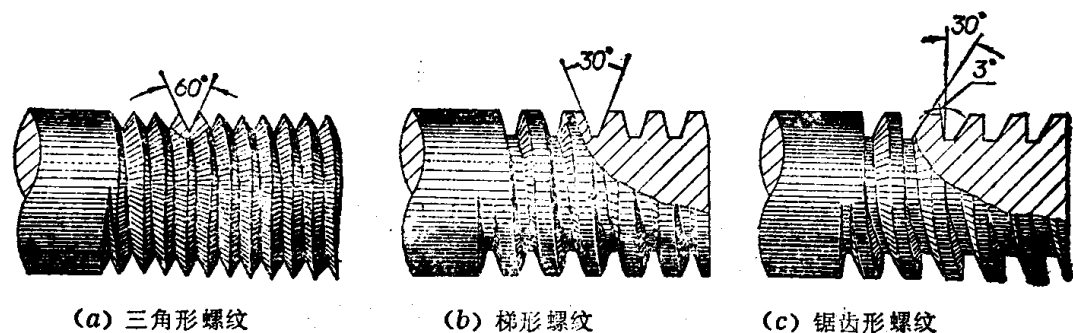


图 13-2

2. 外径

螺纹的最大直径称为螺纹的外径 (d)。一般都用螺纹的外径表明螺纹的大小，所以螺纹的外径也称为螺纹的公称直径，螺纹的最小直径称为螺纹的内径 (d_1)，牙型的高称为螺纹高度，如图 13-3 所示。

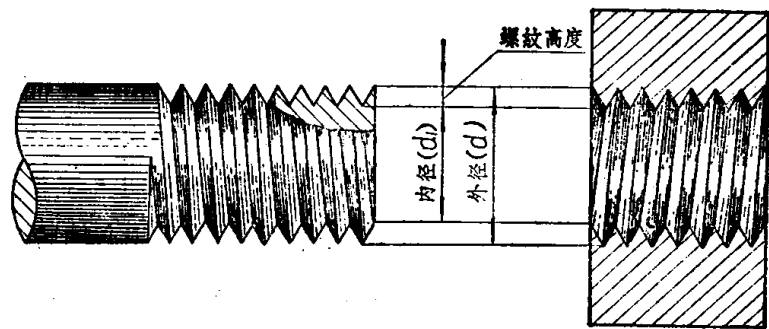


图13-3

3. 线数

零件的同一表面上加工出螺纹的条数，叫作螺纹的线数 (n)，只加工出一条螺纹的称为单线螺纹；加工出两条的称为双线螺纹；加工出两条以上的称为多线螺纹。图13-4 表示单线螺纹和双线螺纹。

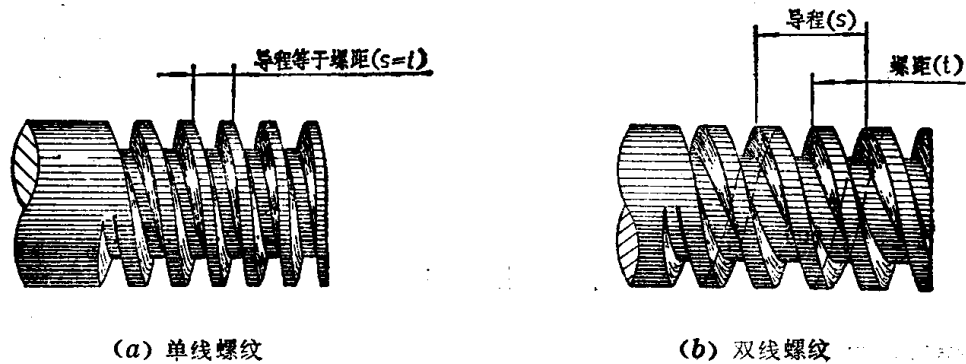


图 13-4

4. 导程和螺距

牙型上任一点绕轴线旋转一周，沿轴向所移动的距离称为导程（ S ）。相邻两“牙”对应点的轴向距离称为螺距（ t ）。如为单线螺纹，螺距等于导程，如为双线螺纹，则螺距是导程的一半，即 $t = \frac{S}{2}$ ，如图 13-4 所示。因此，导程与螺距的关系为：螺距（ t ）= 导程（ S ）/ 线数（ n ）。

5. 旋向

当螺纹顺时针方向旋进时，这种螺纹叫做右螺纹；反时针方向旋进时，这种螺纹叫做左螺纹，如图 13-5 所示。在生产实际中右螺纹用得最广。

必须注意，螺纹总是由一对外螺纹和内螺纹旋合在一起使用的。要使内、外螺纹相互旋合，上述五个要素必须相同。

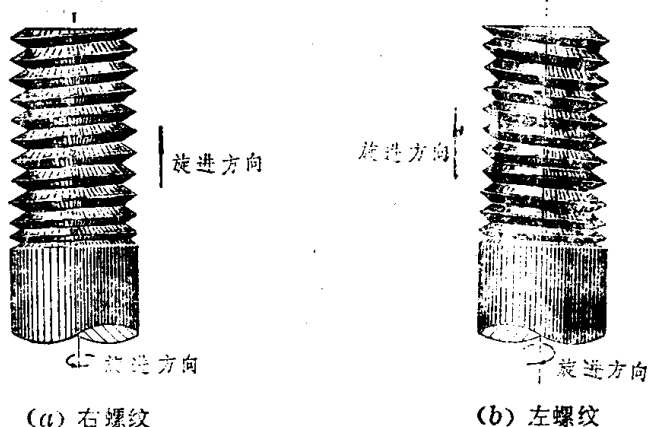


图 13-5

三、螺纹的种类

为了制造和使用方便，国家标准对常用的一些螺纹的牙型、外径和螺距作了统一的规定。凡这三个要素都符合标准规定的，称为**标准螺纹**；凡牙型符合标准，而外径或螺距的尺寸不符合标准的，称为**特殊螺纹**；凡牙型不符合标准的，称为**非标准螺纹**。

螺纹按照用途可分为**连接螺纹**和**传动螺纹**两种。

1. 连接螺纹

用于连接两个或两个以上零件的螺纹。常用的标准连接螺纹有以下几种：

(1) 粗牙普通螺纹 牙型为等边三角形，在牙型顶端和槽底处都稍许削平，如图 13-6 所示。其牙型代号为“ M ”，有关尺寸见附录中附表 8。

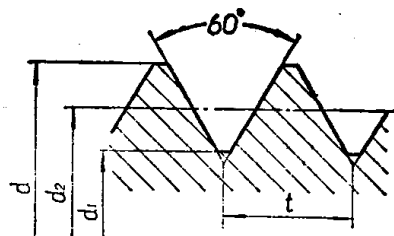


图 13-6 普通螺纹牙型

(2) 细牙普通螺纹 牙型和粗牙普通螺纹相同，其区别是在外径相同的条件下，它的螺距比粗牙普通螺纹的螺距要小，如图 13-7 所示。其牙型代号也为“ M ”。

细牙普通螺纹适用于薄壁零件和紧密连接。

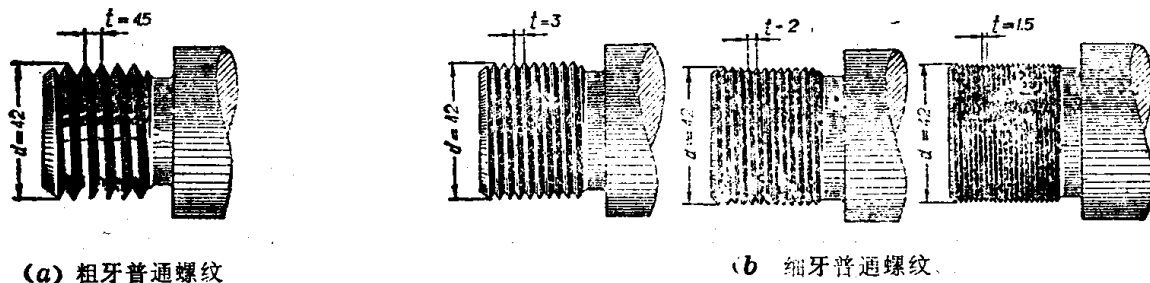


图 13-7

(3) 管螺纹 牙型为等腰三角形，牙型角为 55° ，在牙型顶端和槽底处常做成圆弧形，如图 13-8 所示。管螺纹的螺距和螺纹高度较小，故适用于管件连接和薄壁零件。

管螺纹分为圆柱管螺纹（牙型代号为G）和圆锥管螺纹（牙型代号为ZG）两种，其公称直径以英寸为单位。特别要注意的是螺纹的公称直径并非管螺纹外径，而是带有外螺纹管子的近似通孔直径。例如，带1英寸管螺纹的管子通孔直径是1英寸（25.4毫米），而它的螺纹外径可由附录中附表12中查得为33.25毫米，如图13-9所示。

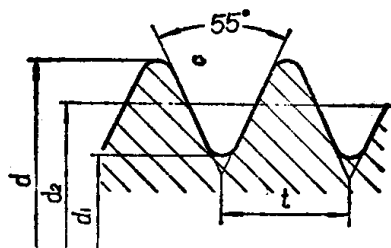


图 13-8 英制管螺纹牙型



图 13-9

2. 传动螺纹

用于传递动力和运动的螺纹。常用的传动螺纹有：

(1) 梯形螺纹 牙型为等腰梯形、牙型角为 30° 的标准螺纹，如图13-10所示。牙型代号为“T”，有关尺寸见附录中附表10、11。

(2) 锯齿形螺纹 牙型为不等腰梯形的标准螺纹，如图13-11所示。牙型代号为“S”。

(3) 矩形螺纹 牙型为矩形的非标准螺纹，如图13-12所示。其各部分尺寸根据设计要求决定。

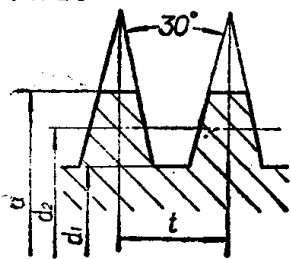


图 13-10 梯形螺纹牙型

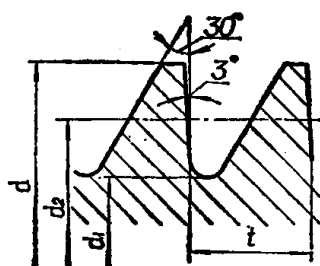


图 13-11 锯齿形螺纹牙型

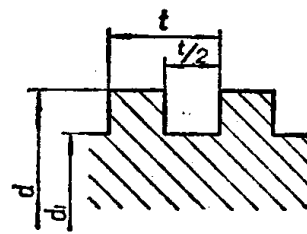


图 13-12 矩形螺纹牙型

四、螺纹的规定画法

由于螺纹的真实投影较复杂，而螺纹的形状和大小是由螺纹的五个要素决定的，生产上没有必要画出螺纹的真实投影。为了简化作图，《机械制图》国家标准对螺纹制订了规定画法，即用一些简单的线条，并配合标注，把决定螺纹的全部要素和螺纹的起、末端表示清楚。

1. 外螺纹画法

外径用粗实线表示，内径用虚线表示，螺纹终止线用粗实线表示。螺纹起端如有倒角，则表示螺纹内径的虚线不画入倒角部分，在投影为圆的视图中，端部倒角的圆可省略不画，如图13-13所示。

2. 内螺纹画法

内螺纹未被剖切时，外径、内径和螺纹终止线都用虚线表示，在投影为圆的视图中，用虚线表示外径圆，用粗实线表示内径圆。在剖视图中，外径用虚线表示，内径和

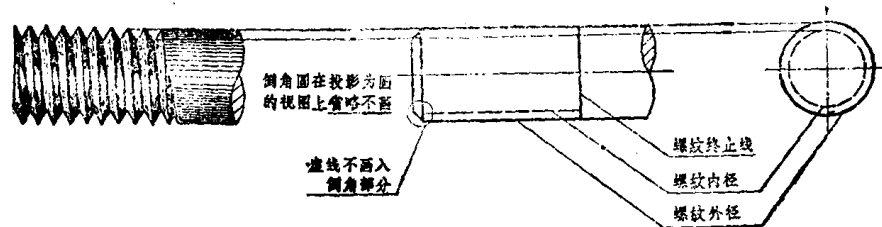


图 13-13 外螺纹规定画法

螺纹终止线用粗实线表示，剖面线画到螺纹内径粗实线处。螺纹起端如有倒角，则表示螺纹外径的虚线不画入倒角部分。投影为圆的视图中，端部倒角的圆可省略不画，如图 13-14、图 13-15 所示。

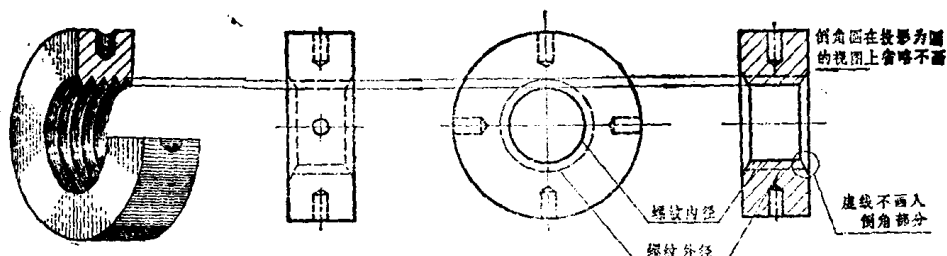


图 13-14 内螺纹规定画法

3. 内、外螺纹旋合画法

内、外螺纹旋合时，常用剖视图画出。在剖视图中，旋合部分按外螺纹的画法绘制，未旋合部分仍按各自原来的画法表示。剖面线画到粗实线处，如图 13-16 所示。

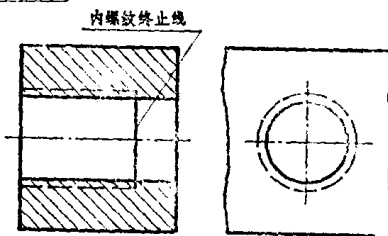


图 13-15

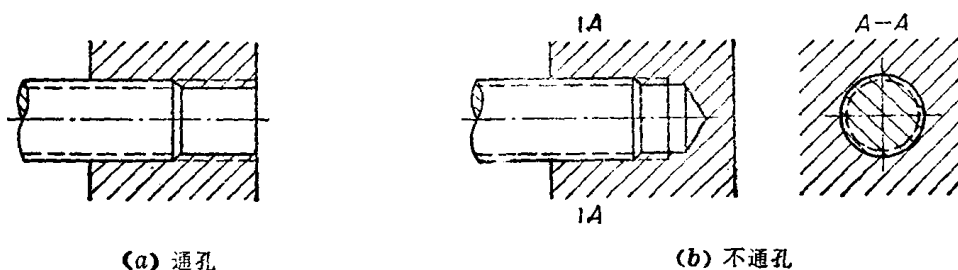


图 13-16 内、外螺纹旋合规定画法

4. 锥形螺纹画法

在投影为圆的视图中，只将可见端的螺纹按规定画法表示。如图 13-17 (a) 中的左视图，由于螺纹的小端为不可见，可省略不画；它的右视图，则应不画大端的内径。

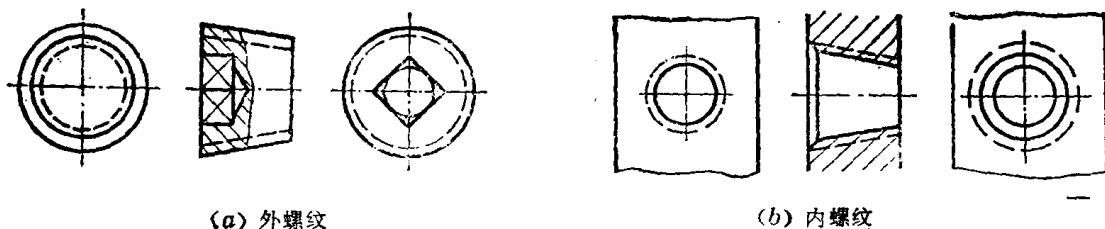


图 13-17 锥形螺纹规定画法

锥形内螺纹的画法，如图 13-17(b) 所示。

5. 螺纹牙型表示法

当需要画出牙型时（如表达非标准螺纹），可用局部剖视画出几个牙型，如图 13-18(a)、(b) 所示。如视图较小，无法画出牙型时，可用局部放大图表示，如图 13-18(c) 所示。

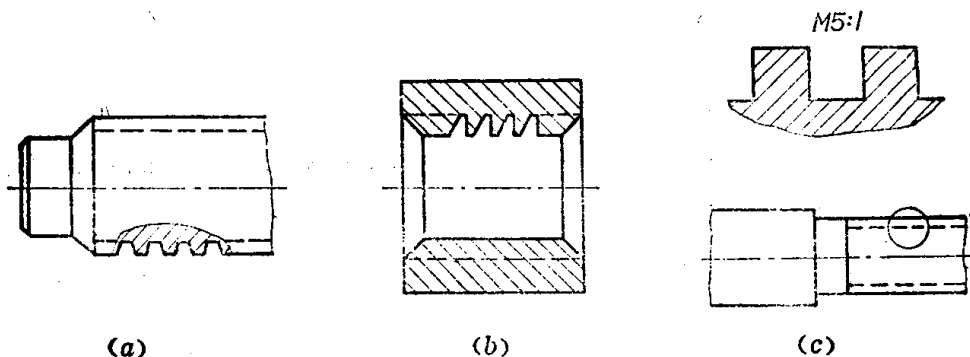
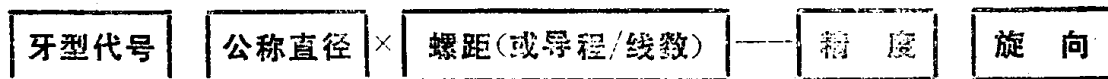


图 13-18 牙型表示法

五、螺纹的标注

用规定画法画出的螺纹，只能看出螺纹的外径、内径和长度，为了把螺纹要素和精度表示清楚，国家标准规定，螺纹必须按下列顺序进行标注：



例：T 36×6-3 左

梯形螺纹、外径 36、螺距 6、3 级精度、左旋

标注说明：

(1) 牙型代号 用字母表示，如普通螺纹用 M 表示，管螺纹用 G 表示，锥形管螺纹用 ZG 表示，梯形螺纹用 T 表示，锯齿形螺纹用 S 表示。

(2) 公称直径 除管螺纹外，其他螺纹的公称直径均为螺纹的外径。而管螺纹的公称直径为管子的通孔直径，并不表示螺纹的外径，但标注时，采用由螺纹外径引出的指引线来标注。如表 13-1 所示。

(3) 螺距 粗牙普通螺纹和管螺纹不必标注，细牙普通螺纹、梯形螺纹和锯齿形螺纹则必须标注。双线和多线螺纹应标注“导程/线数”。

(4) 旋向 右螺纹不必标注，左螺纹则必须标注出“左”字。

(5) 非标准螺纹必须画出牙型，并标注螺纹的全部尺寸，如图 13-19 所示。

(6) 标注特殊螺纹时，应在牙型代号前加注“特”字，如图 13-20 所示。

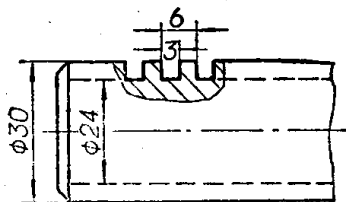


图 13-19 非标准螺纹的标注

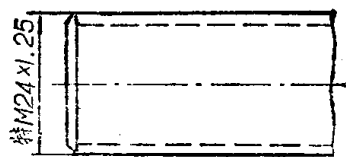
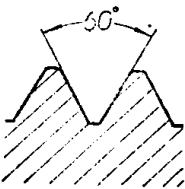
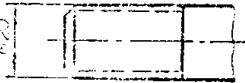
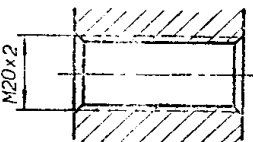
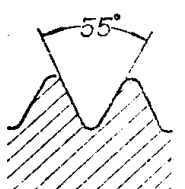
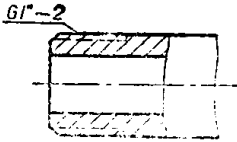
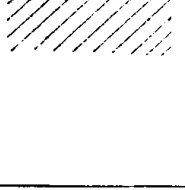
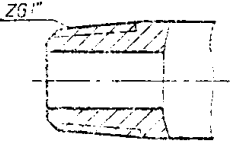
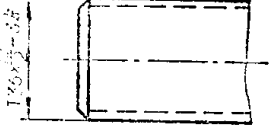
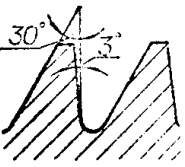
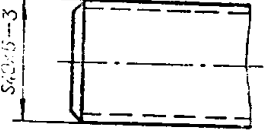


图 13-20 特殊螺纹的标注

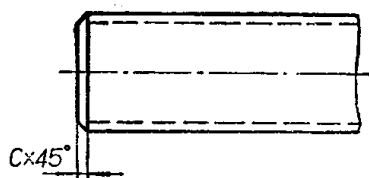
表 13-1 常用标准螺纹的标注示例

用途	种类	牙型	牙代型号	标注图例	标注示例说明
连接螺纹	粗普通螺纹		M		粗牙普通螺纹，外径20毫米，因为是标准螺距，螺距不必标注。对于右旋和3级精度的普通螺纹，旋向和精度均省略不注。
	细普通螺纹		M		细牙普通螺纹，外径20毫米。螺距2毫米。其它省略不注。
	圆柱管螺纹		G		圆柱管螺纹，管子的通孔直径1英寸，2级精度。 如为内螺纹时，也应注在螺纹外径上。
	圆锥管螺纹		LC		圆锥形管螺纹，管子的通孔直径1英寸。 如为内螺纹时，也应标注在螺纹外径上。
传动螺纹	梯形螺纹		T		梯形螺纹，外径36毫米，导程12，双线，3级精度（传动螺纹要注），左旋。
	锯齿形螺纹		S		锯齿形螺纹，外径40毫米，螺距5毫米，3级精度。

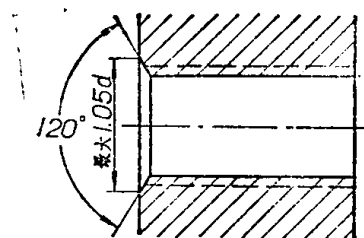
六、螺纹上常见的结构

1. 倒角

为防止螺纹起端损坏和便于装配，常将内、外螺纹的起端制成倒角，如图13-21所示。倒角的型式及尺寸，按国家标准规定选用（见附录中附表16）。



(a) 外螺纹倒角



(b) 内螺纹倒角

图 13-21 螺纹倒角画法

2. 螺尾和退刀槽

加工螺纹时，由于退刀，在螺纹终止处形成一小段螺纹渐浅部分，如图 13-22 中长度为 l (或 l_1) 的一段，这部分不完整的螺纹称为螺尾。

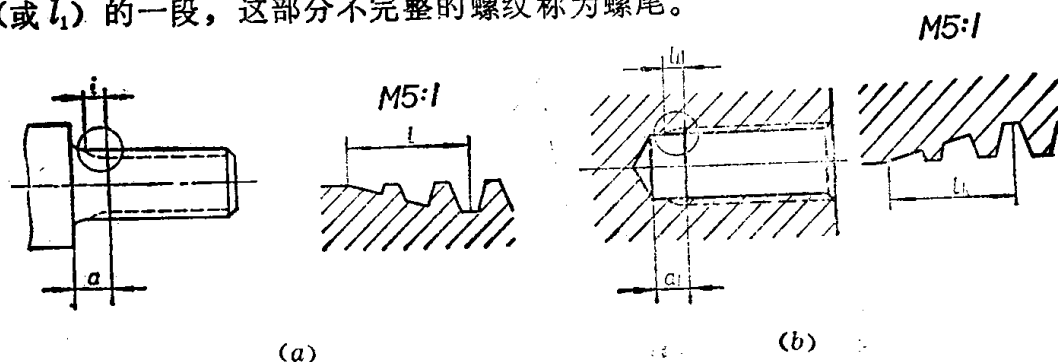


图 13-22 螺纹的螺尾

为了避免在螺纹终止处产生螺尾，常在工件上预先车出一槽，以便车螺纹时退刀，

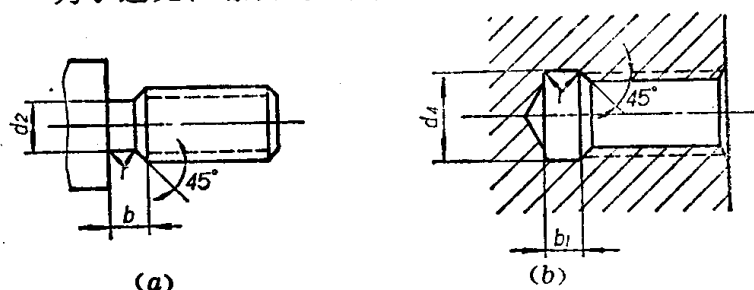


图 13-23 螺纹退刀槽

这种槽称为退刀槽，如图 12-23 所示。退刀槽的型式和尺寸，按国家标准规定选用（见附录中附表 16）。

3. 不通螺孔

加工不通螺孔时，先按螺纹内径选用钻头，钻出圆孔，然后用丝锥攻出螺纹，做成不通螺孔，如图 13-24 所示。由于钻头头部锥顶角一般为 118° ，简化画成 120° ，这种钻孔孔底自然形成的圆锥坑，在图上不必标注其角度和深度。钻孔深度应比螺纹深度深些，具体尺寸可查有关标准（见附录中附表 15）。

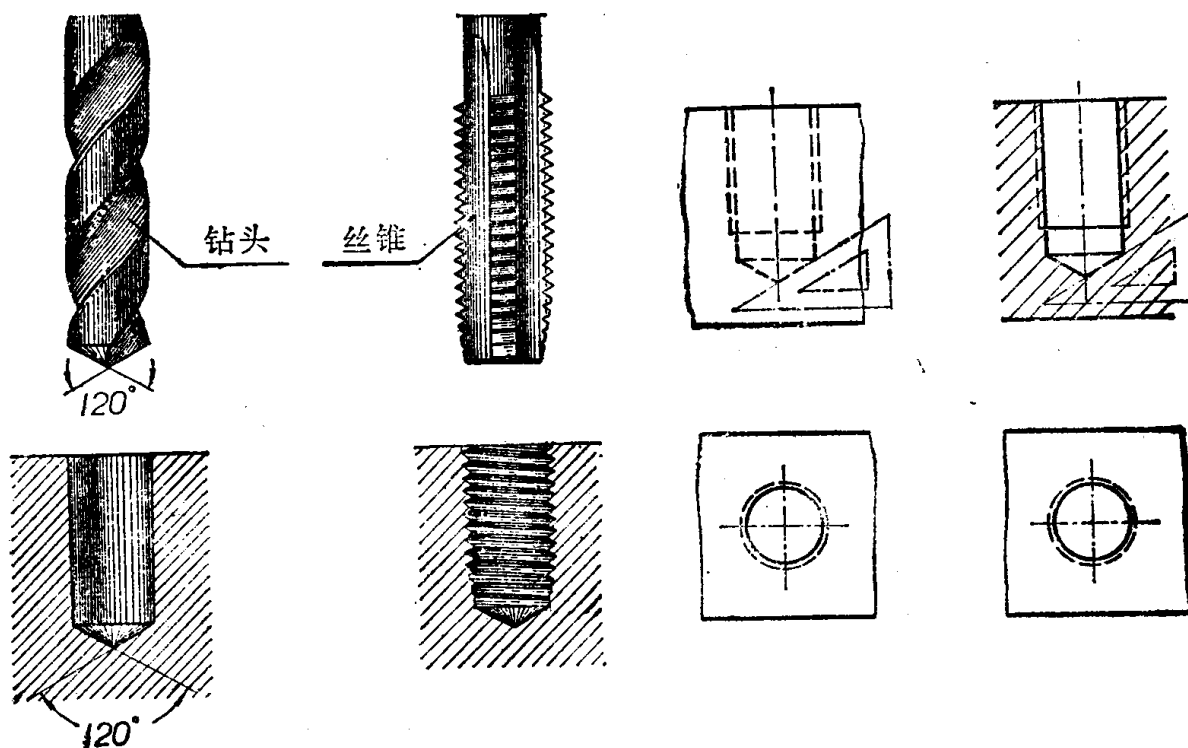


图 13-24 不通孔内螺纹的画法

七、螺纹的测绘

测量零件上的螺纹，主要是测出螺纹的牙型、外径和螺距三个要素，其余如旋向、线数可由观察得到。

1. 外螺纹的测定

测定螺纹牙型和螺距的常用工具是螺纹规，如图 13-25 (a) 所示。测量螺纹时，可在螺纹规中选出与被测螺纹完全吻合的钢片，则该钢片上所标明的数字即为所测螺纹的螺距，如图 13-25 (b) 所示。然后，再量出螺纹的外径，根据已测出的牙型、螺距和外径，由有关螺纹的国家标准，查出该螺纹的类型。

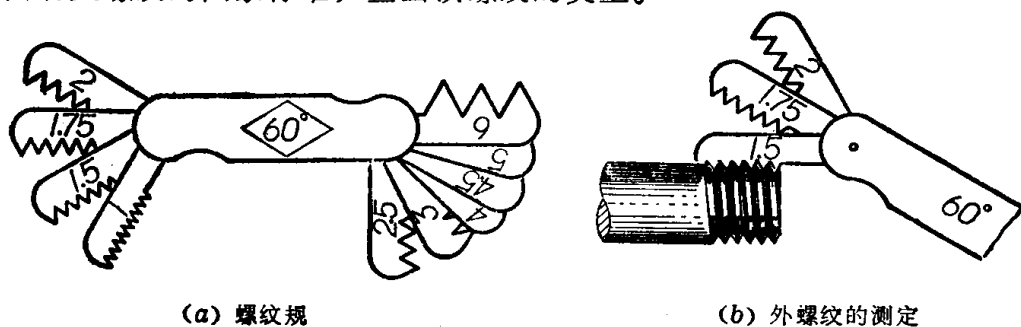


图 13-25 螺纹规及外螺纹的测定

如果没有螺纹规,可将一张纸放在被测螺纹上,压出螺距印痕,如图 13-26 所示。在螺距的印痕上量取 5 个或 10 个螺距印痕的长度,即可算出螺距的尺寸。图 13-26 中,量取 10 个螺距印痕的长度为 15 毫米,故其螺距为 1.5,然后,根据外径和螺距的尺寸与标准螺纹的数值核对,选取与之相近的标准数值。这种测定螺纹螺距的方法,称为印痕法。

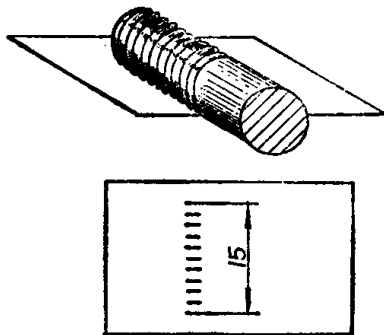


图 13-26 外螺纹的印痕法

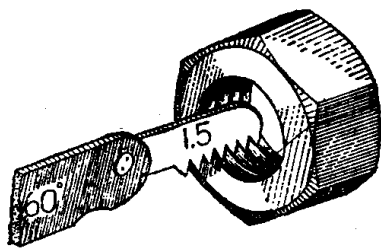


图 13-27 内螺纹的测定

2. 内螺纹的测定

测定内螺纹时，也可用螺纹规或印痕法测出螺距和确定牙型，如图 12-27 所示。再用卡尺或游标卡尺量出螺纹内径。根据牙型、内径和螺距查对有关螺纹的国家标准，即可确定该螺纹的外径和类型。

§ 13—2 螺纹连接

机器上常用螺纹连接件将零件连接起来。常见的螺纹连接形式有螺栓连接、双头螺

柱连接和螺钉连接等，如图 13-28 所示。螺纹连接件的形式甚多，其中常用的有螺栓、双头螺柱、螺钉、螺母、垫圈等，如图 13-29 所示。

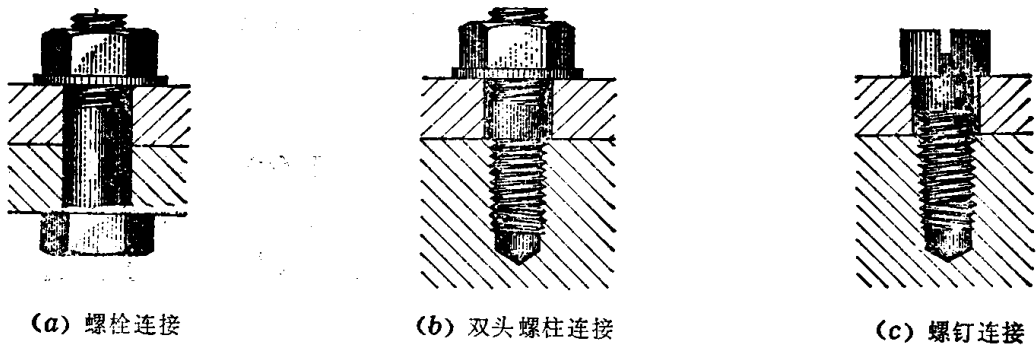


图 13-28 螺纹连接

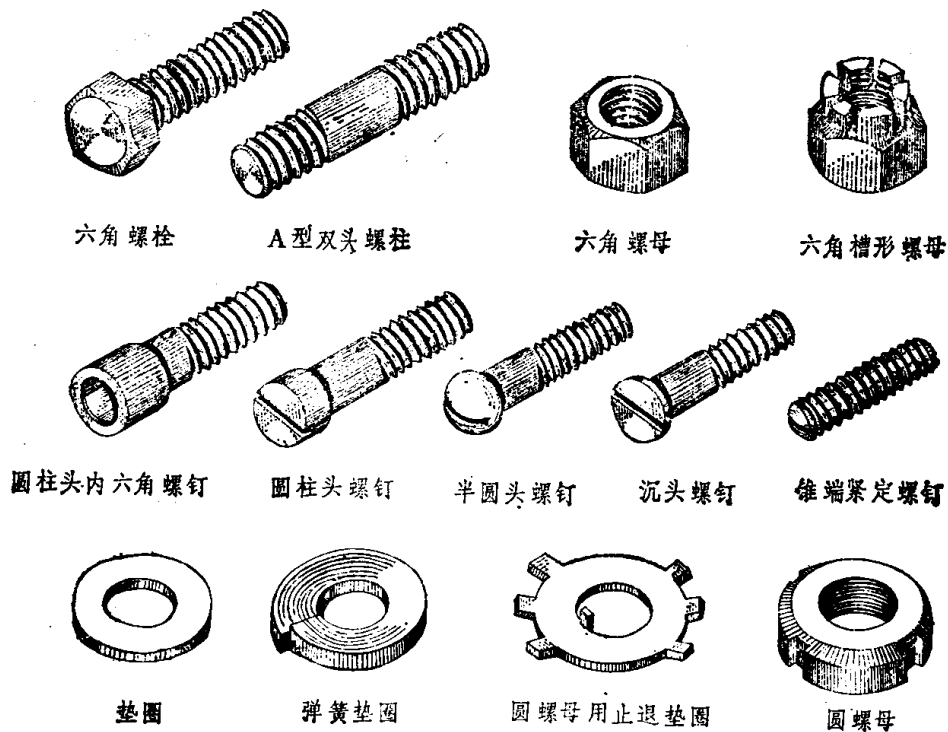


图 13-29 常用的螺纹连接件

一、螺栓连接

螺栓连接由螺栓、螺母和垫圈三个零件构成，如图 13-28 (a)所示。螺栓连接在被连接件上只需钻出通孔，加工简单，装拆方便，故应用很广。

1. 螺栓连接的零件

(1) 螺栓 螺栓由杆身和头部组成。杆身与头部的分界面与被连接零件的表面相接触，称为支承面，杆身的长度称为螺栓的有效长度，杆身上制有螺纹，用来与螺母旋合。螺栓按头部型式（有六角形、四方形等）分为许多种类，详见有关螺栓的国家标准。图 13-30 为六角头螺栓（GB 30-76），杆身制有粗牙普通螺纹，外径 $d = 10$ 毫米，长度 $L = 35$ 毫米，它的规定标记为：

螺栓 M 10 × 35 GB30-76。

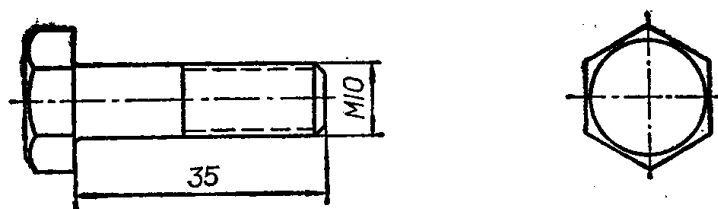


图 13-30 六角头螺栓

若螺杆上全部制出螺纹，应标记符号“Q”。它的规定标记为：

螺栓 $M 10 \times 35 - Q$ GB30-76。

根据规定标记，六角头螺栓的各部分尺寸可由附录中附表 18 查出。

(2) 螺母 螺母按其形状有六角形、四方形、圆形等数种。按加工精度有精制、粗制两种，详见有关螺母的国家标准。图 13-31 为六角螺母，制有粗牙普通螺纹，外径 $d = 10$ 毫米，它的规定标记为：

螺母 $M 10$ GB52-76。

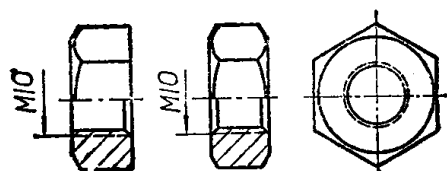
螺母的基本型式应双面倒角，但允许制成单面倒角的型式。

根据规定标记，六角螺母各部分尺寸可由附录中附表 24 查出。

(3) 垫圈 垫圈的作用是防止旋紧螺母时损伤被连接零件的表面，并使螺母的压力均匀分布到零件表面上。

垫圈按其用途和加工精度分为许多种类，详见有关垫圈的国家标准。图 13-32 为精制垫圈，它的规定标记为：

垫圈 $B 10$ GB97-76。



允许制成形式

图 13-31 六角螺母

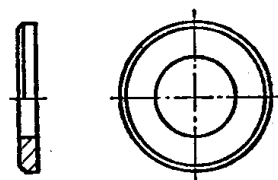


图 13-32 垫圈

该标记表示公称直径为 10 毫米，按 B 型制造（带有倒角）的精制垫圈。这里“10”是与垫圈相配的螺栓（或其他连接件）的螺纹外径。垫圈各部分的尺寸，可根据规定标记，由附录中附表 27 查出。

2. 比例画法

虽然螺栓、螺母和垫圈各部分尺寸可以查表得出，但为了画图简便，除螺栓的有效长度 L 需计算、查表外，其余各部分尺寸都可以螺纹外径为准，按一定的比例画出。

(1) 螺栓的比例画法见图 13-33。

(2) 螺母的比例画法 除高度 H 取 $0.8d$ 外，其他各部分尺寸与螺栓头部的比例画法相同，如图 13-34 所示。

(3) 垫圈的比例画法见图 13-35。

3. 螺栓连接装配图的画法

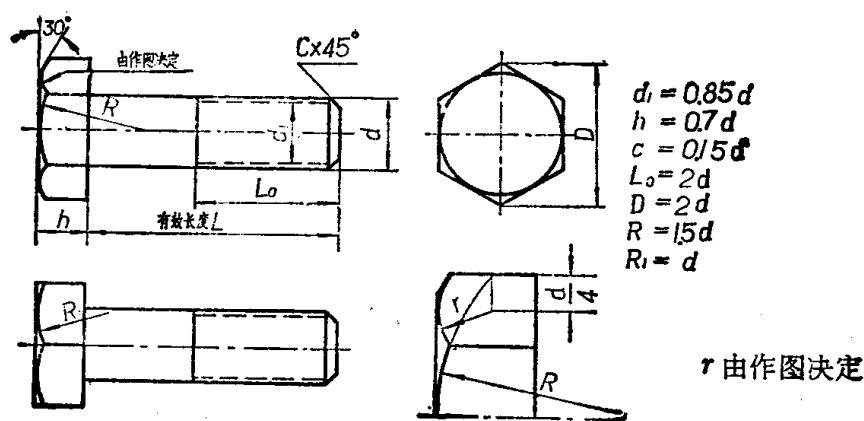


图 13-33 六角头螺栓的比例画法

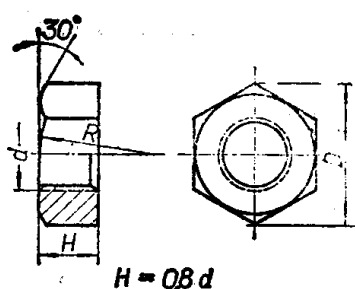


图 13-34 螺母的比例画法

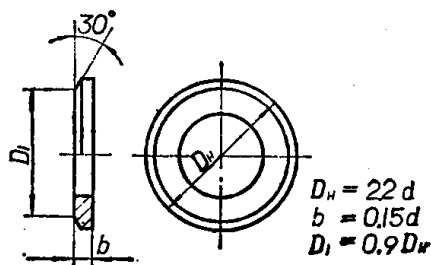


图 13-35 垫圈的比例画法

画螺栓连接装配图时，需要已知螺栓连接的型式、外径和被连接零件的厚度。螺栓、螺母、垫圈尺寸可从标准中查得，也可采用比例画法。由于螺栓、螺母、垫圈都是标准件，所以在剖视图上规定不剖，只画外形，如图 13-33 所示。两被连接零件的剖面线画成相反方向。螺杆与通孔之间应留出间隙，即通孔直径 $d_0 = 1.1d$ 。

L = 被连接零件的总厚度 ($\delta_1 + \delta_2$) + 垫圈厚度 (b) + 螺母高度 (H) + a 。

螺栓有效长度 L 的确定：

式中 $a = (0.3 \sim 0.4)d$ ，它是螺栓顶端露出螺母的高度（包括倒角部分）。根据上式计算出螺栓的长度，还需按附录中附表 18 选取螺栓的标准长度。例如：已知用 M14 的螺栓（GB 30-76）连接两板，板的厚度为 $\delta_1 = 26$ ， $\delta_2 = 30$ ，按上式计算 L ：

$$\begin{aligned} L &= \delta_1 + \delta_2 + b + H + (0.3 \sim 0.4)d \\ &= 26 + 30 + 0.15 \times 14 + 0.8 \times 14 + (0.3 \sim 0.4) \times 14 = 73.5 \end{aligned}$$

再查附录中附表 18，选取标准长度 $L = 75$ 。

在螺栓连接装配图中，注写出螺栓、螺母、垫圈的规定标记。

螺栓连接装配图的画图步骤，如图 13-36 所示。

二、双头螺柱连接

双头螺柱用来连接下板较厚或不能安置螺栓的零件。这种连接主要由双头螺柱、螺母、垫圈三个零件构成。连接时，需在一个零件上加工出不通的螺孔，把双头螺柱的旋入端旋入螺孔。在另一个零件上，则钻出通孔，套在双头螺柱上，然后加上垫圈，旋紧螺母，如图 13-28 (b) 所示。

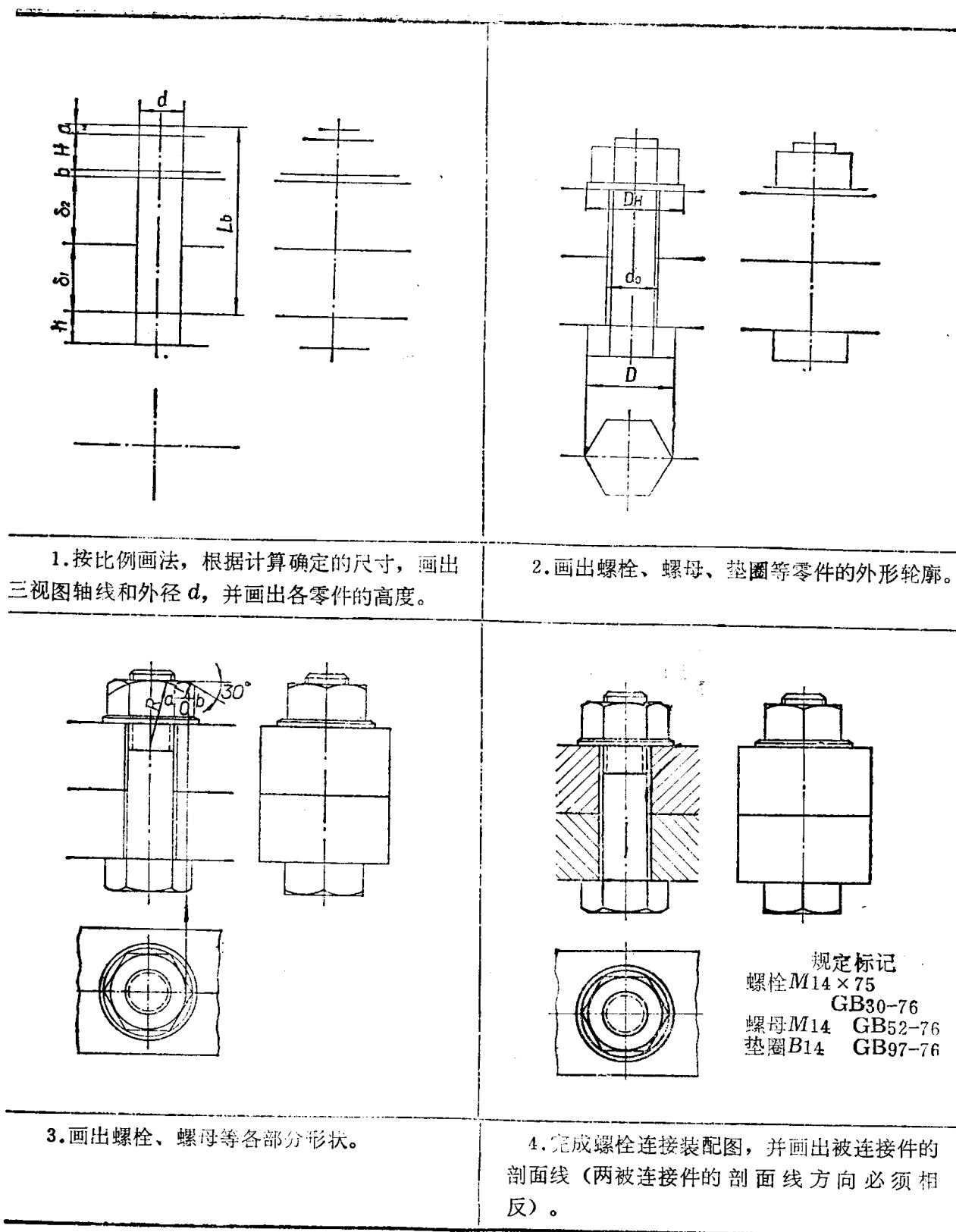


图 13-36 螺栓连接装配图的画图步骤

1. 双头螺柱

双头螺柱没有头部, 两端都有螺纹。螺纹较短的一端称为旋入端, 其长度为 L_1 。双头螺柱上除去旋入端之外的长度, 称为有效长度 L 。双头螺柱分为 A 型、 B 型两种 (B 型在标注时可不标记), 如图 13-37 所示。