

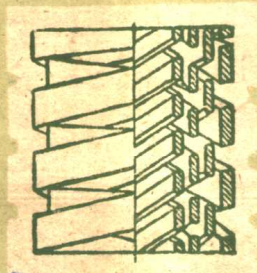
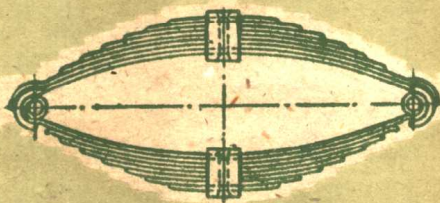
055566

197805

87.18235

K174

K2 V



柯茲羅夫著

# 鐵路車輛的叶片彈簧和 螺旋彈簧

制造和修理



机械工业出版社

# 鐵路車輛的叶片彈簧和螺旋彈簧

制造和修理

期 表

柯茲羅夫 著

常修彥、刘昕 譯



机械工业出版社

1958

## 出版者的話

本書介紹了機車車輛中所採用的各類葉片彈簧和螺旋彈簧，並詳細敘述了各種彈簧的製造工藝和修理工藝。其中包括製造各種彈簧所用的鋼料，葉片彈簧的彎制和螺旋彈簧的卷制，以及鋼的退火、彈簧的淬火及回火熱處理工藝等。為了使讀者更易于掌握彈簧的熱處理，還簡要地介紹了一些金屬學的知識。在彈簧的修理一章內說明了常見的彈簧的缺陷和產生的原因，以及修理的工藝過程。

本書適用於機車車輛製造廠和機車車輛修理廠的技術人員和工人，高等學校的學生也可參考。

蘇聯 И. И. Козлов 著: Рессоры и пружины подвижного состава железнодорожного транспорта (Технология изготовления и ремонта) (Машгиз 1954年第一版)。

\* \* \*

NO. 1758

---

1959年4月第一版 1959年4月第一版第一次印刷

787×1092<sup>1</sup>/<sub>32</sub> 字數106千字 印張5<sup>6</sup>/<sub>2</sub> 0,001—2,900冊

機械工業出版社(北京東交民巷27號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

---

北京市書刊出版業營業許可證出字第003號 定價(10) 0,88元

# 目 录

緒論	5
第一章 叶片彈簧和螺旋彈簧的类型	6
叶片彈簧	6
橢圓彈簧	8
機車彈簧	8
螺旋彈簧	11
叶片彈簧和螺旋彈簧在使用中所产生的各种缺陷及其消除方法	13
对彈簧鋼的各项要求	14
叶片彈簧和螺旋彈簧用的各种鋼	14
化学成分对彈簧鋼性質的影响	21
第二章 彈簧鋼的热处理	23
鋼在加热时的轉变	24
鋼在冷却时的轉变	33
淬火时冷却介質的作用	34
鋼的淬透性	36
快速冷却时奥氏体的轉变	40
淬火时产生的內应力	42
淬火后的回火	42
叶片彈簧和螺旋彈簧的各种淬火方法	43
彈簧叶片的退火	45
彈簧叶片的正火	45
彈簧叶片及螺旋彈簧在淬火时發生的缺陷	46
彈簧叶片的等溫处理	47
叶片彈簧及螺旋彈簧的强化处理	52
第三章 叶片彈簧的制造	58
技术条件	58
制造叶片彈簧的工藝过程	59
彈簧叶片的切割	60
彈簧叶片的梯形剪切	62
鑽孔	62
彈簧主片吊耳的弯制	64
彈簧主片端头的鍍粗	66

彈簧葉片的壓彎和淬火 .....	66
淬火槽 .....	73
彈簧葉片的校正和組裝 .....	74
彈簧葉片熱處理的工藝守則 .....	74
<b>第四章 螺旋彈簧的製造</b> .....	78
鋼料的切割 .....	80
端部拉尖時鋼料的加熱 .....	83
螺旋彈簧的卷制 .....	83
螺旋彈簧的熱處理 .....	85
製造螺旋彈簧的工藝守則 .....	87
<b>第五章 葉片彈簧與螺旋彈簧的修理</b> .....	90
葉片彈簧的修理 .....	90
修理葉片彈簧的工藝過程 .....	90
彈簧葉片的各種缺陷及其產生原因 .....	92
葉片彈簧的清洗 .....	94
彈簧箍的壓出 .....	95
修理彈簧時彈簧葉片的退火 .....	95
修理葉片彈簧時彈簧葉片的壓彎和淬火 .....	98
修理葉片彈簧時彈簧葉片的回火 .....	102
彈簧箍的製造 .....	103
彈簧葉片的校正和裝配成套 .....	105
葉片彈簧修理後的試驗 .....	108
螺旋彈簧的修理 .....	111
彈簧生產中的勞動保護條件 .....	113
<b>附錄</b> .....	115
1. 用 55C2 號鋼製造蒸汽機車葉片彈簧的工藝過程卡片 .....	115
2. 用 55C2 號鋼製造車輛葉片彈簧的工藝過程卡片 .....	118
3. 車輛彈簧葉片的主要尺寸(公厘) .....	121
4. 蒸汽機車和煤水車彈簧葉片的主要尺寸(公厘) .....	121
5. 各主要車型的車輛葉片彈簧的各片伸直時的尺寸(公厘) .....	126
6. 製造車輛葉片彈簧用的鋼的尺寸和耗量 .....	129
7. 蒸汽機車彈簧葉片壓彎後放鬆時的主要指標(公厘) .....	129
8. 製造蒸汽機車葉片彈簧用的尺寸為 10×130 公厘的扁鋼的裁切表 .....	130
9. 用 55C2 號鋼製造螺旋彈簧的工藝過程卡片 .....	131
10. 蘇聯鐵路車輛螺旋彈簧尺寸(公厘) .....	133
11. ФД 和 ЭМ 型蒸汽機車螺旋彈簧技術規格 .....	135

## 緒 論

在運輸機器製造業和交通部所屬各企業中，鐵路運輸用的叶片彈簧和螺旋彈簧的製造和修理占有相當大的地位。在製造新彈簧和修理使用彈簧方面，需要消耗幾萬噸優質鋼材，國家要耗費大量資金來購置設備、材料和支付工人工資。

在戰後各個五年計劃的這些年內，叶片彈簧和螺旋彈簧的製造工藝有了很大的改進。各企業都有了頭等的技術裝備，改進了彈簧車間的操作方法。不過某些工廠現有的彈簧製造和修理的操作方法還不能充分滿足規定的技術要求，尤其是在熱處理（淬火後回火）方面。由於在彈簧的淬火和回火方面有缺點，所以使得彈簧過早損壞。

對叶片彈簧和螺旋彈簧損壞原因進行分析的結果證明，約有90%的彈簧是由於彎度減少或彈簧片和彈簧圈折損而不能使用。這正是由於不正確的熱處理的結果。淬火及回火時彈簧片的加熱溫度及其在爐內的持續時間是不易控制的。淬火和回火過程往往只是憑工人的經驗進行，其質量好壞完全決定於工人的技藝如何。彈簧片的彎曲及其淬火仍然是用人工操作，其實這些操作是能夠做到機械化的。

要想製造優質彈簧，應當採用壓彎淬火機。對彈簧片的加熱溫度和加熱時間進行控制，就能保證鋼料得到規定的機械性能。提高叶片彈簧和螺旋彈簧的質量就能延長其使用壽命，縮減費用，使設在車輛段、機車庫以至機車車輛修理廠內的小型彈簧修理車間大為減少。

## 第一章 叶片弹簧和螺旋弹簧的类型

叶片弹簧和螺旋弹簧在铁路运输工作中起着重要的作用。它们能使机车或车辆在通过轨道接头、道岔和线路不平处发生冲击时施于钢轨上的动力作用减小；它们还能使机车车辆在轨道上平稳运行。在现代的铁路运输工作中，大量采用各种结构的叶片弹簧和螺旋弹簧，它们能在各种负荷的作用下，在车架、转向架、缓冲器和自动车钩的摩擦缓冲装置上进行工作。

叶片弹簧和螺旋弹簧均应具有高度的弹性和机械性能。

叶片弹簧和螺旋弹簧的弹性越大，因承受冲击而产生的弹簧残余变形就越小，因而弹簧的使用寿命也就越长。

### 叶 片 弹 簧

叶片弹簧是用长度不同的各个压弯的弹簧片制成，这些弹簧片是用双头螺栓或弹簧片中部的凸窝连接在一起。弹簧片是在加热状态下用弹簧箍挟紧，这些弹簧片冷却后，均被弹簧箍压紧在一起。叶片弹簧制成下列两种类型：吊悬弹簧（不封闭的弹簧）和椭圆弹簧。

吊悬弹簧是通过吊耳、垫圈或螺栓将其两端固定到车架上，并用弹簧箍支持在轴箱上来承受货物重量。

在工作中，由于多次陡震的结果，各弹簧片依次受到弯曲。由于作用到叶片弹簧的负荷不同，弹簧片数量要视每一弹簧片的厚度和宽度而定。通常所采用的弹簧钢的宽度为100~130公厘。货车的叶片弹簧有10~13片弹簧片，客车的有6~12片弹簧片，蒸汽机车的有13~21片弹簧片。上部的主要弹簧片称为弹簧主片。

为了把吊悬弹簧固定到车架上，在它的主片上要有吊耳。（圖

1) 或螺栓孔 (圖 2); 或者凸肩 (圖 3)。

列車运行时, 由于車体搖晃和受到冲击, 所以叶片彈簧时常伸直, 改变着自己的長度。彈簧的两端也在稍微移动。車体的上下震动和冲击时时作用到彈簧上并使之变形。倘若彈簧的彈性不够, 不能在不致变形的条件下承受負荷, 那它很快就会损坏。

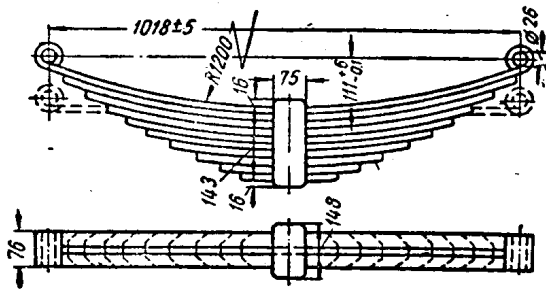


圖 1 帶有吊耳的吊懸彈簧。

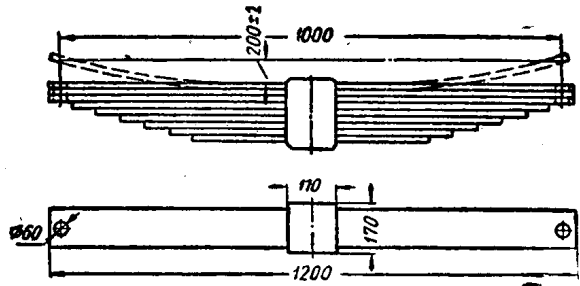


圖 2 帶有螺栓孔的吊懸彈簧。

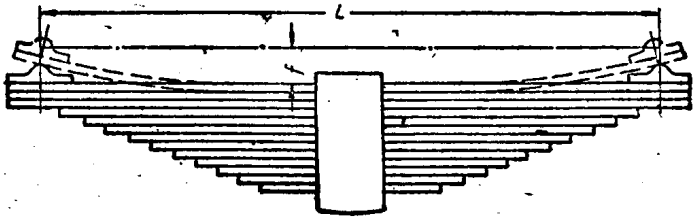


圖 3 帶有凸肩的吊懸彈簧。



某些單吊架的客車的吊懸彈簧是通過彈簧吊螺栓固定到車架上，以便在車輛彈簧壓縮時能夠調整鋼軌上空車架的高度。

在這種情形下，葉片彈簧的吊架要做成長形的，並在下面附有斜向配置的吊耳。彈簧螺栓要從吊耳穿過去。雙吊架的車輛往往把葉片彈簧與豎置或斜置的螺旋彈簧結合使用。

### 橢圓彈簧

橢圓彈簧用於客車、貨車及保溫車的轉向架和機車的煤水車上。某些客車是通過搖枕將車體重量傳至轉向架。橢圓彈簧是由兩組半橢圓形的彈簧片所組成，這些彈簧片是利用各種方法相互連接在一起的。這種彈簧的各個主片的兩端是彼此自由地支撐在一起的（圖4），或者是用彈簧卡子（圖5）連接起來的，或者鉸接（圖6）在一起的。目前客車都採用卡拉霍夫（Галахов）式彈簧（圖4）。在列車運行時，橢圓彈簧承受着由於負荷和沖擊所引起的靜力和動力，並且保持足夠的彈性和運行的平穩。

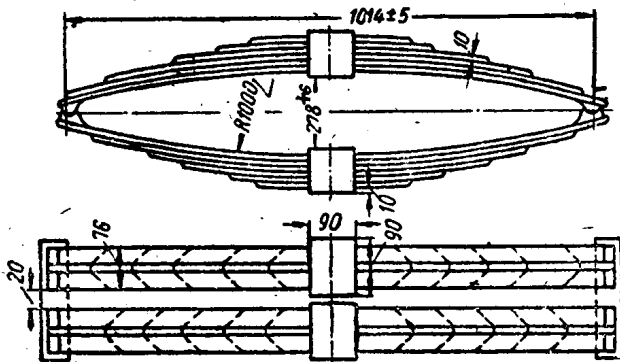


圖4 兩端任意支撐的卡拉霍夫式橢圓彈簧。

### 機車彈簧

機車也和車輛一樣，採用由型鋼（有溝的）或光面扁鋼制成的葉片彈簧。葉片彈簧有時與螺旋彈簧或平卷簧聯合使用，以便

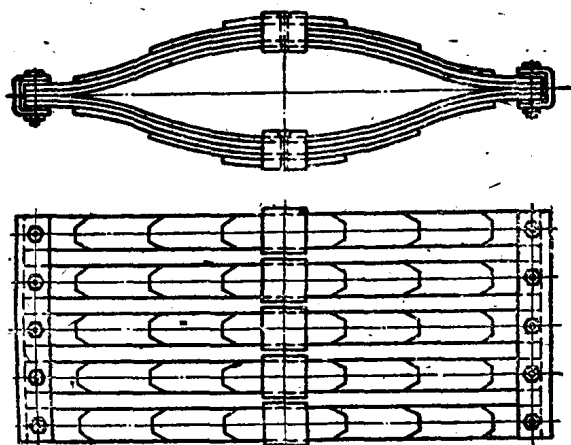


圖 5 帶有彈簧卡子的橢圓彈簧。

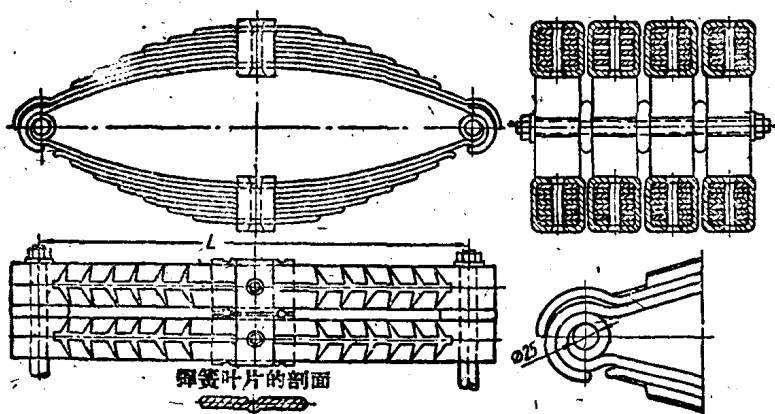


圖 6 鉸接的橢圓彈簧。

達到機車彈簧吊架的可撓性。

機車葉片彈簧（圖 7）就是一組從上部彈簧片到下部彈簧片長度遞減的彈簧片，彈簧片的中間用一個彈簧箍夾緊。上部的彈簧主片直接承受其兩端的負荷。在該主片下有一個次主片。為了加強機車的葉片彈簧，有時要加放 2~3 片同一長度的次主片。叶

片彈簧主片的兩端都有孔，彈簧吊杆尾部即插到這些孔內。彈簧吊杆端墊的中心間距 $L$ 就是葉片彈簧的計算長度。

為使彈簧主片不致因鑽孔而減弱其強度，彈簧吊的上部應作成箍圈形，以便箍住彈簧的兩端。在彈簧主片的兩端要鑽上固定彈簧吊支座用的

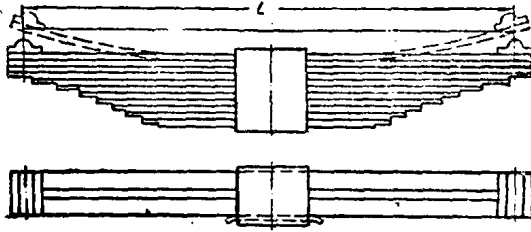


圖7 機車葉片彈簧。

小孔。由於彈簧鋼具有溝形的縱斷面，所以能夠防止彈簧片左右移動；由於在彈簧中部刨出的深度為 $1.5\sim 2.0$ 公厘的凹槽，所以能阻止彈簧片縱向移動。在彈簧箍與彈簧片之間要往上述凹槽中楔入薄片。自無負荷的彈簧的上部主片中部到連接彈簧吊兩端支點的弦綫之間的距離 $f$ 稱為彈簧的出廠高度。在負荷作用下葉片彈簧受到不同的彎曲，這種彎曲稱為撓度。在負荷下的彈簧撓度與出廠高度之差表明該彈簧的撓度彎曲值。

一噸貨物重量作用到彈簧上產生的撓度稱為彈簧的撓性，倘若負荷很大時，要想提高彈簧的強度，則需要增加彈簧片數量，因此彈簧片之間的摩擦就會大為增加，從而就能使剛性增大。

撓性的彈簧吊架的特點是剛性係數約為 $80\sim 90$ 公斤/公厘。各彈簧片之間的摩擦是由於彈性彎曲所引起的，這種摩擦能使葉片彈簧以及車體的起伏搖晃消除，這一點對於機車的平穩而安全運行起着重要作用。

葉片彈簧的這一性質使得它優於螺旋彈簧，因為螺旋彈簧缺乏內部摩擦。為了減少摩擦和防止腐蝕起見，在裝配葉片彈簧時應該塗上混有石墨的油（ $50\%$ 油 +  $50\%$ 石墨）。

## 螺旋彈簧

鐵路運輸中所採用的螺旋彈簧是用圓形截面（圖 8）或矩形截面（圖 9）的鋼棒製成。鋼棒的两端作成矩形截面的扁平頭，以便形成彈簧的平順而垂直於軸綫的支承面，使螺旋彈簧具有穩定性。當負荷大時，螺旋彈簧可製成同心彈簧，也就是將直徑較小的彈簧插入直徑較大的彈簧中。

螺旋彈簧在轉向架上垂直地位於两个支座之間，其中一個支座是活動的，位於彈簧的上端；另一個支座是固定的，與轉向架的构架相連。

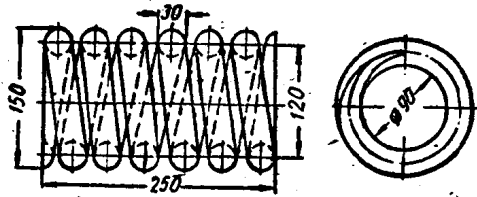


圖 8 螺旋彈簧。

在使用中，有各種複雜的靜力和動力作用到螺旋彈簧上，而彈簧必須易於承受這些力。為了安全運行，螺旋彈簧應具有高度的彈性和機械性能，這只有在正確熱處理下才能達到。

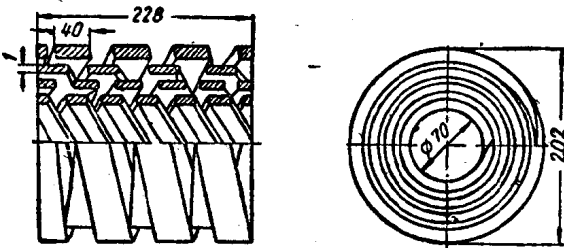


圖 9 多卷盤簧。

車輛緩沖裝置的螺旋彈簧（圖 10 和圖 11）用以承受車輛互相沖撞時所引起的各種水平力，並將它們均勻地傳到車架上。在列車運行時緩沖彈簧受到由於列車通過綫路坡度轉折點、以及調節機車的牽引力和施行制動而使車輛互相沖撞時所產生的壓縮力

的作用。緩冲彈簧应当柔軟地承受各種外力，並且應具有足夠的彈性和剛性。

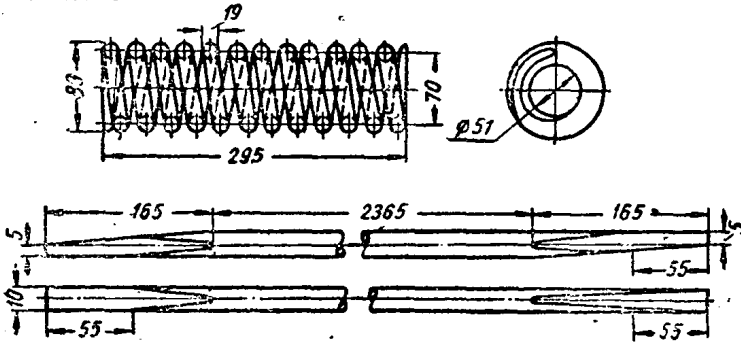


圖10 緩冲裝置的螺旋彈簧。

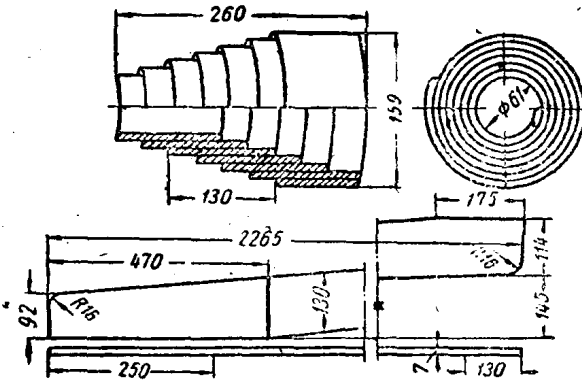


圖11 牽引裝置螺旋彈簧。

自動車鈎摩擦緩冲裝置的螺旋彈簧（圖12）和緩冲彈簧一樣，也要承受靜負荷及動負荷。這種彈簧是在極其複雜的各種動力作用的條件下工作的。

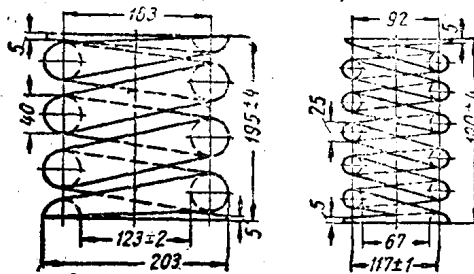


圖12 自動車鈎摩擦緩冲裝置螺旋彈簧。

## 叶片彈簧和螺旋彈簧在使用中所产生的 各种缺陷及其消除方法

經常受到各种动力作用的叶片彈簧和螺旋彈簧的工作条件是复杂的，这就会时常引起彈簧片和彈簧圈的折損、失去弯度、螺旋彈簧压缩及其它缺陷，因此使得彈簧損坏。叶片彈簧和螺旋彈簧的各种缺陷主要是由于其制造的工艺規程不正确或違反工艺規程所引起的，尤其是热处理規程，而叶片彈簧和螺旋彈簧的机械性能好坏和彈性大小則要取决于热处理的正确与否。

引起彈簧片和螺旋彈簧各种缺陷的主要原因如下：

1. 彈簧片厚度不均匀，与公称尺寸有偏差，这会因彈簧片彼此不紧贴而形成間隙。

2. 由于淬火和回火后的热处理不正确而造成彈簧片全長上硬度不足和不均匀；这会造成結構不均匀，結果会使得机械性能和彈性不一样。

3. 加热时在彈簧片表面上形成較深的脫碳層（由0.25到0.9公厘），从而影响到鋼的質量。

4. 因人工装配彈簧过程中調整彈簧片时由于錘击而在彈簧片表面上形成凹陷和裂縫；这能使应力集中在这些地方，并使鋼的强度大为恶化。

5. 因各彈簧片之間沒有間隙，在叶片彈簧装配成套时形成負应力，这会减弱机械性能和彈性。

6. 在淬火和回火彈簧片时不遵守加热的規范，致使彈簧片不能承受在各种負荷突然作用到叶片彈簧和螺旋彈簧时所产生的最大应力。

彈簧片和螺旋彈簧淬火时过热的或加热不足，会使金屬的組織不均匀，所以，对于抑制所产生的应变的能力也不一样。因此在金屬中形成若干軟弱点，使得金屬迅速疲劳，并使其变形有所發展，这种情况会特別集中出現在有內部或外部缺陷（划痕、錘

14  
击凹陷、結疤等等) 的地方。

### 对彈簧鋼的各项要求

根据所作的試驗和使用叶片彈簧和螺旋彈簧的經驗可以得出結論，叶片彈簧和螺旋彈簧用的鋼，如果遵守下列各项要求（在ГОСТ所規定的現有技术条件范圍內），則其疲勞强度会大为提高：

1. 制造叶片彈簧和螺旋彈簧的鋼質应相当純，不得有夹杂物和內部缺陷（气孔、气泡和裂紋等）。淬火前未經加工的鋼，其組織应均匀并尽可能地纖細（4号和5号晶粒）。

2. 在鋼棒和扁鋼的表面上，不得有划痕、刮伤、凹痕、裂口、裂縫及其它缺陷，因为，这些缺陷会使机械性能大为降低。

3. 在制造和修理叶片彈簧时，不得形成脫碳層，因为脫碳作用会使金屬疲勞限度显著降低，因而在变向負荷之下将出现裂縫，这些裂縫会大大扩展到鋼材的其它各層，成为裂口。

4. 彈簧片和螺旋彈簧經過热处理以后应当具有規定的疲勞限度和極限强度，以免在校正叶片彈簧和压缩螺旋彈簧时出現殘余变形。

5. 在彈簧片装配过程中，不得产生表面应力、彈簧片彼此間的摩擦不得太大、中心偏移和各彈簧片彼此不緊貼等。

6. 对于彈簧片和螺旋彈簧的热处理应当按照一个規定的工艺守则来进行，因为，只有淬火及回火进行得正确，才能使金屬的全部結構均匀。

具备上述各项条件，就能使金屬的安全系数和疲勞限度大为增加，就能延長叶片彈簧和螺旋彈簧的使用寿命。

### 叶片彈簧和螺旋彈簧用的各种鋼

制造叶片彈簧和螺旋彈簧时往往采用碳素鋼、硅鋼、硅錳鋼、鉻鋼、鎳鉻鋼及其它鋼。

这些鋼的共同特征是含碳 0.5~0.9%。碳鋼应符合 ГОСТ 1051-52 的規定，硅鋼应符合 ГОСТ 2052-43 的規定。

所采用的各号鋼的化学成分和机械性能列于表 1 中。

鋼的含硫量不得超过規定的标准。

对鋼的已軋制的各表面的要求更高，因为，外部缺陷可能就是应力集中的地方和造成金屬疲劳的根源。

彈簧鋼是热軋鋼(不退火鋼)，但按照訂貨人的要求也可采用退火鋼。

彈簧鋼是成批交貨的。每批鋼棒或扁鋼都应当是同一鋼号的，同一熔煉号的，并且是同一尺寸的。可以通过化学成分鑒定来分析每一批鋼的熔煉情况。对每一爐鋼都填写質量証書，在工厂要利用三四个試样来檢驗証書上的数据，試样是在試驗室准备間取得的。

按 ГОСТ 5267-50 之規定扁鋼可用来做机車車輛的叶片彈簧和螺旋彈簧。鋼的断面和尺寸及其容許偏差均列于表 2~5 中。

鋼棒和扁鋼的表面不应当有裂縫、折痕、結疤、气孔、气泡、夹砂、以及肉眼所能見到的裂紋和分層。

局部缺陷要通过縫削或研磨的方法加以消除，并且已清整处的断面的尺寸不应超出有关的标准和技术规范所規定的最小尺寸。凹痕、皺紋、凹陷和划痕，若其深度不超过与实际尺寸之容許偏差的一半时，可不予清整。

叶片彈簧和螺旋彈簧用的鋼是在各种动負荷和其它負荷的复杂条件下工作的，此种鋼应当具有：

- 1) 高度的抗張强度；
- 2) 高度的比例極限；
- 3) 高度的比例系数  $\frac{\sigma_p}{\sigma_b}$ ；
- 4) 足够的韌性，以保証彈簧鋼在各种瞬間發生的动負荷的作用下不致脆裂；
- 5) 按相应的断裂点(極限强度——譯者注)和比例極限所



表1 弹簧钢的化学成分和机械性能(ГОСТ B-2052-13 和 1553-48)

钢的 种类	钢号	化 学 成 分 (%)					热 处 理	热处理后的机械性能							
		C	Mn	Si	Cr	Ni		S	P	加 热 温 度 (°C)	( $\sigma_{0.2}$ / $\sigma_{0.2}^0$ ) (%)	( $\sigma_{0.2} / \sigma_{0.2}^0$ ) (%)	( $\delta_5 / \delta_5^0$ ) (%)	( $\psi / \psi^0$ ) (%)	
碳 钢	65	0.60~0.70	0.50~0.80	0.17~0.37	≤0.3	≤0.3	0.045	0.040	油中淬火, 回火	830	100	80	9	35	255
	75	0.70~0.80	0.45~0.75	0.15~0.30	≤0.3	≤0.5	0.045	0.040	同上	380	110	90	7	30	285
	85	0.80~0.90	0.45~0.75	0.15~0.30	≤0.3	≤0.5	0.045	0.040	同上	380	115	110	6	30	302
低 碳 钢	50Г	0.45~0.55	0.70~1.00	0.17~0.37	—	—	0.045	0.040	正火(常化)	860	65	34	13	35	269
	60Г	0.55~0.65	0.70~1.00	0.17~0.37	—	—	0.045	0.040	同上	840	70	38	9	35	269
	65Г	0.60~0.70	0.70~1.00	0.17~0.37	≤0.3	≤0.3	0.045	0.040	同上	820	70	38	8	35	269
	55C2	0.50~0.60	0.60~0.90	1.50~2.0	≤0.3	≤0.5	0.045	0.040	油中淬火, 回火	400~510	130	120	6	30	285
同 上	60C2	0.55~0.65	0.60~0.90	1.50~2.0	≤0.3	≤0.5	0.045	0.040	同上	860	130	120	5	25	302
	60C2A	0.55~0.65	0.60~0.90	1.60~2.0	≤0.3	≤0.5	0.030	0.035	同上	400~510	160	140	5	20	302
	70C3A	0.65~0.75	0.60~0.90	2.40~2.80	≤0.3	≤0.5	0.030	0.035	同上	400~510	180	160	5	25	302
铬 锰 钢	50ХТ	0.45~0.55	0.70~1.00	0.15~0.30	0.90~1.20	≤0.5	0.045	0.040	同上	850	130	110	5	35	302
	50ХТA	0.45~0.55	0.80~1.00	0.15~0.30	0.95~1.20	≤0.2	0.030	0.035	同上	490	130	120	6	35	302
硅 锰 钢	55ГC	0.50~0.60	0.60~0.90	0.50~0.80	≤0.3	≤0.5	0.045	0.040	油中或空气中淬火	860	65	35	10	35	285
	50ХФA	0.45~0.55	0.30~0.60	0.15~0.30	0.75~1.10	≤0.3	0.030	0.035	油中淬火, 回火	400~450	130	110	10	45	302