

優良省エネルギー設備顕彰事例②

新設設備部門 (社)日本冷凍空調設備工業連合会会長優秀賞

2槽式空調システムとヒートクール制御システム 「エアペックス」ツインエコシステム

設備所有者：北九州市立大学
設備施工者：津福冷機工業(株)

建物の概要

名称 北九州市立大学
所在地 北九州市若松区ひびきの1番1号
概要 建家 地上2階 構造 RC造
延床面積 241.9m²
用途 実験棟

1. 技術開発の目的と経過

目的：

従来形の恒温恒湿装置は常に空気を冷やしながら、再度加熱することでコントロールしていました。つまり冷却と加熱を同時に行っており、その分電力消費量を上昇させる要因となっています。エアペックス・ツインエコシステムにおいてはその問題点を解決し、飛躍的に電力消費量を抑えました。恒温恒湿装置は長時間運転をする実験装置におけるニーズが多いことから省電力効果は絶大です。全く新しい発想での恒温恒湿装置を開発しました。

経過：

①開発内容

1. 空気調和装置の配置等の研究
2. 空気調和装置の温度分布、気流分布の研究
3. 制御機器、センサーの研究
4. 冷凍機のインバーター制御の精度研究
5. 冷凍サイクルにおける自動制御機器の研究
6. 湿度制御時の最適水分量の研究
7. 1～6の研究成果を実証するための運転試験、およびデータ収集
8. 再現性試験



建物外観

②開発の期間

研究・・・平成13年4月より
納入・・・平成14年2月より

③開発の規模

a.1m³恒温恒湿槽を使用。

現在のパッケージ形恒温恒湿槽における最も主流の商品であり、市場ニーズがもっとも高いと考えられます。

b.14.5m³環境試験室を使用。

室内寸法を変更できるようにしており、プレハブ形恒温恒湿システムのさまざまなパターンの実験をすることができます。

④成果（略）

2. 設備・システムの概要

上記目的を達成するために、下記2点について技術開発を実施し採用しています。

①空気調和装置及び空気調和方法

空調機内部の除湿を行うときにも十分な風景を

確保できるようにし、除湿時に冷凍機を運転しながらヒーターを作動させるという無駄な消費も防止できるようにします。

②冷凍機及びその比例制御方式

直膨方式では実現不可能であったモーター出力0~100%までの全範囲で比例式による冷却制御を可能にし、かつ精密に制御します。

3. 着想

①空気調和機器および空気調和方法について

(イ) 従来の技術

近年、半導体の製造工場、印刷工場、各種の試験室等では、より精密な温度制御が要求されてきています。特に、精密な試験機を使用した試験室では±0.1℃程度の制御が要求されてきています。これらの空調は空調機によって行われています。

従来の一般的な空調機では、除湿の制御はファンの回転数を変化させることによって行っていました。

つまり、モーターの回転数を上げて風速を速くし、風量を大きくすれば、空気が冷却コイル表面と接触する時間が短くなり、単位風量当たりの熱交換量が小さくなるので空気の温度はそれほど低下せず、除湿は起こりにくい。

これに対し、モーターの回転数を下げて風速を遅くし、風量を小さくすれば、空気が冷却コイル表面と接触する時間が長くなり、単位風量当たりの熱交換量が大きくなるので空気の温度が低下し、露点温度よりも低くなると冷却コイル表面に結露が生じ除湿が行われます。

そして、除湿を行うことにより空気の温度が下がりすぎた場合には、冷凍機にあらかじめ備えてあるヒーターによって補償するようにしていました。

(ロ) 本技術が解決しようとする課題

しかし、上記方式には、除湿を行うときにはファンの回転数を下げ、送給する空気の風速を遅くしていたため、風量が不足して空調室の空気の循環をむらなく行うことができず、空調室の内部において温度、湿度の分布を均一に安定させることができないという課題がありました。

さらに除湿によって温度が下がりすぎたとき

にはヒーターで加温する必要があったため、冷却しながら同時に加温もしなければならないというエネルギーの無駄を生じ、ランニングコストが高くなるという課題もありました。

本技術はこれらの課題を解決するもので、空調室内部の除湿を行うときにも十分な風量を確保できるようにして、内部の温度、湿度の分布を均一に安定させることができ、除湿時に冷凍機を運転しながらヒーターを作動させるというエネルギーの無駄な消費も防止できる空気調和装置及び空気調和方法を提供することを目的としています。

(ハ) 課題を解決するための方法

第1は冷凍機と空気制御室を備えた空気調和装置で、空気制御室は冷凍機の熱交換器が設けられている冷却制御室と除湿制御室の2つにわかれ、冷却制御室と除湿制御室に空気を流通させて熱交換器と熱交換させる送気手段と、除湿制御室を流通する空気の風量を調整する風量調整手段とを備えていることを特徴とする空気調和装置です。

第2は圧縮機と凝縮器と蒸発器を備えた直接膨張式の冷凍機と空気制御室を備えた空気調和装置で、蒸発器に送られる冷媒液比例制御を行う冷媒液タンクと圧縮機を作動させる圧縮機制御を行う冷媒ガスタンクとを備えている空気調和装置です。

第3は上記の冷却制御室と除湿制御室に空気を流通させて熱交換を行い、除湿制御室を流通する空気の風量を制御することにより除湿量を調整し、冷却制御室と除湿制御室を通過する空気を混合して空調室に送るようにしたことを特徴とする空気調和方法です。

冷却制御室では空気を流通させて熱交換器と熱交換を行い、主に空気を冷却し、除湿制御室ではシャッター等の風量制御手段によって空気の流れる風速を遅くし風量を低下させて熱交換器と熱交換を行い、空気の冷却と共に除湿を行います。

除湿制御室を流れる空気は風量が少なくなっていますが、冷却制御室と除湿制御室のトータルの風量は同じであるので、除湿制御室で除湿を行わない場合と同様に空調室における空気の

循環が効率よく行われます。このように、空調室の空気の循環を効率よく行い、温度、湿度の分布を均一に安定させるための十分な風量を確保しながら、除湿も行うことができます。また冷却除湿の制御は、風量制御手段によって冷却制御用と除湿制御用の空気を適宜割り振って調整することにより、精密な制御が可能になります。

また、除湿するときに従来のように冷凍機を運転しながらヒーターも作動させて温度を調整するというようなエネルギーの無駄な消費を防止できます。

②冷凍機及びその比例制御方法について

(イ) 従来の技術

冷凍機には直接膨張方式（以下、直膨方式）とチラー方式のものがあり、直膨方式とは蒸発器に冷媒液を送り、コイルの中で膨張気化させてコイルを冷却し、通過する空気と熱交換をして冷却を行う方式です。

(ロ) 本技術が解決しようとする課題

直膨方式は空気と直接熱交換を行う構造であるために、構造が簡単で熱交換にも優れますが、連続運転をしながら冷却の制御を行うためには冷却コイルに常に冷媒を送りこむ必要があります。

しかし、冷凍機の圧縮機を駆動するには一定のトルクを必要とするため、モーター出力が圧縮機を駆動できない範囲においては制御が不可能であり、比例制御が可能なのは出力30%～100%の範囲に制限されていました。

従って直膨方式においては、モーター出力の比例制御だけでは精密な冷却制御が困難でした。

本研究は直膨方式の冷凍機において、従来は困難であったモーター出力0～100%までの全範囲で比例式による冷却制御を可能にして、精密な冷却制御を行うことができる冷凍機及びその比例制御方法を提供することを目的としています。

(ハ) 課題を解決するための方法

第1は、圧縮機と凝縮器と蒸発器を備えた冷凍機で、蒸発器に送られる冷媒液の比例制御を行う冷媒液タンクと、圧縮機を作動させる圧縮

機作動制御を行う冷媒ガスタンクを備えていることを特徴としています。

第2は、

- (1)凝縮器で液化させた冷媒液を冷媒液貯留手段に貯留するステップ
- (2)貯留した冷媒液を比例制御により蒸発器に送るステップ
- (3)蒸発器で冷媒を蒸発させて熱媒体を冷却するステップ
- (4)蒸発器で蒸発した冷媒ガスを冷媒ガス貯留手段に貯留するステップ
- (5)貯留された冷媒ガスの圧力が所定の圧力範囲内にあるときに上記圧縮機を作動させて貯留された冷媒ガスを圧縮し凝縮器で液化するステップ

以上を含むことを特徴とした冷凍機の比例制御方法です。

従来の直膨方式の冷凍機では圧縮機を作動できる最低限度のモーター出力に満たない出力範囲の比例制御はできませんでした。

しかし本技術では、冷却の制御はタンクに貯留されている冷媒液を、電磁弁等の冷媒液比例制御手段により蒸発器に送ることから、モーターによる圧縮機作動には直接的には影響を受けません。

また、圧縮機はタンクに貯留されている冷媒ガスの圧力を感知する圧縮機制御手段によって作動の制御が行われ、順次冷媒液タンクへの冷媒液の補充が行われるため、圧縮機が作動中でも停止状態でも、冷媒液比例制御手段によって、圧縮機を作動できる最低限度のモーター出力に満たない出力範囲の制御を含めた、モーター出力0～100%の範囲における無段階の比例制御が可能となります。

時間的な制約はありますが、圧縮機用モーターの出力を超えた冷媒量も供給可能となりますので、従来の回路より幅広い利用が可能となります。

4. 効果（省エネルギー）

長年活用されてきた従来技術による恒温恒湿装置は冷却と加熱を同時に行い、温湿度制御を行っていません。

しかし、従来方式では冷却した空気を再度加熱するというエネルギー消費上ではムダを発生してしまうという課題がありました。

近年では環境問題から省エネルギーが叫ばれていますが、従来技術では10～20%程度の省エネルギー化しか図れず、全く新しい発想で恒温恒湿装置を開発する必要に迫られてきています。

本恒温恒湿装置は従来技術の最大70%の省エネルギーを達成し、かつ、より高精度な制御を実現します。

日常において長時間運転される実験装置において本装置が導入されれば、社会全体においても大幅な省エネルギーが図れるものです。

5. 投資回収（省マネー）

九州管内での試算によりますと12㎡での人工気象室設備において、年間約500,000円のランニングコストの差になります。設備の償却期間8年とすると約4,000,000万円の差額となり、十分な投資回収が見込めます。また同じ費用で実験をよりたくさん行うことができます。

6. 他の建物への応用性

とくに制限はありませんので、どの建物へもビルトイン可能です。

7. 工夫した点、発想した点、創作した点、新しい点等

①ヒートクール制御システム

設定温度より温度が高い場合は冷却制御のみが作動し、低い場合は加熱制御のみが作動します。また、設定湿度よりも湿度が高い場合は除湿制御のみを作動させ、低い場合は加湿制御のみを作動させます。冷却と加熱、除湿と加湿が同時に稼動することがありません。

同時稼動しバランスさせることで制御していた従来方法に比べ、無駄を省いたことにより最大△70%減というランニングコストの大幅削減を実現しました。

②低圧タンク

低圧タンクを設置することにより、インバータ冷凍機のみでは実現できなかった出力0～30%の範囲までシステムを稼動させることができます。

低出力の範囲が広がったことにより省電力化を図っています。

③2槽式空調機

空調負荷の中で最も負荷の大きい潜熱負荷すなわち除湿の作業を、コイルをわけることによって効率よく行うシステムを採用しています。従来方式では冷却・除湿を一つのコイルで行うため、除湿のみが必要な場合も空気は冷却されてしまい加熱の必要ができたり、冷却のみが必要な場合にも除湿されてしまい加湿する必要がありました。2槽式空調機では冷却・除湿の作業をわけることにより、それぞれの機能を最大限に効率よく行うことができます。

8. 環境保全、利便性等

消費電力量を抑えることによりシステムの環境負荷を下げることに貢献しています。

