

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 3 区分

【発行日】平成 24 年 1 月 12 日 (2012.1.12)

【公表番号】特表 2010-506268 (P2010-506268A)

【公表日】平成 22 年 2 月 25 日 (2010.2.25)

【年通号数】公開・登録公報 2010-008

【出願番号】特願 2009-530658 (P2009-530658)

【国際特許分類】

G 0 5 B 23/02 (2006.01)

F 2 8 F 1/00 (2006.01)

【F I】

G 0 5 B 23/02 3 0 2 V

F 2 8 F 1/00 C

G 0 5 B 23/02 3 0 2 Y

【手続補正書】

【提出日】平成 23 年 11 月 18 日 (2011.11.18)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱交換器の動作の最中に異常状態を検出するための方法であって、

熱交換器の動作の第 1 の期間において、前記熱交換器が第 1 の動作領域にあるときに、前記熱交換器について、低温流体の流量変数または高温流体の流量変数のうちの 1 つ以上と差圧変数または熱抵抗変数のうちの 1 つ以上とから生成される複数の第 1 のデータ点を収集するステップ、

前記第 1 のデータ点から、前記第 1 の動作領域にある前記熱交換器の回帰モデルを生成するステップ、

前記熱交換器が前記第 1 の動作領域にあるときに、熱交換器の動作の第 2 の期間における前記低温流体の流量変数または前記高温流体の流量変数のうちの 1 つ以上と前記差圧変数または前記熱抵抗変数のうちの 1 つ以上とから生成される複数の第 2 のデータ点を、前記回帰モデルへと入力するステップ、

前記熱交換器の動作の前記第 2 の期間における前記低温流体の流量変数または前記高温流体の流量変数のうちの 1 つ以上から生成される値の関数として、前記差圧変数または前記熱抵抗変数のうちの 1 つ以上から生成される予測値を、前記回帰モデルから出力するステップ、

前記熱交換器の動作の前記第 2 の期間における前記差圧変数または前記熱抵抗変数のうちの 1 つ以上から生成された前記予測値を、前記熱交換器の動作の前記第 2 の期間における前記差圧変数または前記熱抵抗変数から生成されるそれぞれの値と比較するステップ、および

前記熱交換器の動作の前記第 2 の期間における前記差圧変数または前記熱抵抗変数のうちの 1 つ以上から生成された前記値が、前記差圧変数または前記熱抵抗変数のうちの 1 つ以上から生成されたそれぞれの前記予測値から逸脱している場合に、異常状態の検出をするステップ、

を含む方法。

【請求項 2】

前記熱交換器の動作の前記第 2 の期間において前記低温流体の流量変数または前記高温流体の流量変数のうちの 1 つ以上から生成される第 2 のデータ点が前記第 1 の動作領域の外側に観察される場合に、第 2 の動作領域にある熱交換器の新たな回帰モデルを生成するステップ、

をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記熱交換器における異常状態が検出されたときに、低温流体の流量、低温流体の入り口温度、低温流体の出口温度、低温流体の入り口圧力、低温流体の出口圧力、高温流体の流量、高温流体の入り口温度、高温流体の出口温度、高温流体の入り口圧力、および高温流体の出口圧力のうちの 1 つ以上を変更するステップ、

をさらに含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記差圧変数および前記熱抵抗変数のうちの 1 つ以上を前記低温流体の流量および前記高温流体の流量のうちの 1 つ以上の関数としてモデル化するためのアレイへと、第 1 の値が前記低温流体の流量および前記高温流体の流量のうちの 1 つ以上を含んでおり、第 2 の値が前記差圧変数および前記熱抵抗変数のうちの 1 つ以上を含んでいる整列ペアを追加するステップ、

をさらに含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記熱抵抗変数が、前記低温流体の流量および前記高温流体の流量、前記低温流体の入り口温度、前記低温流体の出口温度、前記高温流体の入り口温度、ならびに前記高温流体の出口温度で構成されるグループのうちの 1 つ以上の関数である、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記複数の第 1 のデータ点および前記複数の第 2 のデータ点を収集するステップが、低温流体の流量、低温流体の入り口温度、低温流体の出口温度、低温流体の入り口圧力、低温流体の出口圧力、高温流体の流量、高温流体の入り口温度、高温流体の出口温度、高温流体の入り口圧力、および高温流体の出口圧力のうちの 1 つ以上から生成される第 1 および第 2 のデータ点を含む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

差圧が、前記低温流体の入り口圧力と前記低温流体の出口圧力との間の差、または前記高温流体の入り口圧力と前記高温流体の出口圧力との間の差を含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記複数の第 1 のデータ点が、1 つ以上の生のプロセス変数データおよび生のプロセス変数データの統計的変動を収集するステップを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記生のプロセス変数データの統計的変動が、平均、中央値、または標準偏差のうちの 1 つ以上を含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記プロセス変数データの統計的変動の前記標準偏差を負荷変数の関数としてモデル化するステップ、

をさらに含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

熱交換器における異常状態の検出方法であって、

複数のサンプルウィンドウにわたって収集される複数の熱交換器プロセス変数のサンプル値から、第 1 の流体の流量を含んでいる複数の第 1 の負荷変数から生成されるデータを計算するステップ、

複数の対応するサンプルウィンドウにわたって収集される前記複数の熱交換器プロセス変数のサンプル値から、第 1 の差圧および第 1 の熱抵抗を含んでいる複数の第 1 の被監視

変数から生成されるデータを計算するステップ、および

前記複数の第 1 の負荷変数から生成されるデータを前記複数の第 1 の被監視変数から生成されるデータの関数としてモデル化する関数を、対応するサンプルウィンドウから計算される前記複数の第 1 の負荷変数から生成されるデータおよび前記複数の第 1 の被監視変数から生成されるデータの整列ペアを含んでいる点を、アレイへと追加することによって生成するステップ、

を含み、

前記第 1 の流体の流量が、低温流体の流量および高温流体の流量のうちの 1 つ以上を含み、前記第 1 の差圧が、低温流体の入り口圧力、低温流体の出口圧力、高温流体の入り口圧力、および高温流体の出口圧力のうちの 1 つ以上を含み、前記第 1 の熱抵抗が、前記流量、ならびに高温流体の入り口温度、高温流体の出口温度、低温流体の入り口温度、および低温流体の出口温度のうちの 1 つ以上を含む方法。

【請求項 1 2】

新たな負荷変数値および対応する新たな被監視変数値から生成されるデータを含んでいる新たな点を受信するステップ、および

前記新たな負荷変数値から生成されるデータが、アレイ内の他のすべての点の前記第 1 の負荷変数値のうちの 1 つから生成されるデータよりも小さく、あるいはそのようなデータよりも大きい場合に、前記新たな点を前記アレイへと追加することを含んでいる学習機能を実行するステップ、

をさらに含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記アレイを所定数の点へと制限し、前記新たな点の追加によって前記点の所定数を超える場合に、前記アレイから点を取り除くステップ、および

前記アレイから取り除かれた場合に、当該点を含んでいる前記アレイによって定められる第 1 の関数と当該点を取り除いた前記アレイによって定められる第 2 の関数との間の誤差の量が最小である点を特定するステップ、

をさらに含む、請求項 1 1 の方法。

【請求項 1 4】

新たな流体の流量と、新たな差圧および新たな熱抵抗のうちの 1 つ以上とから生成されるデータを含んでいる新たなデータ点を受信するステップ、および

前記新たな流体の流量から生成されるデータが、前記アレイ内の点の最小の第 1 の流体の流量から生成されるデータよりも大きく、かつ前記アレイ内の点の最大の第 1 の流体の流量よりも小さい場合に、監視機能を実行するステップ、

をさらに含む、

該監視機能が、

前記第 1 の差圧または前記第 1 の熱抵抗のうちの 1 つ以上から生成される予測値を、前記新たな点の前記第 1 の流体の流量から生成されるデータの値と、前記複数の第 1 の負荷変数から生成されるデータを前記複数の第 1 の被監視変数から生成されるデータの関数としてモデル化する関数とにもとづいて、前記新たな点から計算するステップ、

前記第 1 の差圧または前記第 1 の熱抵抗のうちの 1 つ以上から生成された予測値を、前記新たな点の前記差圧または前記熱抵抗から生成されるそれぞれの実際の値と比較するステップ、および

前記第 1 の差圧または前記第 1 の熱抵抗のうちの 1 つ以上から生成された前記予測値と、前記新たな点の前記差圧または前記熱抵抗から生成されるそれぞれの前記実際の値との間の差が、所定のしきい値を超える場合に、異常状態の検出をするステップ、

をさらに含む、請求項 1 0 に記載の方法。

【請求項 1 5】

低温流体の入り口および低温流体の出口を有しているシェル部と、高温流体の入り口および高温流体の出口を有しているチューブ部とを備えており、前記シェル部および前記チューブ部が、1 つ以上の流れコントローラを 1 つ以上の流れ制御バルブに連通させてお

り、それぞれの流れコントローラが、低温流体の流量または高温流体の流量のうちの1つ以上を制御すべく前記1つ以上の流れ制御バルブの位置を変更するように構成されている熱交換器について、当該熱交換器の動作の最中に異常状態を検出するための方法であって、

熱交換器の動作の第1の期間において、流量と差圧および熱抵抗のうちの1つ以上とから生成される第1のデータ組であって、前記流量が低温流体の流量および高温流体の流量のうちの1つ以上を含んでおり、前記差圧が低温流体の入り口圧力、低温流体の出口圧力、高温流体の入り口圧力、および高温流体の出口圧力のうちの1つ以上を含んでおり、前記熱抵抗が前記流量と定温流体の入り口温度、低温流体の出口温度、高温流体の入り口温度、および高温流体の出口温度のうちの1つ以上とを含んでいる第1のデータ組を、収集するステップ、

第1の動作領域にある熱交換器の回帰モデルであって、前記流量がモデルの負荷変数に対応し、前記差圧または前記熱抵抗のうちの1つ以上が被監視変数に対応する回帰モデルを、前記第1のデータ組から生成するステップ、

前記流量から生成されるデータを回帰モデルへと入力し、前記差圧および前記熱抵抗のうちの1つ以上から生成される予測値を、前記回帰モデルからの出力としてもたらすステップ、

熱交換器の動作の第2の期間において、前記流量と前記差圧および前記熱抵抗のうちの1つ以上とから生成される第2のデータ組を収集するステップ、

熱交換器の動作の前記第2の期間において記録された前記流量から生成された前記第2のデータ組を、前記回帰モデルへと入力するステップ、

前記差圧および前記熱抵抗のうちの1つ以上から生成される予測値を、前記回帰モデルから出力するステップ、

前記差圧から生成された予測値を前記差圧と比較し、さらに/または前記熱抵抗から生成された予測値を前記熱抵抗と比較するステップ、および、

熱交換器の動作の第2の期間における前記差圧および熱交換器の動作の第2の期間における前記熱抵抗のうちの少なくとも1つから生成される値が、前記差圧および前記熱抵抗から生成される予測値から大きく逸脱している場合に、異常状態の検出をするステップ、を含む方法。

【請求項16】

前記差圧が、低温流体の入り口圧力、低温流体の出口圧力、高温流体の入り口圧力、および高温流体の出口圧力のうちの1つ以上の関数である、請求項15に記載の方法。

【請求項17】

熱交換器の動作の第2の期間における前記差圧または前記熱抵抗のうちの少なくとも1つから生成される値が、前記差圧および前記熱抵抗から生成される予測値から大きく逸脱している場合に、前記流れ制御バルブの位置を変更するステップ、

をさらに含む、請求項15に記載の方法。

【請求項18】

熱交換器の動作の第2の期間における前記流量が、前記第1の動作領域にない場合に、熱交換器の新たな回帰モデルを生成するステップ、

をさらに含む、請求項15に記載の方法。

【請求項19】

前記差圧または前記熱抵抗のうちの1つ以上にもとづいて、異常状態の位置を検出するステップ、

をさらに含む、請求項15に記載の方法。

【請求項20】

熱交換器の異常状態を監視するためのシステムであって、
データ収集ツール、
分析ツール、および、
監視ツール

を含み、

前記データ収集ツールが、熱交換器の動作の最中に、熱交換器から、複数の熱交換器プロセス変数から生成されるオンライン・プロセス・データを収集するように構成されており、

前記分析ツールが、

前記熱交換器がオンラインであるときの前記熱交換器の動作の尺度を含んでいる前記収集されたオンライン・プロセス・データから生成されるデータ式にもとづいて、前記熱交換器の動作をモデル化するように構成された回帰分析エンジンであって、前記熱交換器の動作のモデルが、前記熱交換器プロセス変数のうちの第1の変数から生成される予測値を前記熱交換器プロセス変数のうちの第2の変数から生成されるデータの関数として生成すべく実行されるように構成されており、当該分析ツールが、熱交換器の動作のモデルおよび収集されたオンライン・プロセス・データから生成されるデータ式を保存するように構成されている回帰分析エンジン、または、

前記熱交換器プロセス変数のうちの前記第1の変数から生成されるデータを前記熱交換器プロセス変数のうちの前記第2の変数から生成されるデータの関数としてモデル化する関数を、対応するサンプルウィンドウから計算される前記熱交換器プロセス変数のうちの前記第1の変数から生成されるデータと前記熱交換器プロセス変数のうちの前記第2の変数から生成されるデータとの整列ペアを含んでいる点を、アレイへと追加することによって生成するように構成されている負荷追従分析エンジン、
のうちの1つ以上を含んでおり、

前記監視ツールが、

前記収集されたオンライン・プロセス・データから生成される前記データ式、

前記分析ツールを使用して前記熱交換器プロセス変数のうちの前記第1の変数から生成される前記予測値データ、および、

前記熱交換器の動作のモデルのパラメータであって、前記収集されたオンライン・プロセス・データから生成される前記データ式のうちの少なくとも1つのプロセス変数を含んでいるパラメータを含んでいる熱交換器ステータス、
を生成するように構成されているシステム。

【請求項21】

前記複数の熱交換器プロセス変数が、

低温流体の流量および高温流体の流量のうちの1つ以上を含む流量、

低温流体の入り口圧力、低温流体の出口圧力、高温流体の入り口圧力、および高温流体の出口圧力のうちの1つ以上を含む差圧、ならびに、

前記流量と、低温流体の入り口温度、低温流体の出口温度、高温流体の入り口温度、および高温流体の出口温度のうちの1つ以上とを含む熱抵抗、
のうちの1つ以上を含む、請求項20に記載のシステム。

【請求項22】

熱交換器の異常状態を検出するためのシステムであって、

データ収集ツール、

分析ツール、

監視ツール、

オペレータ向け表示、

選択可能なユーザインターフェイス構造、および、

異常状態表示装置、

を含み、

前記データ収集ツールが、熱交換器の動作の最中に、熱交換器から、複数の熱交換器プロセス変数から生成されるオンライン・プロセス・データを収集するように構成されており、

前記分析ツールが、

熱交換器がオンラインであるときの熱交換器の動作の尺度を含んでいる収集されたオン

ライン・プロセス・データから生成されるデータ式にもとづいて、熱交換器の動作をモデル化するように構成された回帰分析エンジンであって、熱交換器の動作のモデルが、前記複数の熱交換器プロセス変数のうちの第 1 の変数から生成される予測値を前記複数の熱交換器プロセス変数のうちの第 2 の変数から生成されるデータの関数として生成すべく実行されるように構成されており、当該分析ツールが、熱交換器の動作のモデルおよび収集されたオンライン・プロセス・データから生成されるデータ式を保存するように構成されている回帰分析エンジン、

を含んでおり、

前記監視ツールが、

収集されたオンライン・プロセス・データから生成されるデータ式、

前記分析ツールを使用して熱交換器プロセス変数のうちの少なくとも 1 つから生成される予測値、および、

熱交換器の動作のモデルのパラメータであって、収集されたオンライン・プロセス・データから生成されるデータ式のうちの少なくとも 1 つのプロセス変数を含んでいるパラメータを含んでいる熱交換器ステータス、

を生成するように構成されており、

前記オペレータ向け表示が、複数の動作エリアを有している熱交換器の表示を含んでおり、

前記選択可能なユーザインターフェイス構造が、前記複数の動作エリアのそれぞれに組み合わせられており、それぞれのユーザインターフェイス構造が、該当の動作エリアについての情報を表示するように構成されており、

前記異常状態表示装置が、前記複数の動作エリアのうちの 1 つ以上に関するグラフィック表示を含んでおり、該グラフィック表示が、熱交換器の動作の最中の熱交換器の異常状態を示すように構成されているシステム。

【請求項 23】

前記選択可能なユーザインターフェイス構造が、熱交換器の設定可能パラメータについてユーザによる制御を可能にするように構成されており、該設定可能パラメータが、学習モードの期間、統計的計算の期間、回帰の次数、負荷追従アレイのサイズ、およびしきい値限界のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 22 に記載のシステム。