

基本馆藏

34647

鋼的火焰清理

Б. Г. ФАСТОВСКИЙ 原著

覃志章·宋廣興 合譯

重工業出版社

В. Г. ФАСТОВСКИЙ

ОГНЕВАЯ ЗАЧИСТКА
СТАЛИ

鋼 的 火 焰 清 理

譯者	校閱	編校	出版	印刷	冊數	定價	專主 章·宋 廣 興 劉 嘉 禾 史 文 英 重 工 業 出 版 社 鞍 鋼 編 輯 委 員 會 旅 大 人 民 第 二 印 刷 廠 0001 7,000冊 定價 6,000元
----	----	----	----	----	----	----	---

1953年9月付排

1953年11月出版

目 次

I. 引言	1
II. 人工火焰清理	6
1. 火焰清理的實質	6
2. 火焰清理時龜裂形成的條件	9
3. 龜裂形成條件的試驗研究	11
4. 金屬處理前的加熱	16
5. 人工火焰清理的工具	22
6. 冶金工廠的清理組織	45
III. 機械火焰清理	57
IV. 電弧清理	70

I 引 言

在冶金企業內，改善鋼錠和軋件表面質量的辦法具有重大意義。這些措施是：精密的準備鋼錠模，正確的選擇鑄錠速度和鑄錠溫度，迅速的往均熱爐送錠並及時的趁熱裝入均熱爐，鋼錠在具有調節煤氣和空氣量，調節壓力的自動控制溫度的均熱爐內加熱，在具有適當速度和經常翻鋼的初軋機上軋製，軋製的合金鋼和高炭鋼使其緩慢冷卻等。

在現時任何技術組織措施在煉鋼的生產過程和軋製過程中，鋼的表面缺陷在某種程度上尚是不可避免的。因此，在各個冶金工廠內均大力注意於表面缺陷的清除方法。

同時，不可能經常的也未必需要力求獲得鋼錠最整潔的表面。

鋼錠和鋼坯清理的範圍和方法是各式各樣的，它取決於鋼種，成品的要求，以及加熱和軋製的技術特徵。鋼在軋製前的準備工作，應視為一項特殊的任務，以便於很好的分析軋製上的技術問題。

鋼在軋製前的準備工作，乃是生產過程中極其重要的部份，由此，在頗大程度上決定着產品的質量。

沒有表面缺陷的鋼錠和鋼坯，在正常條件下軋製時，可以保證得到沒有缺陷的優良成品。因此，清除鋼錠和鋼坯上的表面缺陷，應引起大大的注意。

在鑄錠操作不正常時，在熱的鋼錠表面上出現着如下的缺點：由於鑄錠中斷所產生的接痕，在鑄錠溫度低或因鑄錠事故不能控制鑄錠速度時所產生的大結疤，鑄錠溫度過高及鑄錠速度過大時所發生的縱裂，由於鋼錠模內壁表面粗糙所發生的橫裂，以及其他缺陷等。

除了上述的缺陷以外，在冷錠的表面上，尚可遇到因鑄錠時下鑄

磚被沖蝕所帶來的夾沙，在鋼錠凝固時氣體逸散的結果所產生的氣泡，由於內部晶界裂縫所招致的表面深裂等。

在大型鋼坯和鋼板坯表面上最常見的缺陷為結疤，斷裂，裂縫，髮裂和夾沙。

結疤的形成，主要是由於一部份鋼液凝結在鋼錠模壁的結果；此部份機械的連結在鋼錠的表面上。當鋼錠軋製時，結疤殘留在鋼坯的表面上，壓入各種不同的深度。

大型鋼坯表面上的斷裂（深10—15公厘），是由於鋼錠的表面缺陷，或者往往（特別在立軋時）因為軋製過燒的鋼錠所形成。此外，邊角裂縫通常是順着軋製方向延伸。

鋼錠的裂縫和遺留在大型鋼坯上的裂縫，乃是金屬內部破裂所暴露出來的，往往蔓延得很深而成為廢品。在實際上，通常把很大的斷裂，髮裂等均列入在裂縫之內。

髮裂乃是順着軋製方向擴大和延伸的表面氣泡。在延伸相當大時，它們呈狹而淺（不大於3—4公厘）的外貌，順着軋製方向形成裂縫，分佈在中小型鋼坯的表面上。

夾沙乃是在鑄錠時陷入在鋼內的非金屬夾雜物。夾沙在大型鋼坯上有100公厘或更大的長度，直徑從1—2至50—60公厘，大體上講，深度不大。

不管金屬的壓縮量大還是小，上面所敘述的各種表面缺陷，在所有鋼種的大型鋼坯和鋼板坯均可遇到；其中某些特徵則決定於鋼種。

對於砂鋼一般為結疤；對於低炭及高炭砂鋼一般為髮裂。鉻砂鋼、鉻砂錳鋼及與之類似的鋼在激冷時呈現着熱特性的龜裂。斷裂大部份發生在含鎳量增加的低炭結構鋼。

鋼錠，大型鋼坯，或中小型鋼坯的表面缺陷，用車削，鉋削，風鏟，特殊機器上刮削，磨去以及在熱狀態和冷狀態火焰清理等方法予以清除。

將鋼錠和中小型鋼坯在車床上車削和在鉋床上鉋削，只限於某些特殊用途的高合金鋼。其他鋼種的鋼，只有在表面缺陷數量很多時才

進行車削和鉋削。

排除表面缺陷最通用的方法用風鏟剷削，它是要求用物理力來工作。用風鏟剷削時的生產率，取決於表面缺陷所影響剷削的程度，中小型鋼坯的尺寸和鋼的種類。剷削合金鋼時的生產率，較之在其他條件相同剷削低碳鋼時少 3—4 倍。

在特殊機器上進行切削，要比用風鏟剷削的生產率大得多。用於切削的機器有一個刀具架，架上按裝有 6，8 或 10 把割刀，這樣的機器，特別適用於切削深的缺陷。

除了某些特別硬的工具鋼以外，所有的合金鋼均能在機器上進行清理。斷面 100—300 公厘，長度 1200—5400 公厘的鋼坯，其表面可以在機器上加工。金屬的表面缺陷需要用力很大時，採用機器清理最為適宜。用機器切削時，切屑的損失量為 2.5—3 %。馬格尼多哥爾斯克冶金工廠利用原有構造的機器切削表面缺陷，很有成效。

在高合金鋼的中小型鋼坯，缺陷數量多而比較微小難以用風鏟清除，或在型鋼的允許斷面上用風鏟受到限制時，金剛砂輪清理才被採用。用金剛砂輪清理時的生產率（在大的大型鋼坯），較用風鏟為小。清理在懸吊的磨機上進行；金剛砂輪（直徑 300 公厘）的圓周速度高達 45—48 公尺/秒。

金屬在軋製前，生產率最高及成本最低的精整方法要算火焰清理。火焰清理（氣割，熔除）也是根據火焰氣體切割金屬的原理，並在各個方面的工業廣泛流行。火焰清理是用以排除鋼錠，大型鋼坯，鋼板坯及中小型鋼坯的表面缺陷。

在 1938 年，蘇聯即已在生產範圍內組織火焰清理。

根據工廠的資料，用火焰清理 1 噸鋼的成本，較用風鏟剷削便宜到兩倍，較用金鋼砂輪機磨除便宜到 10 倍。

根據文獻的資料，手工火焰清理鋼不需要預熱時，其成本較之用風鏟剷削低 30—45 %；在鋼需要預熱時，則清理成本將提高而接近於風鏟剷削的價值。用金剛砂輪清理比用風鏟剷削貴 2.5—3 倍。

用火焰清理時，勞動生產率是大大地提高了，並且縮短了生產過程的時間。關於各工廠用各種不同的方法清除缺陷時的生產率，請參考

表 1。

表 1 一個人工清理鋼坯的生產率，噸/小時

產 品 種 類	風 鎊	砂 輪	機器車削	手工火焰清理
中小型鋼坯：				
炭素鋼	2.2	—	—	3.5
炭素鋼和合金鋼	1.3	0.15	—	5.0
炭素鋼	—	—	—	18
炭素鋼和合金鋼	2.2	—	—	10
炭素鋼和合金鋼	0.4	—	—	4.8
合金鋼	0.3	—	—	1.7
合金鋼	0.25	0.25	2.0	4.0
合金鋼	—	0.5	—	6
鋼板坯：低炭鋼	—	—	—	21
鋼板坯：炭素鋼	3.5	—	—	10

根據表中數字看出，用手工火焰清理時，其勞動生產率是大大地超過了風鎊。

因為在軋件表面上必須清理的缺陷數量，主要是取決於鋼錠的表面缺陷，所以看起來清理鋼錠最為合理。不過由於巨大的鋼錠，是在熱狀態從煉鋼車間傳送至軋鋼車間，互較得失則必須進行清理的表面不是鋼錠，而是大型鋼坯或鋼板坯。

此點對於合金鋼具有特殊的意義，鋼錠變冷會引起分層，裂縫，孔洞，以及其他缺陷，為此鋼錠必須在熱狀態傳送至軋鋼車間。

鋼錠在冷卻狀態送往軋鋼車間時，表面缺陷的清除可以在鋼錠上進行。

對於鋼板用的鋼錠，其表面缺陷——粘疤，非金屬夾雜，扭轉及任何深度的裂縫——用手工割炬清除沒有特殊的困難。在清除較大的非金屬夾雜時，所遺留下來的窪坑不深，被隨後的割炬清除的通路掃平。單獨巨大的非金屬夾雜，在清理前應事先用沖子打出，然後再進行通常的清理。

在清理沸騰鋼時，火焰流鑽進氣孔內就會要遇到某些困難。氧氣

流在氣孔內迴旋，便使往內及往兩旁不能順利的進行。因之在這樣的地點必須再行處理。

扁鋼錠的側邊正與鋼板坯相同，其清理的目的是爲了鋼板整潔的邊緣，和減少鋼板兩邊的剪切損失。

火焰清理的採用，是爲了排除很多炭素鋼和合金鋼中小型鋼坯微小的以及巨大的表面缺陷。尤其是對於表面硬度較大時，爲了提高質量鋼和合金鋼的生產，廣泛的開始採用了火焰清理。在大量清理半成品和成品時，人工鏟削或者機械化的切削需要過多的管理人員，而變爲不經濟。除此以外，機械化的切削，在許多情況下只限於狹小的範圍，限制了初軋機及中小型鋼坯軋鋼機的生產率，並且違背了連續性生產。

現時，在蘇聯所有的冶金工廠內，差不多都採用了火焰清理，不過還未達到普遍的程度。

本書寫成，未能使所有的資料均獲得完美的解決，而是爲了要把我們的工廠和學校的經驗，以及各種參考材料加以系統的整理而已。

II 人工火焰清理

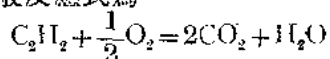
I. 火焰清理的實質

如所週知，氣體切割的原理，在於可燃氣體和氧氣的混和氣經過割炬圓形割嘴的小孔吹向鋼的表面。當此種混合氣燃燒時，使鋼加熱達 $900-1100^{\circ}\text{C}$ 的溫度，然後在割炬嘴中心的通路通以純氧，鋼即被切開。從燃燒鐵的放熱反應和預熱火焰的熱，使鋼的燃燒得以維持。純氧除了燒化金屬以外，還可以使產生的熔渣從切口內吹走。在開始切割時，割炬的方向應與被切割金屬的表面成 70° 的角度。

根據同樣的原理以火焰清理鋼。

在火焰清理時，預熱火焰乃是由於可燃氣體（乙炔，煉焦煤氣或其他氣體）與氧氣混合燃燒的結果。

乙炔燃燒時的一般反應式為



此式說明了燃燒開始和終了的過程。

在實際上，燃燒過程有以下兩個連續變化的階段：

1. 乙炔高溫分解成為其組成元素（C 和 H_2 ），在與氧平衡狀態下氧化形成水煤氣（ $\text{CO} + \text{H}_2$ ）。分解熱發生於熱穩定性不足的炭氫化合物內。如像乙炔，它就是一個不飽和的化合物，比較容易分解而在反應時同氧結合（放熱反應）。最初的氧化物剛一形成，縱使其數量極其微少，它就能加速往後的變化。這樣的方式，對於第二階段完全燃燒來講是發生了準備燃燒的作用。

2. 高溫分解的燃燒產物，即 CO 和 H_2 燃燒而成為 CO_2 和 H_2O （水蒸汽）或其基本的氧化物。轉到第二階段的時刻，即為發生其固有燃燒過程的時刻。

這些連續燃燒的變化決定了火焰的結構。火焰各部份的化學成份是不相同的。

預熱火焰由三個燃燒層所組成：

1. 核心火焰：此處使燃燒物的組成部份炭和氫發生分解；一小部份的炭在熾熱狀態積集在這一層。火焰呈淺藍顏色。

2. 中性還原層：位於核心火焰的周圍，呈深灰色的冠形。在這一層進行着分解物的不完全燃燒過程。

3. 完全燃燒層：生成物為水蒸汽，呈扇形，位於還原層的周圍。

所有這三層均有不同的溫度；最高的溫度在中性還原層，隨着燃料種類的不同，其溫度變化的範圍在 2500 至 3100°C 之間。

當氧氣過剩時，氧化作用增強，核心火焰的長度變短，火焰的顏色呈紫色。

當乙炔過剩時，由於氧氣供給不足，氧化作用減弱，核心火焰變長，中性還原層消失，在燃燒層出現炭素，火焰發煙且呈紅色。

混合氣的成份也決定着火焰的成份和溫度。當氧氣和乙炔成 1:1.2 的比例混合時，在火焰的中層發生的最高溫度約為 3100°C。

鋼的火焰處理是根據鐵在其熔點以下的溫度開始燃燒的特性。

此外，鋼的氧化物，其熔化溫度較鋼本體的熔化溫度為低，而已燃燒的鋼可能傳散較大的熱量，在此種情況下就必須使鋼連續加熱，使之達到着火的溫度。

為了使鋼加熱達到着火溫度的目的，就需要有預熱火焰。為了加速加熱，火焰的有效溫度係數就必須大大的提高。氧乙炔焰就能適合於這種情況。

鋼的加熱進行過程，由下列火焰的特性所決定：

- (1) 火焰的溫度係數；
- (2) 火焰的厚度；
- (3) 火焰的特性。

開始加熱時（用正常的或較弱的氧化焰）是靠預熱火焰緩慢地加熱來完成。金屬靠鐵燃燒所得到的熱，加速其加熱而開始切割。雖然預

熱火焰所發出的熱量較之金屬燃燒所需要的熱量為小，無論如何，預熱火焰一直到最後也不能停止或者減弱。在使用有效溫度係數較低的煤焦煤氣（代替乙炔）時，爲了在切割時縮短加熱時間，就必須增加火焰的厚度。切割的速度，氧氣的消耗以及金屬表面處理後的質量，均取決於氧氣的純潔性。氧氣愈純潔，它的消耗就愈少，同時切割的時間就愈能縮短。

鋼在加熱時，爲了使熱力比較集中，割炬的方向幾乎是與金屬的表面成垂直，一般是作成 $70-80^\circ$ 的角度，而在以後，同時加入了切割氧氣，割炬的方向則與金屬表面作成 $20-30^\circ$ 的角度。

快速加熱達到使鋼着火的溫度，對於清理過程和生產率都有極重要的影響；在清理鋼的表面時，爲了使加熱速度增快，可以在預熱火焰內供給直徑爲4—5公厘的低炭鋼條。鋼條迅速的熔化而加速了鋼的加熱。

使用鋼條和開始清理，係按照下述的方式進行。當調整混合氣的火焰，使割炬的方向與金屬的表面傾斜成爲 $20-30^\circ$ 的角度時，略微打開切割氧氣通路的氣門，在氣門打開的時候，即將鋼條的一端置入火焰內，鋼條隨即熔化。在鋼的表面上出現一滴熔化的金屬且鋼已加熱到白熾程度時，切割氧氣的氣門即應充份的打開而開始進行清理。

正確的開始清理是最關緊要的。如果一開始就把強有力的切割氧氣開動，則從鋼條端部熔化的一滴金屬就會被吹掉，而使清理的金屬不能發生着火作用；緩慢的加入切割氧氣則又延遲了着火點，同樣的也會使金屬不能發生着火。

在清理時，切割氧氣將金屬氧化物吹走，並散佈在清理溝的兩側。

不加入鋼條也能進行清理。在此種情形下清理平滑的表面時，就會要使加熱的時間延長。爲了縮短加熱時間，應在清理的地點事先用風鏟刮下去一塊。

在清理時，由於割炬的火焰及鋼的燃燒使表面層受熱的厚度達4公厘。受熱的表面層很快的變冷，主要的表現在於熱的放散使金屬表面層下面的金屬加熱不起來。此種現象，不論炭素鋼或者合金鋼，在

清理時均會因表面硬化而受到內應力。此種內應力，在以後將招致龜裂的產生。

2. 火焰清理時龜裂形成的條件

用火焰清理方法排除缺焰以後，在金屬的表面上往往能發生裂縫。龜裂的特徵是在鋼坯軸線部分及同樣的清理溝的相對位置；龜裂橫截着清理溝跡隨着受熱範圍的影響而向其兩側發展。

龜裂也可能直接發生於火焰清理時，也可能發生於清理冷鋼時，再不然就是發生於金屬軋製前的開始加熱時。

各種龜裂發生的條件可用 H. H. 果尼可夫，H. E. 索可諾夫和 A. Ф. 米爾茲莫夫的解釋來說明。

在開始清理時，火焰噴向金屬的表面，加熱金屬被激起形成四個加熱層（圖 1）：a 層係熔化的金屬隨同表面的一股氧氣吹走；b 層的金屬加熱達奧斯汀體的溫度；c 層金屬加熱的溫度在臨界溫度以下，但高於表面起始溫度，在這一層的下部為金屬清理前的開始溫度。

金屬表面所呈現的龜裂，是與表面熱應力關聯着的，介於臨界溫度 c 和金屬清理前的起始溫度 c_1 間的差別愈大時，則金屬表面所受到的熱應力愈大。

在 b 層所發生的應力，不會引起龜裂的發生，因為奧斯汀體形成塑性狀態，應力的出現受到塑性變性的限制。

在 c 層所發生的龜裂，是與清理深度增加所發生的應力，鋼的熱傳導性的減少，線膨脹係數的增加，以及在開始清理時起始溫度的提高等問題關聯着的。在這一層所發生的龜裂，隨着鋼的成份和在清理時起

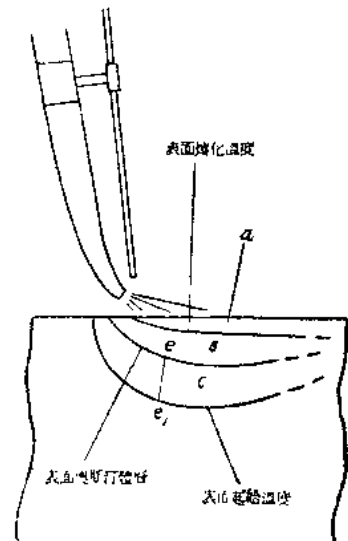


圖 1 金屬清理時的表面受熱層

始溫度之不同，也影響了硬度。

用火焰清理冷鋼時有最大的危害性。從龜裂出現的觀點上看來乃是 b 層。在這一層的 γ —鐵轉變成為 α —鐵時，b 層周圍的金屬就同時強烈的放散熱。b 層在變冷以後的金屬，其最後組織首先被作為奧斯汀體分解為貝麗體速度的先決條件，對於一定鋼種的鋼，由奧斯汀體等溫轉變的 S 曲線 a_I — a_{II} 的轉變時間來決定（圖 2）。

鋼隨着冷却速度相當於曲線 b 冷却時，結果得到馬汀斯體的組織；在冷却速度相當於曲線 b_1 時，得到貝麗體和馬汀斯體的組織；而冷却速度相當於曲線 b_2 時，則得到貝麗體的組織。

馬汀斯體組織的形成發生於溫度較低時，此時金屬的塑性較小，而同時體積的變化則較大；此點是與 b 層（參看圖 1）的情形相符合的，並且尤其是與位於 b 層和 c 層交界處的一部份金屬的情形相符合的。

轉變時間 a_I — a_{II} （參看圖 2）取決於最初奧斯汀體顆粒的及金屬的溫度。

與 a 層（參看圖 1）相連接部份的奧斯汀體，其穩定性較之與 c 層連接部份的奧斯汀體為小；因而此處在冷却以後，馬汀斯體組織的形成有很大的可能性。不過在本身上具有馬汀斯體的部份，尚不致於造成金屬破裂的脆弱條件，因為組成馬汀斯體的天性是取決於化學成份，並且首先取決於鋼內的含炭量。當炭素的含量較高時，不但使馬汀斯體的硬度增高，而且在溫度較低時使馬汀斯體的組織得到發展。

因此，在一定的速度冷却時，表面龜裂發生的可能性是取決於 b 層奧斯汀體的穩定性，及因馬汀斯體組織所形成的硬度。

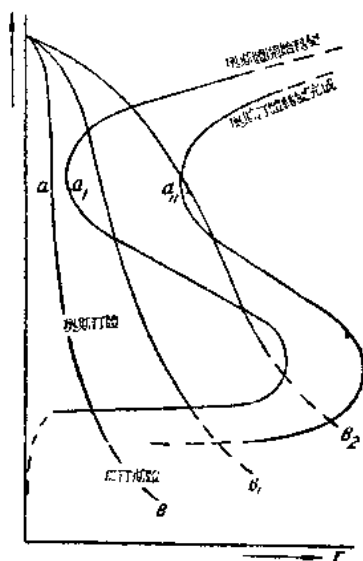


圖 2 奧斯汀體等溫轉變曲線

馬汀斯體的變化開始被溫度所決定；隨着溫度的降低，馬汀斯體的數量即行增加，其數量增加的速度則取決於鋼的冷卻速度，即馬汀斯體的數量為清理時鋼環的冷卻速度所決定。

在另一方面，開始及強烈馬汀斯體的變成取決於鋼的含炭量。鋼的含炭量愈高，則金屬的溫度愈降低，就愈能造成馬汀斯體組織發展的條件。

對於大多數的合金鋼，在溫度相當低時，奧斯汀體轉變為馬汀斯體實際上才告結束。因此，在金屬冷卻至室溫期間內的所有地點，均有出現硬化龜裂的可能。

這樣，清理的深度愈深，奧斯汀體的穩定性愈小，鋼的含炭量愈高及清理後冷卻的速度愈快時，則在火焰清理後金屬冷卻的期間，硬化龜裂的形成就愈有可能。不過金屬的冷卻速度能在清理前將鋼進行預熱，調節溫度，使之減弱。

如所週知，在切割加熱時，鋼的組織成份到了一定脆性的程度時，即可能發生熱裂；在此種情形，主要是環形龜裂順着加熱金屬表面的平行面發展起來。

在清理時或在冷卻時金屬表面所發生的應力，與加熱時所發生的熱應力毫無共同之點；雖然如此，但是在一定的切割加熱的條件下，表面層複雜的應力狀態能因熱應力而增加，並相伴發生表面龜裂。因此對於合金鋼，在火焰清理的初期推薦用較小的火焰加熱。

由此可見，用火焰清理冷的炭素鋼和合金鋼時，有發生龜裂的最大可能性。為了防止龜裂的產生，我們可以將鋼進行預熱。鋼的熱傳導性愈小，線膨脹係數愈大，奧斯汀體穩定性愈小及馬汀斯體的組織愈硬，即鋼的合金愈多和含炭量愈高時，則預熱的溫度愈應提高。

3. 龜裂形成條件的試驗研究

在冶金工廠內，工程師室（如工廠總工程師室的領導者 H. H. 毛爾根）對於把鋼加以火焰清理造成龜裂的條件進行研究。

為了測定 10T 號低炭鋼和 38 XM10A 號高合金結構鋼的大型鋼環清理時表面溫度分佈狀況，在這些鋼號的鋼環上鑽四個小孔。在小

孔內插入熱電偶，並使熱電偶與鋼坯表面垂直，使之在一根直線上受熱。火焰清理向着鋼坯表面的中央部份進行。

清理完畢並量下最大溫度以後，從鋼坯內沿着熱電偶線切取試片作金相檢驗並決定臨界點。

在確定臨界點 AC_1 和 AC_3 以後，再決定鋼坯從表面至中心的溫度下降情形（表 2）。

表 2 從清理表面向大型鋼坯中心的溫度變化

1YF 號 鋼		38XM10A 號 鋼	
距清理表面的距離，公厘	溫度， $^{\circ}C$	距清理表面的距離，公厘	溫度， $^{\circ}C$
2.1	890	1.0	930
3.4	730	2.3	760
16.0	310	15.0	330
32.0	220	30.0	240
48.0	170	45.0	170
64.0	110	60.0	120

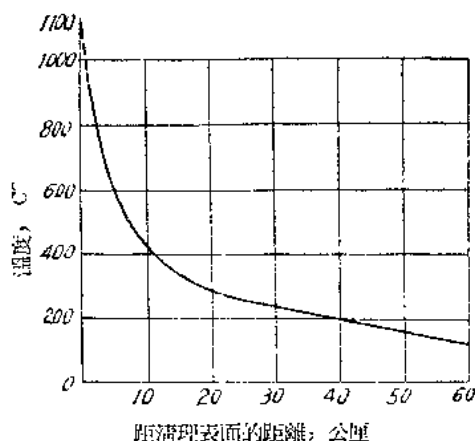


圖 3 當清理 38XM10A 號鋼時由表面向中心的溫度下降曲線

從大型鋼坯清理表面向中心的溫度下降曲線(圖3)，在縱坐標上約與 1100°C 的溫度相遇，此溫度符合於鋼坯表面在氧氣流下的着火溫度。

把九個鋼號(10, 40, Y12, 40X, 38XM10A, 40XHMA, 12XH3A, 20X3 和 HIX15) 的試樣檢驗一下受熱層的深度及組織特性的變化。從清理表面循序漸進的組織變化表現得極其明顯；對於所檢驗的每一種鋼，沿着深度的各個點均為溫度所決定。檢驗結果列於表3。

表3 熱力影響層的變化

號	大型鋼坯斷面 公厘	從清理表面至 AC ₃ 的距離， 公厘	AC ₃ (或 AC _m) 的溫度， °C	從清理表面至 AC ₁ 的距離， 公厘	AC ₁ 的溫度， °C	清理表面的硬度		清理表面的組織	熱力影響層外面的 硬度 H _m (壓痕直徑)，公厘
						R _c	H ₁₆ (壓痕直徑)， 公厘		
10T	220	0.8	840	1.4	730	--	5.20	片狀貝麗體均勻分佈在鐵素體內	5.2
40	170	0.8	790	2.1	725	16	4.20	却斯騰體和貝麗體	4.3
Y12	220	0.75	815	1.5	730	34	3.40	馬汀斯體	3.7
40X	230	1.6	800	2.3	740	43	3.15	馬汀斯體	4.35
38XM10A	165	0.8	940	1.6	760	44	3.00	馬汀斯體	3.9
40XHMA	220	1.7	810	3.3	720	45	2.95	馬汀斯體	3.6
12XH3A	170	1.4	860	3.0	680	23	3.90	馬汀斯體	4.5
20X3	170	1.6	860	3.2	700	40	3.15	馬汀斯體	4.6
HIX15	170	0.7	910	1.0	750	57	2.55	馬汀斯體	3.3

以圖4為例說明 38XM10A 號鋼受熱層的顯微組織。從圖4中我們可以看出開始的組織為細片貝麗體和鐵素體。距離表面深度 1.6 公厘的貝麗體組織起了變化。貝麗體的數量減少，而清晰顯著的愈益形成馬汀斯體的組織。距表面深度 0.8 公厘，鋼的組織為馬汀斯體。

根據表3的指示，在合金鋼的表面層均有馬汀斯體的組織；在碳素鋼的表面層貝麗體的組織(擴散)轉變。清理表面的硬度變化結果見圖5。對於合金鋼，其最大硬度為含炭量所決定；10, 40 和 Y12 號



圖 4 38X-M10A 號鋼受熱層的顯微組織

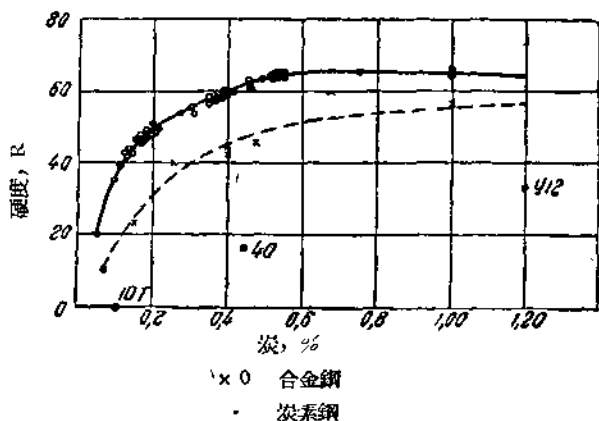


圖 5 鋼的含炭量與表面硬度的關係

鋼的硬度較低，着重的說明了在這些鋼的清理表面缺乏馬汀斯體的組織所致。

受熱層由於切割熱放散至其毗連的一層冷金屬而得到淬火的組織。熱的放散速度隨着鋼的表面溫度增加而增加，也取決於鋼的熱傳導係數及其比熱。

對於所檢驗的各號鋼，其熱傳導係數和比熱是沒有必要加以區別的。因此在炭素鋼表面的貝麗體組織並不取決於熱的放散速度。

高於臨界點的加熱層，熱的放散速度可以取決於臨界淬火速度。

因為在炭素鋼表面的組織為鐵素體——雪明汀體，而鉻鋼為馬汀斯體，所以在鉻鋼熱的放散速度高於臨界淬火速度，而炭素鋼則低於臨界淬火速度。

綜上所述，在火焰清理時，組織變化層的冷卻速度為 100—150°C/秒；對於炭素鋼，其臨界淬火速度較低，而合金鋼則較高。

用火焰清理合金鋼時，鋼的表面有馬汀斯體的組織。圖 6 和圖 7