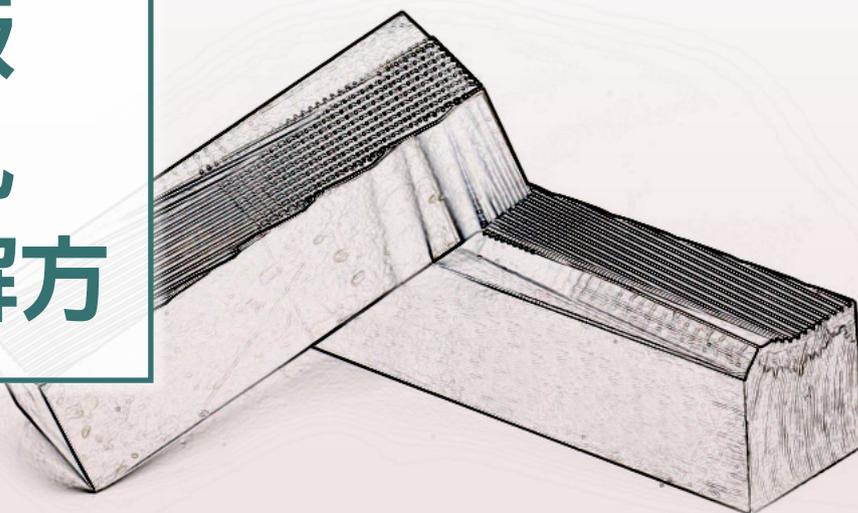


# 傳統牙板 螺紋滾軋 難題及解方

文/ Laurence Claus



身為獨立產業顧問最開心的事之一莫過於可以遇到很多產業人士和接觸到各種進行中的產業計畫了。過去10年來，我最常被問的就是技術傳承和螺紋滾軋的問題。事實上，過去10年來我也寫過很多文章，其中一個在多年後仍然常被問到的問題就是螺紋滾軋，而這也是一個已經成熟到需要有創新思維導入的扣件製程步驟。

去年秋天我曾經看到一種新技術，令人相當感興趣地，可以解決上面我提到的兩種問題，可以加速螺紋滾軋技術的傳承，並提供一種可以重複進行相同螺紋滾軋設定的方式。這讓我印象非常深刻，因此想要寫一篇文章來探討企業是如何解決這些螺紋滾軋的難題。因此本文將探討製造商應付牙板螺紋滾軋問題的方式。

講到牙板螺紋滾軋，本質上，操作者會用一支扳手和一些填隙夾片希望可以把模具進行正確導向，然後機器又「剛好」擠壓到，藉此形成想要的螺紋規格。這種作法已經被採用很多年，雖然操作者最後仍可以完成作業，大多數時候他們最終達到成果的速度和程度有部分需要靠的是運氣，一部分則是要靠經驗。

這樣非常不固定的設定方式會產生以下問題：

- 無法重複相同操作動作
- 數值無法進行量測
- 技術不具完整轉移性

## 無法重複相同操作動作：

如果你從來沒有設定過軋紋機器，你可能會以為很容易，但每天都要操作機台的操作員可不這樣認為。首先模具必須在模具空間內恰當地排列。這通常要策略性地在模具下方和後方置放幾個填隙夾片來把模具放置到操作者想要的位置才能完成。這些填隙夾片的增加或移動在每一次調整下都會產生不同狀況。此外，壓力是靠轉動壓力調整螺絲的一面或另一面進行調整。這純粹靠感覺在進行，無法精確地控制螺絲的轉動程度。如此一來，就算是最好的操作員也根本不可能可以精確地完整複製上一次設定的動作。

## 數值無法進行量測：

正常來說，操作員會挑選一些填隙夾片並簡單地在一連串嘗試和錯誤中把它們放進去。縱使每片使用的填隙夾片厚度都有被追蹤，確切的擺放位置和潛在的疊加交互影響都讓其數值無法被量測量化。同樣地，因為壓力調整螺絲沒有調整裝置可以知道已經被順時針或逆時針轉了幾圈，而且因為壓力調整螺絲沒有一直都施加均勻的壓力在模具上，實際的調整程度就無法得知和量測。

## 技術不具完整轉移性：

調整的成功與否端看設定該機台人員的操作技術。雖然經驗老道的人員可以教授新進人員如何進行操作，但要精準地把他們知道的毫無遺漏完美地傳授給新進人員是不可能的。換句話說，他們會說



「把調整螺絲稍微調到左邊一些」，但對聽這句話然後試著要去重複相同動作的人又是如何解讀這句話。教授者口中的「一些」對新進人員來說可能是多一點的一些或是少一點的一些。

因此，這些限制顯露出目前業界使用的系統普遍存在的兩種缺點。首先，傳統牙板滾軋需要有技術能力的設定人員。每個人學習的程度不同，但可以說多數人員除非已經操作了一段時日(可能要很多年)，不然根本不算真正完成操作。第二，這也直接與第一項相關，現今全球製造業遇到的共通問題是較資深的人員離開的速度比新進年輕人員技術純熟到可以取代他們的速度還要快。這也是大家都知道的「技術斷層」，而且最後也會造成很多製造商對於一些關鍵的人員有更高的需求。這讓他們在關鍵人員不在時缺乏彈性調整空間，而且也會因為操作人員設定錯誤增加品質缺陷的風險。

### • 循前人的做法照做

不幸的是，因為目前可以用來加以改善問題的選擇很少，多數製造商只能退而求其次循前人的做法來做。也就是說他們會有個經驗程度不一的團隊來設定機台和操作按圖或標準要求製作初始件。經驗特別透過在職訓練進行傳承，且通常要耗時許多年和許多設定過程進行完善的培養。可惜的是，在這樣的條件下，就算是「最棒的」操作員也會有「超級不順」的時候，在把任務完成或是生產高品質零件之間遇到兩難。基於這些理由，製造商如果遇到高離職率或是團隊年齡層相對年輕和無經驗可能會非常綁手綁腳。

### 量測>>

雖然這個製造法中額外增添的步驟並沒有真正解決技術面或發展面的挑戰，量測卻提供操作員一種可以在製造流程中把品質控管得更好的方式。這裡我並沒有要去深入探討常被採行的首件批准許可或是螺紋大徑定期檢查的做法。這些都是常見和可預料的。我要講的量測是量測節徑和功能節徑，並針對量測結果實施統計製程管理法(SPC)。如果螺紋是「完美」的，其功能節徑就會等同其節徑。因此，若兩者之間量測值的差異開始增加超過核定可接受值，那就是製程開始要失控的跡象。不幸的是，因為要做這些量測過程會需要更多時間、成本和操作員訓練，很少製造商會這麼做。

在類似脈絡下，在一開始和進行中對螺紋重疊所作的監測是量測模具設定品質好壞的優異方式。螺紋重疊最常見的原因(雖然不是唯一)是因為設定時模具排列不

## 製造商該如何解決這些問題?

讓我們回頭再重新複習一下牙板螺紋滾軋的流程。一支尚未軋紋的扣件胚料被放進兩塊配好的牙板之間。其中一片牙板較短並置放在機械固定不動端的置放槽內，同時較長的那一片牙板則位於機器移動端撞錘的置放槽內。當撞錘沿著原路徑縮回時，扣件胚料會被送進兩片牙板間的空隙，接著撞錘會往前擊打，抓住新的一支胚料然後在旋轉時在兩片牙板之間進行擠壓。兩片牙板之間間隔和導向讓材料往牙板溝槽流動，每轉一次形成一些螺紋直至最末端的螺紋完成。如同前面已經說明過的，要讓這些進來的胚料都剛好到想要的位置難度很高，也需要技巧和專業。

齊所致。檢查螺紋重疊是一種顯露模具設定不良的一種方式。不過，必須再說一次，除非客戶要求，不然製造商不會這麼檢查，因為有時間和成本上的考量。難過的是，會對螺紋重疊做持續性分析的人甚至更少。

### 製程中監測>>

30年前，冷鍛頭產業出現過一次大變革。製造商開始在鍛頭機上安裝製程中監測儀在製程出錯時向操作者發出警示。雖然這花了許多年的時間，但相同的技術也已經在牙板螺紋滾軋領域獲得一些支持。若是也被妥當設定和使用，製程中監測儀是能找出零件異常、模具或設定潛在變化的有效方式。

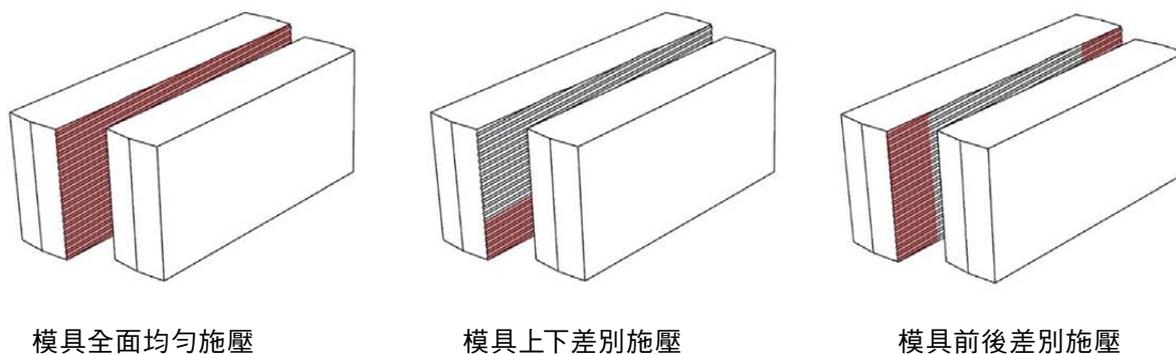
不幸的是，這種強大的技術並無法真正解決我在本文中所提到的問題挑戰。它不能避免一開始的設定出錯，也不能加快新進軋紋操作者的學習速度。事實上，這只是又多出一項操作者必須要去學習如何正確使用的裝置，且也可能會讓已經被壓縮到不行的學習曲線更加令人難以負荷。

### • 問題的新解方

本文一開始我提到了去年才接觸到的牙板滾軋新技術。這也是目前為止我所知



圖一. 不同條棒和圓片尺寸的組合所產生的各種模具導向狀態



道的方法中唯一一種能解決文章一開始所提到主要挑戰的創意方法。事實上，這也是唯一一種可提供可重複做相同設定的解決辦法。

那麼，這個技術又是如何達到這樣的目的？這個解方的聰明之處在於移除了「人工猜測」這個因素，並用可記錄和可重複做相同設定的調整機制來取代。這個方式會需要對軋紋機器進行改造。通常只要對固定不動的模具槽進行改造即可，但若是哈特佛式的機型，則必須同時對兩個模具槽做改造。改造後的模具槽會有一整組有編號的條棒以及尺寸逐步增加有編上字母的圓片。透過條棒和圓片兩者的組合變化來排列或讓模具貼合模具槽，模具就能夠被精確地導向以產生不同可供選擇的配置，也就是所謂的模具全面均勻施壓(die distance)、模具上下差別施壓(die tip tilt)和模具前後差別施壓(Die Rate) (見圖一)。這三種配置定義了施加於部件上的壓力模式。條棒和圓片的標示都是獨一無二，因此以不同條棒和圓片的組合做試驗可以得到最理想的設定條件。條棒和圓片的組合可以被紀錄和存入數位資料庫，透過資料儲存，以後進行製程操作時就可以不斷地做相同的設定。

我希望目前為止的描述能讓你對這個方法技術如何可以解決前述可重複性、可量測性和可轉移性的問題有清楚認識。

- **可重複性:** 一旦建立起數據庫，條棒的編號和圓片上的字母和其個別位置會被記錄下來。對操作者來說將可以輕易地重新複製相同的組合。這樣不只達到重複性，新進的操作者甚至可以很輕易地做出優秀的模具設定。
- **可量測性:** 因為條棒有編號且圓片也有字母標示，每一種組合都可以被精準地量測。這種可量測性在下次又有新的組合時會很有用，因為每一次改變都可以被精確和可量測地被記錄下來。就我所知，目前沒有其他方法可以把部件的品質跟設定變數的可記錄組合之間的關係做出連結。這種可以優化模具設定的價值不應該被忽視或低估。這也是一種對主動積極且想持續做好改善的製造商可應用的絕佳工具。
- **可轉換性:** 一旦資料數據庫被完整建立，相關資訊也能輕易地轉移給在牙板滾軋機無完整訓練或知識的個人。因為數據資料庫不受地域限制，所以相同型號的機器可以在不同的地點進行操作。這對一些需要在某處進行加工工程然後再送至其它周邊或遠端衛星據點的企業來說將會非常有幫助。

**結語:** 總結來說，螺紋滾軋對某些人來說一直是讓人頭疼的問題，雖然它是可以有效率地產生外螺紋具創意的獨特方式，但卻高度仰賴模具設定的狀態，也不能保證可在不同地點複製出相同設定結果。任何可以降低對操作者訓練長期依賴好讓其作業能更加輕鬆的技術或方法應該都是任何積極主動的扣件製造商所感興趣的。採用這些做法不僅有可能可以解決技術斷層的問題，也可能可以讓部件品質和製造效率達到持續改善。採用這些方法也為想要持續改善的企業提供顯著可能性，也可能是他們能夠大幅超越競爭者的一種方法。我希望10年後可以看到製造螺紋扣件的螺紋滾軋步驟可以變得比現在更加科學化、制式化還更具備可重複性。 ■

