

明 細 書

発明の名称：空調制御装置及び記憶媒体

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は、空調制御装置及び記憶媒体に関する。

背景技術

[0002] オフィスや住居等の建築設備全体で消費されるエネルギーのうち、空調関連の消費エネルギーが約半分を占めている。そのため、空調関連の省エネルギー化の推進が建築設備の省エネルギーに大きく貢献する。これまで、空調の省エネルギーの観点から、数多くの空調制御装置が提案されている。

[0003] 例えば、特許文献1記載の技術は、在室者の快適性を考慮しつつ、効率よく消費エネルギーの省エネルギー化を図る技術について提案している。

この特許文献1記載の技術は、予め設定された快適性指標の目標設定範囲の中で、冷凍機、冷却塔、外気用コイル、還気用コイル、送水ポンプ、送風ファンの消費エネルギーの合計値が最小になるように、空調機から空調制御対象へ供給される送風の温度設定値及び湿度設定値を算出し、空調及び熱源装置にこれらの設定値を送信する構成を採っている。

[0004] また、特許文献2記載の技術は、業務用空調制御システムに関するものであり、時々刻々変化するシステム各所の状態を取り込み、システム全体が最も省エネ化可能な目標指示値を取得し、業務用空調システムを制御する技術を提案している。

[0005] この特許文献2の技術は、冷却水の運用に関する目標指示値、冷水の運用に関する目標指示値及び冷風の運用に関する業務用空調機の目標指示値のうち、最適連携省エネ制御装置で得られた少なくとも2つ以上の運用に関する目標指示値をシステム構成機器の制御装置に送信する構成を採っている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2009-174825号公報

特許文献2：特開2008-75977号公報

特許文献3：特開2007-285579号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、特許文献1、2記載の技術は、外気用コイルにより温湿度が調整された外気と、還気用コイルにより温湿度が調整された還気を混合し、空調制御対象に給気するものであった。

また、特許文献3記載の技術は、空調制御対象からの還気の一部がダンパを介して外気と混合し、直膨コイルにより冷却され、さらに、この冷却された空気と還気が混合し、冷温水コイルにより温湿度が調整された空気を空調制御対象に給気するものである。

[0008] これらの技術は、空調制御対象の空調方式が、外気導入空調機と還気導入空調機（例えば外調機とビル用マルチエアコン）を組み合わせた構成とされた場合には、各空調機の導入する空気が異なっており、同一の空調制御対象に複数の給気があるため、空調関連の設定値を決定することができなかった。

[0009] また、上述した技術は、空調制御対象の空調方式が、外気導入空調機と還気導入空調機を組み合わせた構成の場合、省エネを図るためには、各空調機の効率と負荷配分を考慮する必要があった。

課題を解決するための手段

[0010] 実施形態の空調制御装置は、給気系が異なる複数種類の空調機により空調ゾーンの空調制御を行う空調制御装置である。

設定部は、複数種類の空調機のそれぞれのモデルに基づいて生成された最適負荷配分関数に基づいてユーザにより設定された空調ゾーンの快適性範囲内で複数種類の空調機全体の消費エネルギーがより低減されるように、複数種類の空調機に空調負荷配分を設定する。

出力部は、設定部により設定された空調負荷配分に基づいて、複数種類の空調機を制御する制御値を複数種類の空調機の制御装置にそれぞれ出力する

。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、第1実施形態の空調システムの概要構成図である。

[図2]図2は、空調制御装置の概要構成ブロック図である。

[図3]図3は、最適負荷配分設定値算出部の動作説明図である。

[図4]図4は、最適負荷配分関数のPMV範囲がユーザの設定したPMV範囲と異なる場合の最適負荷配分設定値算出部の動作説明図である。

[図5]図5は、第1実施形態の空調制御装置の処理フローチャートである。

[図6]図6は、第2実施形態の空調システムの概要構成ブロック図である。

[図7]図7は、第2実施形態の変形例の説明図である。

[図8]図8は、第3実施形態の空調システムの概要構成ブロック図である。

[図9]図9は、第4実施形態の空調システムの概要構成ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0012] 次に実施形態について図面を参照して説明する。

以下の説明においては、空調関連の設定値を算出する際に、快適性指標を利用するものとする。

快適性指標として、PMV、有効温度、この有効温度を修正した修正有効温度などが挙げられるが、以下においては、PMVを用いた場合を例として説明する。

また、最近のオフィスビル等は断熱性が良くパソコンやOA機器が多い。このため、年間を通じて空調が冷房モードであることが多い。したがって、以下の各実施形態の説明においては冷房モードで空調制御を行う場合を例として説明する。

[0013] [1] 第1実施形態

図1は、第1実施形態の空調システムの概要構成図である。

第1実施形態の空調システム1は、図1に示すように、空調システム1全体を制御する空調制御装置10と、空調対象としての空調ゾーン（被空調エリア）11と、熱源（本実施形態では、冷却用熱源）を供給する熱源装置1

２と、外気を導入して空調を行う空調機である外気導入空調機１３と、空調ゾーン１１内の空気を導入して空調を行う還気導入空調機１４と、を備えている。

[0014] 上記構成において、空調ゾーン１１とは、各空調機の制御ゾーンである被空調室内のことである。

この場合において、例えば、大型ビルの場合、室内全体を一括して制御するには、大きすぎる。このため、室内を複数の制御ゾーンを分けて、それぞれの制御ゾーンに対して複数の空調機を制御するようにしている。しかしながら、このような場合でも簡略化のため各制御ゾーンを空調ゾーンと呼ぶものとする。

[0015] 次に第１実施形態の動作を説明する。

空調ゾーン１１は、導入する空気が異なる複数の空調機による給気と、空調ゾーン１１の室内温度を計測する室内温度計５４と、室内湿度を計測する室内湿度計５５を有する。空調ゾーン１１では、外気導入空調機１３と還気導入空調機１４による給気で、在室者の快適性を維持する。

[0016] 熱源装置１２は、冷媒３１と、冷水バルブ６２と、を備えている。

ここで、冷媒３１は、外気２１と熱交換を行うことにより、温度が低下される。

さらに熱源装置１２は、冷媒３１との熱交換により冷水３２を生成し、生成した冷水３２を外気導入空調機１３に供給する。

[0017] 熱源装置用制御装置４２は、空調制御装置１０から受信した外気導入空調機１３の給気温度設定値と、給気温度計５３が計測した外気導入空調機１３の空調ゾーン１１へ供給する給気の温度の現在値（給気温度現在値）と、に基づいて、開度制御信号を生成し、冷水バルブ６２に出力する。

[0018] 開度制御信号が入力されると、冷水バルブ６２は、開度制御信号に対応する開度となり、外気導入空調機１３の給気温度を制御する。ここでは、冷媒３１と区別するため、熱源装置１２が冷水３２を生成するとしたが、温水等の冷媒でもよい。

外気導入空調機 13 は、外気用冷却コイル 15 と、給気ファン 64 と、排気ファン 65 と、を備えている。

[0019] 外気導入空調機 13 の外気用冷却コイル 15 は、熱源装置 12 で生成された冷水 32 との熱交換により導入した外気 21 を設定された温度とする。

給気ファン 64 は、外気用冷却コイル 15 によって冷却された外気 21 を、空調ゾーン 11 に給気する。したがって、空調ゾーン 11 内への給気量は、給気ファン 64 により制御されることとなる。

排気ファン 65 は、空調ゾーン 11 の空気を建物外に排気 23 として排出する。

[0020] ここで、外気導入空調機 13 が空調ゾーン 11 から排出する排気 23 の流量は、空調制御装置 10 から受信した給気流量の設定値により決定される。

すなわち、給気ファン 64 による給気量と、排気ファン 65 による排気量と、の関係は、圧力差を生じないように 1 対 1 とする。なお、外気導入空調機 13 の空調ゾーン 11 への給気量は、空調ゾーン 11 内の CO_2 濃度が一定となるように給気ファン 64 によって制御されてもよい。

[0021] 還気導入空調機 14 は、還気用冷却コイル 16 と、冷媒 33 と、冷媒バルブ 63 と、給気ファン 66 と、を備えている。

還気導入空調機 14 の還気用冷却コイル 16 は、外気 21 と熱交換により冷却した（温度を下げた）冷媒 33 と、給気ファン 66 を駆動することにより空調ゾーン 11 から導入された還気 22 と、の熱交換により、還気 22 の温度を設定された温度とする。

[0022] これと並行して、還気導入空調機用制御装置 41 は、空調制御装置 10 から受信した室内温度設定値及び室内湿度設定値と、空調ゾーン 11 の室内温湿度を計測する室内温度計 54 及び室内湿度計 55 の現在値とを取得し、冷媒バルブ 63 に開度制御信号を出力する。還気導入空調機用制御装置 41 から開度制御信号が入力された冷媒バルブ 63 は、入力された開度制御信号に対応する開度となり、還気 22 の温度及び湿度、すなわち、空調ゾーン 11 への給気の温度及び湿度を調整する。

これにより、給気ファン 6 6 は、還気用冷却コイル 1 6 によって冷却された還気 2 2 を空調ゾーン 1 1 に給気する。

[0023] 図 2 は、空調制御装置の概要構成ブロック図である。

空調制御装置 1 0 は、図 2 に示すように、現在値取得部 1 1 1 と、快適性範囲設定部 1 1 2 と、最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 と、最適負荷配分設定値送信部 1 1 4 と、を備えている。

[0024] 現在値取得部 1 1 1 は、外気温度計 5 1、外気湿度計 5 2、給気温度計 5 3、室内温度計 5 4、室内湿度計 5 5 及び風量計 5 6 が接続されている。これにより、現在値取得部 1 1 1 は、外気温度、外気湿度、給気温度、空調ゾーン 1 1 の温度（室内温度）、空調ゾーン 1 1 の湿度及び外気導入空調機 1 3 が空調ゾーン 1 1 に給気する際の風量のそれぞれの現在値を取得する。

[0025] 快適性範囲設定部 1 1 2 は、空調ゾーン 1 1 の快適性範囲（PMV 範囲）をユーザが設定するものである。本第 1 実施形態においては、PMV 範囲をユーザが設定することとなる。

[0026] 最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 は、現在値取得部 1 1 1 が取得した外気温度、外気湿度、給気温度、空調ゾーン 1 1 の温度（室内温度）、空調ゾーン 1 1 の湿度及び外気導入空調機 1 3 が空調ゾーン 1 1 に給気する際の風量の現在値と、快適性範囲設定部 1 1 2 から取得した PMV 範囲を用いて、外気導入空調機 1 3 と還気導入空調機 1 4 の負荷配分を最適化する運用に関する設定値を算出する。

[0027] より具体的には、最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 は、空調ゾーン 1 1 内の CO_2 濃度を所定範囲に維持した状態で、外気導入をして空調ゾーン 1 1 に導入する外気 2 1 を空調ゾーン 1 1 における所望温度及び所望湿度にするために必要とされるエネルギーと、空調ゾーン 1 1 から取り込んだ還気 2 2 を空調ゾーン 1 1 に再び戻す際に、空調ゾーン 1 1 における所望温度及び所望湿度にするために必要とされるエネルギーと、の総和が最小となるように運用に関する設定値を算出する。これにより、最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 は、外気導入空調機 1 3 と還気導入空調機 1 4 の負荷配分を最適化するこ

となる。

[0028] そして、最適負荷配分設定値送信部 1 1 4 は、最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 より取得した負荷配分を最適化する運用に関する空調関連の設定値を、熱源装置用制御装置 4 2 と、還気導入空調機用制御装置 4 1 に送信する。本実施形態においては、空調関連の運用に関する設定値として、還気導入空調機用制御装置 4 1 に対し室内温度設定値と室内湿度設定値を送信し、熱源装置用制御装置 4 2 に対し給気温度設定値を送信している。

[0029] 本実施形態においては、上述したように、空調関連の運用に関する設定値として、還気導入空調機用制御装置 4 1 に対して室内温度設定値と室内湿度設定値を送信し、熱源装置用制御装置 4 2 に対して給気温度設定値を送信している。しかしながら、これに限られるものではなく、負荷配分を最適化することができるのであれば、いかなる設定値でも適用可能である。

[0030] 最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 における空調関連の設定値算出方法は、例えば、特開 2 0 1 1 - 2 7 3 0 1 号公報に開示されている技術を適用することが可能である。具体的には、複数の外気条件と、複数の空調ゾーン的环境条件との組み合わせごとにそれぞれ、設定された P M V の範囲内で空調制御の所要動力に関する値が最小となるような空調制御のための設定値を最適化演算で予め算出し、全ての条件における設定値を通る最適運用関数を作成する。そして、予め作成した最適運用関数と、現在の環境条件により空調関連の設定値を特定し、空調機に送信する。

この手法（技術）によれば、在室者が快適と感じる（快適性：P M V）範囲で消費エネルギーが最小となる空調関連の設定値を算出できる。

[0031] 次に本実施形態における最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 の動作を説明する。

図 3 は、最適負荷配分設定値算出部の動作説明図である。

最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 は、オフライン処理部 1 3 1 で作成した最適負荷配分関数を取得し、最適負荷配分設定値を算出する。

[0032] ここで、オフライン処理部 1 3 1 について説明する。

オフライン処理部 131 は、通常は、最適負荷配分設定値算出部 113 と切り離されたオフライン状態で最適負荷配分関数を生成する。

これは、最適負荷配分関数の作成は演算負荷が高く、リアルタイムで演算が行えないからである。

[0033] オフライン処理部 131 は、最適負荷配分演算部 132 と、最適負荷配分関数作成部 133 と、空調モデル記憶部 134 と、を備えている。

空調モデル記憶部 134 は、本実施形態の場合、空調関連装置である熱源装置 12、外気導入空調機 13 及び還気導入空調機 14 の構成に関する情報が記憶されている。

したがって、本実施形態の空調モデル記憶部 134 においては、熱源装置 12 の構成に対応する熱源装置モデル 135 と、外気導入空調機 13 の構成に対応する外気導入空調機モデル 136 と、還気導入空調機 14 の構成に対応する還気導入空調機モデル 137 と、が記憶されている。

[0034] 最適負荷配分演算部 132 は、複数の条件の外気温度と、外気湿度と、給気温度と、室内温度と、室内湿度と、外気導入空調機 13 の風量の組み合わせごとにそれぞれ、ユーザにより設定された PMV 範囲内で空調関連の消費エネルギーが最小となる、各空調機の負荷配分を最適化する室内温度設定値、室内湿度設定値及び、給気温度設定値を算出する。

[0035] 本第 1 実施形態では、空調関連の消費エネルギー値は、下記式 (1) で表せられる。ここでは、外気導入空調機 13 は給気ファンを一つだけ有しているとし、還気導入空調機 14 はビルマルチ空調装置を対象とし、空調関連の消費エネルギーを式 (1) に示す。

[0036] ・全消費エネルギー値 (E) = 熱源装置 12 の消費エネルギー (E_{heat})
 + 外気導入空調機 13 の消費エネルギー (E_{out})
 + 還気導入空調機 14 の消費エネルギー (E_{ra})
 (1)

・熱源装置消費エネルギー (E_{heat}) = Q_{heat} / COP

・外気導入空調機消費エネルギー (E_{out})

$$\begin{aligned}
 &= (F_{out} \times H) / (\eta \times 6120 \times 9.81) \\
 &\cdot \text{還気導入空調機消費エネルギー} (E_{ra}) \\
 &= E_{bmoutrat} \times f_1(Q_{bm}) \times f_2(T_{amb}, T_{rwb}) \\
 &\quad + E_{bmin}
 \end{aligned}$$

[0037] ここで、 Q_{heat} は熱源負荷、COPは熱源成績係数、 F_{out} は外気導入量、 H は圧力、 η は効率、 $E_{bmoutrat}$ は室外機定格消費電力、 f_1 は第1の関数、 f_2 は第2の関数、 Q_{bm} はビルマルチシステムの負荷率、 T_{amb} は外気温度、 T_{rwb} は空調ゾーン湿球温度、 E_{bmin} は室内機消費電力である。

[0038] この場合において、式(1)の全消費エネルギーを最小化する作動流体の力学的な平衡状態の探索については、例えば、特開2008-256258号公報に記載のアルゴリズム(消費エネルギー最小化アルゴリズム)を用いることができる。

[0039] 最適負荷配分関数作成部133は、ユーザが設定可能な室内温度設定値、室内湿度設定値及び給気温度設定値毎に、最適負荷配分演算部132で算出された全ての設定値を包含する関数を最適負荷配分関数として生成する。なお、ユーザが設定可能な設定値の組み合わせについては、生成後の最適負荷配分関数において実用上問題なく適用が可能であれば、サンプリングした一部の設定値の組み合わせを用いるようにすることも可能である。

[0040] さらに、最適負荷配分関数作成部133においては、PMV範囲を変更させた最適負荷配分関数を複数生成するようにしている。これにより、ユーザが自由にPMV範囲を変更でき、所定範囲内のPMVで空調関連の消費エネルギーがより少なくなる、外気導入空調機13及び還気導入空調機14の負荷配分を最適化する室内温度設定値、室内湿度設定値、給気温度設定値を算出できるようにするためである。

[0041] 最適負荷配分関数作成部133において、生成されたPMV範囲を変更させた複数の最適負荷配分関数を受け取ると、最適負荷配分設定値算出部113は、現在値取得部111から取得した外気温度、外気湿度、給気温度、室内温度、室内湿度、風量と、快適性範囲設定部112から取得したPMV範

囲に基づいて、最適負荷配分関数作成部 1 3 3 から取得した最適負荷配分関数を適宜選択する。そして、最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 は、選択した最適負荷配分関数を用いて室内温度設定値、室内湿度設定値及び給気温度設定値を算出する。なお、複数の最適負荷配分関数を記憶する容量が不足するような場合には、その都度、最適負荷配分関数作成部 1 3 3 から最適負荷配分関数を取得するように構成することも可能である。

[0042] 次にユーザが PMV 範囲を変更した場合の最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 の動作をより具体的に説明する。

以下の説明においては、最適負荷配分関数作成部 1 3 3 が、PMV の範囲を $-0.5 \leq PMV \leq 0.5$ とした最適負荷配分関数 F 1 と、PMV の範囲を $-0.9 \leq PMV \leq 0.9$ とした最適負荷配分関数 F 2 と、を生成している場合について説明する。

[0043] これにより、最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 は、最適負荷配分関数作成部 1 3 3 で作成された最適負荷配分関数 F 1 と最適負荷配分関数 F 2 とを受け取る。

[0044] 図 4 は、最適負荷配分関数の PMV 範囲がユーザの設定した PMV 範囲と異なる場合の最適負荷配分設定値算出部の動作説明図である。

[0045] ここで、快適性範囲設定部 1 1 2 を介してユーザにより、PMV の範囲が $-0.7 \leq PMV \leq 0.7$ と設定されると、最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 は、図 4 に示すように、最適負荷配分関数 F 1 における室内温度設定値（図 4 の例の場合、 26°C ）と、最適負荷配分関数 F 2 における室内温度設定値（図 4 の例の場合、 28°C ）を用いて、図 4 の例の場合には、内挿法により、PMV の範囲が $-0.7 \leq PMV \leq 0.7$ と設定したときの室内温度設定値（図 4 の例の場合、 27°C ）を算出する。

[0046] 以上の説明は、室内温度設定値を例としたものであるが、室内湿度設定値と給気温度設定値またはその他空調関連の設定値も同様に算出する。

[0047] この結果、最適負荷配分設定値送信部 1 1 4 は、最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 により算出した室内温度設定値、室内湿度設定値、給気温度設定値

等の制御に必要な全ての空調関連の設定値を最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 から取得して、熱源装置用制御装置 4 2 及び還気導入空調機用制御装置 4 1 へ送信する。

[0048] 次に本第 1 実施形態の空調制御装置の動作を説明する。

図 5 は、第 1 実施形態の空調制御装置の処理フローチャートである。

まず、空調制御装置 1 0 は、各センサから取得した現在値を取得する（ステップ S 1 1）。

[0049] 次に空調制御装置 1 0 は、ユーザが空調ゾーンの快適性範囲（本実施形態では、PMV 範囲）を設定することにより（ステップ S 1 2）、演算に必要な最適負荷配分関数を取得する（ステップ S 1 3）。

[0050] 続いて空調制御装置 1 0 は、取得した最適負荷配分関数に基づいて最適負荷配分設定値を算出し、取得する（ステップ S 1 4）。

これらの結果、空調制御装置 1 0 は、取得した最適負荷配分設定値を、還気導入空調機用制御装置 4 1 と、熱源装置用制御装置 4 2 に送信して、処理を終了する（ステップ S 1 5）。

[0051] この結果、還気導入空調機用制御装置 4 1 及び熱源装置用制御装置 4 2 は、受信した最適負荷配分に対応する設定値に基づいてそれぞれ空調制御を行うこととなる。

[0052] 以上の説明のように、本第 1 実施形態によれば、予め熱源装置モデルと、外気導入空調機モデルと、還気導入空調機モデルを用いて、複数の外気温度と、外気湿度と、給気温度と、室内温度と、室内湿度と、風量の組み合わせごとにそれぞれ、所定範囲内の快適性指標値で空調関連の最適負荷配分関数を作成しておくので、同一の空調ゾーンにおいて、外気を導入する空調機（外気導入空調機）と、空調ゾーンからの還気を導入する空調機（還気導入空調機）と、の組み合わせのように、複数の給気系統がある場合であっても、各空調機の運用に関する設定値をそれぞれ設定することができ、各空調機の負荷配分を最適化することができる。

[0053] また、快適性指標値の範囲内で空調を運用できるので、在室者の快適性の

範囲内で最大限、消費エネルギーを削減することができる。

[0054] [1. 1] 第 1 実施形態の変形例

上記第 1 実施形態の説明においては、図 1 に示す空調ゾーン 11 は、外気導入空調機 13 からの給気と、還気導入空調機 14 からの給気のように、2 つの給気を有しているが、例えば、同一の空調ゾーン 11 に外気導入空調機 13 及び還気導入空調機 14 がそれぞれ複数あってもよい。外気導入空調機 13 及び還気導入空調機 14 が複数ある場合は、同一の空調ゾーンであれば、外気導入空調機には同一の給気温度設定値を、還気導入空調機には同一の室内温度設定値及び室内湿度設定値を出力する。また、本実施形態では、図 1 に示すように熱源装置 12 は、冷却塔を有さない熱源装置、例えば空冷ヒートポンプチラー等を空調制御装置 10 の制御対象としている。

[0055] また、上記第 1 実施形態の説明においては、快適性指標を PMV としたが、有効温度、作用温度、修正有効温度等でもよい。何れの指標であっても、同一の空調ゾーンに、導入する空気が異なる複数の空調機による給気がある場合において、快適性指標を利用して快適性の範囲で消費エネルギーを低減（より好ましくは最小化）することが可能となるように、各空調機の負荷配分を最適化するための各種空調関連の設定値を決定することができる。

[0056] [2] 第 2 実施形態

次に第 2 実施形態について説明する。

図 6 は、第 2 実施形態の空調システムの概要構成ブロック図である。

図 6 において、図 1 と同様の部分には、同一の符号を付すものとする。

第 2 実施形態の空調システム 1A は、空調制御装置 10 と、空調ゾーン 11 と、熱源装置 12 と、外気導入空調機 13 に代わる空調機 201 と、還気導入空調機 14 と、を備えている。

[0057] 上記構成において、空調機 201 は、ダンパ 202 と、冷却コイル 203 と、給気ファン 64 と、排気ファン 65 と、を備えている。

[0058] ダンパ 202 は、空調機 201 が建物外から取り入れた外気 21 と、排気ファン 65 によって空調ゾーン 11 から取り出した空気とを混合させる割合

を制御するものである。つまり、空調機 201 が給気する空気の外気比率を決定する。空調機 201 が空調ゾーン 11 に給気する風量は、給気ファン 64 によって制御される。

- [0059] 冷却コイル 203 は、熱源装置 12 で生成された冷水 32 との熱交換により、ダンパ 202 により混合された空気を設定された温度に制御する。なお、空調機 201 が空調ゾーン 11 に給気する風量は、空調ゾーン 11 内の CO_2 濃度が一定となるように外気 21 をダンパ 202 により取り込み、給気ダクトの圧力が一定となるように給気ファン 64 によって制御されてもよい。
- [0060] 本第 2 実施形態の空調制御装置 10 においては、オフライン処理部 131 で最適負荷配分関数を生成するに際して、空調モデル記憶部 134 に記憶するモデルを、第 1 実施形態の外気導入空調機モデル 136 に代えて、外気と還気を混合させる空調機モデルを記憶させる。
- [0061] これにより、最適負荷配分演算部 132 は、記憶した外気と還気を混合させる空調機モデルに対して、複数の条件の外気温度と、外気湿度と、給気温度と、室内温度と、室内湿度と、風量の組み合わせごとにそれぞれ、ユーザにより設定された PMV の範囲内で空調関連の消費エネルギーがより少なくなり、より好ましくは、最小となるような各空調機の負荷配分を最適化する室内温度設定値、室内湿度設定値及び給気温度設定値を算出する。
- [0062] 本第 2 実施形態の動作については、図 5 に示した第 1 実施形態と同様であるので、その詳細な説明を援用する。
- [0063] 本第 2 実施形態によれば、外気 21 と、空調ゾーン 11 から取り出された空気を混合させることにより、外気と比べて、冷却する空気の温度及び湿度は、空調ゾーン 11 の温度及び湿度に近いので、冷却コイル 203 における冷却熱量を減少させることができる。これにより、第 1 実施形態と比較して、より一層、消費エネルギーを削減することができる。また、空調制御装置 10 の動作は、第 1 実施形態と同様であり、各空調機の負荷配分を最適化する運用に関する空調関連の設定値を決定することができる。さらに、快適性指標値の範囲内で空調を運用することから、在室者の快適性の範囲内で消費

エネルギーを削減することができる。

[0064] [2. 1] 第2実施形態の変形例

図7は、第2実施形態の変形例の説明図である。

上記第2実施形態の説明においては、外気21と、空調ゾーン11から取り出した空気を混合し、この空気を冷却コイル203によって設定された温湿度に制御しているが第2実施形態の変形例の空調システム1Bにおいては、図7に示すように、空調機201に代えて用いる空調機201Aを、外気用冷却コイル15によって冷却された外気21と、空調ゾーン11から取り出した空気を混合し、空調ゾーン11に給気する構成を採るようにしてもよい。

[0065] 本第2実施形態の変形例によっても、同一の空調ゾーンに、導入する空気系統が異なる複数の空調機による給気がある場合においても、ユーザにより設定された快適性指標値（たとえば、PMV）の範囲内で消費エネルギーを低減でき、好ましくは、最小とすることができる。また、各空調機の負荷配分を最適化する運用に関する空調関連の設定値を確実に決定することができる。

[0066] [3] 第3実施形態

次に第3実施形態について説明する。

図8は、第3実施形態の空調システムの概要構成ブロック図である。

図8において、図1の第1実施形態と同様の部分には、同一の符号を付すものとする。

第3実施形態の空調システム1Cは、空調制御装置10と、空調ゾーン11と、熱源装置12に代わる熱源装置221と、外気導入空調機13と、還気導入空調機14と、を備えている。

[0067] 上記構成において、熱源装置221は、冷媒31と、冷水バルブ62と、冷媒バルブ222と、を備えている。

熱源装置用制御装置42は、空調制御装置10から送信された冷水32の温度設定値と、冷媒31の温度を計測する冷水温度計223により送信され

た冷水温度の現在値と、を取得し、冷媒バルブ 2 2 2 の開度を制御する開度制御信号を冷媒バルブ 2 2 2 に出力する。

冷媒バルブ 2 2 2 は、熱源装置用制御装置 4 2 から入力された開度制御信号に基づいてバルブ開度を変更し、冷媒 3 1 の温度を制御する。

[0068] 次に本第 3 実施形態における最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 の動作を説明する。

本第 3 実施形態の空調制御装置 1 0 においては、オフライン処理部 1 3 1 で最適負荷配分関数を生成するに際して、空調モデル記憶部 1 3 4 に記憶するモデルを、第 1 実施形態の外気導入空調機モデル 1 3 6 に代えて、冷媒バルブ 2 2 2 を有する外気導入空調機モデルを記憶させる。

[0069] これにより、最適負荷配分演算部 1 3 2 は、複数の条件の外気温度と、外気湿度と、給気温度と、室内温度と、室内湿度と、風量と、の組み合わせごとにそれぞれ、ユーザにより設定された P M V の範囲内で空調関連の消費エネルギーがより低減される、より好ましくは最小となる、各空調機の負荷配分を最適化する室内温度設定値、室内湿度設定値、給気温度設定値及び、冷水温度設定値を算出する。

[0070] 一方、最適負荷配分関数作成部 1 3 3 は、室内温度設定値、室内湿度設定値、給気温度設定値及び、冷水温度設定値ごとに、最適負荷配分演算部 1 3 2 で算出された全ての設定値を通る関数を最適負荷配分関数として生成する。この場合においても、第 1 実施形態と同様に、P M V 範囲を変更させた複数の最適負荷配分関数を生成しておく。

[0071] この結果、最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 は、現在値取得部 1 1 1 から取得した外気温度、外気湿度、給気温度、室内温度、室内湿度及び快適性範囲設定部 1 1 2 から取得した P M V 範囲に基づいて、最適負荷配分関数作成部 1 3 3 から最適負荷配分関数を取得し、第 1 実施形態と同様に、室内温度設定値、室内湿度設定値、給気温度設定値及び冷水温度設定値を算出する。

[0072] そして、最適負荷配分設定値送信部 1 1 4 は、最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 により算出した設定値を取得して熱源装置用制御装置 4 2 及び還気導

入空調機用制御装置 4 1 へ送信する。

本第 3 実施形態によれば、熱源装置 2 2 1 の冷媒バルブ 2 2 2 を利用することにより、冷水 3 2 の温度を制御可能となる。このため、熱源装置 2 2 1 が冷水を生成する消費エネルギーも考慮したうえで、空調関連の設定値を決定することができる。また、第 1 実施形態と比較してより消費エネルギーを削減することができる。

[0073] [4] 第 4 実施形態

次に第 4 実施形態について説明する。

図 9 は、第 4 実施形態の空調システムの概要構成ブロック図である。

図 9 において、図 1 の第 1 実施形態と同様の部分には、同一の符号を付すものとする。

第 4 実施形態の空調システム 1 D は、空調制御装置 1 0 と、空調ゾーン 1 1 と、熱源装置 1 2 と、外気導入空調機 1 3 と、還気導入空調機 1 4 と、冷却塔 2 6 1 と、を備えている。

[0074] 上記構成において、冷却塔 2 6 1 は、ファン 2 6 2 と、ポンプ 2 6 3 を有しており、外気 2 1 と熱交換により冷却された冷却水 2 6 4 を、ポンプ 2 6 3 によって一定量の冷却水 2 6 4 を熱源装置 1 2 に送水している。

熱源装置 1 2 の冷媒 3 1 は、冷却塔 2 6 1 から送水された冷却水 2 6 4 との熱交換により温度を下げられる。

[0075] 冷却塔用制御装置 2 6 6 は、空調制御装置 1 0 から送信された冷却水 2 6 4 の温度設定値と、熱源装置 1 2 に送水する冷却水 2 6 4 の温度を計測する冷却水温度計 2 6 5 の現在値と、を取得し、冷却水 2 6 4 の温度を制御するためのファン制御信号をファン 2 6 2 に出力する。

これにより、ファン 2 6 2 は、入力されたファン制御信号に基づいて、冷却水 2 6 4 の温度を制御する。

[0076] 次に本第 4 実施形態における最適負荷配分設定値算出部 1 1 3 の動作を説明する。

本第 4 実施形態の空調制御装置 1 0 においては、オフライン処理部 1 3 1

で最適負荷配分関数を生成するに際して、空調モデル記憶部 134 に記憶するモデルを、熱源装置モデル 135、外気導入空調機モデル 136、還気導入空調機モデル 137 に加えて、冷却塔モデルを記憶させる。

[0077] これにより、最適負荷配分演算部 132 は、記憶した空調モデルに対して、複数の条件の外気温度と、外気湿度と、給気温度と、室内温度と、室内湿度と、風量の組み合わせごとにそれぞれ、ユーザにより設定された PMV の範囲内で空調関連の消費エネルギーがより低減される、より好ましくは、最小となる、各空調機の負荷配分を最適化する室内温度設定値、室内湿度設定値、給気温度設定値及び、冷却水温度設定値を算出する。

[0078] 本実施形態においては、空調関連の消費エネルギー値は、下記式 (2) で表せられる。

$$\begin{aligned} \cdot \text{全消費エネルギー値 (E)} &= \text{熱源装置消費エネルギー (E}_{\text{heat}}) \\ &\quad + \text{外気導入空調機消費エネルギー (E}_{\text{out}}) \\ &\quad + \text{還気導入空調機消費エネルギー (E}_{\text{ra}}) \\ &\quad + \text{冷却塔消費エネルギー (E}_c) \\ &\quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (2) \end{aligned}$$

$$\cdot \text{冷却塔消費エネルギー (E}_c) = E_{\text{fan}} + E_{\text{pump}}$$

ここで、 E_{fan} は、冷却塔ファン消費エネルギーであり、 E_{pump} は、冷却水ポンプ消費エネルギーである。

[0079] また、本第 4 実施形態の空調制御装置 10 は、各センサから取得した現在値と、ユーザが設定した空調ゾーンの快適性範囲により、予め作成した最適負荷配分関数から最適負荷配分設定値を取得する。そして空調制御装置 10 は、取得した最適負荷配分設定値を、還気導入空調機用制御装置 41、熱源装置用制御装置 42 及び冷却塔用制御装置 266 に送信する。

[0080] 上記構成を採ることにより、本第 4 実施形態によれば、熱源装置 11、外気導入空調機 13、還気導入空調機 14 に加え、冷却塔 261 を備えた空調関連の設備について、各空調機の負荷配分を最適化する運用に関する空調関連の設定値を決定することができる。さらに、快適性指標値の範囲内で空調

を運用することから、在室者の快適性の範囲内で消費エネルギーを削減することができる。

[0081] [5] 実施形態の効果

以上の説明のように、各実施形態によれば、ユーザが望む（設定した）快適性指標の範囲内で、空調装置における消費エネルギーを低減することが可能となる。

[0082] [6] 実施形態の変形例

本実施形態の空調制御装置で実行される制御プログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルでCD-ROM、フレキシブルディスク（FD）、CD-R、DVD（Digital Versatile Disk）等のコンピュータで読み取り可能な記憶媒体に記憶されて提供される。

[0083] また、本実施形態の空調制御装置で実行される制御プログラムを、インターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせることにより提供するように構成しても良い。また、本実施形態の空調制御装置で実行される制御プログラムをインターネット等のネットワーク経由で提供または配布するように構成しても良い。

[0084] また、本実施形態の空調制御装置の制御プログラムを、ROM等の記憶媒体に予め組み込んで提供するように構成してもよい。

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 給気系が異なる複数種類の空調機により空調ゾーンの空調制御を行う空調制御装置において、
- 前記複数種類の空調機のそれぞれのモデルに基づいて生成された最適負荷配分関数に基づいてユーザにより設定された前記空調ゾーンの快適性範囲内で前記複数種類の空調機全体の消費エネルギーがより低減されるように、前記複数種類の空調機に空調負荷配分を設定する設定部と、
- 前記設定部により設定された空調負荷配分に基づいて、前記複数種類の空調機を制御する制御値を前記複数種類の空調機の制御装置にそれぞれ出力する出力部と、
- を備えた空調制御装置。
- [請求項2] 前記複数種類の空調機は、還気導入空調機を含む、
- 請求項1記載の空調制御装置。
- [請求項3] 前記複数種類の空調機は、外気導入空調機を含む、
- 請求項1または請求項2記載の空調制御装置。
- [請求項4] 前記外気導入空調機は、外気と前記空調ゾーン内の空気と、を混合するダンパを有する空調機である、
- 請求項3記載の空調制御装置。
- [請求項5] 前記設定部は、外気温度、外気湿度、前記外気導入空調機の給気温度、前記空調ゾーン内の温度、前記空調ゾーン内の湿度、外気導入空調機の給気風量及び前記複数種類の空調機のそれぞれのモデルに基づいて生成された最適負荷配分関数を生成する関数生成部が接続されて前記最適負荷配分関数を取得する取得部を備えた、
- 請求項3または請求項4記載の空調制御装置。
- [請求項6] 前記制御値は、前記外気導入空調機の給気温度設定値と、前記還気導入空調機の室内温度設定値及び室内湿度設定値と、
- を含む、

請求項3乃至請求項5のいずれかに記載の空調制御装置。

[請求項7] 前記設定部は、前記複数種類の空調機のそれぞれのモデルに加えて、前記外気導入空調装置に供給する冷水の温度を制御するための熱源装置のモデルに基づいて生成された最適負荷配分関数に基づいて空調負荷配分を設定する、

請求項3乃至請求項6のいずれかに記載の空調制御装置。

[請求項8] 前記設定部は、前記複数種類の空調機のそれぞれのモデル及び前記熱源装置のモデルに加えて、前記熱源装置の冷却を行う冷却塔のモデルに基づいて生成された最適負荷配分関数に基づいて空調負荷配分を設定する、

請求項1乃至請求項7のいずれかに記載の空調制御装置。

[請求項9] 前記快適性を表す快適性指標として、PMV、有効温度あるいは修正有効温度のいずれか一つを用いる、

請求項1乃至請求項8のいずれかに記載の空調制御装置。

[請求項10] 前記設定部は、前記空調ゾーンの快適性範囲内で前記複数種類の空調機全体の消費エネルギーが最低となるように前記複数種類の空調機に空調負荷配分を設定する、

請求項1乃至請求項9のいずれかに記載の空調制御装置。

[請求項11] 給気系が異なる複数種類の空調機により空調ゾーンの空調制御を行う空調制御装置をコンピュータにより制御するための制御プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記憶媒体であって、

前記コンピュータを、

前記複数種類の空調機のそれぞれのモデルに基づいて生成された最適負荷配分関数に基づいてユーザにより設定された前記空調ゾーンの快適性範囲内で前記複数種類の空調機全体の消費エネルギーがより低減されるように、前記複数種類の空調機に空調負荷配分を設定する設定機能と、

前記設定機能において設定された空調負荷配分に基づいて、前記複

数種類の空調機を制御する制御値を前記複数種類の空調機の制御装置にそれぞれ出力する出力機能と、
して機能させる制御プログラムを記憶した記憶媒体。