

### 5. 根据刚度条件确定弹簧圈数

对压缩弹簧和没有初拉力的拉伸弹簧,根据式(5-5)确定弹簧圈数,即

$$n = \frac{f_{\max} G d^4}{8 F_{\max} D^3} \quad (5-8)$$

对于有初拉力  $F_0$  的拉伸弹簧,根据式(5-6)确定弹簧圈数,即

$$n = \frac{f_{\max} G d^4}{8 (F_{\max} - F_0) D^3} \quad (5-9)$$

为避免由于载荷偏心引起过大的附加力,同时使弹簧保持稳定的刚度,弹簧有效圈数一般不少于 3 圈,最少不少于 2 圈。压缩弹簧支承圈数与端部结构可参照表 5-7 确定。

用不需要淬火的材料密卷的拉伸弹簧可以具有初拉力,不需要初拉力的弹簧应在各圈之间留有间隙,经过淬火的弹簧没有初拉力。初拉力按下式计算:

$$F_0 = \frac{\pi d^3}{8 D} \tau_0 \quad (5-10)$$

式中,  $\tau_0$  为初应力,推荐根据旋绕比  $C$  在图 5-4 中的阴影部分选取。为了便于制造,建议取偏下值。

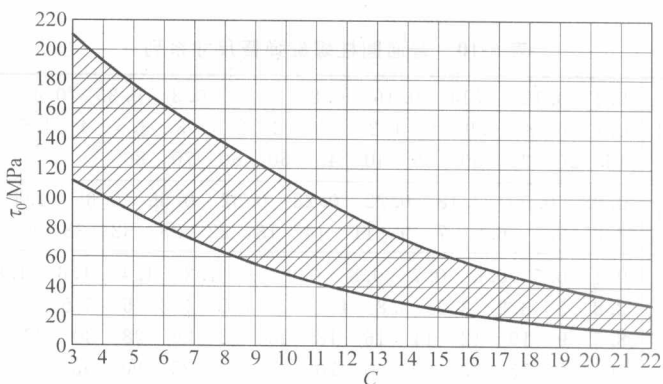


图 5-4 弹簧初应力选择

### 6. 计算弹簧几何参数,并检验是否符合安装条件

根据已经确定的参数可以计算弹簧的内径  $D_1$ 、外径  $D_2$ 、自由高度  $H_0$ 、节距  $t$ 、展开长度  $L$  和螺旋角  $\alpha$  等参数。螺旋弹簧的旋向一般选右旋;组合弹簧选左、右旋相间,外层选右旋。如果几何参数不满足安装要求,则应重新选择参数,重新设计。

### 7. 校核压缩弹簧的稳定性

对于压缩弹簧,如果长度过大,则受力后容易失稳。为了保证弹簧工作的稳定性和便于制造,弹簧的高径比  $b = H_0 / D$  应满足下列要求:

两端固定时,  $b \leq 5.3$ ; 一端固定、一端回转时  $b \leq 3.7$ ; 两端回转时  $b \leq 2.6$ 。

如果高径比不满足以上要求,则需要进行稳定性校核,使最大载荷  $F_{\max}$  小于临界载荷  $F_c$ ,即

$$F_{\max} < F_c = C_B F' H_0 \quad (5-11)$$

式中,  $C_B$  为不稳定系数,由图 5-5 查取。如果不满足要求,应重新选择参数,提高稳定性。当受结构限制不能改变参数时,可设置导杆或导套,导杆与导套结构见图 5-6。导杆或导套与弹簧之间的间隙(直径差)参照表 5-11 选取。

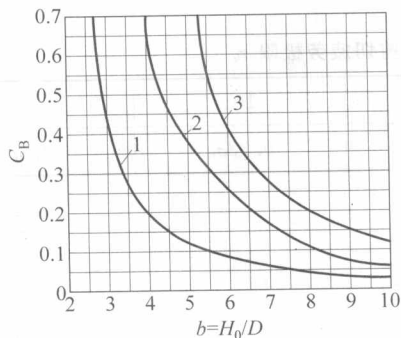


图 5-5 不稳定系数

1—两端回转；2—一端固定，一端回转；3—两端固定

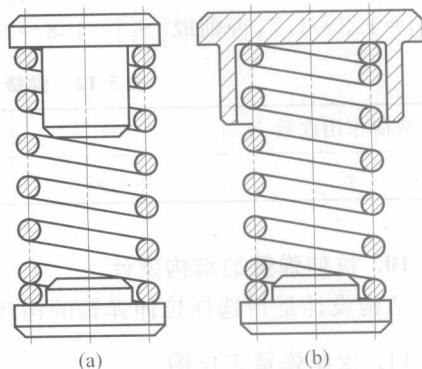


图 5-6 导杆与导套结构

(a) 加装导杆；(b) 加装导套

表 5-11 导杆(导套)与弹簧之间的间隙

mm

中径 $D$	$\leq 5$	$> 5 \sim 10$	$> 10 \sim 18$	$> 18 \sim 30$	$> 30 \sim 50$	$> 50 \sim 80$	$> 80 \sim 120$	$> 120 \sim 150$
间隙 $c$	0.6	1	2	3	4	5	6	7

## 8. 共振验算

受变载荷的弹簧在加载频率很高的条件下工作时应进行共振验算。圆柱螺旋弹簧的自振频率为

$$\nu = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{F'}{m}} \quad (5-12)$$

式中,  $m$  为弹簧质量。两端固定的钢制圆柱螺旋弹簧的自振频率为

$$\nu = 3.56 \times 10^5 \frac{d}{nD^2} \quad (5-13)$$

弹簧的自振频率与工作频率之比应大于 10。

## 9. 校核弹簧疲劳强度

承受变载荷的重要弹簧应进行疲劳强度校核。受变载荷作用的弹簧,其最大应力和最小应力分别为

$$\tau_{\max} = \frac{8KF_{\max}D}{\pi d^3}, \quad \tau_{\min} = \frac{8KF_{\min}D}{\pi d^3} \quad (5-14)$$

疲劳强度的安全系数为

$$S_c = \frac{\tau_0 + 0.75\tau_{\min}}{\tau_{\max}} \geq [S_c] \quad (5-15)$$

式中,  $\tau_0$  为弹簧材料脉动循环剪切疲劳极限, 根据载荷循环次数在表 5-12 中查取;  $[S_c]$  为弹簧疲劳强度的许用安全系数, 当弹簧的设计数据和弹簧材料的性能数据精确性较高时, 取  $[S_c] = 1.3 \sim 1.7$ , 否则取  $[S_c] = 1.8 \sim 2.3$ 。

表 5-12 弹簧材料脉动循环剪切疲劳极限  $\tau_0$

变载荷作用次数 $N$	$10^4$	$10^5$	$10^6$	$10^7$
$\tau_0$	$0.45\sigma_b$	$0.35\sigma_b$	$0.33\sigma_b$	$0.3\sigma_b$

## 10. 拉伸弹簧的结构设计

结构设计是指选择拉伸弹簧的钩环类型和尺寸。

## 11. 绘制弹簧工作图

弹簧工作图除应表达弹簧的形状和尺寸外, 还应标注其他弹簧参数。当直接标注有困难时可在技术要求中说明。用图解方式在弹簧视图上方表示弹簧的特性曲线。具体画法可参考图 5-7。

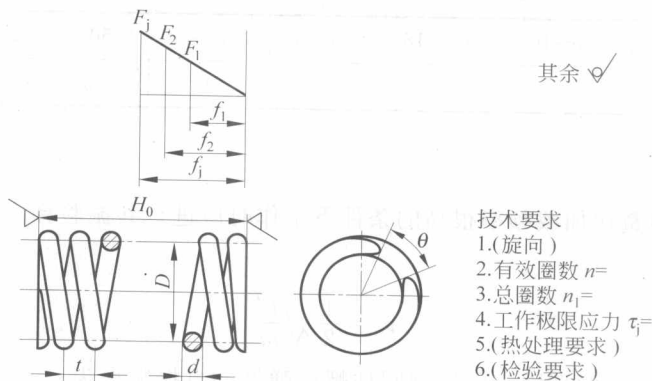


图 5-7 圆柱螺旋压缩弹簧参考工作图

**例 5-1** 设计一个工作在静载荷下的圆柱螺旋压缩弹簧, 其最大工作载荷  $F_{\max} = 1400 \text{ N}$ , 最大变形量  $f_{\max} = 25 \text{ mm}$ 。

解:

1. 选择材料

根据弹簧工作条件选用 C 级碳素弹簧钢丝。