零件表面與全件硬化處理的能耗

前言

當前的能源危機迫使我們在工業的各個方面尋找減少消耗的方法。本文試圖在螺絲生產領域尋找可能節約能源的來源，該領域最大的消耗者是熱處理。如果我們了解加熱至 820°C 左右的淬火溫度需要巨大熱能，那麼我們就能提出合理的問題。

現狀

由於螺絲是大規模生產的，因此提供保護性氣體的連續淬火爐最適合用於其熱處理。同時，零件的整個體積被加熱到硬化溫度，並立即在油中急劇冷卻，以便在整個體積中形成馬氏體結構（圖 1 左）。在特定情況下也會使用表面硬化技術，例如用碳來使零件表面達到飽和(固結，見圖1)，或透過感應硬化（見圖 1 與圖 2）。圖 1 還提供了有關微硬化過程的資訊。從該圖中可以看出，在體積淬火中，硬度在零件的整個體積中是均勻的，而在表面淬火中，硬度逐漸下降到未硬化的核心。圖 1 也提供了顯微硬化進程的資訊，此圖顯見在零件整體硬化過程中，零件各部位的硬度均勻；反之在表面硬化過程中，硬度越靠近未硬化的核心部位則越降低。

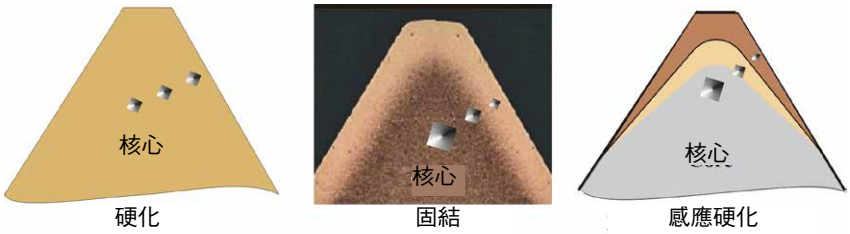

圖 1 微硬化過程

由於只有奧氏體組織才能吸收足夠量的碳，因此固結（滲碳）時的溫度在 900°C 以上，滲碳時間為數小時。 使用此工藝可以很經濟實惠地達到 0.1 至約 5 毫米的滲碳深度。 由於滲碳是一個擴散控制的過程，可以透過高溫來減少滲碳時間，但同時增加了粗晶粒形成的風險。

導入此作法後，我們可繼續計算各個熱處理方法的熱能消耗 Q。首先應該注意的是，該計算方法存在一定的誤差，但它仍適用於本主題的目的。以全體積淬火為例（圖 1 左）。

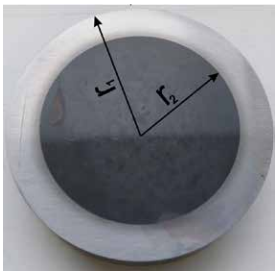

圖 2 感應硬化

熱容量公式：

Q=m ½ c ½ Δt

其中 m = 質量 [kg], c= 比熱容量（以鋼材而言是 420 [J/kg × °C], Δt= 溫差 [°C]

m=0,05 kg, Δt=840-20 = 820°C 以及 c=420 ½ J/kg ½ °C

Q=0.05 ½ 420 ½ 820=17220 J

透過感應硬化來簡略計算（圖 1 右，以及圖 2）：

Δt=840-20=820°C 以及 c=420 ½ J/kg ½ °C

p - 比熱容量 = 7750kg/m^3, r_1 = 5mm, r_2 =4mm, h = 80mm（本體高度）

Q = p ½ c ½ Δt

Q = p ½ Π ½ h(r_1^2 - r_2^2) ½ c ½ Δt

Q = 7750 ½ 3,14 ½ 0,08(0,005^2 - 0,004^2) ½ 420 ½ 820

Q ≈ 6037J

與其他硬化方式相比，感應硬化的優勢在於可對零件的運作部位進行部分硬化（圖 3）。硬化層的厚度可透過電感器和零件表面之間的間隙大小或透過時長的選擇來調節。

至於固結方式，其優點是可使用較便宜的低碳鋼，但它不適合用於大規模生產，因為市面上並沒有所謂的連續式固結爐。

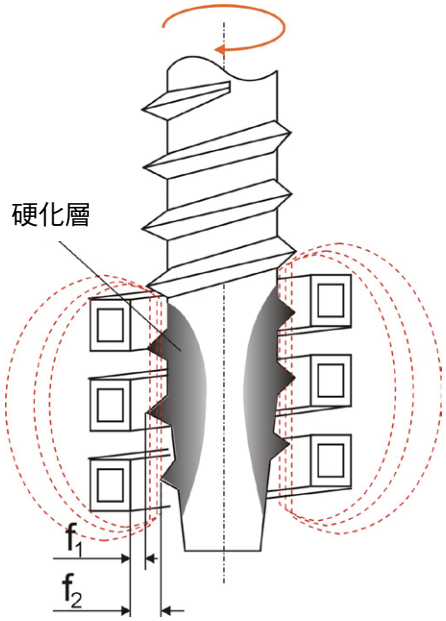

圖 3 零件的運作部位

結語

本文闡明透過螺絲的熱處理實現能源節約的可能性。當然，不能將它視為通用做法。表面感應硬化僅適用於選定的類型，例如自攻螺絲。不幸的是，它尚未適用於大規模使用的 DIN 931 或 DIN 912 等傳統公制螺絲。 ■

撰文：Jozef Dominik & Dominik Makuka
著作權所有：惠達雜誌