

內部參考資料

鋼 鐵 酸 侵 試 驗

金相檢驗參考資料之六

中 央 第 一 機 械 工 業 部

上海綜合工業試驗所編

1954年11月

鋼 鐵 酸 侵 試 驗

金相檢驗參考資料之六

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

中 央 第 一 機 械 工 業 部

上 海 綜 合 工 業 試 驗 所 編

目 錄

(一)試樣的選取與磨製	(1)
(二)侵蝕劑的種類	(2)
(三)侵蝕溫度	(2)
(四)侵蝕時間	(3)
(五)侵蝕方法	(3)
(六)試驗結果的判斷	(4)
1. 隙縫	(5)
2. 中心疏鬆	(5)
3. 縮管	(5)
4. 非金屬夾雜物	(5)
5. 偏折	(6)
6. 裂縫	(6)
7. 柱狀組織	(7)
8. 樹枝狀組織	(7)
9. 捲疊和摺縫	(7)
10. 錠型效	(7)
11. 流線	(7)
12. 氣泡和氣孔	(7)
13. 滲碳和脫碳	(7)
14. 晶粒度	(7)
15. 軟點	(8)
16. 白點	(8)
17. 應變線	(8)
18. 鬼綫	(8)
附表 I、鋼鐵酸侵試驗所用的侵蝕劑	(8)
附表 II、鋼鐵之酸侵試驗	(10)
附表 III、鋼鐵酸侵試驗侵蝕時間表	(13)

鋼鐵在煉製和加工等一系列的操作過程中，常由於某些因素而造成缺陷，嚴重的甚至成為廢品。通常我們都用化學分析及金相顯微檢驗來檢別它。然在鋼鐵內部各處，它的物理性能與化學成份常難一致，因此以上試驗所得結果，僅代表某一地區而已；而鋼材內部的夾雜物分佈情況如何，組織是否均勻，偏析現象以及內部缺陷等，就無法全面加以瞭解了。為補救以上的不足，酸侵試驗實為最簡便而有效的方法。

酸侵試驗的原理，主要係利用鋼鐵各處的腐蝕性能不同，用各種特製的溶液，侵蝕鋼鐵表面，然後用肉眼或低倍放大鏡（放大倍數在三十倍以內者）觀察。操作和所需要的設備均極簡單，任何工廠內檢驗單位都可採用。

（一）試樣的選取與磨製

試樣的選取與試驗結果的正確性有很大關係。作一般性試驗時，所取試樣以能代表全體為原則；作表面或內部缺陷檢定時，試樣就必需包括那需要檢定的地區。在可能範圍內，試樣以不過大，過長，或過細為宜，以免在操作中增加困難。

試樣非經特別規定，均應先行退火，再行侵蝕，因為硬化狀態下的鋼件，熱蝕時常能自行開裂。這種裂縫一經產生，則其究竟是樣品上原來存在的，還是在熱蝕時發生的，往往無法區別。

試樣表面光滑程度的要求，隨所採用的侵蝕劑而定。侵蝕劑腐蝕性能強烈者，表面略為粗糙，並無多大影響；但如腐蝕性能較弱，或需要檢定微小的缺陷和比較細緻的組織時，試樣表面就必須有一定的光滑度，才能得出良好的結果。用鋸床割取的試樣，其割切面的鋸痕在侵蝕前必須用銼刀，磨床或其他機械方法去除。這裏必須留意的，在磨製手續中，尤其是利用高速磨床時，試樣表面不能過熱，以免組織引起變化。

試樣表面可分為四種情形：

1. 毛面——檢定表面的缺陷如隙縫，捲疊等，表面毋須加工。

2. 粗車面——用車床製成的面，刀痕比較明顯。

3. 粗磨面——經過砂輪磨製。這樣非但可以除去試樣表面比較明顯的刀痕，同時因在機械加工時產生遮蓋試樣表面缺陷的紛亂金屬屑，亦可消除。

4. 細磨面——經#2/C號或更細的砂紙細磨過的表面。

通常鋼鐵材料，用車床加工的表面已足夠合適，毋須其他手續。

再試樣表面如有鐵銹存在，對試驗的結果並無影響，這由於鐵銹能溶解在侵蝕劑中。可是表面如有油質存在的話，那就得用去油劑如苯，火油，汽油，及四氯化碳等洗滌，因為油質能阻礙侵蝕作用的進行，並使表面鐵銹無法溶解。

(二)侵蝕劑的種類

良好的侵蝕劑，必須具備下面四個條件：

1. 能清晰地顯現出鋼材中的疵病，以及其組織情況。

2. 成份簡單而性質穩定，在一般情況下其濃度不變。

3. 在某一特殊的溫度下，其性質不變，因此便於侵蝕工作能重複進行。

4. 侵蝕劑在試驗過程中，對工作人員的健康影響不大。

侵蝕劑的種類很多，如附表 I，II 所示，其中以 1:1 鹽酸水溶液最為常用。每次試驗時，並不需要全新的侵蝕劑，但侵蝕劑調製後，不宜連續使用三次以上，由於陳舊的，髒的溶液，可能得到不正確的結果。盛酸容器可用瓷製的或耐酸金屬製的器皿。

(三)侵蝕溫度

試樣腐蝕的快慢，與侵蝕的溫度有關。溫度愈高腐蝕速度也就愈快。因此侵蝕溫度必須根據試樣的化學成份，其熱處理過程，以及其他各種條件而加以調整。

1:1 鹽酸水溶液的標準溫度是 71°C (160°F) 左右，因為在這溫度

時，鹽酸的侵蝕力最強，且其本身的揮發速度却又很慢，故這樣一則不致改變溶液的濃度，二則對工作人員的健康影響也較少。如果溫度在 82°C (180°F) 以上時，則鹽酸的揮發作用就很快，損失頗大，同時腐蝕作用也就太猛烈。如果溫度在 71°C (160°F) 以下時，則腐蝕作用又過於緩慢，因而延長了工作時間。必須提出的：在進行侵蝕工作時，侵蝕劑的溫度最好能保持一定，尤其是準備與其他試樣的結果作比較時更為重要。故工作過程中應常用溫度計測定溫度。

(四) 侵蝕時間

酸侵試驗的結果，以侵蝕時間的長短影響為最大。如果侵蝕時間過短，則不能將試樣的各種組織及疵病完全顯示出來。相反，如果侵蝕時間過長，則產生過腐蝕現象，因而將較細緻的組織掩蓋。故侵蝕所需時間必須加以準確的控制。

侵蝕時間的長短，與鋼材的種類及性能有關。一般處於退火狀態下的鋼料用 1:1 鹽酸水溶液侵蝕時，其所需時間，大致如附表Ⅲ所示。同時，侵蝕時間與侵蝕溫度亦有密切關係。如果溫度低，時間就長；溫度高，時間就短。假使控制適當，兩者都能得到良好結果。但在一定的情況下，侵蝕時間較長，所得結果也較好；這由於短時間的侵蝕，試樣表面一些比較容易溶解的成份雖已起作用，而大部份却尚未變化，結果在腐蝕地區形成較為尖銳的輪廓，使表面不光。

(五) 侵蝕方法

鋼鐵酸侵試驗的手續，大致可分為五步：

1. 根據樣品材料，尺寸，要求觀察項目等已知條件，決定試驗方法，準備用品，藥品，並製成一定要求的試樣。

2. 將試樣先以冷水沖洗，再用去油劑除去試樣表面的油漬，然後用酒精擦洗乾淨。

3. 進行侵蝕工作。侵蝕可分為兩種，看鋼材而決定。

- (1) 熱蝕——其方法有三：

- (i) 將冷試件先行在熱水盆中預熱，到規定溫度，然後將試件

自熱水盆中取出，投入已加熱到規定溫度的侵蝕液中。此方法雖手續較繁，設備也需較多，但結果較為準確。

(ii) 將試樣投入預熱到需要溫度的侵蝕液中，再保持該溫度到規定的時間，然後將試樣自熱蝕盆中取出。此方法對溫度的準確控制較為困難，因冷試件加入溶液中，溫度可能有極大的波動。

(iii) 將冷試樣放入冷的侵蝕液中，加熱到規定溫度，保持一定時間後，再將試件取出。

上述三種方法，如準確性要求較高者，可採用第一種方法。但作一般性試驗時，第二種方法，較為簡便，而結果亦足夠正確。

(2) 冷蝕——其方法有二：

(i) 將試件投入與室溫相等的侵蝕液中，至規定時間後取出。

在某種情形下，為避免試樣表面發生沉澱，形成一保護層而阻礙侵蝕作用之繼續進行，此時可用海綿在試樣表面隨時抹擦，以防此種保護層的產生。

(ii) 用棉花蘸溶液，在試件表面不斷抹擦，至一定程度為止。

此二種方法，性質相仿，可任意採用。惟試樣較大時，以採用第一種為佳。

4. 試樣由侵蝕盆中取出後，可先用弱硝酸(10%)或5%重鉻酸鉀+10%硫酸沖洗，以後很快的用水沖洗，再用蒸汽或壓縮空氣吹乾。在沒有蒸汽和壓縮空氣設備的地方，可用電吹風機吹乾，或用清潔的吸水紙吸乾。另一更簡便的方法，即試樣侵蝕後用較高溫度的清水沖洗，手續完畢後，試樣表面能立即乾燥，無需其他設備；並且熱水沖洗後的試樣，它的陰陽差較好，適宜於實物照相。

5. 試樣處理完畢，應即進行檢驗，並予以紀錄。紀錄內容包括：材料的化學成份，處理經過，試驗方法，侵蝕後結果；必要時並應附實物照相，以及處理意見。

(六) 試驗結果的判斷

鋼鐵酸侵試驗，操作雖較簡便，但需較有經驗的人員來觀察。否則

可能得到不正確的結論。例如鋼材內部有些疵病或不均勻地方，在未經腐蝕前可能很小，腐蝕後即行擴大，而得出錯誤的斷語。硫化錳夾雜物為最典型的一例：當腐蝕後，有時它可比原有體積擴大二百倍到三百倍，形成一黑孔，而被誤認為砂眼或縮孔了。

經過侵蝕後，以低倍放大鏡檢驗鋼鐵中之缺陷及組織，大致包括以下各項：

1. 隙縫——在軋製鋼材中，隙縫沿鋼材軸綫方向發生；在鍛製鋼材中，隙縫於材料伸展方向上發生。有隙縫的材料，該隙縫常為疲裂之起點，或於承受壓力時及熱處理等狀況下，即行開裂。需機械加工的材料，隙縫可能在車製時被鏟除。圖一為高壓過熱管經侵蝕後的實物照相，右側照像所示的過熱管內壁有頗多縱向長裂縫，而左側所示的過熱管內壁尚好。圖二為一圓鋼截面酸侵後情況，上端V字形面積示鋼錠軋製成鋼條時，由於表面之氣孔而形成隙縫。

2. 疏鬆——疏鬆常與偏析同時發生。鑄件中發生疏鬆時，可以削弱它的機械性能。經過軋製鍛製的材料，此現象較少。圖三為一不銹鋼鋼錠截面經侵蝕後，中心部份有甚明顯的疏鬆現象；又鋼錠邊緣地區有極顯著的柱狀組織。

3. 縮管——鋼錠凝固時，因收縮而形成的一個空洞，經過連續加工後，縮管可能焊合，但有時雖經鍛軋，仍能保持下來。侵蝕後，縮管的部位顯出一個洞口。嚴重的縮管在侵蝕劑已能觀察到。圖四亦為一不銹鋼鋼錠截面，縮管現象甚為明顯。該樣中部有頗多成網絡狀的小黑粒，此種小黑點部份係鋼錠中夾雜物侵蝕後溶解而成。

4. 非金屬夾雜物——非金屬夾雜物包括耐火材料，礦石，氧化物，硫化物及矽酸鹽等；經過侵蝕後所表現的是一個小洞。應注意的是，金屬偏析在侵蝕後也可以同樣造成一片小洞，高合金鋼中最易發現此種情況。為避免錯誤起見，高合金鋼每次宜取二塊同樣試料，一塊淬火，一塊退火，再作侵蝕試驗。如二者結果相同，即屬於非金屬夾雜物，否則係由於偏析所致。又非金屬夾雜物經侵蝕後，如在中心發現，有時和疏鬆現象一樣（如圖二所示）。如在角上發現，則和裂縫相仿。此時惟有以顯微鏡放大方法予以判斷。圖五為一碳鋼（碳份約為0.65%）侵蝕

後結果，除中部有疏鬆外，其他地區並有星散的夾雜物存在。圖六為一地軸鋼截面侵蝕結果，中部有頗多夾雜物存在，偏析現象嚴重，並有極顯著的錠型發現。

5. 偏析——鋼錠的偏析能使成品物理性能不均勻。然究竟偏析到如何嚴重的程度而鋼錠應予報廢，那就須視其用途及根據經驗予以判斷。圖七為一冷板鋼截面的硫印及侵蝕結果，顯示偏析現象極為嚴重。圖八為二鋼軌截面酸侵後情況，左端為一良好的鋼軌截面，而右端示鋼軌內部有嚴重的偏析現象存在。

6. 裂縫——鋼材裂縫大致由於下列各原因所形成。

(1) 內應力——鋼材由高溫突然冷卻，如其冷卻速度頗大，而鋼材的截面又甚大時，表面和中心部份的溫度差就較顯著，因而產生內應力。到達一定溫度時，由於相變關係，表面和中心產生不同的收縮和膨脹，亦使鋼材內部發生應力。內應力如超過鋼材在此溫度下之強度時，鋼材即告開裂。冷加工手續亦極易使鋼材產生內應力。

(2) 研磨方法不好——研磨硬質鋼材如經淬火之高速鋼，一旦壓力過大，表面即有開裂危險。

(3) 熱處理溫度或方法不合適——為改變鋼鐵的物理性質，一般均須經過熱處理手續。但在這項工作中，如冷卻不均，冷卻過激，或加熱不均，加熱過高都可使鋼件開裂，故必須視鋼鐵的成份而加以適當的控制。

(4) 夾雜物的存在——鋼件內如所含夾雜物數量較多，如硫化物(尤以硫代鐵為嚴重)，銅等都容易使鋼鐵開裂。

鋼材中如有小裂縫存在，它能在每一加工步驟中逐漸擴大，終於造成廢品，或使成品在使用時斷裂。但必須注意，硬化的鋼材，在侵蝕工作中亦常能裂開。因此如材料必須在硬化狀況下作侵蝕試驗時，結果有裂縫發現，應進一步考察，此裂縫係原有者或是經酸侵後所產生的。圖九為曲軸毛坯橫截面的熱蝕結果，裂縫極為明顯，樹枝狀組織亦頗為嚴重，而此項裂縫即發生在樹枝狀組織間。圖十示一設計不良的方栓軸淬火後，於尖角處開始產生頗多裂縫。

7.柱狀組織——鋼水在凝固過程中邊緣部份由於冷卻過快，常形成柱狀組織，如圖三所示，結晶粗長，且彼此平行；機械性能較差。

8.樹枝狀組織——鋼鐵中樹枝狀組織的接合面極為脆弱，最容易開裂，圖九即為一明顯的例子。樹枝狀組織的疏鬆部份，常有偏析伴隨發生，稱為枝狀偏析。鋼件經一般熱處理後，樹枝狀組織可能消失，而枝狀偏析依舊存在。因此在某種情況下，由枝狀偏析即能追溯出鋼件原先存在的樹枝狀組織。

9.捲疊和摺縫——此項缺陷常由軋鋼槽形設計不當而發生，其存在足以減弱材料的強度，嚴重者甚至可成為再加工時，熱處理時，或使用時發生裂縫的根源。圖十一及圖十二為一高壓鍋爐過熱管縱橫截面熱蝕結果，顯示其內壁有簇集的摺縫及隙縫。有摺縫部份其厚度較他處為薄，爐管即沿此種摺縫裂開。

10.錠型效——柱狀組織與粒狀組織對於化學溶液的作用感受不同，因而在侵蝕後形成兩種顏色深淺不同的交界面。在硫與矽較高的鋼中錠型效也特別明顯。錠型效本身對鋼件並無損害，但由於型效的明顯，可以推斷出硫與矽含量較多。（見圖六）。

11.流線——流線係由於加工時晶粒及偏析點伸長所致。鋼材與流線平行方向的物理性能較好，垂直方向較脆弱。流線在鋼件中存在，並不代表鋼件的缺點，相反的，如果流線方向合適，可以加強鋼件的機械性能。流線有時與偏析相似，所以判別時，須加以注意。圖十三為汽車用主軸三檔齒輪鍛胚截面熱蝕結果，顯示有極明瞭的流線存在。

12.氣泡和氣孔——鋼材中大的氣泡和氣孔不經酸侵就可以看出來。有氣泡或氣孔的鋼材在使用時造成局部應力集中，而大大地減低了鋼材的強度。同時表面氣泡或氣孔，加工後每易造成隙縫或裂縫，如圖二所示。圖十四為一扁鋼胚截面侵蝕結果。該樣於軋製時破裂，係因原鋼錠表面含有甚多氣孔，此種氣孔在加熱時，因表皮氧化關係，部份暴露而氧化，致於軋製時張開而成裂口。圖十五，十六示鋼錠縱截面，一有縮孔存在，而另一則有氣孔。

13.滲碳與脫碳——鋼材的滲碳或脫碳現象，極易由酸侵試驗加以

區別。侵蝕後，滲碳層比較黑，而脫炭層比較白。圖十七係齒輪一部份之橫截面在10%硝酸內侵蝕後，結果表面顯示一明瞭的滲碳層。

14. 晶粒度——鋼材的晶粒越大，機械性能也就越差。粗大的晶粒常能在侵蝕後顯出。

15. 軟點——軟點現象常現於碳素工具鋼及合金鋼中。侵蝕後，軟點地區顏色較其週圍為淡。

16. 白點——某些鋼材，在其斷面上能發現很多小晶狀白點。這種白點，事實上是一些不連續的面，係由氫氣存在於鋼鐵中所造成。有白點的鋼鐵材料，經過適當的熱處理手續，可以除去其中大部份。故對重要的鋼鐵成品，這種手續是很必要的。如果不作此種處理，就容易經過時效作用，而造成斷裂。

17. 應變線——鋼鐵經過外力作用後，因作用力而產生一定的應變線。經侵蝕後即可以從其所呈現的線條而看出來，如圖十八所示。熱處理不當時也能產生此現象。

18. 鬼線——若干鋼材截面在觀察時，常能得到一顏色較淺，但有一定寬度的帶狀組織。這種帶狀組織我們就稱它為鬼線。鬼線的形成，係鋼水在凝固過程中產生的偏析地區，在加工後拉長所致。該地區的顯微組織主要為含有多量磷的鐵素體，其中且有大量硫化物夾雜，故影響鋼的品質甚大。無適當的熱處理可消除這項缺陷。圖十九示一碳鋼含有鬼線者之宏觀照相。

附表 I. 鋼鐵酸侵試驗所用的侵蝕劑。

侵 蝕 劑	成 份	摘 要	用 途
1. 鹽酸	(1)濃鹽酸(比重1.19)50毫升 (2)水 50毫升	試驗時須加熱，侵蝕時間視鋼材而決定，可參閱附表III。	顯示鋼材中的偏析現象，疏鬆、裂縫；工具鋼的硬化深度；軟點等。為最常用的侵蝕劑。
2. 混合酸	(1)濃鹽酸(比重1.19) 100毫升 (2)濃硫酸(比重1.84) 200毫升 水 300毫升	同上。	同上，適合不銹鋼。
3. 硝酸	(1)濃硝酸 25毫升 (2)水 75毫升	表面較大的試樣不宜加熱，可用此溶液作冷蝕用(如開裂之鋼錠)。	同上。

侵蝕劑	成	份	摘	要	用	途
4.過硫酸銨	(1)過硫酸銨 (2)水	10克 90毫升	侵蝕時，將溶液與試樣加熱至80—90°C，維持約5—10分鐘(必要時可延長)，試樣表面須用棉花抹擦之。	顯示鋼材中較為粗大之晶粒，鑄件或鋼錠中之樹枝狀組織，以及焊接地區的重結晶現象。		
5.過硫酸銨	(1)過硫酸銨 水 (2)同(1)加碘化鉀 (3)同(2)加氯化汞 (4)同(3)加硫酸	2.5克 100毫升 1.5克 1.5克 15毫升	試樣表面經0號砂紙細磨後用(1)溶液揩洗15分鐘；再用(2)溶液揩洗10分鐘，再用(3)溶液揩洗5分鐘，最後用(4)溶液揩洗5分鐘。以後再用清水和酒精洗滌使表面乾燥。	顯示生鐵的樹枝狀組織。		
6.斯氏侵蝕劑	(1)氯化銅 (2)氯化鎂 (3)濃鹽酸 (4)酒精	2.5克 10.0克 5毫升 加至250毫升	氯化銅與氯化鎂均溶於略加少些熱水之鹽酸中。	顯示磷之析集點及磷帶。		
7.弗氏侵蝕劑 I.	(1)氯化銅 (2)濃鹽酸 (3)水	90克 120毫升 100毫升	洋元，尤以貝氏爐鋼及高氮鋼為最適合。作侵蝕試驗前，試樣須先行加熱至200—250°C，保持5—30分鐘，視該鋼件所需之條件而定。於侵蝕工作過程中，侵蝕面在侵蝕液中須用棉花加以揩擦。侵蝕完畢，用酒精或1:1之鹽酸沖洗，以除去沉澱出的銅。	顯示由於冷加工所引起的應力線。		
8.弗氏侵蝕劑 II.	(1)氯化銅 (2)濃鹽酸 (3)水	45克 180毫升 100毫升	使用範圍及方法同上，惟其陰陽差較佳，並於侵蝕完畢後，可僅用清水沖洗，由於無銅之沉澱產生。	同上		
9.硝酸酒精溶液	(1)硝酸 (2)酒精	5毫升 95毫升	侵蝕五分鐘後續用10%鹽酸侵蝕一秒鐘。	決定鋼材之有無疵病，並增加侵蝕面之陰陽差。		
10.肯氏侵蝕劑	(1)硝酸鎳Ni(NO ₃) ₂ (2)氯化銅 (3)氯化鐵(FeCl ₃) 水	5克 1.5克 6克 12毫升	浸入侵蝕液中90秒至若干分鐘。	顯示鋼中雜質的偏析現象，尤以磷為有效。		

侵蝕劑	成 份	摘 要	用 途
11. 狄氏侵蝕劑	(1)硝酸 10毫升 酒精 90毫升 (2)氯化鐵 40克 氯化銅 3克 鹽酸 40毫升 水 500毫升	試樣先以溶液(1)侵蝕，繼用溶液(2)侵蝕。	顯示鋼材中的偏析現象及其他。

附表 II. 鋼鐵之酸侵試驗

目 的	侵蝕劑成份	試樣表面情況	摘 要	用 途
1. 氣孔	10% 硫酸水溶液	B	截面較大試樣冷蝕用，侵蝕時間約24小時。	顯示氣孔，縮孔，疏鬆及夾雜現象。
2. 滲碳深度	5% 硝酸酒精溶液	B	室溫下侵蝕。	顯示表面滲碳層深度。
3. 裂縫	同 2.	B	室溫下侵蝕，時間在半小時之內。	顯示由疲勞，硬化或磨擦而產生之缺陷。
4. 脫碳層深度	同 2.	C	室溫下侵蝕。	侵蝕後，脫碳區域顏色較未脫碳區域為淡。
5. 鋼鐵中缺陷	濃硫酸 2份 濃鹽酸 1份 水 3份	A	侵蝕劑先加熱至近於沸點，侵蝕歷時約半小時。	顯示鋼鐵材料之普通組織及其缺陷。
6. 樹枝狀晶	同 5.	A	同 5.	同 5.
7. 樹枝狀組織	氯化鐵 40克 氯化銅 3克 鹽酸 40毫升 水 500毫升	B	先用 10% 硝酸溶液侵蝕。	顯示鋼鐵之樹枝狀組織。
8. 一般侵蝕	鹽酸 500毫升 硫酸 70毫升 水 H ₂ O 180毫升	A	侵蝕時溫度近於沸點，歷時約1-2小時，	為常用侵蝕劑之一。

目 的	侵蝕劑成份	試樣表面情況	摘 要	用 途
9.纖維組織	10—20%過硫酸銨水溶液	B	於新溶液中試樣揩洗½分鐘。	顯示鋼材中之纖維組織及晶粒陰陽差。
10.流線	25%硫酸水溶液	B	於冷液中侵蝕8—16小時。	顯示鋼材中之流線及樹枝狀組織。
11.流線	50%鹽酸水溶液	A	熱蝕。	顯示鋼材中之流線。
12.晶粒陰陽差	10—20%過硫酸銨水溶液	B	於新溶液中試樣揩洗1—2分鐘。	顯示晶粒陰陽差及纖維組織。
13.晶粒陰陽差	氯化銅 1.5克 鹽酸 30毫升 水 95毫升 酒精 30毫升	C	洗滌試樣時，必須十分留意。	顯示較佳的晶粒陰陽差。
14.晶粒大小	10—20%過硫酸銨水溶液	B	於新溶液中，試樣揩洗1—2分鐘。	顯示晶粒大小，尤以低碳鋼，熱鐵及焊接地鋼為佳。
15.硬化深度	5% 硝酸之酒精溶液	B	室溫下侵蝕。	顯示鋼材之硬化深度。
16.硬化深度	50%鹽酸水溶液	B	熱蝕2—5分鐘。侵蝕後欲保持試樣表面，可將試樣先用清水沖洗，再浸入稀NH ₄ OH溶液中，續侵入於水溶性切削油溶液中，然後再用壓縮空氣將試樣表面吹乾。	顯示碳鋼之硬化深度。侵蝕結果，馬氏體及魏氏體區域有顯著之區別。
17.不均勻性	50%鹽酸水溶液	A	熱蝕半小時到一小時。	顯示鋼材中一般不均勻性。
18.不均勻性	未稀釋之鹽酸	A	侵蝕液使用時加熱至212°F。	顯示3—3.5%鎳鋼之不均勻性。
19.鐵素體中之夾雜物	氯化銅 1克 氯化銻錫 0.5克 氯化鐵 30克 鹽酸 30毫升 蒸溜水 500毫升 酒精 500毫升	C	試樣表面須經拋光，並需乾燥。	含有雜質的鐵素體上有銅析出。
20.夾雜物	10%硫酸水溶液	B	大硫面試樣冷蝕。	顯示夾雜物、疏鬆、縮管及氣孔。

目 的	侵蝕劑成份	試樣表面情況	摘 要	用 途
21. 夾雜物	10—20% 硫酸水溶液	A	熱蝕。	決定硫化物夾雜物。
22. 縮管及疏鬆	10% 硫酸水溶液	B	大截面試樣冷蝕。	顯示縮管, 疏鬆, 氣孔及夾雜物。
23. 鐵軌截面	鹽酸 9份 硫酸 3份 水 1份	A	加熱至沸點, 侵蝕二小時。	侵蝕鐵軌用。
24. 偏析	3% 苦味酸酒精溶液。	B	室溫下侵蝕4—5小時。	顯示鋼材中偏析現象。
25. 偏析	10—15% 硝酸之酒精溶液或水溶液	B	室溫下侵蝕。	顯示較嚴重之偏析現象。
26. 偏析	5% 硝酸之酒精溶液或水溶液	B	侵蝕半小時, 侵蝕後表面成黑色。	顯示低碳鋼及低錳鉻鋼之偏析現象。
27. 偏析	2—10% 硝酸水溶液	B	先以弱酸侵洗, 以去其表面刀痕, 然後增加酸之濃度。	顯示鋼錠或較大鋼材之偏析現象。
28. 碳化物偏析現象	2% 硝酸酒精溶液。如試驗高速鋼時, 可用 5% 硝酸酒精溶液。	C	採用縱向截面之拋光試樣。如為高速鋼時, 侵蝕時間須俟其基底變黑為止。	顯示高速鋼中之碳化物偏析現象。
29. 碳及磷之偏析現象	氯化銨銅 1份 水 12份	C	精磨並洗潔之試樣於此侵蝕劑中浸一分鐘, 然後用水沖洗並除去表面之銅。	顯示鋼材中之碳, 磷偏析現象。
30. 磷之偏析現象	0.5% 苦味酸水溶液	C	室溫下侵蝕, 直至有污點出現為止。	污點即為磷之偏析處。
31. 磷之偏析現象	氯化鐵 30克 鹽酸 100克 氯化銅 1克 氯化亞錫 0.5克 水 1000毫升	C	試樣須經拋光手續, 然後冷蝕10秒到2分鐘, 視材料決定。	顯示鋼材中磷之偏析現象。
32. 磷之偏析現象	氯化銅 10克 氯化鎂 40克 鹽酸 20毫升	C	鹽類首先溶解在少許熱水中, 然後加入酒精。侵蝕時溶液須一滴一滴地在試樣表面上。	未為銅掩蓋之面積即為磷偏析處。

目 的	侵蝕劑成份	試樣表面情況	摘 要	用 途
33. 硫之偏析現象	酒精 1000毫升 參攷「鋼材之硫印試驗」	B	印相紙上褐色點說明硫之分佈處，其色愈深即表示該處硫份愈高。	顯示鋼材中硫份之分佈情況。
34. 軟點	5%硝酸酒精溶液	B	室溫下侵蝕。	硬化工具之 不 破 壞 試 驗。
35. 軟點	50%鹽酸水溶液	B	冷蝕磨光之試樣。	顯示鋼材中之軟點。
36. 應變線	氯化銅 90克 鹽酸 120毫升 水 100毫升	B	此法銅份並不析出。侵蝕前，試樣先加熱至400—475°F，保持半小時，然後侵蝕1—3分鐘。	顯示鋼材由於加工而產生之應變線。
37. 組織	25%硝酸水溶液	B	室溫下侵蝕。	顯示一般的組織。
38. 組織	濃硫酸 2份 濃鹽酸 1份 水 3份	A	於近沸點溫度下侵蝕至少半小時。	顯示一般組織及缺陷。

附註：試樣表面情況：

A.——毛面或粗車面。

B.——粗磨面。

C.——細磨面。

附表Ⅲ．鋼鐵酸侵試驗侵蝕時間表

侵蝕劑： 1:1鹽酸水溶液

侵蝕溫度： 70°C (158°F)

鋼 材 名 稱	侵蝕時間，分鐘
1. 碳 鋼	15—45
2. 鎳 鉻 鋼	45—60
3. 鎢 鋼	45
4. 矽 錳 鋼	30
5. 錳 鋼	30
6. 鎳 鋼	30—45

7.	鉬	鋼	20—30
8.	鉻	鋼	30
9.	鉻	釩 鋼	20—30
10.	不	銹 鋼	30—45
11.	一般工具鋼		20

* 表內所列各數值，僅供參攷，並非硬性規定，應用時須隨實際情況而加以調整。