

鋼中夾雜物的金相鑑定

A. H. 切爾維亞科夫 著

吳昌衡 李靜媛 譯

李代鍾 徐思盛

科學出版社

1956

目 錄

И. 米爾金 (И. Миркин) 教授序.....	i
前言.....	ix
緒論.....	1
第一章 鑑定鋼中夾雜物的方法.....	3
1 化學法鑑定夾雜物.....	5
2 岩相法鑑定夾雜物.....	9
3 金相法鑑定夾雜物.....	15
第二章 金相法研究夾雜物的程序.....	18
1 明視場照明.....	18
2 暗視場照明.....	20
3 偏振光照明.....	21
4 臨界照明.....	24
5 定性鑑定夾雜物的方法.....	25
第三章 夾雜物在顯微鏡下的主要特徵.....	26
第四章 鋼中夾雜物的主要類型及其特徵.....	37
1 鋼中夾雜物的來源.....	37
2 夾雜物的分類.....	38
3 氧化物.....	38
4 矽酸鹽.....	51
5 硫化物.....	61
6 氮化物.....	66
7 含鉍的夾雜物.....	68
第五章 鋼中夾雜物的定性鑑定.....	70
1 金相試片的製備.....	70
2 夾雜物的金相檢驗.....	78
3 夾雜物的系統鑑定.....	90
4 金相定性鑑定夾雜物的實例.....	90

5. 綜合鑑定夾雜物的實例.....	92
6. 金相法研究鋼中夾雜物性質的實例.....	96
第六章 鋼中夾雜物的定量測定	99
1. 夾雜物的定量測定(計算法).....	99
2. 夾雜物的定量測定(標準等級比較法).....	102
參考文獻	111
附圖	

緒 論

蘇聯共產黨第十九次代表大會的決議指出，按照第五個五年計劃，爲了機械製造的需要必須增加特種鋼和特種合金的產量並改進其質量。因此優質鋼的大量生產對於國民經濟有着巨大的意義，同時對於蘇聯冶金學家來說，這是一個首要的和最重要的技術任務。

近代技術的特點，是許多機械和儀器的部件都在高溫、高速、大的交變負荷下以及在對金屬富有腐蝕性的特殊介質中進行工作的。

有些工業部門如像機械製造、航空製造、儀器製造和許多其他方面都要求繼續增加特種鋼和特種合金的產量以及不斷的提高它們的質量。

要勝利地完成這個任務，必需對鋼的生產過程作深入的理論上和實際上的研究，並且不斷地改進鋼的生產過程。爲此須要擬訂新的更現代化的研究方法以及控制金屬和合金質量的方法。

高質量鋼和特種合金應該是特別純淨且含極少量的夾雜物的。隨着技術的發展對金屬純度的要求大大地提高了。以滾珠軸承鋼爲例，在某些情形下其夾雜物含量應該特別少。

甚至在夾雜物含量不多的情況下，夾雜物就影響了鋼的性能。夾雜物對於鋼的下列屬性均有影響：彈性變形和塑性變形的分佈，應力集中，結晶過程亦即晶粒的大小，組成的分佈，可加工性以及其他的性能。如果能了解夾雜物的形成過程及其本質，就能更深入地研究並控制冶煉過程。

鑑定鋼中夾雜物基本上採用三種方法：

- 1) 化學法，此法先把夾雜物從金屬中分離出來，然後再進行微量化學分析。
- 2) 岩相法，此法亦須先把夾雜物從金屬中分離出來，然後將夾雜物在透射顯微鏡下進行研究。
- 3) 金相法，此法是應用金相顯微鏡來研究宏觀及微觀的金屬試片。在這種情形下不必從金屬中分離夾雜物。

由於金相法操作較爲快速簡便，故在目前爲唯一可以用來在生產過程中控制鋼的質量的方法。因此金相法的改進及發展是特別重要的。

關於化學法鑑定夾雜物問題的參考文獻很多,而且也積累了很多的經驗;但有關於夾雜物的金相鑑定直到現在還沒有一個完全肯定的方法,並且還沒有出版過一本有關所有鑑定夾雜物操作方法和敘述各種不同類型夾雜物特徵的參考書。金相法主要是把未鑑定過的夾雜物的性質和化學成分與標準圖片相評比,這種方法的應用僅限於對鋼受沾污程度作近似的定量測定。在個別情況下僅將夾雜物分為硫化物和氧化物二類。

本書企圖將文獻中所有關於夾雜物金相鑑定的資料進行系統的整理,並企圖將主要類型的夾雜物的特徵肯定下來。本書中也敘述了現今用金相法來進行定量測定夾雜物的方法和操作步驟。

當然,發展到現階段的金相法也同其他任何方法一樣,若單獨應用的話是不能夠全面和精確地鑑定鋼中所遇到的一切夾雜物的。這一點只有在應用幾種方法——金相法,化學法,岩相法——作綜合研究時纔有可能達到,然而也並不是在所有情況下都是可能的。這些方法的應用應有着密切的聯系。在某些情況下適當地採用其他在金屬學研究上常用的方法(X射線分析,光譜分析等等),有時也用氣體分析來配合。

按照我們的意見,不論用什麼方法來研究鋼中夾雜物,首先應該用金相法來研究金相磨片。這是爲了選擇進一步研究的方向所必要的。這樣研究也有可能在較短的時間內全面地得到許多有關夾雜物的本質、數量以及它們的分佈特徵的知識。

金相法研究鋼中夾雜物時感到困難的是在開始研究時要求有各種不同類型的純淨狀態的夾雜物;這些夾雜物最好是在正常煉鋼條件下獲得的。

我們所得到的夾雜物是在高週波爐中專門熔煉的。在所有的情況下我們用工業鐵作爲爐料。爲了要得到不同類型的夾雜物,需要加入相應的爐料,所加入的盡可能用純原料(例如金屬矽,金屬錳);而且從一個樣品到另一個樣品逐漸增加其含量。這樣就可間接地證明能得到所希望得到的夾雜物類型。爲了研究夾雜物的變形能力(塑性),對鑄態樣品及受過各種不同程度變形的樣品都進行了研究。用金相法按照夾雜物的性質及特點所確定下來的夾雜物的本質均敘述於本書中。在某些情況下還用化學法和岩相法對夾雜物的本質進行了補充的驗證。

第一章 鑑定鋼中夾雜物的方法

由於下列原因，鋼中夾雜物的鑑定是有較大困難的。

1. 夾雜物分佈不均勻；這不僅指像鋼錠那樣大的體積，甚至在一塊小的金屬中，夾雜物的分佈仍是不均勻的。
2. 夾雜物本身只具有很細小的尺寸。
3. 在鋼中夾雜物總的含量與金屬的重量相比較是非常微小的，並且僅在極少情況下超過萬分之幾。
4. 由於微小的夾雜物存在於大量的金屬中，使夾雜物的某些性質（例如光學性質）能在很大程度上起了變化。
5. 將夾雜物從其周圍物質分離出來是有較大的困難的，並且關聯到夾雜物狀態的改變。
6. 除了非金屬夾雜物外，鋼中總含有少量的其他組成，例如碳化物、金屬互化物等等，分離這些東西是非常困難的。
7. 在大多數情況下，夾雜物本身是具有各種不同的組成和結構的複雜物質；這些組成和結構隨着鋼的成分及其冶煉的方法而改變，甚至同一鋼號在不同爐次熔煉以及同爐次熔煉而在不同時期也有所改變。

有關金屬中夾雜物的初步認識是通過用顯微鏡的研究方法而獲得的。

祇有在偉大的俄羅斯冶金學者 П. П. 安諾索夫在十九世紀的前半期(1827—1841 年)首次用顯微鏡來研究大馬士革鋼以後，才奠定了用金相法鑑定非金屬夾雜物的可能性。

著名的俄羅斯學者 А. А. 爾日朔塔爾斯基還在十九世紀末期(1898 年)就描述過他在顯微鏡下所觀察到的鋼中的缺陷。

……“填滿了的穴(孔洞)¹⁾可能是由於攪入液態金屬中的熔渣顆粒來不及浮至液面，也可能是由於金屬中外來雜質，例如硫、磷、錳、矽以及其他雜質等不均勻分佈的緣故。根據具體情況，這些雜質可能以元素的形式出現，或是由於氧化鐵存在而轉變為氧化物，或是形成矽酸鹽。”

1) 本書著者加的括號。

然而,在顯微鏡下首次作夾雜物研究的試驗是局限於粗淺的認識,僅只知道夾雜物的外表色彩、尺寸、形狀和分佈情況。而有關夾雜物性質的其他知識在當時是不可能用金相法求得的。第一,因為當時鋼中夾雜物尚未被研究過;第二,因為當時顯微鏡上的光學系統不允許進行鑑定夾雜物所必要的觀察。

為了全面的來研究鋼和鐵中的夾雜物,必須研究其基本性質與確定其化學組成;因此,便產生了其他的研究方法;首先是從金屬中分離夾雜物的化學法。

鑑定夾雜物的工作,必須與熔煉鋼鐵過程的研究相配合。

近年已出版了許多有關使用更新的方法來鑑定鋼和鐵中的夾雜物的著作;這些著作的缺點是由研究工作本身的困難所引起的,以及研究方法上的錯誤及沒有和鋼鐵冶煉過程的研究相配合的緣故。

蘇維埃金相學派的創始人之一,卓越的俄羅斯院士 A. A. 巴依可夫,對夾雜物的研究具有極大貢獻,他在研究鑑定夾雜物的方法中,採用了另外更正確的方向。在許多歲月中,他收集了各種類型的鋼鐵樣品,來研究在實踐中遇到的各種夾雜物的形態。

A. A. 巴依可夫利用了金相、化學和其他的研究方法來研究夾雜物。他以研究金屬的冶煉過程來配合夾雜物的研究。由於 A. A. 巴依可夫努力的結果,確定了許多類型夾雜物的性質和來源,它們的分類,以及它們對金屬性能的影響。

A. A. 巴依可夫的學生和繼承者,蘇維埃學者 Ю. Т. 盧卡雪維奇-杜萬諾娃、Н. Ф. 勒維教授、С. С. 石捷茵貝爾格教授、И. С. 格也夫及其他的人繼續遵循了 A. A. 巴依可夫的工作方向;這個方向的顯著特徵在於它的客觀性,有嚴格的科學根據及研究方法的先進性。

鑑定夾雜物的化學法,分兩個階段:即從金屬中分離夾雜物和分離以後夾雜物的化學分析。

從金屬中分離夾雜物並保持其在金屬中所固有的天然形態、結合情況和其份量,乃是一複雜的任務。因此,用化學法來鑑定夾雜物必須達到下列的要求。

1) 夾雜物的分離要完全,即所有的夾雜物應該完全從金屬分離,並在分離和處理的過程中不被破壞或損失;

2) 夾雜物的化學組成須不變,亦即在化學分離的過程中,不應在夾雜物與所用的分離試劑之間相互發生作用,以免夾雜物轉化成為新的狀態的化合物;

3) 分離的夾雜物必須是純潔的,即是夾雜物在分離過程中不應為任何外來的物質或次生反應物所沾污。

1. 化學法鑑定夾雜物

分 離 方 法

任何分離夾雜物方法的本質,在於能將金屬全部溶解,同時夾雜物不被破壞,其成分不改變。

為了達到這個目的,應用下面的方法來溶解鋼樣:

1. 酸法,按照這種方法,各研究者應用了各種不同的酸來溶解鐵:稀鹽酸,10%硝酸,10%硫酸,重鉻酸($\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)硫酸溶液等等。

依這方法處理未溶解的沉澱物時,為了破壞碳化物和除去膠狀矽酸及碱性鐵鹽起見,應採用強烈試劑,即用高錳酸鹽(高錳酸鉀),苛性碱和鹽酸的溶液。

在目前,由於酸法僅應用於某些類型的夾雜物,且由於所需時間長和不够準確,這種方法幾乎不再被採用了。

2. 鹵素法,此法係將鋼樣溶解在含有溴或碘的溶液中,或者在和空氣隔離的氯氣中燃燒。

在所有情況下,殘渣同溶劑起了反應,因此對某些類型的夾雜物得到不準確的結果;此外,此法不能應用於一切牌號的鋼。

近來,幾乎完全不利用溴溶液來分離夾雜物,而其他兩個方法也很少應用。

3. 電解法,最準確和簡單,目前大多採用這種方法。

這方法的實質是用電解的方法使鋼樣在陽極進行溶解,從鋼中分離的夾雜物成殘渣的形態集中於石棉膠袋或特製的容器中,將所得的殘渣進行處理後再用適當的試劑分析。

過去曾經提出了一些電解液與各種設備作為電解之用;最常用的電解液是含有1%食鹽的3%硫酸亞鐵中性溶液。但是,依此方法,夾雜物的殘渣被氫氧化鐵所沾污,而某些類型的夾雜物,由於陰極碱性增高與在陽極酸性增高,故完全或局部地被破壞。

為了消除這種現象,IO. T. 盧卡雪維奇-杜萬諾娃加入檸檬酸或酒石酸鹽的溶液於電解液中作為緩衝劑與作為形成複合物的物質。