

軋鋼機鋼鐵軋輥及 大型軸類之表面淬火

王 鼎 譯

重 工 業 出 版 社

軋鋼機鋼鐵軋輥及
大型軸類之表面淬火

M. B. НАБОКА 著

王

勳譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

鞍鋼編輯委員會印行

簡 介

本書綜合了黑色冶金先進企業在軋鋼機鋼鐵軋輥及各種機器大型軸類採用表面淬火方面之經驗。摘引了以乙炔氧氣焰或煉焦煤氣氧氣焰加熱進行軋鋼機鋼軋輥及大型軸類表面淬火與在特製之圓筒型焦炭爐內進行鑄鐵軋輥深層表面淬火之實際資料及指南。

本書可供工廠企業內組織軋輥及各種機器大軸表面淬火之工程技術人員實際參考之用。

軋鋼機鋼鐵軋輥及 大型軸類之表面淬火

ПОВЕРХНОСТНАЯ ЗАКАЛКА
СТАЛЬНЫХ И ЧУГУННЫХ ВАЛКОВ
ПРОКАТНЫХ СТАНОВ
КРУПНЫХ ОСЕЙ
И ВАЛОВ

原著者: М. В. Набока 原出版者: Металлургиздат

譯者: 王 勳 校閱: 何蔭椿 編校: 史文英

重工業出版社(北京東交民巷26號)出版 新華書店總經售

25 開本 · 共 74 面 · 定價: 5,200 元

冊數: 5,000 冊

一九五四年二月 旅大人民日報印刷廠印

增加軋輥使用期限是提高軋鋼機生產能力及降低產品成本因素之一。軋輥槽孔耐磨性之增高可保證軋製品之高度精確性及改爲以負公差進行工作。

同時由於軋輥槽孔耐磨性之增高便減少了軋輥槽孔修整之工作量，這樣就可減少軋輥之總數量，因此也就減少了製造新軋輥之費用。

提高軋輥之耐磨性有各種方法，如：以合金鋼及合金鑄鐵製成超硬度之軋輥，於鐵模中冷鑄軋輥，淬火及其他等等方法。

增加軋輥耐磨性之最簡單和容易辦到而且便宜的方法之一，爲軋輥表面淬火，此方法同樣也適用於各式機器之各種大型軸類。採用表面淬火之鋼及鑄鐵軋輥與各種大型軸類之經驗證明，在淬火後其耐磨性約增加一、二倍。

此外，經實踐證明，採用表面淬火後，以前用特殊鋼及特殊鑄鐵製造之軋輥可用一般普通炭素鋼及鑄鐵（普通的或低合金的鑄鐵）來代替。這些辦法之實行造成經濟上很大的節約。

在許多場合下，採用表面淬火之鑄鐵軋輥可用以代替軋鋼機上之某些鋼軋輥。（可在軋輥強度條件及軋製條件可容許的那些地方使用）

根據一個冶金工廠的資料，同一種軋鋼機用之鑄鐵軋輥的價值約較鋼軋輥之價值低一、二倍。

本書根據各冶金企業（捷爾仁斯基工廠，庫茲涅茨克公司，亞速夫製鋼工廠等等）之經驗，摘引了軋鋼機鋼鐵軋輥以及各種機器大軸表面淬火之實際經驗資料及指示。這裡必須注意到的是有關軋鋼機鋼軋輥淬火之所有問題也同樣適用於大型軸類之淬火。

目 錄

引 言

1. 軋鋼機鋼軋輥及鑄鐵軋輥表面淬火之種類	1
2. 軋鋼機鋼軋輥及大軸之火焰表面淬火	2
3. 火焰表面淬火用燃氣之選擇	4
4. 軋鋼機鋼軋輥及大軸火焰表面淬火方法之決定	5
5. 乙炔發生器必要能力之確定	12
6. 軋鋼機鋼軋輥及大軸淬火用機床之選擇	15
7. 軋鋼機軋輥及大軸火焰表面淬火用燃燒器及其淬火嘴之計算	20
8. 軋鋼機鋼軋輥淬火技術操作卡片之製訂	27
9. 軋鋼機鋼軋輥淬火工作之統計	34
10. 適宜於火焰表面淬火之鋼種	35
11. 軋鋼機鑄鐵軋輥之表面淬火	39
12. 軋鋼機鑄鐵軋輥深層表面淬火用設備之敘述	41
13. 軋鋼機鑄鐵軋輥淬火操作方法之規定	44
14. 淬火爐工作方法之基本資料	51
15. 淬火後軋輥頸之清理	54
16. 淬火後鋼及鑄鐵軋輥耐磨性之增高	55
17. 參考文獻	58

附 錄

1. 軋鋼機鋼軋輥淬火之簡明細則	59
2. 燃燒器使用之基本規則	60
3. 軋鋼機鑄鐵軋輥淬火之簡明細則	61
4. 280 軋鋼機鑄鐵軋輥表面淬火用之圓型爐	64
5. 330 軋鋼機鑄鐵軋輥表面淬火用之圓型爐	65
6. 500 軋鋼機鑄鐵軋輥表面淬火用之圓型爐	66

1. 軋鋼機鋼軋輥及鑄鐵軋輥表面淬火之種類

最簡單而易行的軋鋼機鋼軋輥及各種機器大軸之表面淬火方法為以氧氣乙炔焰或煉焦煤氣氧氣焰加熱之表面淬火法。此種鋼軋輥之淬火方法已被充分掌握且已推廣於許多冶金工廠中。但鑄鐵軋輥採用上述方法淬火則遇到困難而未經常獲得成功。

用氧氣乙炔焰或其他某種火焰進行軋鋼機鑄鐵軋輥之表面淬火，在這方面尚無足夠之經驗。但儘管有着困難，有些工廠仍採用此種方法進行某些鑄鐵軋輥之淬火。

由於一系列之困難及不便，迫使各工廠尋求鑄鐵軋輥之其他淬火方法。捷爾仁斯基冶金工廠之工作人員協同德聶普洛捷爾仁斯基冶金學院之工作人員研究及採用了新創造的在特製的圓筒形焦炭爐中進行鑄鐵軋輥深層淬火的方法。此種方法經精深研究及考核已被廣泛的應用於捷爾仁斯基工廠中。新法與用火焰進行鑄鐵軋輥表面淬火法相比，可保證獲得較深之淬火層。

在圓筒形爐中進行鋼軋輥之淬火，遇到一系列的困難。在這方面的初步實驗至今尚未獲得良好結果足以容許我們將此種淬火方法介紹出來，供軋鋼機鋼軋輥淬火之用。

現有在鋼軋輥及各種大軸以氧氣乙炔焰或煉焦煤氣氧氣焰進行表面淬火方面及鑄鐵軋輥在圓筒形焦炭爐中進行深層表面淬火方面之經驗，可供我們作為推薦此項淬火方法供各黑色冶金企業採用之根據。

2. 軋鋼機鋼軋輥及大軸之火焰表面淬火

在鋼軋輥火焰表面淬火時，將軋輥輥頸及軋輥槽孔之工作面淬火。通常淬火時只在磨損最快之部份淬火，而非全部槽孔面上都淬火。

爲了決定槽孔淬火的地點，首先必須將槽孔損耗的情況加以詳細分析，精確的確定在各點上損耗的大小並將所測得之損耗尺寸記入軋輥槽孔圖上。

圖 1 爲表示鋼軌軋鋼機軋輥槽孔工作面上各處磨損程度記法之一例。

所有要淬火的軋輥有了這樣的圖後，可以最精確地確定出每個槽孔及其每個工作面之淬火方法，同時亦可以最精確的決定出淬火嘴工作面的外形。在磨損最厲害的地方，淬火時須保證其淬火層最深。

由於槽孔之尺寸與外形不同，每個槽孔淬火時，可用數個燃燒器同時或順次進行淬火或每次只用一個燃燒器。

一般一個槽孔之淬火分幾次進行，祇有在這種場合才採用，即在軋槽面積大及形狀複雜不能採用一個總的淬火嘴時才採用之。有時因受乙炔發生器能力及燃燒器能力之限制，不足供最大軋輥淬火之用而且此項軋輥爲數不多，不宜添置乙炔發生器之能力時，亦採用之。

在最後決定槽孔工作面磨損的位置及特性時，應注意到在淬火後由於軋輥壽命增大，槽孔磨損性亦有可能改變，亦即隨着一般的耗損在槽孔的別的地方也會開始耗損，因此在第一次淬火後，有必要對槽孔磨損性及程度作一補充決定，如有必要的話，將以前決定之某些槽孔之淬火方法作適當之修正。

軋鋼機軋輥輥頸之淬火與一般軸類頸部之淬火相同。凹形或帶角之輥頸用圓形淬火嘴淬火。

槽孔在耗損後及在下次加工修正前，軋輥須進行退火，以便槽孔

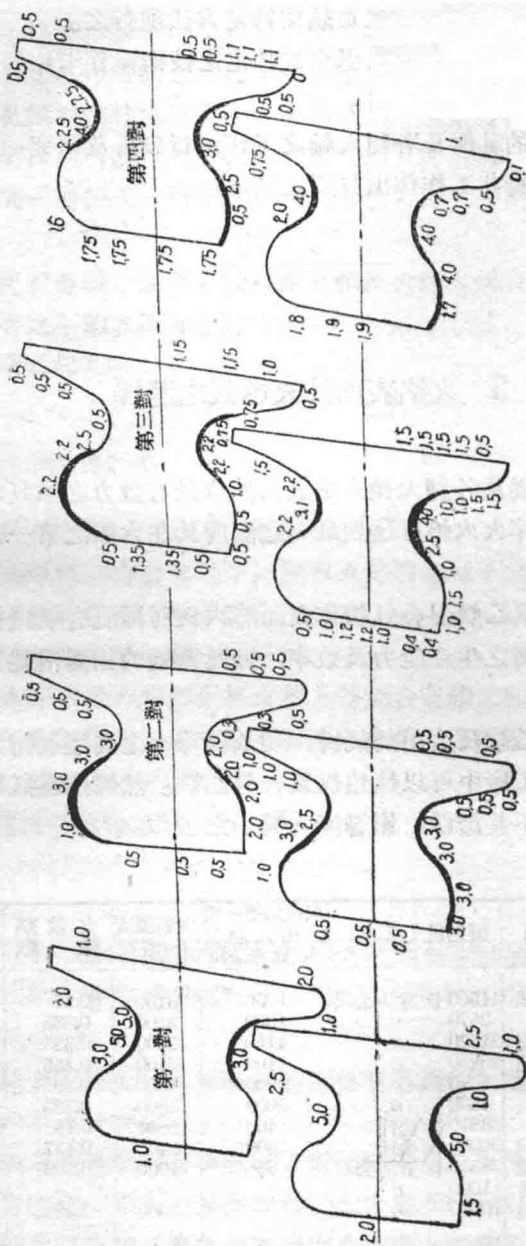


圖 1. 軋製43公斤鋼軌時，第一架軋鋼機軋輥磨損情況 (上圖表示第一中間軋輥工作時磨損之情況，下圖表示第二中間軋輥工作時磨損情況，數字表示磨損程度，為公厘。)

易於機械加工。退火時軋輥之加熱按特定方法進行之。

軋輥及各種軸類的淬火及退火按特定之技術操作卡片進行之，在此卡片中記有全部必要之資料。

爲了對淬火的軋輥及各種大軸之工作進行分析及研究，必須在其全部使用期間內對其工作作出特別之統計。

3. 火焰表面淬火燃氣之選擇

軋鋼機鋼軋輥及各種大軸火焰表面淬火最效力之燃氣爲乙炔，燃燒時他能保證淬火火焰可達到最高之溫度及在火焰之第一帶發出最大之熱量。

若以採用氧氣乙炔混合氣體作表面淬火與別種混合氣體相比較，則前者可達到最高之生產能力及效率，因此氧氣的相對消耗量即可減少。

表 1 摘引了乙炔及廣用於氣焊，切割及淬火之其他氣體之特性。

在某些冶金工廠中可以煉焦煤氣代替乙炔。然煉焦煤氣較之乙炔效力較差，且常不甚潔淨，影響淬火嘴子之工作。

表 1

序號	燃 料 名 稱	發熱量 (低的)	在火焰第一帶 發出之熱量 卡/立方公尺	火焰溫度 °C	有 效 熱 係 數	燃料之化 學分子式
1	乙 炔	11500卡/立方公尺	5050	3150	0.57	C_2H_2
2	氫	2570 ”	1300	2100	0.335	H_2
3	丙 烷	21670 ”	1150	2000	0.325	C_3H_8
4	丁 烷	28250 ”	1100	2100	0.355	C_4H_{10}
5	明 用 煤 氣	3800 ”	900	1900	0.29	—
6	煉 焦 煤 氣	4500 ”	1000	2000	0.325	—
7	煉 焦 煤 氣	33840卡/公斤	1400	2600	0.483	C_6H_6
8	汽 油	30000卡/公斤	1200	2400	0.437	—
9	甲 烷	8530卡/立方公尺	810	1900	0.206	CH_4
10	假 丁 油	11000 ”	—	—	—	—
11	石 油	10500 ”	—	2300	0.39	—

當煉焦煤氣不潔時，煤氣嘴子之小孔很易堵塞，正常之淬火方法就會受到破壞。煤氣嘴之小孔必須經常清掃，並注意使火焰之火苗均勻。因此軋鋼機鋼軋棍及大軸之火焰表面淬火最好採用乙炔氣。

依據所採用的燃氣可選擇和計算設備及淬火器，這時須注意燃燒器及淬火嘴子如按某一種燃氣（例如乙炔）計算時則對另一種燃氣即不適用。

根據現有經驗，茲將軋鋼機鋼軋棍及大軸火焰表面淬火用之氧氣與燃氣混合之平均比例介紹如下：

a. 採用乙炔氣時：

$$C = \frac{\text{氧氣}}{\text{乙炔}} = 1.25$$

б. 採用煉焦煤氣時：

$$C = \frac{\text{氧氣}}{\text{煉焦煤氣}} = 0.9$$

在上述氣體之混合比例下，淬火火焰將達如下之最高溫度：

a. 氧氣乙炔焰 3150°C；

б. 煉焦煤氣氧氣焰 2300°C。

在整個淬火過程中須嚴格維持上述混合氣體之組成比例，因比例不論向那一方面變動，則立即影響淬火火焰之溫度及能力，因此即降低了淬火之質量。

4. 軋鋼機鋼軋棍及大軸之火焰表面淬火方法之決定

當火焰表面淬火時，被淬火的物件應迅速的加熱到淬火溫度及迅速的冷却淬了火的表面。

圖 2 表示鋼軋棍用煉焦煤氣氧氣焰按下法淬火時，其溫度變化特性；淬火方法為：淬火表面圓周移動速度為 62 公厘/分，燃燒器到淬火面之距離為 11 公厘，冷却水流與淬火火焰之距離為 15 公厘，水之溫

度為 31.5°C 。在管道中氧氣之壓力為 5.4 到 7.5 氣壓，煤氣壓力為 120 公厘水柱。

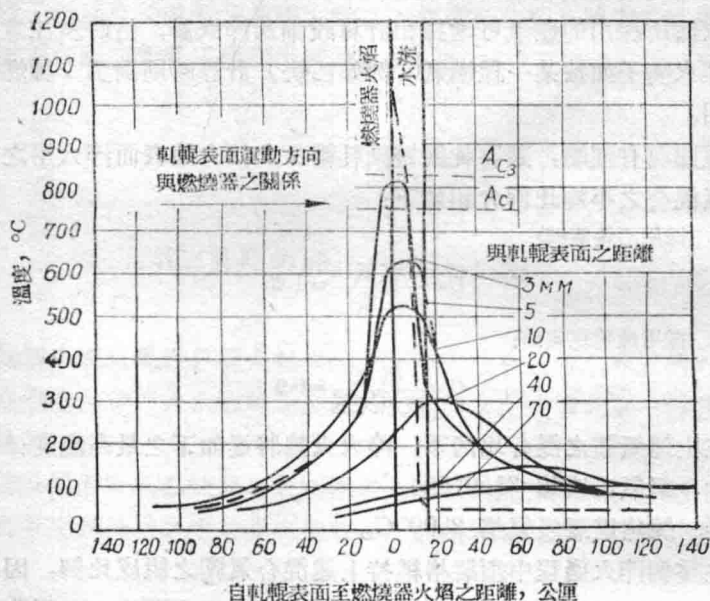


圖 2. 在淬火時軋輥溫度之變化

圖 3 表示同一軋輥按上述操作法淬火在冷卻過程中其切面的溫度變化之特性。

多數鋼號的淬火溫度皆取決於臨界點 A_3 及 A_1 的位置。普通炭素鋼在一定的淬火溫度時可在相當程度內利用鐵炭平衡圖，亞共析鋼之淬火溫度可採取比 A_{C3} 高 $80-100^{\circ}\text{C}$ ，而過共析鋼則比 A_{C1} 高 $80-100^{\circ}\text{C}$ 。

圖 4 表示普通炭素鋼淬火溫度的大概範圍。當將亞共析鋼加熱至高於 A_{C1} 但低於 A_{C3} 時不能保證淬火層充分淬火並含有馬氏體組織。當鋼過熱大大超過臨界點 A_{C3} 時，則會引起顆粒增大及可能使表面融化。

在過熱淬火的鋼內馬氏體是粗針狀的。有這種組織之鋼趨向於形

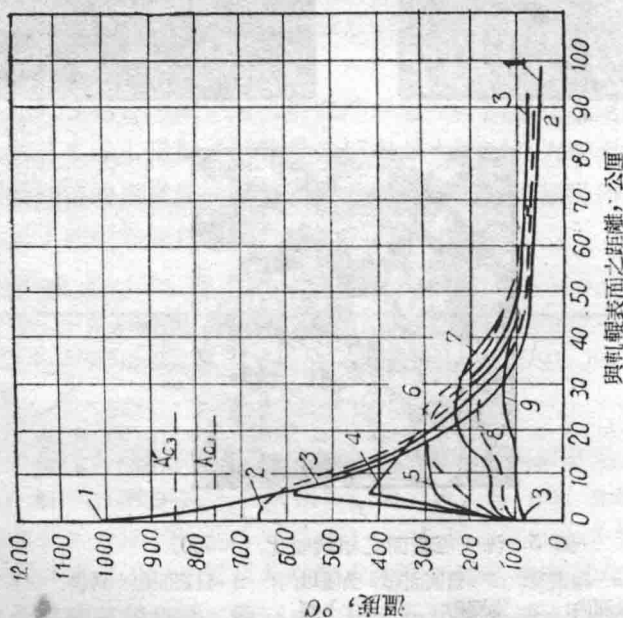


圖 3. 在淬火冷卻過程中軋輥切面溫度之變化

1—在開始時； 2—經10秒鐘後； 3—在水冷卻時；
4—經20秒鐘後； 5—經30秒鐘後； 6—經40秒鐘後；
7—經50秒鐘後； 8—經60秒鐘後； 9—經80秒鐘後。

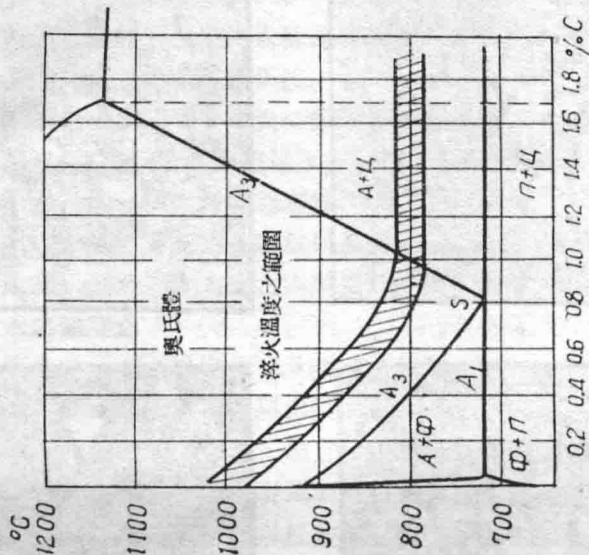
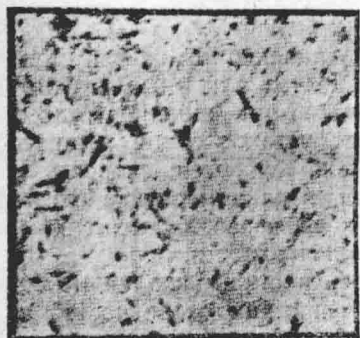
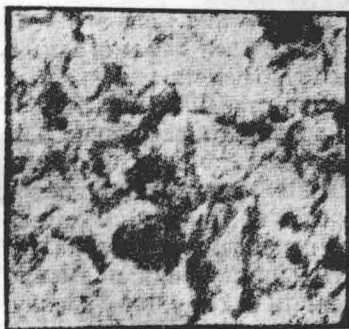


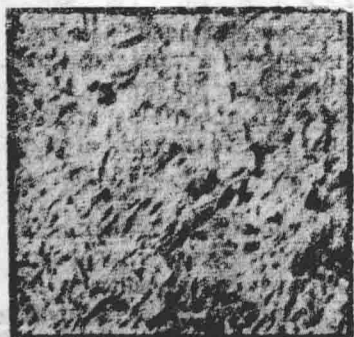
圖 4. 炭素鋼淬火溫度之範圍



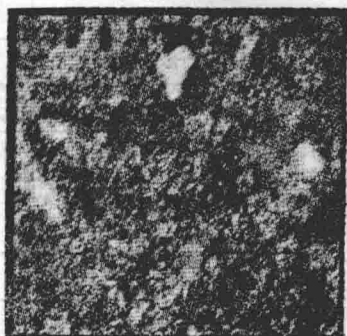
a



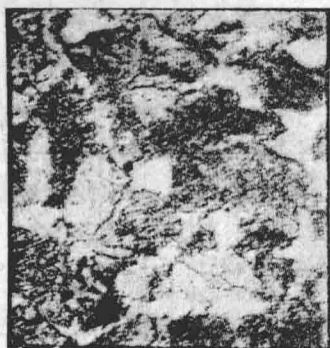
b



c



r



k

圖 5. 淬火層斷面之組織變化 ($\times 500$)

a—在表面； c—自表面起 1 公厘以內； b—自表面起 1 到 2 公厘內； r—過渡帶； k—「生」鋼。

成裂紋。

當加熱不足及鋼的上部淬火層未完全得以淬火時，可能形成淬火的中間組織即屈氏體或甚至索氏體。

圖 5 表示由含炭 0.5% 之炭素鋼所製成之軋輥，其淬火層斷面組織變化之情形。此軋輥是以煉焦煤氣氧氣焰淬火的。其淬火方法如下：

1. 淬火表面移動之圓周速度為 49.5 公厘/分；
2. 燃燒器到淬火面之距離為 11 公厘；
3. 冷却水流至淬火火焰之距離為 15 公厘；
4. 水之溫度為 32°C ；
5. 管道中氧氣之壓力為 4.5 到 6.2 氣壓；
6. 煤氣壓力為 62 到 74 公厘水柱。

當精確的調整了淬火火焰，規定了能力及遵守冷却的方法時，決定鋼加熱到淬火溫度及使鋼軋輥及大軸得到這樣或那樣淬火結果的基本變數為淬火表面移動速度，以目前這樣場合來講即軋輥或軸的圓周旋轉速度，以及淬火嘴子到淬火表面的距離。

進行火焰表面淬火時，須注意到由於這個方法的特點，不可能簡單並迅速的判定加熱之溫度。

在此種場合下欲保證必要之淬火溫度，須遵守規定的及被經驗考核過的基本淬火變數，即移動速度與淬火嘴到淬火表面之距離，以及淬火器經常的與準確的工作。因此對嚴格遵守技術操作卡片中規定的及確定了的淬火條件須給以最大的注意。

表 2

鋼 號		鋼物直徑, 公厘				
鋼 5 (CT5)		200—300	300—500	500—700	700—900	900—1100
鋼 6 (CT6)		80—110	60—90	50—80	40—70	30—60
鋼 7 (CT7)		90—120	70—100	60—90	50—80	40—70
		100—130	80—110	70—100	60—90	50—80

焰淬火時作初步決定淬火面迴轉速度之用。

初步決定之速度須在開頭的試驗淬火過程中加以確定，而且祇有這樣做以後才能記入技術操作卡片中。

當決定淬火面圓周迴轉速度時，必須考慮到影響淬火質量之各種因素及火焰表面淬火之特點。

淬火面圓周迴轉速度須與其他基本淬火變數（即自淬火嘴子到淬火表面之距離）共同考慮，因當其他因素不變時淬火結果首先與淬火變數之調整有關。

引用表 2 所載迴轉速度時，自燃燒器到淬火表面之距離可採用 10 至 15 公厘之間。

在調整初步決定的淬火操作方法時，可改變迴轉速度，或者改變自淬火嘴到淬火面之距離，或二者皆變。這時必須考慮到這種或那種因素給予淬火以何種影響。淬火面移動之速度愈小則達到之淬火深度愈深。

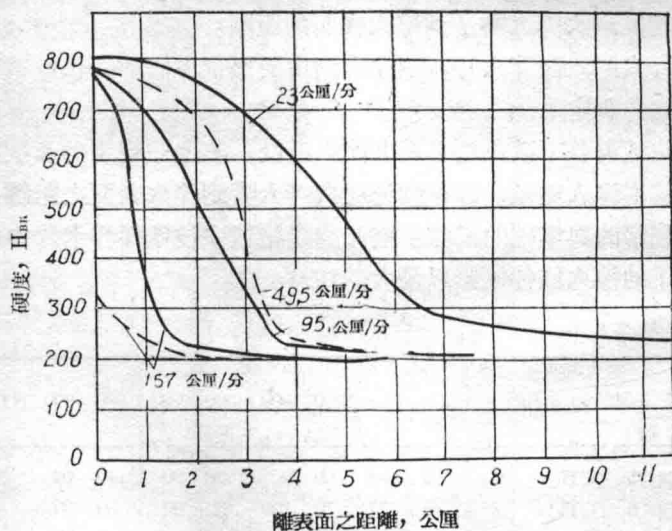


圖 6. 沿淬火層深度其硬度變化之特性

圖 6 表示當含炭量 0.5% 的鋼軋輥以煉焦煤氣氧氣焰淬火時由於淬火表面移動速度之關係而引起沿淬火深度之硬度變化。一般當大直

徑軋輥淬火時，以採取較小之速度為佳。惟在轉動速度小時應注意勿使表面熔化。

如在個別場合需獲得淬火之中間組織（屈氏體及索氏體）時，則淬火表面之轉動速度可適當加快。當小直徑之軋輥及軸類淬火時，以採取較快之速度為佳。

初步決定的自淬火嘴到淬火表面之距離，也需在初期試驗淬火過程中加以確定，而且只有這樣做後才能記入淬火之技術操作卡片中。

大直徑軋輥及軸類淬火時，可採用最小之距離，而小直徑軋輥及軸類淬火時，則用最大之距離。

使用過的淬過火的軋輥槽孔，須定期修正者，在必要時可以特製的淬火嘴子進行退火，此種淬火嘴子內部只有供其本身用之水冷裝置，而並無送水至軋輥表面之小孔或縫隙。

鋼軋輥退火時，其淬火表面之圓周迴轉速度可較淬火時為低，而自淬火嘴子到淬火面之距離則約加大一倍。一般如有適當工具能將淬過火的表面進行加工時，最好避免退火，因來回的淬火與退火會使軋輥表面層組織變壞，出現裂紋，而此種裂紋在每次淬火後漸次增大。

同一能力的淬火嘴子但因其出氣孔之直徑不同，用法亦有不同，孔小的淬火嘴子可將淬火面移動速度降低些並將自淬火嘴到淬火面之距離減少些，而孔大的淬火嘴子則可將速度增高及將淬火嘴到淬火面之距離加大。在調整時，必須從氣體消耗的角度來決定淬火基本變數（即淬火嘴到淬火面之距離及淬火面移動速度）間之最合適與經濟的關係。

當用上述表 2 中所記之淬火面移動速度用煉焦煤氣氧氣焰加熱進行軋輥及軸之淬火時，應用能力較大之燃燒器及其淬火嘴，或當燃燒嘴能力較小時，則應將淬火面之移動速度減低。

軋輥及大軸淬火時冷却用水，可採用溫度 $18-20^{\circ}\text{C}$ 壓力不小於 $1.5-2.0$ 大氣壓的普通工業用水。

淬火火焰之中心線到淬火嘴子上的冷却水流之中心線間的距離為

12—15公厘；這時水自淬火嘴送至淬火表面應有少許之角度（10—15°），這樣可減少水沖至淬火火焰下之可能，以避免火焰之回擊及噼啪作聲。

5. 乙炔發生器必要能力之確定

以氧氣乙炔焰加熱進行軋鋼機鋼軋輥及大軸類之火焰表面淬火時，以壓力 1.5 氣壓以內及生產能力 3 立方公尺/時以上之乙炔發生器最為適用。

現今製造之乙炔發生器可供推薦者為 ГРР—3, ГРР—10 及 ГРР—20, 其簡單特性列舉於表 3。

表 3

序號	指 數 名 稱	各 種 發 生 器 之 指 數		
		ГРР—3	ГРР—10	ГРР—20
1.	正常之生產能力, 立方公尺/時	3.0	10.0	20.0
2.	乙炔之工作壓力, 大氣壓	0.3以內	0.7以內	0.7以內
3.	在發生器中乙炔之壓力, 大氣壓	0.7以內	1.5以內	1.5以內
4.	發生器高度, 公厘	1260	2100	2100
5.	正面寬度, 公厘	—	1400	2350
6.	裝料罐之縱長深度, 公厘	—	1320	1320
7.	未裝炭化鈣及水之發生器之重量, 公斤	110	520	820
8.	每一罐裝入之炭化鈣量, 公斤	4	20—25	20—25
9.	所有罐中全部裝入炭化鈣總重量, 公斤	8	40—50	80—100
10.	容許裝入之炭化鈣之粒度, 公厘	—	15/25	15/25
	同 上	25/50	25/50	25/50
	同 上	50/80	50/80	50/80
11.	發生器之有效作業係數	0.86	0.93—0.95	0.93—0.95