

TANHUANG SHEJI
KUAISU JISUAN

A stylized graphic in the background. On the left, a coiled spring is depicted in a light tan color. A vertical double-headed arrow is positioned next to the top part of the spring. To the right of the spring is a large, dark brown circle, resembling a wheel or a cross-section of a cylinder. The entire graphic is set against a background that is brown at the top and white at the bottom.

弹簧设计快速计算

许金科 著

中国铁道出版社

内 容 简 介

本书介绍了各种弹簧设计的速算法,着重介绍了作者设计的33型、77Z型弹簧计算尺的构造和应用;可供弹簧设计、研究、修造和检验等技术人员、教师、研究人员,以及从事计算尺设计、工程速算和材料管理等有关人员参考。

弹 簧 设 计 快 速 计 算

许 金 科 著

中国铁道出版社出版

责任编辑 徐仁杰 封面设计 刘景山

新华书店北京发行所发行

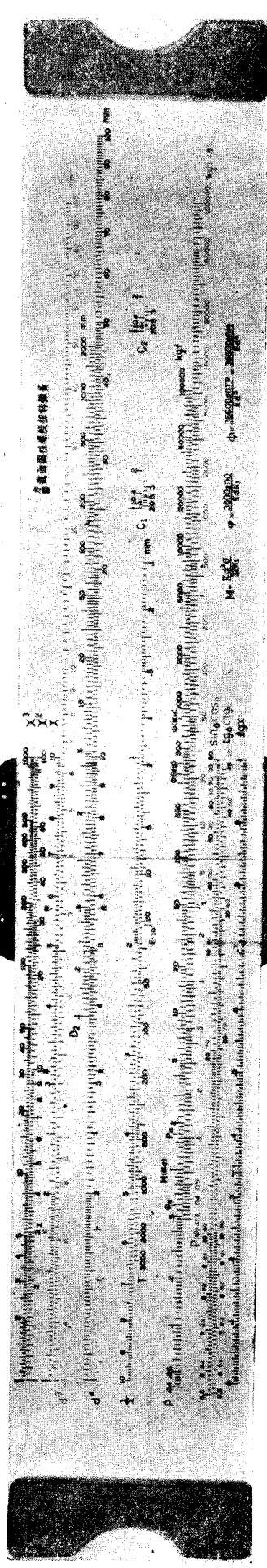
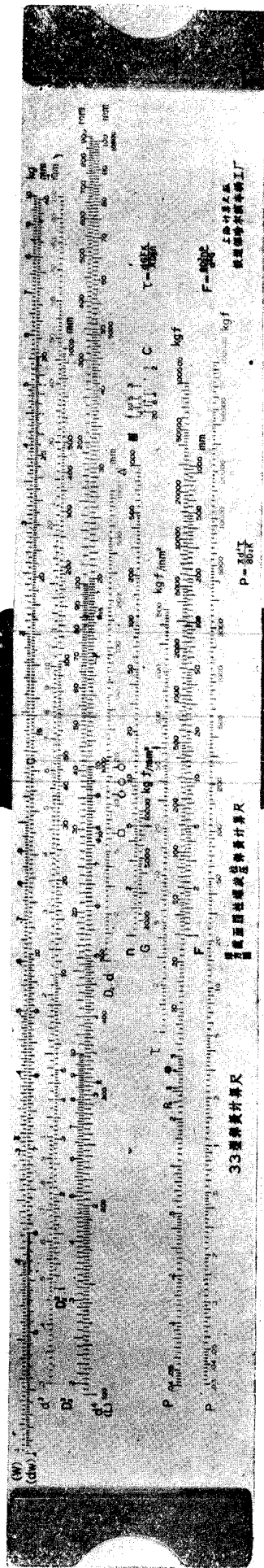
各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

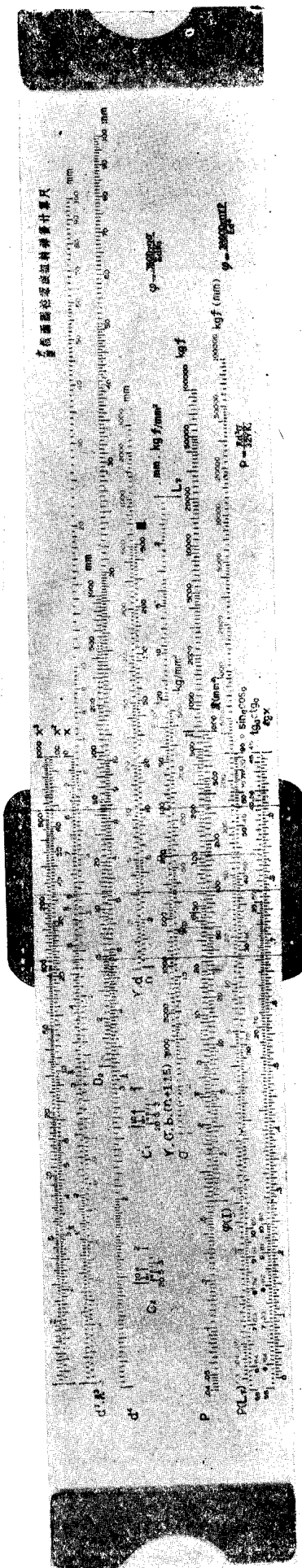
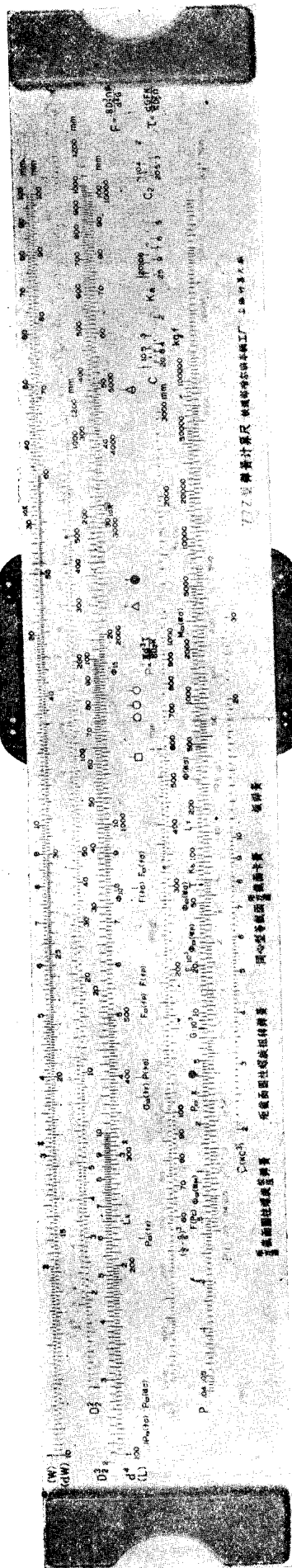
开本: $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ 印张: 8.25 字数: 197千

1981年12月第1版 1981年12月第1次印刷

印数: 0001—9,000册 定价: 0.90元



33型弹簧计算尺
(1978年全国科学大会授奖项目。技术水平，国际先进，奖状0011110号)



77乙型弹簧计算尺

前 言

弹簧是一种机械储能器。在弹性范围内,外力作用下使它产生变形,就同时储藏了能量;当外力取消后,即恢复原来的形状并做功。弹簧的种类较多,其中以各种截面的螺旋压缩弹簧应用最广,几乎所有的行业都要使用它。板弹簧多用在火车、汽车等交通工具上,也有用在有关机械(如弹簧锤)等方面。此外卡簧的应用也占有一定的比重。

制作弹簧,首先就要根据它们的工作情况和受力条件,合理地选择材料,设计计算出有关的各项合适的参数。

由于弹簧的设计计算公式繁杂、运算困难、费时很多、容易出错,为此多年来国内外设计人员花费了大量时间,在努力寻求一种快速而准确的设计计算弹簧各项参数的方法或专用工具,创造出查表法、作图法(包括诺谟图等)和弹簧计算尺等。但是,查表法不但在制表过程中同样要花费大量的时间,而且有许多弹簧参数包括不进去,往往要用插入法再进行计算。作图法的误差则又较大。比较起来,弹簧专用计算尺确实是一种很好的设计计算的速算工具。

作者对比了国外7种、国内3种弹簧计算尺,总结了螺旋弹簧、板弹簧和卡簧的设计计算、制作、检验等经验,先后设计成,并由上海计算尺厂制成33型弹簧计算尺和77Z型弹簧计算尺。

33型弹簧计算尺突破了国内外已知弹簧计算尺中不能计算矩形截面圆柱螺旋拉伸和压缩弹簧各项参数的关键,并有快速计算料重和一般计算尺的刻度,是一把目前较全面的计算各种截面的圆柱螺旋拉伸、压缩、扭转弹簧各项参数的专用计算尺,曾在1978年全国科学大会上,按照国际先进水平受奖。77Z型弹簧计算尺除包括33尺的全部内容外,又突破了矩形截面扭转弹簧以及同心型等截面的圆、方和矩形截面卡簧,特别是还包括较难计算的板弹簧各种参数在内的计算关键,共可计算弹簧基本公式约38个,推导公式200个左右。用此尺计算上述每个公式时,只要按照作者编制的程序公式(即用法公式)中的演算步骤,依次对准几根线,在十几秒钟到一分钟内就可求出任意一个未知参数的数值,准确度可达99.5%左右,尺面设计也较简明。此尺还具有单滑尺、各参数使用范围广、计算时不用借位和定位、可直接求出答数、一行多用、一尺多用的特点。在快速计算方形、矩形、正六角、正八角、圆形、正三角截面等棒料或坯料,正圆锥体和圆球以及它们的许多种复合形状(如管、螺杆、法兰盘和有关模具等)的零件重、毛坯重、下料重,以及其他方面的速算中,都具有许多优点。为此77Z尺具有更为广泛的适用性,它既是专用计算尺,又是更高级的通用计算尺。

在书中作者对目前已知国内外10种弹簧计算尺和作者创制的板弹簧计算尺、33尺和77Z尺等共13种弹簧计算尺进行了对比。另外作者还将每个设计计算弹簧的基本公式编制成33尺和77Z尺的程序公式,详细列表,以便读者很快地掌握33尺和77Z尺的用法,为此本书可与33尺和77Z尺配套使用。

在书中提到的弹簧设计快速计算方面,作者还用77Z型弹簧计算尺与小型函数电子计算机作了比较,在计算速度和准确性方面都显示出77Z尺的优越性。为此,1979年10月份在长沙召开的全国弹簧会议上(共有约108个单位、170名代表参加),以及1980年9月份在哈尔滨、10月份在青岛和1981年5月份在无锡先后召开的弹簧速算会议上,在作者作了介绍后,引

起了与会代表们的极大兴趣并获得一致好评。

33型弹簧计算尺和77Z型弹簧计算尺已经先后由上海计算尺厂试制、小批生产；33尺已在第一机械工业部所属60多个弹簧工厂全面推广使用，铁道部所属部分工厂也在陆续使用，反映较好。

33型弹簧计算尺在设计、制作、推广中和77Z型弹簧计算尺在设计制造中，承蒙铁道部哈尔滨车辆工厂、哈尔滨市科学技术交流馆、上海计算尺厂、上海中国弹簧厂、上海市科学技术交流站、第一机械工业部标准化所、一机部属60多个弹簧厂和铁道部所属工厂的大力支持；以及尹燕盛、丁守箴、周国英、杨永文、崔俊山、陈迺津、刘诚勇、项松年、胡云珪、沈宏、樊万山等许多同志的热情帮助；特别是作者拜访了华罗庚教授，得到了他的热情支持和积极建议，谨表示衷心感谢。

本书承蒙阎秀清同志描制全部插图，谨致深切谢意。

由于作者水平有限，如有缺点和错误，恳切地希望广大读者提出宝贵意见，以便不断改进，使本书日臻完善。

许金科

1981年6月

目 录

第一章 弹簧设计与速算法基础知识.....	1
第一节 有关弹簧的定义、分类、名词术语、代号和解释.....	1
第二节 弹簧制造的金属材料分类和成分.....	9
第三节 有关弹簧设计的计算公式.....	9
第四节 查表法.....	20
第五节 图解法.....	25
第六节 弹簧计算尺.....	27
第二章 各种弹簧的设计快速运算.....	63
第一节 圆柱螺旋弹簧.....	63
第二节 同心型等截面卡簧.....	96
第三节 板弹簧.....	98
第三章 材料及零件重量的速算法	111
第一节 计算公式	111
第二节 计算公式中算料系数的求法	111
第三节 计算实例	113
第四章 使用弹簧计算尺进行其它参数的快速运算	119
参考文献	123

第一章 弹簧设计与速算法基础知识

第一节 有关弹簧的定义、分类、 名词术语、代号和解释

这些定义、名词术语、代号和解释等，主要是根据国家标准 GB1805—79《弹簧名词术语标准》报批稿而编写的。77Z型弹簧计算尺中所用的各种有关弹簧计算公式的参数、代号等全部以此为准，而33型弹簧计算尺中除个别的代号不同加以标注外，也都以此为准。

一、定 义

(一) 圆、方、矩截面圆柱螺旋压缩、拉伸、和扭转弹簧：材料截面呈圆形、方形或矩形的，承受压缩力、拉伸力或扭力矩的，呈圆柱形的螺旋状弹簧。

(二) 圆、方、矩截面同心型等截面卡簧：材料截面呈圆形、方形或矩形的，具有同一圆心和相等截面的，承受压力或张力的单圈的卡圈弹簧。

(三) 板弹簧：一片或多片板材制成的弹簧。

二、分 类

(一) 圆、方、矩截面圆柱螺旋压缩、拉伸和扭转弹簧：(GB1239—76)

1. 按弹簧的型式分为：

Y型——压缩弹簧；

L型——拉伸弹簧；

N型——扭转弹簧。

2. 按弹簧的典型端部结构型式可分以下16种如表 1—1 所示。

3. 按负荷性质，弹簧可分为三类：

I 类——受变负荷作用次数在 10^6 次以上的弹簧；

II 类——受变负荷作用次数在 $10^3 \sim 10^5$ 次及冲击负荷的弹簧；

III 类——受变负荷作用次数在 10^3 次以下的弹簧。

(二) 圆、方、矩截面同心型等截面卡簧

1. 按同心度分，有同心和偏心两种；同心型见图1—1和图 1—2，偏心型见图 1—3。

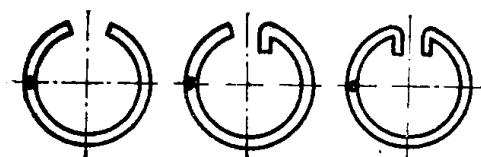


图 1—1 圆截面卡簧
(同心型等截面)

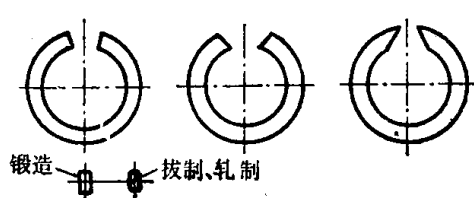


图 1—2 矩形截面卡簧
(同心型等截面)

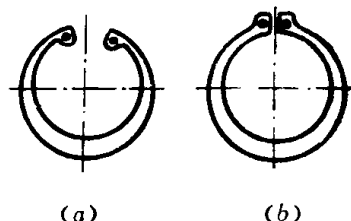
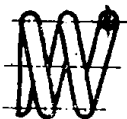
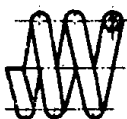
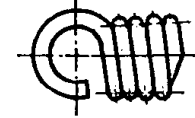
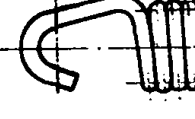


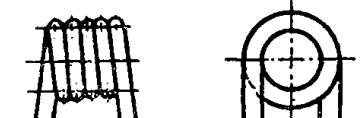
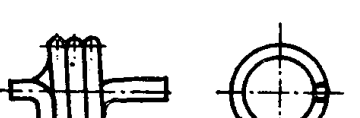
图 1—3 矩形截面卡簧
(偏心型不等截面)
a——孔用； b——轴用。

弹簧的典型端部结构型式

表 1 — 1

类 型	简 图	端 部 结 构	代 号
压 缩 弹 簧 (Y)		两端圈并紧并磨平	Y I
		两端圈并紧不磨或磨平 (热卷弹簧)	Y II
		两端圈并紧不磨	Y III
		两端圈不并紧	Y IV
拉 伸 弹 簧 (L)		半圆钩环	L I
		圆钩环	L II
		圆钩环压中心	L III
		偏心圆钩环	L IV
		长臂半圆钩环	L V
		长臂小圆钩环	L VI
		可调式拉簧	L VII
		两端具有可转钩环	L VIII

续上表

类 型	简 图	端 部 结 构	代 号
扭 转 弹 簧 (N)		内臂扭转弹簧	N I
		外臂扭转弹簧	N II
		中心臂扭转弹簧	N III
		双扭簧	N IV

2. 按用途分有轴用卡簧和孔用卡簧等, 见图 1—3。

3. 按截面分有不等截面和等截面两种:

(1) 不等截面卡簧见图 1—3。这种卡簧的每个横截面都不相等, 一般用锻造、冲孔来制成。

(2) 等截面卡簧、又分以下两种:

① 圆截面卡簧见图 1—1。这种卡簧的每个横截面都为相同直径的圆截面, 一般都使用冷拔高碳钢丝料来制作。

② 矩形截面卡簧见图 1—2 (包括方截面)。这种卡簧的每个横截面都为相同的矩形截面, 一般用冷拔、热轧或锻造等三种钢料来制成。

4. 按受力情况分有受压力和受张力两种, 见图 1—4。

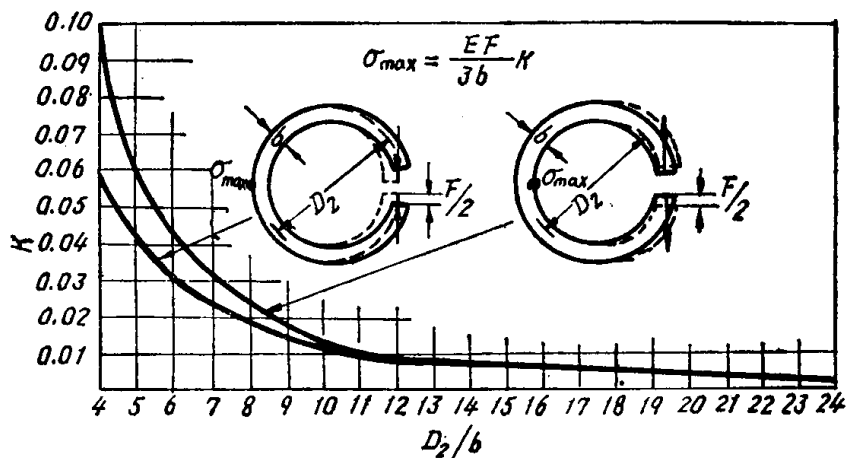


图 1—4 受压力和张力的卡簧应力修正系数

(三) 板弹簧: 就铁路用板弹簧有以下两种分类方法

1. 按车型分有下面三种:

- (1) 机车弹簧；
- (2) 客车弹簧；
- (3) 货车弹簧。

2. 按结构形状分有以下三种(如图 1—5)：

- (1) 弓形弹簧；
- (2) 椭圆形弹簧；
- (3) 特殊形状弹簧。

3. 铁路用板弹簧端部结构有多种，如图 1—6 所示。

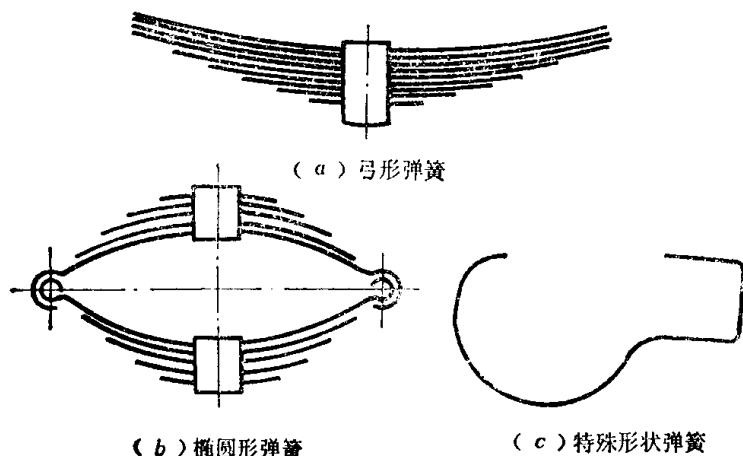


图 1—5 钢板弹簧基本结构形状

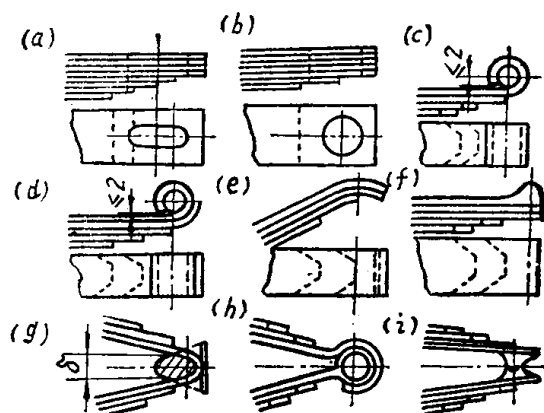


图 1—6 板弹簧的端部结构

a —长吊孔式弓形弹簧； b —圆吊孔式弓形弹簧； c 、 d —吊耳式弓形弹簧； e —弯弧式弓形弹簧； f —凸弧式弓形弹簧； g —弯头式椭圆形弹簧； h —吊耳式椭圆形弹簧； i —端板式椭圆形弹簧。

三、名词术语、代号和解释

(一) 圆、方、矩截面圆柱螺旋压缩、拉伸和扭转弹簧

1. 材料直径(d)：圆截面弹簧的材料截面径向尺寸，又名簧条直径或钢丝直径等。
2. 材料宽度(b)：与弹簧轴心线相垂直的矩形(包括方形)截面弹簧的材料宽度，或称径向宽度，33尺中以 a 代表此宽度。
3. 材料厚度(h)：与弹簧轴心线相平行的矩形(包括方形)截面弹簧的材料厚度，或称轴向厚度，33尺中以 b 代表此厚度。
4. 弹簧内径(D_1)：弹簧簧圈的内径。
5. 弹簧外径(D)：弹簧簧圈的外径。
6. 弹簧中径(D_2)：弹簧内径和外径的平均值。
7. 压并时外径(D')：弹簧压并时的簧圈外径。
8. 工作负荷($P_{1,2,3,\dots,n}$ 、 $M_{1,2,3,\dots,n}$)：弹簧在工作过程中承受的力或扭矩。
9. 极限负荷(P_s 、 M_s)：对应于弹簧材料屈服极限的负荷。
10. 工作极限负荷(P_f)：弹簧在工作中可能出现的最大负荷。
11. 压并负荷(P_b)：弹簧在压并时的理论负荷。
12. 压并应力(τ_b)：弹簧在压并时的理论应力。
13. 变形量(F)：弹簧在负荷作用下产生的相对位移。

14. 工作变形量($F_{1,2,3\dots n}$): 对应于弹簧在工作负荷($P_{1,2,3\dots n}$)下的相对位移。
15. 极限负荷下变形量(F_s): 弹簧在极限负荷作用下产生的相对位移。
16. 工作极限负荷下变形量(F_i): 弹簧在工作极限负荷作用下产生的相对位移。
17. 压并变形量(F_b): 弹簧在压并时产生的理论相对位移。
18. 自由高度(长度)(H_0): 弹簧在没有负荷时的高度(长度)。
19. 工作高度(长度)($H_{1,2,3\dots n}$): 弹簧在承受工作负荷时的高度(长度)。
20. 极限高度(长度)(H_s): 弹簧在承受极限负荷时的高度(长度)。
21. 工作极限负荷下的高度(长度)(H_i): 弹簧在承受工作极限负荷时的高度(长度)。
22. 压并高度(H_b): 压缩弹簧在压至各圈接触时的理论高度。
23. 拔尖长度($L_{\text{尖}}$): 热卷圆柱螺旋压缩弹簧时, 两端簧尖拔尖的长度。
24. 下料长度($L_{\text{下}}$): 热卷圆柱螺旋压缩弹簧时, 在拔尖以前的下料长度。
25. 展开长度(L): 圆柱螺旋压缩弹簧展开以后的长度。
26. 总圈数(n_1): 沿螺旋轴线两端间的螺旋圈数。
27. 有效圈数(n): 计算弹簧刚度所取的圈数。
28. 支承圈数(n_2): 弹簧端面用于支承或固定的圈数。
29. 间距(δ): 螺旋弹簧两相邻有效圈的轴向间距。
30. 节距(t): 螺旋弹簧两相邻有效圈截面中心线的轴向距离。
31. 初拉力(P_0): 密圈拉伸螺旋弹簧在冷卷时形成的内力, 其值为弹簧开始产生拉伸变形时所需加的作用力。
32. 初应力(τ_0): 螺旋拉伸弹簧对应于初拉力的计算应力。
33. 旋绕比(C): 圆、方、矩截面圆柱螺旋压缩或拉伸弹簧的中径 D_2 与材料直径 d 或材料截面沿弹簧径向宽度 b 的比值, 又称弹簧指数。
34. 旋绕比(C_1): 圆截面圆柱螺旋扭转弹簧的中径 D_2 与材料直径 d 的比值。
35. 旋绕比(C_2)轴心线的: 矩形截面(包括方截面)圆柱螺旋扭转弹簧的中径 D_2 与材料截面沿弹簧轴心线的径向宽度 b 的比值。
36. 高径比(细长比)(b): 螺旋压缩弹簧自由高度 H_0 与中径 D_2 的比值。
37. 螺旋角(α): 螺旋弹簧材料卷制时倾斜的角度。
38. 弹簧特性: 工作负荷与变形量之间的关系。
39. 弹簧刚度(P' 、 M'): 产生单位变形量的工作负荷。
40. 弹簧柔度(F' 、 φ'): 单位负荷作用下的变形量。
41. 工作扭力($P_{1,2,3\dots n}$): 圆柱螺旋扭转弹簧在工作过程中承受的扭力。
42. 极限扭力(P_s): 圆柱螺旋弹簧在工作中对应于弹簧材料屈服极限的扭力。
43. 工作极限扭力(P_i): 圆柱螺旋扭转弹簧在工作中可能出现的最大扭力。
44. 扭臂(r): 圆柱螺旋扭转弹簧臂部作用力处的臂长。
45. 扭矩(M): 圆柱螺旋扭转弹簧承受的负荷, 是扭力 P 和扭臂 r 的乘积。
46. 工作极限扭矩(M_i): 圆柱螺旋扭转弹簧在工作中可能出现的最大扭矩。
47. 自由角度(φ_0)圆柱螺旋扭转弹簧在没有负荷时两臂的夹角。
48. 工作扭转角($\varphi_{1,2,3\dots n}$): 圆柱螺旋扭转弹簧承受工作负荷时两臂夹角的变形量。
49. 极限扭转角(φ_s): 圆柱螺旋扭转弹簧承受极限负荷时两臂夹角的变形量。
50. 工作极限扭转角(φ_i): 圆柱螺旋扭转弹簧承受工作极限负荷时两臂夹角的变形量。

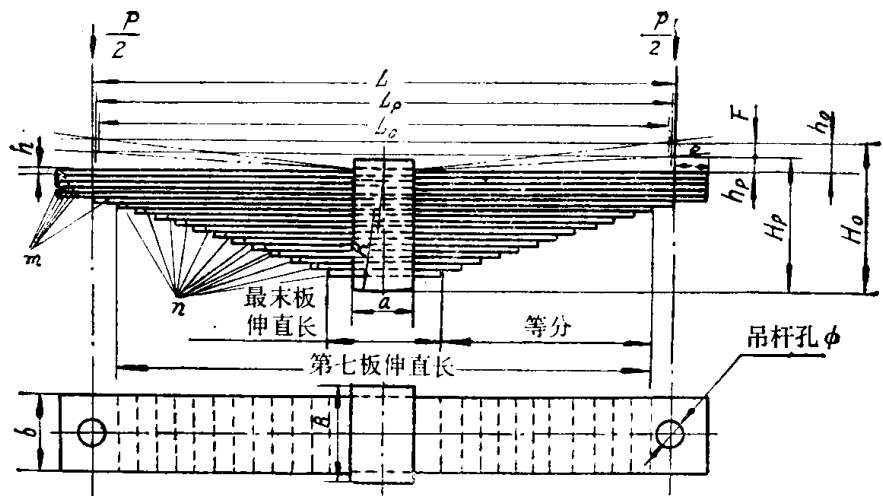
51. 切应力(τ): 压缩、拉伸弹簧承受负荷时内部产生的扭曲应力。
52. 许用切应力 $[\tau]$: 压缩、拉伸弹簧承受一定负荷时, 内部产生的允许使用的应力。
53. 极限切应力(τ_s): 对应于弹簧材料屈服极限负荷作用下的应力。
54. 工作极限切应力(τ_j): 弹簧在工作极限负荷 P_j 下的应力。
55. 切变模量(G): 随材质而变, 一般情况下为一固定数值, 计算压缩、拉伸弹簧时, 要用它来计算。
56. 曲度系数(K): 旋绕比 C 对于应力影响的修正系数。
57. 曲度系数(K_1): 旋绕比 C_1 对于应力影响的修正系数。
58. 曲度系数(K_2): 旋绕比 C_2 对于应力影响的修正系数。
59. 矩形(包括方形)截面压缩、拉伸弹簧的负荷修正系数(φ)*: 计算矩形(包括方形)截面压缩、拉伸弹簧负荷时, 根据旋绕比 $\left(\frac{D_2}{b}\right)$ 和 $\frac{b}{h}$ 值由图2—3查出的修正系数(φ)。
60. 矩形(包括方形)截面压缩、拉伸弹簧的变形量修正系数(ψ): 计算矩形(包括方形)截面压缩、拉伸弹簧变形量时, 根据旋绕比 $\left(\frac{D_2}{b}\right)$ 和 $\frac{b}{h}$ 值由图2—3查出的修正系数(ψ)。
61. 弯曲应力(σ): 扭转弹簧、卡簧和板弹簧等当承受负荷时内部产生的应力; 为了区别开来, 在77Z型弹簧计算尺上板弹簧的弯曲应力以 K_b 来代表。
62. 许用弯曲应力 $[\sigma]$: 扭转弹簧、卡簧和板弹簧等当承受负荷时, 内部产生的许用应力; 77Z型弹簧计算尺上板弹簧的许用弯曲应力以 $[K_b]$ 表示。
63. 极限弯曲应力(σ_s): 扭转弹簧、卡簧和板弹簧等当承受极限负荷时内部产生的应力。如用77Z型弹簧计算尺来计算时, 可用 $(K_b)_s$ 表示。
64. 工作极限弯曲应力(σ_j): 扭转弹簧、卡簧和板弹簧等, 当承受工作极限负荷时, 内部产生的应力。77Z型弹簧计算尺上板弹簧的工作极限弯曲应力以 $(K_b)_j$ 表示。
65. 弹性模量(E): 随材质而变, 一般情况下为一固定数值, 当计算扭转弹簧、卡簧和板弹簧等各种有关参数时要用它来计算。
66. 永久变形和暂时变形: 弹簧卸荷后自由高度(长度、角度)的变化不能恢复的部分称为永久变形, 能恢复的部分称为暂时变形, 也称滞弹性变形。
67. 立定处理: 弹簧热处理后, 经数次短暂压缩(拉伸、扭转)以达到自由高度(长度、角度)稳定为主要目的的一种工艺方法。
68. 强压(拉、扭)处理: 将弹簧压缩(拉伸、扭转)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。
69. 加温强压(拉、扭)处理: 在高于弹簧工作温度条件下进行强压(拉、扭)处理, 以达到强化或稳定尺寸的一种工艺方法。
70. 疲劳试验: 在一定条件下考验弹簧疲劳寿命的试验。
71. 冲击试验: 用突然加载的方法考验弹簧承受冲击能力的一种试验。
72. 模拟试验: 在近似弹簧工作的条件下考验弹簧使用性能的一种试验。
73. 弹簧单件重量(Q): 每个弹簧的重量, 在33尺和77Z尺上是以(W)行数值 W 来表示的。

(二) 圆、方、矩截面同心型等截面卡簧

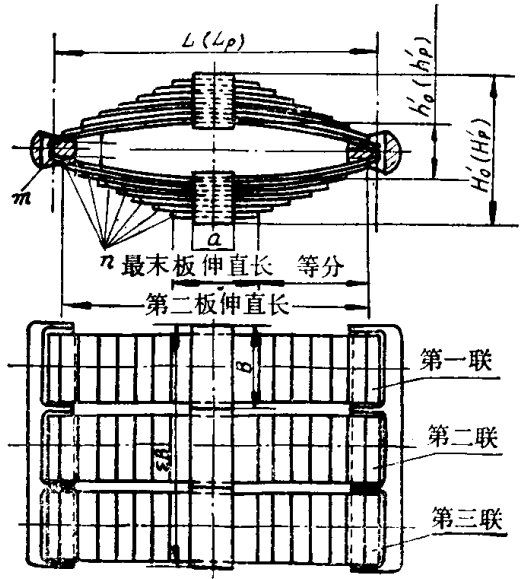
*此符号 φ 与扭转弹簧的扭转角 φ 相同。

1. 材料直径(d): 圆截面卡簧的材料截面径向尺寸。
2. 材料宽度(b): 垂直于矩形等截面卡簧轴心线的材料径向宽度。
3. 材料厚度(h): 平行于矩形等截面卡簧轴心线的材料轴向厚度。
4. 中径(D_2): 又名簧圈平均直径, 是卡簧簧圈的内径和外径的平均值。
5. 半中径(R): 为中径值的一半, 又名簧圈平均半径。
6. 应力修正系数(K): 在矩形(包括方形)截面卡簧中, 旋绕比 $C\left(\frac{D_2}{b}\right)$ 对应力影响的修正系数。
7. 负荷(P): 卡簧在缺口处所承受的负荷, 基本上有两种, 一种是压力, 另一种是张力。
8. 变形量(F): 当卡簧在自由状态下, 承受负荷压力或张力时, 产生的相对位移。
9. 最大弯曲应力(σ_{max}): 卡簧缺口处承受负荷压力或张力时, 在缺口对面的簧径的外径或内径上相应地产生了弯曲应力, 当负荷增加到一定值时, 弯曲应力可增加到最大值, 此时的弯曲应力就叫做最大弯曲应力。

(三) 板弹簧: 见图 1—7。



(a) 弓形弹簧



(b) 椭圆形弹簧

图 1—7 板弹簧名词术语

1. 弧高 (h) *：板弹簧两支承点连线与第一片凹面间最大的垂直距离。

根据弹簧存在状态的不同，弧高又可分为两种：

(1) 自由弧高 (h_0)：板弹簧在无负荷时的弧高

(2) 负荷弧高 (h_p)：板弹簧在负荷状态（即加压力时）的实际弧高

弹簧的负荷弧高又分加压弧高和减压弧高两种。加压弧高是指负荷从零开始逐渐加压到工作负荷时的实际弧高；减压弧高是指弹簧压缩到试验（最大）负荷以后，再逐渐减少压力到工作负荷时的实际弧高。由于板弹簧的簧板之间有摩擦力，因此加、减压弧高的数值不同。前者数值大，后者数值小。在图纸上没有特殊要求加压弧高或减压弧高的情况下，一般按加、减压弧高的平均值计算。

2. 高度 (H)：弓形板簧高度系指板簧簧箍底面（无簧箍者指末片簧板凸面）至板簧两支承点连线的垂直距离，叫做板簧高度，简称板簧高。一般用符号 H 表示。

与板簧弧高一样，板簧高度也分自由高度 (H_0) 和负荷高度 (H_p) 两种，见图 1—7 (a)

椭圆形板簧高度是指其上、下弓形板簧簧箍底面（无簧箍者指末片簧板凸面）间的垂直距离，叫做椭圆形板簧高度，用符号 H' 表示。其自由高度和负荷高度分别用 H'_0 与 H'_p 表示。

3. 弦长 (L)：板弹簧两支承点的距离。根据板簧存在状态不同，板簧弦长又分以下三种：

(1) 自由弦长 (L_0)：板弹簧在没有负荷时的弦长。

(2) 负荷弦长 (L_p)：板弹簧在承受负荷时的弦长。板簧负荷弦长与负荷弧高或高度相对应，也分加压弦长和减压弦长两种，通常取其平均值。

(3) 伸直弦长 (L)：板弹簧在负荷作用下呈平直状态时两支承点的距离。伸直弦长实质上也是属于负荷弦长的一种。在计算板簧的负荷和挠度（变形量）时，要用 L 和 $\frac{L}{2}$ 来计算。

4. 板厚 (h) **：制造弹簧板的材料厚度。

5. 板宽 (b)：制造弹簧板的材料宽度。

6. 同长簧板：一个弹簧内，长度相等和近似相等的弹簧板，统称为同长簧板，简称同长板。图 1—7 (a) 中板弹簧的同长板为 5 片（1~5 号簧板），图 1—7 (b) 中椭圆形板弹簧的同长板上、下各为 1 片。

7. 主板 (m)：一个弹簧内，长度等于和大于伸直弦长的弹簧板，称为主板。图 1—7 (a) 中板弹簧的主板为 6 片（1~6 号簧板），即 $m=6$ 。图 1—7 (b) 中椭圆形板弹簧的主板上、下各为 1 片，即 $m=1$ 。

不能把主板和同长板混为一谈，主板可包括同长板，而同长板却包括不了板弹簧主板。

8. 副板 (n)：一个弹簧内，长度小于伸直弦长的弹簧板，或除主板以外的弹簧板，称为副板，图 1—7 (a) 中板弹簧的副板为 12 片（7~18 号簧板），即 $n=12$ 。图 1—7 (b) 中椭圆形板弹簧的副板上、下各为 7 片（2~8 号簧板），即 $n=7$ 。

9. 弹簧箍：铁路机车车辆板簧中央部位箍紧弹簧板的零件叫做弹簧箍，简称簧箍。

10. 簧箍宽度 (a)：沿板簧长度方向的簧箍尺寸，如图 1—7 (a) 中的“ a ”值，称为簧箍宽度，简称箍宽。

* 弧高代号“ h ”在图 1—7 中没有表示出来。注意板厚的代号和弧高一样，也是用“ h ”表示。

** 板厚的代号与弧高的代号一样，都以“ h ”表示。

11. 簧箍长度 (B): 沿板弹簧宽度方向的簧箍尺寸, 称为簧箍长度, 简称箍长, 亦称板弹簧宽度。从图 1—7 (a) 中可看出, 簧箍长度等于簧板宽度加上簧箍两侧壁厚之和。

12. 簧箍总长 (ΣB): 多联椭圆形板弹簧上半扇或下半扇各个弓形板弹簧簧箍长度之和, 称为簧箍总长。习惯上又叫做多联椭圆形板弹簧的总宽度。见图 1—7 (b)。

13. 端垫厚度 (δ): 板弹簧卡铁或端板的有效工作厚度。

14. 端头长度 (e): 板弹簧支承点以外的簧板长度。

15. 负荷 (P): 又名荷重, 弹簧承受的外力, 称为负荷。根据用处不同, 又可分下列两种:

(1) 工作负荷 ($P_{1,2,3,\dots,n}$): 又名常用负荷, 是弹簧在工作过程中承受的负荷, 也是制造弹簧时进行弹力性能试验的负荷。

(2) 极限负荷 (P_s): 是对应于弹簧材料屈服极限的负荷, 又名试验负荷, 有时也名最大负荷 (P_{max})。在制造弹簧过程中, 此负荷是做为消除永久变形所用的负荷。

16. 挠度 ($F_{1,2,3,\dots,n}$): 板弹簧在承受负荷 ($P_{1,2,3,\dots,n}$) 时的弹性变形量。是自由弧高与负荷弧高之差值, 或自由高度与负荷高度之差值。

17. 刚度 (P'): 产生单位变形量的工作负荷。单位为公斤力/毫米, 刚度表示弹簧的强度。我们平常说某一弹簧硬 (力量大) 或软 (力量小), 实际就是说该弹簧的刚度大或小。

18. 柔度 (F'): 产生单位负荷的变形量。为刚度的倒数。单位是毫米/公斤力。柔度表示弹簧的柔软性质。柔度愈大, 则刚度愈小。

19. 弯曲应力 (σ): 板弹簧承受负荷后, 材料内部产生的应力; 77Z 型弹簧计算尺上所用的弯曲应力是以 (K_b) 表示的。

20. 许用弯曲应力 [σ]: 根据弹簧使用条件, 设计弹簧时给定的允许使用的最大弯曲应力值, 称为许用弯曲应力; 77Z 型弹簧计算尺上所用的许用弯曲应力以 [K_b] 表示。

21. 联数 (N): 多联椭圆形弹簧的联数以 N 表示, 如双联弹簧 $N=2$, 三联弹簧 $N=3$, 依此类推; 计算弓形弹簧或单联椭圆形弹簧时 $N=1$, 可不参加计算。

第二节 弹簧制造的金属材料分类和成分

我国国家标准《普通圆柱螺旋弹簧》(GB1239—76) 中推荐的金属材料的分类和成分, 见表 1—2。GB1239—76 推荐的铜合金弹簧材料的化学成分, 见表 1—3。

第三节 有关弹簧设计的计算公式

在这节里提到的有关弹簧的计算公式中各种参数使用的单位, 如长度一律按毫米, 负荷按公斤力或公斤力·毫米, 重量按公斤, 角度按度, 圈数按圈, 片数按片, 联数按联等来表示之。凡题中所给的单位不符合上述单位时, 一律要化成上述单位后代入各有关计算公式来进行计算。

一、圆、方、矩截面圆柱螺旋压缩、拉伸和扭转弹簧

(一) 圆截面圆柱螺旋压缩和拉伸弹簧 这种弹簧应用最广, 公式也最多, 大部分公式与

(GB1239—76) 推荐的弹簧钢和弹簧合金材料的

顺次	名 称		化				
	牌 号	代 号	碳 C	硅 Si	锰 Mn	铬 Cr	镍 Ni (不大于)
1	65	65	0.62~0.70	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	0.25
2	70	70	0.67~0.75	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	0.25
3	75	75	0.72~0.80	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	0.25
4	85	85	0.82~0.90	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	0.25
5	65 锰	65Mn	0.62~0.70	0.17~0.37	0.90~1.20	≤0.25	0.25
6	55 硅 2 锰	55Si2Mn	0.52~0.60	1.50~2.00	0.60~0.90	≤0.35	0.35
7	60 硅 2 锰	60Si2Mn	0.56~0.64	1.50~2.00	0.60~0.90	≤0.35	0.35
8	60 硅 2 锰 高	60Si2MnA	0.56~0.64	1.50~2.00	0.60~0.90	≤0.35	0.35
9	70 硅 3 锰 高	70Si3MnA	0.66~0.74	2.40~2.80	0.60~0.90	≤0.35	0.35
10	60 硅 2 铬 高	60Si2CrA	0.56~0.64	1.40~1.80	0.40~0.70	0.70~1.00	0.35
11	60 硅 2 铬 钒 高	60Si2CrVA	0.56~0.64	1.40~1.80	0.40~0.70	0.90~1.20	0.35
12	65 硅 2 锰 钨 高	65Si2MnWA	0.61~0.69	1.50~2.00	0.70~1.00	≤0.35	0.35
13	55 硅 锰 钒 硼	55SiMnVB	0.52~0.60	0.70~1.00	1.00~1.30	≤0.35	0.35
14	50 铬 锰	50CrMn	0.46~0.54	0.17~0.37	0.70~1.00	0.90~1.20	0.35
15	50 铬 钒 高	50CrVA	0.46~0.54	0.17~0.37	0.50~0.80	0.80~1.10	0.35
16	30 钨 4 铬 2 钒 高	30W4Cr2VA	0.26~0.34	0.17~0.37	≤0.40	2.00~2.50	0.35
17	4 铬 13	4Cr13	0.35~0.45	≤0.60	≤0.80	12.0~14.0	—
18	1 铬 18 镍 9	1Cr18Ni9	≤0.12	≤1.00	≤2.00	17.0~19.0	8.00~11.00
19	1 铬 18 镍 9 钛	1Cr18Ni9Ti	≤0.12	≤1.00	≤2.00	17.0~19.0	8.00~11.00
20	2 铬 18 镍 9	2Cr18Ni9	0.13~0.22	≤0.80	≤2.00	17.0~19.0	8.00~11.0
21	0 铬 17 镍 7 铝	0Cr17Ni7Al	≤0.09	≤1.00	≤1.00	16.0~18.0	6.50~7.50
22	0 铬 15 镍 7 钼 2 铝	0Cr15Ni7Mo2Al	≤0.09	≤1.00	≤1.00	14.0~16.0	6.50~7.50
23	镍 36 铬 钛 铝	Ni36CrTiAl	≤0.05	≤0.80	≤0.80	11.5~13.0	34.5~36.5
24	镍 42 铬 钛	Ni42CrTi	≤0.05	≤0.80	≤0.80	5.20~5.80	41.5~43.0
25	钴 40 铬 镍 钼	Co40CrNiMo	0.07~0.12	≤0.60	1.70~2.30	19.0~21.0	14.0~16.0

☆ 注：为顺次19中1Cr18Ni9Ti的含钛量百分数的范围，是由此钢号的含碳量的百分数减去0.02再乘以5以后的数

(GB1239—76) 推荐的铜合金弹簧材

顺次	名 称		化 学 成 分							
	牌号	代 号	主 要 成 分							
			锌 Zn	锡 Sn	铍 Be	镍 Ni	铜 Cu	锰 Mn	硅 Si	磷 P
1	硅青铜	QSi3-1	—	—	—	—	余量	1.0~1.5	2.75~3.50	—
2	锡青铜	QSn4-3	2.7~3.3	3.5~4.5	—	—	余量	—	—	—
		QSn6.5-0.1	—	6.0~7.0	—	—	余量	—	—	0.10~0.25
3	铍青铜	QBe2	—	—	1.9~2.2	0.2~0.5	余量	—	—	—