

HB

中华人民共和国航空航天工业部 航空工业标准

HB/Z 88-90

指导性技术文件 不锈钢丝制圆柱螺旋压缩、拉伸 弹簧的设计与制造

1990—09—18 发布

1990—12—01 实施

中华人民共和国航空航天工业部

批准

目 次

1	主题内容与适用范围	-----	(1)
2	引用标准	-----	(1)
3	弹簧的设计计算	-----	(1)
3.1	材料和适用温度	-----	(1)
3.2	极限应力图及其应用	-----	(2)
3.2.1	极限应力图	-----	(2)
3.2.2	极限应力图的应用	-----	(2)
3.3	许用应力的确定	-----	(3)
3.3.1	压缩弹簧的许用应力	-----	(3)
3.3.2	拉伸弹簧的许用应力	-----	(3)
3.3.3	高温弹簧的许用应力	-----	(3)
图 1	1Cr18Ni9 $N=5 \times 10^4$ 的极限应力图	-----	(4)
图 2	1Cr18Ni9 $N=10^5$ 的极限应力图	-----	(5)
图 3	1Cr18Ni9 $N=10^6$ 的极限应力图 (包括喷丸处理)	-----	(6)
图 4	1Cr18Ni9 $N=10^7$ 的极限应力图	-----	(7)
图 5	Cr12Mo5Ni4Mo3Al $N=10^5$ 的极限应力图	-----	(8)
图 6	Cr12Mo5Ni4Mo3Al $N=10^6$ 的极限应力图 (包括喷丸处理)	-----	(9)
3.4	压缩弹簧的设计计算	-----	(10)
3.4.1	结构尺寸	-----	(10)
3.4.2	术语、符号及计算公式	-----	(11)
3.4.3	在最大工作载荷下的圈间余隙	-----	(13)
3.4.4	稳定性计算	-----	(13)
3.4.5	频率计算	-----	(14)
3.4.6	螺旋角 $\alpha > 9^\circ$ 时变形量的计算	-----	(15)
3.5	拉伸弹簧的设计计算	-----	(15)
3.5.1	结构尺寸	-----	(15)
3.5.2	术语、符号及计算公式	-----	(17)
3.5.3	常温拉伸弹簧的初应力 σ_0	-----	(19)

3.6	高温弹簧的有关设计计算	(19)
4	弹簧的特殊处理	(21)
4.1	强压处理	(21)
4.2	立定处理	(21)
4.3	加温加荷时效处理	(21)
4.4	喷丸处理	(21)
5	在设计图样上应填写的主要内容和技术要求	(22)
附录 A	1Cr18Ni9、Cr12Mn5Ni4Mo3Al 弹簧钢丝机械性能及直径公差(参考件)	(23)
附录 B	弹簧喷丸强化工艺(参考件)	(25)
附录 C	强度与硬度换算表(参考件)	(27)
附录 D	弹簧的设计计算示例(参考件)	(28)
附录 E	弹簧的曲度系数 $K(K_1)$ (参考件)	(33)
附录 F	弹簧的典型工艺(参考件)	(36)
附录 G	弹簧的典型工作图(参考件)	(39)

不锈钢丝制圆柱螺旋压缩、拉伸
弹簧的设计与制造

HB / 288-90

代替 HB / 288-84

1 主题内容与适用范围

本指导性技术文件规定了压缩、拉伸弹簧的设计与制造等技术要求。

本指导性技术文件适用于工作载荷为变载（冲击载荷除外）、材料为 1Cr18Ni9、Cr12Mn5Ni4Mo3Al I 组、 $d=0.8\sim6\text{mm}$ 圆截面冷拉不锈钢丝制圆柱螺旋压缩弹簧（包括喷丸弹簧）和拉伸弹簧。

2 引用标准

HB 5298	Cr12Mn5Ni4Mo3Al 不锈钢弹簧钢丝技术条件
HB 5865—5866	不锈钢丝制圆柱螺旋压缩弹簧
HB 5867—5868	不锈钢丝制圆柱螺旋拉伸弹簧
HB 5869	不锈钢丝制圆柱螺旋压缩、拉伸弹簧技术条件
Q/LB 33	1Cr18Ni9 不锈钢弹簧钢丝技术条件

3 弹簧的设计计算

3.1 材料和适用温度

弹簧的材料和适用温度见表 1。

表 1

材料牌号	技术条件	适用温度	备 注
1Cr18Ni9	Q/LB 33-84 ¹⁾	$t = -60 \sim +250^{\circ}\text{C}$	喷丸弹簧可用于 $t = -60 \sim +200^{\circ}\text{C}$
Cr12Mn5Ni4Mo3AlI组	HB 5298-85 (上钢研 19-77)	$t = -60 \sim +300^{\circ}\text{C}$	

注：1) Q/LB 33-84 为大连钢厂企标，经航空部、冶金部联合鉴定通过。

3.2 极限应力图及其应用

弹簧根据载荷、工作循环次数、循环特征、工作温度等进行设计计算。

3.2.1 极限应力图

极限应力图通常由 $[\tau_{kmax}]$ 应力线、 $[\tau_{kmin}]$ 应力线与水平线（屈服极限）组成。为了使 $[\tau_{kmax}] - [\tau_{kmin}]$ 极限应力图（或称等寿命图）适用于 $d = 0.8 \sim 6 \text{ mm}$ 制弹簧查取 $[\tau_k]$ 值，极限应力图用 $\frac{[\tau_{kmax}]}{\sigma_{bmin}} - \frac{[\tau_{kmin}]}{\sigma_{bmin}}$ 来表示，其存活率为 $p = 99.9\%$ ，置信度为 95% ，并已考虑了载荷公差、尺寸公差对应力的影响，使用是安全的。对特别重要的弹簧可降低许用应力或做必要的疲劳试验。

1Cr18Ni9 制弹簧的 $\frac{[\tau_{kmax}]}{\sigma_{bmin}} - \frac{[\tau_{kmin}]}{\sigma_{bmin}}$ 极限应力图见图 1 ~ 图 4。

Cr12Mn5Ni4Mo3Al 制弹簧的 $\frac{[\tau_{kmax}]}{\sigma_{bmin}} - \frac{[\tau_{kmin}]}{\sigma_{bmin}}$ 极限应力图见图 5、图 6。

3.2.2 极限应力图的应用

极限应力图适用于变载（冲击载荷除外）。

当材料、循环特征 r 、工作循环次数 N 确定之后即可查出 $\frac{[\tau_{kmax}]}{\sigma_{bmin}}$ 值，将该值乘以 σ_{bmin} 就得出 $[\tau_{kmax}]$ ，则 $[\tau_{kmin}] = [\tau_{kmax}] \cdot r$ 。

喷丸弹簧查对应工作循环次数的喷丸 $\frac{[\tau_{kmax}]}{\sigma_{bmin}}$ 应力线。

当工作循环次数 $N \geq 10^6$ 选用 III 级精度时，其许用应力降低 5% 使用。

3.3 许用应力的确定

3.3.1 压缩弹簧的许用应力

压缩弹簧的许用应力按图1~图6查取。

3.3.2 拉伸弹簧的许用应力

拉伸弹簧的许用应力按下式确定：

$$[\tau_{ke}] = 0.85 [\tau_k] \text{-----}(1)$$

3.3.3 高温弹簧的许用应力

高温弹簧的许用应力按下式确定：

$$[\tau_{kg}] = [\tau_k] \cdot K_\tau \text{-----}(2)$$

$$[\tau_{keg}] = [\tau_{ke}] \cdot K_\tau \text{-----}(3)$$

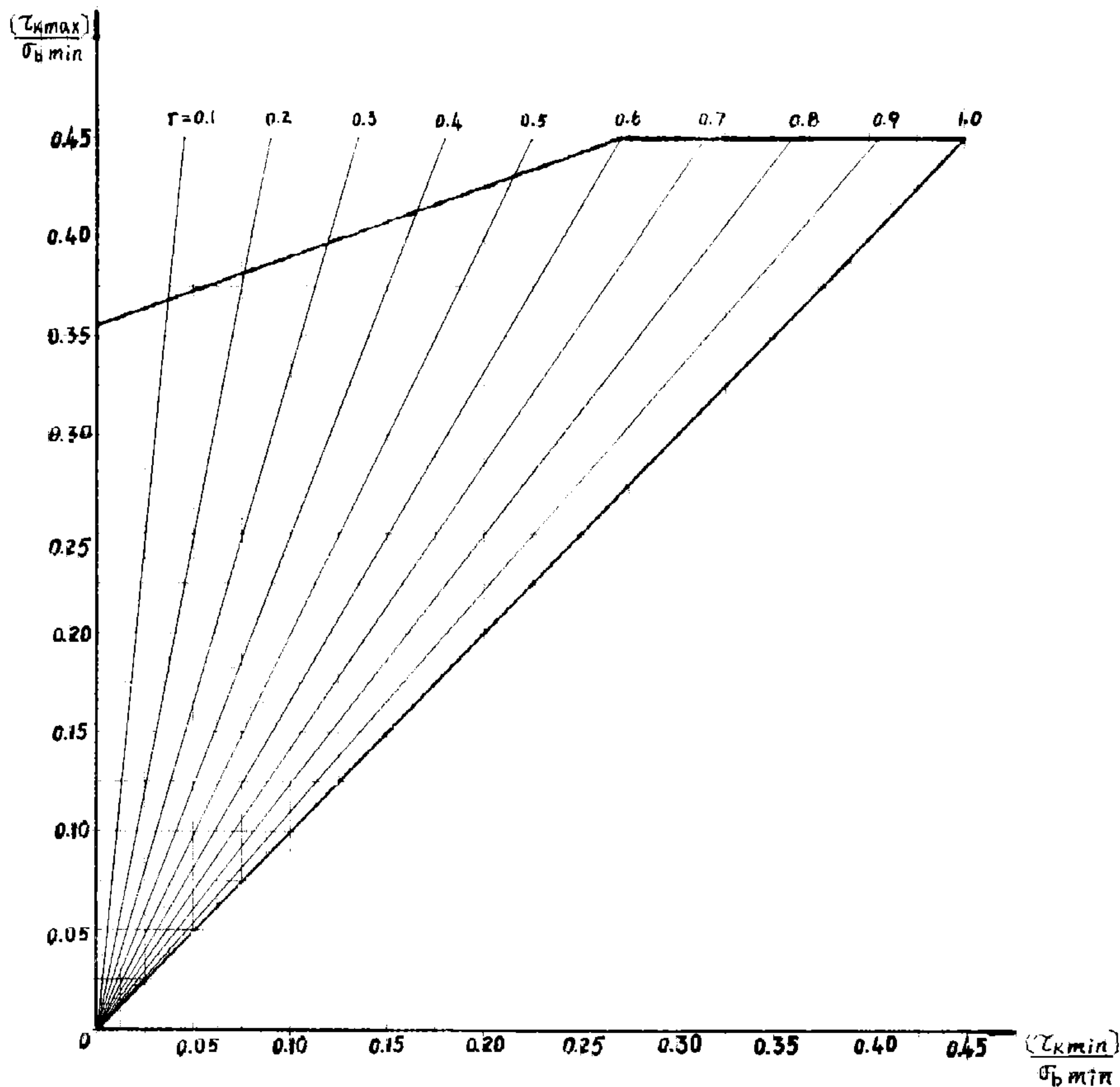


图1 1Cr18Ni9 $N=5 \times 10^4$ $\frac{(\tau_{kmax})}{\sigma_{bmin}} - \frac{(\tau_{kmin})}{\sigma_{bmin}}$ 极限应力图

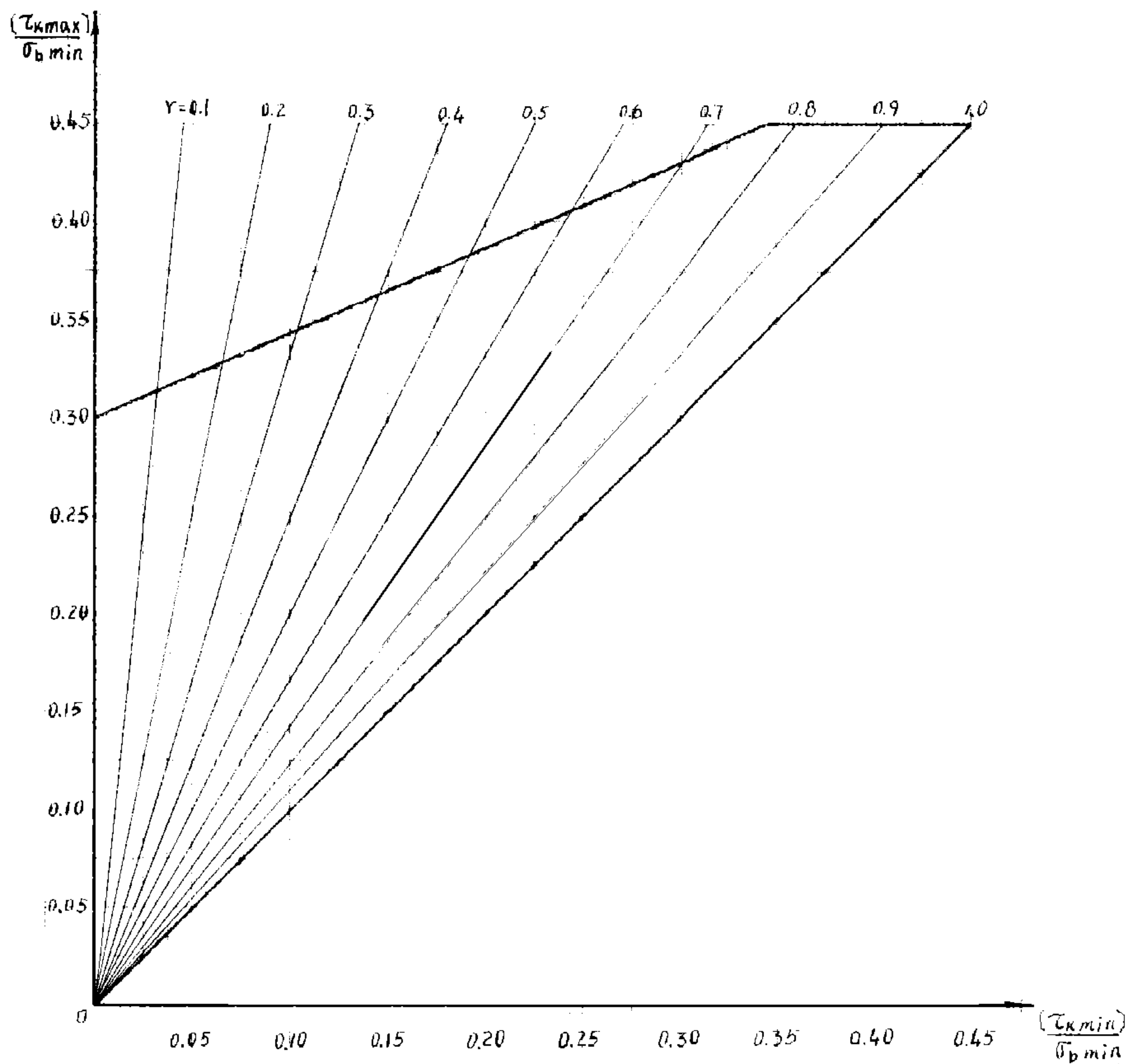


图2 1Cr18Ni9 $N=10^5$ $\frac{(\tau_{kmax})}{\sigma_{bmin}} - \frac{(\tau_{kmin})}{\sigma_{bmin}}$ 极限应力图

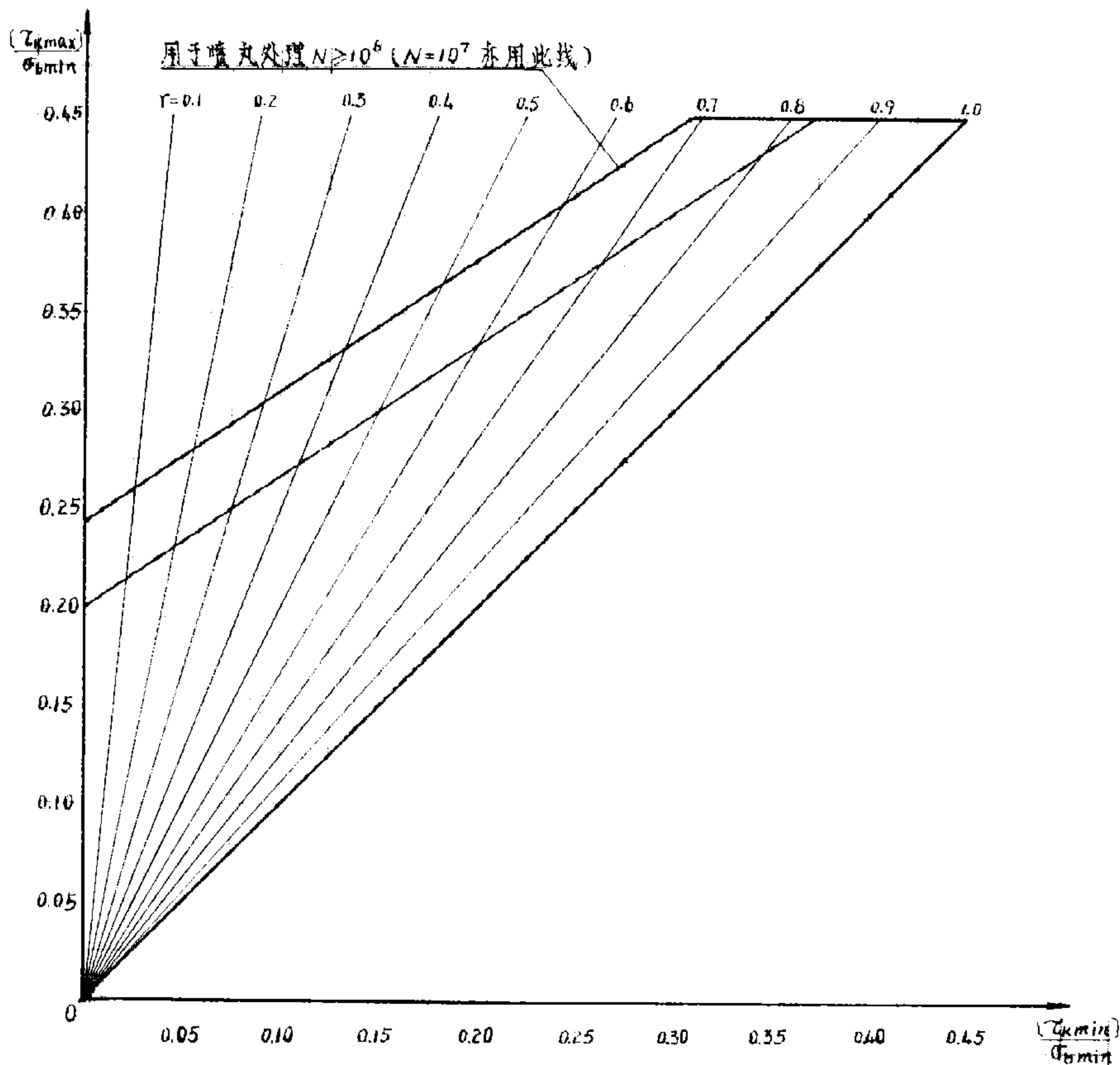


图3 1C₁18Ni9 $N=10^6$ $\frac{(\tau_{kmax})}{\sigma_{bmin}} - \frac{(\tau_{kmin})}{\tau_{bmin}}$ 极限应力图

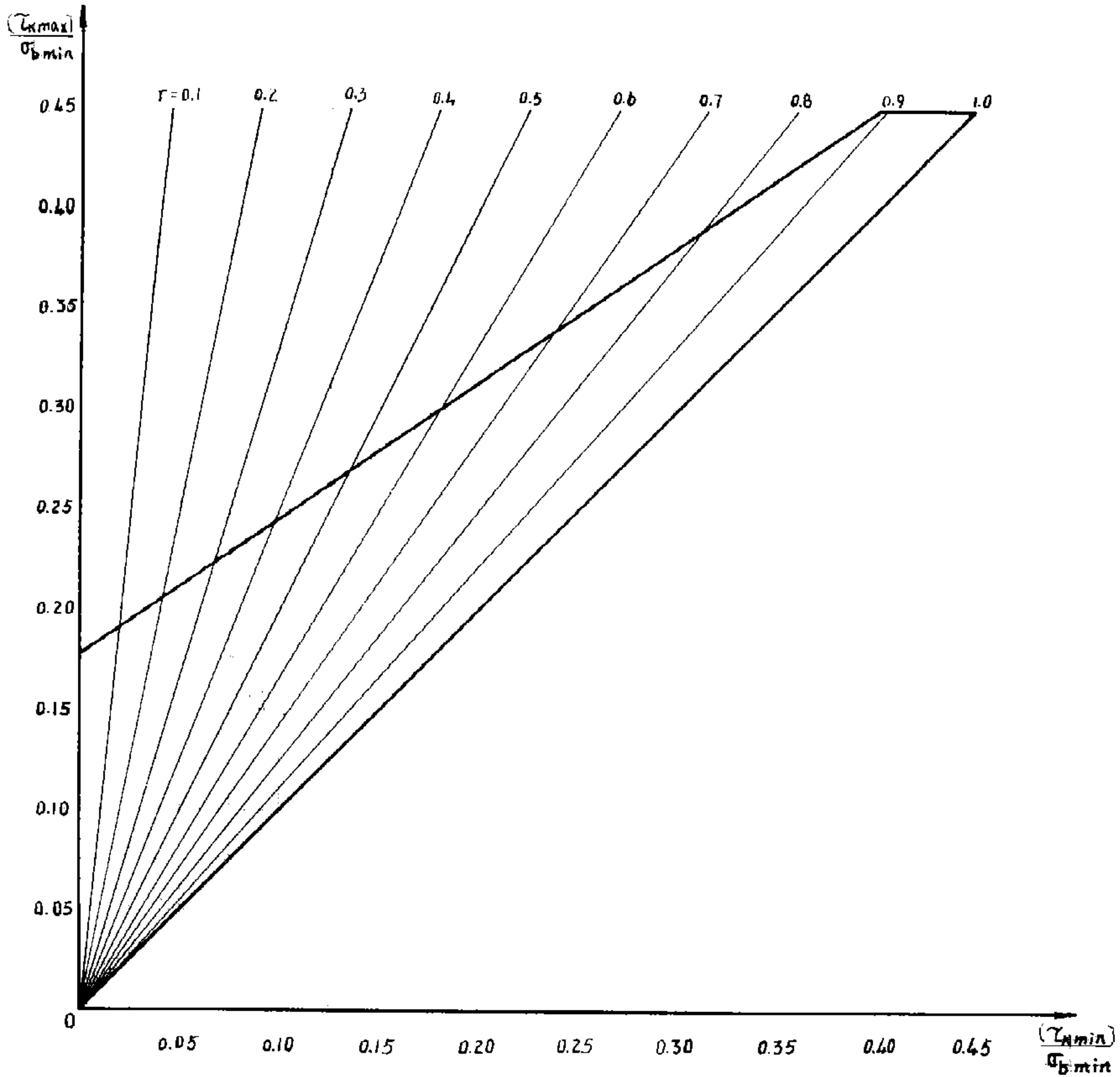


图4 1Cr18Ni9 $N=10^7$ $\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\min}} - \frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\min}}$ 极限应力图

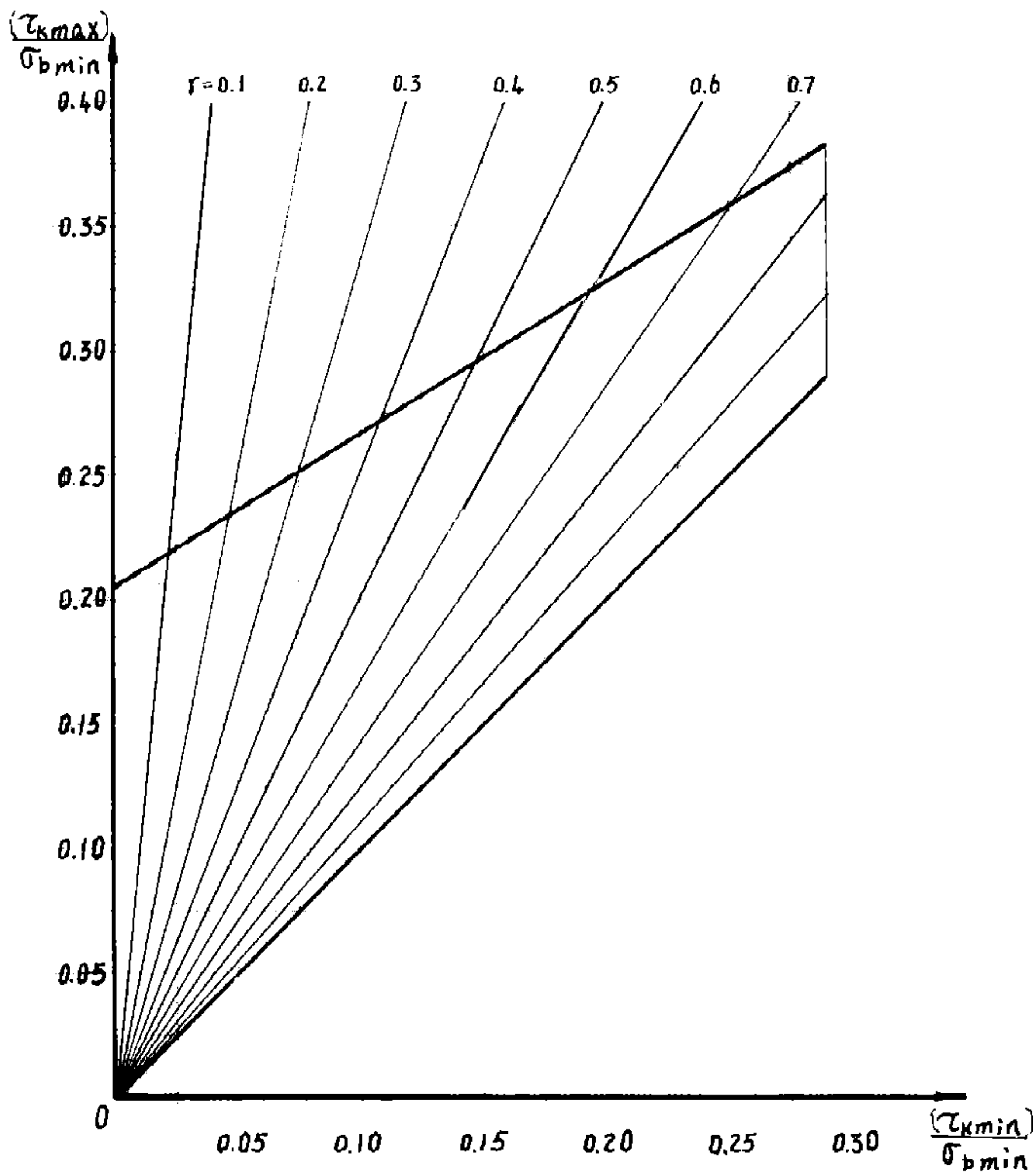
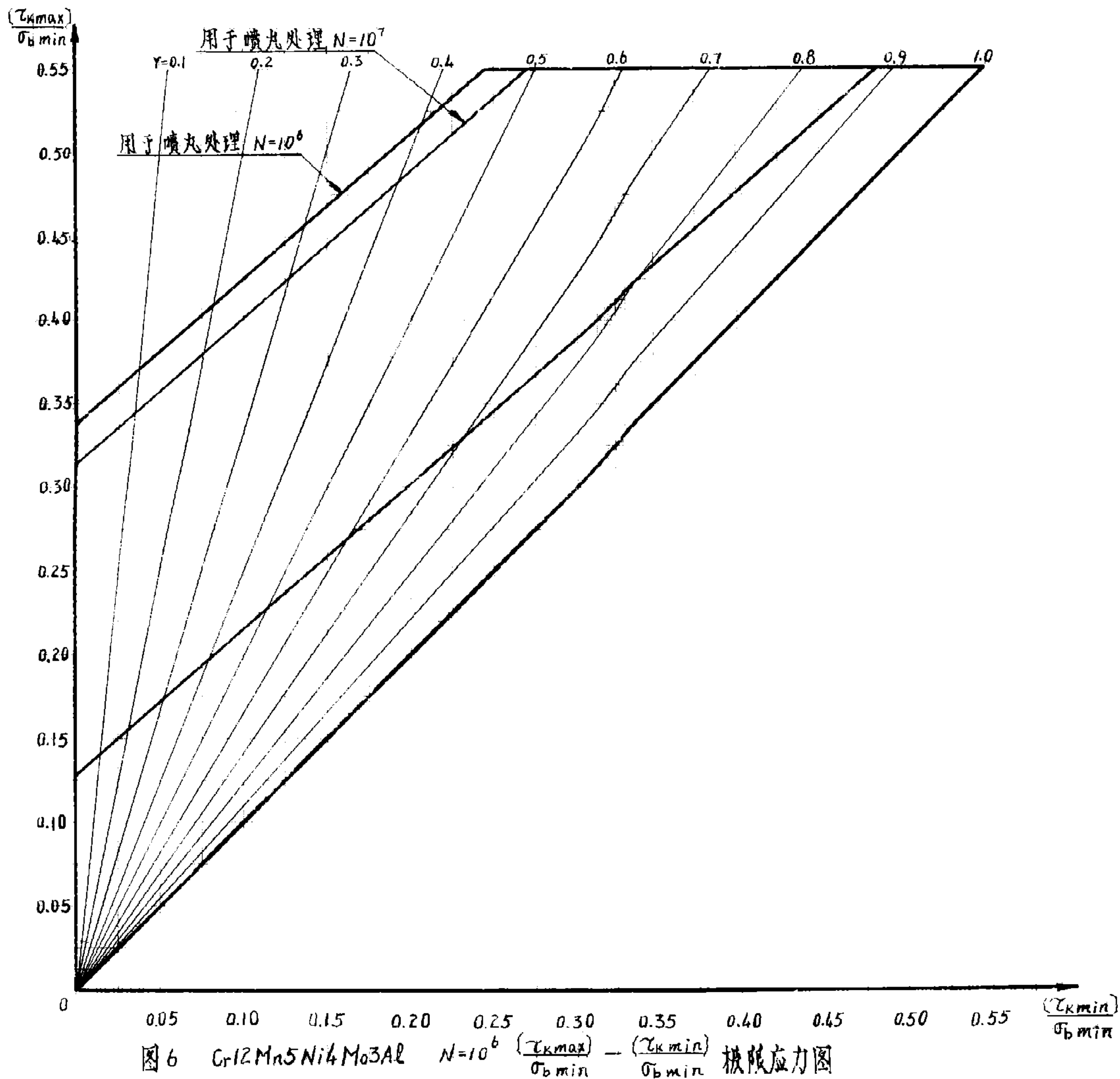


图5 Cr12Mn5Ni4Mo3Al $N=10^5$ $\frac{(\tau_{kmax})}{\sigma_{bmin}} - \frac{(\tau_{kmin})}{\sigma_{bmin}}$ 极限应力图



3.4 压缩弹簧的设计计算

3.4.1 结构尺寸

结构尺寸见图7。

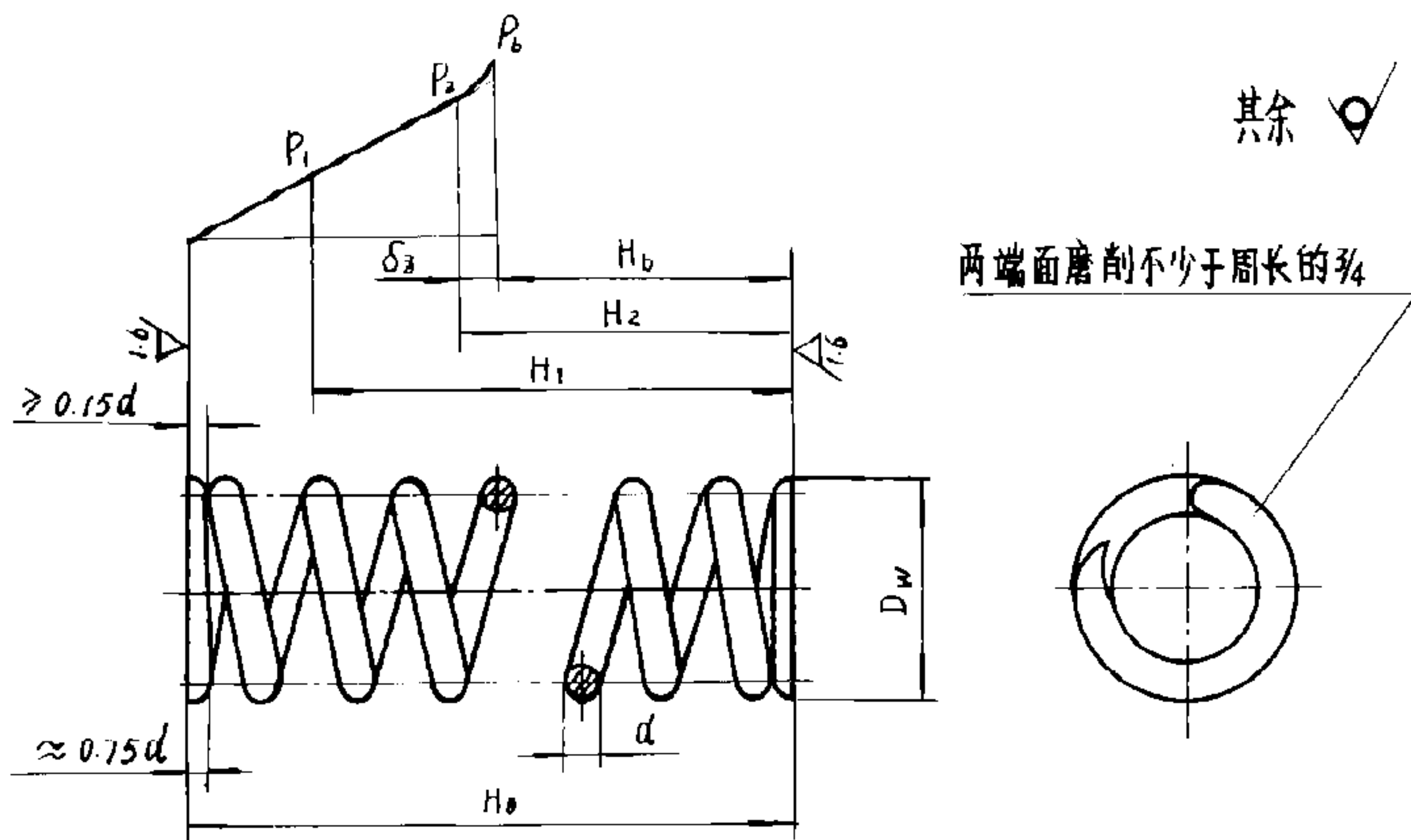


图7 压缩弹簧的结构尺寸

3.4.2 术语、符号及计算公式

术语、符号及计算公式见表2。

表 2

序号	术 语 名 称	符号	计 算 公 式	单 位	备 注
1	循 环 特 征	r	$r = \frac{P_1}{P_2} = \frac{F_1}{F_2} = \frac{\tau_{kmin}}{\tau_{kmax}}$	—	
2	工 作 循 环 次 数 (寿 命)	N		次	
3	钢 丝 直 径	d		mm	
4	弹 簧 外 径	D_w		mm	
5	弹 簧 中 径	D	$D = D_w - d$	mm	
6	弹 簧 内 径	D_n	$D_n = D_w - 2d$	mm	
7	最 大 工 作 载 荷	P_2	$P_2 = \frac{\pi d^3}{8DK} (\tau_k)$	N	
8	最 小 工 作 载 荷	P_1	$P_1 = P_2 \cdot r$	N	
9	弹 簧 刚 度	P'	$P' = \frac{\Delta P}{\Delta F} = \frac{P_2 - P_1}{n} = \frac{P}{F}$	N/mm	
10	弹 簧 单 圈 刚 度	p'	$p' = P' n = \frac{G d^4}{8 D^3}$	N/mm	
11	理 论 压 并 载 荷	P_b	$P_b = \frac{\pi d^3}{8 D} \tau_b$	N	
12	许 用 应 力	$[\tau_k]$		MPa	由图1~图6查取
13	工 作 应 力	τ_k	$\tau_k = \frac{G d K}{\pi D^3 n} F$	MPa	$\tau_k \leq [\tau_k]$
14	理 论 压 并 应 力	τ_b	$\tau_b = \frac{G d}{\pi D^3 n} F_b$	MPa	$\tau_b \leq \tau_s$
15	钢 丝 屈 服 极 限	τ_s		MPa	1Cr18Ni9 $\tau_s = 0.48 \sigma_b$ Cr12Mn5Ni4Mo3Al $\tau_s = 0.58 \sigma_b$
16	P_1 作用下单圈变形量	f_1	$f_1 = f_2 \cdot r$	mm	
17	P_2 作用下单圈变形量	f_2	$f_2 = \frac{8 D^3}{G d^4} P_2$	mm	
18	P_1 作用下变形量	F_1	$F_1 = f_1 \cdot n$	mm	
19	P_2 作用下变形量	F_2	$F_2 = f_2 \cdot n$	mm	
20	压 并 变 形 量	F_b	$F_b = H_0 - H_b$	mm	

续表 2

序号	术 语 名 称	符号	计 算 公 式	单 位	备 注
21	工 作 行 程	h	$h = F_2 - F_1$	mm	
22	最 大 压 并 高 度	H_{bmax}	$H_{bmax} = n_1 \cdot d$	mm	
23	压 并 高 度	H_b	$H_b = (n_1 - 0.5) d$	mm	
24	P_1 作用下的高度	H_1	$H_1 = H_0 - F_1$	mm	
25	P_2 作用下的高度	H_2	$H_2 = H_0 - F_2$	mm	
26	自 由 高 度	H_0	$H_0 = H_{bmax} + \delta_3 + F_2$	mm	取0.5的倍数
27	最大工作载荷下的总余隙	δ_3	$\delta_3 = \delta \cdot n$	mm	$\delta_3 \geq 15\% F_2$
28	最大工作载荷下的单圈余隙	δ		mm	$\delta \geq \delta_{min}$
29	最大工作载荷下的单圈最小余隙	δ_{min}		mm	
30	有 效 圈 数	n	$n = \frac{p'}{p} = \frac{Gd^4}{8(p_2 - p_1)D^3} h = \frac{Gd^4}{8pD^3} F$	—	尾数最佳值为0.5
31	支 承 圈 数	n_z		—	通常 $d \leq 3$ $n_z = 2.5$ $d > 3$ $n_z = 2$
32	总 圈 数	n_1	$n_1 = n + n_z$	—	
33	高 径 比	b	$b = \frac{H_0}{D}$	—	两端固定 $b \leq 5.3$; 一端固定 一端回转 $b \leq 3.7$; 两端回转 $b \leq 2.6$
34	剪 切 弹 性 模 量	G		MPa	1Cr18Ni9, $G = 68600$ Cr12Mo5Ni4Mo3Al $G = 81400$
35	曲 度 系 数	K	$K = \frac{4C-1}{4C-4} + \frac{0.615}{C}$	—	
36	旋 绕 比	C	$C = \frac{D}{d}$	—	
37	单 圈 展 开 长 度	l	$l = \frac{\pi D}{\cos \alpha} \approx \pi D$	mm	
38	螺 旋 角	α	$\alpha = \tan^{-1} \frac{H_0 - (n_z - 0.5)d}{\pi D n}$	(°)	
39	弹簧钢丝材料密度	ρ		g/cm ³	1Cr18Ni9 $\rho = 7.85$ Cr12Mo5Ni4Mo3Al $\rho = 7.71$
40	单 圈 质 量	g	$g = \frac{\pi d^2}{4} l \rho$	g	
41	质 量	Q	$Q = (n_1 - 0.5) g$	g	

3.4.3 在最大工作载荷下的圈间余隙

为保证在最大工作载荷作用下弹簧特性线的线性关系，圈间应有一定的最小余隙 $\delta_{\min}$ ，其值按表3选取。当表中计算值 $\delta_{\min} < 15\% f_2$ 时，应取 $15\% f_2$ ，但不得小于 0.2mm 。

对工作应力较低的弹簧应加大 δ ，使 $\delta > \delta_{\min}$ 。

表3

C	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\delta_{\min}$ mm	$0.1d$	$0.12d$	$0.14d$	$0.16d$	$0.18d$	$0.22d$	$0.25d$	$0.28d$	$0.33d$
C	13	14	15	16	17	18	19	20	22
$\delta_{\min}$ mm	$0.37d$	$0.41d$	$0.45d$	$0.5d$	$0.55d$	$0.6d$	$0.65d$	$0.7d$	$0.75d$

3.4.4 稳定性计算

当高径比超过规定值时，应进行稳定性计算，并校核临界载荷与最大工作载荷之比。

$$P_L = C_B \cdot P' \cdot H. \quad \text{----- (4)}$$

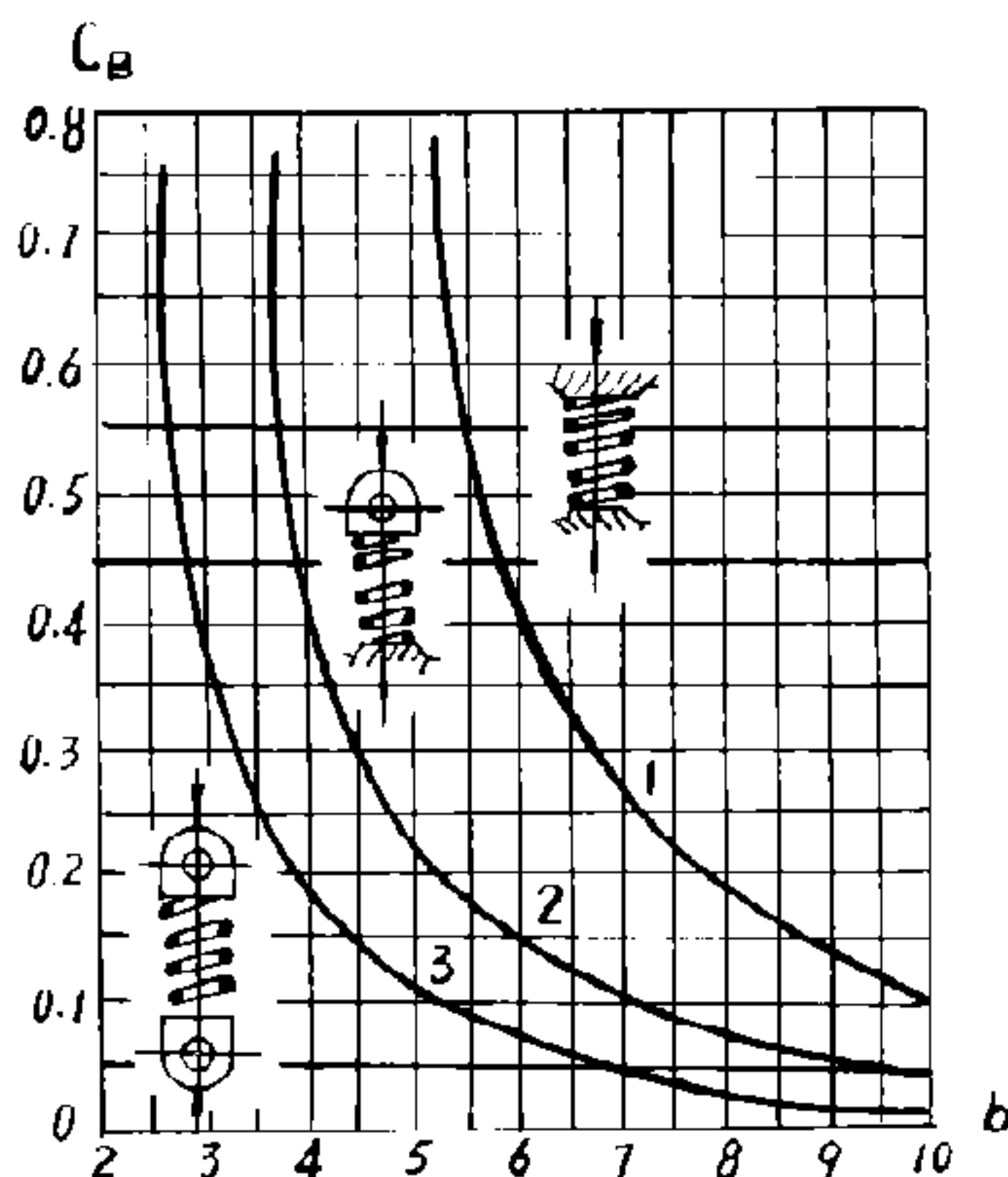
$$F_L = C_B \cdot H. \quad \text{----- (5)}$$

$$\frac{P_L}{P_2} = 2 \sim 2.5 \quad \text{----- (6)}$$

式中： P_L ——临界载荷 N；

F_L ——临界变形量 mm；

C_B ——稳定性系数，见图8。



1. 两端固定； 2. 一端固定，一端回转； 3. 两端回转。

图 8 稳定系数 C_B 与高径比 b 关系

3.4.5 频率计算

为了避免弹簧受频率的影响而破坏，应计算固有频率并校核固有频率与工作频率之比值，其计算式见表 4。

表 4

序号	名 称	符号	计 算 公 式	单 位	备 注
1	弹簧两端固定时的固有频率	n_g	$n_g = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{d}{n D^2} \sqrt{\frac{Gg}{2f}}$	1/s	$g = 9.8 \text{ m/s}^2$
2	1Cr18Ni4 制弹簧固有频率	n_g	$n_g = 3.33 \times 10^5 \frac{d}{n D^2}$ $= 1.49 \times 10^2 \frac{\tau_{kh}}{h_K}$	1/s	根据序号 1 公式
3	Cr12Mn5Ni4Mo3Al 制弹簧固有频率	n_g	$n_g = 3.66 \times 10^5 \frac{d}{n D^2}$ $= 1.79 \times 10^2 \frac{\tau_{kh}}{h_K}$	1/s	根据序号 1 公式
4	变程应力	τ_{kh}	$\tau_{kh} = \tau_{kmax} - \tau_{kmin}$	MPa	
5	工 作 频 率	n_c		1/s	
6	固有频率与工作频率之比值	λ	$\lambda = \frac{n_g}{n_c} > 1.0$	—	

3.4.6 螺旋角 $\alpha > 9^\circ$ 时变形量的计算

当螺旋角 $\alpha > 9^\circ$ 如需精确计算变形量时应考虑 η 的影响。

$$F = \eta \frac{8PD^3n}{Gd^4} \quad \text{--- (7)}$$

或
$$f = \eta \frac{8PD^3}{Gd^4} \quad \text{--- (8)}$$

$$\eta = \cos \alpha + 2 \frac{G}{E} \cdot \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} \quad \text{--- (9)}$$

式中： η —— 螺旋角 $\alpha > 9^\circ$ 时变形量的修正系数；

E —— 弹性模量，1Cr18Ni9 $E = 176000 \text{ MPa}$

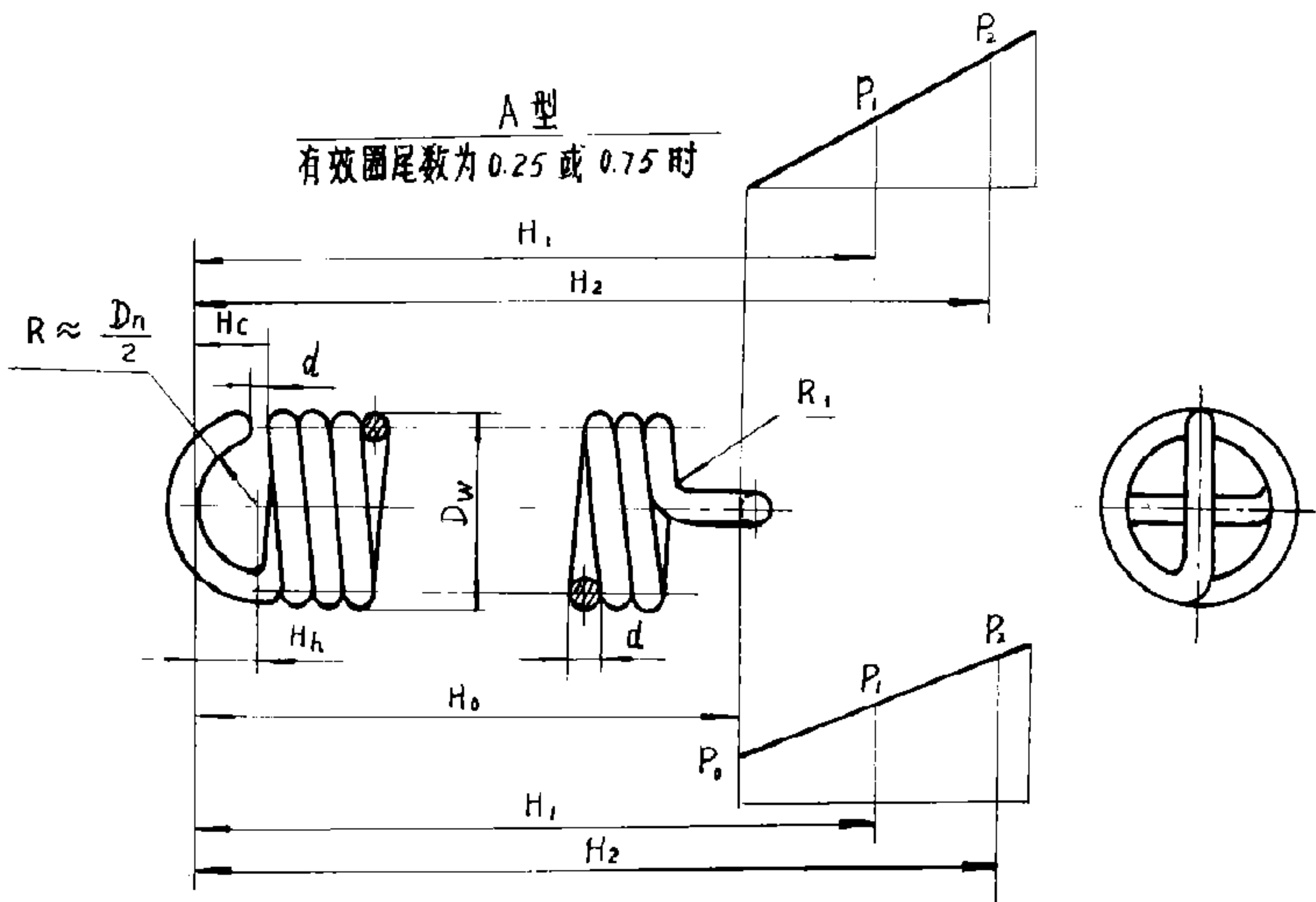
Cr12Mn5Ni4Mo3Al $E = 191000 \text{ MPa}$

3.5 拉伸弹簧的设计计算

拉伸弹簧的设计计算与压缩弹簧基本相同，但由于初拉力和钩环的影响，使设计计算有所不同。

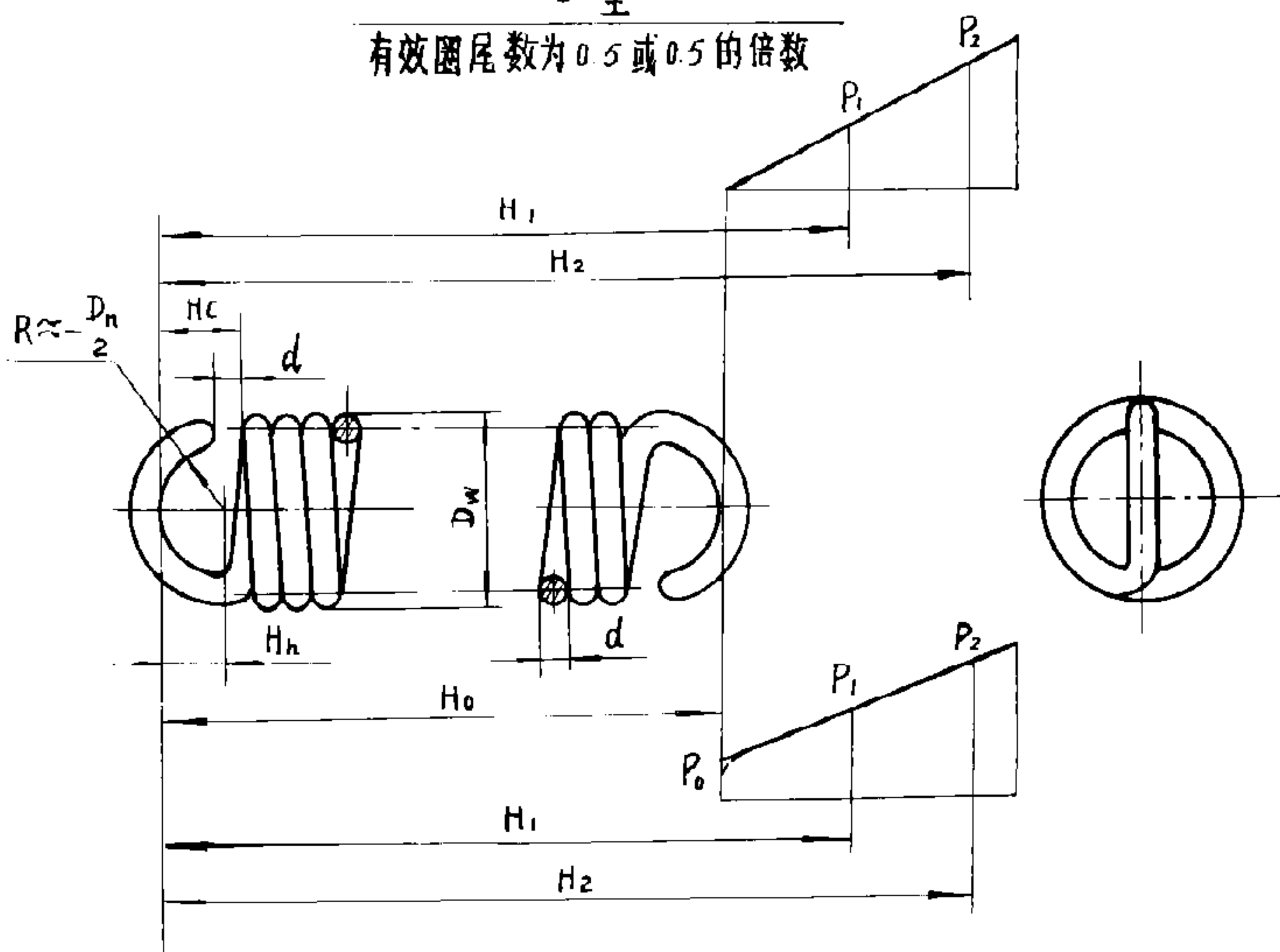
3.5.1 结构尺寸

结构尺寸见图9。



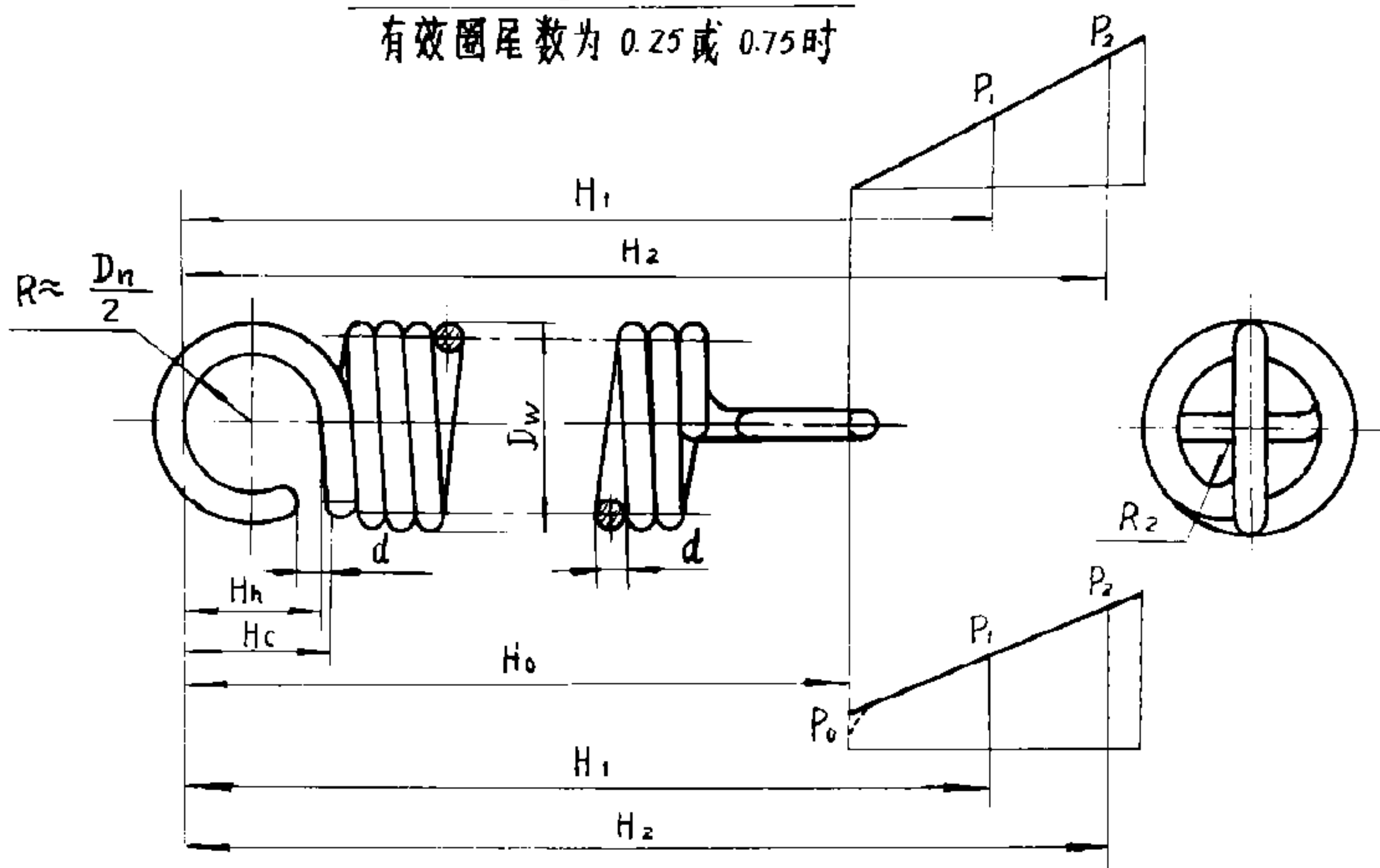
B 型

有效圈尾数为 0.5 或 0.5 的倍数



Ay 型

有效圈尾数为 0.25 或 0.75 时



By 型

有效圈尾数为0.5或0.5的倍数

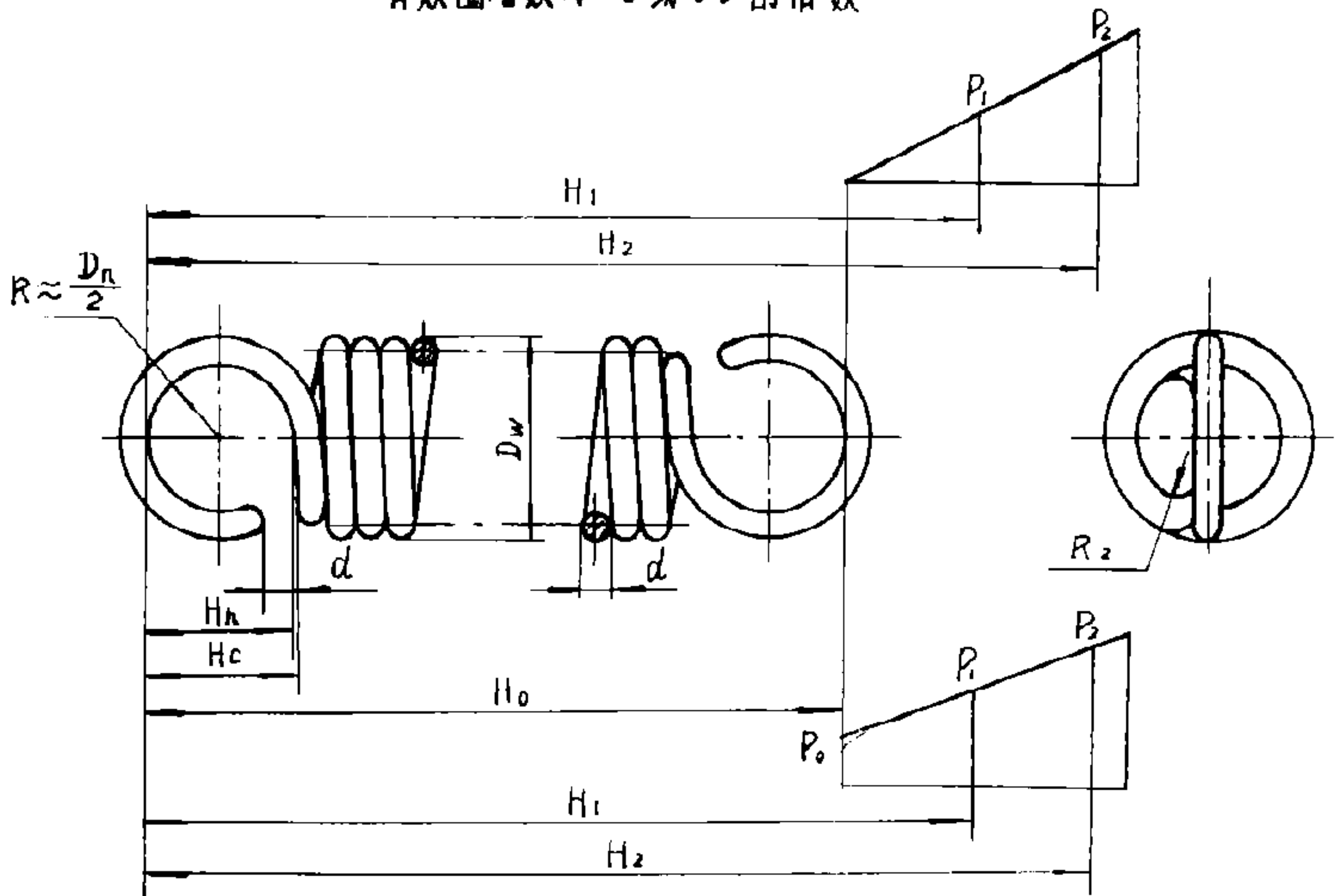


图 9 拉伸弹簧的结构尺寸

3.5.2 术语、符号及计算公式

术语、符号及计算公式见表 5

表 5

序号	术语名称	符号	计算公式	单位	备注
1	循环特征	r	$r = \frac{P_1}{P_2} = \frac{\tau_{KLmin}}{\tau_{KLmax}}$	—	$P_0=0$ 时 $r = \frac{F_1}{F_2}$
2	最大工作载荷	P_2	$P_2 = \frac{\pi d^3}{8DK} [\tau_{KL}]$	N	
3	最小工作载荷	P_1	$P_1 = P_2 \cdot r$	N	
4	弹簧刚度	P'	$P' = \frac{\Delta P}{\Delta F} = \frac{P_2 - P_1}{h} = \frac{P - P_0}{F}$	N/mm	
5	初拉力	P_0	$P_0 = \frac{\pi d^3}{8D} \tau_0$	N	

续表 5

序号	术 语 名 称	符号	计 算 公 式	单 位	备 注
6	极 限 载 荷	P_j	$P_j = \frac{\pi d^3}{8D} \tau_j$	N	
7	拉伸弹簧的许用应力	$[\tau_{kl}]$	$[\tau_{kl}] = 0.85 [\tau_k]$	MPa	
8	拉伸弹簧的工作应力	τ_{kl}	$\tau_{kl} = \frac{GdK}{\pi D^3 n} F + \tau_0$	MPa	$\tau_{kl} \leq [\tau_{kl}]$
9	初 应 力	τ_0		MPa	按图 10 选取
10	极 限 应 力	τ_j	$\tau_j = \frac{Gd}{\pi D^3 n} F_j + \tau_0$	MPa	$\tau_j \leq 0.85 \tau_s$
11	P_1 作用下的单圈变形量	f_1	$f_1 = \frac{8D^3}{Gd^4} (P_1 - P_0)$	mm	$P_0 = 0$ 时, $f_1 = f_2 \cdot Y$
12	P_2 作用下的单圈变形量	f_2	$f_2 = \frac{8D^3}{Gd^4} (P_2 - P_0)$	mm	
13	极 限 变 形 量	F_j	$F_j = \frac{8D^3 n}{Gd^4} (1.25 P_2 - P_0)$ $F_j = \frac{8D^3 n}{Gd^4} (1.1 P_2 - P_0)$	mm	用于 1Cr18Ni9 $Y \geq 0.75$ 时
14	P_1 作用下的高度	H_1	$H_1 = H_0 + F_1$	mm	精确至 0.1
15	P_2 作用下的高度	H_2	$H_2 = H_0 + F_2$	mm	精确至 0.1
16	自 由 高 度	H_0	$H_0 = d(n+1) + 2H_h$ $H_0 = d(n+1.5) + 2H_h$	mm	用于半圆钩环 用于圆钩环压中心
17	钩 环 高 度	H_h	$H_h = \frac{D_n}{2}$ $H_h = D_n$	mm	用于半圆钩环 用于圆钩环压中心
18	钩 环 测 量 高 度	H_c	$H_c = H_h + \frac{d}{2}$ $H_c = H_h + \frac{d}{4}$	mm	用于半圆钩环 用于圆钩环压中心
19	半圆钩环处的曲度系数	k_1	$k_1 = \frac{4C_1 - 1}{4C_1 - 4} + \frac{0.615}{C_1} \leq 1.176k$	—	
20	半圆钩环处的旋绕比	C_1		—	
21	半圆钩环处的转接半径	R_1	$R_1 \geq \frac{C_1 - 1}{2} d$	mm	
22	圆钩环压中心转接处转接半径	R_2	$R_2 \geq \frac{D_w - 3d}{6}$	mm	

3.5.3 常温拉伸弹簧的初应力 τ_0

常温拉伸弹簧的初应力 τ_0 按图 10 选取。

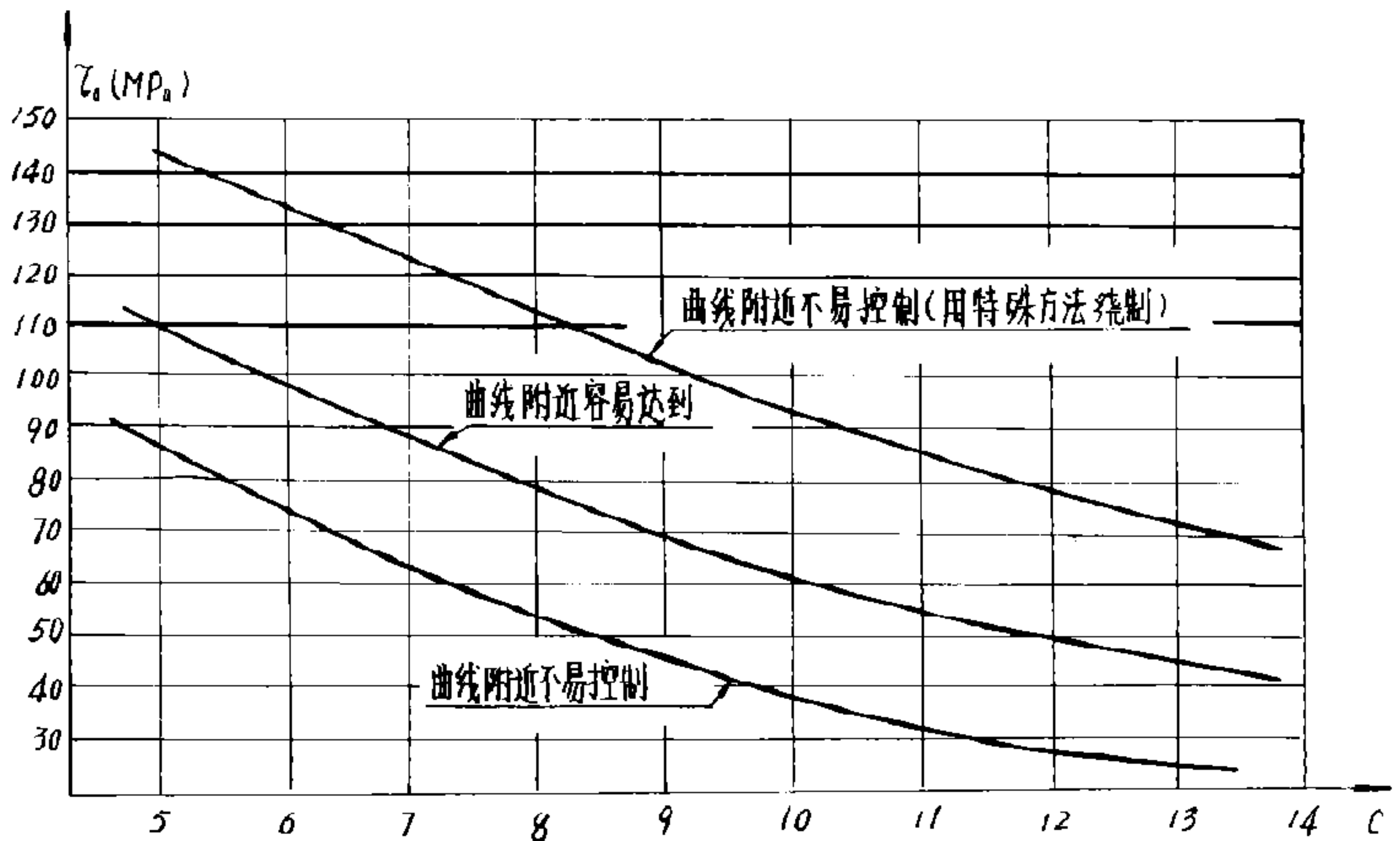


图 10 1Cr18Ni9、Cr12Mn5Ni4Mo3Al 制常温拉伸弹簧初应力 τ_0

3.6 高温弹簧的有关设计计算

3.6.1 弹簧工作温度 $t > +60^\circ\text{C}$ 时，其材料的弹性模量、许用应力都会有所降低，因此按表 6 进行设计计算。

3.6.2 温度对弹性模量的修正系数 K_g 、许用应力的修正系数 K_τ 见表 7。

表 6

序号	术语名称	符号	计算公式	单位	备注
1	高温弹簧的最大工作载荷	P_{2g}	$P_{2g} = \frac{\pi d^3}{8DK} \{\tau_{kg}\}$	N	用于拉伸弹簧
			$P_{2g} = \frac{\pi d^3}{8DK} (\tau_{kg})$		
2	高温弹簧的最小工作载荷	P_{1g}	$P_{1g} = P_{2g} \cdot r$	N	

续表 6

序号	术 语 名 称	符号	计 算 公 式	单 位	备 注
3	高温弹簧在常温 下测定之最大工作载荷	P_{2c}	$P_{2c} = \frac{P_{2g}}{K_g}$	N	
4	高温弹簧在常温 下测定之最小工作载荷	P_{1c}	$P_{1c} = \frac{P_{1g}}{K_g} = P_{2c} \cdot r$	N	
5	高温弹簧的刚度	P'_g	$P'_g = \frac{K_g G d^4}{8 D^3 n} = P' \cdot K_g$	N/mm	
6	高温弹簧在 常温下测定之刚度	P'_c	$P'_c = \frac{P'_g}{K_g}$	N/mm	
7	高温弹簧的单圈刚度	p'_g	$p'_g = P'_g \cdot n$	N/mm	
8	高温压缩 弹簧的许用应力	$[\tau_{kg}]$	$[\tau_{kg}] = [\tau_k] \cdot K_\tau$	MPa	
9	高温拉伸 弹簧的许用应力	$[\tau_{klg}]$	$[\tau_{klg}] = [\tau_{kl}] \cdot K_\tau$	MPa	
10	高温压缩 弹簧的工作应力	τ_{kg}	$\tau_{kg} = \frac{K_g G d k}{\pi D^3 n} F = \frac{8 P_g D K}{\pi d^3}$	MPa	$\tau_{kg} \leq [\tau_{kg}]$
11	高温拉伸 弹簧的工作应力	τ_{klg}	$\tau_{klg} = \frac{K_g G d k}{\pi D^3 n} F = \frac{8 P_g D K}{\pi d^3}$	MPa	$\tau_{klg} \leq [\tau_{klg}]$
12	高温弹簧在 P_g 作用下的 变形量	F_1	$F_1 = \frac{8 D^3 n}{K_g G d^4} P_g$	mm	
13	高温弹簧在 P_g 作用下的 变形量	F_2	$F_2 = \frac{8 D^3 n}{K_g G d^4} P_g$	mm	
14	高温弹簧的弹性模量	G_t	$G_t = G \cdot K_g$	MPa	

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/567110114031006111>