

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94145237

※申請日期：94.12.20

※IPC 分類：B21B 30/04

一、發明名稱：(中文/英文)

鋼板冷卻之控制方法

CONTROLLING METHOD FOR COOLING STEEL SHEET

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

新日本製鐵股份有限公司

NIPPON STEEL CORPORATION

代表人：(中文/英文)

永廣和夫/NAGAHIRO, KAZUO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國東京都千代田區大手町二丁目 6 番 3 號

6-3, OTEMACHI 2-CHOME, CHIYODA-KU, TOKYO 100-8071, JAPAN

國 籍：(中文/英文)

日本/JAPAN

三、發明人：(共 4 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 岡本力/OKAMOTO, RIKI

2. 菱沼紀行/HISHINUMA, NORIYUKI

3. 宮田英憲/MIYATA, HIDENORI

4. 谷口裕一/TANIGUCHI, HIROKAZU

國 籍：(中文/英文)

1~4 日本/JAPAN

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

☒ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

☒ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本； 2005.01.11； 特願 2005-004041

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

技術領域

- 本發明係有關於一種鋼板製造步驟之冷卻過程中鋼板
- 5 溫度之控制方法。

【先前技術】

背景技術

- 於鋼板之製造過程中，熱軋步驟係藉由設置於最終壓
- 延機與捲取機之間之冷卻裝置，將最終壓延後之鋼板冷卻
- 10 至預定溫度，然後再以捲取機捲取。

在鋼板之熱軋步驟中，由該冷卻裝置所得之冷卻型態
(例如：於冷卻途中設置保持中間保持溫度之氣冷區域、或
設定冷卻停止溫度=捲取溫度等)會成為決定鋼板機械特性
之重要因子。

- 15 又，在冷軋鋼板之情況下，甚至於冷軋後所進行之退
火步驟中，繼續進行加熱爐中之保持，冷卻裝置中之冷卻
型態(冷卻速度、冷卻停止溫度)將成為決定鋼板機械特性之
重要因子。

- 而該冷卻控制係藉由開閉冷卻裝置之注水閥或氣閥等
- 20 將水或氣體噴灑於鋼板表面來進行，此時，根據熱傳導係
數、比熱，使用熱傳導基本方程式針對板厚、板寬、鋼板
通過速度、進入側之溫度以及冷卻停止目標溫度等輸入資
料進行計算，以決定開閉之閥數。

然而，對應每一鋼卷或鋼卷內輸入條件之變化精準地

控制溫度圖形(temperature pattern)或冷卻終點溫度係非常困難之事。

可提升溫度精準度之控制方法已有如特開平7-214132號公報中所報告之方法，其係控制不符合預測溫度時之閥的ON/OFF者。又，如特開昭59-7414號公報中所報告之技術，其係於冷卻途中設置溫度、變態量之測定裝置，以實績值為準來修正冷卻量者。

另一方面，作為可提升預測溫度精準度之技術係於特開平9-267113號公報中所報告之根據最終溫度、中間溫度、捲取溫度等實績值，估計熱傳導係數之控制方法。又，於特開2000-317513號公報中所報告的是估計位於核沸騰、膜沸騰等過渡狀態之水冷之熱傳導係數的控制方法。

然而，以上皆只是有關於熱傳導係數之發明。

且，另一方面，無法充分估計材料之發熱量也是導致溫度預測精準度低落的原因之一。

特開平4-274812號公報中報告之方法係考慮變態發熱的影響，使用由安裝於冷卻裝置之變態分率測定裝置所求出之變態分率來預測變態發熱量。又，特開平8-103809號公報中報告之方法係對於同樣地把握變態發熱之方法，使用變態過程之預測模型，經由計算預測變態分率以估計變態發熱量。

然而，上述方法皆無法考慮比熱的變態分率相關性，而無法正確地估計鋼板的發熱量。

對於上述問題，「Nippon Steel Tech. Rep., No

67,(1995),49 [M.Suehiro et al]」、及「 ISIJ in
t, Vol.32, No.3, (1992), 433. [M.Suehiro et al]」中，為了加上
變態發熱量而估計比熱的溫度相關性，將肥粒鐵相之比熱
分成磁氣變態之比熱與無磁氣變態之比熱，並將變態分率
5 之影響導入磁氣變態之比熱。

然而，該想法之問題係由於以比熱依變態分率分配作
為前提，因此無法考慮沃斯田鐵相之比熱，且變態初期或
高溫區域之溫度精準度低，並且磁氣變態之比熱非常難以
估計。

10 【發明內容】

發明揭示

本發明係一種可解決上述習知問題而成之鋼板冷卻之
控制方法，其係從鋼板之 A_{e3} 溫度以上之冷卻過程中，控制
冷卻終點溫度時，使用動態比熱進行溫度預測者。

15 與使用示差熱分析裝置等實際測量之低冷卻速度(或
低升溫速度)，即非常接近平衡狀態之條件下之值(例如，記
載於 Physical Constants of Some Commercial Steels at
Elevated Temperatures (1953),(British Iron and Steel
Research Association)之值)不同，在本發明中，動態焓係指
20 的是對於以鋼板製造線所考慮之高冷卻速度(10～數百 $^{\circ}\text{C}/\text{s}$)
之“冷卻速度相關性強之焓”。

又，與使用示差熱分析裝置等實際測量之低冷卻速度
(或低升溫速度)，即非常接近平衡狀態之條件下之值(例
如，記載於 Physical Constants of Some Commercial Steels at

Elevated Temperatures (1953),(British Iron and Steel Research Association)之值)不同，於本發明中，動態比熱係指的是對於以鋼板製造線所考慮之高冷卻速度(10～數百 $^{\circ}\text{C/s}$)之“冷卻速度相關性強之比熱”。

- 5 本發明人為了提升控制 Ae_3 溫度以上之冷卻過程中之冷卻終點溫度時所使用之溫度預測模型的精準度，專心一意地研究比熱之變態分率相關性。

- 結果可知：，由於實際使用於鋼板製造過程之冷卻速度發生延遲變態，故相分率與平衡狀態之相分率大為不同，且在鋼板製造時使用之溫度預測模型中，不是平衡實驗所得之比熱值，而是必須使用考慮到延遲變態之動態比熱。
- 10

- 因此，本發明人專心研發可精準地求出動態比熱之方法，結果發現由於習知之以變態分率分配變態發熱、磁氣變態比熱之想法中有其計算精準度的極限，並且藉由從沃斯田鐵相及肥粒鐵相之焓與未變態分率求出第(1)式所定義之動態焓，將該斜率定義為動態比熱，且若其適用於習知溫度預測模型之比熱，則可短時間地作出高精準度的溫度預測。
- 15

- 20 根據以上發現，完成了本發明。

為解決上述問題所作成之記載於申請專利範圍第1項之發明係一種鋼板冷卻之控制方法，係從鋼板之 Ae_3 溫度以上開始之冷卻過程中控制冷卻終點溫度時，事先求出各溫度下之沃斯田鐵相及肥粒鐵相之焓(H_{γ} 、 H_{α})，再從對應各

溫度圖形所求出之沃斯田鐵未變態分率(X_γ)，求出第(1)式：

$$H_{sys} = H_\gamma(X_\gamma) + H_\alpha(1 - X_\gamma)$$

中所定義之動態焓(H_{sys})，然後使用相對於該動態焓溫度之斜率作為動態比熱預測溫度以控制鋼板的冷卻。

- 5 又，記載於申請專利範圍第2項之發明，係於上述發明中，前述目標溫度圖形係於其1/3以上之區域，冷卻速度為10°C/s以上、300°C/s以下。

- 記載於申請專利範圍第3項之發明，係於上述發明中，使用純鐵之值作為前述鋼之沃斯田鐵相及肥粒鐵相之焓
10 (H_γ 、 H_α)。

 記載於申請專利範圍第4項之發明，係於上述發明中，相對鋼之成分與目標溫度型態，以事先求出之變態曲線來預測前述未變態分率(X_γ)。

- 又，記載於申請專利範圍第5項之發明，使用模擬材料
15 變態過程之變態預測計算模型來預測前述未變態分率(X_γ)。

 且，記載於申請專利範圍第6項之發明，係於熱軋後之冷卻步驟中，控制中間保持溫度、捲取溫度時，藉由使用上述動態比熱所預測的溫度來進行控制者。

- 20 記載於申請專利範圍第7項之發明，係於冷軋後之退火步驟中，控制冷卻終點溫度時，藉由使用上述動態比熱所預測的溫度來進行控制者。

 而前述鋼以質量%計，含有：

C：0.30%以下；

Si : 2.0%以下 ;

Al : 2.0%以下 ;

Mn : 0.1%以上、5.0%以下 ;

P : 0.2%以下 ;

5 S : 0.0005%以上、0.02%以下 ; 及

N : 0.02%以下 ,

且剩餘部分由鐵及不可避免之雜質所構成。

另外，上述鋼以質量%計，可更含有：

Ti : 0.01%以上、0.20%以下 ; 及

10 Nb : 0.01%以上、0.10%以下

之1種或2種以上 ; 甚至可更含有：

Ca、Mg、Zr、REM之1種或2種以上之0.0005%以上、
0.02%以下。

又，上述鋼可更含有

15 Cu : 0.04%以上、1.4%以下 ;

Ni : 0.02%以上、0.8%以下 ;

Mo : 0.02%以上、0.5%以下 ;

V : 0.02%以上、0.1%以下 ;

Cr : 0.20%以上、1.0%以下 ; 及

20 B : 0.0003%以上、0.0010%以下

之1種或2種以上。

另外，鋼之C、Mn、Si及Al之質量%更可滿足第(2)式：

$(C)+0.2\times(Mn)-0.1\times(Si+2\times Al)\geq 0.15$ 。

根據本發明，從鋼板之 Ae_3 溫度以上開始之冷卻過程中

控制冷卻終點溫度時，藉由提高預測溫度模型之精準度，可提升冷卻時之鋼板溫度型態及冷卻終點溫度之控制精準度，並可製造出相當於目標值之鋼板。

圖式簡單說明

5 第1圖係顯示純鐵之肥粒鐵(α)相及沃斯田鐵(γ)之焓($H\alpha$ 、 $H\gamma$)之圖。

第2圖係顯示A鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

第3圖係顯示B鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

第4圖係顯示C鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

10 第5圖係顯示D鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

第6圖係顯示E鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

第7圖係顯示F鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

第8圖係顯示G鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

第9圖係顯示H鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

15 【實施方式】

實施發明之最佳型態

本發明係從鋼板之 Ae_3 溫度以上開始之冷卻過程中控制冷卻終點溫度時，作成對應鋼板製造工程之高冷卻速度所導致的延遲變態之溫度預測模型，提高溫度預測精準度，以提高冷卻控制之精準度者。以下詳細說明本發明之
20 各構成要件。

通常之比熱可在接近冷卻速度非常緩慢之平衡條件下，測定對應於溫度低落之鋼板的發熱量，以溫度微分該發熱量求出；但在高冷卻速度條件下，由於難以以實驗正

確地測定出鋼板之發熱量，故無法以實驗求出高冷卻速度下之比熱(動態比熱)。

因此，努力研發可精準地預測出高冷卻速度下比熱的方法，結果發現：使用下述之計算方法，可導出高冷卻速度下之比熱(動態比熱)。

該導出動態比熱之方法係估計高冷卻速度下、變態分率動態地進行變化之變態途中的混合組織狀態之焓，以作為第(1)式所定義之動態焓，再將相對該動態焓溫度之斜率定義為動態比熱而導出之方法。

此時，相對動態焓溫度之斜率可以溫度微分動態焓求出，也可使用相對微小溫度變化(ΔT)之動態焓變化(ΔH_{sys})，再以 $\Delta H_{sys}/\Delta T$ 求出。

但，若 ΔT 太大，則各溫度之動態比熱會與實際比熱相差太多，而無法達成高精準度之溫度預測，故 ΔT 以 50°C 以下為佳。

本發明特別可對變態延遲較大之條件發揮較大的效果。因此，本發明對於冷卻速度較高之目標溫度圖形，可有較大的溫度預測精準度改善效果。為了充分地達成該效果，至少於目標溫度圖形之 $1/3$ 區域中，必須有 $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上的冷卻速度。

另一方面，由於冷卻速度超過 $300^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 時，即使可改善溫度預測，也因為冷卻設備之反應速度極限，無法大幅改善冷卻控制性，故將冷卻速度之上限設定為 $300^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。特別為了得到較明顯的效果，以 $20^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上之冷卻速度為佳。

此外，即使應用本發明於冷卻速度為 $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下之區域佔有 $2/3$ 以上之目標溫度圖形，也僅會使改善效果較小，而不會較已知之預測精準度差。

本發明中極重要的一點為：導出該變態途中之混合組織之動態焓的方法。

本發明人持續地專心研究，終於發現：變態途中之混合組織之動態焓可對於構成混合組織之沃斯田鐵相及肥粒鐵相之各焓(H_{γ} 、 H_{α})，以由作為目標之溫度歷程所得之未變態分率(X_{γ})加權分配來估計出，而導出第(1)式：

$$H_{\text{sys}} = H_{\gamma}(X_{\gamma}) + H_{\alpha}(1 - X_{\gamma})$$

本發明中極重要的一點為：導出可用於導出上述動態焓之沃斯田鐵相及肥粒鐵相之各焓的方法。

在本發明人專心一意的研發下，結果發現：各相之焓的溫度依存性幾乎不受成份的影響；此外，以純鐵之沃斯田鐵相及肥粒鐵相之焓可充分地導出具高精準度之組織熵。

而且，關於各熵，可不針對每個鋼卷分別計算，而可高效率地進行計算。

又，各熵係以實驗所求得之結果，可使用例如記載於 Physical Constants of Some Commercial Steels at Elevated Temperatures (1953), (British Iron and Steel Research Association) 之值，也可使用以例如 Thermo-Calc (B. Sundman: Anales de fisica 36B, (1990), p69.) 所計算之結果(第1圖)。

此時，即使不使用純鐵之值，而使用某種特定成分所

得之值計算各鋼種、各鋼卷之動態比熱所求得各相之動態比熱者，也包含在本發明之範圍內。

另一方面，相對於作為目標之溫度圖形之變態分率可根據以實際安裝於製造線上之變態分率測定裝置實際測量之實測值算出，也可針對成分、目標溫度圖形，事先以實驗等求出變態分率之變化，作成相對成分、目標溫度圖形之一覽表來使用，或以成分及目標溫度圖形之函數作成算式來使用也可。

又，為了事先進行預測，可使用可對高冷卻速度之溫度圖形預測變態組織之變態預測計算模型。該變態預測計算模型可利用例如記載於「末廣等：鐵與鋼，vol.73, No.8, (1987),111.」之模型。

本發明係一種考慮從沃斯田鐵相開始冷卻之延遲變態而導出動態比熱，可提高使用於冷卻控制之溫度預測模型之預測精準度的技術，若為從沃斯田鐵相開始之冷卻，則不論氣體或水之冷卻方法皆可使用。又，也可適用於熱軋後之冷卻時之中間保持溫度、捲取溫度之控制，或退火步驟中冷卻終點溫度之控制等步驟中之任一者。

接著，說明本發明之鋼板成分的限定理由。

C係會影響鋼加工性之元素，含有量若太多，會使加工性變差。特別地，含量超過0.30%時會生成有損擴孔性之碳化物(波來鐵、雪明碳鐵)，故設定為0.30%以下。又，C之含有量越多，變態延遲會越大，故若使用習知比熱，會使溫度之預測精準度低落，而使用動態比熱之效果則會增大。

由於Si係可抑制有害的碳化物、增加肥粒鐵分率，並提高伸長度之有效元素，又為可確保固熔強化之材料強度的有效元素，故以添加Si為佳；但增加添加量，除了會降低化學轉化處理性外，還會使點熔接性變差，故以2.0%為
5 上限。

又，由於Si之含有量越多，變態之延遲狀況會越小，故即使使用習知比熱也可提高預測精準度，而使動態比熱之效果變小。

Al與Si同樣係一種可抑制有害碳化物的生成、增加肥
10 粒鐵分率，並提高伸長度的有效元素。特別地，還是一種可同時促進延展性及化學轉化處理性之必要元素。且Al係一種迄今去氧時所需之元素，通常添加0.01~0.07%。

在本發明人的努力研究下，結果發現：藉由添加多量Al於低Si系中，可不使延展性惡化，並可改善化學轉化處
15 理性。

然而，增加Al添加量不僅會使提升延展性的效果飽和，使化學轉化處理性低落之外，還會使點熔接性變差，因此以2.0%為上限，特別在化學轉化處理較嚴格之條件下，以上限1.0%為佳。

20 又，由於Al含有量越多，會使變態之延遲越小，故即使使用習知之比熱也會提高溫度之預測精準度，而使得使用動態比熱之效果變小。

Mn係確保強度之必要元素，最少必須添加0.1%。但，多量添加時，容易引起顯微偏析、目視偏析，而使得擴孔

性變差。因此，設上限為5.0%。又，由於Mn含有量越多，變態延遲會越大，故使用習知比熱時之溫度預測精準度會降低，而使用動態比熱之效果會變大。

P係可提高鋼板強度之元素，與Cu同時添加可提升耐腐蝕性，但添加量若太高，則會導致熔接性、加工性及韌性變差。因此，將含有量設為0.2%以下。特別是較無要求耐蝕性之情況下，為重視加工性，添加量以0.03%以下為佳。

S係會形成MnS等硫化物而成為裂痕的起點，且減低擴孔性之元素。因此，必須設定為0.02%以下。但，若欲調整為小於0.0005%，則會提高去硫成本，故S之含量設定為0.0005%以上。

添加多量N時，會使非時效性變差，且產生稱為伸張應變之條紋狀模樣，除了會使加工性變差之外，還會損壞外觀。由於含量一旦超過0.02%，其影響會更加顯著，故將N之含量設定0.02%以下。

Ti、Nb可形成碳化物增加強度，並可使硬度均一化以改善擴孔性。為了有效發揮該等效果，Nb及Ti都必須至少添加0.01%。

然而，由於過渡添加該等元素時，會因為析出強化而使延展性變差，故Ti之上限為0.20%、Nb為0.10%。單獨添加上述元素可產生效果，而複合添加也可產生效果。

Ca、Mg、Zr、REM可控制硫化物系之夾雜物形狀以提升擴孔性。為了有效發揮上述效果，至少須添加1種或2種以上之0.0005%以上。另一方面，添加多量反而會使鋼的潔

淨度惡化，而損害擴孔性、延展性。因此，Ca、Mg、Zr、REM之上限為0.02%。

Cu與P的複合添加可提升耐腐蝕性，為了得到該效果，以添加0.04%以上為佳。然而，多量的添加會增加淬火性、
5 使延展性低落，故上限為1.4%。

Ni為抑制添加Cu時之熱破裂所需之元素。為了得到該效果，以添加0.02%以上為佳。但，多量的添加會與Cu一樣地增加淬火性、使延展性低落，故上限設為0.8%。

Mo係可抑制雪明碳體之產生、提升擴孔性之有效元素，為了得到該效果，必須添加0.02%以上。但，由於Mo
10 也為會提高淬火性之元素，過渡添加會降低延展性，故將上限設為0.5%

V可形成碳化物而確保強度。為了得到該效果，必須添加0.02%以上。但，多量的添加會減低伸長度、提高成本，
15 故上限為0.1%。

Cr也與V同樣地可形成碳化物而確保強度。為了得到該效果，必須添加0.02%以上。但，Cr係會提高淬火性之元素，多量添加會減低伸長度。因此，將上限設為1.0%。

B係可增強粒界並改善為超高張力鋼板問題之2次加工斷裂的有效元素。為了得到上述效果，必須添加0.0003%以上。但，B係會提高淬火性之元素，多量添加會使延展性低落，故上限設為0.001%。
20

本發明可特別針對變態延遲較大之鋼種發揮較大的效果。使用主要添加元素中添加較多、特別是延遲變態效果

高之C與Mn的質量%及提早變態之Si與Al之質量%所構成之第(2)式： $(C)+0.2\times(Mn)-0.1\times(Si+2\times Al)\geq 0.15$ ；符合上述第(2)式條件之鋼種，使用動態比熱之溫度預測精準度的改善效果較大。

5 實施例

接著根據實施例說明本發明。

第1表顯示A~H之鋼種的目標成分；第2表顯示該等鋼種熱軋之目標完成溫度(FT)、及目標捲取溫度(CT)、平均冷卻速度(CR)。

- 10 又，各鋼從第(2)式所導出之值如第1表所示。作為比較之平衡比熱係對於以示差熱分析等所得之低冷卻溫度幾乎呈平衡狀態之比熱。

另一方面，動態比熱使用以Thermo-Calc所求得之純鐵的肥粒鐵相及沃斯田鐵相之熵之值(第1圖)，關於熱軋後冷
15 卻中之未變態分率(X_γ)，則使用「末廣等：鐵與鋼，vol.73, No.8,(1987),111.」之變態預測計算模型，輸入成分實績、FT實績與冷卻速度針對各鋼卷而求得。

對於所求得之各溫度值(計算步驟 $\Delta T=25^\circ\text{C}$)，使用第(1)式算出動態焓，再由每步驟之焓降低量(ΔH_{sys})除以計算步
20 驟($\Delta T=25^\circ\text{C}$)，算出各溫度之動態比熱。

比較以第2表之條件所得出之動態比熱與習知之平衡條件所得之習知比熱，動態比熱之計算例如第2圖~第9圖所示。

$$H_{\text{sys}}=H_\gamma(X_\gamma)+H_\alpha(1-X_\gamma) \quad \dots \text{第(1)式}$$

將使用該動態比熱進行溫度預測之冷卻控制分別實施於A~E鋼種之各20~100鋼卷，測定CT命中率。在此，CT命中率係指使用各比熱時之CT溫度預測值(CT預測值)與第2表之CT目標值之差((CT預測值)-(CT目標值))在 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ 以內之機率。

使用本發明之動態比熱進行溫度預測，再比較使用平衡比熱之溫度預測精準度，可知前者之溫度預測精準值較為優異。

又，針對其中之A、D、G、H鋼種(各20卷)，實施熱軋後、冷軋、退火，測定此時之退火工程之冷卻終點溫度命中率。

在此，冷卻終點溫度命中率係指使用各比熱之冷卻終點溫度預測值(冷卻終點預測值)與第3表之冷卻終點目標值之差((冷卻終點預測值)-(冷卻終點目標值))在 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ 以內之機率。

如第3表所示，使用本發明之動態比熱進行溫度預測，再比較使用平衡比熱之溫度預測精準度，可知使用本發明可得到較優異之溫度預測精準度。

第1表

(質量%)

	C	Si	Mn	Al	P	S	N	other	式(2)
A	0.10	0.10	1.00	0.030	0.011	0.0028	0.0043		0.30
B	0.04	0.70	2.00	0.044	0.008	0.0020	0.0033	Nb:0.02	0.38
C	0.04	0.95	1.30	0.035	0.006	0.0010	0.0040	Ti:0.12, Ca:0.002	0.21
D	0.13	1.00	2.30	0.048	0.008	0.0030	0.0050	Ti:0.03	0.59
E	0.15	0.02	0.50	0.045	0.008	0.003	0.0030		0.26
F	0.05	0.02	0.25	0.040	0.011	0.003	0.0035	Cu:0.2, Ni:0.1	0.10
G	0.10	0.015	0.40	0.035	0.009	0.003	0.0035	Mo:0.05	0.18
H	0.15	0.70	2.50	0.040	0.011	0.002	0.0040	B:0.0008	0.59

第2表

	FT ℃	CT ℃	CR ℃/s	動態比率(本發明)		平衡比熱(比較)	
				CT命中率	實施數	CT命中率	實施數
A	870	650	35	94%	100 卷	81%	100 卷
B	870	500	30	95%	30 卷	73%	30 卷
C	920	500	23	90%	30 卷	75%	30 卷
D	880	550	50	90%	30 卷	66%	30 卷
E	840	680	25	99%	30 卷	83%	30 卷
F	880	580	40	95%	20 卷	90%	20 卷
G	880	580	35	94%	20 卷	86%	20 卷
H	840	600	40	92%	20 卷	70%	20 卷

* CT命中率係(CT預測值)-(CT目標值) $< \pm 30^{\circ}\text{C}$ 之比率

第3表

	退火溫度 ℃	冷卻終點溫度 ℃	CR ℃/s	動態比率(本發明)		平衡比熱(比較)	
				冷卻終點 命中率	實施數	冷卻終點 命中率	實施數
A	850	350	80	94%	20 卷	86%	20 卷
D	850	420	80	92%	20 卷	76%	20 卷
G	850	350	80	96%	20 卷	88%	20 卷
H	850	320	80	98%	20 卷	80%	20 卷

5 * 冷卻終點命中率係(冷卻終點預測值)-(冷卻終點目標值) $< \pm 30^{\circ}\text{C}$ 之比率

產業上利用之可能性

如前所述，根據本發明，在鋼板從 Ae_3 溫度以上之冷卻過程中控制冷卻終點溫度時，可提高預測溫度模型之精準度，而提升冷卻之鋼板溫度圖形及冷卻終點溫度之控制精準度，可製造出相當於目標值之鋼板。

因此，本發明對於鋼鐵產業上之利用可能性相當高。

【圖式簡單說明】

第1圖係顯示純鐵之肥粒鐵(α)相及沃斯田鐵(γ)之焓($H\alpha$ 、 $H\gamma$)之圖。

10 第2圖係顯示A鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

第3圖係顯示B鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

第4圖係顯示C鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

第5圖係顯示D鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

第6圖係顯示E鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

15 第7圖係顯示F鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

第8圖係顯示G鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

第9圖係顯示H鋼之習知比熱與動態比熱之圖。

【主要元件符號說明】

無

五、中文發明摘要：

一種鋼板冷卻之控制方法，其係從鋼板之 A_{e3} 溫度以上開始之冷卻過程中控制冷卻終點溫度時，事先求出各溫度下之沃斯田鐵相及肥粒鐵相之焓(H_γ 、 H_α)，再從對應各溫度圖形所求出之沃斯田鐵未變態分率(X_γ)，求出第(1)式： $H_{sys}=H_\gamma(X_\gamma)+H_\alpha(1-X_\gamma)$ 中所定義之動態焓(H_{sys})，然後使用相對於該動態焓溫度之斜率作為動態比熱預測溫度以控制鋼板的冷卻。

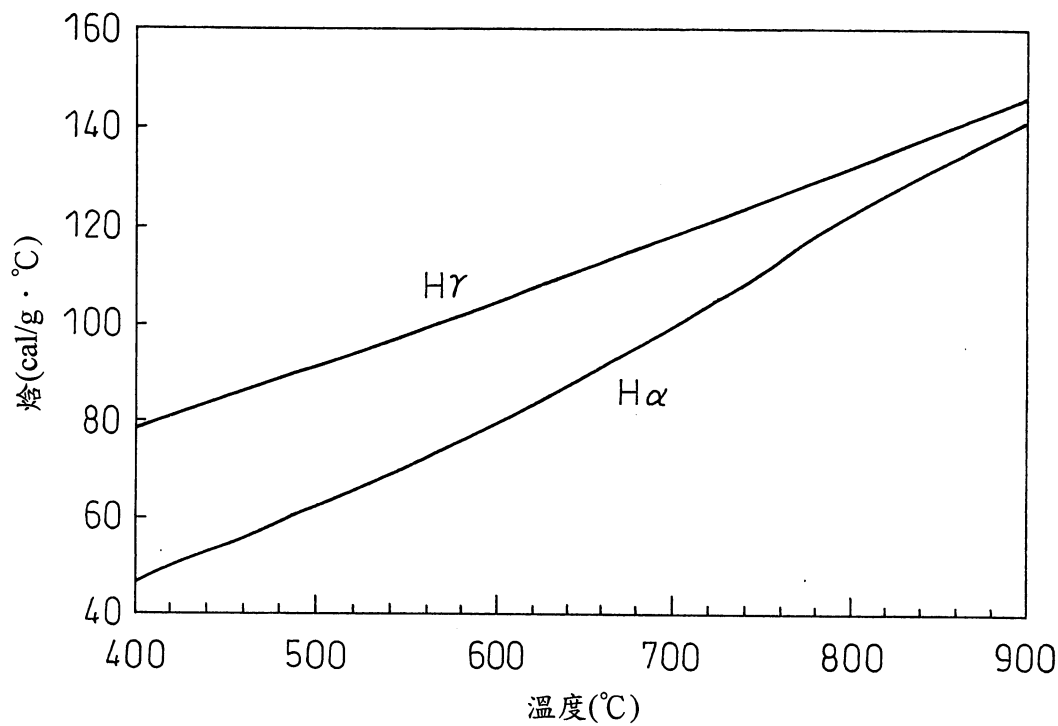
六、英文發明摘要：

A controlling method for cooling a steel sheet by controlling an end-of-cooling temperature in the cooling process from the A_{e3} or above temperature of the steel sheet by means of predicting a temperature by using a dynamic specific heat, defined as the slope of the dynamic enthalpy to temperature, comprising; preliminarily obtaining enthalpies (H_γ , H_α) of an austenitic phase and a ferrite phase respectively at the temperatures; obtaining a dynamic enthalpy (H_{sys}) defined by the equation (1), by using an untransformed fraction (X_γ) of austenite obtained in accordance with a target temperature pattern.

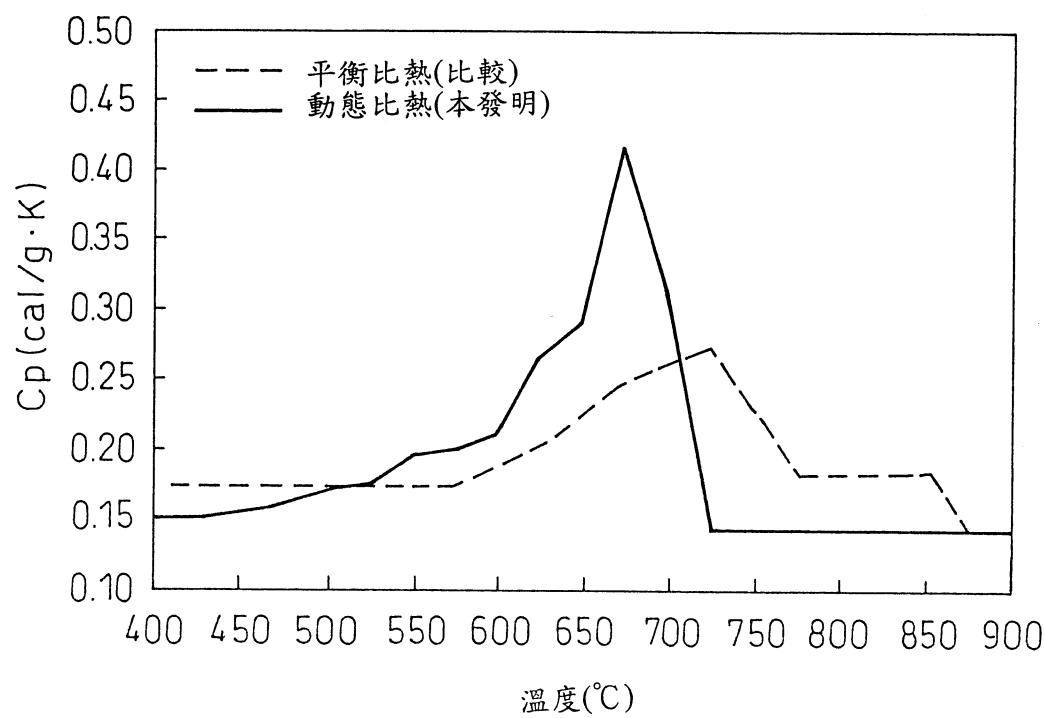
$$H_{sys} = H_\gamma (X_\gamma) + H_\alpha(1-X_\gamma) \quad \text{Equation (1)}$$

1/5

第 1 圖

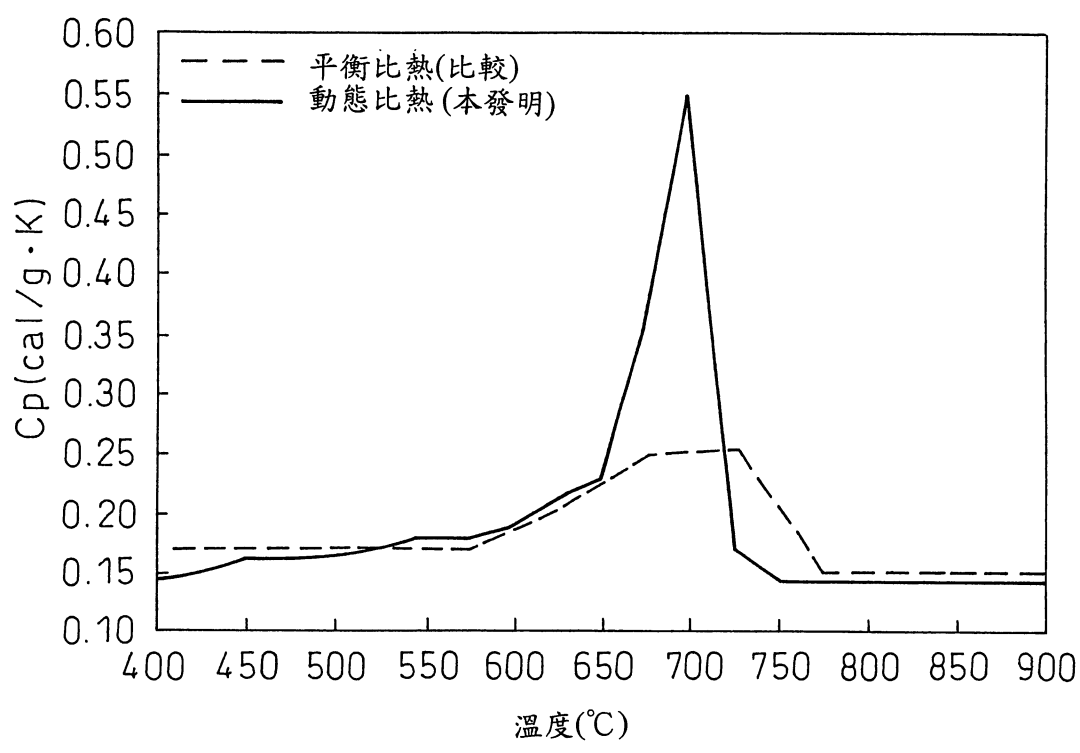


第 2 圖

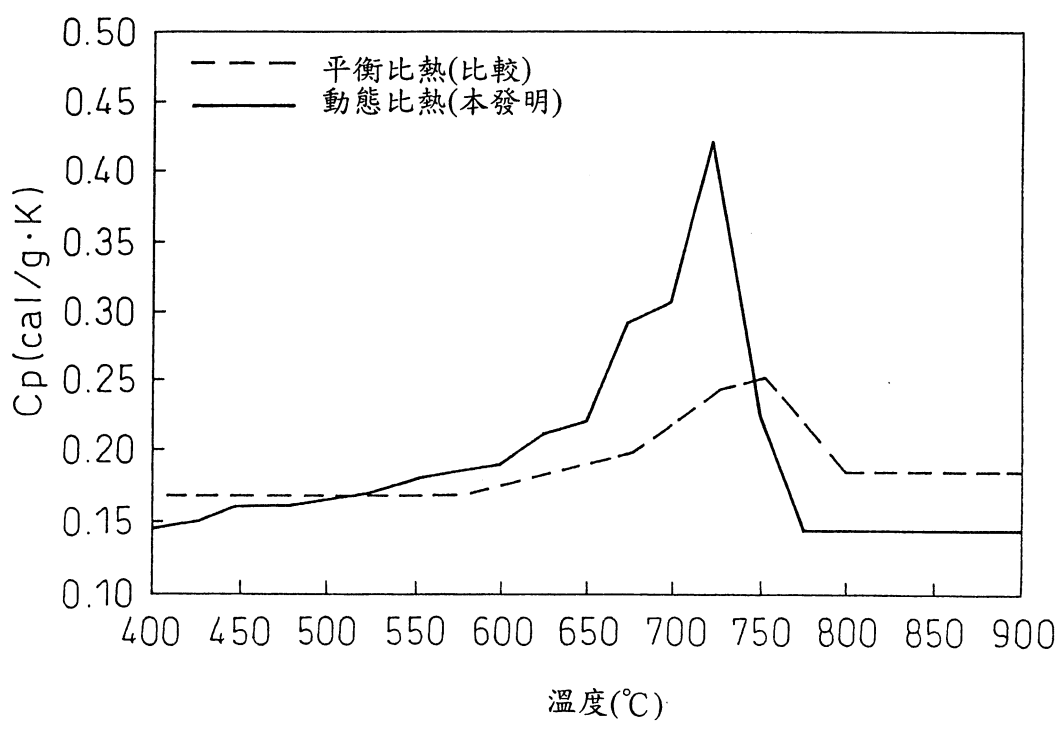


2/5

第 3 圖

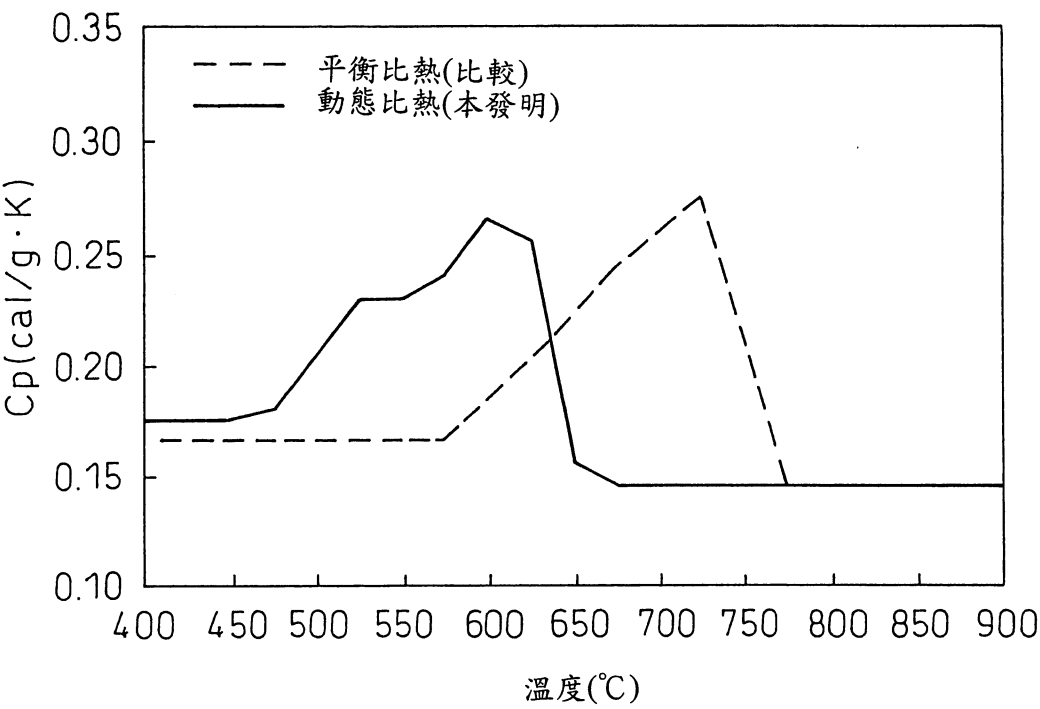


第 4 圖

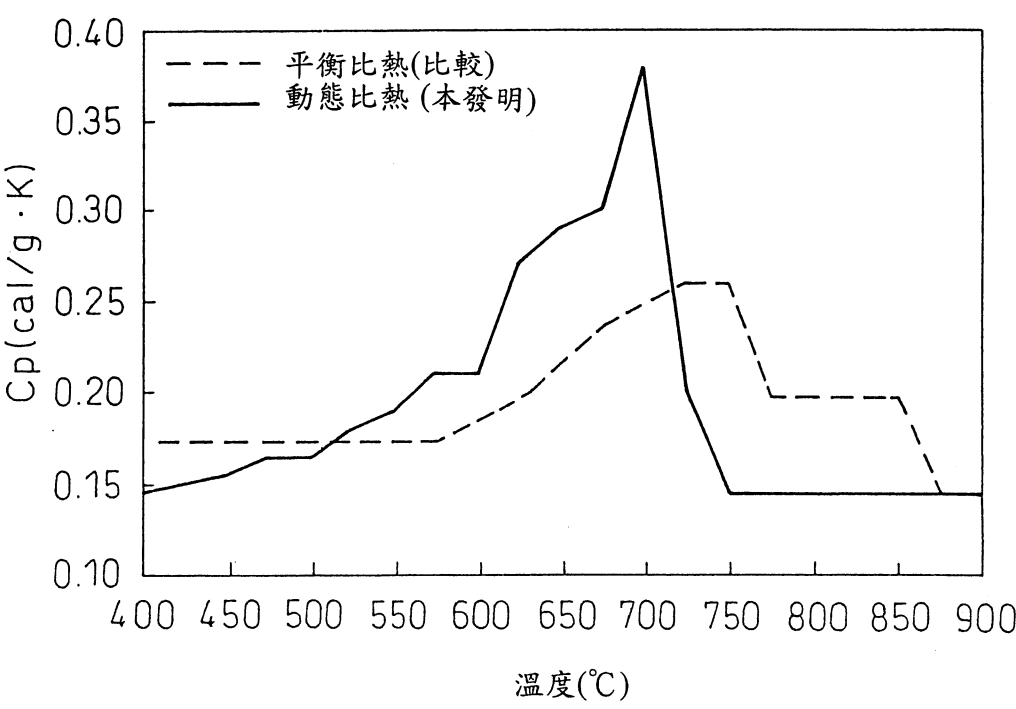


3/5

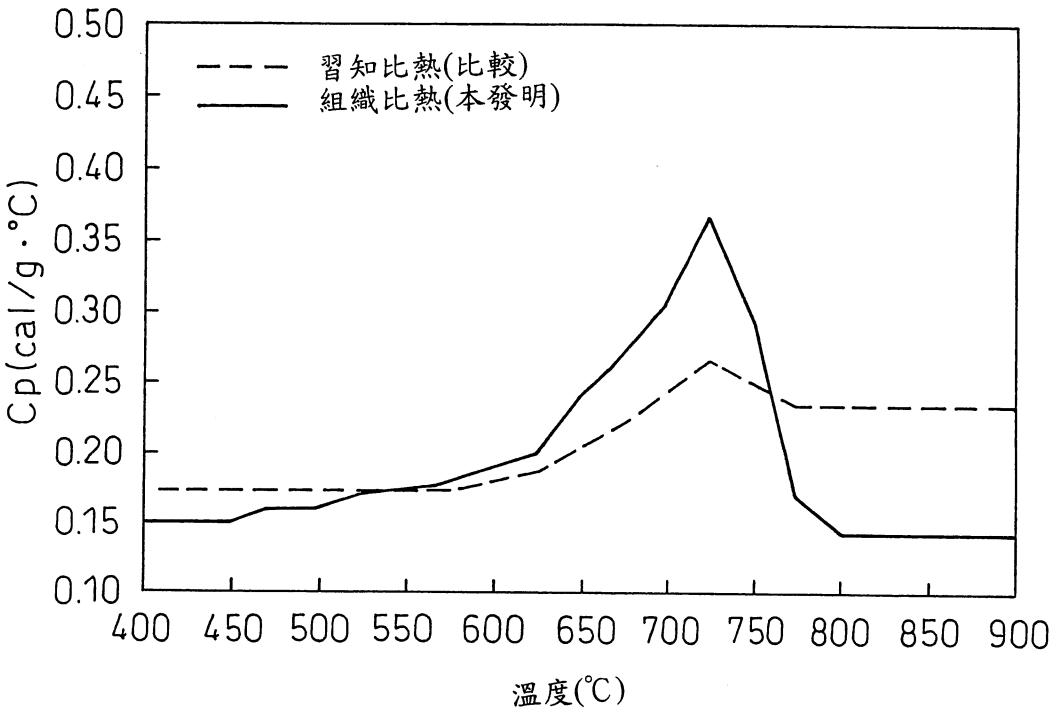
第 5 圖



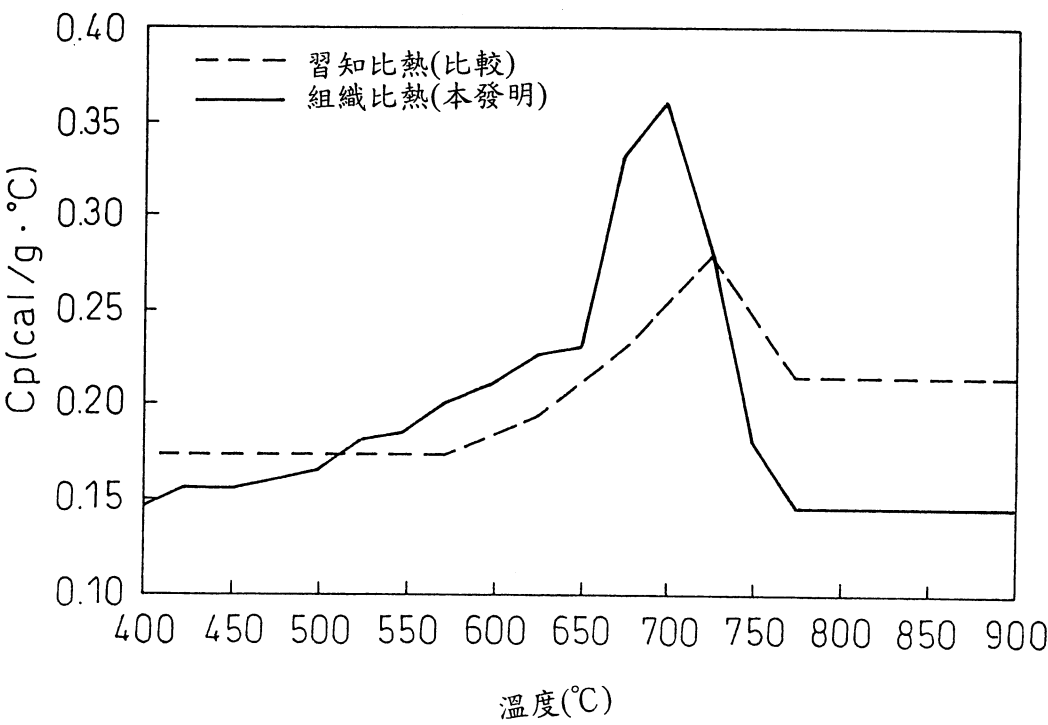
第 6 圖



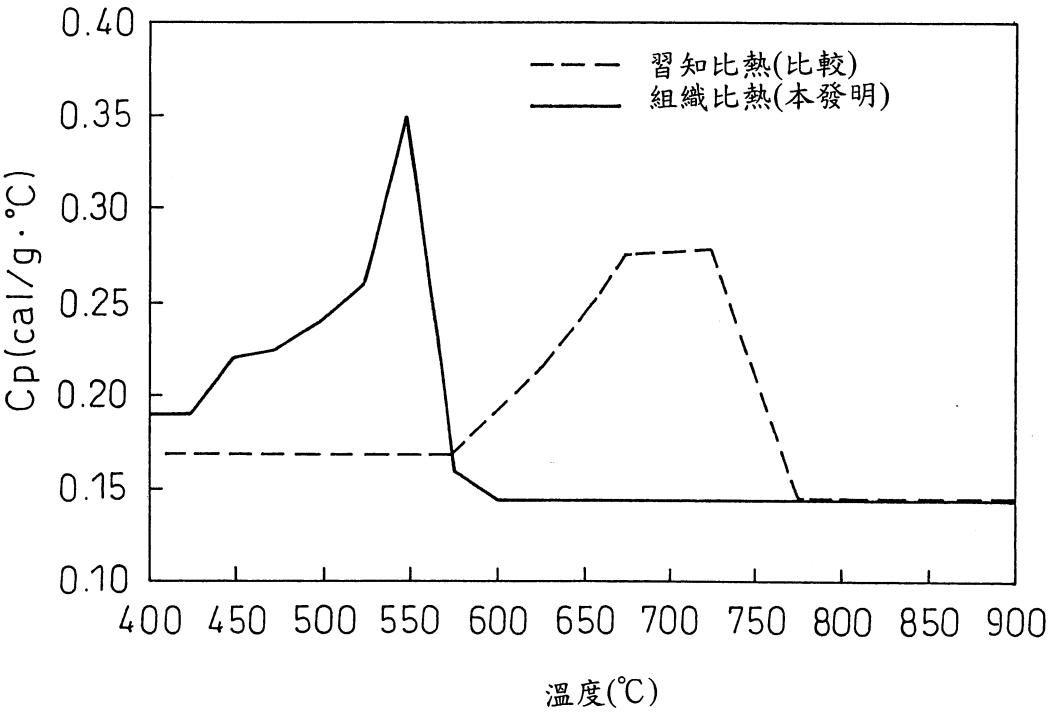
第 7 圖



第 8 圖



第 9 圖



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

十、申請專利範圍：

1. 一種鋼板冷卻之控制方法，係從鋼板之 A_{e3} 溫度以上開始之冷卻過程中控制冷卻終點溫度時，事先求出各溫度下之沃斯田鐵相及肥粒鐵相之焓(H_{γ} 、 H_{α})，再從對應各溫度圖形所求出之沃斯田鐵未變態分率(X_{γ})，求出第(1)式：

$$H_{sys}=H_{\gamma}(X_{\gamma})+H_{\alpha}(1-X_{\gamma})$$

中所定義之動態焓(H_{sys})，然後使用相對於該動態焓溫度之斜率作為動態比熱預測溫度以控制鋼板的冷卻。

2. 如申請專利範圍第1項之鋼板冷卻之控制方法，其中前述目標溫度圖形係於其1/3以上之區域，冷卻速度為 10°C/s 以上、 300°C/s 以下。
3. 如申請專利範圍第1或2項之鋼板冷卻之控制方法，係使用純鐵之值作為前述鋼之沃斯田鐵相及肥粒鐵相之焓(H_{γ} 、 H_{α})。
4. 如申請專利範圍第1項之鋼板冷卻之控制方法，其中相對鋼之成分與目標溫度型態，以事先求出之變態曲線來預測前述未變態分率(X_{γ})。
5. 如申請專利範圍第1項之鋼板冷卻之控制方法，係使用模擬材料變態過程之變態預測計算模型來預測前述未變態分率(X_{γ})。
6. 一種鋼板冷卻之控制方法，係於熱軋後之冷卻過程中，控制中間保持溫度、捲取溫度時，藉由使用如申請專利範圍第1～5項中之任一項之動態比熱所預測的溫度來

控制者。

7. 一種鋼板冷卻之控制方法，係於冷軋後之退火步驟中，控制冷卻終點溫度時，藉由使用如申請專利範圍第1~5項之任一項之動態比熱所預測的溫度來控制者。

5 8. 如申請專利範圍第1、6及7項之任一項之鋼板冷卻之控制方法，其中前述鋼以質量%計，含有：

C：0.30%以下；

Si：2.0%以下；

Al：2.0%以下；

10 Mn：0.1%以上、5.0%以下；

P：0.2%以下；

S：0.0005%以上、0.02%以下；及

N：0.02%以下，

且剩餘部分由鐵及不可避免之雜質所構成。

15 9. 如申請專利範圍第8項之鋼板冷卻之控制方法，其中前述鋼以質量%計，更含有：

Ti：0.01%以上、0.20%以下；及

Nb：0.01%以上、0.10%以下

之1種或2種以上。

20 10. 如申請專利範圍第8項之鋼板冷卻之控制方法，其中前述鋼以質量%計，更含有：

Ca、Mg、Zr、REM之1種或2種以上之0.0005%以上、0.02%以下。

11. 如申請專利範圍第8項之鋼板冷卻之控制方法，其中前

述鋼以質量%計，更含有

Cu：0.04%以上、1.4%以下；

Ni：0.02%以上、0.8%以下；

Mo：0.02%以上、0.5%以下；

5 V：0.02%以上、0.1%以下；

Cr：0.20%以上、1.0%以下；及

B：0.0003%以上、0.0010%以下

之1種或2種以上。

12. 如申請專利範圍第8項之鋼板冷卻之控制方法，其中前

10 述鋼之C、Mn、Si及Al之質量%更滿足第(2)式：

$$(C)+0.2\times(Mn)-0.1\times(Si+2\times Al)\geq 0.15。$$