



# 工模具鋼深冷處理微結構 與機械性能之探討

Studies on the Microstructure and Mechanical Performance  
of Cryogenic Treatment of Tools/Molds (Dies) Steels

馬寧元

金屬中心  
精微成形研發處  
正工程師

林英傑

金屬中心  
精微成形研發處  
副處長

莊道良

金屬中心  
精微成形研發處  
專案經理

李新中

金屬中心  
精微成形研發處  
正工程師

吳政諺

金屬中心  
精微成形研發處  
專案經理

## 關鍵詞

- 工/模具材料 Tools/Molds(Dies) Materials
- 超深冷處理 Deep Cryogenic Treatment.(DCT)
- 殘留沃斯田 Retained Austenite
- 微深冷處理 Shallow Cryogenic Treatment.(SCT)
- $\eta$ -碳化物析出  $\eta$ -Carbides Precipitates

## 摘要

深冷處理可改善材料之機械性能，實驗室與工業界之測試結果顯示深冷處理之微結構分析、探討與假設之強化機制已逐漸釐清，殘留沃斯田鐵之消除與細微分散之 $\eta$ -碳化物析出經深冷處理已可廣泛的觀察到，其對機械性能之影響也加

以量測。一些研究結果顯示不銹鋼疲勞強化之不同機制包括奈米麻田散鐵之形成。本文概述深冷處理使用之方法、製程參數、結果與微結構與機械性能之探討。

Cryogenic treatment (CT) could improve the mechanical properties and performance of materials. Laboratory and industrial test results show that strengthening mechanism of the microstructure analysis, investigation and hypothesis on cryogenic treatment has been cleared up. The removal of retained austenite combined with the fine dispersion of  $\eta$ -carbides precipitates have been widely observed and their effects in mechanical properties have been measured. Studies show different mechanism of fatigue strengthening of tools/molds(dies) steels which include the nano martensite formation during cryogenic treatment.



This paper summarized the method used, processing parameters and results on cryogenic treatment as well as the microstructure and mechanical performance of the cryogenic treatment.

## 前言

利用熱處理技術改善金屬零組件機械特性自古到今都是持續應用之技術，許多已開發製程應用於高於室溫之溫度下處理，零下深冷處理於 20 世紀初首先被探討，但實際之超深冷處理(CT)則是在 20 世界末期才開發。

基本的深冷處理包括工件逐漸冷卻到界定溫度，冷卻持溫一段時間再回到室溫，其目的乃為改善機械特性，如硬度、耐磨耗性、疲勞測試限制及到達硬度與韌性衝突特性的最佳比例。深冷處理於機械工/模具之研發大大強化了機械硬度與耐久性，過去 20 多年來，深冷處理效益已應用到許多不同零組件，如賽車零組件之齒輪與軸承、手術與牙科儀器、刀具、模具、槍管、油鑽孔器，甚至黃銅音樂器材、鋼琴與吉他套管與球棒與高爾夫球頭等，雖然超深冷處理之改善機制仍在探討，不同微結構觀察之假設已於文獻中不斷出現。本文將探討過去 30 餘年來之超深冷技術之發展，包括其在處理方法、製程參數與微結構分析等各方面。

## 深冷處理參數

不同深冷處理之最基本差異在於冷卻-加溫

週期參數，微深冷(SCT)與超深冷(DCT)系列差異在於與週期內達到之最低溫度。

(1)於微深冷(SCT)或零下處理，樣品置於-80℃冷卻器內再曝露到室溫下。

(2)於超深冷(DCT)，樣品逐漸緩冷到-196℃，持溫一段時間再逐漸加溫到室溫。

圖 1 顯示一般超深冷(DCT)溫度圖示，典型製程參數包括：最低溫( $T_{min}$ )、持溫時間、冷卻與加熱速率，表 1 顯示於不同材料微深冷(SCT)與超深冷處理(DCT)之參數。

## 深冷處理系統

深冷處理系統設備可利用液態氮或氬控制到腔體深冷範圍之溫度，直到 1960 年代，深冷處理之進行是利用直接浸漬工件到液態氮，造成零組件之龜裂，後來利用溫度回饋控制冷卻與加熱速率，再有效進行無龜裂之深冷處理。

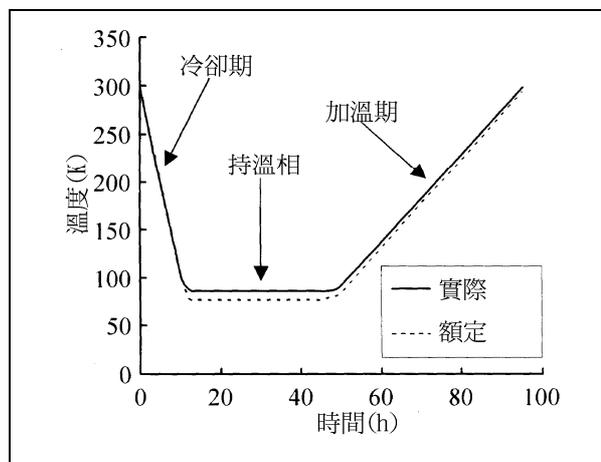


圖 1 超深冷溫度圖示

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】345期・100年12月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：[www.automan.tw](http://www.automan.tw)