



汽車配件製造小叢書

鋼板彈簧的製造

汪健夫 編



人民交通出版社

汽車配件制造小丛书

钢板弹簧的制造

江苏工业学院图书馆
王健夫編
藏书章

人民交通出版社

本書簡要地敘述了制造汽車鋼板彈簧的材料特性、工藝過程、影響產品質量的因素和產品檢驗等几方面的基本知識。

本書供汽車配件制造和修理部門的技術人員和技工閱讀參考。

汽車配件制造小叢書
鋼板彈簧的制造
汪健夫 編

*

人民交通出版社出版
(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號

新華書店北京發行所發行 全國新華書店經售
人民交通出版社印刷廠印刷

*

1962年10月北京第一版 1962年10月北京第一次印刷

開本: 787×1092₁₆ 印張: 壹張 插頁1

全書: 14,000字 印數: 1—1,000冊

統一書號: 15044·4392

定價(9): 0.11元

目 录

一、对鋼板彈簧的要求.....	2
二、鋼板彈簧的材料.....	6
三、制造工艺过程.....	10
四、影响彈簧質量的因素.....	14
五、檢驗与試驗.....	18
附录 解放牌汽車前鋼板彈簧的工作圖紙.....	見插頁

一、对鋼板彈簧的要求

鋼板彈簧是汽車上的一個重要部件。當汽車行駛時，它不僅是減震機件，同時往往又是推力傳遞機件，經常承受着反復變化的負荷。因此，它的工作條件是非常困難與複雜的。如果彈簧在汽車行駛中發生故障，就可能影響行車安全，或使國家財產受到損失。為了增長彈簧的使用期限，改善其使用性能，以及提高汽車安全行駛的可靠性，對鋼板彈簧的設計與製造提出了很高的要求。在設計上要使彈簧結構可靠、耐用與彈性柔和，而在製造上則要力求消除彈簧的一切內外缺陷，使彈簧具有足夠的屈服強度和疲勞強度。所謂屈服強度就是抵抗永久變形的能力，所謂疲勞強度就是抵抗斷裂的能力。通常鋼板彈簧的過早損壞與折斷，除了與設計不良和使用不當（經常的過多超載、不正確的猛烈制動等）有關係外，更主要的還是由於彈簧存在着內外部缺陷（由於原材料不好或製造工藝不當所引起）。譬如，若鋼板表面有細小的裂紋，則這種表面缺陷很快就會擴大而致折斷，使彈簧的疲勞強度降低65%左右。

對鋼板彈簧的技術要求，第一機械工業部在頒發的《汽車零件技術條件》中有明確的規定（汽04-59汽車鋼板彈簧技術條件），其內容如下：

（1）鋼板彈簧的製造，按使用要求應分為三級：

1)第一級——用於高級小客車；

2)第二級——用於各種客運汽車（小客車、中型客車以及大型客車等）；

3)第三級——用於大量生產的載貨汽車、掛車等。

(2) 所制成的鋼板彈簧总成及備品用的鋼板彈簧片，应符合本標準及工作圖的要求。

(3) 鋼板彈簧片應由牌號為55T2、60T2 $\frac{1}{2}$ 、50分 $\angle$ 、50分 $\angle$ $\frac{1}{2}$ 、60T2的熱軋彈簧扁鋼制成，其技術條件見ГОСТ2052-53。

扁鋼壓延精度的選擇如下：

- 1) 一級彈簧——高級壓延精度；
- 2) 二級彈簧——較高級壓延精度；
- 3) 三級彈簧——普通壓延精度。

(4) 鋼板彈簧衬套、夾箍、拉緊螺栓、隔管、中心螺栓等零件的材料及尺寸應按圖樣規定制造。

(5) 鋼板彈簧片經熱處理後，其硬度應在 $H_B363\sim444$ 範圍內（允許有個別軟點），卷耳部分的硬度允許低至 H_B269 。

(6) 熱處理後的鋼板彈簧片表面及其邊緣應清潔，不得有氧化皮、痕皮、飛翹、孔眼、裂縫、傷痕、發裂及其他由於機械和冶金的原因所造成而影響鋼板彈簧質量減低的缺陷。

(7) 與鄰片表面相接觸的鋼板彈簧片端頭的邊緣，不得有毛刺；孔的邊緣應清潔，無裂紋、毛刺。

(8) 熱處理後鋼板彈簧片的側面彎曲，應不大於ГОСТ2052-53中所規定的相應精度扁鋼的數值。

(9) 具有兩個卷耳結構的主片，其兩卷耳中心距（在伸直狀態下）允許的偏差不應超過：

± 2 毫米 用於一級彈簧；

± 3 毫米 用於二級彈簧；

± 3 毫米 用於三級彈簧（厚度小於10毫米者）；

$\pm \frac{3}{5}$ 毫米 用於三級彈簧（厚度大於10毫米者）。

卷耳中心綫到中心螺栓孔距離的偏差（伸直狀態下）不得超過：

3毫米 用於一級及二級彈簧；

4 毫米 用于三級彈簧。

(10)除主片外，各片在伸直時長度的偏差應不超出下列範圍：

±1.5毫米 用于一級彈簧；

±2 毫米 用于二級彈簧；

±3 毫米 用于三級彈簧（厚度不大於10毫米者）；

±4 毫米 用于三級彈簧（厚度大於10毫米者）；

±9 毫米 用于頁片端頭壓延者，頁片端頭到中心螺栓孔在伸直時距離的偏差除主片外，不應超過其長度公差之一半。

(11)在自由狀態下鋼板彈簧片之間應緊密相接，裝配好的鋼板彈簧總成（片的端頭裝有墊塊者除外）擰緊中心螺栓後（或在騎馬螺栓夾緊範圍內用壓床壓緊）相鄰兩片不接觸的長度應小於短片全長的 $\frac{1}{4}$ ，其間隙允許不大於下列數值：

0.6毫米——一級彈簧；

1.0毫米——二級彈簧；

1.2毫米——三級彈簧（厚度不超過10毫米者）；

2.0毫米——三級彈簧（厚度超過10毫米者）；

長度小於75毫米的間隙不得超過0.3毫米。

反跳片與主片間的間隙不得大於3毫米。

(12)在騎馬螺栓夾緊範圍內，鋼板彈簧片對主片的橫向錯移不得大於：

1 毫米——一級彈簧；

2 毫米——二級彈簧；

2.5毫米——三級彈簧。

(13)鋼板彈簧卷耳中心綫（衬套中心綫）應在同一平面內，且垂直於鋼板彈簧縱向中心綫在250 毫米長度上所量得的偏差 B（如图1）不得超過：

1.2毫米——一級及二級彈簧；

2.5毫米——三級彈簧。

(14)鋼板彈簧總成裝配好以後，應進行預壓縮，預壓縮的載荷應符合圖樣規定，一級及二級彈簧應壓縮兩次，經壓縮後的彈簧，再以同樣的載荷壓縮時不得產生永久變形（測量準確度保持在 ± 0.5 毫米），三級的彈簧允許只壓一次。

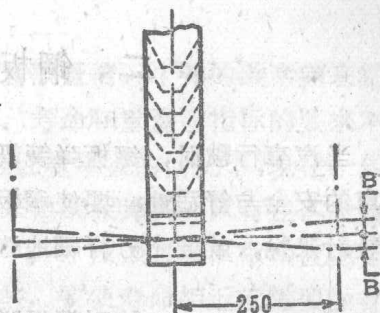


圖1 鋼板彈簧卷耳中心線的偏差

(15)鋼板彈簧總成在靜載荷下的弧高應符合圖樣規定，其偏差不得超出 ± 5 毫米。

如彈簧分成兩類時，二級的鋼板彈簧其偏差可放寬到 ± 10 毫米，但在每一組內，其弧高的差仍不得超出10毫米，在同一輛汽車上，不得裝用不同組的彈簧。

(16)鋼板彈簧總成的剛性應符合圖樣規定，其偏差不得超出：

$\pm 3\%$ ——一級彈簧；

$\pm 6\%$ ——二級彈簧；

$\pm 8\%$ ——三級彈簧。

(17)鋼板彈簧片的摩擦面，裝配前應塗以石墨潤滑劑。

(18)製造好的鋼板彈簧總成應塗漆，衬套內表面應避免塗漆而塗一層中性潤滑脂，在塗漆前應先清除彈簧外表面的潤滑劑。

(19)鋼板彈簧夾箍的夾緊螺栓，在擰緊螺母後應將螺栓的螺紋端頭沖鉚，以免螺母松脫。

(20)鋼板彈簧片的表面脫碳層（包括純鐵體及過渡層）深度每面不得超過：

厚度的 3% ——片厚在8毫米以下者；

厚度的 2.5% ——片厚在8毫米以上者。

二、鋼板彈簧的材料

當汽車行駛時，鋼板彈簧既要承受經常變化的負荷，又要保證汽車的安全與舒適性。要使鋼板彈簧具有這些條件，對於一個定型的設計來說，就要十分仔細地選用材料和正確地制定製造工藝。

1. 對鋼板彈簧材料的要求

鋼板彈簧要遭到拉伸、壓縮、彎曲、扭轉和剪切等幾種應力，而且受力的方向與大小都在經常變化。同時，彈簧的超負荷、結構設計不良、材料選用不當、彈簧的緊固不夠堅強與葉片間的潤滑不好等又常常是彈簧鋼板過早損壞的重要原因。所有這些，特別是負荷特點對彈簧材料提出了嚴格的要求。

對鋼板彈簧材料的主要要求是要使製成的彈簧能承受較高的靜應力與動應力，以及在正常工作條件下，除去負荷後具有能恢復到原始位置的彈力。這些只有當彈簧材料具有如下的條件時才能得到保證：

(1) 在鋼板表面上力求消除由於原材料和加工所造成的表面脫碳、裂紋、疤痕和發裂等缺陷。

(2) 鋼板在熱處理後應具有這樣的物理性能：屈服強度 $110 \sim 125$ 公斤/毫米²，抗拉強度 $120 \sim 140$ 公斤/毫米²，延伸率 $6 \sim 8\%$ ，斷面收縮率 $30 \sim 40\%$ ，硬度 $H_B 363 \sim 444$ 。

(3) 鋼板經熱處理後，其金相組織應為回火的索氏體和屈氏體，斷面組織應當是纖維狀的。

由此可見，為了保證葉片彈簧的使用質量，最主要的問題之一就是非常仔細地選用彈簧材料和擬定相應的熱處理工藝。換句話說，就是彈簧鋼要有良好的熱處理性能，而經過熱處理後又要具有

需要的机械性能。

在大多数老式的汽車上都采用含碳量接近 1 % 的碳素鋼来制造鋼板彈簧。随着对汽車彈簧的强度、寿命和重量等指标的要求不断提高,以及在对合金鋼彈簧的热处理已能掌握的情况下,現在一般都用能保証上述条件的硅鋼或硅錳鋼来做鋼板彈簧。只有在不太攷慮结构的重量而着重攷慮成本的情况下,才用碳素鋼来做鋼板彈簧。因为碳素鋼的机械性能比合金鋼差些,要使寿命相近就需要加寬或加厚彈簧鋼板。

国内各厂在制造汽車鋼板彈簧时主要是采用 60 T 2 或 55 T 2 号鋼。而在国外則不盡相同,如在苏联,对于載貨汽車往往用 60 C 2 号鋼 (苏联鋼标号),而对輕便汽車則往往用 50 X Γ 号鋼。这种区别一般决定于各国的資源条件。

經過多年的使用經驗証明,国产的 60 T 2 号鋼是制造汽車鋼板彈

国产彈簧鋼板的化学成分

表 1

鋼 号	碳 %	錳 %	硅 %	鉻 %	鎳 %	硫 %	磷 %
55 T 2	0.5~0.6	0.6~0.9	1.5~2.0	≤0.3	≤0.5	<0.045	<0.04
60 T 2	0.55~0.65	0.6~0.9	1.5~2.0	≤0.3	≤0.5	<0.045	<0.04
50 号 2 号	0.45~0.55	0.8~1.0	0.15~0.30	0.95~1.2	≤0.2	<0.03	<0.035
65	0.6~0.7	0.5~0.8	0.17~0.34	≤0.3	≤0.3	<0.045	<0.045

国产彈簧鋼板的机械性能

表 2

鋼 号	淬火温度 °C	冷却剂	回火温度 °C	屈服强度 公斤/毫 米 ²	抗拉强度 公斤/毫 米 ²	延伸率 %	断面收缩 率 %	硬度 H _B
55 T 2	880	油	400~510	>120	>130	>6	>30	<302
60 T 2	860	油	400~510	>120	>130	>5	>26	<302
50 号 2 号	850	油	490	>120	>130	>6	>35	<285
65	830	油	380	>80	>100	>9	>35	<255

簧的良好材料。

表1与表2所列材料系国内在制造汽车钢板弹簧时常用的钢号。当然,其他如75与85号弹簧钢也都能采用。

应该提出,为了保证弹簧钢板的热处理质量,原材料(扁钢)的硬度应符合表2中的数值。

2. 国外钢板弹簧的材料

为了更广泛地了解汽车钢板弹簧的材料选用及其热处理规范,下面将列举一些国外资料(表3~表7)。

苏联汽车弹簧钢板的化学成分

表3

钢 号	碳 %	锰 %	硅 %	铬 %	镍 %	硫 %	磷 %
55C2	0.52~0.6	0.6~0.9	1.5~2.0	≤0.3	<0.4	<0.04	<0.04
60C2	0.57~0.65	0.6~0.9	1.5~2.0	≤0.3	<0.4	<0.04	<0.04
60C2A	0.55~0.64	0.6~0.9	1.6~2.0	≤0.3	<0.4	<0.03	<0.03
50XГ	0.46~0.54	0.7~1.0	0.17~0.37	0.9~1.2	<0.4	<0.04	<0.04
50XГA	0.46~0.54	0.8~1.0	0.17~0.37	0.95~1.2	<0.4	<0.03	<0.03

苏联汽车弹簧钢板的机械性能

表4

钢 号	淬火温度 °C	冷却剂	回火温度 °C	屈服强度 公斤/毫米 ²	抗拉强度 公斤/毫米 ²	延伸率%	断面收缩 率%	硬度H _B
55C2	870	油	≥460	120	130	6	30	≤235
60C2	870	油	≥460	120	130	5	25	≤302
60C2A	870	油	≥460	140	160	5	20	≤302
50XГ	840	油	≥490	110~120	130	5~6	35	≤302
50XГA	840	油	≥490	110~120	130	5~6	35	≤302

注:表3与表4按ГОСТ2052-53的规定。

美国弹簧钢板的化学成分

表 5

钢号 SAE	碳 %	锰 %	硅 %	铬 %	镍 %	钼 %	钒 %	硫 %	磷 %
5150	0.48~0.53	0.70~0.90	0.20~0.35	0.70~0.90	—	—	—	<0.04	<0.04
5160	0.55~0.65	0.75~1.00	0.20~0.35	0.70~0.90	—	—	—	<0.04	<0.04
6150	0.48~0.53	0.70~0.90	0.20~0.35	0.80~1.10	—	—	>0.15	<0.04	<0.04
9260	0.55~0.65	0.70~1.00	1.80~2.20	—	—	—	—	<0.04	<0.04
9262	0.55~0.65	0.75~1.00	1.80~2.20	0.25~0.40	—	—	—	<0.04	<0.04
4068	0.62~0.70	0.75~1.00	0.20~0.35	—	—	0.20~0.30	—	<0.04	<0.04
8650	0.48~0.53	0.75~1.00	0.20~0.35	0.40~0.60	0.40~0.70	0.15~0.25	—	<0.04	<0.04
1074	0.74~0.80	0.50~0.80	0.15~0.30	—	—	—	—	<0.04	<0.05
1095	0.90~1.05	0.30~0.50	0.15~0.30	—	—	—	—	<0.04	<0.05

日本弹簧钢板的化学成分

表 6

类别	钢号 JIS	碳 %	硅 %	锰 %	磷 %	硫 %	铬 %
2	2	0.60~0.75	0.15~0.35	0.30~0.60	<0.035	<0.035	—
3	3	0.75~0.90	0.15~0.35	0.30~0.60	<0.035	<0.035	—
4	4	0.90~1.10	0.15~0.35	0.30~0.60	<0.035	<0.035	—
5	5	0.55~0.65	1.10~1.50	0.70~1.00	<0.035	<0.035	—
6	6	0.55~0.65	1.50~1.80	0.70~1.00	<0.035	<0.035	—
7	7	0.55~0.65	1.80~2.20	0.70~1.00	<0.035	<0.035	—
8	8	0.55~0.65	1.00~1.30	0.30~0.60	<0.035	<0.035	0.80~1.00

下面简单介绍苏联几种汽车钢板弹簧的材料与热处理要求:

(1) 格斯-51型汽车前后弹簧均用 50XΓA 号钢, 油中淬火, 回火温度 530°C, 硬度为 $H_B 363 \sim 415$ 。

(2) 吉斯-150型汽车前后弹簧均用 55C2 号钢, 油中淬火, 回火温度 450°C, 前弹簧钢板硬度为 $H_B 230 \sim 320$, 后弹簧钢板硬度为

H_B360~415。

(3) 亞斯-200型汽車前後彈簧均用60C2A號鋼，油中淬火，回火溫度450°C，硬度為H_B363~418，後彈簧鋼板進行噴丸強化處理。

鋼板表面狀態與其壽命的关系

表 7

鋼 号 (蘇聯規格)	表 面 狀 態	弯曲疲勞極限	
		对称循环 σ_{-1} (公斤/毫米 ²)	間歇循环 σ_0 (公斤/毫米 ²)
50XГ 50XГA	粗糙、脫碳在ГОСТ4555-48限度以內	—	53
	噴丸處理過的	53	78
	熱處理後經磨光的	—	87
	表面拋光的(用220號砂紙手磨的)	—	110
55C2	粗糙、脫碳在ГОСТ4555-48限度以內	32~36	47~52
	噴丸處理過的	53~58	72
	粗糙而脫碳，經噴丸後在表面上有錘擊的小坑	20	—
	人工加碳，使含碳量與心部含碳量相同	55	—
	熱處理後經磨光的	57	—

從以上資料可以看出，彈簧鋼板的表面狀態對其使用壽命有密切關係，相差達一倍以上。其次是各國雖然用料標準有所不同，但都使用着60 T2或55 T2號鋼，因為這種鋼材既能滿足設計、製造與使用上的基本要求，同時它的成本又比其他合金彈簧鋼來得低。

三、製造工藝過程

鋼板彈簧的製造過程基本上是鍛制、熱處理與裝配三部分。以下的敘述以60 T2號鋼製造的鋼板彈簧為例，其工藝過程及主要設備如表 8 所示。

為了便於研究，下面將對某些主要的工藝過程作一些補充說明。

(1) 下料：下料時所需的剪切力是按材料的抗拉強度值(公

鋼板彈簧的制造工艺过程

表 8

工 过 程	工序名称	工序内容及操作规范	主 要 机 具
鍛 制	下 料	将合格的彈簧扁鋼冷切成需要的长度	冲剪机
	校 直	对端头需卷曲成形的鋼板片在常温下校正其侧面弯曲	气錘
	卷 耳	卷主片与第二片双耳(或单耳), 鋼板片两端头依次加热。对厚度 ≤ 8 毫米的鋼板片加热温度为 $950 \sim 1050^{\circ}\text{C}$; 厚度 > 8 毫米的鋼板片加热温度为 $1000 \sim 1150^{\circ}\text{C}$ 。压弯片头并切成一定的斜度, 然后卷成耳孔, 再校正耳孔的不圆度	加热爐、机动或手动卷耳机、冲床
	冲中心螺栓孔	鋼板片厚度 ≤ 9 毫米时的圓形孔用冷冲, 方形孔或厚度 > 9 毫米的鋼板片圓形孔在加热到 $750 \sim 850^{\circ}\text{C}$ 时冲孔	加热爐、冲床
	冲中心包切头	将鋼板片冲包部分加热到 $800 \sim 900^{\circ}\text{C}$ 时进行 鋼板片端头依次加热到 $700 \sim 800^{\circ}\text{C}$, 切成图纸规定的形状(当有大型冲剪机或压力机时最好采用冷切方法)	加热爐、冲床 加热爐、冲床
	压 形	将鋼板片端头加热到 $850 \sim 950^{\circ}\text{C}$ 时压延(或弯曲)成图纸规定的形状(均指非卷耳片的片端压形)	加热爐、压力机(手动弯曲机)
热处理	冲鉚釘孔 鑽油孔	冲孔部位加热温度为 $800 \sim 900^{\circ}\text{C}$ 鑽卷耳部位油孔并攻螺紋	加热爐、冲床 鑽床、絲攻
	淬 火 回 火	将鋼板片加热到 $850 \sim 930^{\circ}\text{C}$, 弯成规定的曲率半徑并淬硬 鋼板片加热到 $480 \sim 530^{\circ}\text{C}$ (对大于600毫米的长片应趁热校正其侧弯与曲率半徑), 在空气中冷却	加热爐、弯片淬火机、冷却油槽 加热爐、机动或手动校片机
金屬切削加工及总装	压衬套 鉸衬套孔 鑽衬套油孔	在合格的鋼板片耳孔内压入衬套 将衬套内孔鉸至规定的尺寸和表面光潔度 对准卷耳油孔鑽衬套油孔	偏心压力机 鉸孔設備 鑽床
	鉚彈簧夹箍	将鉚釘加热后在规定的鋼板上鉚上夹箍	加热爐、冲床
	油漆、总装 檢 驗	包括清潔鋼板表面到装成彈簧总成的全部工作 按图纸与技术条件规定进行	各种檢驗仪器

斤/毫米²)的八折再乘上被切割的横断面积来确定的;也可按下式计算: $P = \frac{340}{3}ls$, 式中 P 为剪切力 (公斤), l 为切边长度 (毫米), s 为切边厚度 (毫米)。一般用 ± 10 (或 ± 10.4) 号钢做冲剪模具 (或刀具), 其热处理后的硬度为 $R_{c57\sim 60}$ 。

(2)卷耳: 先将弹簧钢板片放在温度为 $1050\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 的炉中加热到 $950\sim 1150^{\circ}\text{C}$, 其加热部分的长度约为 $(1.5\sim 1.75)\pi D$ (其中 D 为卷耳的外径), 加热时间约为 $13\sim 17$ 秒/每毫米长度。

钢板片加热后, 在压力机上弯曲头部并切出斜度 (图2), 然后在卷耳机 (图3) 上卷成耳孔, 再用整形模校正耳孔的圆度。钢板片从切头到校正耳孔都是在一次加热后进行的。

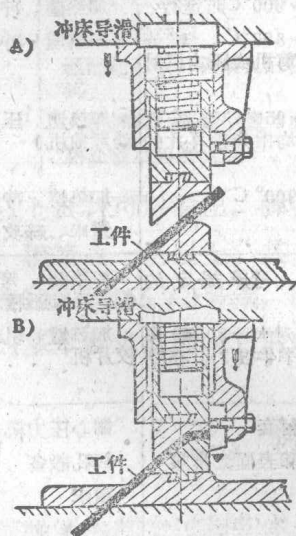


图2 弯曲钢板片头部和切出斜度
A-弯曲前; B-弯曲后切下端头

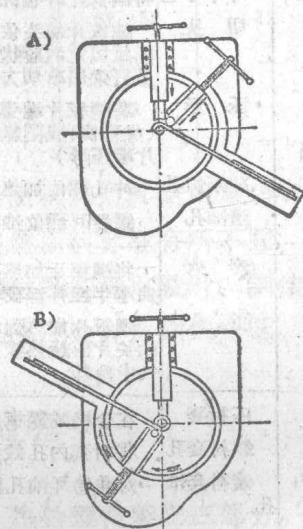


图3 卷耳
A-卷耳前; B-卷耳后

当钢板片头部需制成特殊形状时, 可在压力机 (图4) 上或滚压机上热压成形。

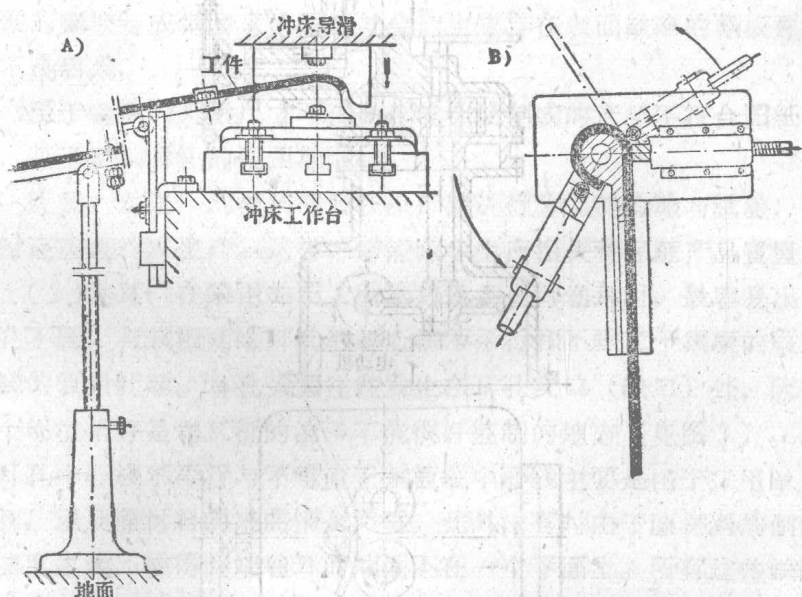


图4 在压力机上热压(A)或滚压(B)钢板头部

(3) 淬火: 将工件放在温度为 $1000\sim 1100^{\circ}\text{C}$ 的炉中加热到 $850\sim 930^{\circ}\text{C}$ 后, 即放在弯片淬火机内, 在压成所需要的曲率半径的同时浸入冷却槽中淬硬。当用油类作冷却剂时, 其油温应保持不高于 120°C 。钢板经淬火后的硬度应大于 R_{c53} 。

对于较短(长度小于800毫米)钢板的弯片可在压弧机(图5)上进行, 而钢板的淬硬是在压成需要的曲率半径后立即放在冷却槽中进行的。

(4) 回火: 回火是在温度为 $580\sim 640^{\circ}\text{C}$ 的反焰炉中进行而在空气中冷却的。工件的加热温度为 $480\sim 530^{\circ}\text{C}$, 保温时间(分钟)约为 $1.5\sim 1.9$ 倍工件厚度(毫米), 回火后的硬度应为 $H_{B363\sim 444}$ (卷耳部分允许降至 H_{B269})。

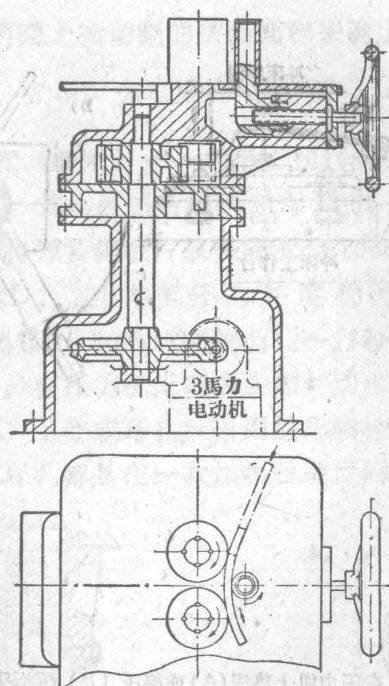


图5 在压弧机上弯片

四、影响弹簧质量的因素

(1)原材料：原材料的表面缺陷与可硬性是影响弹簧质量的主要因素。表面缺陷包括发裂、刮纹、飞边和卷褶、分层、斑疤、非金属夹杂物、表面脱碳和钢板片外形尺寸不正确等。所有这些缺陷（除最后一种外）都可能导致钢板片在热处理时产生裂纹或剥落，因而直接影响到产品的合格率以及弹簧的使用寿命。

材料的可硬性是指经过正常的热处理后能否达到预期的硬度。如果达不到，则说明材料的可硬性差（即淬不硬）。当然，淬不硬（硬度不够）的原因有的是工艺问题，有的是材料本身有表面脱