

## 大強鋼鐵鑄造股份有限公司

### 雙金屬擊錘鑄件開發計畫

#### 計畫目標

水泥及原礦石粉碎機械用零組件，由於工作環境嚴苛，為國內廠家屢屢要求提高效率及擴大產能的零組件，年消耗量極大，而大量之消耗品工件，長期以來即由國外鑄造廠家供應產品，國內廠商甚至無法生產同等級之此類鑄件，高附加價值鑄品則由國外長期掌握貨源及技術，而在眾多鑄造零組件中，又以打擊錘鑄品使用量最為廣泛；隨著被打擊或粉碎材料種類日漸廣泛，且鑄件要求績效壓力日增，鑄造擊錘所必需之機械強度與耐磨耗硬度要求也漸次提高，然單一材質鑄件傳統上欲使抗拉強度、延展性、耐衝擊性與耐磨性兼顧之可能性極低，也使得傳統擊錘鑄件常不是工作面壽命短，就是常發生破裂或斷裂事故。近些年來，開始有國外廠家投入所謂雙澆鑄法製作擊錘鑄件；其以特殊之製程及材料設計觀念，除合金設計、鑄造技術外，亦牽涉到嚴謹之熱處理調質技術，使該鑄件突破以往單一鑄造法無法獲得之綜合鑄件機械特性，本廠母公司『亞洲水泥』引入試用後發現績效優良，傳統國內慣用之單一澆鑄製程鑄造擊錘工件效能完全不敵國外此最新之雙澆法鑄造擊錘機械性能。目前國內傳統鑄鋼鑄鐵產業及鑄件產品中，完全無所謂雙澆法或雙金屬鑄造技術，而為使本公司相關鑄件產品在劇烈之全球競爭下，仍能保有相當之市場與競爭優勢之技術，本公司決定投入雙金屬擊錘鑄件技術研究及製程設計開發並建立產品製造能力，本計畫之目標載具為雙金屬擊錘鑄件，為合金鋼與高鉻鑄鐵之雙金屬材質，高鉻區硬度可達 HRC55 度，合金鋼區硬度需達 HB200 以上，方案設計時利用雙澆鑄方式將高鉻材質澆鑄於預先成型之合金鋼上，完成澆注後再經由適當之熱處理等製程，以增強鑄件之使用壽命與耐磨性。

#### 執行成果

本次研發之雙金屬擊錘鑄件開發計畫，實驗時主要是使用雙金屬雙澆鑄之方案設計進行實驗，使金屬結合介面為高鉻與合金鋼之結合層，以利增強鑄件之使用壽命與研磨效率。其方案設計後進行雙金屬擊錘鑄件澆鑄情形如圖一所示，經澆注過程完成之雙金屬擊錘鑄件經調質熱處理製程最佳化處理後(處理溫度需達 950°C~1050°C)，其硬度可達 HRC55 度以上，符合使用要求。未來技術將生根於本公司，產品將優先推廣至國內水泥廠，提供國內水泥廠之使用，以取代進口鑄件為主。

#### 新產品簡介

本實驗採用先進雙金屬雙澆鑄之方案設計進行實驗，使金屬結合介面為高鉻與合金鋼之結合層，以利增強鑄件之使用壽命與研磨效率。完成澆注後之鑄件如圖二所示，外觀尺寸如下圖二所示，重量約 22kg/1 件-R15\*110mm 為合金鋼與高鉻鑄鐵之雙金屬材質。為國內首次開發成功首件之雙金屬雙澆鑄擊錘鑄件。

#### 技術合作單位及合作內容

本公司配合合作單位金屬工業研究發展中心研究人員共同參與雙金屬鑄件材質及組織技術設計支援微觀金相組織分析等相關研發工作，為加強對雙金屬鑄件之材料分析能力，借重金屬工業研究發展中心研發人員之雙金屬鑄造研發能力，協助本公司建立技術能力，以完成研發工作。其相關合作內容如下：

##### ※雙金屬鑄件材質及組織技術設計支援

###### 1. 材質成分分析一式

##### ※溶解及鑄造參數設計支援

###### 1. 合金鋼溶解溫度建議參數一式

###### 2. 高鉻鑄鐵溶解溫度建議參數一式

###### 3. 量測溫度曲線圖一式

##### ※調質熱處理參數及設計支援

###### 1. 沃斯田鐵化溫度與時間熱處理建議參數一式

###### 2. 回火溫度與時間熱處理建議參數一式

##### ※雙金屬鑄件微區金相組織分析

###### 1. 金相組織分析一式

###### 2. 顯微組織分析一式

###### 3. 金相照片一式

##### ※人員相關技術諮詢

###### 1. 會議記錄與技術諮詢等電子檔一式

#### 成果應用領域

本公司成功開發雙金屬擊錘鑄件後，將可強化本公司在傳統鑄造技術以外之雙金屬複合鑄造技術能力及熱處理之整體相關技術能力的提昇，除繼續保持本公司在特殊耐磨合金鋼鑄件國內優勢地位外，另一方面，可培養與訓練本公司研發人員的雙金屬複合鑄造技術與熱處理等技術，使本公司整體技術水平向上提升，可與國外先進鑄造廠之高級鑄造技術相媲美，未來將開拓海外市場，尤其是中國大陸與日本市場，將成為本公司投入高附加價值產品中的一項主力產品。雙金屬擊錘鑄件產品國內目前完全無相關廠家可自行生產與投入研發，因此本公司唯一國內生產與製造雙金屬擊錘鑄件的廠家，將可應用於國內鑄造業、水泥業、鋼鐵業、廢棄物處理業、石材加工業等產業上，提供零件之生產與製造，可提升整體產業競爭力與降低相關產業使用成本。

#### 專案執行績效說明

由於國內目前完全無相關廠家可自行生產與投入研發雙金屬擊錘鑄件產品，因此計畫完成後本公司將成為國內唯一生產與製造雙金屬擊錘鑄件的廠家，可提供國內鑄造業、水泥業、鋼鐵業、廢棄物處理業、石材加工業等生產與製造，並積極防止國外產品之壟斷，提升整體產業競爭力與降低相關產業使用成本，同時並為國家節省每年龐大之外匯支出，預估兩年後，將可提供國內相關需求百分之

二十五以上的市場需求，三年後更可由售後服務快速、供貨及交貨時程短及降低客戶備品庫存壓力，取代半數以上之相關同類產品，除每年可節省相當新台幣約 1 千 3 百萬元以上的外匯支出外，更可使我國相關業者減少對國外之依賴，提昇我國相關產業亞太的競爭力。

### 專案執行重要心得

※ 雙金屬擊錘鑄件之結合層將影響到冶金強度與成品質，本實驗採定量澆注方式，先澆注合金鋼材質後，再接著澆注高鉻鑄鐵材質，結合面使用防渣與除渣方式處理，澆注前為防止氣體產生，雙金屬擊錘鑄件之模具須充分乾燥，以防止氣體產生。流路系統中使用過濾網等方式阻絕不必要之渣產生，雙金屬擊錘鑄件其結合層之顯微組織如圖三所示。

※ 實驗結果得到，從金相觀察結果中發現，雙金屬擊錘鑄件經高溫熱處理與回火製程處理後，其顯微組織隨著沃斯田鐵化溫度及回火溫度的增加，回火麻田散鐵的針狀組織會有由細變粗及由密轉疏的現象發生，而殘留沃斯田鐵相之比例則由多變少，甚至與回火麻田散鐵相混合，另外，二次析出之碳化物顆粒則有逐漸變小之傾向。而造成雙金屬擊錘鑄件硬度值變化的主要因素為，基地組織受到回火麻田散鐵相之影響，由原本細密的回火麻田散鐵變成粗疏的回火麻田散鐵時，硬度值即會下降。如下圖四所示為雙金屬擊錘鑄件經沃斯田鐵化熱處理(1050°C)及回火處理(400°C)之顯微組織圖，圖四中顯示雙金屬擊錘鑄件經高溫熱處理與回火製程處理後，其顯微組織觀察發現有回火麻田散鐵組織與沃斯田鐵組織及碳化物(M<sub>7</sub>C<sub>3</sub>)等顯微組織。

※ 經由熱處理實驗結果發現，沃斯田鐵化溫度從 950°C ~ 1000°C 皆可達到設定之硬度目標值(50HRc 以上)。另一方面，在 a°C ~ c°C 之回火溫度範圍內，變化回火溫度對於硬度的影響不大，一般而言，在 a°C 回火溫度可得到較高的硬度值，c°C 回火溫度則產生較軟的硬度值，硬度值隨著回火溫度的增加而減少，為不使雙金屬擊錘鑄件經熱處理，硬度過於高，將選擇適當硬度值之參數作為最後的回火溫度。因此，根據本實驗結果，對於雙金屬擊錘鑄件熱處理參數之選取則固定為沃斯田鐵化溫度在 950°C，而回火溫度在 b°C 作為合適於未來本公司量產雙金屬擊錘鑄件熱處理之參數。

#### ※ 淬火介質之影響

從金相觀察上，水淬與強風冷卻的差異並不太大，在沃斯田鐵基地中，皆有小顆粒狀碳化物(M<sub>3</sub>C or M<sub>23</sub>C<sub>6</sub>)的析出，且在原本存在的碳化物周圍有出現許多針狀組織，應屬麻田散鐵組織，故由此項實驗結果可知，用強風冷卻即可達到預期的目標。

#### ※ 沃斯田鐵化保溫時間之影響

從金相觀察結果可知，不同保溫時間並無太大差異，在沃斯田鐵基地中，依然有顆粒狀碳化物(M<sub>3</sub>C or M<sub>23</sub>C<sub>6</sub>)的析出，且在原碳化物周圍依然存有麻田散鐵之針狀組織。但由硬度測試結果顯示，沃斯田鐵化溫度超過 a 小時後，硬度有下降之趨勢。故根據此項實驗結果，採用 b 小時的保溫時間即可達到預期的目標。

#### ※ 回火溫度之影響

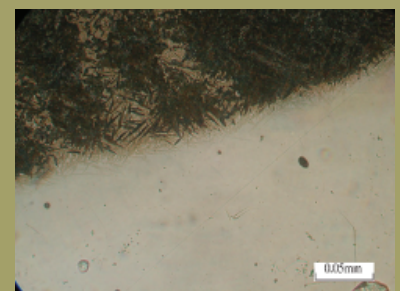
隨著回火溫度的上升，硬度值有稍微增加之趨勢，在回火溫度 c°C 時，甚至可達到 50HRc 以上，故根據此項實驗結果，採用 a°C、b°C、c°C 做為正式實驗的回火溫度參數。



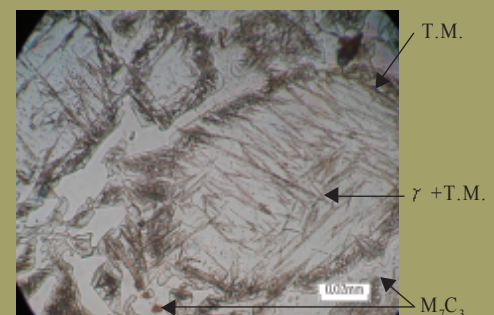
圖一、雙金屬擊錘鑄件澆鑄情形



圖二、澆鑄完成之雙金屬擊錘鑄件



圖三、雙金屬擊錘鑄件結合層之顯微組織



圖四、雙金屬擊錘鑄件經沃斯田鐵化熱處理及回火處理後之顯微組織圖