

硬面銲是使工件達到使用功能及延長使用壽命的最經濟的方法，硬面銲顧名思義，在較軟質的工件母材表面堆銲一或多層能符合使用功能的硬面合金謂之。

對已磨損的工件母材欲回復原有性能，通常包含以下三種銲接：

1. 堆銲 (Build-up)

工件母材磨耗嚴重，硬面銲之前使用與母材相當之銲材先回復工件原有尺寸所做的銲接，又稱做補肉或積層銲。

2. 塗層銲 (Buttering)

硬面層銲材與母材機械性及物性差異太大時，兩者不易銲合，須先選用介於兩者之間的銲材，於工件母材上先堆上一層以扮演緩衝之效果。

3. 硬面銲 (Hardfacing)

即表面硬化銲接，為耐磨耗層，銲接於母材或表面層以延長機械設備的使用壽命。通常限制銲層在二至三層以下。

如何選用硬面銲材料：

銲接材料的選擇依據以下因素：

1. 母材：會影響使用打底銲材的選擇，案例如下：

- a. 錳鋼：用於機件受嚴重衝擊場合。使用高錳鋼銲材使之直接回復其原來尺寸。
- b. 碳鋼或低合金鋼：直接使用低合金硬面銲材回復其尺寸即可。

2. 磨耗的種類：如下所述：

a. 嚴重磨耗：

嚴重磨耗經常伴有高應力集中、低度衝擊。工件可能須輾壓高硬度礦物或抵擋會沖蝕工件表面的物質。用途如農業機械設備、篩子、過濾網、漿料輸送幫浦。

b. 嚴重衝擊：

用力的敲擊或撞擊，可能造成金屬表面龜裂、壓碎或鑿洞。因此需要錳鋼材料具有加工硬化之特性提供優良抗衝擊特性。用途如碎石機、槌子、沖頭、鐵路的鐵軌轍叉與道叉。

c. 金屬對金屬（摩擦或黏附）：

金屬與金屬彼此間的轉動或滑動（無潤滑劑）。用途如滾輪、惰輪、剃刀或剪刀、軸承表面。

d. 金屬對砂土（衝擊加磨耗）：

磨耗的對象以砂土為主，具有中度衝擊特性。同時遇到衝擊和磨耗

銲材選用

兩種動作所造成的損耗。用途如挖土設備、土木農業機械之鏟齒、刀間等。

e. 高溫磨損：

上述磨損因素附加高溫所產生的磨損。如熱鍛造模具、軋鋼廠、軋延滾輪、熱交換器葉片、模具、各式連鑄導輪等。

f. 腐蝕磨損（沖蝕）：

化學侵蝕，用途如化學物品的容器及設備。

事實上，許多磨耗多非單獨產生，可能涵蓋兩種以上並存，因此硬面銲材的選用，必須考量主要磨耗種類的優先順序做合理的選擇。

3. 銲接方法：

銲接方法的選擇主要取決於欲修復機件的尺寸及數量、銲接姿勢、現有設備以及須硬面堆銲的頻率，一般常用銲接方法如下：

1. 手工銲接：

使用電銲條，只需要最少的設備，具有對銲接地點及姿勢的機動性。

2. 半自動銲接：

使用送線機，無氣遮護式或氣體遮護式包藥銲線，較手工銲接熔填效率高。

3. 自動銲接：

需要較複雜銲接設備及銲前準備，但因高熔填效率，相對使生產效率大為提升，可透過下述之方法獲得：

(A) 中性潛弧銲劑搭配含合金線材（通常指合成型銲線）。

(B) 含合金銲劑搭配一般碳鋼線材。

(C) 部份無氣遮護式包藥銲線，可視需求選用或不用潛弧銲劑。

4. 電流極性的說明：

DCEP (DC+)：為直流正電極，銲條銲線或電極接正極，又稱作直流反極性 (DCRP)。

DCEN (DC-)：為直流負電極，銲條銲線或電極接負極，又稱作直流正極性 (DCSP)。

| 磨耗類型 | 合金類型 | 銲道微觀組織 | 特性 | 應用（例） |
|-------------------|------------|---------------|---|--|
| 強烈衝擊 | 高錳鋼 | 奧斯田鐵組織 | 高衝擊韌性及優良可加工硬化性能。銲後原態 (as-welded) 通常不測其硬度值，且不限其銲接層數。 | 13%錳鋼、粉碎機錘子、衝錘、重機械鐵軌連結器等。 |
| 緩衝層及接合修補 | 低合金成份 | 變韌鐵 + 波來鐵 | 用來作為表面層硬面堆銲之緩衝層，有些用以作最終表面層，特別是要求優良銲道耐裂性及易加工性能的場合。 | 齒輪、鏟土機滾輪、鏈輪、離合器柄、導輪及緩衝層堆銲等。 |
| 金屬與金屬間磨耗（黏滯磨耗） | 中、低合金成份 | 少量麻田散鐵至大量麻田散鐵 | 使用於金屬機件間摩擦或滑動（無潤滑油）。具有中至高硬度及高耐磨性能。 | 推土機惰輪、履帶連接件、鏟斗刀口、螺旋式輸送機等。 |
| 金屬與砂土間磨耗（衝擊加磨耗） | 中量合金含碳化物 | 中量碳化物合金 | 抵抗如金屬對砂土之衝擊加磨耗。具有足量碳化物可承受極高之低應力磨耗。 | 鏟土機刀刃、鏟齒、衝錘、砂土攪拌葉片、篩網、水泥攪拌器、疏浚切刀、農用鏟具等。 |
| 嚴重磨耗 | 碳化物 | 高量碳化物合金 | 抵抗如金屬對砂礫或岩石輾壓或研磨，對金屬表面嚴重磨耗之場合。通常伴隨著高壓應力及中、低度衝擊特性。 | 噴砂嘴、磨煤輪、壓碎滾輪、螺旋鑽、輸送帶螺桿、軋碎機器零件、農耕工具、鏟齒、螺旋鑽、熱渣肘管等。 |
| 金屬間耐熱疲勞性磨耗（高溫或腐蝕） | 13%Cr系列不銹鋼 | 13%鉻麻田散鐵 | 具有優良耐腐蝕及耐熱疲勞性能。 | 熱交換器翼片、模具、渦輪葉片、耐熱閥門、化學物品容器及設備、連鑄軋鋼輪等。 |

要得到理想的硬面效果以及盡量減少龜裂發生，宜選用合適硬面合金以及正確銲接程序，並應注意以下幾個問題：

1. 母材的準備

銹蝕與雜質如油污、泥沙等必須清除乾淨，否則容易造成氣孔。另外母材本身已有龜裂時，常會使銲接金屬繼續發生龜裂，所以母材上的缺陷，應於銲接前徹底去除。

2. 入熱量及溫度控制

為了盡量減少龜裂情形的發生，可參考下述要領：

a. 預熱與銲道間溫度的控制

此為有效避免龜裂發生的步驟之一。表一列出母材的碳當量以及施行預熱與銲道間溫度的參考值。實際銲接時，工件的大小及板厚、銲材的種類及銲接方法等應一併考慮之。

表一：母材的碳當量以及施行預熱與銲道間溫度的參考值

| 鋼種 | 碳當量 | 預熱與銲道間溫度 |
|-------------|------------------------|----------|
| 碳鋼 | ≤0.3 | ≤100°C |
| | >0.3但≤0.4 | ≥100°C |
| | >0.4但≤0.5 | ≥150°C |
| | >0.5但≤0.6 | ≥200°C |
| | >0.6但≤0.7 | ≥250°C |
| | >0.7但≤0.8 | ≥300°C |
| >0.8 | ≥350°C | |
| 高錳鋼（13%Mn） | 不需預熱，但銲道間溫度須控制在260°C以下 | |
| 奧斯田不銹鋼 | 可不預熱，銲道間溫度150°C以下 | |
| 高合金鋼（如高碳化鉻） | 400°C以上 | |

說明1： $C_{eq}(\text{碳當量})\% = C + Mn/6 + Si/24 + Cr/5 + Mo/4 + Ni/15$ 。

說明2：銲接後須依據母材合金成份或碳當量做必要之後熱處理。

說明3：高合金鋼部份不含300系列之奧斯田鐵系不銹鋼。

b. 銲後立即加熱

銲接後立刻將工件加熱至300~350°C，並維持10~30分鐘，可以有效避免龜裂的發生。但應避免過度加熱，否則可能造成硬度下降。

c. 後熱處理

550~750°C的後熱處理，可以有效避免龜裂、工件變形以及改善銲接金屬特性，但需確認硬度值是否符合規定。

| 硬度 HRC | 本公司產品 | | | 磨耗種類 (例) |
|---------------|---|--|--|---|
| | 電銲條 | 包藥銲線 | 潛弧銲線 | |
| 15 ~ 50 | GH13M HARDMANG 1 HARDMANG 3 | MXW MANG 1 MXW MANG 3 | — |  鐵軌連結器 |
| 15 ~ 39 | GH300 GH300R GH350R | MXW BU-O MXW BU-G | MXW K104-S |  硬面堆銲之緩衝 |
| 35 ~ 54 | GH450 GH450R GH600 GH600R | MXW SUPER BU-G MXW BB-G MXW 102-G | MXW K107-S MXW K105-S MXW K102-S |  起重機輪 挖土機機件 |
| 40 ~ 64 | GH750 GH900 GH900W HARD D HARD 31 HARD 35 GH800 | MXW D MXW DD-G MXW 969-G MXW 969-O MXW M7-G MXW R117 MXW R100 MXW R101 | MXW R100 MXW R101 |  鏟斗齒 刮刀 |
| 55 ~ 68 | HARD 35 GH800 GH900Mn GH950Nb GH950 GH950C GHCW | MXW R100 MXW R101 MXW R100D MXW R100SHD MXW 62-O MXW 63-O MXW 65-O MXW 66-O MXW 70-O | MXW R100 MXW R101 MXW R100D MXW R100SHD MXW 62-O MXW 63-O MXW 65-O MXW 66-O MXW 70-O |  粉碎機滾輪 磨煤輪 |
| 35 ~ 55 | GH13Cr-4 | GMX 410NiMo | MXW K410NiMo-S MXW K420-S MXW K423-S |  閥門內部 |

3. 緩衝銲層

母材需施銲一層非常高硬度、高合金的銲接金屬時，先銲上一層低合金成份的緩衝層可有效避免龜裂。

4. 滲透

在硬面銲接中，銲接金屬的特性會隨著銲接時銲材與母材滲透相互稀釋的程度而有所改變。通常銲材的化學成份多與母材不同，要得到銲接金屬理想的硬度與特性，盡可能以多道銲接以避免高滲透、高稀釋。

5. 銲接變形

使用短銲道、間跳式、對稱式銲接法或銲前將工件使用高拘束力固定等，都可以用來降低工件的變形。