

有色金屬 鑄件缺陷防止法

科維、普略茨基著



机械工業出版社

有色金屬鑄件缺陷防止法

科維、普略茨基著

衛行熙譯

机械工業出版社

1956

出版者的話

鑄件上有了缺陷，就会使質量变坏，如果缺陷嚴重，則需報廢，这就可能会直接影响到正常的生產和增加生產成本，因此熟悉鑄件缺陷的修補和預防方法，对鑄造工作者來說是非常重要的。

本書內容，就是介紹用砂型鑄造、硬模鑄造和壓鑄等方法澆注有色金屬鑄件時所產生缺陷的原因及其預防和消除的措施。

本書可供鑄工工長、技術員和技術檢查科工作人員閱讀。

苏联 К. Г. Ковви、В. М. Пляцкий 著 ‘Предупреждение пороков
в отливках из цветных сплавов’ (Машиз 1953 年第一版)

*

*

*

NO. 1148

1956 年 11 月第一版 1956 年 11 月第一版第一次印刷

850×1168 $\frac{1}{32}$ 字数 88 千字 印張 $3\frac{3}{4}$ 0,001— 6,000 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号 定价(10) 0.70 元

目 次

原序	5
第一章 砂型鑄造有色金屬鑄件的缺陷	7
1 裂紋	7
2 縮孔、縮眼及縮鬆	23
3 气孔	37
4 气眼	46
5 氧化雜質	56
6 偏析	59
7 渣孔、結疤、結節及对火	61
8 砂孔(夾砂)	71
9 滯流,接合不良及冷隔	78
10 鑄件表面鑄疵	84
11 包砂	86
12 鑄件表面粗糙(粘砂)	86
13 鑄件的形狀尺寸缺陷	87
14 鑄件的金属材料不符合化学成分和物理性能的 技術条件的要求	89
第二章 金屬模(硬模)鑄造鑄件的缺陷	93
15 縮孔、縮陷和裂紋	93
16 气孔	97
17 滯流、冷隔及包砂	99
18 渣孔及氧化皮	101
19 鑄件的表面缺陷	102
20 其它類型缺陷	105
第三章 压鑄鑄件的缺陷	108
21 鑄件中的空气雜質	106
22 鑄件的表面缺陷	111
23 鑄件的各种缺陷和生產障碍	117

原 序

在第十九次党代表大会的關於一九五一——一九五五年發展苏联的第五个五年計劃的指示中提出了各工業部門要進一步保證有效地提高產品質量的任务。从党的这个指示來看，改善產品質量降低廢品率在現今是具有重大意义的。

机器製造工廠中，最大的生產障礙就是鑄造零件報廢的損失。特別是經机械加工後才發現的廢品。因之，有效地採用提高鑄件質量的方法，將使个别工廠和車間工作的技術經濟指标大大改善。尤其是提高那些貴重的和稀有的有色金屬鑄件的質量有着更大的意义。

在我們社会主义工業中，有色金屬鑄件的生產是在高度發展技術的基礎上發展着的。苏維埃的學者們和生產工作者一起所作出的成績，對於這些技術基礎的更形完臻，有着它突出的意义。这种例子是很多的，例如科学院院士保契伐尔（А. А. Бочвар）和斯巴斯基（А. Г. Спасский）教授發明了有色金屬鑄件在高压器內承受四面压力進行結晶的鑄造方法。这一方法已在我國工業部門中廣泛地应用着，它保證了優質重要鑄件的獲得。另外一个例子就是本書作者和工廠工作人員一起創造了在金屬模中加压結晶而獲得優質有色金屬鑄件的新穎鑄造方法，並推行到实际生產中去。这些工作在科学技術上的價值可用下列事实說明——这些新穎鑄造方法的創造者都獲得了斯大林獎金。

尽管在有色金屬鑄造生產的總的技術水平是很高，但是在个别鑄工車間裏，仍經常發生足以降低質量或往往最後促成報廢的各种鑄件缺陷。除了改善控制鑄件質量的方法以求杜絕廢

品外，我們還必須學習產生鑄件缺陷的原因及其防止、消滅的方法，並加以系統分類。

本書專為已懂得金屬學及鑄造生產基本知識的鑄造工人所寫，可作為基本技術入門的讀物。因而作者並未敘述有色金屬鑄造的一般知識，而主要是敘述了鑄件的缺陷，並對於這些缺陷的防止方法進行研究。

本書所敘說的創議，絕大部分都經作者在实际工作中所証實的；它可以幫助鑄工車間的工人們進行改善有色金屬鑄件質量和消滅廢品的工作。

本書第一章由科維（К. Г. Ковви）及普略茨基（В. М. Пляцкий）二人所寫，第二、第三章由普略茨基一人所寫。

原編者

第一章 砂型鑄造有色金屬 鑄件的缺陷

1 裂紋

裂紋就是在鑄件上產生了連續的或斷續的分裂現象。在研究裂紋產生的原因前，先來敘述一下一般金屬冷凝的概念。所有金屬和合金由液態轉變到固態時，它的體積均發生變化。大多數金屬和合金的體積是隨着溫度的下降而縮小，僅只有某一些金屬如錒、鉍由液態轉入固態時體積反而增大。

金屬或合金的體積隨溫度的下降而產生的變更就稱之為「收縮」。金屬合金的收縮過程一般分為三個階段：

- 1) 由澆注溫度至金屬開始結晶溫度的液態收縮階段；
- 2) 結晶過程的收縮階段，也就是由液態轉變到固態的收縮階段；
- 3) 由終了結晶溫度冷卻至室溫的固態收縮階段。

第一階段的收縮並不厲害，最顯著的是第二、第三階段的收縮。當金屬由液態轉入固態時所發生的收縮是一個不可避免的現象，因之在金屬結晶時也就難免會發生收縮裂紋。

裂紋的成因有下列幾點：

a) 鑄件各部分的金屬收縮不均。不均勻收縮的原因是鑄件各部分的冷卻速度不均。厚的部分冷得慢，薄的部分較快，因之當薄的部分已冷卻收縮時鄰近的厚部分冷得較慢繼續在收縮，這一收縮就引起它企圖和早已冷凝完畢的薄壁部分分裂開來。

b) 鑄件收縮受到阻擋。突出的砂型或泥心強度太大時阻

擋鑄件冷卻時的自由收縮。

鑄件的裂紋如僅按其產生時的條件可分為「熱裂」和「冷裂」二種。「熱裂」是指在結晶過程中和金屬由液態轉入固態時的收縮過程中所產生的裂紋；「冷裂」是指業已完全凝固的金屬在鑄型內冷卻時所產生的裂紋（有時也稱為熱效裂紋）；「熱裂」所生的裂紋，表面上常常出現彼此分裂的結晶體，這說明在熱裂產生時結晶體之間的金屬還是液態的。「熱裂」的特徵是強烈的氧化表皮，並沿結晶體邊緣裂開。各種金屬合金產生熱裂的可能性是各各不同的，要看它在高溫時呈脆性還是可塑性而定。如果一種合金在接近凝固點的溫度範圍中可塑性很好那末在鑄件發生變形的收縮過程中便不會產生裂紋。反之如果在這溫度範圍中合金很脆，那末一旦在冷凝時收縮不均且受到阻擋時就會引起裂紋。

在工業生產上大家知道鋁銅合金（例如 AJ12）比矽鋁合金（例如 AJ2 矽鋁明）容易產生裂紋，這就是因為 AJ2 合金的高溫可塑性（延伸率）要比 AJ12 合金大 10~15 倍的緣故（參看表 1）。所以 AJ2 合金的鑄件幾乎不會產生裂紋而 AJ12 合金鑄件則常常發生裂紋。必須指出鋁青銅和矽鋁明一樣即或受到突然的冷卻也不會產生裂紋。

表 1 各種鋁合金在不同溫度時的機械性能

溫 度 (°C)	AJ12(含銅 8%)合金		AJ2(含矽 12%)矽鋁明	
	抗拉強度 (公斤/公厘 ²)	延伸率(%)	抗拉強度 (公斤/公厘 ²)	延伸率(%)
25	15.3	1	18.6	8.0
100	14.8	1	16.8	10.5
150	13.9	1	13.4	12.8
200	12.3	1	10.1	13.0
250	11.4	1	7.7	15.0
300	7.7	2.5	5.5	21.5

[冷裂]是由於厚薄不均的合金鑄件在固態時冷卻不均所致。鑄件薄的地方冷得快所以比厚的地方先行收縮，產生了內應力，而薄的地方截面小強度不大因之很可能被厚的地方所產生的收縮拉力拉裂。這種裂紋大半產生在低溫脆性合金的鑄件上。[冷裂]的特徵是裂開表皮非常光潔，裂紋不是在晶體邊緣，而是在晶體上。鑄件即使在此種情況下沒有裂開，那末在完全冷凝後仍存留着熱效應力(內應力)。這種內應力使鑄件在進行機械加工或熱處理時再受到加工應力而產生裂紋。通常鑄件裏的殘留內應力是不大的，因之也不會在加工時都引起裂紋。然而，這種內應力可能引起鑄件的另一種毛病，就是在機械加工或熱處理時使鑄件發生變形。

鑄件產生[熱裂]的工藝原因可總結為下列六點，並詳述於下：

- 1) 鑄件上有厚薄突然轉變的交接處。
- 2) 鑄件補縮不足。
- 3) 砂型強度太大。
- 4) 泥心壓潰性太差。
- 5) 製造泥心時採用的心骨不正確。
- 6) 澆注溫度太高。

鑄件上有厚薄突然轉變的交接處

由於砂型及泥芯對金屬●冷凝收縮時的阻擋所形成的裂紋大半均發生在鑄件的厚薄交接處。這是因為鑄件的厚薄交接處自鄰近的厚的部分取得熱量，所以交接處也就比離開鑄件厚實地方較遠的薄的部分冷得慢，致使鑄件交接處鬆疏，強度和可塑性也較低。因之在該交接處產生裂紋也就比其它強度、可塑

● 即指鑄件。——譯者

性較大的部分容易多了。

要防止这种裂紋就必須要用人工的方法來保證鑄件厚薄部分同時冷却，在砂型中採用冷鉄（按在鑄件厚壁处的鑄鉄金屬塊）可以達到这个目的，因为接觸到冷鉄的液体金屬冷得較快，这样就使鑄件的厚薄部分均匀冷却防止了裂紋。

冷鉄愈重冷却作用愈大，一般冷鉄重量和鑄件厚处的重量比不得小於 1:1，該比值还得視交接处截面積的差別大小而定。差別大也就要求厚的部分冷得快些，所以冷鉄厚度也要相应增大。不过冷鉄用得太厚了会产生相反的不良結果，由於冷鉄太厚吸熱太快，因之反而使厚的地方以及交接处比沒有按上冷鉄的較薄的地方冷得快了，这样仍不会達到厚薄均匀冷却的目的。金屬液的澆注溫度愈高，澆注前冷鉄本身溫度愈低，則冷鉄所起的作用愈大。如果鑄件厚的地方形狀複雜，那末冷鉄也就

要做成符合於鑄件的形狀。圖 1 是一鋁質电影放映机零件，形狀冷鉄 A 包圍了零件中厚的地方。

为了保證鑄件自下至上的程序結晶起見，应尽可能地避免在鑄件上部按放冷鉄，最好將冷鉄按裝在鑄件下部●。通常也不希望將冷鉄裝在鑄件厚截面的中心，因为这样阻止了包在外面的鑄件的自由冷凝收縮，很可能引起裂紋。不过高温可塑性很大的合金鑄件（例如，АЛ2 砂鋁明）还是容許安放中心冷鉄的。中

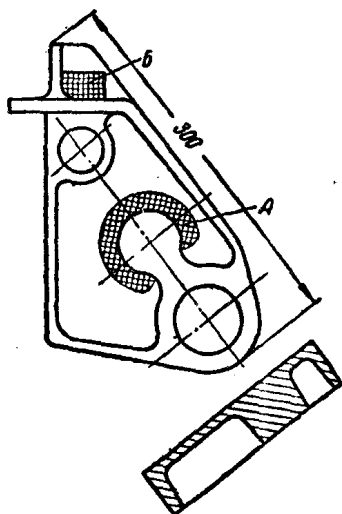


圖 1 具有形狀冷鉄 A、B 的鑄件。

● 指澆注時的位置。——譯者

心冷鉄要帶些斜度，這樣在清理鑄件時便於取出。最好是將中心冷鉄做成幾塊併合，並在各塊間留有間隙。

冷鉄應經常使用新的，因為它不斷和熔融金屬接觸，表面發生氧化，這氧化層降低了冷鉄的傳熱速度。冷鉄的表面要乾淨不生銹，如果冷鉄表面生了銹有了一些水分就會使鑄件和冷鉄接觸處發生氣孔（вскип）及針眼（отдулина）。冷鉄自鑄型中取出後，最好經過一次噴砂處理以防止生銹。在濕型或者乾得不透的砂型裏雖然使用的冷鉄非常乾淨，但是鑄件仍常常發生氣孔。這是因為冷鉄表面凝附了一層水汽的緣故。要防止這種現象，冷鉄就必須進行特殊處理；處理方法是將仔細除去銹了的冷鉄敷上一層油並均勻地撒上一層砂，之後在乾燥爐中加熱至 $180 \sim 220^{\circ}\text{C}$ 。加熱溫度不得再低，否則油分不會完全乾燥，因之在澆注時殘留油分蒸發仍使鑄件產生氣孔。正確處理後的冷鉄，因水分無法凝附在上，所以鑄件不會產生氣孔。冷鉄上的這一層油砂薄膜還可防止冷鉄和鑄件的粘結現象。

防止鑄件交接處的裂紋必須使厚薄交接處做成圓角，圓角的半徑為：

$$R = \frac{A+B}{6} \text{ 公厘}$$

式中 $A+B$ = 相鄰二處鑄件厚度的和（公厘）。

不過交接處圓角半徑不得小於 3 公厘，此外尽可能改變鑄造零件的結構形狀也可防止交接處的裂紋。在很多情況中證明，可以完全不損害鑄件的工作性能而將它設計成一厚度均勻的鑄件，並且避免了個別地方金屬特別聚集的形狀。今舉一改變了鑄件結構而改善了其製造工藝的例子，圖 2 所示的一零件，如將原來厚重的搭子 A 改為和相接部分一樣厚度左部加上一筋的形狀後就好得多了。實際證明正確的修正鑄件形狀可以防止鑄件由於裂紋所致的大量廢品。

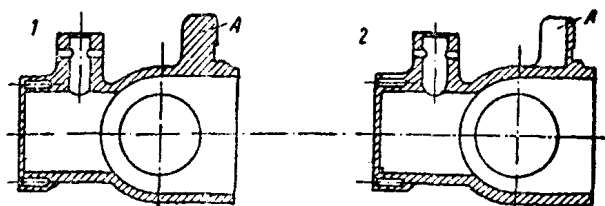


圖2 免除金屬聚集，鑄件形狀的改變：

1—原來形狀； 2—改變後的形狀。

鑄件補縮不足

在鑄件厚的地方如果沒有安上冒口或冒口太小，那末在鑄件結晶時就會形成內應力，以致在厚薄交接處發生裂紋。由於補縮不足而引起的鑄件縮鬆現象也會促使鑄件產生裂紋。

要防止這種裂紋最有效的辦法就是加大冒口，特別是在無法安裝冷铁的厚的地方安上足夠大的冒口是最好的辦法。在鑄件結晶時加強鑄件的補縮，推遲由液態到塑態的轉變，保證了液態金屬對鑄件危險截面處●的補給直至薄的地方冷凝為止，這樣就可避免裂紋。

有時採用冒口和冷铁聯合使用的補縮方法也可得到良好效果。

要注意，冒口太多了，尤其是很高的冒口互相靠得很近或太靠近砂箱的箱帶則反會引起鑄件的熱裂，此時就應該削減冒口的數量，加大留下來的冒口的體積來保證對鑄件厚截面處的充分補縮。

砂型強度太大

砂型捶得太結實或採用了強度太大的型砂會降低砂型的壓

● 易生熱裂的地方。——譯者

潰性，因之鑄件冷凝收縮時就發生了裂紋。防止的辦法是砂型要捶得均勻，在型砂和砂箱接觸處要捶得緊些以免合箱時型砂塌落。砂型捶實的強度要在注入液體金屬時不致發生沖砂現象。不過捶得太緊而超過了要求也是多餘無益的。型砂的強度應符合表 2、表 3、表 4 所載各數據。

泥心的壓潰性太差

如果一個環狀的或盒狀的薄壁鑄件裏用了一個壓潰性太差的泥心，因這泥心阻止了外邊金屬體的自由冷凝收縮，鑄件就會產生裂紋。防止的方法只有不用太堅硬的泥心，特別是在環狀盒狀的鑄件裏。泥心的強度應符合表 5、表 6、表 7、表 8 所載的數據。如果泥心太大就應在泥心中部挖空或填入煤渣、焦炭改善它的壓潰性。

製造泥心時採用心骨不正確

如果泥心裏的心骨（心架）太大或靠得鑄件太近也會阻止鑄件自由冷縮使鑄件裂開。要避免由此而產生的廢品，心骨就不應離開泥心表面太近。心骨一般可應用紮成的，如果泥心承受的压力很大也可採用鋅製或錫鋅的心骨。有時銅合金鑄件應用纏上蔴綫的心骨以達到泥心的適當的壓潰性。

澆注溫度太高

澆注溫度太高則鑄件凝固得慢，这样就延長了結晶体生長的時間，鑄件的組織也就成為粗晶粒的了。粗晶体組織的鑄件機械性能差，因之也會促成鑄件裂開。

要防止有色金屬鑄件的裂紋，澆注溫度就應該尽可能的低。澆注溫度低鑄件冷凝得就快，因之鑄件組織也就細，不過薄的鑄件則澆注溫度就應適當地加以提高。有色金屬的澆注溫

表2 重有色金屬鑄件用的面砂

型砂符号	砂型種類	型砂性能的指標值						型砂組成體積百分比			新砂粘土之牌号	
		濕透氣度 (單位)	強度		水分 (%)	粘土含量 (%)	舊砂 (不少於)	新砂、粘土 (不大於)	重油 (100%以外)	新砂 (石英砂、瘦砂及半肥砂)	新砂	粘土
			濕態抗壓 (公斤/公分 ²)	乾態抗強 (公斤/公分 ²)								
ИОБ-1	濕型	30~60	0.3~0.5	—	4.0~5.5	8~12	60	40	1.0~1.5	70/140 140/70 100/200 200/100	Φ03M Φ03У Φ03В —	粘土
ИОБ-2	濕型	15~25	0.5~0.7	(用於流動性較高的金屬鑄件)		12~15	60	40	1.0~1.5	100/200 200/100	Φ03С Φ03В	—
ИОС-1	乾型	30~80	0.4~0.6	0.8~1.2	6~8	10~13	60	40	—	100/50 70/140 140/70	Φ03M Φ03С Φ03В	—

附註：1. 型中的重油可用1:4的比例值以煤粉代替之。

2. 瘦砂和特瘦砂可以代替粘土，只要其加入粘土含量和定值相序。

3. 离心鑄造者可用 ИОС-1 号強度指標提高至 0.5~0.65 公斤/公分² 的型砂。

表3 輕有色金屬鑄件用的面砂

型砂符号	砂型種類	型砂用途	型砂性能的指标值					型砂組成百分比		新砂粘土之牌号		
			濕透(單位)	强度	濕态抗压 (公斤/公分 ²)	乾态抗張 (公斤/公分 ²)	水分 (%)	粘土含量 (%)	舊砂 (不 少 於 砂)	新砂 (不 大 於 粘 土)	氣 化 附 加 物	新砂 (石英砂、 瘠砂及 半肥砂)
AOB-1	濕型	鋁合金鑄件用	25~60	—	0.4~0.6	—	4.0~6.0	10~14	80	20	70/140 140/70 100/200 200/100	Φ03C Φ03B — —
AOB-2	濕型	大於10公斤，形狀複雜之鋁合金鑄件用	60~90	—	0.25~0.4	—	3.5~5.0	7~10	80	20	50/100 100/50 70/140	Φ03M Φ03C —
MOB-1	濕型	鎂合金鑄件用	25~60	—	0.4~0.6	—	3.5~5.0	10~14	75	25	70/140 140/70 100/200 200/100	Φ03C Φ03B — —
MOB-2	濕型	大於10公斤，形狀複雜之鎂合金鑄件用	60~90	—	0.25~0.4	—	3.5~4.5	7~10	75	25	50/100 100/50 70/140	Φ03M Φ03M —

附註：1. 含鎂大於 6~8% 之鋁合金鑄件，其型砂中應加入 5% (重量) 硼酸。

2. 壁厚超過 30 公厘之大型鎂合金鑄件，其型砂中可加入 2~3% (重量) 減華。

3. 100/200, 140/270 号的肥砂及特肥砂均可代替粘土，其加入之粘土含量和原定值需相符。

表 4 有色金屬鑄件用的填充砂

型砂符号	金屬種類	型砂用途	型砂性能指标值			型砂組成体積百分比	
			濕态透氣度 (單位) 不少於	濕态抗压强度 (公斤/公分 ²)	水分 (%)	舊砂	新砂及粘土
ПНВ	銅合金	濕型澆注用	30	0.25~0.5	4~6	95~100	0~5
ПНС	同上	乾型澆注用	30	0.35~0.60	6~8	95~100	0~5
АНВ МНВ	鋁及鎂合金	濕型澆注用	30	0.25~0.5	3.5~5.5	95~100	0~5