(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3559672号
(P3559672)
(45)発行日　平成16年9月2日(2004.9.2)　(24)登録日　平成16年5月28日(2004.5.28)

(51)Int.Cl.[7]　F I
G05B 9/02　G05B 9/02　A
G05B 23/02　G05B 23/02　302V

請求項の数 1　(全 8 頁)

(21)出願番号　特願平9-30031
(22)出願日　平成9年2月14日(1997.2.14)
(65)公開番号　特開平10-228301
(43)公開日　平成10年8月25日(1998.8.25)
審査請求日　平成13年1月25日(2001.1.25)

(73)特許権者　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目６番地
(73)特許権者　390023928
日立エンジニアリング株式会社
茨城県日立市幸町３丁目２番１号
(74)代理人　100075096
弁理士　作田　康夫
(74)代理人　100068504
弁理士　小川　勝男
(72)発明者　中村　泰教
茨城県日立市幸町三丁目１番１号
株式会社　日立製作所　日立工場内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】火力発電プラント運転制御装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
プラントの運転に関係する状態量を検出し、検出された前記状態量と予め設定する前記状態量のしきい値とを比較して、前記状態量の異常を検出する火力発電プラント運転制御装置において、
プラント運転状態を監視する運転員が有人時に設定される有人運転モードと無人時に設定される無人運転モードとを有し、定格運転時の設定値より小さい値であり、状態量がこのまま低下しつづけるとプラント機器の損傷に至るおそれがあり何らかの対処を要する値を示す前記有人運転モードでのしきい値と、無人運転モードでのしきい値をそれぞれ有し、該無人運転モードのしきい値を前記有人運転モードのしきい値より大きく設定することを特徴とする火力発電プラント運転制御装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、火力発電プラントの運転を制御する火力発電プラント運転制御装置に係り、特に、プロセス状態量或いはプラント機器の異常時に、その異常を処置する火力発電プラント運転制御装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来技術として、特開平４－１０５５２６　号公報には、遠方運転時（無人時）に、表示

機能部分だけを停止し、且つ故障内容，故障原因、及び点検すべき箇所を登録する水力発電所の現場用監視制御盤が開示されている。

【０００３】

また、特開昭５９－１４９５０１号公報には、プラントの無人時に、プラント内制御所のプラント制御用計算機またはプラントが異常となった場合、自動的に遠隔地の外部制御所のプラント制御用計算機に切り替える一方、外部制御所のプラント制御用計算機が異常の場合、プラントを一斉停止する信号を送る外部制御所切替インタフェース装置が開示されている。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

現在、火力発電所においては、運転員が２４時間常駐し、プラントの運転状態を監視している。しかしながら、深夜等は、運転員にとって労働条件が厳しいわりには、電力量の需要が低く、発電プラントの稼動状態に余裕ができる。それ故、深夜等に、火力発電所を無人にすることが望まれる。

【０００５】

しかしながら、水力発電所に比較して、火力発電所は、発電システムが複雑であり、故障要因が多く存在し、それに応じた警報要因も１０００点以上にもなる。また、火力発電所には、発電プラントを破壊に至らしめるような重大な故障要因も多く存在する。よって、火力発電所においては、上記従来技術を用いて無人化することが困難である。

【０００６】

本発明の目的は、発電所内にプラントの運転状態を監視する運転員がいない時にプラント機器の異常を検出した場合、より安全性を増したプラント運転制御をすることができる火力発電プラント運転制御装置を提供することにある。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の火力発電プラント運転制御装置は、プラントの運転に関係する状態量を検出し、検出された前記状態量と予め設定する前記状態量のしきい値とを比較して、前記状態量の異常を検出する火力発電プラント運転制御装置において、プラント運転状態を監視する運転員が有人時に設定される有人運転モードと無人時に設定される無人運転モードとを有し、定格運転時の設定値より小さい値であり、状態量がこのまま低下しつづけるとプラント機器の損傷に至るおそれがあり、何らかの対処を要する値を示す前記有人運転モードでのしきい値と、無人運転モードでのしきい値をそれぞれ有し、該無人運転モードのしきい値を前記有人運転モードのしきい値より大きく設定することを特徴とする。

【００１２】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の火力発電プラント運転制御装置の実施の形態を、図面を参照して説明する。

【００１３】

図１に、本発明に係わる一軸型コンバインドサイクル発電プラントの機械系統図を示す。図１中、１はプラント、２は空気、３は燃料、４は蒸気、５は給水、６は空気２を圧縮する圧縮機、７は圧縮機に供給する空気の流量を調節するＩＧＶ（入口案内翼）、８は燃料３と空気とを混合して燃焼ガスを発生する燃焼器、９は燃焼ガスにより回転するガスタービン、１０はガスタービン排気ガスを熱源として給水５を加熱し蒸気４を発生する排熱回収ボイラ、１１は蒸気４により回転する蒸気タービン、１２はロータ、１３は回転エネルギーを電気エネルギーに変換する発電機、１４は蒸気を凝縮して復水する復水器、１５は復水を昇圧する給水ポンプ、１６はプラント１の運転を制御すると共にプラント１の運転状態を監視する制御装置、１７は計算機、１８は制御装置１６と計算機１７とが設置される計算機室、１９はプラントの運転員（監視員）が常駐する中央操作室（以下、「中操」と称す。）、２０はプラントの運転に関係する状態量（プロセス状態量，プラント機器の

異常を示す状態量等）をＣＲＴに表示するオペレータコンソール、２１はプラント１の運転状態に関する情報を紙等に出力するプリンタ、２２はスピーカ、２３はプラント１の運転モードを切り替えるスイッチ、２４は発電所の外部に信号を送信及び受信する送受信装置を示す。尚、プロセス状態量とは、例えば、ボイラ給水流量／圧力，蒸気流量／圧力／温度，ガスタービン排ガス温度／圧力，排ガスＮＯｘ濃度，空気流量／圧力，燃料流量等を示す。

【００１４】

オペレータコンソール２０において、プラント１の運転状態を監視する運転員からプラント１の運転に関する指令、例えば、有人時専用の運転モード（以下、「有人モード」と称す。）又は無人時専用の運転モード（以下、「無人モード」と称す。）の運転モードの選択指令や、機器の停止指令や、プロセス状態量の設定値の変更指令等を受け付ける。ここでスイッチ２３による有人モード又は無人モードの運転モードの切り替えは、原則的に、運転員が発電所内（中操内等）に滞在しているか否かにより行う。即ち、運転員が、発電所内に滞在し、プラント１の運転状態を監視できる場合は、有人モードを選択する。一方、運転員が、発電所内に滞在せず、プラント１の運転状態を監視できない場合は、無人モードを選択する。

【００１５】

以下に、火力発電プラントにおける有人モードと無人モードと各々の運転制御動作を説明する。

【００１６】

（１）ボイラ給水圧力低

排熱回収ボイラ１０の給水配管に設けられた圧力発信器において、ボイラ給水圧力を検出する。

【００１７】

制御装置１６において、検出されたボイラ給水圧力信号を入力して、ボイラ給水圧力信号と予め設定するボイラ給水圧力の設定値とを比較し、排熱回収ボイラ１０への給水流量を調節する給水流量調節弁を制御すると共に、ボイラ給水圧力信号を、予め設定するしきい値と比較して、ボイラ給水圧力の異常を検出する。

（１－ａ）有人モード

制御装置１６は、ボイラ給水圧力が、しきい値Ａ（例えば、２５ｋｇ／ｃｍ^2　）以下の場合、異常ランクＡを示す信号を計算機１７に出力する。ここで、しきい値Ａは、プラントの運転を継続できるものの、定格運転時の給水圧力の設定値よりも小さい値を示す。そして、計算機１７は、スピーカ２２を動作して、運転員に異常を通報する。また、計算機１７は、ボイラ給水圧力の異常，ボイラ給水圧力の現在値，予め記憶するボイラ給水圧力に関するデータ（過去から現在に至るまでの給水圧力の変化を示したトレンドグラフ等）を、オペレータコンソール２０上のＣＲＴ及びプリンタ２１に出力する。

【００１８】

制御装置１６は、ボイラ給水圧力が、しきい値Ａよりも小さい値のしきい値Ｂ（例えば、２０ｋｇ／ｃｍ^2　）以下の場合、異常ランクＢを示す信号を計算機１７及び予備機に出力する。これにより、予備機が起動する。ここでしきい値Ｂは、排熱回収ボイラ１０や蒸気タービン１１等のプラント機器が損傷に至らないものの、このまま低下し続けるとプラント機器が損傷に至るおそれがあるため、何らかの対処を要する値を示す。そして、計算機１７は、上記と同様の動作を行う。

【００１９】

制御装置１６は、ボイラ給水圧力が、しきい値Ｂよりも小さい値のしきい値Ｃ（例えば、１５ｋｇ／ｃｍ^2　）以下の場合、異常ランクＣを示す信号を計算機１７に出力する。ここで、しきい値Ｃは、プラント機器が損傷に至る値であり、例えば、排熱回収ボイラ１０が空炊きとなり、焼損に至る値を示す。また、制御装置　１６は、排熱回収ボイラ１０への給水，燃焼器８への燃料３の供給，蒸気タービン１１への蒸気４の供給等を遮断する。以下、「トリップ動作」と称す。また、計算機１７は、上記と同様の動作と共に、トリッ

プ動作を行ったことをオペレータコンソール２０上のＣＲＴに出力する。

【００２０】

（１－ｂ）無人モード

制御装置１６は、ボイラ給水圧力が、定格運転時の給水圧力の設定値（何ｋｇ／ｃｍ^2）よりも小さい値のしきい値Ｄ（例えば、２０ｋｇ／ｃｍ^2　）以下の場合、異常ランクＤを示す信号を、計算機１７，予備機、及び発電所に対してプラントの要求負荷を指令する中央給電指令所（以下、「中給」と称す。）に出力する。これにより、予備機が起動する。計算機１７は、ボイラ給水圧力の異常，ボイラ給水圧力の現在値，予め記憶するボイラ給水圧力に関するデータ等を送受信装置２４に出力する。送受信装置２４は、ボイラ給水圧力の異常，ボイラ給水圧力の現在値，ボイラ給水圧力が予め記憶するボイラ給水圧力に関するデータ等を、発電所の外部に居る呼び出し員が携帯する携帯送受信機に送信する。これにより、呼び出し員は、プラントの異常状態を確認する。尚、Ｄ＞Ｂとすることにより、より安全性が増す。尚、計算機１７と発電所外部とのやりとりには、電話回線やＩＳＤＮを用いてもよい。

【００２１】

制御装置１６は、ボイラ給水圧力が、しきい値Ｃ以下の場合、異常ランクＣを示す信号を、計算機１７，中給に出力すると共に、トリップ動作を行う。計算機１７は、トリップ動作を行ったことを送受信装置２４に出力する。送受信装置
２４は、トリップ動作を行ったことを、発電所の外部に居る呼び出し員が携帯する携帯送受信機に送信する。

【００２２】

そして、計算機１７は、異常のあったボイラ給水圧力に関するデータを、トレンドグラフ等に整理し、記憶する。そして、スイッチ２３により、運転モードが無人モードから有人モードに切り替えられた時に、無人モードの間に異常が生じたボイラ給水圧力に関するデータを、オペレータコンソール２０上のＣＲＴ及びプリンタ２１に出力する。

【００２３】

（２）ＧＴ排ガス温度高

ガスタービン９の排ガスの出口近傍に設けられた温度発信器において、ガスタービン９の排ガス温度を検出する。一方、圧縮機６の出口（燃焼器の入口）近傍に設けられた圧力発信器において、圧縮機により圧縮された空気（燃焼器に供給する空気）の圧力（以下、「圧縮空気圧力」と称す。）を検出する。制御装置１６において、検出された排ガス温度信号と検出された圧縮空気圧力信号とを入力し、燃焼器８に供給する燃料３の流量を調節する燃料流量調節弁、及びＩＧＶ７の開度を制御する。また制御装置１６は、圧縮空気圧力信号に基づいて、排ガス温度の理論値を演算し、さらに、排ガス温度の理論値に安全係数を乗じて、排ガス温度曲線を演算する。そして、検出された排ガス温度信号と演算された排ガス温度曲線とを比較し、排ガス温度の異常を検出する。

【００２４】

（２－ａ）有人モード

制御装置１６は、排ガス温度が、排ガス温度の理論値に安全係数Ｅを乗じて得た排ガス温度曲線ＦＧＥを超えた場合、異常ランクＥを示す信号を計算機１７に出力する。そして、計算機１７は、スピーカ２２を動作して、運転員に異常を通報する。一方、計算機１７は、排ガス温度の異常，排ガス温度の現在値，予め記憶する排ガス温度に関するデータ（過去から現在に至るまでの排ガス温度の変化を示したトレンドグラフ等）を、オペレータコンソール２０上のＣＲＴ及びプリンタ２１に出力する。

【００２５】

これにより、運転員が所定の処理を行い、排ガス温度がＦＧＥ以下となれば、計算機１７は、スピーカ２２の動作を停止する。即ち、通報をリセットする。

【００２６】

制御装置１６は、排ガス温度が、排ガス温度の理論値に安全係数Ｆ（Ｆ＞Ｅ）を乗じて得た排ガス温度曲線ＦＧＦを超えた場合、異常ランクＦを示す信号を、計算機１７に出力す

ると共に、トリップ動作を行う。ここで、安全係数Ｆは、機器が損傷に至る値であり、例えば、燃焼器８やガスタービン翼の焼損を誘起する値を示す。また、計算機１７は、上記と同様の動作と共に、トリップ動作を行ったことをオペレータコンソール２０上のＣＲＴに出力する。

【００２７】

（２－ｂ）無人モード

制御装置１６は、排ガス温度が、排ガス温度の理論値に安全係数Ｇ（Ｅ≦Ｇ＜Ｆ）を乗じて得た排ガス温度曲線ＦＧＧを超えた場合、異常ランクＧを示す信号を、計算機１７、及び中給に出力する。また、制御装置１６は、燃料流量調節弁の開度を閉方向に制御して、プラントの負荷を所定の負荷まで低下させる。以下、「負荷ランバック」と称す。

【００２８】

制御装置１６は、排ガス温度が、ＦＧＦを超えた場合、異常ランクＦを示す信号を、計算機１７，中給に出力すると共に、トリップ動作を行う。また、計算機１７は、トリップ動作を行ったことを、送受信装置２４に出力する。

【００２９】

そして、計算機１７は、異常のあった排ガス温度に関するデータを、トレンドグラフ等に整理し、記憶する。そして、スイッチ２３により、運転モードが無人モードから有人モードに切り替えられた時に、無人モードの間に異常が生じた排ガス温度に関するデータを、オペレータコンソール２０上のＣＲＴ及びプリンタ２１に出力する。

【００３０】

（３）ロータ軸受油圧低

ロータ１２の軸受部に設けられた３個の圧力発信器において、ロータ軸受油圧を検出する。

【００３１】

制御装置１６において、検出された３個のロータ軸受油圧信号と予め設定するロータ軸受油圧のしきい値とを比較して、ロータ軸受油圧の異常を検出する。

【００３２】

（３－ａ）有人モード

制御装置１６は、３個のロータ軸受油圧信号の内、１個がしきい値Ｈよりも低い場合、異常ランクＨを示す信号を計算機１７に出力する。そして、計算機１７は、スピーカ２２を動作して、運転員に異常を通報する。

【００３３】

制御装置１６は、３個のロータ軸受油圧信号の内、２個がしきい値Ｉ（Ｉ＜Ｈ）よりも低い場合、異常ランクＩを示す信号を計算機１７に出力すると共に、トリップ動作を行う。ここで、しきい値Ｉは、機器が損傷に至る値であり、例えば、軸受部のメタルの損傷，タービンの振動等を誘起する値を示す。また、計算機
１７は、上記と同様の動作と共に、トリップ動作を行ったことをオペレータコンソール２０上のＣＲＴに出力する。

【００３４】

（３－ｂ）無人モード

制御装置１６は、３個のロータ軸受油圧信号の内、２個がしきい値Ｊ（Ｊ≧Ｉ）よりも低い場合、異常ランクＪを示す信号を計算機１７，中給に出力すると共に、トリップ動作を行う。そして、計算機１７は、トリップ動作を行ったことを送受信装置２４に出力する。

【００３５】

そして、計算機１７は、異常のあったロータ軸受油圧に関するデータを、トレンドグラフ等に整理し、記憶する。そして、スイッチ２３により、運転モードが無人モードから有人モードに切り替えられた時に、無人モードの間に異常が生じたロータ軸受油圧に関するデータを、オペレータコンソール２０上のＣＲＴ及びプリンタ２１に出力する。

【００３６】

（４）排ガスＮＯｘ濃度高

排熱回収ボイラ１０の出口近傍に設けられたＮＯｘ濃度発信器において、排熱回収ボイラ１０から排出する排ガスのＮＯｘ濃度を検出する。

【００３７】

制御装置１６において、検出されたＮＯｘ濃度と予め設定するＮＯｘ濃度のしきい値とを比較して、排ガスＮＯｘ濃度の異常を検出する。

【００３８】

（４－ａ）有人モード

制御装置１６は、排ガスＮＯｘ濃度が、しきい値Ｋより高い場合、異常ランクＫを示す信号を計算機に出力する。そして、計算機１７は、スピーカ２２を動作して、運転員に異常を通報する。

【００３９】

（４－ｂ）無人モード

制御装置１６は、排ガスＮＯｘ濃度が、しきい値Ｌ（Ｌ≦Ｋ）より高い場合、中給からの要求負荷指令を遮断し、負荷ホールドを行う。これにより、ＮＯｘ濃度制御にとって外乱となる負荷変動を抑制する。そして、負荷ホールドから所定の時間を経過しても、排ガスＮＯｘ濃度がしきい値Ｌより高い場合、排ガスＮＯｘ濃度を調整するアンモニアの注入量を変化させ、排ガスＮＯｘ濃度をしきい値Ｌ以下に制御する。

【００４０】

そして、計算機１７は、異常のあった排ガスＮＯｘ濃度に関するデータを、トレンドグラフ等に整理し、記憶する。そして、スイッチ２３により、運転モードが無人モードから有人モードに切り替えられた時に、無人モードの間に異常が生じた排ガスＮＯｘ濃度に関するデータを、オペレータコンソール２０上のＣＲＴ及びプリンタ２１に出力する。

【００４１】

また、無人モードの間に複数個のプラントの運転に関係する状態量が異常となった場合は、計算機１７は、それらを異常要因別或いは系統別に整理し、記憶して、スイッチ２３により、運転モードが無人モードから有人モードに切り替えられた時に、オペレータコンソール２０上のＣＲＴ及びプリンタ２１に出力する。また、制御装置１６や計算機１７の異常時にも、制御装置１６や計算機１７自らが対処し、プラントの安全を保つ。

【００４２】

上記本発明の実施の形態によれば、制御装置１６及び計算機１７が、プラント１の運転状態を監視し、プラント１の異常に対して適切な処置を行うため、発電所内にプラントの運転状態を監視する運転員がいない場合にも、安全にプラントを運転するという効果を奏し得ます。

【００４３】

【発明の効果】

本発明の火力発電プラント運転制御装置によれば、発電所内にプラントの運転状態を監視する運転員がいない時にプラント機器の異常を検出した場合、より安全性を増したプラント運転制御をすることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

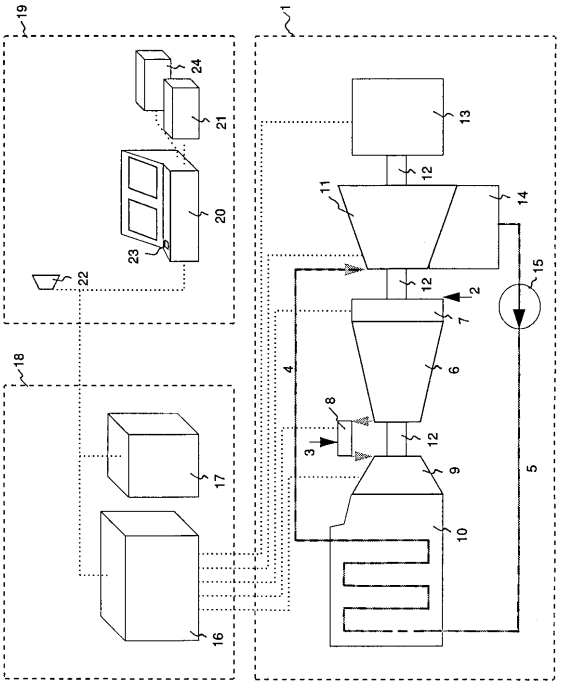
【図１】本発明に係わる一軸型コンバインドサイクル発電プラントの機械系統図

【符号の説明】

１…プラント、２…空気、３…燃料、４…蒸気、５…給水、６…圧縮機、７…ＩＧＶ、８…燃焼器、９…ガスタービン、１０…排熱回収ボイラ、１１…蒸気タービン、１２…ロータ、１３…発電機、１４…復水器、１５…給水ポンプ、１６…制御装置、１７…計算機、１８…計算機室、１９…中央操作室、２０…オペレータコンソール、２１…プリンタ、２２…スピーカ、２３…スイッチ、２４…送受信装置。

【図１】

図 1



フロントページの続き

(72)発明者 日下 智
茨城県日立市幸町三丁目１番１号 株式会社 日立製作所 日立工場内
(72)発明者 桑名 守
茨城県日立市幸町三丁目２番１号 日立エンジニアリング株式会社内

審査官 梶本 直樹

(56)参考文献 特公平０６－１００９２１（ＪＰ，Ｂ２）
伊藤 正巳、他３名，省力化・高度化を実現するプラント保全システム，日立評論，日本，日立評論社，１９９６年１０月 １日，第７８巻，第１０号，ｐ．１３－１６
野坂 孝範、他３名，水力発電所無人構内巡視支援システム，日立評論，日本，日立評論社，１９９３年１２月 １日，第７５巻，第１２号，Ｐ．６９－７２

(58)調査した分野(Int.Cl.^{7}，ＤＢ名)
G05B 9/02
G05B 23/00-23/02