

ルーフトップ空調機制御シーケンス

カイザー パーマネンテ サーモン クリーク医療ビル^A

1997年1月2日

空調システムの概要

この建物は四台の直膨75冷凍トンのルーフトップユニット (ASU-1、2、3、4) により空調されている。暖房は、二台のガスボイラーを熱源とし、全てのVAVターミナルユニット内の加熱コイル、二台のキャビネット型ユニットヒーター (玄関入り口)、一台のユニットヒーター (ペントハウス) による。テレコム室C-104にはバックアップ及び非居住期間の冷房用に、低温外気用凝縮器 (AC-1) と室内のファンコイルセクション (FCU-2) よりなる、小型のスプリット型空調機が設けられている。4台のルーフトップユニットは全く同じで、定速のツイン型給気ファン、一台の定風量レリーフファンと排気ダンパーにより構成されている。冷房の容量制御は、六段のスクロール圧縮機とエコマイザー (外気冷房回路) により行われる。給気量は吐出側にある静圧を検出しファンの吸込みベーンにより制御される。夫々のファンが受け持つ区域は次の図により説明する。(図は省略)

これらルーフトップユニットには制御パッケージが組み込まれており、各種警報、ダクト静圧、吸込ベーン、給気温度、外気冷房および建物内の静圧を一括制御している。一方、ビルオートメーションシステム (BAS) がASU(ルーフトップユニット)のコントローラーと連動し、ルーフトップの運転をし、給気 (SA) 温度設定、ダクト吐出静圧設定および建物内静圧設定値をルーフトップに指令する。BASはさらに最適起動、夜間非居住下限シーケンスおよび運転を制御する。

シーケンス

括弧で囲まれた[BAS] はBASにより制御されるシーケンスあるいはパラメーターのことである。同様に [Pkg] はASU内に組み込まれている制御パッケージのことである。Adj. は 運転者により設定される調節可能なパラメーターである。

スタートアップ

1. ユニットがOFFのとき、吸込ガイドベーンは閉、給気ファン、圧縮機、凝縮気ファンおよびレリーフファンは停止、レリーフダンパーは閉、外気ダンパーは確実に閉、還気ダンパーは開いている。
2. 最適起動と夜間非居住下限運転を除き、ルーフトップユニットは、BASのスケジュールで決定され、居住開始と共に運転を開始する。
3. ルーフトップユニットは吸込ベーンを閉じた状態で運転を開始し、給気ファンは継続して運転される。

最適起動

4. 最適起動器は、冷涼な季節に有って予熱運転スケジュールを決める。

完了するにはJCI^Bから得られるパラメーターが必要である。

^A訳者註：Kaiser Permanente Salmon Creek Medical Building Kaiser : Permanent のKaiserは人名、Permanente は この場合川の名前、あるきっかけでこの二つが組み合わされ医療グループの名称になった。長い歴史がある。

予熱モード^C

5. 居住モードで起動した後、もし還気が_____ だけ予熱モードの設定値よりも低いときは、[BAS adj]ファンシステムは予熱モード運転に入る。予熱モード中、外気冷房ダンパーは閉められ、そしてペリメータのターミナルユニット内再熱器の弁が_____ %開く。
6. 還気センサーにより室温が予熱モード設定値(初期値_____)より_____ 高いと感知したとき、ペリメータのターミナルユニット内再熱器の弁及び外気冷房ダンパーは通常運転に戻る[BAS adj]。

風量制御

7. 居住モードのときは給気ファンは連続して運転される。給気量はファンの吸込ガイドベーンにより調整される。ASUコントローラー [Pkg]によってこれらのベーンは比例的に開き(空気量を増やし、圧力を上げる)、また比例的に閉め(空気量を減らし)、ユニットの吐出プレナムでのダクト静圧設定値を保つ。静圧設定はBASで行われ、ASUコントローラーにその信号が送られる。適切な設定値はエアバランスに基づき、次のように決定された。: ASU-1_____, ASU-2_____, ASU-3_____, ASU-4_____。このときの圧力で、全てのターミナルユニットは同時最大冷却を満たす必要がある。本工事ではたまたま各ASUからのダクト下流約2/3のところに静圧センサーが有りBASで監視されているが、このセンサーの値は参考用であって今のところ制御には関知しない。
8. ASUコントローラー [pkg adj] は高吐出静圧(現在は各ユニットにおいて850Paで(ファンを?)停止する。

建物内静圧制御

9. 建物内静圧はASUコントローラーにより制御されるが、設定はBASで行われる。定速レリーフファンは、外気冷房ダンパー開度が25%以上[Pkg adj.]のとき、あるいは建物内静圧から戸外の圧力を引いた値(差)が設定値(初期設定は_____ Pa、[BAS adj.])より高いときに起動する。
10. レリーフファンダンパーは、建物内静圧セットポイントが一定になるよう、比例的に変化する [Pkg]。
11. レリーフダンパーが開いているときレリーフファンは停止する。

給気温度制御

12. ASUユニットは各ゾーンの状態に基づいてリセットされる設定値[BAS adj.]に見合った一定温度の空気(SAT)を送っている。ユニットが運転を開始したときに、もしSATが設定値よりも高い場合には、そして外気の状態が外気冷房に適している[Pkg adj.]ときには、外気ダンパーはSAT設定値がデッドバンド ± 2.2 [Pkg Adj] 以内に収まるように開く。このような場合、外気冷房が優先し、冷房の第一手段となる。もし、外気冷房でSAT設定値を満足させることができないときは外気冷房とともにユニットの圧縮機が直膨コイルによる機械的冷却を開始する。外気冷房可能状態の間は、機械的冷却は外気ダンパーが全開になるまで始動しない。起動後はSAT設定値を満たすために段階的に稼働する、二種のサイズで合

^B 訳者注: Jonson Controls Inc.であろう。

^C 以下、単位は全てSIに換算している。

計6台の圧縮機と6台の凝縮器ファン（夫々の圧縮機に対応している）がある。夫々の圧縮機の起動停止の最小間隔は3分である。

13. 夫々の圧縮機は、夫々の運転時間が同じ[Pkg adj.]になるように、自動的に交替運転する（先発/後発の段階運転）。
14. 夫々の圧縮機は10 [Pkg Adj.]を下回るとロックアウトされる。

給気温度リセット

15. 機械的冷却およびターミナルユニットでの再熱を最小にすべく、夫々の特定のルーフトップユニットのSAT設定値は、BASによる次のスケジュールとASUコントローラーに送られる設定値によりリセット[BAS]される。

完了するにはJCIから得られるパラメーターが必要である。

外気冷房

16. 外気冷房はASU コントローラーにより制御される。外気冷房は冷却の第一段階である。
17. 外気の全熱量（エンタルピー）が設定値（現在値は、外気温湿度にから58kJ/kg'[Pkg Adj.]としている）以下であるとき、外気(冷房)ダンパーはSAT設定値に見合うよう必要なだけ開き始める。SAT が設定値を超えていればいるほどダンパーはより早く開く。
18. もし、外気エンタルピーが設定値以上であるならば外気ダンパーは最小のセッティングにとどまる。
19. 外気ダンパーは還気ダンパーにリンクしており、互い逆方向に（外気ダンパーの開度が最小のとき還気ダンパーは100%開いている）比例的に作動する。
20. 外気冷房制御は統括され、機械冷却と同時に機能する。

新鮮空気制御

21. 館内を循環する全空気量(の増減)に関らず、建物内に導入する外気量(m³/h、%ではない)の変動を減らして外気量を確保するために、ASUは外気補償ルーチンを用いる。吸込ベーンが閉まってシステムの全風量が減ると補償ルーチンが働いて、次のパラメーター[Pkg Adj.]によって外気ダンパーを比例的に開かせるものとする：

吸込ガイドベーン開度	外気冷房ダンパ最小開度
開度 0%	_____ %
開度 100%	_____ %

この目的は、居住期間中、各ASUから導入する最小外気量_____m³/hを確保することである。その値は在室者一人当たりおよそ _____m³/hである。

参考まで述べると、通常の場合、吸込ベーンはほぼリニア特性である：（開度60%で風量60%、ただし、開度0%であっても漏れにより風量は25%くらいある）。外気ダンパーはリニア特性ではない：（開度20%で流量は30%、開度60%で流量は80%、開度90%で流量は97%）。

22. 朝の予熱及び夜間の下限運転では外気ダンパーは閉じる。

非居住モード/夜間下限

23. 非居住期間 [BAS スケジュール]、_____ゾーンの温度を監視する。一以上のゾーンが非居住時の暖房設定値(現在_____ [BAS adj])よりも_____分間 [BAS adj]に亘って_____ 低いとき、これらゾーン担当のASUと先発ボイラーが起動する。
24. 各ASU、ボイラーおよび加熱コイル弁が正常に機能して、全てのASUゾーンを非居住設定値になる。但し例外として：_____
25. 外気冷房ダンパーは閉じたままで排気ファンは停止したままである。
26. 投票(制御)されたゾーンが_____分間設定値を確保すればASU とボイラーは停止する。

完了するにはJCIから得られるパラメーターが必要である。

非居住モード/夜間上限

27. 非居住期間 [BAS スケジュール]、_____ゾーンの温度を監視する。一以上のゾーンが非居住時の冷房設定値(現在_____ [BAS adj])よりも_____分間 [BAS adj]に亘って_____ 高いとき、これらゾーン担当のASUが起動する。
28. 各ASUが正常に機能して、全てのASUゾーンを非居住設定値になる。但し例外として：_____
29. 排気ファンは停止したままである。
30. 投票(制御)されたゾーンが_____分間設定値を確保すればASU は停止する。

完了するにはJCIから得られるパラメーターが必要である。

排気ファンインターロック

31. ASU-1 が居住モード運転のとき排気ファン EF-1a およびEF-1b が運転を始める。
32. ASU-2 が居住モード運転のとき排気ファンEF-2 が運転を始める。
33. ASU-3 が居住モード運転のとき排気ファンEF-3 が運転を始める。
34. 予熱運転および非居住モードのとき排気ファンはロックアウトされる。

ASU の停止と警報

35. 数多くの内部的な問題により、ASUは運転保守マニュアルに沿って停止する。加えて、BASからのフィルター汚れの警報もある。
 - a) フィルター フィルターバンク前後の差圧が_____ Paを越したらばBASにおいて警報が発せられる。

- b) 圧縮機の故障 圧縮機の故障が起きた場合、BAS は警報を発する。
- 36. 個々のASU はさらに外部からの警報により次の非常シャットダウンを停止させる。何れもASU制御パネルにおける手動リセットが必要である。：
 - a. 高ダクト静圧 (注： ASUはそれ自身も高ダクト静圧設定値を備えている)
 - b. 給気ダクト煙感知器
 - c. 還気ダクト煙感知器
 - d. 非常シャットダウンスイッチ(ペントハウスにあるBAS ASU コントローラー内)
- 37. どの一般火災警報 (室の煙感知器、火災報知機、スプリンクラー発水) も全てのASU停止の原因となるが、これらの警報に対しては、火災警報パネルがリセットされるとASUは自動的にリセットされる。(詳細については火災警報応答表を参照)

テレコムルームC-104とのインターロック

- 38. 非居住期間に、もしターミナルユニット1-43 (TU)のサーモスタットが室温を非居住TU設定値 (現在は26.7 [BAS adj]) よりも高いと読み込んだ場合、ASU-___が起動し、テレコム室非居住TU設定値が___分間満足されるまで夜間上限モードで運転を継続し、それからASUは停止する。(詳細はFCU-2 およびACU-1のシーケンスを参照されたい)

<u>BASにより監視されるポイント</u>	<u>BASより調整可能なポイント</u>
給気温度 (ダクト内煙感知器付近)	吐出ダクト静圧設定値
還気温度 (ダクト内煙感知器付近)	建物静圧設定値
ダクト静圧 (ダクト長下流2/3の位置)	給気温度設定値
建物静圧	
フィルター状態	
ゾーン温度代替 (還気ダクト内)	
給気ファン故障警報	
圧縮機故障常警報	
吸込ベーン位置指令値	

- 40. ペリメータ の指定されたターミナルボックス¹

		<u>一階</u>			<u>二階</u>
1-1	1-34		2-1		2-35
1-3	1-37		2-2		2-36
1-12	1-38		2-3		2-37
1-20	1-39		2-4		2-44
1-21	1-40		2-10		2-45
1-26	1-41		2-18		2-48
1-27	1-44		2-19		2-50
1-29			2-27		
1-30			2-32		

¹per earlier addendum from Manfull-Curtis

¹Manfull-Curtis設計事務所からの既に出されている追記による

更なる資料

更なるシーケンスおよび内容の詳細についてはTrane社の次の資料を参照されたい。運転・保守マニュアルに記載されている*Trane Engineering Bulletin*, RT-EB-110, the *Programming Trouble Shooting Guide* and the *Installation Operation Maintenance Manual* である。