

# 有色合金熔铸工艺会议專輯

第一机械工業部 第三机械工業管理局 編

科学技術出版社

# 有色合金熔鑄工藝會議專輯

第一機械工業部第二、三機器工業管理局編

科學技術出版社

## 內 容 提 要

第一机械工業部为了提高有色合金鑄件的質量、增加產量和降低廢品率，在本年四月間召集全國所屬各厂及有关單位在上海舉行有色合金熔鑄工藝會議，本書系這次會議上的重要報告、蘇聯專家的問題解答，以及通過的各項工藝守則等重要資料的彙編。

會議所通過的這些文件，是各厂有效地改進有色合金鑄件的重要依據，本書可供各厂鑄造部門職工作為技術學習之用。

## 有色合金熔鑄工藝會議專輯

編 者 第一机械工業部第二、三機器工業管理局

科 学 技 術 出 版 社 出 版

(上海錢園西路336弄1号)

上海市書刊出版業營業許可証出○七九号

上海新華印刷厂印刷 新華書店上海發行所總經售

統一書号：15119·303

开本 850×1168 1/32·印張 3 1/16·字數 74,000

一九五六年八月第一版

一九五六年八月第一次印刷·印數 1—4,000

定價：(32)五角五分

## 前 言

自 1954 年 8 月底第一机械工業部召开大爐型砂會議及 1955 年 12 月中旬召开鑄工座談会以來，各厂对于會議中所訂各項工藝守則認真貫徹執行后，鑄鐵、鑄鋼廢品率均趨下降。

惟有色合金鑄件廢品率目前一般厂都還很高，尤其是在几年來鑄鐵、鑄鋼廢品率大大降低之后顯得更为突出。質量不但未見提高，并且浪費了很多稀有的、貴重的有色金屬。

为了降低有色合金鑄件廢品率，提高質量，增加產量，以保證完成 1956 年國家对于鑄造生產提出的繁重任务。我局于 1956 年 4 月下旬召集所屬各厂在上海开有色合金熔鑄工藝會議，有部屬其他局、上海綜合工業試驗所、上海市重工業一局、二局所屬各厂及交通大学、清華大学等單位參加，在苏联有色合金熔鑄專家塔斯魯諾夫同志指導下，研究制訂了目前各厂所适用的錫青銅、鋁青銅、中間合金、巴氏合金及有色合金廢料回收管理制度等熔鑄工藝守則，这些文件是各厂合理地、有效地進行熔鑄有色合金鑄件的重要依据。我局拟以局令頒發各厂執行，同时并作为技術學習的資料，以不斷提高職工的技術水平。

为滿足与会的各厂代表同志的要求，特將會議的文件，包括工藝守則、苏联專家報告、問題解答及經驗總結等資料，整理彙印，以便广泛地學習和貫徹執行，并提供各兄弟局、学校及其他部門參考。

由于付印時間倉促，錯誤之处，在所难免，尚希讀者指正。

此小冊子承上海科學技術出版社協助出版，謹此志謝。

第一机械工業部第二、三机器工業管理局技術處

1956, 5.

# 目 錄

## 前 言

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 一、報告及問題解答                                   | 1  |
| 有色合金熔鑄工藝會議總結                                | 1  |
| 減少有色合金鑄件鑄造廢品的主要辦法                           | 6  |
| 蘇聯專家塔斯魯諾夫在會上的問題解答                           | 25 |
| 二、會議通過的文件                                   | 33 |
| 錫青銅熔鑄工藝守則                                   | 33 |
| 鋁鎂青銅(БРАМц 9-2)及鋁鉄青銅(БРАЖ 9-4)熔鑄工藝守則        | 37 |
| 熔制銅鋁中間合金的工藝守則                               | 42 |
| 熔制銅鉄中間合金的工藝守則                               | 43 |
| 巴氏合金(即烏金)熔鑄工藝守則                             | 43 |
| 巴氏合金 Б83 坩堝熔煉工藝守則                           | 49 |
| 有色合金廢料回收管理制度                                | 50 |
| 三、蘇聯專家介紹的資料                                 | 52 |
| 鑄鉄坩堝內熔煉鋁合金的標準工藝守則                           | 52 |
| 在 САК 型電爐內熔制鋁合金的標準工藝守則                      | 56 |
| БРС-30 鉛青銅熔鑄的標準工藝守則                         | 59 |
| 坩堝內熔制 ЛК-80-3 Л或ЛКС 80-3-3 砂青銅(或稱黃銅)的標準工藝守則 | 62 |
| 鋁合金熔鑄工藝守則                                   | 65 |
| 二次青銅合金的熔鑄工藝守則                               | 69 |
| 銅合金澆注系統標準                                   | 72 |
| 四、各廠經驗資料                                    | 76 |
| 鑄鉄與有色合金(錫青銅)頂冒口設計標準                         | 76 |
| 鋁鎂青銅齒圈(БРАМц 9-2)鑄造總結                       | 79 |
| 鋁鉄青銅蝸母輪鑄造經驗總結                               | 85 |
| 氬氣火焰烏金焊補守則                                  | 89 |
| 鉄模塗料標準                                      | 93 |

## 一、報告及問題解答

### 有色合金熔鑄工藝會議總結

這次召開的有色合金熔鑄工藝會議共進行了七天。會議上專家作了報告，幫助我們解答的許多技術問題，經過分組討論、中心發言和經驗交流報告會等。開會期間，承部外各單位如交通大學、清華大學、上海綜合工業試驗所、上海重工業一局、二局等參加和指導，上海機床廠熱心招待以及全體與會同志的努力，會議按照原訂計劃和內容，勝利地結束了。

#### 各廠目前基本情況

在這次會議討論中間，可以看出幾年來，有色合金鑄造生產方面有了很大的進展，所做的合金牌號品種較前擴大。現在有的廠按蘇聯牌號生產的種類達 14~15 種以上。由於工業的迅速發展，新產品增多，在完成新產品試制上亦做成功了許多比較複雜的有色合金鑄件。這些鑄件以前都沒鑄造過，在熔煉和造型技術上都是較困難、不易掌握、容易產生廢品的鑄件，而現在有許多廠都能生產了。例如 443 廠鑄造成功的高爐汽閥等，結構很複雜，有 1.2 公尺左右的直徑，重 800 多公斤。又如沈陽礦山機器廠製造的斷面厚度很薄，有夾層泥芯的高爐風口水套。二局機床廠應用新技術生產雙金屬鋼套鑲銅，以前沒有製造過，這產品加工後，只有 0.8 公厘厚一層銅合金。齒輪圈零件也是利用雙金屬製造，它的心子是鋼做的，外圈是用銅熔合的。這類製造方法，并在其他廠也大量推廣應用。此外，如濟南機床一廠的粉末冶金軸承，船舶局各廠利用錳黃銅鑄

造螺旋槳以及耐受很高水压的凡而、考克等等。但是，在生產這些鑄件當中，鑄件的質量還不夠好，在實際生產中存在着不少問題。

首先在思想上重視不夠。認為有色合金鑄件產量不高，不是廠的重要關鍵問題，出了些廢品就去報廢，認為對整個廠的任務完成，關係不大，因此不積極設法改進，在組織管理上不健全，有的尚沒有專人負責這方面的工作。如無錫機床廠，原來搞有色合金的有兩個施工員，後來定員時，把他們定掉了。

其次是工藝工作落后，製造方法大都仍沿用舊的形式，如二局很多廠製造鋁鐵青銅時（брак9-4），批量很大，但仍用砂模來鑄造，而未來及時改用鐵模鑄造，產量既不易提高，生產效率也很低，勞動量耗費很大，從這些方面，可以說明我們工藝工作的落后情況。

在技術管理上：①首先是原材料的管理不良。大部分工廠對有色金屬及其合金不加化學分析，拿來就用。澆冒口及加工後的銅屑等混雜堆集，根本沒有按照不同的牌號分別存放，造成回用上的很大困難。如濟南機床二廠等銅屑自己不處理回用，而全部賣出，賣出去是一元一斤，而向外邊買進來的銅料是四元多一斤，相差三倍多。就這樣，每年就有很大的損失。②廢品原因分析工作作的很不够。對於重大的缺陷廢品原因很少進行深入的研究分析，原始技術記錄制度也沒有，即使有技術記錄亦沒有認真填寫，出了問題總是找不出原因。致使我們在鑄造質量上形成碰大運的情況。如443廠鑄造的一噸多重的大銅套，在幾年來的生產過程中時好時壞，壞了亦找不出影響質量的真正因素。又如上海機床廠做的銅套鑲銅發生縮松、廢品，同樣的工藝，為什麼會發生有的好，有的壞呢？究竟是什麼原因造成缺陷的？沒有認真加以深入系統地研究。既未進行全面化學分析，亦未配合以金相檢驗，而單純依賴於專家來解決。

設備簡陋，熔煉溫度缺乏科學控制。有的熔爐通風不良，火焰噴射，對勞動保護差，溫度的控制缺乏科學的測量儀器。除個別

少數廠用高溫計測量外，大都仍憑眼睛看，因此，鑄件的質量無法控制。

總的來說，由於以上所存在的混亂和落後現象，就足以說明了我們目前的鑄造質量是怎麼樣的一個情況了。這幾年來，雖然個別廠作了些改進，質量較穩定，廢品也較低，如大連造船廠的廢品率已逐漸降低到5%以下，但像這樣的廠還是很少的。二、三局各廠有色合金鑄件廢品率還是很高的。如1955年廢品率平均在17%以上，這顯然是與中央“多、快、好、省”的方針相違背的。

以上是目前生產技術上存在的基本問題。

### 主 要 收 穫

我們這次會議，听了蘇聯專家報告後，同志們對報告和幾個工藝守則和制度討論得很熱烈。這次會開得很好，是有一定收穫的，比如：

①思想認識的提高。通過專家報告和小組的討論，一般對有色金屬及其合金在機器製造工業中占有重要的地位，特別在國防工業上起着極其重要的作用。認識到有色金屬是稀有的並且是較貴重的金屬，在製造上如何提高質量降低廢品率，以及從各方面如何節約有色金屬是我們當前的重大任務。思想認識明確了以後，從而增加我們為降低廢品率、努力節約有色金屬的決心。

②工藝方法和統一。具體的表現在這次會議討論和通過了幾項主要工藝守則的制度，解決了我們以前操作方法不統一，各搞一套，光憑過去經驗和混亂的落後方式；使今後各廠在熔鑄方面有一個統一的鑄熔準則。例如：

(i) 脫氧問題：有許多廠是用磷銅來脫氧的，有的廠有用鋅來脫氧的。對在什麼時間來脫氧也不一致，有的廠在銅熔化後就加入，有的廠最後加入，各有各的做法。通過這次討論，肯定了用磷銅脫氧。

(ii) 裝料順序:以前各厂各有一套,有的厂將廢料和电解銅一起裝入,有的厂最后加入.通过这次討論,統一了合理的裝料順序.

(iii) 以前各厂測量溫度的儀器都不一致,有的用光学高溫計,有的厂用鉑銻熱電偶,有的厂用輻射高溫計.通过这次討論,大家認為這些都不太合适,應該用鉻鎳-鋁鎳熱電偶比較合适.熱電偶的使用方法也做了專題介紹,這些各厂認為都是有幫助的.

③交流了經驗.这次我們的會議範圍廣,代表來自各地各厂,除了把自己所存在的問題暴露出來外,還介紹了自己好的經驗,起了互相學習、交流經驗的作用.例如上海机床厂和無錫机床厂把自己鑄套鑲銅的經驗作了介紹,443厂和大連工礦車輛厂介紹了鋁青銅的熔鑄經驗,大連造船公司介紹了他厂如何作爐前檢驗的經驗.

### 如何貫徹

这次會議,我們通過了“錫青銅熔鑄工藝守則”、“鋁青銅熔鑄工藝守則”、“熔鑄銅鋁中間合金、銅鐵中間合金的工藝守則”、“巴氏合金(即烏金)熔鑄工藝守則”和“有色合金廢料回收管理制度”.以上這幾個守則和制度是通過我們大家共同討論制定的,經專家的審閱,確定了合理的而又切實可行的各種守則和制度,要求大家回厂后很好貫徹.

根據以往所召開的大爐型砂會議和鑄鋼會議等專業會議的經驗,回厂后應該注意下面幾個問題:

①各厂代表回厂后,首先把这次會議的決議和精神向厂的領導同志進行彙報,取得領導上的支持.同志們在討論中,要求部局發文指示,引起領導上重視,當然這是一方面;另一方面,主要還是要依靠同志們主觀上的努力,積極爭取領導上的大力支持更為重要.

②結合各厂生產的需要,要有計劃、有步驟地,分別輕重緩急,

考慮到目前存在問題最嚴重的、廢品最多的、生產上很迫切需要解決的先下手，並且制訂出各廠的行動計劃。這個計劃最好在六月十五日前報送各有關局。今后局就按這個行動計劃檢查，同時也希望同志們隨時將執行的情況和經驗加以總結報局，以便再及時進行交流，來進一步提高我們的工作。

③除了同志們主觀上的努力外，還要組織大家學習（講課方式，進行測驗），使每個有關同志，無論技術干部、管理干部和操作同志都要了解和掌握會議的決議內容和精神（特別是這些工藝守則和廢料回收管理制度）。我們應知道，只是一個人明白了，是不夠的，應讓有關同志都明了，只有在充分發動了的群眾基礎上才能把工作搞好。所以要進行深入的較全面的學習，從而就能將守則制度貫徹下去。

④要及時加以總結和檢查，這是很重要的一點。我們工作要有總結才能使工作鞏固，同時亦才能在此基礎上進一步提高；另一方面亦才能及時發現存在的問題加以及時改進。

### 會議中的缺點

上面我們談了這次會議的收穫，但還存在著一定的問題。

①這一次我們召開的是“有色合金熔鑄工藝會議”，著重在熔鑄的控制方面。例如幾個工藝守則都是熔煉的控制守則，有關於材料方面的問題，因此對造型方法、澆注系統等方面談得較少。有的廠提出來的個別問題，牽涉到造型方法，我們沒有進行討論和研究。

②這次會議由於提出的問題比較廣泛，所以不可能使所有問題都獲得解決；當然，今后有可能的話，請部的蘇聯專家到廠，幫助具體解決。

③由於這次會議時間比較短，守則也比較多，所以如“砂黃銅的熔鑄工藝守則”、“鋁合金的熔鑄工藝守則”等都來不及討論。因

此這幾個工藝守則僅能作為資料介紹。以後有可能的話再來加以討論。

## 減少有色合金鑄件鑄造廢品的主要辦法

### 蘇聯專家塔斯魯諾夫同志在有色合金熔鑄工藝會議上的報告

有色金屬與有色合金具有許多特殊的性能，有色合金的主要性能有：無磁性、導熱、導電、抗腐蝕、抗摩擦、熔化溫度不高，還具有能夠製造出複雜鑄件的優良的鑄造性能，另外強度也相當大。

這也就可以利用有色合金製造現代機器製造業所需要的各種零件。

應該指出，並不是零件上都需要這些性能，而是只要有一二種就夠了。例如摩擦部件的青銅套就不一定是導電的，或是在容易腐蝕的條件下工作的零件就不一定要有抗摩擦的性能。

所以根據零件的工作條件，正確地選擇有色合金的牌號，對於零件在機器上能否有效工作有着決定性意義。

如果考慮到有色金屬總是稀有的和較貴重的金屬，那麼合理使用與節省有色合金是中華人民共和國各工業部門工作人員的特別重大的任務。

節省有色金屬與合金的方法之一是消除有色鑄件的廢品。

機器製造廠內，往往由於鑄件的報廢，尤其是機械加工過程中發現了鑄件有缺陷，因而使生產受到很大的損失，產生大量廢品的原因是沒有遵守工藝紀律，因此也就破壞了企業的生產節奏，完不成國家計劃。提高了鑄件質量也就是發掘了生產潛力，並能改進某些車間甚至於整個工廠的技術經濟指標。

提高有色合金鑄件的質量有着特別重大意義，因為有色金屬是貴重而稀有的金屬。

除了改善鑄件質量檢查方法外，還必須經常研究和分析缺陷

產生的原因、做出防止缺陷的措施，而主要的是應制訂正確的熔煉、造型、澆鑄等的工藝，嚴格遵守工藝紀律。

成型鑄件的質量，應按其化學成分、機械性能、幾何尺寸、是否符合圖紙、加工余量是否正確，以及其他各項要求來決定，還要看鑄件內外有無缺陷，對鑄件各項要求的文件包括鑄件圖紙、訂戶和交貨者之間互相協定的技術條件，以及規定鑄件各項質量指標的蘇聯國家標準和部頒標準。

交給技術檢查科的鑄件，可分為下列各種：

1. 符合各項要求的合格鑄件；
2. 未定廢品；
3. 可修廢品；
4. 最後廢品。

凡鑄件表面情況與技術條件要求有某些距離者，屬未定廢品。如機械加工余量過大，只有按專門划綫的辦法而不按正規工藝進行機械加工才能修正錯箱、錯塔子等的鑄件，這些鑄件的材料合格，也沒有大缺陷，但是必須由工廠總工程師同意才能使用。

凡鑄件有缺陷，但這些缺陷能以鑄工車間所具有的技術手段消除者，屬可修廢品（能否允許修理，應在技術條件內規定下來）。

凡缺陷無法消除或修補缺陷在經濟上不合算的鑄件，屬最後廢品。

由於鑄造生產有其本身的特点、許多因素的相互關係，以及這些因素在各種不同的情況下對鑄件起的影響，因而在分析產生缺陷原因時造成困難。因為任何一種缺陷都可能由於各種原因或疏忽而產生，所以對工藝規程進行全面的監督檢查，消除降低鑄件質量或使鑄件變為廢品的缺陷，應該是防止廢品產生的主要措施。

鑄件缺陷的種類很多，它們的產生原因也不一樣，因此，在這個簡短的報告里，只能談一下有色合金鑄造中所常見的缺陷。

## 裂 紋

裂紋有兩種——透裂紋與不透裂紋。裂紋產生的原因如下：

1. 由於鑄件各部分冷卻速度不一，因而使鑄件各部分合金收縮不均勻，薄的部分比厚的部分冷卻得快，於是冷卻得慢的部分離開已凝固的部分。

2. 收縮困難，因為鑄型突出部分或芯子過硬，使得鑄件在凝固時不能自由收縮。

鑄件裂紋有熱裂紋與冷裂紋兩種。

“熱裂紋”是由液體狀態過渡到固體狀態時金屬結晶過程和收縮過程中所形成的。

“冷裂紋”是已完全凝固的合金在鑄型內冷卻時產生的。

“熱裂紋”的特徵是其表面氧化很厲害，斷面顆粒之間經常可以看到相互分開的晶體，使人感到在裂開時晶體之間的金屬是液態的。

各種合金的熱裂紋的形成原因不一樣，主要是決定於合金的性質和高溫下合金的可塑性程度。如果合金在其接近凝固點的溫度下可塑性好的話，在收縮過程中鑄件變形時不致損壞。如果可塑性差的話，在不均勻的收縮或收縮困難的情況下，就會損壞鑄件。

茲從兩種青銅 БРАЖМц-10-3-1.5 和 БРОц-10-2 在各種溫度下的機械性能作為例子：

БРАЖМц 10-3-1.5

| 機 械 性 能       | 溫 度 (°C) |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|               | 20       | 600 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | 950 |
| 抗拉強度(公斤/平方公厘) | 50       | 24  | 5   | 3   | 2   | 0.8 | 0.7 | 0.4 |
| 延 伸 率 (%)     | 20       | 38  | 23  | 20  | 40  | 6.8 | 83  | 94  |
| 布 氏 硬 度       | 120      | 26  | 7.5 | 5.5 | 4   | 2.5 | 1.1 | 0.8 |

## БРОЦ-10-2

| 機 械 性 能       | 溫 度 (°C) |     |     |     |     |
|---------------|----------|-----|-----|-----|-----|
|               | 20       | 100 | 200 | 300 | 400 |
| 抗拉強度(公斤/平方公厘) | 25       | 25  | 24  | 15  | 14  |
| 延 伸 率 (%)     | 8        | 8.5 | 8.4 | 4   | 0   |

由表內可看出 БРАЖМц-10-3-1.5 合金在高温下的可塑性，即延伸率比 БРОЦ-10-2 的高。這就能說明 БРАЖМц-10-3-1.5 的合金鑄件幾乎不會有裂紋，而 БРОЦ-10-2 的合金鑄件就很易產生裂紋。

雖然鋁銅合金，特別是含銅量很高的鋁合金很容易產生裂紋，但應指出含矽的鋁合金卻不易產生裂紋。

冷裂紋斷面的特點是裂紋不在晶粒邊界上，而是在晶粒上，冷裂紋表面清潔，它是由於在固體狀態時冷卻得不均勻，發生內應力時所產生的。

產生熱裂紋的主要工藝原因是：

### 1. 鑄件上有厚薄相差很大的交界處

鑄型和型心的阻力阻碍合金冷卻時的收縮，因而產生裂紋，這些裂紋往往是在冷卻速度不一的鑄件厚薄交界的地方。此處的機械性能最差，最易產生裂紋。

為了消除此現象，必須採用冷鉄，使得鑄件厚薄各部分冷卻均勻。

冷鉄越厚，作用越快。冷鉄厚度與鑄件金屬的厚度比至少是 1:1，鑄件連接部分的厚薄相差越大，冷鉄的厚度也應越大。冷鉄的準備規則大家都知道，我只想指出一點，就是冷鉄必須乾淨，否則會產生別的毛病，鑄的冷鉄不能調節鑄件各部分的凝固速度。

為了防止厚薄交界地方產生裂紋，必須將交界地方做成半

圓形。

半圓形的半徑計算公式為  $R = \frac{A+B}{6}$ ，这里 A 与 B 是連接的兩壁厚度，而此半徑至少是 3 公厘。

## II. 鑄件補縮不足

如果鑄件厚的部分沒有冒口或是冒口太小的話，那么与薄的断面連接處就會由于補縮不足而產生裂紋。加強鑄件在結晶過程中的補縮，可以使金屬液源源不斷地進到鑄件的危險部分，一直到鑄件薄的地方冷卻到不會再發生裂紋為止。

## III. 鑄型強度過高和芯子退讓性不好

由于鑄型搞得過分結實或是型砂強度過大，因而降低了鑄型的退讓性，芯子過分硬就會妨礙金屬自由收縮，因而也會產生熱裂紋，這種現象在箱形鑄件內最易產生。

鑄型的揭實程度只要達到注入的液體金屬不致于沖壞型砂就行了。

把鑄型搞得太結實是多餘的。

對於有色合金來說，最好採用牌號為 K50/100 和 K70/140 的天然砂。

## IV. 澆鑄溫度過高

如果金屬的澆鑄溫度過高，那么鑄件就冷卻得慢，從而延長了結晶過程，金屬組織是粗晶狀，這就降低鑄件材料的機械性能，容易產生裂紋。

為了減少有色金屬鑄件產生裂紋的危險，澆鑄時合金的溫度應尽可能低。這樣由于鑄件冷卻快，就易得到細粒狀組織。

鑄件壁越薄，溫度應越高。因此，澆注時首先應澆鑄壁薄鑄件。

只能够用热电偶來測定溫度。

各種合金的澆鑄溫度大體如下：

合金牌號

AJ12

澆鑄溫度(°C)

680~ 780

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| АЛ4             | 700~ 780    |
| АЛ9             | 690~ 740    |
| АЛ11            | 650~ 720    |
| БРОЦС-6-6-3     | 1,050~1,150 |
| БРОФ-10-1       | 1,100~1,150 |
| БРАЖ-9-4        | 1,100~1,150 |
| БРАЖМц-10-3-1.5 | 1,100~1,200 |
| БРАЖН 10-4-4    | 1,150~1,180 |
| БРАЖН 11-6-6    | 1,180~1,250 |
| БРАМц 3-9-2     | 1,120~1,150 |
| ЛК 80-3         | 950~1,100   |
| ЛКС 80-3-3      | 950~ 980    |
| ЛМцЖ-55-3-1     | 1,000       |
| ЛМцА-57-3-1     | 940~1,050   |
| ЛМцС58-2-2      | 930~1,050   |
| ЛС-59-1Л        | 1,050~1,080 |
| ЦАМ10-5         | 425~ 550    |
| БР С-30         | 1,050~1,060 |

冷裂紋產生的工藝原因基本上与热裂紋相似者，其防止措施与防止热裂紋者相同。

为了减少鑄件的內应力，澆鑄后必須保証某些鑄件澆注后冷却得慢，对于某些澆鑄为了减少其由內应力影响而產生的变形，可以進行适当的热处理，以便消除应力。

### 縮孔、針孔和疏松

由于收縮而在鑄件上產生沒有填滿合金的部分叫做縮孔。縮孔分为內部縮孔与外部縮孔兩種：

凡与大气相接触者，称之为外部縮孔。

凡四周均为合金者，称之为內部縮孔。

縮孔與氣孔不同，縮孔的幾何形狀不規則，表面粗糙不平，而且在孔內往往能見到芽狀晶體。

縮孔總是產生在鑄件厚的部分，因為這裡的金屬液態時間較長。

極微小的縮孔，往往產生在最後結晶的地方——鑄件的中心部分。集中在一處的微小縮孔叫做疏松。

產生縮孔、微小縮孔或疏松的主要原因是合金從液體狀態變為固體狀態時具有體積縮小的特性；凝固時，薄壁地方合金的收縮由鑄件冷卻得較慢的厚壁部分流來的合金液所補足。如果沒有合金液從外部流來，那麼就會產生縮孔。縮孔或微小縮孔的產生決定於合金的性質。其產生的主要工藝原因如下：

1. 結晶過程中鑄件補縮不足；
2. 鑄件的結晶方向不正確；
3. 澆鑄溫度過高。

現在把這些情況說明一下：

### ① 結晶過程中鑄件補縮不足

冒口數量不夠或是冒口尺寸太小都會使鑄件產生縮孔等缺陷。

必須保證在整個鑄件凝固後，冒口才凝固，這樣冒口才能補縮鑄件。此外，應保證液體金屬柱的壓力，以便金屬能進到凝固時所產生的縮孔內。

冒口的實際斷面尺寸與鑄件補縮部分的斷面相近似，冒口的最大高度應等於直徑的 1.5 倍，其底部（圓冒口）根據實際經驗確定。

### ② 結晶方向不正確

底鑄法澆鑄時鑄件上下溫度不一致，金屬上部溫度比下部溫度低，因而鑄件上層比下部先開始結晶，這就阻礙鑄件下層的補縮，從而產生收縮現象。這種情況下，消除收縮缺陷的辦法是采用冷鉄