



第五章 螺纹连接与螺旋传动

起始页

第十讲

螺旋传动





- 螺旋传动的类型和应用
- 滑动螺旋的结构和材料
- 滑动螺旋传动的设计计算





第十讲 螺旋传动

螺旋传动是利用螺杆和螺母组成的螺旋副来实现传动的。它主要用于将回转运动转变为直线运动，同时传递动力。

螺旋传动常见的运动形式有：螺杆转动，螺母移动或螺母固定，螺杆转动并移动。

螺旋传动按其用途不同，可分为以下三种类型：

传力螺旋 传导螺旋 调整螺旋

螺旋传动按其螺旋副摩擦性质的不同，又可分为：

滑动螺旋 滚动螺旋 静压螺旋

螺旋机构在机床的进给机构、起重设备、锻压机械、测量仪器、工具、夹具、玩具及其他工业装备中有着广泛的应用。





第十讲 螺旋传动

◆ 滑动螺旋的结构

滑动螺旋的结构主要是指螺杆、螺母的固定和支承的结构形式。螺旋传动的工作刚度与精度等和支承结构有直接关系。

螺母结构有整体螺母、组合螺母和剖分螺母等形式。

滑动螺旋采用的螺纹类型有矩形、梯形、锯齿形。其中以梯形和锯齿形螺纹应用最广。

螺杆常用右旋螺纹，只有在某些特殊的场合，如车床横向进给丝杠，为符合操作习惯，才采用左旋螺纹。

传力螺旋和调整螺旋要求自锁时，应采用单线螺纹。对于传导螺旋，为提高其传动效率及直线运动速度，可采用多线螺纹。



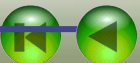


第十讲 螺旋传动

◆ 滑动螺旋的材料

螺杆的材料要有足够的强度和耐磨性。螺母材料除了要有足够的强度外，还要求在与螺杆材料相配合时摩擦系数小和耐磨。螺旋传动常用的材料如下：

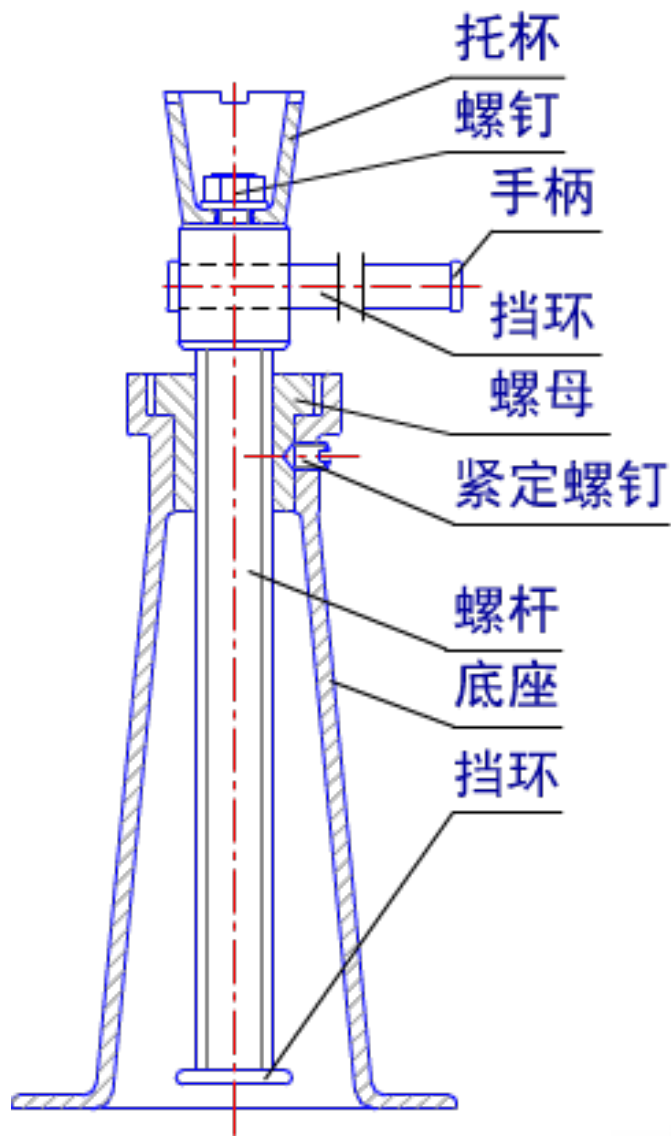
螺旋副	材料牌号	应用范围
螺杆	Q235、Q275、45、50	材料不经热处理，适用于经常运动、受力不大、转速较低的传动
	40Gr、65Mn、T12、40WMn、20GrMnTi	材料需经热处理，以提高其耐磨性，适用于重载、转速较高的重要传动
	9Mn2V、GrWMn、38GrMoAl	材料需经热处理，以提高其尺寸的稳定性，适用于精密传导螺旋传动
螺母	ZQSn10-1、ZQSn5-5-5（铸锡青铜）	材料耐磨性好，适用于一般传动
	ZQAl9-4-4-2（铸铝青铜） ZHA166-6-3-2（铸铝黄铜）	材料耐磨性好，强度高，适用于重载、低速的传动。对于尺寸较大或高速传动，螺母可采用钢或铸铁制造，内孔浇注青铜或巴氏合金



传力螺旋

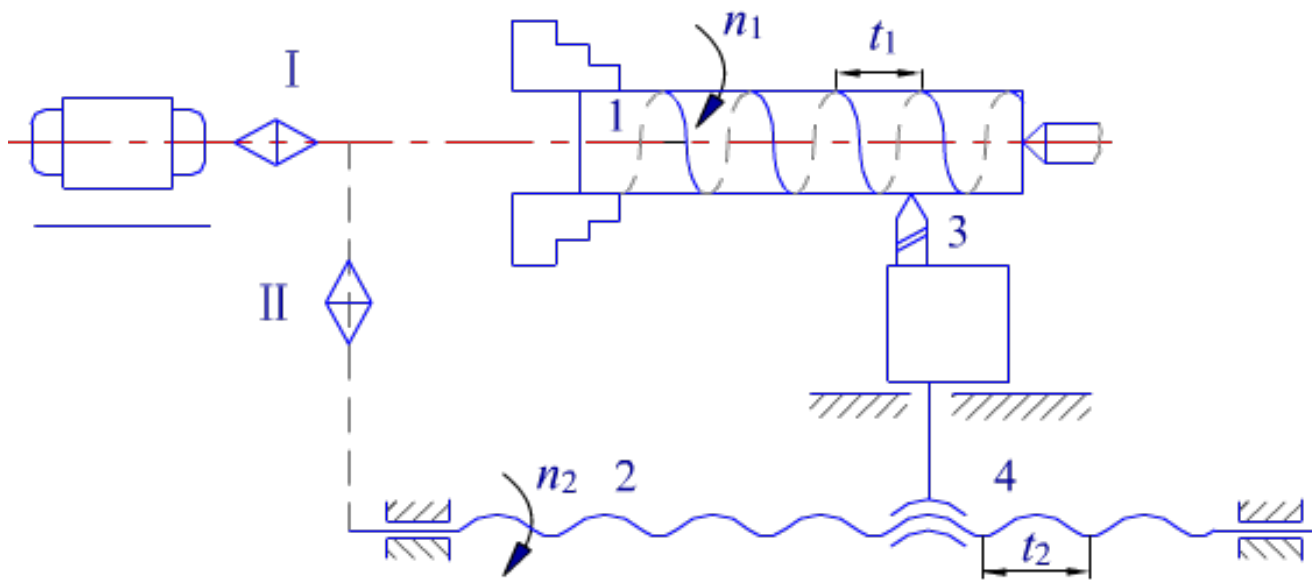


如螺旋千斤顶、螺旋压力机、虎钳等。由于它主要用来承受很大的轴向力，而且通常需要有自锁能力，故一般采用单线螺旋，其升角一般不大于 $4^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。在这种机构中，有的是将螺母固定，螺杆一方面转动，一方面作轴向移动。





这种机构用以传递运动，它要求具有较高的传动精度或工作速度，且能在较长时间内连续工作。对于要求传动精度高的，常采用单线螺旋，而对于要求传动效率高的，则采用升角较大的多线螺旋。



车床
进给
螺旋

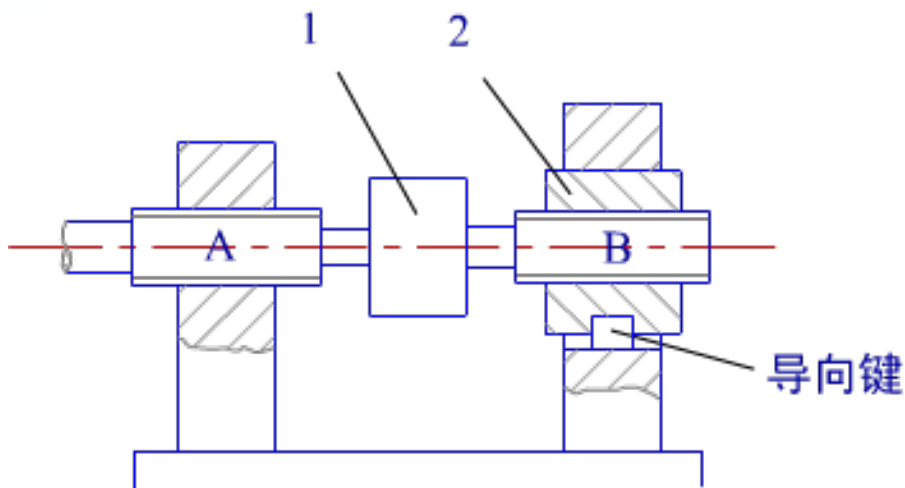
1-工件； 2-丝杠； 3-车刀； 4-螺母



调整螺旋

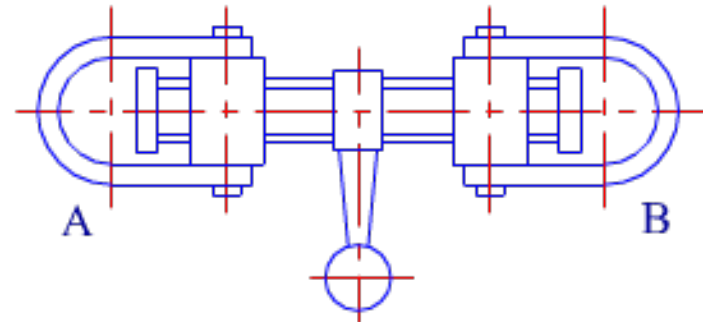


在这种机构中一般以螺杆为主动件，作回转运动；螺母为从动件，作轴向移动。



$$S_2 = (l_A - l_B) \varphi / 2\pi$$

差动螺旋机构



$$S_2 = (l_A + l_B) \varphi / 2\pi$$

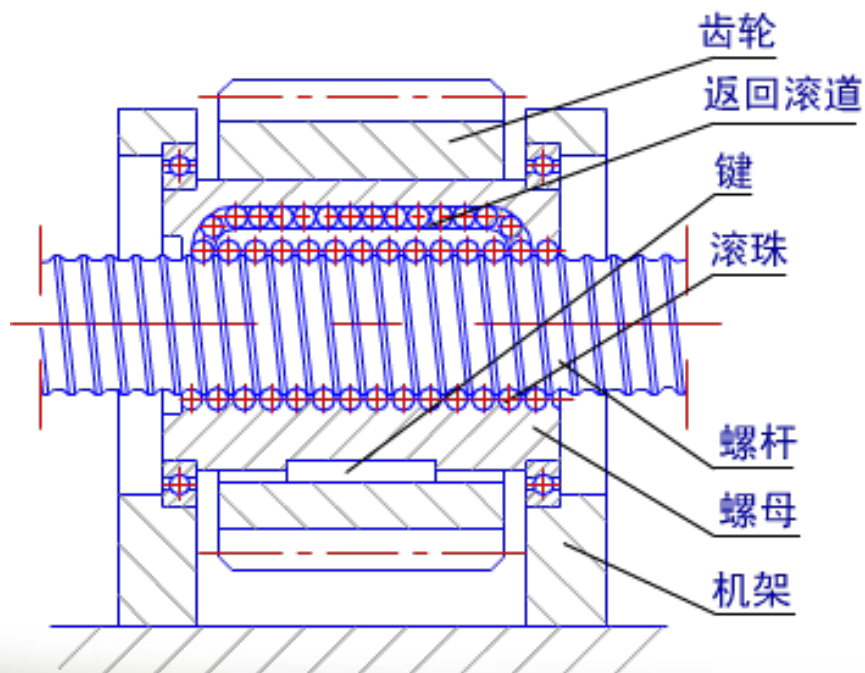
复式螺旋机构





滚动螺旋传动具有传动效率高、启动力矩小、传动灵敏平稳、工作寿命长等优点。故目前在机床、汽车、航空、航天及武器等制造业中应用颇广。缺点是制造工艺比较复杂，特别是长螺杆更难保证热处理及磨削工艺质量，刚性和抗振性较差。

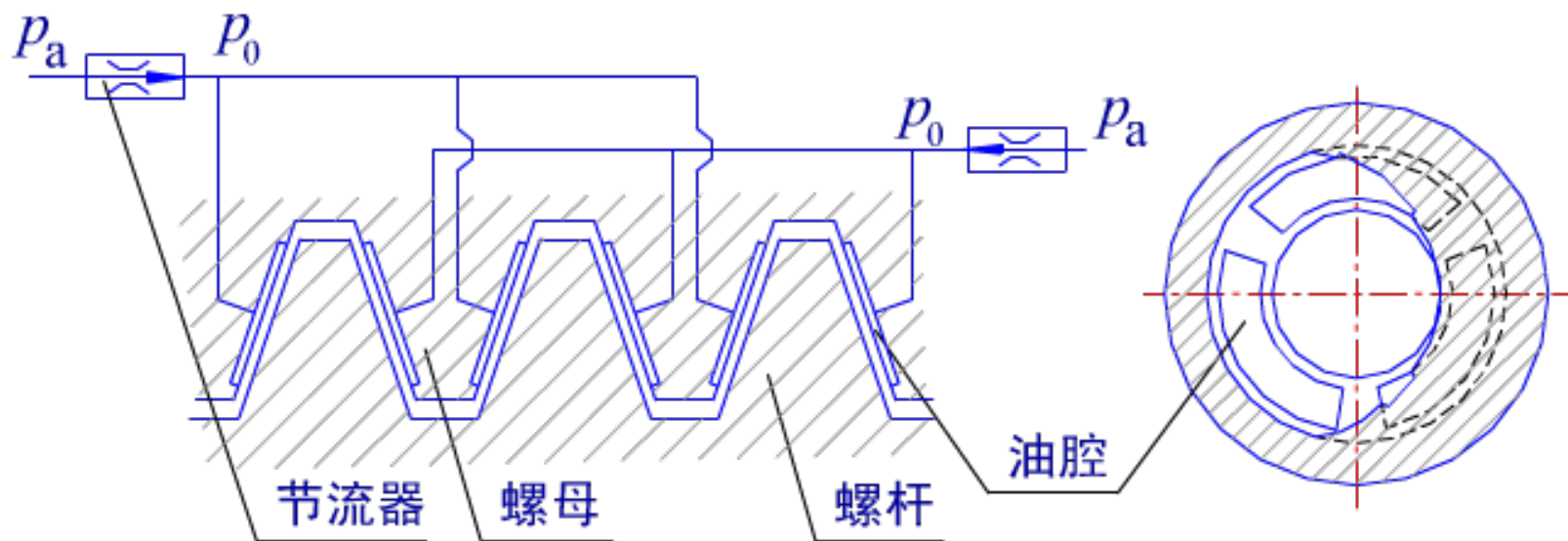
滚动螺旋可分为滚珠螺旋和滚子螺旋两大类。



静压螺旋



静压螺旋是靠外部的高压油在丝杠和螺母螺纹面之间形成一层足够厚的油膜来承载，因此摩擦磨损特别小，传动效率极高，能长期保持传动精度，常用于数控和伺服系统等高要求的设备之中。





滑动螺旋工作时，主要承受转矩及轴向拉力（或压力）的作用，同时在螺杆和螺母的旋合螺纹件有较大的相对滑动。其失效形式主要是螺纹磨损。

滑动螺旋的基本尺寸（即螺杆直径与螺母高度），通常是根
据耐磨性条件确定的。

对有螺纹牙强度、螺杆刚度、自锁性、稳定性以及临界转速等要求的螺纹传动还应满足其具体的要求。

在设计时，应根据螺旋传动的类型、工作条件及失效形式等，选择不同的设计准则。





第十讲 螺旋传动

■ 耐磨性计算

滑动螺旋的耐磨性计算，主要是限制螺纹工作面上的压力，其强度条件：

$$p = \frac{F}{\pi d_2 h u} = \frac{FP}{\pi d_2 h H} \leq [p]$$

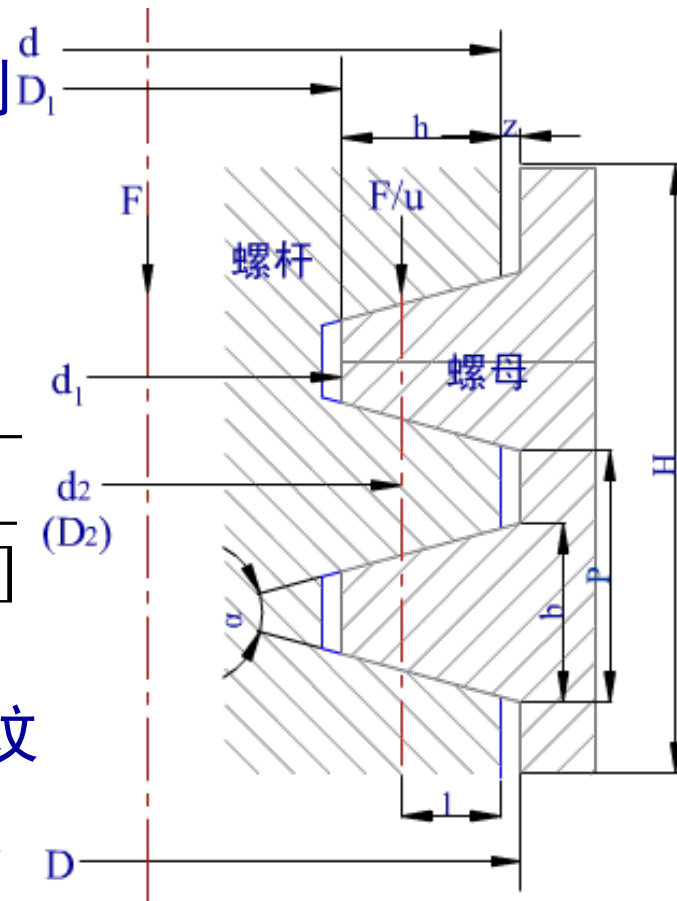
设计公式：令 $\varphi = \frac{H}{d_2}$ 则得： $d_2 \geq \sqrt{\frac{FP}{\pi h \varphi [p]}}$

式中：

螺纹工作高度 $\begin{cases} h = 0.75P & \text{矩形和梯形螺纹} \\ h = 0.5P & \text{30°锯齿形螺纹} \end{cases}$

$[p]$ 为材料的许用压力，MPa。

一般 $\varphi = 1.2 \sim 3.5$ 。 φ 值越大，螺母越厚，螺纹工作圈数越多。





第十讲 螺旋传动

依据计算出的螺纹中径，按螺纹标准选择合适的公称直径和螺距。

验算： $u = \frac{H}{P} \leq 10$ 若不满足要求，则增大螺距。

问题1：

螺旋传动与螺纹连接在设计要求上有什么不同？为什么？

问题2：

滑动螺旋传动主要进行哪些内容的设计计算？控制的是哪些失效形式？

φ_v — 当量摩擦角；

f_v — 螺旋副的当量摩擦系数；

f — 摩擦系数。



螺旋副材料的许用压力及摩擦系数



滑动螺旋副材料的许用压力 $[p]$ 及摩擦系数 f

螺杆—螺母的材料	滑动速度/(m/min)	许用压力/MPa	摩擦系数 f
钢—青铜	低速	18~25	0.08~0.10
	≤ 3.0	11~18	
	6~12	7~10	
	> 15	1~2	
淬火钢—青铜	6~12	10~13	0.06~0.08
钢—铸铁	< 2.4	13~18	0.12~0.15
	6~12	4~7	
钢—钢	低速	7.5~13	0.11~0.17

注：1) 表中许用压力值适用于 $\phi=2.5\sim 4$ 的情况。当 $\phi<2.5$ 时可提高20%；若为剖分螺母时应降低15%~20%。

2) 表中摩擦系数起动时取大值，运转中取小值。



螺旋副材料的许用压力及摩擦系数



滑动螺旋副材料的许用压力 $[p]$ 及摩擦系数 f

螺杆—螺母的材料	滑动速度/(m/min)	许用压力/MPa	摩擦系数 f
钢—青铜	低速	18~25	0.08~0.10
	≤ 3.0	11~18	
	6~12	7~10	
	> 15	1~2	
淬火钢—青铜	6~12	10~13	0.06~0.08
钢—铸铁	< 2.4	13~18	0.12~0.15
	6~12	4~7	
钢—钢	低速	7.5~13	0.11~0.17

注：1) 表中许用压力值适用于 $\phi=2.5\sim 4$ 的情况。当 $\phi<2.5$ 时可提高20%；若为剖分螺母时应降低15%~20%。

2) 表中摩擦系数起动时取大值，运转中取小值。

