

410 不銹鋼的表面改質處理
A Study on Surface Modification of 410 Stainless Steel

計畫編號：NSC 89-2216-E-002-040

執行期限：89 年 8 月 1 日至 90 年 7 月 31 日

主持人：陳永傳 台灣大學機械工程學研究所

計畫參與人員：白鈞文 江國安 台灣大學機械工程學研究所

一、中文摘要

為了使 410 麻田散鐵系不銹鋼能夠兼具高硬度、耐磨耗以及耐腐蝕的表面特性，本研究嘗試以氣體滲碳、流體床滲鉻以及鈍化處理來進行 410 不銹鋼的表面改質處理，探討各種條件：如滲碳溫度、滲碳碳勢、滲碳時間、滲鉻溫度、滲鉻時間、鈍化溫度、鈍化時間等條件對 410 不銹鋼之硬度及耐腐蝕性的影響。

(關鍵詞：410 不銹鋼、滲碳、流體床、滲鉻、熱鈍化)

Abstract

In order to increase the hardness, wear resistance, and corrosion resistance of 410 stainless steel, steel samples were treated by carburization, fluidized-bed chromization, and thermal passivation treatments in the present work. The influences of process conditions including carburization temperature, carburization processing time, carburization carbon potential, chromization temperature, chromization processing time, passivation temperature, and passivation processing time on the surface properties of 410 stainless steel were studied. The hardness distribution, the weights change that represents the corrosion resistance, the polarization phenomena, and the microstructure of steel samples were examined after treatments.

(Keywords: 410 stainless steel, carburization, fluidized-bed chromization, thermal passivation)

二、畫緣由與目的

隨著產業技術的提昇，對於材料性能的要求愈來愈高，典型的例子如自攻螺絲的應用。自攻螺絲接合技術有別於傳統螺絲接合技術，因此對螺絲材料的要求，不僅要具備堅硬

耐磨耗的表面特性及耐腐蝕性外，其內部亦需維持相當的韌性，以符合實際接合過程使用之需要。因此，如何利用現有的不銹鋼材料，在不影響其耐腐蝕性的前提下，提昇 410 不銹鋼的表面硬度及耐磨耗性為本實驗的研究主題。

三、研究方法

為了能夠在不影響 410 麻田散鐵系不銹鋼耐腐蝕性的前提之下，有效地提昇 410 麻田散鐵系不銹鋼的表層硬度及耐磨耗性，本研究將 410 麻田散鐵系不銹鋼施以氣體滲碳、流體床滲鉻及熱鈍化暨回火處理，其中氣體滲碳系統裝置如圖 1 所示，實驗參數有滲碳溫度、滲碳時間、滲碳碳勢等，流體床滲鉻系統裝置如圖 2 所示，實驗參數有滲鉻溫度、滲鉻時間等，而熱鈍化暨回火處理的實驗參數有處理溫度、處理時間等。

四、結果與討論

4-1 氣體滲碳處理

4-1-1 氣體滲碳處理後的硬度試驗

圖 3 為 410 麻田散鐵系不銹鋼在 0.6%C 的滲碳碳勢下，於 990°C 的溫度下實施不同時間的滲碳處理後，其表層硬度的分佈圖。由圖 3 可知，在進行滲碳處理後，試件表層硬度會隨著滲碳時間的增加而略為提昇但心部硬度沒有明顯的變化。

4-1-2 氣體滲碳處理後的耐腐蝕試驗

410 麻田散鐵系不銹鋼在 990°C 的滲碳溫度下，於 0.6%C 的滲碳碳勢下實施不同時間的滲碳處理後，再將試件浸泡於保持恆溫(30°C)的鹽水(3M)中，試驗浸泡累積 4 天，以瞭解 410 不銹鋼對鹽水的腐蝕抵抗能力，所得結果如圖 4 所示。而由圖 4 可知，在進行氣體滲碳處理後，410 不銹鋼的耐腐蝕性會隨著滲碳時間的增長而下降。

4-1-3 氣體滲碳後的極化曲線試驗

圖 5 為 410 麻田散鐵系不銹鋼在溫度 990℃、碳勢 0.6%C 的爐氣氣氛下實施不同時間的滲碳處理後，410 麻田散鐵系不銹鋼極化曲線的變化圖。由圖 5 可知，在低電位時，隨著滲碳時間的增加會使 410 不銹鋼的腐蝕電位下降、腐蝕電流密度上昇，亦即使 410 不銹鋼的耐腐蝕性降低；而在高電位時 410 不銹鋼的極化曲線並不會隨著滲碳時間的增加而有明顯的變化，顯示出不論是未經過滲碳處理及經過滲碳處理的 410 不銹鋼其耐腐蝕性皆不佳。

4-2 流體床滲鉻處理處理

4-2-1 流體床滲鉻處理後的硬度試驗

圖 6 為 410 麻田散鐵系不銹鋼在 0.6%C 的滲碳碳勢下，於 990℃ 的溫度下實施 0.5 小時的滲碳處理後，再於 1000℃ 分別施以 0.25、0.5、1.0 小時的流體床滲鉻處理後，其表層硬度的分佈圖。由圖 6 可知，在 1000℃ 施以流體床滲鉻處理 0.25 小時後，試件的表層硬度略低於未經過流體床滲鉻處理的 410 不銹鋼，而試件的心部硬度則和未經過流體床滲鉻處理的 410 不銹鋼無明顯差異；而在施以 0.5、1 小時的滲鉻處理後，試件的表層硬度會隨著滲鉻時間的增加而大幅降低，但心部硬度則無明顯的變化。

4-2-2 流體床滲鉻處理後的耐腐蝕試驗

410 麻田散鐵系不銹鋼在 990℃ 的滲碳溫度下，於 0.6%C 的滲碳碳勢下實施 0.5 小時的滲碳處理及於 1000℃ 分別施以 0.25、0.5、1.0 小時的流體床滲鉻處理後，再將試件浸泡於保持恆溫(30℃)的鹽水(3M)中，試驗浸泡累積 4 天，以瞭解 410 不銹鋼對鹽水的腐蝕抵抗能力，所得結果如圖 7 所示，由圖 7 可知，在經過 1000℃ 流體床滲鉻處理後，410 不銹鋼的耐腐蝕性會隨著滲鉻時間的增加而提昇。

4-2-3 流體床滲鉻處理後的極化曲線試驗

圖 8 為 410 麻田散鐵系不銹鋼在溫度 990℃、碳勢 0.6%C 的爐氣氣氛下實施 0.5 小時的滲碳處理及於 1000℃ 分別施以 0.25、0.5、1.0 小時的流體床滲鉻處理後，410 麻田散鐵系不銹鋼極化曲線的變化圖，而由圖 8 可知，在低電位時，隨著滲鉻時間的增加，410 不銹鋼的腐蝕電位會上昇、腐蝕電流密度會降低，由此可顯示出，在低電位時隨著滲鉻時間的增加試件的耐腐蝕性會增加；而在高電位時，隨著滲

鉻時間的增加，試件仍能維持相當低的電流密度，由此可顯示在高電位時隨著滲鉻時間的增加，試件的耐腐蝕性會增加。

4-3 熱鈍化暨回火處理

4-3-1 熱鈍化暨回火處理後的硬度試驗

圖 9 為 410 麻田散鐵系不銹鋼在 0.6%C 的滲碳碳勢下，於 990℃ 的溫度下實施 0.5 小時的滲碳處理後，及於 1000℃ 施以 0.25 小時的流體床滲鉻處理後，再於不同溫度分別施以 1.0 小時的熱鈍化暨回火處理，其表層硬度的分佈圖，由圖 9 可知，在經過熱鈍化暨回火處理後試件表層硬度會隨著回火溫度的升高而降低。

4-3-2 熱鈍化處理後的耐腐蝕試驗

410 麻田散鐵系不銹鋼在 990℃ 的滲碳溫度下，於 0.6%C 的滲碳碳勢下實施 0.5 小時的滲碳處理及於 1000℃ 施以 0.25 小時的流體床滲鉻處理後，再於不同溫度分別施以 1.0 小時的熱鈍化暨回火處理後，將試件浸泡於保持恆溫(30℃)的鹽水(3M)中，試驗浸泡累積 4 天，以瞭解 410 不銹鋼對鹽水的腐蝕抵抗能力，所得結果如圖 10 所示，由圖 10 可知，隨著熱鈍化溫度的提昇，試件的耐腐蝕性會提昇。

4-3-3 熱鈍化暨回火處理後的極化曲線試驗

圖 11 為 410 麻田散鐵系不銹鋼在溫度 990℃、碳勢 0.6%C 的爐氣氣氛下實施 0.5 小時的滲碳處理及於 1000℃ 施以 0.25 小時的流體床滲鉻處理後，再於不同溫度分別施以 1.0 小時的熱鈍化暨回火處理後，410 麻田散鐵系不銹鋼極化曲線的變化圖，而由圖 11 可知，在低電位時，隨著鈍化時間的增加 410 不銹鋼的極化曲線並沒有明顯的變化，但在高電位時，時隨著鈍化時間的增加，試件的耐腐蝕性增加。

五、參考文獻

1. 黃振賢，"金屬熱處理"，文京圖書公司，p.497-501.
2. Serope Kalpakjian，"Manufacturing Engineering and Technology"，2nd edition，1992，p.987-988.
3. Stefan Kinkel，"Feasibility of Fluidized Bed CVD for the Formation of Protective coatings"，Steel Research，7(66)，1995，p.318-324(66)，1995，p.318-324.

六、圖表

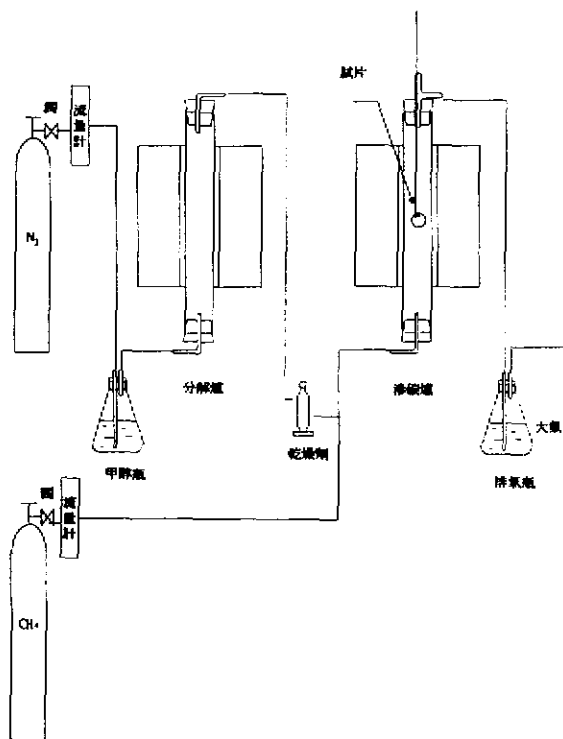


圖 1. 氣體滲碳設備圖

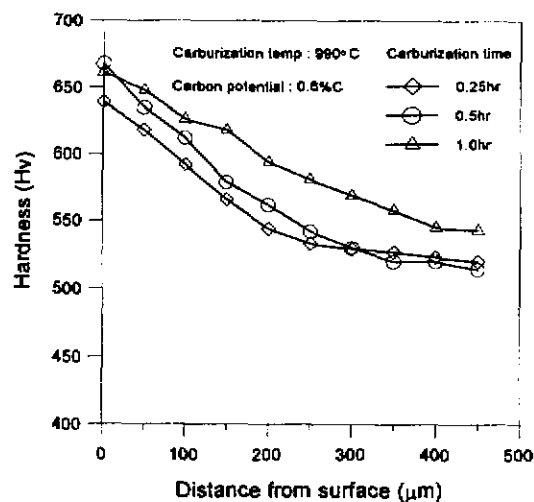


圖 3.410 不銹鋼在氣體滲碳處理後，其滲碳時間和滲碳淬火後硬度分佈之關係

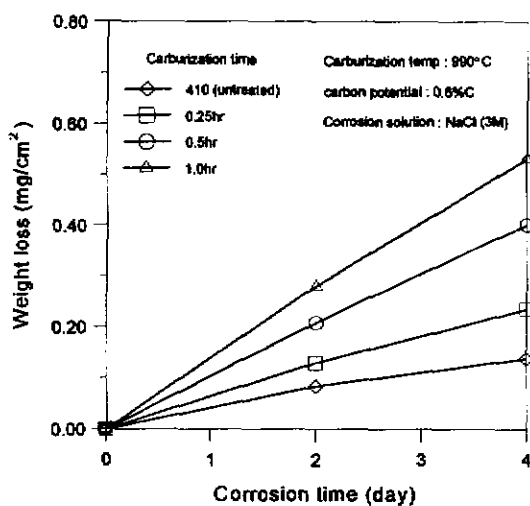


圖 4. 410 不銹鋼在氣體滲碳處理後，其滲碳時間和耐腐蝕性之關係

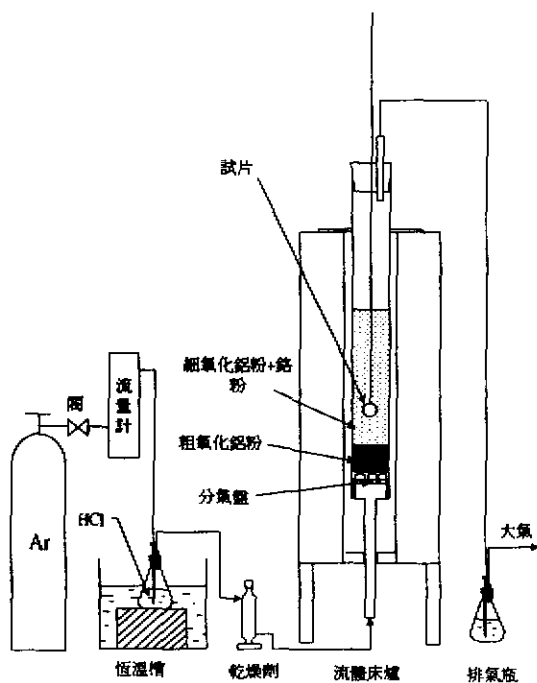


圖 2. 流體床滲鉻處理設備圖

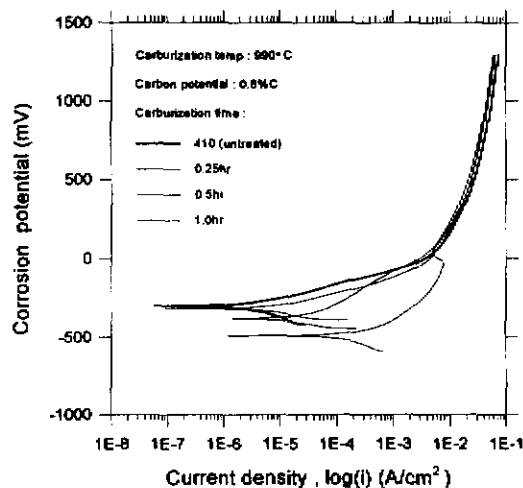


圖 5. 410 不銹鋼在氣體滲碳處理後，其滲碳時間和滲碳淬火後極化現象之關係

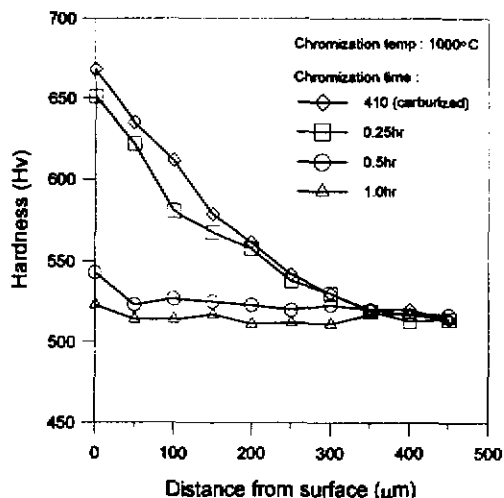


圖 6. 410 不銹鋼在經過氣體滲碳處理及流體床滲鉻處理後，其滲鉻時間和硬度分佈之關係

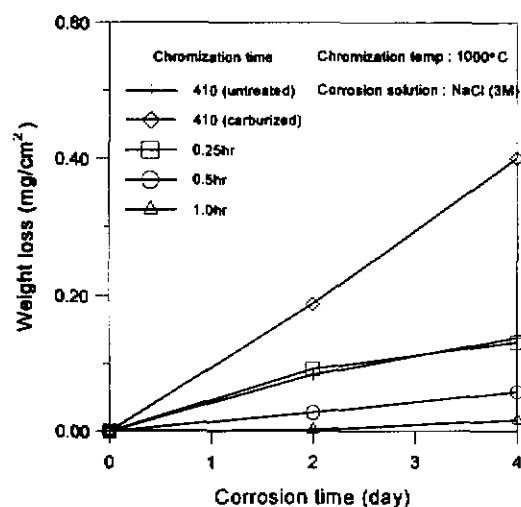


圖 7. 410 不銹鋼在經過氣體滲碳處理及流體床滲鉻處理後，其滲鉻時間和耐腐蝕性之關係

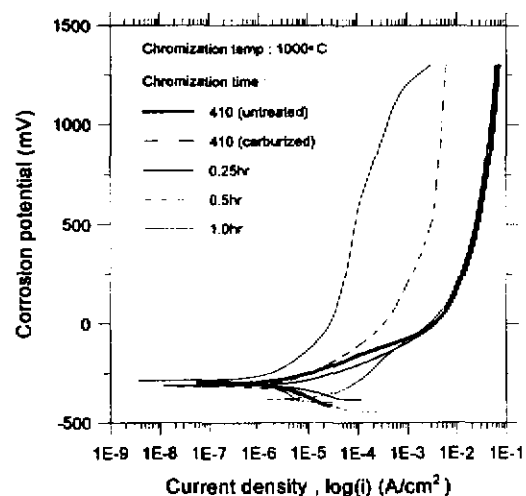


圖 8. 410 不銹鋼在經過氣體滲碳處理及流體床滲鉻處理後，其滲鉻時間和極化現象之關係

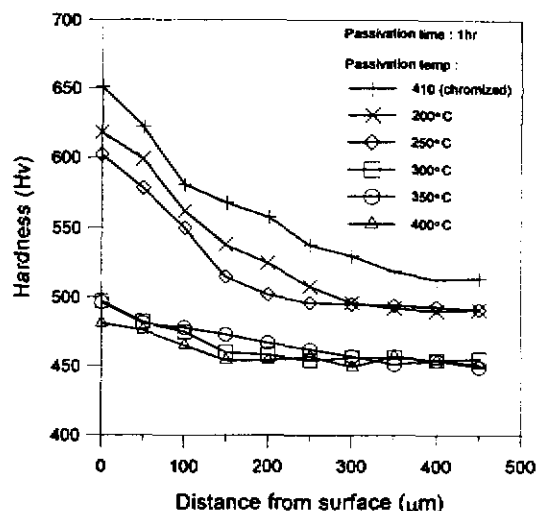


圖 9. 410 不銹鋼在經過氣體滲碳、流體床滲鉻及 1 小時的熱鈍化暨回火處理後，其處理溫度和硬度分佈之關係

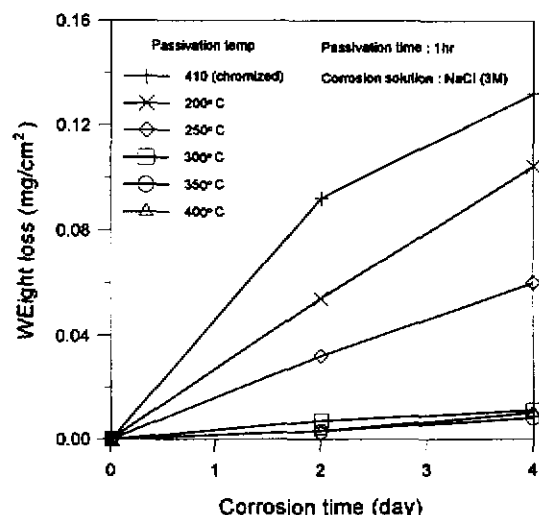


圖 10. 410 不銹鋼在經過氣體滲碳、流體床滲鉻、及 1 小時熱鈍化暨回火處理後，其處理溫度和耐腐蝕性之關係

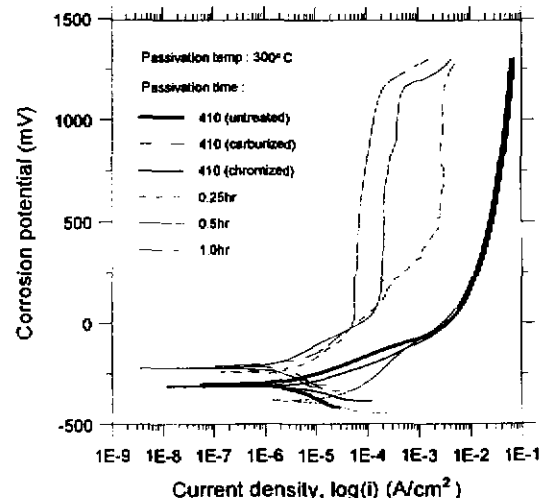


圖 11. 410 不銹鋼在經過氣體滲碳、流體床滲鉻及 300°C 的熱鈍化暨回火處理，其處理時間和極化現象之關係

施以 1000°C、0.25 小時的流體床滲鉻處理，其表層 Cr、C、O 含量的定性分析

圖 16. 410 不銹鋼在經過 990°C、碳勢 0.6%C 的滲碳處理 0.5 小時及 1000°C 流體床滲鉻處理 0.25 小時後，再施以 300°C 的熱鈍化暨回火處理，其鈍化時間和硬度分佈之關係圖

圖 17. 410 不銹鋼在經過 990°C、碳勢 0.6%C 的滲碳處理 0.5 小時及 1000°C 流體床滲鉻處理 0.25 小時後，再施以 1 hr 的熱鈍化暨回火處理，其回火溫度和硬度分佈之關係圖

圖 18. 410 不銹鋼在經過 990°C、碳勢 0.6%C 的滲碳處理 0.5 小時及 1000°C 流體床滲鉻處理 0.25 小時後，再施以 300°C 熱鈍化暨回火處理，其回火時間和耐腐蝕性之關係

圖 19. 410 不銹鋼在經過 990°C、碳勢 0.6%C 的滲碳處理 0.5 小時及 1000°C 流體床滲鉻處理 0.25 小時後，再施以 1 小時熱鈍化暨回火處理，其鈍化溫度和耐腐蝕性之關係

圖 20. 410 不銹鋼在經過 990°C 碳勢 0.6%C 的預碳處理 0.5 小時及 1000°C 的流體床滲鉻處理 0.25 小時後，再施以 300°C 的熱鈍化暨回火處理，其鈍化時間和極化現象之關係圖

圖 21. 410 不銹鋼在經過 990°C 碳勢 0.6%C 的滲碳處理 0.5 小時及 1000°C 的流體床滲鉻處理 0.25 小時後，再施以 300°C、1 小時的熱鈍化暨回火處理，其表層 Cr、C、O 含量的定性分析