

【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 05 B 23/02 (2006.01)

F 28 F 1/00 (2006.01)

【F I】

G 05 B 23/02 302V

F 28 F 1/00 C

G 05 B 23/02 302Y

【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つて、

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、

複数のサンプルウイ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イ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イ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12】

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11に記載の方法。

【請求項13】

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11の方法。

【請求項14】

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、

をさらに含み、

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ともにとづいて、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10に記載の方法。

【請求項15】

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イ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、該設定可能なパラメータが、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。