

5~8,具体数值可根据表 5-9 推荐的范围选择。

表 5-9 圆柱螺旋弹簧旋绕比推荐值

d/mm	0.2~0.4	0.5~1.0	1.1~2.2	2.5~6.0	7.0~16	18~50
C	7~14	5~12	5~10	4~9	4~8	4~16

3. 初选弹簧中径 D 、簧丝直径 d ,确定许用应力

根据安装空间要求初选弹簧中径 D ,根据旋绕比 C 初选弹簧丝直径 d ,根据表 5-2~表 5-5 确定弹簧丝的许用应力。

4. 根据式(5-4)试算弹簧丝直径 d

由于冷卷弹簧钢丝材料的许用应力与弹簧丝直径有关,所以需要首先假设弹簧丝直径,并据此确定许用应力,然后进行试算。如果试算结果与假设直径相差较大,需要修正假设,重新试算。

计算出来的弹簧丝直径 d 、中径 D 、弹簧圈数 n 和弹簧自由高度 H 。应根据表 5-10 所列数值圆整。

表 5-10 普通圆柱螺旋弹簧尺寸系列

弹簧丝直径 d/mm	第一系列	0.1 0.12 0.14 0.16 0.2 0.25 0.3 0.35 0.4 0.45 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1 1.2 1.6 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 6 8 10 12 16 20 25 30 35 40 45 50 60 70 80
	第二系列	0.08 0.09 0.18 0.22 0.28 0.32 0.55 0.65 1.4 1.8 2.2 2.8 3.2 5.5 6.5 7 9 11 14 18 22 28 32 38 42 55 65
弹簧中径 D/mm		0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1 1.2 1.4 1.6 1.8 2 2.2 2.5 2.8 3 3.2 3.5 3.8 4 4.2 4.5 4.8 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9 10 12 14 16 18 20 22 25 28 30 32 38 42 45 48 50 52 55 58 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250 260 270 280 290 300 320 340 360 380 400 450 500 550 600 650 700
有效圈数 n	压缩弹簧	2 2.25 2.5 2.75 3 3.25 3.5 3.75 4 4.25 4.5 4.75 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8 8.5 9 9.5 10 10.5 11.5 12.5 13.5 14.5 15 16 18 20 22 25 28 30
	拉伸弹簧	2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 22 25 28 30 35 40 45 50 55 60 65 70 80 90 100
自由高度 H_0/mm	压缩弹簧	4 5 6 7 8 9 10 12 14 16 18 22 25 28 30 32 35 38 40 42 45 48 50 52 55 58 60 65 70 75 80 85 90 95 100 105 110 115 120 130 140 150 160 170 180 190 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 450 480 500 520 550 580 600 620 650 680 700 720 750 780 800 850 900 950 1000

续表

几何尺寸	压缩弹簧	拉伸弹簧
旋绕比 C	$C=D/d$	
有效圈数 n	用于计算弹簧总变形量的簧圈数量	
总圈数 n_1	$n_1=n+n_z$ (n_z 为支承圈数)	$n_1=n$
节距 t	螺旋弹簧两相邻有效圈截面中心线的轴向距离	
螺旋角 α	$\alpha=\arctan \frac{t}{\pi D}$	
自由高度 H_0	$H_0=nt+(n_z-0.5)d$ (两端圈磨平) $H_0=nt+(n_z-1)d$ (两端圈不磨平)	$H_0=nd+H_h$ (H_h 为挂钩轴向长度)
展开长度 L	$L=\frac{\pi D n_1}{\cos \alpha}$	$L=\frac{\pi D n_1}{\cos \alpha}+L_h$ (L_h 为挂钩展开长度)

5.3.2 弹簧的强度

以圆截面弹簧钢丝绕成的圆柱螺旋压缩弹簧为例,拉伸弹簧的受力情况相同。弹簧受力如图 5-2 所示,弹簧受到轴向载荷 F 作用,由于弹簧丝有螺旋角 α ,在弹簧丝的法向截面上受到法向力 $F_n=F\sin \alpha$ 、切向力 $F_t=F\cos \alpha$ 、转矩 $T=\frac{FD}{2}\cos \alpha$ 和弯矩 $M=\frac{FD}{2}\sin \alpha$ 的作用。

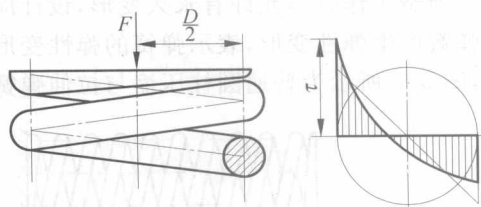


图 5-2 圆柱螺旋压缩弹簧的受力与应力

螺旋弹簧的螺旋角通常较小($\alpha<10^\circ$),弹簧丝的工作应力主要是由转矩引起的切应力,即

$$\tau_T = \frac{T}{W_T} = \frac{F \frac{D}{2}}{\frac{\pi d^3}{16}} = \frac{8FD}{\pi d^3} = \frac{8FC}{\pi d^2} \quad (5-1)$$

由于弹簧丝曲率的影响,同时考虑弹簧丝所受到的弯矩、切向力和法向力对应力的影响,引入曲度系数 K 对计算应力进行修正,弹簧丝内侧的最大应力和强度条件为

$$\tau = K\tau_T = K \frac{8FC}{\pi d^2} \leq [\tau] \quad (5-2)$$

其中,圆截面弹簧丝的曲度系数 K 为

$$K = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0.615}{C} \quad (5-3)$$

弹簧设计中可根据式(5-2)确定弹簧丝直径:

$$d \geq \sqrt{\frac{8KFC}{\pi[\tau]}} \quad (5-4)$$

5.3.3 弹簧的刚度

根据弹簧丝的扭转变形和螺旋弹簧的几何形状,圆柱螺旋弹簧的变形量为

$$f = \frac{8FD^3n}{Gd^4} \quad (5-5)$$

式中, G 为弹簧材料的切变模量。

对于有初拉力 F_0 的拉伸弹簧,变形量为

$$f = \frac{8(F-F_0)D^3n}{Gd^4}, \quad F > F_0 \quad (5-6)$$

弹簧刚度为

$$F' = \frac{F}{f} = \frac{Gd^4}{8D^3n} \quad (5-7)$$

5.3.4 弹簧的特性曲线

弹簧工作时不允许有永久变形,设计应保证弹簧工作在弹性极限范围内。在载荷作用下弹簧产生弹性变形,表示弹簧的弹性变形与作用载荷之间关系的曲线称为弹簧的特性曲线,图 5-3 所示为普通圆柱压缩与拉伸弹簧的特性曲线。

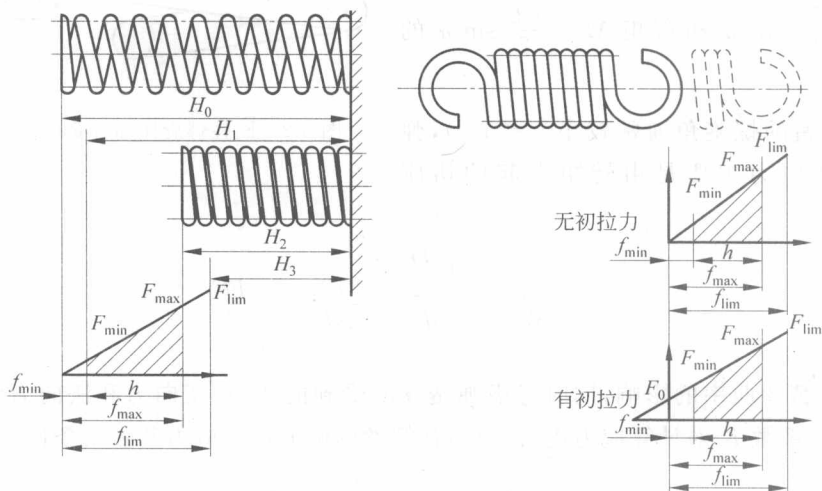


图 5-3 圆柱螺旋压缩和拉伸弹簧的特性曲线

特性曲线取纵坐标为弹簧所受载荷,横坐标为弹簧变形量。普通圆柱螺旋弹簧的特性曲线为直线,变直径或变节距弹簧的特性曲线为非线性。

压缩弹簧未受载荷作用时的长度(高度)为自由长度(高度)。安装时通常施加较小的载