

明 細 書

発明の名称：

表示装置、制御装置、制御方法及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、プラントの運転に関する指標を表示する表示装置、制御装置、制御方法及びコンピュータプログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、プラントにセンサを設置して、センサの測定値を通じてプラントの稼働状況を監視することが行われている。例えば、特許文献1には、操作者がセンサの検出対象や検出結果を直感的に把握できるように、表示画面上のオブジェクトが選択されると、そのオブジェクトに関するセンサからの情報が表示されることが開示されている。また、特許文献2には、警報監視画面内に複数の警報メッセージが表示され、操作者が表示画面上のグラフ表示を押下することにより、対応する警報メッセージのグラフの情報が表示されることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平4－308895号公報

特許文献2：特開2016－115195号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] これらの従来の構成においては、プラントに設置されたセンサのデータを監視することはできるが、過去の所定期間におけるプラントの運転に関する稼働率を確認することは困難である。

[0005] 本発明のある態様の例示的な目的の一つは、プラントの運転に関する稼働率を操作者に示すことができる表示装置、制御装置、制御方法及びコンピュータプログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 上記課題を解決するため、本発明のある態様の表示装置は、プラントの運転に関する指標を表示する表示装置であって、選択された期間における指標としてプラントの運転に関する稼働率を表示する。
- [0007] 上記態様によれば、プラントの運転に関する稼働率を操作者に示すことができる。
- [0008] 本発明の別の態様の制御装置は、プラントの運転に関する指標を表示する表示装置を制御する制御装置であって、プラントのプロセスデータを取得する取得部と、取得されたプロセスデータに基づいて、プラントの運転に関する指標としてのプラントの運転に関する稼働率を算出する算出部と、表示装置に、算出された稼働率を表示させる表示制御部と、を備える。
- [0009] 上記態様によれば、取得したプラントのプロセスデータに基づいて算出された、プラントの運転に関する稼働率を操作者に示すことができる。
- [0010] 本発明の別の態様の制御方法は、プラントの運転に関する指標を表示する表示装置を制御する制御方法であって、プラントのプロセスデータを取得する取得ステップと、取得されたプロセスデータに基づいて、プラントの運転に関する指標としてのプラントの運転に関する稼働率を算出する算出ステップと、表示装置に、算出された稼働率を表示させる表示ステップと、を含む。
- [0011] 上記態様によれば、取得したプラントのプロセスデータに基づいて算出された、プラントの運転に関する稼働率を操作者に示すことができる。
- [0012] 本発明の別の態様のコンピュータプログラムは、コンピュータに、プラントのプロセスデータを取得する取得ステップと、取得されたプロセスデータに基づいて、プラントの運転に関する指標としてのプラントの運転に関する稼働率を算出する算出ステップと、算出された稼働率を表示装置に表示させる表示ステップと、を実行させる。
- [0013] 上記態様によれば、取得したプラントのプロセスデータに基づいて算出された、プラントの運転に関する稼働率を操作者に示すことができる。

- [0014] なお、以上の構成要素の任意の組み合わせや本発明の構成要素や表現を、方法、装置、システム、コンピュータプログラム、データ構造、記録媒体などの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

- [0015] 本発明によれば、プラントの運転に関する稼働率を操作者に示すことができる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]本実施形態に係るプラントの全体構成を示す概略図である。
[図2]本実施形態に係るシステムの機能ブロックを示す図である。
[図3]本実施形態に係るシステムの物理的構成を示す図である。
[図4]本実施形態に係る各種の表示画面の遷移を示した図である。
[図5]本実施形態に係る稼働率表示画面の一例を示す図である。
[図6]本実施形態に係る計画停止期間を追加するための領域の一例を示す図である。
[図7]本実施形態に係る稼働率の表示に係る動作処理の一例を示すフローチャートである。
[図8]本実施形態に係るダッシュボード表示画面の一例を示す図である。
[図9]本実施形態に係る効率の表示に係る動作処理の一例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

- [0017] 以下、図面を参照しつつ、発明の実施形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではなく、また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせのすべてが発明の解決手段に必須であるとは限らない。各図面に示される同一又は同等の構成要素、部材、処理には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。
- [0018] 図1は、本実施形態に係るプラントの全体構成を示す概略図である。まず、図1を用いて、本実施形態が対象とするプラント1の構成について説明す

る。プラント1は、例えば、循環流動層ボイラ（C i r c u l a t i n g F l u i d i z e d B e d型）を含む発電プラント（焼却プラント）であって、高温で流動する珪砂等の循環材を循環させながら燃料を燃焼して、蒸気を発生させるボイラを備えるものである。プラント1の燃料としては、石炭のような化石燃料の他、例えば非化石燃料（木質バイオマス、廃タイヤ、廃プラスチック、スラッジ等）を使用することができる。プラント1で発生した蒸気は、タービン100の駆動に用いられる。なお、本実施形態が対象とするプラントは、ボイラを含む発電プラントや焼却プラントに限られるものではなく、化学プラント、排水処理プラント等、プロセスデータが取得できるプラントであればよい。

[0019] プラント1は、火炉2内で燃料を燃焼させ、固気分離装置として機能するサイクロン3によって排ガスから循環材を分離し、分離された循環材を火炉2内に戻して循環させるように構成されている。分離された循環材は、サイクロン3の下方に接続された循環材回収管4を経由して火炉2の下部に返送される。なお、循環材回収管4の下部と火炉2の下部とは、流路が絞られたループシール部4aを介して接続されている。これにより、循環材回収管4の下部には所定量の循環材が貯められた状態となる。サイクロン3によって循環材が取り除かれた排ガスは、排ガス流路3aを経由して後部煙道5に供給される。

[0020] ボイラは、燃料を燃焼させるための火炉2と、燃焼により得られた熱を用いて水蒸気等を発生させるための熱交換器を備える。火炉2の中間部には、燃料を供給する燃料供給口2aが設けられており、火炉2の上部には、燃焼ガスを排出するガス出口2bが設けられている。図示されていない燃料供給装置から火炉2に供給される燃料は、燃料供給口2aを介して火炉2の内部に供給される。また、火炉2の炉壁には、ボイラ給水を加熱するための炉壁管6が設けられている。炉壁管6を流れるボイラ給水は、火炉2での燃焼によって加熱される。

[0021] 火炉2内では、下部の給気ライン2cから導入される燃焼・流動用の空気

により、燃料供給口 2 a から供給された燃料を含む固形物が流動し、燃料は流動しながら例えば約 800～900℃で燃焼する。サイクロン 3 には、火炉 2 で発生した燃焼ガスが循環材を同伴しながら導入される。サイクロン 3 は、遠心分離作用により循環材と気体とを分離し、循環材回収管 4 を介して分離された循環材を火炉 2 に戻すとともに、循環材が除かれた燃焼ガスを排ガス流路 3 a から後部煙道 5 へと送出する。

[0022] 火炉 2 では、底部に炉内ベッド材と呼ばれる循環材の一部が滞留する。このベッド材には、循環流動に不適な粗い粒径を有するベッド材や排燃夾雑物が含まれることがあり、これらの循環材として不適なベッド材によって流動不良が発生することがある。そのため、流動不良を抑制するために、火炉 2 では、底部の排出口 2 d から炉内ベッド材が連続的又は断続的に外部に排出されている。排出されたベッド材は、図示されていない循環ライン上で金属や粗大粒径等の不適物を取り除いた後、再び火炉 2 に供給されるか、若しくはそのまま廃棄される。火炉 2 の循環材は、火炉 2、サイクロン 3 及び循環材回収管 4 で構成される循環系内を循環する。

[0023] 後部煙道 5 は、サイクロン 3 から排出されたガスを後段へ流す流路を有している。後部煙道 5 は、排ガスの熱を回収する排熱回収部として、過熱蒸気が発生させる過熱器 10 と、ボイラ給水を予熱する節炭器 12 と、を有している。後部煙道 5 を流れる排ガスは、過熱器 10 及び節炭器 12 を流通する蒸気やボイラ給水と熱交換されて冷却される。また、節炭器 12 を通過したボイラ給水が貯留される蒸気ドラム 8 を有し、蒸気ドラム 8 は炉壁管 6 にも接続されている。

[0024] 節炭器 12 は、排ガスの熱をボイラ給水に伝熱して、ボイラ給水を予熱するものである。節炭器 12 は、管 21 によってポンプ 7 と接続される一方、管 22 によって蒸気ドラム 8 と接続されている。ポンプ 7 から管 21 を経由して節炭器 12 に供給され、節炭器 12 によって予熱されたボイラ給水は、管 22 を経由して蒸気ドラム 8 に供給される。

[0025] 蒸気ドラム 8 には、降水管 8 a 及び炉壁管 6 が接続されている。蒸気ドラ

ム 8 内のボイラ給水は、降水管 8 a を下降し、火炉 2 の下部側で炉壁管 6 に導入されて蒸気ドラム 8 へ向かって流通する。炉壁管 6 内のボイラ給水は、火炉 2 内で発生する燃焼熱によって加熱されて、蒸気ドラム 8 内で蒸発し蒸気となる。

[0026] 蒸気ドラム 8 には、内部の蒸気を排出する飽和蒸気管 8 b が接続されている。飽和蒸気管 8 b は、蒸気ドラム 8 と過熱器 10 とを接続している。蒸気ドラム 8 内の蒸気は、飽和蒸気管 8 b を経由して過熱器 10 に供給される。過熱器 10 は、排ガスの熱を用いて蒸気を過熱して過熱蒸気を生成するものである。過熱蒸気は、管 10 a を通り、プラント 1 外のタービン 100 に供給されて発電に利用される。

[0027] タービン 100 から排出された蒸気の圧力と温度は、過熱器 10 から排出される蒸気の圧力と温度よりも低い。特に限定されるものではないが、タービン 100 へ供給される蒸気の圧力は、約 10 ～ 17 MP a 程度であり、温度は約 530 ～ 570℃ 程度となる。タービン 100 から排出される蒸気の圧力は、約 3 ～ 5 MP a 程度であり、温度は約 350 ～ 400℃ 程度となる。

[0028] タービン 100 の下流には復水器 102 が設けられている。タービン 100 から排出された蒸気は復水器 102 に供給され、復水器 102 において凝縮して飽和水に戻された上でポンプ 7 へと供給される。タービン 100 には、タービン 100 の回転により得られる運動エネルギーを電気エネルギーに変換するジェネレータが接続される。

[0029] ポンプ 7 a は、復水器 102 の水位を一定に保つように、補給水を供給する。図 1 では、ポンプ 7 a により補給される補給水流量 u_1 (「プロセスデータ」の一例) を示している。

[0030] 本実施形態で取り扱うプロセスデータ (プラント 1 の運転に関するデータ) は、プラント 1 に関する任意のデータであってよいが、例えば、プラント 1 の状態をセンサで測定したデータ (「プロセスデータ」の一例) であってよく、より具体的には、プラント 1 の温度、圧力及び流量等の測定値を含ん

でよい。図1では、ポンプ7から節炭器12に供給されるボイラ給水流量 u_2 （「プロセスデータ」の一例）を示している。さらに、図1では、過熱器10からタービン100に供給されるボイラ出口蒸気流量 u_3 （「プロセスデータ」の一例）を示し、蒸気ドラム8から過熱器10に供給される飽和蒸気流量 u_4 を示している。なお、補給水流量 u_1 は、飽和蒸気流量 u_4 に追従するように制御されてよい。また、ボイラ出口蒸気流量 u_3 （又は過熱蒸気流量）と、蒸気ドラム8の液面レベルの双方を監視しながら、ボイラ給水流量 u_2 を調整に追従するように制御されてよい。

[0031] プラント1を構成する管系統に破孔が生じた場合、補給水流量 u_1 が上昇したり、ボイラ給水流量 u_2 とボイラ出口蒸気流量 u_3 の流量差が増大したりする。DCS（Distributed Control System）20は、補給水流量 u_1 、ボイラ給水流量 u_2 、ボイラ出口蒸気流量 u_3 及び飽和蒸気流量 u_4 等のプラント1のプロセスデータをプラント1から受信し、プラント1を構成するボイラおよびタービン100の稼働率を含む稼働状況を把握し、プラント1に異常が生じていないか監視する。

[0032] なお、プロセスデータとして補給水流量 u_1 、ボイラ給水流量 u_2 、ボイラ出口蒸気流量 u_3 及び飽和蒸気流量 u_4 を例示したが、プラント1に関するプロセスデータは、他のデータであってもよい。プラント1に関するプロセスデータは、温度、圧力等の他のデータ、または、複数のプロセスデータに基づいて算出されたデータであってもよいし、センサ等から取得された計算処理されていないデータであってもよい。

[0033] 次に、図2及び図3を用いて、本実施形態に係るシステム30について説明する。図2は、本実施形態に係るシステム30の機能ブロックを示す図である。図3は、本実施形態に係るシステム30の物理的構成を示す図である。

[0034] DCS20は、プラント1を制御するための分散制御システムであり、図2に示されるように、プラント1に設けられるセンサ等からプロセスデータを取得し、これに基づいてプラント1を制御するための制御信号をプラント

1 に供給する。

[0035] システム 30 は、制御部 31、及び表示装置 32、を備えている。制御部 31 は、例えば、プロセスデータ取得部 311 と、指標算出部 312 と、受付部 313 と、表示制御部 314 とを備える。

[0036] プロセスデータ取得部 311 は、例えば、DCS 20 からプロセスデータを取得する。プロセスデータ取得部 311 は、プラント 1 の運転中に DCS 20 からプロセスデータを順次に取得する。

[0037] 指標算出部 312 は、プロセスデータに基づいて、プラント 1 の運転に関する各種の指標を算出する。指標算出部 312 が算出する指標は、プラント 1 の運転に関するものであれば任意の指標であってよいが、例えば、プラント 1 の運転に関する稼働率、及びプラント 1 の運転に関する効率を含んでもよい。

[0038] 指標算出部 312 は、例えば、予め設定された任意のタイミング（日毎、週毎、月毎等）において、プラント 1 の運転に関する稼働率を算出する。ここで、プラント 1 の運転に関する稼働率は、プラント 1 全体の稼働率の他、プラント 1 に含まれる各種のコンポーネントの稼働率を含んでもよい。具体的には、例えば、プラント 1 の運転に関する稼働率は、プラント 1 に含まれるボイラの稼働率であるボイラ稼働率、プラント 1 に含まれるタービンの稼働率であるタービン稼働率、及びプラント 1 全体の稼働率であるプラント稼働率を含んでもよい。

[0039] プラント 1 の運転に関する稼働率は、例えば、プラント 1 の少なくとも一部のコンポーネントが稼働している時間の合計を、稼働率算出期間で除して得られる値として算出されてもよい。なお、「対象となるコンポーネントが稼働している時間の合計」は、当該対象となるコンポーネントの任意の効率に基づいて算出されてもよい。具体的には、任意の周期で区切られた単位時間に、当該単位時間における当該コンポーネントの運転効率（例えば、ボイラであれば負荷効率）を乗じて得られる値を、稼働率算出期間について合計（積算、積分等）して得られる値であってもよい。また、指標算出部 312

は、例えば後述する稼働率表示画面 D P 1 において選択された集計周期によって、稼働率を算出してもよい。

[0040] また、指標算出部 3 1 2 は、稼働率の算出において、稼働率算出期間から操作者が登録した計画停止期間を除いてもよい。ここで、計画停止期間は、プラント 1 の運転を停止することが計画された期間であり、例えば、プラント 1 の定期点検や中間点検等の点検のためにプラント 1 の稼働を停止する期間がこれに含まれ得る。したがって、指標算出部 3 1 2 は、計画停止期間を除いた稼働率と、計画停止期間を含めた稼働率との両方を算出可能である。なお、計画停止期間を除いた稼働率は、稼働率算出期間から計画停止期間が除かれた期間である計画運転期間（プラント 1 の運転が計画されていた期間）と、プラント 1 の運転が行われていた運転期間とに基づいて算出される。具体的には、計画停止期間を除いた稼働率は、当該計画運転期間に対する当該運転期間の割合として算出される。このように、計画停止期間を除いた稼働率は、プラント 1 の運転が計画されていた期間における正味の稼働率を表しているといえる。

[0041] また、プラント 1 の運転に関する効率は、例えば、プラント 1 の少なくとも一部のコンポーネントの任意の効率であってよい。プラント 1 の運転に関する効率は、例えば、プラント 1 に含まれるボイラの効率であるボイラ効率 η_b 、プラント 1 に含まれるタービンの効率であるタービン室効率 η_t 、及びプラント 1 全体の効率である発電端効率 η_n を含んでもよい。

[0042] ボイラ効率 η_b (%) は、 $\eta_b = (1 - L / (H + Q)) \times 100$ として定義されてもよい。ここで、 L は、熱損失量の合計 (kJ / kg) であり、 H は燃料の発熱量 (kJ / kg) であり、 Q は燃料以外の入熱量の合計 (kJ / kg) である。

[0043] タービン室効率 η_t (%) は、 $\eta_t = P_g \times 3.6 / \{Z \times (h_s - h_w)\} \times 100$ として定義されてもよい。ここで、 P_g は発電出力 (kW) であり、 Z は水・蒸気流量 (kg / h) であり、 h_s は蒸気エンタルピ (kJ / h) であり、 h_w は給水エンタルピ (kJ / h) である。

- [0044] 発電端効率 η_n (%) は、 $\eta_n = \eta_b \times \eta_p / 100 \times \eta_t / 100$ として定義されてもよい。ここで、 η_p は、主管伝達効率 (%) である。
- [0045] 受付部 313 は、操作者の操作に応じた各種の情報の入力、指示、及び選択等を受け付ける。受付部 313 は、例えば、表示画面遷移の指示、計画停止期間の指定、入力、選択、稼働率算出期間や集計周期の選択、プラント 1 の運転に関する指標の表示の選択等を受け付ける。
- [0046] 表示制御部 314 は、取得されたプロセスデータや当該プロセスデータに基づいて算出された各種の指標（稼働率及び効率等）に基づいて表示データを生成し、当該表示データに基づく表示画面を表示装置 32 に表示させる。
- [0047] 表示装置 32 は、表示制御部 314 によって供給される表示データに基づいて、プラント 1 の運転に関する情報を含む各種の表示画面を表示する。表示装置 32 が表示する各種の表示画面については後述する。
- [0048] システム 30 は、物理的には、図 3 に示すように CPU (Central Processing Unit) 30a と、RAM (Random Access Memory) 30b と、ROM (Read only Memory) 30c と、通信部 30d と、入力部 30e と、表示部 30f と、を有しており、これらの各構成は、バスを介して相互にデータ送受信可能に接続されている。図 2 に示すシステム 30 の各機能ブロックは、図 3 に示す物理的構成により実現される。
- [0049] なお、本実施形態では、システム 30 が一台のコンピュータで構成される場合について説明するが、システム 30 は、複数のコンピュータが組み合わせられて実現されてもよい。例えば、表示部 30f の他に、他の情報を表示するための異なる表示部を構成するディスプレイが設けられてもよい。また、システム 30 は、タブレット端末で構成されてもよい。タブレット端末でシステム 30 を構成することで、システム 30 を持ち歩くことができ、例えばプラント 1 を巡回しながらシステム 30 を利用することができる。また、図 3 で示す構成は一例であり、システム 30 はこれら以外の構成を有してもよいし、これらの構成のうち一部を有さなくてもよい。また、構成の一部が

遠隔地に設けられてもよい。例えば、CPU 30 a等を有する制御部 31を遠隔地に設けてもよい。この場合、表示部 30 f等を有する表示装置 32は、遠隔地に設けられた制御部 31において生成された制御信号をネットワークを介して取得するように構成されてもよい。

[0050] CPU 30 aは、RAM 30 b又はROM 30 cに記憶されたプログラムの実行に関する制御やデータの演算、加工を行う演算部である。CPU 30 aは、プラント1のプロセスデータのグラフと説明文を表示するプログラム（監視プログラム）を実行する演算部である。CPU 30 aは、入力部 30 eや通信部 30 dから種々のデータを受け取り、データの演算結果を表示部 30 fに表示したり、RAM 30 bに格納したりする。

[0051] RAM 30 bは、記憶部のうちデータの書き換えが可能なものであり、例えばDRAM又はSRAM等の半導体記憶素子で構成されてよい。RAM 30 bは、CPU 30 aが実行するプログラム、プラント1のプロセスデータといったデータを記憶してよい。なお、これらは例示であって、RAM 30 bには、これら以外のデータが記憶されていてもよいし、これらの一部が記憶されていなくてもよい。

[0052] ROM 30 cは、記憶部のうちデータの読み出しが可能なものであり、例えばフラッシュメモリ等の半導体記憶素子又はHDDで構成されてよい。ROM 30 cは、例えば、本実施形態に示される各種処理を実行するためのコンピュータプログラム及び書き換えが行われないデータ、を記憶してよい。書き換えが行われないデータとは、例えば、プラント1、プラント1のコンポーネントの仕様等に関する情報を含む。また、ROM 30 cは、例えば、プラント1のプロセスデータ、プラント1の運転に関する指標（稼働率及び効率等）、及び計画停止期間等のデータを記憶してよい。

[0053] 通信部 30 dは、システム 30を他の機器に接続するインターフェースである。通信部 30 dは、インターネット等の通信ネットワークに接続されてよい。

[0054] 入力部 30 eは、操作者による操作に応じたデータの入力を受け付けるも

のであり、例えば、キーボード及びタッチパネルを含んでよい。

[0055] 表示部30fは、CPU30aによる演算結果を視覚的に表示する画面を有するものであり、例えば、LCD(Liquid Crystal Display)により構成されてよい。表示部30fは、プロセスデータのグラフや説明文を表示してよい。また、複数のディスプレイを連ねることによって、一画面を構成するように、表示部30fを設けてもよい。

[0056] 本実施形態に示される各種処理を実行するためのコンピュータプログラムは、ROM30c等のコンピュータによって読み取り可能な記憶媒体に記憶されて提供されてもよいし、通信部30dにより接続される通信ネットワークを介して提供されてもよい。システム30では、CPU30aが監視プログラムを実行することにより、本実施形態に含まれる様々な動作が実現される。なお、これらの物理的な構成は例示であって、必ずしも独立した構成でなくてもよい。例えば、システム30は、CPU30aとRAM30b又はROM30cが一体化したLSI(Large-Scale Integration)を備えていてもよい。

[0057] 図4は、本実施形態に係る各種の表示画面の遷移を示した図である。図4に示すように、表示装置32は、ログイン表示画面DP0、稼働率表示画面DP1、及び、ダッシュボード表示画面DP2を表示する。図4に示される各表示画面間の矢印は、操作者からの指示に基づいて各表示画面が遷移することを示したものである。すなわち、システム30においては、操作者からの指示に基づいて、ログイン表示画面DP0から、稼働率表示画面DP1及びダッシュボード表示画面DP2へ遷移可能である。なお、システム30において各表示画面が遷移する場合、前の表示画面が次の表示画面に入れ替わってもよいし、あるいは、前の表示画面が残ったままで次の表示画面が併せて表示されてもよい。また、上述した表示画面は一例であって、表示装置32はこれら表示画面以外の表示画面を表示してもよい。

[0058] ログイン表示画面DP0は、操作者がシステム30にログインするために必要な情報を表示する。ログインに必要な情報は、例えば操作者のユーザI

D及びパスワードなどである。ログイン表示画面D P 0は、操作者からユーザID及びパスワードの入力を受け付ける。ログイン表示画面D P 0からは、ダッシュボード表示画面D P 2、及び稼働率表示画面D P 1等に遷移可能である。

[0059] 稼働率表示画面D P 1は、過去の所定期間におけるプラント1の運転に関する稼働率を表示する。ここで、プラント1の運転に関する稼働率は、プラント1全体の稼働率の他、プラント1に含まれる各種のコンポーネントの稼働率を含んでもよい。稼働率表示画面D P 1は、例えば、選択された稼働率算出期間に含まれるボイラ稼働率、タービン稼働率、及び、プラント稼働率等を表示する。また、稼働率表示画面D P 1は、例えば、選択された集計周期によって集計された各稼働率を表示する。また、稼働率表示画面D P 1では、計画停止期間の追加や削除が可能である。稼働率表示画面D P 1では、操作者が登録した計画停止期間を除いた稼働率や、当該計画停止期間を含む稼働率を表示可能である。

[0060] ダッシュボード表示画面D P 2は、プラント1の運転に関する各種の指標をリアルタイムに表示する。換言すれば、ダッシュボード表示画面D P 2は、所定時間毎に、プラント1の運転に関する最新の各種の指標を表示する。ダッシュボード表示画面D P 2は、例えば、プラント1の運転に関する各種の指標に基づくトレンドグラフ等を表示する。また、ダッシュボード表示画面D P 2は、例えば、プラント1の停止可能性を有する異常の発生や可能性を示す異常表示と、プラント1に関するプロセスデータが所定の状態となった場合の警告の発生や可能性を示す警告表示とを表示する。また、ダッシュボード表示画面D P 2は、例えば、アラームの件数や発生時刻を表示する。

[0061] 次に、図5を用いて、稼働率表示画面D P 1の一例を説明する。稼働率表示画面D P 1は、領域R 1 0～R 1 6と、算出表示5 0とを含む。

[0062] 領域R 1 0は、例えば、稼働率表示画面D P 1の上部に表示される。領域R 1 0には、現在の画面のステータスとして、「稼働率計算」と表示されている。領域R 1 0の表示により、現在の画面が、いずれのシステムにおける

いずれのステータスであるかを容易に把握することができる。

[0063] 領域 R 1 1 は、例えば、稼働率表示画面 D P 1 の左上に表示される。領域 R 1 1 は、稼働率を算出乃至表示する期間（稼働率算出期間）の入力を受け付ける。図 5 に示す例では、稼働率算出期間の開始時点と、終了時点とがそれぞれ入力可能となっている。図 5 に示す例では、開始時点及び終了時点はいずれも年月によって指定する形式であるが、これに限らず更に日にちや時刻によって指定する形式としてもよい。また、領域 R 1 1 は、稼働率算出期間の終了時点として選択可能な時点の表示を含む。図 5 に示す例では、稼働率算出期間の終了時点として選択可能な時点として、領域 R 1 1 に「算出可能月：～2020-05」と表示されている。これは、2020年5月までの稼働率が算出乃至表示可能であることを示している。これにより、操作者は、当該表示に示された時点までの時点稼働率算出期間の開始時点や終了時点として入力可能となる。

[0064] 領域 R 1 2 は、例えば、稼働率表示画面 D P 1 の領域 R 1 1 の下側に表示される。領域 R 1 2 は、集計周期の入力を受け付ける。ここで、集計周期は、一つの稼働率を算出するために集計する期間を区切るための周期である。換言すれば、当該集計周期に示された期間を一つの単位とする稼働率が算出乃至表示される。集計周期の長さは、特に限定されないが、図 5 に示す例では、集計周期を月とする「MONTH」と、集計周期を年とする年とする「YEAR」とが含まれる。

[0065] 領域 R 1 3 は、例えば、稼働率表示画面 D P 1 の領域 R 1 2 の下側に表示される。領域 R 1 3 は、計画停止期間に関する各種の表示を含む。領域 R 1 3 は、既に登録済みの計画停止期間を表示してもよい。領域 R 1 3 は、最新データ更新表示 5 1 と、計画停止追加表示 5 2 と、削除表示 5 3 と、を含む。

[0066] 最新データ更新表示 5 1 が選択されると、領域 R 1 3 において、最新の計画停止期間を反映した処理が実行される。例えば、領域 R 1 3 において、登録済みの最新の計画停止期間が表示されてもよい。これにより操作者は、計

画停止期間として登録されている期間を把握することができる。また、例えば、指標算出部312は、最新の計画停止期間を反映した稼働率を算出し、算出した稼働率をROM30c等の記憶部に記憶させてよい。

[0067] 計画停止追加表示52が選択されると、例えば図6に示す計画停止期間を追加するための領域R131が表示される。図6に示すとおり、領域R131は稼働率表示画面DP1においてポップアップの態様で表示される。図6に示す例では、計画停止期間の開始時点と、終了時点とがそれぞれ入力可能となっている。領域R131に含まれる「追加」の表示を選択すると、入力された期間が新たに計画停止期間として追加される。「閉じる」の表示を選択すると、計画停止期間の追加の操作が中断され、領域R131の表示が消える。

[0068] 図5を再び参照する。削除表示53が選択されると、例えば登録された計画停止期間のうちから選択された任意の計画停止期間について、当該登録が削除される。操作者は、例えば、最新データ更新表示51が選択されることにより表示された登録済みの計画停止期間のうちから、削除したい期間を選択した上で削除表示53を選択することにより、当該選択した期間について計画停止期間の登録を削除することができる。

[0069] 算出表示50を選択すると、例えば稼働率表示画面DP1の領域R10～13よりも右側において、プラント1の運転に関する稼働率が表示される。図5に示す例では、3つの領域R14～16のそれぞれにおいて、稼働率算出期間である2020年2月、3月、及び4月の各種の稼働率が棒グラフの態様で表示されている。例えば、領域R14にはボイラ稼働率が、領域R15及びR16にはプラント稼働率がそれぞれ表示されている。なお、領域R15には計画停止期間を含む稼働率が表示され、領域R16には計画停止期間を除いた稼働率（計画運転期間に対する当該運転期間の割合としての稼働率）が表示されている。各棒グラフのうち上側に設けられた斜線部は対象となるコンポーネントが稼働していなかった期間の割合を示している。稼働率表示画面DP1に含まれる稼働率の表示領域の数は特に限定されず、図5に

示すように3つであってもよいし、1つ、2つ、又は4つ以上であってもよい。また、稼働率の表示態様は、棒グラフに限らず、折れ線グラフ、円グラフ、散布図、ヒストグラム等の任意の態様であってよい。

[0070] 稼働率表示画面D P 1においては、計画停止期間を含む稼働率と、計画停止期間を除いた稼働率とが表示されている。更に、稼働率表示画面D P 1においては、これら稼働率が並べて配置されている。そのため、操作者は、計画停止期間が稼働率に与える影響を容易に把握することが可能となる。

[0071] 次に、図7を用いて、本実施形態に係る稼働率の表示に係る動作処理について説明する。図7は、当該動作処理の一例を示すフローチャートである。なお、以下に示すステップの内容や順序は一例であって、当該動作処理がこれに限られるものではない。

[0072] まず、プラント1の運転中において、プロセスデータ取得部311は、DCS20からプラント1のプロセスデータを取得する(S10)。プロセスデータ取得部311は、DCS20から順次 to 供給されるプロセスデータを、ROM30c等に記憶させてもよい。

[0073] その後、指標算出部312は、予め設定された任意のタイミングにおいて、予め設定された条件による稼働率を算出する(S11)。例えば、指標算出部312は、月毎に、当該月におけるプラント1の稼働率、及び／又は、プラント1に含まれる各種のコンポーネントの稼働率（ボイラ稼働率、タービン稼働率等）を算出する。このとき、計画停止期間が登録されている場合は、計画停止期間を含む稼働率及び／又は計画停止期間を除いた稼働率を算出してもよい。指標算出部312は、算出された稼働率をROM30c等の記憶部に記憶する。

[0074] 受付部313は、操作者が計画停止期間の登録の操作を行った場合、当該計画停止期間の登録を受け付ける(S12)。具体的には、操作者が、稼働率表示画面D P 1の領域R13の計画停止追加表示52を選択することにより領域R131が表示され、当該領域R131において計画停止期間の登録が行われる。そして、例えば受付部313は、計画停止期間をROM30c

等の記憶部に記憶させる。このとき、例えば稼働率表示画面D P 2の領域R 1 3の最新データ更新表示5 1が選択されたこと等に応じて、指標算出部3 1 2は最新の計画停止期間を反映した稼働率を新たに算出し、これをR O M 3 0 c等の記憶部に記憶させてもよい。

[0075] 受付部3 1 3は、操作者が稼働率表示に関する各種の条件を選択した場合、当該選択を受け付ける（S 1 3）。例えば、受付部3 1 3は、稼働率表示画面D P 2の領域R 1 1に対する操作者の操作に応じて、稼働率算出期間の選択を受け付ける。また、受付部3 1 3は、稼働率表示画面D P 2の領域R 1 2に対する操作者の操作に応じて、集計周期の選択を受け付ける。なお、指標算出部3 1 2は、これら操作に応じて、新たな条件における稼働率を算出し、これをR O M 3 0 c等の記憶部に記憶させてもよい。

[0076] 表示制御部3 1 4は、操作者が稼働率表示画面D P 2の算出表示5 0を選択した場合、選択された各種の条件（稼働率算出期間、集計期間等）における稼働率を稼働率表示画面D P 2に表示させる（S 1 4）。例えば、表示制御部3 1 4は、図5に示した領域R 1 4～R 1 6等を稼働率表示画面D P 2に表示させる。なお、選択された各種の条件（稼働率算出期間、集計期間等）における稼働率がR O M 3 0 c等の記憶部に記憶されていない場合、指標算出部3 1 2は、新たに当該条件における稼働率を算出し、これをR O M 3 0 c等の記憶部に記憶させてもよい。そして、当該新たな稼働率が、表示制御部3 1 4により稼働率表示画面D P 2に表示される。以上で処理が終了する。

[0077] 次に、図8を用いて、ダッシュボード表示画面D P 2一例を説明する。ダッシュボード表示画面D P 2は、領域R 2 0～R 2 5と、算出表示8 0とを含む。

[0078] 領域R 2 0には、現在の画面のステータスとして、「ダッシュボード」と表示されている。領域R 2 0の表示により、現在の画面がいずれのステータスであるかを容易に把握することができる。

[0079] ダッシュボード表示画面D P 2の左上の領域R 2 1には、プラント1の停

止可能性を有する異常の発生を示す情報と、その異常が発生した時間情報とが表示される。図8では、プラント1の停止可能性を有する異常の発生を示す情報の一例として、「噴破」という情報が大きなサイズの文字で表示される。その下には、「YYYY/MM/DD hh:mm:ss」という現在の時間情報が表示される。この現在の時間情報は、例えば所定時間ごと（例えば1分ごと）に自動更新される。あるいは操作者の操作によって手動更新が可能であってもよい。この領域R21に表示される情報によって、プラント1の操作者は、噴破という、プラント1の停止可能性を有する重大な異常が、YYYY年MM月DD日hh時mm分ss秒現在に発生したことを認識することができる。なお、変形例として、「噴破」という情報の直下の時間情報は、異常が発生した時刻としてもよい。

[0080] ダッシュボード表示画面DP2の左下の領域R22には、「最新アラーム情報」として、プラントに関するプロセスデータが所定の状態となった場合の警告の発生を示す警告表示が表示される。警告表示は、プラント1の運転効率に影響を与えるプロセスデータの所定状態を表示するものであり、例えば、噴破のようなプラント1の停止可能性を有するものではないが、プラント1の運転効率を低下させるものである。領域R22において、警告表示の発生履歴は、その発生時を示す時間情報と、その内容を示す情報とを発生時の順番に配列された状態で表示される。例えば、領域R22の先頭には、「YYYY/MM/DD hh:mm:ss」という時間情報と、「アラームA」という警告の内容を示す情報が対応付けられて表示されている。この領域R22に表示される情報によって、プラント1の操作者は、アラームAが、YYYY年MM月DD日hh時mm分ss秒に発生したことを認識することができる。同様にプラント1の操作者は、プラント1の運転効率に影響を与える他のプロセスデータの所定状態の発生時を示す時間情報とその内容を示す情報の履歴を認識することができる。

[0081] ダッシュボード表示画面DP2の左側中央における領域R21と領域R22の間のスペースには、領域R23が設けられる。領域R23には、「機器

・コンポーネント別」情報として、プラント1を構成する複数のコンポーネントが表示される。また、運転効率に影響を与える警告が発生した可能性があるコンポーネントは、他のコンポーネントと異なる態様で表示される。

[0082] 具体的には、プラント1のコンポーネントとして、「プラント」、「ボイラ」、「タービン」、「ジェネレータ」及び「補機」が表示される。「ボイラ」は、火炉2等、ボイラを構成する部品に相当する。「タービン」は、タービン100等、タービンを構成する部品に相当する。「補機」は、ポンプ7及びポンプ7a等、ボイラ等の主要部品には該当しない部品に相当する。また、「ジェネレータ」等、プラント1を構成し警告が発生する可能性が高い部品を適宜コンポーネントとして設定してもよい。また、運転効率に影響を与える警告の原因となるプロセスデータを特定し、これに基づいて、現時点において、警告が発生しているコンポーネント（例えば「ボイラ」及び「ジェネレータ」）を、例えば、赤色の背景色で表示し、警告が発生していないコンポーネント（例えば「プラント」及び「タービン」）を、例えば、緑色の背景色で表示し、評価項目が未設定のコンポーネント（例えば「補機」）を灰色で表示するように構成されている。更に、領域R22に警告が継続しているアラームを赤字で表示し、領域R23にそのアラームに対応するコンポーネントを赤の背景色で表示するようにして、運転効率に影響を与える警告の原因となるコンポーネントを容易に特定可能に構成してもよい。

[0083] ダッシュボード表示画面DP2の右下の領域R25には、センサにより取得されたデータが異常値を示した回数を、センサごとに配列された態様で、異常の発生履歴が表示される。具体的には、「DCSアラーム集計」情報として、所定時間内、例えば、過去24時間以内に、DCS20により判断された異常の回数を、センサごとに集計し、降順に並べたパレート図が示されている。なお、図8における「アラーム1」、「アラーム2」等は、具体的なセンサの識別情報が表示されるように構成してもよい。例えば、アラーム1として、特定の位置に設けられたAEセンサの識別情報が表示されてもよい。また、アラーム1として、特定のセンサにより検出される項目名が表示

されてもよい。例えば、アラーム 1 として、補給水流量 u_1 を識別する情報が表示されてもよい。

[0084] ダッシュボード表示画面 DP 2 の右上の領域 R 2 4 には、プラント 1 の運転に関する効率等の指標がリアルタイムに表示される。ここで、リアルタイムで指標を表示するとは、所定期間におけるプラント 1 の運転に関する効率等の指標が、当該所定期間から所定時間が経過する前に表示することによってよい。所定時間の長さは、特に限定されず、例えば、1 秒、5 秒、10 秒、30 秒等の秒単位であってもよいし、1 分、2 分等の分単位であってもよい。しかしながら、所定期間の長さは、短いほどダッシュボード表示画面 DP 2 に表示される情報のリアルタイム性が向上するため好ましい。当該所定時間の長さは、操作者等が任意に設定可能であってもよい。

[0085] 例えば、領域 R 2 4 には、プラント 1 の安定的な運転のために重要な指標を縦軸とし、横軸を時間とする一又は複数のトレンドグラフが表示される。図 8 においては、例えば、上側に指標 1 及び指標 2 のトレンドグラフが重畳して表示され、下側に指標 3 及び指標 4 のトレンドグラフが重畳して表示されている。これらトレンドグラフの最右端の時刻は、これら指標が算出された最新の時刻である。そして、現在の時刻である YYYY 年 MM 月 DD 日 hh 時 mm 分 ss 秒は、当該最右端の最新の時刻から未だ上述した所定時間が経過していない点に留意されたい。

[0086] 上述した通り、領域 R 2 4 の上側には指標 1 及び指標 2 が重畳して表示されているが、例えば、指標 1 はボイラ効率であってよく、指標 2 は発電端効率であってよい。このように、ボイラ効率（指標 1）と発電端効率（指標 2）とは、縦軸が重畳して表示されている。これにより、ボイラ効率と発電端効率との相関を容易に把握することが可能となり、特にプラント 1 全体の効率である発電端効率に対して、プラント 1 の重要なコンポーネントであるボイラのボイラ効率がどの程度の影響を及ぼしているかを視覚的且つ直感的に把握することが可能となる。なお、領域 R 2 4 に表示される指標は、プラント 1 の運転に関する指標であれば特に限定されず、操作者によって任意に選

択されることができる。

[0087] 次に、図9を用いて、本実施形態に係る効率の表示に係る動作処理について説明する。図9は、当該動作処理の一例を示すフローチャートである。なお、以下に示すステップの内容や順序は一例であって、これに限られるものではない。以下では、プラント1は運転中であり、プロセスデータ取得部311がDCS20を介してプラント1のプロセスデータを順次取得しているものとする。

[0088] 指標算出部312は、所定時間が経過したか否かを判定する(S20)。ここで、所定時間の長さは、特に限定されず、例えば、1秒、5秒、10秒、30秒等の秒単位であってもよいし、1分、2分等の分単位であってもよい。しかしながら、所定期間の長さは、短いほどダッシュボード表示画面DP2に表示される情報のリアルタイム性が向上するため好ましい。当該所定時間の長さは、操作者等が任意に設定可能であってよい。指標算出部312は、所定時間が経過したと判定するまで、ステップS20を繰り返す。

[0089] 所定期間が経過したと判定された場合(S20; Yes)、指標算出部312は、プロセスデータ取得部311がDCS20を介して取得したプロセスデータに基づいて、プラント1の運転に関する各種の効率や他の指標を算出する。特に、指標算出部312は、予めダッシュボード表示画面DP2において表示するように設定された効率や他の指標を算出する。指標算出部312が算出するプラント1の運転に関する効率は、例えば、プラント1に含まれるボイラの効率であるボイラ効率 η_b 、プラント1に含まれるタービンの効率であるタービン室効率 η_t 、及びプラント1全体の効率である発電端効率 η_n の少なくともいずれかを含んでもよい。

[0090] 次に、表示制御部314は、指標算出部312により算出された効率や他の指標に基づいて、ダッシュボード表示画面DP2の表示を更新する(S22)。図8に示す例では、例えば、領域R24の各種のトレンドグラフの時間軸(横軸)を最新の時刻の表記に更新した上で、指標算出部312が算出した効率や他の指標を当該トレンドグラフに追加して表示する。その後、処

理はステップS 2 0に戻り、以降はステップS 2 0～S 2 2が繰り返される。これにより、操作者は、プラント1の運転に関する効率や他の指標をリアルタイムで確認することが可能となる。

[0091] 以上のとおり、本実施形態によれば、プラント1に異常が発生した場合において、操作者が把握すべきプラント1の状態を段階的かつ順番に表示することができるため、プラントの状態をわかりやすく操作者に示すことができる。特に、プラントは、監視すべき事象やパラメータが非常に多く、プラントの状態に変化が生じた場合には、そのことを効率的かつ迅速に操作者に伝える必要があるところ、本実施形態に係るシステム及び方法によりプラントの状態を適正化するための方法を確認することができ、どのような対応が必要であるか迅速に把握することができるようになる。

[0092] 上記実施形態を通じて説明された実施の態様は、用途に応じて適宜に組み合わせ、又は変更若しくは改良を加えて用いることができ、本発明は上述した実施形態の記載に限定されるものではない。そのような組み合わせ又は変更若しくは改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。

符号の説明

[0093] 1…プラント、2…火炉、2 a…燃料供給口、2 b…ガス出口、2 c…給気ライン、2 d…排出口、3…サイクロン、3 a…排ガス流路、4…循環材回収管、4 a…ループシール部、5…後部煙道、6…炉壁管、7…ポンプ、7 a…ポンプ、8…蒸気ドラム、8 a…降水管、8 b…飽和蒸気管、1 0…過熱器、1 0 a…管、1 2…節炭器、2 1…管、2 2…管、3 0…システム、3 0 a…CPU、3 0 d…通信部、3 0 e…入力部、3 0 f…表示部、3 1…制御部、3 2…表示装置、1 0 0…タービン、1 0 2…復水器、3 1 1…プロセスデータ取得部、3 1 2…指標算出部、3 1 3…受付部、3 1 4…表示制御部

請求の範囲

- [請求項1] プラントの運転に関する指標を表示する表示装置であって、
 選択された期間における前記指標として前記プラントの運転に関する稼働率を表示する、表示装置。
- [請求項2] 前記稼働率は、選択された周期毎に集計された稼働率である、請求項1に記載の表示装置。
- [請求項3] 前記稼働率は、前記プラントの運転が行われていた運転期間と、前記プラントの運転が予定されていた計画運転期間と、に基づいて算出される、請求項1又は2に記載の表示装置。
- [請求項4] 前記稼働率は、前記プラントに含まれるボイラの稼働率であるボイラ稼働率、前記プラントに含まれるタービンの稼働率であるタービン稼働率、及び前記プラント全体の稼働率であるプラント稼働率の少なくともいずれかを含む、請求項1から3のいずれか一項に記載の表示装置。
- [請求項5] 前記表示装置は、更に、前記プラントの運転に関する指標として前記プラントの運転に関する効率をリアルタイムで表示する、請求項1から4のいずれか一項に記載の表示装置。
- [請求項6] 前記表示装置は、所定期間における前記効率を、前記所定期間から所定時間が経過する前に表示する、請求項5に記載の表示装置。
- [請求項7] 前記効率は、前記プラントに含まれるボイラの効率であるボイラ効率、前記プラントに含まれるタービンの効率であるタービン室効率、及び前記プラント全体の効率である発電端効率の少なくともいずれかを含む、請求項5又は6に記載の表示装置。
- [請求項8] 前記表示装置は、複数の前記効率を表示する、請求項5から7のいずれか一項に記載の表示装置。
- [請求項9] 前記表示装置は、前記複数の前記効率を、軸を重畳させて表示する、請求項8に記載の表示装置。
- [請求項10] プラントの運転に関する指標を表示する表示装置を制御する制御装

置であって、

前記プラントのプロセスデータを取得する取得部と、

取得された前記プロセスデータに基づいて、前記プラントの運転に関する指標としての前記プラントの運転に関する稼働率を算出する算出部と、

算出された前記稼働率を前記表示装置に表示させる表示制御部と、
を備える、制御装置。

[請求項11]

期間の選択を受け付ける受付部、を更に備え、

前記表示制御部は、選択された前記期間における前記稼働率を前記表示装置に表示させる、請求項10に記載の制御装置。

[請求項12]

プラントの運転に関する指標を表示する表示装置を制御する制御方法であって、

前記プラントのプロセスデータを取得する取得ステップと、

取得された前記プロセスデータに基づいて、前記プラントの運転に関する指標としての前記プラントの運転に関する稼働率を算出する算出ステップと、

算出された前記稼働率を前記表示装置に表示させる表示ステップと、
を含む、制御方法。

[請求項13]

期間の選択を受け付ける受付ステップ、を更に含み、

前記表示ステップは、選択された前記期間における前記稼働率を前記表示装置に表示させる、請求項12に記載の制御方法。

[請求項14]

コンピュータに、

プラントのプロセスデータを取得する取得ステップと、

取得された前記プロセスデータに基づいて、前記プラントの運転に関する指標としての前記プラントの運転に関する稼働率を算出する算出ステップと、

算出された前記稼働率を表示装置に表示させる表示ステップと、
を実行させるためのコンピュータプログラム。