

扣件量化生產的起源？

文/Peter Standing



圖1、15世紀的武裝騎兵

但讓英國擔心到極點的原因，是來自義大利北邊的騎兵穿上了當時新高科技的鎧甲，這種設計和產製讓義大利騎兵的鎧甲無法被英國當時的主要武器（錐尖頭的長弓箭）刺穿。這些好比現代導彈且令人懼怕的弓箭從1千名受訓弓箭手的手中，以每10秒鐘一支的速度射出去，在進攻的騎手攻下彼此敵對陣營之間一半的距離之前，就能佈滿遮暗整個天空。

所以就在堅不可摧的義大利騎兵進攻之際，全副武裝的騎手僅需駕馬蹂躪無力回天的英國弓箭手。在閱讀這段渾沌歷史中早已被遺忘許久的故事時，筆者突然想到一個與製造相關、很有意思的問題。15世紀時，歐洲的板金製盔甲已變成所有貴族階層中每位男性必備的裝備。的確，那些位處社會高階的人會對盔甲做細緻的裝飾，也常常將盔甲鍍金，以創造想讓人印象深刻的戲劇化效果。

在中世紀晚期，所有的板金製盔甲都是手工打造，或是以鐵方坯製的水力傳動式杵錘來打造。胸鎧在某些部分的材料最厚會達到3mm，但在材料產製的過程中會被縮減到1mm以下的厚度以用在手臂和腿部，當然還包括手部和足部的保護。在盔甲上使用非常聰明的交互鎖固與滑動元件以及搭配個人的客製化設計，代表著受完整訓練的武士將能夠在地面上戰鬥時擁有完整且長時的行動力。

一整套完整的歐洲板金製盔甲約有30公斤重，比現代軍人背入戰場的裝備重量還要輕。有鑑於15世紀歐洲多數國家都有戰爭天性，筆者突然想到當時的歐洲每年會有約2萬件全套盔甲裝備的產製需求。

假設料的產量是50%，每年就需要供應100到200噸的板金鐵和板金鋼！須注意的是，騎馬比武（一種友善的比武）所需的盔甲重量較多，每套裝備需要50公斤以下的盔甲，所以以上列出的數字只是保守估計。

將近六百年前的某個八月早上，以武器武裝的男性以及長弓手組成無戰不勝的英國軍隊走出了環抱法國諾曼第地區維爾納葉鎮的森林，映入眼簾的竟是法國與蘇格蘭聯軍的陣仗，以及兩側夾攻助陣的米蘭與隆巴德聯合騎兵，讓這支英國軍隊為之震愕。這些騎兵是米蘭公爵派來幫法國國王打仗的僱傭兵，他們的穿著如圖1所示。

製造業規模下的盔甲

15世紀歐洲板金製盔甲的供應有個迷人之處，就是它的來源以義大利北部、德國南部、和奧地利為大宗。在這些地點和他處，盔甲是以家族經營的方式來產製。就如同中世紀的石匠，家族中的每個製造者都有自己專屬的「製造者標誌」。今日這些盔甲製造商存在的證據和跡象已不可考，而在輸了1427年的麥克拉迪克之役且讓8千名士兵被威尼斯軍擄獲之後，米蘭公爵命令全國工廠在一周內產出4千件騎兵裝備和2千件替代步兵盔甲！筆者個人推測2千名米蘭騎兵就是在7年之後穿了這同一套盔甲並面對面對抗英國軍。最後米蘭和威尼斯簽了和平條約，所以米蘭公爵還得想想辦法回收成本。

1452年，米蘭公爵接獲通知，在他統治下的三間盔甲工廠若是合力，每日就能生產18件全套的盔甲。為了做到這一點，就會需要具有工業規模的作業與產線。位於「收貨端」的勞工和實習生會將部分加工過的庫存品送到專攻胸鎧、頭罩、腿部與手臂護具的產線。產線的終端會安排技術最好的工匠和最終檢測的人，這和現今的製造業沒什麼不同。這種製造業的建置可能已包括國際的銷售團隊，他們的工作會是向那些出現在重大騎馬比武賽事中有錢有權者獲取訂單。此外，每家主要的製造商可能雇用四處周遊的服務工程師團隊和可以調整、修復與替換過期零件的能者。

這當然都是筆者想像的概念。如同近期兩份博士研究（參考文獻1與2）得出的結論，目前未知有任何證據能支撐這個概念。但每位工程師都會認同，若沒有規劃就無法完成什麼有用的事，而且要生產一百件全套的盔甲當然就會需要能高度勝任且組織優良的建置。

圖二是神聖羅馬帝國皇帝馬克西米利安一世在因斯布魯克軍械庫指導首席軍械士怎麼造軍火(參考文獻3)。這個木雕畫是為了「白國王」這本書所雕刻的，畫中包含對武器和盔甲製造的想法。文字描述說：「這位年輕的國王創造了戰士盔甲的新藝術，他的工廠一次就能做出身體前後半部的盔甲組件各30個。」這句話當然也暗示了某種機械生產方式已超越了單人槌擊金屬的生產方式吧?(參考文獻4)

盔甲的緊固作業

板金製盔甲的效用就發揮在此盔甲的曲線設計上，可以擋開攻擊，此外也發揮在材料品質的改善和加工處理的方式。同樣重要的是活節接頭的設計和製造，讓穿戴者能長時持續且自在地移動或作戰。

當然，只要沒有緊固住所有的零件，就產不出能飛、能在道路或鐵道上跑、能洗衣或能提供生活不可或缺之通訊設備的萬物了，自古以來皆是如此。

就像今日的身體護甲，在古時候，疊加起來的小板金會被綁在一起或縫到衣物上以保護穿戴者。正是將鋼鐵加工到大片板金上的能力才得以製造出全套的身體護甲。那麼這裡的一大問題和限制，就是所有的組件是怎麼固定在一起的。

不意外的是，此時扣件的首選就是微不足道的鉚釘。但意外的是這四處常見的鉚釘的設計、數量和鉚釘的生產與供應的來源。今日飛機的所有外部面板是用埋頭鉚釘固定起來的，以協助流線化的機體外型並減少飛行阻力。你知道嗎，許多中世紀的盔甲也將平頭鉚釘使用在適用之處，以確保重擊到盔甲表面的武器只會滑開。

中世紀的軍械士會在必需之處使用頭部較大的扁圓頭鉚釘和平頭鉚釘，以確保皮帶和襯布的緊固很穩且保持定位，這跟我們今日的作法是一樣的。

扣鈕式鉚釘是用在針對皮件溝槽的可拆卸式緊固作業，就像是今日牛仔褲和流行衣飾上鉚接排列好的金屬扣件。中空環首鉚釘也是用來讓繩線或皮條緊固住盔甲。這同樣也是為什麼我們今日會把它們用在繫帶鞋、帆布背包和防水布上。

某些刻意要秀出來給人看的鉚釘頭部有著複雜的設計，包括花、三葉形、錐形和四角錐形。這些都是用銅或銅合金鑄造，然後拋光或鍍金以創造需要的設計效果。

其他的緊固元件包括讓頭盔帽舌保持開與合的鎖舌、樞紐，和有時搭配螺帽(非今日隨處可見且常用的鉚接螺帽)使用的手工螺絲。

或許，中世紀盔甲這種扣件科技最令人驚豔的發展，就是滑動式鉚接件。如圖三所示的這些物件讓上臂、手肘和下半身的關節得以活動。這些可移動的金屬片在當時稱為「lame」，是一種交疊的金屬片，讓穿戴者的上臂和手肘在無阻礙的狀態下可以往三個角度做肢體動作，這些金屬片彼此緊緊的鎖固在一起，以避免被刀劍穿透。再加上這些金屬片能覆蓋住手掌和手指，在下馬戰鬥的時候能為關節自由活動的腳部提供保護。中世紀工匠的技術成就顯而易見且具備意義。

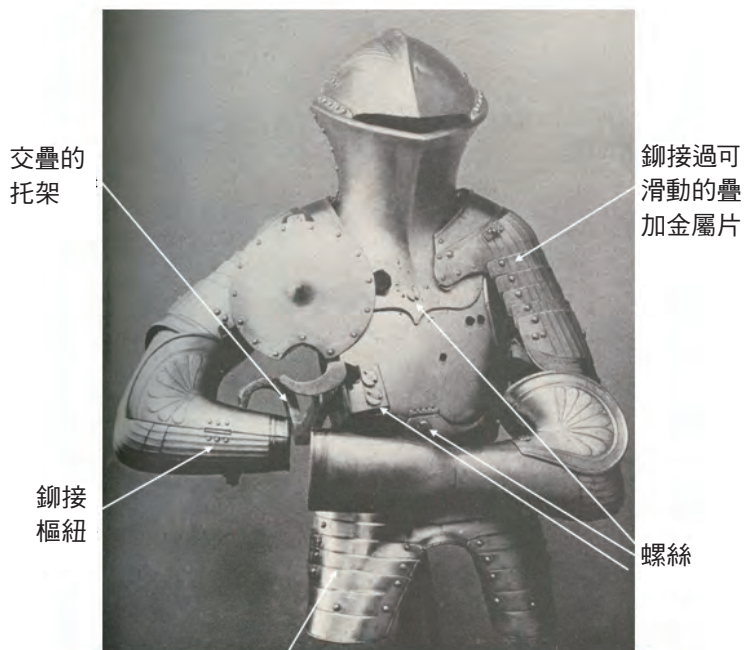


1525年漢斯·布格馬爾的木雕



波希米亞玻璃畫

圖二、科拉德·塞森豪弗的工廠(筆者多年前在一家骨董店找到過這個玻璃畫)



鉚接過可滑動的疊加金屬片

圖三、用於在馬上比武的德國重裝盔甲

圖三為這種接合件的設計提供了一個例子，展示了鉚釘、鉚接樞紐和手工螺絲的使用方式。

供應方面的問題

從上可知，在文史資料中提到的中世紀歐洲騎士法庭、競技賽和頻繁的戰爭背後，存在著工匠的工藝，他們讓這一切都成為可能。

所有社會最低階到最高階的地主都持有城堡並雇用軍人，以保衛財產。在那個時代，成就是用土地的數量來計算，你持有的越多，就需要更多軍人來防衛或增加更多土地。

有了現代化的車輛生產，車可以從一國出貨到另一國，或在販售給國內製造商的地點上生產，或是在移植的工廠中製造。在中世紀的歐洲，板金製的盔甲主要是在義大利北部、德國南部和奧地利製造。不像今日的汽車產製，這些中世紀的家族企業並未將品牌延伸到海外，反而有錢有勢的國王當時從盔甲被產製的據點雇用技術好的工匠，並試圖設立自己的工廠。這相當類似於今日的中國政府是如何在汽車市場中創造主導地位。在西元1500年晚期，英國國王設立了一間軍械庫，可以快速鎖定3到4萬名士兵。在國家文件中，兩位前往拜會君王的英國籍公務員描述了他們如何旅行到因斯布魯克(奧地利)並雇用當時能找到的七八名電鍍者，將他們帶到英國去新的軍械庫工作。該文件解釋：「所有先前帶來的電鍍人員如今幾乎都已去世，除了其中一位仍活著，他的個性非常陰險和頑固，絕不教導任何英國人電鍍的真實機密。(參考文獻3)」筆者用了自己的話寫出了這段超過5百年前的語言文字，但這份文件蘊藏的氛圍會讓任何待過工廠的工程師心有戚戚焉。這段描述該未知名奧地利籍工匠的描述也可套用到任何有生產扣件的地方，充分地點出了工廠中那些了解某些機器的運作卻不分享知識的人。

扣件隨處可見而且是成就的必要關鍵，這在今日或在中世紀的歐洲都一樣真實。雖然對於當時鉚釘的製造方式仍未知，但製程可能類似製造釘子。顯然地，每個村落或小社區都會有在地的鐵匠可以製造釘子或某些鉚釘，但要上競技場或戰場的話就會需要好幾種不同類型的鉚釘，這些鉚釘是現成的且一應俱全。

這種觀念是同於釘匠，釘匠在每一個12小時的輪班中能生產1公斤(2,000到2,500支)的釘子。他們的存在支撐著這樣的論述：「義大利北部倫巴第的工廠以極具競爭力的價格產出這些小小的鉚釘產品，帶出巨量的鉚釘貿易。(參考文獻2)」

所以大家對奧地利的印象就是提供最輕、最強、保護力最好的盔甲所使用的最佳板金材料。這應該不令人意外，因為奧地利在2千年前孕育出德國哈爾斯斯塔特鎮的鐵器時代文化，如其名稱所指，它就是立基於造鐵的科技。毛杯狀態或粗板金狀態的原料以動物搬運的方式橫跨阿爾卑斯山到主要的產製工廠。在那裡，有生產頭盔、護胸/護背板、腿臂護具等等組件的工匠把專業化作為日常便飯。今日許多北義大利的家族工程事業中程奉行與其他業者合作的模式來處理大訂單，單一家公司是無法處理這種大訂單的。

在扣件方面，相同之處是這些專業化的物件會被其他工人大批量地生產，讓薪水待遇比較好的軍械士可以做好工作。若這情況屬實，就代表可以進一步做有趣的推測。換句話說，當時的扣件是要被製成標準的尺寸嗎？如之前的引述所言，如果「這些小小的鉚釘產品真有巨量的貿易量」，那麼在集體合作生產時為了特地滿足此需求，所供應的產品就必須被製成標準的款式和尺寸吧？

現在很耐人尋味的是商業層面，這種交易要如何成形？正是此時期，義大利文藝復興時期的家族透過銀行業務變得非常有錢，取得了王室的地位。既然這種金錢交易是普遍於中世紀歐洲的標準做法，為何同樣的運作方式不可以套用到軍械士(他們為所服侍的封建領主守護財富)？據傳公爵曾欠身為軍械士的米薩利亞一家十萬里拉的欠款。當時一位政府極高層人士的薪水每年頂多也只有160到300元里拉之間。這是否代表身為經銷商的米薩利亞一家以及其它軍械士當時已在生產並經銷多桶的扣件到全歐洲？

若是如此，又要如何交易？他們會派經銷代理人到各國尋覓訂單並帶回總公司嗎？當時會有零件型錄列舉出標準的產品類型和顧客要求的扣件尺寸嗎？或許他們當時雇用了自己的「周遊銷售專員」，去各

個城堡中拜訪現有顧客的盔甲工廠，或可能隨機拜訪新顧客以尋求可能的事業機會並強化銷售紅利？

結論

筆者臨時起意想到了中世紀的盔甲，催生了這篇文章，也讓筆者興起了滿滿的興趣。結果導向了一個結論，就是一百年前為歐洲社會中有名又有錢的人生產必備時尚衣飾的製造商，其實也和今日的我們沒什麼不同。簡言之，這些製造商當時生產的這些高度被渴望的產品，對大多數人來說是永遠遙不可及的東西。要確保事業成功，商業可行性是絕對必要的條件，但若這種成就已超過能負荷的範圍了(例如單一週的需求量已達到6千件全套的盔甲)，那麼為了維持事業，就會需要引進新科技和作業方式。

因此，筆者認為歐洲盔甲產製的黃金時代位處於大量生產的尖端。前述的每年2萬件盔甲會是一個具重大意義的產出量。若假設每件盔甲需要500支扣件，那每年就必須生產1千萬個物件。還有，如同現在的汽車產業，在一種車款的生命週期中的售後市場規模會跟新車款的售後市場一樣大。以中世紀盔甲的狀況來說，板金盔甲的維修端至少會把扣件的產出量推升一倍，這就可能把年製造量推升到2千萬支以上。如果假定製釘師的產出工時是前述的每日12小時，這就會需要全歐洲8千到1萬人專攻製造盔甲用的扣件。是不是很可觀？

若有人去研究過去其他大規模軍用途的扣件產製和使用狀況，應該會很有趣吧？我心裡想到的東西分兩個研究主題分別是秦始皇的兵馬俑和羅馬軍團。因為這兩者都屬於同時期，而彼此之間無歷史上的接觸，所以比較它們各自的扣件設計和使用狀況的話會很有趣。

噢，順道一提，您若好奇米蘭騎兵在維爾納葉戰役中追擊英國弓箭手之後發生了什麼事，可以說最後他們馳馬掠奪了英國的行李搬運火車。傭兵會做那種事。其餘的英國軍隊接著以當時的標準戰術擊敗法國和蘇格蘭，讓勢不可擋的米蘭人的成就頓時變得無意義。這導向了一個總結，就是重要的並不是工具和扣件，是你使用它們的方法和位置才算數！

參考文獻

1. Nickolas Dupras, "Armourers and their Workshops. The Tools and Techniques of Late Medieval Armour Production." PhD Thesis. University of Leeds, UK, 2012.
2. Matthias Goll, "Interdisciplinary studies on the technology of late medieval European armour production between 1350 and 1500." PhD Thesis. University of Heidelberg, Germany, 2013.
3. Charles Ffoulkes, "The Armourer and his Craft." London: Methuen, 1912, reprinted Toronto: Dover, 1988.
4. Charles Ffoulkes, "A craft-picture by Jan Brueghel." Burlington Magazine for Connoisseurs, 19 (1911), 41 - 48.