

# 鑄件廢品原因的分析

廖神武編著

科學技術出版社

# 鑄件廢品原因的分析

廖神武編著

科學技術出版社

## 內 容 提 要

本書系統地分析了鑄件（鑄鐵）的廢品及防止办法；并將鑄鐵中几种基本元素所起之作用詳細加以分析。本書可供翻砂工人及負責翻砂的技术人員參考。

## 鑄件廢品原因的分析

編 著 者 廖 神 武

\*

科 学 技 術 出 版 社 出 版

（上海建國西路 336 弄 1 号）

上海市書刊出版業營業許可證出〇七九号

上海新華印刷厂印刷 新華書店上海發行所总經售

\*

統一書号：15119·368

开本 787×1092 耗 1/32·印張 1 3/16·字數 22,000

一九五六年十月第一版

一九五六年十月第一次印刷·印數 1—7,000

定价：(10) 一角七分

## 編 者 的 話

在社会主义國家中，首先發展重工業，而在重工業中以机械制造为中心環節。大家知道在机械制造工厂中，鑄造是最基本部分。沒有鑄件，其他車間，都无从着手。

發展社会主义工業，所需要的机器，无以数計。因此对成本問題須特別注意。在苏联鑄鉄鑄造的發展又偉大又迅速，由于鑄鉄有良好的鑄造性和加工性，同时成本又低廉。且由于技术的提高，采用了变質剂，和热处理的方法，可以使鑄件机械物理性能提高到和鋼的性能差不多。所以在苏联已經是大量地使用鑄鉄來代替鋼材和鑄鋼了。

我國自解放以來，鑄造工業，翻了大身。其發展是一日千里之勢。当然，發展太快，技术上就有些难于赶上；特別是薄弱的鑄工部門。过去几年來我們常常听到工厂鑄造廢品大，質量低。由于我們党的英明領導不对任何困难低头，在工人同志和技术人員的共同努力下，我們的鑄造技术已有很大的提高。許多工厂已經达到了國際鑄造水平；但是鑄造上的廢品是我們長期斗争的目标，只有时时刻刻的注意和防止才能使廢品控制在許可範圍以內。

这几年來由于工作的需要，編者奔走了許多工厂，總結了工人們的宝貴經驗，参考了苏联先進文献和本國資料，寫成这本小冊子，希望讀者同志們多多指正。書寫成后，承陈農同志从百忙中撥冗校閱并作了必要的补充，謹此致謝。

編者謹識

1956年8月14日于河南省工業廳

# 目次

|                  |    |                   |    |
|------------------|----|-------------------|----|
| 1. 气孔(气眼).....   | 1  | 17. 澆不足(缺肉).....  | 21 |
| 2. 縮孔和縮松.....    | 4  | 18. 变形.....       | 22 |
| 3. 裂紋.....       | 7  | 19. 石墨上浮.....     | 23 |
| 4. 砂眼.....       | 9  | 20. 各种元素在鑄鉄中的影响   |    |
| 5. 夾渣.....       | 11 | .....             | 23 |
| 6. 冷隔.....       | 12 | 21. 冲天爐的經驗(一)風量   | 28 |
| 7. 过硬.....       | 13 | 22. 冲天爐的經驗(二)熔渣成  |    |
| 8. 鉄豆.....       | 14 | 份估計.....          | 28 |
| 9. 錯箱.....       | 15 | 附表一 鋼和鑄鉄的正常澆注溫    |    |
| 10. 脹砂.....      | 16 | 度.....            | 29 |
| 11. 粘砂.....      | 17 | 附表二 有色合金正常澆注溫度    |    |
| 12. 脉絡紋.....     | 17 | .....             | 30 |
| 13. 鼠尾綫及鋸齒形凹槽... | 18 | 附表三 重要化学元素常識..... | 30 |
| 14. 結疤.....      | 19 | 附表四 使用焦炭为燃料时冲天    |    |
| 15. 抬箱.....      | 20 | 爐的工作特性.....       | 31 |
| 16. 偏芯.....      | 20 | 附表五 冲天爐熔化过程表..... | 32 |

## ○ 1. 气孔 (气眼)

气孔为不规则的圆形眼，内部是银白色而光滑的；有时在银白色上带一层暗红色；可能是单个或成蜂窝状。气孔有时露出在铸件的表面上，有时存于表皮之下，须待机械加工以后，才会显露出来。

### 原因分析

1. 由于熔炼不好；如底焦太低，熔剂不足，风量太大，超过所容许的最大限度，使铁水过分氧化。

凡是因铁水本身含有大量气体而产生的气眼，往往是圆形的；这些气孔很少存在于铸件各部侧壁的表面，而往往位于各个切面上，并使这一炉铁水所浇铸件多数成为废品。此外，在浇注完毕而铸件凝固期内，产生铁水自冒口或浇口溢出现象。

2. 由于型砂、砂芯透气性不良，水分太多，砂中包含易生气体的有机物质太多；如粘结剂烟煤粉等，或修型时部分刷水太多。

凡是砂型、砂芯有毛病而产生的气孔，多半位于砂型或泥芯附近，可以按其位置来确定气孔是由泥芯或砂型所促成。此种气孔往往是梨形的，头大尾小（见图1）。

3. 使用了生锈或潮湿的泥心及冷激铁。

4. 直浇口太短，液压力不够；或直浇口太大，浇注时发生涡流，带进气体；以及浇速太快，型腔内气体来不及跑出。

5. 涂料不当，如涂料未干，包含能产生气体的物质太多。

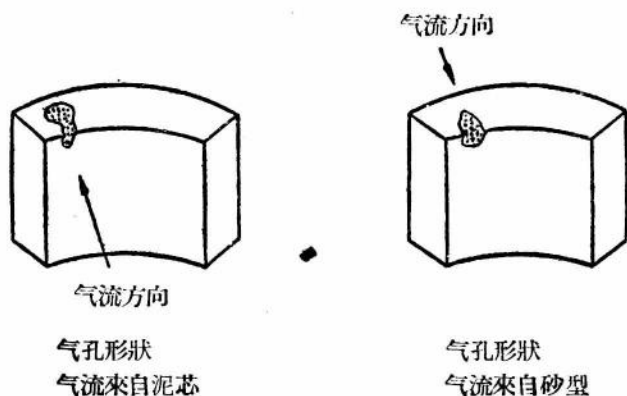


圖 1.

6. 出鉄槽或鉄水包子太湿.

7. 澆温太低, 气体滯留在金屬內.

8. 爐料中有銹蝕、潮气、冰雪等, 会使金屬吸收气体(1%的鉄銹, 能造成比爐料体積大 20 倍的气体).

### 防止措施

1. 熔煉工作尽可能使鉄水的温度提高, 但熔化速度亦应快速, 为了满足这个要求, 必須按加料中的鉄碳比, 适当提高風量, 或采用热風熔化等措施. 在冲天爐中, 層炭不宜超过 200 公厘, 以免影响熔化途中鉄水温度与成份的变化太大.

避免用大塊爐料, 每塊不宜超过 35 公斤, 应选择緊密爐料, 即断面不要有空穴者, 这样可以减少帶入的鉄銹物量, 配料中 1% 的鉄銹, 能產生比爐料体積大 20 倍的气体. 水 ( $H_2O$ ) 在  $1,000^{\circ}C$  以上的高温中会分解成原子氫和原子氧, 使鉄水很易吸收氫, 以致鉄水含气量过多, 易生气孔, 故要避免用生銹和潮湿爐料.

2. 避免用高爐發生毛病时熔煉的生鉄, 如在風量風压过大

的情況下所煉成的鐵往往具有大量氣孔，斷面上有粗大的氣孔兼縮孔，孔表面有偏析石墨。如採用此種鐵條為爐料，其毛病會轉入鑄件中。

3. 避免爐料多次再熔化。因生鐵每熔化一次，含硫量要增加 30~50%；故爐料中回爐鐵量不宜占全部爐料 50% 以上。

4. 重要鑄件必須脫氧，鐵水在不脫氧的情況下會產生下列反應： $\text{FeO} + \text{C} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}$ ，形成的氣體為一氧化碳，從金屬中逸出；有一部分被留在鑄件內而形成氣孔。

脫氧時，可使用金屬重量的 0.02~0.05% 的鋁，作為脫氧劑。更強烈的脫氧劑有鎂、鈣等。熔化時，不允許在鐵水中含過多的氧化鐵，否則脫氧時要增加鋁的用量，勢必形成大量的氧化鋁（ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ）。由於氧化鋁的熔點過高（2,000°C 左右），可能部分地成為包圍物狀態，存在於鐵水中；影響鑄件的物理機械性能。一般而論，熔化時鐵水的溫度愈高，鐵水內相應的氧化鐵含量會得減少。

5. 鐵水過熱能加強流動性，可使鐵水在包中停留一個時間，降低至澆注溫度。過熱鐵水可加強非金屬的熔化於鐵水中，在停留期內，有可能使變為熔渣上浮於鐵水之上。

但這種措施只限於灰口鑄鐵。白口鐵在高溫時反而會吸收大量氣體。

6. 使鑄件在砂型中緩慢冷卻（冷鑄除外）可以排除大量氣體，但可能使石墨片變粗。

應避免在冷砂型中澆注。在澆注結束時，將明冒口用砂土填上，防止其散熱過快。

7. 根據砂型及砂芯的發生氣體量，保證砂型砂芯有足夠的透氣性。造濕型時，型砂中水分不宜超過 6%，假使透氣性不大

時，不允許型砂全部或局部太緊，可用焦炭末（或加上熔渣末）滲入泥芯中提高透氣性；尚可用適當的塗料防止泥芯氣體侵入鐵水中。

帶有亞硫酸鹽溶液，或水玻璃的石英粉漿，或無定形石墨粉與粘土混合的漿是較好的塗料。

為了幫助氣體自砂型逸出，亦可在砂型上多打一些通氣孔。

8. 此外，為了避免直澆口內卷進空氣，澆口杯必須做得大一些。還有，在遠離內澆口處或二股鐵水流匯合之處，最好設置溢出口，排出在流經砂型過程中被冷卻下來的鐵水。

## 2. 縮孔和縮松

縮孔是鑄件在冷凝時由於收縮作用所遺留下來的空洞。空洞表面有參差不齊的結晶組織，叫做樹枝狀結晶。其表面常常被進入的空氣所氧化。

縮松是一堆堆微小的和肉眼難看清楚清楚的微形小孔。縮松常常比較均勻地分布在熱節的邊緣。

縮孔和縮松發生在最後冷卻部分，和厚斷面內部或厚薄交界處的內部。

有時在鑄件內尖角的頂部，往往會得發生外表是一小孔，而內部連通大孔的縮孔。

### 原因分析

1. 鑄件設計不合理，厚薄相差太遠，造成局部鐵水聚集。斷面交界處圓角太小。

2. 澆冒口系統不適當，如冒口太小及內澆口位置不合乎順序冷卻的原則。

3. 冷激鉄的大小: 位置和数量不适当。

4. 化学成份不对, 如硫、錳、鎳、(促使收縮太多, 矽(阻止收縮)太少。

5. 冒口凝固太快, 失去补縮作用。或澆注温度太高, 而缺乏适当冒口來起补縮作用。或澆温低, 不能起补縮作用。

6. 液相綫与固相綫隔开甚远(即凝固階段長)容易產生中心縮松。

7. 鉄水的含碳量过高时, 很容易產生內尖角頂端的縮孔現象。此时往往在內澆口前面的鑄件部分, 產生縮孔。此种縮孔, 均系內縮孔。

8. 有时在形成縮孔的合金內有气体析出, (緩慢冷却时) 鑽入縮孔內。使参差不齐的樹枝狀結晶变平了一些, 但樹枝狀結晶仍隱隱可見与光滑的气眼完全不同。这种孔眼, 叫做气縮孔。

### 防止措施

1. 厚度比較平均或不太厚的鑄件, 澆注后它們各部分截面間温度相差不大, 則往往形成一堆堆分散而微小不易被肉眼所能察覺的縮松。要是鑄件各部分温度顯著不同, 冷凝時間不一, 則在最后冷却部分形大縮孔。

所以当鑄件厚薄不均时, 消滅縮孔的最好方法, 是創造条件能逐步向最后冷却部分順序凝固, 即使最后冷却部分是冒口。

2. 設計要合理: 就是使鑄件厚度趨于一致, 減低热節部位鉄水聚結至最低量, 或是完全沒有热節。

3. 鑄件厚薄均匀要求不高时, 可用小冒口或是不用冒口。此时要使鑄件各部分接近, 同时冷却, 建議采用底注法, 或分型面的分散澆注法。

4. 鑄件有着不同而相差不大的厚度时, 应在离厚部最远的

薄壁处進注鉄水。

鑄件厚度相差很大时要安置适当冒口，尽可能向慢冷却地方集中送鉄水澆注。这样对向冒口方向順序冷却，創造了有利条件。按照鑄件大小和鑄壁厚度不同，采用不同的澆注温度。澆温太高，固然不好，但太低就不能起补縮作用，仍然留下很大縮孔，常常在加工后才發現。条件不够好的小厂应特別注意此点。

5. 冒口位置一般是設在鑄件頂部，由上向下补給鉄水。当位于鑄件上部的冒口鉄水不能补給下部时（例如上部冒口与下部需补縮的搭子間有薄壁隔开）这时就必须將冒口安置于下部，并采用气压冒口。气压冒口能把冒口的鉄水补給鑄件上部。

6. 在鑄件內有局部鉄水聚集而不能用冒口來向此肥厚部分补縮时，必須使用內部冷激鉄或外部冷激鉄，加速此部分的冷却。但是必須注意，适当地选定冷激鉄的厚度，以免引起表面激硬太嚴重等缺陷。此外，利用冷激鉄所能解决問題的厚度差，有着一定的限度，亦須注意。

7. 尽可能使用低合金鑄鉄，因鑄鉄中的合金元素愈少，導热性愈大。

8. 灰生鉄內可适当地增加矽、碳含量（但必須不与鑄件化学成份要求相抵触）。由于石墨化的加强可以减小縮孔体积。但是碳当量超过共晶点以后，石墨化太强，石墨片發展太粗大，將使鑄件內部結構疏松，同时引起嚴重的內縮孔，因此是不容許的。这种現象尤以碳含量高时为然，一般希望碳含量不超过3.70%。

9. 减小硫的含量，特別在低温澆注时，硫会增大縮孔体积。

10. 在不損害机械質量（灰口鉄含磷量不能超过0.3%和不影响退火程序，白口鉄含磷不能超过0.22%）的条件限度下，把磷的含量提高至最高度；因为在冷凝时，析出磷共晶体时体积膨

脹能縮小縮孔。此点必須特別注意，磷量过高，將使析出石墨的过程，与过共晶鉄相似，使縮孔嚴重化。

11. 在不發生其他原因的廢品条件下，灰口鉄的低溫澆注能助成疏散的小縮孔來代替一个大的集中縮孔。但是鉄水要过热之后，再在包中停留一会，只有在高溫下石墨片才能被割断。

12. 尽可能减低澆注速度以便补縮。

在銅合金鑄造中，澆注速度，愈慢愈好。

13. 有时明冒口收縮很大，在澆注后立刻向明冒口补注鉄水，或用“人工补縮法”即用鉄棒燒热后在澆口内上下搗动，帮助补縮。采用人工补縮法时，必須注意，勿使鉄棒末端深入鑄件部分。在敞口銅套合金澆鑄时，可采用小捶，搗实，但动作必須迅速。

一般而論，采用人工补縮法來防止縮孔，并不是一个好的办法；設計冒口时，应保証冒口有足够的大小，使冒口最后凝固，并有足够的补縮鉄水量。若能使鉄水先流入冒口，再自冒口進入鑄件，可以增加冒口的补縮能力。

### 3. 裂 紋

裂紋即在鑄件上構成直的或鋸齒形裂紋。裂紋分为冷裂和热裂兩種。

冷裂时开裂处金屬表面不氧化(可能有一种回火顏色出現)。

热裂时开裂处金屬表面氧化(呈鉄銹顏色)，且裂紋呈鋸齒狀，裂开面成結晶組織；因热裂系沿晶界而發展的。

#### 原因分析

1. 由于金屬經過珠光体收縮的关系，在改变成彈性体的温

度範圍內，若此時鑄件各部分溫度相差甚大，高溫部冷達室溫時收縮較多，低溫部收縮較少，由於收縮量間的差額過大，形成冷裂。對於生鐵來說，冷裂發生在  $620^{\circ}\text{C}$  以下的溫度範圍以內。

2. 熱裂一般發生在凝固溫度以上，而甚接近凝固點，此時固體結晶之間還有液態物存在。生鐵鑄件大概在  $1,050^{\circ}\sim 1,100^{\circ}\text{C}$  的溫度範圍內發生熱裂。熱裂是在鑄件厚的部分，而大部分是在最後凝固的地方；一般均在厚薄交界之處。

假如金屬收縮性大，導熱性小，鑄件各部分之溫度差特別大，就容易形成熱裂。金屬在接近它的凝固溫度時，晶界部分有偏析的低熔點物質，未達到合金凝固點，此偏析物已熔化，此時合金的強度及韌性均甚低，極易斷裂。這種性質叫熱脆性。

3. 型砂配合不適當，含水或含粘土太多，在造型或制芯時搗砂過緊，阻礙了鑄件的正常收縮。

4. 化學成份不適當，增加了鑄件高溫收縮率，或加入了能形成低融點偏析物質的元素。

5. 冷卻太快產生過大的內應力，亦容易引起冷裂。

6. 澆注系統設計不適當，阻礙了鑄件正常收縮。

7. 澆注速度太慢，先澆者已冷，後澆者尚熱，以致冷卻不均勻。

8. 不正確的熱處理。

9. 鐵水中含氧太多。

10. 打箱清理及運輸時舉動粗暴，將鑄件震裂。

此外如砂箱擋及泥芯骨設計不妥當，阻礙了鑄件的收縮，亦易引起冷裂。

11. 一般而論，灰鑄鐵在凝固初期有析出石墨的體積膨脹現象，因此熱裂現象很少發現。只有白口鐵鑄件，才常常發生熱裂。

## 防止措施

1. 改善設計，使鑄件厚度相差不太大。在鑄件易生熱裂之處，設置防裂小筋。
2. 在鑄件最薄處進鐵水。在鑄件太厚地方，使用冷激鐵造成均勻凝固條件。
3. 在砂箱或爐子中緩慢冷卻鑄件，（冷硬鑄件不能在鑄型中久停）。
4. 使砂芯有退讓性，減低鑄件的收縮應力。
5. 改變化學成份，如減少“化合碳促進劑如硫、錳、鉻等”，可以降低鑄件的收縮率。
6. 熱處理時加熱速度和冷卻速度不要太快。
7. 在金屬模澆鑄時，金屬模應適當預熱，尽可能快出箱。出箱後並進行適當的去內應力熱處理，以免在切削加工或運用中發生裂縫。
8. 如用金屬模和砂型合併澆鑄時，金屬模部分之鑄件壁應比砂模部分稍厚一些，為平衡收縮創造了條件。
9. 設計時，肉厚改變處應設計成逐漸改變狀，以免引起局部應力的集中，而造成熱裂及冷裂。
10. 鑄件不能有毛刺，如冷鑄車輪時，光滑面邊緣有毛刺，可使邊緣產生短裂紋。

## 4. 砂 眼

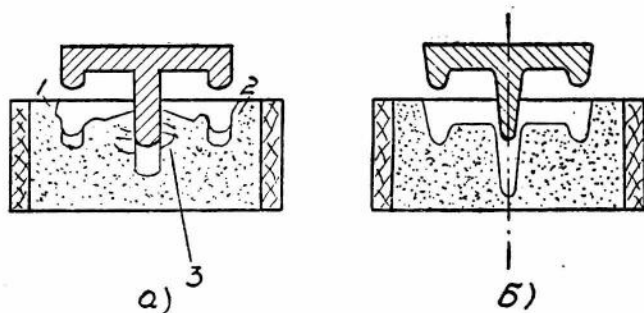
在鑄件中明孔或暗孔，孔內部全部或部分充塞着型砂。

### 原因分析

1. 合箱時砂型或泥芯破損。型腔中存有碎型砂塊或泥芯塊。

2. 型砂强度不够, 或太湿, 澆注时發生鉄水沸騰現象。
3. 鑄型澆注系統設計不适当。金屬流冲坏砂型或泥芯。
4. 澆注前砂型擱置太久, 砂中水分蒸發, 强度降低。
5. 在鑄件上应有結構斜率, 或者在模上做出拔模率來 (見圖 2)。

圖 2)。



从半型中取模

a) 无拔模率

b) 有拔模率

圖 2.

6. 搗砂时砂型搗得不够緊密, 以致砂型的强度降低; 或者表面塗型物成份不好, 經不住鉄水流的冲塞作用, 以致表面被刷下一層, 卷入鑄型中去。一般以澆口系統部分, 最須注意, 因为全部鉄水, 均系經過此部分而流入型腔者。

7. 橫跑道离型腔边太近, 所隔砂型塊太薄, 該塊砂型經不住鉄水的压力而被擠垮 (指上型內亦有型腔时)。有时內澆口与鑄件相連处有尖角砂, 被鉄水流所冲入。

## 防止措施

1. 操作时細心, 如扣箱, 澆注时不得粗魯。
2. 分析型砂的物理性能, 如透气性强度等。
3. 实行統一配砂。

4. 起模而拔松的鑄型塊，必須利用加插洋釘法，加以釘緊，或補強。

5. 設計澆口系統時，注入的鉄水流，不得對准懸挂的吊砂塊，以免鉄水沖垮此種吊砂塊，形成砂孔。

6. 內澆口與鑄件相連處的尖角砂，必須修成圓角狀，以免鉄水流入時將尖角頂部砂沖入型腔。

7. 澆口系統部分必須很好地塗刷塗料，以免鉄水沖刷掉澆口系統通路管道表面的型砂，造成砂孔。

8. 橫跑道與型腔邊緣間，須保持足夠的距離，以免跑道與型腔邊間所夾持的一塊型砂，被橫跑道的鉄水壓力所擠垮。

## 5. 夾 渣

在鑄件表面或內部有空洞；洞中全部或部分充塞着非金屬物質，經清砂後，孔壁上仍有玻璃狀或灰渣狀物質；有各種不同的顏色；渣孔形狀不規則；但無樹枝結晶；表面不光滑。

### 原因分析

1. 熔劑用得太多，或熔劑品質太差，不起除渣的作用。

2. 熔劑用得太多，使渣過於稀薄，不易清除。

3. 鉄水溫度低，流動性不好，渣不能上浮。

4. 鉄水呈現氧化現象；在澆注前未除去氧化物。

5. 去氣的金屬鋁用得太多，形成難熔的氧化鋁。

6. 爐料中廢鋼氧化太厲害，會生成矽酸鹽鉄質的渣，使鑄件中的夾渣缺陷增加。

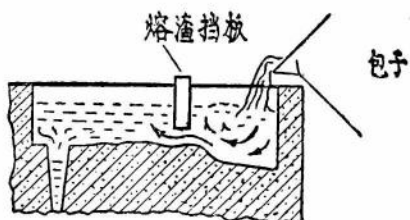
### 防止措施

1. 提高鉄水熔化溫度。

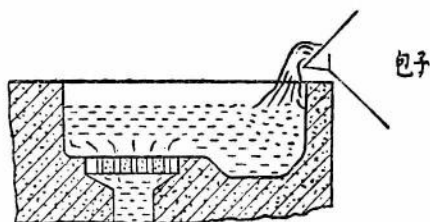
2. 为了使熔渣容易上浮，必須降低渣的粘性；可用氧化鈣含量大的石灰石，或含氧化錳的馬丁爐渣为熔劑。

3. 注意打渣。在鉄水包中去渣干淨。

澆注时勿使渣滑入鑄件中。在抬包上，和出鉄槽上，均可設置去渣設備。



4. 采用有效的澆注系統中的阻渣措施；如在外澆口設置熔渣檔板；或用篩子澆口；也可在直澆口和內澆口之間，設置橫澆口阻渣(見圖3)。



此外，也可使用貯鉄式外澆口，待外澆口內盛滿鉄水以后，再拔去外澆口底部的塞子，使鉄水下流，而熔渣則浮升在外澆口所貯鉄水的頂上。



圖 3.

## 6. 冷 隔

冷隔俗称对火，在鑄件上形成一种未能真正融合的縫隙；構