

ĐỘNG CƠ ĐIỆN

1. GIỚI THIỆU	1
2. CÁC LOẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN.....	2
3. ĐÁNH GIÁ ĐỘNG CƠ ĐIỆN	10
4. CÁC GIẢI PHÁP SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HIỆU QUẢ.....	14
5. DANH SÁCH SÀNG LỌC GIẢI PHÁP.....	21
6. CÁC BẢNG TÍNH	22
7. TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	24

1. GIỚI THIỆU

Phần này nói về các đặc điểm chính của động cơ điện

1.1 Động cơ điện được sử dụng ở đâu

Động cơ điện là thiết bị điện cơ học giúp chuyển điện năng thành cơ năng. Cơ năng này được sử dụng để, chẳng hạn, quay bánh công tác của bơm, quạt hoặc quạt đẩy, chạy máy nén, nâng vật liệu, vv... Các động cơ điện được sử dụng trong dân dụng (máy xay, khoan, quạt gió) và trong công nghiệp. Đôi khi động cơ điện được gọi là “sức ngựa” của ngành công nghiệp vì ước tính, động cơ sử dụng khoảng 70% của toàn bộ tải điện trong ngành công nghiệp.

1.2 Động cơ điện hoạt động như thế nào

Cơ chế hoạt động chung ở tất cả các động cơ đều giống nhau (Hình 1):

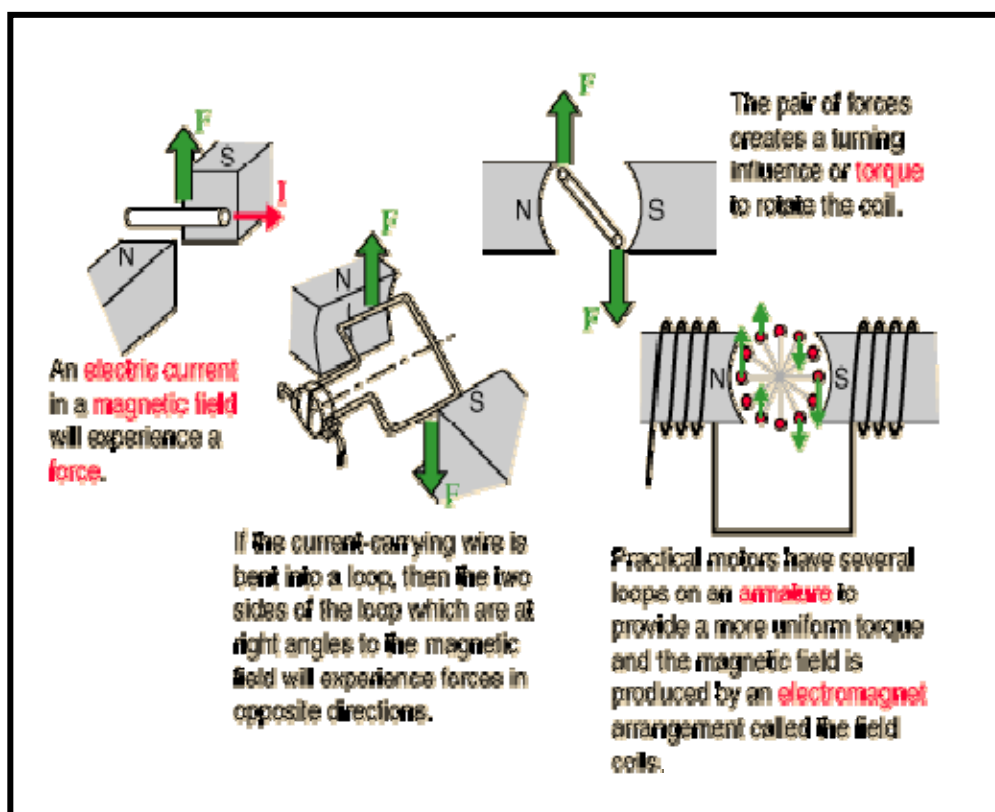
- Dòng điện trong từ trường chịu tác dụng của một từ lực.
- Nếu dây dẫn được khép mạch, hai nhánh đối xứng của mạch sẽ chịu các lực tác dụng ngược chiều nhau (ngẫu lực) theo phương vuông góc với véc tơ đường sức từ.
- Ngẫu lực này tạo ra mô men làm quay cuộn dây.
- Các động cơ trên thực tế có một số mạch vòng trên phần ứng để tạo ra các mô men đồng đều và tạo ra từ trường nhờ sự sắp xếp hợp lý các nam châm điện, được gọi là các cuộn cảm.

Để hiểu rõ về động cơ, cần hiểu được tải động cơ là gì. Tải liên quan đến mô men đầu ra của động cơ ứng với tốc độ yêu cầu. Tải thường được phân thành ba nhóm (BEE India, 2004):

- **Tải mô men không đổi** là tải yêu cầu công suất đầu ra có thể thay đổi cùng với tốc độ hoạt động nhưng momen quay không đổi. Băng tải, lò quay và các bơm pittông là những ví dụ điển hình của tải mô men không đổi.
- **Tải mô men thay đổi** là những tải mà mô men thay đổi khi tốc độ hoạt động thay đổi. Bơm ly tâm và quạt là những ví dụ điển hình của tải mô men thay đổi (mô men tỷ lệ bậc hai với tốc độ).
- **Tải công suất không đổi** là những tải mà các yêu cầu mô men thường thay đổi ngược với tốc độ. Những máy công cụ là ví dụ điển hình về tải công suất không đổi.

Thiết bị sử dụng điện: Động cơ điện

Các thành phần của động cơ điện thay đổi tùy theo các loại động cơ khác nhau, và sẽ được mô tả mỗi loại động cơ ở phần hai.

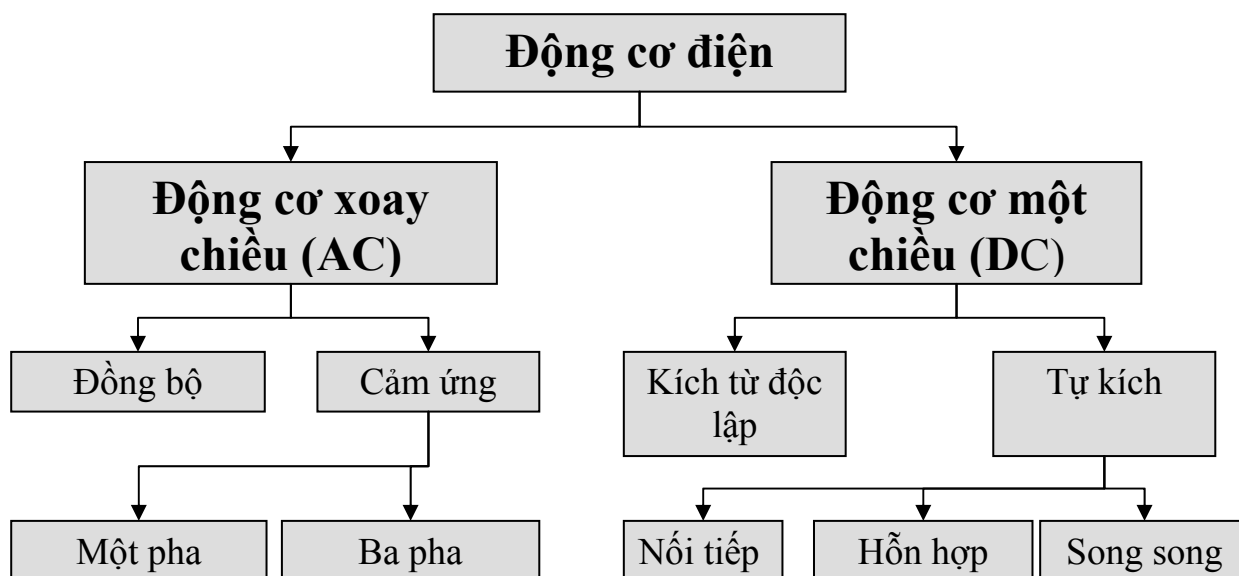


Hình 1. Nguyên tắc cơ bản hoạt động của động cơ (Nave, 2005)

2. CÁC LOẠI ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Phần này nói về hai loại động cơ điện chính: động cơ một chiều và động cơ xoay chiều. Danh sách các nhà cung cấp động cơ điện cho trên www.directindustry.com/find/electric-motor.html.

Hình 3 cho thấy các loại động cơ điện phổ biến nhất. Các loại động cơ được phân loại dựa trên nguồn cung năng lượng, cấu trúc động cơ và cơ chế vận hành. Những vấn đề này sẽ được giải thích ở phần sau.



Hình 2. Các loại động cơ điện chính

2.1 Động cơ một chiều

Động cơ một chiều, như tên gọi cho thấy, sử dụng dòng điện một chiều. Động cơ một chiều được sử dụng trong các ứng dụng đặc biệt yêu cầu mô men khởi động cao hoặc yêu cầu tăng tốc êm ở một dải tốc độ rộng.

Hình 3 cho thể hiện động cơ một chiều, gồm ba thành phần chính sau:¹

- **Cực từ.** Tương tác giữa hai từ trường tạo ra sự quay trong động cơ một chiều. Động cơ một chiều có các cực từ đứng yên và phần ứng (đặt trên các ổ đỡ) quay trong không gian giữa các cực từ. Một động cơ một chiều đơn giản có hai cực từ: cực bắc và cực nam. Các đường sức từ chạy theo khoảng mở từ cực bắc tới cực nam. Với những động cơ phức tạp và lớn hơn, có một hoặc vài nam châm điện. Những nam châm này được cấp điện từ bên ngoài và đóng vai trò hình thành cấu trúc từ trường.
- **Phần ứng.** Khi có dòng điện đi qua, phần ứng sẽ trở thành một nam châm điện. Phần ứng, có dạng hình trụ, được nối với trục ra để kéo tải. Với động cơ một chiều nhỏ, phần ứng quay trong từ trường do các cực tạo ra, cho đến khi cực bắc và cực nam của nam châm hoán đổi vị trí tương ứng với góc quay của phần ứng. Khi sự hoán đổi hoàn tất, dòng điện đảo chiều để xoay chiều các cực bắc và nam của phần ứng.
- **Cổ góp.** Bộ phận này thường có ở động cơ một chiều. Cổ góp có tác dụng đảo chiều của dòng điện trong phần ứng. Cổ góp cũng hỗ trợ sự truyền điện giữa phần ứng và nguồn điện.

¹ Trích từ *Các bộ phận của động cơ điện* với sự cho phép của Cục Sử dụng năng lượng hiệu quả Ấn Độ, 2005.



Hình 3. Động cơ điện một chiều
(Direct Industry, 2005)

Ưu điểm của động cơ một chiều là khả năng điều khiển tốc độ mà không làm ảnh hưởng tới chất lượng điện cung cấp. Có thể điều khiển động cơ loại này bằng cách điều chỉnh:

- Điện áp phần ứng – tăng điện áp phần ứng sẽ làm tăng tốc độ
- Dòng kích thích – Giảm dòng kích thích sẽ làm tăng tốc độ

Động cơ một chiều có nhiều loại khác nhau, nhưng những động cơ loại này thường được sử dụng giới hạn ở những thiết bị tốc độ chậm, công suất thấp đến trung bình như các máy công cụ và máy cán. Ở công suất lớn, động cơ một chiều có thể gặp trục trặc với các ổ góp cơ. Các động cơ này cũng bị hạn chế chỉ sử dụng ở những khu vực sạch, không độc hại vì nguy cơ đánh lửa ở các chổi than. So với động cơ xoay chiều, động cơ một chiều cũng khá đắt.

Mối liên quan giữa tốc độ, từ thông và điện áp phần ứng được minh họa bằng phương trình sau:

Từ lực phản kháng: $E = K\Phi N$
Mô men: $T = K\Phi I_a$

Với:

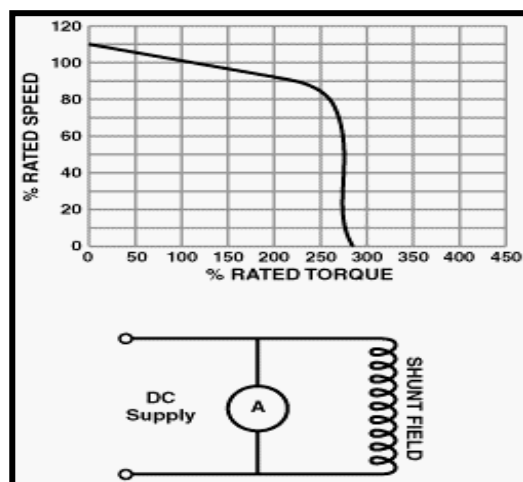
- E = từ lực phản kháng ở phần ứng (vôn)
- Φ = từ thông, tỷ lệ thuận với cường độ dòng điện
- N = tốc độ quay, vòng/phút
- T = mô men điện từ
- I_a = dòng điện phần ứng
- K = hằng số

2.1.1 Động cơ một chiều kích từ độc lập

Nếu dòng kích từ được cấp từ một nguồn riêng, thì đó là động cơ một chiều kích từ độc lập.

2.1.2 Động cơ một chiều tự kích:

Ở động cơ kích từ song song, cuộn kích từ (trường kích từ) được nối song song với cuộn dây phần ứng (A) như minh họa trong hình 4. Vì vậy, dòng điện toàn phần của đường dây là tổng của dòng kích từ và dòng điện phần ứng.



Hình 4: Đặc tính của động cơ kích từ song song một chiều (Rodwell International Corporation,

Dưới đây là một số đặc tính của tốc độ ở động cơ kích từ song song (E.T.E., 1997):

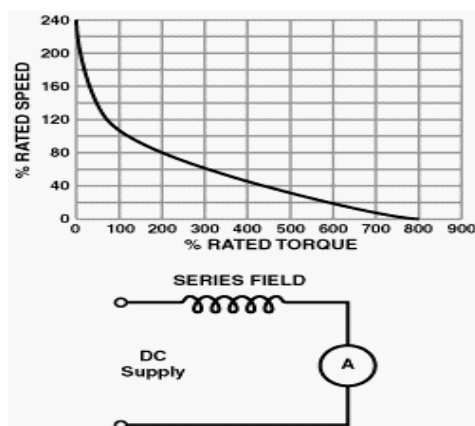
- Tốc độ động cơ trên thực tế là không đổi, không phụ thuộc vào tải (tới một mô men nhất định, sau đó tốc độ giảm, xem hình 4), nhờ vậy loại động cơ này thích hợp với các ứng dụng với mô men khởi động thấp, như ở các máy công cụ.
- Có thể điều khiển tốc độ bằng cách lắp thêm điện trở nối tiếp với phần ứng (giảm tốc độ) hoặc lắp thêm điện trở nối tiếp với mạch kích từ (tăng tốc độ)

2.1.3 Động cơ một chiều tự kích:

Ở động cơ nối tiếp, cuộn kích từ (trường kích từ) được nối nối tiếp với cuộn dây phần ứng (A) như minh họa trong hình 5. Nhờ vậy, dòng kích từ sẽ bằng với dòng phần ứng. Dưới đây là một số đặc điểm tốc độ của động cơ nối tiếp (Rodwell International Corporation, 1997; L.M. Photonics Ltd, 2002):

- Tốc độ giới hạn ở 5000 vòng/phút
- Cần tránh vận hành động cơ nối tiếp ở chế độ không tải vì động cơ sẽ tăng tốc không thể kiểm soát được.

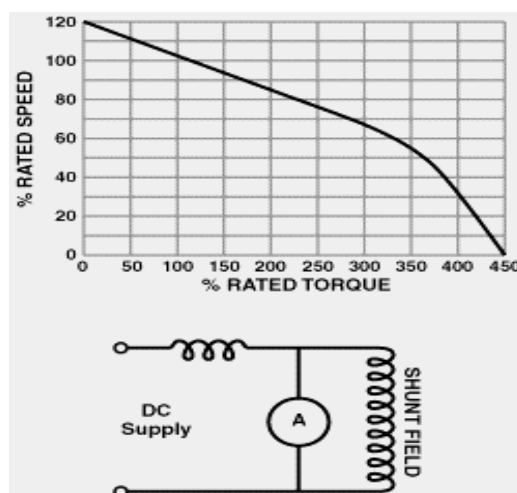
Động cơ nối tiếp phù hợp với những ứng dụng cần mô men khởi động lớn, như cần cẩu và tời (xem hình 5).



Hình 5: Đặc tính của một động cơ nối tiếp một chiều (Rodwell International Corporation, 1999)

2.1.4 Động cơ kích từ hỗn hợp một chiều

Động cơ kích từ hỗn hợp một chiều là kết hợp của động cơ nối tiếp và động cơ kích từ song song. Ở động cơ kích từ hỗn hợp, cuộn kích từ (trường kích từ) được nối song song và nối tiếp với cuộn dây phần ứng (A) như minh họa trong hình 6. Nhờ vậy, động cơ loại này có mô men khởi động tốt và tốc độ ổn định. Tỷ lệ phần trăm đầu hỗn hợp (tức là tỷ lệ phần trăm của cuộn kích từ được đấu nối tiếp) càng cao thì mô men khởi động của động cơ càng cao. Ví dụ động cơ có tỷ lệ đầu hỗn hợp là 40-50% thích hợp với tời và cần cẩu, còn động cơ kích từ hỗn hợp chuẩn (12%) lại không thích hợp với hai loại thiết bị này (myElectrical, 2005).



Hình 6: Đặc tính của động cơ kích từ hỗn hợp một chiều (Rodwell International Corporation, 1999)

2.2 Động cơ xoay chiều

Động cơ xoay chiều (AC) sử dụng dòng điện đổi chiều theo chu kỳ. Một động cơ xoay chiều có hai phần điện cơ bản: một “stato” và một “rôto” như cho trong hình 7. Stato là bộ phận đứng yên và rôto là bộ phận quay, làm quay trục của động cơ.

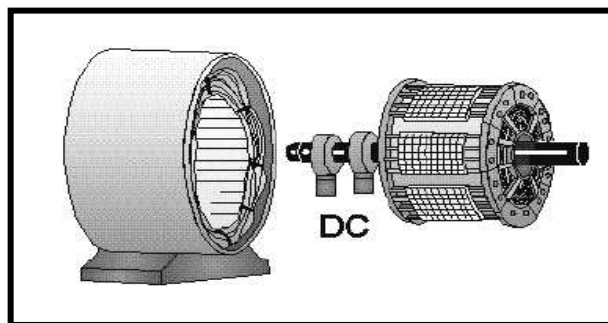
Ưu điểm chính của động cơ một chiều so với động cơ xoay chiều là dễ điều khiển tốc độ hơn động cơ xoay chiều. Bù lại, động cơ xoay chiều có thể được lắp thêm bộ điều khiển biến đổi tần số, tuy nhiên dù thiết bị này giúp cải thiện việc điều khiển tốc độ nhưng chất lượng điện lại giảm. Động cơ cảm ứng (còn gọi là động cơ không đồng bộ hoặc dị bộ) là động cơ phổ biến nhất trong công nghiệp vì sự chắc chắn và ít yêu cầu về bảo trì hơn. Động cơ cảm ứng xoay chiều rẻ tiền (chỉ bằng một nửa hoặc non nửa giá của động cơ một chiều cùng công suất) và có hệ số tỷ lệ công suất: trọng lượng cao (gấp đôi tỷ lệ công suất: trọng lượng của động cơ một chiều).

2.2.1 Động cơ đồng bộ

Động cơ đồng bộ là động cơ xoay chiều, hoạt động ở tốc độ không đổi xác định bởi tần số của hệ thống. Động cơ loại này cần có dòng điện một chiều (DC) để kích thích và có mô men khởi động thấp, vì vậy động cơ đồng bộ thích hợp với các thiết bị ứng dụng khởi động ở mức tải thấp như máy nén khí, tần số thay đổi hay máy phát điện. Động cơ đồng bộ có thể cải

Thiết bị sử dụng điện: Động cơ điện

thiện hệ số công suất hệ thống, đây là lý do tại sao chúng thường hay được sử dụng với những hệ thống dùng nhiều điện.



Hình 7. Động cơ đồng bộ
(Integrated Publishing, 2003)

Các thành phần chính của động cơ đồng bộ bao gồm (Hình 7):²

- **Rôto.** Sự khác nhau chủ yếu giữa động cơ đồng bộ và không đồng bộ là rôto của động cơ đồng bộ quay với tốc độ bằng tốc độ của từ trường quay. Được như vậy là vì từ trường của rôto không còn tính cảm. Rôto có thể được lắp các nam châm vĩnh cửu hoặc các dòng kích từ một chiều bị giới hạn ở một vị trí nhất định khi xung đối với từ trường khác.
- **Stato.** Stato tạo ra từ trường quay tỷ lệ với tần số cung cấp.

Động cơ quay ở tốc độ đồng bộ, cho trong phương trình sau (Parekh, 2003):

$$N_s = 120 f / P$$

Trong đó:

f = tần số của tần số cung cấp

P = số cực từ

2.2.2 Động cơ cảm ứng (không đồng bộ)

Động cơ không đồng bộ là động cơ rất thông dụng, được sử dụng cho các thiết bị khác nhau trong công nghiệp. Sở dĩ loại động cơ này thông dụng như vậy là vì chúng có thiết kế đơn giản, rẻ tiền và dễ bảo trì, có thể nối trực tiếp với nguồn xoay chiều.³

a. Các bộ phận

Một động cơ không đồng bộ có hai bộ phận điện cơ bản (Hình 8):⁴

- Rôto. Động cơ không đồng bộ sử dụng hai loại rôto:
 - Rôto lồng sóc bao gồm những thanh dẫn dày đặt tại các rãnh song song. Đầu các thanh này được nối vào vòng đoản mạch.

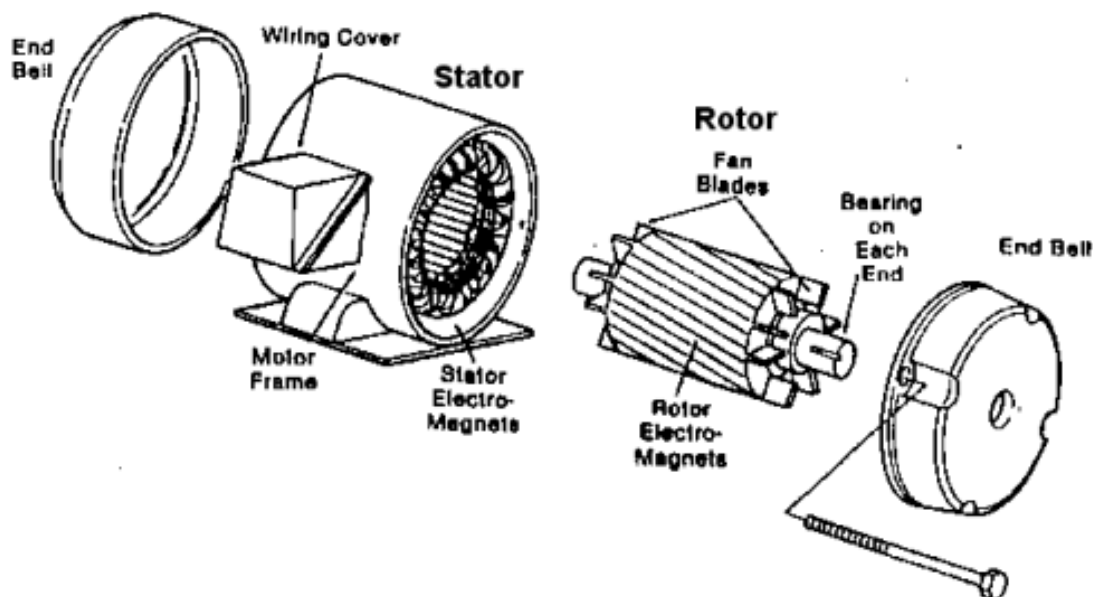
² Trích từ *Các bộ phận của động cơ điện* với sự cho phép của Cục Sử dụng năng lượng hiệu quả Ấn Độ, 2005.

³ Để biết thêm thông tin chi tiết về động cơ cảm ứng, xin tham khảo tài liệu *AC Induction Motor Fundamentals* của tác giả Parekh (2003)

⁴ Trích từ *Các bộ phận của động cơ điện* với sự cho phép của Cục Sử dụng năng lượng hiệu quả Ấn Độ, 2005.

Thiết bị sử dụng điện: Động cơ điện

- Một rôto quấn dây có ba pha, hai lớp, cuộn dây quấn. Rôto được quấn nhiều cực như là stato. Ba pha được nối dây bên trong và các đầu dây này được nối vào vành trượt treo trên một trục có các chổi than.
- Stato. Stato được ghép từ các vòng dập định hình với các rãnh để chứa các cuộn dây ba pha. Chúng được quấn cho một số cực nhất định. Bố trí trong không gian của những cuộn dây này lệch nhau 120° .



Hình 8. Động cơ cảm ứng (Automated Buildings)

c. Phân loại động cơ không đồng bộ

Có thể phân động cơ không đồng bộ thành hai nhóm chính (Parekh, 2003):

- Động cơ không đồng bộ một pha. Chỉ có một cuộn dây stato, hoạt động bằng nguồn điện một pha, có một rôto lồng sóc và cần một thiết bị để khởi động động cơ. Hiện nay, đây là loại động cơ phổ biến nhất sử dụng trong các thiết bị tại gia đình như quạt, máy giặt, máy sấy quần áo và có công suất trong khoảng 3 - 4 mã lực.
- Động cơ không đồng bộ ba pha. Từ trường quay do nguồn cung ba pha cân bằng sinh ra. Những động cơ loại này có năng lực công suất cao hơn, có thể có rôto lồng sóc hoặc rôto dây quấn (khoảng 90% là có rôto lồng sóc), và tự khởi động. Ước tính khoảng 70% động cơ trong công nghiệp thuộc loại này, chúng được sử dụng trong máy bơm, máy nén, băng tải, lưới điện công suất cao và máy mài. Chúng thích hợp trong dải từ 1/3 tới hàng trăm mã lực.

d. Tốc độ của động cơ không đồng bộ

Động cơ không đồng bộ hoạt động như sau. Điện được cấp vào stato sinh ra từ trường quay. Từ trường chuyển động với tốc độ đồng bộ quanh rôto, tạo ra dòng điện trong rôto. Dòng điện trong rôto tạo ra từ trường thứ hai, có xu hướng chống lại từ trường stato và làm rôto quay.

Thiết bị sử dụng điện: Động cơ điện

Tuy nhiên, trên thực tế, động cơ không bao giờ chạy với tốc độ đồng bộ mà thường chạy ở mức thấp hơn “tốc độ cơ bản”. Sự chênh lệch giữa hai tốc độ này là “độ trượt”, độ trượt sẽ tăng khi tải tăng. Độ trượt chỉ xảy ra ở động cơ không đồng bộ. Để tránh hiện tượng này, có thể lắp vành trượt, những động cơ loại này gọi là “động cơ có vành trượt”. Phần trăm độ trượt được tính bằng phương trình sau (Parekh, 2003):

$$\% \text{ Độ trượt} = \frac{N_s - N_b}{N_s} \times 100$$

Trong đó:

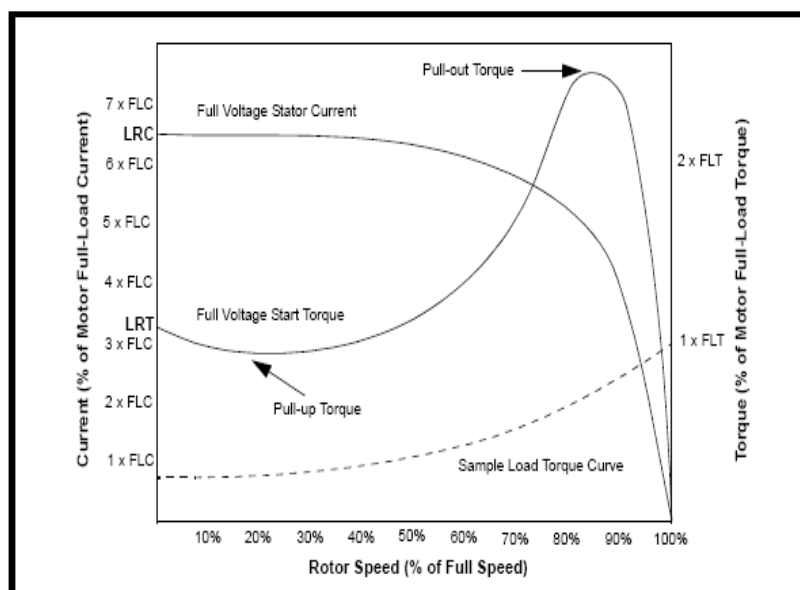
N_s = tốc độ đồng bộ (tốc độ quay của từ trường) vòng/phút

N_b = tốc độ cơ của trục máy vòng/phút

e. Mối liên quan giữa tải, tốc độ và mô men quay

Hình 9 minh họa đường cong tốc độ của mô men điển hình ở động cơ không đồng bộ xoay chiều ba pha với dòng điện cố định. Khi động cơ (Parekh, 2003):

- Khởi động: có một dòng khởi động cao và mô men thấp (“mô men kéo”).
- Đạt đến 80% tốc độ toàn phần, mô men đạt mức độ cao nhất (“mô men đẩy”) và dòng điện bắt đầu giảm.
- Ở tốc độ toàn phần, hoặc tốc độ đồng bộ, mô men và dòng của stato giảm về 0.



Hình 9. Đường cong tốc độ-mômen quay của động cơ cảm ứng xoay chiều 3 pha (Parekh, 2003)

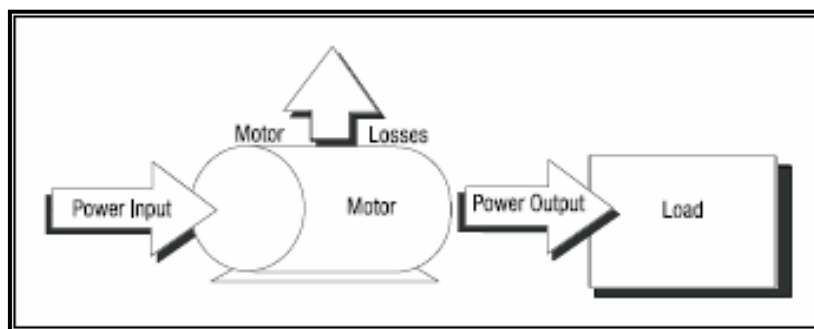
Thiết bị sử dụng điện: Động cơ điện

3. ĐÁNH GIÁ ĐỘNG CƠ ĐIỆN

Phần này mô tả cách thức đánh giá hoạt động của động cơ điện.⁵

3.1 Hiệu suất của động cơ điện

Động cơ chuyển đổi điện năng thành cơ năng để phục vụ tải nhất định. Trong quy trình này, năng lượng mất đi được minh họa trong hình 11.



Hình 10. Tổn thất động cơ (US DOE)

Hiệu suất của động cơ được xác định bởi tổn thất bên trong chỉ có thể giảm bằng cách thay đổi thiết kế động cơ và điều kiện vận hành. Tổn thất có thể thay đổi từ 2%-20%. Bảng 1 cho thấy các loại tổn thất ở một động cơ cảm ứng

Bảng 1. Các loại tổn thất ở động cơ không đồng bộ (BEE India, 2004)

Loại tổn thất	Phần trăm tổn thất toàn phần (100%)
Tổn thất cố định hoặc tổn thất do lõi thép	25
Tổn thất biến đổi: tổn thất stato I^2R	34
Tổn thất biến đổi: tổn thất rôto I^2R	21
Tổn thất do ma sát và quán lại	15
Tổn thất cơ khí của động cơ	5

Hiệu suất của động cơ có thể định nghĩa là “tỷ số của công suất đầu ra hữu dụng của động cơ với công suất đầu vào toàn phần.”

Các yếu tố ảnh hưởng đến hiệu suất của động cơ bao gồm:

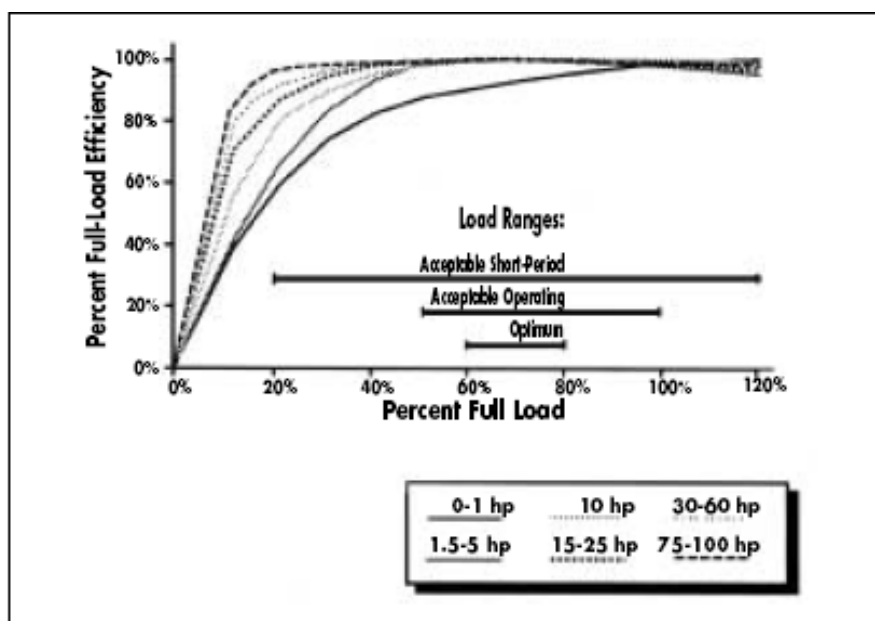
- Lão hóa: động cơ mới hoạt động hiệu quả hơn.
- Công suất. Với phần lớn các thiết bị, hiệu suất của động cơ tăng khi làm việc ở công suất định mức
- Tốc độ. Các động cơ tốc độ cao hơn thường hiệu quả hơn
- Loại. Ví dụ như, động cơ lồng sóc thường hiệu quả hơn động cơ có vành trượt.

⁵ Phần này dựa trên tài liệu dài 16 trang về “Xác định tải và hiệu suất của động cơ điện” do US DOE thực hiện trong khuôn khổ chương trình Những thách thức của động cơ. Chúng tôi đề nghị các bạn tham khảo thêm tài liệu này để biết thông tin chi tiết.

Thiết bị sử dụng điện: Động cơ điện

- Nhiệt độ. Động cơ có quạt làm mát hiệu quả hơn so với động cơ có lớp bảo vệ chống ẩm (SPDP)
- Quấn lại động cơ có thể làm giảm hiệu suất
- Tải động cơ, được mô tả dưới đây

Giữa hiệu suất và tải của động cơ có mối liên hệ rõ ràng với nhau. Các nhà sản xuất thiết kế động cơ vận hành ở mức tải 50-100% và hiệu quả nhất ở mức tải 75%. Nhưng khi tải giảm xuống dưới mức 50%, hiệu suất sẽ giảm rất nhanh, như đã cho trong hình 11. Vận hành động cơ dưới 50% mức tải cũng có tác động tương tự, nhưng nhẹ hơn đối với hệ số công suất. Hiệu suất của động cơ cao và hệ số công suất gần bằng 1 là mức vận hành hiệu quả mong muốn và giúp giảm chi phí của toàn bộ dây chuyền chứ không chỉ riêng với động cơ.



Hình 11. Hiệu suất tải bộ phận của động cơ (hàm số của % hiệu suất đầy tải) (US DOE)

Vì lý do trên, khi đánh giá kết quả hoạt động của một động cơ, cần xác định cả tải và hiệu suất. Ở hầu hết các nước, các nhà sản xuất phải ghi rõ hiệu suất đầy tải trên phần ghi các thông số (nhãn) của động cơ. Tuy nhiên, với một động cơ vận hành trong một thời gian dài, thường rất khó xác định hiệu suất vì phần nhãn máy của động cơ bị mất đi hoặc bị sơn đè lên trên.

Để đo hiệu suất của động cơ, cần ngắt tải và đem động cơ đến bộ phận kiểm tra để thực hiện một số kiểm tra. Kết quả của những lần kiểm tra được so sánh với thông số hoạt động chuẩn của động cơ do nhà sản xuất cung cấp.

Trong trường hợp không thể ngắt động cơ khỏi tải, có thể lấy giá trị tương đối về hiệu suất trong bảng cung cấp các giá trị tương đối của hiệu suất động cơ. Tài liệu US DOE (www1.eere.energy.gov/industry/bestpractices/pdfs/10097517.pdf) cung cấp các bảng giá trị hiệu suất điển hình của các động cơ chuẩn bạn có thể sử dụng nếu nhà sản xuất không thể cung cấp cho bạn những thông số đó. Những giá trị hiệu suất được cung cấp cho:

- Động cơ hiệu suất tiêu chuẩn 900, 1200, 1800 và 3600 vòng/phút
- Kích thước động cơ trong khoảng từ 10 đến 300 HP

Thiết bị sử dụng điện: Động cơ điện

- Hai loại động cơ: động cơ chống ẩm kiểu hở (ODP) và động cơ đóng kín làm mát bằng quạt (TEFC)
- Mức tải 25%, 50%, 75% và 100%.

Tài liệu trên cũng đưa ra ba phương pháp tiên tiến để đánh giá hiệu suất của động cơ: các thiết bị đặc biệt, phương pháp phần mềm và phương pháp phân tích.

Có thể sử dụng một cách thay thế khác, thực hiện một cuộc khảo sát động cơ để xác định tải, cách này cũng thu được chỉ số hoạt động của động cơ. Phần tiếp theo sẽ giải thích thêm về cách này.

3.2 Tải của động cơ

3.2.1 Tại sao cần đánh giá tải của động cơ?

Bởi vì rất khó đánh giá hiệu suất của động cơ trong điều kiện vận hành bình thường, có thể đo tải của động cơ như là một chỉ số đánh giá hiệu suất của động cơ. Khi tải tăng, hệ số công suất và hiệu suất của động cơ tăng lên tới giá trị tối ưu ở quanh mức đầy tải.

3.2.2 Cách đánh giá tải của động cơ

Phương trình dưới đây được sử dụng để xác định tải:

$$\text{Tải} = \frac{P_i \times \eta}{\text{HP} \times 0.7457}$$

Trong đó,

- η = Hiệu suất vận hành của động cơ tính bằng %
- HP = Mã lực ghi trên nhãn động cơ
- Mức tải = Công suất ra chiếm % công suất thiết kế
- P_i = công suất ba pha tính bằng kW

Tiến hành khảo sát tải động cơ để đo mức tải vận hành của các động cơ khác nhau trong toàn bộ dây chuyền. Sử dụng kết quả khảo sát để xác định những động cơ công suất nhỏ hơn yêu cầu- quá tải (có thể gây cháy động cơ) hoặc công suất quá lớn - non tải (làm hoạt động kém hiệu quả). Theo US DOE đề xuất, nên thực hiện khảo sát tất cả các động cơ hoạt động hơn 1000 giờ mỗi năm.

Có ba phương pháp để xác định tải của động cơ cho những động cơ vận hành riêng lẻ:

- **Đo công suất đầu vào.** Phương pháp này tính toán mức tải là tỷ số giữa công suất đầu vào (đo bằng bộ phân tích công suất) và công suất định mức ở mức tải 100 % .
- **Đo cường độ dòng điện.** Tải được xác định bằng cách so sánh cường độ dòng điện (được đo bằng bộ phân tích công suất) với cường độ dòng điện định mức. Phương pháp này được sử dụng khi không xác định được hệ số công suất và chỉ có sẵn giá trị cường độ dòng điện. Người ta cũng đề xuất sử dụng phương pháp này khi phần trăm tải ít hơn 50%
- **Phương pháp trượt.** Xác định tải bằng cách so sánh phương pháp trượt khi động cơ đang hoạt động với mức trượt động cơ ở đầy tải. Độ chính xác của phương pháp này hạn chế và chỉ có thể sử dụng phương pháp này với máy đo tốc độ gốc (không cần sử dụng bộ phân tích công suất).

Thiết bị sử dụng điện: Động cơ điện

Vì cách đo công suất đầu vào là phương pháp thông dụng nhất, chỉ có phương pháp này được mô tả cho động cơ ba pha.

3.2.3 Đo công suất vào

Mức tải được đo theo ba bước.

Bước 1. Xác định công suất đầu vào sử dụng phương trình sau:

$$P_i = \frac{V \times I \times PF \times \sqrt{3}}{1000}$$

Trong đó,

- P_i = Công suất ba pha tính bằng kW
- V = điện áp hiệu dụng, giá trị trung bình giữa hai dây của ba pha
- I = dòng điện hiệu dụng, giá trị trung bình của ba pha
- PF = Hệ số công suất, số thập phân

Lưu ý rằng bộ phân tích công suất có thể đưa ra giá trị công suất trực tiếp. Các công ty không có thiết bị này có thể sử dụng đa kế hoặc kim ampe để đo điện áp, cường độ dòng điện và hệ số công suất riêng lẻ sau đó tính công suất đầu vào.

Bước 2. Xác định công suất định mức bằng cách lấy giá trị trên nhãn động cơ hoặc sử dụng phương trình sau:

$$P_r = hp \times \frac{0.7457}{\eta_r}$$

Trong đó,

- P_r = Công suất vào ở mức đầy tải định mức, kW
- HP = Mã lực ghi trên nhãn động cơ
- η_r = Hiệu suất ở mức đầy tải (giá trị trên nhãn động cơ hoặc lấy từ bảng hiệu suất động cơ)

Bước 3. Xác định phần trăm tải sử dụng phương trình sau:

$$Load = \frac{P_i}{P_r} \times 100\%$$

Trong đó,

- Mức tải = Công suất ra chiếm % công suất thiết kế
- P_i = Công suất ba pha đo được bằng kW
- P_r = Công suất đầu vào ở mức đầy tải theo thiết kế tính bằng kW

3.2.4 Ví dụ

Câu hỏi:

Thiết bị sử dụng điện: Động cơ điện

Dưới đây là kết quả quan sát được từ quá trình đo công suất của một động cơ không đồng bộ ba pha 45 kW với hiệu suất 88% đầy tải.

- V = 418 Volt
- I = 37 Amp
- PF = 0.81

Tính mức tải.

Trả lời:

- Công suất đầu vào = $(1,732 \times 418 \times 37 \times 0,81)/1000 = 21,70$ kW
- % Tải = $[21,70 / (45/0,88)] \times 100 = 42,44$ %

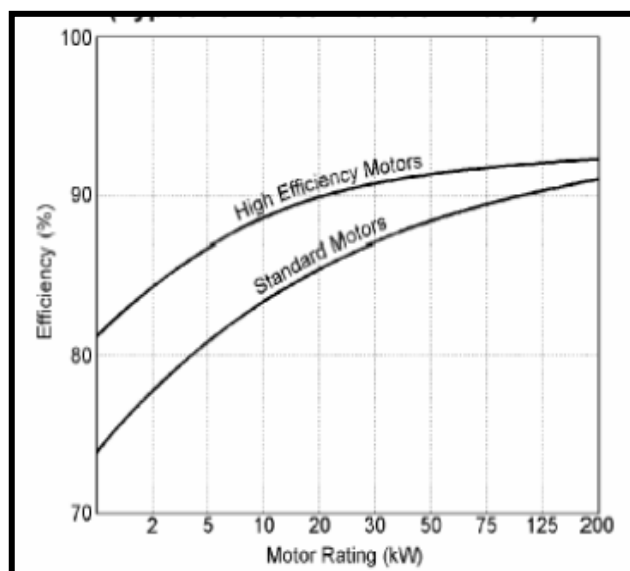
4. CÁC GIẢI PHÁP SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG HIỆU QUẢ

Phần này nêu các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả hoạt động của động cơ.⁶

4.1 Thay động cơ tiêu chuẩn bằng động cơ hiệu suất cao

Động cơ hiệu suất cao được thiết kế chuyên dụng để tăng hiệu suất hoạt động so với động cơ tiêu chuẩn. Các cải tiến thiết kế tập trung vào việc làm giảm tổn thất bên trong động cơ, bao gồm việc sử dụng thép silic có tổn thất sắt từ thấp hơn, lõi dài hơn (để tăng chất kích hoạt), dây dày hơn (để giảm trở kháng), lá thép mỏng hơn, khoảng trống không khí giữa stato và rôto nhỏ hơn, sử dụng đồng thay cho các thanh nhôm trong rôto, các vòng đệm tốt hơn và quạt nhỏ hơn, vv....

Động cơ hiệu suất cao có dải công suất thiết kế và mức đầy tải rộng. Hiệu suất cao hơn động cơ tiêu chuẩn từ 3% tới 7% như cho trong hình 12. Bảng 2 đưa ra các giải pháp cải tiến thường được sử dụng trong thiết kế động cơ hiệu suất cao.



Hình 12. So sánh giữa động cơ hiệu suất cao và động cơ tiêu chuẩn
(Bureau of Indian Standards)

⁶ Phần 4 được trích (có sửa đổi) từ tài liệu *Sử dụng năng lượng hiệu quả với các thiết bị sử dụng điện*, 2004, với sự cho phép của Cục Sử dụng năng lượng hiệu quả, Ấn Độ

Do phải thực hiện các giải pháp cải thiện hoạt động của động cơ, chi phí của động cơ hiệu suất cao cao hơn chi phí của động cơ tiêu chuẩn. Phần chi phí cao hơn sẽ được hoàn vốn rất nhanh nhờ giảm chi phí vận hành, nhất là với các ứng dụng mới hoặc thay thế các động cơ hết thời hạn sử dụng. Nhưng thay thế các động cơ đang dùng mà chưa hết thời gian sử dụng bằng các động cơ hiệu suất cao không phải lúc nào cũng khả thi về mặt tài chính, và vì vậy, chúng tôi đề xuất chỉ thay những động cơ này bằng động cơ hiệu suất cao khi những động cơ này hỏng.

Bảng 2. Những khu vực nâng cao hiệu suất ở động cơ hiệu suất cao
(BEE Ấn Độ, 2004)

Khu vực tổn thất điện	Nâng cao hiệu suất
1. Sắt	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sử dụng thép tấm mỏng hơn vì tổn thất lõi sắt thấp hơn sẽ giúp giảm tổn thất dòng xoáy. ▪ Lõi dài hơn sẽ cần sử dụng nhiều thép hơn trong thiết kế, làm giảm tổn thất nhờ giảm mật độ từ thông sinh ra.
2. Stato I2R	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sử dụng bộ dẫn lớn hơn bằng đồng giúp tăng diện tích tiết diện của các cuộn dây trong stato. Nhờ vậy làm giảm trở kháng (R) của cuộn dây và giảm tổn thất do cường độ dòng điện (I)
3 Rôto I2R	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dùng những thanh dẫn rôto lớn hơn để tăng tiết diện, nhờ vậy giảm trở kháng dẫn (R) và tổn thất do cường độ dòng (I)
4 Ma sát và quán dây	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sử dụng thiết kế quạt tổn thất thấp giảm tổn thất do chuyển dịch không khí
5. Tổn thất rò tải	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sử dụng thiết kế tối ưu và quy trình kiểm soát chất lượng chặt chẽ để giảm thiểu tổn thất rò tải

4.2 Giảm mức non tải (và tránh sử dụng động cơ quá lớn)

Như đã giải thích ở phần 3, non tải sẽ làm tăng tổn thất, giảm hiệu suất và hệ số công suất của động cơ. Non tải có thể là nguyên nhân phổ biến nhất khiến động cơ hoạt động không hiệu quả, vì một số lý do sau:

- Nhà sản xuất thiết bị có xu hướng sử dụng hệ số an toàn (hệ số dự trữ công suất) lớn hơn khi chọn động cơ.
- Thiết bị thường được sử dụng non tải. Ví dụ như các nhà sản xuất máy công cụ đưa ra hiệu suất định mức của động cơ cho mức đầy tải. Trên thực tế, người sử dụng rất ít khi cần mức công suất 100%, dẫn đến việc thiết bị vận hành ở mức non tải trong phần lớn thời gian.
- Những động cơ lớn hơn được lựa chọn để giúp duy trì đầu ra ở mức mong muốn kể cả khi điện áp đầu vào thấp một cách bất thường.
- Những động cơ lớn được lựa chọn cho những ứng dụng cần mô men khởi động cao nhưng những động cơ nhỏ hơn được thiết kế cho mô men cao có thể phù hợp hơn.

Nên lựa chọn kỹ công suất của động cơ dựa trên đánh giá chi tiết về mức tải. Nhưng khi thay một động cơ quá lớn bằng một động cơ khác nhỏ hơn, cũng cần phải tính đến hiệu suất tiềm năng đạt được. Những động cơ lớn hơn vốn có hiệu suất thiết kế cao hơn động cơ nhỏ hơn. Vì vậy, nhìn chung chúng tôi không đề xuất thay thế động cơ hoạt động ở mức 60 – 70% công suất hoặc cao hơn. Mặt khác, không có nguyên tắc cứng nhắc trong việc lựa chọn động cơ và cần đánh giá tiềm năng tiết kiệm dựa trên từng trường hợp. Ví dụ như, nếu một động cơ nhỏ hơn là động cơ hiệu suất cao và động cơ đang dùng không phải là động cơ hiệu suất cao, thì có thể cải thiện hiệu suất.

Thiết bị sử dụng điện: Động cơ điện

Nếu những động cơ luôn hoạt động ở mức tải dưới 40% công suất thiết kế, có thể áp dụng một phương pháp hiệu quả và không tốn kém là đấu sao. Việc thay đổi từ kiểu đấu tam giác tiêu chuẩn sang đấu sao chỉ gồm việc đấu lại dây tại hộp đấu dây.

Vận hành ở dạng nối sao sẽ làm giảm điện áp theo hệ số $\sqrt{3}$. Ở dạng nối sao, động cơ sẽ giảm công suất, nhưng những đặc tính làm việc như hàm của tải sẽ không thay đổi. Vì vậy, động cơ nối sao sẽ có hiệu suất và hệ số công suất cao hơn khi hoạt động ở mức đầy tải so với khi hoạt động ở mức không đầy tải theo nối tam giác.

Tuy nhiên, vận hành động cơ nối sao chỉ có thể sử dụng cho các ứng dụng với yêu cầu tỷ số mô men/tốc độ thấp khi tải giảm. Ngoài ra, nên tránh chuyển sang nối sao nếu động cơ được nối với thiết bị sản xuất có sản lượng phụ thuộc vào tốc độ của động cơ (vì tốc độ của động cơ giảm khi nối sao). Với những thiết bị cần mô men ban đầu cao và yêu cầu mô men khi hoạt động thấp, có thể sử dụng bộ khởi động Sao/ Tam giác để có thể đáp ứng được yêu cầu mô men ban đầu cao.

4.3 Chọn công suất động cơ cho tải thay đổi

Các động cơ công nghiệp thường hoạt động ở những điều kiện tải thay đổi do các yêu cầu của quá trình. Một kinh nghiệm thực tế trong tình huống này là lựa chọn động cơ dựa trên mức tải cao nhất. Nhưng như vậy thì sử dụng động cơ sẽ tốn kém hơn vì nó chỉ hoạt động ở công suất tối đa trong những giai đoạn ngắn, và sẽ có nguy cơ động cơ bị non tải.

Một lựa chọn khác là chọn công suất của động cơ dựa trên đồ thị tải của một thiết bị cụ thể. Điều này có nghĩa là công suất động cơ được chọn thấp hơn một chút so với mức tải cao nhất và động cơ có thể bị quá tải trong một thời gian ngắn. Có thể áp dụng cách này vì nhà sản xuất thiết kế động cơ với một hệ số quá tải (thường là cao hơn tải định mức là 15%) để đảm bảo việc thỉnh thoảng động cơ hoạt động quá tải sẽ không gây ra những hỏng hóc đáng kể.

Nguy cơ lớn nhất là việc động cơ bị quá nhiệt, điều này sẽ ảnh hưởng đến tuổi thọ và hiệu suất của động cơ, tăng chi phí vận hành. Một tiêu chí lựa chọn công suất của động cơ là sự tăng nhiệt độ trung bình tính theo trọng số trong chu kỳ làm việc thực tế không được cao hơn mức tăng nhiệt độ khi vận hành ở chế độ đầy tải liên tục (100%). Quá nhiệt có thể xảy ra trong những trường hợp sau:

- Thay đổi lớn về tải, như thường xuyên tắt/bật hoặc tải ban đầu cao
- Thường xuyên và/hoặc bị quá tải trong một thời gian dài
- Khả năng làm mát động cơ bị hạn chế, ví dụ như ở độ cao lớn, trong môi trường nóng hoặc khi động cơ bị bao kín hoặc bám bẩn.

Khi tải động cơ thay đổi nhiều trong một thời gian, có thể sử dụng phương pháp điều khiển tốc độ cùng với việc chọn công suất động cơ thích hợp (xem phần 4.8).

4.4 Nâng cao chất lượng điện

Hiệu suất của động cơ thường bị ảnh hưởng nhiều bởi chất lượng của điện đầu vào. Chất lượng điện đầu vào do điện áp thực tế và tần số so với giá trị định mức quyết định. Sự dao động về điện áp và tần số quá mức so với giá trị cho phép có tác động đáng kể đến hiệu suất của động cơ. Bảng 6 nêu lên những ảnh hưởng chung do sự dao động của điện áp và tần số đối với hoạt động của động cơ.

Thiết bị sử dụng điện: Động cơ điện

Sự mất cân bằng điện áp có thể ảnh hưởng nhiều đến hiệu suất của động cơ, xảy ra khi các pha của động cơ ba pha không cân bằng. Điều này thường xảy ra do điện áp cấp cho các pha khác nhau. Cũng có thể là do kích thước dây ở hệ thống phân phối khác nhau. Ví dụ về tác động của mất cân bằng điện áp đối với hiệu suất của động cơ cho trong bảng 7.

- Điện áp của mỗi pha trong hệ thống ba pha phải cân bằng, đối xứng và chênh nhau 120°. Cần duy trì cân bằng pha trong khoảng 1% để tránh làm hỏng động cơ và không được bảo hành bởi nhà sản xuất. Một số yếu tố có thể ảnh hưởng đến cân bằng điện áp: tải một pha chỉ lấy ở một pha, kích thước dây cáp khác nhau, hoặc sự cố mạch. Sự mất cân bằng này sẽ làm tăng tổn thất hệ thống và giảm hiệu suất động cơ.

Bảng 7. Tác động của mất cân bằng điện áp đối với động cơ không đồng bộ
(BEE India, 2004)

	Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3
% mất cân bằng điện áp*	0,30	2,30	5,40
Mất cân bằng cường độ (%)	0,4	17,7	40,0
Tăng nhiệt độ (oC)	0	30	40

* % mất cân bằng điện áp = (giá trị lệch tối đa so với điện áp trung bình cộng/ điện áp trung bình cộng) x 100

Có thể giảm thiểu sự mất cân bằng điện áp bằng cách:

- Cân bằng các tải một pha sao cho bằng nhau giữa các pha.
- Tách riêng tải một pha nào ảnh hưởng đến cân bằng tải hệ thống và cấp điện cho pha đó bằng một lưới riêng/máy biến áp riêng

4.5 Quán lại

Một vấn đề phổ biến trong các doanh nghiệp công nghiệp là quán lại các động cơ bị cháy. Số lượng các động cơ quán lại ở một số doanh nghiệp chiếm hơn 50% toàn bộ động cơ. Cũng có khi quán lại cẩn thận sẽ giúp duy trì hiệu suất của động cơ ở mức như trước nhưng phần lớn là quán lại làm giảm hiệu suất. Quán lại có thể ảnh hưởng đến một số yếu tố dẫn đến giảm hiệu suất của động cơ: quán không đúng thiết kế và biến dạng rãnh, làm giảm khả năng cách điện và tăng nhiệt độ động cơ quá mức cho phép. Chẳng hạn, khi gia nhiệt để bóc các dây quán cũ, vật liệu cách điện có thể bị hư hại, làm tăng tổn thất do dòng điện xoáy. Mỗi thay đổi ở khoảng trống khí giữa rôto và stato có thể ảnh hưởng đến hệ số công suất và mô men đầu ra.

Tuy nhiên, nếu thực hiện các biện pháp thích hợp, có thể duy trì hiệu suất của động cơ sau khi quán lại, và trong một số trường hợp có thể cải thiện hiệu suất nhờ thay đổi thiết kế quán. Sử dụng dây với tiết diện lớn hơn, kích thước rãnh quán thích hợp sẽ giúp giảm tổn thất stato và tăng hiệu suất. Tuy nhiên, nên duy trì thiết kế ban đầu của động cơ khi quán lại, trừ khi có lý do đặc biệt liên quan đến tải cần thiết kế lại.

Có thể dễ dàng đánh giá tác động của việc quán lại với hiệu suất và hệ số công suất của động cơ nếu biết được tổn thất không tải của động cơ trước và sau khi quán lại. Thông tin về tổn thất không tải và tốc độ không tải có thể tìm được trong tài liệu giới thiệu về động cơ khi mua. Một chỉ số cho mức độ thành công khi quán lại là so sánh giữa dòng điện không tải và trở kháng của stato ở mỗi pha của động cơ quán lại với dòng không tải và trở kháng của stato ban đầu với cùng mức điện áp.

Khi quán lại động cơ, cần lưu ý đến các yếu tố sau:

- Chọn hãng được cấp chứng nhận ISO 9000 hoặc hãng là đại diện của Hiệp hội dịch vụ về điện (Electrical Apparatus Service Association).
- Động cơ có công suất nhỏ hơn 40 HP và đã sử dụng được hơn 15 năm (nhất là những động cơ đã được quán lại) thường có hiệu suất thấp hơn nhiều so với loại động cơ hiệu suất cao hiện đang có trên thị trường. Tốt nhất là nên thay. Và tốt nhất là nên thay những động cơ không chuyên dụng có công suất nhỏ hơn 15 HP.
- Nếu chi phí quán lại vượt quá 50% - 65% so với giá của một động cơ hiệu suất cao mới, nên mua động cơ mới. Độ tin cậy và hiệu suất cao hơn sẽ nhanh chóng bù lại phần giá chênh hơn.

4.6 Điều chỉnh hệ số công suất bằng cách lắp tụ bù

Như đã lưu ý ở trên, động cơ không đồng bộ có đặc tính là hệ số công suất nhỏ hơn 1, dẫn tới hiệu suất toàn phần thấp hơn (và chi phí vận hành tổng cao hơn) của hệ thống điện nhà máy.

Tụ bù đấu song song với động cơ được sử dụng để nâng cao hệ số công suất. Tụ bù không giúp tăng hệ số công suất của bản thân động cơ mà giúp tăng hệ số công suất của hệ thống phát dẫn điện. Lợi ích của việc điều chỉnh hệ số công suất bao gồm giảm công suất phản kháng và công suất biểu kiến (và nhờ vậy giảm tiền điện cho nhu cầu sử dụng), giảm tổn thất nhiệt I^2R tiêu hao trên dây dẫn trước tụ bù (nhờ vậy giảm chi phí sử dụng năng lượng), giảm sụt áp trên đường dây (nhờ vậy giúp điều chỉnh điện áp) và tăng hiệu suất toàn phần của toàn bộ hệ thống điện.

Kích cỡ của tụ bù phụ thuộc vào công suất phản kháng không tải kVA (kVAR) ở động cơ. Kích thước của tụ bù không nên vượt quá 90% công suất phản kháng không tải kVAR của động cơ vì những tụ bù lớn hơn sẽ dẫn đến điện áp cao làm cháy động cơ. Chỉ có thể xác định được kVAR của động cơ nhờ kiểm tra không tải của động cơ. Một cách khác là sử dụng hệ số công suất điển hình ở các động cơ tiêu chuẩn để xác định kích cỡ của tụ bù.

Thông tin thêm về hệ số công suất và tụ bù có trong phần *Điện*.

4.7 Tăng cường bảo trì

Phần lớn các lõi của động cơ được làm bằng thép silic hoặc thép cán nguội cacbon thấp, các đặc tính về điện không thay đổi đáng kể theo thời gian. Tuy nhiên, bảo trì kém có thể làm giảm hiệu suất động cơ theo thời gian và dẫn đến hoạt động không tin cậy của động cơ. Ví dụ như bôi trơn không thích hợp sẽ làm tăng ma sát ở cả động cơ và thiết bị truyền động. Ma sát tăng làm tăng nhiệt độ động cơ, dẫn đến tổn thất làm tăng trở kháng trong động cơ.

Điều kiện môi trường xung quanh cũng có ảnh hưởng tới hiệu suất của động cơ. Ví dụ như nhiệt độ quá cao, quá nhiều bụi, môi trường ăn mòn và độ ẩm có thể làm hỏng lớp cách điện; ứng suất cơ học do tải biến đổi theo chu kỳ có thể gây lệch trục.

Để duy trì hiệu suất của động cơ, cần thực hiện bảo trì thích hợp. Danh mục các hoạt động bảo trì phù hợp bao gồm:

- Thường xuyên kiểm tra hao mòn ở các ổ trục và vỏ động cơ (để giảm tổn thất do ma sát) và kiểm tra bụi, chất bẩn ở các đường thông gió của động cơ (để đảm bảo sự thoát nhiệt)

- Kiểm tra điều kiện tải để đảm bảo động cơ không bị quá tải hoặc non tải. Thay đổi ở tải động cơ đo được là dấu hiệu về sự thay đổi của tải, cần tìm hiểu nguyên nhân của thay đổi này.
- Bôi trơn thích hợp. Các nhà sản xuất thường đề xuất cách thức và thời điểm cần bôi trơn động cơ. Bôi trơn không chuẩn sẽ gây ra những trục trặc đã nêu ở trên. Bôi trơn quá mức cần thiết cũng sẽ gây ra những trục trặc, ví dụ như dầu hoặc mỡ dư thừa ở các ổ trục của động cơ sẽ chảy vào động cơ và thấm vào cách điện, làm hỏng hoặc gây nguy cơ cháy động cơ.
- Định kỳ kiểm tra độ đồng trục của động cơ và phần được truyền động lắp với trục động cơ. Lệch trục sẽ nhanh chóng làm hỏng trục và ổ trục, làm hỏng động cơ và phần dẫn động.
- Chắc chắn rằng dây dẫn và tủ điện có công suất và được lắp đặt thích hợp. Thường xuyên kiểm tra các tiếp xúc trên động cơ và thiết bị khởi động để đảm bảo chúng sạch và chặt.
- Đảm bảo thông gió thích hợp và giữ sạch đường làm mát để thoát nhiệt, giảm tổn thất. Tuổi thọ của cách điện trong động cơ cũng có thể kéo dài: cứ mỗi mức tăng 10°C vượt quá nhiệt độ vận hành cho phép của động cơ, thời gian tới khi động cơ phải quấn lại giảm đi một nửa.

4.8 Điều khiển tốc độ ở động cơ không đồng bộ

Theo truyền thống, động cơ một chiều được sử dụng khi có yêu cầu về thay đổi tốc độ. Nhưng do các hạn chế của động cơ một chiều (đã giải thích ở phần 2), động cơ xoay chiều ngày càng được sử dụng nhiều hơn trong các ứng dụng đòi hỏi thay đổi tốc độ. Cả động cơ đồng bộ và động cơ không đồng bộ đều phù hợp với điều khiển thay đổi tốc độ.

Vì động cơ cảm ứng là động cơ không đồng bộ, thay đổi tần số cung cấp có thể làm thay đổi tốc độ. Cách thức điều khiển ở một động cơ cụ thể phụ thuộc vào một số yếu tố như chi phí đầu tư, độ tin cậy tải và các yêu cầu điều khiển đặc biệt khác. Điều này đòi hỏi phải xem xét chi tiết các đặc tính tải, các dữ liệu quá khứ về điều khiển quá trình, các đặc điểm yêu cầu của hệ thống điều khiển tốc độ, các chi phí tiền điện và chi phí đầu tư.

Các đặc tính của tải (giải thích trong phần 1) là đặc biệt quan trọng đối với việc quyết định có nên thực hiện điều khiển tốc độ hay không. Tiềm năng tiết kiệm điện cao nhất đối với bộ điều khiển biến tốc -VSD thường là ở các ứng dụng có mô men thay đổi, ví dụ như bơm li tâm và quạt. Với các thiết bị này, công suất yêu cầu tỉ lệ bậc ba với tốc độ. Tải có mô men cố định cũng phù hợp với VSD.

4.8.1 Động cơ nhiều tốc độ

Các động cơ có thể được quấn sao cho có thể vận hành ở hai tốc độ, theo tỷ lệ 2:1. Động cơ cũng có thể được quấn với hai cuộn dây riêng biệt, mỗi cuộn cho hai tốc độ, tổng cộng là 4 tốc độ. Động cơ nhiều tốc độ có thể được thiết kế cho các ứng dụng cần mô men không đổi, mô men thay đổi, hoặc công suất đầu ra không đổi. Các động cơ nhiều tốc độ phù hợp với các ứng dụng cần điều khiển tốc độ giới hạn (2 hoặc 4 tốc độ cố định thay vì thay đổi tốc độ trong một dải liên tục). Các động cơ loại này không kinh tế lắm vì hiệu suất của chúng thấp hơn so với động cơ một tốc độ.

4.8.2 Bộ điều khiển tốc độ vô cấp (VSDs)

Bộ điều khiển tốc độ vô cấp (VSDs) còn gọi là bộ biến tần (inverter) có khả năng thay đổi tốc độ động cơ. Các thiết bị này sẵn có trong dải từ vài kW đến 750 kW. Chúng được thiết kế để điều khiển động cơ không đồng bộ tiêu chuẩn và có thể dễ dàng lắp đặt cho một hệ thống sẵn

Thiết bị sử dụng điện: Động cơ điện

có. Bộ biến tần thường được bán riêng vì động cơ có thể đã có sẵn, nhưng cũng có thể mua bộ biến tần kèm với động cơ.

Khi tải thay đổi, bộ điều khiển tốc độ vô cấp hoặc động cơ hai tốc độ có thể giảm mức tiêu thụ năng lượng ở các bơm li tâm và quạt xuống 50% hoặc hơn.

Một bộ điều khiển cơ bản bao gồm một bộ biến tần thực hiện chuyển đổi tần số từ 50 Hz sang các tần số và điện áp thay đổi tùy theo yêu cầu tải. Tần số thay đổi sẽ điều khiển tốc độ của động cơ tương ứng.

Hiện nay, có ba kiểu biến tần. Đó là Biến tần dòng nguồn (CSI), Biến tần điện áp biến thiên (VVI), và Biến tần điều biến độ rộng xung (PWM).

4.8.3 Bộ điều khiển một chiều (DC)

Công nghệ điều khiển một chiều là công nghệ điều khiển tốc độ điện lâu đời nhất. Hệ thống điều khiển bao gồm một động cơ một chiều và một bộ điều khiển.

Động cơ bao gồm các cuộn dây và phần ứng. Các cuộn cảm cần có kích từ một chiều để động cơ hoạt động, thường là với mức điện áp không đổi từ bộ điều khiển. Các nối mạch phần ứng được thực hiện qua chổi than và bộ chuyển mạch. Tốc độ của động cơ tỷ lệ thuận với điện áp cấp.

Bộ điều khiển là bộ chỉnh lưu kiểu cầu điều khiển pha với các mạch logic để điều chỉnh điện áp một chiều cấp cho phần ứng của động cơ. Điều khiển tốc độ thực hiện nhờ điều chỉnh điện áp phần ứng của động cơ. Thông thường, một máy phát tốc được lắp kèm để đảm bảo điều chỉnh tốc độ chính xác. Máy phát tốc có thể lắp trên động cơ để phát các tín hiệu phản hồi tới bộ điều khiển.

4.8.4 Bộ điều khiển động cơ xoay chiều rôto dây quấn (động cơ không đồng bộ có vành trượt)

Động cơ rôto dây quấn sử dụng một rôto cấu tạo đặc biệt để có thể điều khiển tốc độ. Rôto động cơ gồm các cuộn dây được nâng khỏi động cơ bằng các vành trượt trên trục động cơ. Các cuộn dây được nối với mạch điều khiển, với các biến trở lắp nối tiếp với các cuộn dây. Có thể điều khiển mô men động cơ bằng các biến trở này. Các động cơ rôto dây quấn phổ biến nhất trong khoảng từ 300 HP (sức ngựa) trở lên.

5. DANH SÁCH SÀNG LỌC GIẢI PHÁP

Phần này đưa ra danh sách các giải pháp sử dụng năng lượng hiệu quả nhất đối với động cơ điện.

- Duy trì mức điện áp cung cấp với biên độ dao động tối đa là 5% so với giá trị danh nghĩa.
- Giảm thiểu sự mất cân bằng pha trong khoảng 1% để tránh làm giảm hiệu suất động cơ
- Duy trì hệ số công suất cao bằng cách lắp tụ bù ở vị trí càng gần với động cơ càng tốt.
- Chọn công suất của động cơ thích hợp để tránh hiệu quả thấp và hệ số công suất kém.
- Đảm bảo mức tải của động cơ lớn hơn 60%
- Áp dụng chính sách bảo trì thích hợp cho động cơ.
- Sử dụng các bộ điều khiển tốc độ (VSD) hoặc hai cấp tốc độ cho các ứng dụng thích hợp.
- Thay các động cơ hỏng, quá tải hoặc non tải bằng các động cơ hiệu suất cao.
- Quán lại các động cơ bị cháy tại các dịch vụ kỹ thuật đảm bảo
- Tối ưu hoá hiệu suất truyền động thông qua bảo trì và lắp đặt đúng cách các trục, xích, bánh răng, bộ truyền đai.
- Kiểm soát nhiệt độ môi trường xung quanh để kéo dài tuổi thọ cách điện và độ tin cậy của động cơ, ví dụ như tránh để động cơ dưới với ánh nắng mặt trời trực tiếp, đặt động cơ ở những khu vực được thông gió tốt và giữ động cơ ở tình trạng sạch sẽ.
- Bôi trơn động cơ theo chỉ định của nhà sản xuất và sử dụng dầu hoặc mỡ chất lượng cao để tránh bị nhiễm bẩn hoặc nước.

7. TÀI LIỆU THAM KHẢO

Automated Buildings. www.automatedbuildings.com/news/jul01/art/abbd/abbbf2.gif

Bureau of Energy Efficiency (BEE), Ministry of Power, India. *Components of an Electric Motor*. 2005.

www.energymanagertraining.com/equipment_all/electric_motors/eqp_comp_motors.htm

Bureau of Energy Efficiency, Ministry of Power, India. *Energy Efficiency in Electrical Utilities*. Book 3. 2004

Bureau of Indian Standards. *Indian Standard Code for Motors – IS1231*.

C.R. Nave, Department of Physics and Astronomy, Georgia State University. *How does an electric motor work?* In: Hyperphysics, Electricity and Magnetism. 2005
<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>

DirectIndustry. *Virtual Industry Exhibition*. 2005. www.directindustry.com

Electricians Toolbox Etc (E.T.E.). *Motor Characteristics*. 1997. www.elec-toolbox.com/motorchar.htm

Integrated Publishing. *Synchronised Motors*, In: Neets, Module 01, Introduction to Matter, Energy, and Direct Current, Chapter 4, Alternating Current Motors. 2003
www.tpub.com/content/neets/14177/css/14177_92.htm

L.M. Photonics Ltd. *DC Motor Control*. 2002.
www.lmphotronics.com/vsd/vsd_02.htm

myElectrical. *DC Machine Construction*. 2005.
[www.myelectrical.com/book/Machines/DC%20Machine%20Construction%20\(Field%20Winding\).aspx?%09%09%09ID=P040507102940](http://www.myelectrical.com/book/Machines/DC%20Machine%20Construction%20(Field%20Winding).aspx?%09%09%09ID=P040507102940)

Parekh, R., Microchip Technology Inc. *AC Induction Motors Fundamentals, AN887*. 2003. www.microchip.com, ww1.microchip.com/downloads/en/AppNotes/00887a.pdf

Rodwell International Corporation. *Basic Motor Theory*. On: Reliance Electric Motor Technical Reference home page, 1999. www.reliance.com/mtr/mtrthr.htm

US Department of Energy (US DOE). *Fact Sheet: Determining Motor Load and Efficiency*. Developed as part of: Motor Challenge, a program of US DOE
www1.eere.energy.gov/industry/bestpractices/pdfs/10097517.pdf

Copyright:

Copyright © United Nations Environment Programme (year 2006)

This publication may be reproduced in whole or in part and in any form for educational or non-profit purposes without special permission from the copyright holder, provided acknowledgement of the source is made. UNEP would appreciate receiving a copy of any publication that uses this publication as a source. No use of this publication may be made for resale or any other commercial purpose whatsoever without prior permission from the United Nations Environment Programme.

Bản quyền

Copyright © Chương trình môi trường liên hợp quốc (năm 2006)

Ấn bản này có thể tái xuất bản toàn bộ hoặc một phần và cho bất kỳ mục đích giáo dục hay phi lợi nhuận nào mà không có sự cho phép đặc biệt từ người giữ bản quyền với điều kiện phải nêu nguồn của ấn bản. UNEP mong rằng sẽ nhận được bản sao của bất kỳ ấn bản nào có sử dụng ấn bản này như nguồn thông tin. Không sử dụng ấn bản

Disclaimer:

This energy equipment module was prepared as part of the project "Greenhouse Gas Emission Reduction from Industry in Asia and the Pacific" (GERIAP) by the National Productivity Council, India. While reasonable efforts have been made to ensure that the contents of this publication are factually correct and properly referenced, UNEP does not accept responsibility for the accuracy or completeness of the contents, and shall not be liable for any loss or damage that may be occasioned directly or indirectly through the use of, or reliance on, the contents of this publication, including its translation into other languages than English. This is the translated version from the chapter in English, and does not constitute an official United Nations publication.

Khuyến cáo:

Môđun thiết bị năng lượng này được thực hiện là một phần của dự án "Giảm Phát Thái Khí Nhà Kính từ Hoạt Động Công Nghiệp ở Khu vực Châu Á và Thái Bình Dương" (GERIAP) bởi Ủy ban Năng suất Quốc gia Ấn Độ. Mặc dù đã cố gắng nhiều để đảm bảo nội dung của báo cáo này là chính xác và phù hợp để tham khảo, UNEP không có trách nhiệm về tính chính xác hay hoàn thiện của nội dung và sẽ không chịu trách nhiệm về bất kỳ mất mát hay thiệt hại mà có thể liên quan trực tiếp hay gián tiếp cho việc sử dụng hay dựa vào nội dung của báo cáo này gây ra, bao gồm cả bản dịch sang các thứ tiếng khác ngoài tiếng Anh. Đây là bản dịch từ chương bằng tiếng Anh và không là ấn bản chính thức của Liên hợp quốc.