

明 細 書

発明の名称：循環流動層ボイラの運転制御システム

技術分野

[0001] 本発明は、循環流動層ボイラの運転制御システムに関するものである。

背景技術

[0002] 従来、下記特許文献 1 に記載の循環流動層ボイラの蒸気圧力制御装置が知られている。この制御装置では、循環流動層ボイラの蒸気圧力を検出し、予め定めた目標圧力に対する当該蒸気圧力の偏差を算出する。そして、この偏差値に基づいて、火炉への燃料供給量を調節することにより、蒸気圧力を目標圧力に維持する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平4－6304号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 循環流動層ボイラは、運転状態の指標となる複数の指標項目を有する。そして、これら複数の指標項目を所定の目標値に維持するように、それぞれの指標項目に関連する設定項目に対する入力値を調整する。

[0005] しかしながら、循環流動層ボイラの指標項目と、指標項目に関連する設定項目とは複雑に関連し合っている。このため、例えば、一つの指標項目を所定の目標値に維持する制御装置を複数組み合わせた場合には、制御対象である指標項目は制御可能であるが、別の指標項目を適切に制御できなくなる場合がある。この種の循環流動層ボイラの制御にあっては、複数の指標項目の目標値を同時に達成するように複数の設定項目を最適化する制御を行うことが望まれる。

[0006] そこで、本発明は、複数の設定項目により循環流動層ボイラの複数の指標項目を最適化する制御が可能な循環流動層ボイラの運転制御システムを提供

することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一側面に係る運転制御システムは、循環流動層ボイラの運転制御システムであって、循環流動層ボイラの運転に関する複数の設定項目の各々の入力値と、循環流動層ボイラの運転状態を示す複数の指標項目の各々の実測値と、の比較に基づいて決定される操作量で循環流動層ボイラの操作を行うボイラ調節部と、複数の設定項目から一部を選択すると共に、選択された選択設定項目の入力値を調整するための調整値を算出する調整値演算部と、選択設定項目の外部から入力される値である外部入力値と、調整値演算部で得られた調整値と、の関数である調整入力値を、選択設定項目の入力値としてボイラ調節部に渡す入力値調整部と、を備え、調整値演算部は、指標項目の各々の実測値を、設定項目の各々を親ノードとし指標項目の各々を子ノードとするベイジアンネットワークに入力して、設定項目の各々の推定設定値を算出し、指標項目の各々の目標値を、ベイジアンネットワークに入力して、指標項目の目標値を達成するための設定項目の設定値を示す各々の対目標設定値を算出し、推定設定値と対目標設定値との差の大きさに基づいて選択設定項目を選出すると共に、当該選択設定項目の対目標設定値を、当該選択設定項目の調整値とする。

[0008] この運転制御システムによれば、基本的には、外部から入力される設定項目の外部入力値に基づき、ボイラ調節部が、循環流動層ボイラの運転状態を示す指標項目の実測値と外部入力値との比較に基づいて操作量を決定し循環流動層ボイラの操作を行う。ここで、上記の外部入力値を調整する手段として、上記運転制御システムは、調整値演算部と、入力調整部とを有している。調整値演算部は、目標とすべき指標項目の目標値から、ベイジアンネットワークによって、当該目標値を達成するための対目標設定値を算出する。また、指標項目の現実を示す実測値から、ベイジアンネットワークによって、当該実測値に対応する推定設定値を算出する。そして、推定設定値と対目標設定値との差の大きさに基づいて設定項目の中から一部の設定項目を選択し

、選択された選択設定項目については、対目標設定値を、調整値とする。

[0009] 入力値調整部は、外部入力値に対し上記の調整値の影響を含ませた調整入力値を、ボイラ調節部への入力値とする。ここで、ベイジアンネットワークを用いた演算によれば、複数の指標項目の目標値を達成するための設定値（対目標設定値）を、組み合わせで最適化することができる。このように最適化された対目標設定値を調整値とし、その調整値によって外部入力値を調整しているので、複数の設定項目により循環流動層ボイラの複数の指標項目を最適化する制御が可能になる。

[0010] 本発明の一側面に係る運転制御システムは、循環流動層ボイラの運転制御システムであって、循環流動層ボイラの運転に関する複数の設定項目の各々の入力値と、循環流動層ボイラの運転状態を示す複数の指標項目の各々の実測値と、の比較に基づいて決定される操作量で循環流動層ボイラの実行を行うボイラ調節部と、複数の設定項目から一部を選択すると共に、選択された選択設定項目の適正な設定値を示す適正設定値を算出する適正設定値演算部と、選択設定項目の外部から入力される値である外部入力値と、適正設定値演算部で得られた適正設定値と、の差が所定の閾値を超えるような設定項目が存在する場合には、警告を発する警告処理部と、を備え、適正設定値演算部は、指標項目の各々の実測値を、設定項目の各々を親ノードとし指標項目の各々を子ノードとするベイジアンネットワークに入力して、設定項目の各々の推定設定値を算出し、指標項目の各々の目標値を、ベイジアンネットワークに入力して、指標項目の目標値を達成するための設定項目の設定値を示す各々の対目標設定値を算出し、推定設定値と対目標設定値との差の大きさに基づいて選択設定項目を選出すると共に、当該選択設定項目の対目標設定値を、当該選択設定項目の適正設定値とする。

[0011] この運転制御システムによれば、基本的には、外部から入力される設定項目の外部入力値に基づき、ボイラ調節部が、循環流動層ボイラの運転状態を示す指標項目の実測値と外部入力値との比較に基づいて操作量を決定し循環流動層ボイラの実行を行う。ここで、上記の外部入力値が適正でない場合に

警告を発する手段として、上記運転制御システムは、適正設定値演算部と、警告処理部とを有している。適正設定値演算部は、目標とすべき指標項目の目標値から、ベイジアンネットワークによって、当該目標値を達成するための対目標設定値を算出する。また、指標項目の実際の実測値から、ベイジアンネットワークによって、当該実測値に対応する推定設定値を算出する。そして、推定設定値と対目標設定値との差の大きさに基づいて設定項目の中から一部の設定項目を選択し、選択された選択設定項目については、対目標設定値を、適正設定値とする。

[0012] 警告処理部は、外部入力値を適正設定値と比較し、その差が大きい場合に警告を発する。ここで、ベイジアンネットワークを用いた演算によれば、複数の指標項目の目標値を達成するための設定値（対目標設定値）を、組み合わせで最適化することができる。このように最適化された対目標設定値を適正設定値とし、その適正設定値を比較対象として外部入力値の適否を判定し警告を発することになるので、作業者は、複数の設定項目の適否について精度が高い情報を得ることができる。その結果、複数の設定項目について最適の値を設定することができ、循環流動層ボイラの複数の指標項目を最適化する制御が可能になる。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、複数の設定項目により循環流動層ボイラの複数の指標項目を最適化する制御が可能な循環流動層ボイラの運転制御システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施形態に係る運転制御システムが対象とするC F Bボイラの構成を示す図である。

[図2]本発明の第1実施形態に係る運転制御システムを示すブロック図である。

[図3]ベイジアンネットワークのモデルの一例を示す図である。

[図4]図2のコンピュータ装置のハードウェア構成の一例を示すブロック図で

ある。

[図5]図2の運転制御システムによる処理を示すフローチャートである。

[図6]本発明の第2実施形態に係る運転制御システムを示すブロック図である。

[図7]図6の運転制御システムによる処理を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、添付図面を参照しながら本発明の運転制御システムの実施の形態を詳細に説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0016] (第1実施形態)

図1を参照し、まず、本実施形態の運転制御システムが対象とするボイラについて説明する。ボイラ2は、外部循環型(Circulating Fluidized Bed型)の循環流動層ボイラである。このボイラ2は、縦長の筒形状をなす流動層型の火炉3を備えている。火炉3の中間部には、燃料を投入する燃料投入口3aと、上部には燃焼ガスを排出するガス出口3bと、が設けられている。燃料投入装置5からこの火炉3に供給される燃料は、燃料投入口3aを介して火炉3の内部に投入される。

[0017] 火炉3のガス出口3bには固気分離装置として機能するサイクロン7が接続されている。サイクロン7の排出口7aはガスラインを介して後段のガス処理系に接続されている。また、サイクロン7の底部出口からはダウンカマーと称されるリターンライン9が下方に延びており、リターンライン9の下端は火炉3の中間部側面に接続されている。

[0018] 火炉3内では、下部の給気ライン3cから導入される燃焼・流動用の空気により、燃料投入口3aから投入された燃料を含む固形物が流動し、燃料は流動しながら約800～900℃で燃焼する。サイクロン7には、火炉3で発生した燃焼ガスが固体粒子を同伴しながら導入される。サイクロン7は、遠心分離作用により固体粒子と気体とを分離し、リターンライン9を介して分離された固体粒子を火炉3に戻すと共に、固体粒子が除かれた燃焼ガスを

排出口 7 a からガスラインを通じて後段のガス処理系に送出する。

[0019] この火炉 3 では「炉内ベット材」と呼ばれる固形物が発生し底部に溜まるが、この炉内ベット材で不純物（低融点物質等）が濃縮されて起こるベット材の焼結及び溶融固化、或いは不燃夾雑物による動作不良を抑制することが必要である。このため、火炉 3 では、底部の排出口 3 d から炉内ベット材が定期的に外部に排出されている。排出されたベット材は、循環ライン（図示せず）上で金属などの不適物を取り除いた後、再び火炉 3 に投入される。

[0020] 上記のガス処理系は、サイクロン 7 の排出口 7 a にガスラインを介して接続されたガス熱交換装置 1 3 と、このガス熱交換装置 1 3 の排出口 1 3 a にガスラインを介して接続されたバグフィルタ（集塵器） 1 5 とを備えている。ガス熱交換装置 1 3 には、排ガスの流路を横切るように水を流動させるボイラチューブ 1 3 b が設けられている。サイクロン 7 から送られた高温の排ガスがこのボイラチューブ 1 3 b に接触することで、排ガスの熱がチューブ内の水に回収され、発生した高温の水蒸気がボイラチューブ 1 3 b を通じて発電用のタービンに送られる。バグフィルタ 1 5 は、この可燃性ガスに未だ同伴している飛灰等の微粒子を除去する。バグフィルタ 1 5 の排出口 1 5 a から排出された清浄なガスはガスライン及びポンプ 1 7 を経由して煙突 1 9 から外部に排出される。

[0021] 続いて、図 2 を参照し、循環流動層ボイラ 2 の運転制御を行う運転制御システム 2 1 について説明する。

[0022] 図 2 に示す運転制御システム 2 1 は、コントローラ 2 3 と、コンピュータ装置 2 5 とを備えている。コントローラ 2 3 は、ボイラ 2 の操作を行うボイラ調節計（ボイラ調節部） 2 7 等を有し、ボイラの実際の操作を行う部分である。

[0023] コントローラ 2 3 は、ボイラ 2 の各部に設置された複数のセンサ 2 9 a と、設定項目入力部 3 1 と、調整入力値算出部 3 3 と、ボイラ調節計 2 7 と、を備えている。センサ 2 9 a は、例えば、ボイラ 2 の所定の部位の温度を測定する温度センサ、排ガス又は水の流量を測定する流量センサ、排ガス中の

所定の物質の濃度を測定する濃度センサ等が含まれる。以下、これら多数のセンサ29aをまとめてセンサ群29と称する。センサ群29で得られた測定値PVは、ボイラ調節計27及びコンピュータ装置25に送出される。

[0024] 設定項目入力部31は、ボイラ運転のための各設定項目の入力を受け付ける部分である。ボイラ運転の作業者は、当該設定項目入力部31を通じて、各設定項目に対する所望の入力値を入力する。設定項目には、例えば、ブロワの運用回数、空気流量、大気解放弁の解放回数、水注入量、バルブ開度、給炭量（火炉3に供給される石炭の供給量）、砂供給量、ブロー流量等が含まれる。以下、設定項目入力部31で作業者が入力した設定項目の入力値を「作業者入力値SV1」と称する。

[0025] 調整入力値算出部33は、上記作業者入力値（外部入力値）SV1と、後述する差分算出部47から渡された値と、を加算して調整入力値SV3を算出する。算出された調整入力値SV3はボイラ調節計27に送出される。ボイラ調節計27は、上記の調整入力値SV3と、センサ群29からの測定値PVと、の差分に基づいて、操作量MVを決定しボイラ2の操作を行う。すなわち、例えば、ボイラ調節計27は、調整入力値SV3から得られるべき運転状態（センサ群29の測定値）と実際にセンサ群29から得られた測定値PVとの差を小さくするように、ボイラ2に施す操作の操作量MVを算出し、操作を実行する。これにより、ボイラ2のフィードバック制御が実行される。

[0026] コンピュータ装置25は、目標値入力部37と、ベイジアンネットワーク推論部（調整値演算部）39と、差分算出部47と、を備えている。

[0027] 目標値入力部37は、ボイラ2の運転状態の指標となる複数の指標項目について、作業者からの目標値の入力を受け付ける部分である。指標項目には、例えば、圧力偏差、熱量、ボイラ効率、又はCOやNOXといった環境負荷物質の排出濃度等が含まれる。これらの指標項目の値は、センサ群29で得られる測定値PVから導出可能なものである。この目標値入力部37では、例えば、目標とすべき理想的な運転状態を示す各指標項目の目標値A1が

、作業者によって入力される。

[0028] ベイジアンネットワーク推論部 39 は、対目標設定値算出部 41 と、推定設定値算出部 43 と、調整値導出部 45 と、を有している。また、ベイジアンネットワーク推論部 39 は、前述の設定項目の各々を親ノードとし前述の指標項目の各々を子ノードとするベイジアンネットワークモデルを保持しており、当該ベイジアンネットワークを用いて種々の演算を行う。このようなベイジアンネットワークモデルは、ボイラ 2 の過去の運転データを基にして事前に作成され、ベイジアンネットワーク推論部 39 に事前に格納される。このようなベイジアンネットワーク BN の一例を図 3 に示す。この図 3 のベイジアンネットワーク BN は、ボイラ 2 の設定項目であるブロフ運用回数、空気流量、大気解放弁、水注入量、バルブ開度、給炭量、砂供給量、及びブロー流量を親ノード N1 とし、ボイラ 2 の指標項目である圧力偏差、熱量、排ガス CO 濃度、及びボイラ効率を子ノード N2 としている。

[0029] 対目標設定値算出部 41 は、目標値入力部 37 で入力された指標項目の各々の目標値 A1 を、ベイジアンネットワーク BN（図 3 参照）の結果変数として入力する。そして、ベイジアンネットワーク BN の原因変数として、上記の目標値 A1 を達成するための設定項目の値を示す各々の対目標設定値 A2 を出力する。この対目標設定値 A2 は、例えば、目標とするボイラ 2 の理想的な運転状態を達成するために必要な設定項目の値を意味することになる。例えば、図 3 に例示したベイジアンネットワーク BN を用いる場合、目標とすべき理想的な圧力偏差、熱量、排ガス CO 濃度、及びボイラ効率を目標値 A1 として入力し、これらの目標値 A1 を達成するためのブロフ運用回数、空気流量、大気解放弁、水注入量、バルブ開度、給炭量、砂供給量、及びブロー流量の値が対目標設定値 A2 として出力される。但しこれらの入出力の値は、計算機の処理能力の制約により、離散値とする。

[0030] 推定設定値算出部 43 は、センサ群 29 から得られた測定値 PV から、現在のボイラ 2 の運転状態を示す指標項目の実測値を算出し、当該実測値を、ベイジアンネットワーク BN（図 3 参照）の結果変数として入力する。そし

て、ベイズネットワークBNの原因変数として、推定設定値A3を出力する。この推定設定値A3は、現在のボイラ2の運転状態から推定される設定項目の値を意味することになる。なお、ベイズネットワークの子ノードに結果変数を入力し親ノードの原因変数を出力させるといった演算手法は、公知のものであるので、詳細な説明は省略する。

[0031] 調整値導出部45は、推定設定値A3と、対目標設定値A2との差が大き
い設定項目を選択する。ここで選択された設定項目を「選択設定項目」と称
する。例えば、推定設定値A3と対目標設定値A2との差が所定の閾値より
も大きいものを選択設定項目としてもよい。また、推定設定値A3と対目標
設定値A2との差が大きい順に並べたとき、順位が高い方から所定個数の設
定項目を選出して選択設定項目としてもよい。そして、調整値導出部45は
、選択設定項目の対目標設定値A2を、当該選択設定項目の調整値SV2と
して採用する。

[0032] 差分算出部47は、調整値導出部45から入力される調整値SV2と、設
定項目入力部31から入力される作業者入力値SV1と、の差を取り、更に
重み α （例えば α は、 $0 \leq \alpha \leq 1$ の値）を乗じて調整入力値算出部33に送
出する。前述したとおり、調整入力値算出部33は、作業者入力値SV1と
、差分算出部47から渡された $\alpha(SV2 - SV1)$ との値と、を加算して
調整入力値SV3を算出する。すなわち、調整入力値SV3は、
$$SV3 = SV1 + \alpha(SV2 - SV1)$$

で表される。このように、差分算出部47と調整入力値算出部33とを合わ
せて、入力値調整部51が構成される。すなわち、入力値調整部51は、作
業者入力値SV1と調整値SV2との関数である調整入力値SV3を、ボイ
ラ調節計27に渡す機能を有している。上記重み α の値は事前に設定され、
例えば、コンピュータ装置25の記憶領域に記憶される。

[0033] なお、調整値導出部45で選択設定項目として選出されなかった設定項目
(非選択設定項目)については、入力値調整部51による調整は実行されな
い。従って、非選択設定項目については、作業者入力値SV1がそのままボ

イラ調節計 27 に入力される。

[0034] 図 4 に示すコンピュータ 100 は、本実施形態のコンピュータ装置 25 を

構成するハードウェアの一例である。コンピュータ 100 は、CPU を具備しソフトウェアによる処理や制御を行なうサーバ装置、パーソナルコンピュータ等の各種データ処理装置を含む。コンピュータ 100 は、CPU 101、主記憶装置である RAM 102 及び ROM 103、入力デバイスであるキーボード及びマウス等の入力装置 104、ディスプレイ等の出力装置 106、ネットワークカード等のデータ送受信デバイスである通信モジュール 107、ハードディスク等の補助記憶装置 108 などを含むコンピュータシステムとして構成されている。

[0035] 図 2 に示すようなコンピュータ装置 25 の機能的な構成要素は、図 4 に示す CPU 101、RAM 102 等のハードウェア上に所定のコンピュータソフトウェアを読み込ませることにより、CPU 101 の制御のもとで入力装置 104、出力装置 106、通信モジュール 107 を動作させるとともに、RAM 102 や補助記憶装置 108 におけるデータの読み出し及び書き込みを行うことで実現される。なお、コントローラ 23 (図 2) が備えるポイラ調節計 27、調整入力値算出部 33、設定項目入力部 31 も、コンピュータ 100 のようなハードウェアをプログラムに従って動作させることによりソフトウェア的に実現されてもよい。

[0036] 続いて、図 5 を参照しながら、運転制御システム 21 で行われる処理について説明する。まず、目標値入力部 37 から作業員による目標値 A1 が入力されると共に、差分算出部 47 で使用する重み係数 α が事前に入力設定される (S101)。次に、ベイズネットワーク推論部 39 が、センサ群 29 から測定値 P を取得し、差分算出部 47 が、設定項目入力部 31 から作業員入力値 S V1 を取得する (S103)。次に、ベイズネットワーク推論部 39 が、目標値 A1 と測定値 P V とに基づいて調整値 S V2 を算出する (S105)。そして、差分算出部 47 及び調整入力値算出部 33 により調整入力値 S V3 が算出されポイラ調節計 27 に送出される (S107)。

ボイラ調節計 27 では、調整入力値 S V 3 を新たな設定値とし、センサ群 29 からの測定値 P V に基づくフィードバック制御が行われる (S 109)。その後、所定の終了条件が満たされるまで、上記 S 103 ~ S 109 の処理が繰り返される (S 111)。

[0037] 以上説明した運転制御システム 21 による作用効果について説明する。

[0038] この運転制御システム 1 によれば、基本的には、外部（作業者）から入力される設定項目の作業者入力値 S V 1 に基づき、ボイラ調節計 27 が、ボイラ 2 の運転状態を示す指標項目の実測値と外部入力値 S V との比較に基づいて操作量 M V を決定しボイラ 2 の操作を行う。ここで、上記の作業者入力値 S V 1 を調整する手段として、運転制御システム 1 は、ベイジアンネットワーク推論部（調整値演算部）39 と、入力値調整部 51 とを有している。ベイジアンネットワーク推論部 39 は、目標とすべき指標項目の目標値 A 1 から、ベイジアンネットワーク演算によって、当該目標値 A 1 を達成するための対目標設定値 A 2 を算出する。また、指標項目の実際の実測値（測定値 P V に由来）から、ベイジアンネットワーク演算によって、当該実測値に対応する推定設定値 A 3 を算出する。そして、推定設定値 A 3 と対目標設定値 A 2 との差の大きさに基づいて設定項目の中から一部の設定項目を選択し、選択された選択設定項目については、対目標設定値 A 2 を、調整値 S V 2 とする。

[0039] 入力値調整部 51 は、作業者入力値 S V 1 に対し上記の調整値 S V 2 の影響を含ませた調整入力値 S V 3 を、ボイラ調節計 27 への入力値とする。ここで、ベイジアンネットワークを用いた演算によれば、複数の指標項目の目標値 A 1 を達成するための設定値（対目標設定値 A 2）を、組み合わせで最適化することができる。このように最適化された対目標設定値 A 2 を調整値 S V 2 とし、その調整値 S V 2 によって作業者入力値 S V 1 を調整しているので、結果として、運転制御システム 21 によれば、複数の設定項目によりボイラ 2 の複数の指標項目を最適化する制御が可能になる。

[0040] （第 2 実施形態）

図 6 を参照しながら、本発明の第 2 実施形態に係る運転制御システム 2 2 1 について説明する。なお、当該運転制御システム 2 2 1 において、第 1 実施形態の運転制御システム 2 1 と同一又は同等の構成要素については、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

[0041] 運転制御システム 2 2 1 のコントローラ 2 2 3 は調整入力値算出部 3 3 (図 2 参照) を備えておらず、設定項目入力部 3 1 で作業員から入力された作業員入力値 S V 1 が、直接ボイラ調節計 2 7 に入力される。

[0042] 運転制御システム 2 2 1 のコンピュータ装置 2 2 5 は、差分算出部 4 7 (図 2 参照) に代えて、差分判定部 (警告処理部) 2 2 6 と警告出力部 (警告処理部) 2 2 8 とを有している。差分判定部 2 2 6 には、ベイジアンネットワーク推論部 3 9 からの選択設定項目の調整値 S V 2 と、設定項目入力部 3 1 からの各設定項目の作業員入力値 S V 1 とが入力される。ここで、調整値 S V 2 の意味するところを考えると、当該調整値 S V 2 は、目標値 A 1 を達成するための適正な選択設定項目の設定値であると言える。よって、以下、ベイジアンネットワーク推論部 3 9 から出力される調整値 S V 2 を、「適正設定値 S V 2」と称する。換言すれば、ベイジアンネットワーク推論部 3 9 は、指標項目の目標値 A 1 を達成するための選択設定項目の適正設定値 S V 2 を算出する適正設定値演算部としての機能を有している。

[0043] 差分判定部 2 2 6 は、各選択設定項目の中で、適正設定値 S V 2 と作業員入力値 S V 1 との差が所定の閾値を超えるようなものが存在する場合には、警告出力部 2 2 8 に対して発報信号を送出する。警告出力部 2 2 8 は、発報信号に応じて、作業員に対する警告を発する。ここで発せられる警告の手法としては、コンピュータ装置 2 2 5 に含まれるディスプレイモニタへの警告画面の表示や、スピーカからの警告音声の発音等が例として挙げられる。

[0044] 続いて、図 7 を参照しながら、運転制御システム 2 1 で行われる処理について説明する。まず、目標値入力部 3 7 から作業員による目標値 A 1 が入力設定される (S 2 0 1) 。次に、ベイジアンネットワーク推論部 3 9 が、センサ群 2 9 から測定値 P V を取得し、差分判定部 2 2 6 が、設定項目入力部

31から作業者入力値SV1を取得する(S103)。次に、ベイズネットワーク推論部39が、目標値A1と測定値PVとに基づいて適正設定値SV2を算出する(S205)。

[0045] 差分判定部226が、適正設定値SV2と作業者入力値SV1との差を算出し(S207)、この差の値が所定の閾値を超えているか否かを判定する(S209)。S209でYesの判定がなされた場合には、差分判定部226が発報信号を送出し、警告出力部228が作業者に対する警告を発する(S211)。S209でNoの判定がなされた場合には発報信号処理は行われない。その後、所定の終了条件が満たされるまで、上記S203～S211の処理が繰り返される(S213)。

[0046] 以上説明した運転制御システム221による作用効果について説明する。

[0047] この運転制御システム221によれば、基本的には、外部(作業者)から入力される設定項目の作業者入力値SV1に基づき、ボイラ調節計27が、ボイラ2の運転状態を示す指標項目の実測値と作業者入力値SV1との比較に基づいて操作量MVを決定しボイラ2の操作を行う。ここで、上記の作業者入力値SV1が適正でない場合に警告を発する手段として、上記運転制御システム221は、ベイズネットワーク推論部(適正設定値演算部)39と、警告処理部とを有している。ベイズネットワーク推論部39は、目標とすべき指標項目の目標値A1から、ベイズネットワークによって、当該目標値A1を達成するための対目標設定値A2を算出する。また、指標項目の実測値(測定値PVに由来)から、ベイズネットワークによって、当該実測値に対応する推定設定値A3を算出する。そして、推定設定値A3と対目標設定値A2との差の大きさに基づいて設定項目の中から一部の設定項目を選択し、選択された選択設定項目については、対目標設定値を、適正設定値SV2とする。

[0048] 警告処理部は、作業者入力値SV1を適正設定値SV2と比較し、その差が大きいい場合に警告を発する。ここで、ベイズネットワークを用いた演算によれば、複数の指標項目の目標値A1を達成するための設定値(対目標

設定値 A 2) を、組み合わせで最適化することができる。このように最適化された対目標設定値 A 2 を適正設定値 S V 2 とし、その適正設定値 S V 2 を比較対象として作業員入力値 S V 1 の適否を判定し警告を発することになるので、作業員は、複数の設定項目の適否について精度が高い情報を得ることができる。その結果、複数の設定項目について最適の値を設定することができる、ボイラ 2 の複数の指標項目を最適化する制御が可能になる。

[0049] 以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限られるものではなく、各請求項に記載した要旨を変更しない範囲で変形したものであってもよい。

産業上の利用可能性

[0050] 循環流動層ボイラの運転制御システムによれば、複数の設定項目により循環流動層ボイラの複数の指標項目を最適化する制御が可能となる。

符号の説明

[0051] 2…循環流動層ボイラ、21, 221…運転制御システム、27…ボイラ調節計（ボイラ調節部）、39…ベイジアンネットワーク推論部（設定値演算部、適正設定値演算部）、51…入力値調整部、226…差分判定部（警告処理部）、228…警告出力部（警告処理部）、A1…目標値、A2…対目標設定値、A3…推定設定値、BN…ベイジアンネットワーク、PV…測定値、MV…操作量、SV1…作業員入力値（外部入力値）、SV2…調節値、SV3…調整入力値。

請求の範囲

[請求項1]

循環流動層ボイラの運転制御システムであって、

前記循環流動層ボイラの運転に関する複数の設定項目の各々の入力値と、前記循環流動層ボイラの運転状態を示す複数の指標項目の各々の実測値と、の比較に基づいて決定される操作量で前記循環流動層ボイラの操作を行うボイラ調節部と、

複数の前記設定項目から一部を選択すると共に、選択された選択設定項目の前記入力値を調整するための調整値を算出する調整値演算部と、

前記選択設定項目の外部から入力される値である外部入力値と、前記調整値演算部で得られた前記調整値と、の関数である調整入力値を、前記選択設定項目の前記入力値として前記ボイラ調節部に渡す入力値調整部と、

を備え、

前記調整値演算部は、

前記指標項目の各々の前記実測値を、前記設定項目の各々を親ノードとし前記指標項目の各々を子ノードとするベイジアンネットワークに入力して、前記設定項目の各々の推定設定値を算出し、

前記指標項目の各々の目標値を、前記ベイジアンネットワークに入力して、前記指標項目の前記目標値を達成するための前記設定項目の設定値を示す各々の対目標設定値を算出し、

前記推定設定値と前記対目標設定値との差の大きさに基づいて前記選択設定項目を選出すると共に、当該選択設定項目の前記対目標設定値を、当該選択設定項目の前記調整値とする循環流動層ボイラの運転制御システム。

[請求項2]

循環流動層ボイラの運転制御システムであって、

前記循環流動層ボイラの運転に関する複数の設定項目の各々の入力値と、前記循環流動層ボイラの運転状態を示す複数の指標項目の各々

の実測値と、の比較に基づいて決定される操作量で前記循環流動層ボイラの操作を行うボイラ調節部と、

複数の前記設定項目から一部を選択すると共に、選択された選択設定項目の適正な設定値を示す適正設定値を算出する適正設定値演算部と、

前記選択設定項目の外部から入力される値である外部入力値と、前記適正設定値演算部で得られた前記適正設定値と、の差が所定の閾値を超えるような前記設定項目が存在する場合には、警告を発する警告処理部と、

を備え、

前記適正設定値演算部は、

前記指標項目の各々の前記実測値を、前記設定項目の各々を親ノードとし前記指標項目の各々を子ノードとするベイジアンネットワークに入力して、前記設定項目の各々の推定設定値を算出し、

前記指標項目の各々の目標値を、前記ベイジアンネットワークに入力して、前記指標項目の前記目標値を達成するための前記設定項目の設定値を示す各々の対目標設定値を算出し、

前記推定設定値と前記対目標設定値との差の大きさに基づいて前記選択設定項目を選出すると共に、当該選択設定項目の前記対目標設定値を、当該選択設定項目の前記適正設定値とする循環流動層ボイラの運転制御システム。