

画法几何及机械制图

西北工业大学制图教研组编

下 册

本书原以西北工业大学机械类专业用的“画法几何及机械制图”讲义出版，系该校经过教学改革后，在党组织的领导下，在师生合作的基础上编写的。现在根据一年来的教学实践，在内容上作了一些修改、补充和提高，使之更好地体现党的总路线和教育方针，能更好地联系实际、结合专业，从而提高教学效果。同时根据新颁布的国家标准，作了全面的修订。

本书适合于画法几何与机械制图合并为一门课程的高等工业学校机械类及其相近的专业使用。其特点是对画法几何的基本理论并未削弱，而且保持了它的系统性，同时又尽量把画法几何与机械制图的有关内容结合起来，借以避免重复和脱节现象。

本书分上下册出版。上册内容：螺纹及螺纹连接；非螺纹连接；齿轮、弹簧、滚动轴承；机械图的绘制；装配图与拆绘零件工作图；公差与配合；机器制造常用材料；附录。

本书除供高等工业学校机械类专业作为教材外，还可供高等学校其他专业及中等技术学校参考。

画法几何及机械制图

下 册

西北工业大学制图教研组编

人民教育出版社出版 高等学校数学用书编辑组
北京宣武门内大街27号

(北京市书刊出版业营业许可出字第2号)

民族印刷厂印装

北京科技发行所发行

各地新华书店经售

统一书号 15113·834 开本 787×1092 1/16 印张 16 插页 13

字数 329,000 印数 00001—35,000 定价 (7) 1.81

1954年11月第1版 1961年3月第2版 1961年3月北京第2次印刷

下册目录

第三篇 螺紋連接及常用零件的表示法

第十六章 螺紋及螺紋連接	269
§ 16.1 螺紋的形成及名詞解釋	269
§ 16.2 螺紋的種類	271
§ 16.3 螺紋的画法及規定代號	272
§ 16.4 螺紋連接及其画法	277
复习題 16	292
第十七章 非螺紋連接	293
§ 17.1 鍵連接	293
§ 17.2 花鍵連接(多槽鍵連接)	295
§ 17.3 銷連接	302
§ 17.4 鉚釘連接	302
§ 17.5 焊接	305
复习題 17	313
第十八章 齒輪、彈簧、滚动軸承	314
§ 18.1 齒輪的基本概念	314
§ 18.2 齒輪的主要参数及其画法与注法	316
§ 18.3 齒輪的結構	313
§ 18.4 齒輪的測繪	318
§ 18.5 蝸輪蝸杆	333
§ 18.6 彈簧及棘輪爪	339
§ 18.7 彈簧	340
§ 18.8 滚动軸承	345
复习題 18	351

第四篇 机械图样的繪制与讀图

第十九章 机械图的繪制	354
§ 19.1 装配体的測繪	354
§ 19.2 零件图的内容	357
§ 19.3 零件图的視圖選擇	358
§ 19.4 零件图上一些簡化画法和規定画法	361
§ 19.5 零件的构造与工艺問題	363
§ 19.6 零件草图的繪制	372
§ 19.7 表面光洁度及技术要求	376
§ 19.8 零件图中的尺寸注法	384
§ 19.9 尺寸測量法	390

§ 19.10 根据零件草图画零件工作图	393
§ 19.11 零件工作图的讀图步驟	393
§ 19.12 装配图的分类与内容	398
§ 19.13 装配图的視圖選擇与表达方法	398
§ 19.14 装配工艺及装配体构造的問題	403
§ 19.15 設計装配图上的尺寸注法	408
§ 19.16 装配图上各組成部分的序号和代号的注法及明細表	409
§ 19.17 画設計装配图的步驟	411
复习題 19	414

第二十章 讀装配图与拆繪零件工作图

§ 20.1 讀装配图与拆繪零件工作图的意义	415
§ 20.2 讀設計装配图	415
§ 20.3 由設計装配图拆繪零件工作图	423

第二十一章 公差与配合

§ 21.1 互换性的意义	427
§ 21.2 加工精度	427
§ 21.3 公差与配合的基本概念	434
§ 21.4 公差与配合制度、精度等級(GB159-59)	436
§ 21.5 图样上的公差配合代号及其标注法	437
§ 21.6 公差与配合的运用	441
§ 21.7 公差配合与表面光洁度的关系	443
复习題 21	445

第二十二章 机器制造常用材料

§ 22.1 概述	446
§ 22.2 黑色金属	446
§ 22.3 有色金属	449
§ 22.4 非金属材料	451
§ 22.5 非金属材料	452
§ 22.6 圖繪中零件材料的粗略鉴别	452
§ 22.7 材料的选择及运用	454

附录 I

一、大形測繪的方法	455
二、大形讀图的說明	457
三、示意图	459

附录 II

参考表	476
-----	-----

第三篇 螺紋連接及常用零件的表示法

第十六章 螺紋及螺紋連接

螺紋在機器制造中应用最广泛,任何一部机器都有很多螺紋构件。螺紋构件是用来把两个以上的零件连接起来,或者用来传递动力。

§ 16.1 螺紋的形成及其名詞解釋

1. 螺紋的形成 使一个平面图形(三角形、梯形、矩形或锯齿形等)沿着圆柱面作螺旋运动,在运动过程中使平面永远通过圆柱的軸綫(图 16.1)则平面图形的运动轨迹,即在空圓形成螺紋。这种形成螺紋的平面图形称为螺紋的牙形。图 16.2 表示了牙形为矩形的螺紋。

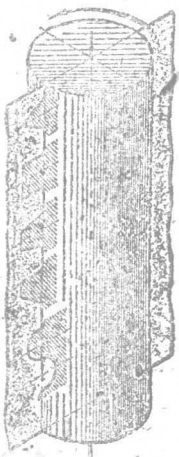


图 16.1.

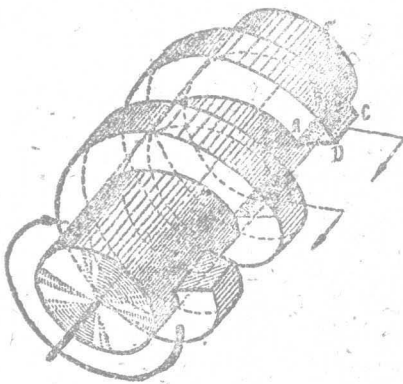


图 16.2.

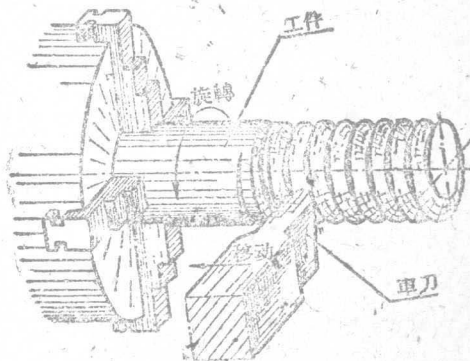


图 16.3.

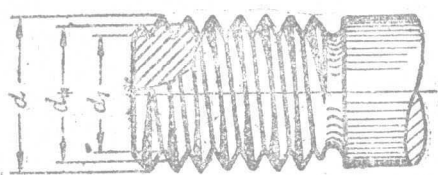
生产中制造螺紋的方法很多,但必須滿足螺旋运动的要求。例如在車床上車制螺紋时(图 16.3),系將圓柱杆料夾持在卡盤上作迴轉运动,而車刀夾持在刀架上作等速直綫运动,这样車刀在圓柱体上即刻制出了螺紋。

2. 名詞解釋

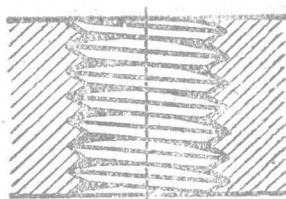
外螺紋和內螺紋 在圓柱外表面上所形成的螺紋称为外螺紋。在圓孔內表面上所形成的螺紋称为內螺紋,如图 16.4 所示。

右螺紋和左螺紋 螺紋由于旋进方向不同而分为右螺紋和左螺紋。螺紋的可見部分由左向右升高者,称为右螺紋(图 16.5, a),可見部分由右向左升高者,称为左螺紋(图 16.5, b)。

单头螺紋和多头螺紋 在圓柱面上刻制一道螺紋称为单头螺紋(图 16.6, a),在同一圓

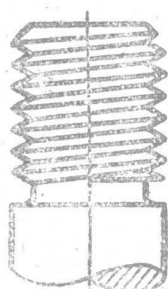


(a) 外螺紋

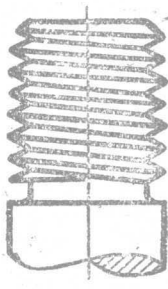


(b) 內螺紋

图 16.4.

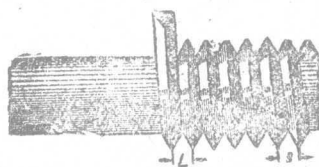


(a)

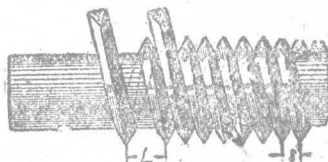


(b)

图 16.5.



(a)



(b)

图 16.6.

柱面上刻制两道、三道或多道相互平行的螺紋，則称为**双头螺紋**、**三头螺紋**或**多头螺紋**。如图 16.6, b 即为双头螺紋。

导程和螺距 导程 L 是螺紋上一点沿圆柱面旋轉一周时沿軸向移动的距离。螺距 S 是螺紋上相邻牙形上两对应点間沿軸向的距离。导程和螺距之間的关系为 $L = nS$ ，式中 n 为螺紋头数。

外径、內徑及中徑 螺紋上最大的直径称为螺紋**外径** (d)。最小的直径称为螺紋**內徑** (d_1)。外径和內徑的平均值称为**中徑** (d_{cp})，如图 16.7 所示。

牙頂和牙底 对于外螺紋，螺紋的外徑部分称为**牙頂**，螺紋的內徑部分称为**牙底**；对于內螺紋，則相反。

$$t_0 = 0.8660 \cdot S$$

$$t_2 = 0.6495 \cdot S$$

$$t_2' = t_2 - \frac{e'}{2}$$

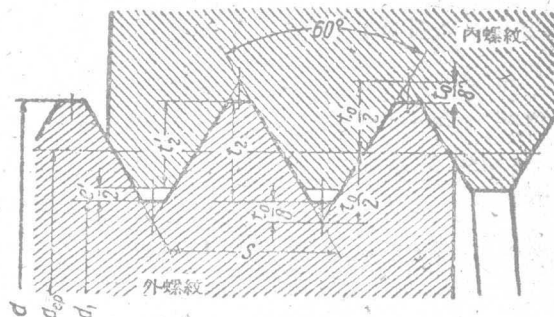


图 16.7.

螺纹顶角为 55° ，牙顶和牙底是圆形的，如图 16.8。管螺纹的螺距较小，故用于管件和薄壁零件上。牙顶和牙底呈圆形是为了密封性好。时制管螺纹有圆柱管螺纹 (ГОСТ 6357-52) 和圆锥管螺纹 (ГОСТ 6211-52) 两种。

圆锥管螺纹刻在锥度为 1:16 的管子上，圆锥顶角之半 $\phi = 1^\circ 47' 24''$ ，螺纹形状和圆柱管螺纹一样 (图 16.9)。



图 16.8.

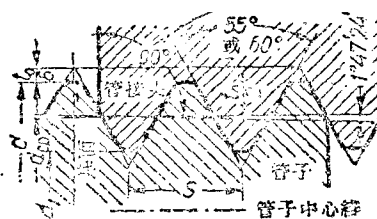


图 16.9.

2. 传动螺纹 用来传递动力和运动的螺纹，例如在车床上用丝杠传递刀架的运动，该丝杠上的螺纹即为传动螺纹。通常有下列几种：

(1) 梯形螺纹 螺纹的牙形剖面为等腰梯形，螺纹顶角为 30° (图 16.10)。

梯形螺纹分为粗牙 (OCT/HTH2409)、标准 (OCT/HTH2410) 和细牙 (OCT/HKTU2411) 三种。

(2) 锯齿形螺纹 螺纹的牙形剖面形状呈锯齿形，一边夹角为 30° ，另一边夹角为 3° (图 16.11)。液压机和轧钢机的载重螺纹等常制成锯齿形。

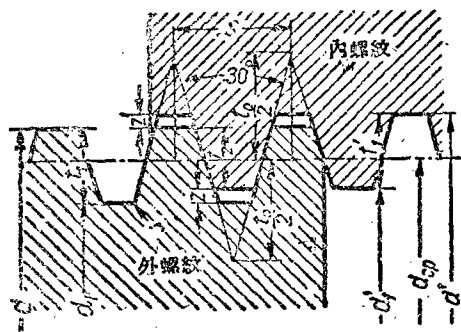


图 16.10.

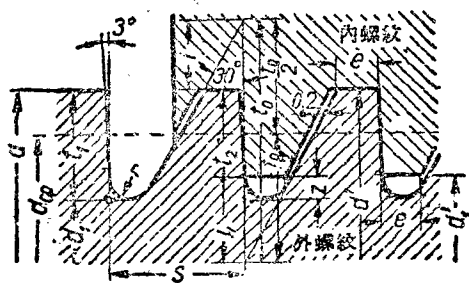


图 16.11.

(3) 矩形螺纹 螺纹牙形的剖面为矩形，属于非标准螺纹，其牙形大小和螺纹内、外径是根据具体要求而设计的，也是传动螺纹所常用的一种，参看图 16.23。

§ 16.3 螺纹的画法及规定代号 (GB 133-59)

1. 螺纹画法

(1) 由于螺纹的形状较复杂，在机械制图中一般都不需要画出其真实形状，而用规定画

法表示。

外螺紋 用实线表示螺紋外徑, 虛线表示螺紋內徑, 如图 16.12 所示。

內螺紋 当螺紋孔被剖开时, 用实线表示螺紋內徑, 虛线表示螺紋外徑(图 16.13, a), 剖面线应画到实线上。

当螺紋孔未剖开时, 螺紋的內徑和外徑都画成虛线(图 16.13, b)。

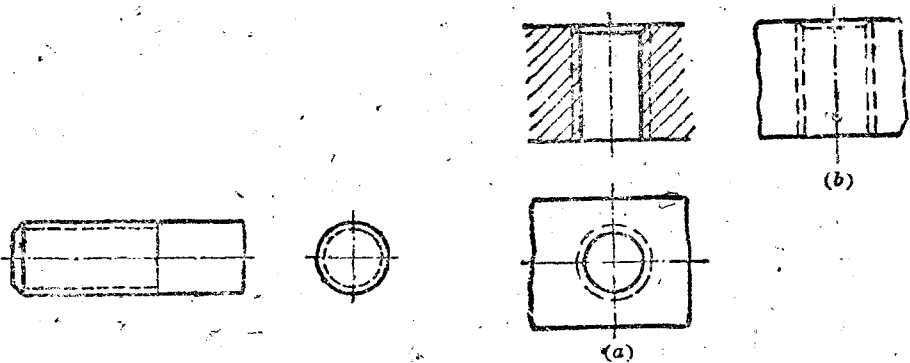


图 16.12.

图 16.13.

外螺紋和內螺紋旋合部分的画法 当外螺紋和內螺紋旋合时; 其旋合部分的画法和外螺紋一致, 如图 16.14 所示; 而內螺紋与外螺紋未旋合部分仍按图 16.13 的画法表示。

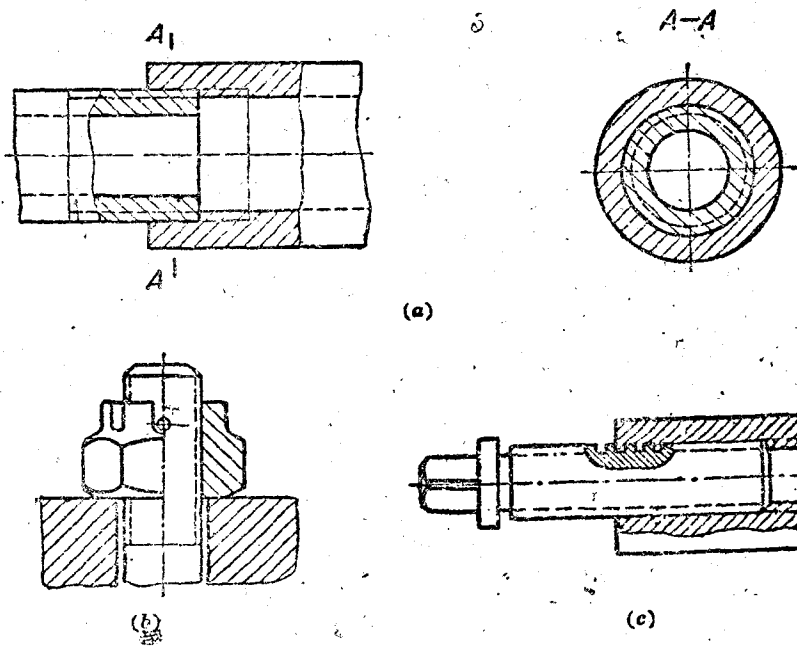


图 16.14.

(2) 螺紋內徑尺寸不必按真实尺寸画, 可采用近似值:

对于粗牙普通螺紋(图 16.15)內徑 $d_1 = 0.85d$, 式中 d 为螺紋外徑;

对于細牙普通螺紋(图 16.16), 取螺紋內徑与外徑的距离等于螺距 S .

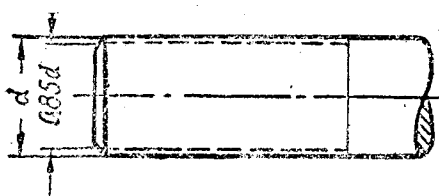


图 16.15.

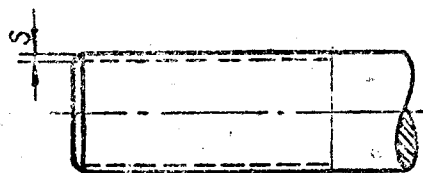


图 16.16.

(3) 螺杆和螺孔倒角在垂直于螺紋軸綫的投影中不必画出(图 16.17)。

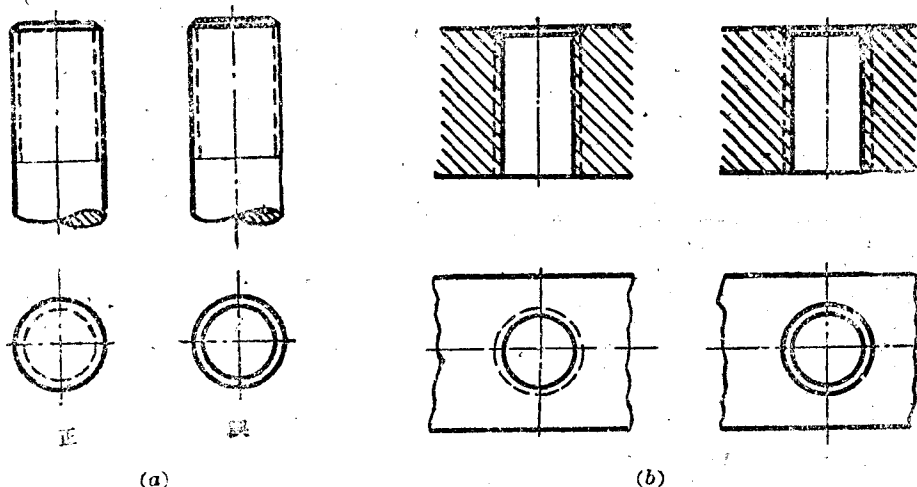


图 16.17.

(4) 无论外螺紋或內螺紋, 在螺紋終止处应画終止界綫(用細实綫)。表示螺紋直徑的虛綫(外螺紋的內徑或內螺紋的外徑)画至終止綫为止, 如图 16.17 及图 16.18 所示。

(5) 标准螺紋在图上不必画出螺紋牙形。但薄壁零件上的螺紋, 为了清楚起见, 須剖开并徒手画出鋸齒形綫, 这样可清楚地表示出它是內螺紋(或外螺紋), 如图 16.19 所示。

(6) 在剖視图中, 外螺紋終止綫的画法如图 16.19 右端所示。

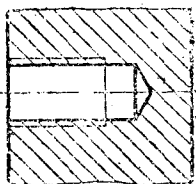


图 16.18.

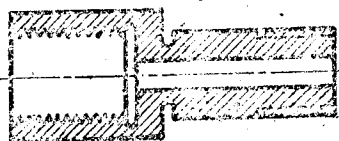


图 16.19.

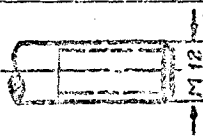
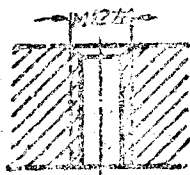
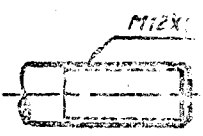
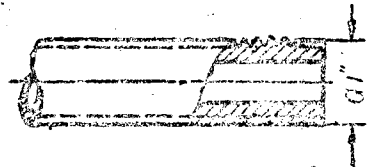
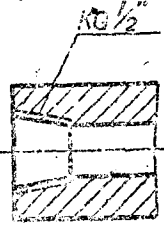
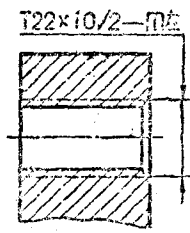
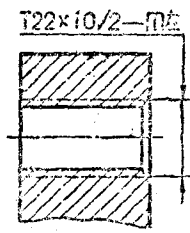
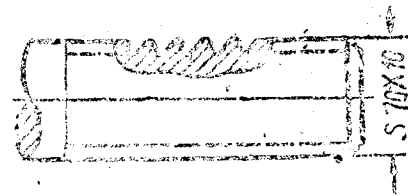
(7) 非标准螺紋的牙形須用局部剖視表示出来, 如图 16.20, a、b 所示。如果牙形小, 表示不清时, 可用放大图画牙形来, 如图 16.20, c 所示。

(8) 带有錐形螺紋零件的規定画法如图 16.21 所示。

2. 螺紋的規定代号及标注法(螺紋尺寸按机 51-56、机 62-56)

(1) 螺紋的公称尺寸均应注在螺紋外徑上, 而不应注在螺紋內徑上, 如表 16.2 中图示。

表 16.2

螺 纹 类 型	牙形代号	图中要注的尺寸	图	例
粗牙普通螺纹	M	外径毫米		
细牙普通螺纹	M	外径及螺距毫米		
时制管螺纹	G	管螺纹的公称通径时		
时制锥管螺纹	KG	锥管螺纹的公称通径时		
梯形螺纹	T	外径及导程 外径×导程/头数 毫米		
锯齿形螺纹	S	外径及螺距 外径×螺距		

梯形螺紋 直徑 22 毫米 導程 10 毫米 頭數 2 精度 m 級 左旋 $T22 \times 10/2-m$ 左

鋸齒形螺紋 直徑 70 毫米 螺距 10 毫米 $S70 \times 10$

管螺紋 公稱通徑 1 吋 $G1''$

錐管螺紋 公稱通徑 $3/4$ 吋 $KG 3/4''$

(1) 對若干精度已標準化的螺紋, 其注法如表 16.2, 可以不將螺紋規格代號及精度等級代號組合標注, 這時只在螺紋外徑尺寸綫上注出螺紋規格代號, 而將螺紋精度等級代號在圖樣的空白處注出。

(2) 對只有一種精度的標準化螺紋和只有螺紋規格已標準化的螺紋可不注出精度等級代號, 如: $KG 3/4''$; $S70 \times 10$ 。

(3) 在符號“ $\times$ ”後的數字表示導程(或螺距); “/”後的數字表示頭數; “-”後的數字或字母表示精度等級。

§ 16.4 螺紋連接及其画法

1. 螺栓、螺母及墊圈

(1) 螺栓 螺栓由杆身及頭部所組成。杆為圓柱形, 其上制有螺紋, 以便旋上螺母; 螺栓頭成六角形或方形, 如图 16.24 所示即為六角形頭的螺栓。

螺栓按其加工程度分光制, 半光制和毛制三種。

螺栓的画法: 画螺栓時, 首先必須知道螺紋的外徑、螺栓有效長度(杆部長度)及螺栓的標準代號, 根據這三個要素即可確定螺栓其他各部分的尺寸。

例如, 已知一光六角頭螺栓, 其標準號碼為 GB 30-58, 螺紋尺寸為 M 16, 螺桿長為 $l=55$ 毫米, 如图 16.25 所示。

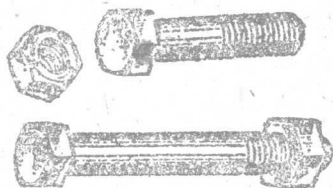


图 16.24.

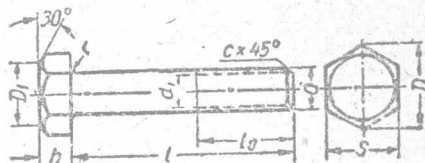


图 16.25.

由附录 II 表 5 GB 30-58 及表 1 机 52-56 查出其他各部分尺寸:

$d_1 = 13.4$ (螺紋內徑) 毫米; $S = 24$ 毫米;

$H = 10$ 毫米; $c = 2$ 毫米; $r = 1$ 毫米;

$L_0 = 28$ 毫米; $D = 27.7$ 毫米; $D_1 = 0.95 S = 22.8$ 毫米。

根據所查得的尺寸即可画出螺栓; 而六角頭上的相貫綫按幾何形狀分析, 其外形為一正六棱柱, 倒角部分為 120° 的正圓錐二幾何形体相貫穿, 因而在六棱柱的每一個側面上產生一條雙曲綫。但為了作圖方便起見, 可用圓弧代替雙曲綫投影, 其作圖方法見图 16.32, 也可用樣板画出。

螺栓應標記出下列各項:

名称、螺紋种类、外徑×螺栓有效长度及螺栓规格代号。

上例螺栓的规定标记应为:

光六角螺栓 M 16×55 GB 30-58

(2) 螺母 螺母形状有六角形、方形、翼形及圆形等^①。孔内刻有螺紋, 以便旋入螺栓来紧固零件, 图 16.26 所示为常见的几种螺母。

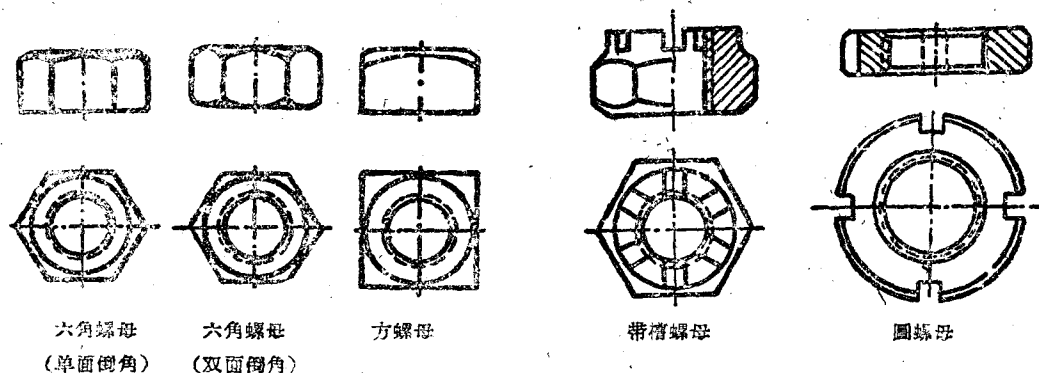


图 16.26.

六角螺母按加工程度分为光制、半光制和毛制三种。

画螺母时, 只要知道螺紋外徑和标准号码即可确定其他各部分尺寸。

例如, 已知一光六角螺母, 其标准号码为 GB 52-58, 螺紋尺寸为 M16, 由附录 II 表 11 GB 52-58 查出各部分尺寸为:

$$S = 24 \text{ 毫米}; H = 13 \text{ 毫米};$$

$$D = 27.7 \text{ 毫米};$$

$$D_1 = 0.95 S = 22.8 \text{ 毫米};$$

$$d_1 = 13.4 \text{ (螺紋內徑) 毫米}.$$

根据所查得的尺寸即可画出螺母, 而各棱面上的双曲线画法可参看图 16.32。也可用样板画出。

螺母应标注出下列各项:

名称、型号、螺紋种类、外徑及规格代号。

上例螺母的规定标记应为:

螺母 A M16GB 52-58

零件图的尺寸和光洁度注法参考螺母标准表(附录 II 表 11)。

(3) 垫圈 为一圆形薄金属板, 中间有孔, 孔径比与之相配螺栓外徑稍大。它放在螺母的下面, 以防止旋紧螺母时擦伤被连接件的表面, 同时使螺栓的压力比较均匀地分布到被连接件上。

标准垫圈常用的有以下四种:

a. 毛垫圈(GB 95-58)——图 16.27.

规定标记示例: 公称直径 10 毫米的毛垫圈:

① 图形螺母一般不用于螺栓或双头螺栓的连接中。

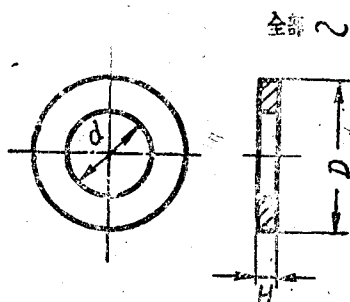


图 16.27.

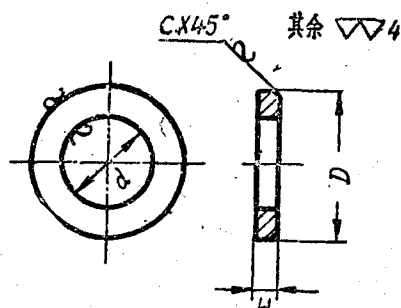


图 16.28.

垫圈 10 GB 95-58

公称直径 10 毫米表示与垫圈配用的螺栓(或双头螺栓、螺钉)的外径是 10 毫米。

此垫圈各部分尺寸查表得:

$$d = 10.5 \text{ 毫米};$$

$$D = 21 \text{ 毫米};$$

$$H = 2 \text{ 毫米}。$$

b. 光垫圈 (GB 97-58)——图 16.28

倒角 C 尺寸可用相应的圆角半径代替。

规定标记示例:

公称直径 10 毫米, 按附录 II 表 15 内所规定的光垫圈:

垫圈 10 GB 97-58

c. 弹簧垫圈 (GB 92-58)——图 16.29

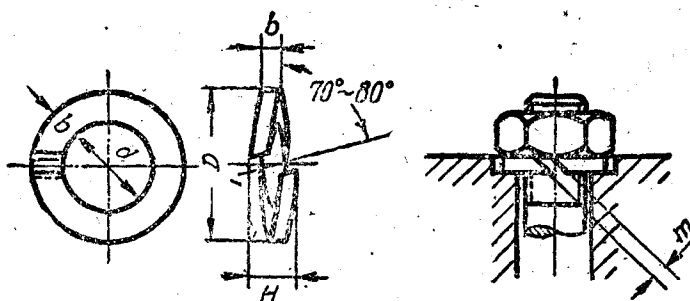


图 16.29.

弹簧垫圈的作用在于当被旋紧的螺母压平后, 即产生弹力将螺母撑紧, 使螺母与螺杆上的螺紋密切接合, 因而防止螺母受震动而自动松脱。

规定标记示例: 公称直径 10 毫米的弹簧垫圈:

垫圈 10 GB 92-58

d. 带齿内鼻止退垫圈 (ZB^① 0812-59)

① ZB——重型机械设计标准。

螺栓长度 L 根据两被連接件的总厚度 δ 計算得出:

$$L \geq \delta + H_{\text{垫}} + H_{\text{母}} + S + c$$

式中 S —— 螺距; $H_{\text{垫}}$ —— 垫圈厚度; $H_{\text{母}}$ —— 螺母高度; c —— 倒角高度。

計算出的 L 与标准长度不符合时, 应选择相近的标准长度。

注: 式中的 $H_{\text{母}}$, $H_{\text{垫}}$, S 和 c 都是根据直表所得到的真实尺寸, L 是装配图中标注的尺寸, 但在圖圖时 $H_{\text{母}}$, $H_{\text{垫}}$ 均都用与 d 的比例关系求得。

例如: 已知光六角头螺栓 M16, 被連接件的总厚度 $\delta = 13 + 18 = 31$ 毫米, 查附录 II

表 11: $H_{\text{母}} = 13$ 毫米; 表 15: $H_{\text{垫}} = 3$ 毫米;

表 5: $c = 2$ 毫米; 表 1: $S = 2$ 毫米;

$$L \geq \delta + H_{\text{母}} + H_{\text{垫}} + S + c = 31 + 13 + 3 + 2 + 2 = 51 \text{ 毫米}。$$

由表 5 GB 30-58 表中查得标准长度为 55 毫米, 螺紋长度 $L_0 = 28$ 毫米。

螺栓的尺寸将在装配图的明細表中注出。

画装配图的注意点:

- 1) 两相邻零件剖面线的傾斜方向应相反。
- 2) 螺栓、螺母和垫圈在装配图中均不剖开。
- 3) 在旋紧时无论螺栓头和螺母的方位如何均以显示六角头三个面的方向作主視圖。
- 4) 在装配图和总图中螺栓头和螺母允許按图 16.33 繪制。
- 5) 螺栓与通孔之間必須画出間隙。
- 6) 两相邻的零件接触时, 輪廓线只画一条。

2. 双头螺栓 双头螺栓是两端带螺紋的圓柱形杆 (图 16.34), 其旋入被連接件本体内部那一部分称为旋入端。双头螺栓在苏联已按 OCT 20001-38 标准化了。

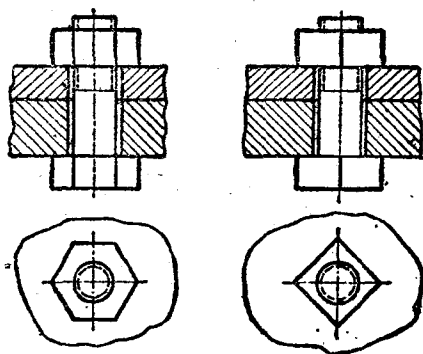


图 16.33.

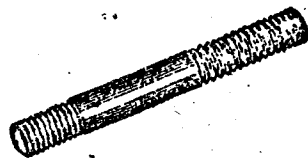
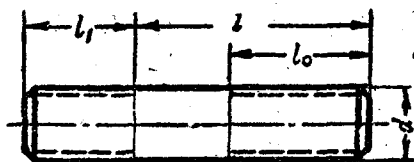


图 16.34

l_1 —旋入端长度; l —有头长度;

l_0 —螺紋长度; d —螺紋外徑。

双头螺栓与螺栓一样, 广泛地运用于近代机器制造中。当被連接件之一很厚, 或由于其

他原因不宜于用螺栓或螺釘連接時,可在該零件上做出螺紋孔(內螺紋),并在另一零件上做出比雙頭螺栓直徑稍大的通孔;在進行零件的連接時,先把雙頭螺栓的旋入端擰入螺紋孔中,再把另一被連接零件套在雙頭螺栓上,最后擰緊螺母(有時還加墊圈)。這樣便可將欲連接的零件連接起來,如圖 16.35 所示。

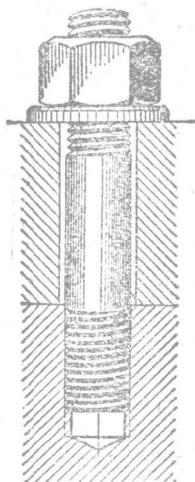


圖 16.35.

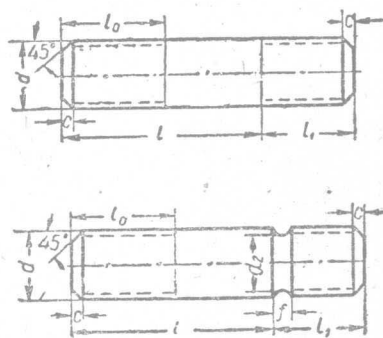


圖 16.36.

雙頭螺栓的分類:

按形狀分: 1) 無退刀槽的——A 型 圖 16.36, a;

2) 有退刀槽的——B 型 圖 16.36, b。

按旋入端的長度分:

1) 約等於直徑的 1.35 倍——I 型, 用在旋入鑄鐵、黃銅等較軟的零件內;

2) 大約和直徑相等——II 型, 用在旋入鋼、硬鋁等較硬的零件內。

按配上螺母的形狀分:

1) 用普通螺母的——O 型;

2) 用帶槽螺母的——K 型。

注意: (1) 因配上的螺母不同, 雙頭螺栓上旋入螺母一端的螺紋長度亦不同, K 型的較長。

(2) 對於旋入鋁鎂合金等零件的雙頭螺栓, 其旋入端的長度約等於其直徑的 2~3 倍。雙頭螺栓旋入端的長度通常均根據被旋入件材料的強度及硬度來確定, 強度特別大的零件, 旋入端長度可適當減小, 相反, 對強度小的零件則旋入端長度必須相應增加(參看附錄 II 表 19)。

雙頭螺栓的旋入端與零件體(螺孔)的配合很緊, 其旋緊的程度應當是當螺母從雙頭螺栓上鬆開時雙頭螺栓不會從零件體中鬆出來。

無槽(A 型)雙頭螺栓與零件體配牢的方法是利用其退刀紋部分旋入零件體內而產生徑向擠壓力(圖 16.37, a)。