

# 合金鋼的組織結構對於光譜 分析的影響\*

何 怡 貞      張 功 杼

(中國科學院金屬研究所)

## 提 要

我們用愛氏光源（低電流交流電弧）作高速鋼的光譜分析時，發現樣品的組織結構對於分析結果有影響。爲了對這個現象得到進一步的了解，我們選擇了 10 種含碳量不同的鉻鋼進行熱處理試驗和光譜分析。一系列實驗的結果指出，用小電流（5 安）電弧光源時，鉻的光譜分析結果由於試樣是退火組織或淬火組織而有差別，這個差別又隨着鋼中含碳量的增加而增加。我們認爲，這種影響是由於碳在試樣中存在狀態的不同所引起的。在低功率光源中，這種不同使合金元素被蒸發和被激發的情況有所差別，因而就影響了光譜分析的結果。這種影響由於合金元素之不同而有程度上的不同，對鉻的影響很顯著，對錳和矽的影響則很小。此外，所選擇的分析線對是弧線還是火花線，對於這種組織結構的效應也有顯著的影響。

曾經進行了一些消除組織結構影響的實驗。發現在應用低功率光源時，增加預燃時間並不能消除這個效應。用火花光源或大電流（8 安）電弧光源時，這種影響大爲減小。

## 一、引 論

隨着我國工業的迅速發展，合金鋼的光譜分析方法已經逐漸地應用到我國的冶金和機械製造工業等方面。生產技術的不斷提高，要求光譜分析準確度的不斷改進，因而如何增高光譜分析準確度便成爲急需解決的一個問題。

爲了配合某鋼廠關於高速鋼的冶煉，我們曾經協助該廠解決了一些光譜爐前快速分析的問題。當我們用愛氏光源（低電流交流電弧）<sup>[1]</sup>進行高速鋼中鉻的光譜分析時，發現了澆鑄狀態的樣品的分析結果與退火組織的不同<sup>[2]</sup>。現在我國一般廠礦中所用的合金鋼光譜分析標準樣品中，有的是淬火組織的，有的是退火

\*1955 年 8 月 12 日收到。

組織的,所用的激發光源有的是低電流交流電弧。爲了提高光譜分析的可靠性和準確度,我們必須進一步地研究合金鋼的組織結構對於光譜分析結果的影響。

在文獻中,有的作者認爲合金的組織結構對於合金元素的光譜分析實際上並不發生影響<sup>[3,4]</sup>,但是也有一些作者指出,用低功率激發條件時,組織結構對於光譜分析的結果有很顯著的影響<sup>[5,6]</sup>。樣品的金相組織不同究竟會不會引起分析上的誤差,爲了進一步地解決這個問題,我們決定有系統地進行合金鋼的組織結構對於光譜分析的影響的研究。這種研究一方面可以協助提高光譜分析的準確度,一方面也可以開展應用光譜分析來研究金屬的組織結構及其變化的新方法。蘇聯科學家在這方面已經進行了一些創始工作,把光譜分析的實驗結果與金屬和合金中的結構及擴散過程聯系了起來<sup>[7]</sup>。這個報告是我們研究組織結構對於光譜分析特別是鉻的光譜分析的影響的一些初步結果。

## 二. 光 譜 設 備 和 攝 譜 條 件

1. 光譜儀: 蘇聯中型石英光譜儀 (ИСП-22); 狹縫 17 微米。
2. 光源: 活性交流電弧 ПС-39, 交流電源 220 伏, 5 安。
3. 上電極: 電解銅棒直徑 8 毫米, 頂端磨成半圓球形。
4. 下電極: 試樣  $3 \times 4 \times 5$  厘米<sup>3</sup>。
5. 極距: 2 毫米。
6. 光源與狹縫間的距離因樣品中元素濃度之不同而略有不同, 在 30 — 40 厘米之間。
7. 預燃: 10 秒; 曝光: 10 秒。
8. 乾板: Agfa Ultraviolet-platten。
9. 測微光度計: МФ — 2。

所有的試樣都按照上面的條件進行攝譜。在每個試樣的平面 ( $3 \times 4$  厘米<sup>2</sup>) 上攝譜 4 次或 8 次後, 在金剛砂輪上磨去約 0.8—1.0 毫米, 使新的表面與原來的一樣, 沒有電弧作用留下的痕跡。

## 三. 實 驗 步 驟 和 結 果

### (一) 不同熱處理過程對鉻、錳、矽光譜分析的影響

我們選擇了一種成分比較簡單的合金鋼樣進行熱處理試驗和光譜分析。鋼樣的化學成分是 C 1.07%, Mn 1.06%, Si 0.51%, Cr 1.52%。把經過均勻化處理

後的樣品分成四個相等的試樣，每個試樣經過不同熱處理過程後所得的不同的金相組織見表 1 和圖 1。按照上面的攝譜條件所得的光譜分析結果見表 2，所用的分析線對都是通常採用的，表中所列的每個  $\Delta S$  值是 4 次單獨分析的平均

表 1. 不同試樣的熱處理過程和金相組織

| 樣品編號 | 熱處理過程                                 | 金相組織               |
|------|---------------------------------------|--------------------|
| I    | 1100°C 保溫 1 小時；油淬 (100°C)；冷處理 1 小時    | 馬氏體+殘留奧氏體 (<10%)   |
| II   | 1100°C 保溫 1 小時；油淬 (100°C)             | 馬氏體+殘留奧氏體 (30—40%) |
| III  | 1100°C 保溫 1 小時；油淬 (100°C)；350°C 回火半小時 | 索氏體                |
| IV   | 860°C 退火                              | 球狀珠光體              |

表 2. 試樣經過不同熱處理後的光譜分析結果

| 樣品編號 | $\Delta S \left( \frac{\text{Cr II } 2849}{\text{Fe I } 2845} \right)$ | $\Delta S_{\text{Cr}}$<br>平均值 | $\Delta S \left( \frac{\text{Mn II } 2939}{\text{Fe II } 2926} \right)$ | $\Delta S_{\text{Mn}}$<br>平均值 | $\Delta S \left( \frac{\text{Si I } 2881}{\text{Fe I } 2880} \right)$ | $\Delta S_{\text{Si}}$<br>平均值 |
|------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| I    | 0.25, 0.23, 0.24, 0.24                                                 | 0.24 <sub>2</sub>             | 0.13, 0.13, 0.14, 0.13                                                  | 0.13 <sub>2</sub>             | 0.42, 0.43, 0.43, 0.45                                                | 0.43 <sub>2</sub>             |
| II   | 0.25, 0.24, 0.25                                                       | 0.24 <sub>7</sub>             | 0.14, 0.14, 0.13                                                        | 0.14                          | 0.45, 0.43, 0.44                                                      | 0.44                          |
| III  | 0.30, 0.28, 0.29, 0.28                                                 | 0.28 <sub>7</sub>             | 0.16, 0.14, 0.14                                                        | 0.14 <sub>7</sub>             | 0.46, 0.44, 0.46, 0.45                                                | 0.45                          |
| IV   | 0.28, 0.30                                                             | 0.29                          | 0.17, 0.14                                                              | 0.15 <sub>2</sub>             | 0.45, 0.45                                                            | 0.45                          |

數值。單次測量的偏差不超過  $\pm 0.02$ 。表中的數據指出金相組織對鉻的光譜分析有影響，但是對錳和矽的影響不顯著。從鉻的  $\Delta S$  平均值來看，馬氏體中殘留奧氏體的含量多少對於鉻的光譜分析結果影響並不大（樣品編號 I, II）；在索氏體組織和球狀珠光體組織中雖然碳化物分佈的情況不同，然而光譜分析的結果並沒有很大的差別（樣品 III, IV）。但是前面兩種淬火組織試樣的  $\Delta S$  值顯然與後面兩種回火和退火組織的不一樣。我們知道，在淬火組織的試樣中，碳和鉻完全溶解在鐵中成為固溶體；而在回火或退火組織的試樣中有碳化物存在。因此，組織結構對鉻的光譜分析的影響與碳化物的存在有一定的關係。

## （二）在含碳量和含鉻量不同的鋼樣中，組織結構的影響

選擇了 10 種主要是含碳量和含鉻量不同的合金鋼進行試驗 [包括在 (一) 節中所用的樣品]。這些樣品的主要化學成分見表 3。把每一個樣品分成 A、B 兩塊 ( $3 \times 4 \times 5$  厘米<sup>3</sup>)。按照施梅柯夫著蘇聯熱處理工作手冊中所敘述的過程<sup>[8]</sup>，把各個樣品的 A 塊在 860—1100°C 保溫半小時後油淬或水淬；把 B 塊

表 3. 10 種合金鋼的化學成分、熱處理條件、金相組織和光譜分析結果

| 樣品<br>編號 |   | 碳%   | 鉻%   | 熱處理條件    |          | 金相組織          | $\Delta S \frac{\text{Cr 2849}}{\text{Fe 2845}}$ | $\Delta S$<br>平均   | $\epsilon'$       | $\epsilon/c \%$ |
|----------|---|------|------|----------|----------|---------------|--------------------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------------|
|          |   |      |      | 淬火溫度(°C) | 退火溫度(°C) |               |                                                  |                    |                   |                 |
| 1        | A | 0.10 | 18.7 | 1100     |          |               | 0.705, 0.715, 0.705, 0.705                       | 0.70 <sub>7</sub>  | <0.01             | <3.4            |
|          | B |      |      |          | 1100     |               | 0.710, 0.710, 0.705, 0.715                       | 0.71               |                   |                 |
| 2        | A | 0.11 | 13.2 | 1100     |          | 馬氏體           | 0.690, 0.690, 0.690                              | 0.69               | <0.01             | <3.4            |
|          | B |      |      |          | 1100     | 鐵素體+<br>碳化物   | 0.690, 0.697, 0.697                              | 0.69 <sub>8</sub>  |                   |                 |
| 3        | A | 0.11 | 1.25 | 860      |          |               | 0.230, 0.230                                     | 0.23               | <0.01             | <3.4            |
|          | B |      |      |          | 860      |               | 0.230, 0.240                                     | 0.23 <sub>8</sub>  |                   |                 |
| 4        | A | 0.18 | 13.0 | 1100     |          |               | 0.680, 0.680                                     | 0.68               | 0.01              | 3.4             |
|          | B |      |      |          | 1100     |               | 0.690, 0.690                                     | 0.69               |                   |                 |
| 5        | A | 0.37 | 0.83 | 890      |          | 馬氏體           | 0.070, 0.070                                     | 0.07               | 0.02              | 6.8             |
|          | B |      |      |          | 890      | 鐵素體+<br>珠光體   | 0.090, 0.090, 0.090, 0.090                       | 0.09               |                   |                 |
| 6        | A | 0.70 | 0.60 | 900      |          |               | -0.030, -0.030                                   | -0.03              | 0.02 <sub>8</sub> | 8.5             |
|          | B |      |      |          | 900      |               | -0.005, -0.005                                   | -0.00 <sub>8</sub> |                   |                 |
| 7        | A | 0.90 | 0.50 | 900      |          |               | -0.165                                           | -0.16 <sub>8</sub> | 0.03              | 10.2            |
|          | B |      |      |          | 900      |               | -0.135                                           | -0.13 <sub>8</sub> |                   |                 |
| 8        | A | 1.05 | 1.35 | 1100     |          | 馬氏體+<br>殘留奧氏體 | 0.220, 0.220, 0.230, 0.220                       | 0.22               | 0.03              | 10.2            |
|          | B |      |      |          | 860      | 珠光體           | 0.250, 0.245, 0.250, 0.255                       | 0.25               |                   |                 |
| 9        | A | 1.07 | 1.52 | 1100     |          | 馬氏體+<br>殘留奧氏體 | 0.250, 0.240, 0.250                              | 0.24 <sub>7</sub>  | 0.04 <sub>8</sub> | 14.6            |
|          | B |      |      |          | 860      | 球狀珠光體         | 0.280, 0.300                                     | 0.29               |                   |                 |
| 10       | A | 1.80 | 11.5 | 1100     |          |               | 0.585, 0.595, 0.595                              | 0.59 <sub>4</sub>  | 0.03 <sub>8</sub> | 12.9            |
|          | B |      |      |          | 1100     |               | 0.625, 0.630, 0.635                              | 0.63               |                   |                 |

在 860—1100°C 保溫半小時後爐冷（約需 12—13 小時冷至室溫）。詳細的熱處理過程見表 3。檢查了四對樣品的金相組織，所觀察到的結果完全與熱處理手冊上所敘述的一致（見表 3）。所有這些樣品的淬火組織都是馬氏體或馬氏體和殘留奧氏體，退火組織都是鐵素體和碳化物或球狀珠光體。圖 2 所示的是兩套樣品的金相照相作為例子。

在進行鉻的光譜分析時，我們一律用 Cr II 2849.84/Fe I 2845.6 線對作測量。表中所列的每個  $\Delta S$  值都是 4 次單獨分析的平均值。各個單次測量之

間的最大偏差並不超過  $\pm 0.02$ 。爲了檢查所作分析的可靠性，我們把每個試樣的光譜分析重複 2 次到 4 次，得到表 3 中第 6 行所示的  $\Delta S$  值，這些  $\Delta S$  值之間的偏差值一般是 0.01。表 3 中第 7 行是  $\Delta S$  的總平均值，第 8 行是每個樣品的兩種組織之間的黑度差值  $\epsilon' = \Delta S_B - \Delta S_A$ 。由於實驗的誤差是 0.01，所以  $\epsilon'$  小於 0.01 的數值是在光譜分析測量誤差範圍以內，只能指明一般的範圍和趨向。

由表 3 可見組織結構黑度差值  $\epsilon'$  與樣品中含鉻量的多少沒有顯著的關係，例如在樣品 7 和 8 中的含鉻量分別是 0.50% 和 1.35%，相差很大但是  $\epsilon'$  之值却同是 0.03。又在樣品 2 和 10 中的含鉻量分別是 13.2% 和 11.5%，相差不大但是  $\epsilon'$  之值却分別是 0.005 和 0.038，相差幾乎有 10 倍之多。從另一方面講，組織結構黑度差值  $\epsilon'$  由於樣品中的含碳量之增加而顯著地增加。

爲了定量地描述在含碳量不同的鋼樣中，組織結構對於鉻的光譜分析結果的影響，我們必須求出由於組織結構的不同而引起來的鉻的光譜分析結果的相對差值。這可以用  $\epsilon/c$  來表示， $\epsilon$  是同一樣品的兩種組織結構對於鉻的光譜分析結果的差值， $c$  是樣品中鉻的含量 (%)。根據文獻， $\epsilon$  與  $\epsilon'$  之間有下列的關係：

$$\epsilon/c = 2.3 \epsilon' / \gamma b,$$

公式中的  $\gamma b$  是鉻的定標曲線的斜率。

圖 3 是我們用標準樣品所測定的鉻的定標曲線，鉻含量的範圍是 0.3—2.0%。標準樣品的組織結構是介乎淬火與退火的中間組織。由圖 3 所求得的  $\gamma b$  值是 0.67。應該指出，我們所試驗的鋼樣中的含鉻量是 0.50—18.7%，遠比圖 3 的定標曲線所包括的範圍爲大，但是不同  $\gamma b$  之值對  $\epsilon/c$  所引起的變化並不大，因而我們用  $\gamma b = 0.67$  來進行所有的換算。表

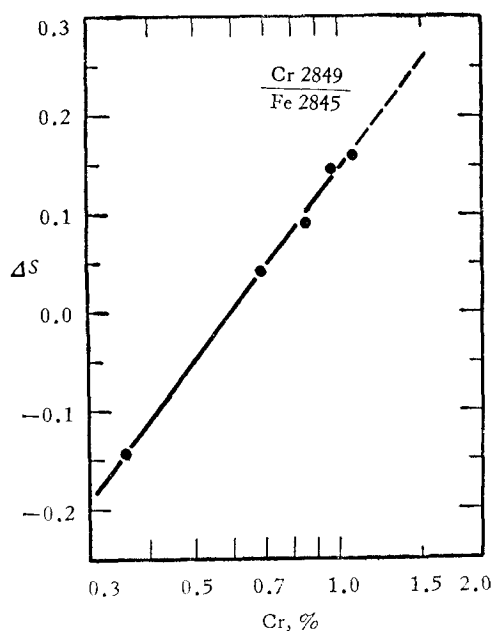


圖 3. 鉻的定標曲線

3 中的最後一行是換算所得的  $\epsilon/c$  值。用含碳量的對數作橫坐標,用  $\epsilon/c$  作縱坐標,則得到一條直線如圖 4。

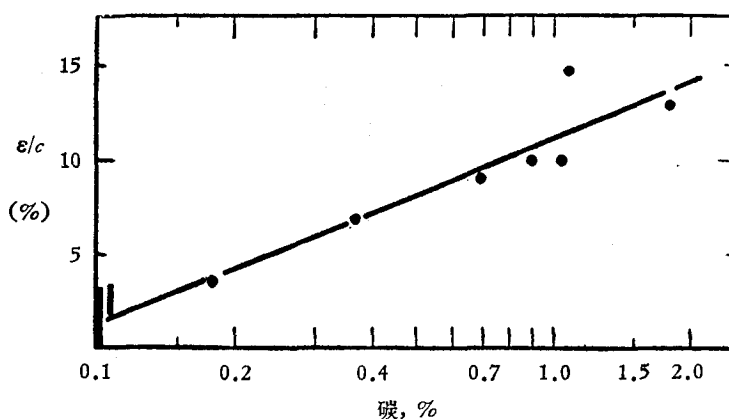


圖 4. 組織結構影響與含碳量的關係

### (三) 在不同的淬火溫度下, 組織結構的影響

爲了進一步地了解組織結構的影響的物理機構, 我們進行了下述的不同溫度淬火實驗。所用的試樣中含 C 0.9%, Cr 1.44%。把試樣在不同的溫度淬火後進行攝譜, 所測得的  $\Delta S$  值見表 4。表中的八個  $\Delta S$  (平均值) 雖然差別不大, 但是顯然可以看出一個肯定的趨勢, 即由於淬火溫度不同而引起的譜線黑度差 (與退火組織比較) 隨着淬火溫度的降低而減小。

表 4. 試樣經過不同淬火溫度處理後的光譜分析結果

| 樣 品 | 淬火溫度 (°C) | $\Delta S_{Cr}$  | $\Delta S$ (平均值)  |
|-----|-----------|------------------|-------------------|
| A   | 950       | 0.39, 0.39, 0.39 | 0.39              |
| B   | 900       | 0.39, 0.38, 0.40 | 0.39              |
| C   | 880       | 0.38, 0.40, 0.39 | 0.39              |
| D   | 860       | 0.39, 0.40, 0.41 | 0.40              |
| E   | 840       | 0.41, 0.39, 0.40 | 0.40              |
| F   | 820       | 0.41, 0.40, 0.41 | 0.40 <sub>7</sub> |
| G   | 800       | 0.41, 0.40, 0.41 | 0.40 <sub>7</sub> |
| H   | 800°C 退火  | 0.43, 0.43, 0.41 | 0.42 <sub>3</sub> |

## 四. 關於組織結構的影響的初步看法

根據上面的實驗數據, 我們認爲試樣的組織結構之所以對於光譜分析的結果有影響, 主要是由於試樣中的碳有的是在固溶體中而有的則是以碳化物的狀

態出現。碳在樣品中存在狀態的不同，使合金元素被蒸發和被激發的情況不同，因而也就影響了光譜分析的結果。這種影響又因為元素之不同而有程度上的不同，對錳和矽的影響不大，對鉻的影響則很顯著。

不同溫度淬火實驗的結果支持了上面的看法。當淬火的溫度較低時，鋼中所溶解的碳較在高溫淬火時為少，因而在試樣中碳化物較多。因此，在較低溫度淬火實驗中所得的光譜分析結果應該比較接近於退火實驗中所得的結果。由表 4 中可以看出，淬火的溫度越低， $\Delta S$  之值越大，同時也越接近退火實驗的  $\Delta S$  值。

圖 4 所示的結果進一步地指出合金鋼的組織結構對於鉻的光譜分析的影響與鋼中的含碳量有密切的關係。這也可以根據上面的看法而得到解釋。鋼中所含的碳越多，在退火組織中的碳化物便越多，在淬火組織中所溶解的碳越多，因而對於鉻的光譜分析結果的影響便越大，也就是  $\epsilon/c$  之值越大。

為了驗證上面的看法，我們又用一個主要含鉻和鎢的鋼樣進行試驗（C 0.80%，Cr 3.8%，W 18%）。碳化鎢是很穩定的化合物，因而樣品中雖然含有 0.80% 的碳，但是一部分的碳必然與鎢結合而成穩定的碳化鎢，所以對於鉻來說，試樣中的有效含碳量並不像實際含碳量那樣高。因此，我們估計到組織結構對於這個鋼樣的鉻的光譜分析的影響應該比不含鎢的鋼樣要小些。所得的實驗結果與這種估計相符合。從圖 4 的曲線得出，當含碳量為 0.80 時， $\epsilon/c=10\%$ （相當於  $\epsilon'=0.028$ ）；在含鎢樣品的情形，在 1280°C 淬火時得到  $\Delta S=0.31$ ，退火時得到  $\Delta S=0.32$ ，由此得出  $\epsilon'=0.01$ ，相當於  $\epsilon/c=3.4\%$ 。根據這  $\epsilon/c$  值由圖 4 的曲線上所讀出的含碳量是 0.17%，這指出在含鎢（18%）樣品中的有效含碳量由 0.8% 降到 0.17%。

根據上述的看法也可以定性地解釋第三元素鎢對於合金鋼中鉻的光譜分析的影響<sup>[10]</sup>。

由圖 4 所揭示的直線關係可以看出，含碳量的影響遵循着簡單的規律，但是關於這種規律的認識還有待於進一步的實驗研究。

## 五. 關於消除組織結構影響的一些實驗

### （一）關於燃燒效應的實驗

Филимонов 認為燃燒可以脫碳並且在試樣中產生淬火結構，因而原來組織結構上的差異在燃燒時便行消失<sup>[11]</sup>。為了研究燃燒的效應，我們用移動照相板

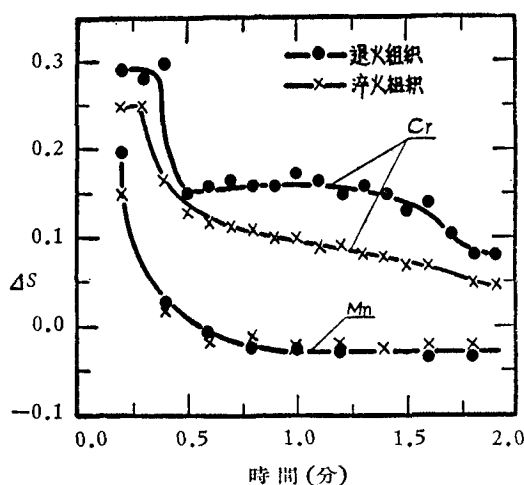


圖 5. 不同金相組織的樣品的鉻和錳的燃燒曲線

法<sup>[12]</sup> 把樣品 8 的 A、B 兩個試樣 (見表 3) 連續攝譜 2 分鐘, 得到圖 5 所示的燃燒曲線, 所用的交流電弧電流是 5 安. 由圖可見, 兩個試樣 (淬火組織和退火組織) 的錳的燃燒曲線始終是重合的, 而鉻的兩條燃燒曲線在曝光時間內却始終彼此相隔離. 這說明在用交流電弧電流 5 安的激發條件下, 並不能利用延長預燃時間的方法來消除組織結構對於鉻的光譜分析的影響.

## (二) 關於不同分析線對的實驗

在進行高速鋼中鉻的光譜分析時, 根據資料, 採用的分析線對是 Cr I 3963.69 / Fe I 3956.6. 在進行組織結構影響的試驗時, 由於鋼樣中含鉻量的範圍很大 (0.50—18.7%), 所以我們一律採用了 Cr II 2849.84 / Fe I 2845.6 作分析線對. 在這種情形下, 實驗的結果指出退火組織的  $\Delta S$  值都比淬火組織的高. 在高速鋼的分析中, 用 Cr I 3963.69 / Fe I 3956.6 作分析線對時, 退火組織的  $\Delta S$  值比淬火組織的低<sup>[2]</sup>, 這個變化的方向恰好和前面所說的相反, 爲了研究這種相反的結果是否由於所用分析線對中弧線 (Cr I 3963.69) 與火花線 (Cr II 2849.84) 之不同, 我們又應用 Cr I 3015 / Fe I 3016.2 作分析線對研究了三對試樣的情形, 測量所得的  $\epsilon'$  值 (退火  $\Delta S$  - 淬火  $\Delta S$ ) 是 -0.015, -0.02, -0.01. 這些數值與用火花線 Cr II 2849.84 / Fe I 2845.6 作分析線對所測得的  $\epsilon'$  值 (+0.02, +0.03, +0.04) 都正相反. 隨後我們又應用火花線 Cr II 2862.57 / Fe I 2828.8 和 Cr II 2860.9 / Fe I 2845.6 研究過一些試樣的情形, 所得的結果與用 Cr II 2849.84 / Fe I 2845.6 作分析線對時一致.

從這些初步的結果可以看出, 組織結構的影響在火花線 (Cr II) 與弧線 (Cr I) 的情形下所表現的方向正相反. 此外, 用弧線時的組織結構影響似乎較小些.

## (三) 關於不同激發條件的實驗

根據 Руднебеккий 等關於 Si-Al 合金的實驗, 增加電弧電流可以消除組



組織結構的影響<sup>[5]</sup>。Буравлев 關於複合金鋼的實驗結果指出，用火花光源時，當次級電壓為 12,000 伏時，組織結構對光譜分析結果沒有影響，但是當電壓降至 8,000 伏時，不同的原始組織對於燃燒過程和分析結果都有很大的影響。針對着本實驗所用的鋼樣，我們進行了下面的關於不同激發條件的實驗。

在上面所介紹的攝譜條件下，把交流電弧電流由 5 安增加到 8 安，這時樣品 8 的 A、B 兩個試樣的  $\Delta S$  的差值便由 0.03 降低到 0.01<sub>3</sub>。由於 ПС-39 型交流電弧發生器的條件的限制，我們不能把電流增加得更高，但是已有的實驗結果指出增加電弧電流確實可以消除組織結構的影響。

我們用兩種不同電壓的火花光源（次級電壓：12,000 伏，8,000 伏）進行試驗，所得的  $\epsilon'$  值都在實驗誤差的範圍以內，並看不出組織結構對於光譜分析結果有影響，

總的來說，改變激發條件可以減少或者消除金相組織結構對於光譜分析的影響。但是目前在很多光譜實驗室裏還缺乏適當的火花光源，而用大電流交流電弧光源一般不能滿足高合金鋼光譜分析準確度的要求，所以在進行高合金鋼光譜分析時，必須注意到樣品的組織結構的問題。

本所金屬物理研究室光譜組的其他同志曾參加本項工作的一部分，在熱處理試驗方面曾得到本室熱處理組幾位同志的很多幫助，謹此致謝。

### 參 考 文 獻

- [1] 重工業部鋼鐵工業綜合研究所錢振彭等，中國科學院金屬研究工作報告會資料（1954）。
- [2] 王植樞、張功杼，實驗結果（未發表）。
- [3] Комаровский, А. Г., *Изв. АН СССР, серия физич.*, 12 (1948), 422.
- [4] Грицюг, И. А., *Заводская Лаборатория*, 7 (1950), 884.
- [5] Руднебекний, Н. К. и Зусба, К. А., *Изв. АН СССР, серия физич.*, 12 (1948), 416.
- [6] Буравлев, Ю. М., *Изв. АН СССР, серия физич.*, 14 (1950), 579.
- [7] Налимов, В. В. и Ионова, К. И., *ЖАХ*, 9 (1954), 76. (見物理譯報第二卷第三期，1955 年 9 月，280 頁)。
- [8] 蘇聯熱處理工作手冊 [Шмыков, А. А., *Справочник Термиста*, Машгиз 1952]。
- [9] 普羅闊基也夫著，金屬與合金的光譜定量分析，下冊，178 頁（方宗遠、吳欽義等譯校）。
- [10] 吳欽義，中國科學院東北分院 1953 年科學報告會會刊之三，鑛業與分析化學，32-41 頁（1954 年 3 月）。
- [11] Филимонов, Л. Н., *Заводская Лаборатория*, 15 (1949), 1178.
- [12] 何怡貞、王植樞，物理學報，10 (1954), 347.

## EFFECT OF MICRO-STRUCTURE OF THE SPECIMEN ON THE SPECTROCHEMICAL ANALYSIS OF ALLOY STEELS

HO I-DJEN and CHANG KUNG-SOO

*(Institute of Metal Research, Academia Sinica)*

### ABSTRACT

In the spectrochemical analysis of high speed steels with a small current activated a.c. arc (after **Абрамзон**), the results of analysis were found to be affected by different previous heat-treatments given to the steel samples. To study this effect we selected 10 chromium steel samples of different carbon content. Spectrochemical analysis of these samples under different procedures of heat treatment shows that with an a.c. arc (5 amp.) the results of analysis of Cr for annealed and for hardened samples of the same steel are different and the difference increases with the increase of carbon content. We are inclined to think that in a low energy light source, the evaporation and the excitation of the alloying elements vary according to the existing form of carbon and this directly affects the results of spectrochemical analysis. The magnitude of this effect is different for different alloying elements, it is considerable in the case of Cr but is inappreciable in the case of Mn and Si.

How to eliminate the effect of micro-structure on spectrochemical analysis was also investigated. It was found that with a low energy light source, the effect can not be eliminated by increasing the time of pre-arcing. However, this effect is considerably reduced by using a spark source or an a.c. arc source of large current.