

# 農具材料—展性鑄鐵

臺灣大學農工系農具工廠主任

沈 國 文

**緒言：**農具與人類生活，人類文明關係密切。農具材料左右農具性能。最早農具之金屬材料當算銅器，次後生鐵，但其性脆不耐打擊，隨之所謂“久煉成鋼”形成熟鐵，沿用久矣。兩百多年前展性鑄鐵之發明，以其耐擊，不易風化，用途很廣，犁尖、犁鏵、犁轆均可採用，其他農機具之許多部份均已採用，即日常汽車配件約有20-30%為展性鑄鐵材料。二次大戰後發明韌性鑄鐵(Ductile cast iron)，若與展性鑄鐵相較，利弊兼半，後者發明雖古，用途仍新，預言今後展性鑄鐵生產方法，可能簡化兩者合一。我國工業落後，農具材料鮮人注意，特為敘述。

**性能：**展性鑄鐵剖面呈白色者稱之白心展性鑄鐵，剖面呈黑色者稱為黑心展性鑄鐵，前者歐洲採用，後者為美國所發明。抗張力30-45kg/mm<sup>2</sup>，伸長率5-15%，可彎度90°-150°。展性鑄鐵初鑄剖面均呈白色，後經長期熱處理使結合碳Fe<sub>3</sub>C，變為游離碳而呈黑色剖面，或使黑鉛氧化消失而呈白色剖面，學說甚多，然均無法充分合理說明黑鉛化及碳消失之作用。一般展性鑄鐵之鑄件不可過厚，否則初鑄剖面不呈白色，無法展性化，但亦有於熔化鐵水中加投特種元素，鑄件斷面可達4吋，仍可熱處理而展性化。

**生產方法：**(1)原料生鐵含分為2.00-2.60% C；0.90-1.60% Si；0.40-0.50% Mn；0.08-0.17% S；0.03-0.10% P。熔解鐵水含分為2.25-3.00% C；0.30-0.50% Mn；0.60-1.15% Si；0.06-0.11% S；0.05-0.08% P，鐵水含碳量低於2.00%時，黑鉛化熱處理作用遲滯。份量過多時初鑄剖面不呈白色，過少時澆鑄不易，且黑鉛化不易發生，普通視斷面厚度大小而增減。錳可脫硫但有延滯第二期熱處理之時間。硫為一強碳化物安定劑(易使初鑄剖面呈白色)，過量時鑄件無法進入第二期熱處理。錳與硫間有一最適含量關係存在，普通錳量約為1.7×S%+0.10-0.15%。磷分過多時成品脆弱。其他元素中，鉻應小於0.05%，否則阻害黑鉛化，B及Bi加投則可縮短熱處理時間。更需吾人繼續研究。

(2)配料普通用展性鑄鐵廢料10-15%，廢鋼料35-40%，原料生鐵45-55%。

(3)熔爐國外多採用雙重熔煉法，初熔於熔鐵爐(Cupola)

)，再將鐵水移至反射爐或電爐或轉爐精煉除去雜質，以達展性鑄鐵成份而後澆鑄，爐溫高者鑄件易於黑鉛化，熱處理時間較短，本省均採用熔鐵爐一次熔鑄，故加料成份影響很大。

(4)熱處理方法白心展性鑄鐵與黑心展性鑄鐵熱處理方法不同。兩者又各有多種方法，大爐與小爐處理不同，鑄件厚薄處理不同，前人均有研究，或因商業競爭保密，速效熱處理之方法公布很少。即有之熱處理方法，確實性亦多問題。一般澆鑄後於不因驟冷收縮裂斷鑄件時，立即從砂模中取出，以防鑄件形成初晶黑鉛。鑄件先期熱處理，可使黑鉛微粒化，且可分布均勻粒數增多，即600°-800°F加熱2-4小時後空冷，可使材質向上，第二期熱處理時間縮短，另有先期加熱850°C後，鑄件蘸水，使其微粒化，而縮短熱處理時間，但常使鑄件發生裂紋，不合實用。高強度展性鑄鐵係珠層組織，殘存結合碳0.65%，普通於第一期熱處理完了後，立行空冷，可得此組織。本省生產展性鑄鐵多屬純鐵組織(Ferritic)，其伸長率高。

**生產實例：**石門水庫於最後趕工期中曾因外匯短少，無法國外採購配件，施工機械中十三部挖土機，有七台因起動馬達外殼損壞，無法修復，需自製展性鑄鐵馬達外殼更換。生產原料為省產一級鑄焦，百分之一百鋼筋頭，利用自製改良熔鐵爐(見“如何生產優良鑄鐵”農工學報十卷一期)熔解鐵水，澆鑄馬達外殼，而經圖示之熱處理，生產展性鑄鐵起動馬達外殼一批，裝於挖土機上功用與原廠家製品相同。但吾人係用百分之一百廢鋼筋，尚屬創舉。其成份為2.40-2.97% C；0.64-0.75% Si；0.69-0.93% Mn；0.094-0.096% S；0.036-0.038% P。金相組織圖中Fig.1為初鑄鑄件剖面顯微鏡組織，Fig.2 & Fig.3呈高強度展性鑄鐵之組織，Fig.4為鋼筋頭80%，與原料生鐵20%之高強度灰口鑄鐵組織。鑄件經用氧一乙炔氣可以切斷，及用電焊可焊接。

**附誌：**本文展性鑄鐵成份係由臺灣機械公司分析，金相組織圖係由臺灣大學金相研究室攝製，鑄件係由石門水庫鑽機廠生產。臺大陸教授志鴻，機械公司營廠長志高，石門水庫副處長國光以及美籍顧問Mr. Kelley 均曾協助指導，筆者謹此誌謝。

英文摘要

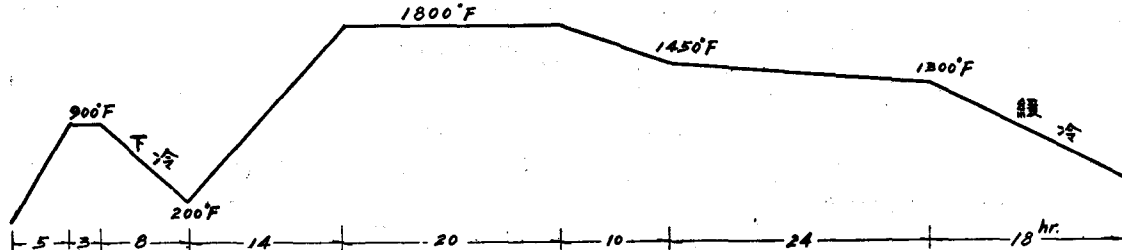
# Malleable Cast Iron of 100% Steel Scrap

By Shen, Kou-Wen\*

Malleable cast iron is an old metal that had produced more than two hundred years ago. Duplexed metal is melted in abroad. There are some restrictions, because the composition of charges, furnace controls, and properties of foundry cokes, must fulfil the requirements in order to get sound castings.

In this country deemed as underdeveloped on account of her low industrial level, the lack of good iron, and coal ores make it nearly impossible to produce malleable iron castings of good quality. The author has designed an efficient cupola# which charges 100% re-steel cuttings, pours white cast iron, and anneals to blackheart pearlitic malleable iron successfully. In the analysis of our malleable irons, we have 2.40-2.57% C; 0.64-0.75% Si; 0.69-0.93% Mn; 0.036-0.038% P; 0.094-0.096% S. This indicates that carbon and manganese content is on the upper limit, the silicon content is lower than the standard level, and the percentages of both phosphorus and sulphur are of good figures. The annealing cycle is exactly the same as the ordinary ones. The process in production of good pearlitic malleable cast iron is benefited by using the local materials, poor cokes and re-steel cuttings at an economical cost.

Our malleable iron castings have replaced the broken parts of heavy-duty equipment, for example the starter housing of power shovel which last longer than factory products. These malleable irons can also be fabricated by gas cutting and arc-welding functionally.



展性鑄鐵熱處理溫度時間圖  
Temperature and Time Cycle

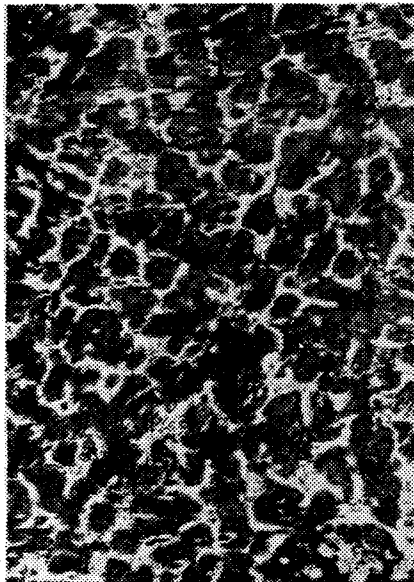


Fig.1 White iron. Nital etch.  
Mag. 100X



Fig.2 Pearlitic malleable iron.  
Nital etch. Mag. 100X

(下轉32頁)