

積層花紋鋼刀劍製作工藝雜談

●謝志義●

中國積層花紋鋼的歷史

三千多年前中國已具有高超的煉銅技術，也能從大自然中辨認出赤鐵礦，以一種「低溫還原法」煉鐵（註一），時稱「塊鐵鍊」。當時將鐵礦加溫還原後產生的成品是鐵和渣混合在一起的固體，因此要破壞爐子，掏出鐵塊，再多次加溫，反覆錘打，才能變成可用的鐵，費工費時，品質較差。

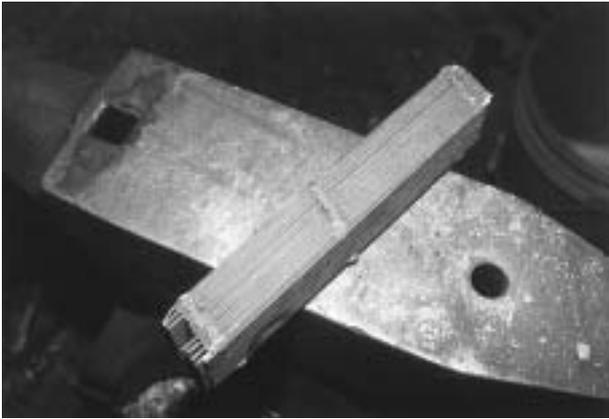
戰國初期（約二千六百年前），中國出現不必破壞爐子，且可自然分離鐵和渣的「高溫還原法」，也就是所謂的「高爐生鐵」（鑄鐵），大大改良了鐵的品質。這段時間，為使生鐵的可用性提高，又獨創了一種煉鋼方法，叫「生鐵脫碳鋼」，也就是使生鐵在爐火中長時間退火變鋼的技術；因此當時已出現用四、五片不同鐵料一起加溫、摺疊、反覆鍛打的兵器，據〈吳越春秋·闔閭內傳〉記載赫赫名劍「干將」呈龜裂紋、「莫邪」呈水波紋，應該就是現代所謂「積層鋼花紋鋼」的雛形。

到西漢時期，煉鋼有了革命性的進步，就是將生鐵打碎加熱到半溶狀態，再反覆攪動，使鐵中含碳氧化變成鋼；也就是所謂的「炒鋼法」的發明，有了這麼好的材料於是名刀，寶劍就在東漢時期大量出現，如曹操「百辟刀」，孫權「百鍊寶刀」、「蒲元神刀」等。當時鑄造刀劍方法仍延續戰國時代，有以單一鐵材反覆摺疊、鍛打而成，也有以不同鐵料摺疊，鍛打而成積層鋼；時稱「百煉鋼」、「百鍛鋼」或「千煉鋼」；只是當時尚無現代化的酸洗技術，以致無法製作出瑰麗多變的刀刃花紋罷了。

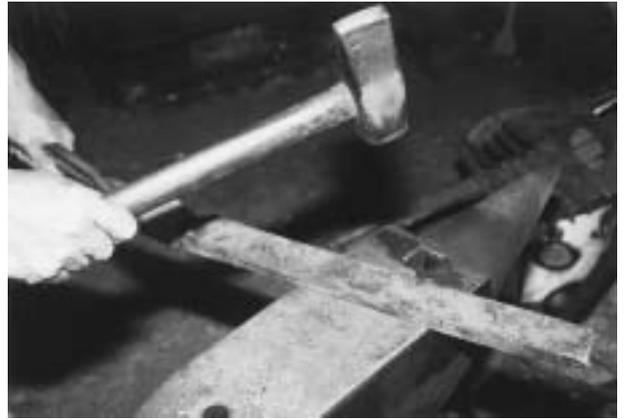
台灣的積層花紋鋼刀劍的製作工藝

早年台灣稱摺疊鍛打的積層鋼為「雞絲鋼」（台語），大多以實用性農具、工具為主，並沒有酸洗的處理過程。後因自動化生產的工具大量出現，台灣打鐵工藝迅速沒落，目前僅存的打鐵舖寥寥可數。近年在高雄縣有位打鐵師傅以「積層花紋鋼」鍛造技術，將「干將」「莫邪」等歷代著名兵器重現，引起民眾及媒體注目，由於現代刀劍大多以收藏觀賞為主，因此他利用強酸腐蝕的原理作基礎，產生紋路多變的刀劍，有別於其他劍體如鏡的鋼製刀劍製作方式。

其製作過程大致如下敘步驟，首先將鐵板與鋼板裁切適當大小，並以間隔方式堆疊，稍加點焊固定（圖一），經加熱至融溶階段，取出錘鍛使鐵與鋼的兩種材質能緊密結合（圖二），這部分的錘打十分重要，因為只要稍有無法融合緊密接合處將使完成的劍胚等於報廢，台灣的老師傅稱為「開嘴」（台語）一般會在兩金屬接合面灑些助劑，幫助加熱及錘鍛時兩金屬的融合，這類的助劑多是用硼砂摻雜鐵砂混拌而成。這樣的反覆摺疊錘鍛使鋼與鐵間隔的層數越來越多，也因為落錘的位置、錘鍛重量不同，使內部摺疊排列鋼鐵材料產生曲扭變化，當摺疊鍛打的次數達到要求時，將硬度非常高的刀刃鋼材包入經摺疊鍛打的積層鋼中，台灣習稱此法為「包鋼」，經此就不再摺疊，只作劍胚的塑型鍛打（圖三），當完成劍胚的形體後（圖四），以砂輪輔助研磨出完整劍型後（圖五），置入酸洗槽內進行腐蝕，藉由酸劑對鋼鐵腐蝕程度不一的原理，使其呈現變化的刀刃紋路，這種運用腐蝕產生的紋路屬陽紋（圖六），



圖一 鐵與鋼間隔堆疊



圖二 錘鍛使鐵與鋼緊密結合



圖三 劍胚塑型鍛打



圖四 劍胚成型



圖五 砂輪研磨劍胚



圖六 酸蝕後的紋路

也就是觸摸劍體會有凹凸的感覺，而每件作品所呈現的紋路樣式都是唯一獨有的，也由於有韌性較強的積層鋼鐵保護刀刃，使刀劍本身具有較佳的劈砍能力，可說是兼具美感與實用。

以科學角度談刀劍製作工藝

刀劍製作的最後階段都要經過「淬火」的程序，很久以前人們就知道將加溫炙熱的鋼鐵迅速浸入冷水中攪動冷卻，可增加硬度，增強切削性能，使刀刃保持長時間的銳利。為何不經這道「淬火」的程序則鋼材就不能有較高的硬度呢？這是因為碳鋼在正常狀態下是由純鐵（Fe）及鐵與碳的化合物，即碳化鐵（ Fe_3C ），一份碳與三份鐵化合而成，此種混合物性質軟呈粒狀組織，當受熱溫度升高時，碳化鐵內的碳會均勻的分佈於鐵粒子內，形成固溶體，在急速冷卻狀況下，無法回復原來碳化鐵的軟質組織狀態，其結構保留由加熱時的固溶體狀態，形成堅固組織的硬細結晶，冷卻越快，組織越細，硬度越大。淬火溫度一般為 $18\sim 20^\circ C$ ，溫度太高，冷卻太慢，會產生無硬度或硬度不夠情況，溫度太低，冷卻太快，會產生應力及淬火硬化裂痕，鹽或酸的混合物可增高淬火效應，油或石灰的混合物，可減低淬火效應。

在刀劍鍛造過程中常加入一些化學助劑，這些的助劑的發現過程是非常有趣，早在春秋戰國時期，在加溫煉鋼的過程中如果見鐵水溶不下來，都會將指甲、頭髮等加入爐內，以使鐵水順利融溶流出，最淒美的一則傳說就是莫邪為幫助干將能在期限內順利鑄劍，自己跳入爐中使鐵水融出的故事，探究其原因為加溫的鼓風設備不足，無法使溫度提高，讓礦砂中的鐵礦與其他雜質達不到溶點，無法溶化分離，而石灰或鈣質的添加可使熔點降低，也就達到以較低的溫度達到溶出鐵水的目的，目前中鋼的煉鋼過程仍以石灰為助劑。

大家熟知的門神唐代大將軍尉遲恭，也是

因為發現了助劑而被供奉為打鐵業的祖師爺，故事是這樣的：尉大將軍一直對自己打鐵技術非常自豪，有次在作接鐵（焊接）的鍛打時卻總是無法焊合，尉大將軍氣得把鐵材往屋外一扔，這時隨從及屬下都竊笑，號稱打鐵技術天下第一大將軍也有凸槌的時候，氣不過的尉將軍叫屬下把扔在屋外沾滿泥巴的鐵材取回再打，結果很容易就焊接完成，尉將軍想趁這好氣勢再多打些，但新打的鐵材就是無法順利焊合，尉將軍這才想到沾了泥巴的鐵材可以幫助順利焊合，從此可見到打鐵舖都擺一盆泥巴備用。泥巴因內含有硼砂的成分可以幫助鐵材順利焊合，後來就以硼砂加鐵砂拌合作助焊劑使用至今。

積層花紋鋼工藝的未來展望

大型的積層花紋鋼刀劍製作，由於必須維持其堅韌及耐劈砍的能力，仍以鐵與鋼的融合為主，如果以鎳、銀或是銅等亮度與色澤不同的金屬，製作積層鋼應可創造出更多金屬色澤及紋路上瑰麗的變化。

台灣著名的小刀，士林刀，原住民小獵刀等皆可以紋路色澤多變的積層鋼作刀材，再展新世代的風華。2001年新出版的日本SILVER STYLE雜誌，內文就介紹以積層花紋鋼利用腐蝕原理製作的系列飾品及器物。將創作完成的積層花紋鋼以單純鋼板型態供應飾品加工業及金工工作者等行業，不失為打鐵工藝在固守傳承下再啟勇於創新的世紀新頁。👍

（本文作者現係興達刀鋪義工）

註一：

低溫還原法：爐中的鐵礦砂（氧化鐵），藉由炭的燃燒，除去礦砂中的氧，其過程為氧化鐵中失去氧，因而生成鐵。若氧化物失去氧，這種變化過程稱為「還原」。「低溫」指的是加熱的溫度未能達到鋼鐵溶化成液體狀態。