



金相

金相目的

1. 藉金相學方式檢查材料組織、晶粒大小與狀態、滑線或雙晶。
2. 觀察金屬結晶是否變形、有無氣孔等缺陷。
3. 判別加工方法之良劣和熱處理過程是否適當。

檢驗器材及設備

水冷式砂輪切割機	鑲埋機	研磨拋光機	金相腐蝕電解機	金相顯微鏡
----------	-----	-------	---------	-------

水冷式砂輪切割機



鑲埋機



研磨拋光



金相腐蝕電解機



金相顯微鏡分析





金相步驟

1. 切取試片	2. 切割	3. 粗磨	4. 鑲埋	5. 研磨
6. 拋光 用水洗淨試片酒精擦拭吹乾試片		7. 腐蝕試片 用水洗淨試片酒精擦拭吹乾試片		8. 金相顯微觀察

(1). 取樣：

取樣必須考慮其整體或研究的主題的代表性，如材料屬方向性者則應依各方面皆取樣觀察：如品管檢查則可隨機取樣如破壞原因分析可取性質較差的材料以凸顯破壞原因以利觀察等等。

(2). 切割：

如材料硬度低則可直接用鋸子予以切割，如硬度較高則可使用砂輪切割，必須慎選砂輪，且切割時須冷卻以避免因切割過程所產生的熱對材料組織的影響。

(3). 粗磨：

用砂輪機去除試片的毛邊，並用較粗的砂紙(#80 左右)或沙袋機磨平且可除去可能因切割所產生的變態層。

(4). 鑲埋：

鑲埋之目的為使試片握持方便或保持試片邊緣之完整。

(5). 研磨：

於研磨機上置防水砂紙，在流動的水流中以粗砂紙至細砂，#240、#400、#600、#800、#1000、1500mes 完成。

(6). 拋光：

經以上研磨後的試片必須以清水洗淨附著於表面的砂粒，方可至於拋光機上拋光，否則砂粒將污染拋光用的絨布。拋光用的磨料通常有氧化鋁(Al₂O₃)。試片經拋光至鏡面無刮痕則完成此一步驟。

(7). 腐蝕：

經拋光後的試片再以清水洗淨及酒精擦拭，並速予吹乾，注意從最後一次拋光後的試片不可以手觸摸，否則會因油脂而污染試片，腐蝕後清水沖刷時可使用棉花輕輕拂拭洗淨及酒精擦拭，並速予吹乾試片表面。



◎顯微鏡試料的腐蝕法

以光學顯微鏡觀察的金屬試料有時細磨觀察面，直接觀察其狀態，通常已化學藥品液腐蝕或電解腐蝕研磨面，或加熱而弱氧化，形成可識別組織的狀態而觀察，亦即，利用腐蝕液時是利用各組織成份所受腐蝕度之差，電解腐蝕異於電解琢磨，減少電流密度，利用陽極試料各相的電離溶壓之差，使各相出現而檢鏡。

1) 碳鋼、低合金鋼、中間合金鋼

名稱	組成	摘要
硝酸酒精溶液(natal)	硝酸 1~5cc+乙醇或甲醇 100cc	碳鋼、低合金鋼、中間合金鋼鑄鐵等的一般組織數 see~1min.
苦味酸精精溶液(picral)	苦味酸 4g+乙醇 100cc	碳鋼、若干合金鋼及鑄鐵的淬火回火組織，但不腐蝕肥粒鐵相，不顯示其粒界、回火鋼 10~20see，淬火鋼維 1min 以上，正常組織維 30see~2min.
酸性苦味酸的酒精溶液	鹽酸 15cc+苦味酸 1g+乙醇或甲醇 100cc	適於顯出沃斯田鐵結晶粒，淬火及回火鋼，比苦味酸溶液迅速腐蝕，也有的用硝酸 1cc+苦味酸 4cc+酒精若干，也用於 Fe-Cr，Fe-Cr-Ni，Fe-Cr-Mn 合金.
鹽酸	鹽酸(濃) 1cc+水 100cc	用於淬火鋼，加 500cc 水，也再弱電流用於電解腐蝕.
苦味酸鈉的酒精溶液	苦味酸 2g+苛性鈉 25g+水 100cc(Kourbatoff)	適於鐵鋼中雪明碳鐵及其他碳化物的著色，試料在此溶液中加熱 5~min(80°C)，則雪明碳鐵會從褐色變黑色。此液的做法是史苛性鈉 25g 溶於水 60~70cc，再加苦味酸 2g，徐熱，使之溶解，取出上部液，加水，使成 100cc，裝入著色瓶新液較有效.
酸性氯化第二銅液(Stead 試藥)	氯化第二銅 10g+氯化鎂 40g+鹽酸(濃) 20cc+溫水即乙醇 1000cc	2 種鹽儘量溶於少量溫水，加以醇成 100cc，可檢出 P 的偏析狀態，以此液包覆試料研磨面，放置 1min 後，擦拭，再覆以新液，如此反覆，銅即沉著於含 P 的相上，已沸水、酒精洗後觀察.
特殊苦味酸溶液	苦味酸 20g+表面活性劑 2cc+水 100cc+乙醚 100cc	用於檢出鋼的回火脆性表面活性劑的組成是在 40%易丙醇溶解 dimethyl myristyl ben-zine ammonium chloride 為陽離子 M-2(50%)



2) 高合金鋼不銹鋼高速鋼耐熱鋼等

名稱	組成	摘要
王水	鹽酸(濃)3：硝酸(濃)2	適於不銹鋼，調製後放置1日而使用，組織迅速腐蝕，要注意處理。
混合液	(A) 硝酸 30cc+醋酸 20cc	適於不銹鋼及富 Ni 或 Co 的合金。
	(B) 鹽酸 92cc+硫酸 5cc+硝酸 3cc	適於高合金鋼的一般組織觀察，依合金鋼的種類而有難易。
鉻酸水溶液	鹽酸 25cc+鉻酸 10%水溶液 5~50cc	適於 18-8 不銹鋼的熱處理組織，腐蝕度是以鉻酸量調節，也可加酒精倍量及甘油倍量而電解腐蝕。
混合酸的酒精溶液	鹽酸 10cc+硝酸 3cc+乙醇 100cc	檢出淬火的結晶粒界，淬火回火高速鋼的組織 2~10min
混合酸的甘油溶液	(A) 硝酸 10cc+鹽酸 20~30cc+甘油 20~30cc(Villella)	Fe-Cr 合金、高速鋼，沃斯田鐵 Mn 鋼，Ni-Cr 鋼反覆研磨與腐蝕，即可得好結果。
	(B) 硝酸 10cc+氟化氫 20cc+甘油 20~30cc	高 Si 合金(Dur iron 等)。適當調節甘油量而使用。
	(C) 硝酸 10cc+鹽酸 20cc+	
	(D) 甘油 20cc+過氧化氫 (30%) 10cc	適於 Fe-Cr-Ni、Fe-Cr-Mn、Fe-Cr 基合金。
赤血鹽的鹼溶液(村上試藥)	赤血鹽 10g+苛性鉀 10g+水 100cc	Cr-鋼 W-鋼及高速鋼等的碳化物的檢出 stellite 組織的檢出在室溫或加溫使用 1min 以內新調製的液有效。
氯化第二鐵溶液	(A) 氯化第二鐵的飽和鹽酸液+少量硝酸	適於不銹鋼
	(B) 氯化第二鐵 5g+鹽酸 50cc+水 100cc	用於沃斯田鐵系不銹鋼，以棉片浸液擦拭表面 30sec 以下，水洗後以酒精洗。
	(C) 氯化第二鐵 10g+鹽酸 30cc+水 120cc	
氯化第二銅的混合酸溶液	鹽酸 30cc+硝酸 10cc 在使氯化第二銅飽和	用於不銹鋼、高 Ni 或高 Cr 合金，以滲液的棉擦拭研磨面而腐蝕
氯化第二銅的鹽酸酒精溶液	鹽酸 100cc+氯化第二銅 5g+乙醇 100cc	沃斯田鐵鋼、肥粒鐵鋼。
硫酸銅的鹽酸溶液	硫酸銅 4g+鹽酸 20cc+水	用於不銹鋼、氮化鋼
硝酸第一汞的鹽酸溶液	硝酸第一汞 7g+鹽酸 100cc+水 100cc	適於不銹鋼，加熱完全溶解後、冷卻而供使用。
過氧化氫的鹼溶液	過氧化(工業用) 10cc+苛性鈉水溶液(10%) 20cc	使無碳的 Fe-W 合金之化合物成黑色，含 C 時、複碳化物更成暗黑色，宜用新調製的液，腐蝕時間約 10min。



3) 電解腐蝕液

名稱	組成	摘要
鉻酸溶液	鉻酸 10%水溶液	碳鋼、低合金鋼、中間合金鋼沃斯田鐵系及肥粒鐵系不銹鋼鎳及 Co 基合金等的一般組織
草酸溶液	草酸 10%水溶液	沃斯田鐵系不銹鋼及高 Ni 合金、Co 基合金等的一般組織。
鹽酸溶液	鹽酸 10%酒精溶液	檢出肥粒鐵及麻田散鐵組織的結晶粒，Cr 鋼及 Cr-Ni 鋼的一般組織。

4) 加熱法

※加熱著色法

這是在空氣中把金屬加熱時產生的氧化物厚度因組織成分而異，因而著色度不同。大都是再鐵板上，使試料研磨面向上而置，從鐵板下加熱成約 150°C，觀察而適時取上將之急冷置於顯微鏡下，隨氧化物厚度的增加而成黃褐色、紅紫色、紫色、藍色，例如：FeS、MnS 在同條件加熱時，前者成紫色時、後者成白色。

※加熱腐蝕法

Fe、Al 再真空中加熱時，由於結晶歷界或格子缺陷部等活化能的差異、亦即蒸氣壓的差異，此部份選擇性氣化，顯出組織也可追蹤試料的轉移痕跡。

5) 複型

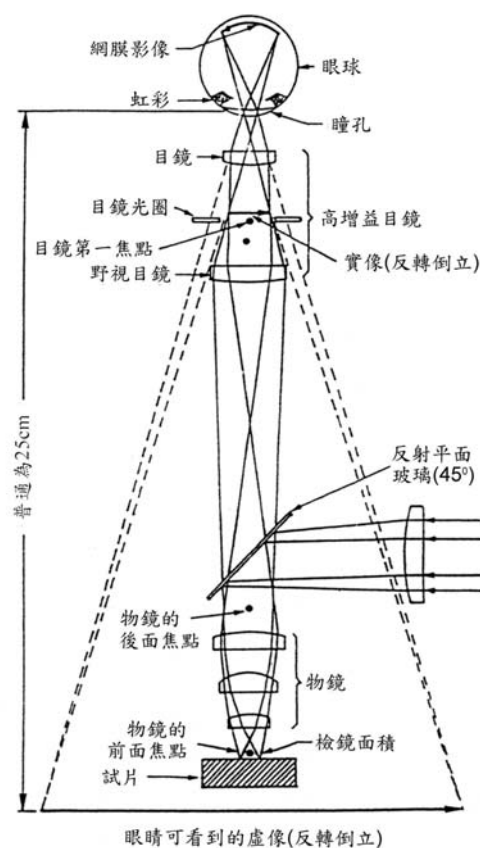
此法常用於無法採取試料的場所，細磨簡鏡處，腐蝕後薄塗適當樹脂液等，乾燥後剝下、置於顯微鏡下雖是負像，卻可觀察組織。



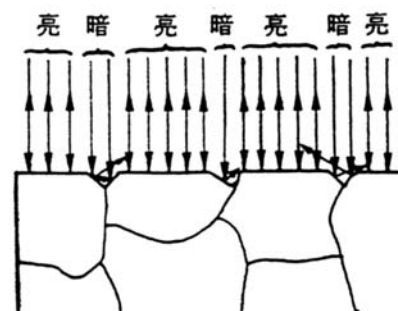
(8). 顯微鏡觀察：

金相顯微鏡是利用光之照射在金屬經反射後加以觀察的方法與生物顯微鏡的穿透式不同，其放大被率為目鏡（Eye Piece）與物鏡（Objective）之乘積，如目鏡的放大倍率為 10X，物鏡為 50X，則放大被率為 500X，使用顯微鏡時必須先以較小的放大倍率觀察，因其焦距較長，才不致使物鏡較易處碰到試片，俟找到較小倍率的焦距後，再選擇觀察的較大倍率觀察之。

金相顯微鏡觀察原如圖一所示。從光源射出的光線，經過透鏡調整後，以三稜鏡或透明平面玻璃，把部份光線轉向垂直下射，續經物鏡投射在試片表面上，然後由試片表面反射回來的光線，依序透過物鏡、平面玻璃及目鏡的放大，進入觀察者的眼睛。此時眼睛觀察到的只是相同亮度之光，亦即只有明亮之光而以。若用適當的腐蝕液腐蝕試片表面，隨著材料組織之差異，腐蝕作用也就不同。試片的相界及晶界，特別易受腐蝕而形成凹斜槽。當垂直於試片的光線照到此凹槽時，不再垂直反射，而是轉向（如圖二），所以此處眼睛所觀察到的呈黑色，其他平整區則呈亮白色。因此組織遂形成明暗的區別，藉著此種差異，我們遂得以觀察材料內部的微細組織。



圖一、金相顯微鏡的原理

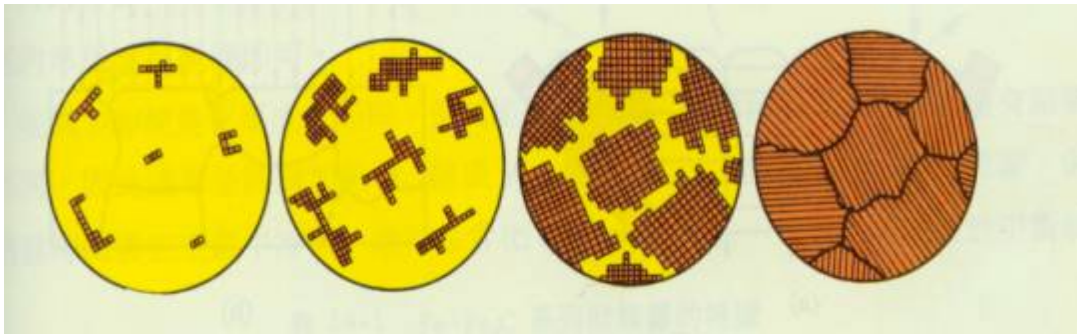


圖二、腐蝕後試片表面光線反射圖



金相原理

金屬組織通常是由多數的微細晶體所組成的，但是在晶體生長過程，由於它們互相碰到周圍的晶體，致而阻擾其自由生長，而構成不規則形狀之多面體之晶粒 (Crystal grain)。晶粒與晶粒間的邊界稱為晶界 (Grain boundary)，如下圖。



金屬晶粒生長過程

一般金屬晶體組織依其原子的排列，約略可分為三種型式：(a) 體心立方格子 (Body-centered cubic lattice；簡寫為 b. c. c)，(b) 面心立方格子 (Face-centered cubic lattice；簡寫為 f. c. c) 及 (c) 六方密格子 (Hexagonal close-packed lattice；簡寫為 h. c. p)。

晶體因為缺少空間格子完整形狀的對稱性，故依空間格子的形狀而定其方向性，其化學及物理性質則因其方向之不同而各異。由於有了這種異向性 (Anisotropy)，金屬表面如果被酸侵蝕，則按其不同的晶體產生不同的蝕狀態，於是光反射的情況也發生變化。故可在顯微鏡下將金屬表面的組織，藉其對比 (反襯) 將影像顯出。

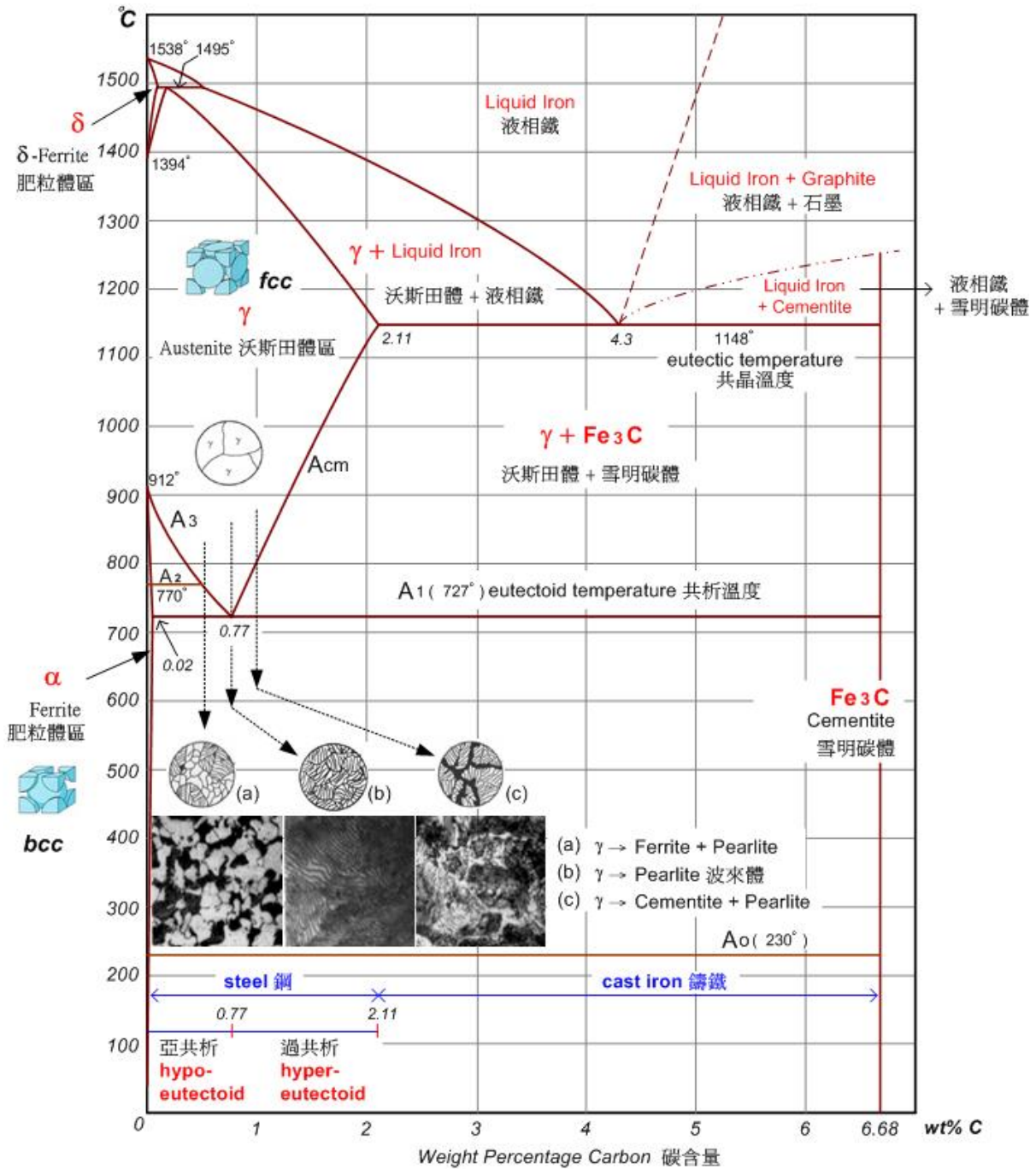
純鐵固溶微量的碳，其在平衡圖上顯示三個穩定的狀態，常溫時稱為 α 固溶體 (α 鐵)， $910\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 時稱為 γ 固溶體 (γ 鐵)， 1400°C 至 1539°C 時稱為 δ 固溶體。

對鋼而言，大部份的碳呈 Fe_3C 之穩定相，而不出現石墨，故只需考慮 $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ 系列的準穩定平衡圖即可。

在鋼中即使是化學成分相同，但其組織和性質因經機械加工或熱處理而有顯著之不同。正常化 (Normalizing) 是將鋼加熱 A_3 線或 A_{cm} 變態點以上 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的溫度範圍，保持適當時間後在空氣中冷卻，可以得到略近於平衡狀態的組織，使組織微細化，可消除了鋼內部之方向性、偏析、或滑移及雙晶等變形。將鋼材加熱到 A_3 線或 A_{cm} 變態點以上 $30\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的溫度範圍，再置於爐中冷卻而獲得的組織，稱為鋼之標準組織。



鐵 - 碳平衡圖 Fe - C Equilibrium Phase Diagram



A₂: Magnetic point
鐵的磁性變態點

A₀: Magnetic change of Fe₃C
雪明碳體的磁性變態點

— Fe - Fe₃C Equilibrium diagram Fe - Fe₃C 平衡圖

- - - Solubility of graphite in liquid Fe 液相鐵中石墨溶解度

- - - - Cementite liquidus (calculated) 液相鐵中Fe₃C溶解度 (計算值)

參考資料: ASM 金屬手冊, 8版, 8卷



※ 請點選下列圖表內的金屬種類，了解更多、更詳盡的金相資訊 ※

第一類 碳鋼、鑄鐵、鑄鋼

肥粒鐵	波來鐵與肥粒鐵	波來鐵	網狀雪明碳鐵	球狀雪明碳鐵
麻田散鐵	吐粒散鐵	糙斑鐵	上變韌鐵	下變韌鐵
麻鐵散鐵與殘留沃斯田鐵	麻田散鐵與肥粒鐵	過熱組織	灰鑄鐵	球狀石墨鑄鐵
黑心展性鑄鐵	鑄鋼			

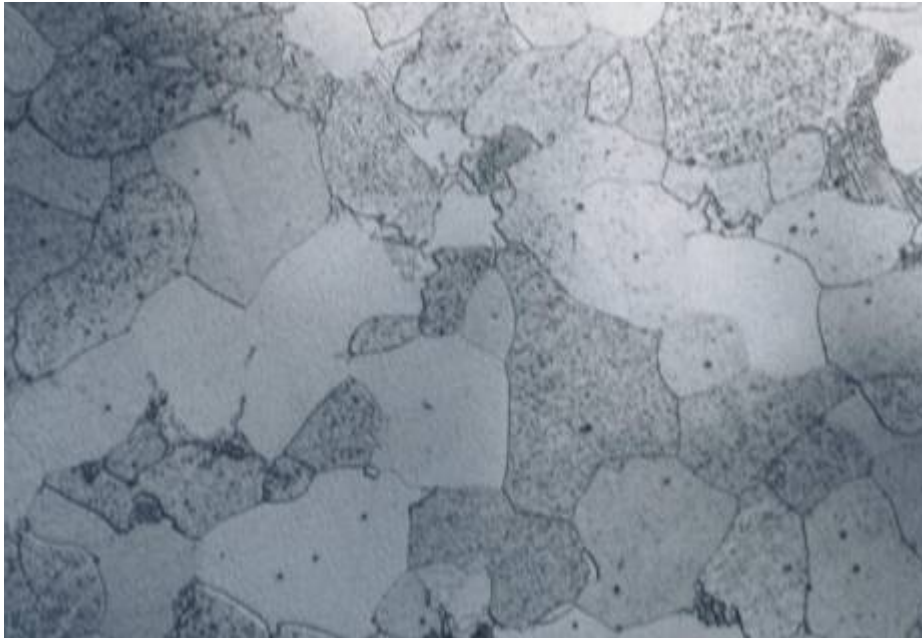
第二類 合金工具鋼、高速鋼

合金工具鋼SKS2 退火組織	合金工具鋼SKS2 淬火、回火組織	合金工具鋼SKS3 淬火、回火組織	合金工具鋼SKS4 淬火、回火組織	合金工具鋼SKD1 退火組織
合金工具鋼SKD1 淬火組織 (深冷處理)	合金工具鋼SKD1 淬火、回火組織	合金工具鋼SKD1 熱浴淬火組織	合金工具鋼SKD4 淬火組織	合金工具鋼SKD6 淬火、回火組織
高速鋼SKH2 退火組織	高速鋼SKH2 淬火組織	高速鋼SKH2 淬火、回火組織	高速鋼SKH2 過熱組織	高速鋼SKH4A 淬火組織
高速鋼SKH4A 淬火、回火組織	高速鋼SKH9 淬火、回火組織			

註：依據日本科學工具研究所製的標準試本範本，引用金屬研究發展中心教學用。



肥粒鐵



組織：基地為白色的肥粒鐵，網狀的細線是結晶粒與結晶粒的交界，結界內的黑點是非金屬夾雜物，主要是氧化物

倍數：575 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：11 ~ 12 秒

成份：C 0.03% . Si 0.33% . Mn 0.22% . P 0.014% .
S 0.012%

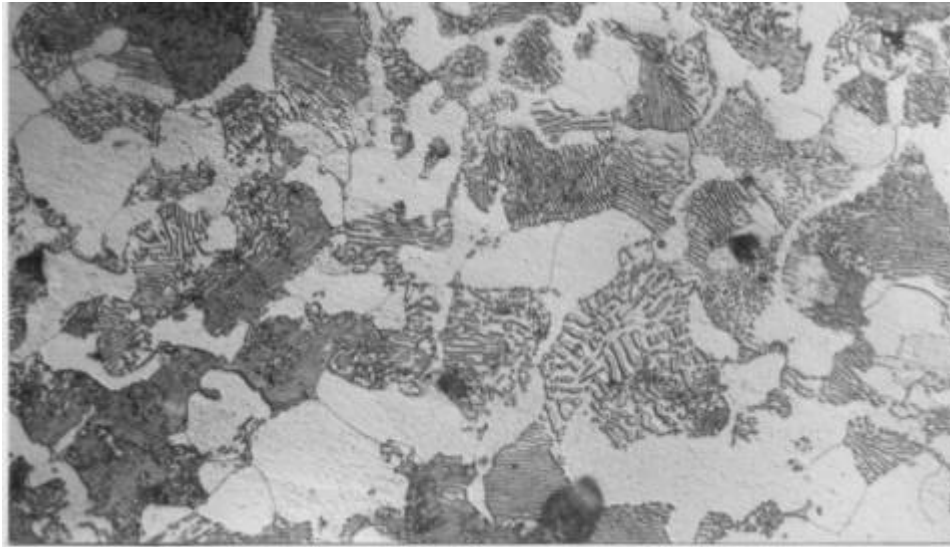
熱處理：950°C, 加熱 1 小時, 正常化

硬度：HB 40 ~ 70

[回主選單](#)



波來與肥粒鐵



組織：白色晶界為肥粒鐵, 內部為波來鐵

腐蝕液：3% Nital

倍數：575 倍

腐蝕時間：9 ~ 10 秒

成份：C 0.44% . Si 0.19% . Mn 0.73% . P 0.022% .

S 0.011%

熱處理：930°C, 加熱 1 小時, 爐內冷卻

硬度：HB 150 ~ 200

[回主選單](#)



波來鐵



組織：全部為層狀的波來鐵

倍數：250 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：6 ~ 9 秒

成份：C 0.86% . Si 0.17% . Mn 0.22% . P 0.011% .
S 0.004%

熱處理：950°C, 加熱 1 小時, 爐中冷卻

硬度：HB 180 ~ 200

[回主選單](#)



網狀雪明碳鐵



組織：白色網狀是初析雪明碳鐵, 層狀為波來鐵

倍數：575 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：9 ~ 10 秒

成份：C 1.13% . Si 0.17% . Mn 0.45% . P 0.022% .
S 0.009%

熱處理：900°C, 加熱 1 小時, 爐中冷卻

硬度：HB 220 ~ 250

[回主選單](#)



球狀雪明碳鐵



組織：白色粒狀是雪明碳鐵, 基地為肥粒鐵

倍數：910 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：7 ~ 9 秒

成份：C 1.13% . Si 0.17% . Mn 0.45% . P 0.022% .
S 0.009%

熱處理：780°C, 加熱 1 小時, 徐冷

硬度：HB 160 ~ 210

[回主選單](#)



麻田散鐵



組織：整個區域內呈現細針狀及麻葉狀組織

倍數：575 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：14 ~ 16 秒

成份：C 0.81% . Si 0.25% . Mn 0.36% . P 0.014% .

S 0.009%

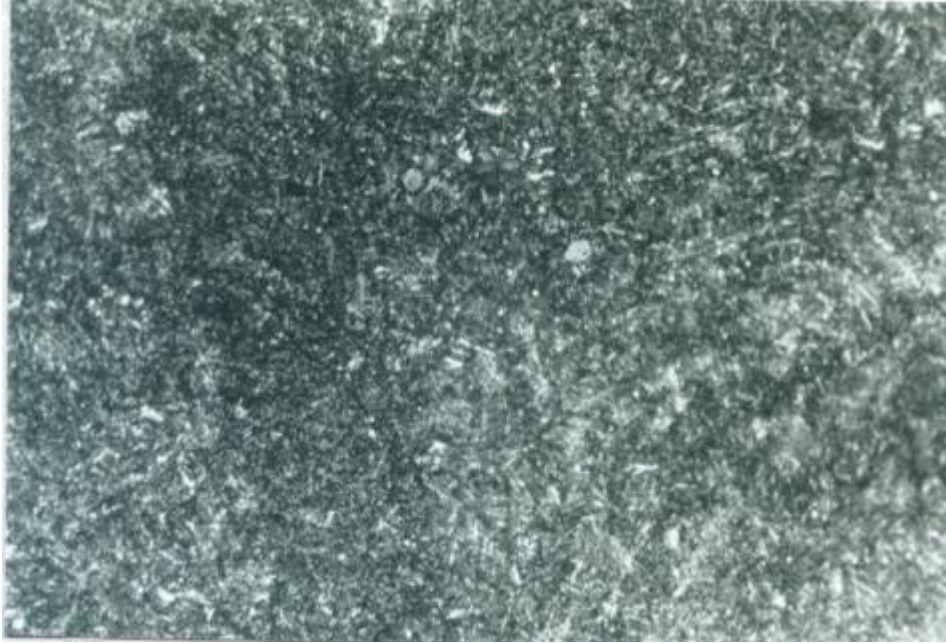
熱處理：850°C水淬

硬度：HRC 64

[回主選單](#)



吐粒散鐵



組織：基地是回火後的吐粒散鐵（二次吐粒散鐵）

倍數：575 倍

腐蝕液：3% Nital

倍數：575 倍

腐蝕時間：8 ~ 10 秒

成份：C 0.81% . Si 0.25% . Mn 0.36% . P 0.014% .
S 0.009%

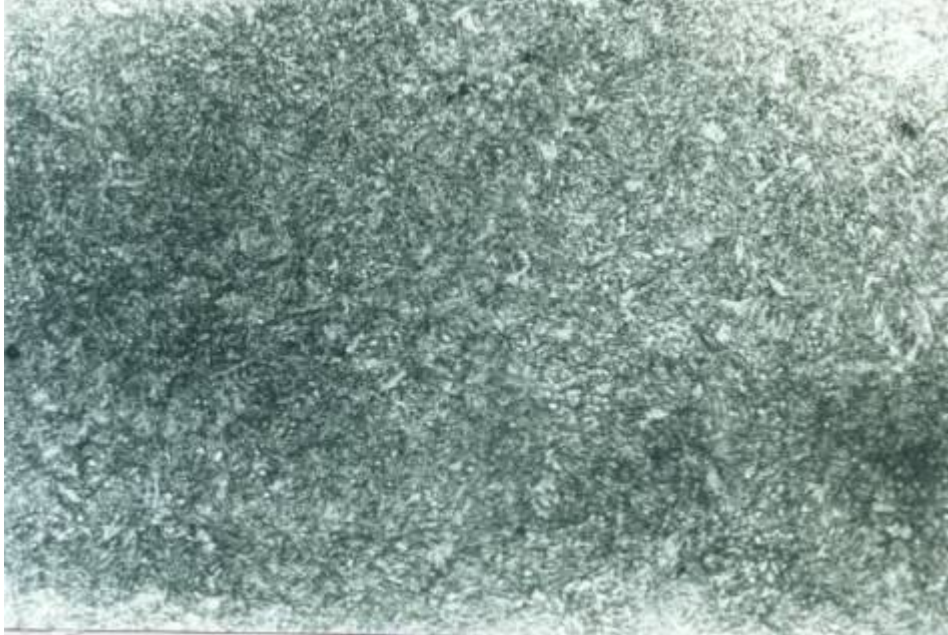
熱處理：850°C, 加熱 1 小時, 爐中冷卻

硬度：HRC 50

[回主選單](#)



糙斑鐵



組織：回火的糙斑鐵（二次的糙斑鐵）

倍數：575 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：7 ~ 8 秒

成份：C 0.81% . Si 0.18% . Mn 0.36% . P 0.022% .
S 0.014%

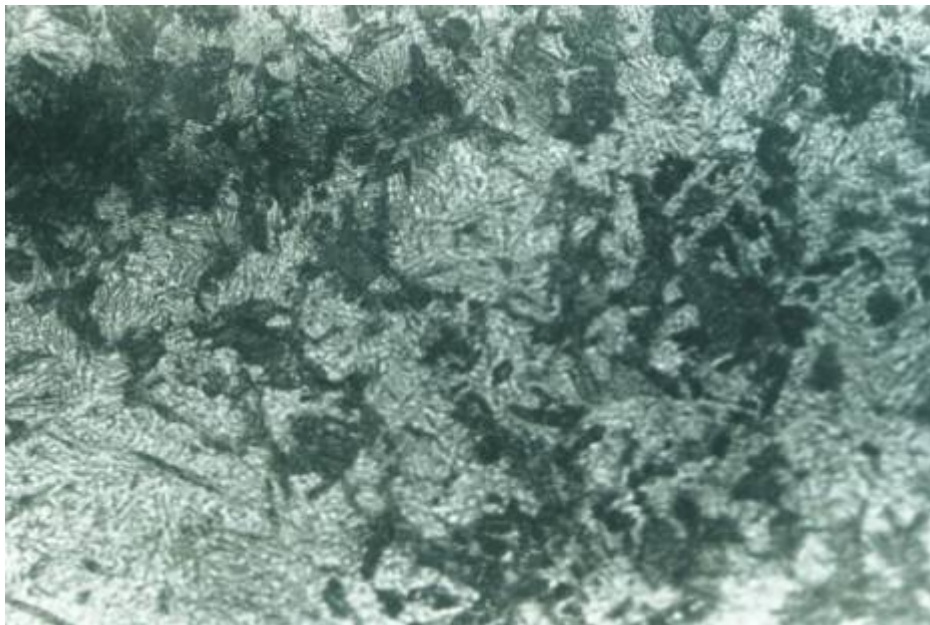
熱處理：820°C水淬，580°C回火

硬度：HRC 30 ~ 40

[回主選單](#)



上變韌鐵



組織：白色基地是麻田散鐵，基地內有羽毛狀變韌鐵

另有些吐散粒鐵與變韌鐵共存

倍數：575 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：7 ~ 8 秒

成份：C 0.84% . Si 0.29% . Mn 0.40% . P 0.012% .

S 0.008%

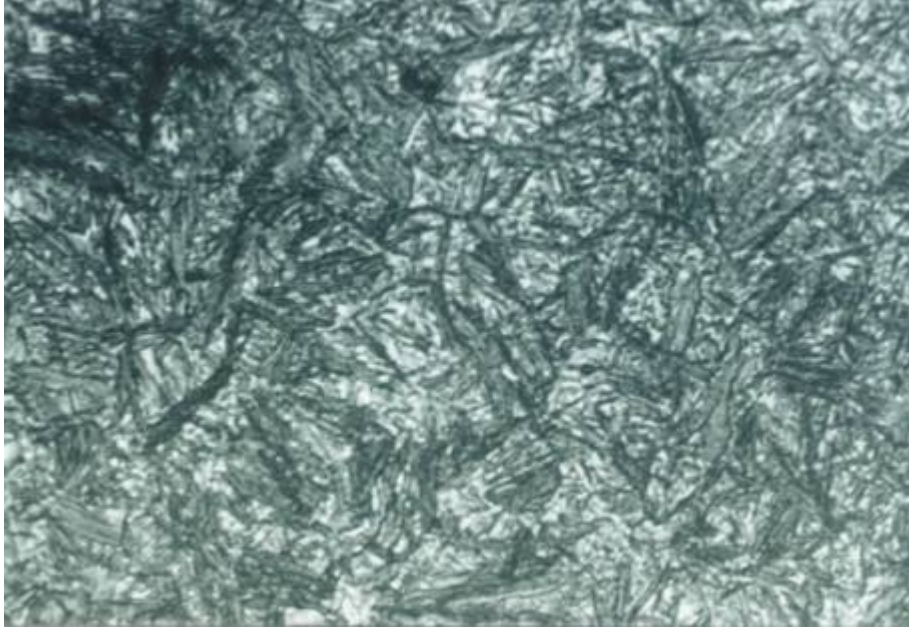
熱處理：930°C加熱 1 小後在 400°C鹽浴中 40 秒，

恆溫變態後，水冷

[回主選單](#)



下變韌鐵



組織：黑色針狀部份為下變韌鐵, 白色部份為麻田
散鐵, 與殘留沃斯田鐵

倍數：1200 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：7 ~ 10 秒

成份：C 0.74% . Si 0.44% . Mn 0.76% . P 0.021% .
S 0.058%

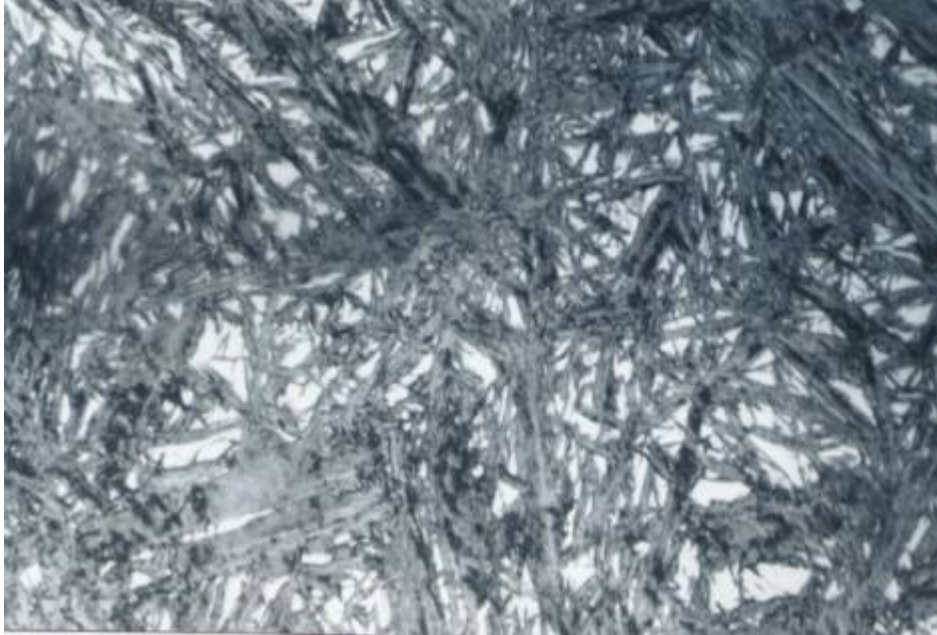
熱處理：從 880°C~890°C加熱 1 小時, 在 290°C~300°C
鹽浴中 15 分, 恆溫變態後水冷

硬度：HRC 50 ~ 55

[回主選單](#)



麻田散鐵與殘留沃斯田鐵



組織：白色基地為殘留沃斯田散鐵, 其中針狀為回火麻田散鐵

倍數：1200 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：10 ~ 12 秒

成份：C 1.13% . Si 0.17% . Mn 0.45% . P 0.022% .

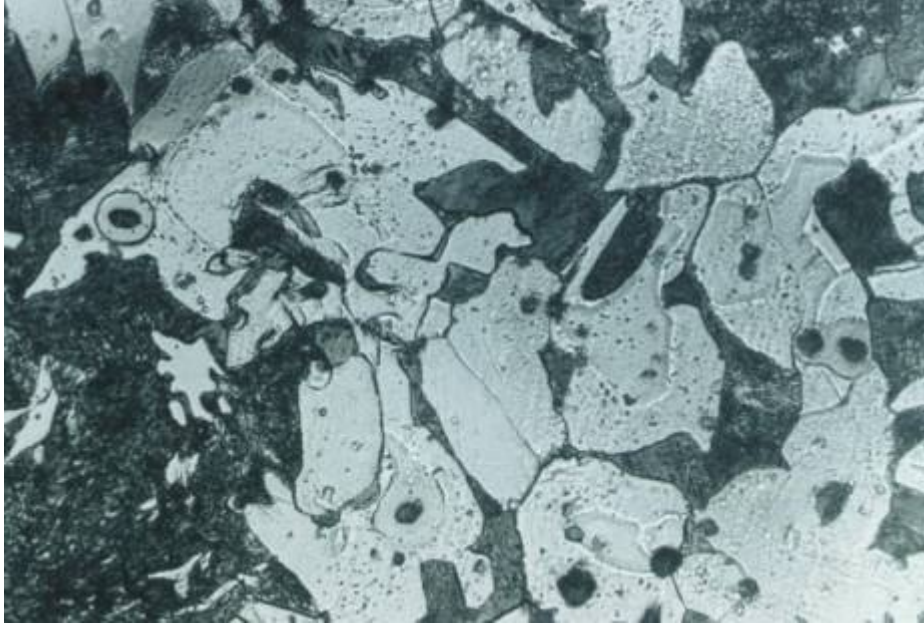
S 0.009%

熱處理：1030°C油冷

[回主選單](#)



麻田散鐵與肥粒鐵



組織：基地為麻田散鐵，白色部份為肥粒鐵

倍數：575 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：25 ~ 26 秒

成份： C 0.33% . Si 0.17% . Mn 0.74% . P 0.027% .
S 0.015%

熱處理：從 950°C 爐冷到 750°C 再水冷

[回主選單](#)



過熱組織



組織：針狀白色為肥粒鐵, 黑色為波來鐵, 而稱之為
費德曼組織的針狀肥粒鐵出現

倍數：700 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：9 ~ 10 秒

成份：C 0.30% . Si 0.27% . Mn 0.08% . P 0.015% .
S 0.018%

熱處理：1280°C 保持 1 小時空冷

[回主選單](#)



灰鑄鐵



組織：黑色片狀為石墨, 基地是波來鐵, 白色部份是史帝田鐵

倍數：575 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：7 ~ 8 秒

成份：C 3.43% . Si 2.06% . Mn 0.62% . P 0.049% .

S 0.109%

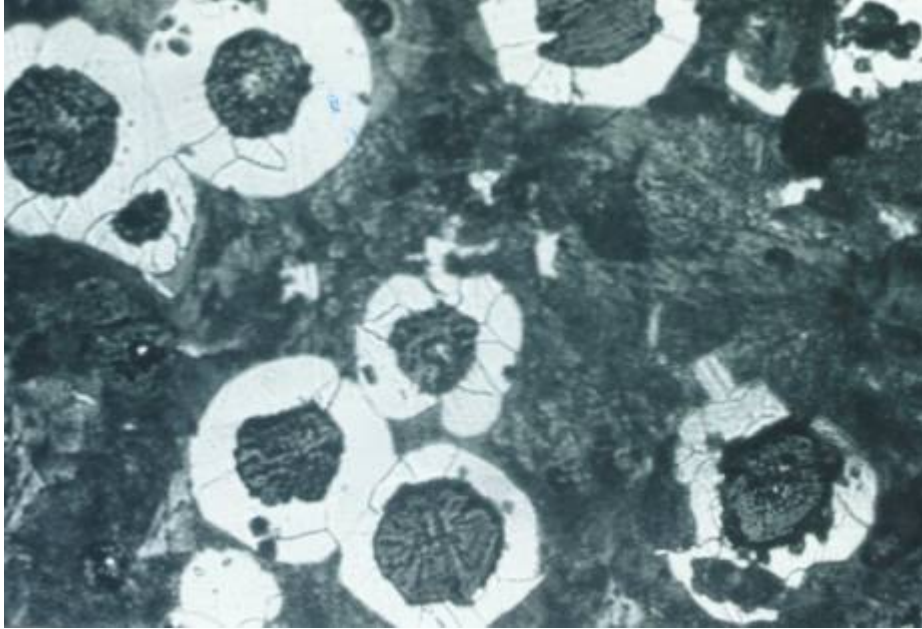
熱處理：砂模鑄造

硬度：HB 235

[回主選單](#)



球狀石墨鑄鐵



組織：黑色球狀為石墨，其四周白色是肥粒鐵，基地是波來鐵

倍數：700 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：7 ~ 8 秒

成份：C 3.45% . Si 2.81% . Mn 0.33% . P 0.022% .

S 0.008% . Mg 0.04

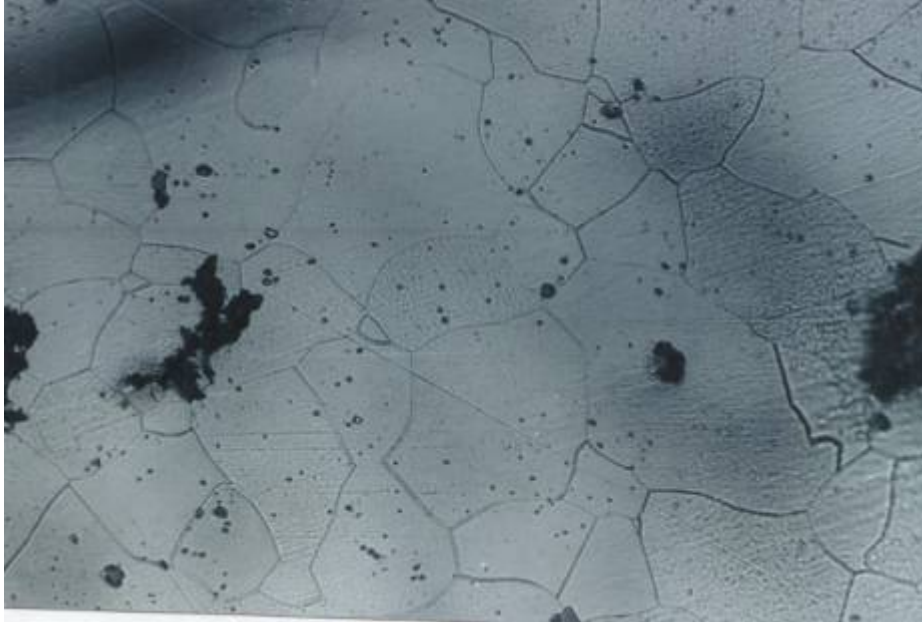
熱處理：鑄造時添加 Mg 0.2%接種使石墨球狀化

硬度：HB 270

[回主選單](#)



黑心展性鑄鐵



組織：黑色部份是回火碳，白色部份為肥粒鐵

倍數：575 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：16 ~ 18 秒

成份：C 2.67% . Si 1.07% . Mn 0.22% . P 0.068% .
S 0.063%

熱處理：鑄造後的白鑄鐵在 900°C 保持 1 ~ 2 日後，

再於 750°C 保持 5 小時徐冷

硬度：HB 130

[回主選單](#)



鑄鋼



組織：白色基地為肥粒鐵, 黑色部份為波來鐵

倍數：575 倍

腐蝕液：3% Nital

腐蝕時間：7 ~ 8 秒

成份：C 0.22% . Si 0.30% . Mn 0.72% . P 0.051% .
S 0.015%

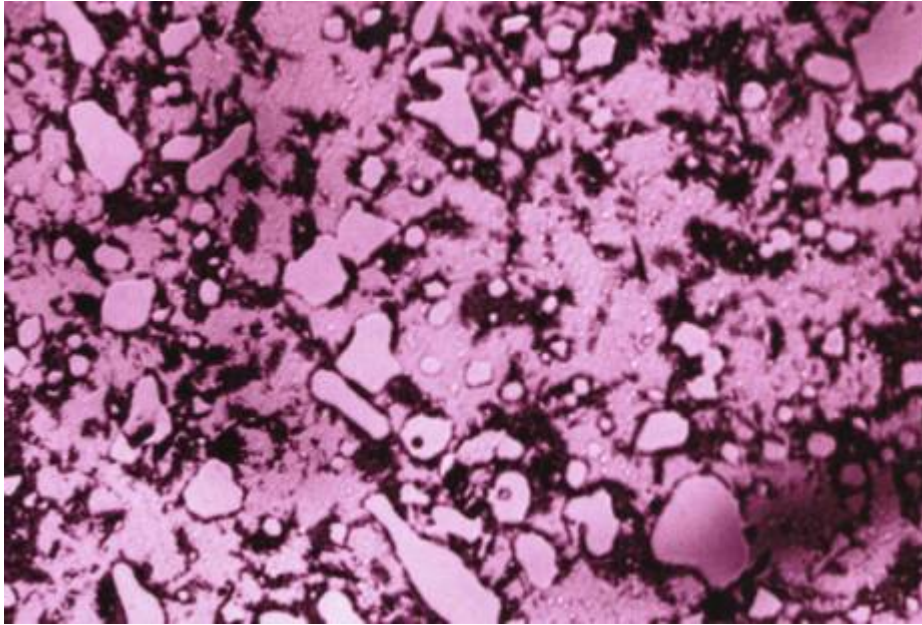
熱處理：900°C 保持 1 小時空冷

硬度：HB 120

[回主選單](#)



合金工具鋼 SKS2 - 退火組織



組織：肥粒鐵與碳化物

倍數：1200 倍

腐蝕液：5%苦味酸

腐蝕時間：8 秒

成份：C 1.10% . Si 0.29% . Mn 0.44% . P 0.015% .
S 0.011% . Cr 0.88% . W 1.27% .

熱處理：820°C*40min→780°C*70min→徐冷(20°C/hr)

→580°C→爐冷

硬度：HB 205

[回主選單](#)



合金工具鋼 SKS2 - 淬火，回火組織



組織：回火麻田散鐵與碳化物

倍數：700 倍

腐蝕液：5%苦味酸

腐蝕時間：8 秒

成份：C 1.10% . Si 0.29% . Mn 0.44% . P 0.015% .
S 0.011% . Cr 0.88% . W 1.27%

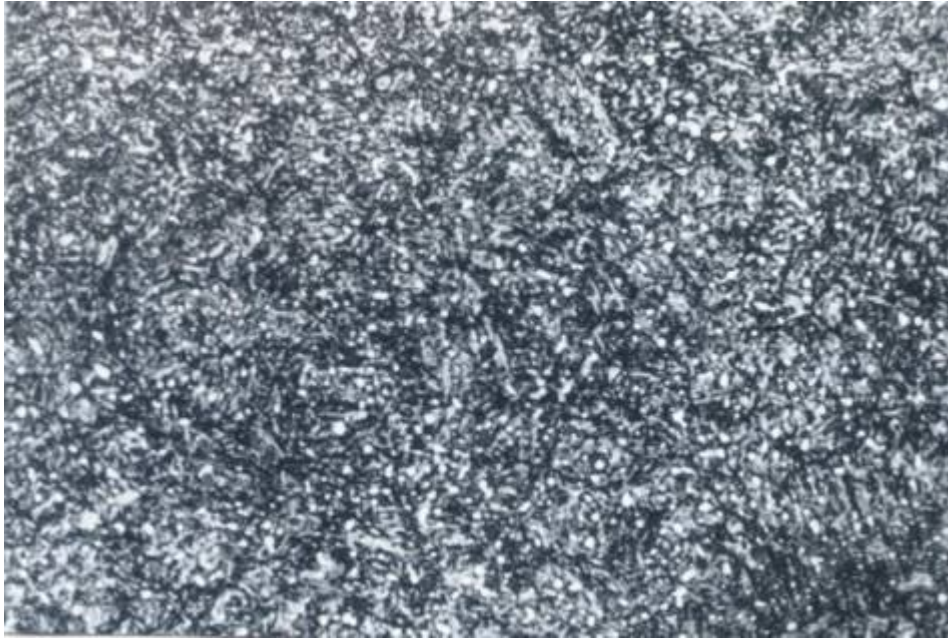
熱處理：850°C→水淬後 5 秒後油冷，180°C*60min 回火

硬度：HRC 62

[回主選單](#)



合金工具鋼 SKS3 - 淬火，回火組織



組織：回火麻田散鐵與碳化物

倍數：700 倍

腐蝕液：5%苦味酸

腐蝕時間：6 秒

成份：C 0.94% . Si 0.29% . Mn 0.99% . P 0.017% .

S 0.012% . Cr 0.88% . W 0.75%

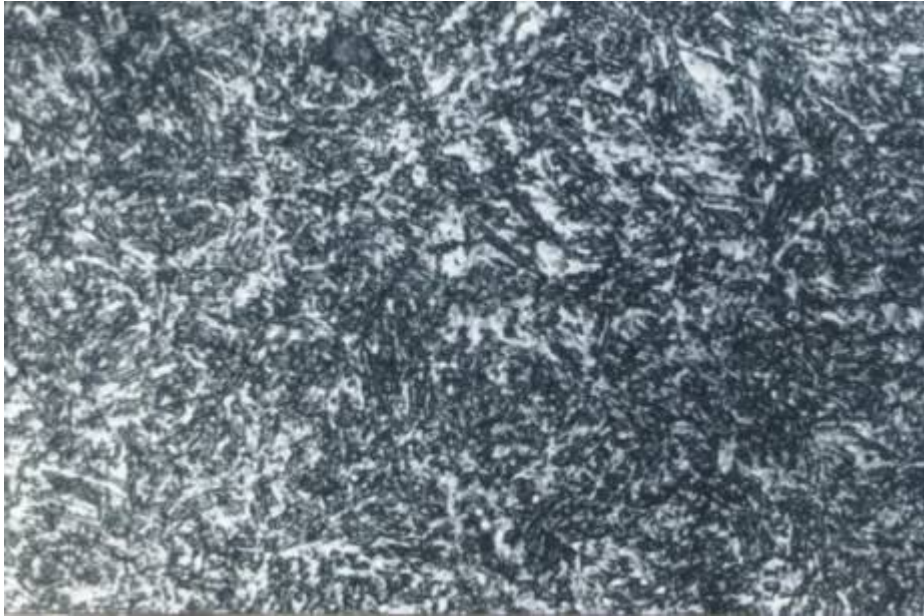
熱處理：840°C油淬，180°C回火

硬度：HRC 63 ~ 64

[回主選單](#)



合金工具鋼 SKS4 - 淬火，回火組織



組織：回火麻田散鐵與碳化物

倍數：1200 倍

腐蝕液：5%苦味酸

腐蝕時間：10 秒

成份：C 0.58% . Si 0.35% . Mn 0.34% . P 0.010% .
S 0.008% . Cr 0.75% . W 0.66%

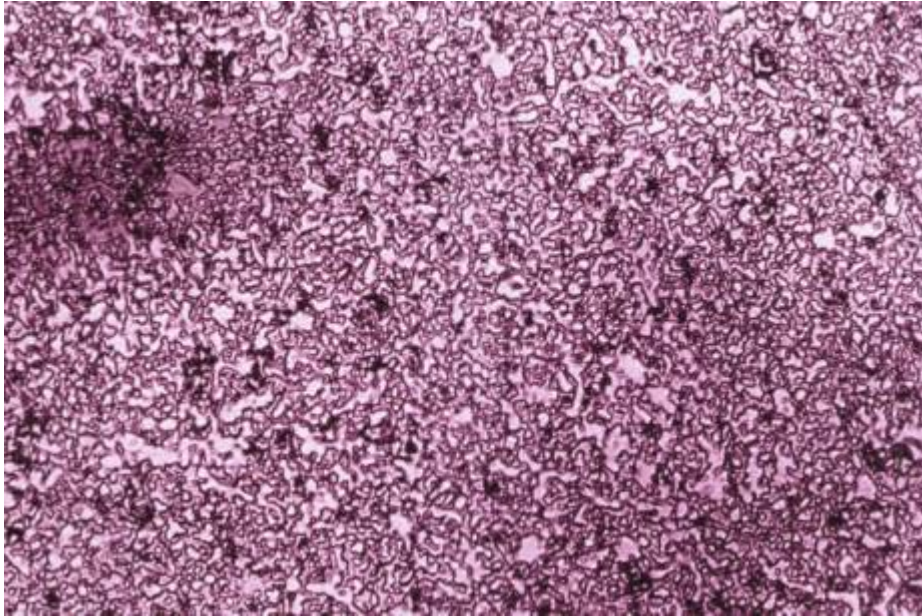
熱處理：875°C油淬，180°C回火

硬度：HRC 56 ~ 58

[回主選單](#)



合金工具鋼 SKD1 - 退火組織



組織：肥粒鐵與碳化物

倍數：700 倍

腐蝕液及腐蝕時間：5%苦味酸

腐蝕時間：5 秒

成份：C 1.34% . Si 0.22% . Mn 0.34% . P 0.010% .
S 0.007% . Cr 0.87% . W 4.38%

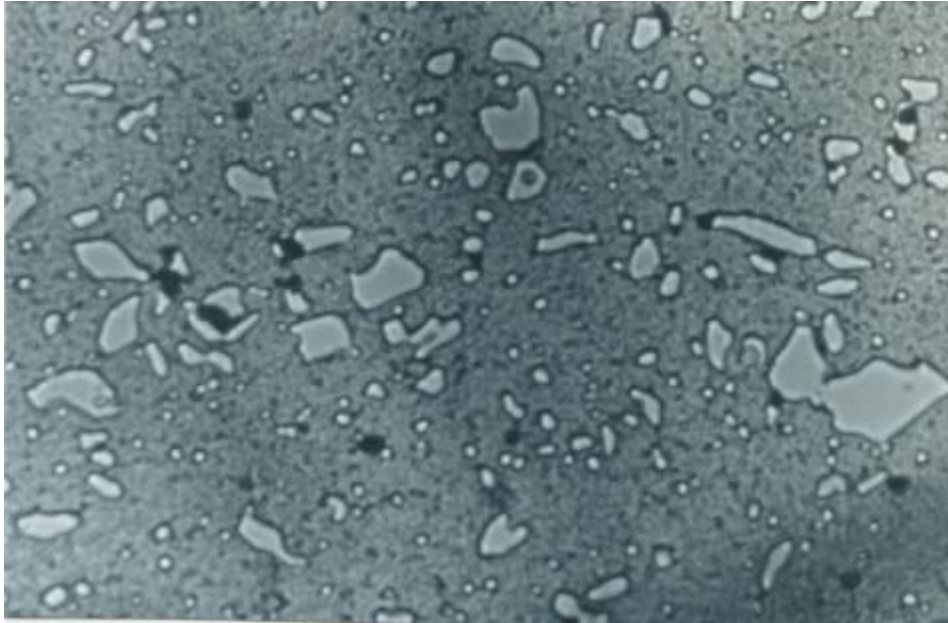
熱處理：840°C*40min→徐冷(20°C/hr)→600°C→爐冷

硬度：HB 230

[回主選單](#)



合金工具鋼 SKD1 - 淬火組織 (深冷處理)



組織：麻田散鐵與複碳化物

倍數：700 倍

腐蝕液：5%氯化鐵

腐蝕時間：10 秒

成份：C 2.12% . Si 0.30% . Mn 0.22% . P 0.023% .
S 0.004% . Cr 12.84%

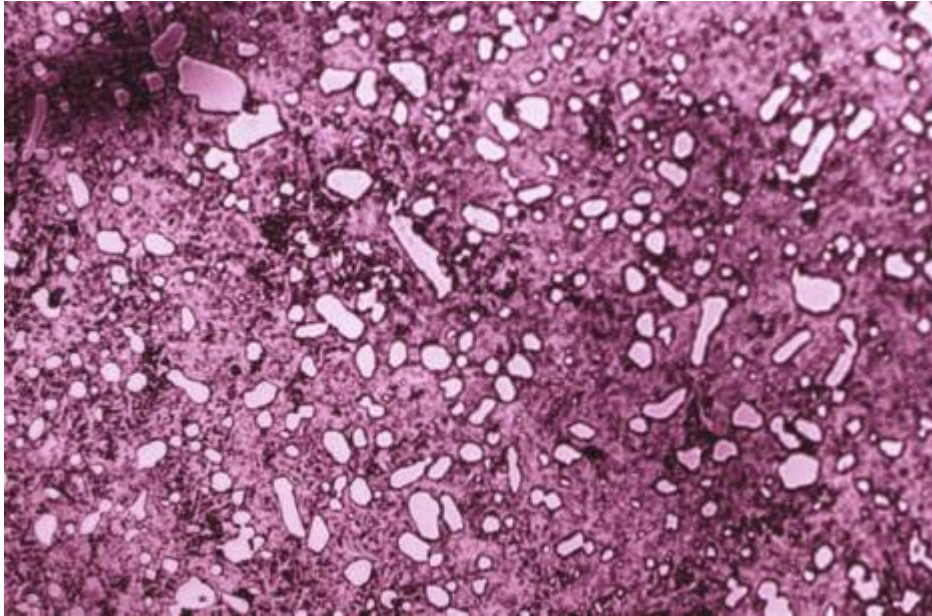
熱處理：1050°C*30min 油淬→100°C*60min 深冷處理

硬度：HRC 67 ~ 68

[回主選單](#)



合金工具鋼 SKD1 - 淬火，回火組織



組織：麻田散鐵與複碳化物

倍數：700 倍

腐蝕液：5%氯化鐵

腐蝕時間：3 秒

成份：C 2.12% . Si 0.30% . Mn 0.22% . P 0.023% .

S 0.004% . Cr 12.84%

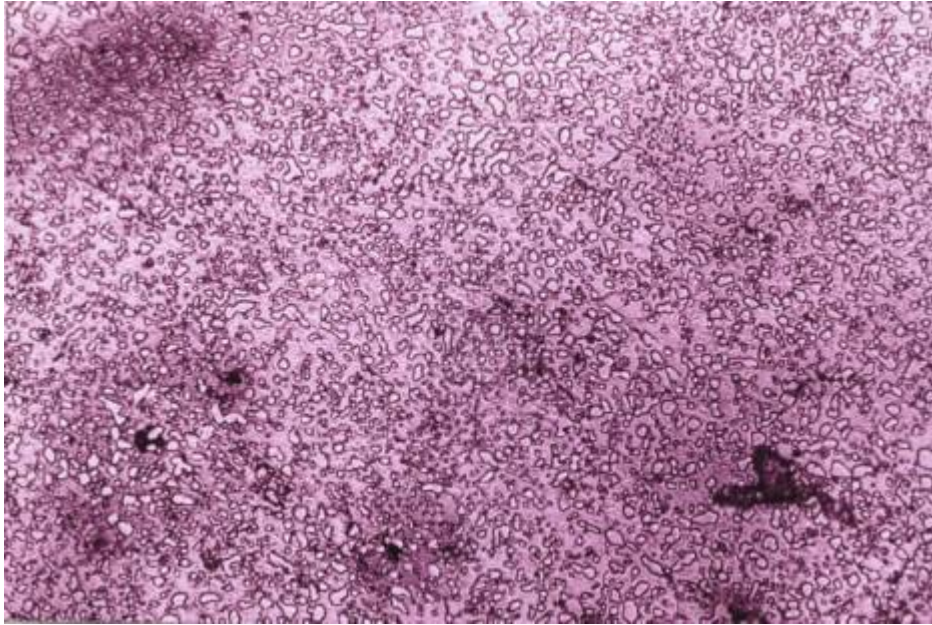
熱處理：1050°C*30min 油淬→180°C*90min 回火

硬度：HRC 62 ~ 63

[回主選單](#)



合金工具鋼 SKD1 - 熱浴淬火組織



組織：麻田散鐵與部份變韌鐵及球狀粒為複碳化物

倍數：700 倍

腐蝕液：5%氯化鐵

腐蝕時間：5 秒

成份：C 2.12% . Si 0.30% . Mn 0.22% . P 0.023% .
S 0.004% . Cr 12.84%

熱處理：980°C*30min→500°C熱浴淬火後*5hr→油冷

硬度：HRC 63 ~ 65

[回主選單](#)



合金工具鋼 SKD4 - 淬火組織



組織： 糙斑鐵與碳化物

倍數： 700 倍

腐蝕液： 5%氯化鐵

腐蝕時間： 16 秒

成份： C 0.30% . Si 0.27% . Mn 0.32% . P 0.015% .

S 0.016% . Cr 2.58% . W 5.16% . V 0.40%

熱處理： 830°C*5hr→徐冷(10°C/hr)→550°C→空冷

硬度： HB 180

[回主選單](#)



合金工具鋼 SKD6 - 淬火，回火組織



組織：麻田散鐵與未溶解複碳化物

倍數：700 倍

腐蝕液：5%氯化鐵

腐蝕時間：10 秒

成份：C 0.36% . Si 1.00% . Mn 0.39% . P 0.023% .

S 0.016% . Cr 5.23% . Mo 0.92% . V 0.52%

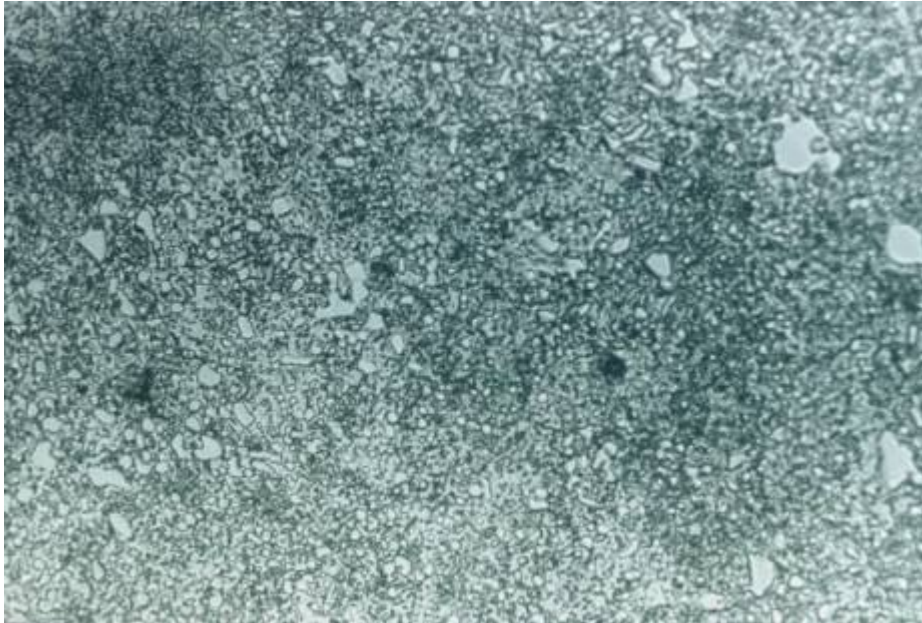
熱處理：1030°C*30min 油淬→570°C*60min 回火

硬度：HRC 51

[回主選單](#)



高速鋼 SKH2 - 退火組織



組織：肥粒鐵與複碳化物

倍數：700 倍

腐蝕液：5%氯化鐵

腐蝕時間：10 秒

成份：C 0.74% . Si 0.20% . Mn 0.47% . P 0.002% .

S 0.005% . Cr 4.24% . W 17.74% . V 0.95% .

熱處理：880°C*60min 爐冷

硬度：HB 230

[回主選單](#)



高速鋼 SKH2 - 淬火組織



組織：麻田散鐵+沃斯田鐵與複碳化物網狀之黑線為
沃斯田鐵粒界

倍數：700 倍

腐蝕液：3%Nital

腐蝕時間：6 秒

成份：C 0.74% . Si 0.20% . Mn 0.47% . P 0.002% .
S 0.005% . Cr 4.24% . W 17.76% . V 0.95%

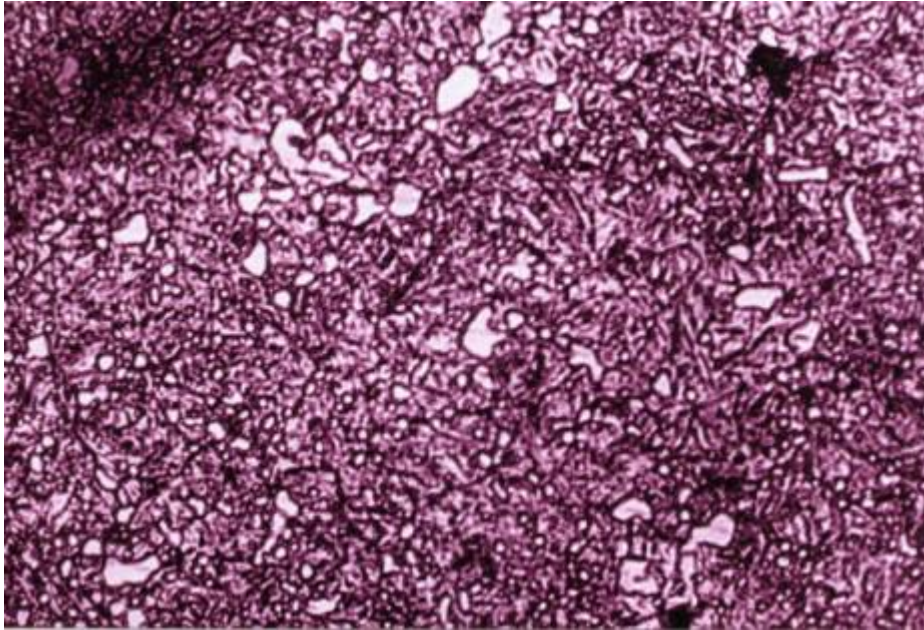
熱處理：1280°C*90sec 油淬

硬度：HRC 64

[回主選單](#)



高速鋼 SKH2 - 淬火，回火組織



組織：回火麻田散鐵與複碳化物

倍數：700 倍

腐蝕液：5%氯化鐵

腐蝕時間：5 秒

成份：C 0.74% . Si 0.20% . Mn 0.47% . P 0.002% .

S 0.005% . Cr 4.27% . W 17.76% . V 0.97%

熱處理：1280°C*90sec 油淬 560°C*20min 加熱後

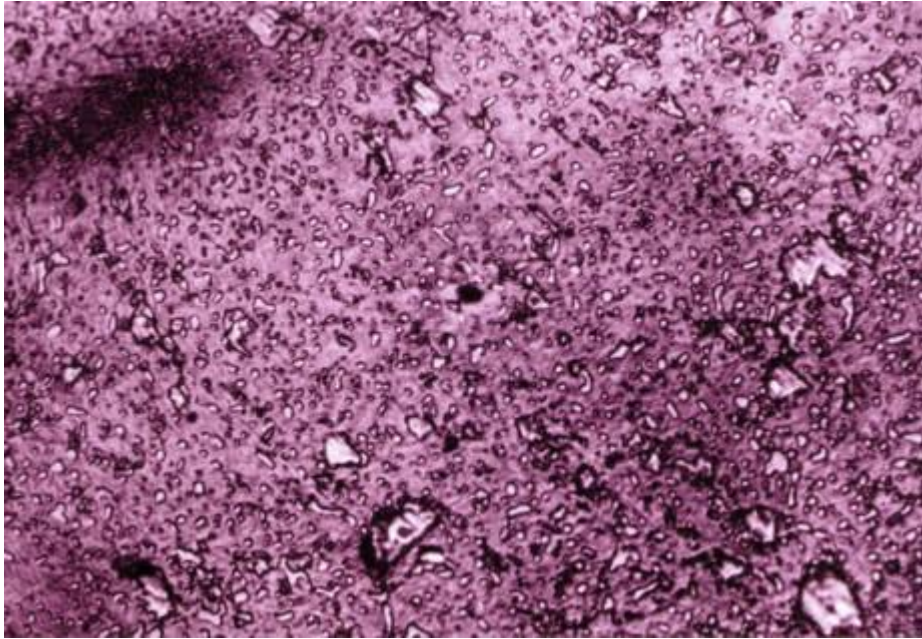
回火冷卻(二次)

硬度：HRC 64

[回主選單](#)



高速鋼 SKH2 - 過熱組織



組織：沃斯田鐵+麻田散鐵 粒界之黑色部份為溶解的部分，
大粒狀晶是共晶碳化物所變化者

倍數：1200 倍

腐蝕液：3%Nital

腐蝕時間：60 秒

成份：C 0.74% . Si 0.20% . Mn 0.47% . P 0.002% .
S 0.005% . Cr 4.27% . W 17.76% . V 0.97%

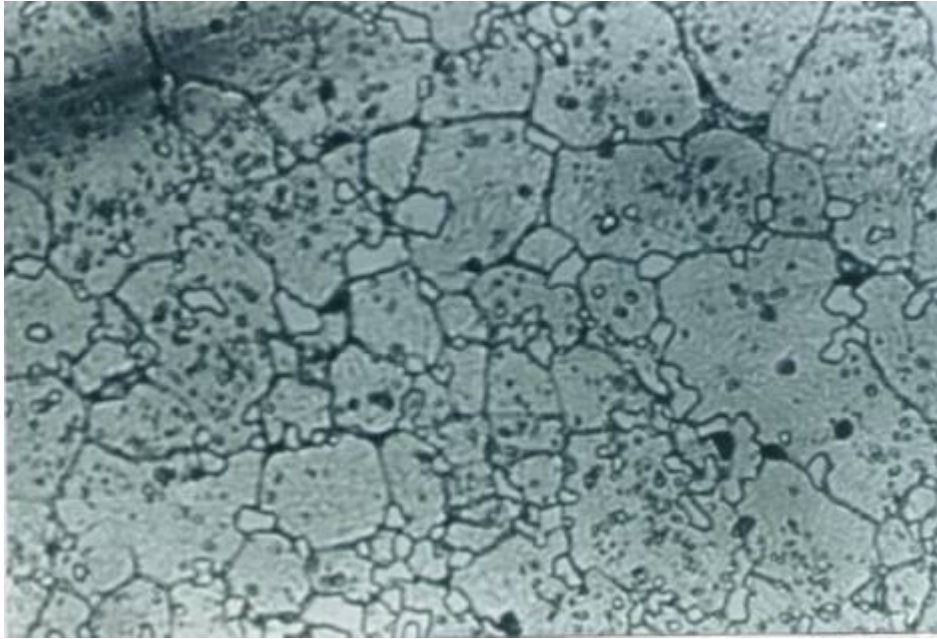
熱處理：1380°C*60sec 油淬

硬度：HRC 59 ~ 62

[回主選單](#)



高速鋼 SKH4A - 淬火組織



組織：沃斯田鐵+麻田散鐵與複碳化物

倍數：1200 倍

腐蝕液：3%Nital

腐蝕時間：60 秒

成份：C 0.73% . Si 0.27% . Mn 0.13% . P 0.020% .

S 0.021% . Cr 3.70% . W 17.17% . V 1.44% . Co 10.28%

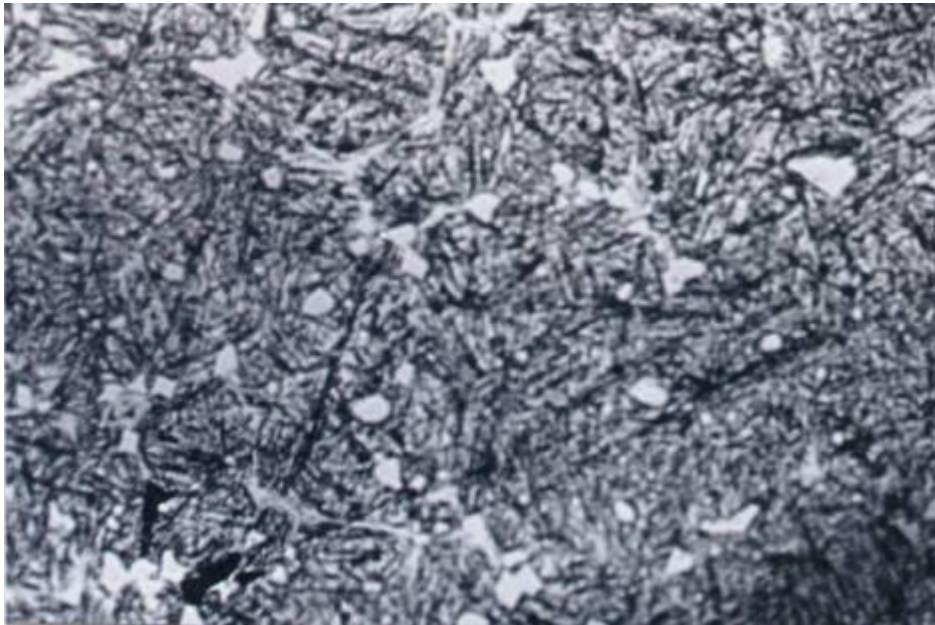
熱處理：1320°C*90sec 油淬

硬度：HRC 65 ~ 66

[回主選單](#)



高速鋼 SKH4A - 淬火，回火組織



組織：回火麻田散鐵與複碳化物

倍數：1200 倍

腐蝕液：5%氯化鐵

腐蝕時間：6 秒

成份：C 0.73% . Si 0.27% . Mn 0.13% . P 0.020% . S 0.021% .

Cr 3.70% . W 17.07% , V 1.44% . Co 10.28%

熱處理：1320°C*90sec 油淬 570°C*30min 加熱後回火

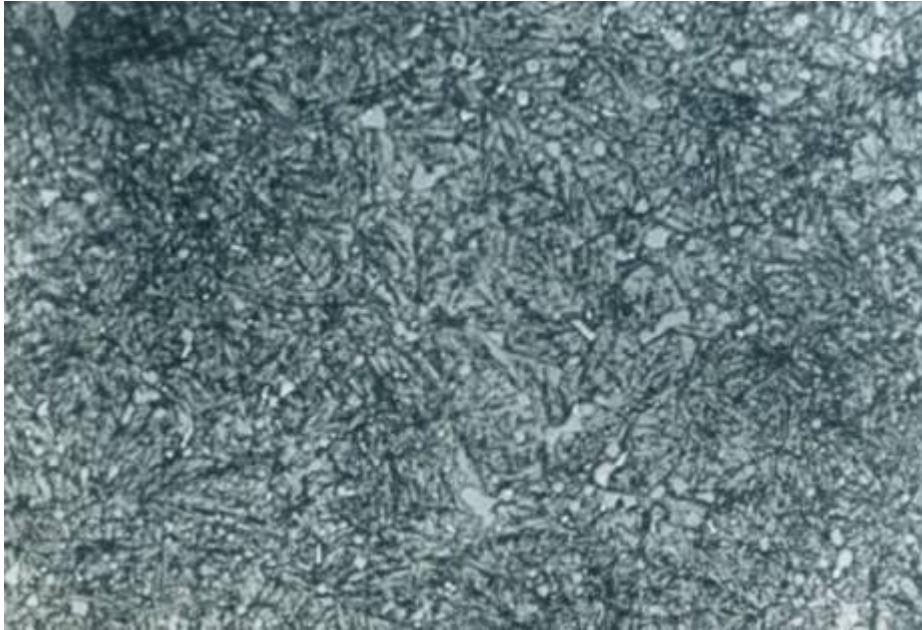
冷卻(三次)

硬度：HRC 66

[回主選單](#)



高速鋼 SKH9 - 淬火，回火組織



組織：回火麻田散鐵與複碳化物

倍數：700 倍

腐蝕液：5%氯化鐵

腐蝕時間：8 秒

成份：C 0.82% . Si 0.14% . Mn 0.34% . P 0.023% . S 0.005% .

Cr 3.67% . Mo 4.44% . W 6.40% . V 1.87%

熱處理：1240°C*90sec 油淬 570°C*20min 加熱後回火

冷卻(二次)

硬度：HRC 64

[回主選單](#)