

# 工具機結構鑄件安定化發展現況

## Development Status of Casting Stability for Machine Tool

吳政諺<sup>1</sup>、邱松茂<sup>2</sup>、康進興<sup>3</sup>、黃昆明<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 金屬中心 精微成形研發處 處理組

<sup>2</sup> 金屬中心 精微成形研發處 處理組 組長

<sup>3</sup> 金屬中心 製程處 鎔鑄組

<sup>4</sup> 金屬中心 執行長特助

### 前言

隨著製造工藝技術不斷進步，所要求的產品精度越來越高，理所當然相關加工設備的品質也就越來越重要，影響工具機精度、品質的原因很多，其中一項重要的原因就是機台結構件的尺寸穩定性。結構件如果尺寸無法保持穩定，機台就無法保持良好的精度。

工具機結構件中用量最大的為灰鑄鐵，灰鑄鐵具有優良的吸震性，良好的耐磨性與潤滑性，因此在機械結構件中廣泛使用。灰鑄鐵由於鑄造製程中牽涉到高溫冷卻到低溫、液相凝固成固相的原因，因此有相當大的內應力存在，所以之後需進行一道退火處理，使其內應力降到一定的水平下。而國外甚至還會再進行一段長時間的戶外靜置，時間短則數月，多則長達一年以上，之後再進行加工。但是由於自然時效費時太長，且需場地擺放與氣候配合，台灣廠商多無法進行此步驟，因此會應用振動處理、二次退火等方法來輔助處理。

振動處理由於不需要有升降溫的流程，所以不用擔心已加工的工件表面黑化問題，而且處理設備為攜帶式，大型工件不需移動，因此許多工具機廠會用於加工後較易變形之部件。振動處理是利用振動的能量，促使工件中原本不夠安定部分能趨向安定，使其未來面對一些外部環境的擾動時，能較有抵抗力，從而達成尺寸安定化。但

是振動處理也有一些限制與技術門檻，如對振動頻率、振動位置的掌握。另外振動處理由於振動馬達影響的範圍有其限制，因此依工件大小可能需分點施工。但是綜合來說，振動處理是一種省能、方便、有效的鑄件尺寸安定方法。

二次退火的實施多在粗加工後，精加工研磨前，目的是消除加工所引入的應力，但是由於退火處理一般或多或少會有變形發生，因此不適合在精加工研磨後實施。二次退火的尺寸安定化原理與一次退火相同，都是藉著升溫到再結晶化溫度以上，使差排移動、消失，促使應力重新分佈成較平衡的狀態，避免局部過大應力，使其在之後的運輸、使用過程中釋放變形。

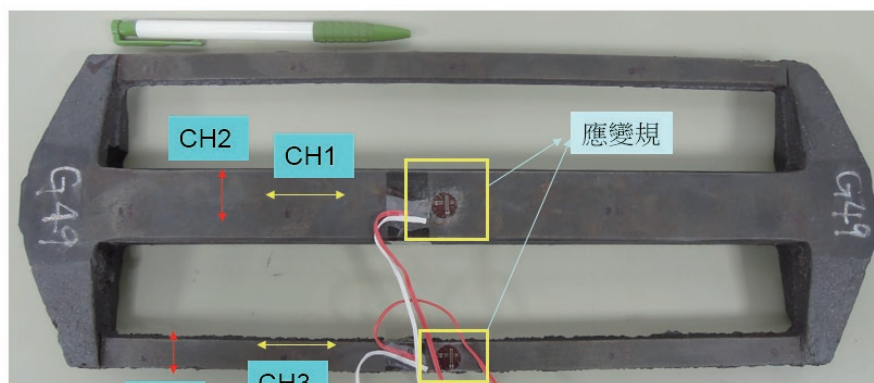
但是仔細深究振動處理與二次退火處理後的鑄鐵材料微結構，可以發現兩者其實是有差異的，二次退火藉由升溫到再結晶溫度消除應力，但同時也消除了大量的差排。振動處理則只是藉由外部給予振動，促使差排產生、滑移到相對安定的位置，本質上並沒有使差排大量消失。

在金屬材料中，差排其實對金屬的抗變形能力起到相當大的作用，這也就是金屬在鍛造過程中，會變得越來越難成形的原因。退火雖然把工件的內應力降到很低，使它變形不會由工件內部應力引發，但是其對外部給予的力(如振動、拉扯、溫差)的能力也被減弱，所以是一種兩面刃。鑄鐵在常溫下波來鐵組織是安定的，而於常溫對潛變來說，溫度過低，所以也極難發生，因此自

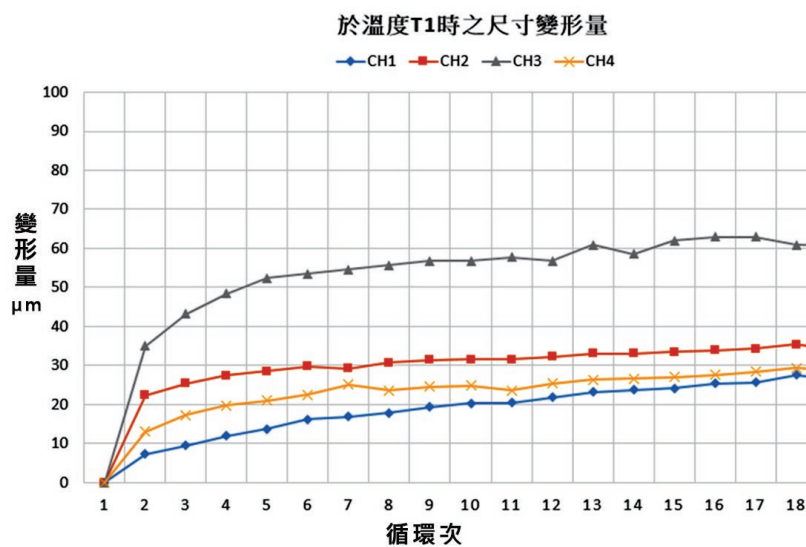
然時效一般是依靠日夜、氣後交替時，由於肉厚、陽光照射、雨水造成的鑄件局部冷熱不均，引發應力、變形，促使差排產生。因此傳統自然時效的安定化機制則較近似振動處理，不會消除差排，反而可能使其增加。由以上討論可以發現，想以退火處理來取代自然時效，本質上是不可行的。但並不是說經自然時效、二次退火處理、振動處理的鑄件在使用上就一定看得出差異，由於結構設計、使用方式、環境不同，很有可能在整機使用時差異小到被其他因素蓋掉，無法區別，這也使的台灣工具機業很難定出標準、統一的鑄件安定化製程，畢竟多一道製程就是意謂著成本的增加，除非確實遇到明確的鑄件變形問題，才會在

該種鑄件上實施如二次退火、振動處理、自然時效…優化製程。

鑒於鑄件安定化製程相當重要，但是由於其產業特性，因此開發出一種容易實施、成本低廉、直觀上與工具機產業傳統經驗相符，才容易有產業大規模推行、驗證的機會。由於鑄件自然時效是在德、日被長久驗證有效的作法，而自然時效本質是一種溫度循環過程，因此我們認為用人工溫度循環理論上可以取代自然時效。我們以小型鑄件 (FC300) 應力框進行溫度循環處理，並在其上黏貼應變規記錄其尺寸變化。得到如圖 1 之結果，顯示該方法具有相當之潛力，正積極與廠商合作驗證推廣到中大型鑄件。



(a)



(b)

圖 1 人工溫度循環對鑄件尺寸變化之影響 (a) 應力框鑄件 (b) 穩定性隨循環次數上升