

# 第五章 彈簧

## ■ 學習目標

1. 學生能瞭解彈簧的功用。
2. 學生能瞭解彈簧的種類及特性。
3. 學生能瞭解彈簧的材料及物理性質。
4. 學生能正確的選用彈簧，連接彈簧。

## 5-1 彈簧的功用

- 彈簧是一種簡單的機件，應用的範圍非常廣泛。彈簧的性能，在受到負荷時，會作適量的變形，負荷移去後，則能恢復原來的形狀或位置。優良的彈簧應是一種具有高度彈性能(resilience)的彈性體。
- 彈簧的功用主要功用如下：
  - 一、吸收震動
  - 二、產生作用力
  - 三、儲存能量
  - 四、力的量度

# 一、吸收震動

- 彈簧可吸收或緩和外加的負載或衝擊力。例如機車、汽車及飛機之避震器，皆為彈簧吸收震動的應用。

## 二、產生作用力

- 彈簧可產生一種作用力，以維持兩機件間之接觸。如離合器、內燃機之閥彈簧、凸輪從動件之恢復彈簧等。

## 三、儲存能量

- 彈簧儲存的能量，可做為動力的來源。  
例如鐘之發條、槍的板機、鑽床回彈把手及錶的游絲等。

## 四、力的量度

- 彈簧也能作為力的量度器。如彈簧秤及各類功率指示器等。

## 5-2 彈簧的種類

- 彈簧的種類很多，爲了適應各種不同的用途，而將彈簧設計成各種不同的形狀。
- 彈簧若依用途之不同可分爲四種：壓縮彈簧、伸張彈簧、扭力彈簧及特殊彈簧等。
- 彈簧若依形狀之不同可分爲
  - 5-2-1 線狀彈簧(sire spring)
  - 5-2-2 板片彈簧(flat spring)
  - 5-2-3 特種形狀彈簧

## 5-2-1 線狀彈簧

- 線狀彈簧常以圓形、方形或其他各種形狀之金屬線製成，如果製成螺旋形，則稱爲螺旋彈簧(helical spring)。
- 線狀彈簧依作用方式之不同可分爲：
  - 一、壓縮彈簧 (compression spring)
  - 二、拉伸彈簧 (tension spring)
  - 三、扭轉彈簧 (torsion spring)
  - 四、特殊彈簧

# 一、壓縮彈簧

- 如圖5-1所示為壓縮彈簧。壓縮彈簧用途很廣泛。彈簧每圈之間具有充分之間隙，此間隙受壓後可以縮短，當壓力消失時又回復原來長度。而為了增加彈簧的接觸面積，常把彈簧兩端磨平，如圖5-1所示。壓縮彈簧的頭端形狀，如圖5-2所示。



動畫5-1-1



動畫5-1-2



圖5-1 壓縮彈簧

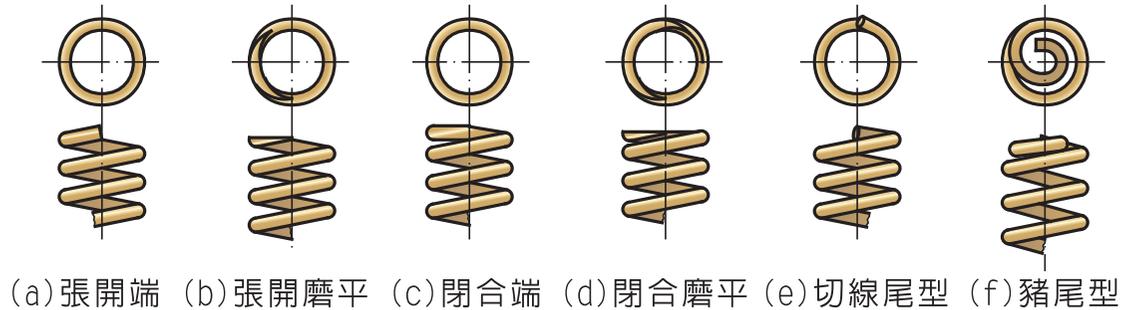


圖5-2 壓縮彈簧端部形狀

## 二、拉伸彈簧

- 如圖5-3所示，為拉伸彈簧。拉伸彈簧不受拉力時，每一圈都緊靠一起，受拉力則伸張。拉伸彈簧最弱的地方是線形變化最大的地方。拉伸彈簧端頭的形狀，如圖5-4所示。

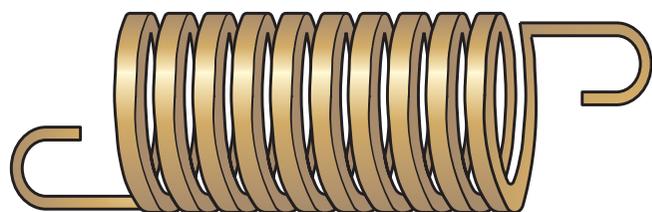


圖5-3 拉伸彈簧圖

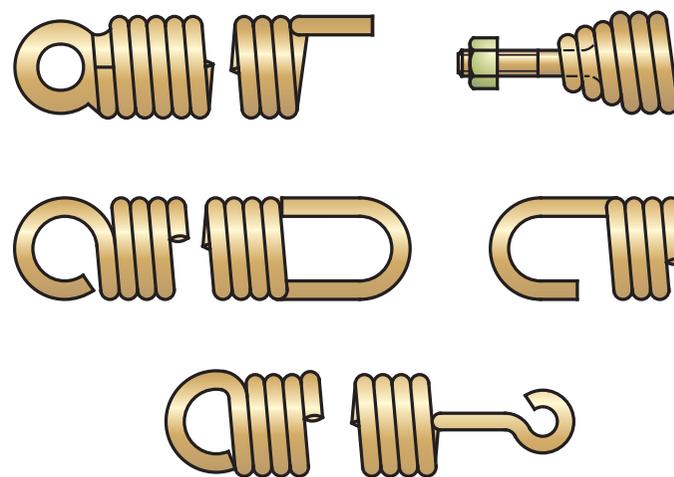


圖5-4 拉伸彈簧端部形狀

## 三、扭轉彈簧

### ■ 1. 螺旋扭轉彈簧

螺旋扭轉彈簧又叫螺旋扭力彈簧。施力方向大都沿螺旋切線方向，在圈體四周承受扭力矩。其形狀小型較多。廣泛用於日用品、門的樞紐、家庭用品、電氣製品。如圖5-5所示。

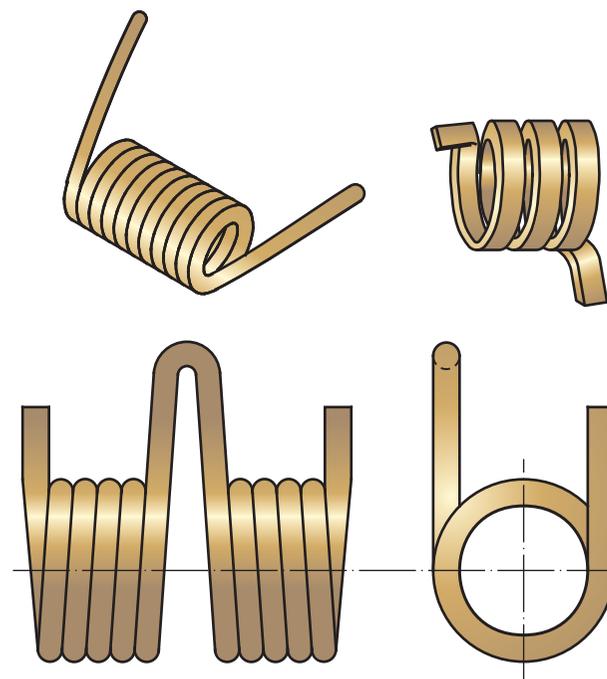


圖5-5 螺旋扭轉彈簧

- 2. 蝸旋扭轉彈簧 (spiral torsion spring)

蝸旋扭轉彈簧又稱蝸旋扭力彈簧。此種彈簧用於鐘錶上可儲存能量供給動力，用於機車腳踏起動器上可歸定位用。如圖5-6所示。



圖5-6 蝸旋扭轉彈簧

## 四、特殊彈簧

- 1. 單線彈簧 (simple wire spring)

單線彈簧是用線材料彎曲成所需要的形狀，材料為彈簧線。如圖5-7所示。

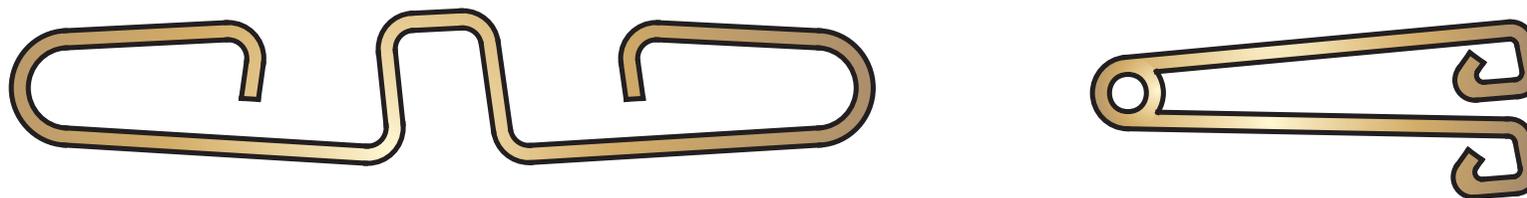


圖5-7 單線彈簧

- 2. 環形彈簧(ring spring)

如圖5-8所示。係利用彈簧鋼線製成圓圈，其交叉接口處各彎一小圓圈，用以放鬆彈簧的緊縮力，通常使用於軟管和硬管的連接處。

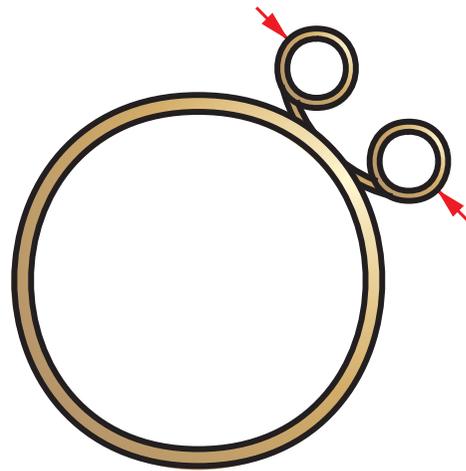


圖5-8 環形彈簧

## 5-2-2 板片彈簧

- 依形狀之不同又可分為下列四種：
  - 一、疊板彈簧(lamellar spring)
  - 二、單片彈簧 (simple plate spring)
  - 三、錐形彈簧 (conical spring)
  - 四、盤形彈簧 (disk spring)

# 一、疊板彈簧

- 疊板彈簧又稱葉片彈簧 (leaf spring)。在製造上必須具備有相當的強度，彈性變形量較小，能承載較大的負荷。普通用在卡車、火車等車輛的底盤上，如圖5-9所示。有時爲了增加吸收能量，得到更佳的避震效果，可將兩組疊板彈簧合併作成橢圓形疊板彈簧，供火車等使用。如圖5-10所示。

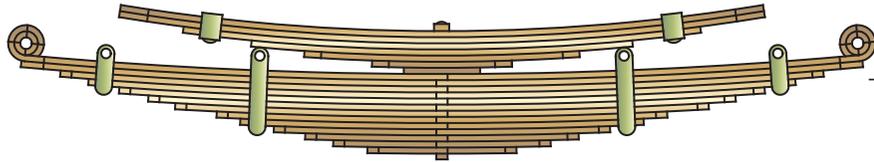


圖5-9 疊板彈簧

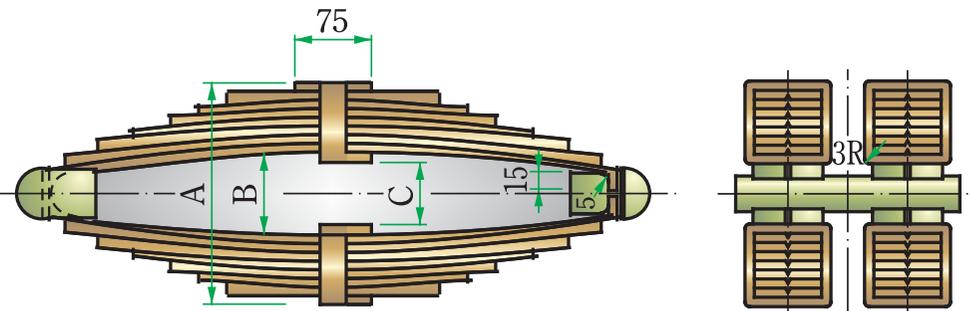


圖5-10 橢圓形疊板彈簧

## 二、單片彈簧

- 單片彈簧係一金屬加工製成適當的形狀，且具有彈性作用的彈簧，常用於電源插座、壁上電燈開關或其他電氣開關等。如圖5-11所示。



圖5-11 單片彈簧

### 三、錐形彈簧

- 錐形彈簧是由圓鋼線或鋼片，捲成的錐狀體。多用於小空間，或用在彈性範圍內距離短的機件上，如圖5-12所示之錐形彈簧特別稱為竹筍彈簧。當壓縮時，大直徑先變形。特徵為單位容積上可吸收較大的能量。常用做重車輛的懸架彈簧或緩衝彈簧。亦可將兩個錐形彈簧大錐底連接，應用於園景用修剪鉗；小錐端連接，用於沙發、彈簧床等。

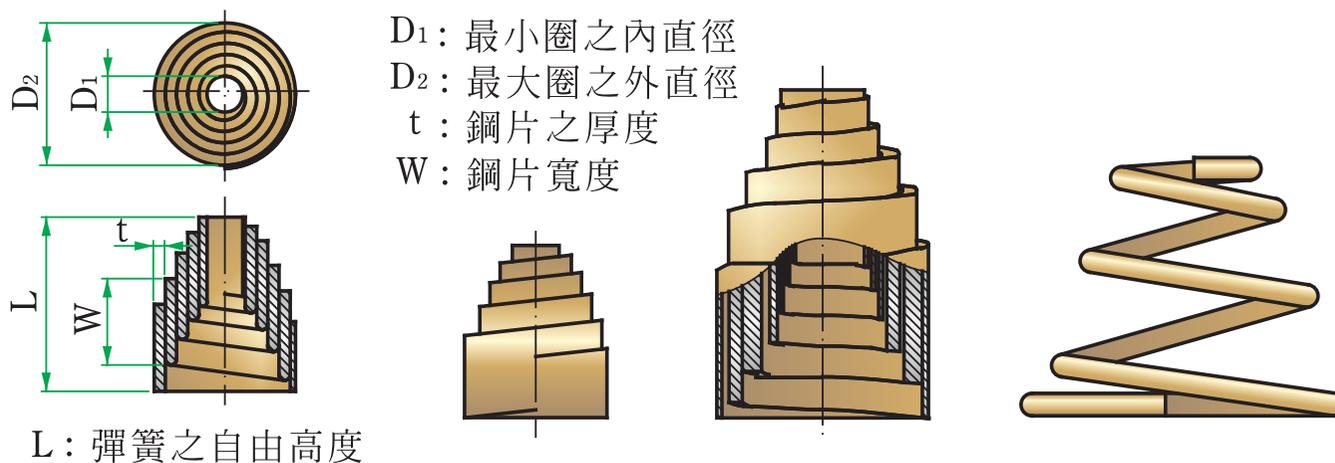


圖5-12 錐形彈簧

## 四、盤形彈簧

- 盤形彈簧又稱皿形彈簧，亦稱貝勒維爾彈簧(Billeville)，為法國人貝勒維爾(J.Billeville)於西元1867年發明。其形狀為圓錐盤狀，如圖5-13所示。經由德國DIN標準化後，歐、美、日各國，逐漸以盤形彈簧代替傳統式螺旋彈簧作為機械元件，以提高機械性能。

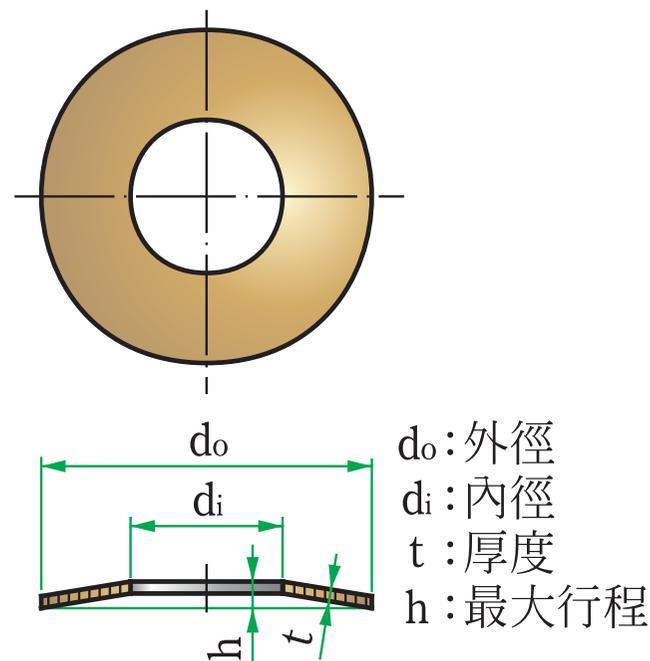


圖5-13 盤形彈簧

- 盤形彈簧的特點為負荷大，行程短，組合方便，適用於空間小，負荷大之精密重機械。常作為墊片使用，當鎖緊墊有盤形彈簧之螺旋時，連接件不會因震動而發生鬆脫且可發揮彈簧的功能。如圖5-14所示，為同樣的負荷，不一樣的使用空間與重量。

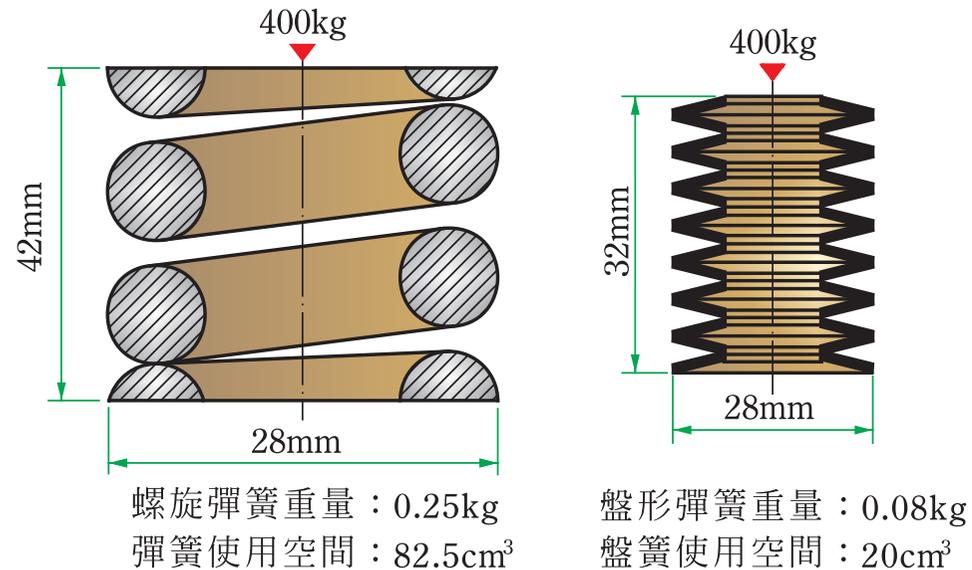


圖5-14 盤形彈簧與螺旋彈簧之比較

- 盤形彈簧適用範圍如下：
  - 1.動力傳達元件：如離合器、剎車系統、磁碟機、傳動軸等。
  - 2.電氣系統傳動開關。
  - 3.螺栓、螺絲彈性墊圈。
  - 4.升降機、起重機、印刷機、馬達、引擎、幫浦等元件。

- 盤形彈簧之疊法變化很多，如圖5-15所示，說明如下：
  - 1.同向疊法使用如圖5-15(a)。其負載大小與盤簧的片數成倍數正比(並聯法)。
  - 2.反向疊法使用如圖5-15(b)。其壓縮行程與盤簧的片數成倍數正比(串聯法)。
  - 3.同反向混合使用如圖1-15(c)。其負載與行程皆成倍數比例累進。

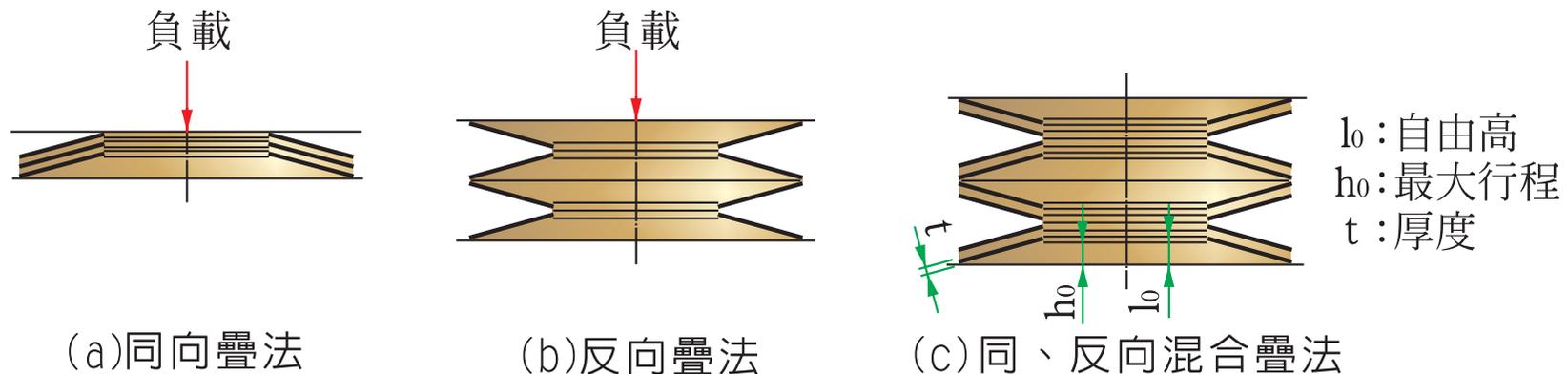


圖5-15 盤形彈簧疊法

- 盤形彈簧安裝時，原則上以盤簧底端朝向負荷來源方向。如圖5-16所示。盤形彈簧應用實例，圖5-17所示。

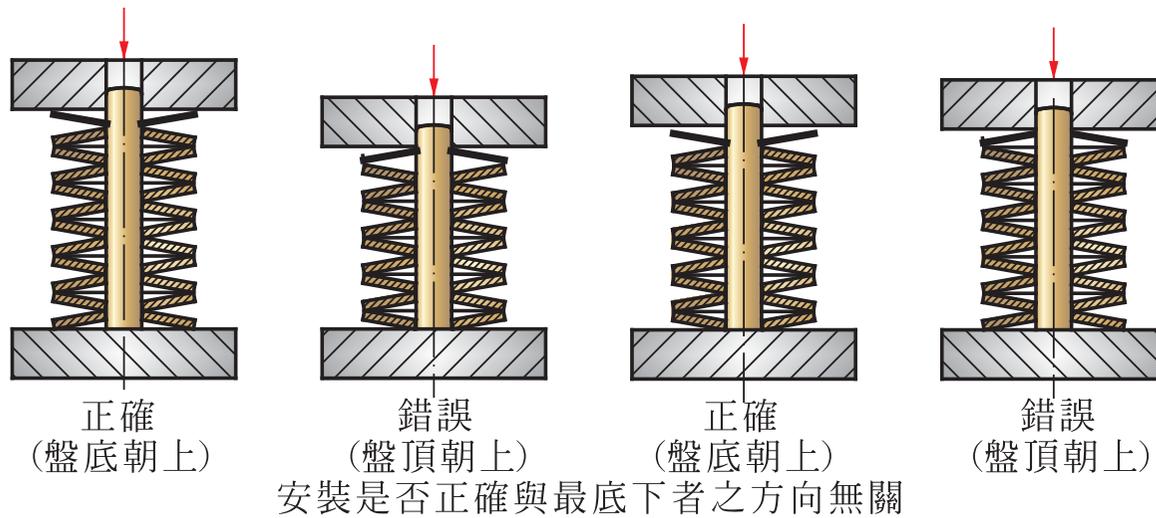
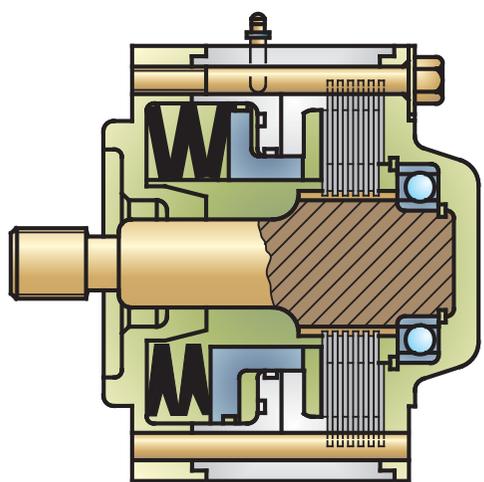
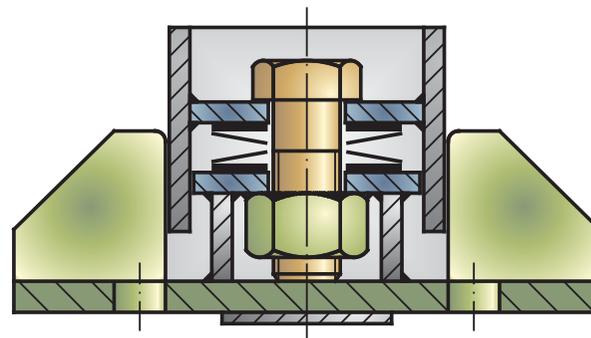


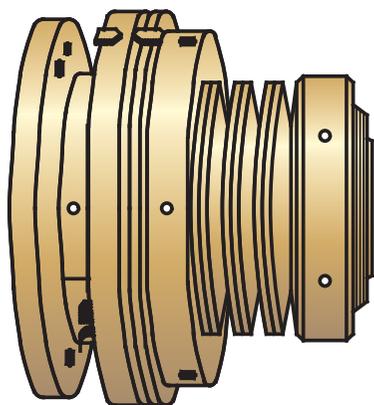
圖5-16 疊板彈簧



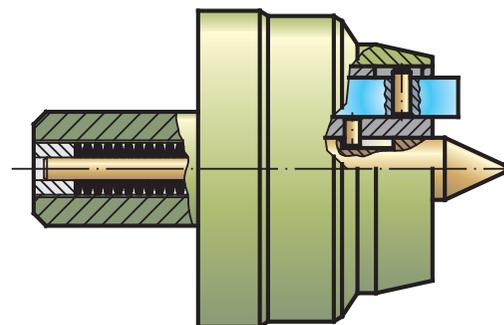
(a) 碟式煞車



(b) 螺栓防鬆裝置



(c) 扭力控制器



(d) 車床活動頂心

圖5-17 橢圓形疊板彈簧

## 5-2-3 特殊形狀彈簧

- 特殊形狀彈簧有下列三種：
  - 一、扭桿彈簧
  - 二、扣環(snap spring)
  - 三、定力彈簧 (constant-force extension spring)

# 一、扭桿彈簧

- 扭桿彈簧的兩端因需要扭轉，故製成爲容易固定的形狀，如圖5-18所示。常用於汽車，尤其是小型客車的懸架用彈簧及軍用車的懸架用彈簧

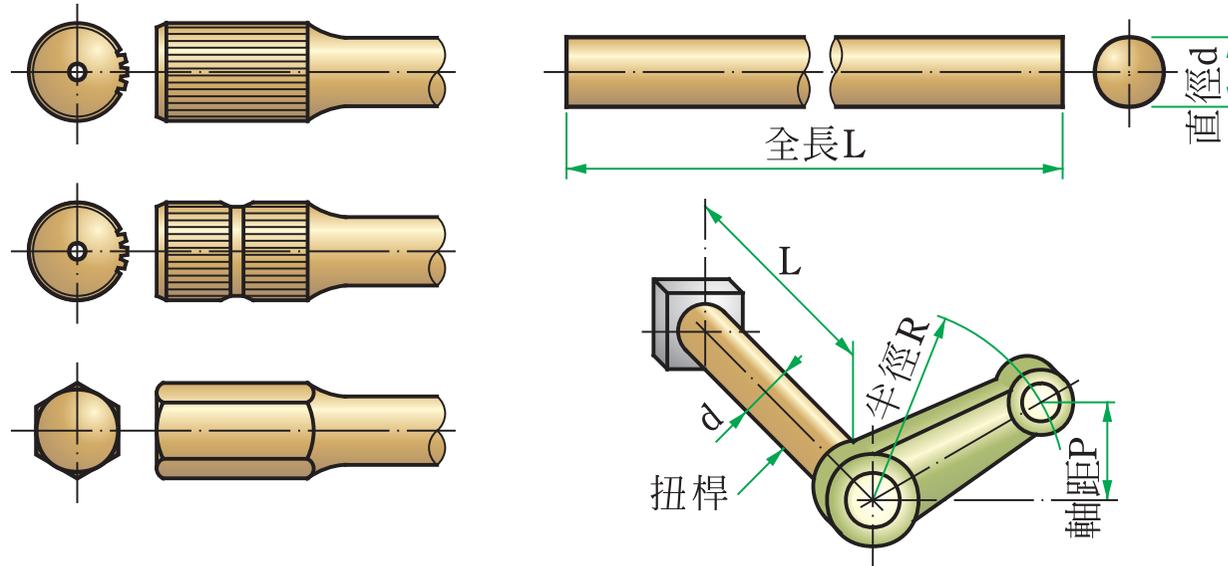
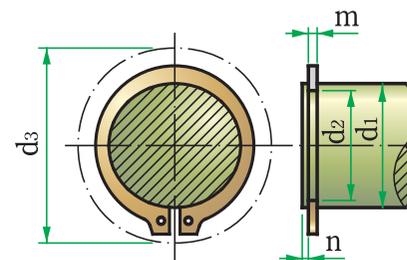


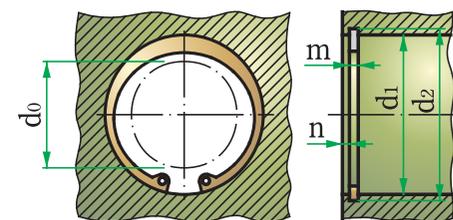
圖5-18 扭桿彈簧

## 二、軸環

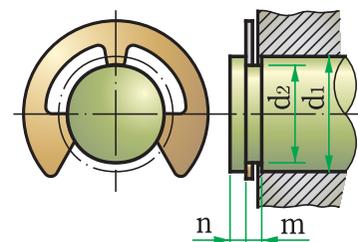
- 軸環分爲 C 形環及 E 形環等兩類。
- C 形環亦可分爲兩種
  1. 軸用 C 形環，裝於軸的溝槽中，作爲軸端或其他機件的固持。如圖5-19(a)所示。
  2. 孔用 C 形環，裝於機件的孔中，作爲軸承等機件的固持。如圖5-19(b)所示。
- E 形環之功用與 C 形環相同，但裝入或卸下較容易，如圖5-19(c)所示。



$d_3$  爲裝配於軸時之外圓最大直徑  
(a) 軸用 C 形環



$d_0$  爲裝配於孔時之內周最小直徑  
(b) 孔用 C 形環



$d_1$ : 軸徑  
 $d_2$ : 槽徑  
 $m$ : 扣環厚度

(c) E 形環



動畫5-19A



動畫5-19B

圖5-19 軸環

### 三、定力彈簧

- 定力彈簧如圖5-20所示，是將鋼帶(一端或兩端)捲成環狀。定力彈簧在某一變形量內，並不會影響作用力的大小。應用於電動機之電刷、凸輪從動件的接觸面、棘輪止動爪、自動販賣機之進料等處。

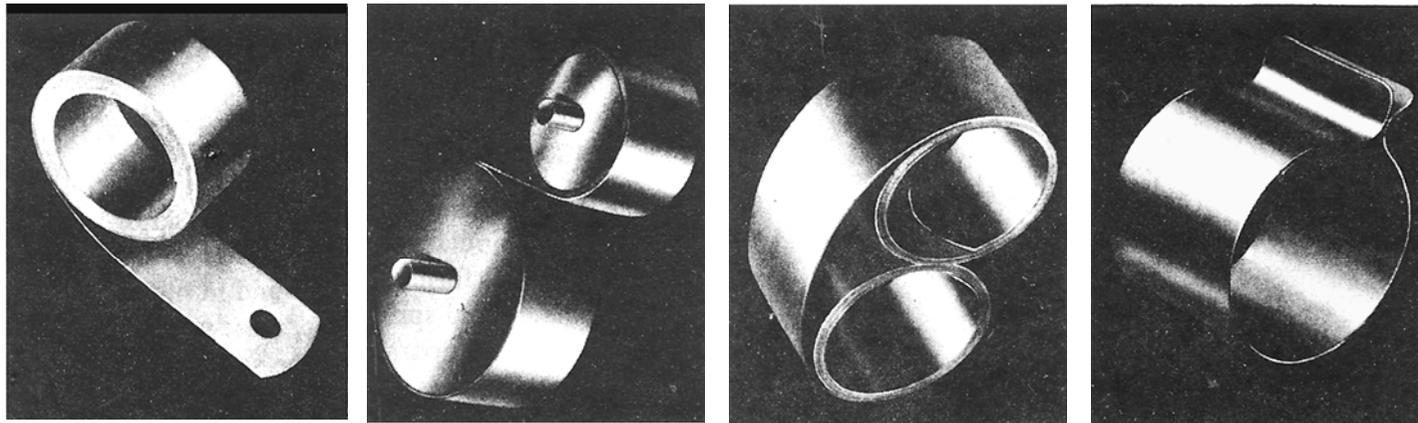


圖5-20 各種定力彈簧

## 5-3 彈簧的材料

- 彈簧的材料必須備具高彈性能、高疲勞限度、高抗拉強度及耐衝擊等特性。
- 彈簧材料依成分不同可分為
  - 一、碳鋼與合金鋼
  - 二、非鐵金屬合金
  - 三、橡皮彈簧等

# 一、碳鋼與合金鋼

- 依製造過程可分為兩大類：
  - 1.熱處理彈簧鋼
  - 2.加工彈簧鋼

# 1. 熱處理彈簧鋼

- 是先將素材製造成形後，再以熱處理的方法使其具有彈性。熱處理彈簧鋼的種類有碳鋼與合金鋼：碳鋼以共析鋼和過共析鋼為主。合金鋼有矽錳鋼(Si-Mn鋼)，錳鉻鋼(Mn-Cr鋼)，鉻釩鋼(Cr-V鋼)，錳鉻硼鋼(Mn-Cr-B鋼)。表5-2所示為AISI(SAE)彈簧鋼種類與其成份。

表5-2 AISI (SAE) 彈簧鋼的化學成分 (%)

種類	C	Si	Mn	P	S	Cr	V	Ni	Mo	B
1074	0.70-0.80	0.10-0.20 0.15-0.30	0.50-0.80	0.040 以下	0.050 以下					
1080	0.75-0.83	"	0.60-0.90	"	"					
1085	0.80-0.93	"	0.70-1.00	"	"					
1095	0.90-1.03	"	0.30-0.50	"	"					
4161	0.55-0.65	0.20-0.35	0.75-1.00	0.035 以下	0.040 以下	0.70-0.90			0.25-0.30	
4161H	0.55-0.65	"	0.65-1.10	"	"	0.65-0.95			"	
50B50	0.48-0.53	"	0.75-1.00	"	"	0.40-0.60				0.00 以
50B50H	0.47-0.54	"	0.65-1.10	"	"	0.30-0.70				"
50B60	0.56-0.64	"	0.75-1.00	"	"	0.40-0.60				"
50B60H	0.56-0.65	"	0.65-1.10	"	"	0.30-0.70				"
5150	0.48-0.53	"	0.70-0.90	"	"	0.70-0.90				
5150H	0.47-0.54	"	0.60-1.00	"	"	0.60-1.00				
5155	0.51-0.59	"	0.70-0.90	"	"	0.70-0.90				
5155H	0.50-0.60	"	0.60-1.00	"	"	0.60-1.00				
5160	0.56-0.64	"	0.75-1.00	"	"	0.70-0.90				
5160H	0.55-0.65	"	0.65-1.10	"	"	0.60-1.00				
51B60	0.56-0.64	"	0.75-1.00	"	"	0.70-0.90				0.00 以
51B60H	0.55-0.65	"	0.65-1.10	"	"	0.60-1.00				"
6150	0.48-0.53	"	0.70-0.90	"	"	0.80-1.10	0.15 以上			
6150H	0.47-0.54	"	0.60-1.00	"	"	0.75-1.20	"			
8650	0.48-0.53	"	0.75-1.00	"	"	0.40-0.60		0.40-0.70	0.15-0.25	
8650H	0.47-0.54	"	0.70-1.05	"	"	0.35-0.65		0.35-0.75	"	
8655	0.51-0.59	"	0.75-1.00	"	"	0.40-0.60		0.40-0.70	"	
8655H	0.50-0.60	"	0.70-1.05	"	"	0.35-0.65		0.35-0.75	"	
8660	0.56-0.64	"	0.75-1.00	"	"	0.40-0.60		0.40-0.70	"	
8600H	0.55-0.65	"	0.70-1.05	"	"	0.35-0.65		0.35-0.75	"	
9254	0.51-0.59	1.20-1.60	0.50-0.80	"	"	0.50-0.80				
9255	0.51-0.59	1.80-2.20	0.70-0.95	"	"					
9260	0.56-0.64		0.75-1.00	"	"					
9260H	0.55-0.65	1.70-2.20	0.65-1.10	"	"					

## 2.加工彈簧鋼

- 加工彈簧鋼的種類有
  - (1)硬鋼線
  - (2)琴鋼線
  - (3)不銹鋼線
  - (4)冷間壓延鋼帶
  - (5)不銹鋼帶等

## ■ (1)硬鋼線

硬鋼線是由硬線材於常溫狀態伸抽而成，對雜質磷、硫等不純物要求高，其含量在0.004%以下。硬鋼線種類與其成份如表5-3所示。

表5-3 硬鋼線材(彈簧)種類與其成分(%)

種 類	C	Si	Mn	P	S
SWRH3	0.45-0.55	0.15-0.35	0.60以下	0.040以下	0.040以下
SWRH4A	0.55-0.65	“	0.30-0.60	“	“
SWRH4B	“	“	0.60-0.90	“	“
SWRH5A	0.65-0.75	“	0.30-0.60	0.030以下	0.030以下
SWRH5B	“	“	0.60-0.90	“	“
SWRH6A	0.75-0.85	“	0.30-0.60	“	“
SWRH6B	“	“	0.60-0.90	“	“

## ■ (2) 琴鋼線

琴鋼線對磷、硫、銅等不純物含量要求很嚴格，脫碳等表面缺陷要非常少，其經過韌化處理 (patenting) 後，具高度的伸展性能。在常溫抽成線，其機械性質良好、抗拉強度及韌性均大，是優良的彈簧材料。一般琴鋼線的抗拉強度可達  $350\text{kgf/mm}^2$ 。琴鋼線種類與其成份如表5-4所示。

表5-4 琴鋼線種類與其成分(%)

種類	C	Si	Mn	P	S	Cu*
SWRS1A	0.65-0.75	0.12-0.32	0.30-0.60	0.025以下	0.030以下	0.20以下
SWRS1B	“	“	0.60-0.90	“	“	“
SWRS2A	0.75-0.85	“	0.30-0.60	“	“	“
SWRS2B	“	“	0.60-0.90	“	“	“
SWRS3A	0.85-0.95	“	0.30-0.60	“	“	“
SWRS3B	“	“	0.60-0.90	“	“	“
SWRS4	0.60-0.70	“	0.50-0.80	“	“	“

\*日本Jis規格中SWPA琴鋼線材Cu的含量0.15%以下。

### ■ (3)油回火線

油回火線是把鋼材連續抽成直的冷加工線後，再用油回火者。油回火線分碳鋼與合金鋼。如表5-5所示為油回火線的種類與使用材質。合金鋼系油回火線在設計應力、耐疲勞性、耐熱性等都優於碳鋼系油回火線。

表5-5 油回火線的種類與材質

成份別分類	用途別分類	記 號	規格名	材 質
碳素鋼	一般用	SWO A SWO B	JIS “	硬鋼線材 ( SWR H 4,5 ) 硬鋼線材 ( SWR H 5,6 )
	閥瓣彈簧用	SWO V	“	鋼琴線材 ( SWR S 4 )
合金鋼	一般用	SWOSM A SWOSM B	“ “	彈簧鋼 ( SUP 6,7 ) “
	閥瓣彈簧用	SWOCV V	“	彈簧鋼(SUP 10* )

\* P~ 0.30%以下，S~ 0.030%以下，Cu~ 0.20%以下。

#### ■ (4) 不銹鋼線及鋼帶

不銹鋼用於耐蝕性及耐熱性的地方較多。彈簧用不銹鋼線，以硬質不銹鋼和冷間壓延不銹鋼帶為主。也可使用17-7PH(Ni-Cr-Mn鋼)、鋼線、鋼帶。不銹鋼彈簧成形後，在低溫退火時，其退火溫度約在400°C上下，機械性質最佳。

## 二、非鐵合金鋼

- 此類材料製成的彈簧，大都具有良好的抗腐蝕性。常使用者有如下：
  1. 磷青銅：主要成分為銅、錫合金，有良好的導電性及抗腐蝕性。通常用冷捲法製成彈簧。
  2. 鈹銅(beryllium copper)：除銅外，含鈹量約2%。具有最佳的導電性，此種材料必須用低溫冷捲法製成彈簧。
  3. 孟鈉(monel)合金：銅與鎳的合金，能耐溫至200°C，具有抗腐性，常帶有少許的磁性，常用於食品工業中。使用冷加工法製成彈簧。

4. K類孟鈉合金：在孟鈉合金中加入約3%的鋁，可用常溫或低溫冷加工。
5. 英高鎳(Inconel)合金：此材料具耐溫性、抗腐性，在370°C以內不會有鬆弛現象。適用於在蒸氣閥彈簧、渦輪機及噴射引擎內的彈簧。
6. 英高鎳“X”合金：英高鎳合金加入少許的鈦和鋁的元素，為析出硬化(precipitation-hardened)材料。耐溫程度可高達480°C仍不會有鬆弛現象。
7. 鎳碳鋼：(Ni-span-C)亦為析出硬化材料。鎳碳鋼的彈性係數在-10°C~66°C間，永不變形。

## 三、橡皮彈簧

- 橡皮彈簧可分為壓縮性彈簧、伸張性彈簧、剪力彈簧及扭轉彈簧。其優點為具有高單位貯存能量及降低震幅作用，且無噪音。缺點為不耐低溫，不耐蝕及不耐疲勞。因彈性係數為不定值，故不能符合虎克定律。此類彈簧最大的用途在防止振動及吸收衝擊，作為運動的緩衝。
- 由於塑膠工業不斷的進步，目前有很多的樹脂材料可以用作彈簧材料，樹脂材料做的彈簧具有耐酸鹼及其他特性。

## ※5-4 彈簧的物理性質

### ■ 一、彈簧的相關名詞

1. 外徑(outside diameter)：彈簧線圈之最大直徑，又稱大徑。
2. 內徑(inside diameter)：彈簧線圈之最小直徑，又稱小徑。
3. 節徑(pitch diameter)：外徑與內徑之平均直徑。
4. 線徑(line diameter)：彈簧線之直徑。
5. 自由長度(free length)：彈簧在不受外力時之全長。

- 6.總圈數(total coils)：彈簧由一端至另一端全部的螺旋圈數。
- 7.有效圈數(effective coils)：用以支持負載時，能有效作用之螺旋圈數。
- 8.撓曲(deflection)：彈簧受外力作用後之變形量。常以“X”表示。
- 9.彈簧常數(spring constant)：彈簧受外力作用時，負載與變形量之比值。常以“K”表示。
- 10.彈簧指數(spring index)：彈簧線圈之節徑與線徑之比值。

## ■ 二、彈簧的工作應力

影響工作應力大小的因素有：

- 1.彈簧承受負荷的形態。
- 2.材料成分及熱處理。
- 3.振動及衝力的效應。
- 4.腐蝕效應。
- 5.彈簧表面狀況。

### ■ 三、鬆弛現象（潛變現象）

- 1.溫度升高：溫度升高，材料會產生膨脹與軟化現象，致使彈簧限度降低。
- 2.負荷增加：負荷增加，如果時間過長，則彈簧也會產生鬆弛現象。

#### ■ 四、殘留應力

彈簧在捲製及熱處理過程中，都可能殘留些內應力。

## ■ 五、疲勞限度

材料受反覆應力仍不致被破壞的最大限度，稱為疲勞限度。大部份的破壞是由疲勞所引起的，不良的表面是彈簧的最大缺點。當彈簧有瑕疵或裂縫時，受反覆應力易生疲勞破壞。

## ※5-5 彈簧的連接

設  $F$ ：外力。

$K$ ：總彈簧常數。

$K_1$ ：第一組彈簧常數。

$K_2$ ：第二組彈簧常數。

$X$ ：總變形量。

$X_1$ ：第一組彈簧變形量。

$X_2$ ：第二組彈簧變形量。

則  $F = K X$  或  $K = \frac{F}{X}$  或  $X = \frac{F}{K}$  (5-1)

# 一、串聯

1. 負載(外力)等於各彈簧回復力。

$$F = F_1 = F_2 = \dots = F_n$$

2. 總變形量等於各彈簧變形量之和。

$$X = X_1 + X_2 + \dots + X_n \quad (5-2)$$

3. 總彈簧常數之倒數等於各彈簧常數之倒數和。

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \dots + \frac{1}{K_n} \quad (5-3)$$

如圖5-21所示。兩組彈簧串聯時得總彈簧常數

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} \Rightarrow K = \frac{K_1 K_2}{K_1 + K_2} \quad (5-4)$$

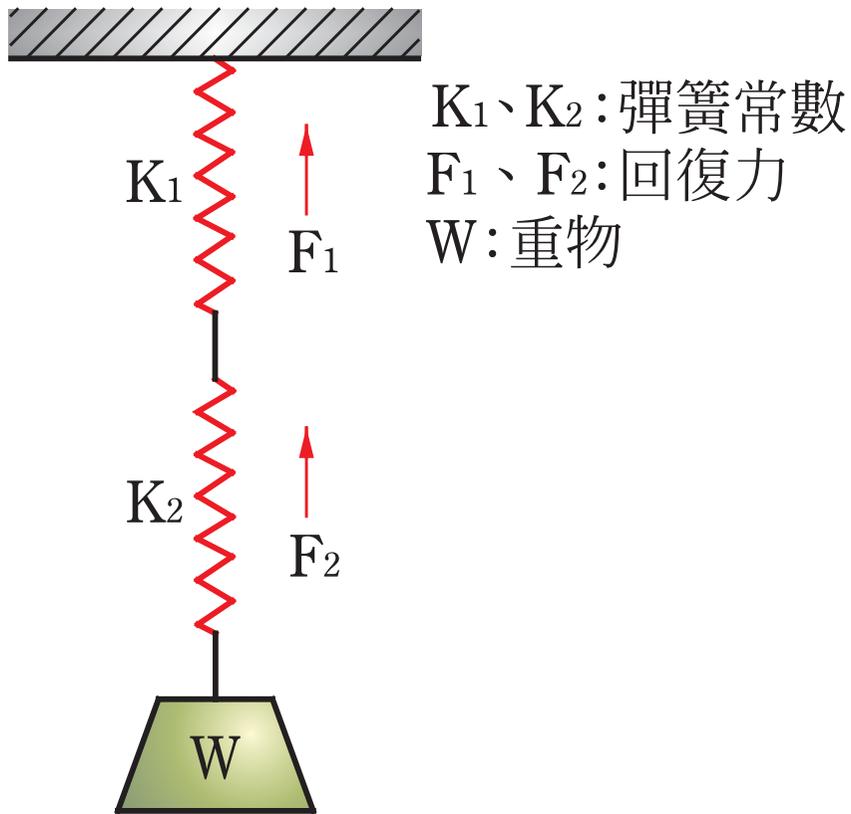


圖5-21 串聯

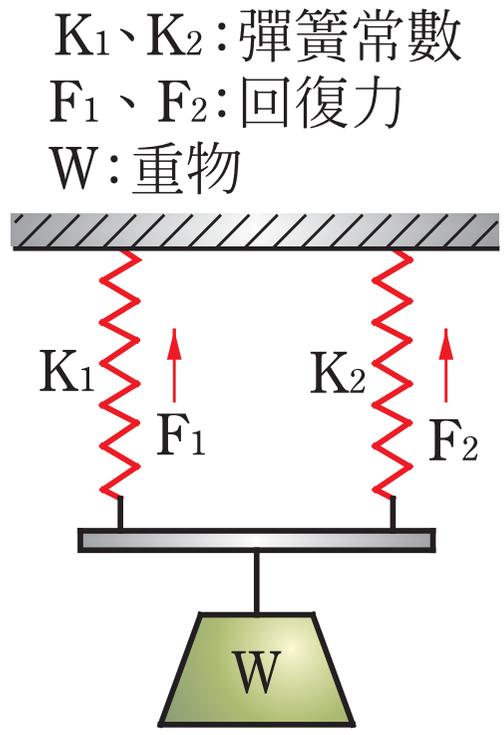


圖5-22 並聯

## 二、並聯

1. 負載(外力)等於各彈簧回復力之和。

$$F = F_1 + F_2 + \cdots + F_n$$

2. 各彈簧之變形量等長，亦等於總變形量。

$$X = X_1 = X_2 = \cdots = X_n \quad (5-5)$$

3. 總彈簧常數等於各彈簧彈簧常數之和。

$$K = K_1 + K_2 + \cdots + K_n \quad (5-6)$$

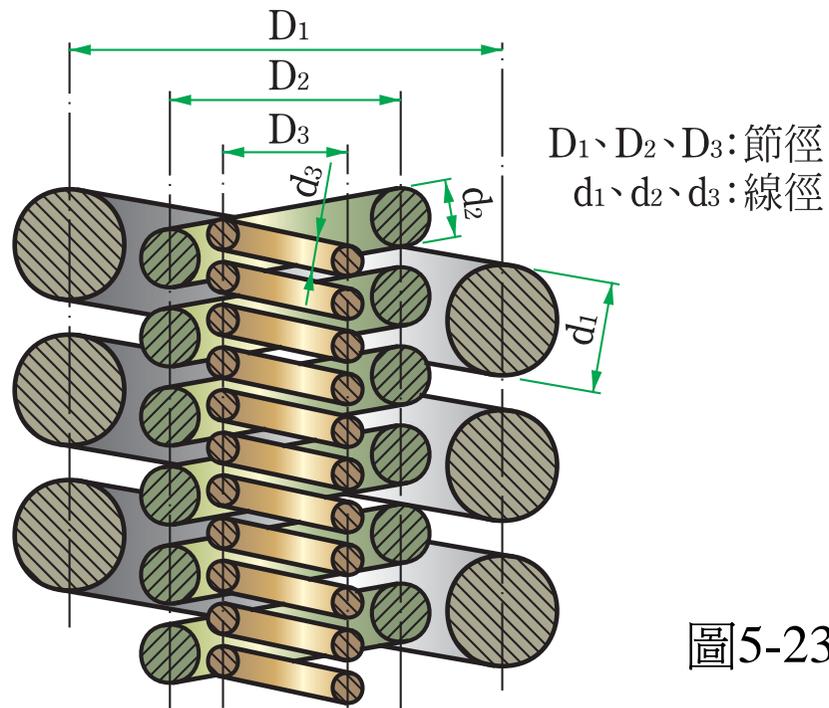


圖5-23 為螺旋壓縮彈簧並聯之應用例

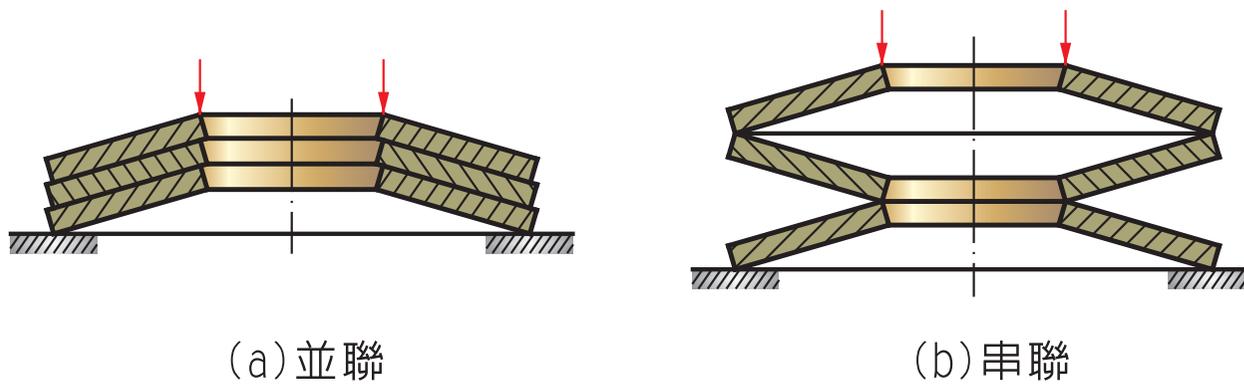


圖5-24 彈簧之應用例

- [例1]：圖5-21所示。串聯的彈簧組中 $K_1=20 \text{ N/cm}$ ， $K_2=30 \text{ N/cm}$ ，負載為 $30\text{N}$ 。試求總彈簧常數 $K$ 及總變形量 $X$ 為若干？( $F=W=30\text{N}$ )

- [解]：1.依公式(5-4)

$$K = \frac{K_1 K_2}{K_1 + K_2} = \frac{20 \times 30}{20 + 30} = 12 \text{ N / cm}$$

- 2.依公式(5-2)

$$\text{或依公式(5-1) } X = X_1 + X_2 = \frac{F}{K_1} + \frac{F}{K_2} = \frac{30}{20} + \frac{30}{30} = 2.5 \text{ cm}$$

$$X = \frac{F}{K} = \frac{30}{12} = 2.5 \text{ cm}$$

- [例2]：圖5-22所示並聯的彈簧組中 $K_1=20 \text{ N/cm}$ ， $K_2=30 \text{ N/cm}$ 負載為 $30\text{N}$ 。試求總彈簧常數 $K$ 及總變形量 $X$ 為若干？( $F=W=30\text{N}$ )

- [解]：1.依公式(5-6)

$$\text{彈簧常數 } K = K_1 + K_2 = 20 + 30 = 50\text{N/cm}$$

- 2.依公式(5-1)

$$X = \frac{F}{K} = \frac{30}{50} = 0.6 \text{ cm}$$

- [例3]：圖5-25所示的彈簧組之總彈簧常數K為若干？

$$K_1=10 \text{ N/cm} \quad K_2=20 \text{ N/cm} \quad K_3=20 \text{ N/cm}$$

$$K_4=15 \text{ N/cm} \quad K_5=15 \text{ N/cm} \quad K_6=15 \text{ N/cm}$$

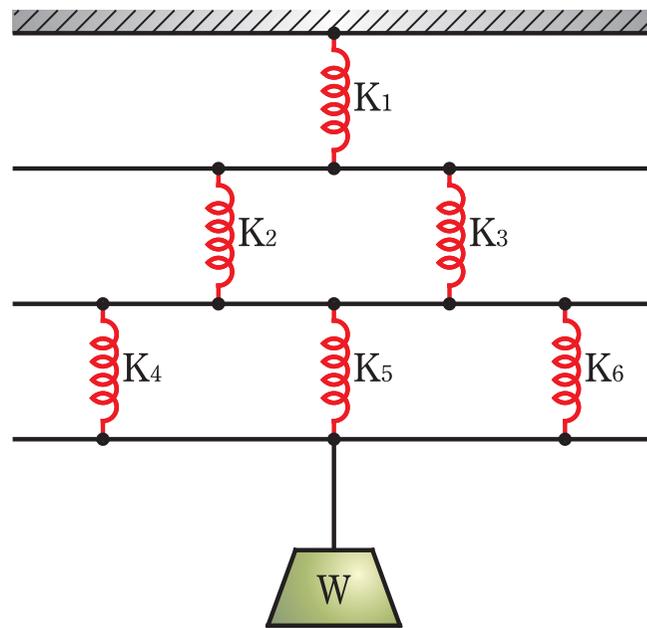


圖5-25 彈簧組

- [解]：(1)  $K_2$ 及 $K_3$ 爲並聯，由5-6式得

$$K_{23} = K_2 + K_3 = 20 + 20 = 40N/cm$$

- (2)  $K_4$ 、 $K_5$ 、 $K_6$ 爲並聯，由5-6式得

$$K_{456} = K_4 + K_5 + K_6 = 15 + 15 + 15 = 45N/cm$$

- (3)  $K_1$ 、 $K_{23}$ 、 $K_{456}$ 爲串聯，由5-3式得

$$\frac{1}{K_e} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40} + \frac{1}{45} = 0.1 + 0.025 + 0.0222 = 0.14722$$

$$K = 6.79N/cm$$

# 彈簧機構應用動畫

- 1.制動裝置
- 2.避震器
- 3.圓形體夾具



動畫 5-26



動畫 5-27



動畫 5-28