

# MÁY ĐIỀU HOÀ KHÔNG KHÍ VRF

## SO SÁNH VỚI HỆ CHILLER VÀ XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN

PGS. TS. NGUYỄN ĐỨC LỢI  
Đại học Bách khoa Hà Nội

### 1. Mở đầu

VRF là chữ viết tắt của Variable Refrigerant Flow, thực chất là tên khác của VRV, ký hiệu độc quyền của Daikin. VRF để chỉ sản phẩm tương tự của các hãng khác như Hitachi, Sanyo, Haier, Samsung...

Năm 1982 Hãng Daikin của Nhật tung ra thị trường một kiểu máy điều hoà không khí mới, ký hiệu VRV (Variable Refrigerant Volume), có thể điều chỉnh năng suất lạnh bằng cách điều chỉnh lưu lượng môi chất. Với ký hiệu này ta có thể liên tưởng đến hệ VAV (Variable Air Volume - lưu lượng gió thay đổi) hoặc CAV (Constant Air Volume - lưu lượng gió không đổi) của hệ điều hoà trung tâm nước. Vậy VRV thực chất là gì?

Ta đã biết, máy điều hoà 2 cụm là loại máy rất thông dụng để điều hoà không khí phòng vì nó gọn nhẹ, tự động hoá cao và dễ dàng lắp đặt, vận hành bảo dưỡng và sửa chữa, nhưng có có nhược điểm là bị hạn chế về năng suất lạnh, về chiều dài đường ống ga lắp đặt giữa 2 cụm (thường không quá 5 mét) và chiều cao cách biệt giữa 2 cụm (thường không quá 3 mét). Như vậy nếu bố trí máy điều hoà 2 cụm cho một nhà cao tầng chẳng hạn thì chẳng khác gì toà nhà đeo hàng trăm ba lô bên sườn phía trước hoặc phía sau nhà làm giảm mỹ quan, phá vỡ cảnh quan kiến trúc.

Máy VRV đã giải quyết được các nhược điểm đó để có thể ứng dụng cho nhà cao tầng đặc biệt như khách sạn, văn phòng, bệnh viện, trường học...

- Năng suất lạnh được mở rộng tới 140kW, công suất động cơ cụm dàn nóng tới 48 mã lực<sup>1</sup>.

- Một cụm dàn nóng có thể được lắp đặt với rất nhiều dàn lạnh nhờ các ống góp đặc biệt (refnet joint và refnet header) đảm bảo phân phối đều ga lỏng cho các dàn.

- Nhờ giải quyết tốt việc hồi dầu cho máy nên nên đường ống ga có thể kéo dài tới 150m, chênh lệch độ cao giữa hai cụm dàn nóng lạnh lên tới 50m, nghĩa là cụm nóng có thể đặt trên tầng 10 thì dàn lạnh có thể với xuống đến tầng 1, miễn là độ cao không quá 50 mét và chiều dài đường ống ga không quá 150 mét (mỗi nhà sản xuất có các thông số riêng, các thông số trên là của Daikin).

Nhờ những cải tiến đó mà VRV có các tính năng đáp ứng được mọi tiêu chuẩn lắp đặt cho các toà nhà cao tầng mà trước đây chỉ có hệ trung tâm nước đảm nhiệm. Trên thực tế VRV cũng đã chiếm lĩnh dần thị trường của điều hoà trung tâm nước làm cho thị trường này càng ngày càng co hẹp.

### 2. Ưu nhược điểm so với hệ trung tâm nước có chiller

Hệ VRF có những ưu điểm cơ bản so với hệ trung tâm nước như sau:

- Rất gọn nhẹ do cụm dàn nóng có thể bố trí trên tầng thượng, trên mái, các sân lửng hoặc phòng đầu hồi toà nhà.

- Tiết kiệm được rất nhiều không gian lắp đặt vì đường ống ga gọn nhẹ hơn rất nhiều so với đường ống nước và đường ống gió của hệ VAV và CAV. Trong khi hệ trung tâm nước sử dụng tầng hầm làm nơi đặt máy làm lạnh nước (chiller), hệ thống bơm nước thì với VRV, không gian đó có thể dùng cho các việc khác như gara ôtô. Các phòng đặt AHU rất công kềnh có thể sử dụng cho mục đích khác hoặc để cho thuê...

- Qua việc tiết kiệm hệ đường ống nước lạnh, nước giải nhiệt, có thể tiết kiệm được rất nhiều nguyên vật liệu cho hệ điều hoà.

- Tiết kiệm nhân lực và thời gian thi công lắp đặt vì hệ VRV đơn giản hơn nhiều so với hệ trung tâm nước.

- Tiết kiệm máy thi công vì hệ VRV được chế tạo gọn nhẹ theo modul. Tất cả các modul đều có thể vận chuyển theo đường thang máy lên tầng thượng trong khi chiller rất nặng nề và phải vận chuyển lắp đặt bằng cần cẩu kết cấu nền móng yêu cầu rất cao.

- Tiết kiệm được năng lượng rất đáng kể. Do hệ chiller sử dụng nước làm chất tải lạnh nên về mặt nhiệt động tổn thất cao hơn do độ chênh nhiệt độ bắt buộc ở các thiết bị trao đổi nhiệt trung gian. Khi chạy đầy tải thì hiệu quả của 2 hệ thống là tương đương, nhưng khi chạy giảm tải thì hệ VRV có hiệu quả cao hơn rất nhiều do điều chỉnh năng suất lạnh theo kiểu biến tần trong khi hệ chiller phải điều chỉnh theo cấp hạn chế. Năng lượng tổn thất rất lớn của hệ chiller phải kể đến việc phải duy trì nhiệt độ cho một khối lượng nước rất lớn trong hệ thống, hơn nữa khi dừng máy và vận hành lại vào ngày hôm sau ở các toà nhà

<sup>1</sup> Tính quy đổi theo bảng đo lường hợp pháp của Việt Nam thì 1 mã lực = 745W

hành chính phải chịu tổn thất lạnh khi đưa toàn bộ hệ thống nước lạnh từ nhiệt độ môi trường xuống nhiệt độ vận hành. Trong khi đó hệ VRV rất linh động, cần lạnh thì bật, không cần thì tắt, quản tính nhiệt gần như bằng không.

- Linh động trong mọi tình huống phục vụ. Ví dụ trong 1 toà nhà hành chính, hầu hết làm việc từ 8 giờ sáng đến 5 giờ chiều nhưng chỉ có một vài phòng làm việc bất chợt (như phòng giám đốc, phòng điều hành) ngoài giờ hành chính. Nếu chạy hệ chiller chỉ để phục vụ vài phòng đó trong vài giờ thì quá lãng phí; nên đôi khi chủ đầu tư phải trang bị thêm máy điều hoà cục bộ bên cạnh hệ chiller. Điều đó đối với hệ VRV là rất đơn giản.

- Khả năng tiết kiệm năng lượng cao vì được trang bị máy nén biến tần với khả năng điều chỉnh năng suất lạnh gần như vô cấp phù hợp với chế độ vì khí hậu trong nhà và cũng như thời tiết ngoài nhà.

- Hệ VRV còn có một ưu điểm mà hệ chiller không có, đó là khả năng linh tiến điện tiêu thụ cho từng hộ sử dụng. Điều này rất thuận lợi đối với các nhà cao tầng cho thuê. Năng suất lạnh sử dụng được tính qua hoạt động dàn lạnh. Ai dùng nhiều trả nhiều, dùng ít trả ít và không dùng không phải trả tiền điện, trong khi hệ chiller phải trả tiền theo kiểu khoán điện tích. Có hộ không sử dụng vẫn phải trả tiền rất bất hợp lý. Đối với chiller, người ta cũng đã tìm cách lắp công tơ đo nước lạnh để tính tiền điện nhưng tốn kém và cũng không đạt được độ chính xác yêu cầu do nhiệt độ nước lạnh thay đổi và do tỷ lệ nước lạnh và điện năng tiêu thụ chung ở các chế độ vận hành khác nhau là không tuyến tính.

- Tiết kiệm chi phí vận hành: Hệ VRV không cần nhân công vận hành trong khi hệ chiller cần một đội ngũ vận hành chuyên nghiệp.

- Khả năng tự động hoá cao dễ dàng thay đổi các chế độ làm việc từ làm lạnh sang sưởi, hút ẩm... Có điều khiển trung tâm đa chức năng. Trong một máy có thể sử dụng đồng thời dàn lạnh và dàn sưởi... với kiểu máy bơm nhiệt và thu hồi nhiệt. Để thực hiện các chức năng này thì hệ chiller rất phức tạp.

- Khả năng sửa chữa bảo dưỡng rất năng động và nhanh chóng nhờ thiết bị chẩn đoán bệnh đã được lập trình và cài đặt sẵn trong máy cũng như việc chẩn đoán bệnh nhanh chóng tại Trung tâm qua kết nối internet.

- Khả năng duy trì lạnh cao ngay cả khi 1 máy nén trong dàn nóng bị hỏng, các máy nén khác vẫn có thể làm việc tiếp tục để duy trì lạnh trong khi máy nén hỏng được cô lập ra khỏi hệ thống để sửa chữa hoặc thay thế.

- Khả năng tự động hoá rất cao vì thiết bị đơn giản.

- Các máy VRV có dây công suất hợp lý, lắp ghép lại với nhau thành mạng đáp ứng mọi nhu cầu về năng suất từ 14 đến hàng ngàn kW lắp đặt cho hàng ngàn phòng với chức năng khác nhau.

Nhược điểm của hệ VRV là đắt và đường ống dẫn môi chất lạnh dài, khó kiểm soát rò rỉ hơn hệ chiller, nên trước đây khi chưa được trang bị bộ dò và khóa ga tự động khi rò rỉ ga, người ta phải lắp đặt quạt thông gió vào các phòng có thể tích nhỏ hơn cho phép. Phương pháp xác định phòng nhỏ hơn cho phép như sau: Đầu tiên xác định lượng ga nạp tối đa của máy VRV, ví dụ 9kg R22. Nồng độ cho phép tiêu chuẩn là  $\leq 0,3\text{kg/m}^3$ . Vậy thể tích phòng điều hoà nhỏ nhất cho phép là  $9 : 0,3 = 30\text{m}^3$ . Tất cả các phòng nhỏ hơn  $30\text{m}^3$  đều phải lắp quạt thông gió gắn với cảm biến ga. Khi có ga rò rỉ vào phòng, bộ cảm biến làm việc và nổi mạch cho quạt làm việc. Người ta phải bố trí như vậy vì giả thiết rằng toàn bộ ga của máy sẽ rò rỉ vào phòng đó. Nhưng ngày nay với tiến bộ khoa học kỹ thuật người ta đã có đầu cảm áp suất lắp trong máy. Khi có hiện tượng giảm áp bất thường dù rất nhỏ, van khóa tự động sẽ tác động và nhốt ga lại, chỉ báo hư hỏng và yêu cầu dịch vụ sửa chữa tự động.

Một ưu điểm của hệ chiller và với AHU có thể lấy gió tươi trong khi hệ VRF phải có riêng hệ gió tươi. Một ưu điểm khác của hệ chiller là với các dàn phun nước, các AHU có khả năng xử lý vì khí hậu theo bất kỳ yêu cầu khắc khe nào rất cần thiết trong các quy trình công nghệ sản xuất và chế biến công nghiệp như các phòng sạch sản xuất dược phẩm và linh kiện điện tử.

### 3. Phương pháp điều chỉnh năng suất lạnh:

Daikin là người đầu tiên phát triển hệ máy VRF. Do những thành quả to lớn mà hệ máy VRF mang lại, hiện nay hầu hết các hãng điều hoà không khí lớn ở Nhật và trên thế giới đi theo hướng phát triển loại máy này. Do đó sản phẩm VRF hiện nay rất đa dạng về chủng loại cũng như phương pháp điều chỉnh năng suất lạnh. Trong khi Daikin, Hitachi, Sanyo, Mitsubishi, Matsushita... đi theo hướng điều khiển máy nén biến tần thì các hãng Samsung của Hàn Quốc, Haier và Grea của Trung Quốc, Trane của Mỹ lại đi theo hướng điều khiển năng suất lạnh bằng kỹ thuật số.

#### a. Điều chỉnh máy nén bằng biến tần:

Thông thường mỗi dàn nóng được trang bị một máy nén biến tần với một hai hoặc 3 máy nén cố định. Các dàn nhỏ chỉ có một máy biến tần. Như vậy việc điều chỉnh năng suất lạnh gần như vô cấp. Năng suất lạnh yêu cầu phụ thuộc vào nhiệt độ

ngoài nhà và nhiệt độ trong nhà của các hộ tiêu thụ lạnh. Nhiệt độ trong nhà sẽ được điều chỉnh chính xác đến  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  so với nhiệt độ cài đặt nhờ các cảm biến nhiệt độ của bộ vi xử lý và van tiết lưu điện tử. Toàn bộ tải lạnh của các cụm trong nhà sẽ được phân ảnh qua áp suất hút. Bộ cảm biến áp suất hút sẽ làm nhiệm vụ điều chỉnh năng suất lạnh của dàn nóng cho phù hợp.

Ví dụ, đối với máy VRV II của Daikin, năng suất lạnh được điều chỉnh như sau:

- Máy 5 mã lực, cụm dàn nóng chỉ có một máy nén biến tần, không có máy nén cố định, năng suất lạnh có thể điều chỉnh từ 100% xuống 24% với 20 bậc, tần số từ 210Hz đến 52Hz.

- Máy 8, 10, 12 mã lực cụm dàn nóng có một máy biến tần và một máy cố định ON - OFF, năng suất lạnh có thể điều chỉnh từ 100% xuống đến 14% gồm 29 bậc điều chỉnh, tần số 210Hz đến 52Hz.

- Máy 14, 16 mã lực, cụm dàn nóng gồm 1 máy biến tần và 2 máy cố định ON - OFF, năng suất lạnh có thể điều chỉnh từ 100% xuống đến 10% với 35 bậc điều chỉnh, tần số 210Hz đến 52Hz.

Các máy có công suất động cơ lớn hơn được tổ hợp từ các môđun cơ sở từ 8 mã lực đến 16 mã lực, ví dụ 32 mã lực = 2 x 16 mã lực; 48 mã lực = 3 x 16 mã lực... Lý do để được gọi là máy 32 mã lực hoặc 48 mã lực là vì nó chỉ có một hệ đường ống ga chung (một ống lỏng và một ống hơi) nối giữa các cụm lạnh và cụm nóng.

#### b. Điều chỉnh máy nén bằng kỹ thuật số

Như đã giới thiệu, nhiều hãng chế tạo trên thế giới sử dụng phương pháp điều chỉnh năng suất lạnh bằng kỹ thuật số. Hãng REE của Việt Nam cũng sử dụng máy nén Trane kỹ thuật số cho các máy VRF của mình. Sau đây giới thiệu nguyên tắc điều chỉnh máy nén bằng kỹ thuật số:

Máy nén kỹ thuật số trước hết chỉ áp dụng cho máy nén xoắn ốc kín.

Người ta bố trí một van điện tử nối từ đầu trên của vòng xoắn ốc tĩnh của máy nén với đường hút để giảm tải và chất tải cho máy nén.

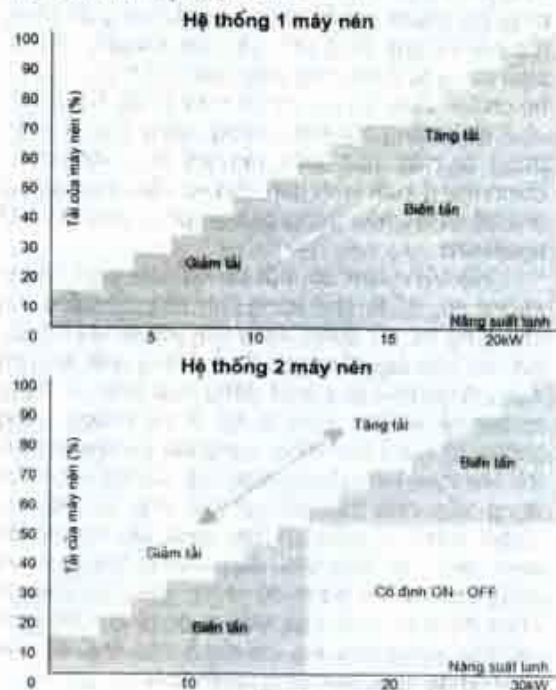
- Khi van đóng (không điện), vòng xoắn tĩnh hạ xuống sát với vòng xoắn động, máy nén làm việc đầy tải.

- Khi van mở (có điện), vòng xoắn tĩnh bị nâng lên khỏi vòng xoắn động, máy nén làm việc không tải.

- Quá trình điều khiển đóng mở van nhờ một bộ vi xử lý giúp hiệu chỉnh năng suất lạnh đúng như yêu cầu.

- Năng suất lạnh của máy nén ở dàn nóng được điều chỉnh tự động tùy theo số lượng dàn lạnh cũng như tình trạng tải dàn lạnh.

Samsung có hai loại dàn nóng với 15 bậc điều chỉnh năng suất lạnh, loại năng suất lạnh 21kW chỉ có 1 máy nén kỹ thuật số, 15 bậc điều chỉnh năng suất lạnh từ 10 đến 100%. Loại năng suất lạnh 31kW gồm 2 máy nén trong đó 1 máy kỹ thuật số và một máy cố định ON - OFF, năng suất lạnh cũng điều chỉnh theo 15 bậc từ 10 - 100% (hình 1). Theo Samsung và các nhà sản xuất máy nén kỹ thuật số thì hiệu suất năng lượng loại này cao hơn loại biến tần.



Hình 1

#### 4. Kết luận

Hệ thống VRF đang được phát triển rất mạnh mẽ ở khắp thế giới đặc biệt là châu Á và châu Phi. Cách đây 20 năm mới chỉ có một nhà chế tạo là Daikin, nhưng ngày nay đã có hàng chục nhà chế tạo khác nhau từ Nhật đến Mỹ, Trung Quốc, Hàn Quốc, Đài Loan, Hồng Kông, các nước châu Âu như Anh, Ý... Hai nhà chế tạo chiller lớn nhất của Mỹ và thế giới là Carrier và Trane cũng đã sản xuất VRF. Carrier đã mua lại Toshiba của Nhật để sản xuất VRF, còn Trane đang sản xuất VRF tại Trung Quốc. Điều đó chứng tỏ sự lớn mạnh vượt bậc của VRF. Theo thống kê chưa đầy đủ hệ VRF phát triển với tốc độ khoảng 15 - 20% mỗi năm tùy theo hãng và khu vực. Chắc chắn VRF sẽ dần dần thay thế hệ trung tâm nước, đặc biệt trong các nhà cao tầng, văn phòng, khách sạn, thương nghiệp du lịch và dịch vụ... do những tiện ích mà nó mang lại ♦