

鋼中非金屬夾雜物的 分离与分析法

苏联科学院巴依科夫冶金研究所 編
李靜媛 李代鍾 譯 王景疆 校

冶金工業出版社

本書根據蘇聯科學院出版社1954年出版的
〔鋼中非金屬夾雜物的分離與分析法〕一書譯
出。原書係蘇聯科學院巴依科夫冶金研究所主
持編寫，責任編輯為И. П. 巴爾金院士。

書中內容為1951年召開的蘇聯鋼中非金屬
夾雜物會議的總結與成就。其中敘述鋼中非金
屬夾雜物的各種分離方法與分析方法。

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ ИМ. А. А. БАЙКОВА МЕТОДЫ
ВЫДЕЛЕНИЯ И АНАЛИЗА НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ
В СТАЛИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР (Москва—1954)

鋼中非金屬夾雜物的分離與分析法 李靜媛 李代鐘 譯

1956年2月第一版 1956年10月北京第二次印刷 1,513 冊 (累計3,054冊)

$787 \times 1092 \cdot \frac{1}{32} = 40,000$ 字 • 印張 2 • 定價 (10) 0.34元

冶金工業出版社印刷 新華書店發行 書號 0404

冶金工業出版社出版 (地址：北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 號

苏联各工廠在熔煉優質鋼的方法上的改進，是与各科学研究所及工廠實驗室多年來在以下兩方面所从事的工作分不開的：研究非金属夾雜物对鋼的性質的影响，以及製定非金属夾雜物的分析方法。

一九五一年六月召開的鋼中非金属夾雜物的會議上曾对最近完成的研究工作做出了某些結論，並詳細討論了分离与分析鋼中非金属夾雜物的方法。

这些方法都是在會議召開以前拟定好的，並曾分發給各研究所及工廠的工作者們進行討論。其中有些方法會經過特別審查。所有的意見都在會議上由特別組織的委員會研究过。

根据到会者的要求，現在把非金属夾雜物分离与分析的方法集成單行本出版。参加製定及創造这些方法的有：P. E. 格拉巴罗夫斯卡婭，A. B. 古列維奇，H. Ф. 列維，Ю. Т. 魯卡舍維奇——杜瓦諾娃，Г. А. 柯德維傑娃，С. И. 馬洛夫，E. E. 切布尔柯娃，A. H. 契尔雅柯夫，M. M. 沙比罗，M. Д. 舒里瓦斯。

煉鋼物理化学原理委員會

序 言

鋼中非金屬夾雜物的研究和測定是一個複雜的問題，為了正確解決這個問題，必須使用很多種方法。

用金相法研究試片上的夾雜物，可以找出夾雜物的某些性質和它們在金屬中分佈的情形，而這些正是用化學方法不能得到的。

僅用化學分析法測定非金屬夾雜物的含量和組成，而不对分離出來的夾雜物的沉澱作補充的研究，則僅能適用於已經確定過和很好研究過的一種牌號的鋼中夾雜物，而且在生產這種鋼時，必須按照規定的技術規程而不能稍有違背。在所有其他的情況下，都需要在顯微鏡下做試片的及分離出來的沉澱中的夾雜物的補充研究。

進行研究工作的人，應該考慮到任何用來去除碳化物及其他無關的雜質的夾雜物沉澱的補充處理，都可能同時溶解掉某些夾雜物；因此在從金屬中分離出夾雜物之後，及在碳化物溶解之後，都必須在試片上進行夾雜物的研究。

如在沉澱中發現新型的非金屬夾雜物，必須首先藉助於定性和定量的微量分析或光譜分析來進行研究。

在研究合金鋼中的夾雜物時，必須對碳化物充分注意，因為碳化物的沉澱，可以形成複雜的碳氮化合物和碳硫化合物。

只有應用綜合的方法研究和測定夾雜物，才能保證對存

在於各種鋼中的夾雜物的特性和組成，以及所應用的方法的準確程度，得出最全面的概念。必須使冶金學家、化學家和金相學家密切結合。從事化學工作的研究者，在開始進行研究工作時，應該具有鋼樣的說明書，即具有組成的數據、冶煉的方法、脫氧的數據、取樣的地點（樣品、鋼錠、鍛件），以及所觀察到的金屬缺陷。在研究的過程中，應該使冶煉工作者熟識所觀察到的夾雜物的特性。

必須將結果寫成報告的形式，並在報告上加貼非金屬夾雜物的圖片。在任何化學實驗室中，都應該組織夾雜物的顯微鏡研究和它們的照相工作。



目 錄

序 書	6
I、用試片鑑定夾雜物	8
1. 試片的製備	8
2. 顯微鏡下研究試片	9
II、分離鋼中非金屬夾雜物的電解法	14
1. 分離碳素鋼和低合金鋼中夾雜物的硫酸鹽 電解法	14
2. 分離碳素鋼中非金屬夾雜物的電解法	17
3. 分離不銹鋼和高合金鋼中夾雜物的硫酸鹽 電解法	18
4. 分離低合金鋼中夾雜物的亞硫酸鹽電解法	20
III、在顯微鏡下研究分離出來的夾雜物	23
IV、分離出來的夾雜物的微量定性分析	25
V、硫化物夾雜物的微量定量分析	28
VI、碳化物的溶解	29
1. 碳素鋼和合金鋼中碳化物的硝酸溶解法	29
2. 低碳鋼中碳化物的過硫酸鹽溶解法	31
3. 碳化鐵的銅銨鹽溶解法	31
4. 滾珠軸承鋼中碳化物的溶解	33
VII、合金鋼中有氮化物存在時含氧夾雜物的測定	34
VIII、夾雜物的定量分析	35

1. 矽酸鹽夾雜物的定量分析····· 35
 2. 尖晶石沉澱和游离氧化鋁的定量分析····· 47
 3. 非金屬夾雜物分析的計算····· 52
-

鋼中非金屬夾雜物的 分离与分析法

苏联科学院巴依科夫冶金研究所 編
李靜媛 李代鍾 譯 王景疆 校

冶金工業出版社

本書根據蘇聯科學院出版社1954年出版的
[鋼中非金屬夾雜物的分離與分析法]一書譯
出。原書係蘇聯科學院巴依科夫冶金研究所主
持編寫，責任編輯為И. П. 巴爾金院士。

書中內容為1951年召開的蘇聯鋼中非金屬
夾雜物會議的總結與成就。其中敘述鋼中非金
屬夾雜物的各種分離方法與分析方法。

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ ИМ. А. А. БАЙКОВА МЕТОДЫ
ВЫДЕЛЕНИЯ И АНАЛИЗА НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ
В СТАЛИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР (Москва—1954)

鋼中非金屬夾雜物的分離與分析法 李靜媛 李代鐘 譯

1956年2月第一版 1956年10月北京第二次印刷 1,513 冊 (累計3,054冊)

$787 \times 1092 \cdot \frac{1}{32} = 40,000$ 字 • 印張 2 • 定價 (10) 0.34元

冶金工業出版社印刷 新華書店發行 書號 0404

冶金工業出版社出版 (地址: 北京市燈市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 號

苏联各工廠在熔煉優質鋼的方法上的改進，是与各科学研究所及工廠實驗室多年來在以下兩方面所从事的工作分不開的：研究非金属夾雜物对鋼的性質的影响，以及製定非金属夾雜物的分析方法。

一九五一年六月召開的鋼中非金属夾雜物的會議上曾对最近完成的研究工作做出了某些結論，並詳細討論了分离与分析鋼中非金属夾雜物的方法。

这些方法都是在會議召開以前拟定好的，並曾分發給各研究所及工廠的工作者們進行討論。其中有些方法會經過特別審查。所有的意見都在會議上由特別組織的委員會研究过。

根据到会者的要求，現在把非金属夾雜物分离与分析的方法集成單行本出版。参加製定及創造这些方法的有：P. E. 格拉巴罗夫斯卡婭，A. B. 古列維奇，H. Ф. 列維，Ю. Т. 魯卡舍維奇——杜瓦諾娃，Г. А. 柯德維傑娃，С. И. 馬洛夫，E. E. 切布尔柯娃，A. H. 契尔雅柯夫，M. M. 沙比罗，M. Д. 舒里瓦斯。

煉鋼物理化学原理委員會

目 錄

序 書	6
I、用試片鑑定夾雜物	8
1. 試片的製備	8
2. 顯微鏡下研究試片	9
II、分離鋼中非金屬夾雜物的電解法	14
1. 分離碳素鋼和低合金鋼中夾雜物的硫酸鹽 電解法	14
2. 分離碳素鋼中非金屬夾雜物的電解法	17
3. 分離不銹鋼和高合金鋼中夾雜物的硫酸鹽 電解法	18
4. 分離低合金鋼中夾雜物的亞硫酸鹽電解法	20
III、在顯微鏡下研究分離出來的夾雜物	23
IV、分離出來的夾雜物的微量定性分析	25
V、硫化物夾雜物的微量定量分析	28
VI、碳化物的溶解	29
1. 碳素鋼和合金鋼中碳化物的硝酸溶解法	29
2. 低碳鋼中碳化物的過硫酸鹽溶解法	31
3. 碳化鐵的銅銨鹽溶解法	31
4. 滾珠軸承鋼中碳化物的溶解	33
VII、合金鋼中有氮化物存在時含氧夾雜物的測定	34
VIII、夾雜物的定量分析	35

1. 矽酸鹽夾雜物的定量分析····· 35
 2. 尖晶石沉澱和游离氧化鋁的定量分析····· 47
 3. 非金屬夾雜物分析的計算····· 52
-

序 言

鋼中非金屬夾雜物的研究和測定是一個複雜的問題，為了正確解決這個問題，必須使用很多種方法。

用金相法研究試片上的夾雜物，可以找出夾雜物的某些性質和它們在金屬中分佈的情形，而這些正是用化學方法不能得到的。

僅用化學分析法測定非金屬夾雜物的含量和組成，而不对分離出來的夾雜物的沉澱作補充的研究，則僅能適用於已經確定過和很好研究過的一種牌號的鋼中夾雜物，而且在生產這種鋼時，必須按照規定的技術規程而不能稍有違背。在所有其他的情況下，都需要在顯微鏡下做試片的及分離出來的沉澱中的夾雜物的補充研究。

進行研究工作的人，應該考慮到任何用來去除碳化物及其他無關的雜質的夾雜物沉澱的補充處理，都可能同時溶解掉某些夾雜物；因此在從金屬中分離出夾雜物之後，及在碳化物溶解之後，都必須在試片上進行夾雜物的研究。

如在沉澱中發現新型的非金屬夾雜物，必須首先藉助於定性和定量的微量分析或光譜分析來進行研究。

在研究合金鋼中的夾雜物時，必須對碳化物充分注意，因為碳化物的沉澱，可以形成複雜的碳氮化合物和碳硫化合物。

只有應用綜合的方法研究和測定夾雜物，才能保證對存

在於各種鋼中的夾雜物的特性和組成，以及所應用的方法的準確程度，得出最全面的概念。必須使冶金學家、化學家和金相學家密切結合。從事化學工作的研究者，在開始進行研究工作時，應該具有鋼樣的說明書，即具有組成的數據、冶煉的方法、脫氧的數據、取樣的地點（樣品、鋼錠、鍛件），以及所觀察到的金屬缺陷。在研究的過程中，應該使冶煉工作者熟識所觀察到的夾雜物的特性。

必須將結果寫成報告的形式，並在報告上加貼非金屬夾雜物的圖片。在任何化學實驗室中，都應該組織夾雜物的顯微鏡研究和它們的照相工作。

I. 用試片鑑定夾雜物

1. 試片的製備

鑑定夾雜物的試片的磨製法，與金相實驗室中所採用的普通方法相同。但同時還要考慮到下列的特殊要求：

1. 夾雜物不能被剝蝕。
2. 夾雜物必須保持其真實的狀態，即保持其本來的顏色、形狀、大小和分佈情況。
3. 必須避免磨光用的材料、化學試劑及液體對夾雜物發生作用。

為了鑑定夾雜物，所取試樣的大小必須合適，以免在磨製試片時發生困難。

試片面積約 5 平方公分的樣品是最合適的。

如果需要研究比較大的試片的表面，最好還是將這些樣品先依次在每部分打上記號後，再切成試片面積較小的（即 5 平方公分左右的）樣品。

如果是鑑定金屬鑄件中的夾雜物，則樣品的切割方向無關緊要；但如果鑑定受形變後金屬中的夾雜物，則必須順着形變的方向取樣，並且要儘可能在靠近成品的中心軸處切割。

試片是在縱向切割處製備的。

樣品最好預先淬火，雖然這個條件並不一定需要。

當製備試片時，如果樣品太小，則可將它鑲嵌在易溶的金屬上，或其他材料上：如電木或塑料上。樣品的磨製依下列順序進行：

1. 預先將樣品的表面在磨床上用銑刀或用銳利的銼刀加工。在用銼刀加工時，為了避免阻塞及獲得平的表面，可將銼刀放在一個平整的平面上，再將試片在銼刀上來回磨。

2. 然後將樣品儘可能輕地壓在中等硬度及中級粒度的砂輪上磨製，並定期冷卻。

3. 樣品經這些預先處理後，再在號數由大變小的各種粒度的砂紙上磨。

在用砂紙磨樣品時，要儘量輕輕地用手按着磨，或是在速度不超過 500 轉/分的磨輪上磨。最後的研磨是在 000—0000 號砂紙上進行的。

試片的磨光是在乾淨的細軟的呢絨上進行（最好是在台球絨布上進行）。呢絨浸濕後緊緊地糊在木製或膠木的圓盤上，盤的表面要很平，盤的旋轉速度不要超過 500 轉/分。

將精選過的很細的氧化鋁粉在水中混搖後，放一點在呢絨上作為磨光用的材料。

在磨光時，將試片輕輕地與圓盤貼緊，並不停地沿盤的直徑移動，同時還要在手中轉動。

經最後磨光後，仔細地用水沖洗試片，然後用酒精洗，並仔細地使之乾燥。有時為了更清楚地顯示夾雜物的邊界，可以進行輕微地浸蝕。在有些情況下，浸蝕後需再次磨光。

2. 顯微鏡下研究試片

1. 用金相顯微鏡來測定夾雜物時，最初在放大 100—

150 倍的情況下，用稜鏡照射器在明視場中觀察夾雜物。

觀察夾雜物的總量、大小、及其在磨光面上的分佈情況、相互的配置情況（成羣、成小鏈狀、孤立的等等）、形狀、顏色、對磨光的關係（被磨掉的情形）及對形變的關係（受範性）。

在這樣的放大倍數下，必須檢查整個試片面才不致漏掉某些類型的夾雜物。在仔細檢查之後，記下夾雜物的基本類型，再對它們作進一步的研究。

如果在試片上觀察到很多由於夾雜物被剝蝕而生成的孔洞或「尾巴」時，則必須重新在砂輪上和砂紙上經初磨後，再行磨光，而磨時要更仔細更小心。

有時在試片上可以看到一些夾雜物是由於磨光粉充填在孔洞中造成的，這種夾雜物具有磨光粉的顏色，沒有明晰的輪廓界限，不能緊密地黏附在金屬上，常常留下一些「尾巴」。在這種情況下，也需要重新磨片。有時甚至需要重複數次，直到磨好的試片不再引起任何懷疑為止。

2. 然後，再放大到 400—500 倍，應用稜鏡或玻璃片的照射器進行觀察，詳細地記下所遇到的每類夾雜物的上述特徵。此外，如有複雜夾雜物存在時，詳細地考查其結構；如果夾雜物夠大時，便近似地判定它反射光的能力。

3. 在中等放大倍數下研究之後，再用油浸物鏡在大倍數下研究，此時要更仔細更詳盡地研究夾雜物的結構，顏色及反射光的能力。

但必須考慮到夾雜物的顏色在乾物鏡下觀察時與在油浸物鏡下觀察時可能不一致。在某些情況下，在油浸物鏡下可以看到夾雜物原來的顏色。