

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss

變頻器技術 實現高能效的 9 個祕訣

drives.danfoss.com

簡介：變頻器技術實現高能效的 9 個祕訣

能源價格正攀升至前所未有的高度。是時候檢討節能措施，以達到最大的成本控制。Danfoss Drives 為其省電式變頻器準備了這份 9 點式檢查清單，概述了您廠區中的高能耗項目，並介紹如何利用變頻器技術徹底善用馬達驅動式設備的能效。您將學到可以從哪些方面開始提升效率，以及此舉能在哪些方面節省成本。畢竟，電動變頻器技術是提高能效的關鍵技術。目前來說，這是迅速降低大量能耗最有效的解決方案，而且快速又簡單。

電動馬達轉速控制能以最節能的方式操作幾乎各種應用，例如輸送帶、電梯、冰箱壓縮機、大樓空調系統、泵浦及其他許多工業應用。ICA 在《2016 世界能源展望》報告中預測，若 AC 變頻器用於所有適合的應用且使用的方式很有效率，到了 2040 年，全球耗電量將能減少 8%。

這份有益的能效檢查清單提供實用的祕訣，並展示出哪些方面具有最大的潛力、能迅速解放該潛力。這些措施可獲得兩倍的回報：節省的電力每千瓦小時不僅能降低能源成本，還能徹底降低貴公司的 CO₂ 排放量。

1

控制轉速很重要：在您所有馬達應用中，迅速徹底善用節能的潛力

2

解方近在眼前：為應用和設施中的風扇及泵浦實行檢查

3

變頻器技術：如何調對 AC 變頻器的設定值以徹底釋放生產作業的能效

4

一開始就調好，並監控您的進展

5

別讓系統的可靠性打折扣

6

再生能源可行嗎？

7

檢查變頻器效率：哪一款 AC 變頻器適合您/您的應用？

8

進一步檢視馬達技術

9

最後一個重點：10-30-60 規則

1 控制轉速很重要： 在您所有馬達應用中， 迅速徹底善用節能的潛力

全球電能能耗有大約 40% 來自電動馬達。在工業中，其比例達 65-75% 之多，視地區和產業而定。

隨著能源價格越來越高，電氣馬達的變速控制已證實是降低成本最有效的措施之一。所有馬達中，60-70% 左右都適合進行轉速控制，因此控制轉速是改善能效很好的起點。

從大型電氣機器下手固然令人感興趣，但應用、製程和設施中使用的 **所有** 小型馬達，其暗藏的節能潛力可能還是多出許多。讓我們徹底善用這個潛力吧。



實用資訊

AC 變頻器不只能幫助操作員節省能源與能源成本，還能節省運作、維護與修復的成本，因為生命週期成本會降低。具有轉速控制能力的 AC 變頻器，通常確實是節省能源和成本的最佳選擇。

想瞭解 AC 變頻器在使用上如何達到高能效，請直接前往 [檢查點 3](#)。

考慮緩衝啟動器

在無法控制轉速的應用中，值得考慮使用配有旁通的緩衝啟動器。若未搭配旁通，裝置會為馬達運作帶來不必要的損失。

一般而言，緩衝啟動器通常用於那些直接靠主電源運作的應用。其設計目的是避免電動馬達受到可能的損壞，同時透過許多方式延長馬達及整個系統的使用壽命，像是降低頻繁啟動/停止所造成的熱氣、減少馬達和馬達主軸承受的機械應力等等。



建議

確認您有哪些 0.75 kW 以上的馬達並未控制轉速但其有潛力。您是否使用閘門、阻尼器或其他技術，控制應用中的流量或速度？這些是理想的首選！

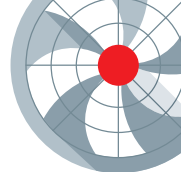
Marselisborg 污水處理廠將 AC 變頻器用於旋轉設備上，在電力與熱能方面產生淨生產量，並使碳足跡減少 35%。

從 [這裡](#) 閱讀更多相關內容。

確認您有哪些 0.75 kW 以上的 馬達並未控制轉速但其有潛力。



2 解方近在眼前： 為應用和設施中的 風扇及泵浦實行檢查



評估風扇與泵浦應用是很好的第一步。風扇和泵浦通常是二次轉矩應用，在轉速受到控制的作業中提供巨大的節能潛力。

例如，風扇馬達的平均轉速光是從 100% 降到 80% (即降低 20%)，節能率就達到 50%。將平均轉速降低 50%，節能率則提高至 80%。

關於泵浦應用，要知道許多泵浦變頻器的尺寸太大，而且以全功率運行，而體積流量通常是透過節流閥控制。使用 AC 變頻器時，流量是透過轉速來控制，帶來一些好的結果：泵浦轉速平均光是降低 20%，功率需求就減少了 50%。



實用資訊

在考慮生命週期總成本時，資本成本通常只佔 10% 左右。90% 都是營業成本，例如能源成本、維護成本與服務成本。特別是具有二次負載曲線的應用，轉速控制幾乎總能省下許多能源及成本，以便迅速回本。以往是一到兩年回本，但由於能源成本不斷攀升，目前回本期縮短至幾個月。同時，還要減少機械磨損和縮短停機時間。

範例計算：泵浦或風扇

馬達標稱功率：22 kW

運轉時數：8760 個小時/年

能源價格：每 kWh 0.36 歐元

平均速度降幅：10%

馬達效率：94%

Danfoss AC 變頻器效率：98%

Danfoss AC 變頻器投資：6,245 歐元

未使用 AC 變頻器時的能源成本 p/yr：71.902 歐元

使用 AC 變頻器時的節約表現：17.975 歐元

調節器回本期：4 個月

運作 10 年後的節約表現 (相同能源價格下)：179,750 歐元



建議

節能解方近在眼前，別捨近求遠：考慮為所有風扇或泵浦應用進行轉速控制。您的投資將迅速獲得回報。

您考慮過翻新嗎？

為了確保最高的節約率，變頻器技術元件應為最先進的元件，而且定期維護。多數情況下，更換舊的 AC 變頻器後，幾個月就會有回報。

我們已經幫助許多公司走最省力的路。其中一例是 Volkswagen 在納瓦拉 (Navarra) 的廠區，其空氣處理單元 (AHU) 的運作節能率達 20%。從[這裡](#)瞭解更多資訊。

節能解方近在眼前，別捨近求遠。

20%
節能率 -
Volkswagen





3 變頻器技術： 如何調對 AC 變頻器的設定值 以徹底釋放生產作業的能效

AC 變頻器通常只試運一部分，或試運方式有誤。但為盡可能達到最高的運作能效，需要進行運作參數化。應始終啟用其他功能，如馬達自動調諧 (AMA) 與自動節能最佳化 (AEO)：

利用經過最佳化的馬達控制能力：

AC 變頻器能藉由標準馬達資料可靠地執行許多馬達。然而，為了簡化安裝和最初的試運流程，Danfoss 的自動馬達配置功能變得越來越普遍，例如 AMA。這些功能會測量定子電阻與電感等項目。也會考量 AC 變頻器和馬達之間電纜線長度的影響。

AC 變頻器的自動節能最佳化功能

在負載不會迅速變化的應用中，操作員可以使用自動節能最佳化 (AEO) 功能。之後，AC 變頻器會將馬達磁化度降到最低。這能節省能源，而且所有慢速控制項也證明了這些功能 (例如泵浦和風扇普遍具備的控制項)。



實用資訊

有些措施雖然較小，但對能效和節能表現的影響可能相當大：例如，使用節能或睡眠模式時，風扇和泵浦只會在需要時才運作。此外，具備自動節能最佳化 (AEO) 功能的 AC 變頻器，在對馬達電壓進行調整後，能源大約可多節省 5%。



建議

確認是否編程了正確的馬達資料，以及是否已執行 AMA 並已考慮 AEO 功能。

選擇 AC 變頻器，利用經過最佳化的馬達控制能力，以及自動節能最佳化模式。





4 一開始就調好， 並監控您的進展

開始對系統進行最佳化時，立刻將心得記錄下來。這有助於找出哪些措施最有希望用於您的系統。而且，您可能想不到還有一些連帶的好處，例如壽命更長、機械磨損度較低，或啟動次數較少。

啟動次數較少

每當電動馬達以未經控制的方式啟動，都需要以額外的能源來啟動馬達並重新加速負載。轉速控制能減少許多應用中的啟動次數。範例：對泵浦而言，啟動的能耗一般是總能耗的 5-10%，但也有能源需求量高達 40% 的例子存在。此外，電流峰值也會降低，啟動期間也不會因為震動而產生這麼多機械應力。



實用資訊

對應用實行轉速控制，有一些連帶的好處。例如，每天需啟動的次數減少。這不僅有助於節能，還能減少機械磨損並延長應用壽命。



建議

實行轉速控制前後都要監控能耗。而且，好處是隨著啟動次數減少，機械磨損度下降、應用壽命變得更長。

實行轉速控制前後 都要監控能耗。



5

別讓系統的可靠性打折扣



由於運作原理的緣故，變速變頻器會產生一系列不當的次要效應，例如馬達繞組絕緣應力、軸承應力、馬達切換噪音，以及電磁干擾。多數應用中，這些效應並不會影響既有的安裝，但在某些情況下，例如馬達已經運作 20 至 30 年，則需減輕這些效應。為減輕這些效應，濾波器安裝在變頻器的輸出端。最為人所知的濾波器是 du/dt 濾波器、正弦波濾波器和共模濾波器。但是，馬達本身的效率可能也值得檢查！



實用資訊

當某個設備或系統能在其電磁環境中發揮令人滿意的運作表現，而不會為該環境帶來難以忍受的干擾狀況，即稱為電磁相容性 (EMC)。

AC 變頻器可能會產生 EMC 干擾。為了避免對安裝部位造成影響，您選擇的產品必須具備同級最佳、適合實際環境的 EMC 濾波器。同時，務必遵守 EMC 安裝的標準規則。



建議

您選擇的產品必須提供一流的 EMC 濾波器，以達到操作安全與高系統可靠性。還要確保 EMC 安裝正確無誤，例如使用合規的電纜線固定頭以及適當接地。

您選擇的產品必須提供一流的 EMC 濾波器，以達到操作安全與高系統可靠性。



6

再生能源可行嗎？



電氣馬達能在某些狀況下當作發電機，能源也能饋送回電源系統中。可惜的是，要利用此能源，其所需的技術通常會在標準馬達作業期間增加損耗。

尤其現今能源價格飆漲，使人很想運用那些被釋放的能源。煞車能源可以再生、直接用於其他軸，或儲存起來供日後使用。雖然這聽起來很美好，但您必須知道，當能源再生次數增加，對使用 AC 變頻器的應用來說往往得不償失。

一般從某個功率等級起跳 (7.5 kW 以上) 的 DC 總線系統，對電梯系統等應用很有幫助，再生能源最適合用於此類應用。其他多數應用都不適合。

請注意：功率越大越好。功率低於 7.5 kW 時，使用再生能源通常行不通。如有疑問，請聯絡您變頻器的專家。



實用資訊

AC 變頻器的再生輸入模組，能透過受控式整流器將再生能源饋送回主電源中。多數應用中，馬達的運作狀態具有主宰性。再生電源獲得的能量，經常低於受控式整流器在馬達運作期間額外導致的損耗。因此，有鑑於負載週期和許多邊界條件 (例如煞車許多次)，再生轉換器通常只有在功率較高時才行得通。

操作員應徹底檢視對 DC 回路耦合或再生系統的投資。他們通常高估了產生的能源比例。要進行經濟評估，必須確定運作循環的再生比例，並估算系統的平均煞車能源。多數情況下，比起使用煞車操作中產生的能源，使用煞車電阻器更符合經濟效益及生態效益。



建議

在系統中使用 AC 變頻器以進行能源再生時，請仔細地檢查。通常是行不通的！

在系統中使用 AC 變頻器以進行能源再生時，請仔細地檢查。

7

檢查變頻器效率： 哪一款 AC 變頻器 適合您/您的應用？

裝置的功率損失資訊，能讓不同製造商之 AC 變頻器的比較結果更準確，有時總功率損耗存在嚴重的落差，且相應的能耗較高！

在歐洲，法律規定製造商必須防備這些損失。在標稱點中需如此，但更重要的是局部負載。由於變速控制的好處在於局部負載作業，因此別忘了檢查此資料。



實用資訊

不是所有效率都是一樣的。比較 AC 變頻器時不只要根據其效率等級，還要根據其功率損失。這能節省荷包，因為儘管額定效率相同，但營業成本可能比購買成本高許多倍。

為什麼？舉個例子：AC 變頻器損失的功率越多，產生的排氣熱量越多，導致能源成本進一步升高，因為您需要操作其他冷卻裝置來冷卻機櫃。



建議

魔鬼藏在細節裡：比較不同製造商之 AC 變頻器的功率損失（單位為千瓦小時）。由於變速控制的好處在於局部負載作業，因此別忘了檢查此資料。



比較不同製造商之 AC 變頻器的 功率損失 (單位為千瓦小時)。



8

進一步檢視馬達技術

3~ 感應馬達是過去數十年最先進的技術。但過去這幾年，許多效率更高的新馬達技術打入市場，並識別出多種馬達效率等級，以針對能效進行馬達歸類。

請注意，馬達以主電源運作時，和以變速變頻器 (VSD) 來操作時，效率等級不同。



實用資訊

IEC 61800-9-2 標準提供統一的方法，幫助使用者建立高效率的馬達 - VSD 系統。只要在某個負載點中加入個別元件的損耗即可。

Danfoss MyDrive® ecoSmart™ 是專為此打造的線上工具。它能讓您輕鬆根據該標準來計算 IE 與 IES 類別。

您可將此工具用於以下用途：

- 尋找 Danfoss AC 變頻器的標準局部損失資料
- 取得應用特有的局部負載點
- 計算 AC 變頻器的 IE 等級與局部負載資料
- 計算感應馬達與 AC 變頻器組合的 IES 等級
- 產生「局部負載損失資料和 IE 或 IES 效率等級」的報告
- 匯出局部負載資料，以將其傳輸至您的系統



建議

特別是在操作較舊的馬達時，檢查效率等級是很合理的。如果沒有提供任何等級，很有可能還有其他更有效率的馬達。

評估新的馬達時，一定要考量局部負載點！

如果您覺得這很有意思，絕不能錯過我們的 Hjørring District Heating A.m.b.a 案例故事。[從這裡閱讀。](#)

特別是在操作較舊的馬達時，
檢查效率等級是很合理的。



2 年

- 將 IE4 SynRM 馬達
比較局部負載運作的
傳統 IE2 馬達

9

最後一個重點： 10-30-60 規則

大多數的節能成果，都是在系統裡實現的。根據經驗法則，高能效元件能為系統的潛在節能率貢獻 10%。雖然使用轉速控制能多增加 30%，但大多數 (60%) 只能在系統裡實現！

當您針對轉速控制評估您的系統時，請花時間檢查是否有可能經由系統觀點省下更多的能源。



實用資訊

以下有兩個例子：

1. 使用低效率齒輪箱等物品時，利用最有效率的馬達和 AC 變頻器並不會有好的結果。
2. 當機櫃中損耗許多熱量、導致必須再針對氣候進行設計，這也不算是最理想的解決方式。

請注意：除了控制轉速，現代化 AC 變頻器還能做更多的事。這種變頻器能協助您監控系統狀況。

藉助**狀況型監控**功能，您能更快偵測和排除洩漏或管線爆裂等狀況。

您知道您能利用變頻器來監控應用狀況，並提早獲得預警以避免停機嗎？使用具備嵌入式狀況型監控 (CBM) 能力的智慧型變頻器，能在適當的時間取得適當的資訊。它能讓您監控抽吸與通風應用的負載度，便能提早偵測洩露或管線破裂等等。也能幫助偵測髒污的過濾器，以便堵塞前及早更換。

您可以預先規劃並節省許多成本 (避免意外停機，甚至減少備用零件的數量)。



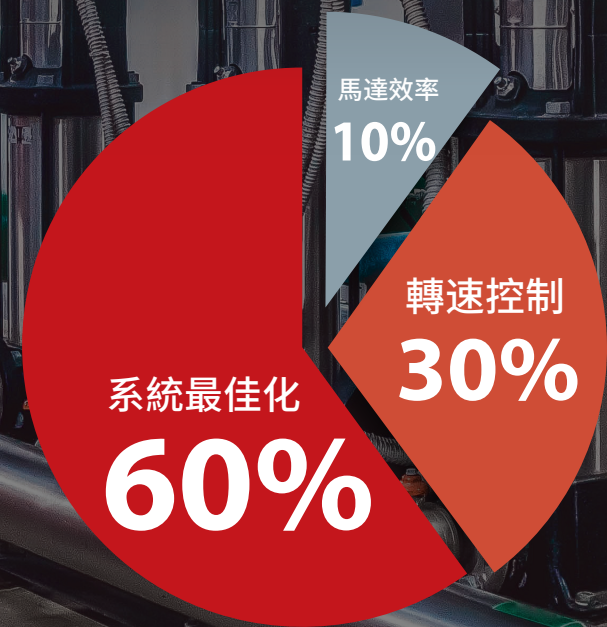
建議

思考 10-30-60 規則：要徹底善用所有節能潛力，最棒的方式是檢視並最佳化整個系統。使用一流的高能效馬達與高效率的 AC 變頻器，但搭配無效率的風扇或泵浦，一點幫助也沒有。

Danfoss 簡易的狀況型監控功能，為 HEINEKEN 釀造公司帶來了幫助。[從這裡](#)瞭解更多資訊。



思考 10-30-60 規則：要徹底善用所有節能潛力，最棒的方式是檢視並最佳化整個系統。



非常感謝您閱讀我們的 9 個秘訣，以運用變頻器技術提高能源效率。

請造訪 [danfoss.com](https://www.danfoss.com) 以瞭解更多資訊：

我們有非常強大的夥伴網絡，無論您身在何處，只要需要我們的支援，我們都能助一臂之力。

相關資訊請見：<https://www.danfoss.com/en/contact-us/contacts-list/>

任何信息，包括但不限于产品手册、目录、广告等中包含的产品选择、产品应用或使用、产品设计、重量、尺寸、功率或其他技术信息，无论以书面、口头、电子、在线或通过下载等形式，均仅作信息了解，仅在以要约或订单确认书明示表达的情况下并仅在此范围内具备约束力。对于产品目录、手册及其他印刷资料中出现的错误，Danfoss 不予负责。Danfoss 公司保留不另行通知更改产品的权利。此权利同样适用于已经订购但尚未交付的产品，前提是该等更改不应对方约定的产品规格或产品形式、适合度或功能产生重大影响。本资料中的所有商标均为 Danfoss A/S 或 Danfoss 集团公司的财产。Danfoss 和 Danfoss 徽标是 Danfoss A/S 的商标。保留所有权利。