

# 標題：金屬銲接殘留應力消除方法之介紹(上)

屬性：技術

期別：第 314 期

資料來源：

1. <http://www.sintes.ca/Ultrasonic-Impact-Treatment.php>
2. <http://www.vsrtechnology.net/vibratory-stress-products/>
3. [https://en.wikipedia.org/wiki/Vibratory\\_stress\\_relief](https://en.wikipedia.org/wiki/Vibratory_stress_relief)

船體製造過程中普遍使用銲接技術，一般採用熔融銲接的方法，大多數情況下需要一定的填充金屬(焊材)，故而在接頭部位會有銲道表面凸起、凹陷及各種銲接缺陷，造成嚴重的應力集中，同時還產生一定數值的銲接殘留拉伸應力。

殘留應力的存在對金屬結構件的強度、疲勞壽命、結構變形等方面影響都非常大。因此在銲接結構製造過程中或完成後，需要採取有效的處理方法消除殘留應力，以增加銲接結構的強度、尺寸穩定性及疲勞壽命。

目前應用較多的是普通錘擊法、TIG 熔修法和珠擊法。但普通錘擊法噪音大、效率低、耗費工時、可控性差且效果很不穩定。TIG 熔修法施工工法複雜，這種方法需要保護氣體，因此露天採用氣體保護難以保證，應用受到一定限制。珠擊法是實際應用較多的一種，但這種方法也存在著噪音大、設備龐大、一次投資量大、耗電量大、不利於節能、無法移動作業、野外施工困難等缺點。由於鋼珠反彈，還存在安全防護問題，且鋼珠需要回收清理。

較為先進的方法有超音波衝擊處理(Ultrasonic Impact Treatment, UIT)法及振動消除應力(Vibratory Stress Relief, VSR)法，茲將介紹上述兩種方法。

## **(1) 超音波衝擊處理(Ultrasonic Impact Treatment, UIT)法**

此方法提高銲接接頭及結構疲勞強度的原理：在銲後採取有效處理方式，降低銲道表面凸起造成的應力集中及消除銲趾表面的缺陷，調節銲接殘留應力場，成為有利於疲勞強度提高的方向轉變，將可大幅度地改

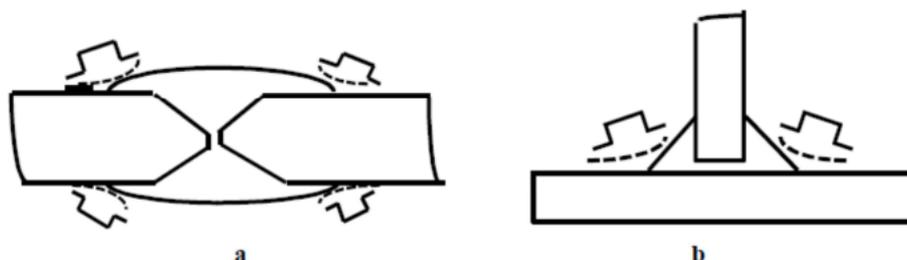
善銲接接頭及結構的疲勞強度。由於其執行設備輕巧、可控性好、使用靈活方便、噪音極小、效率高、應用時受限少、適用於各種銲接接頭、成本低而且節能環保，是一種理想的銲後改善銲接接頭疲勞性能的方法。

超音波衝擊處理原理是將聲學調諧物體之諧波振盪經儀器轉換成超音波頻率之共振脈衝。藉由供應能量給超音波換能器來激勵聲學調諧物體帶來共振脈衝。由高頻脈衝而產生之能量藉由特殊設計鋼針之接觸點被導入要處理物件之表面。這些轉換鋼針於共振體及要處理物件之表面間，可自由進行軸向移動。根據不同頻率和振幅的組合應用可得預期的處理效果。這些頻率範圍介於 27kHz 和 55kHz，共振體之位移幅度為 22 至 50 微米。

在大多數工業應用上，超音波衝擊處理就是已知的超音波敲擊法 (Ultrasonic Peening, UP)。超音波衝擊處理/超音波敲擊對於金屬與其合金，可以產生有益的效果。主要增加材料對其表面產生相關破壞，如疲勞 (fatigue)、低頻疲勞 (fretting fatigue)、應力腐蝕裂紋 (stress corrosion cracking) 和磨耗 (wear) 等的防治。

超音波衝擊處理/超音波敲擊設備的設計，是基於“需用的功率”理念。超音波衝擊處理/超音波敲擊設備的功率與其他所需參數條件，是依據材料表面層的殘留應力、應力集中和機械特性來做必要的調整，期能達到銲接工件疲勞壽命的最大可能值。其效果對於銲接工件的疲勞壽命，取決於使用材料的機械性質、銲接接頭形式、循環疲勞負載的參數條件和其他因素。為使超音波敲擊的有效應用，依上述所指出的種種因素，基於依據原有預測模式，已經發展出一套優異的超音波敲擊套裝應用軟體。

在處理過程中，手動超音波工具與將要處理的銲道表面成直角，並以 20-40(2-4kg) 的軸向力壓在銲道表面上。這種力量通常是由工具重量產生的。UIT 操作時工具沿著銲道趾部平移或往復運動，直到處理區域形成特定的幾何形狀。如下圖為對接銲道及填角銲道進行超音波衝擊處理時的部位。



超音波衝擊處理在疲勞增強方面提供兩個好處，第一個好處是銲接幾何的局部改進，第二個好處是減少由銲接產生的殘留拉伸應力。其效益主要是達到消除有害的殘留拉伸應力，以及於金屬和其合金的表面層導入壓縮殘留應力，降低應力集中於銲接趾端區域，並且提升材料表面層的機械特性。比較現有強化處理的方式，超音波衝擊處理是最有效用於增加銲接工件疲勞壽命的技術。



基本超音波敲擊系統



可換式工作探頭



對接焊道處理前(圖左)後(圖右)之狀況