

造鍛機壓水

茲拉特金、多洛霍夫著



機械工業出版社

水 壓 機 鍛 造

茲拉特金、多洛霍夫著

徐 有 達 譯



機 械 工 業 出 版 社

1954

出版者的話

本書介紹蘇聯烏拉爾機器製造廠水壓機鍛造的經驗和鍛壓車間中所採用的設備，同時敘述了鍛造零件的典型工藝過程和設計原理。對於降低勞動消耗和節約金屬的合理生產也舉了一些實例。

本書可供鍛壓車間工長和技術員參考之用。

蘇聯 М. Г. Златкин Н. Н. Дорохов 著 'Ковка под гидравлическими прессами' (Машгиз 1947年第一版)

*

*

*

書號 0602

1954年11月第一版第一次印刷 0,001—2,500冊

850×1143¹/₃₂ 136千字 5³/₈印張

機械工業出版社(北京盔甲廠17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008號

定價10,000元(甲)

目 次

緒論	5
一 原材料	7
1 鋼的性能(7)——2 各類元素對鋼的性能的影響(12)——	
3 鋼錠及其結構、性能和缺陷(14)	
二 鍛造時鍛件的性能和結構的影響	18
三 金屬的加熱	21
1 兩個加熱時期(22)——2 加熱的缺陷(23)——3 加熱圖表	
(25)——4 加熱和鍛造終了溫度(26)——5 溫度的控制(27)	
四 加熱爐	31
1 爐子分類(32)——2 工作室的尺寸(35)——3 新爐或大修後	
爐子的暖火(35)——4 爐子的監管(36)	
五 水壓機	37
六 鍛造工序	41
1 拔長(41)——2 擴張(44)——3 鍛粗(44)——4 拉孔和衝孔	
(46)——5 推壓(48)——6 扭轉(50)——7 切割(50)——8 階	
段分割(51)——9 心棒滾壓(52)——10 心棒拔長(53)——	
11 清除金屬表面的缺陷(56)	
七 鍛造工具和夾具	57
1 錘頭(57)——2 壓板(59)——3 衝子(62)——4 斧子(64)	
——5 圓割棒、方割棒、三稜割棒(66)——6 心棒(67)——7 平	
衡夾鉗(69)——8 度量工具(72)——9 夾具(73)	
八 鍛件廢品及其消除方法	77
九 設計工藝規程的基本要點	80
1 鍛件的形狀(80)——2 裕量和公差(83)——3 確定鍛件的重	
量(99)——4 鋼錠的選擇(100)——5 夾持用軸頸(105)——	
6 確定加熱次數(105)——7 選擇水壓機功率(105)	
十 典型的工藝規程	108
1 帶凸肩的鍛件(108)——2 透平圓盤(112)——3 衝模坯件	

(114)——4 圓環和輪圈(117)——5 空心鍛件(123)——	
6 曲軸(128)	
十一 鍛件的冷卻和中間退火	138
1 中間退火(139)——2 中間冷卻(140)	
十二 水壓機生產率的確定	142
十三 工長的計劃和工作統計	149
1 計劃(149)——2 統計(151)	
十四 工作班的組織	156
十五 安全技術	160
附錄 I	163
附錄 II	164
附錄 III	166
附錄 IV	169
中俄名詞對照表	172

緒 論

在恢復和大力發展國家整個國民經濟方面，機器製造業起着主導的作用。

機器製造業的發展又直接與鍛造車間的發展水平有關。

在蘇聯，由於在化學工業上對高壓器具的運用，高壓蒸汽裝置的出現，柴油機製造業和造船業的發展，強力軋鋼機的開始使用以及對大型鍛壓設備生產方法的掌握，使大型鍛件的自由鍛造法有很大的擴展。

上述的工業部門都需要整塊鍛製的圓筒和鍋爐、各種大型的曲軸、主軸、連桿、冷軋輥和熱軋輥、圓柱體、立柱、橫樑、偏心軸、砧板、衝頭、衝塊和其他零件，而在製造這些零件時則需要用強力的鍛壓設備。

近代，在鍛造生產中合金佔加工鋼的比重增大。這就使製件的製造變得複雜，並且需要掌握整個生產循環期的繁複知識。

在鍛造前加熱，用以提高塑性和降低鋼對變形的抗力，這種熱加工是改變燒紅金屬的形狀和改變它的內部結構以求得到一定的機械性能。正確地進行冷卻可防止金屬發生內部和外部的缺陷，並且能使前一加工所得的結構定形，或造成某些預定的結構改變。

近代，由於車間內的運輸更為完善和在工廠內有聯合的鍛造熱處理車間，因之廣泛應用冷卻工序和隨後熱處理工序（退火、正火、回火）的結合法，便會大大縮短生產的循環期。

事實證明：只從塑性變形的機械學上着眼來解決鍛造問題而不管加熱、冷卻甚至熱處理的問題就會在產品的質量以及與之相適應的技術條件方面造成令人不滿意的後果，特別是當前一個加工階段與標準規範容許有偏差的情況。因此，當獲得關於過熱（由於加熱，增至更高的溫度或在高溫度下達到更長的均熱時間而超出工藝規程的規定）的數據時必須及時通知熱處理車間。在這裏

採取適當的校正加工規範的方法可以消除過熱 而不需要重覆熱處理以求得到所需的機械性能。

在本書內所闡明的大型鍛件的單個生產與其他類型的生產不同，它有幾個基本特點：

1. 加工過程機械化很困難，且由於同樣的或尺寸相近的同型的零件的數量有限，需要設置特殊的機構或製造專用的夾具。這在經濟上很不合算。甚至應用萬能的夾具亦常因為鍛件的重量和尺寸不同而變得複雜。

2. 衝模不能廣泛應用。由於所製造的零件數量較少且衝模的壽命較低，使衝模昂貴的價值得不到補償。

3. 保持工作中的穩定節奏很困難，因為製造零件的名目極不相同且缺少成批性。

4. 對原材料——鋼錠的要求以及對工藝過程的要求很高，因為廢品的損失與鍛件重量的加大成正比。而且恢復大型鍛件的廢品特別是整塊的鋼錠，對於所有工廠來講則是一個困難的任務。

一 原材料

1 鋼的性能

鋼的品質乃是按其所能承受而不致破裂的抵抗能力來判定的。

有一類零件，它要求在相鄰零件的擠壓下不致破損；另一類零件要求在拉引時不致斷裂；而第三類零件則要求在受有衝擊的時候不致破碎，以及其他等等。在很多情況下，要求零件能同時滿足幾個條件。

在確定這些性能的時候，主要採用間接的試驗方法；不用製成的零件試驗而用特殊樣式的試件在試驗機上使承受與所製零件同樣的力作用進行試驗。從試件的試驗上可以得出關於零件試驗的預期結果的總結。

依據對零件的不同要求，施行機械、熱、磁、電及工藝等性能的試驗。最普遍的為機械性能的試驗。

在所有的情況下，都得檢驗鋼的化學成分；因為它決定了所有其他的性能。化學成分可按鋼內所有組成部分在數量上的比例決定。這不但從零件的壽命上來看化學成分是重要的，而且在規定零件的製造規範時亦很重要。

檢驗金屬的機械性能照例是在最後的熱處理以後。試驗是在零件上特為留下的裕量上進行；在與零件一起加工出來的未熔煉的金屬塊上進行；或在本身有需要鏟除的地方（凹陷、孔眼等等）的零件上進行的；更有在同等條件之下成批製出的零件上進行的。通常檢驗以下幾個性能。

1. 硬度 硬度是金屬抵抗外物壓入的能力，而外物則較所試驗的材料更為堅實。硬度以壓入、刻劃和測定落重回彈的高度等

法試驗之。

勃利乃爾法 確定硬度的最普遍的方法是勃氏法。該法是以直徑為 10、5 或 2.5 公厘的鋼珠球在負荷為 3000、750 或 187.5 公斤下壓 10~15 秒鐘而後視其壓痕直徑的大小來確定硬度。製件的每單位勃氏硬度用 H_B 表示。鋼珠球的直徑乃根據所試驗的製件厚度選用之。

設 P ——負荷(公斤), D ——鋼珠球直徑(公厘), d ——壓痕直徑(公厘), 則製件上壓陷的面積 F (公厘²)將以下式表示:

$$F = \frac{\pi D}{2} (D - \sqrt{D^2 - d^2}),$$

硬度值由下式表明:

$$H_B = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}.$$

在鍛件的檢驗表面經過修整以後, 就用圖 1 所示的勃氏壓力機測定硬度。

布利其法 當不需要獲得準確的硬度值但又得不用笨重的儀器而很快地量出硬度時, 則用圖 2 所示的布氏硬度計。

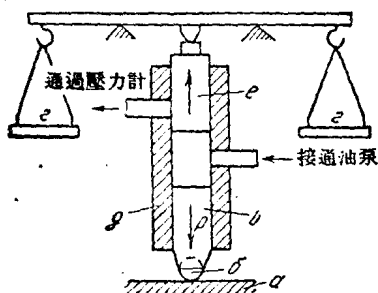


圖1 勃氏壓力機略圖:

a—製件; b—鋼珠球; f—下衡頭;
c—壓力計; d—圓筒; e—上衡頭。

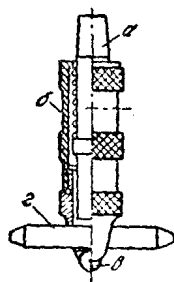


圖2 布氏硬度計:

a—撞頭; b—手把;
c—鋼珠球; r—標準棒。

布氏硬度計乃是由一個安置在圓筒形手把 b 內的撞頭 a 所構成。手把內尚安有一直徑為 10 公厘的鋼珠球 B 。試驗硬度的時候, 在撞頭和鋼珠球之間伸入一根極限抗張力 $\sigma_b = 70$ 公斤/公厘² 的

抗張力係按破裂試件所必需的力與試件橫截面面積的比值來決定。

拉力圖 拉引試件時長度增大而橫截面縮小，圖5即是以負荷和試件拉伸的兩者關係所作成的典型拉力圖。在 OP 部分，試件的伸長與負荷成正比，也就是說，增加多少倍負荷其伸長亦增大多少倍。一旦除去試件上的負荷，伸長亦消失。但從 P 點起這一規律開始破壞，在 P 點上每單位試件面積所作用着的負荷就稱作彈性極限。在 D 點上，試件可繼續增長而負荷並沒加大(金屬的‘延流’)。對於 D 點上每單位試件面積所作用着的負荷就叫作屈服點。到 F 點試件斷裂，這時的每單位試件面積上所作用着的負荷就取名為極限抗張力。

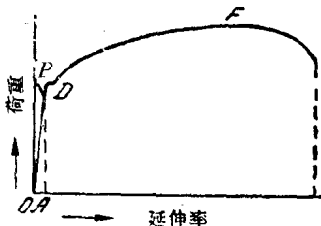


圖5 典型的拉力圖。

彈性極限 σ_p 、屈服點 σ_s 和極限抗張力 σ_b 都以公斤/公厘²測量之。

3. 韌性 韌性是金屬在靜負荷及衝擊負荷下受到拉伸和彎曲而不致破裂的能力。

在靜負荷作拉伸試驗時，試件的韌性即以破裂前的延伸率和截面的收縮率來說明。

延伸率 δ 和截面收縮率 ψ 以百分比表示。

在衝擊負荷下試驗金屬的韌性是在帶凹口的試件上進行，其標準試件見圖6。試驗時，拿特製的落錘以一定量的力作鐘擺式的衝擊打斷試件。衝擊韌性以公斤公尺/公分²來表示。

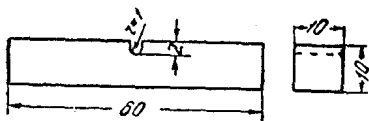


圖6 標準試件。

4. 工藝試驗 在個別的情況，應用以下各項的工藝試驗：彎曲試驗(圖7-1)，壓平試驗(圖7-2)，反覆彎曲試驗(圖7-3)，擴展試驗(圖7-4)，愛利克遜拉殼試驗(圖7-5)，平展試驗(圖7-6)，折邊試驗(圖7-7)，鍛粗試驗(圖7-8)。

5. 目視檢驗 冶金上的缺陷(氣泡、凹空、縮孔、疏鬆、非金屬

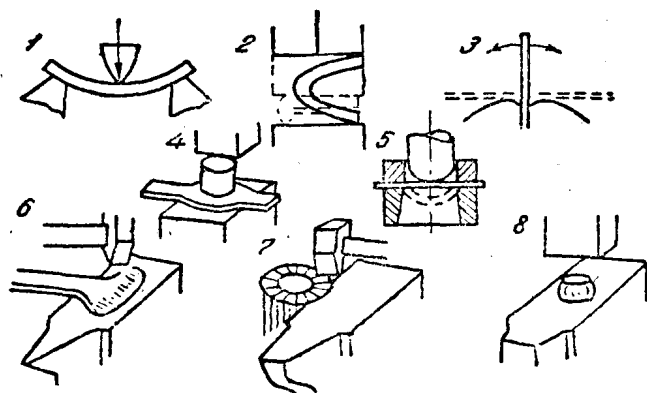


圖7 工藝試驗：

- 1—彎曲試驗， 2—壓平試驗， 3—反覆彎曲試驗， 4—擴展試驗，
5—愛利克遜拉殼試驗， 6—平展試驗， 7—折邊試驗， 8—鍍粗試驗。

雜物、毛絮狀物質等)、鍛壓的深透程度(破壞鋼錠的結晶: 晶體大小、形狀和排列)和纖維排列的正確都可用目視法確定之。

橫切(有時縱切)的圓片經過機械加工和光磨以後, 用特殊的試劑進行侵蝕以備檢驗。機械試驗用的試件亦需檢驗其斷裂面的形狀, 所以在切下圓片以後可將其折斷進行檢驗。

6. 顯微檢驗 顯微檢驗乃是確定合金晶粒的結構、大小和形狀, 非金屬雜物的特性以及過熱的情況。供作機械試驗或物理試驗的試件, 或從鍛件上切下的金屬塊作成的試片, 用特殊的試劑侵蝕之, 然後在顯微鏡下觀察實行檢驗; 其增大倍數可達 10000 倍(一般在 50~100 倍)。

7. 磁力檢驗 應用磁力方法可以探查出在製成零件的表面或表面層底下所有的裂口、縫隙和熔渣。該法乃基於磁通散佈在凹空和非磁性混雜物周圍的作用, 其可分為乾濕二種方法。乾法是在被磁化的零件表面上散放帶磁性的粉末。濕法是把零件放置在懸浮有帶磁性的粉末的液體內。不論那一種情況, 粉末都聚積

在帶有缺陷的地方。特殊的儀器——磁通計能看出甚至在強力放大鏡底下都不易覺察出的非常細小的裂縫和缺陷。

根據粉末聚積在零件上的形狀，在個別的情況能大略指出缺陷的性質。粉末成扇形排列時——細縫和熔渣；粉末成折線排列時——非直線的裂縫和雜物；淺細的破折線證明是機械加工時的粗刮痕；沒有明顯界限的分散的堆積體說明缺陷深藏在深度 0.5 公厘以下。但是，磁力方法不能準確的指出缺陷的性質。

2 各類元素對鋼的性能的影響

碳 碳能增加鋼的硬度和彈性，但會降低鋼的韌性、抗震強度、可銲性和熱導性。鋼含碳愈多，其加熱愈慢。鋼的可鍛性隨着含碳量的增多而減低。

硫和磷 硫和磷是有害的雜質，能降低鋼的強度。當含硫量很大時（大於 0.045 %），鋼變成熱脆，就是說在受熱的情況下鍛造會破裂。

有時，鋼的含硫量不大，亦會在鍛造過程中變成熱脆，這是因為燃料中的硫透入金屬的表面層的緣故。

硫在鋼中多成硫化物如 FeS 、 MnS 等。

最有害的硫化鐵與鐵組成一種易熔的低熔體。提高鋼中硫化物的含量時，硫化物就以網格的形式分佈在晶粒的周圍。這些網格狀的積聚物使鋼在鍛造時變成熱脆。假使由於擴散的作用，硫化物或點狀的分佈，則鋼的鍛造還可順利進行。

磷的含量很多時（大於 0.045 %），鋼變成冷脆，就是說在受冷的情況比較容易破裂。

矽 矽能提高強度和彈性（含量在 2% 以下），但會降低鋼的韌性和可銲性。

含矽超過 2% 時，鋼變得發脆。構造用碳素鋼一般含矽在 0.2 ~ 0.4%。假如沒有熔渣雜物——矽酸鹽，矽對鍛造的影響不大。

錳 通常的碳素鋼含錳在 0.2 ~ 1.0%。特殊鋼含錳可達 14%。

錳能提高鋼的抗張、抗震和抗磨等強度。鋼內含有錳能減少硫的壞影響，並降低鋼的可鍛性和熱導性。例如，鋼內含錳達12~14%時，它的熱導性便比碳素鋼的熱導性降低 $\frac{1}{3}$ 。鋼含錳愈多，加熱應愈慢，以防止裂縫的發生。含錳的鋼錠在正確地加熱後可鍛造得很好，因為鋼內的硫化鐵由硫化錳代替，而硫化錳却具有很高的熔點並成球狀的（而不成網格狀的）雜物分佈在晶粒的周界。

鎳 鎳能提高鋼的韌性、抗震力、強度和堅性。含少量的鎳對可鍛性沒有顯著的影響。鎳鋼沒有過熱的趨向。含硫量較少並還原很好時，鎳鋼的鍛造是令人滿意的。但當熱變形時，還原不好的鋼經常由於硫化鎳分佈在晶粒的周界而促使在熔化的過程中吸入氣體而發生裂紋。

含鎳鋼的浮渣常牢固地黏附在金屬的表面，去除它較比困難。存在於鋼中的鎳是成固溶體形狀的。

鉻 鉻能提高鋼的強度、堅性和彈性，但會降低鋼的韌性。鉻能使鋼過熱並降低熱導性。鋼內含鉻愈多，加熱應愈慢。要破壞含鉻鋼錠的結晶結構需用很大的鍛壓。

在高溫鍛造鉻鋼較為順利，但在低溫下金屬表面的硬度便會顯著增長而造成冷作。冷作就可能發生裂縫。

鉻在鋼內存在的形式為固溶體。與碳一起會生成碳化鉻。

鉬 鋼內含鉬在0.45%以下，很少達1%者。鉬能提高鋼的強度而略為減低一些韌性。鉬和鎳、鉻熔在一起時可同時提高鋼的強度和韌性，但會降低熱導性。鋼內有鉬的存在會大大地防止鋼的過熱。與碳素鋼相比較時，鍛造鉬鋼需要更強力的壓力機。

鈮 含碳量在不超過0.3%時，鈮能提高鋼的堅性和彈性而不降低它的韌性。構造鋼類含鈮為0.1~0.3%很少達到1%。有鈮的存在可防止鋼的過熱。

鈮鋼的破裂面具有絲絨樣式。對鋼的可鍛性影響不顯著。

鎢 鋼內含鎢能提高硬度和抗張強度，而對韌性的降低不大。鎢能顯著地降低鋼的熱導性並能防止鋼的過熱。在低溫鍛造時，

錫鋼會發生裂紋，因此鍛造錫鋼應在比鍛造碳素鋼的溫度為高的情況下進行。

3 鋼錠及其結構、性能和缺陷

鋼錠有圓的、方的和多邊形的。鍛造用的鋼錠照例是多邊形的，從六邊至十二邊。圖8就簡略地示出一個鋼錠的結構，其中1——餘接頭；2——縮孔；3——收縮凹空和偏析區；4——縮眼和偏析區；5——不同方向的中間結晶層；6——細圓晶粒的結晶層；7——與鋼錠模壁垂直的細密結晶層；8——與鋼錠模壁垂直的粗大結晶層；9——從底部開始向上傾斜的粗大結晶層；10——細小晶粒的緊密結晶層。

在澆入鑄模內的熔化金屬的溫度降低時，造成結晶核心（結晶中心）。靠近模壁的由於溫度降低很快而出現很多的結晶中心，但來不及長成結晶。

愈靠近鋼錠的中心，金屬的高溫保持較久，核心的生成較少，結晶的生長就愈迅速，變成樹枝狀（因而叫作樹枝體）。

結晶結構的不一致對金屬的性質沒有特別的影響。但在鋼錠固化的時候會引起一連串的缺陷，大大降低它的機械性能。

當擬定工藝規程時，必須具有一個清晰的概念：關於鋼錠的那些部分最為可靠以及那部分金屬最弱而需要除去，以保證零件的質量。

鍛壓工所碰到的鋼錠都有很多的缺陷。

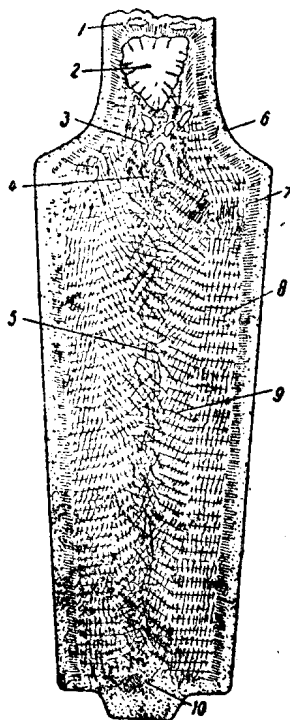


圖8 鋼錠結構的簡略。

缺陷的來源可分為——在技術發展的現有水平上所不可避免的缺陷，以及由於工藝的不完善而存在於熔塊或鋼錠中的缺陷。必須認識到這些缺陷。以便在鍛造的過程中不會使其加劇，並應採取適當的措施，從現有缺陷的鋼錠中求得合格的鍛件。

1. 縮孔 金屬在固體時的比重要比在液體時為大。當澆入錠模內的金屬冷卻時。由於液態金屬與固態金屬的容積差而造成凹空，稱為縮孔。鋼錠的收縮是以後澆入的金屬部分所產生的。在鋼錠上部的金屬最後冷卻，所以縮孔亦位於鋼錠的上部。

縮孔在每個鋼錠中都是不可避免的，但是它的樣式和地位可以用改變鋼錠模的結構和在澆注金屬時採取某些措施而加以調節。通常，縮孔位於鋼錠上所必需切除的收縮頭部分。鋼錠的收縮頭切除不會引起鍛件的廢品，因為鍛件內存有不緊密的金屬，它的機械性能就不能合適。收縮頭廢料的大小按錠模的結構和製件的用途而在14~25%的範圍內。製件內有中心孔，而又用同一錠模時，其收縮頭廢料取14%以下。

2. 收縮凹空和縮眼 造成收縮凹空和縮眼的原因與生成縮孔的原因相同，不過它們的大小要比縮孔小得多，並且排列的地位亦低。

在切除縮孔的收縮頭的廢料時，通常亦規定要切除收縮凹空和縮眼。

3. 雜物的偏析 含硫、磷和其他混合物的金屬晶粒具有很低的熔點和比重。這些晶粒以及非金屬混合物（爐渣耐火顆粒等）和氣體等根據模壁近旁的金屬冷卻程度而被擠回到鋼錠的中心，集聚在金屬最後冷卻的鋼錠中心上部靠縮孔的地方。這樣，鋼錠的化學成分變得不勻。

上述的現象使鋼錠的化學成分不均就稱為偏析。

鋼錠的偏析區域亦應切除。實心的製件，其偏析區域應在收縮頭的廢料部分空心製件則用衝孔或附加的鑽孔辦法來消除它。個別的情況，偏析區域沿着軸心擴展得很深（軸向偏析）。製件的軸

向偏析若與製件的縱向幾何軸心相重合則危險較小。所以，鍛造時不容許鋼錠軸心的位移。

除了上述的偏析區域以外，尚有離中心或錐形的偏析。所有形式的偏析在 10.5 噸的鋼錠上可以從圖 9 上看出。在偏析區域內含有很多的雜質，特別是有害的雜質（硫、磷、矽酸鹽、氣體等），並相應地降低了機械性能。

4. 濺沫和非金屬雜質 金屬流對鋼錠模底部的衝擊（開始澆注時）造成濺沫。濺沫以黏附點的樣式分佈在鋼錠的底部，單獨成一氧化層。因此，應自鋼錠的底部切除 5~7%。鋼錠若不經修整和切除廢料部分，則鍛造時濺沫能造成斑疤——或多或少地與金屬層分離。



圖9 10.5噸的鋼錠結構簡圖：

a—離中心偏析；

b—軸心偏析。

5. 裂縫 根據生成的條件裂縫可分為二種形式：橫向裂縫和縱向裂縫。橫向裂縫是在鋼錠切入錠模的凹陷和不平整的地方時生成的。鋼錠的切入阻礙了金屬自由收縮，這就引起裂縫。橫向裂縫亦能在鋼錠冷卻時由於鋼錠模壁上所留下的薄層金屬硬皮而造成；同時當所澆注的金屬在錠模和底板的空隙之間時，鋼錠自由的流出錠模受到阻礙，亦造成裂縫。

縱向裂縫主要生成在鋼錠的底部肋條上。紅熱澆注金屬時鋼錠表面的收縮很大，錠模結構的不準確（側表面較小）以及鋼錠冷卻的不均勻都是造成縱向裂縫的原因。供作鍛造的冷鋼錠，其裂縫應以切割和修整的方法去除，否則在鍛造時這些裂縫能深入內部，而造成產生廢品的原因。供作鍛造的熱鋼錠上的裂縫以及在鍛造過程中所發現的裂縫，若其大小和地位許可的話，可用熱割法去除之。假若熱割不可能，那麼缺陷的部分必須或者加大裕量以備