



熱處理對大型塑膠模具用之 析出硬化鋼機械性能的影響

Effect of Heat Treatment on the Mechanical Properties
of Precipitation Hardening Steel for Large Plastic Molds

馬寧元

金屬工業研究發展中心
精微成形研發處
正工程師

莊道良

金屬工業研究發展中心
精微成形研發處
專案經理

羅萬中

金屬工業研究發展中心
精微成形研發處
專案經理

關鍵詞(Keywords)

- 析出硬化鋼 Precipitating Hardening Steel
- 淬火與回火 Quenching and Tempering
- 斷裂韌性 Fracture Toughness
- 冶金相變態 Metallurgical Transformation

摘要(Abstract)

工程塑膠於工業界之需求不斷地持續成長，連帶地導致業界們對開發創新、低成本與高性能之塑膠模具鋼的殷切需求。於汽車減震器與儀錶板等大型塑膠組件，一般傳統所採用 ISO 1.2738 塑膠模具鋼材料，有硬化(淬火與回火)之斷裂韌性低及自工件表面到心部之微結構不均勻等缺點，

因此業界急需創開發新合金與加工技術，以改善塑膠射出成形模具之機械、磨耗與焊接特性，而析出硬化鋼的特性正可以符合這種應用的需求，可改善模具之機械特性、降低整體成本。

本文概述析出硬化鋼塊熱處理後之微結構、機械特性與工件樣品進行時效熱處理之強化機制，並介紹了利用 XRD 與 EDS 鑑定與分析，經由經時效處理及未經時效處理之樣品中的析出物(第二相)之結果，而硬化程序中的冶金相變化特性，仍待未來進一步之深入探討。

Continuously growing activity in engineering plastics lead to the necessity for developing new low cost, high performance plastic molds steels. The traditionally adopted ISO 1.2738 plastic mold steel materials used to fabricate large plastic components such as bumpers and dashboards for motor vehicles



exhibits low fracture toughness and highly inhomogeneous microstructure after prehardening (quenching and tempering) of large steel blooms. Development and manufacturing technologies may obtain plastic injection molds with good mechanical, wear and weldability properties. Precipitating hardening tool steels are being proposed for such application yielding improved mechanical properties, lower overall costs and lead time.

The microstructure and mechanical properties of the precipitating hardenable steel bloom after steelwork heat treatment and the strengthening mechanism subject to aging heat treatment were investigated. XRD and EDS analysis were performed to identify the second phases electrochemically extracted from aged and not aged samples. The nature of metallurgical transformation originate the hardening process should be subject for further studies.

1. 前言

射出成型製程使用之大型鋼材模具可利用玻璃強化熱塑性高分子製造大型塑膠汽車組件，如儀錶板與減重器，於操作時，於塑膠模具會產生一些應力：如高分子之射出壓力、機械與熱疲勞

(一模具可製造數百萬次之組件)，自強化樹脂流動之磨耗應力也會進一步受到凹口效應及不正常之工廠操作強化。

模具可自大型淬火與回火大鋼塊加工，一般 1 × 1m 截面及大於 1m 長度，ISO 1.2738 是最常使用之鋼材(40CrMnNiMo8-6-4)，由於較大截面鋼塊經熱處理顯示非均勻微結構及鋼塊自表面到型芯連續變化之機械特性、衝擊凹口強度與斷裂韌性分別甚低(10)及約為 $40\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ ，ISO 1.2738 鋼材不易焊接，雖然焊床蒸鍍操作須能改質模具表面且於修補後能延長操作壽命。一些析出硬化鋼於模具截面產生更均勻微結構與較佳機械特性及改善焊接特性。

析出硬化熱處理於模具加工後進行會感應甚少之變形，適當之時效熱處理可生成均勻微結構，幾何形狀複雜之機械特性及大型模具，於鍛造鋼塊進行之基本熱處理使用與傳統硬化鋼油淬不同沃斯回鐵化後之空冷生成較低溫度梯度及最少之殘留應力。

本文探討之析出硬化鋼組成如表 1 所示。

此鋼材時效硬化溫度範圍為 550-630 °C，於增加時效處理時間後進行硬度測試後於 590 °C 或 610 °C 處理 1 或 2 小時決定而非於 550 °C 達 20 小時之漸近時效處理，用於大型模具之加熱可能須數小時及自表面到型芯於溫度時不同實際期限內，因此僅考慮 ≤ 550 °C 時效溫度被考慮。

表 1 析出硬化鋼組成

C	Mn	Cr	Ni	Mo	Si	V
0.05-0.15	0.1-1.1	0.1-0.9	2.5-4.5	2.5-4.5	0.1-1.1	0.05-0.20

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】356期・101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