



離子氮化表面硬化處理重型機械及卡車柴油 引擎用球墨鑄鐵活塞之磨耗行為研究

專題生： 郭亮均 4A840056
張寰宇 4A840075
黃煜文 4A840079
李泰達 4A840082

指導教授：林宏茂 副教授
報告日期：110年7月26日

目錄

01

【摘要】

02

【前言】

03

【專業相關課程】

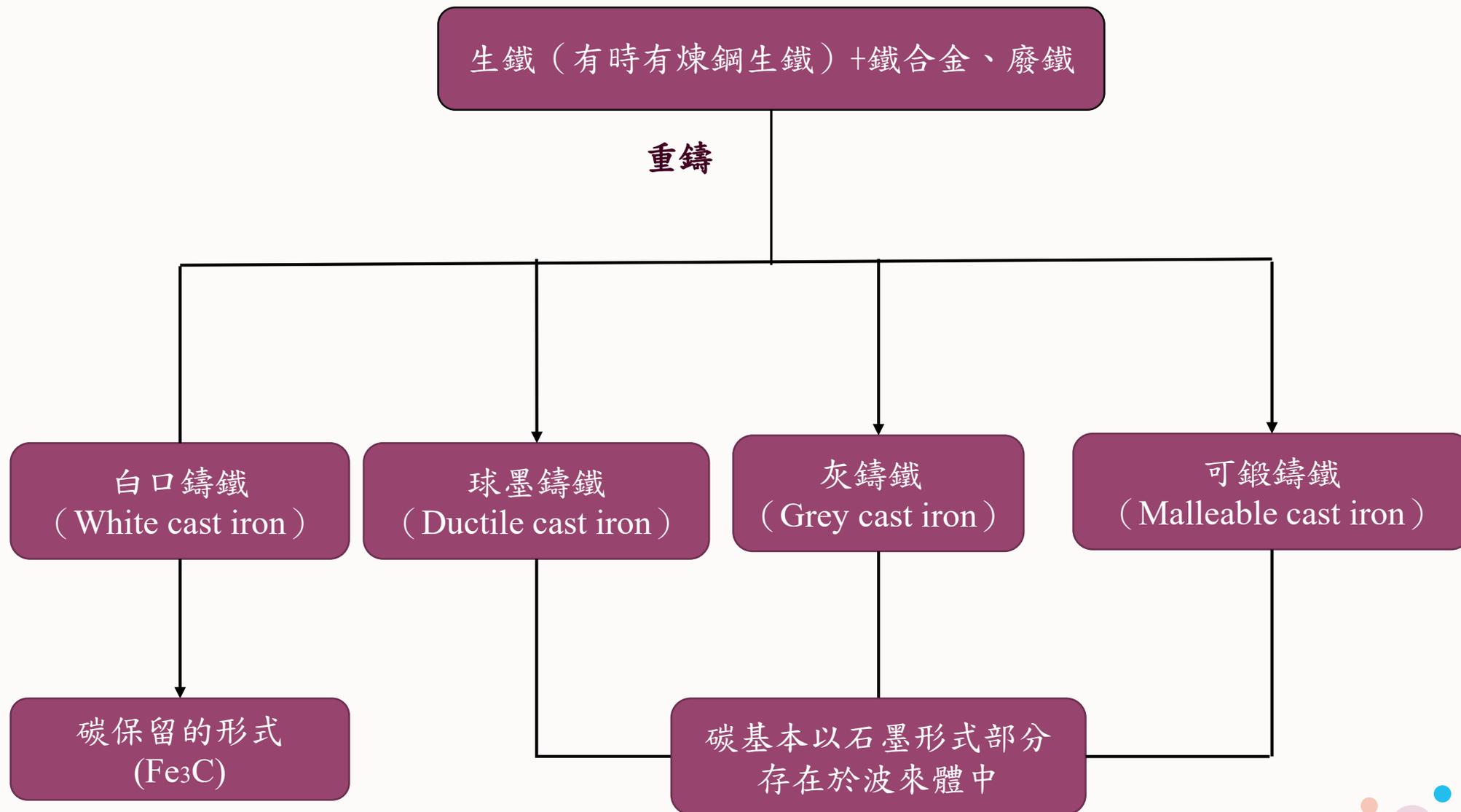
04

【背景資料】

05

【文獻參考】

摘要



FCD600

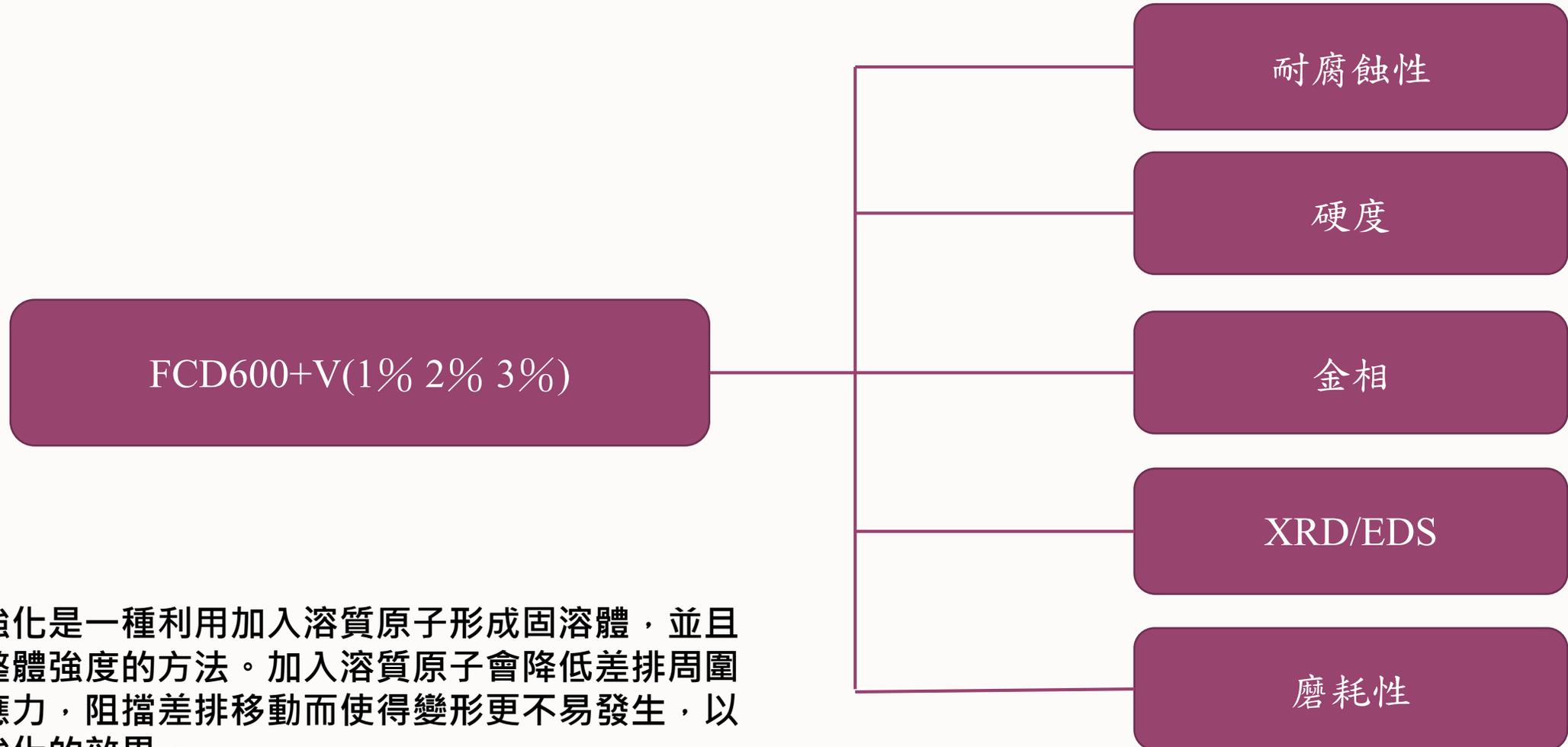
固溶強化
(添加鈮V)

沃斯回火處理

離子氮化

比較其三種方式之機械性質，並且探討是否能夠提升基材的表面強度、耐磨性質、抗腐蝕性。

前言



固溶強化是一種利用加入溶質原子形成固溶體，並且提高整體強度的方法。加入溶質原子會降低差排周圍的內應力，阻擋差排移動而使得變形更不易發生，以達到強化的效果。

沃斯回火球墨鑄鐵
(ADI)

輕量化

延韌性好

耐磨耗

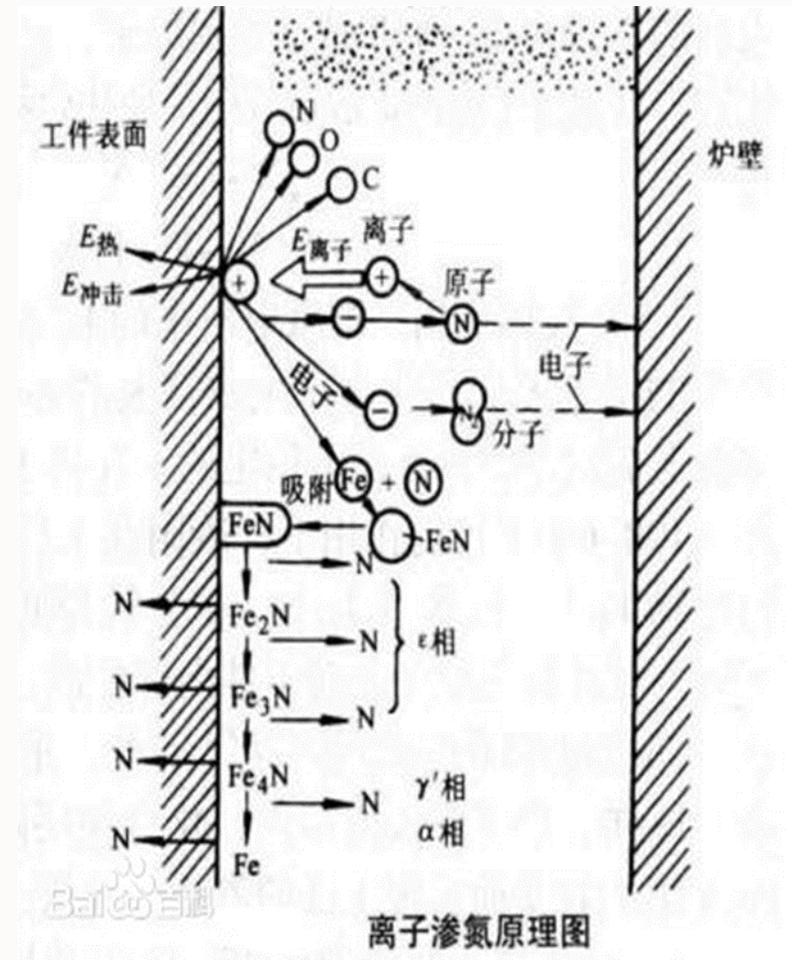
高強度

成本低

耐疲勞

前言

- 離子氮化是工業上針對金屬材料進行表面硬化的方式。在離子氮化時，氮介質的反應能力不是由溫度決定，而是由氣體的離子態決定。此技術中會用高電場使要氮化工件表面的氣體產生離子化的分子。這種高反應性的氣體伴隨著離子化的分子，稱為電漿。
- 此製程可以針對滲氮的微結構進行精細的控制，可以讓滲氮產生化合物層，或是不要化合物層。不但強化下了金屬部份的性能，也增加了工件的壽命、應力



專業相關課程

材料科學與工程(一)

擴散(離子氮化)

材料科學與工程(二)

恆溫變態曲線
合金化及固溶強化製程

材料技術實習

熱處理金相製作硬度量測

磨耗試驗

XRD,SEM/EDS

背景資料

沃斯田鐵球墨鑄鐵 (ADI) 的摩擦學行為不同的等溫淬火溫度

摘要

研究了在不同等溫淬火溫度下獲得的等溫球墨鑄鐵 (ADI) 的摩擦學行為，以不同荷重 5 N、10N、15N，其比較三種不同荷重的摩擦係數及摩擦損失率

前言

- 傳動部件，如滑動導軌，不僅需要優越的機械性能，還需要良好的摩擦學性能，以降低磨損率和延長使用壽命。滑動導軌表面常出現划痕，對導向精度和使用壽命產生不利影響。因此，開發自潤滑材料可能是減少對潤滑劑的依賴，提高滑動導軌摩擦學性能的有效途徑。
- 在ADI中添加0.2-0.5wt%的鈮可實現硬度、衝擊韌性和耐磨性的最佳組合。

ADI廣泛應用於汽車曲軸、齒輪傳動、火車發動機和軍工產品的關鍵部件。

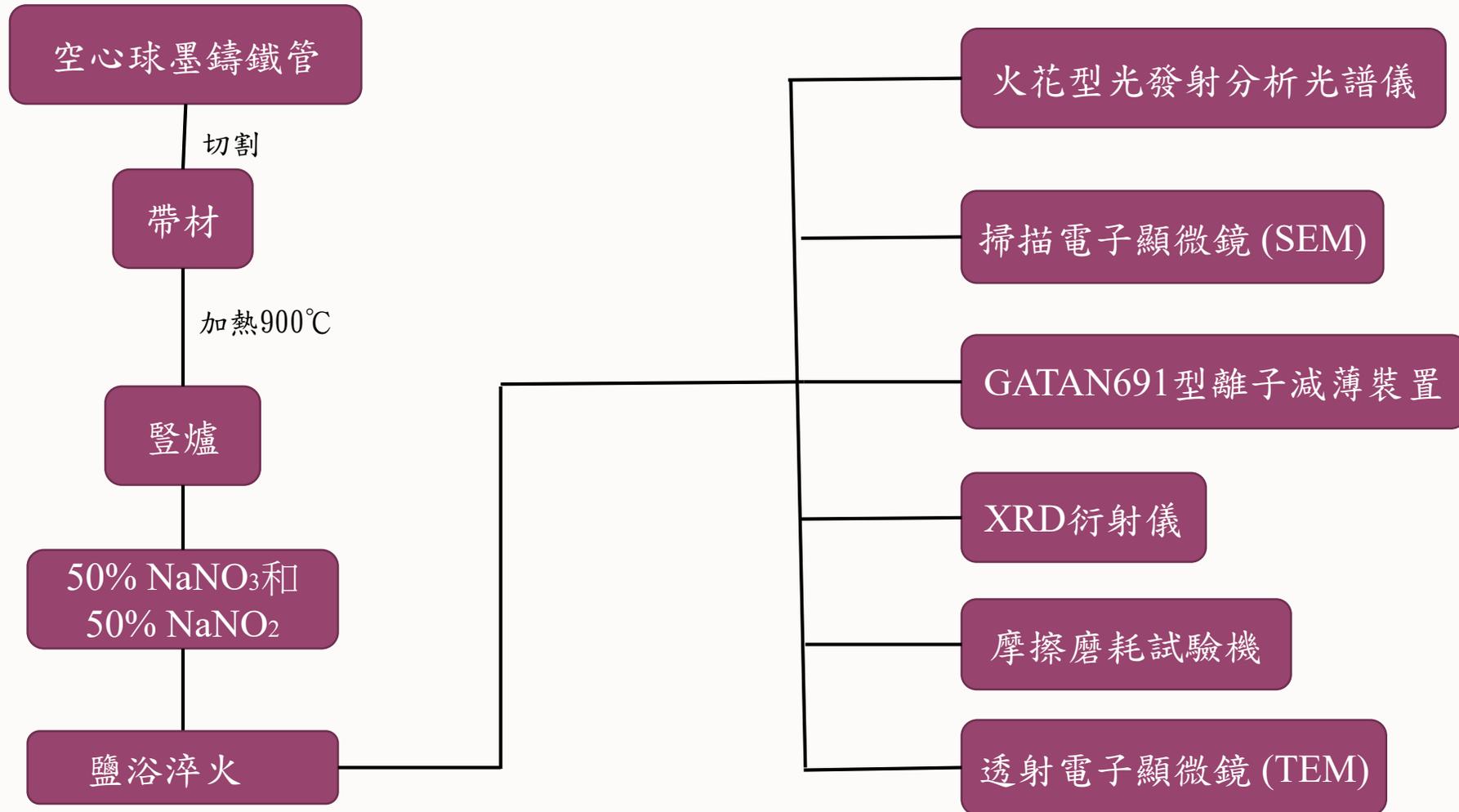
ADI的微觀結構可以通過熱處理進行調整。

ADI的相成分，如殘餘沃斯田體和肥粒體的數量，以及殘餘沃斯田體的碳濃度，會影響機械和摩擦學性能。

ADI中殘餘沃斯田體的存在可以誘導在接觸應力作用下轉變為麻田散體，從而增加表面硬度，從而提高耐磨性或滾動接觸疲勞抗力

ADI經過深冷處理獲得了高硬度和抗壓強度，從而獲得了良好的耐磨性。

2. 實驗步驟和方法



分別在 230 °C、300 °C 和 380 °C 的溫度下保持 40 分鐘

3. 結果和討論

3.1. 等溫淬火溫度對顯微組織的影響

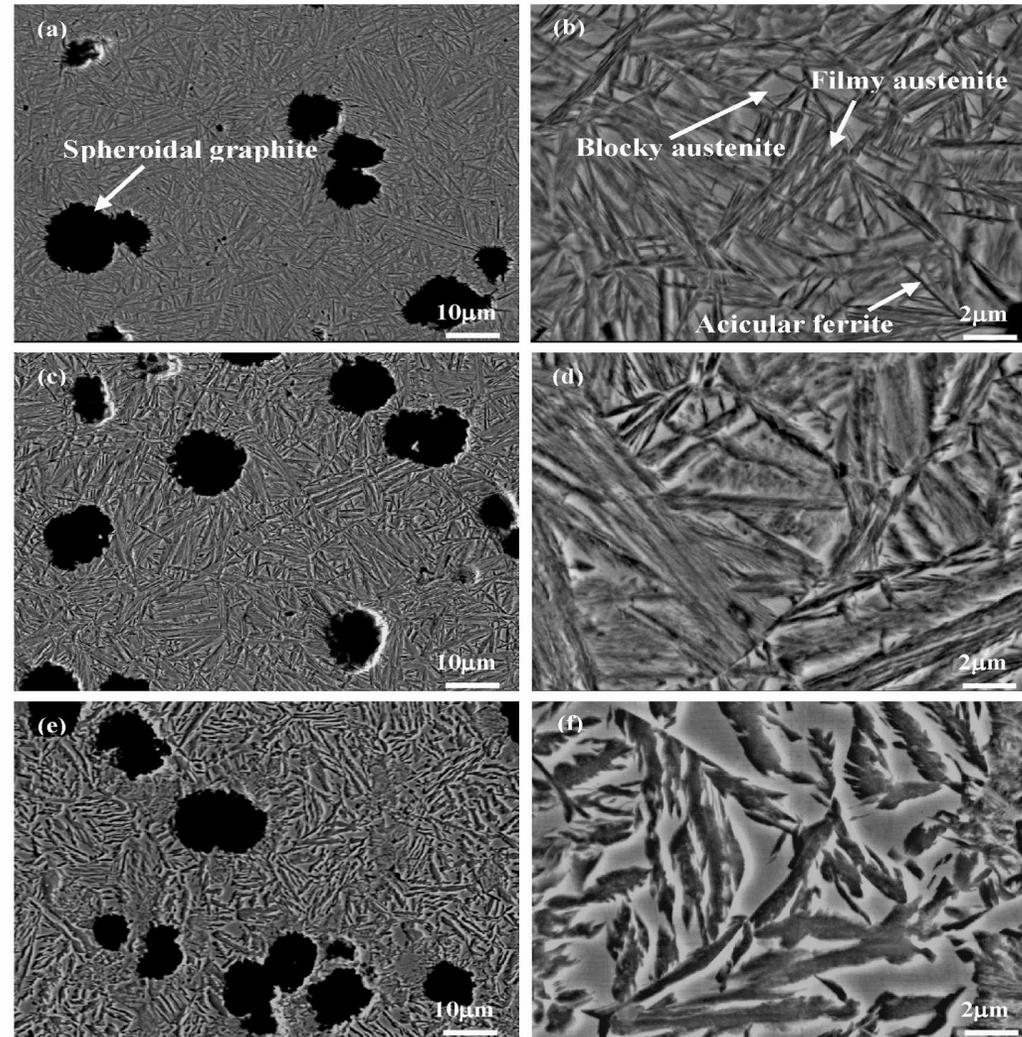


圖 1. (a, b) 230 °C, (c, d) 300 °C 和 (e, f) 380 °C 等溫淬火樣品的 SEM 圖像。

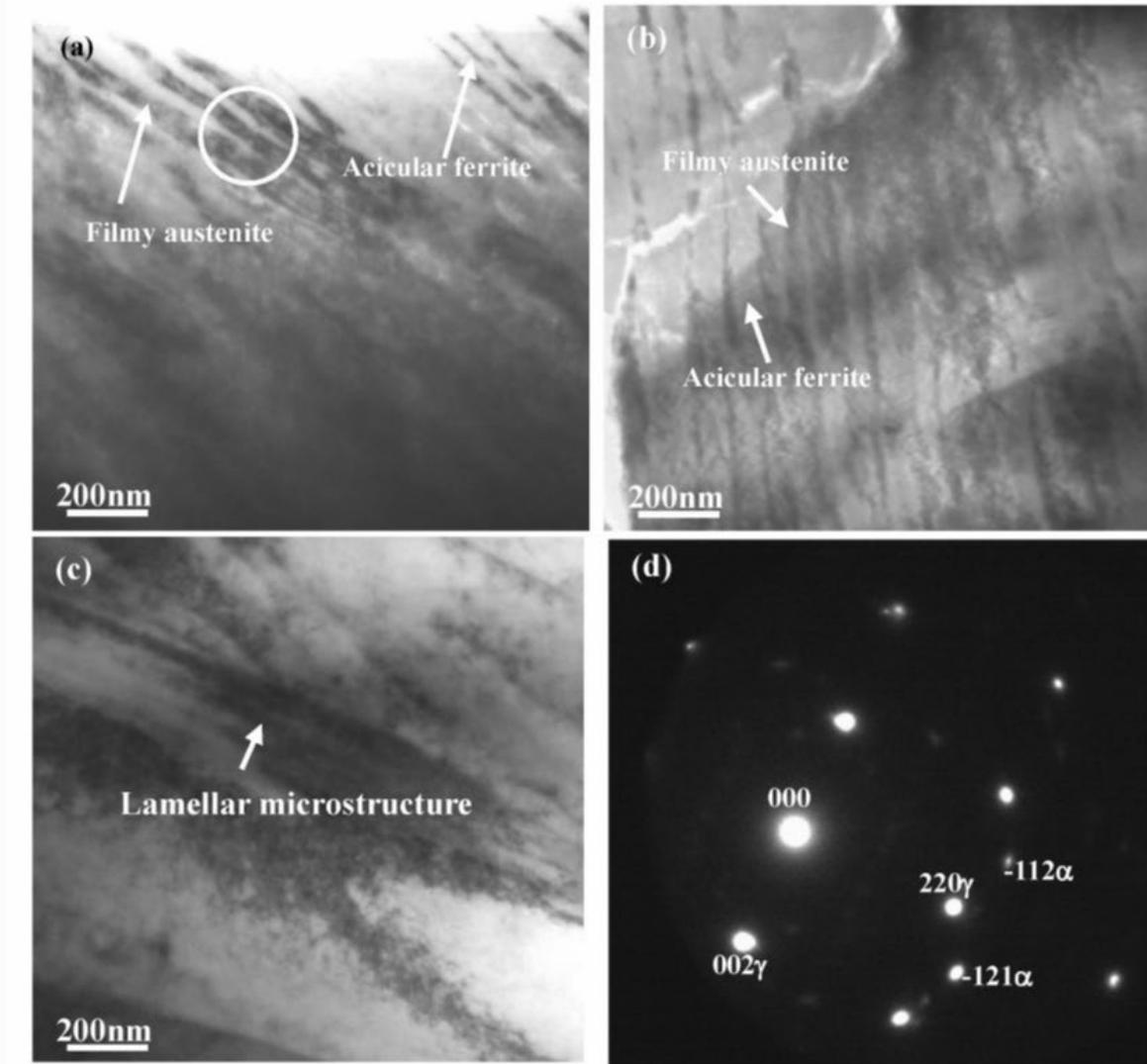


圖 2 ADI 在 (a) 230 °C、(b) 300 °C 和 (c) 380 °C、(d) 中圓圈區域的 SAED 等溫淬火的明亮 TEM 圖像。

圖 3 顯示了以XRD 分析得知ADI球墨鑄鐵由 α 相和 γ 相組成，這與SEM一致

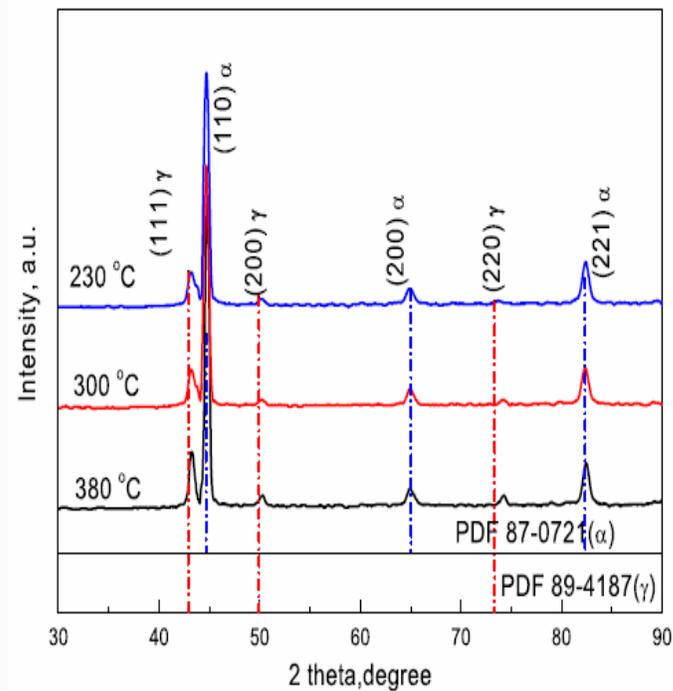


圖 3. ADI 在不同溫度下等溫淬火的 XRD 譜。

3.2 等溫淬火溫度對力學性能的影響

圖4顯示了ADI的典型拉伸應力-應變曲線。可以看出隨著等溫回火溫度的降低，強度增加，延展性降低。

機械性能隨等溫回火溫度的變化如圖5所示。極限抗拉強度從230°C等溫回火樣品的降低到380°C等溫回火樣品的979 MPa，但伸長率從1.3%增加到3.9%。

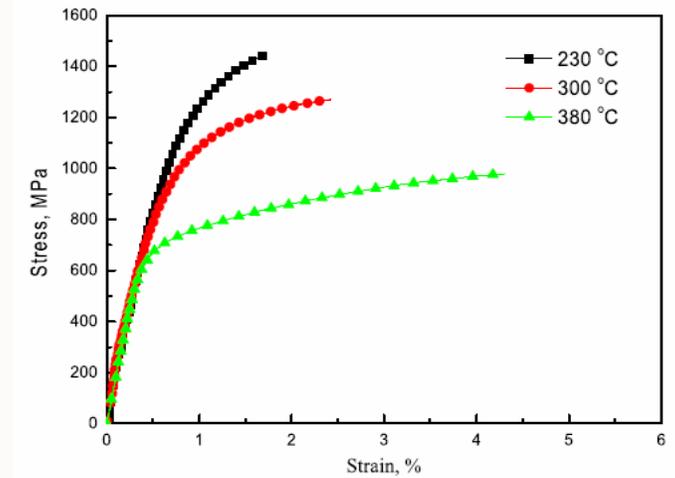


圖 4. ADI 在不同回火溫度下的典型應力-應變曲線。

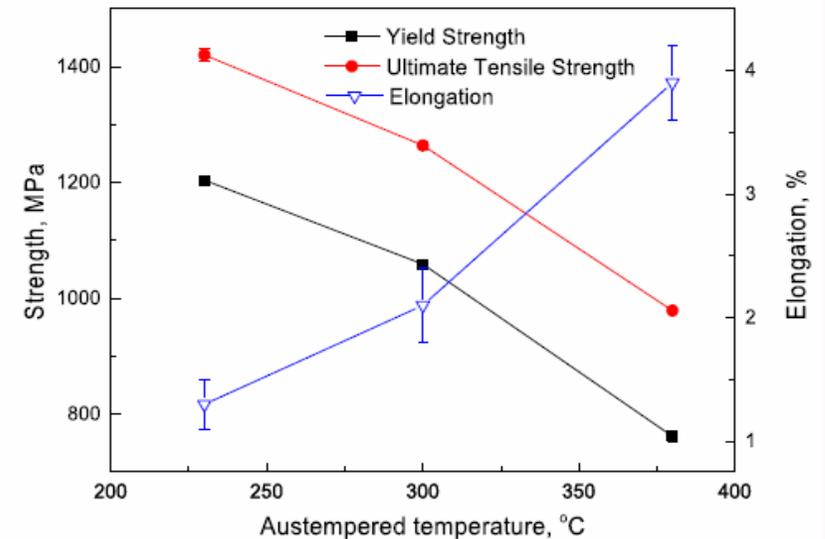


圖 5. 機械性能與等溫淬火溫度的變化。

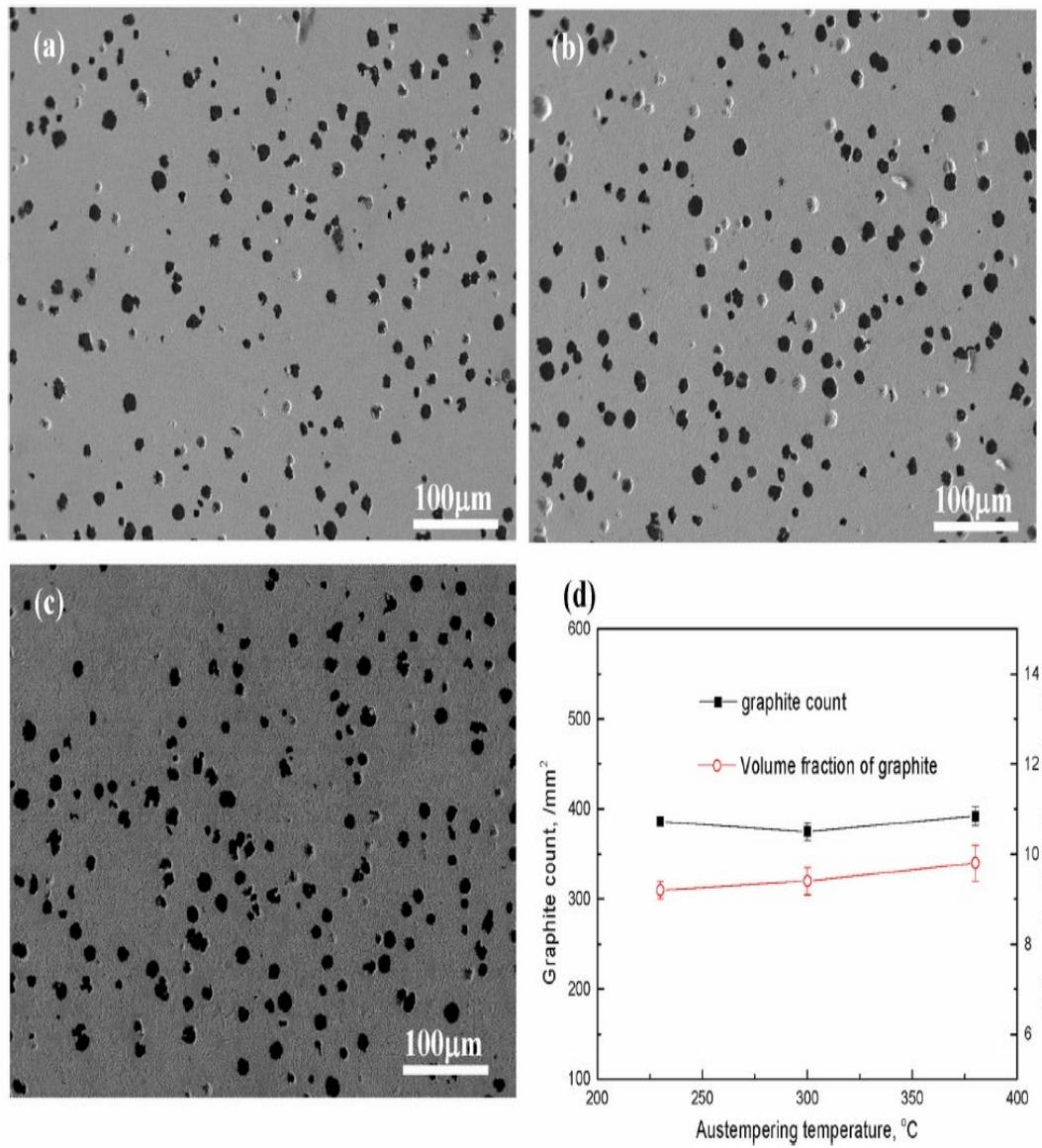


圖 6. ADI 樣品在 (a) 230 °C、(b) 300 °C、(c) 380 °C、(d) 球狀石墨計數和體積分數隨等溫回火溫度的變化的 SEM 圖像。

3.3 等溫回火溫度對摩擦係數的影響

由圖7表示A圖為230 °C，B圖為300 °C，C圖為380 °C進行ADI測試，由(a)(b)(c)圖得知，隨著溫度提升荷重越重耐磨性越好

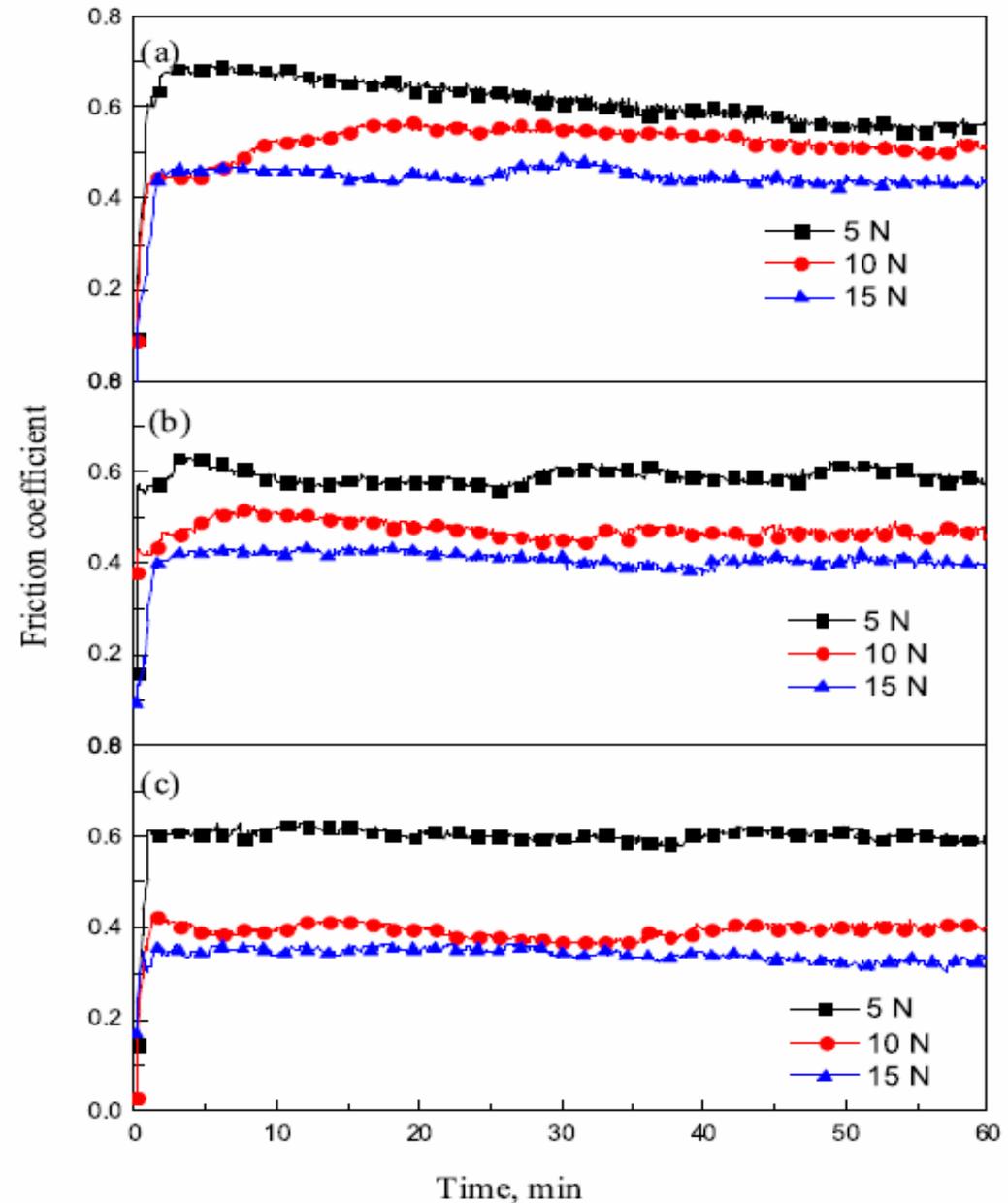


圖 7. 樣品在 (a) 230 °C、(b) 300 °C和 (c) 380 °C下等溫淬火的摩擦係數曲線。

圖 8 給出了穩態下的摩擦係數。摩擦係數隨著載荷的增加而降低。在高載荷（10 N 和 15 N）下，摩擦係數隨著等溫回火溫度的升高而降低。摩擦係數在低負載（5 N）下變化不大。

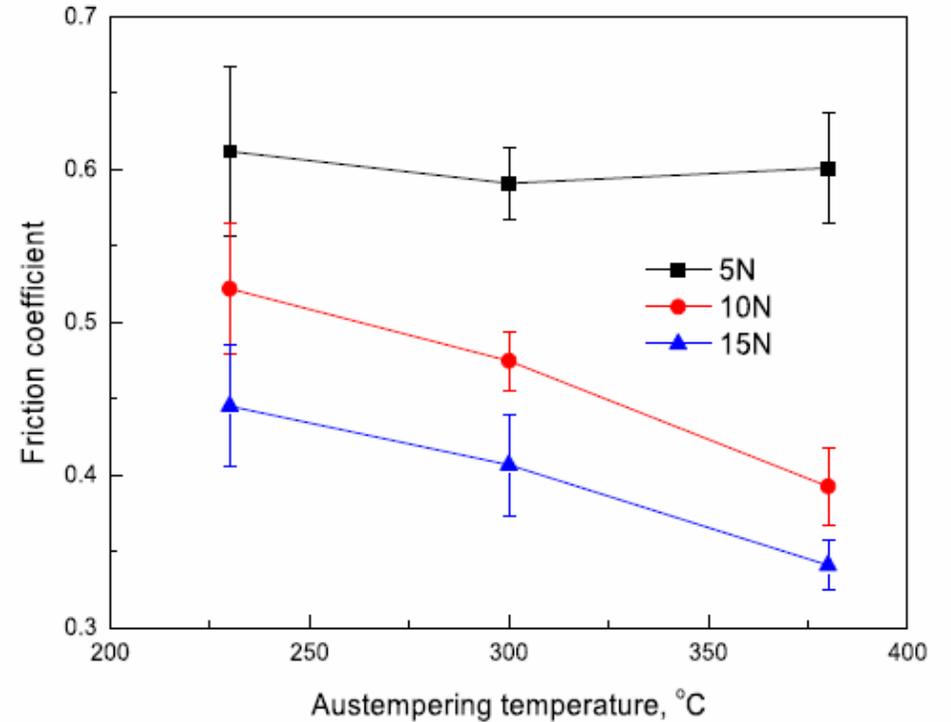


圖 8. 穩態時 ADI 摩擦係數與沃斯田體回火溫度的變化。

圖 9 顯示了磨損試驗後在 300°C 下等溫回火的樣品橫截面的 SEM 顯微組織。球狀石墨降低 ADI 摩擦係數的能力取決於摩擦表面上的石墨量，因此，摩擦係數隨著載荷的增加而降低。

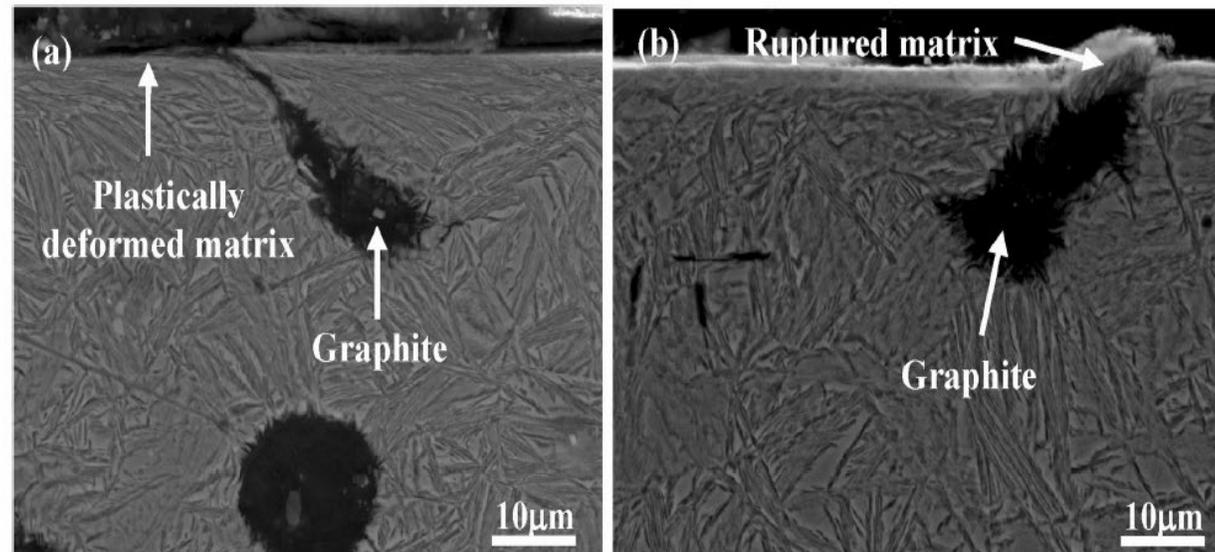


圖 9. 石墨 (a) 遠離和 (b) 靠近樣品表面的橫截面 SEM 圖像，磨損試驗後在 300°C 和 15 N 下等溫淬火。

圖 10 顯示了 ADI 在 5 N 和 15 N 載荷下在 380°C 下等溫淬火的磁盤滑動磨損表面的光學圖像。不同載荷下的樣品石墨含量差異明顯，而樣品在高負荷下實現了低摩擦係數。

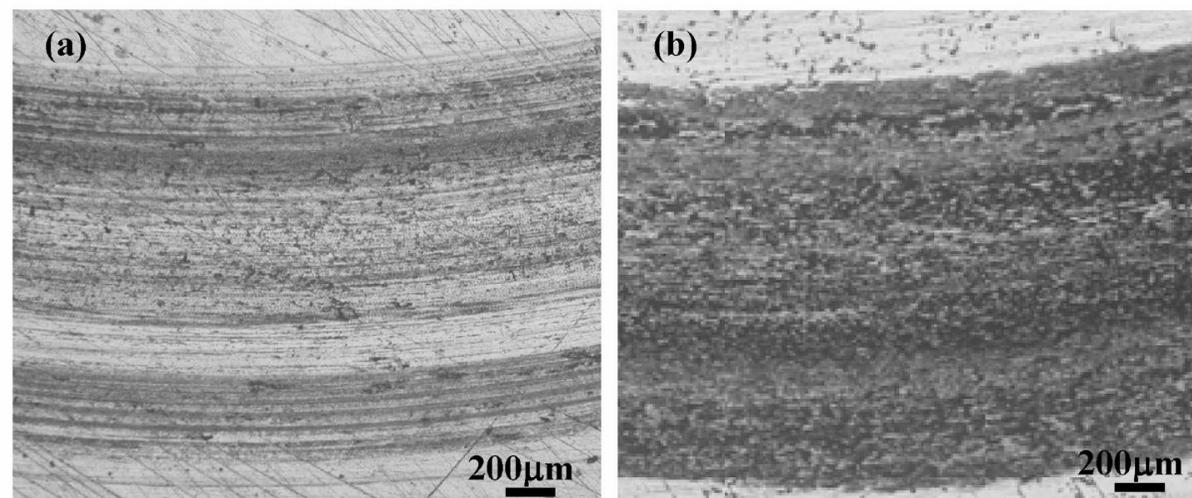


圖 10 在 (a) 5 N 和 (b) 15 N 載荷下，ADI 在 380°C 下等溫淬火的磁盤滑動磨損表面的光學圖像

3.4 等溫淬火溫度對耐磨性的影響

圖 11 顯示了不同負載下 ADI 磨損率的變化。ADI 的硬度隨著等溫回火溫度的降低而增加。而 ADI 的磨損率隨著沃斯田體回火溫度的降低而增加。因此，磨損率隨著等溫回火溫度的升高而增加。

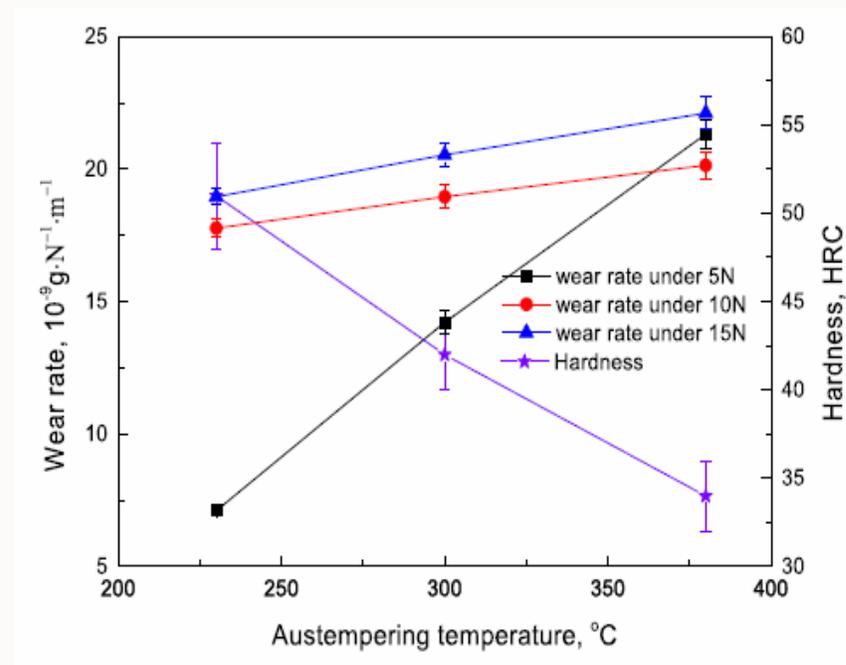


圖 11. 不同載荷下 ADI 的磨損率和硬度隨等溫回火溫度的變化。

圖 12 顯示了磨損試驗後 ADI 橫截面顯微硬度的變化。磨損表面的硬度明顯高於基體。

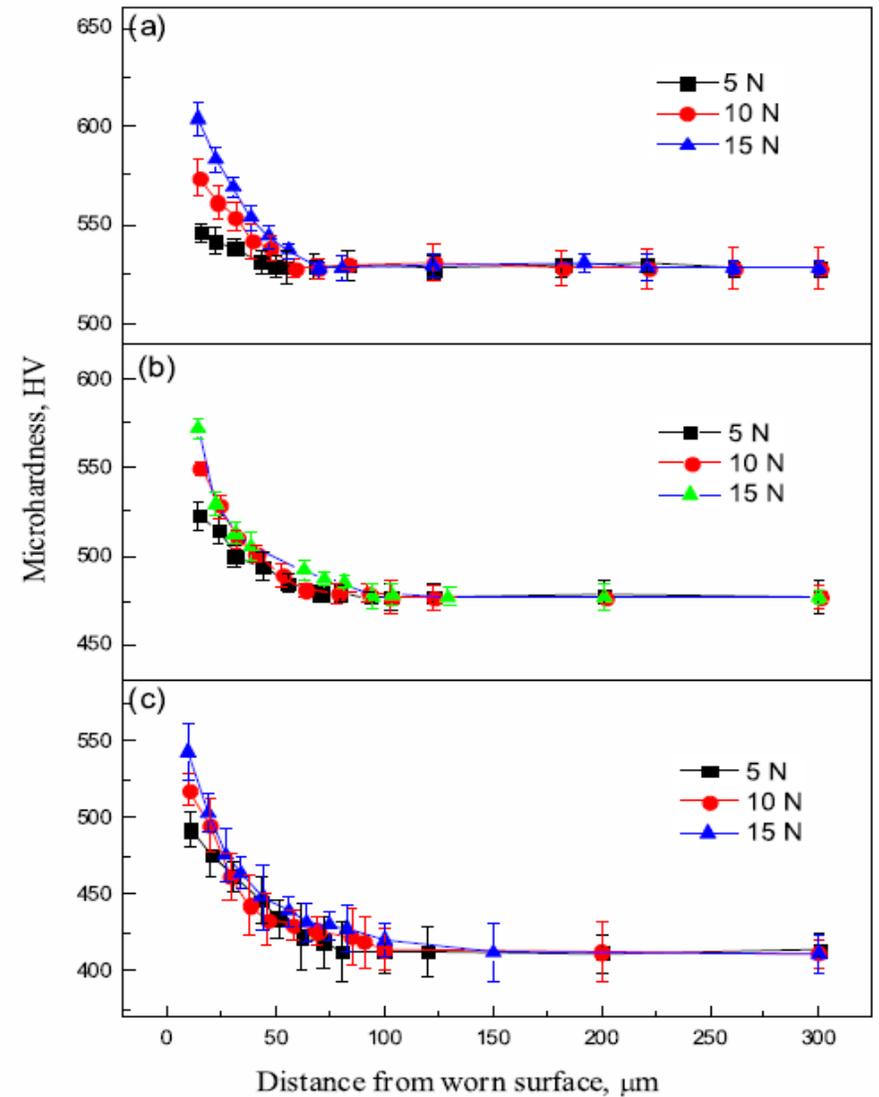


圖 12. ADI 等溫淬火在 (a) 230 °C、(b) 300 °C 和 (c) 380 °C 下顯微硬度隨距表面距離的變化。

圖 13 給出了磨損試驗後不同載荷下 ADI 的硬度增量。ADI 在 380°C 等溫淬火後的硬度增量最高。這種硬度增加將提高耐磨性。

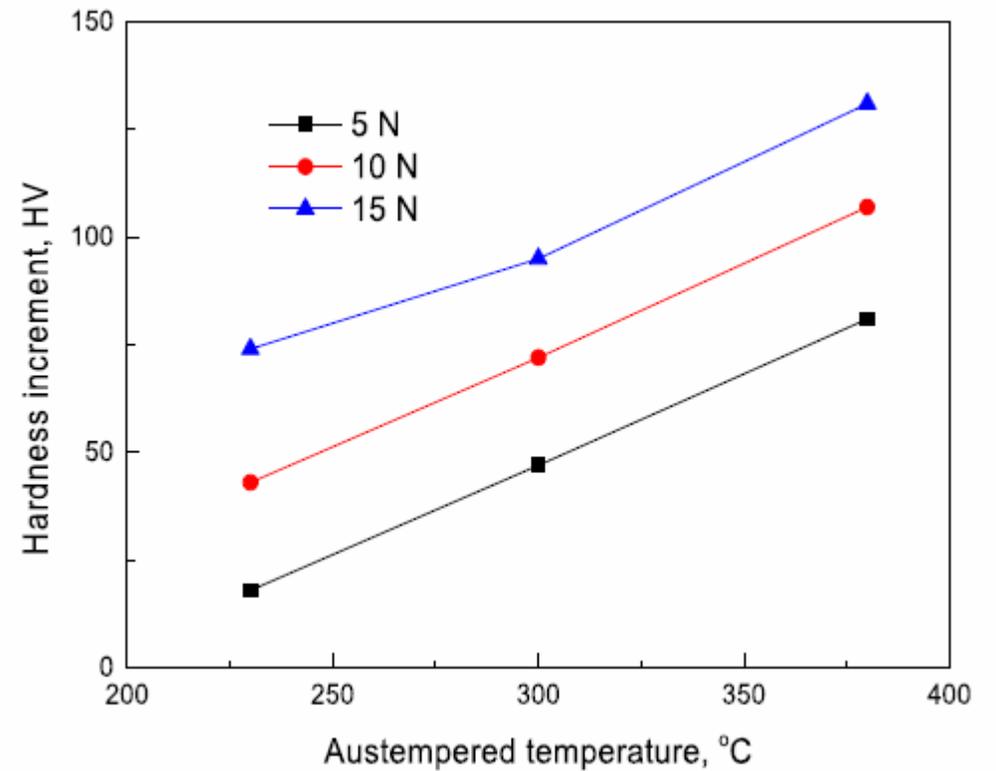


圖 13. 磨損試驗後 ADI 硬度增量隨沃斯田體回火溫度的變化。

3.5 ADI的干滑動磨損分析

圖 14 顯示了乾燥滑動磨損試驗後磨損表面的 SEM 形貌。磨損表面佈滿凹槽和剝落，表明磨粒磨損和粘著磨損是 ADI 的主要磨損機制。

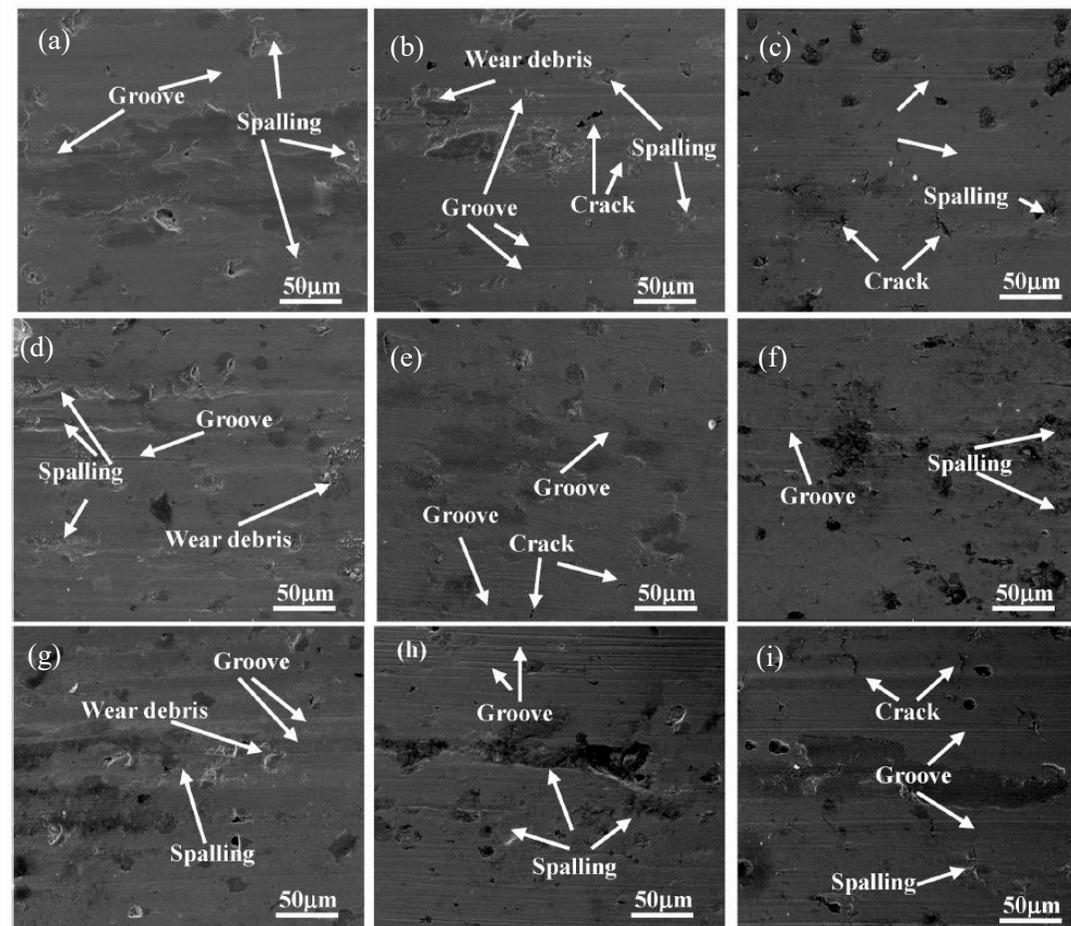


圖 14 ADI 磨損表面在不同溫度下和不同載荷下磨損試驗後的 SEM 圖像：(a) 230 °C, 5 N, (b) 230 °C, 10 N, (c) 230 °C, 15 N, (d) 300 °C, 5 N, (e) 300 °C, 10 N, (f) 300 °C, 15 N, (g) 380 °C, 5 N, (h) 380 °C, 10 N, (i) 380 °C, 15 N。

圖 15 顯示了磨損試驗後配對盤磨損表面的 SEM 顯微結構。通過 EDS 分析，在表面檢測到磨料顆粒，這表明有一些材料從 ADI 轉移到了對應盤上。磨粒磨損是 ADI 的失效機制。

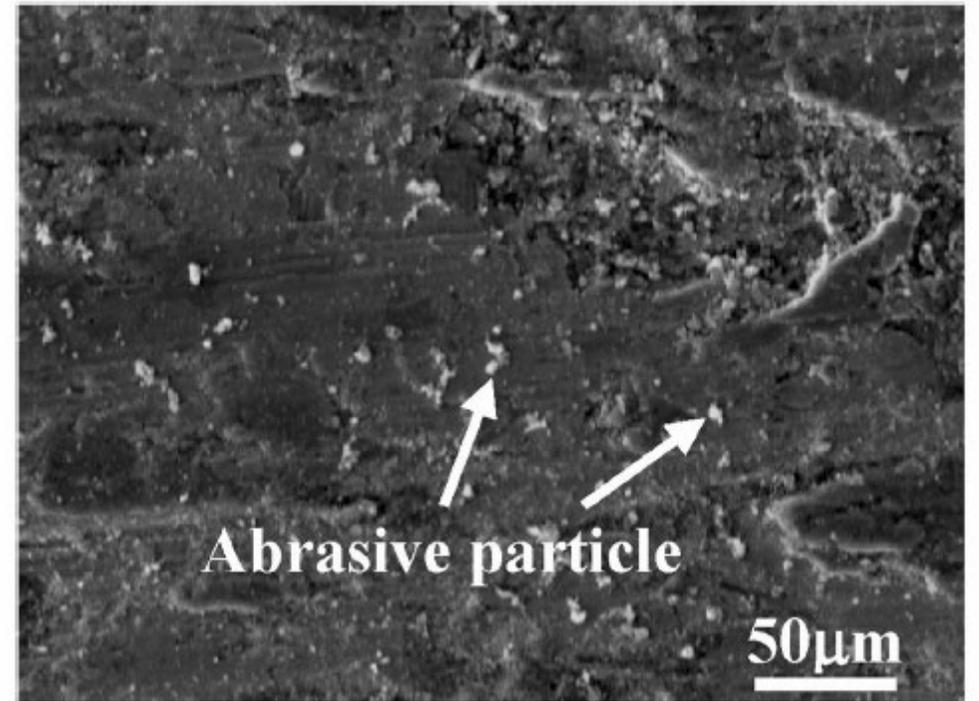


圖 15. 在 15 N 載荷下與 ADI 樣品（380°C 等溫淬火）滑動的配對盤磨損表面的 SEM 圖像。

4. 結論

本研究研究了 ADI 在不同溫度下等溫淬火的摩擦學行為。

討論了微觀結構與摩擦學性能之間的相關性，主要結論總結如下。

- (1) ADI 顯微組織由球狀石墨、殘餘沃斯田體和針狀肥粒體組成，其中殘餘沃斯田體隨著沃斯田體溫度的升高而增加。
- (2) 隨著等溫回火溫度的升高，ADI 的強度降低，塑性增加，這與基體的顯微組織成分有關。
- (3) 摩擦係數在低負荷下變化不大，但在高負荷下隨著等溫回火溫度的升高而降低，這歸因於表面摩擦力下石墨從基體上剝離的量。
- (4) ADI 在高載荷（10 N 和 15 N）下表現出相似的磨損率，這是硬度和摩擦係數共同作用的結果。
- (5) 在幹滑動磨損條件下，粘合劑磨損和磨料磨損是 ADI 的主要失效機制。

5. 文獻參考

Tribological behavior of austempered ductile iron (ADI) obtained at different austempering temperatures

沃斯田鐵球墨鑄鐵 (ADI) 的摩擦學行為不同的等溫淬火溫度

Yuzhou Du *, Xiangqian Gao, Xiaolong Wang, Xin Wang, Yanfeng Ge, Bailing Jiang

School of Materials Science and Engineering, Xi'an University of Technology, Xi'an,

The image features a white background with decorative elements in the corners. The top-left corner contains several circles in shades of purple, pink, and blue. The top-right corner features circles in shades of purple, pink, and orange. The bottom-right corner has circles in shades of purple, blue, and orange. The central text is written in a dark purple, bold, sans-serif font.

謝謝指教