

機械工人活葉學習材料

彈 簧 鋼 的 熱 處 理

孫一唐、孫凱南編譯



機械工業出版社

編 者 的 話

製造各種彈簧的時候，對於彈簧的熱處理工作是很重要的。本書介紹蘇聯有關各種鋼料彈簧熱處理的先進經驗，由孫一唐同志翻譯，並經過孫凱南同志改寫。內容很有價值，而且也通俗易懂。本書是八級工資制四、五級彈簧工和一般熱處理工所應該學習的。

編譯者：孫一唐、孫凱南 編輯者：機械工人編委會 責任校對：譚鴻祥

1952年12月發排 1953年2月付印 1953年2月初版
書號 0142-8-12 31×43¹/₃₂ 10印刷頁 1—9,000冊 定價 700元(丙)
機械工業出版社(北京區甲廠17號)出版 中國圖書發行公司總經售

工業技術

0142-8-12

700元

— 彈簧的應用和要求

彈簧的應用範圍非常廣。在車輛上、工具上、儀器上都碰得到。它們的形狀有葉片形的、螺旋形的、平螺旋形的、柱形的，還有棒形的（比如汽車上用的扭力棒）。它們的大小也各不相同，有長達一公尺以上的火車車身彈簧，也有直徑只一兩公厘的儀器彈簧。各種常用的彈簧如圖 1~4 所示。

在機械工作中，彈簧是這樣的重要，所以我們對它性質的要求和所用的材料以及熱處理的方法都要加以認識。



圖 1 汽車上用的葉片彈簧

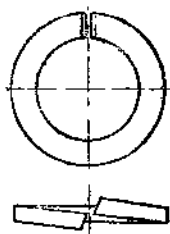


圖 2 彈簧墊片

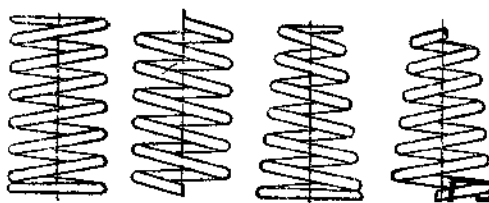


圖 3 受壓縮作用力的螺旋彈簧

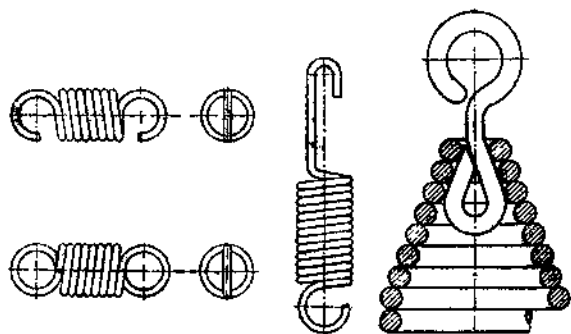


圖 4 受張引作用力的螺旋彈簧

首先，我們應該知道彈簧所受的力是怎樣的：我們知道彈簧所受的力量是忽大忽小的，而且作用力的方向也是時時不同的。它受力的種類，可分拉力、壓力、扭力或是同時受到其中的兩種（如同時受到拉力和扭力，壓力和扭力，拉力和壓力是不會同時受到的）。這些都隨着使用的情況而不同。

我們知道，凡是受到很多次數的反覆不同方向的力的機件，一定比總是受着同一方向的力的機件容易壞些。它的原因主要是由於反覆的力量使機件（如彈簧，軸等機件）的表面產生小的裂紋，這些裂紋會繼續不斷的擴大，最後到折斷為止。所以我們在研究材料的性質時，除了說明它的硬度、延性和能受的最大拉力以外，還有專門針對着這種性質的一個規定叫做‘疲勞限度’，它的意思是說，用這種材料所做成的機件，究竟能受多大的力量，在反覆作用而不至於折斷（對於鋼鐵類的材料要求在這種力的作用下永遠不損壞；有色金屬的材料只要求能受一定的次數，例如要求在 30 億次或 50 億次中不會折斷）。這個‘疲勞限度’的數值，往往只有按

力的幾分之一。例如某一種鋼，它的拉力每平方公厘是 70 公斤，但是‘疲勞限度’每平方公厘只有 12 公斤，就是說用這種鋼做成的機件，如果受着固定大小和固定方向的力，那麼拉斷它要用到每平方公厘 70 公斤那麼大的力，但是如果使它受到拉過再壓，壓過再拉的力量，那它只能受每平方公厘 12 公斤以下的力量，再大了就會在使用中突然折斷的。

我們知道彈簧的表面情況，是很重要的，因為彈簧是受反覆不同的力量的機件。它的損壞，多是由表面的小裂紋的發展而折斷的。所以，如果我們把它的表面處理得很好，很光，硬度也適當，那就不容易壞。

製造彈簧的材料，和彈簧性能的關係非常大，因為各種材料的拉力不同，‘疲勞限度’也不同，經過熱處理後的硬度也各不相同。所以，我們選擇彈簧材料，要選擇‘疲勞限度’比較高，熱處理後的表面硬度比較大，並且彈簧的芯子又很強韌的才好。

我們現在通用的彈簧材料，碳鋼和合金鋼都有。碳鋼彈簧的含碳量是 0.6~0.9%，合金鋼的含碳量比較低，在 0.45~0.75%。各種彈簧鋼的化學成分和應用範圍如附表 1。

彈簧鋼中除碳以外，還有幾種別的合金元素，這些元素的作用，是能提高彈性，使彈簧受到比較大的力也不會永久變形。這些元素是矽(Si)、錳(Mn)、鉻(Cr)、釩(V)、鉬(Mo)和鎢(W)，其中矽、錳和鉻是常用的，釩、鉬和鎢是特殊的彈簧用的，例如在高溫中使用的彈簧。各種鋼料的性質和熱處理的一般方法，我們在下一節中可以談到。

二 各種彈簧鋼料的性質和熱處理方法

1 碳彈簧鋼 碳彈簧鋼就是普通的高碳鋼，含碳0.6~0.9%，因為價錢便宜，供應便利，所以應用最廣，式樣也最多。從最小的儀器用彈簧到最大的螺盤彈簧都有。

碳彈簧鋼也有兩類：一種是製造比較小的彈簧用的，厚度不到6公厘的葉片彈簧和鋼絲直徑不到7公厘的螺旋彈簧都用這種鋼。這種鋼是預先經過熱處理的，在製造時只要把它做成所需的形狀就行。但是預先經過熱處理的鋼，彈性比較差，所以大的彈簧不能用這種鋼（大彈簧受力大，所以要求熱處理以後得到硬而韌的性質；小彈簧一般用在不吃力的地方，性較軟，彈性差）。

另外的一種是需要經過熱處理才能應用的，適宜於製造厚度在12~15公厘間的葉片彈簧或鋼絲直徑在15公厘以下的螺旋彈簧。熱處理的方法和經過熱處理以後的彈簧鋼性能如附表2。

碳鋼的淬火，需要比較高的溫度和比較快的冷卻，在這種情形下，鋼的表面極易開裂。所以比以上所說的尺寸再大的彈簧，很少用碳鋼來做；一般都要選用合金鋼，因為合金鋼淬火溫度較低，也不需要太快的冷卻，不易開裂。

2 矽彈簧鋼 矽彈簧鋼是含矽在1.5%以上的鋼。這種鋼用比較慢的冷卻速度，就可以得到相當好的表面硬度、強度和延性。它和碳鋼比較還有一個好處，就是在加熱時不會氧化，而且如果溫度燒得高一點，也不大會把內部組織燒壞，所以在加熱方面也比較容易。矽鋼也有一些缺點：在熱作之後表面容易有斑點；表面的

含碳量會因為加熱而燒掉。這樣一來，就使表面變成含碳量低的鋼（含碳低的鋼是不適合做彈簧的）；含碳低的鋼，表面比較容易起小裂紋。砂鋼的成分和熱處理方法等如附表 3。

砂鋼的表面所含的碳，如果在加熱時被燒掉，表面的硬度就不够了，裂紋也就容易發生。這種現象叫做脫碳。為了防止這種現象，加熱的爐子中一定要用不會發生氧化作用的氣體（如一氧化碳、氫、氮、碳氫化合物等）通進去。這種裝置是很麻煩的，所以砂鋼的應用，因此也受到一定的限制。

3 錳彈簧鋼 和砂彈簧鋼比較起來，錳彈簧鋼有些優點；例如在熱作之後，表面非常乾淨，表面強度和硬度都很高，而且不容易‘脫碳’。此外，錳彈簧鋼在淬硬時也不需要很快地冷卻，這就使它的熱處理比較容易。它的缺點是加熱時溫度要控制得好，不能過度加熱。漲縮比較大，所以在淬火時會起裂紋；而且在回火之後會變脆（這種現象可以用增加少量的鉬來克服它）。

錳彈簧鋼有需要經過熱處理的，也有不必再經過熱處理的，它們的成分和熱處理方法如附表 4。

錳鋼的彈簧在淬火時要注意幾點：

- 一、加熱溫度要比砂鋼和碳鋼低，一般低 20°C 左右。
- 二、冷卻液最好用油，不要用水，因為油的冷卻速度比較慢，不易引起裂紋。

三、回火溫度的選擇要非常小心，回火之後從爐中取出淬入油中比較好，如果在空氣中冷卻就容易造成脆性。

4 砂錳彈簧鋼 砂錳合金鋼是採取上面所說的兩種彈簧鋼的

優點而製成的一種合金鋼。我們常用的一種是含碳 0.5~0.6%，錳 0.6~0.9%，矽 0.5~0.8% 的矽錳彈簧鋼（蘇聯規格 55ГC）。這種鋼在淬火時，內心部分的強度增加很多，所以最好用來做比較厚的葉片彈簧（厚 10 公厘以上）、鋼絲直徑 25 公厘以上的螺旋彈簧和扭力棒。它也不要很快的冷卻速度，脫碳的情況也比較少，而且沒有錳鋼的回火變脆現象，因此可以說：這是一種價廉物美的彈簧鋼。

它的熱處理方法是在 820°C 的油中淬冷，再把它燒到 400°C 回火。它的彈性強度是每平方公厘 135 公斤，延長率是 8%。彈簧有這樣的機械性能，可以說是很好的了（彈性強度的意思是說：用這種鋼料做的彈簧，如果受到每平方公厘 135 公斤以下的力量，它是不會產生不能恢復原狀的變形的）。

5 鉻錳彈簧鋼 鉻的本身是很硬的，把它加到鋼裏去後，這種合金鋼也很硬，所以鉻錳彈簧鋼淬火後，表面硬度很高，內部的強度也很高。這種鋼對於過分加熱的影響也比較小，但是它有回火的脆性，所以回火時要照錳鋼的方法在油中急冷，而不能讓它自己慢慢的冷下來。這種鋼適宜做大的彈簧，它的化學成分和熱處理方法如附表 5。

6 鉻鈮彈簧鋼 在鉻鋼中加入一些鈮（0.25%），有很大的用處，它能使鋼的結晶變成很細，延性也可以增加。這樣的鋼不怕過分加熱，所以熱處理的工作是很便利的。

鉻鈮彈簧鋼的應用，最好是厚度 20 公厘或鋼絲直徑 20 公厘以下的重型彈簧，以及在比較高的溫度（350°C）以下工作的彈簧。

如汽車汽門彈簧。

這種鋼的例子是含碳 0.45~0.55 %、錳 0.3~0.6 %、矽 0.15~0.3 %、鉻 0.75~1.1 %、鈮 0.15~0.25 % 的一種(蘇聯規格 50XΦA)。它的熱處理方法是在 860°C 時油淬, 再在 400~450°C 回火(油中急冷)。回火後, 內應力可以大部分消除, 所以彈性限度也提高了。它的機械性能: 彈性強度大約每平方公厘 110 公斤, 延長率是 10 %。

7 高鉻不銹彈簧鋼 不銹鋼彈簧一般是在抗腐蝕和抗高溫(400°C 以下)時用的。這一類的彈簧式樣很多, 大小也有許多種。它的熱處理方法比較簡單, 因為不銹鋼只要很慢的冷卻就可以得到淬硬的效果。所以比較小的彈簧, 只要用壓縮空氣吹一下就行了, 但是, 大的彈簧要用油冷卻。不銹彈簧鋼的化學成分和熱處理方法如附表 6。

以上的幾種鋼, 性質各有不同, 處理的方法也是有難、有易。一般說來, 碳鋼和矽錳鋼比較便宜, 所以用得也比較多。

三 熱處理時要注意的幾點

熱處理的溫度和回火的溫度, 雖已按照鋼的成分有了規定, 但是還要配合熱處理的操作方法。如果在加熱、淬冷時用的方法不得當, 也很容易發生裂紋、淬火溫度不勻、硬度不足或是加熱過度等等毛病。以下是熱處理操作時應該注意的幾點:

1 彈簧放入爐中的方法 彈簧鋼和其他的鋼一樣, 在加熱時是會變形的, 所以安放的方向應該使重量的方向和他的軸垂直, 例

如螺旋彈簧要直放，葉片彈簧要側放。這樣，在加熱時就不會因為本身的重量關係而使彈簧變形。形狀特別複雜的彈簧就要設計一個架子或是夾子夾住它。圖 5 和圖 6 是彈簧淬火時用的夾具。

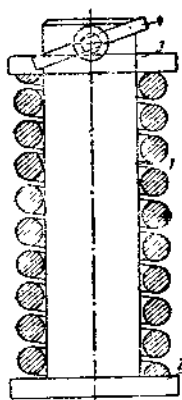


圖 5 受壓縮作用力的彈簧，在淬火和長度試驗（受負荷時）時用的夾具

1——中心柱 2——柱頭
3——墊圈 4——銷子

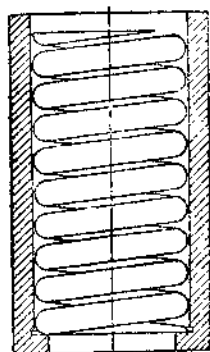


圖 6 受壓縮作用力的彈簧，在淬火時用的夾具

2 加熱 在加熱以前，為了避免材料的脫碳，可以塗一些塗料（如水玻璃、硼砂）然後放到爐中去。一爐裝滿後就可以生火加熱。小的彈簧加熱快一點，大的慢一點，加熱到淬火溫度後，要在爐中停留一段時間，使各部分的溫度均勻。停留的時間大約是：厚度每 1 公厘 $2 \sim 2\frac{1}{2}$ 分鐘（葉片厚 10 公厘或鋼絲直徑 10 公厘的停留 20～25 分鐘）。

爐子的風口位置，應該特別留心。在風口地方，爐火的氧化性比較大，最好不要放彈簧。理想的加熱方法是在鹽爐中加熱，不會

脫碳，也不會氧化，並且溫度非常均勻。

3 冷却速度 淬冷用的物質，有油、水、鹽水和冷風等幾種，看所用的材料而決定。對於淬冷劑的要求是要能使鋼料得到深透的硬化，而又不會使表面碎裂。下面所說的幾點可以參考：

一、含碳 0.5 % 以下的彈簧鋼用水淬，含碳 0.5 % 以上的彈簧鋼用油淬。

二、含碳 0.4 % 以下的矽鋼或矽錳鋼製的螺旋彈簧用水淬（矽、錳含量多少沒有關係）。含碳再多的矽錳鋼用油淬。

三、含碳量在 0.35 % 以下的錳鋼、鉻錳鋼或鉻鈦鋼製的螺旋彈簧用水淬，含碳量在 0.35 % 以上的用油淬。

四、淬葉片形的彈簧所用的淬冷劑和上面所說的差不多。但是這種葉片形彈簧的含碳量比上面所說的鋼可以高一點，例如含碳 0.4 % 的錳鋼可以用水淬。不銹鋼可以用油淬。

彈簧淬入淬火槽中後，不要立刻使它冷透，要等表面溫度降低到 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$ 時，就要從槽中取出，放在空氣中繼續冷却。在試淬新的彈簧時，要試出適宜的冷却溫度，在淬入槽中後，隔一小段時間把彈簧取出來，如果是油淬的，附在彈簧表面的油和空氣接觸時只冒烟而不着火時，就是適宜的溫度。以後淬火到這樣溫度時，就把彈簧從槽中取出放在空氣中冷却。這樣可以使鋼內的硬性結晶生得比較少一點，不至於發脆和變形。

4 回火溫度 在下面的幾張表中，回火溫度往往有一個限度（大約是 50°C 左右）。這在實際操作時，往往不能控制得很好。溫度高一點，彈性就比較差一點，但是韌性較好。所以要高一點的彈性，

就要用較低的回火溫度。

5 熱處理試樣 在熱處理時，可以把彈簧的材料事先截下幾段，和彈簧一同進行熱處理，這些材料的樣品，可以用作硬度試驗、拉力試驗，也可以用作脫碳情形的檢查，和組織情形的檢查。這樣，對於以後的檢查非常方便。

四 彈簧熱處理的實例

這裏舉幾個彈簧熱處理的例子作為參考，這都是蘇聯的先進方法：

1. Y9A (蘇聯規格) 鋼的葉片彈簧

把這種鋼料做的彈簧，先在 660°C 高溫回火。回火的爐子是有保護氣體的（比如把氫、氮、碳氫化合物、一氧化碳等氣通進去），時間約半小時。

淬火溫度是 780°C ，加熱的爐用鹽爐、普通電爐或油爐中都可以。在鹽爐中加熱要用鐵絲籃子。在電爐中加熱用鐵盤盛着放進去就行。加熱到 780°C 之後，等一段時間使溫度均勻，然後淬入 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的油槽中冷卻。在油中要放四、五分鐘。

淬火之後，把彈簧放在熱碱水中沖洗，把附着的油都要洗掉。如果不洗掉，在回火的時候油會燒起來的。假使回火的溫度過高，會減低彈簧的硬度和彈性。

回火也可以在鹽爐中進行，溫度是 $380\sim 420^{\circ}\text{C}$ ，時間是五分鐘。這一類彈簧鋼的熱處理的方法如表 7。

2. 50XΦA 鋼 (蘇聯規格) 的柱形彈簧

把這種彈簧裝在鐵絲網籃中，放到 850°C 的鹽爐中加熱。停留時間大約是2~5分鐘，然後取出來立即淬入 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的油中。油槽中的油是流動的，彈簧在油中放兩分鐘後取出。

彈簧經淬火後，在 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的碱水中沖洗十分鐘，把油污去掉；去淨後就可以回火。如在鹽爐中回火（ $370\sim 420^{\circ}\text{C}$ ），時間只要五分鐘。在普通的加熱爐中回火也可以，但是時間長得多，需要30~45分鐘。

3.65Г鋼（蘇聯規格）製的螺旋彈簧-鋼絲直徑約8公厘。

加熱的方法和前面所說的一樣，放在鹽爐或室爐中加熱都可以。加熱到 $800\sim 820^{\circ}\text{C}$ 後，在鹽爐中放兩分鐘（室爐中要放15~18分鐘），取出淬到 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的油槽中冷卻。在油中放 $1\frac{1}{2}\sim 2$ 分鐘。淬火後放在 60°C 的碱水中沖洗，沖洗完了進行回火。

回火的溫度要根據所需的硬度的高低而決定。在 $230\sim 260^{\circ}\text{C}$ 回火，得到的硬度是 $R_c 48$ ； $340\sim 360^{\circ}\text{C}$ 回火，得到的硬度是 $R_c 48\sim 46$ ； $410\sim 430^{\circ}\text{C}$ 回火，得到的硬度是 $R_c 39\sim 43$ 。在鹽爐中回火，只要5~6分鐘，在一般的加熱爐中回火，時間要20~25分鐘；所以應用鹽爐，時間經濟得多。

4.60C2（蘇聯規格）鋼製的螺旋彈簧

這種彈簧，冷繞或熱繞都可以。加熱淬火的方法也和以前說的一樣。爐溫是 $960\sim 980^{\circ}\text{C}$ 。在爐中放多少時候，要看鋼絲的直徑而定；大約每1公厘直徑加熱1~1.5分鐘。

在加熱到適當溫度並且停留相當時間之後，淬入 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的機油槽中冷卻。

回火之前也要經過熱碱水沖洗。回火也可以在鹽爐中進行，溫度是 $550\sim 570^{\circ}\text{C}$ 。在這個溫度停留 60 分鐘，這樣可以得到 $R_{c42}\sim 48$ 的硬度。

5. 汽車的葉片彈簧和螺旋彈簧材料大都是 50XΓA, 55C2 和 60C2 的鋼料。

這種彈簧的製造過程如下：1) 冷壓成形，2) 兩頭沖螺絲孔，3) 拉尾梢，4) 熱捲銷子孔，然後就進行熱處理。

熱處理的爐子，最好是連續加熱的爐子。如果沒有，就在普通的爐子中也可以，不過爐子要大一點，否則爐內溫度不容易保持一定。加熱的溫度對 60C2 的鋼是 950°C ，50XΓA 鋼是 850°C 。加熱到這個溫度之後，停留的時間是 $12\sim 18$ 分鐘，因為汽車葉片彈簧的厚度大約是 $6\sim 10$ 公厘。從加熱爐中取出後，用特殊的夾子把它夾彎成需要的弧形，淬入油中冷卻。油槽中的油最好也是流動的。

回火可以在鹽爐中進行，也可以在連續式加熱爐中進行。回火溫度，根據材料的種類而定。50XΓA 的鋼，加熱到 530°C ，停留 30 分鐘，然後冷卻；硬度是 $R_{c39}\sim 45$ 。60C2 和 55C2 鋼，加熱到 $450\sim 500^{\circ}\text{C}$ ，保持 30 $\sim$ 45 分鐘；得到的硬度也是 $R_{c39}\sim 45$ 。

彈簧回火後，接着就要校直。如果有磁性檢驗設備，就要檢驗它的表面是否有裂紋。

前面說過，凡是受到反覆力量的機件，比較容易壞。我們又根據實驗，知道彈簧鋼的表面，不怕受壓，只怕受拉。如果我們有辦法使他在使用的時候，多受壓力，少受拉力（例如本來是拉力 100 公斤，壓力 100 公斤，我們設法改成拉力 60 公斤，壓力 140 公斤），那

它的壽命就要長得多（就是說能受得住更多次數的反覆力量而不壞）。

要達到這個目的有兩個方法：一個方法是先把彈簧冷彎一下，使它要受拉力的一面先受到一個一定的壓力，這樣在使用中，外來的拉力就被內在的壓力抵銷了一部分。例如葉片彈簧在使用時向上彎時下面受拉力，我們就預先把它向下彎成弧形。還有一種方法是用鐵砂在高速度下噴到彈簧的表面。鋼的表面，受到鐵砂的撞擊，變成一個個很小的凹處（深度約 0.25 公厘左右）。這些陷下去的地方，都受到壓力，這樣在使用時，也可以抵銷一部分外來的拉力。噴砂的工具，可以用壓縮氣，也可以用離心力（圖 7），這不是在本文範圍之內，我們就不談了。

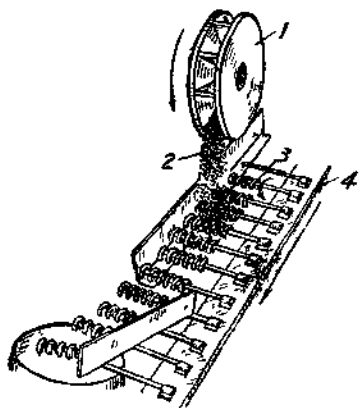


圖 7 彈簧的噴砂裝置圖

- 1——離心噴砂機
- 2——砂
- 3——彈簧（本身也在旋轉）
- 4——彈簧傳送裝置

註 代表各種蘇聯金屬的符號如下：X=鉻 Γ=錳 H=鎳 Φ=鈮
M=鋁 Ю=鋁 B=鎢 C=砂 Д=銅 K=鈷 T=鈦

在金屬符號後面的數字，表示前面金屬的平均含量。這數字是小數點以後的百分數值，比如‘2’就是 0.2%，‘9’就是 0.9%。如果在金屬符號後面沒有跟着數字，那就是說：這金屬的含量是在 1% 以上。在符號前面的兩位數字是代表含碳量，比如 50XΦA，就是說含碳有 5%，排在金屬符號後面的字母，是表示鋼的品質等級，通常 A 是代表高級品質的鋼。比如 50XΦA 就是表示含碳 5%，約有 1% 鉻、1% 鈮的高品質鋼。

附 表

1 各種彈簧鋼的化學成分和應用範圍

鋼 類	化 學 成 分 %					應 用 範 圍
	碳(C)	錳(Mn)	矽(Si)	鉻(Cr)	鎢(Mo)	
冷 軋 碳 鋼	0.6~0.9	0.5~0.8	0.17~0.37	0.30*	—	冷繞或冷彎而成的小彈簧，葉片形的鋼絲直徑在6公厘以下，螺旋形的鋼絲直徑在7公厘以下
熱處理碳鋼	0.6~0.9	0.5~0.8	0.17~0.37	0.30*	—	厚度不超過7公厘的葉片彈簧，鋼絲直徑在10公厘以下的螺旋彈簧
熱處理砂鋼	0.5~0.75	0.6	1.5~2.8	0.30*	—	厚度不超過12公厘的葉片彈簧，鋼絲直徑在15公厘以下的螺旋彈簧，可以在250°C以下的溫度中使用
冷 拉 碳 鋼	0.45~0.75	0.8~1.2	0.17~0.37	0.30*	—	冷繞或冷彎而成的彈簧，葉片形的厚度在5公厘以下，柱形或螺旋彈簧鋼絲直徑在7公厘以下
熱處理錳鋼	0.45~0.70	0.8~1.2	0.17~0.37	0.30*	—	厚度5~15公厘的葉片彈簧，鋼絲直徑在7~20公厘之間的螺旋彈簧，截面有變化的各種彈簧
熱處理砂錳鋼	0.5~0.7	1.0~2.0	0.8~1.5	0.30*	—	厚度在10公厘以下的葉片彈簧，鋼絲直徑在25公厘以下的螺旋彈簧，複合彈簧
冷 軋 鉻 鋼	0.45~0.55	0.3~0.6	0.15~0.3	0.75~1.10	0.15~0.25	冷繞或冷彎的彈簧，厚度在5公厘以上的葉片形彈簧，鋼絲直徑在7公厘以上的螺旋彈簧
熱處理鉻鋼	0.45~0.55	0.3~0.6	0.15~0.3	0.75~1.10	0.15~0.25	圓形的平柱形彈簧或平板形彈簧，直徑或厚度在20公厘以上，能在300°C以下的溫度中工作
熱處理鉻錳鋼	0.45~0.55	0.7~1.0	0.15~0.3	0.75~1.10	—	厚度在5~15公厘之間的葉片彈簧，鋼絲直徑在5~15公厘之間的螺旋彈簧，和其他截面有變化的彈簧

* 表示不超過表中的數量