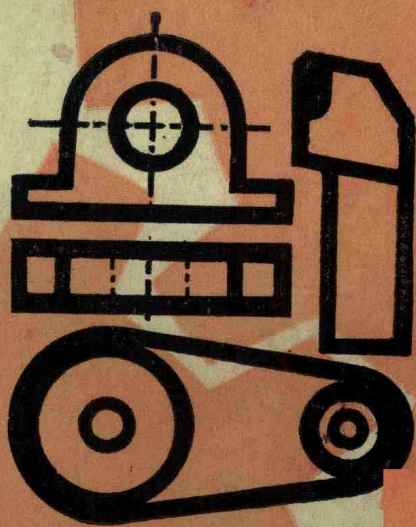


机械基础

辽宁省工人技术培训教材编委会主编



辽宁科学技术出版社

工人技术培训教材

机械基础

辽宁省工人技术培训教材编委会主编

辽宁科学技术出版社

一九八四年·沈阳

工人技术培训教材

机械基础

辽宁省工人技术培训教材编委会主编

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市南京街6段1里2号)

辽宁省新华书店发行 大连印刷一厂印刷

开本: 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张: 8 $\frac{1}{8}$ 字数: 195,000

1983年6月第1版

1984年10月第2次印刷

责任编辑: 马 骏

责任校对: 李秀芝

封面设计: 曹太文

印数: 59,001—83,000

统一书号: 15288·42 定价: 0.64元

出版说明

加强职工教育，是开发智力、培养人才的重要途径，是提高青年工人的文化与科学技术水平、搞好国民经济的调整、加速四个现代化进程的重要环节。为了适应开展职工教育的需要，辽宁省和沈阳市劳动局与辽宁科学技术出版社组成了工人技术培训教材领导小组，下设工人技术培训教材编委会，组织编写了一套工人技术培训教材。首批有《看图》、《尺寸公差与形位公差》、《量具》、《机械工程材料》、《机械基础》、《维修电工》、《电机修理工》、《电焊工》、《气焊与气割》、《无线电调试工》、《油漆工》、《管道工》、《木工》、《木模工》、《划线工》、《铆工》、《铣工》、《齿轮工》、《磨工》、《装配钳工》、《锅炉工》、《车工》、《缝纫工》、《裁剪工》等24种，自一九八二年六月起陆续出版。

这套教材是根据国家劳动总局对培训工人的要求，参照国务院有关部制订的《工人技术等级标准》与工人的现有水平，本着“少而精”的原则编写的。具有学时短、见效快、理论联系实际的特点。书中附有例题和习题，既可作为1~4级工人的培训教材，也可供各类技工学校、职工业余学校使用。

在编写过程中得到了辽宁省职工教育管理委员会和袁林霄、董旭、刘子清等同志的支持和帮助，在此表示感谢。

目 录

第一章 联接件	1
第一节 螺纹.....	1
第二节 螺纹联接.....	9
第三节 销、键和花键联接.....	20
第二章 机械传动	27
第一节 概述.....	27
第二节 带传动.....	30
第三节 齿轮传动.....	44
第四节 蜗杆传动.....	76
第五节 链传动.....	86
第六节 螺旋传动.....	93
第三章 其它机械零件与机构	100
第一节 轴承.....	100
第二节 联轴器、离合器和制动器.....	117
第三节 凸轮机构.....	133
第四节 弹簧.....	144
第四章 机械制造工艺	154
第一节 基本概念.....	154
第二节 零件图的工艺分析和毛坯选择.....	162
第三节 工件的安装与基准选择.....	164
第四节 加工方法的选择.....	170
第五节 加工路线的拟定.....	175

第六节	加工余量与工序尺寸·····	179
第七节	时间定额·····	188
第八节	质量、生产率与经济性·····	189
第九节	制定机械加工工艺规程实例·····	195
第十节	装配尺寸链·····	198
第五章	液压传动·····	208
第一节	液压传动的工作原理·····	208
第二节	油泵和油马达·····	213
第三节	油缸·····	221
第四节	液压阀·····	222
第五节	辅助装置·····	232
第六节	液压传动系统实例·····	235
第七节	液压传动系统的使用维护与故障排除·····	249
附录	国际单位制简介·····	259

第一章 联 接 件

第一节 螺 纹

在机器和各种设备中，几乎到处可以看到带有螺纹的零件，如螺钉、螺母和丝杠（杆）等。靠螺纹把几个零件联接在一起时，称为螺纹联接，例如用螺钉把盖板、法兰盘等紧固在箱体上。若用螺纹传递运动和动力时，称为螺旋传动，例如机床、螺旋千斤顶中的丝杠螺母传动。螺纹联接和螺旋传动虽然用途不同，但它们的共同点都是靠螺纹工作的，因此要先从螺纹讲起。

一、螺纹的形成

如图 1—1 所示，取一个直径为 D 的圆柱体和一张直角

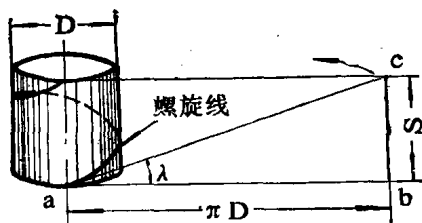


图 1—1 螺旋线的形成

三角形的纸片，使三角形的底边 ab 等于圆柱体周长 πD ，把这个三角形缠绕在圆柱体表面上，并使底边 ab 与圆柱体的底边重合，则斜边 ac 就在圆柱体的表面上形成了一条曲线，这条曲线就是螺旋线。直角边 bc 是螺旋线绕圆柱体一周时上升的高度，叫做螺旋线的导程（或升程） S 。三角形的底角 λ ，叫做螺旋线的升角。若斜边 ac 是个有一定断面形状的带子，比如是三角形、矩形或梯形等，则绕在圆柱体上，就会相应地得到一条三角形、矩形或梯形的螺纹。

实际上，螺纹的加工方法很多，常见的是在车床上车削而成。加工时，工件（圆柱体）绕车床主轴中心线转动，车刀沿着工件轴线方向等速移动，当车刀切入圆柱表面一定深度时，就会车削出螺纹。螺纹可以在圆柱外表面上加工出来，叫做外螺纹；也可以在圆孔内表面上加工出来，叫做内螺纹，如图1—2所示。凡是带有螺纹结构的零件，总是内、外螺纹成对地配合使用，而且它们的螺纹要素必须完全一致。

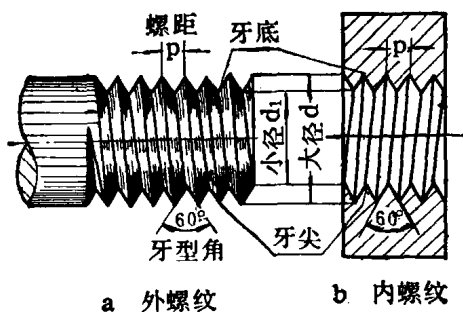


图 1—2 内、外螺纹

二、螺纹要素

螺纹要素是指螺纹的直径、牙型、头数、螺距(或导程)和旋向。现分别叙述如下:

1. 直径

螺纹直径一般是指螺纹的最大直径,即螺纹大径(外径)。除圆柱管螺纹、圆锥管螺纹外,一般是把螺纹大径定为螺纹公称直径的。比如说10毫米的螺钉,就是指这种螺钉的螺纹大径为10毫米。

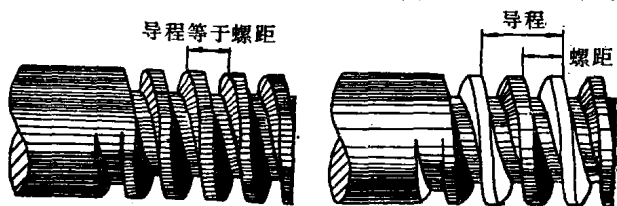
外螺纹的大径和内螺纹的小径(内径)处的螺牙部位称为牙尖;而外螺纹的小径和内螺纹的大径处的螺牙部位称为牙底,见图1—2。

2. 牙型

螺纹牙型是指螺纹轴向剖面内所得螺纹牙的断面形状。不同用途的螺纹,牙型也不同,常见的螺纹牙型有三角形、梯形、锯齿形和方形等。螺纹牙型两侧边之间的夹角称为牙型角,如图1—2所示,螺纹牙型为三角形,牙型角为 60° 。

3. 头数

螺纹头数是指同一螺纹件上的螺纹条数。只有一条螺纹的,就是单头(线)螺纹;有两条或两条螺纹以上的,就是多头螺纹,如图1—3所示。一般螺纹头数为 $1\sim 4$,但以单



a 单头螺纹 b 双头螺纹
图 1—3 单头螺纹和双头螺纹

头螺纹应用较多。

4. 螺距

螺纹的螺距是指相邻两牙之间的轴向距离。如前所述，
导程是指同一条螺纹上对应点之间的轴向距离，若是单头螺
纹，导程就等于螺距；若是双头螺纹（图 1—3），导程就
等于两倍的螺距。因此，螺距和导程的关系是

$$\text{螺距} p = \text{导程} S / \text{头数} k.$$

5. 旋向

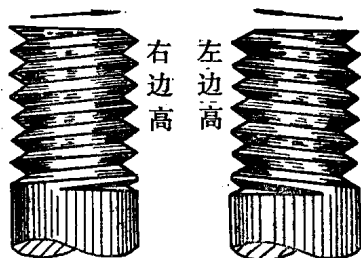
螺纹的旋向是指螺纹旋进的方向。如图 1—4 所示，螺
纹有右旋和左旋之分，

常用的是右旋螺纹。螺
纹旋向的判别方法是：

把螺纹件竖起来观察，
看螺旋线是往哪一面
上升的，若螺旋线由左向
右上升（即右边高），

就是右旋螺纹（图 1—
4 a）；相反，若螺旋线

由右向左上升（即左边高），就是左旋螺纹（图 1—4 b）。



a 右旋螺纹 b 左旋螺纹

图 1—4 螺纹的旋向

在上述五项螺纹要素中，改变其中的任何一项，都将得
到不同的螺纹，所以相互配合使用的内、外螺纹，这五项要
素都必须相同。在绘制螺纹件的图纸上，这些要素也都要清
楚地表示出来。

三、螺纹的种类和标准

为了便于设计和制造，对于联接螺纹和传动螺纹这两类
螺纹的牙型、大径和螺距三个要素，在国家标准中都作了规

定。凡是这三个要素都符合国家标准规定的螺纹，就叫做标准螺纹。牙型符合标准，大径或螺距不符合标准的螺纹，叫做特殊螺纹。牙型不符合标准的螺纹，就叫做非标准螺纹。用作联接的螺纹，叫联接螺纹；用作传动的螺纹，叫传动螺纹。图 1—5 是常见的几种螺纹及其牙型。螺纹标注见《看图》教材。

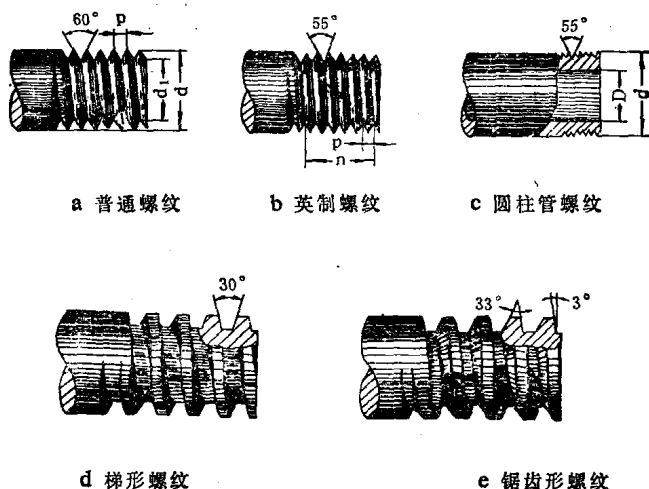


图 1—5 螺纹种类

1. 常用的联接螺纹

(1) 普通螺纹 牙型是等边三角形，牙型角为 60° ，牙型代号为 M (图 1—5 a)。根据螺距大小的不同，普通螺纹又有粗牙和细牙之分。大径尺寸相同的情况下，细牙螺纹的螺距比粗牙螺纹的螺距小，例如，大径为 20 毫米的粗牙普通螺纹的螺距为 2.5 毫米，而细牙螺纹的螺距为 2 毫米或 1.5 毫米等。粗牙普通螺纹用于一般的零件联接。细牙普通螺纹由于切削深度较浅，常用于薄壁零件、细小的精密零件等的联接；螺距小，可以拧得紧，防止本身松动的能力较

强；但因螺牙细小，强度较低，不耐磨，容易滑扣，所以不宜用于经常拆卸的地方。

(2) 英制螺纹 是英美等少数国家使用的螺纹，在我国只有在修配进口设备或生产出口设备中才允许采用。牙型是等腰三角形，牙型角为 55° ，也是把螺纹大径定为公称直径的，单位是“英寸”，例如公称直径 $3/4"$ 的英制螺纹，螺纹大径为18.81毫米。螺牙的大小是用每英寸内的牙数来表示，如图1—5b所示。换算成螺纹螺距的关系式是

$$P = \frac{1}{n} \text{英寸} = \frac{25.4}{n} \text{毫米} \textcircled{1}.$$

式中 P —— 螺距；
 n —— 每英寸牙数。

例如，英制螺纹的每英寸牙数为 $n=6$ ，螺距为

$$P = \frac{25.4}{n} = \frac{25.4}{6} = 4.233 \text{毫米}.$$

(3) 圆柱管螺纹 牙型是等腰三角形（圆弧顶参见表1—2），牙型角为 55° 牙型代号为G。它的公称直径单位是“英寸”，这里所指的公称直径，并不是螺纹大径，而是管子内孔的通径（即孔径）尺寸，所以螺纹大径比公称直径要大，如图1—5c所示。比如1"管螺纹的管子通径 $D=1$ 英寸（25.4毫米），它的螺纹大径 $d=33.250$ 毫米，小径 $d_1=30.293$ 毫米。圆柱管螺纹是一种切深较浅的特殊细牙螺纹，仅用于水管、油管等薄壁管件的联接。

2. 常用的传动螺纹

(1) 梯形螺纹 牙型是等腰梯形，牙型角为 30° ，牙型

① 1英寸=25.4毫米。

代号为 T (图 1—5 d) 。这是应用最广的一种传动螺纹，如机床采用的传动丝杠。

(2) 锯齿形螺纹 牙型是锯齿形，牙型角为 33° ，牙型代号为 S (图 1—5 e)，只用于单向受力的传动，如螺旋压力机的传动丝杠。

(3) 方牙螺纹 牙型是正方形，为非标准螺纹，在传动螺纹中应用较多，如虎钳、千斤顶的传动丝杠。

四、螺纹基本尺寸的计算

制造和使用螺纹件时，需要知道螺纹的基本尺寸。对于非标准螺纹，螺纹的基本尺寸都标注在图纸上；而对于标准螺纹，螺纹的基本尺寸已标准化了，可以从有关手册中查得，也可以根据螺纹计算公式，算出有关的基本尺寸。现仅介绍普通螺纹和圆柱管螺纹的基本尺寸计算方法。

1. 普通螺纹的基本尺寸

普通螺纹的基本尺寸 (GB 196—63) 见表 1—1，螺纹基本尺寸的计算公式如下：

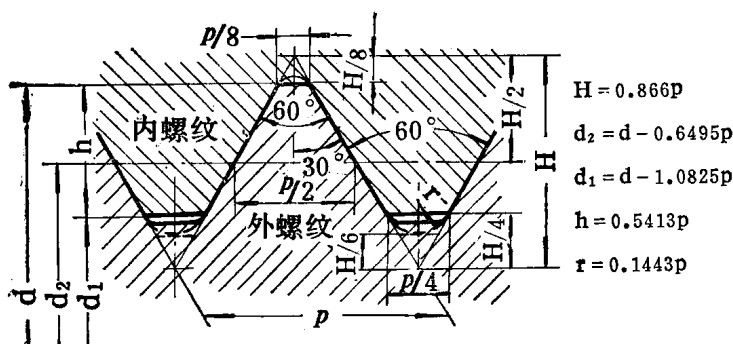
(1) 螺纹小径 (内径) d_1 它是螺纹的最小直径， $d_1 = d - 2 \times \frac{5}{8}H = d - 1.0825p$ 。

(2) 螺纹中径 d_2 它是指一假想圆柱面的直径，这个圆柱面所截螺纹牙的宽度和牙间的宽度相等， $d_2 = d - 2 \times \frac{3}{8}H = d - 0.6495p$ 。

(3) 基本三角形高度 H 它是螺纹牙型的理论高度，即等边三角形的高度， $H = \frac{\sqrt{3}}{2}p = 0.866p$ 。

(4) 工作高度 h 它是内螺纹与外螺纹实际接触面的高度， $h = \frac{5}{8}H = 0.5413p$ 。

表 1—1 普通螺纹的基本尺寸 (毫米)



标记示例: 粗牙普通螺纹直径为 24mm、螺距为 3mm 的标记 M24

细牙普通螺纹直径为 24mm、螺距为 1.5mm 的标记 M24×1.5

粗 牙 普 通 螺 纹

公称直径 d	螺距 p	中径 d_2	小径 d_1	工作高度 h	公称直径 d	螺距 p	中径 d_2	小径 d_1	工作高度 h
3	0.5	2.675	2.459	0.271	22	2.5	20.376	19.294	1.353
3.5	0.6	3.110	2.850	0.325	24	3	22.052	20.752	1.624
4	0.7	3.545	3.242	0.379	27	3	25.052	23.752	1.624
4.5	0.75	4.013	3.688	0.406	30	3.5	27.727	26.211	1.895
5	0.8	4.480	4.134	0.433	33	3.5	30.727	29.211	1.895
6	1	5.350	4.918	0.541	36	4	33.402	31.670	2.165
7	1	6.350	5.918	0.541	39	4	36.402	34.670	2.165
8	1.25	7.188	6.647	0.677	42	4.5	39.077	37.129	2.436
9	1.25	8.188	7.647	0.677	45	4.5	42.077	40.129	2.436
10	1.5	9.026	8.376	0.812	48	5	44.752	42.588	2.706
11	1.5	10.026	9.376	0.812	52	5	48.752	46.588	2.706
12	1.75	10.863	10.106	0.947	56	5.5	52.428	50.046	2.977
14	2	12.701	11.835	1.083	60	5.5	56.428	54.046	2.977
16	2	14.701	13.835	1.083	64	6	60.103	57.505	3.248
18	2.5	16.376	15.294	1.353	68	6	64.103	61.505	3.248
20	2.5	18.376	17.294	1.353					

细 牙 普 通 螺 纹

螺距 p	中径 d_2	小径 d_1	工作高度 h	螺距 p	中径 d_2	小径 d_1	工作高度 h
0.35	$d - 1 + 0.773$	$d - 1 + 0.621$	0.189	1.5	$d - 1 + 0.026$	$d - 2 + 0.376$	0.812
0.5	$d - 1 + 0.675$	$d - 1 + 0.459$	0.271	2	$d - 2 + 0.701$	$d - 3 + 0.835$	1.083
0.75	$d - 1 + 0.513$	$d - 1 + 0.188$	0.406	3	$d - 2 + 0.052$	$d - 4 + 0.752$	1.624
1	$d - 1 + 0.53$	$d - 2 + 0.918$	0.541	4	$d - 3 + 0.402$	$d - 5 + 0.670$	2.165
1.25	$d - 1 + 0.188$	$d - 2 + 0.647$	0.677	6	$d - 4 + 0.103$	$d - 7 + 0.505$	3.248

(5) 圆角半径 r 它是螺纹牙尖和牙底做成圆角时的半径, $r = \frac{1}{6}H = 0.1443p$ 。最小圆角半径 $r_{\min} = 0.1082p$ 。

例 试确定普通螺纹M16的基本尺寸。

解 可由表 1—1 中直接查出普通螺纹的基本尺寸, 也可根据上述计算公式, 算出螺纹的基本尺寸。在《看图》中学习过, 由普通螺纹代号可知, 粗牙普通螺纹大径 $d = 16$ 毫米, 螺距 $p = 2$ 毫米。按上述计算公式得出:

螺纹小径 $d_1 = d - 1.0825p = 16 - 1.0825 \times 2 = 13.835$ 毫米;

螺纹中径 $d_2 = d - 0.6495p = 16 - 0.6495 \times 2 = 14.701$ 毫米;

基本三角形高度 $H = 0.866p = 0.866 \times 2 = 1.732$ 毫米;

工作高度 $h = 0.5413p = 0.5413 \times 2 = 1.083$ 毫米;

圆角半径 $r = 0.1443p = 0.1443 \times 2 = 0.289$ 毫米。

2. 圆柱管螺纹的基本尺寸

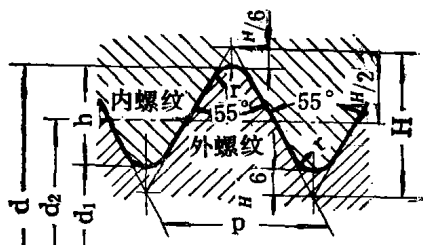
圆柱管螺纹的基本尺寸及其计算公式见表 1—2。

第二节 螺纹联接

一、螺纹联接的类型

螺纹联接件包括螺钉、螺栓、双头螺柱、螺母以及垫圈等, 它们的种类繁多, 形状各异, 特点也不同, 在各种机器和设备中都得到了广泛应用。在国家标准中, 对各种螺纹联接件都作了专门的规定, 这是一些“标准化”了的零件, 叫做标准件。因此根据不同的使用要求, 可从国家标准中选择

表 1—2 55°圆柱管螺纹的基本尺寸 (毫米)



$$H = 0.96049p$$

$$h = 0.64033p$$

$$r = 0.13733p$$

$$p = \frac{25.4}{n} \text{ mm}$$

标记示例：公称直径3/4"、左旋的标记 G3/4"左 (右旋不标)

公称直径 in	每英寸 牙数 n	螺距 p	大径 d	中径 d ₂	小径 d ₁	工作 高度 h	圆角 半径 r
1/4	19	1.337	13.158	12.302	11.446	0.856	0.184
3/8			16.663	15.807	14.951		
1/2	14	1.814	20.956	19.794	18.632	1.162	0.249
3/4			26.442	25.281	24.119		
1	11	2.809	33.250	31.771	30.293	1.479	0.317
1 1/4			41.912	40.433	38.954		
1 1/2			47.805	46.326	44.847		
2			59.616	58.137	56.659		
2 1/2			75.187	73.708	72.230		
3			87.887	86.409	84.930		
4			113.034	111.556	110.077		
5			138.435	136.957	135.478		
6			163.836	162.357	160.879		

相应结构形式和尺寸的螺纹联接件。

螺纹联接是一种可拆卸的联接，当被联接的零件需要拆开时，联接件和被联接件都不会受到损坏。螺纹联接的这种可拆卸性能，对于零件之间的安装和拆卸是十分方便的。螺纹联接可分为螺栓联接、双头螺柱联接、螺钉联接和紧定螺钉联接等四种类型。

1. 螺栓联接

螺栓联接是将螺栓杆穿过两个被联接件的通孔（孔内无螺纹），再用螺母旋紧，依靠螺母和螺栓头部的支承面来压紧被联接件的表面，如图 1—6 所示。旋紧螺母时，为了使压紧力均匀以及保护零件接触面不受损伤，经常在螺母和被联接件接触面之间衬一个垫圈，所以螺栓联接多数是由螺栓、螺母和垫圈等一组联接件组成的。需要拆卸时，只要拧掉螺母就可以了，即使经常拆装，也不会损伤被联接件；当联接件损坏后也很容易更换。

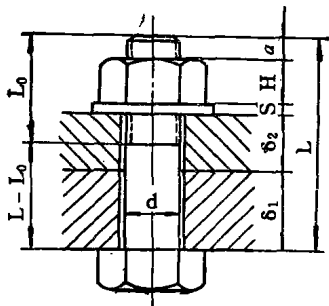


图 1—6 螺栓联接

由于螺栓联接不需要在被联接件上切制螺纹，构造简单、装卸方便以及成本低，因此适用于被联接件不太厚而且经常拆卸的场合。

常用的螺栓有六角头螺栓、方头螺栓、T型槽用螺栓、地脚螺栓等。其中六角头螺栓与六角螺母配合使用（图 1—6）最为普遍。方头螺栓与方头螺母相配合，常用在比较粗糙的结构上，方头螺母有较大的尺寸，便于搬子口卡住