

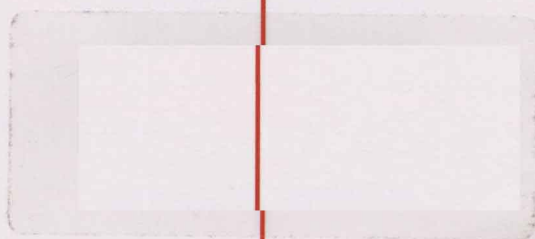


劳动预备制教材

职业培训教材

机械基础

JIXIE JICHU



 中国劳动社会保障出版社

劳动预备制教材
职业培训教材

机械基础

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械基础/侯凤国主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2011

劳动预备制教材 职业培训教材

ISBN 978-7-5045-8901-9

I. ①机… II. ①侯… III. ①机械学 IV. ①TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 034639 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

出 版 人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京印刷集团有限责任公司印刷二厂印刷 北京密云青云装订厂装订

787 毫米×1092 毫米 16 开本 7.75 印张 181 千字

2011 年 4 月第 1 版 2011 年 4 月第 1 次印刷

定价: 15.00 元

读者服务部电话: 010-64929211/64921644/84643933

发行部电话: 010-64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

如有印装差错, 请与本社联系调换: 010-80497374

前 言

《中华人民共和国就业促进法》规定：“国家采取措施建立健全劳动预备制度，县级以上地方人民政府对有就业要求的初高中毕业生实行一定期限的职业教育和培训，使其取得相应的职业资格或者掌握一定的职业技能。”

为进一步加强劳动预备制培训教材建设，满足各地实施劳动预备制对教材的需求，我们会同中国劳动社会保障出版社，对 2000 年出版的机械、电工、电子、计算机、汽车维修、餐饮服务、商业服务、服装制作、建筑等类劳动预备制培训的专业课教材组织有关人员进行修订改版，并新编了美容美发、保健护理、物流、数控加工、会计、家政服务等类专业课教材。

在组织修订、编写教材时，考虑到接受培训人员的实际水平，为了使学员在较短时间内掌握从业必备的基本知识和操作技能，我们力求做到学习的理论知识为掌握操作技能服务，操作技能实践课题与生产实际紧密结合，内容深入浅出、图文并茂，增强教材的实用性和可读性。同时，注意在教材中反映新知识、新技术、新工艺和新方法，努力提高教材的先进性。

为了在规定的期限内更好地完成劳动预备制培训，各专业按照公共基础课 + 专业课的模式进行教学。公共课分为必修课和选修课，教材为《法律常识》《职业道德》《就业指导》《计算机应用》《劳动保护知识》《应用数学》《实用写作》《英语日常用语》《实用物理》《交际礼仪》。专业课教材分为专业基础知识教材和专业技术（理论和实训一体化）教材。

在这批教材的修订、编写过程中，编审人员克服各种困难，较好地完成了任务。在此，谨向付出辛勤劳动的编审人员表示衷心感谢。

由于编写时间有限，教材中可能有一些不足之处，我们将在教材使用过程中听取各方面的意见，适时进行修改，使其趋于完善。

人力资源和社会保障部教材办公室

简介

本书主要介绍了螺纹紧固件、轴、键、花键、销、轴承、弹簧等常用机械零件以及联轴器、离合器、制动器等常用机械部件的结构、特点及其应用，介绍了平面连杆机构、间歇运动机构和凸轮机构等常用机构的组成、工作原理和应用场合，最后介绍了机械传动、液压传动与气压传动等传动方式的组成、传动特点和应用。

本书内容生动，联系生产生活的具体实例，浅显易懂。此外，本书每个单元模块都配备了练习，并提供了参考答案。

本书由侯凤国主编，陈志新、孙福贵、付强、李丹阳参编；梁东晓主审。

目 录

绪论	(1)
单元一 常用机械零部件	(3)
模块一 螺纹紧固件	(3)
模块二 轴	(12)
模块三 键与销	(19)
模块四 轴承	(24)
模块五 弹簧	(35)
模块六 联轴器	(39)
模块七 离合器	(42)
模块八 制动器	(46)
单元二 常用机构	(49)
模块一 平面连杆机构	(49)
模块二 间歇运动机构	(54)
模块三 凸轮机构	(57)
单元三 机械传动	(60)
模块一 带传动	(60)
模块二 链传动	(67)
模块三 齿轮传动	(72)
模块四 螺旋传动	(82)
单元四 液压传动与气压传动	(87)
模块一 液压传动	(87)
模块二 气压传动	(107)
练习部分参考答案	(113)

绪 论

在我们的周围随处可见各种各样的机器，小到自行车，大到飞机、轮船，从各种家用电器到机床设备、大型发电机组等。无论是简单的机器，还是复杂的机器，尽管它们的构造、性能和用途各不相同，但它们都是独立完整的机器，都是由若干机械零件和机械构件组成，都具有原动部分、传动部分、执行部分和控制部分等构成机器的组成要素。下面我们就以自行车（图0—1）为例，来分析构成机器的各个组成部分。

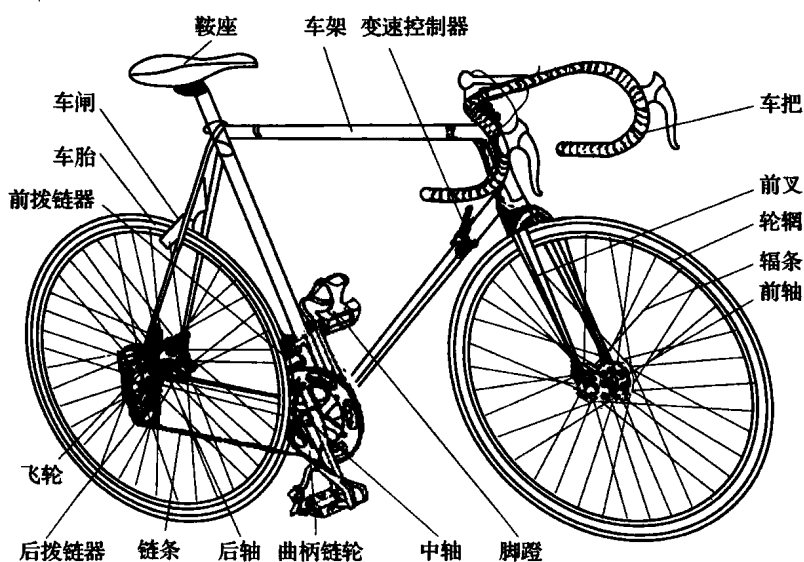


图0—1 自行车简图

自行车由车架、车把、三轴（前轴、后轴、中轴）、前后链轮及链条、车轮及轮毂、鞍座、挡泥板以及螺钉、销等零件组成。

原动部分是机器工作的动力源。常用的原动机有电动机和内燃机等，简单的机器只有一个原动机，复杂的机器可采用多个原动机。这里自行车是人力驱动，所以原动部分主要是踏板（脚蹬）。如果是电动自行车，电动机就是其原动机，用以增强自行车行驶的动力。

执行部分是直接完成机器预定工作的部分。自行车的前后车轮就是执行部分。

传动部分是将原动部分的运动和动力传给执行部分的中间环节。自行车的链条、链轮等是把运动和动力传递给车轮的传动装置。

控制部分是控制机器的其他组成部分，并随时实现或终止机器的各种预定动作的部分。这里，自行车上安装了车把装置，控制和改变行驶方向；自行车上还安装了闸，这就是最简单的制动装置。它们是自行车的控制部分。

从上面的分析我们可以发现，机器是由各种零件组合而成，各机构之间具有确定的相对运动，能实现能量转换或做有用的机械功。零件是机器中不可拆分的单元，机构是机器的组

成部分，组成机构的各相对运动的部分称为构件，构件可以是单一零件，也可以是由若干相互无相对运动的零件组成。构件是运动的单元，零件是制造的单元。一般我们认为机构不能像机器一样实现能量转换，如果仅从结构和运动的观点看，机构和机器之间并无区别，所以统称机械。

本课程主要研究常用机械零件、常用机构和常用传动的基本知识。常用的机械零件包括轴、轴承、键、销、螺纹紧固件、弹簧等。常用机构包括平面连杆机构、凸轮机构和间歇运动机构。常用传动包括机械传动、液压传动和气压传动。

通过学习，我们将了解常用机械零件的结构、特点和应用场合，学会查阅工具书或手册，正确选择零件；了解常用机构的结构、工作原理和应用范围，以及常用机械传动、液压传动和气压传动的基本知识、工作原理和应用，为我们以后理解机械的工作原理、分析机械的工作状况、正确使用机械设备、制造加工零件以及维修机械设备等奠定理论基础。

下面就让我们一起来探索机器世界的秘密吧！

单元一 常用机械零部件

机械零件又称机械元件，是组成机构和机器的不可拆分的单个制件，它是机械的基本单元。其中螺纹紧固件、轴、键、销、轴承和弹簧等是机器中最常用的机械零件。联轴器、离合器和制动器是常用机械部件。

下面我们就来一起学习常用机械零部件的结构、特点和应用。

模块一 螺纹紧固件

学习目标

1. 掌握螺纹的基本概念和主要参数。
2. 掌握螺纹的类型、代号和标记。
3. 掌握螺纹紧固件的种类及其连接方式。

一、螺纹

1. 螺纹的形成

如图 1—1 所示，取一张硬纸剪成直角三角形 ABC ，使底边 $AC = \pi d$ ，绕一直径为 d 的圆柱体旋转一周，则斜边 AB 所形成的曲线就叫做螺旋线。沿螺旋线加工出沟槽、凸棱就形成螺纹。

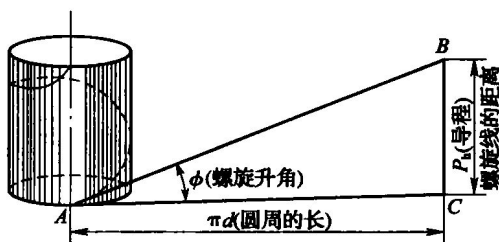


图 1—1 螺旋线的形成

螺纹分外螺纹和内螺纹，螺纹在圆柱表面的叫外螺纹，螺纹在孔内表面的叫内螺纹，如图 1—2 所示。内、外螺纹都是配套使用，缺一不可的。

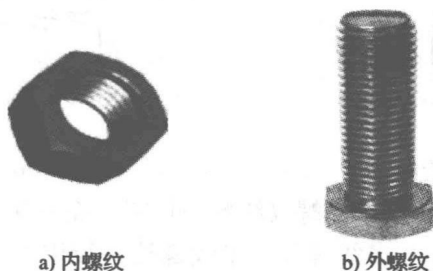


图 1—2 螺纹

如图 1—3a 所示，车削形成的是外螺纹；如图 1—3b 所示，车削形成的是内螺纹。

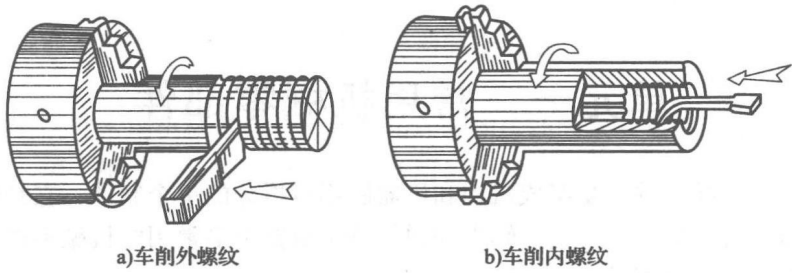


图 1—3 螺纹的形成

2. 螺纹的牙型、旋向和线数

(1) 螺纹的牙型。螺纹的牙型是指通过螺纹轴线的截面上螺纹的轮廓形状。常用的牙型有三角形、锯齿形、梯形、方形等，如图 1—4 所示。

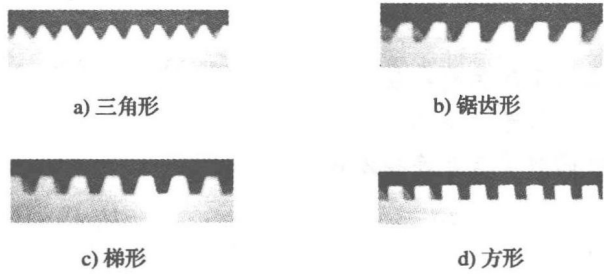


图 1—4 螺纹的牙型

(2) 螺纹的旋向。如图 1—5 所示，螺纹的旋向是螺旋线在圆柱面上旋转的方向。一般螺纹都是右旋。右旋螺纹竖放在右手掌上，将手掌上举在对面，大拇指一侧螺旋线高。左旋螺纹辨认方法与右旋螺纹基本一致，不过需将螺纹竖放在左手掌上，将手掌上举在对面，大拇指一侧螺旋线高。

也可以按如图 1—6 所示的方法判断螺纹的旋向，螺纹向右上升的为右螺旋，螺纹向左上升的为左螺旋。

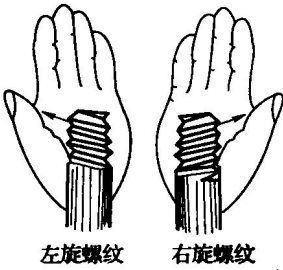


图 1—5 螺纹的旋向

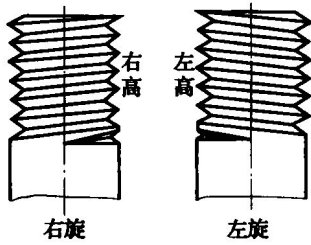


图 1—6 判断螺纹的旋向

(3) 螺纹线数。如图 1—7 所示，螺纹线数是指圆柱面上螺旋线的数目。按照螺旋线的数目，螺纹可以分为单线螺纹和多线螺纹。单线螺纹一般用于连接，多线螺纹一般用于传动。

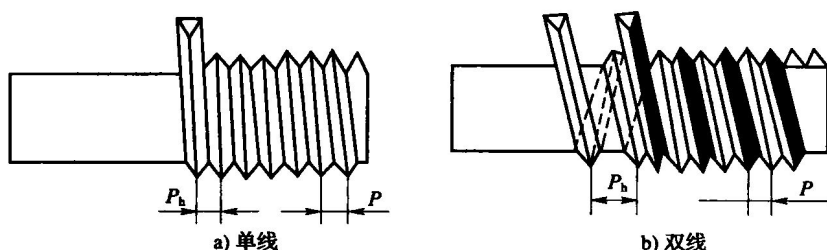


图 1—7 螺纹线数

3. 螺纹的主要参数

如图 1—8 所示，以双线圆柱螺纹为例说明螺纹的主要参数。

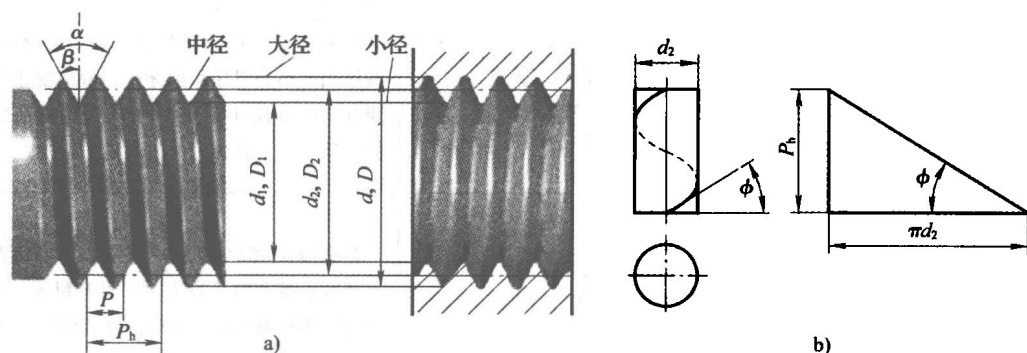


图 1—8 螺纹的主要参数

(1) 大径 d (D)：螺纹的大径是指与外螺纹牙顶（或内螺纹牙底）相重合的假想圆柱面的直径，是螺纹的公称直径。内螺纹的大径用 D 表示，外螺纹的大径用 d 表示。

(2) 小径 d_1 (D_1)：螺纹的小径是指与外螺纹牙底（或内螺纹牙顶）相重合的假想圆柱面的直径。内螺纹的小径用 D_1 表示，外螺纹的小径用 d_1 表示。

(3) 中径 d_2 (D_2)：螺纹的中径是指一个假想圆柱的直径，在该圆柱的母线上螺纹的牙厚与牙间宽相等，该圆柱的直径称为中径。内螺纹的中径用 D_2 表示，外螺纹的中径用 d_2 表示。

(4) 螺距 P ：如图 1—9 所示，指相邻两螺纹牙上对应点之间的轴向距离。

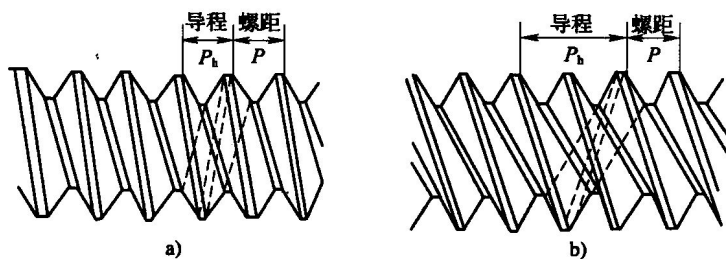


图 1—9 螺纹的螺距、导程

(5) 导程 P_h ：如图 1—9 所示，螺纹上任一点沿螺旋线绕一周所移过的轴向距离。设螺旋线数为 n ，则 $P_h = nP$ 。图 1—9a 为单线螺纹的导程；图 1—9b 为双线螺纹的导程。

(6) 升角 ϕ : 在中径圆柱上螺旋线的切线与垂直于螺纹轴线的平面间的夹角, 如图 1—8b 所示。

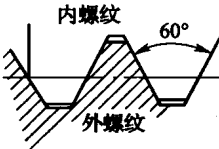
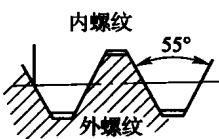
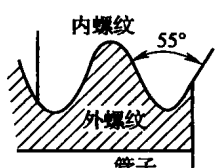
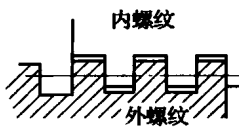
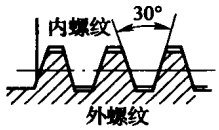
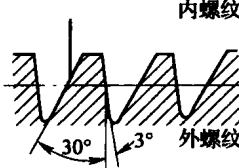
(7) 牙型角 α : 在螺纹的轴向剖面内螺纹牙两侧边的夹角, 如图 1—8a 所示。

(8) 牙侧角 β : 在螺纹的轴向剖面内螺纹牙侧边与螺纹轴线的垂线间的夹角, 对称牙型的牙侧角 $\beta = \alpha/2$, 如图 1—8a 所示。

4. 常用螺纹

表 1—1 所列常用螺纹的类型、牙型、特点及应用。前三种螺纹用于连接, 后三种螺纹用于传动。

表 1—1 常用螺纹的类型、牙型、特点及应用

类别		牙型图	特点和应用
连接用	普通螺纹		牙型角 $\alpha = 60^\circ$ 自锁性好。同一公称直径, 按螺距大小分粗牙和细牙, 一般情况下多用粗牙; 细牙用于薄壁零件或受动载荷的连接, 还可用于微调机构的调整
	英制螺纹		牙型角 $\alpha = 55^\circ$, 尺寸单位是英寸, 螺距以每英寸长度内的牙数表示。也有粗牙、细牙之分, 多在修配英、美等国家的机件时使用
	圆柱管螺纹		牙型角 $\alpha = 55^\circ$, 牙顶呈圆弧, 旋合时螺纹间无径向间隙, 紧密性好, 公称直径近似管子孔径, 以英寸为单位, 是一种螺纹较浅的特殊英制细牙螺纹, 多用于压力在 1.57 N/mm^2 以下的管子连接
传动用	矩形螺纹		牙型为正方形, 牙厚为螺距的一半, 尚未标准化, 牙根强度低, 难于精确加工, 磨损后间隙难以补偿, 对中精度低, 但传动效率高, 用于传动
	梯形螺纹		牙型角 $\alpha = 30^\circ$, 传动效率略低于矩形螺纹, 但可避免矩形螺纹的缺点, 广泛用于传动
	锯齿形螺纹		工作面的牙型斜角为 3° , 非工作面的牙型斜角为 30° , 综合了矩形螺纹传动效率高和梯形螺纹牙根强度高的特点, 但只能用于单向受力传动

粗牙普通螺纹的基本尺寸见表 1—2。

表 1—2 粗牙普通螺纹的基本尺寸

公称直径 d		螺距	中径	小径	公称直径 d		螺距	中径	小径
第一系列	第二系列	P	d_2	d_1	第一系列	第二系列	P	d_2	d_1
4	4.5	0.7	3.545	3.242	20	22	2.5	18.376	17.294
		(0.75)	4.013	3.688			2.5	20.376	19.294
5	14	0.8	4.480	4.134	24	27	3	22.051	20.752
6		1	5.350	4.917			3	25.051	23.752
8		1.25	7.188	6.647	30		3.5	27.727	26.211
10	18	1.5	9.026	8.376		33	3.5	30.727	29.211
12		1.75	10.863	10.106	36		4	33.402	31.670
		2	12.701	11.835			4	36.402	34.670
16	45	2	14.701	13.835	42	45	4.5	39.077	37.129
		2.5	16.376	15.294			4.5	42.077	40.129

5. 螺纹的代号和标记

(1) 普通螺纹

1) 普通螺纹代号。由特征代号和尺寸代号组成。粗牙普通螺纹用字母 M 与公称直径表示；细牙普通螺纹用字母 M 与公称直径 × 螺距表示。当螺纹为左旋时，在代号之后加“LH”。例如：

M24：表示公称直径为 24 mm 的粗牙普通螺纹。

M24 × 1.5：表示公称直径为 24 mm，螺距为 1.5 mm 的细牙普通螺纹。

M24 × 1.5LH：表示公称直径为 24 mm，螺距为 1.5 mm，左旋的细牙普通螺纹。

2) 普通螺纹的标记。由螺纹代号、螺纹公差带代号和螺纹旋合长度代号组成。

螺纹旋合长度是指两个相配合的螺纹，沿螺纹轴线方向相互旋合部分的长度，如图 1—10 所示。国家标准规定，根据不同的直径和螺距，旋合长度分为 3 组：短旋合长度，用 S 表示；中等旋合长度，用 N 表示；长旋合长度，用 L 表示。

螺纹公差带代号包括中径公差带代号和顶径公差带代号。公差带代号由表示其公差等级的数字和表示公差位置的字母所组成。螺纹公差带代号标注在螺纹代号之后，中间用“—”分开。如果螺纹中径公差带代号与顶径公差带代号不同，则分别标注，前者表示中径公差带代号，后者表示顶径公差带代号；如果螺纹中径公差带代号与顶径公差带代号相同，则只标注一个代号即可。例如：

M20—5g6g：表示公称直径为 20 mm 的粗牙普通螺纹，中径公差带为 5g，顶径公差带为 6g。

M20 × 1—6H：表示公称直径为 20 mm，螺距为 1 mm 的细牙普通螺纹，中径公差带与顶径公差带均为 6H。

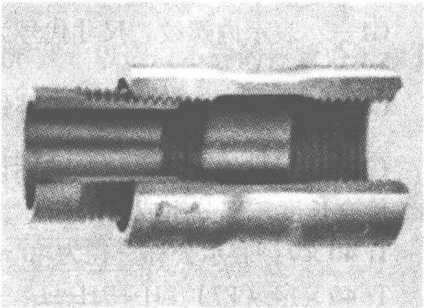


图 1—10 螺纹旋合长度

对于一般使用的螺纹，不标注螺纹的旋合长度，使用时按中等旋合长度确定，必要时在螺纹公差带代号之后，加注旋合长度代号（S 或 L），中间用“—”分开。有特殊需要时还可注明旋合长度的数值。例如：

M10—5g6g—S：表示公称直径为 10 mm 的粗牙普通螺纹，中径公差带为 5g，顶径公差带为 6g，短旋合长度。

M10—7H—L：表示公称直径为 10 mm 的粗牙普通螺纹，中径公差带与顶径公差带均为 7H，长旋合长度。

M30 × 1.5—5g6g—50：表示公称直径为 30 mm，螺距为 1.5 mm 的细牙普通螺纹，中径公差带为 5g，顶径公差带为 6g，旋合长度为 50 mm。

（2）管螺纹。如图 1—11 所示是螺纹密封的管螺纹的连接。螺纹特征代号有三个： R_c 表示圆锥内螺纹；R 表示圆锥外螺纹； R_p 表示圆柱内螺纹。

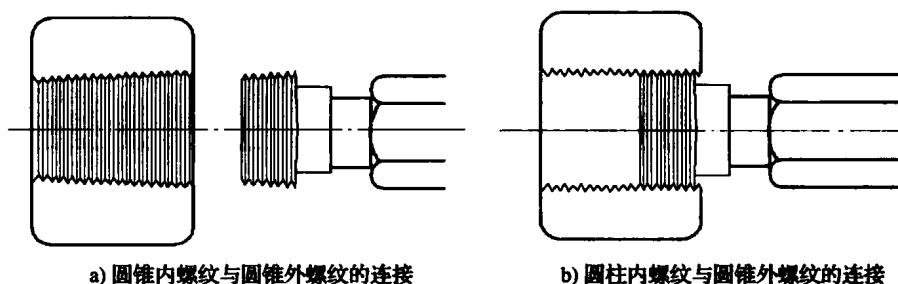


图 1—11 螺纹密封的管螺纹的连接

1) 螺纹密封的管螺纹。标记由螺纹特征代号和尺寸代号组成。包括圆锥内螺纹与圆锥外螺纹的连接和圆柱内螺纹与圆锥外螺纹的连接两种形式，如图 1—11 所示。尺寸代号的单位为英寸。例如

$R_c 1 \frac{1}{2}$ ：表示圆锥内螺纹，尺寸代号为 $1 \frac{1}{2}$ 。

$R 1 \frac{1}{2} - LH$ ：表示左旋圆锥外螺纹，尺寸代号为 $1 \frac{1}{2}$ 。

$R_c 2 \frac{1}{2} / R 2 \frac{1}{2}$ ：表示尺寸代号为 $2 \frac{1}{2}$ 的圆锥内螺纹与尺寸代号为 $2 \frac{1}{2}$ 的圆锥外螺纹的配合。

2) 非螺纹密封的管螺纹。非螺纹密封的管螺纹的标记由螺纹特征代号、尺寸代号和公差等级代号组成，内、外螺纹均为圆柱形。内螺纹的标记为螺纹特征代号 G 和尺寸代号两项；外螺纹的标记为螺纹特征代号 G、尺寸代号和公差等级代号 A 或 B 三项。例如：

$G 1 \frac{1}{2}$ ：表示内螺纹，尺寸代号为 $1 \frac{1}{2}$ 。

$G 1 \frac{1}{2} B - LH$ ：表示左旋 B 级外螺纹，尺寸代号为 $1 \frac{1}{2}$ 。

（3）梯形螺纹。梯形螺纹的标记与普通螺纹类似，由螺纹代号 Tr、螺纹公差带代号和螺纹旋合长度三部分组成。例如

Tr 40 × 7：表示公称直径为 40 mm，螺距为 7 mm 的梯形螺纹。

Tr 40 × 14 (P7) LH—7H—L：表示公称直径为 40 mm，导程为 14 mm（螺距为 7 mm），中径和顶径公差带代号均为 7H，长旋合长度的双线左旋梯形螺纹。

二、螺纹紧固件的种类

螺纹紧固件是通过螺纹实现其紧固功用的机械零件的总称。螺纹紧固件的类型很多,在机械制造中常见的螺纹紧固件有螺栓、螺柱、螺钉、紧定螺钉、螺母和垫圈等。螺纹紧固件的结构形式和尺寸都已标准化,设计时根据使用要求选用。

1. 螺栓

如图 1—12a 所示为普通螺栓,螺栓类型很多,以六角头螺栓应用最广。螺栓精度分为 A、B、C 级,通用机械制造中多用 C 级,普通螺栓杆部可为部分螺纹或全螺纹。螺栓也可应用于螺钉连接中。如图 1—12b 所示为铰制孔用螺栓。

2. 螺柱

如图 1—13 所示,螺柱两端都制有螺纹,两端螺纹可相同或不同。旋入被连接件螺纹孔的一端称为座端,旋入后即不拆卸,另一端则用于安装螺母以固定其他零件。

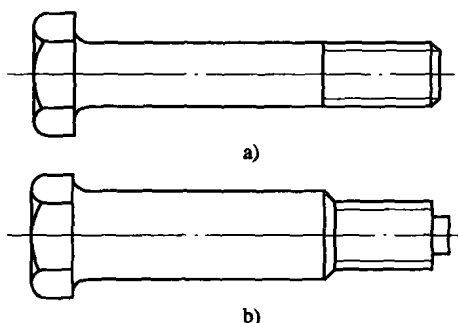


图 1—12 螺栓

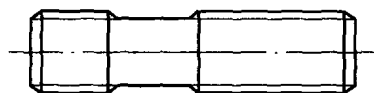


图 1—13 螺柱

3. 螺钉

如图 1—14 所示,连接用螺钉的结构与螺栓大致相同,但头部形状较多,以适应不同的需求。

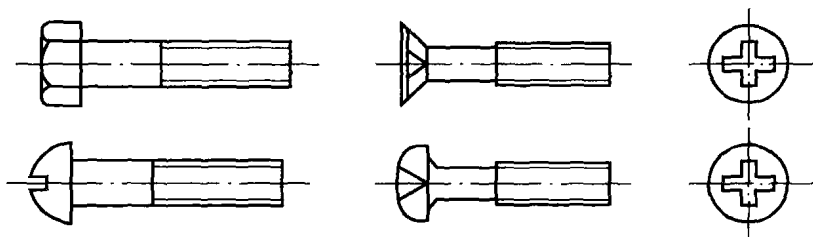


图 1—14 螺钉

4. 紧定螺钉

如图 1—15 所示,紧定螺钉的头部和末端有多种结构形式,以适应不同的拧紧力矩和支承面。

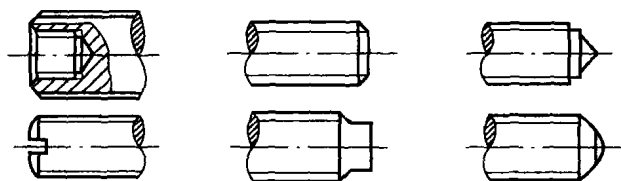


图 1—15 紧定螺钉

5. 螺母

如图 1—16 所示，螺母的形状有六角形、圆形、方形等，以六角形螺母应用最广。六角形螺母又分为普通螺母、厚螺母和薄螺母，以普通螺母应用最广。厚螺母用于需经常拆卸的场合，薄螺母用于尺寸受限的场合。如图 1—16b 所示的圆螺母常用于轴上零件的轴向固定。

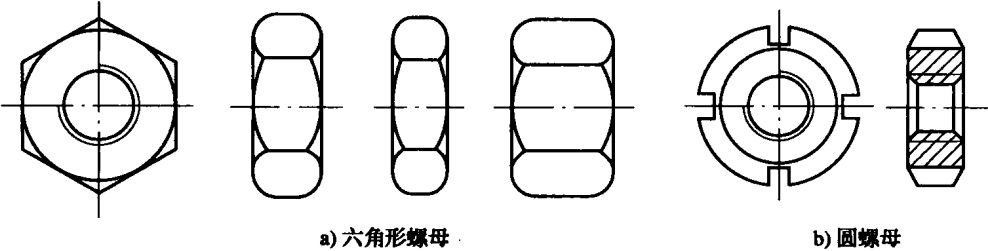


图 1—16 螺母

6. 垫圈

如图 1—17 所示分别为平垫圈、弹簧垫圈和斜垫圈。垫圈是用于保护被连接零件表面在拧紧螺母时不被擦伤，同时还可增大接触面积，减少压强。弹簧垫圈还可起到防松作用。

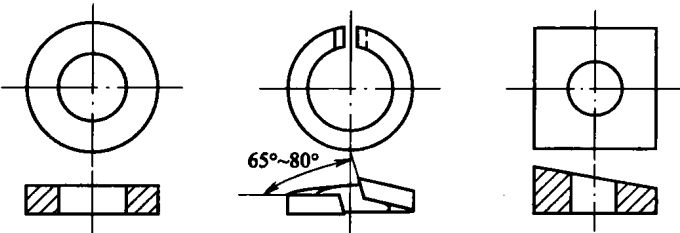


图 1—17 垫圈

表 1—3 所示为常用螺纹紧固件的应用场合。

表 1—3 常用螺纹紧固件的应用

名称	标准号	图例	应用场合
六角头螺栓	GB 5—76 (粗制) GB 30—76		机械制造中广泛应用
双头螺栓	B 型 GB 898—76		用于双头螺栓连接
六角形螺母	GB 41—76 (粗制) GB 52—76		机械制造中广泛应用
六角槽形螺母	GB 68—76		用于防松装置，螺母顶端有六个槽，可用开口销锁紧

续表

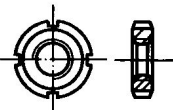
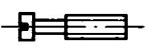
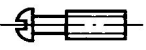
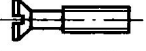
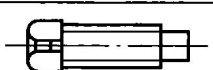
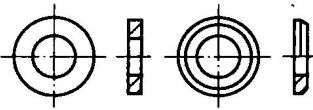
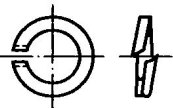
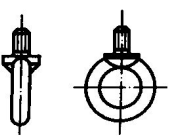
名称	标准号	图例	应用场合
圆螺母	GB 812—76		用来固定传动零件的轴向位置
螺钉	GB 65—76		用于螺钉连接
	GB 67—76		
	GB 68—76		
紧定螺钉	GB 71—76		用于固定两机件相对位置
	GB 75—76		
垫圈	GB 95—76 (粗制) GB 97—76		机械制造业中广泛应用
弹簧垫圈	GB 93—76		用于防松装置
吊环螺纹	GB 825—76		用于安装和运输时起重用
地脚螺栓	GB 799—76 (粗制)		用来连接机器和基地

图 1—18a 所示为螺栓连接的应用实例，图 1—18b 所示为双头螺柱连接的应用实例，图 1—18c 所示为螺钉连接的应用实例，图 1—18d 所示为紧定螺钉连接的应用实例。

