

液压件圆柱螺旋压缩弹簧
 设计计算

JB/T 3338.2—93

代替 JB 3338-83

1 主题内容与适用范围

本标准规定了液压件用圆截面圆柱螺旋压缩弹簧(简称液压件弹簧)的设计计算。
 本标准适用于材料直径不大于 10mm、旋绕比一般不小于 3、有效圈数一般不小于 2 圈的等节距液
 压件弹簧的设计计算。

2 引用标准

- GB 2271 阀门用油淬火-回火铬钒合金弹簧钢丝
- GB 3123 硅青铜线
- GB 4357 碳素弹簧钢丝
- GB 4358 琴钢丝
- GB 4361 油淬火-回火硅锰合金弹簧钢丝
- GB 5218 硅锰弹簧钢丝
- GB 5219 铬钢弹簧钢丝
- JB/T 3338.1 液压件圆柱螺旋压缩弹簧技术条件
- YB(T) 11 弹簧用不锈钢丝

3 弹簧的参数、代号及单位

弹簧的参数、代号及单位见 JB/T 3338.1 表 1。

表 1

材料名称	组、类别	切变模量 G N/mm ²	许用切应力[τ] N/mm ²	推荐使用场合
碳素弹簧钢丝 (GB 4357)	B 级 C 级 D 级	78400	按图 1 选取	甲类弹簧选用 C 级、D 级、G2 组；乙、丙类弹簧选用 C 级、D 级、G1 组
琴钢丝 (GB 4358)	G1 组 G2 组 F 组			
阀门用油淬火回火铬钒合金弹簧钢丝 (GB 2271)	—	78400	740	当有特殊要求时才选用
铬钒弹簧钢丝 (GB 5219)			见材料标准 [τ]=0.55σ _b	
硅锰弹簧钢丝 (GB 5219)				
油淬火回火硅锰合金弹簧钢丝 (GB 4361)				

中华人民共和国机械工业部 1993-05-07 批准

1994-01-01 实施

续表 1

材料名称	组、类别	切变模量 G N/mm ²	许用切应力 $[\tau]$ N/mm ²	推荐使用场合
弹簧用不锈钢丝 [YB(T)11]		71540	见材料标准 $[\tau]=0.45\sigma_b$	当需要耐腐蚀或在高、低温条件下工作时选用
硅青铜线 (GB 3123)		40180	见材料标准 $[\tau]=0.4\sigma_b$	当需要有较强的耐腐蚀或在防磁条件下工作时选用

注： σ_b 取下限值。

4 液压件弹簧的典型工况

液压件弹簧的典型工况见 JB/T 3338.1 表 2。

表 2

序号	参数名称	代号	单位	计 算 公 式	备 注
1	曲度系数	K		$K=\frac{4C-1}{4C-4}+\frac{0.615}{C}$	
2	弹簧中径	D	mm	$D=Cd$	
3	弹簧外径	D_2	mm	$D_2=D+d$	
4	弹簧内径	D_1	mm	$D_1=D-d$	
5	总圈数	n_1	圈	$n_1=n+n_s$	此处 n 经圆整。建议尾数取 0.25、0.5、0.75 圈或整圈
6	弹簧刚度	P'	N/mm	$P'=\frac{Gd}{8C^3n}$	与设计要求有些变化
7	压并负荷	P_b	N	$P_b=\frac{\pi d^2}{8C}\tau_b$	理论值
8	压并变形量	F_b	mm	$F_b=P_b/P'$	
9	压并高度	H_b	mm	$H_b=(n_1-0.5)d$	
10	自由高度	H_0	mm	$H_0=H_b+F_b$	应作适当圆整。 P_b 会变化
11	节距	t	mm	$t=\frac{F_b}{n}+d$	
12	工作高度	H	mm	$H_1(H_{1.5},P_2)=H_0-\frac{P_1(P_{1.5},P_2)}{P'}$	已知 P 时的 H
13	工作负荷	P	N	$P_1(P_{1.5},P_2)=[H_0-H_1(H_{1.5},H_2)]P'$	已知 H 时的 P
14	压并切应力	τ_b	N/mm ²	$\tau_b=\frac{8C}{\pi d^2}(H_0-H_b)P'$	
15	工作切应力	τ	N/mm ²	甲类弹簧 $\tau_2=\frac{8C}{\pi d^2}P_2$ 乙、丙类弹簧 $\tau_1(\tau_{1.5},\tau_2)=\frac{8KC}{\pi d^2}P_1(P_{1.5},P_2)$	

续表 2

序号	参数名称	代号	单位	计 算 公 式	备 注
16	最大压并高度	H_{bmax}	mm	$H_{bmax} = n_1 d_{max}$	必须要考核 H_b 时,用比值
17	高径比	b	—	$b = H_0 / D$	
18	展开长度	L	mm	$L = \frac{\pi D n_1}{\cos \alpha}$	α —螺旋角
19	弹簧重量	W	kg	$W = \rho \frac{\pi d^2}{4} L$	ρ —材料密度
20	弹簧自振频率	f	1/s	$f = 3.56 \times 10^5 \frac{d}{\pi D^2}$	
21	外径增大量	ΔD_2	mm	$\Delta D_2 = \frac{0.1}{D} (t - d) (t - 0.2d)$	

5 设计依据

- a. 弹簧工况(类、组);
- b. 负荷性质;
- c. 最大工作负荷 P_2 ;
- d. 刚度 P' ;
- e. 允许的安装空间;
- f. 工作环境;
- g. 寿命要求;
- h. 其他。

6 设计计算公式

6.1 材料切应力 τ 的计算公式:

$$\tau = \frac{8KD}{\pi D^3} P = \frac{8KC}{\pi D^2} P \dots\dots\dots (1)$$

式中曲度系数 K 由下式计算:

$$K = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0.615}{C} \dots\dots\dots (2)$$

在用式(1)计算压并切应力 τ_b 、试验切应力 τ_s 及甲类弹簧工作切应力时,曲度系数 K 值等于1,计算乙、丙类弹簧的工作切应力时,曲度系数 K 按式(2)计算。

6.2 弹簧变形量 F 的计算公式:

$$F = \frac{8D^3 n}{Gd^4} P = \frac{C^3 n}{Gd} P \dots\dots\dots (3)$$

6.3 弹簧刚度 P' 的计算公式:

$$P' = \frac{P}{F} = \frac{Gd}{8C^3 n} \dots\dots\dots (4)$$

6.4 单圈弹簧刚度 P'_d 的计算公式

$$P'_d = nP' = \frac{Gd}{8C^3} \dots\dots\dots (5)$$

7 弹簧设计基本程序

7.1 确定弹簧所属类、组

根据弹簧的使用场合及液压件弹簧典型工况分析,确定弹簧所属类、组。

7.2 确定弹簧的负荷性质,最大工作负荷 P_2 及刚度 P' 。

7.2.1 弹簧负荷性质的确定

- a. 甲类弹簧属Ⅲ类;
- b. 乙、丙类弹簧属Ⅰ类或Ⅱ类。

7.2.2 甲类弹簧的刚度 P'

甲类弹簧已知最大工作负荷 P_2 及变形量 F_2 ,可按式(4)计算其刚度 P' 。

7.2.3 乙类弹簧的刚度 P'

乙类弹簧已知两点负荷 P_1 、 P_2 及变形量 ΔF ,可按下式计算其刚度:

$$P' = \frac{P_2 - P_1}{\Delta F} \dots\dots\dots (6)$$

7.2.4 丙类弹簧的刚度及最大工作负荷 P_2

丙类弹簧已知在负荷差 ΔP 下的变形量 ΔF ,可按下式计算其刚度 P' 。

$$P' = \frac{\Delta P}{\Delta F} \dots\dots\dots (7)$$

其最大工作负荷 P_2 由下式计算:

$$P_2 = (3.5 \sim 4) \Delta P \dots\dots\dots (8)$$

7.3 材料、许用切应力及切变模量的选择

材料、许用切应力 $[\tau]$ 及切变模量 G 按表 1 选用。

7.4 压并切应力 τ_b 的选取

- a. 当 $\tau_b = [\tau]$ 时,设计最为合理,弹簧压至任意高度时均不产生永久变形;
- b. 当 $\tau_b = (1 \sim 1.25)[\tau]$ 时,所设计的弹簧应进行强压处理后无永久变形,且其结构尺寸较小;
- c. 当 $\tau_b > 1.25[\tau]$ 时,在图样上应规定试验高度 H_s 和试验负荷 P_s ,该负荷决定于试验切应力 τ_s ,应取 $\tau_s = (1 \sim 1.25)[\tau]$,该弹簧只要压缩高度大于试验高度就不会产生永久变形。

7.5 最大工作切应力 τ_2 的选取

- a. 甲类弹簧因长时间在高应力、高温度下工作,其工作温度可达 80℃,取 $\tau_2 \leq 0.6\tau_b$;
- b. 乙、丙类弹簧要求工作寿命达 10^8 次以上,取最大工作切应力 $\tau_2 = (0.6 \sim 0.7)\tau_b$ 。

7.6 压并高度 H_b 与最大压并高度 H_{bmax}

对两端并紧并磨平的弹簧,其理论压并高度 H_b 按下式计算:

$$H_b = (n_1 - 0.5)d \dots\dots\dots (9)$$

压并高度 H_b 的实际值与材料直径 d 、总圈数 n_1 偏差及端部的磨削量有关,一般均大于理论值,因此规定凡考核压并高度的弹簧应在图样上注明其值不大于 H_{bmax} 。其值由下式计算:

$$H_{bmax} = n_1 d_{max} \dots\dots\dots (10)$$

7.7 弹簧直径注法及装配间隙的确定

液压件弹簧在液压件中应精确定位。

安装在孔中的弹簧应标注外径,反之则标注内径。弹簧座柱与弹簧内径之间最小间隙不小于 0.2mm。弹簧座孔与弹簧外径之间的间隙取决于弹簧压并时外径的增大量 ΔD_2 ,取最小间隙为 ΔD_2 。

ΔD_2 按下式计算:

$$\Delta D_2 = \frac{0.1}{D}(t - d)(t - 0.2d) \dots\dots\dots (11)$$

7.8 基本参数的设计计算

7.8.1 主要设计参数 d 、 D 和 n 的计算

7.8.1.1 用公式直接设计计算

利用切应力及变形量计算公式(1)、(3)进行参数计算,但两个方程式不可能得到三个未知数(d 、 D 、 n)的定解,还应其他的约束条件才能最后确定,通常是按安装空间情况来确定这三个主要参数,因此通常需进行多次反复试算。

7.8.1.2 利用 P_k 曲线的设计计算

a. 已知弹簧的最大工作负荷 P_2 及刚度 P' ,按表 1 或附图 A1 确定选用材料及其许用切应力 $[\tau]$ 。但碳素弹簧钢丝、琴钢丝及油淬火阀门弹簧钢丝的许用切应力 $[\tau]$ 与材料直径 d 有关,这就应初选一个材料直径 d 以确定许用切应力 $[\tau]$,待最后决定直径 d 后再修正许用切应力 $[\tau]$ 。

b. 按 7.5 条确定最大工作切应力 τ_2 。

c. 按下式计算 P_k 值:

$$P_k=\frac{P_2}{\tau_2}\times 1\,000\cdots\cdots\cdots (12)$$

在附录 A(补充件)的 P_k 曲线图上可找到或用插入法找到该 P_k 值的等值曲线,在这条曲线上对应着很多组材料直径 d 、旋绕比 C ,与单圈刚度 P'_d 的组合,由旋绕比 C 可得弹簧中径 D ,由单圈刚度 P'_d 可得有效圈数 n 。材料直径 d 与旋绕比 C 的组合由小变大,弹簧外形变化的规律是由细长变为短粗,然后根据弹簧安装空间条件从中选取一组合适的参数,可减少反复计算。

7.8.2 确定弹簧自由高度 H_0

按下式计算压并负荷 P_b :

$$P_b=\frac{\pi d^3}{8C}\tau_b\cdots\cdots\cdots (13)$$

按下式计算全变形量 F_b :

$$F_b=\frac{8C^3n}{Gd}P_b\cdots\cdots\cdots (14)$$

按下式计算压并高度 H_b (支承圈 n_s 以 2 圈计):

$$H_b=(n+1.5)d\cdots\cdots\cdots (15)$$

则

$$H_0=F_b+H_b\cdots\cdots\cdots (16)$$

如自由高度过大,可取:

$$\tau_b=(1\sim 1.25)[\tau]$$

$$\tau_2=(0.6\sim 0.7)\tau_b=(0.6\sim 0.7)(1\sim 1.25)[\tau]$$

重新按 7.8.1 条计算弹簧的三个主要参数, H_0 可以缩小。

7.8.3 确认计算

在确定了主要参数及自由高度之后,进行最后的确认计算,根据需要可按表 2 进行。

7.9 弹簧的疲劳强度及稳定性校核

在需要校核弹簧的疲劳强度、稳定性及共振时,按 GB/T 1239.6 进行。

7.10 立定处理

立定处理是将热处理后的弹簧,经数次短暂压缩以达到自由高度稳定为主要目的的一种工艺方法。一般压并切应力 τ_b 为(0.8~1)倍的许用切应力 $[\tau]$ 时,制造厂均要采用立定处理,在工作图样上不必标注这一要求。

7.11 强压处理的选用

强压处理是将弹簧压缩至使其材料表层应力超过弹性极限的状态下,保持一定时间以达到强化或

稳定尺寸的一种工艺方法。也可以用几十次短暂压缩代替长时间保压。因此强压处理的弹簧必定是压并切应力 τ_b 大于许用切应力 $[\tau]$ 。

7.12 喷丸处理的选用

喷丸处理可以适当提高承受 I、II 类负荷弹簧的疲劳寿命,当材料直径 d 小于 1.8mm 或间距 δ 小于 1.2mm 的弹簧一般不进行喷丸。硅青铜线的弹簧不喷丸。

7.13 弹簧端部结构

弹簧端部结构采用两端面并紧并磨平,表面粗糙的要求为 $\sqrt[6]{3}$,支承圈数 n_s 不得少于 2 圈,端面倒角可根据产品定位需要确定,并在图样上注明。

7.14 绘制弹簧工作图样

图样格式参照 JB/T 3338.1 附录 A(补充件)。

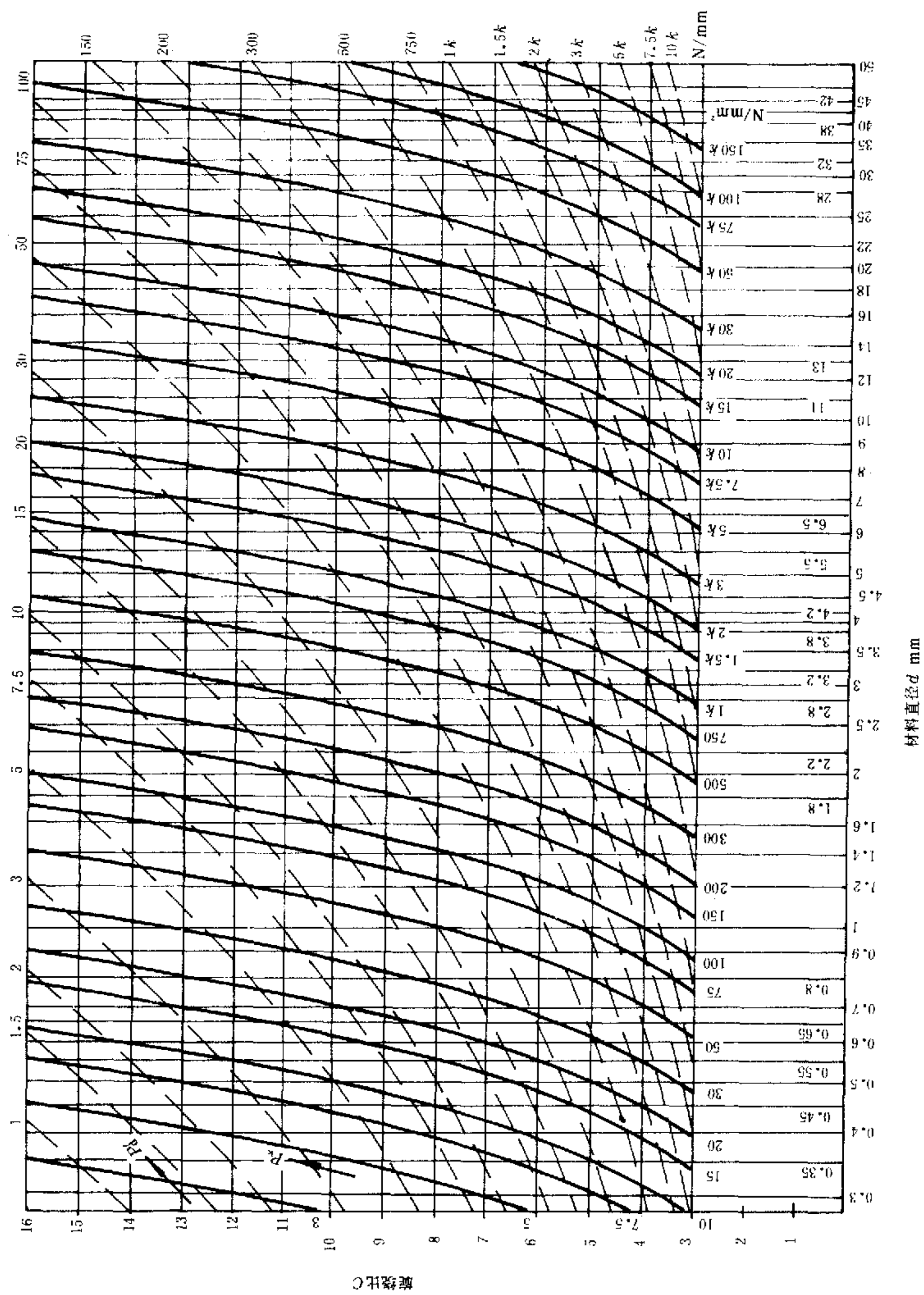
附 录 A
 P_k 曲线图
(补充件)

P_k 曲线图是根据式(1)取切应力 τ 为 1 000N/mm² 时 P 等于 P_k 及式(5)绘制的。

此图横坐标为材料直径 d ,纵坐标为旋绕比 C ,图中粗实线的曲线为不同 P_k 值的 P_k 曲线族,粗虚线的曲线为不同单圈刚度 P'_d 值的 P'_d 曲线族。

在坐标图平面上任意一点对应四个参数,即材料直径 d 、旋绕比 C 、 P_k 及单圈度 P'_d ,代表了一个单圈弹簧的几何尺寸及性能,只要已知其中两个参数就可以确定另两个参数。任何一个有效圈数为 n 的弹簧可以理解为 n 个相同单圈弹簧的串联,在某一条等 P_k 值曲线上的任意一点对应的材料直径 d 与旋绕比 C 所构成的弹簧,当负荷 P 为该 P_k 时弹簧的切应力正好是 1 000N/mm²,而等 P_k 曲线上所对应的单圈刚度 P'_d 值是不等的,随旋绕比 C 值的取大而变小,在要求弹簧的刚度 P' 一定时,则弹簧的有效圈数 n 也会由多变少。

利用此图可以帮助简化弹簧设计,也可对现有弹簧进行切应力及刚度的快速核验。



附录 B
液压件弹簧设计计算举例
(参考件)

B1 调压弹簧

设计溢流阀三个压力级的先导阀调压弹簧。工况负荷如图 B1 所示,导阀阀芯为锥形,弹簧安装在弹簧座上的柱径 D_s 为 5.6mm,安装空间高度 H 为 34mm,注脚 A、B、C 分别代表三个级别的调压弹簧。

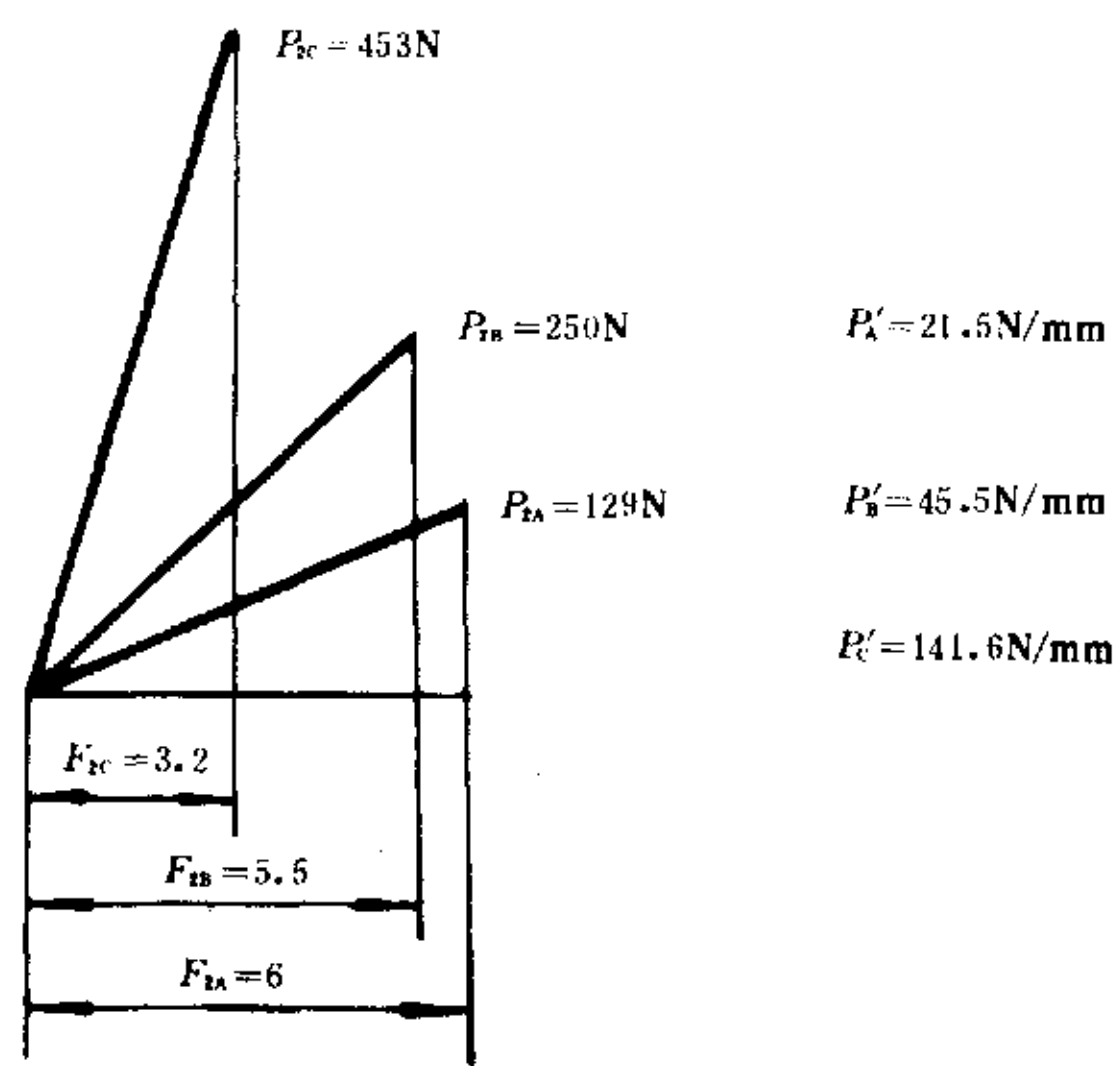


图 B1

从 JB/T 3338.1 典型工况分类可知该弹簧属甲类 I 组,负荷性质属 II 类,取弹簧内径 D_1 为 $6 \pm 0.2\text{mm}$,自由高度 H_0 应为 $33.5 \pm 0.5\text{mm}$ 。

B1.1 材料选择及其许用切应力 $[\tau]$

根据负荷性质选用 GB 4357 碳素弹簧钢丝 D 级,该材料的许用切应力 $[\tau]$ 与材料直径有关,根据已知负荷条件估计材料直径大约在 2~3mm 之间,暂取许用切应力 $[\tau]$ 为 850N/mm^2 。

B1.2 工作切应力 τ_2 的选取及 P_k 值的确定

取 $\tau_2 = 0.6[\tau] = 510\text{N/mm}^2$

则 $P_{kA} = \frac{P_{2A}}{\tau_2} \times 1\,000 = 253\text{N}$

$P_{kB} = \frac{P_{2B}}{\tau_2} \times 1\,000 = 490\text{N}$

$P_{kC} = \frac{P_{2C}}{\tau_2} \times 1\,000 = 888\text{N}$

B1.3 弹簧主要参数的选择及初步计算弹簧内径 D_1 为 $6 \pm 0.2\text{mm}$,则:

$$C = \frac{D_1}{d} + 1$$

可在 P_k 曲线图上作等内径条件的曲线,与 P_{kA} 、 P_{kB} 、 P_{kC} 值的等值曲线有三个交点,该交点不可能正好在材料系列直径上,可沿等内径曲线向右取最近一个材料的系列直径值。取到如表 B1 所列数据,并进行初步计算。

表 B1

代 号	单 位	公 式	A	B	C	备 注
d	mm		1.8	2.2	2.8	查 P_k 曲线图确定
C		$C=D/d$	4.33	3.73	3.143	
D	mm	$D=D_1+d$	7.8	8.2	8.8	
P'_d	N/mm	$P'_d=Gd/8C^3$	216.8	416.4	884	查 P_k 曲线图或按公式计算 取 $G=78400\text{N/mm}^2$
(n)	圈	$n=P'_d/P'$	10.1	9.15	6.24	计算值
n	圈	经圆整	10.5	9.5	6.5	确认值
P'	N/mm	$P'=P'_d/n$	20.6	43.8	136	设计取值
n_1	圈	$n_1=n+n_x$	12.5	11.5	8.5	取 $n_x=2$
H_b	mm	$H_b=(n_1-0.5)d$	21.6	24.2	22.4	
$[\tau]$	N/mm ²		950	900	860	查图 1 得
P_b	N	$P_b=\frac{\pi d^2}{8CK}\tau_b$	279.1	458.6	842.4	取 $\tau_b=[\tau]$, $K=1$ 时的计算值
F_b	mm	$F_b=P_b/P'$	13.5	10.47	6.19	
(H_o)	mm	$(H_o)=H_b+F_b$	35.1	34.7	28.6	计算值
H_o	mm	设计取值	33.5	33.5	33.5	弹簧 C 增加节距, 取 $\Delta H=H_o-(H)_o=4.9$ 取 $H_s=H_b+\Delta H=27.3$

初步计算结果可以看到弹簧 C 应增加自由高度,因此应规定试验高度 H_s 值,并应在工作图样上注明“不允许压过 27.3mm”。

B1.4 最后的确认计算及绘图

按表 2 进行确认计算,结果填在工作图样表格中,并绘制如图 B2、图 B3、图 B4 所示图样,由于 C 级弹簧是加大了节距,在图样上必须标出 H_s 、 P_s 值。

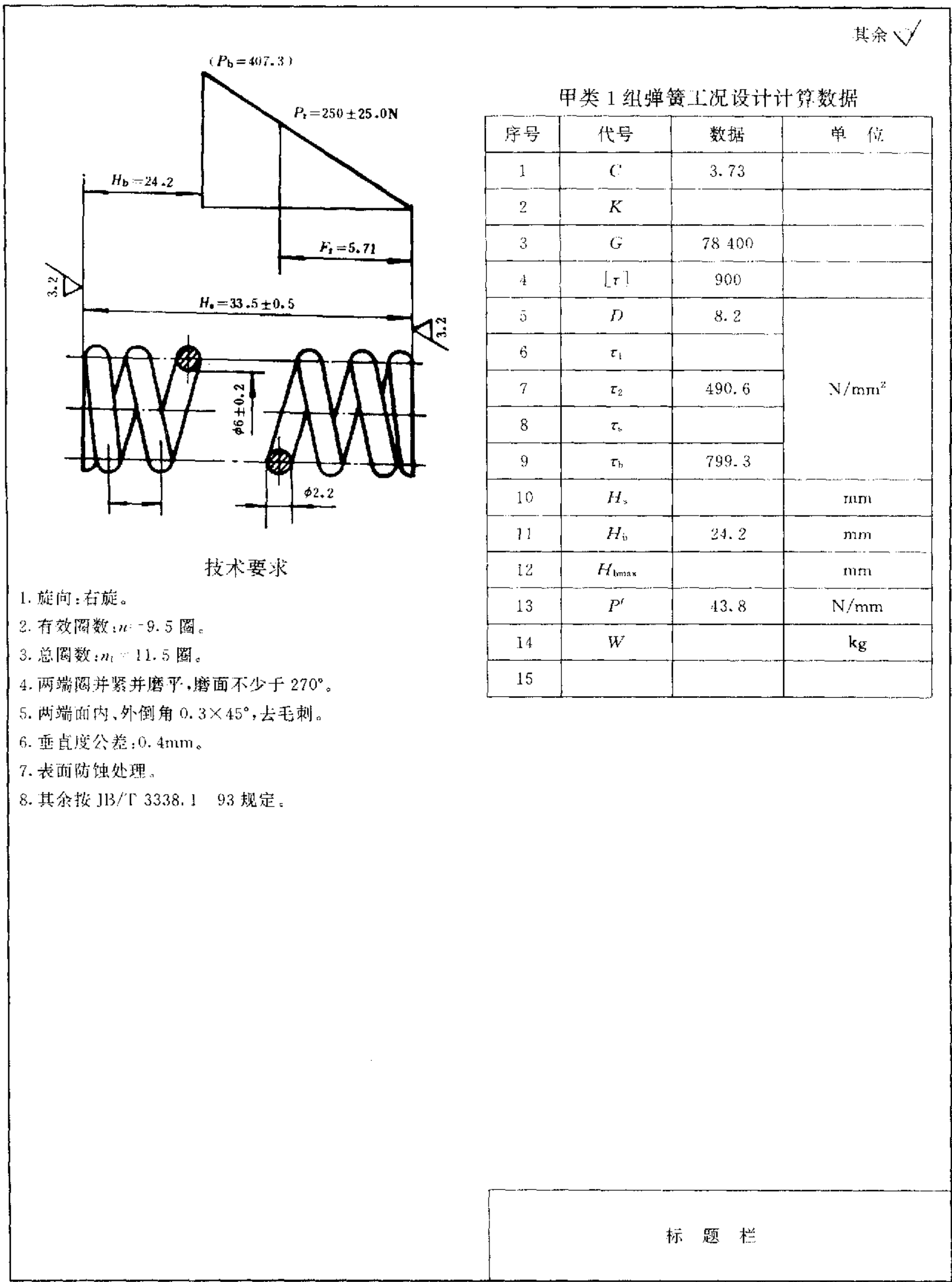
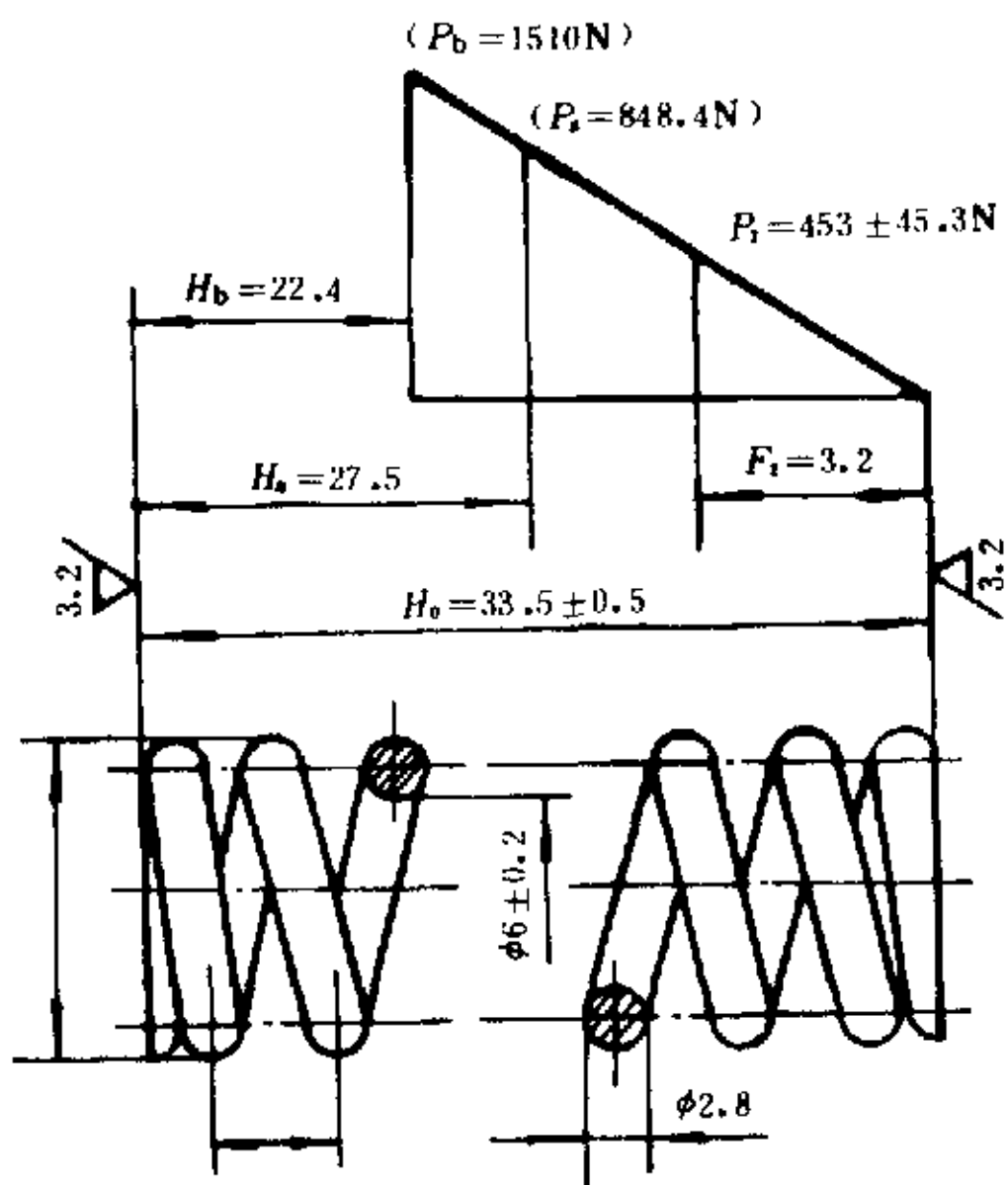


图 B3

其余√



技术要求

- 1. 旋向:右旋。
- 2. 有效圈数: $n=6.5$ 圈。
- 3. 总圈数: $n_1=8.5$ 圈。
- 4. 两端圈并紧并磨平,磨面不少于 270° 。
- 5. 两端面内、外倒角 $0.3 \times 45^\circ$,去毛刺。
- 6. 垂直度公差:0.3mm。
- 7. 表面防蚀处理。
- 8. 弹簧不得压过 27.3mm。
- 9. 其余按 JB/T 3338.1- 93 规定。

甲类 1 组弹簧工况设计计算数据

序号	代号	数据	单 位
1	C	3.143	
2	K		
3	G	78 400	
4	$[\tau]$	860	
5	D	8.8	N/mm ²
6	τ_1		
7	τ_2	462.5	
8	τ_s	860.8	
9	τ_3	1 541.5	
10	H_s	27.3	mm
11	H_b	22.4	mm
12	H_{bmax}		mm
13	P'	136	N/mm
14	W		kg
15			

标 题 栏

图 B4

B2 电磁换向阀复位弹簧

设计换向阀复位弹簧。工况负荷如图 B5 所示,要求弹簧安装高度 H_1 不大于 15mm。

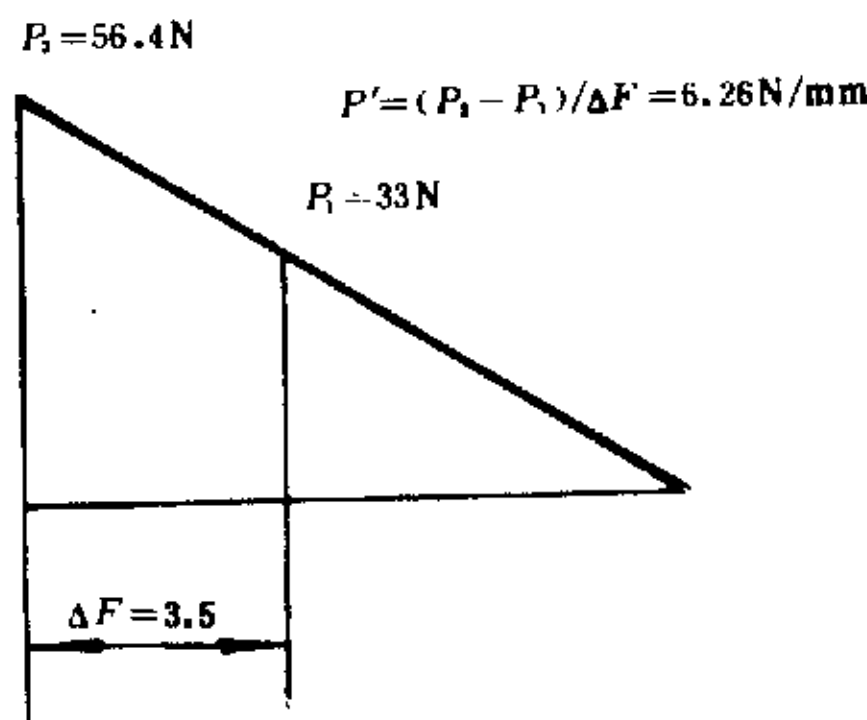


图 B5

从 JB/T 3338.1 弹簧典型工况分类可知该弹簧工况属乙类 2 组,负荷性质属 I 类,弹簧刚度 P' 为 6.68N/mm。

B2.1 材料选择及其许用切应力 $[\tau]$

根据负荷性质选用 GB 4358 琴钢丝 G1 组,该材料的许用切应力 $[\tau]$ 与钢丝直径有关,根据已知负荷条件估计钢丝直径大约 2mm 左右,暂取许用切应力 $[\tau]=900\text{N/mm}^2$ 。

B2.2 工作切应力 τ 的选取及 P_k 值的确定

取 $\tau_2=0.6[\tau]=540\text{N/mm}^2$

$$P_k=\frac{P_2}{\tau_2}\times 1\,000=104\text{N}$$

B2.3 弹簧主要参数的选择及初步计算

在 P_k 曲线图上可以找到 P_k 为 104N 的等值曲线与材料系列直径的交点,可得旋绕比 C ,单圈刚度 P'_d 值如表 B2 所示。

表 B2

d,mm	1.2	1.4	1.6	1.8
C	5.5	7.5	9.8	12.4
$P'_d,\text{N/mm}$	75	32	17	9
D,mm	6.6	10.5	15.68	22.32
$n,\text{圈}$	11.22	4.79	2.545	1.347

从表中数据可看到总的规律是,随材料直径 d 由小取到大,弹簧直径 D 由小变大,有效圈数 n 由多变小,弹簧的外形可由细长变成短粗,因此取钢丝直径较大的参数,由于 n 不得小于 2 圈,故可以确定 $d=1.6$ 的一组参数。

初算弹簧自由高度 H_0 及安装高度 H_1 。计算过程如表 B3 所示。

表 B3

代号	单位	公 式	数据	备 注
d	mm		1.6	
D	mm		15.7	
C			9.812 5	
n	圈		2.5	
n_1	圈	$n_1=n+2$	4.5	
H_b	mm	$H_b=(n_1-0.5)d$	6.4	
P'	N/mm	$P'=\frac{Gd}{8C^3n}$	6.64	取 $G=78\,400\text{N/mm}^2$
P_b	N	$P_b=\frac{\pi d^3}{8C}[\tau]$	98.35	当 $d=1.6$ 时, $[\tau]=960\text{N/mm}^2$
F_b	mm	$F_b=P_b/P'$	14.80	
H_0	mm	$H_0=F_b+H_b$	21.2	计算值
F_1	mm	$F_1=P_1/P'$	4.97	
H_1	mm	$H_1=H_0-F_1$	16.23	该值大于限定值 15mm

弹簧高度 H_1 大于要求高度,应压缩自由高度,为此取自由高度 H_0 为 20mm,则安装高度 H_1 为 (H_0-F_1) 等于 15mm 就可以满足设计要求。

B2.4 最后的确认计算及绘图

按表 2 进行确认计算,结果填在工作图样表格中,并绘制如图 B6 所示图样,该弹簧因压缩轴向长度,压并切应力 τ_b 小于许用切应力 $[\tau]$ 。

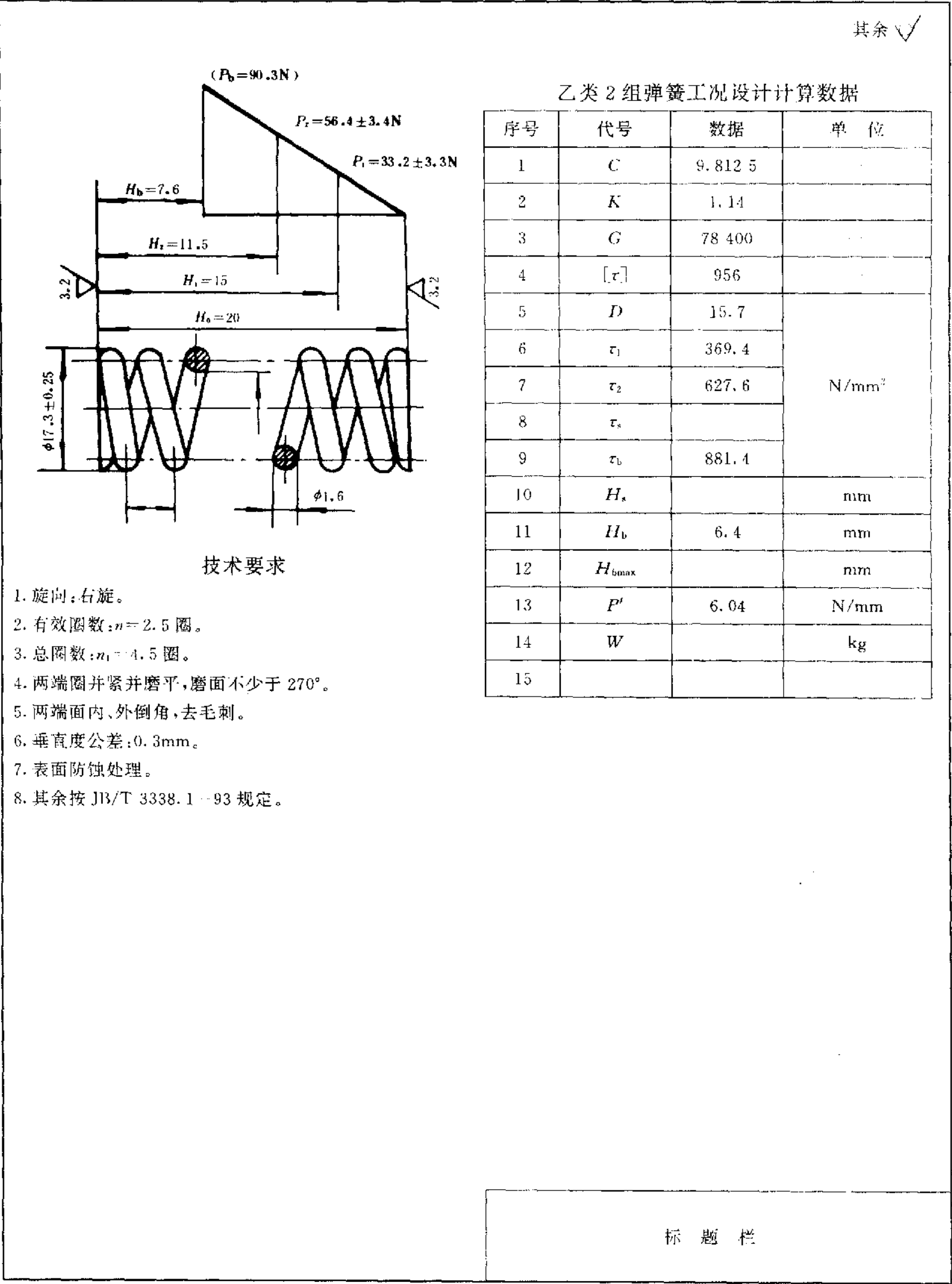


图 B6

B3 静压支承滑阀反馈对中弹簧

设计滑阀反馈对中弹簧。工况负荷如图 B7 所示, ΔF 为 10mm, ΔP 为 60N, 弹簧外径 D_s 取值 15.5 $\pm$ 0.2mm, 经计算其刚度 P' 为 6N/mm。

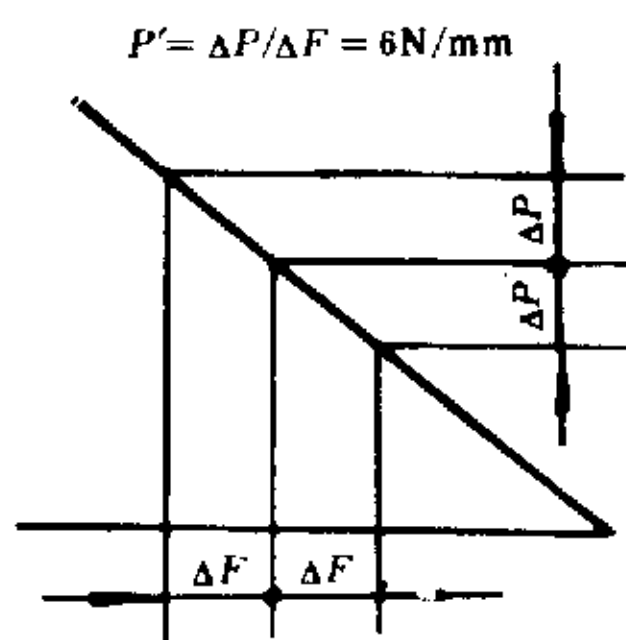


图 B7

从 JB/T 3338.1 弹簧典型工况分类可知该弹簧工况属丙类, 负荷性质属 II 类, 该弹簧是使用刚度 P' 而负荷 P 并不重要。但在设计时又必须给出负荷才能进行结构设计, 为此需根据本标准 5.2 条推荐, 取 P_s 为 $3.5\Delta P$ 即 210N。

B3.1 材料选择及其许用切应力 $[\tau]$

根据负荷性质材料选用 GB 4357 碳素弹簧钢丝 D 级, 该材料的许用切应力 $[\tau]$ 与材料直径有关, 根据已知负荷条件估计材料直径大约在 2mm 以上, 暂取许用切应力 $[\tau]$ 等于 900N/mm²。

B3.2 工作切应力 τ_s 的选取及 P_k 值的确定

$$\text{取 } \tau_b = [\tau] = 900\text{N/mm}^2$$

$$\tau_s = 0.70\tau_b = 630\text{N/mm}^2$$

$$\text{则 } P_k = \frac{P_s}{\tau_s} \times 1\,000 = \frac{210}{630} \times 1\,000 = 333.3\text{N}$$

B3.3 弹簧主要参数的选择及初步计算

在 P_k 曲线图上可以作一条受外径限制条件的等外径曲线, 与 P_k 为 333.3N 的等值曲线有一个交点, 该交点在材料直径 d 等于 2.2mm 上。

$$\text{则 } d = 2.2\text{mm}$$

$$C = 6.046$$

$$D = dC = 13.3\text{mm}$$

$$P'_d = \frac{Gd}{8C^3} = 97.6\text{N/mm}$$

$$\text{则 } n = P'_d / P' = 16.26 \text{ 圈}$$

$$\text{取 } n = 16.5 \text{ 圈}$$

$$n_1 = n + n_s = 18.5$$

$$\text{确认 } P' = P'_d / n = 5.92\text{N/mm}$$

$$H_b = (n_1 - 0.5)d = 39.6\text{mm}$$

$$\text{又 } P_b = \frac{\pi d^2}{8CK} \tau_b$$

式中 $K = 1$

$$P_d = 283\text{N}$$

$$F_b = P_b / P' = 47.8\text{mm}$$

$$\text{初算 } H_s = H_b + F_b = 87.4\text{mm}$$

$$\text{确认 } H_s = 87.5\text{mm}$$

B3.4 最后的确认计算及绘图

附 录 C
常用材料抗拉强度
(补充件)

C1 常用材料的抗拉强度见表 C1、表 C2。

表 C1 N/mm²

钢丝直径 mm	GB 4357 碳素弹簧钢丝			GB 4358 琴 钢 丝			GB 4359 阀门用油淬火回 火碳素弹簧钢丝	YB(T)11 弹簧用不锈钢丝		
	B 级	C 级	D 级	G1 组	G2 组	F 组		A 组	B 组	C 组
0.08	2 400	2 740	2 840	2 893	3 187	—	—	1 618	2 157	—
0.09	2 350	2 690	2 840	2 844	3 138	—	—	1 618	2 157	—
0.10	2 300	2 650	2 790	2 795	3 080	—	—	1 618	2 157	—
0.12	2 250	2 600	2 740	2 746	3 040	—	—	1 618	2 157	—
0.14	2 200	2 550	2 740	2 697	2 991	—	—	1 618	2 157	1 961
0.16	2 150	2 500	2 690	2 648	2 942	—	—	1 618	2 157	1 961
0.18	2 150	2 450	2 690	2 599	2 883	—	—	1 618	2 157	1 961
0.20	2 150	2 400	2 690	2 599	2 844	—	—	1 618	2 157	1 961
0.22	2 110	2 350	2 690	2 550	2 795	—	—	1 569	2 059	1 961
0.25	2 060	2 300	2 640	2 501	2 746	—	—	1 569	2 059	1 912
0.28	2 010	2 300	2 640	2 452	2 697	—	—	1 569	2 059	1 912
0.30	2 010	2 300	2 640	—	—	—	—	—	—	—
0.32	1 960	2 250	2 600	2 403	2 648	—	—	1 569	2 059	1 912
0.35	1 960	2 250	2 600	2 403	2 648	—	—	1 569	2 059	1 912
0.40	1 910	2 250	2 600	2 354	2 599	—	—	1 569	2 059	1 912
0.45	1 860	2 200	2 550	2 305	2 550	—	—	1 569	1 961	1 814
0.50	1 860	2 200	2 550	2 305	2 550	—	—	1 569	1 961	1 814
0.55	1 810	2 150	2 500	2 256	2 501	—	—	1 569	1 961	1 814
0.60	1 760	2 110	2 450	2 206	2 452	—	—	1 569	1 591	1 814
0.63	1 760	2 110	2 450	2 206	2 452	—	—	1 569	1 961	1 814
0.70	1 710	2 060	2 450	2 158	2 403	—	—	1 969	1 561	1 811
0.80	1 710	2 010	2 400	2 108	2 354	—	—	1 471	1 863	1 765
0.90	1 710	2 010	2 350	2 108	2 305	—	—	1 471	1 863	1 765
1.00	1 660	1 960	2 300	2 059	2 256	—	—	1 471	1 863	1 765
1.20	1 620	1 910	2 250	2 010	2 206	—	—	1 373	1 765	1 667
1.40	1 620	1 860	2 150	1 961	2 156	—	—	1 373	1 765	1 667
1.60	1 570	1 810	2 110	1 912	2 108	—	—	1 324	1 667	1 569
1.80	1 520	1 760	2 010	1 863	2 059	—	—	1 324	1 667	1 569

续表 C1										N/mm ²
钢丝直径 mm	GB 4357 碳素弹簧钢丝			GB 4358 琴 钢 丝			GB 4359 阀门用油淬火回 火碳素弹簧钢丝	YB(T)11 弹簧用不锈钢丝		
	B 级	C 级	D 级	G1 组	G2 组	F 组		A 组	B 组	C 组
2.0	1 470	1 710	1 910	1 814	2 010	1 716	1 422	1 324	1 667	1 569
2.2	1 420	1 660	1 810		—	—	1 442	—	—	
2.5	1 420	1 660	1 760	—		—	1 442		—	—
2.80	1 370	1 620	1 710	1 716	1 912	1 667	—	1 177	1 471	1 373
3.00	1 370	1 570	1 710	—	—	—	1 422		—	—
3.2	1 320	1 570	1 660	1 667	1 863	1 618	1 422	1 177	1 471	1 373
3.5	1 320	1 570	1 660	1 667	1 814	1 618	1 422	1 177	1 471	1 373
4.0	1 320	1 520	1 620	1 618	1 765	1 589	1 422	1 177	1 471	1 373
4.5	1 320	1 520	1 620	1 569	1 716	1 520	1 373	1 079	1 373	1 275
5.0	1 320	1 470	1 570	1 520	1 667	1 471	1 373	1 079	1 373	1 275
5.5	1 270	1 470	1 570	1 471	1 613	—	1 324	1 079	1 373	1 275
6.0	1 220	1 420	1 520	1 422	1 563	—	1 324	1 079	1 373	1 275
6.3	1 220	1 420	—			—	—	981	1 275	—
7.0	1 170	1 370	—	—	—		—	981	1 275	—
8.0	1 170	1 370	—		—	—	—	981	1 275	—
9.0	1 130	1 320	—	—	—	—		—	1 128	—
10.0	1 130	1 320	—		—	—	—	—	981	
11.0	1 080	1 320		—	—	—	—		—	—
12.0	1 080	1 270	—	—		—	—	—	883	—
13.0	1 030	1 220	—	—	—	—	—	—	—	—

表 C2										N/mm ²
钢丝直径 mm	GB 4360 油淬火回 火碳素弹簧钢丝		GB 4361 油淬火回火 硅锰合金弹簧钢丝			GB 4362 阀门用油淬火回火 铬硅合金弹簧钢丝	GB 2271 阀门用油淬火回火 铬钒合金弹簧钢丝			
	A 类	B 类	A 类	B 类	C 类					
1.0		—	—	—	—	—			1 667	
1.2		—	—	—		—			1 667	
1.4		—	—	—	—	—			1 667	
1.6	—	—	—	—	—	1 961			1 667	
1.8	—	—			—	1 961			1 667	
2.0	1 618	1 716	1 569	1 667	1 765	1 912			1 618	
2.2	1 569	1 667	1 569	1 667	1 765	1 912			1 618	
2.5	1 569	1 667	1 569	1 667	1 765	1 912			1 618	
3.0	1 520	1 618	1 569	1 667	1 765	1 912			1 618	

续表 C2							N/mm ²
钢丝直径 mm	GB 4360 油淬火回 火碳素弹簧钢丝		GB 4361 油淬火回火 硅锰合金弹簧钢丝			GB 4362 阀门用油淬火回火 铬硅合金弹簧钢丝	GB 2271 阀门用油淬火回火 铬钒合金弹簧钢丝
	A 类	B 类	A 类	B 类	C 类		
3.2	1 471	1 569	1 520	1 618	1 716	1 863	1 569
3.5	1 471	1 569	1 520	1 618	1 716	1 863	1 569
4.0	1 422	1 520	1 471	1 569	1 667	1 814	1 520
4.5	1 373	1 471	1 471	1 569	1 667	1 814	1 520
5.0	1 324	1 422	1 471	1 569	1 667	1 765	1 471
5.5	1 275	1 373	1 471	1 569	1 667	1 765	1 471
6.0	1 275	1 373	1 471	1 569	1 667	1 716	1 471
6.5	1 275	1 373	1 471	1 569	1 667	1 716	1 422
7.0	1 226	1 324	1 422	1 520	1 618	1 667	1 422
7.5	—	—	1 422	1 520	1 618	—	—
8.0	1 226	1 324	1 422	1 520	1 618	1 667	1 373
8.5	—	—	1 422	1 520	1 618	—	—
9.0	1 226	1 324	1 422	1 520	1 618	—	1 373
9.5	—	—	1 373	1 471	1 569	—	—
10.0	1 177	1 275	1 373	1 471	1 569	—	1 373
10.5	—	—	1 373	1 471	1 569	—	—
11.0	1 177	1 275	1 373	1 471	1 569	—	—
11.5	—	—	1 373	1 471	1 569	—	—
12.0	1 177	1 275	1 373	1 471	1 569	—	—
13.0	—	—	1 373	1 471	—	—	—
14.0	—	—	1 373	1 471	—	—	—

附加说明：

本标准由机械工业部机械标准化研究所提出并归口。

本标准由机械工业部机械标准化研究所、山西太原工业大学等负责起草。

本标准主要起草人周庆熊、姜膺、俞丽仙、陆培根、张玉祥。