



机械基础

(第七版)

中国劳动社会保障出版社



第三章 螺纹连接和螺

旋传动

§3-1 螺纹的基本知识

§3-2 螺纹标记

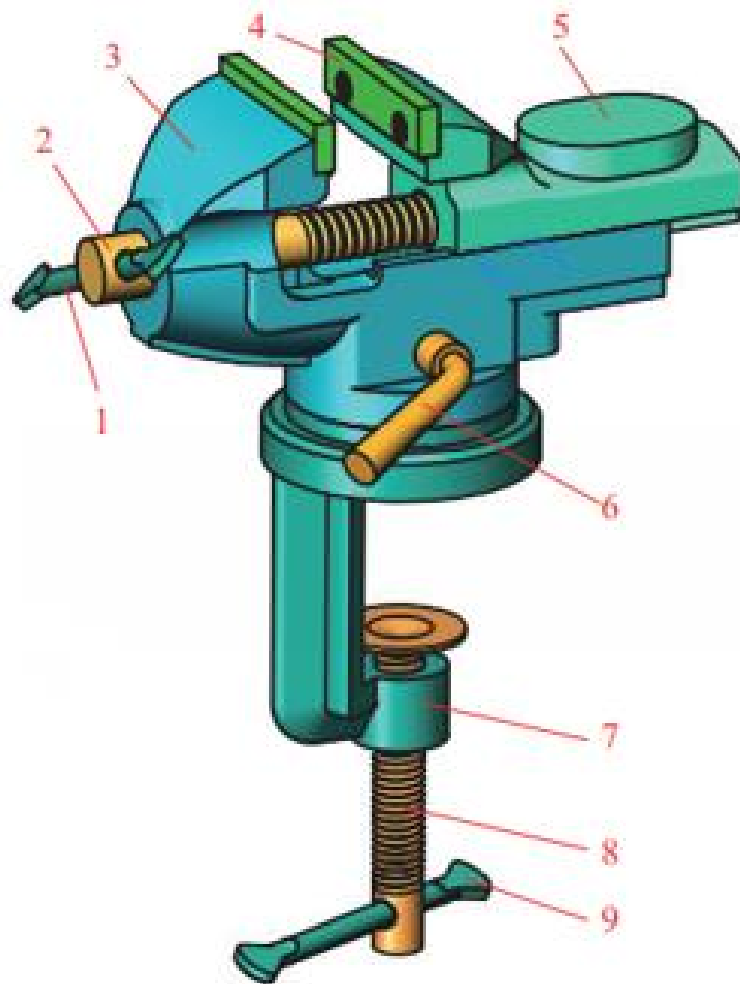
§3-3 螺纹连接

§3-4 螺旋传动



第三章 螺纹连接和螺旋传动

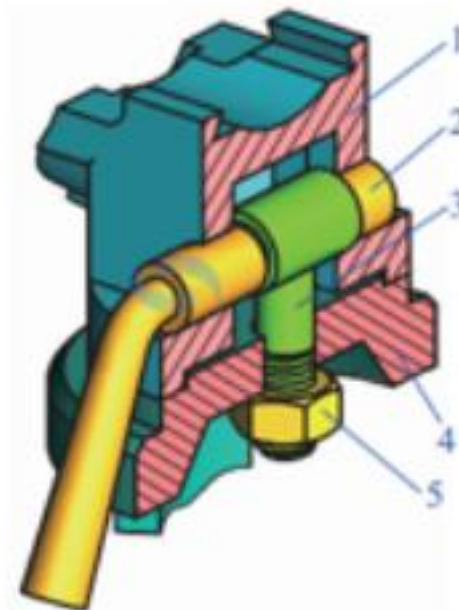
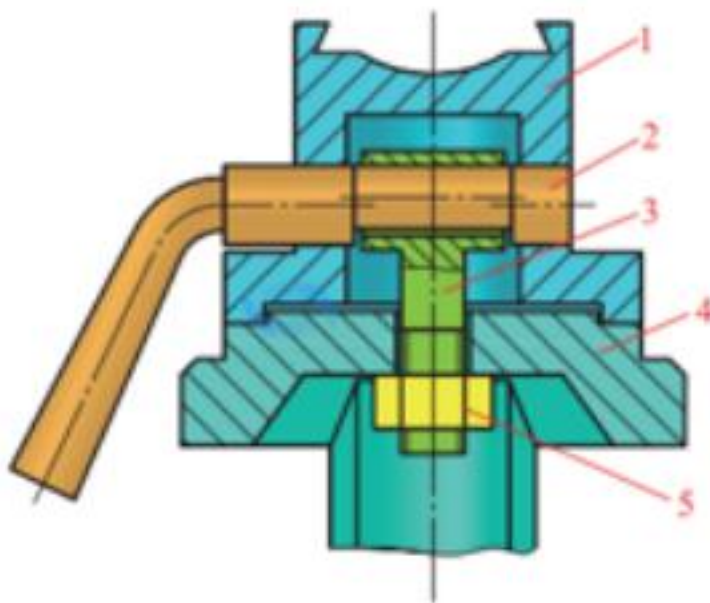
螺纹的应用非常广泛，在机械设备及工、夹、量具上随处可见。





偏心夹紧机构

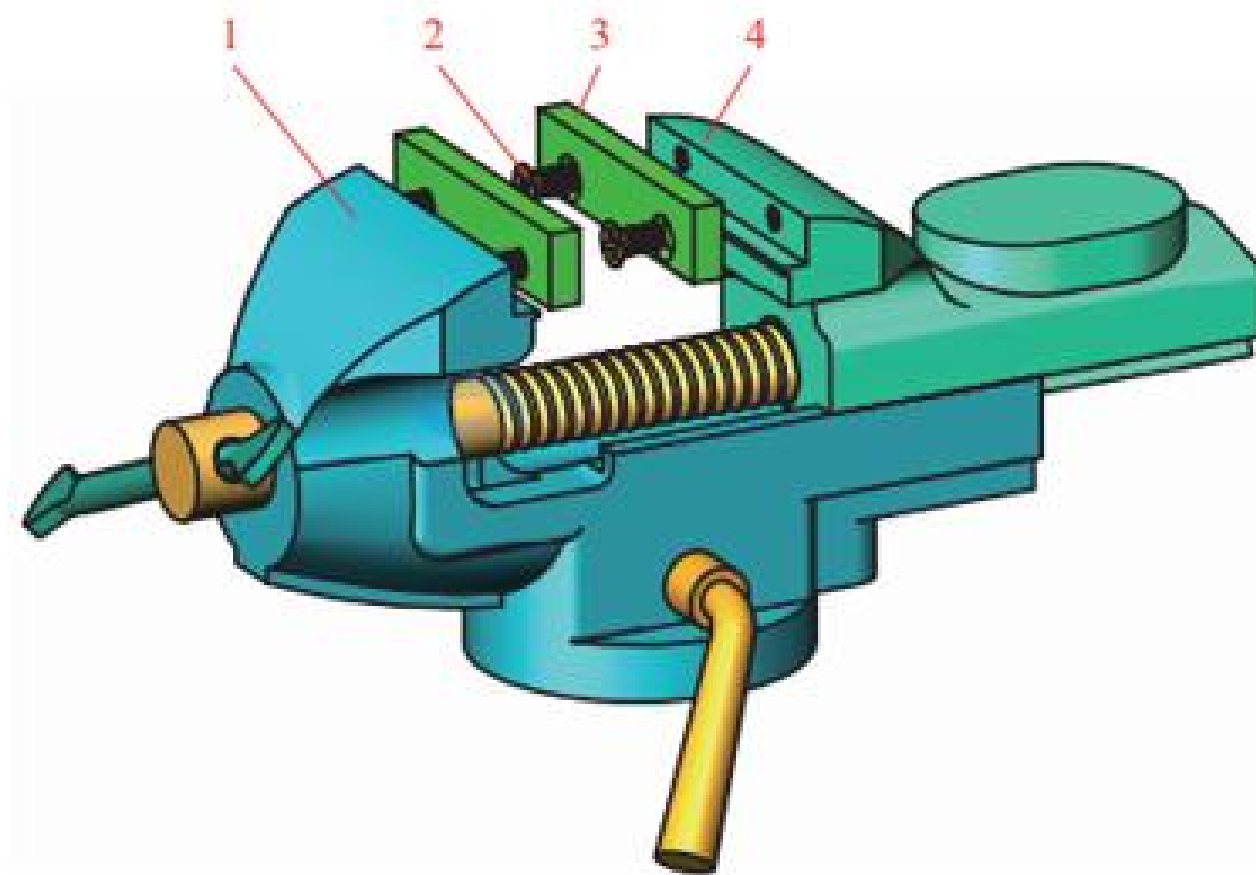
偏心机构由螺杆
3、螺母**5**、连接手柄
(偏心轴) **2** 组成，
螺杆和螺母通过螺纹
连接为一体。





钳口板的连接

两块钳口板**3**用十字槽沉头螺钉**2**分别连接在固定钳身**1**和活动钳身**4**上。



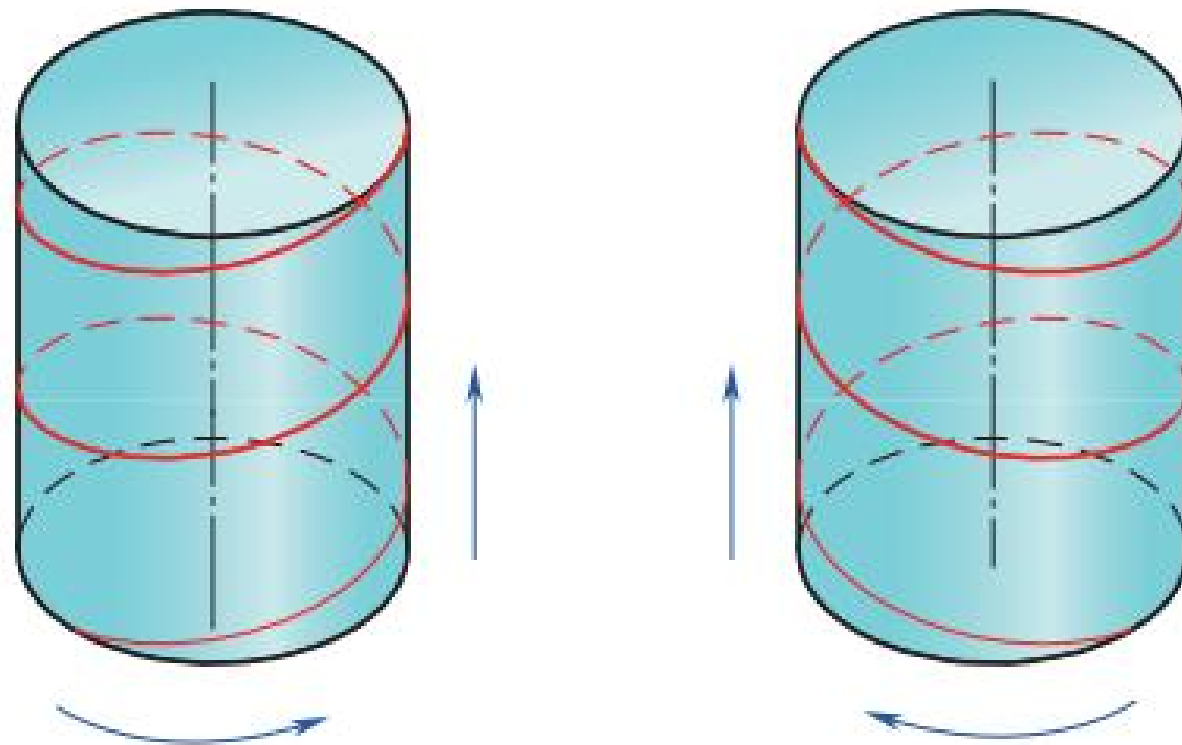


§ 3-1

螺纹的基本知识

一、螺旋线的概念

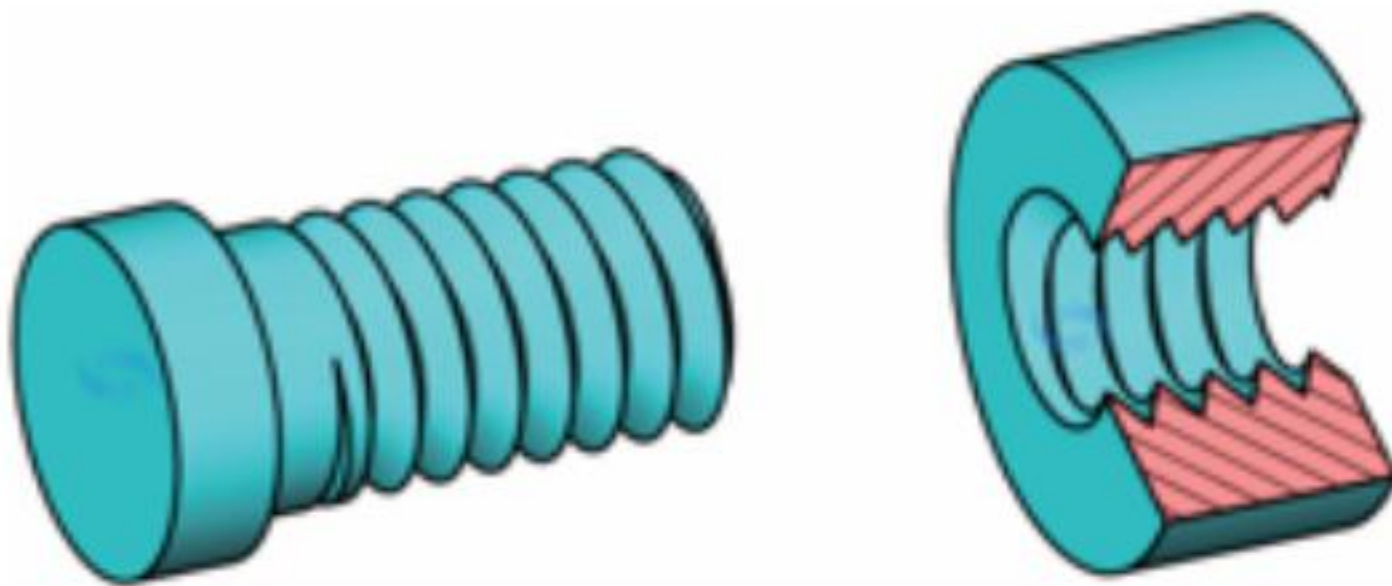
螺旋线是指沿着圆柱（或圆锥）表面运动点的轨迹。





二、螺纹的形成

在圆柱或圆锥表面上，具有相同牙型（如三角形、梯形、锯齿形等）、沿螺旋线连续凸起的牙体称为螺纹。



在圆柱（或圆锥）外表面上形成的螺纹称为外螺纹，在圆柱（或圆锥）内表面上形成的螺纹称为内螺纹。

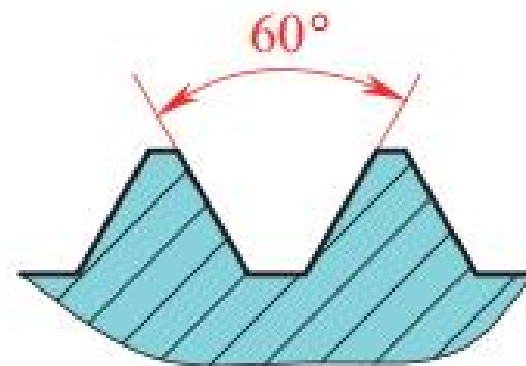


三、螺纹的种类

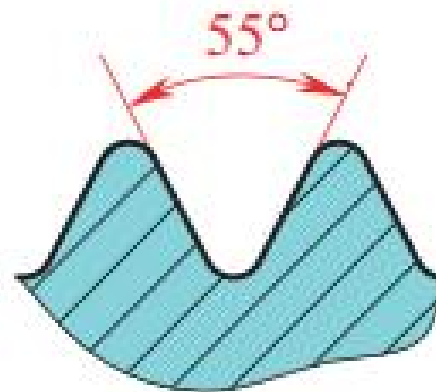
常见螺纹的种类、特征代号和牙型

连接
螺纹

① 普通螺纹



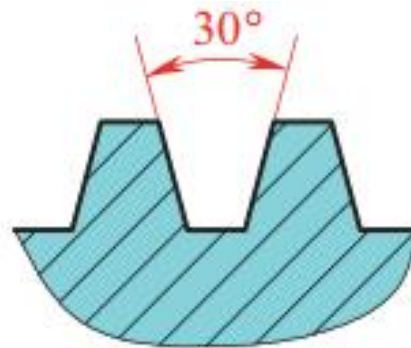
② 管螺纹



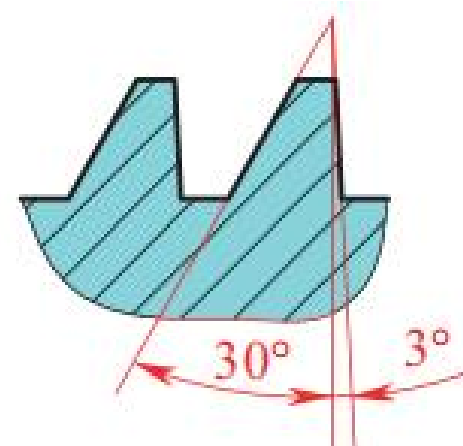


传动 螺纹

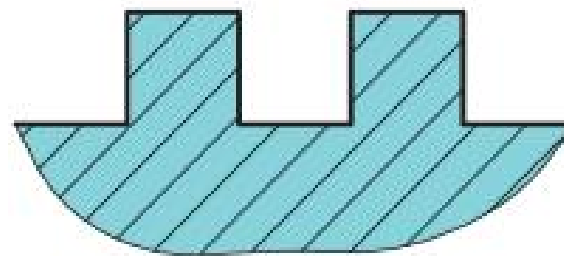
① 梯形螺纹



② 锯齿形螺纹



③ 矩形螺纹





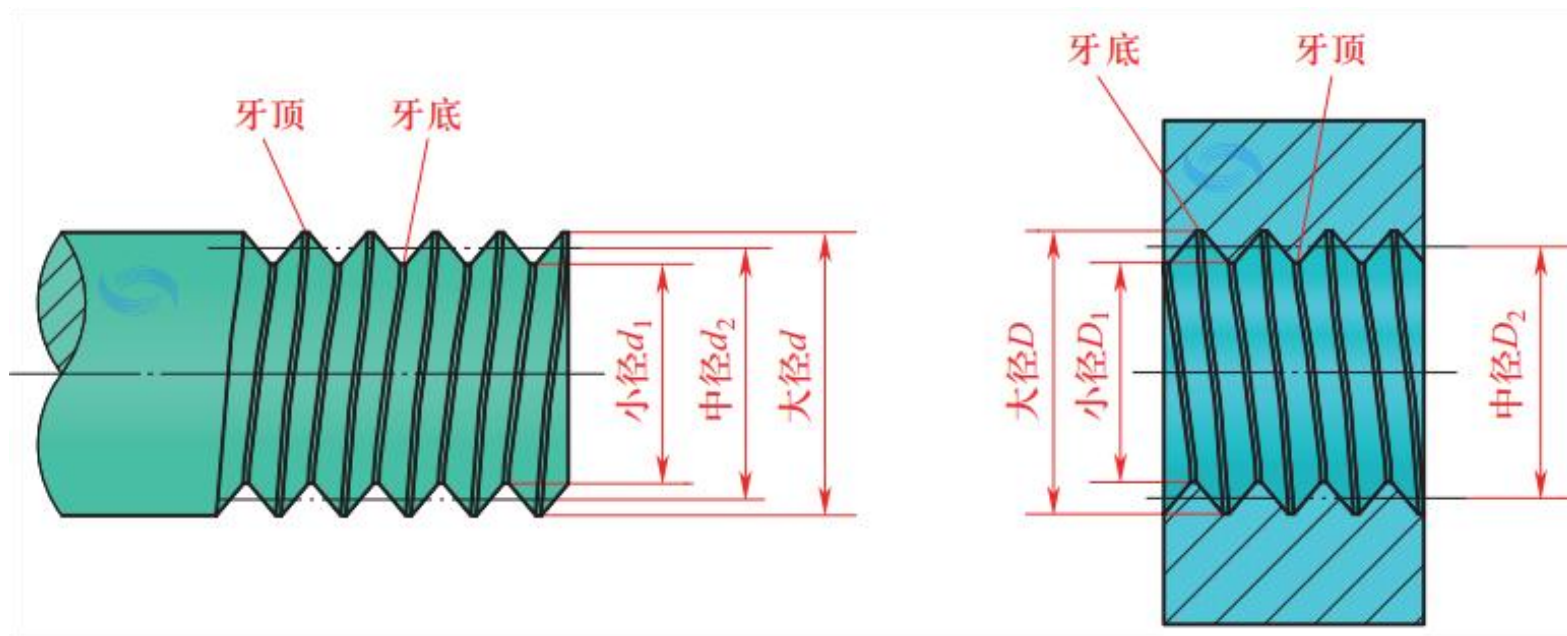
四、螺纹的主要几何参数

1. 大径

螺纹的大径是指与外螺纹牙顶或内螺纹牙底相切的假想圆柱的直径。

2. 小径

螺纹的小径是指与外螺纹牙底或内螺纹牙顶相切的假想圆柱的直径。





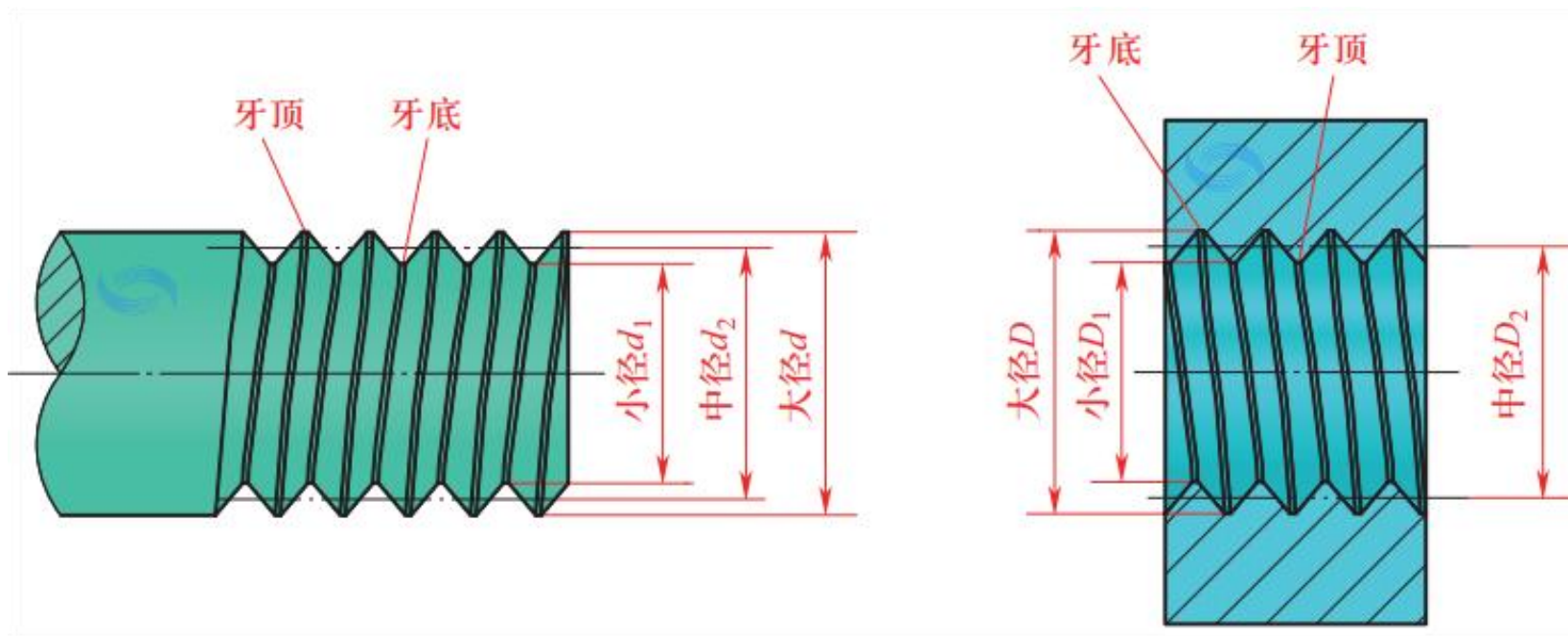
四、螺纹的主要几何参数

3. 中径

螺纹的中径是指一个假想圆柱的直径，该圆柱的母线通过牙型上沟槽和凸起宽度相等的地方。

4. 公称直径

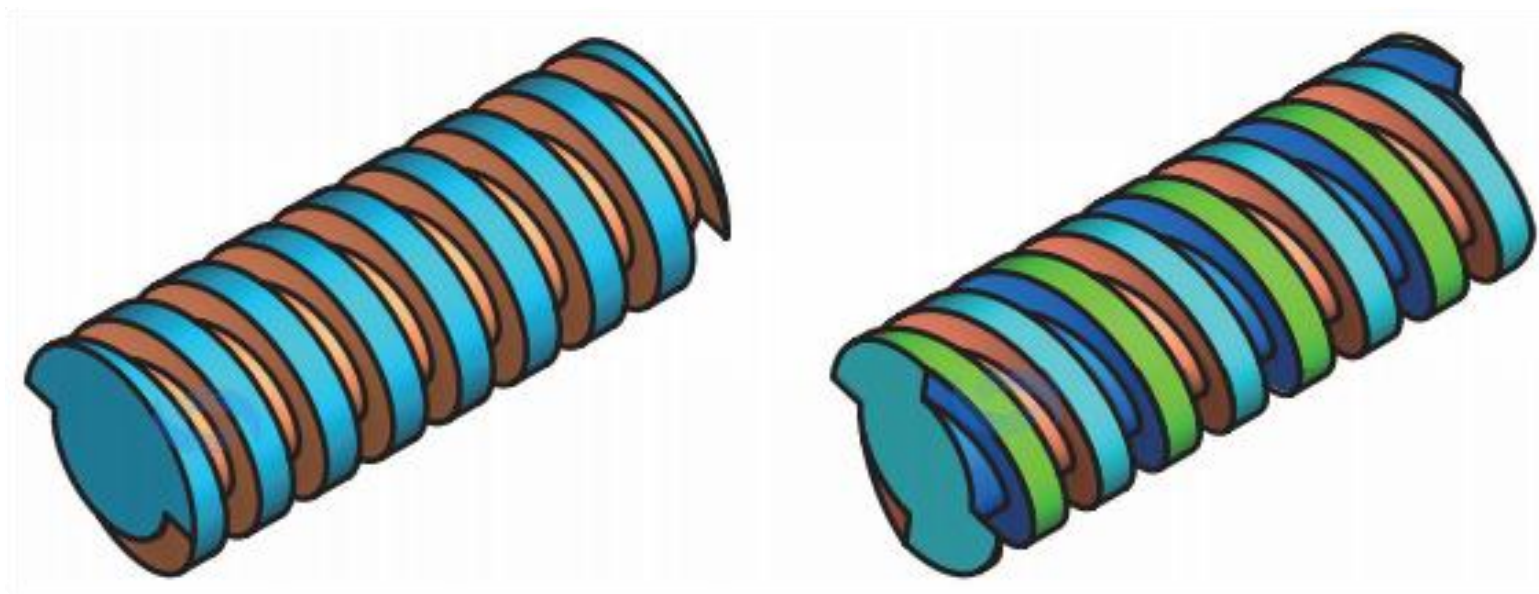
公称直径是指代表螺纹规格大小的直径。除管螺纹外，公称直径是指螺纹的大径。





5. 线数

螺纹的线数是指螺纹的螺旋线数量。沿一条螺旋线形成的螺纹称为单线螺纹，沿两条或两条以上螺旋线形成的螺纹称为多线螺纹。



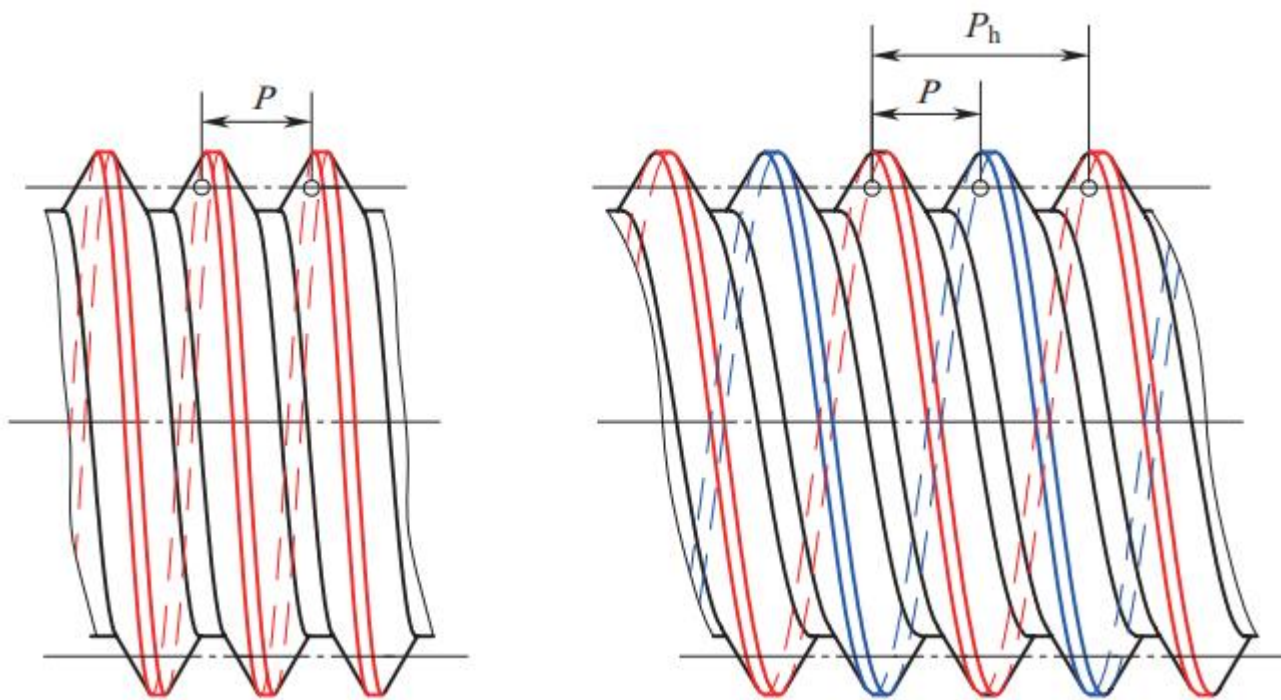


6. 螺距

螺距是指相邻两牙体上的对应牙侧与中径线（中径圆柱的母线）相交两点间的轴向距离。

7. 导程

导程是指最邻近的两同名牙侧（处在同一螺旋面上的牙侧）与中径线相交两点间的轴向距离。



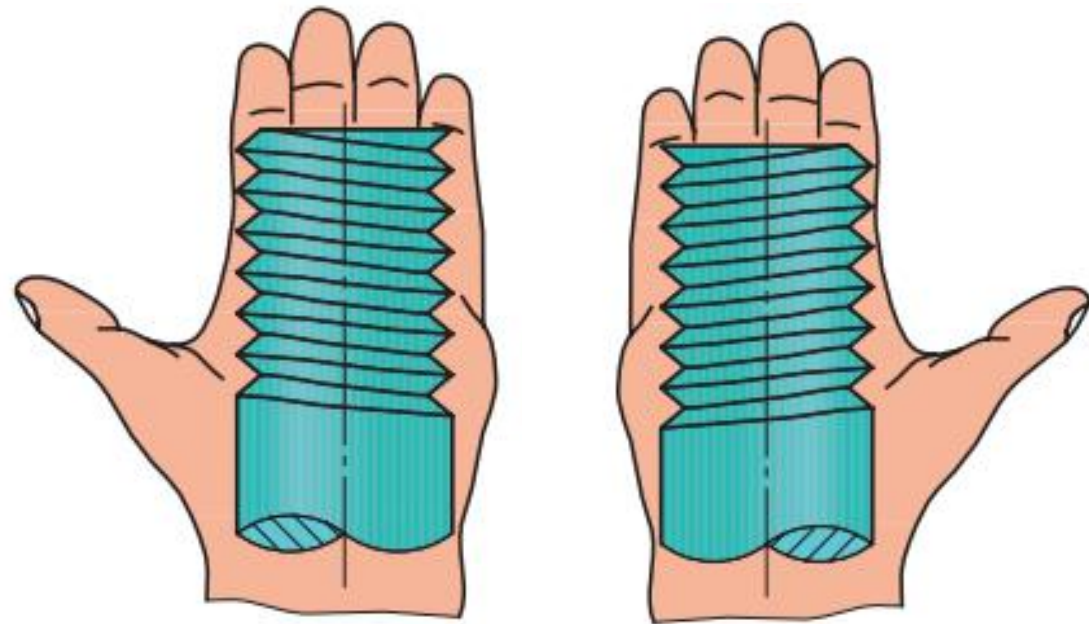
8. 旋向



螺纹旋向分右旋、左旋两种。

判别螺纹旋向的左右手法则：

(1) 伸出右手（或左手），手心对着自己，把螺杆放在手心上。



(2) 四指的指向与螺纹轴线方向相同。

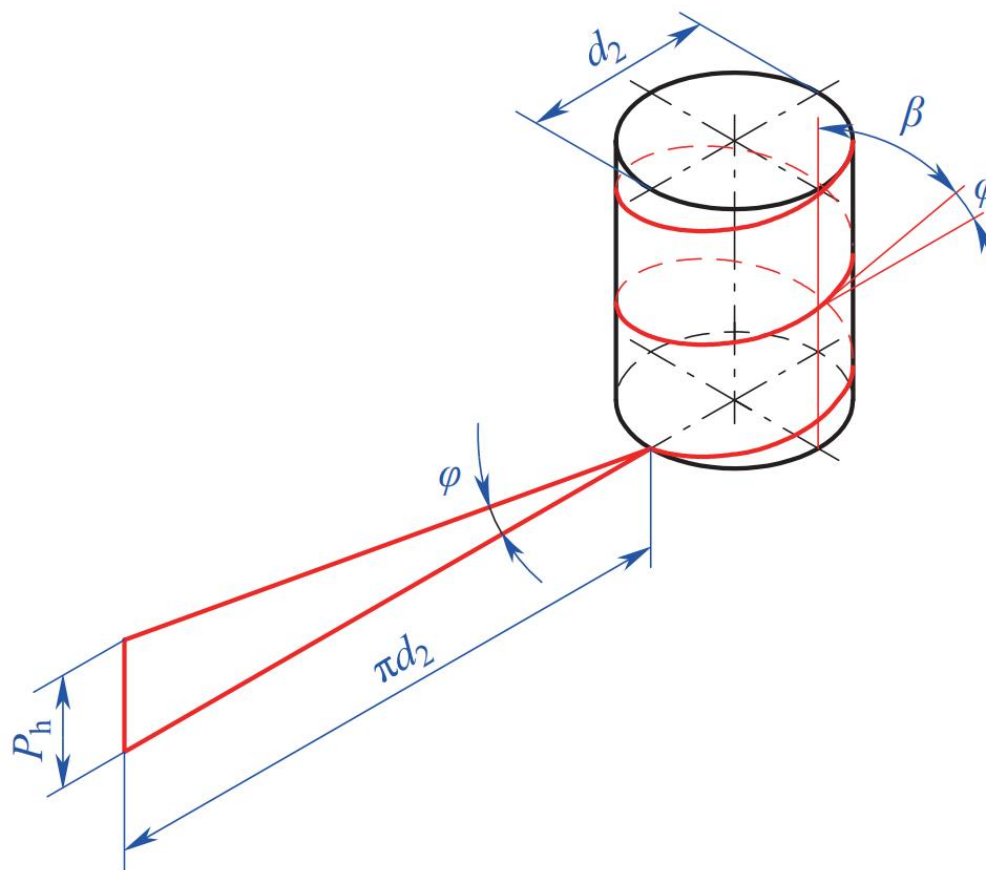
(3) 右旋螺纹的旋向和右手拇指的指向相同，
左旋螺纹的旋向和左手拇指的指向相同。



9. 升角与螺旋角

螺纹的升角又称导程角，是指在螺纹中径圆柱上，螺旋线的切线与垂直于螺纹轴线的平面间的夹角，用 ϕ 表示。

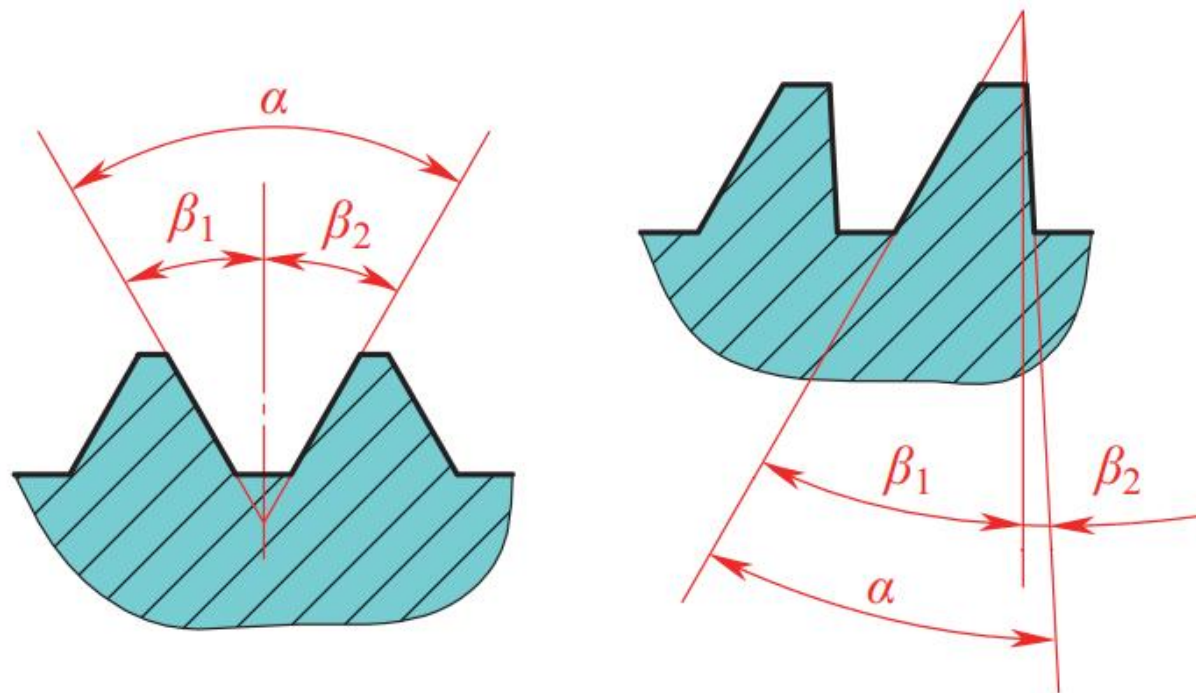
$$\tan\phi = \frac{P_h}{\pi d_2} = \frac{nP}{\pi d_2}$$





10. 牙型角与牙侧角

在螺纹牙型上，两相邻牙侧间的夹角称为牙型角，用 α 表示。在螺纹牙型上，一个牙侧与垂直于螺纹轴线的平面间的夹角称为牙侧角，用 β_1 或 β_2 表示。





五、常用螺纹的结构特点与应用

1. 普通螺纹

(1) 粗牙普通螺纹

(2) 细牙普通螺纹



2. 管螺纹

(1) 55° 非密封管螺纹

(2) 55° 密封管螺纹

3. 传动螺纹

(1) 梯形螺纹

(2) 锯齿形螺纹

(3) 矩形螺纹



五、常用螺纹的结构特点与应用

1. 普通螺纹

(1) 粗牙普通螺纹

(2) 细牙普通螺纹

2. 管螺纹

(1) 55° 非密封管螺

纹

3. 传动螺纹

(1) 梯形螺纹

(2) 锯齿形螺纹

(3) 矩形螺纹



§ 3-2

螺 纹 标 记

一、普通螺纹的标记

普通螺纹的完整标记由特征代号、尺寸代号、公差带代号及其他有必要做进一步说明的信息组成。

特征代号	尺寸代号	-	公差带代号	-	旋合长度代号	-	旋向代号
------	------	---	-------	---	--------	---	------



1. 特征代号

普通螺纹的特征代号用字母“**M**”表示。

2. 尺寸代号

(1) 单线螺纹的尺寸代号

单线螺纹的尺寸代号为“公称直径×螺距”。

(2) 多线螺纹的尺寸代号

多线螺纹的尺寸代号为“公称直径×Ph 导程 P
螺距”



3. 公差带代号

公差带代号包括中径公差带代号和顶径公差带代号两部分。中径公差带代号在前，顶径公差带代号在后。若中径公差带代号和顶径公差带代号相同，只需标注一个公差带代号。

公差带代号由表示公差等级的数值和表示公差带位置的字母（内螺纹用大写字母，外螺纹用小写字母）组成。



普通螺纹不标注公差带代号的情况

种类	公称直径 $\leq 1.4 \text{ mm}$	公称直径 $\geq 1.6 \text{ mm}$
内螺纹公差带 代号	5H	6H
外螺纹公差带 代号	6h	6g



4. 旋合长度代号

普通螺纹的旋合长度有短旋合长度（ S ）、长旋合长度（ L ）和中等旋合长度（ N ）三种。

5. 旋向代号

右旋螺纹不标注旋向代号。对于左旋螺纹，应在旋合长度代号之后标注“ LH ”，并与旋合长度代号之间用“-”分开。



示例： 解释螺纹标记“M12-7g-L-LH”的含义。

解： 特征代号“*M*”表示普通螺纹。

尺寸代号“*12*”表示螺纹公称直径为 *12mm*，没标注导程和螺距说明是单线粗牙普通螺纹。

公差带代号“*7g*”表示外螺纹中径和顶径公差带代号皆为 *7g*。

旋合长度代号“*L*”表示长旋合长度。

旋向代号“*LH*”表示左旋



二、梯形螺纹和锯齿形螺纹的标记

梯形螺纹和锯齿形螺纹的标记相同，由特征代号、尺寸代号、公差带代号、旋合长度代号和旋向代号等组成。

特征代号

尺寸代号

-

公差带代号

-

旋合长度代号

-

旋向代号



1. 特征代号

梯形螺纹的特征代号用“Tr”表示，锯齿形螺纹的特征代号用“B”表示。

2. 尺寸代号

尺寸代号由“公称直径 × 导程（P 螺距）”组成。若为单线螺纹，可只标出螺距；若为多线螺纹，则应同时标注导程和螺距。



3. 公差带代号

梯形螺纹的公差带代号仅包含中径公差带代号。公差带代号由公差等级数字和公差带位置字母（内螺纹用大写字母，外螺纹用小写字母）组成。

螺纹尺寸代号与公差带代号间用“-”分开。表示内、外螺纹配合时，内螺纹公差带代号在前，外螺纹公差带代号在后，中间用斜线分开。



4. 旋合长度代号

为确保传动的平稳性，旋合长度不宜太短，所以规定中没有短旋合长度。中等旋合长度的螺纹不标注旋合长度代号“N”。对于长旋合长度的螺纹，应在公差带代号后标注旋合长度代号“L”，旋合长度代号与公差带代号之间用“-”分开。



5. 旋向代号

右旋梯形螺纹不标注旋向代号。若为左旋梯形螺纹，应在旋合长度代号之后标注“LH”，并与旋合长度代号之间用“-”分开。



示例：解释螺纹标记“Tr24×10（P5）-8e-L-LH”的含义。

解：特征代号“Tr”表示梯形螺纹。

尺寸代号“24×10（P5）”表示公称直径为24mm、导程为10mm、螺距为5mm、双线螺纹。

公差带代号“8e”表示中径的公差带代号为8e的外螺纹。

旋合长度代号“L”表示长旋合长度。

旋向代号“LH”表示左旋。



三、管螺纹的标记

1. 55° 非密封管螺纹的标记

55° 非密封管螺纹的标记由特征代号、尺寸代号、公差等级代号和旋向代号组成。

(1) 特征代号

55° 非密封管螺纹的特征代号用字母 **G** 表示。



(2) 尺寸代号

55° 非密封管螺纹的尺寸代号用国家标准规定的分数或整数表示，它只是一个表示螺纹尺寸特征的代号，不是管螺纹的任何尺寸。

(3) 公差等级代号

内螺纹的公差等级只有一级，所以不标注公差等级代号。外螺纹的公差等级分为**A**、**B**两级，需要标注公差等级代号。



(4) 旋向代号

右旋 55° 非密封管螺纹不标注旋向代号。左旋内螺纹应在尺寸代号后面加注“**LH**”，中间没有其他符号。左旋外螺纹应在公差等级代号后面加注“**LH**”，并在公差等级代号与公差带代号之间用“-”分开。

(5) 螺纹副的标注

表示螺纹副时，仅需标注外螺纹的标记代号。



2. 55° 密封管螺纹的标记

55° 密封管螺纹的标记一般由特征代号、尺寸代号和旋向代号组成。 55° 密封管螺纹不标注公差等级代号。

(1) 特征代号

圆柱内螺纹的特征代号用“ R_p ”表示，与圆柱内螺纹配合的圆锥外螺纹的特征代号用字母“ R_1 ”表示；圆锥内螺纹的特征代号用“ R_c ”表示，与圆锥内螺纹配合的圆锥外螺纹的特征代号用“ R_2 ”表示。



(2) 尺寸代号

55° 密封管螺纹的尺寸代号
只是一个表示螺纹尺寸特征的代号。

(3) 旋向代号

右旋 55° 密封管螺纹不标注旋向代号。
当螺纹为左旋时，应在尺寸代号后面加注
“LH”，中间没有其他符号。



(4) 螺纹副的标注

螺纹的特征代号为“ R_p/R_1 ”或“ R_c/R_2 ”，前面为内螺纹的特征代号，后面为外螺纹的特征代号，中间用斜线分开。



§ 3-3

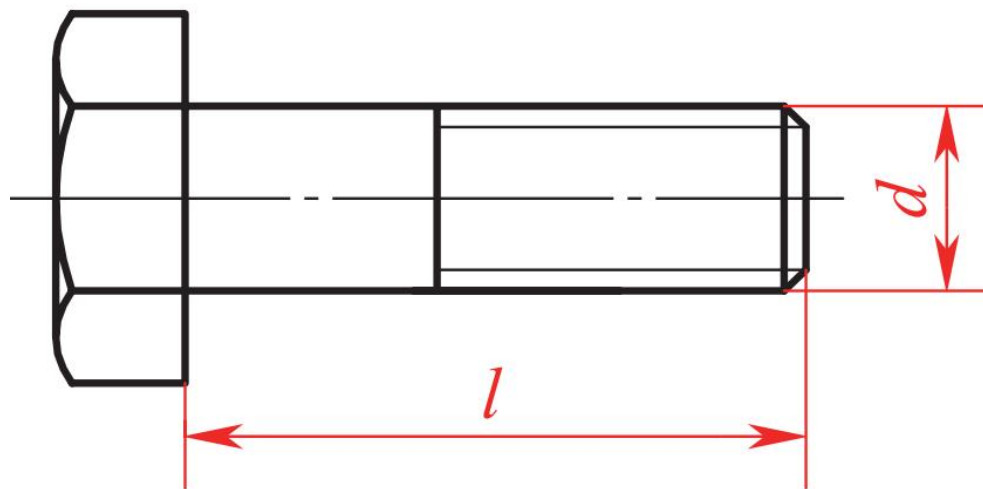
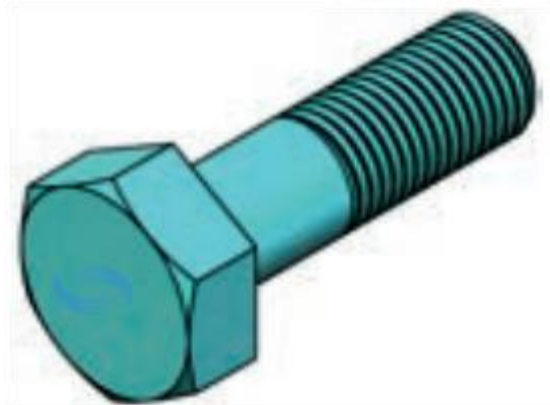
螺 纹 连 接

螺纹连接是指通过螺纹构成的连接，多为可拆卸连接。螺纹连接具有结构简单、连接可靠、装拆方便等优点。



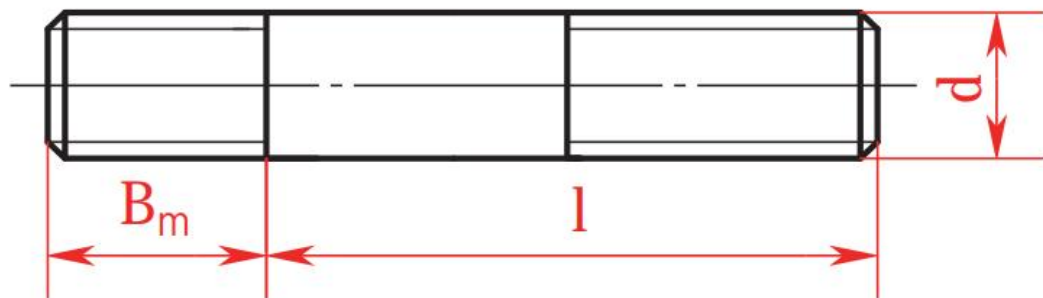
一、螺纹紧固件

1. 六角头螺栓

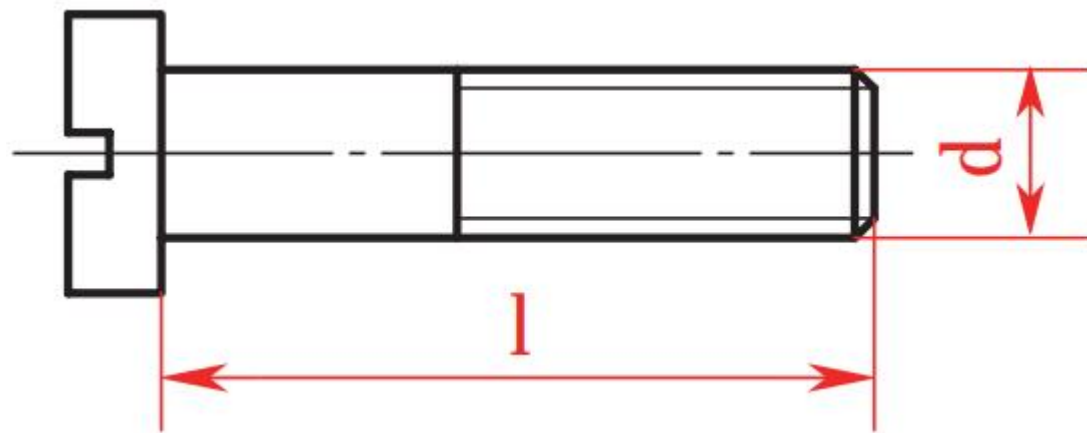




2. 双头螺柱

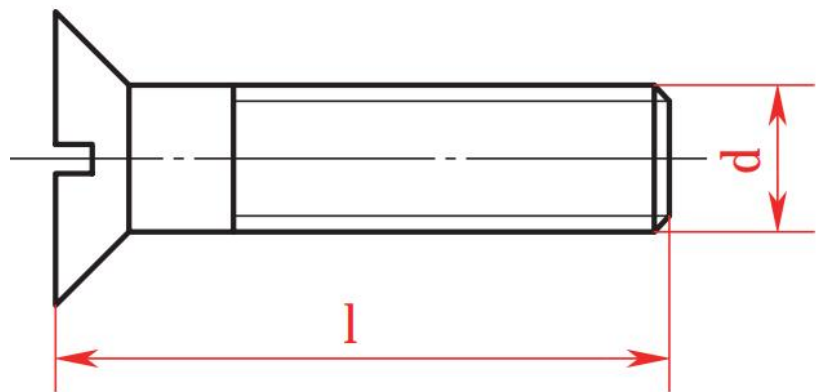
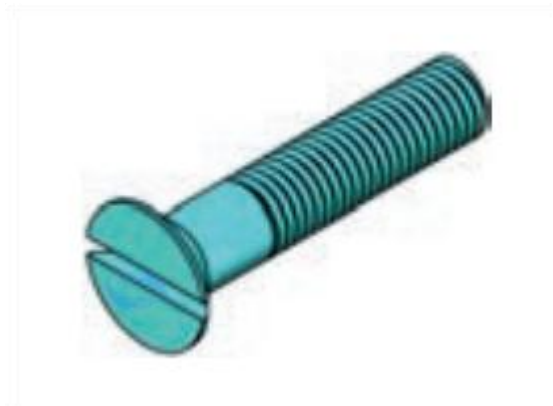


3. 开槽圆柱头螺钉

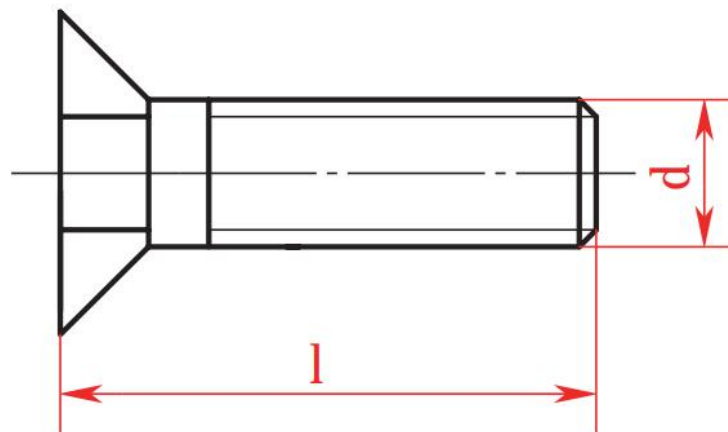
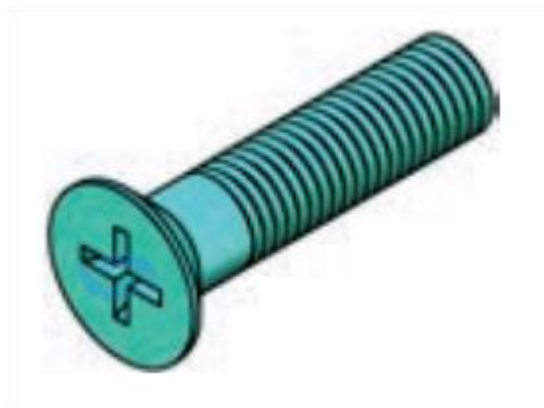




4. 开槽沉头螺钉

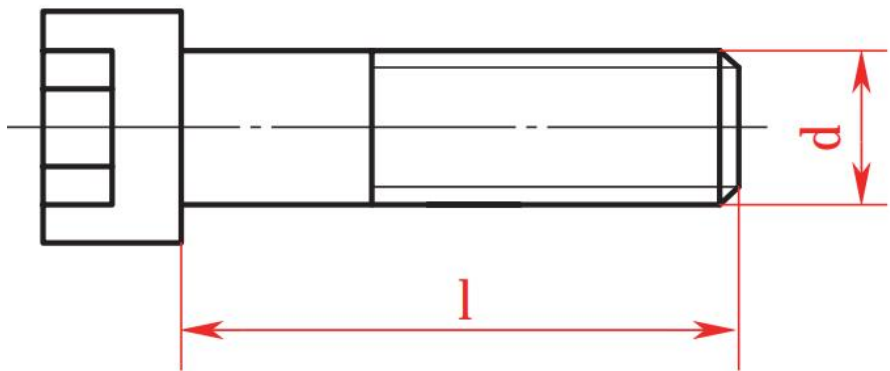
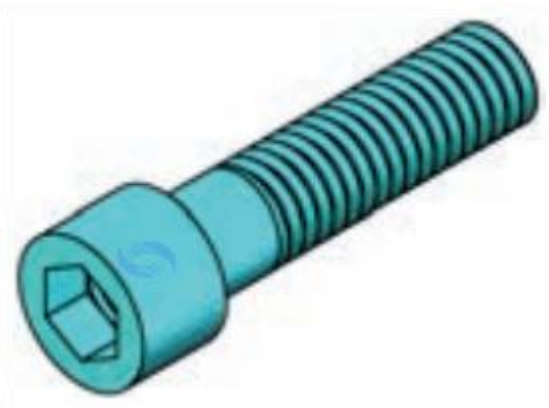


5. 十字槽沉头螺钉

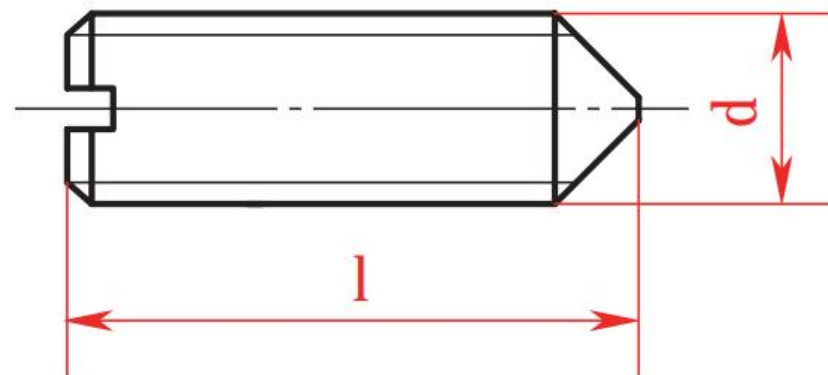




6. 内六角圆柱头螺钉

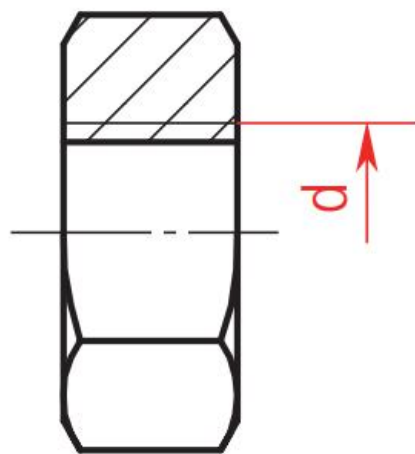
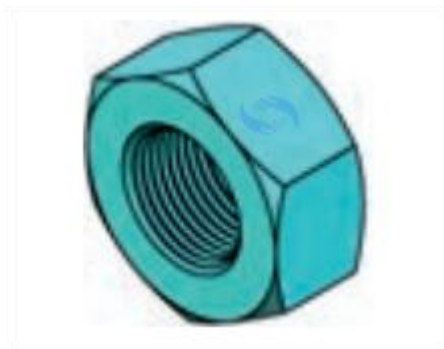


7. 开槽锥端紧定螺钉

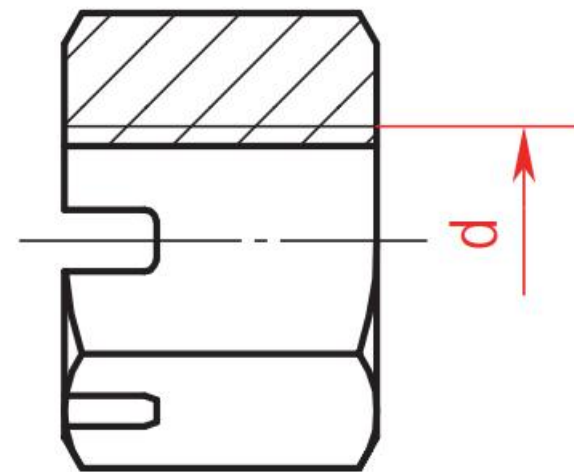
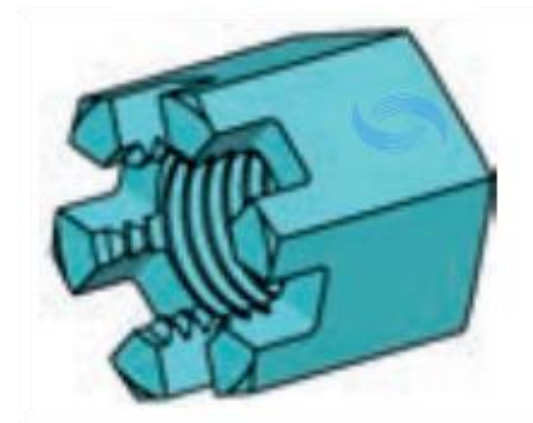




8. 六角螺母

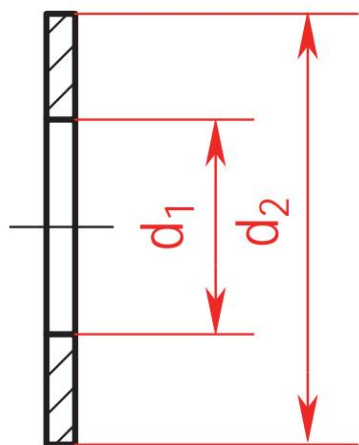


9. 六角开槽螺母

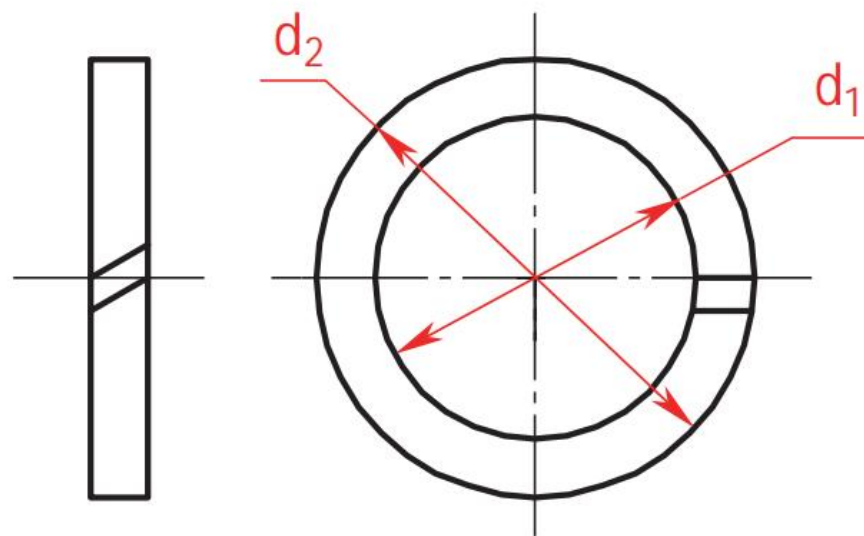




10. 平垫圈



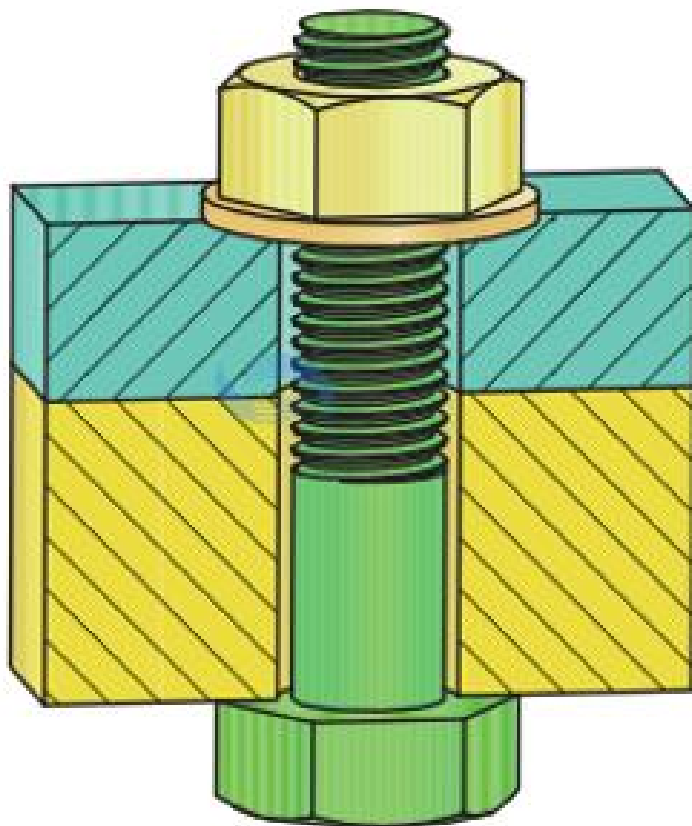
11. 弹簧垫圈





二、螺纹连接的类型和应用

1. 螺栓连接

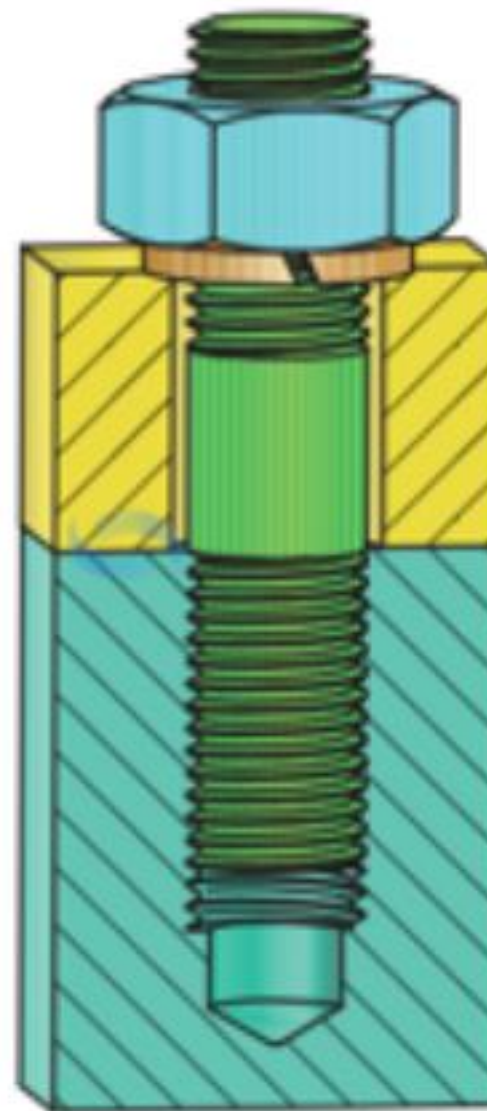


用于两被连接件上均为通孔且有足够装配空间的场合。



2. 双头螺柱连接

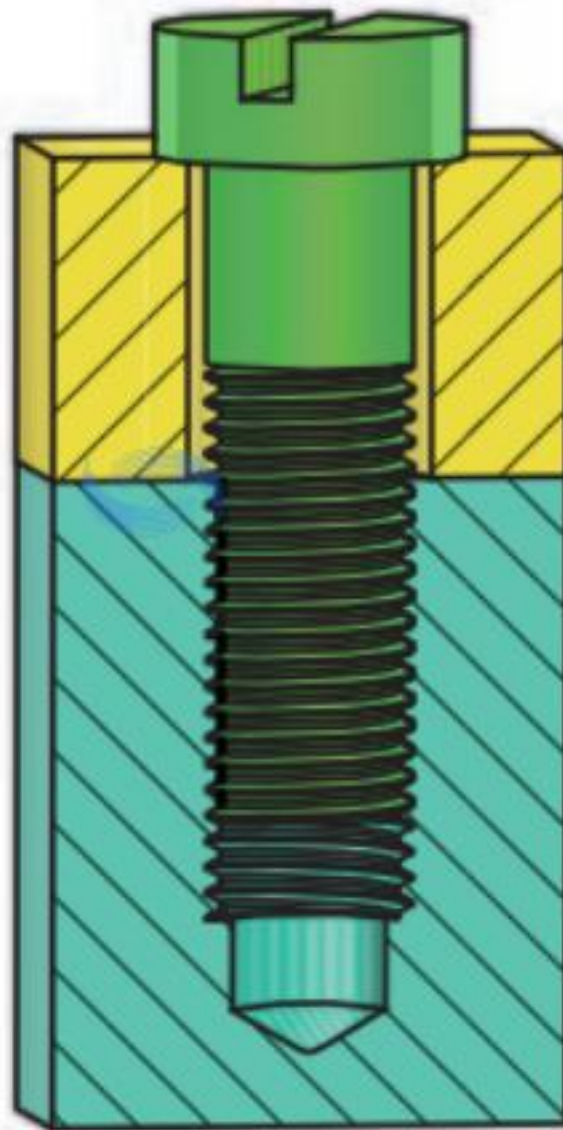
用于受结构限制
或被连接件之一为不
通孔并需经常拆卸的
场合。





3. 螺钉连接

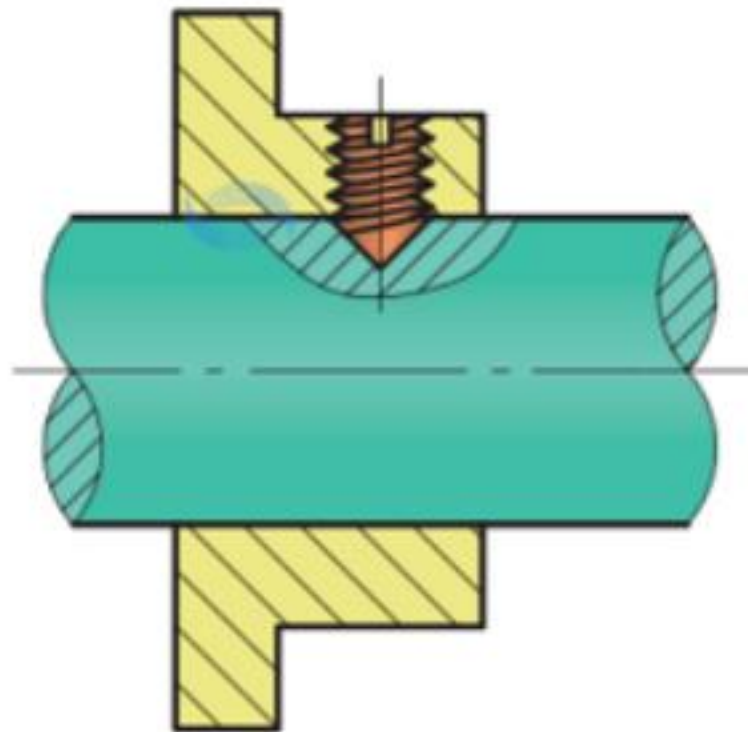
用于被连接件之一较厚，不便加工通孔，且不必经常拆卸的连接。





4. 紧定螺钉连接

用于固定两被
连接件的相互位置，
并可传递不大的力
或转矩。





二、螺纹连接的类型和应用

1. 螺纹连接的预紧

螺纹连接在装配时一般都需要拧紧螺栓、螺母、双头螺柱或螺钉等，即对螺纹连接进行预紧。

预紧的目的，一方面是防止螺纹连接松动；另一方面是可以使被连接件接合面之间摩擦力增大，以提高传递载荷的能力。但预紧力不能过大，过大则会损伤螺杆。



控制螺纹连接预紧力的方法

方法	特点及应用
感觉法	靠操作者在拧紧时的感觉和经验。方法简单，经济实用，常用于普通的螺纹连接
力矩法	用测力矩扳手或定力矩扳手控制预紧力。费用较低，误差较小，应用广泛
测量螺栓伸长法	通过测量螺栓的伸长来控制预紧力，其应用条件是螺栓预紧力引起的螺栓伸长必须在弹性变形范围内。误差非常小，但使用麻烦，费用高，用于特殊需要的场合
螺母转角法	首先把螺母拧紧到“密贴”的位置，再转过一定角度。在汽车工业和钢结构中应用广泛

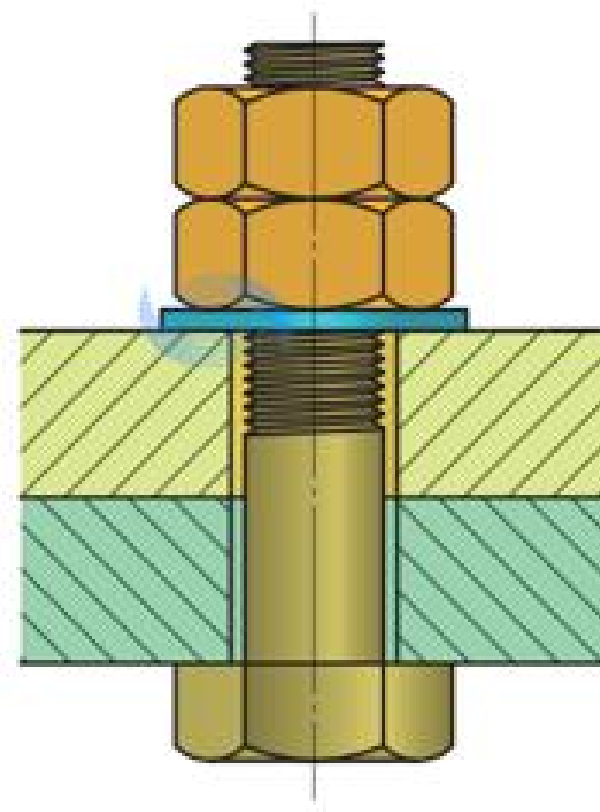


2. 螺纹连接的防松

(1) 摩擦防松

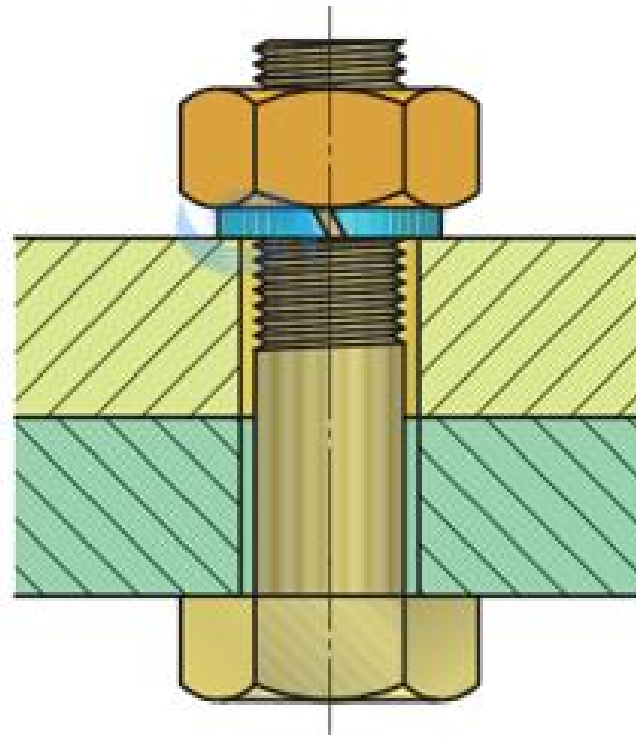
摩擦防松是指使螺旋副中有不随连接载荷而变的压力，始终有摩擦力防止其相对转动。

1) 双螺母防松





2) 弹簧垫圈防松

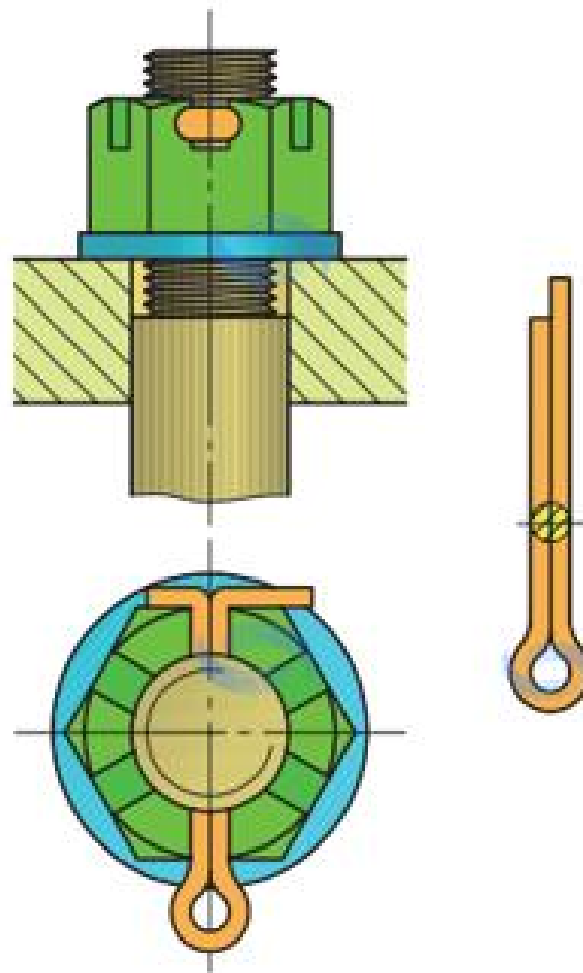




(2) 机械防松

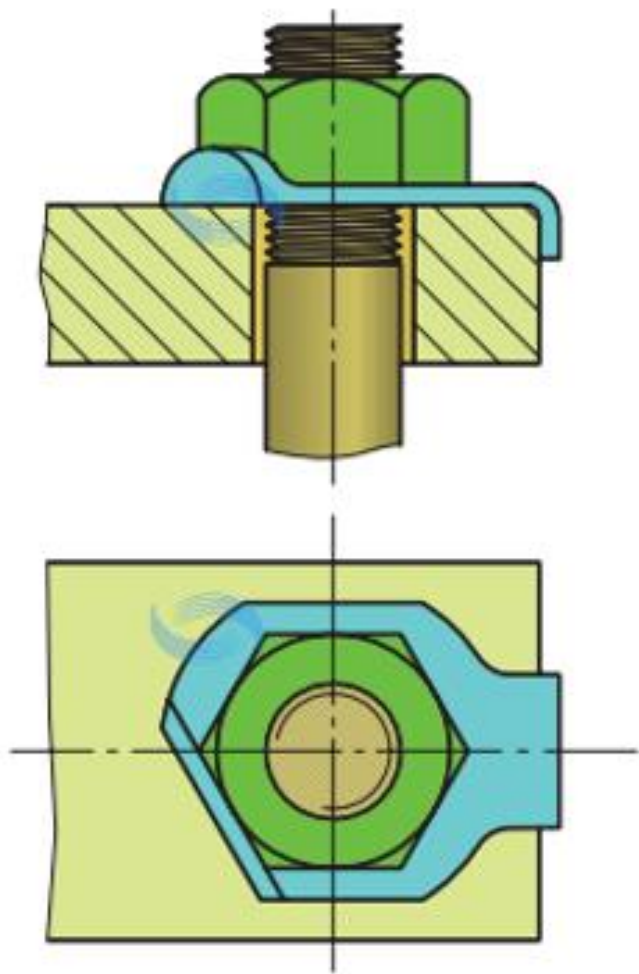
机械防松是用金属元件锁住螺旋副，使其不能做相对转动。

1) 开口销防松

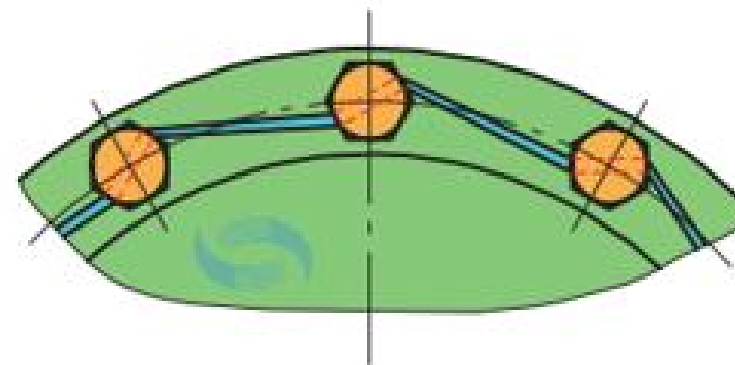




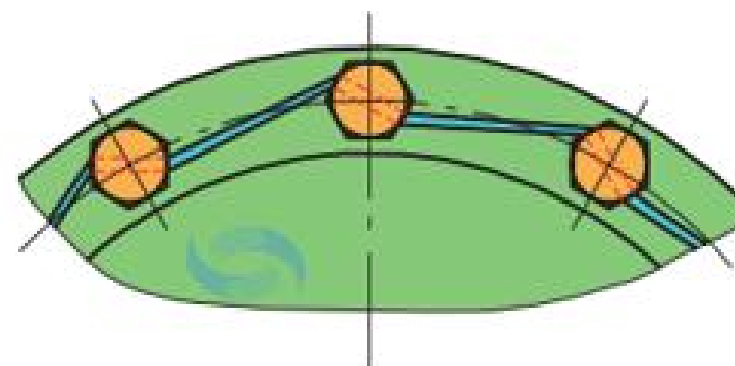
2) 止动垫圈防松



3) 串联钢丝防松



正确



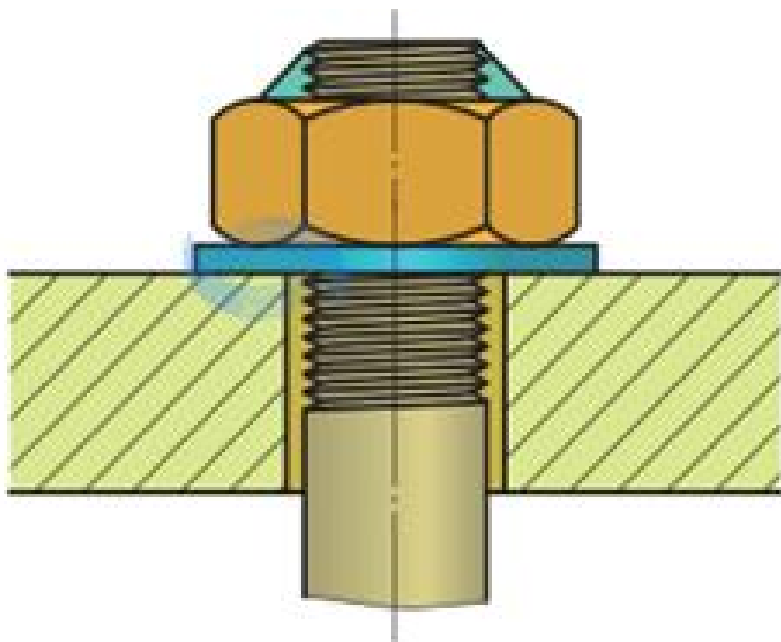
错误



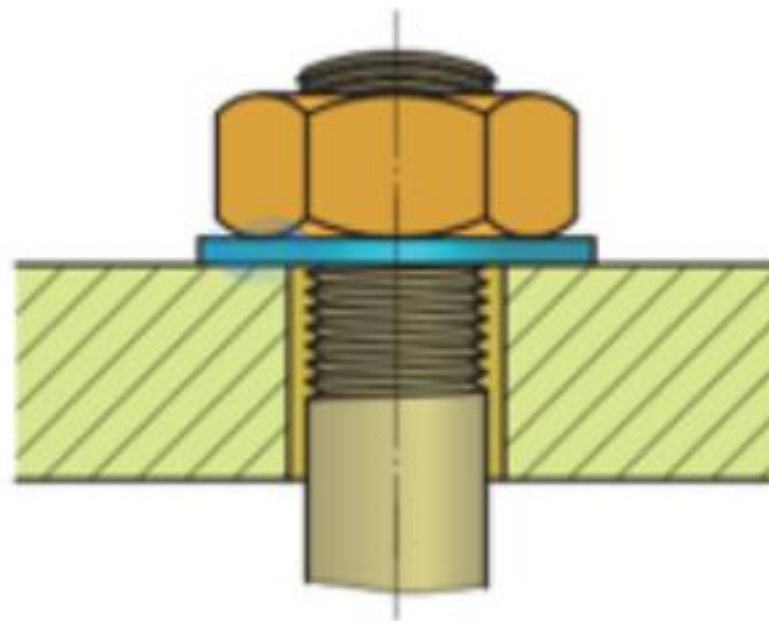
(3) 破坏螺纹防松

破坏螺纹防松是指将螺栓和螺母上的螺纹通过焊接、铆接、冲点或用黏结剂粘接等使螺栓和螺母连为一体。

1) 焊接防松

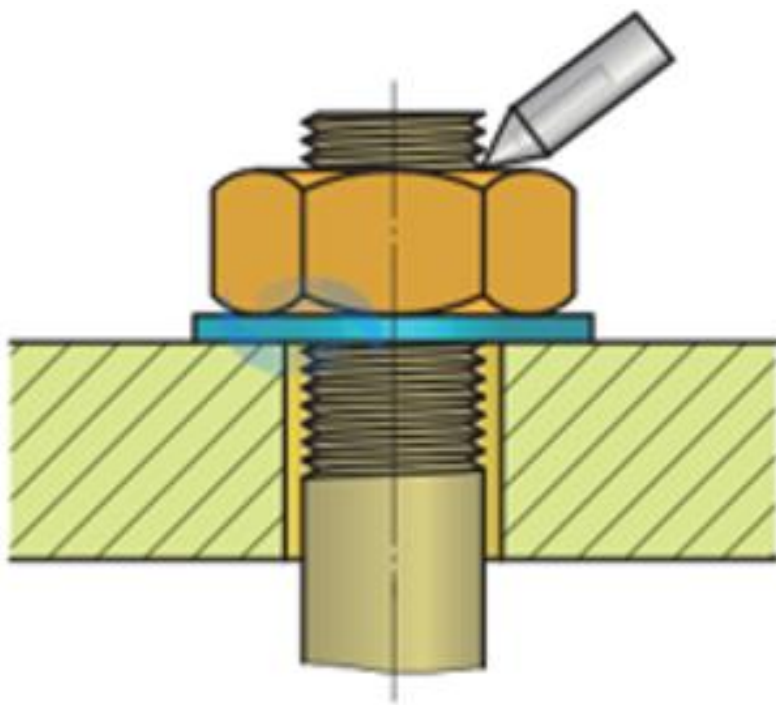


2) 铆接防松

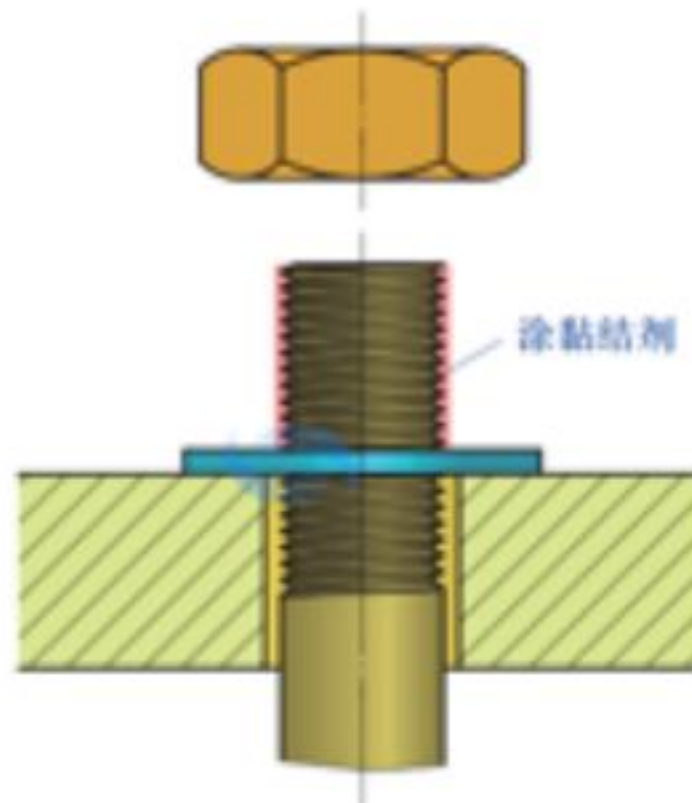




3) 冲点防松



4) 粘接防松





§ 3-4

螺旋传动

螺旋传动是利用螺杆（丝杠）和螺母组成的螺旋副来实现传动。螺旋传动具有结构简单，工作连续、平稳，承载能力强，传动精度高等优点，广泛应用于各种机械和仪器中。



一、普通螺旋传动

由一个螺杆和一个螺母组成的简单

螺旋副实现的传动称为普通螺旋传动。

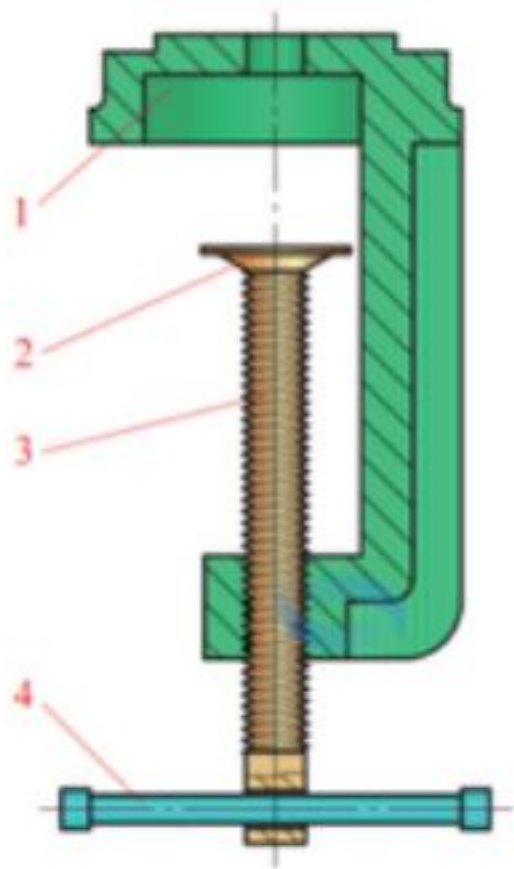
1. 普通螺旋传动的形式

(1) 单动螺旋传动

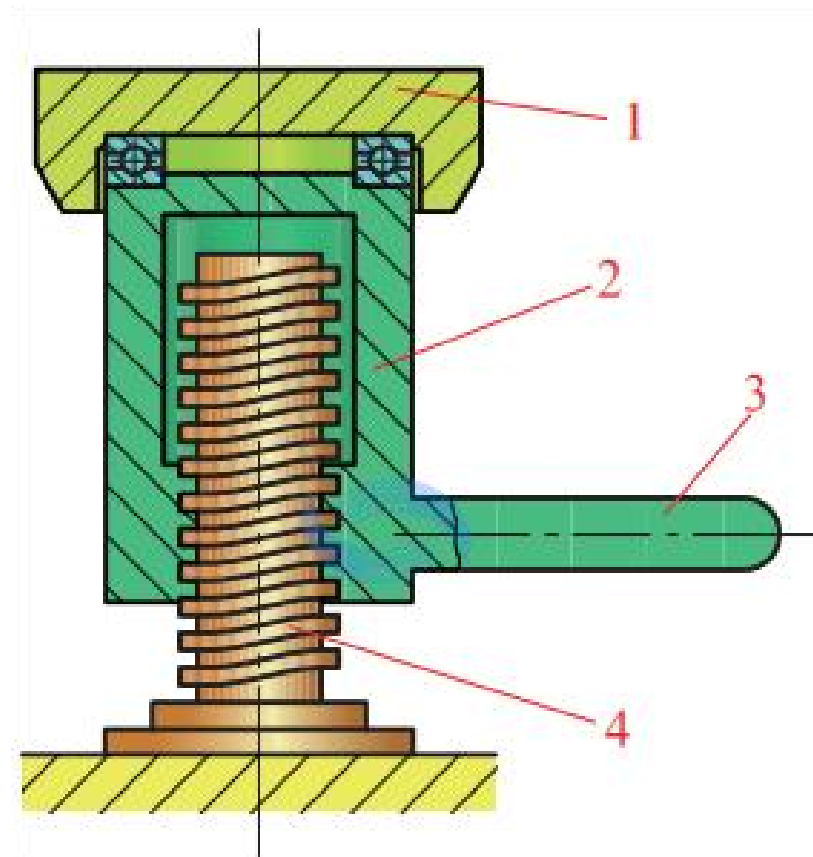
单动螺旋传动是指螺杆或螺母有一件不动，另一件既旋转又移动的普通螺旋传动。



1) 螺母固定不动，
螺杆旋转并做直线运
动



2) 螺杆固定不动，螺
母旋转并做直线运动

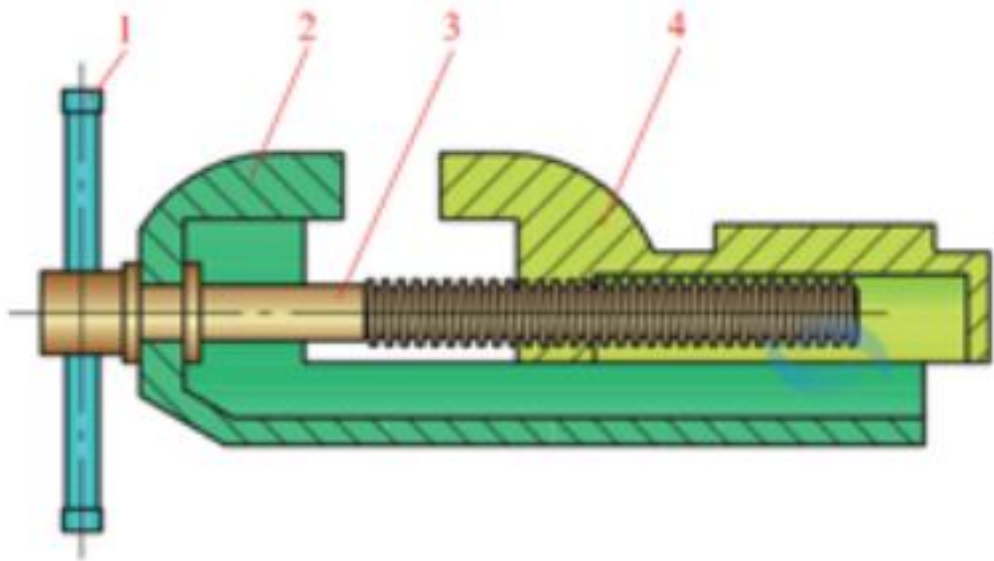




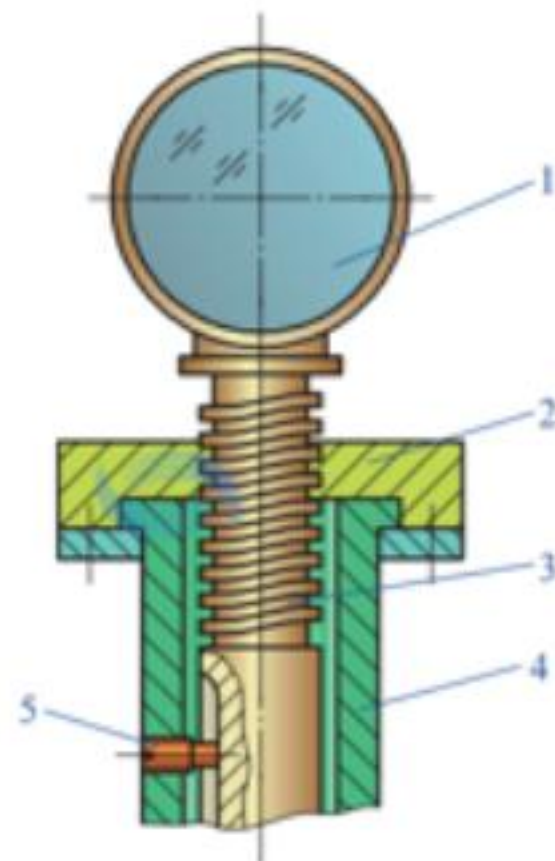
(2) 双动螺旋传动

双动螺旋传动是指螺杆和螺母都做运动的普通螺旋传动。

1) 螺杆原位旋转，
螺母做直线运动



2) 螺母原位旋转，
螺杆做直线运动





2. 普通螺旋传动运动方向的判定

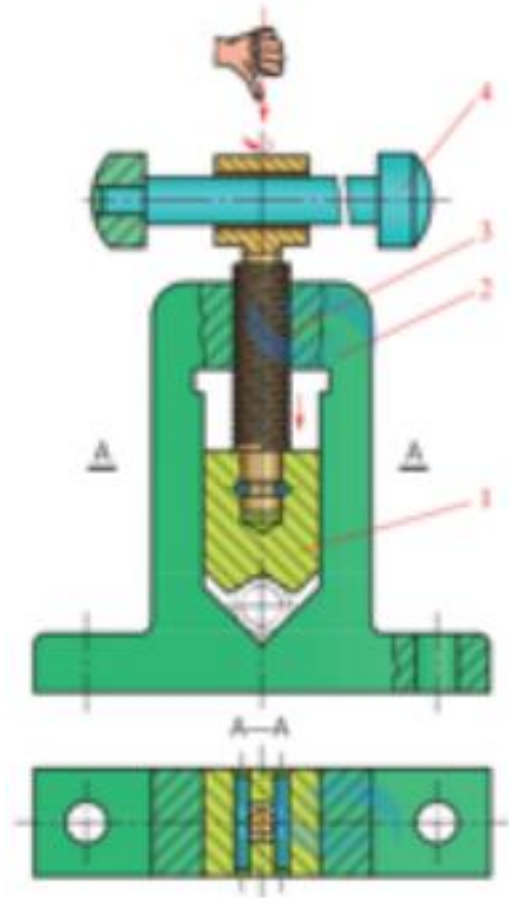
(1) 普通螺旋传动运动方向的判定方法

左、右手法则：

- 1) 左旋螺纹用左手判断，右旋螺纹用右手判断。
- 2) 弯曲四指，其指向与螺杆（或螺母）旋转方向相同。
- 3) 拇指指向与螺杆轴线方向一致。
- 4) 若为单动，拇指的指向即为螺杆（或螺母）的移动方向；若为双动，与拇指指向相反的方向即为螺杆（或螺母）的移动方向。

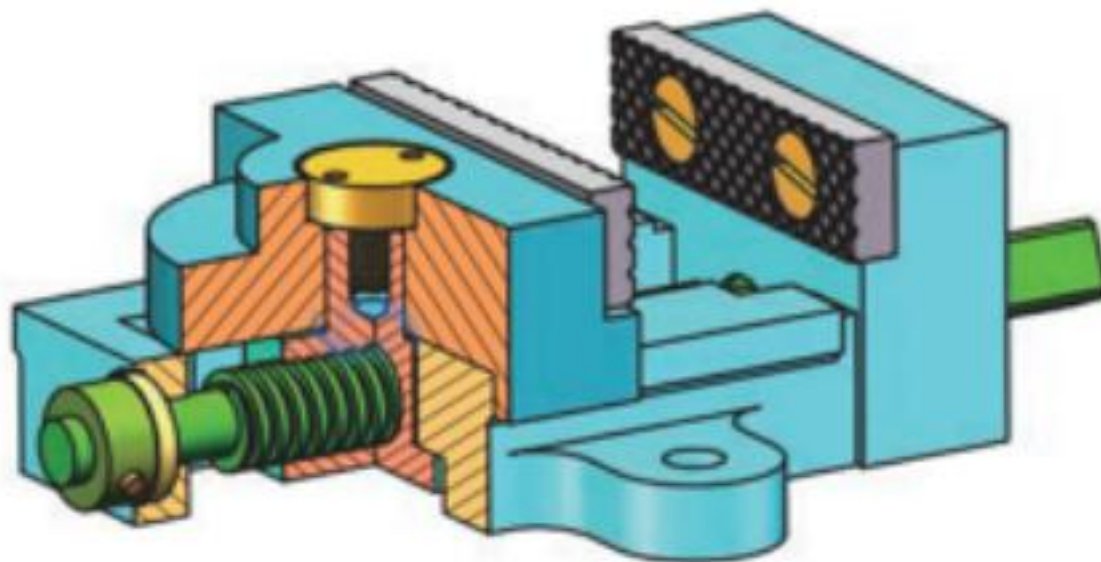
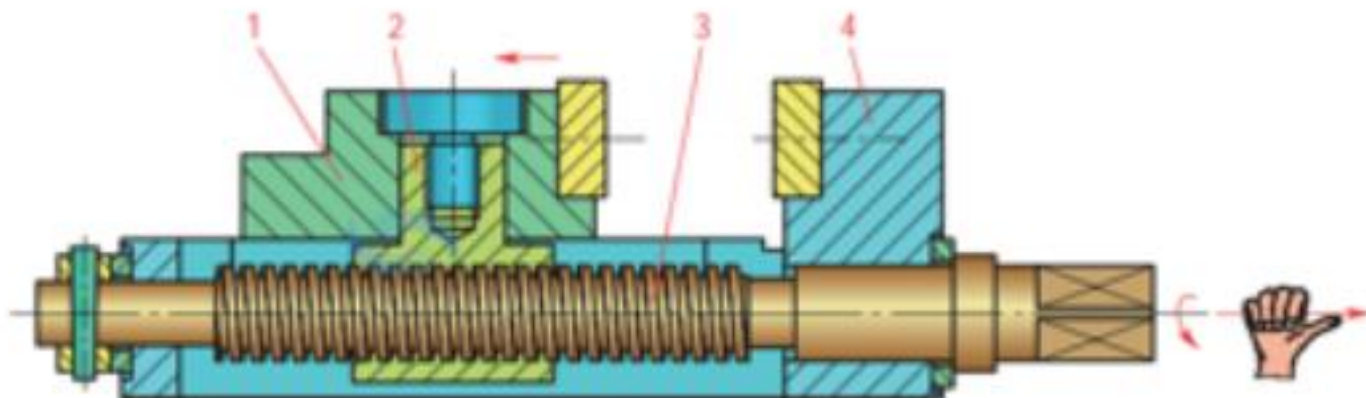
(2) 普通螺旋传动运动方向的判定示例

1) 单动螺旋传动运动方向的判定





2) 双动螺旋传动运动方向的判定



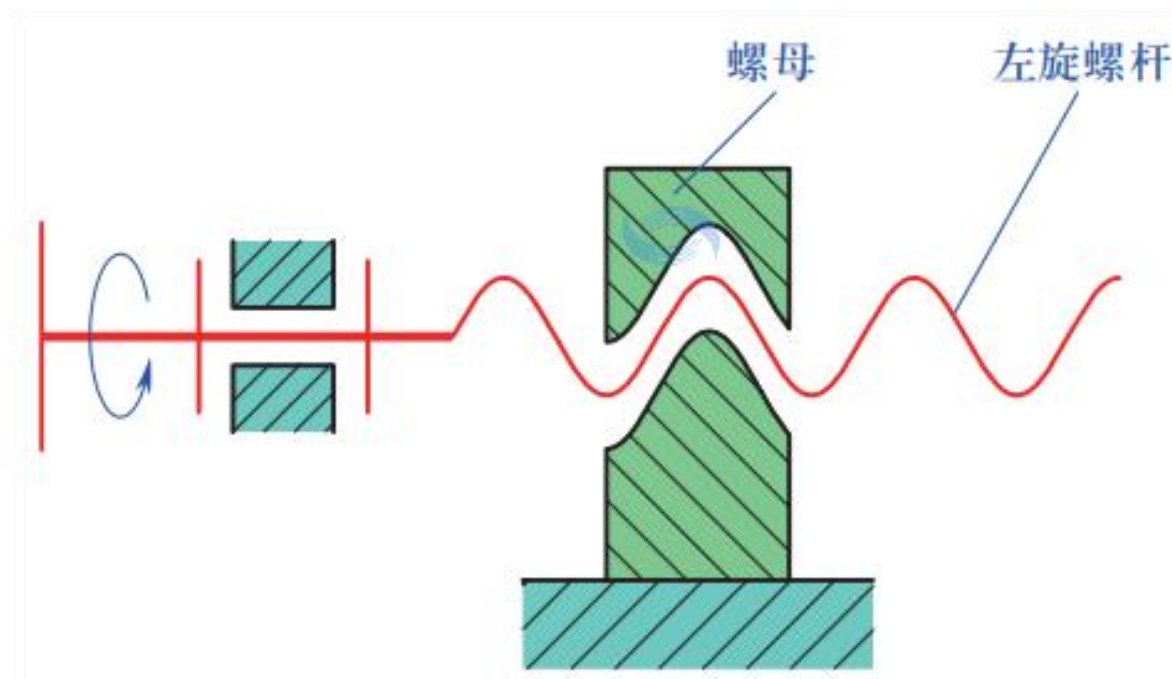


3. 普通螺旋传动直线移动距离的计算

普通螺旋传动中，螺杆（螺母）相对于螺母（螺杆）每旋转一周，螺杆（螺母）就移动一个导程的距离。

螺杆（螺母）移动距离 L 等于旋转周数 N 与导程 P_h 的乘积：

$$L = NP_h$$





二、差动螺旋传动

差动螺旋传动是指由两个导程或（和）
旋向不同的螺旋副组成的传动。

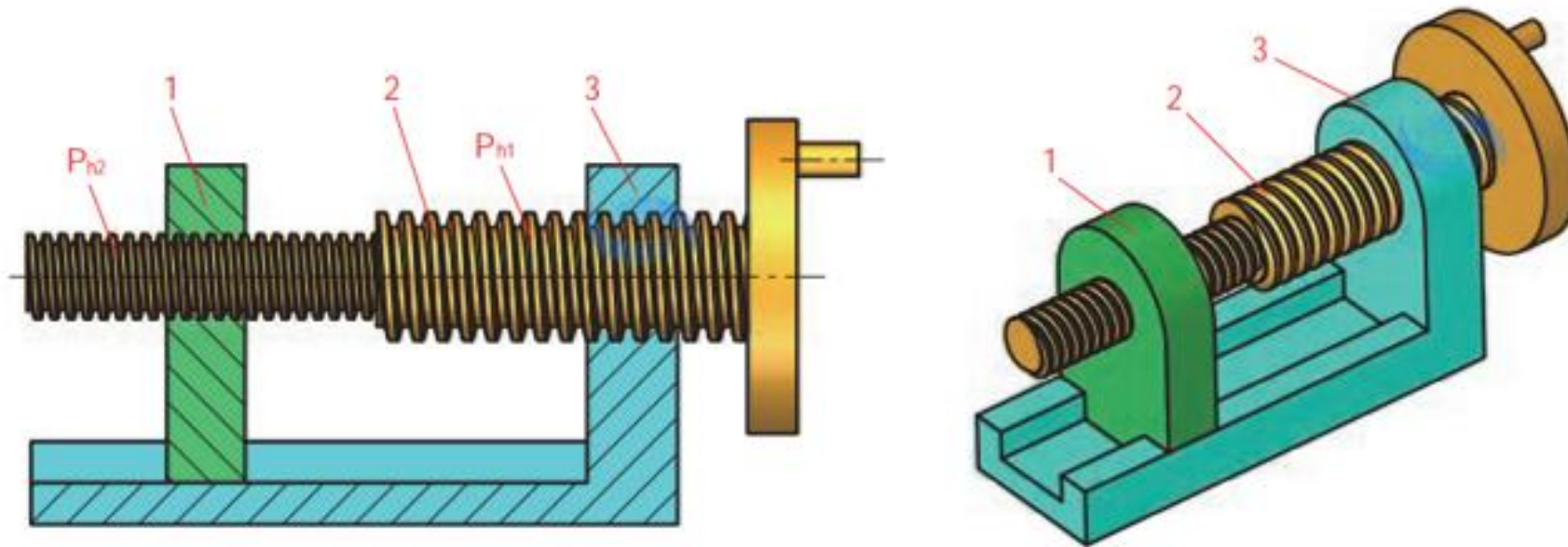
1. 差动螺旋传动的种类

根据传动中两螺旋副的旋向，差动螺旋传动可分为旋向相同的差动螺旋传动和旋向相反的差动螺旋传动两种形式。



(1) 旋向相同的差动螺旋传动

旋向相同的差动螺旋传动是指螺杆上两段螺纹旋向相同而螺距不同的差动螺旋传动。

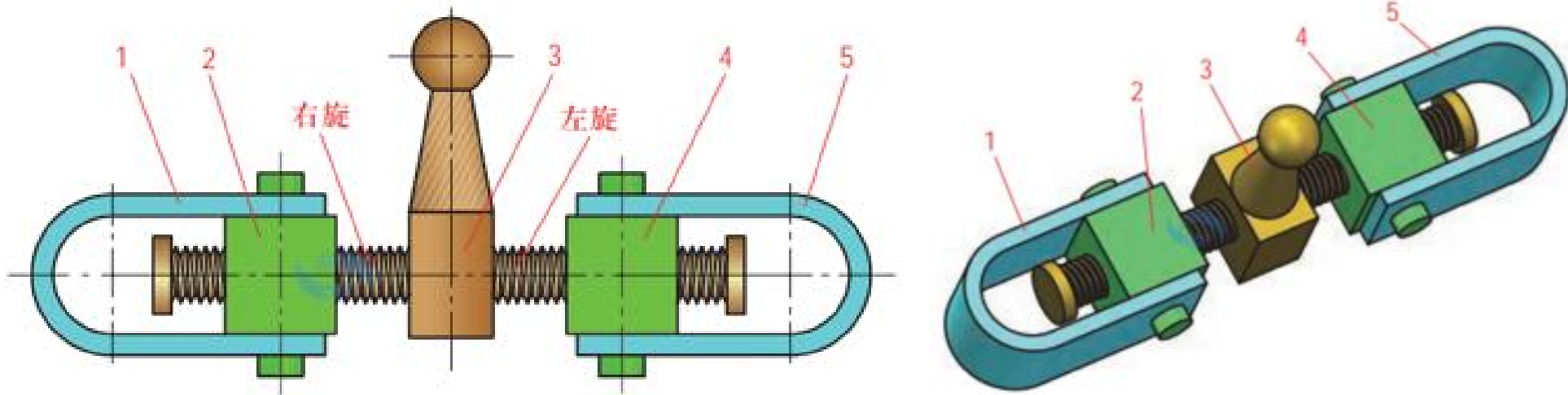




(2) 旋向相反的差动螺旋传动

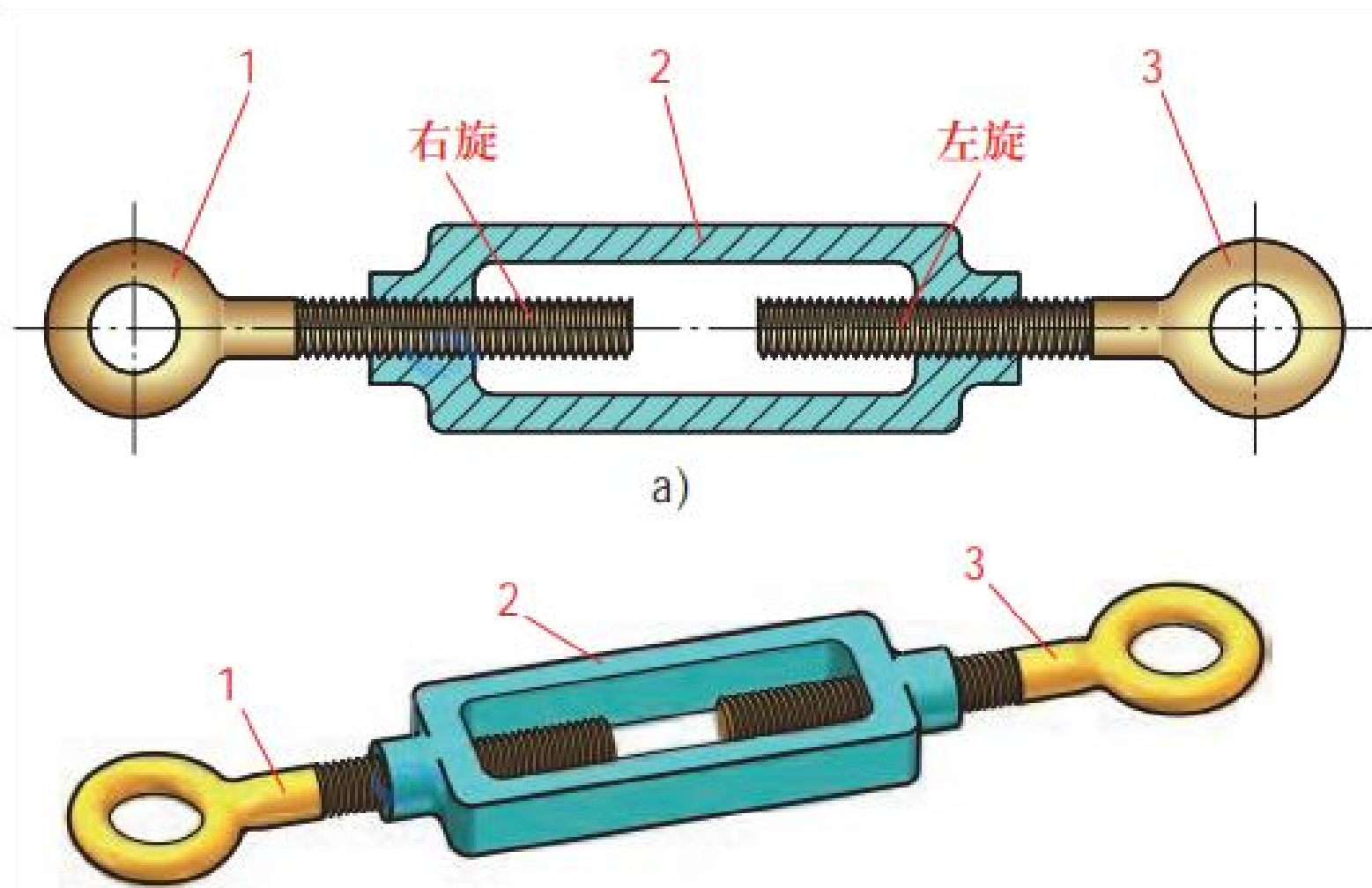
旋向相反的差动螺旋传动是指螺杆（或螺母）上两螺纹旋向相反的传动。

紧绳器





紧绳器





2. 差动螺旋传动螺母移动距离计算及方向判断

旋向相同的差动螺旋传动的螺纹旋向相同，所以螺杆相对于固定螺母（机架）的移动方向与活动螺母相对螺杆的移动方向相反。

活动螺母的移动距离：

$$L=N(P_{h1}-P_{h2})$$

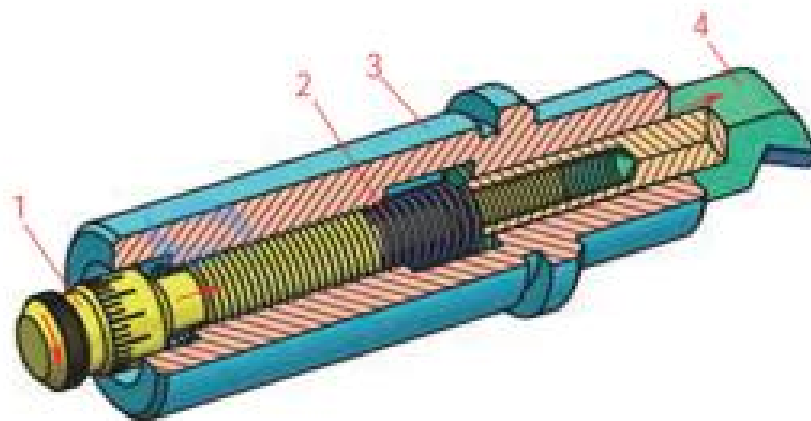
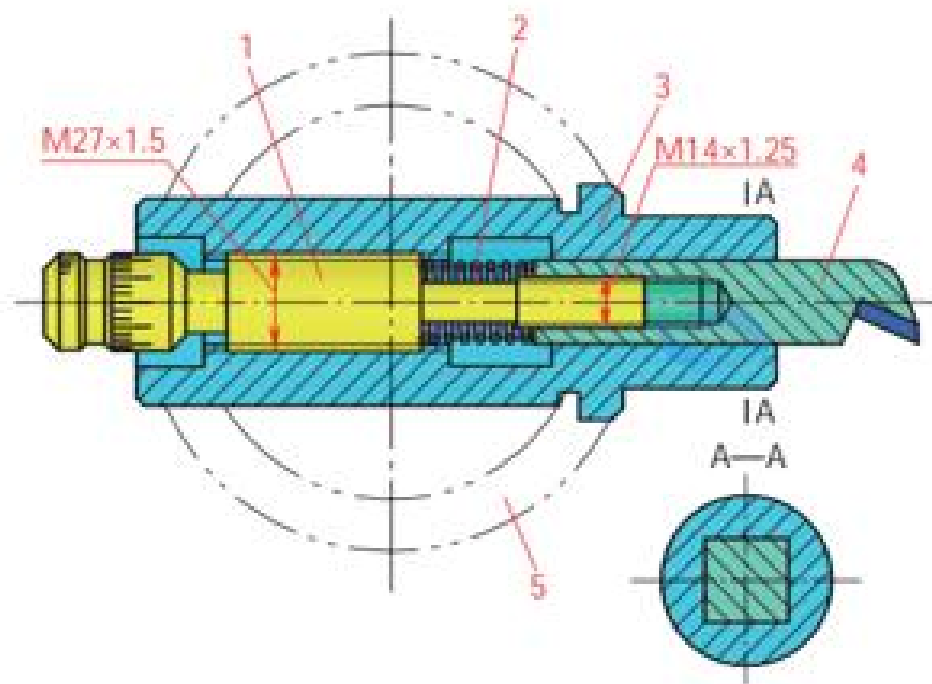
当两段螺纹旋向相反时，活动螺母的移动距离为：

$$L=N(P_{h1}+P_{h2})$$



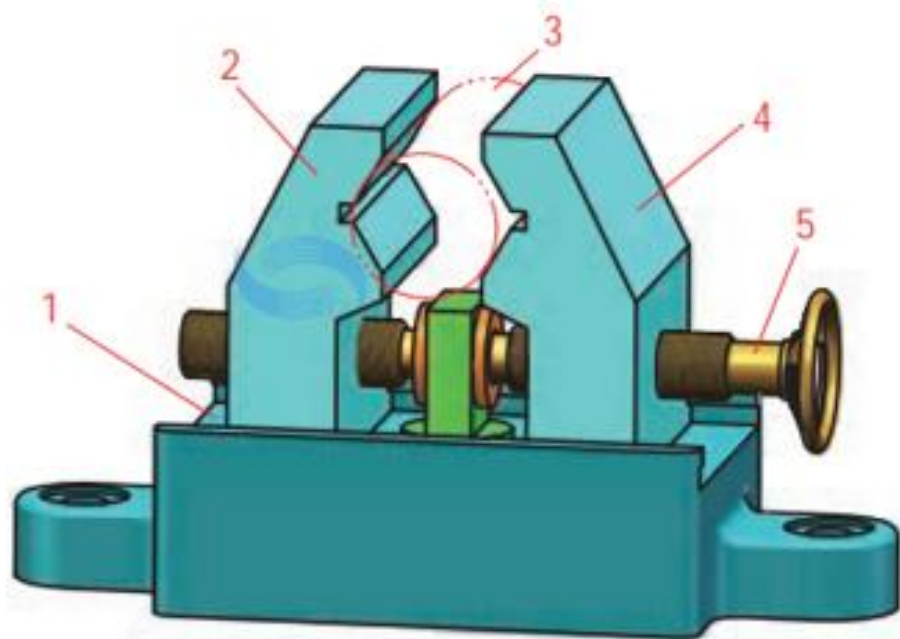
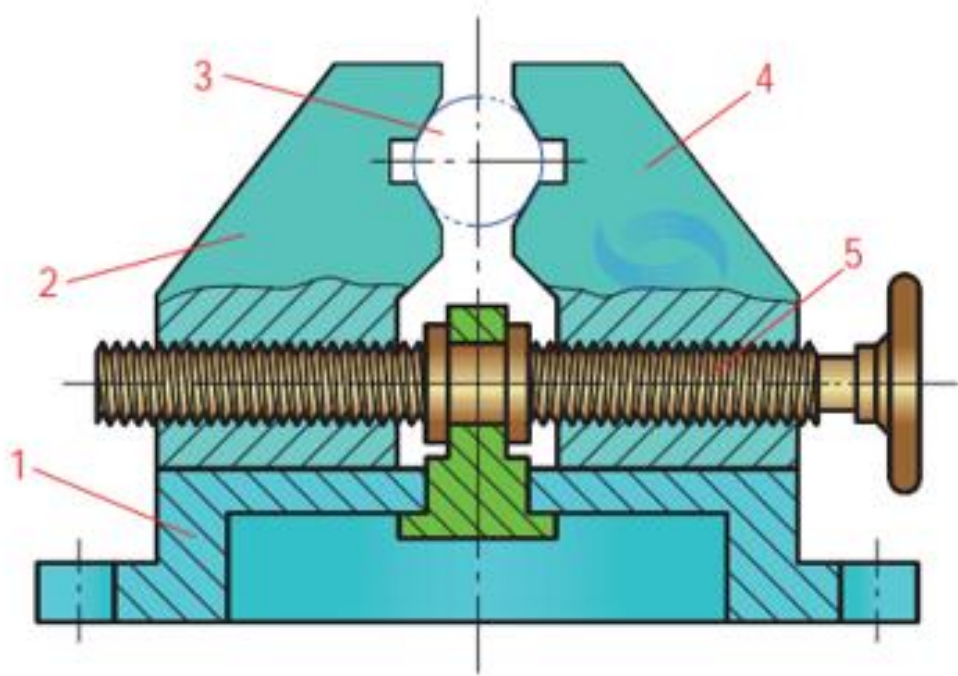
3. 差动螺旋传动的应用举例

(1) 微调镗刀头





(2) 铣床快速夹紧装置





三、滑动螺旋副的材料及热处理

不经热处理的螺杆可选Q235、Q275等碳素结构钢，或选45、50等优质碳素结构钢。

重要传动，要求耐磨性高的螺杆，可选40Cr、65Mn等合金钢并进行淬火热处理，或选合金渗碳钢20CrMnTi进行渗碳后淬火热处理以提高耐磨性。

精密的螺旋传动，要求螺杆热处理后要有较好的尺寸稳定性，可选用合金工具钢CrWMn并进行淬火热处理，或选用高级优质合金调质钢38CrMoAlA并进行渗氮热处理。



螺母材料要求较高时，可选用铸造锡青铜ZCuSn10P1和ZCuSn5Pb5Zn5；低速重载时，可选用铸造铝青铜ZCuAl9Mn2、ZCuAl10Fe3或铸造黄铜ZCuZn38；轻载低速时可选用球墨铸铁。



四、滑动螺旋传动的润滑

小型轻载的滑动螺旋传动可采用低黏度的L-AN全损耗系统用油。中型或载荷较重的滑动螺旋传动应采用一般黏度的L-AN全损耗系统用油或涡轮机油；大型、重载的滑动螺旋传动应采用大黏度（黏度等级在 100 以上）的齿轮油。

加油方便的小型机械的滑动螺旋传动，采用手浇或滴油润滑；有外露部分的滑动螺旋传动，直接向螺杆（或螺母）加油润滑；不能靠自然流入进行润滑的滑动螺旋传动，则需采用加压给油的方式进行润滑。



立式车床中的滑动螺旋传动，其表面压力高达10MPa，所以必须选用黏度大、抗磨性好的导轨油。

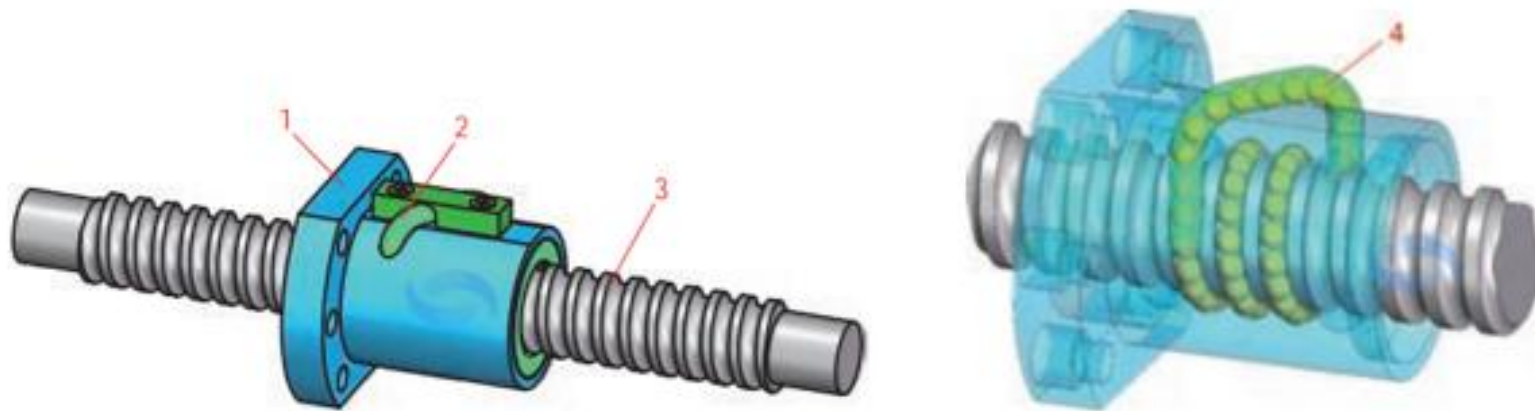
精密机床中的滑动螺旋传动要求长期保持其精度、较小的温升和较大的摩擦因数，宜选用黏度小及抗磨性好的轴承油或液压油。



五、滚动螺旋传动

1. 滚动螺旋传动的工作原理

在螺旋传动的螺杆和螺母间的螺旋滚道中置入滚动体（一般为钢球），就构成了滚动螺旋传动，又称为滚珠丝杠副。





2. 滚动螺旋传动的防护与润滑

(1) 滚动螺旋传动的防护

滚动螺旋传动应避免硬质灰尘或切屑等污物进入，必须装有防护装置。

如果滚珠丝杠副在机床上外露，则应采用封闭的防护罩；如果滚珠丝杠副处于隐蔽位置，则可采用密封圈防护，密封圈装在螺母的两端。

工作中应安装避免碰击防护装置，防护装置损坏后应及时更换。



(2) 滚动螺旋传动的润滑

润滑剂可分为润滑油和润滑脂两大类。

润滑油一般为全损耗系统用油，润滑脂可采用锂基润滑脂。

润滑脂一般加在螺旋滚道和安装螺母的壳体空间内，**润滑油**则经过壳体上的油孔注入螺母的空间内。

滚珠丝杠上的润滑脂应每半年更换一次。更换时，首先清洗丝杠上的旧润滑脂，然后涂上新的润滑脂。



3. 滚动螺旋传动的特点及应用

与普通螺旋传动相比，滚动螺旋传动具有摩擦阻力小、摩擦损失小、传动效率高、传递运动平稳、运动灵敏等优点。但其结构复杂，外形尺寸较大，制造技术要求高，因此成本也较高。

滚动螺旋传动目前主要应用于精密传动的数控机床，以及自动控制装置、升降机构、精密测量仪器、车辆转向机构等对传动精度要求较高的场合。



全国中等职业学校机械类专业通用教材
全国技工院校机械类专业通用教材（中级技能层级）

机械基础

（第七版）



 中国劳动社会保障出版社



著作权声明

本教学课件的著作权受国家著作权法保护，任何人不得复制盗用本教学课件所包含的全部或部分电子文件或图片。否则，著作权人有权向复制盗用者追究法律责任并依法索取赔偿。

中国劳动社会保障出版社



全国中等职业学校机械类专业通用教材
全国技工院校机械类专业通用教材（中级技能层级）

机械制图（第八版）

机械基础（第七版）

极限配合与技术测量基础（第六版）

金属材料与热处理（第八版）

机械制造工艺基础（第八版）

电工学（第七版）

工程力学（第七版）

数控加工基础（第五版）

计算机制图——AutoCAD 2023

计算机制图——CAXA电子图板 2023

计算机制图——中望CAD 2023



感谢 您的 使用