

美和學校財團法人美和科技大學

100 年度教師產學合作計畫

結案報告書

計畫名稱：海峽兩岸傳統鍛刀技藝深探（二）
The research of traditional
Chinese exquisite sword making
（ II ）

計畫編號：100-FI-GEC-IAC-R-007

計畫期間：100/01/01~100/12/31

計畫主持人：林智隆

共同主持人：陳鈺祥

研究助理：陳美樺

經費總額：150,000 元

經費來源：郭常喜兵器藝術文物館

100 年度產學合作計畫結案報告書

一、題目：計畫名稱（中文或英文）

海峽兩岸傳統鍛刀技藝深探（二）

The research of traditional Chinese exquisite sword making（II）

二、中文摘要：500~1000 字以內

傳統藝術刀劍製作產業，無論海內外都較趨向個人化、手工化，製刀技術幾乎都是師徒相傳，無確切工序與數據，這便是中式刀劍藝術之所以無法在國際市場上令人信服的地方；

不過現今海峽兩岸藝術刀劍製作環境與品質雖仍未臻至善，但這十餘年來，無論是製刀技術與配件工藝皆有令人意外的長足進步，且有逼近日本、美國兩大製刀王國製作水準的現象，前景充滿樂觀與期待。而且台灣與大陸隨著社會觀念開放程度與科技環境的不同，確實存在許多不同製作觀念與樣貌，但雙方條件卻呈現幾可互補的情況，非常令人鼓舞，因此若能盡速收集雙方現階段製作理念與技術，首度以學術研究立場，提供一個技術交換、提升與市場開發之良性平台，將是華人世界重新站上藝術刀劍市場的契機。

三、前言

刀劍除卻形而下的直接意義外，更有著形而上的超廣度意涵。古人佩劍帶刀，將其視為身份地位的代表；皇帝將其作為恩賞、封賜之表徵；因此，刀劍並不止於殺伐冷冽之刻板目的，實則為人類多元生活之重要成員。

而刀劍製作高超之科技及工藝性，更為時人爭相珍藏之主因。兩千年前即有高爐煉鋼之發明，大幅提升刀劍之素質，因此劈銅斬鐵情事確為事實；經匠師巧手千錘百鍊枝之鋼刃，自然形成瑰麗花紋，咸令今人嘖嘖稱奇。配件裝飾華麗多彩，爭奇鬥艷，有穿花走龍精雕細琢，有鑲金嵌銀珠光寶氣，將當代的社會價值與文化特色展露無餘；整件刀劍的形制，隨著時代更迭，民族興替皆有顯著差異，成為近代史家追索當代民情風俗之另類途徑；整把刀劍結構之完整，力點掌握之準確，連接點素材之選擇，精緻巧妙之雕刻裝飾，再再都是先民智慧的最高結晶，亦為美學表現的另一個面向。

現今社會雖已脫離以劍防身，以刀建國之必要，但刀劍深埋人類內心深處的喜愛，並未依時日遷移而稍有消退情勢，由歷年國際刀劍標場標案的數量與節節升高的價格即可得知；而且刀劍刃材煉製工序繁複細膩，配件工藝又是金屬與非金屬複合的極至美術表現；因此，現今刀劍作品與其稱之為寶刀、寶劍，不如直接以其存在之大功能，改稱它為『藝術刀劍』較為適合。各主要文明國家對刀劍之重視，也都以這觀念為基點，將其視為實用科技與造形藝術的一環；美國為其藝術刀工成立國家級之「ABS 刀匠協會」等國際知名專業組織，定期舉辦各項跨國作品展；日本更將刀劍製作視為國家級無形文化財，將其美術刀劍作者組織如「全日本刀匠會」、「刃物研磨協會」等，正式名列於文化部門中，以便公開保護與推廣。

而現今海峽兩岸刀劍藝術由於各項客觀條件未臻至善，確處於方興未艾期間，所幸仍有許多現代歐冶，不畏艱難，投注畢生精力、心力，全力創作、創新；所產出之精品，亦不亞於各先進國家知名刀工、刀匠之水準，各類佳作也漸在世

界各國現代刀劍市場佔有一席之地，甚或發光發熱。但多半單打獨鬥，缺乏整合力量與正向輔導，因此此時投入學術研究行動，將其技術與作品做科學性整理、分析、建議，當是最恰當的時機。

四、研發理念（或創作理念）

- （一）完成海峽兩岸第一本完整的藝術刀劍製作技藝專文，用以拋磚引玉，使更多奇人隱士，重新現身說法，活絡刀劍藝術領域之研究風尚。
- （二）提供海峽兩岸製作藝術刀劍同業技術與資源之交換平台。
- （三）以科學驗證，提供業者進步的正向指標。
- （四）提升此一產業之科學、藝術與文化地位，使其能為傳產工藝與科文經濟資源提出可觀的貢獻。
- （五）使藝術刀劍研究專著得以附眾化，普遍化，科學化，不再是迷信傳說的深遂，古董界的傳奇。
- （六）期待改變世人對兵器的刻板印象，了解「殺人的人而不是兵器」的正確觀念，進而將兵器帶入純藝術的領域，供人賞析與懷想。

五、學理基礎

- （一）一般鍛造學
- （二）鋼料學
- （三）刀劍鍛造與合金原理
- （四）日本刀製作技藝
- （五）日式仕上研與一般研磨技術

六、研究主題內容

本文以鍛造法工匠為主，探討的問題如下：

（一）鋼料選擇：

1. 自行自鐵砂煉製：鐵砂來源、品質（雜質現象與含碳量多寡）、煉製技術、成品品質（雜質量與含碳量的百分比）；以『紅外線高溫溫度計』正確的紀錄每一個工序的溫度，提供業者一個精確的化學反應數據，減少其失敗的機率，以降低成本。
2. 以廢鐵材自行煉製：廢鐵內容、精鍊成果（雜質量與含碳量的百分比）。
3. 以單一鋼料為基礎鋼：原鋼料型號（可知其質量）、摺疊時的溫度（一般傳統鐵匠都是以顏色，憑經驗斷定黏合溫度，這就是要紅外線溫度計正確記錄其經常使用之『固態焊接』溫度的原因）、摺疊界面的清潔程度（決定其『地肌』紋路的清晰度與黏合強度）。
4. 以不同含碳量鋼料交疊鍛打：鋼料含碳量相差數據、基礎黏合層數黏合溫度（可知其黏合強度）（以『紅外線高溫溫度計』正確測量其熟悉的溫度）、摺疊鍛打溫度等。

（二）刀劍刀體成形：

1. 鍛打環境：

- （1）爐具：台灣使用之無後擋式開放爐，可製作較長刀劍，提供原理與形制，供其他刀師參酌使用；鍛打用爐幾乎都是單一出風口，但熱處理爐，則可為多出風口，較容易取得均溫，這是大陸刀師較常使用的方式，

符合理論原則也提供台灣刀師參考。台灣爐基襯鐵為中空導水（與水箱水自然循環，可延長爐心使用時間，爐渣易清理），大陸刀師則多為單一鐵筋（易生難清理爐渣，造成鍛打工作中的麻煩）；在本案研究過程中確實令兩岸刀師各取所需。

- (2) 煤的種類與來源：焦煤燃點高，續燃力較久，適合高溫處理；一般碳無法持續高溫，若以泥水混合，雖然能加長燃燒時間，卻無法拉高溫度，應屬於一般農具製作用爐；本案進行中以分析成本效應工兩岸刀師參考（以計畫購置之『紅外線高溫溫度計』正確測量其熟悉的溫度，可杜絕其堅持使用之原碳種之迷思）。
- (3) 鼓風機：人力鼓風機，如日本傳統練刀場使用，火候好控制，具傳統色彩，但費時、耗工、耗煤，在傳統工藝表演上或許有吸睛功效，但不合經濟效益；電動鼓風機，出風均勻與操控方便，一般刀師無論海峽兩岸都普遍使用。
- (4) 鍛錘：氣動式、電動彈簧錘、手工錘、方形錘頭、圓形錘頭；台灣匠師使用之器錘絕大多數年資久遠，除郭常喜師外幾乎無法自行自行更換錘頭與維修，許多匠師之所以後來放棄使用器錘製刀劍，應該就是這個原因；大陸則有專人維修，較為經濟。

2. 鍛打方式：

- (1) 單一碳鋼，以鍛打方式塑形（簡單、可靠，但刃面無花紋）。
- (2) 單一碳鋼或數片相同編號碳鋼相疊，再折疊鍛打；依排列方式與挫、磨、轉、刺等方式，製作不同花紋，為一般觀賞形花紋鋼的典型作法；為其花紋控制技術是其賣點。
- (3) 不同含碳量鋼片組和、排列，再折疊鍛打：金象組織更加複雜，紋路更富變化，亦為多數技術較高藝師愛用手法。
- (4) 馬賽克鋼：將預定圖案裁割後，以固態焊接方式黏合於基礎鋼料上，為近代藝術刀匠之主要技法，惟火候控制更加深奧。
- (5) 包鋼、夾鋼、刃口以生鐵砂滲碳等技巧。
- (6) 塑形（素延）：將折疊鍛打完成之鋼錠拉長，塑成預定之刀劍形制；必須注意刀劍尖端之軟、硬鋼位置與配置，刀刃兩面之均衡度與鋒口厚薄（以免淬火時彎曲與龜裂）。

以上工法皆以『紅外線高溫溫度計』正確測量工匠熟悉的溫度，以取得最合理之摺疊焊接溫度值，以杜絕刀劍匠師們過多的『鍛割』（鋼體內部未完全黏合、氧化層脆化或形成氣泡現象）等前功盡棄現象。

(三) 熱處理

1. 熱處理（淬火）：

- (1) 780~800°C 為刀劍高溫淬火的黃金溫度。
- (2) 淬火液若是油淬，一般都不另行加溫；水淬，大陸刀師會使用銅塊加熱後，在水中攪拌，以提溫到一般常溫，否則刀劍刃口容易龜裂。亦有使用傳說中的加鹽以持溫方式，大部分在冬天製刀劍時才需要使用。
- (3) 若為單一鋼料，中式淬火多使用局部淬火方式，使刀背與劍脊部位溫度較低，以取得剛柔並濟的效果。焊接花紋鋼若未夾鋼，方式與單一鋼料相同，若中間夾以高碳鋼，則以出鋼刃口溫度為唯一考量，其他部分本就較慢提溫，自然能達到刀劍刃部刃硬背軟的效果。若是焊接花紋鋼萬層以上摺疊

中間包軟鋼方式製作刀劍刃，那就要以敷土方式劃分刃部與背部區位，也就是刃口包土較薄，刀背或劍脊包厚土以阻延提溫速度，如日本刀製作方式，一樣能求得同一刀劍刃內不同硬度的效果。

- (4) 長刀、劍加溫方式與爐的設計關係，單一爐心則刀師要有絕對的經驗與能力，一般都是用多噴風口、長條爐，來彌補純經驗的熱處理方式。
- (5) 加溫時間與熱處理後的韌度、硬度之間的關係。
- (6) 高周波、急速超低溫淬火技術與其表現之成果。
- (7) 油淬不必回火是一般老刀師的迷思，事實上一定要適度的使用回火，才能取得真正想要的韌性與硬度。
- (8) 低溫自然回火與低溫錘鍛回火之技術與原理。
- (9) 其他媒介（如石灰、煤渣、潮濕河砂等）回火與其溫度控制方式。

以上工法皆須以『紅外線高溫溫度計』正確測量工匠熟悉的溫度，以杜絕刀劍扭曲、水平龜裂等之發生率，可有效為其節約大量成本。

(四) 研磨

1. 研磨：

- (1) 定型：以一般砂輪機、水磨機、手工銼刀、砂帶機、傳統鉋刀、高號數砥石或砂紙等方式取得熱處理後的刀劍刃磨出雛型時，要特別注意轉速、溫度、研磨器材號數、研磨方向、力道等。
- (2) 修正：以一般砂輪機、水磨機、手工銼刀、砂帶機、傳統鉋刀、高號數砥石或砂紙為研磨工具，將定型後的刀劍刃磨至刃面無明顯磨痕，各部線條明顯清晰，各區域厚薄、寬窄適當；這工序刀師們幾乎都以研磨力道、推拉方向與磨石號數為成功與否的三大重點。
- (3) 表面處理：以一般砂輪機、砂帶機、高號數砥石、水砂紙與各類化學原料來處理最後刀面的要求效果，如一般拋光、鏡面拋光、拉絲處理、酸洗、鍍藍、日式上研、刃取等，將修正後的刀劍刃部處理至預定出廠面貌。

(五) 刃面裝飾：為應特定需求或市場需要，所作的額外刃面雕刻、錯金銀、嵌金銀等工藝，這道工序海峽兩岸刀師幾乎都委託廠外專業處理，而以大陸地區純手工雕刻工藝較為多見，台灣一般都是使用科技方式，如雷射或電腦多轉向雕頭雕刻等。

(六) 性能測試

為不造成業者成本負擔，且不讓辛苦製作完成之作品，遭到以科學研究為名之刻意破壞，理論上都應以超音波硬度計為其作品測量鋒口、刃尖、脊線、刀背與每三分之一距離之表面硬度（HRC）值，但這種設備畢竟不普遍，刀師多半用傳統方式簡研成品，如用硬度測試用銼刀，輕挫刃口以取其硬度的大略值，或直接去砍擊其他物體，如：竹子、獸骨、其他已知硬度的鋼鐵等。

另外較科學的方式，有以下幾個方式，也可檢驗成品良陋：

1. 「非破壞式」硬度檢驗：

以表面掃描用『光譜儀』最為精準，並可保持受測物體達百分之百的完整，惟體積過大，不易攜帶，且價格過度昂貴；因此退而求其次，以此類硬度計作為本計劃之重要『數據機』，因其以超音波為媒介，高速震盪受測體，刀劍作品上僅留約 0.07mm 細孔，幾乎無法用肉眼看到，破壞性最小，且整組機件

僅重 1.3 公斤，攜帶方便；另隨機選取其相同產品三件，以相同方式取得數據，相互比對將可得知其製作之精準度。

另將向作者取得部分瑕疵產品（剩餘完整部份達 15 公分以上者即可），送『高雄金屬中心』與『高雄海洋科技大學造船工程系材料實驗室』分析其含碳量與金相組織（麻田散鐵 martensite、奧斯田鐵 austenite 與其他金相組織的分布情況），以作為其鍛造工序改進之依據。

2. 金相組織：

必須將刀劍成品截斷，取其 1 公分長斷片，以高溫、高壓鑲埋成圓柱形試片，經 7 道研磨拋光手續後，以高周波潔淨其表面，再以稀釋之『苦味酸』微微侵蝕試片中央金屬表面，置放於 500 被顯微鏡下，即可明顯觀察其金相組織。若為積層鋼料，將先檢驗其接合斷面是否完全黏合，再看其是否還有肥粒鐵存在，若有，且數良較多，則該件作品硬度一定不高，不過韌性應該較好；再看麻田散鐵及雪明碳鐵數量與分布的均勻度，當然刀劍硬度與耐撞擊力一定與其成正比的（將送國立高雄海洋科技大學金屬研究是處理）。

含碳量必須將試片擊碎研磨成粉，再以化學方式分離碳素，計算其比例（將送高雄金屬研究中心處理）

3. 硬度：

非破壞是檢驗如前述「研究內容」；破壞是檢驗如（一）製作試片後，桌上型硬度計可於各區域（如鋒口、刀背、地鐵區、心鐵區等），以撞針壓出一個倒金字塔型凹痕，再於顯微鏡下量其四角距離，即可換算出其硬度；一般刀劍鋒口若能有 HRC（洛式硬度）58 度就已經是完美，若超過 65 度以上，脆裂的機會將隨之急遽增加；反之低於 50 度，其刀口發生捲口、鈍化的可能性則相對提高。一般刀口硬度若高過刀背，地鐵（外圍鋼）硬度高過心鐵（包在裡面的鋼），這件刀劍作品應較能防震，也就是所謂『剛柔並濟』的道理。

4. 耐撞力、金屬記憶力：

用 30 公分試片，夾於 30 公斤擊錘前；將擊錘提高至 90 度角，以自由落體式撞擊該試片，看是否會斷裂或扭曲，即可測得其耐撞擊力與金屬記憶性如何。當然次數越多越好；至於多少次才是最好，倒是沒有一個定數；不過，若一次就遭破壞，那該件作品當然無法過關。

5. 耐蝕力：

將 30 公分試片放置海水中浸泡；高級不銹鋼皆可耐過 72 小時，一般碳鋼幾乎無法超過 30 分鐘，即開始氧化；至於是否越久越好就得看作品的目的若是製作潛水刀或特種部隊的多功能戰術刀具當然耐腐蝕性要越高越好若是製作以切割為主的刀具那不銹鋼料由於鋒利維持度較差且研磨較難就不適合採用而一般刀劍多為碳鋼耐腐蝕性應該不必過度要求

耐撞力、金屬記憶力、鋒利維持力與避震性，其實都是以傳統方式測試，即直接砍擊硬木或切割粗糙麻繩，以操作次數越多越優；由於是以人力操作，力道不均，以此作為比較用數據有失客觀，不過，此一原始測試方式與成績，卻是現今絕大多數刀師們誇耀或自我反省的唯一依據。

（七）幾項刀劍刃部認知的迷思：

1. 鍛造鋼與工廠鋼的優劣問題：

若只是比較其鋼性優劣，其實兩者都差不多，也許工廠鋼還會略勝一籌，因為工廠鋼經高科技製作，品質當然較為穩定精良。但若問市場價格與保存價

值，當然鍛造鋼材較為可貴，畢竟他還含蘊了刀師的心血與智慧。

2. 敷土燒刀與其他熱處理優劣問題：

一樣若只是論其鋼刀品質問題，兩者相去不遠，但若要求刀面效果與市場價值，當然敷土燒刀效果較佳，也較具故事性與市場性。

3. 古刀好還是現代刀較優：

這些問題都需要考慮式場要求問題，科技只有越來越進步絕不可能走回頭路，因此若問鋼料何時產生的會較優，當然是現代鋼料！但是若以收藏性與市場價值分析，又是古刀較好，因為古刀的作者已經作古，絕無法再生產出任何相同的作品，如此而已。

4. 有最好的刀嗎？

沒有最好的刀，只有最適用的刀。

5. 刀刃是越硬越好嗎？

硬卻沒彈性，一旦產生不可避免的撞擊，必定碎裂，因此光只有硬，那把刀是無法使用的。一般短刀由於力距不長撞擊之後的應力不會太大因此超過 60HRC 較沒有問題，但是長刀或長劍若能到達 58HRC 左右，就已經是光榮的硬度，不需要也最好不要太硬。

6. 刀刃的避震力與彈性是怎麼分的？

避震力一般指的是當刀刃砍擊物體時，刀具本身能自我銷蝕的應力有多少，也就是刀砍物體時握刀的手感覺的震動力有多少。彈性指的是刀刃的金屬記憶性有多少，也就是說將刀彎到什麼程度時，就無法還原原來的樣子，當然能容忍的彎度越高彈性越好，不過也因為彈性太好，硬度當然就相對不足。

(八)廣東陽江竹本工作室日本刀製作技巧

竹本先生自行燒製製刀的主要材料「玉鋼」。他先調鋼砂，篩選(除細土粒等雜質)，封爐(以黃土填爐底、洩流口)，添木炭、生火；定時加鐵砂、木炭，放硫、放雜質，煉成玉鋼。

即便「古刀」期的刀劍所用的物料和製作法門都已經失傳。以現時的科技也不能準確推算出爐火處理前的物料成份和爐火處理的溫度、時間、次數、淬火方法等資料。但從「江戶」時代的記載現代刀師約略可以列出一般典型的製刀步驟：第一步：「水挫」(Mizuheshi)

又稱為「水減」，就是將「玉鋼」加熱並錘打成厚度為約 5mm 的薄片。用水將其急速冷卻，讓含碳量足夠的部份自然碎落，作為製刀的材料。這當中刀匠要對鋼片的溫度和水溫有極準確的把握，才能夠收集到含碳量合適的材料。

第二步：「小割」(Kowari)

將鋼料打碎成 2 到 3 cm 長短的細塊，不碎的部份就是含碳量過低。用含碳量雖高但卻不一的可用鋼料預備做成「皮鐵」，用含碳量較不夠的鋼料預備做「芯鐵」。

第三步：製作燒台

燒台將會成為刀身的一部份，所以必需以優質的「玉鋼」製造(燒棒不是刀身部份，可以用任何鋼料製作)。不過許多刀師都直接用工業用高碳鋼製作，效果不差。

第四步：「積重」(Tsumikasane)

將「小割」所得的碎鋼塊，一層一層的堆疊在燒台之上，有時會用焊接的方式處理以防跌落。不同的刀工流派有不同的焊接方式；

平行排列的焊接稱為「短冊鍛」，交差排列的稱為「拍木鍛」，十字形排列的稱為「木葉鍛」或「十文字鍛」。以鍛造一支「刀」（「打刀」）為例，就需要積聚約 2 到 3 kg 的鋼材。

第五步：「積沸」（Tsumiwakashi）

「積重」完成的物料放入爐火，為確保鋼料與空氣完全隔絕（以免爐火消耗鋼材中的含碳量）並讓熱力慢而均勻的為物料加溫，置入爐火前刀匠將鋼料用沾滿泥汁和稻草灰燼的和紙將鋼料緊緊包好。

第六步：折返鍛鍊

日本古時一直未有機會發展高溫鍊爐的技術，要鍊製均質的刀劍就非常困難。為克服如此問題，唯有應用「折返鍛鍊」的技術。今天雖然工業進步基鋼就已經是精鋼，但為商業目的或為一個全然復古的理想，還是用傳統的方式處理。

竹本先生習慣使用以『甲伏鍛』，另有四方詰、本三枚等折返鍛鍊方式：

心鐵：2×3×2×3×2 共五次

皮鐵：2×3×2×3×2×2×3×2×3×2 共十次

層次愈多，鋼材中的碳和各種成份就會更加均一，鐵晶體也會更細緻，製成品的強度亦會較高。在「折返鍛鍊」期間，不斷的錘打會令鋼材中一大部份的雜質化為火花飛走。雜質是鋼材的「強度弱點」，損害往往由「強度弱點」開始，慢延至材質的整體，成為全面的損壞。「強度弱點」的數目愈少，慢延破壞的機會也隨之減少。所以，鋼材愈純淨，其強度和韌性就會愈高。竹本先生採用日本製刀師的方式用水爆的技術讓碳化層脫離鋼體，再用自己研發的方式在水中加入明礬，每一次入爐前都在水中過一次讓雜質淨化。另採取日人煉刀的低溫鍊製（低於攝氏 1000 度），鐵晶體一直能夠保持在細密的狀態，所以焯火之後根本就不需要回火，除可減少碳份的流失，而硬度、強度和韌性也都能夠保持，不會有一般高溫煉製刀劍導製刀劍鋼體內鐵晶體肥大的問題。

此外，經過「折返鍛鍊」的刀劍，刀身中自然形成有如木紋一般的表面紋理稱為「地肌」，美觀之極，有人將它當作斷定真假日本刀的依據之一。

第七步：「造邊」

日本刀鋒利又不易彎曲，擁有「剛硬」與「柔韌」兩種特性，也就是集剛柔兩性於一身。就因為日本刀並非由一塊鋼材打造而成，而是由一層剛硬的「皮鐵」包裹著另一柔韌的「芯鐵」，焊合而成。「皮鐵」由含碳量較高的「玉鋼」經「折返鍛鍊」製成，而「芯鐵」則以由含碳量較低的「庖丁鐵」（或用低碳生鐵，或用含碳量低的「玉鋼」）「折返鍛鍊」製成。將心鐵包於皮鐵之中就叫做「造邊」。

第八步：「素廷」

將「造邊」後的混合鋼材打造成長條形，成為刀身的基本形狀。

第九步：打造「切先」

為確保「切先」與刀身有同樣的混合鋼材分佈，也為了得到通順的表面紋理，竹本先生與日本人一樣將刀尖斜斜切去一段（尖角在邊鋒的位置），再以小錘將尖角打造成向後的彎弧，成為「切先」。

刀匠鍛造「切先」的時候，鋼材處於高溫狀態。焯火過後（即是將刀身放到水中冷卻），「鎬」的部份遇冷收縮，「刀」的晶體卻會膨脹，所以「銚子」會向「棟」的方向返縮。製作「切先」是最考究手工的步驟，所以由製成品的「切先」可以看出刀匠本身的功力。

第十步：「火造」

以小錘將刀身各部份打造成形和修正。

第十一步：「燒入」(熱處理)

最後的火鍛工序，不同流派的刀匠有不同的成份和調製法調製「燒刀土」(Yakibatsuchi)，竹本先生使用當地黃土、砥粉(磨刀時溶出的粉末)、碳粉(木炭研粉，經過濾)，為敷土材料。將成形的刀身用「燒刀土」包封。「刃」的範圍用土較薄，「鎬地」和「棟」的範圍用土較厚。泥封好的刀身會被放到攝氏 750 至 760 度的爐火之中。刀匠由爐火的顏色以確認溫度，若溫度高於攝氏 800 度以上，完成品就會出現鐵結體肥大的現象，會影響強度。

經過特定的加熱時間，刀匠就會將刀身移離爐火，再放到水中急速冷卻，即是「焯火」(竹本使用當地自來水，沉澱後取用上層水，加溫到攝氏 28 度左右使用)。因為「燒刀土」厚薄不一的關係，「刃」的冷卻速度遠較「鎬地」和「棟」為快，所以「刃」的硬度會遠較「鎬地」和「棟」的硬度為高。亦因為急冷的緣故，「刃」的鐵晶體會發生異變，體積變大，所以焯火之後刀身會進一步向後彎曲。

第十二步：研磨

竹本先生自行研磨，程序如下：

先使用電動水磨機定型，接著進行下地研(一)：金鋼砥、備水砥、改正砥，下地研(二)：中名倉、細名倉砥、內曇刀砥、內曇地砥，接著就是需要絕對安靜的仕上研：使用刀艷砥、地艷砥，最後是「拭」(金肌)、金屬棒研磨、橫手製作、切先(帽子)研磨與刃取。

七、研究方法

1. 研究方法：

(1)以田野調查為主要工作，將

大陸分為：

中部：以浙江龍泉地區為主要對象

南部：以陽江為主

台灣分為：

北部：以秦祥麟為唯一對象

中部：陳天陽、陳遠芳兩位刀藝師，及其周邊配合之工匠藝師為對象

南部：以郭常喜、陳柏村兩位刀師為主

(2)在刀藝師工作室內，以儀器實地觀察、攝影、記錄其工序與製作理念

2. 進行步驟：

(1)與各刀工溝通，請其同意攝影與記錄其視為秘密之製作方法

(2)實際田野訪查、紀錄與分析

(3)完成綜合分析與書面資料

3. 執行進度：

(1)一~八月：

A. 蒐集相關文字與各地刀工背景資料

B. 完成第一輪田野調查

C. 初步分析並找出優劣中間值，供研究對象參考改進

(2)九~十二月：

- A. 完成第二輪田野工作，審度前一期提出之建議是否有實際功效
- B. 完成所有資料、數據建檔工作。
- C. 完成海峽兩岸藝術刀劍製刀技術之綜合工序與數據。

八、研究結果

(一)對於學術研究、國家發展及其他應用方面預期之貢獻

- 1. 完成傳統刀劍製作技藝專書。
- 2. 將一位傳統藝師的執著與奮鬥彰顯，希望能具勵志功效

(二)對於參與之工作人員，預期可獲之訓練

- 1. 古籍閱讀能力
- 2. 相關學術資料蒐集之敏感性
- 3. 傳統工藝之鑑賞能力
- 4. 資料之分析、研判與綜合能力
- 5. 增加金屬科學與力學知識

九、中英文參考文獻

1. Setsuo Takaiwa Yoshihara Leon and Hiroko Kapp · 『The Art of Japanese Sword Polishing』· 講談社發行 · ISBN4-7700-2494-0 · 2006/02/24

這是一本專門說明日本刀獨特且繁複的磨刀技術，與砥石種類的專業書籍，將日本刀之所以呈現如詩似夢的刃面紋彩，寫得非常仔細，值得以其檢視研究對象之作品品質。

2. 鈴木卓夫 · 『作刀之傳統技法』· 理工學社 · ISBN4-8445-8563-0. 1999/01/25

這是目前日本將其傳統日本刀的全部製造過程，描述得最完整易懂的一本書，包含刃部打造、鞘、柄製作、與金工雕琢技術都有涉獵，可以其工序來審度研究對象之製程問題。

3. 織本篤資 · 『和式刀的世界』· 並木書房 · ISBN4-89063-058-9 · 1994/10/25

這是一本介紹日本傳統鍛造短刀技術的專書，對傳統獵刀、工作刀等中型刀具之製造，有完整的說明。

4. 永三光幹 · 『日本刀之研磨－研師之技、眼、心』· 雄山閣 · ISBN4-639-01554-2 · 2001/07/05

這一本書將日本研師（研磨刀劍的師傅）的磨刀經驗作極深刻之形容，可謂磨刀之心法，對研究對象的刃面處理，是一個極好的審度尺標。

5. 林智隆 · 『中國刀劍藝術研究初稿』· 翠柏林出版 · ISBN957-98372-0-1 1997/10/25

這是國內第一本刀劍沿革與製作、保養方法最早也最完整的一本專著，詳實記載台灣著名刀劍工藝師陳天陽師傅的鑄刀劍技術，將以其他研究對象的製作技術與工序，來驗證書中傳述之傳統鑄劍方法，並以科學、物理現象，來解釋傳統工序與專用術語。

6. 林智隆、陳鈺祥·『鋼之流采—郭常喜之摺疊花紋鋼鑄劍技藝』·文史哲出版社· ISBN：978-957-549-753-8. 2007/12/01

這本書將台灣傳統打鐵技術，作極為詳細之介紹，並將郭常喜先生獨獲台灣專利的積層花紋鋼鍛打技術，作極為仔細的說明；應該屬於刀劍製作上實做工序的基礎，將以其為尺標，將各研究對象之工藝與其比對，作為『比較效標』。

7. Bo Bergman·『KNIFE MAKING』·Lark Books·ISBN1-887374-37-x·1997

這是北歐製作小型獵刀的全部工序，值得當做審度研究對象作品精密度與風格表現之基石。

8. Leo S. Figiel, M.D. ·『On Damascus Steel』·Atlantis Arts Press· ISBN0-9628711-0-9 ·1991

伊斯蘭世界的烏茲鋼，又稱大馬士革鋼的製作技術已經失傳，這是一本非常詳細的大馬士革鋼樣本與簡易製作圖示的書籍，或許可以從中得到一些啟發，去比對研究對象的製作方法，有無類似之處，也或許能因而尋回這千年絕世的優秀工藝。

9. 吳錦榮 『龍泉寶劍鍛造技術』 浙江攝影出版社 2008/05

這是龍泉刀劍製造技術，被中國列為無形文化遺產後，正式寫下的傳統中式刀劍製作方法的唯一專書，非常值得以其為依據，審度大陸中部刀師們的製劍優劣，亦可作為其他地方製劍觀念的比較。