

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-7828

(P2008-7828A)

(43) 公開日 平成20年1月17日(2008.1.17)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)		
C 2 1 C	5/30	(2006.01)	C 2 1 C	5/30	Z	4 K O 1 4
C 2 1 C	1/02	(2006.01)	C 2 1 C	1/02	1 1 0	4 K O 7 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2006-180748 (P2006-180748)
 (22) 出願日 平成18年6月30日 (2006. 6. 30)

(71) 出願人 000001258
 J F E スチール株式会社
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
 (74) 代理人 100105968
 弁理士 落合 憲一郎
 (74) 代理人 100130834
 弁理士 森 和弘
 (72) 発明者 富山 伸司
 神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号
 J F E 技研株式会社内
 (72) 発明者 水野 浩
 神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号
 J F E 技研株式会社内
 Fターム(参考) 4K014 AA03 AB03 AD23

最終頁に続く

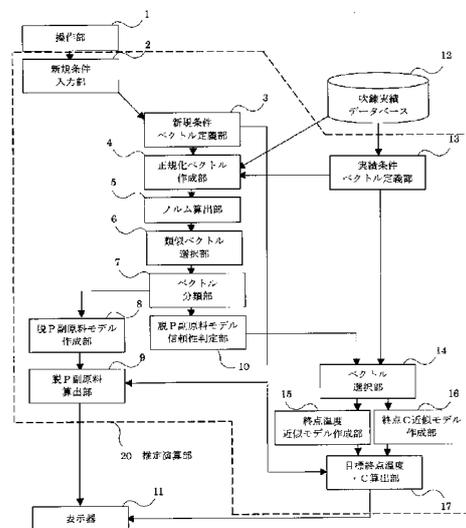
(54) 【発明の名称】 脱磷制御方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 全ての溶銑状態や操業条件に対して副原料投入量を最適に予測する脱磷制御方法および装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 新規に実施するチャージにおける吹錬条件を新規吹錬ベクトルと定義し、過去に実施された各チャージにおける吹錬条件実績をそれぞれ複数の実績吹錬ベクトルと定義し、該実績吹錬ベクトルの中から前記新規吹錬ベクトルに類似し、かつ、終点燐濃度が基準範囲に入っている実績吹錬ベクトルを選択し、この選択された所定数の実績吹錬ベクトルから終点燐濃度が基準範囲に入っている実績吹錬ベクトルを選択し、この選択された実績吹錬ベクトルの各吹錬条件及び実績脱磷副原料投入量から、前記新規に実施するチャージの脱磷副原料投入量を推定する近似モデルを作成し、この作成した近似モデルを用いて前記新規に実施するチャージの脱磷副原料投入量を推定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

転炉または鍋に、銑鉄と各種副原料とを投入した状態で吹錬を実施する各チャージの吹錬終了時における燐濃度を目標範囲内に収めるための脱燐制御方法において、新規に実施するチャージにおける吹錬条件を新規吹錬ベクトルと定義し、過去に実施された各チャージにおける吹錬条件実績をそれぞれ複数の実績吹錬ベクトルと定義し、該実績吹錬ベクトルの中から前記新規吹錬ベクトルに類似し、かつ、終点燐濃度が基準範囲に入っている実績吹錬ベクトルを選択し、この選択された実績吹錬ベクトルの各吹錬条件及び実績脱燐副原料投入量から、前記新規に実施するチャージの脱燐副原料投入量を推定する近似モデルを作成し、この作成した近似モデルを用いて前記新規に実施するチャージの脱燐副原料投入量を推定し、この推定された脱燐副原料投入量に基づいて、前記新規に実施するチャージの脱燐副原料の投入量を定めることを特徴とする脱燐制御方法。

10

【請求項 2】

転炉または鍋に、銑鉄と各種副原料とを投入した状態で吹錬を実施する各チャージの吹錬終了時における燐濃度を目標範囲内に収めるための脱燐制御方法において、新規に実施するチャージにおける吹錬条件を新規吹錬ベクトルと定義し、過去に実施された各チャージにおける吹錬条件実績をそれぞれ複数の実績吹錬ベクトルと定義し、該実績吹錬ベクトルの中から前記新規吹錬ベクトルに類似し、かつ、終点燐濃度が基準範囲に入っている実績吹錬ベクトルを選択し、この選択された実績吹錬ベクトルの数の、前記所定数に対する割合が、規定値以下の場合には、過去に実施されたチャージの実績吹錬ベクトルの中から終点燐濃度が基準範囲に入っておりかつ前記新規吹錬ベクトルに類似する所定数 2 のベクトルを選択し、選択されたベクトルの各吹錬条件及び実績脱燐副原料投入量から終点温度、終点成分を推定する近似モデルを作成し、この作成した近似モデルを用いて前記新規に実施するチャージの目標終点温度、目標終点成分を計算することを特徴とする脱燐制御方法。

20

30

【請求項 3】

請求項 2 に記載の脱燐制御方法において、前記計算された目標終点温度、目標終点成分に基づいて、新規に実施するチャージにおける吹錬条件を新規吹錬ベクトルと定義し、過去に実施された各チャージにおける吹錬条件実績をそれぞれ複数の実績吹錬ベクトルと定義し、該実績吹錬ベクトルの中から前記新規吹錬ベクトルに類似し、かつ、終点燐濃度が基準範囲に入っている実績吹錬ベクトルを選択し、この選択された実績吹錬ベクトルの各吹錬条件及び実績脱燐副原料投入量から、前記新規に実施するチャージの脱燐副原料投入量を推定する近似モデルを作成し、この作成した近似モデルを用いて前記新規に実施するチャージの脱燐副原料投入量を推定し、この推定された脱燐副原料投入量に基づいて、前記新規に実施するチャージの脱燐副原料の投入量を定めることを特徴とする脱燐制御方法。

40

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の脱燐制御方法において、前記吹錬条件は、少なくとも、銑鉄の量、温度、および成分の実績、さらに吹き込み酸素量、副原料投入量、終点目標温度、および終点目標成分を含む複数項目からなるものであることを特徴とす

50

る脱燐制御方法。

【請求項 5】

転炉または鍋に、銑鉄と各種副原料とを投入した状態で吹錬を実施する各チャージの吹錬終了時における燐濃度を目標範囲内に収めるための脱燐制御装置において、新規に実施するチャージにおける新規吹錬条件データを入力するための新規条件入力部と

、過去に実施された各チャージの吹錬条件実績データを記憶する吹錬実績データベースと、前記新規に実施するチャージの脱燐副原料投入量を推定する推定演算部と、該推定演算部で推定された脱燐副原料投入量を出力する表示器とを備え、前記推定演算部は、前記新規条件入力部で入力した新規吹錬条件データを新規吹錬ベクトルと定義し、

前記吹錬実績データベースに記憶された過去に実施された各チャージにおける吹錬条件実績データを入力し、それぞれを実績吹錬ベクトルと定義し、該実績吹錬ベクトルの中から前記新規吹錬ベクトルに類似し、かつ、終点燐濃度が基準範囲に入っている実績吹錬ベクトルを選択し、この選択された実績吹錬ベクトルの各吹錬条件及び実績脱燐副原料投入量から、前記新規に実施するチャージの脱燐副原料投入量を推定することを特徴とする脱燐制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、吹錬において溶鋼の終点燐（りん、P）濃度を適正に制御するために必要とする副原料投入量を決定する、及び適正な目標終点温度、目標終点成分を設定する脱燐制御方法および装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

鉄鋼業における吹錬プロセスでは、高炉から供給される銑鉄と別途準備されるスクラップなどが主原料であり、これに石灰等の副原料が加えられた後、酸素が吹き込まれ、内部に含まれる硫黄S、珪素Si、燐P等の不純物が酸化によって除去される。吹錬終了後の鋼はその後、精錬・出鋼され、圧延工程へ供給される。

【0003】

吹錬設備に主原料、副原料を供給し、酸素を吹き付けて、吹錬終了時点（終点）で所望の組成と温度とを有した鋼を出力（出鋼）するまでの1つの工程を「チャージ」と称する。

【0004】

吹錬設備に供給される銑鉄やスクラップの組成や温度は、チャージ毎に異なるので、全てのチャージにわたって、所望の鋼を出鋼するためには、チャージ毎に最適の吹錬制御を実施する必要がある。

【0005】

銑鉄には様々の成分が含まれており、本発明で対象とする燐（りん、P）は単独で除去されることもあるし、他の成分と一括で除去されることもある。

【0006】

吹錬操業にあたっては、吹錬終了時の燐濃度（終点P濃度）を適正に制御することは重要な課題である。しかしながら、脱P副原料の投入量を定めるための要因は多岐にわたり、各要因を全て把握することが難しいため、副原料投入量が最適にならないという問題があった。

【0007】

この問題に対して、これまで例えば、特許文献1または2に開示された技術がある。特許文献1または2は、把握可能な要因を説明変数、把握不可能な要因を学習パラメータとして、副原料投入量の計算式を設定するものである。

【特許文献1】特開平11-117013号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特開2000-309817号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、脱P反応は溶銑状態や操業条件によって複雑に変化するため、上述した特許文献1または2で提案されている学習パラメータを用いても、全ての溶銑状態や操業条件に対して副原料投入量を最適にする予測式を作成することは現実的には難しいという問題がある。

【0009】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、全ての溶銑状態や操業条件に対して副原料投入量を最適に予測する脱燐制御方法および装置を提供することを目的とする。 10

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の請求項1に係る発明は、転炉または鍋に、銑鉄と各種副原料とを投入した状態で吹錬を実施する各チャージの吹錬終了時における燐濃度を目標範囲内に収めるための脱燐制御方法において、新規に実施するチャージにおける吹錬条件を新規吹錬ベクトルと定義し、過去に実施された各チャージにおける吹錬条件実績をそれぞれ複数の実績吹錬ベクトルと定義し、該実績吹錬ベクトルの中から前記新規吹錬ベクトルに類似し、かつ、終点燐濃度が基準範囲に入っている実績吹錬ベクトルを選択し、この選択された実績吹錬ベクトルの各吹錬条件及び実績脱燐副原料投入量から、前記新規に実施するチャージの脱燐副原料投入量を推定する近似モデルを作成し、この作成した近似モデルを用いて前記新規に実施するチャージの脱燐副原料投入量を推定し、この推定された脱燐副原料投入量に基づいて、前記新規に実施するチャージの脱燐副原料の投入量を定めることを特徴とする脱燐制御方法である。 20

【0011】

また本発明の請求項2に係る発明は、転炉または鍋に、銑鉄と各種副原料とを投入した状態で吹錬を実施する各チャージの吹錬終了時における燐濃度を目標範囲内に収めるための脱燐制御方法において、新規に実施するチャージにおける吹錬条件を新規吹錬ベクトルと定義し、過去に実施された各チャージにおける吹錬条件実績をそれぞれ複数の実績吹錬ベクトルと定義し、該実績吹錬ベクトルの中から前記新規吹錬ベクトルに類似し、かつ、終点燐濃度が基準範囲に入っている実績吹錬ベクトルを選択し、この選択された実績吹錬ベクトルの数の、前記所定数に対する割合が、規定値以下の場合には、過去に実施されたチャージの実績吹錬ベクトルの中から終点燐濃度が基準範囲に入っておりかつ前記新規吹錬ベクトルに類似する所定数2のベクトルを選択し、選択されたベクトルの各吹錬条件及び実績脱燐副原料投入量から終点温度、終点成分を推定する近似モデルを作成し、この作成した近似モデルを用いて前記新規に実施するチャージの目標終点温度、目標終点成分を計算することを特徴とする脱燐制御方法である。 30

【0012】

また本発明の請求項3に係る発明は、請求項2に記載の脱燐制御方法において、前記計算された目標終点温度、目標終点成分に基づいて、新規に実施するチャージにおける吹錬条件を新規吹錬ベクトルと定義し、過去に実施された各チャージにおける吹錬条件実績をそれぞれ複数の実績吹錬ベクトルと定義し、該実績吹錬ベクトルの中から前記新規吹錬ベクトルに類似し、かつ、終点燐濃度が基準範囲に入っている実績吹錬ベクトルを選択し、この選択された実績吹錬ベクトルの各吹錬条件及び実績脱燐副原料投入量から、前記新規に実施するチャージの脱燐副原料投入量を推定する近似モデルを作成し、この作成した近似モデルを用いて前記新規に実施するチャージの脱燐副原料投入量を推定し、この推定された脱燐副原料投入量に基づいて、前記新規に実施するチャージの脱燐副原料の投入量を定めることを特徴とする脱燐制御方法である。 40

【0013】

また本発明の請求項4に係る発明は、請求項1ないし3のいずれか1項に記載の脱燐制 50

御方法において、前記吹錬条件は、少なくとも、銑鉄の量、温度、および成分の実績、さらに吹き込み酸素量、副原料投入量、終点目標温度、および終点目標成分を含む複数項目からなるものであることを特徴とする脱燐制御方法である。

【0014】

さらに本発明の請求項5に係る発明は、転炉または鍋に、銑鉄と各種副原料とを投入した状態で吹錬を実施する各チャージの吹錬終了時における燐濃度を目標範囲内に収めるための脱燐制御装置において、新規に実施するチャージにおける新規吹錬条件データを入力するための新規条件入力部と、過去に実施された各チャージの吹錬条件実績データを記憶する吹錬実績データベースと、前記新規に実施するチャージの脱燐副原料投入量を推定する推定演算部と、該推定演算部で推定された脱燐副原料投入量を出力する表示器とを備え、前記推定演算部は、前記新規条件入力部で入力した新規吹錬条件データを新規吹錬ベクトルと定義し、前記吹錬実績データベースに記憶された過去に実施された各チャージにおける吹錬条件実績データを入力し、それぞれを実績吹錬ベクトルと定義し、該実績吹錬ベクトルの中から前記新規吹錬ベクトルに類似し、かつ、終点燐濃度が基準範囲に入っている実績吹錬ベクトルを選択し、この選択された実績吹錬ベクトルの各吹錬条件及び実績脱燐副原料投入量から、前記新規に実施するチャージの脱燐副原料投入量を推定することを特徴とする脱燐制御装置である。

10

【発明の効果】

【0015】

本発明は、脱燐吹錬において、溶銑情報および操業条件情報から類似のチャージデータを選択し、さらにその中から終点燐濃度が設定範囲内に入っているものを選択し、脱燐副原料投入量を計算するため、適切な投入量を精度よく得ることができる。また、終点脱燐濃度を設定範囲内に抑えづらい溶銑の場合、適切な目標終点温度と目標終点成分を提示し高精度の制御を実現することができるという効果もある。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下に本発明を実施するための最良の形態について、図面および数式を参照して以下に説明を行う。図1は、本発明に係る装置の構成例を示す図である。

【0017】

図1中、1は操作部、2は新規条件入力部、3は新規条件ベクトル定義部、4は正規化ベクトル作成部、5はノルム算出部、6は類似ベクトル選択部、7はベクトル分類部、8は脱P副原料モデル作成部、9は脱P副原料算出部、10は脱P副原料モデル信頼性条件判定部、11は表示器、12は吹錬実績データベース、13は実績条件ベクトル定義部、14はベクトル選択部、15は終点温度近似モデル作成部、16は終点C近似モデル作成部、および17は目標終点温度・C算出部をそれぞれ表す。

30

【0018】

図1に示す装置構成例では、先ずキーボードなどの操作者が各種情報を入力するための操作部1、過去に実施された各チャージの実績データを記憶する吹錬実績データベース12、算出された脱燐副原料投入量、目標終点温度、目標終点成分を出力する表示器11が組み込まれている。

40

【0019】

図2は、吹錬実績データベース内に記憶されたデータ例を示す図である。吹錬実績データベース12には、例えば、過去に実施された各チャージを特定するチャージ番号毎に、吹錬条件実績18、脱燐副原料(石灰)投入量(実績)19とが記憶されている。そして、吹錬条件実績として、複数の項目1~nにおける実際の値 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 x_6 、...、 x_n が記憶されている。

【0020】

例えば、項目1(値 x_1)は吹錬設備に投入する溶銑の量(実績)であり、項目2(値 x_2)は吹錬設備に投入する溶銑の温度(実績)であり、項目3(値 x_3)は、吹錬設備に投入する溶銑の炭素(C)含有率(実績)であり、項目4(値 x_4)は、前記溶銑の燐(P)含有

50

率（実績）、項目5（値 x_5 ）は吹錬設備に投入する脱燐副原料（石灰）投入量理論値、項目6（値 x_6 ）は吹錬終了時点（終点）で吹錬設備から出鋼される溶鋼の温度である終点実績温度であり、項目7（値 x_7 ）は吹錬終了時点（終点）で吹錬設備から出鋼される溶鋼の炭素（C）含有率（実績）であり、項目8（値 x_8 ）は吹錬終了時点（終点）で吹錬設備から出鋼される溶鋼の燐（P）含有率（実績）であるといった具合である。また x_5 は、特許文献1に示すような、物質収支、熱収支の関係式から計算される脱燐副原料投入量の理論値である。

【0021】

なお、この図2には記載してはいないが、吹錬における吹き込み酸素量、吹錬の途中又は初期に温度調整のために吹錬設備に投入された冷却材又は昇温材の実績投入量等を、さらに別の組成として、シリコンSi、酸素等の（投入溶銑、終点溶鋼での）含有率のデータも含むようにするとよい。

10

【0022】

図1に示す装置内は、上述した操作部1、吹錬実績データベース12、表示器11に、破線部で囲まれた推定演算部20で構成される。また、推定演算部20は、新規条件入力部2、新規条件ベクトル定義部3、正規化ベクトル作成部4、ノルム算出部5、類似ベクトル選択部6、ベクトル分類部7、脱P副原料モデル作成部8、脱P副原料算出部9、脱P副原料モデル信頼性判定部10、実績条件ベクトル定義部13、ベクトル選択部14、終点温度近似モデル作成部15、終点C近似モデル作成部16、および終点温度・C算出部17から構成される。

20

【0023】

なお、推定演算部は、複数の機器から構成されるものであっても、1つの機器で構成されるものであってもよい。また、コンピュータのCPUやMPU、RAM、ROMなどで構成され、RAMやROMに記録されたプログラムが動作することで実現される。

【0024】

図3は、本発明における処理手順を示すフローチャートである。以下、このフローチャートと図1を用いて、詳細説明を行っていく。

【0025】

先ず、操作者が、図1の操作部1を介して、新規に実施するチャージにおける前述した1～nの各項目における実際の値 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 x_6 、 x_7 、 x_8 、…、 x_n を新規吹錬条件[x'_1 、 x'_2 、 x'_3 、 x'_4 、 x'_5 、 x'_6 、 x'_7 、 x'_8 、…、 x'_n]として入力すると、新規条件入力部2が起動して、この入力した新規吹錬条件を新規条件ベクトル定義部3へ送出する（ステップS1）。すると、新規条件ベクトル定義部3は、入力した新規吹錬条件を次式（1）のように新規吹錬条件ベクトルVaを定義する（S2）。

30

【0026】

$$V a = (x'_1, x'_2, x'_3, x'_4, x'_5, x'_6, x'_7, x'_8, \dots, x'_n) \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$$

ただし、新規に実施するチャージは吹錬前なので、終点時の情報がないため、終点実績温度 x_6 、終点C濃度 x_7 、終点P濃度 x_8 には目標値等を入力する。また、新規に実施するチャージにおける前述した1～nの各項目における実際の値 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 x_6 、 x_7 、 x_8 、…、 x_n は、操作者による操作部1を介して与えられるのみならず、上位計算機から与えられる場合もある。

40

【0027】

そして、実績条件ベクトル定義部13が起動して、図1の吹錬実績データベース12に記憶されている実績の各チャージの吹錬条件実績[x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 、 x_5 、 x_6 、 x_7 、 x_8 、…、 x_n]をそれぞれ（2）式に示すように実績吹錬ベクトルVbとして定義する。

$$V b = (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, \dots, x_n) \cdot \cdot \cdot \cdot (2)$$

【0028】

これに続き、正規化ベクトル作成部4が起動して吹錬実績データベース12に記憶されている各項目1～nの実際の各値 x_i （ $i=1, 2, \dots, n$ ）を全てのチャージにわたって平均

50

し、平均値 u_i 及び標準偏差 σ_i を算出する(S3)。次に、各チャージにおける実績吹錬条件における各項目の値 x_i ($i=1, 2, \dots, n$)を正規化する。正規化ベクトルの各項目の値 x_{ib} は次式(3)で計算される(S4)。

$$x_{ib} = (x_i - u_i) / \sigma_i \cdot \cdot \cdot \cdot (3)$$

【0029】

次に、各チャージの実績吹錬ベクトル V_b の各項目値 x_i を、正規化された値 x_{ib} に置き換えた(4)式に示す実績吹錬正規化ベクトル V_{bo} を定義する(S5)。

$$V_{bo} = (x_{1b}, x_{2b}, x_{3b}, x_{4b}, x_{5b}, x_{6b}, x_{7b}, x_{8b}, \dots, x_{nb}) \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$$

【0030】

さらに、新規吹錬ベクトル V_a の各項目値 x'_i を、前述の吹錬実績データベース12の各値から計算した平均値及び標準偏差を用いて下式(5)にしたがって正規化する。 10

$$x_{ia} = (x'_i - u_i) / \sigma_i \cdot \cdot \cdot \cdot (5)$$

【0031】

そして、この正規化された各値に置き換えて、新規吹錬正規化ベクトル V_{ao} を(6)式のように定義する(S6)。

$$V_{ao} = (x_{1a}, x_{2a}, x_{3a}, x_{4a}, x_{5a}, x_{6a}, x_{7a}, x_{8a}, \dots, x_{na}) \cdot \cdot \cdot \cdot (6)$$

【0032】

さらに、ノルム算出部5が起動して、この新規吹錬正規化ベクトル V_{ao} と各実績吹錬正規化ベクトル V_{bo} との間の各偏差ベクトル V_{ab} を、(7)式のように設定する(S7)。 20

$$V_{ab} = V_{ao} - V_{bo} \cdot \cdot \cdot \cdot (7)$$

ベクトル V_{ao} 、 V_{bo} 相互間の類似度の定量的な評価基準として、ノルム $|V_{ab}|$ を算出する(S8)。ノルムの計算方法を次の(8)式に示す。

$$|V_{ab}| = [w_1(x_{1a} - x_{1b})^2 + w_2(x_{2a} - x_{2b})^2 + \dots + w_n(x_{na} - x_{nb})^2]^{1/2} \cdot \cdot \cdot \cdot (8)$$

【0033】

ここで、 w_1, w_2, \dots, w_n は吹錬条件の各項目毎の重み係数である。ステップS8では、例えば脱燐副原料投入量理論値 x_5 の係数 w_5 を0、それ以外の係数 w_i を1に設定するなどしてノルムを計算する。なお、ここでは、類似度の定量的な評価基準として、ノルムの例を示しているが、これに限られるものでなく他の評価基準を用いるようにしても良い。 30

【0034】

このように、吹錬実績データベース12に記憶された全ての実績チャージと新規チャージ間のノルム $|V_{ab}|$ 算出処理が終了すると、類似ベクトル選択部6が起動して、算出された各ノルム $|V_{ab}|$ のうちの小さい方から k 個(所定数)のノルム $|V_{ab}|$ を選択する(S9)。

【0035】

この後、ベクトル分類部7が起動し、選択された k 個のノルム $|V_{ab}|$ に対応する実績吹錬条件ベクトルを、終点P濃度が目標値以下になっているベクトルとそうでないベクトルに分類する(S10)。

【0036】

その後、脱P副原料モデル作成部8にて、終点P濃度が目標値以下になっている実績吹錬条件ベクトルを用いて、脱燐副原料投入量誤差の近似モデルを作成する(S11~S12)。具体的には、選択された実績チャージの脱燐副原料投入量実績値19と脱燐副原料投入量理論値(項目 x_5)の差を各チャージについて計算し、この差(誤差)を推定するための近似式を作成する。説明変数は、ベクトルの各項目(ただし脱燐副原料投入量の理論値 x_5 除く)とし、差(誤差)Errを推定する近似式の形状は、例えば下記に示す線形近似式(9)式とする。 40

【0037】

$$Err = c_0 + c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_4 + c_6 x_6 + c_7 x_7 + c_8 x_8 + \dots + c_n x_n \cdot \cdot \cdot \cdot (9)$$

ここで、 c_0 、 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 、 c_6 、 c_7 、 c_8 、…、 c_n は係数であり、選択された実績チャージのデータにおいて推定精度が高くなるように調整される。

【0038】

作成された近似式に、新規吹錬条件ベクトルの各項目を代入して脱燐副原料投入量の誤差値を推定し、その値に脱燐副原料理論値 (x_5) を加えて、脱燐副原料投入量を計算する (S13)。この計算は、脱P副原料算出部9で行われる。

【0039】

続いて、脱P副原料モデル信頼性判定部10にて、推定した脱燐副原料投入量の信頼性をチェックする (S14)。具体的には、終点P濃度が目標値以下になっているベクトルの集合をSとし、そうでないベクトルの集合をFとしたとき、次の(10)式で示す条件を満たしているかをチェックする。

10

(条件) [集合Sに属するベクトル数] / k > [規定値] …… (10)

【0040】

上記条件を満たしていない場合は、終点P濃度が目標値以下に抑えられているデータが少なく、推定値の信頼性が低いと考えられる。そこで、この場合には、終点P濃度を目標値以下に抑えるために、他の制御量(酸素吹き込み量、冷却材や昇温材の投入量、他の副原料投入量)を変える必要がある。これらの値は、目標終点温度、目標終点成分から理論計算等で導出されるので、以下のように目標値の変更を促す。

【0041】

まず、ベクトル選択部14が、全実績チャージの中から終点P濃度が目標値以下のチャージを選択し、さらに選択された各チャージに対して下記で定義するノルムを計算する。

20

$$|V_{ab}|' = [w'_1(x_{1a} - x_{1b})^2 + w'_2(x_{2a} - x_{2b})^2 + \dots + w'_n(x_{na} - x_{nb})^2]^{1/2} \dots \quad (11)$$

ここで、重み係数 w'_i の設定は、例えば、終点実績温度や、終点の各成分濃度に関するものは0に設定、その他の係数は1に設定の様にすればよい。

【0042】

そして、ノルム $|V_{ab}|'$ が小さい方から対応するチャージを k' 個(所定数)選択し、項目データを読み込む (S15)。

【0043】

30

次に、終点温度近似モデル作成部15と終点C近似モデル作成部16を起動し、ステップS15で読み込まれたデータについて近似モデルを作成する (S16)。具体的には、例えば終点温度 T_f 、終点C濃度 D_{cf} に対して、下記に示す(12)および(13)式の線形近似式を作成する。

$$T_f = c_{t0} + c_{t1}x_1 + c_{t2}x_2 + c_{t3}x_3 + c_{t4}x_4 + c_{t5}x_5 + c_{t8}x_8 + \dots + c_{tn}x_n \dots \quad (12)$$

$$D_{cf} = c_{D0} + c_{D1}x_1 + c_{D2}x_2 + c_{D3}x_3 + c_{D4}x_4 + c_{D5}x_5 + c_{D8}x_8 + \dots + c_{Dn}x_n \dots \quad (13)$$

ただし、 c_{t0} 、 c_{t1} 、 c_{t2} 、 c_{t3} 、 c_{t4} 、 c_{t5} 、 c_{t8} 、…、 c_{tn} 及び c_{D0} 、 c_{D1} 、 c_{D2} 、 c_{D3} 、 c_{D4} 、 c_{D5} 、 c_{D8} 、…、 c_{Dn} は係数であり、説明変数は、終点温度(実績、項目 x_6)および終点C濃度(実績、項目 x_7)を除いた実績吹錬ベクトルの各項目である。

【0044】

40

続いて、目標終点温度・C算出部17が起動し、新規チャージのデータを上記(12)および(13)式の線形近似式に代入し、目標終点温度、目標終点C濃度を計算する (S17)。

【0045】

最後に、計算結果(脱燐副原料投入量、目標終点温度、目標終点C濃度)を表示器11に出力して処理が完了する (S18)。目標終点温度、目標終点C濃度が計算されている場合、これを手動または自動で新規条件入力部2に入力し、脱燐副原料投入量を再計算することもできる。

【実施例】

【0046】

50

本発明による効果の検証を、約2000件の実績吹錬条件データに対して行った。図3のステップS17において、目標終点温度、及び目標終点C濃度が再計算されるが、この新しい目標値を用いて回帰式作成した場合に、どれくらい精度が向上するか検証したものである。

【0047】

次に示す表1は、目標終点温度、目標終点C濃度変更前、及び(S17による)目標終点温度、目標終点C濃度変更後の、脱P副原料投入量回帰式モデルの誤差を比較したものである。

【0048】

【表1】

10

	投入量誤差平均値 (変更前を100とした場合)
目標値変更前	100
目標値変更後	38

【0049】

目標値の変更により、投入量誤差平均値を100から38にすることができ、本発明により回帰モデルの誤差を大幅に減少させることが分かった。

20

【0050】

チャージの溶銑状態によって、目標終点温度、目標終点C濃度を實現することが困難な場合があるが、本発明では、その場合でもステップS17で計算された値を参考にして目標値を緩めて高精度の制御を實現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明に係る装置の構成例を示す図である。

【図2】吹錬実績データベース内に記憶されたデータ例を示す図である。

【図3】本発明における処理手順を示すフローチャートである。

30

【符号の説明】

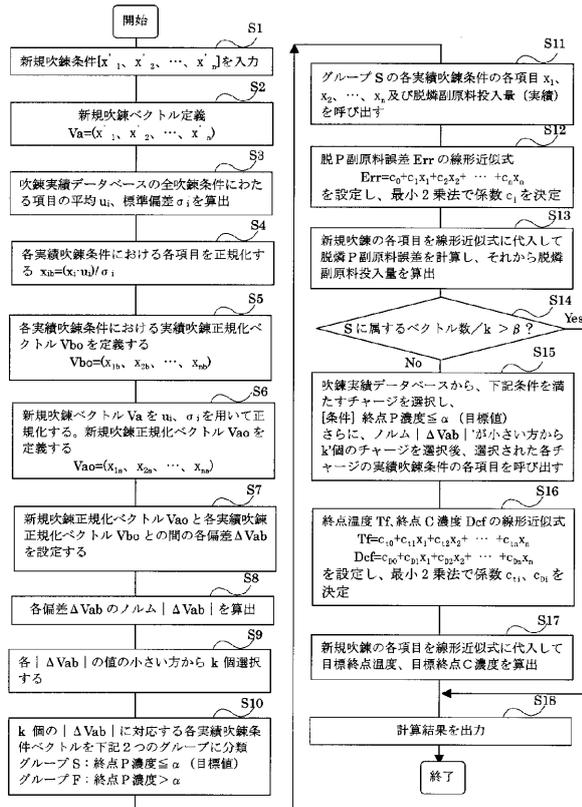
【0052】

- 1 操作部
- 2 新規条件入力部
- 3 新規条件ベクトル定義部
- 4 正規化ベクトル作成部
- 5 ノルム算出部
- 6 類似ベクトル選択部
- 7 ベクトル分類部
- 8 脱P副原料モデル作成部
- 9 脱P副原料算出部
- 10 脱P副原料モデル信頼性条件判定部
- 11 表示器
- 12 吹錬実績データベース
- 13 実績条件ベクトル定義部
- 14 ベクトル選択部
- 15 終点温度近似モデル作成部
- 16 終点C近似モデル作成部
- 17 目標終点温度・C算出部
- 18 吹錬条件実績

40

50

【図 3】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4K070 AB06 AB13 AB17 AB18 AC02 AC14 BD01 BD03 BD08 BD12
BD18