

目錄

1 安全與預防措施	3
安全說明	3
避免意外啟動	3
2 簡介	5
一般說明	6
3 支援模式	11
簡介	11
固定轉速泵浦模式	12
主-從模式	13
混合泵浦模式	14
不同規格泵浦模式	14
具有交替功能的混合泵浦模式	16
緩衝啟動器	17
4 設定系統	19
簡介	19
設定串級參數	19
多個變頻器的額外模式	19
閉迴路控制	20
基於變頻器轉速的變動轉速泵浦分段/取消分段。	20
基於壓力回授的固定轉速泵浦分段/取消分段。	21
5 串級控制器功能	23
泵浦狀態與控制	23
手動泵浦控制	23
運轉時間平衡	24
未使用泵浦的泵浦旋轉	24
總壽命時數	24
導引泵浦的交替	25
混合泵浦模式的分段/取消分段	25
控制分段/取消分段	25
最小轉速取消分段	26
僅限固定轉速操作	26
6 如何進行程式設定	27
擴展型串級控制器參數	27
串級控制選項，27-**	27
控制與狀態，27-0*	27
模式，27-1*	28

頻寬設定，27-2*	29
分段轉速，27-3*	31
分段設定 27-4*	32
交替設定，27-5*	34
連接，27-7*	35
讀數，27-9*	36
串級控制選項 27-**	37
8 附錄 A – 主/從應用注意事項	39
主/從操作	39
索引	42

1 安全與預防措施

1

1.1.1 高電壓警告



每次連接至主電源時，變頻器與 MCO 101 選項卡的電壓都是相當危險的。馬達或變頻器安裝不當可能會導致設備損壞以及人員傷亡。因此，很有必要遵照操作說明書中的指示及地區性和全國性法規和安全法規的要求來執行。

1.1.2 安全說明



在使用會直接或間接影響個人安全（如：**安全停機**或其他會強制馬達停機或嘗試讓其繼續作用的功能時），必須完整執行詳細的**風險分析與系統測試**。系統測試**必須**包括與控制訊號相關的測試失敗模式（類比與數位訊號與串列通訊）。

- 確認變頻器已正確接地。
- 當變頻器連接至電源時，請勿拆卸主電源連接、馬達連接或其他電力連接。
- 保護使用者不受輸入電壓的傷害。
- 依照全國性和地區性法規來保護馬達不至因過載而損壞。
- 對地漏電電流超過 3.5 mA。
- [OFF] 鍵不是安全開關。它不會將變頻器和主電源斷開連接。

1.1.3 避免意外啟動

當變頻器連接至主電源時，可以使用數位命令、總線命令、設定值或藉助 LCP 操作控制器來啟動/停止馬達。

- 如果存在人身安全問題，必須將變頻器與 MCO 101 選項卡和主電源斷開連接，以避免意外啟動任何馬達。
- 若要避免意外啟動，在變更參數前一定要啟動 [OFF] 鍵。

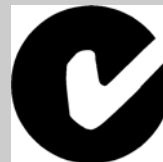
1.1.4 軟體版本

擴展型串級控制器選項

VLT AQUA 變頻器 FC 200

操作說明書

軟體版本：1.24



這些操作說明書適用於所有使用 1.24 軟體版本的擴展型串級控制器選項。

1

**注意！**

MCO 101 係從版本 1.05 以後所支援的軟體，而 MCO 102 則從版本 1.24 以後支援。

閱讀此操作說明書時，您會碰到幾個需要特別注意的符號。

所使用的符號如下：



表示一般警告。

**注意！**

表示讀者應注意的事項。



表示高電壓警告。

1.1.5 小心



在斷電之後，變頻器直流電路電容器仍將繼續充電。請在進行維護之前斷開變頻器主電源以避免電擊危險。在進行變頻器的維護之前，請至少等待以下的時間：

電壓	低 等待時間			
	4 min.	15 min.	20 min.	30 min.
200 – 240 V	0.25 – 3.7 kW	5.5 – 45 kW		
380 – 480 V	0.37 – 7.5 kW	11 – 90 kW	110 – 250 kW	315 – 1000 kW
525–600 V	0.75 kW – 7.5 kW	11 – 90 kW		
525–690 V			45 – 400 kW	450 – 1200 kW

請注意，即使 LED 已關閉，直流電路上仍可能有高電壓。

2 簡介

2.1.1 MCO 101 與 MCO 102 簡介

MCO 101 與 102 乃是擴展受支援的泵浦數目以及 VLT® AQUA 變頻器內建串級控制器功能的外掛選項。

擴展串級控制器可在兩種不同的模式中使用。

它可以配合由參數群組 27** 所控制的擴展功能來使用，或用來擴展由參數群組 25** 所控制的基本串級可用之繼電器的數目。

當安裝其中之一的串級選項時，只有群組 27 才會出現。如果該選項是用來擴大內建串級控制器群組 25 內的繼電器數目，則基本串級可以在參數 27-10 當中啟用，之後群組 25 將再度出現於主設定表單當中。如果 27-10 設定為「基本串級」，則只能使用基本串級功能，只有以 3 個繼電器擴展至總共 5 個繼電器。

當使用群組 27**「擴展型/進階串級控制器」時，具有泵浦交替的系統可以為每個泵浦設定兩個繼電器，如此可減少對外部設備的需求。

透過 MCO 101，可以使用總計 5 個與 MCO 102 串聯的繼電器。總共可以控制 8 具泵浦。

注意！

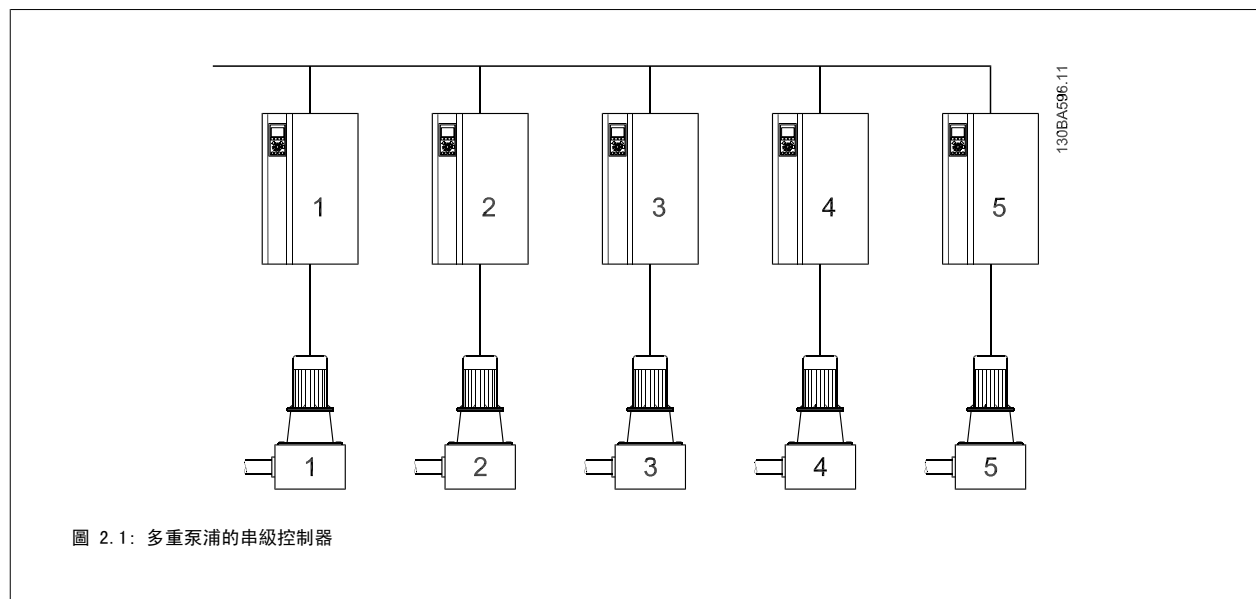
如果安裝 MCO 102，繼電器選項 MCB 105 可以將繼電器的數量擴大至 13。

2.1.2 擴展型串級控制器 MCO 101 與進階的串級控制器 MCO 102

串級控制器是一種常用的控制系統，可用來控制以高省電效率方式並聯的泵浦或風扇。

串級控制器選項可以控制多個並聯的泵浦，使其運作如同單一大型泵浦。

使用串級控制器時，個別泵浦可以在需要時開啟（分段）或關閉（取消分段），以滿足在某一流量或壓力下所需的系統輸出。連接至 VLT AQUA 變頻器的泵浦轉速也受到控制，提供連續範圍的系統輸出。



串級控制器是選配的硬體與軟體組件，可以加到 VLT AQUA 變頻器。它包含了一個選項板，內含 3 個安裝在變頻器 B 選項位置的繼電器。一旦安裝了選項，即可透過操作控制器使用在 27-** 參數群組中所提供的參數，以支援串級控制器功能。擴展型串級控制器比起基本串級控制器，可提供更多功能。可使用 3 個繼電器擴展基本串級控制器，若安裝進階的串級控制卡，甚至可達 8 個繼電器。

雖然串級控制器係為泵浦應用所設計的，且本文件說明串級控制器在這方面的應用，但也可以將串級控制器用於需要將多個馬達並聯的應用上。

2.1.3 一般說明

串級控制器可以透過安裝有串級控制器選項卡的單一 VLT AQUA 變頻器來執行。此變頻器被稱為「主變頻器」。它可控制一組泵浦，而每個泵浦都是由變頻器所控制，或是透過接觸器或緩衝啟動器直接連接至主電源的。

系統中每一個額外的 VLT 變頻器都被稱為從屬變頻器。這些變頻器並不需要安裝串級控制器選項卡。它們在開迴路模式下操作並且從主變頻器得到轉速設定值。連接至這些變頻器的泵浦被稱為變動轉速泵浦。

透過接觸器或緩衝啟動器連接至主電源的每一個額外泵浦都稱為固定轉速泵浦。

每個泵浦，不管是變動轉速或是固定轉速，都是由主變頻器內的繼電器所控制。安裝串級控制器選項卡的變頻器有 5 個可控制泵浦的繼電器。變頻器有兩 (2) 個標準配備繼電器，MCO 101 選項卡上有 3 個額外的繼電器，而 MCO 102 選項卡上有 8 個繼電器與 7 個數位輸入。

MCO 101 與 MCO 102 之間的差異主要在於變頻器可用之選項繼電器的數目。安裝 MCO 102 時，MCB 105 繼電器選項卡可以安裝在插槽 B。

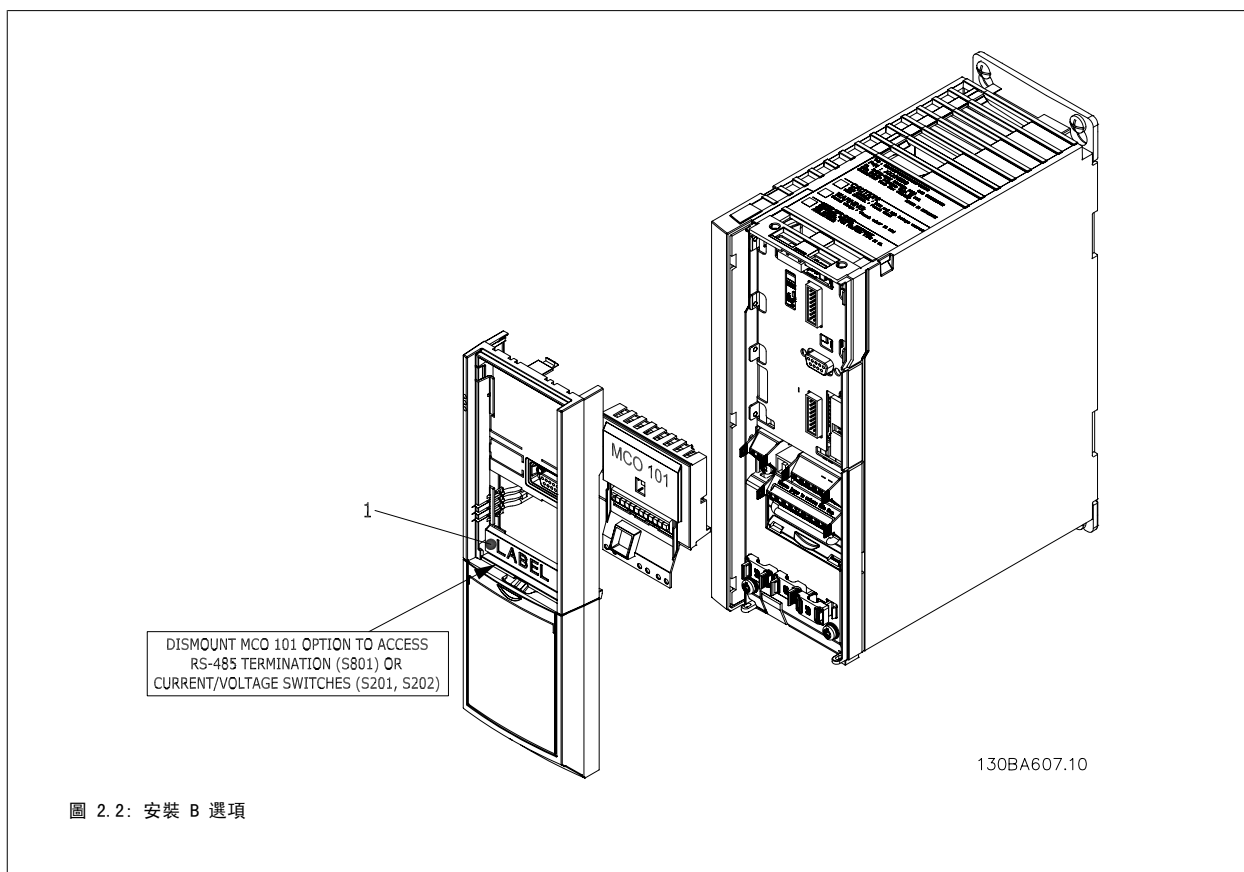
串級控制器能夠控制變動轉速與固定轉速泵浦的組合。可用模式會在下個章節詳述。本手冊中相關之簡單說明，可參閱「壓力與流量」章節以瞭解串級控制器控制的泵浦組變動輸出。

2.1.4 擴展串級控制 MCO 101

MCO 101 選項包括接點上的 3 片更改，且能裝配至選項插槽 B。

電氣資料：

最大端子負載 (AC)	240 V AC 2A
最大端子負載 (DC)	24 V DC 1 A
最小端子負載 (DC)	5 V 10 mA
在額定負載/最小負載時的最大切換速率	6 min ⁻¹ /20 sec ⁻¹



雙電源警告



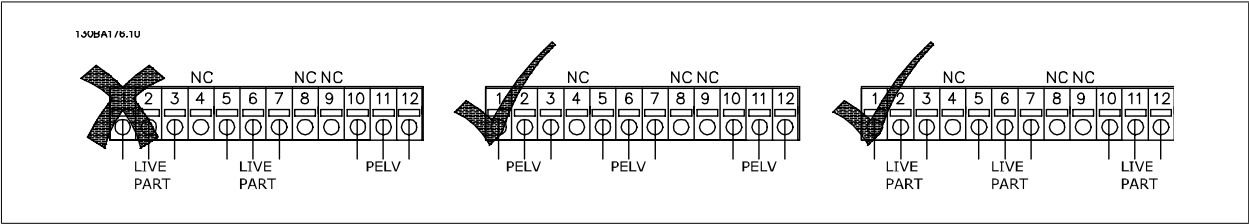
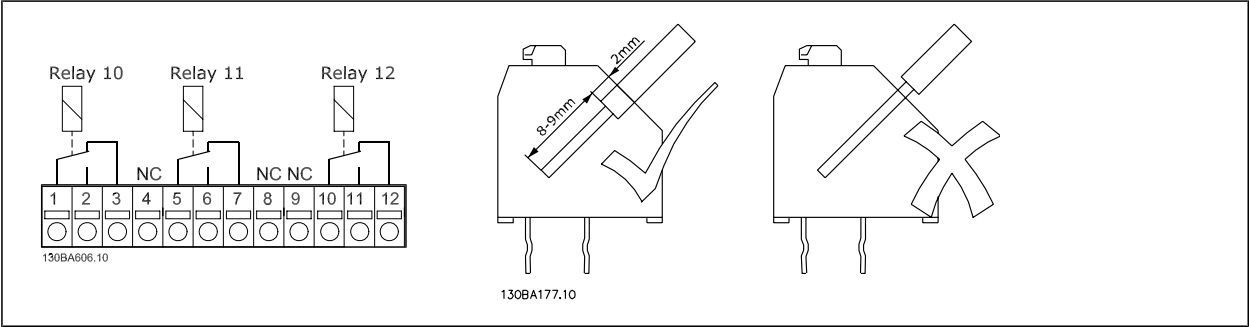
注意!

標誌必須如圖所示安裝於 LCP 機架之上 (UL 認證)。

如何增加 MCO 101 選項:

- 變頻器的電源插頭必需拔掉。
- 繼電器端子上帶電零件連接的電源必須斷開。
- 自 FC 202 移走 LCP、端子蓋和底座。
- 將 MCO 101 選項安裝於插槽 B 中。
- 連接控制電纜線並使用內含的纜線帶將電纜線鬆開。
- 不同的系統不得混用。
- 安置延伸的底座和端子蓋。
- 重新安裝 LCP
- 將變頻器接上電源。

進行端子配線



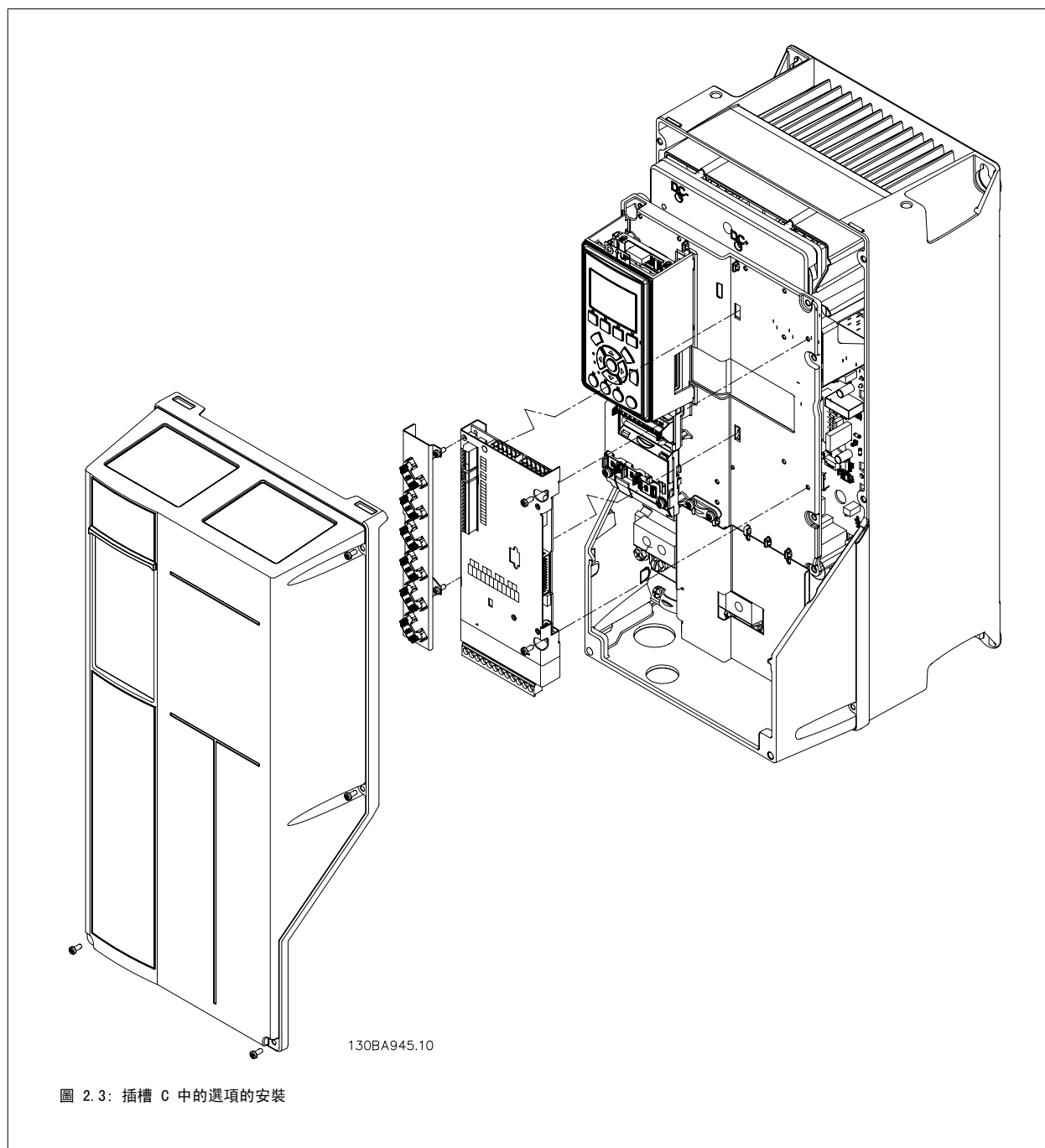
2.1.5 進階串級控制器 MCO 102

MCO 102 選項最多可以支援 8 具泵浦，而且可以使用每個泵浦 2 個變頻器繼電器來交替導引泵浦。如此將可以減少對外部輔助開關的需求以及安裝的成本。

當使用 MCO 102 (C 選項) 時，藉由增加 MCB 105 (B 選項)，繼電器的總數可以增加至 13 個。

電氣資料：

最大端子負載 (AC)	240 V AC 2A
最大端子負載 (DC)	24 V DC 1 A
最小端子負載 (DC)	5 V 10 mA
在額定負載/最小負載時的最大切換速率	6 min ⁻¹ /20 sec ⁻¹

**注意!**

在啟動前，請切斷變頻器的電源。千萬不可在操作期間將選項卡安裝在變頻器當中。

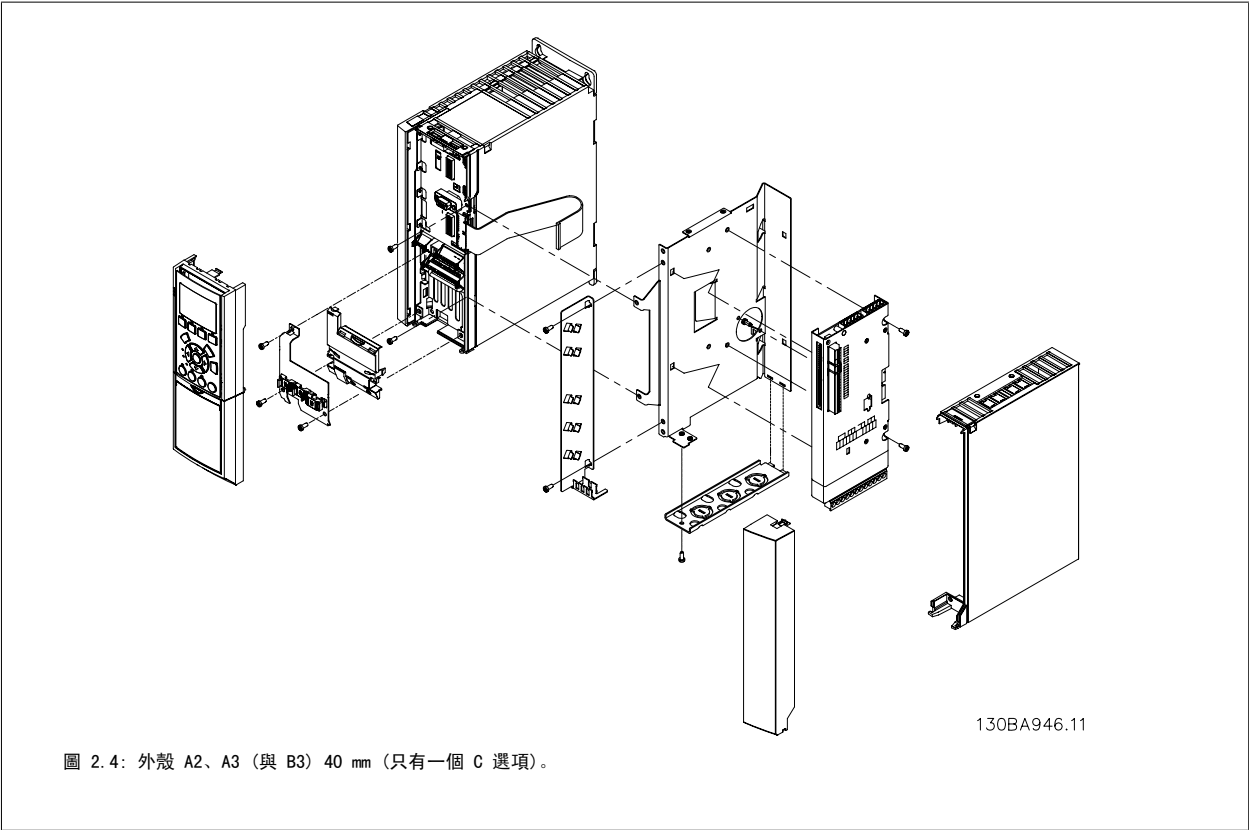
如何增加 MC0 102 選項:

- 變頻器的電源插頭必需拔掉。
- 繼電器端子上帶電零件連接的電源必須斷開。
- 自 FC 202 移走 LCP、端子蓋和底座。
- 將 MC0 102 選項安裝於插槽 B 中。
- 連接控制電纜線並使用內含的纜線帶將電纜線鬆開。
- 不同的系統不得混用。
- 安置延伸的底座和端子蓋。

- 重新安裝 LCP
- 將變頻器接上電源。

VLT 進階串級控制卡 MC0 102 選項是專門為了在選項插槽 C1 當中使用的。C1 選項的安裝位置顯示於下圖中。

2



進行端子配線:

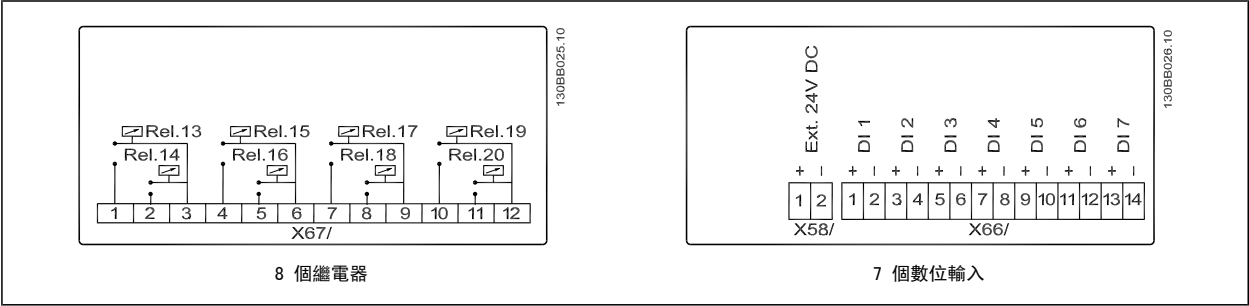


表 2.1: 進階串級控制器 MC0 102 端子連接

3 支援模式

3.1.1 簡介

擴展型與進階串級控制器支援不同的泵浦與變頻器模式。所有這些模式必須有至少一個由 VLT AQUA 變頻器控制、裝有擴展型與進階串級控制器選項卡的變動轉速泵浦。也支援 1 至 8 個額外的泵浦，每個泵浦均連接至含「主/從」模式的 Danfoss VLT 變頻器，或是在直接連線的系統，透過接觸器或緩衝啟動器連接至主電源。

在設定系統時，有必要建立硬體配置，該配置會通知主變頻器有多少個連接的泵浦與變頻器。必要的硬體將在以下的硬體配置範例當中說明。

以下章節將說明相關功能與如何使用參數群組 27 的擴展型串級：

3.1.2 基本串級的延伸

將擴展型串級選項 MC0 101 作為變頻器 3.1.2 的內建基本串級的延伸

在已經由群組 25** 中內建的串級控制器所控制的應用中，可使用選項卡來為串級控制擴大繼電器的數目。例如，如果系統新增泵浦。如果該泵浦要在具備 2 具（此數目乃是不安裝 MC0 101 選項的基本串級的極限）以上變頻器的系統中作為導引泵浦交替使用，它也可用於此用途。

在插槽 B 安裝選項，並於 P27-10 中啟用基本串級。有關參數群組 25 的設定，請參閱 AQUA 程式設定指南。

範例：具交替導引泵浦（4 具）並使用基本串級與 MC0 101 作為繼電器延伸的外部設備電器配線圖。

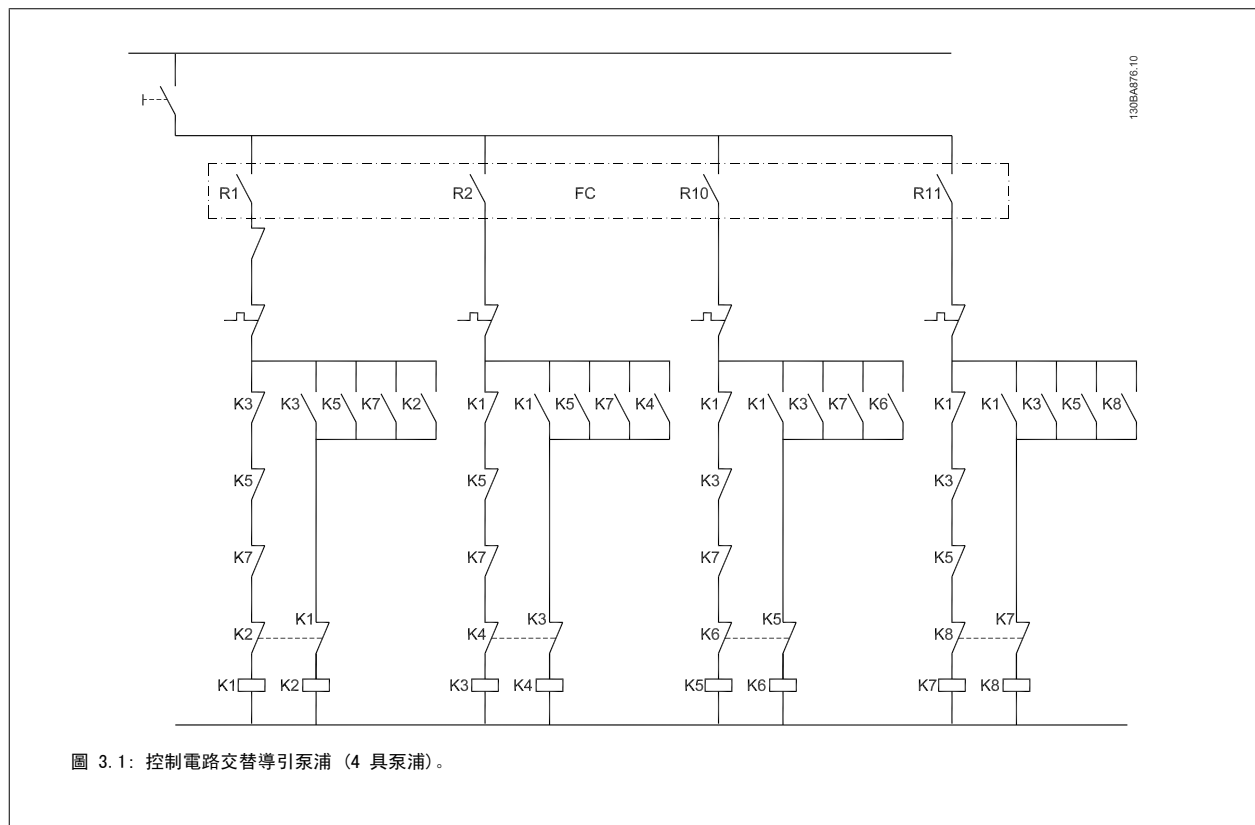


圖 3.1：控制電路交替導引泵浦（4 具泵浦）。

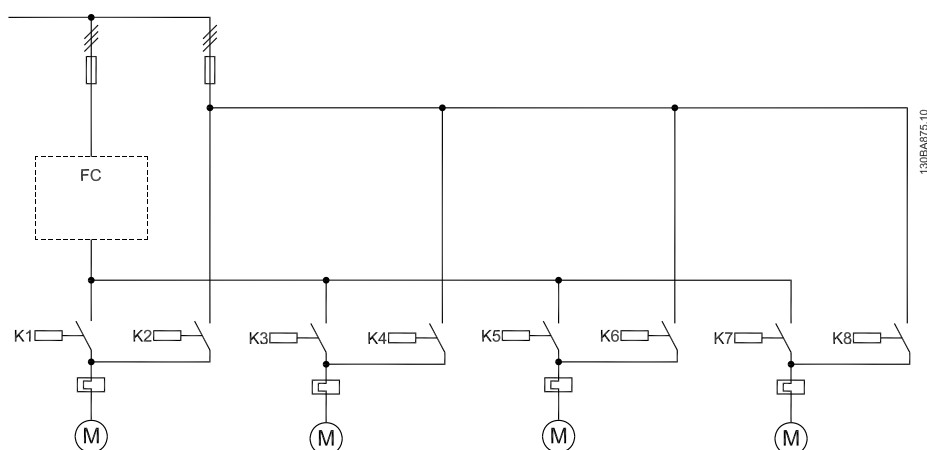


圖 3.2: 主電源電路交替導引泵浦 (4 具泵浦)。

3.1.3 固定轉速泵浦模式

在此模式中，單一變頻器控制一個變動轉速泵浦，以及最多 7 個固定轉速泵浦。透過接觸器線上指引操作，將固定轉速泵浦分段與取消分段。連接至變頻器的單一泵浦提供分段之間所需的細微控制等級。

直接連線的泵浦是否分段或取消分段取決於回授的內容。

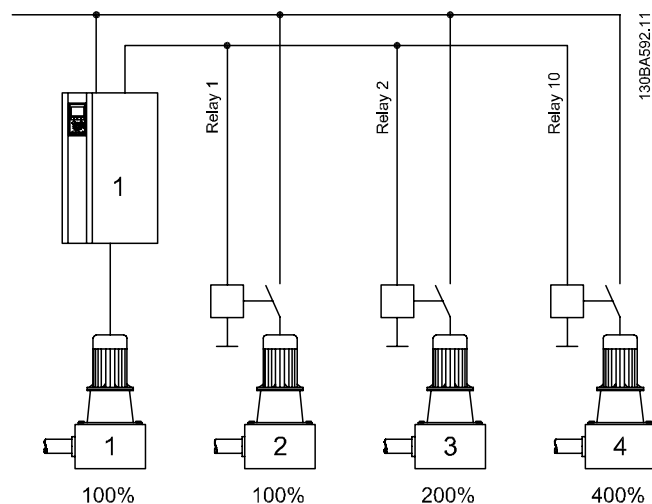


圖 3.3: 範例

此模式在參數群組 27-7*「連接」的繼電器選項如下：

27-70 繼電器 1 → [73] 泵浦 2 至主電源

27-71 繼電器 2 → [74] 泵浦 3 至主電源

27-72 繼電器 10 → [75] 泵浦 4 至主電源

27-73 繼電器 11 → [0] 標準繼電器

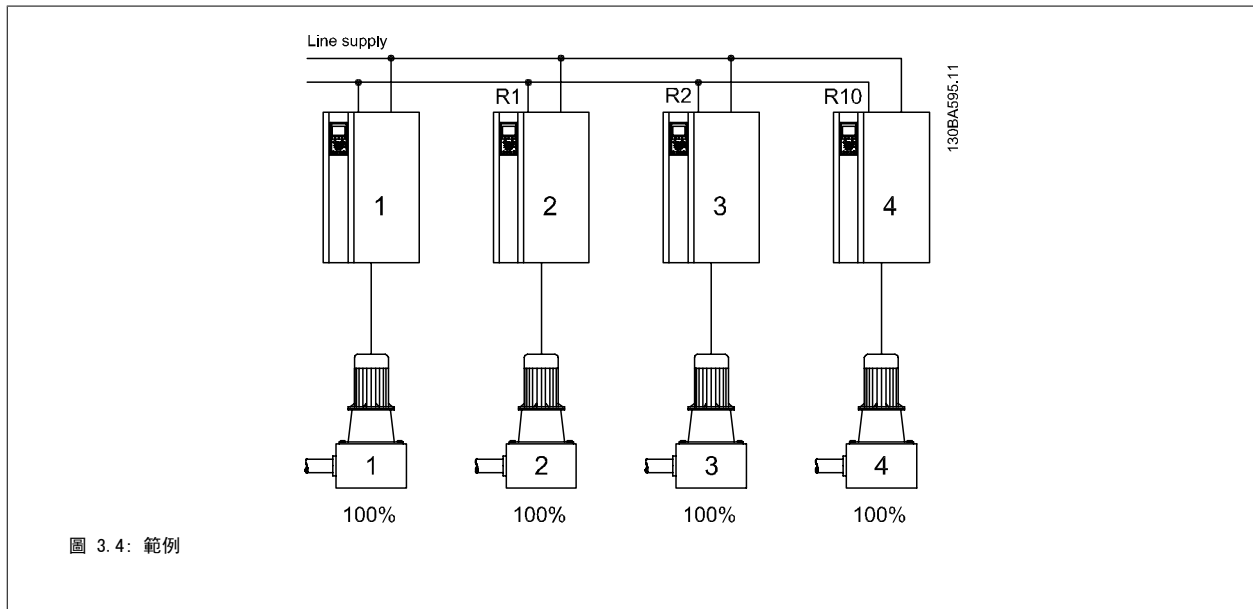
27-74 繼電器 12 → [0] 標準繼電器

固定轉速泵浦模式提供最多可控制 6 個泵浦的高成本效率方式。也可以透過控制運轉中的泵浦數，以及單一變動轉速泵浦的轉速來控制系統輸出。然而，這樣會在分段/取消分段的轉換之間，產生更大的壓力波動，能源效率可能會低於從屬模式。

3.1.4 主-從模式

在此種配置當中，每具泵浦係由變頻器所控制。所有泵浦與變頻器規格必須相同。基於變頻器的轉速會作出分段與取消分段決定。恆定的壓力是由閉迴路內運轉的主變頻器控制。所有具有擴展型控制的運轉中泵浦均有相同的轉速。最多可控制 6 具泵浦（使用進階的控制時則可高達 8 具泵浦）。

在「主/從」模式中，MCO 101 最多可以支援 6 具泵浦，而 MCO 102 則可支援高達 8 具的泵浦。請參閱「FC 200 主/從操作應用」（附錄 A）以獲得更多細節。



此模式在參數群組 27-7*「連接」的繼電器選項如下：

- 27-70 繼電器 1 → [1] 變頻器 2 有效
- 27-71 繼電器 2 → [2] 變頻器 3 有效
- 27-72 繼電器 10 → [3] 變頻器 4 有效
- 27-73 繼電器 11 → [0] 標準繼電器
- 27-74 繼電器 12 → [0] 標準繼電器

主從模式提供分段之間最順暢的變換，以及最節省能源的操作。能源節省的特性使此模式在大部分安裝中成為最有成本效率的模式。

視參數 27-16 當中所設定的優先順序而定，本系統將自動平衡所有泵浦的運轉時間。「主/從」系統將提供某種程度的備援功能。如果主變頻器跳脫，它將持續控制從屬變頻器。

可以增加 MCB-107 的外接 24 VDC 電源供應來增加備援的層級。

此外，它還可以減少泵浦與馬達的磨損。將繼電器設定成 [0] 標準。可以當作一般用途的繼電器是由群組 5-4* 當中的參數所控制。

3.1.5 混合泵浦模式

混合泵浦模式支援連接至變頻器的變動轉速泵浦，與其他固定轉速泵浦的組合。在此模式中，所有的變動轉速泵浦與變頻器規格必須相同。固定轉速泵浦規格則可能相異。變動轉速泵浦首先會基於變頻器轉速而開啟或關閉分段功能。然後固定轉速泵浦會根據回授壓力而最後開啟分段並最後關閉分段。

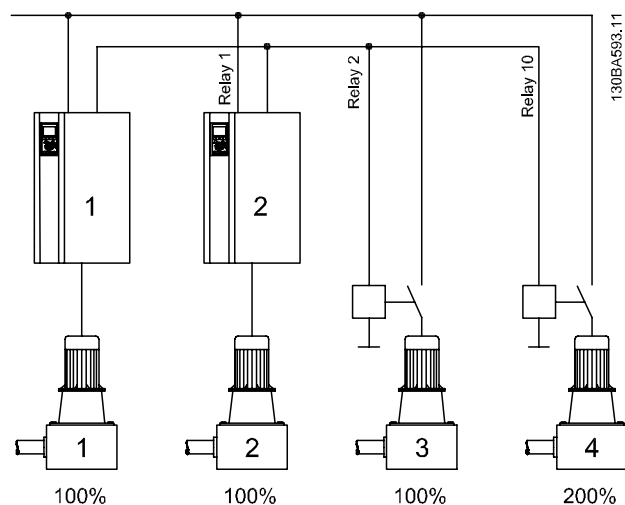


圖 3.5: 範例

此模式在參數群組 27-7*「連接」的繼電器選項如下：

- 27-70 繼電器 1 → [1] 變頻器 2 有效
- 27-71 繼電器 2 → [74] 泵浦 3 至主電源
- 27-72 繼電器 10 → [75] 泵浦 4 至主電源
- 27-73 繼電器 11 → [0] 標準繼電器
- 27-74 繼電器 12 → [0] 標準繼電器

此模式可提供如主從模式的優點，像是固定轉速模式中有的初始成本節省。當很少需要用到固定泵浦額外容量的情形下時，這是個很好的選擇。

3.1.6 不同規格泵浦模式

不同規格泵浦模式支援數目有限且不同規格的固定轉速泵浦。可利用最少數目的泵浦，提供最大範圍的系統輸出。

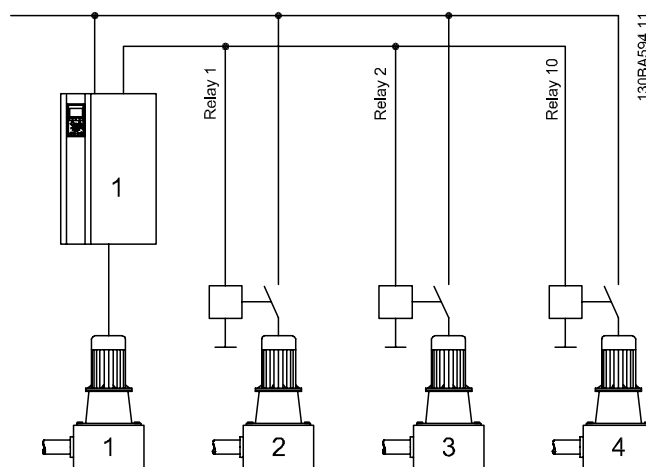


圖 3.6: 範例

此模式在參數群組 27-7*「連接」的繼電器選項如下：

- 27-70 繼電器 1 → [73] 泵浦 2 至主電源
- 27-71 繼電器 2 → [74] 泵浦 3 至主電源
- 27-72 繼電器 10 → [75] 泵浦 4 至主電源
- 27-73 繼電器 11 → [0] 標準繼電器
- 27-74 繼電器 12 → [0] 標準繼電器

並非所有不同規格泵浦的模式都有效。必須能夠以主變頻器的變動轉速泵浦能力的 100% 作為增量以將泵浦分段，此模式才會有效。由於變動轉速泵浦必須能夠控制固定轉速分段之間的輸出，所以這是必要的。

有效模式

100% 是指連接至主變頻器的泵浦所產生的最大流量。固定轉速泵浦的能力必須比此大上好幾倍。

變動轉速	固定轉速
100%	100% + 200%
100%	100% + 200% + 200%
100%	100% + 100% + 300%
100%	100% + 100% + 300% + 300%
100%	100% + 200% + 400%
100% + 100%	200%
100% + 100%	200% + 200%

(也可用其他有效模式)

無效模式

無效模式仍能夠持續運轉，但不會將所有泵浦分段。若如此執行，當泵浦故障或是在此模式中互鎖時，則可以限制泵浦的運作。

變動轉速	固定轉速	
100%	200%	(100% 與 200% 之間沒有控制)
100%	100% + 300%	(200% 與 300% 之間沒有控制)
100%	100% + 200% + 600%	(400% 與 600% 之間沒有控制)

3.1.7 具有交替功能的混合泵浦模式

在此模式中，可以在兩個泵浦之間交替變頻器，並且控制其他的固定轉速泵浦。串級控制器會試著依照運轉時間平衡參數的規定來平衡所有泵浦之間的運轉時數。

3

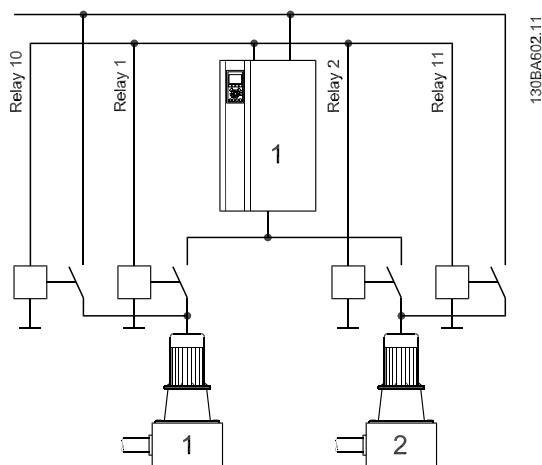


圖 3.7: 範例 1

這兩個泵浦可以是具有相同運轉時數時的變動或固定轉速泵浦。

此模式在參數群組 27-7*「連接」的繼電器選項如下：

- 27-70 繼電器 1 → [8] 泵浦 1 至變頻器 1
- 27-71 繼電器 2 → [16] 泵浦 2 至變頻器 1
- 27-72 繼電器 10 → [72] 泵浦 1 至主電源
- 27-73 繼電器 11 → [73] 泵浦 2 至主電源
- 27-74 繼電器 12 → [0] 標準繼電器

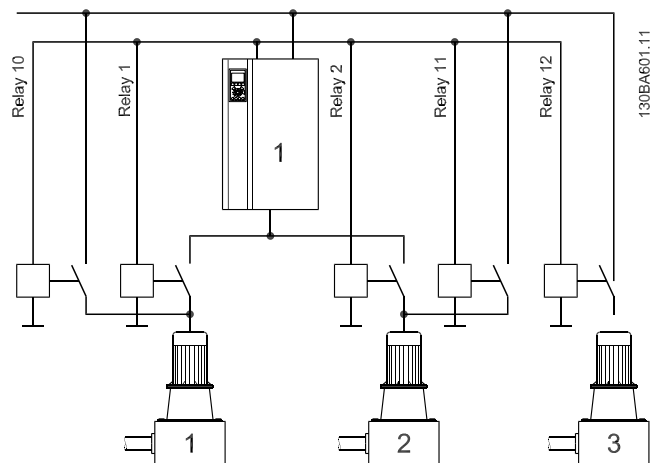
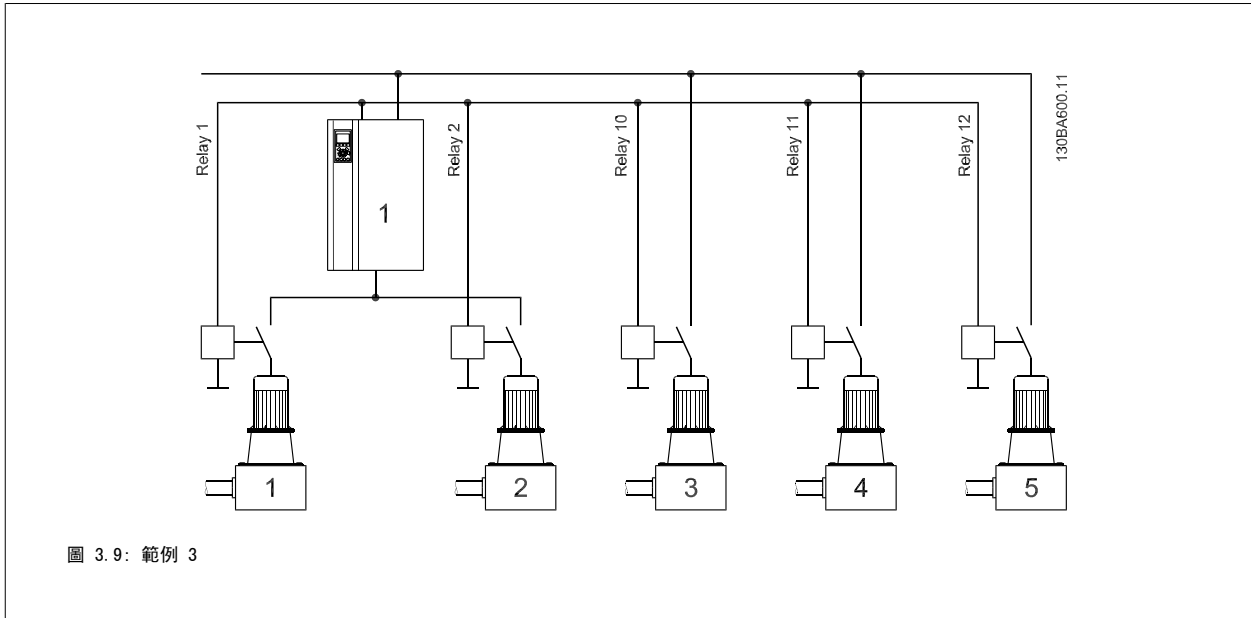


圖 3.8: 範例 2

通常只要系統需求超過一個以上的泵浦，前兩個泵浦就可以是在三個泵浦之間，具有相同運轉時數時的變動或固定轉速泵浦。

此模式在參數群組 27-7*「連接」的繼電器選項如下：

- 27-70 繼電器 1 → [8] 泵浦 1 至變頻器 1
- 27-71 繼電器 2 → [16] 泵浦 2 至變頻器 1
- 27-72 繼電器 10 → [72] 泵浦 1 至主電源
- 27-73 繼電器 11 → [73] 泵浦 2 至主電源
- 27-74 繼電器 12 → [74] 泵浦 3 至主電源



前兩個泵浦會彼此交替，每具則有 50% 的運轉時數。含有相同的運轉時數的固定轉速泵浦會視需要開關。

此模式在參數群組 27-7*「連接」的繼電器選項如下：

- 27-70 繼電器 1 → [8] 泵浦 1 至變頻器 1
- 27-71 繼電器 2 → [16] 泵浦 2 至變頻器 1
- 27-72 繼電器 10 → [74] 泵浦 3 至主電源
- 27-73 繼電器 11 → [75] 泵浦 4 至主電源
- 27-74 繼電器 12 → [76] 泵浦 5 至主電源

3.1.8 緩衝啟動器

緩衝啟動器可以在任何使用固定轉速泵浦的模式中來代替接觸器。如果選擇緩衝啟動器，則必須用於「全部」的固定轉速泵浦。將緩衝啟動器與接觸器混合使用會無法在分段與取消分段轉換之間控制輸出壓力。使用緩衝啟動器時，分段訊號會延遲，直到分段發生為止。由於緩衝啟動器的關係，固定轉速泵浦的加減速時間所引起的延遲是必須的。

4 設定系統

4.1.1 簡介

擴展型與進階串級控制器可以使用許多預設參數來設定。然而，首先必須說明系統中變頻器與泵浦的模式，以及所需的系統輸出控制程度。

4.1.2 設定串級參數

參數群組 27-1*「模式」與 27-7*「連接」用於定義安裝的硬體模式。於 27-1*「模式」群組中選擇參數值，以啟動串級控制器的模式。

參數編號	說明
27-10	串級控制器可以用來啟用或停用擴展型串級控制器。混合泵浦選項是串級控制器的一般選項。如果每個泵浦只使用一個變頻器，則可以選擇主從模式，減少設定系統所需的參數量。
27-11	變頻器數目
27-12	泵浦數目 - 將預設為變頻器數目。
27-14	每個泵浦的泵浦容量（索引參數）- 如果所有泵浦大小相同，則會使用出廠預設值。調整方式：首先選擇泵浦，然後點選 OK（確定），並且調整容量。
27-16	每個泵浦的「運轉時間平衡」（索引參數）- 如果系統要能平衡泵浦的運轉時間，則會使用出廠預設值。
27-17	馬達啟動器 - 所有固定轉速泵浦必須相同。
27-18	未使用泵浦之旋轉時間 - 視泵浦規格而定。

接下來需要定義用來開關泵浦的繼電器。參數群組 27-7*「連接」提供所有可用繼電器清單：

- 系統當中每個從屬變頻器必須要分配到一個繼電器，來視需要啟動/停用變頻器。
- 每個固定轉速泵浦需要分配到一個繼電器，來控制接觸器或是使緩衝啟動器能夠開關泵浦。
- 如果需要有單一變頻器在泵浦間交替執行，則需要額外分配繼電器來提供此功能。

任何未使用的繼電器都可透過 5-4* 繼電器參數群組用於其他功能。

4.1.3 多個變頻器的額外模式

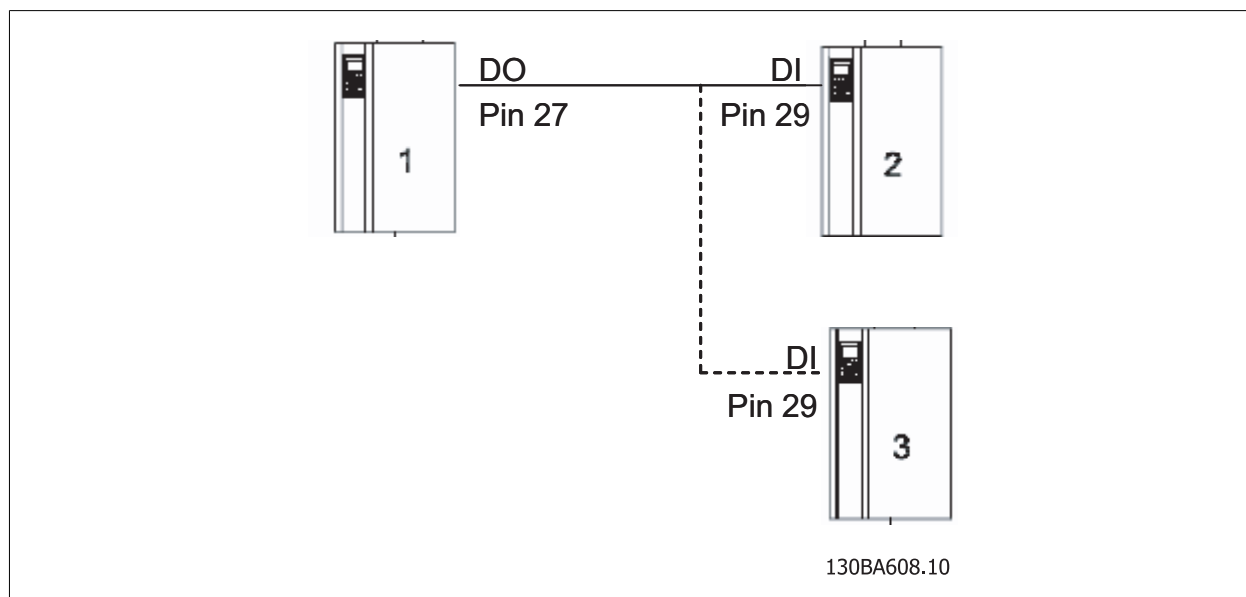
當串級控制器使用一個以上的變頻器時，主變頻器必須指示從屬變頻器的運轉速度。可透過變頻器之間的數位信號來達成。

主變頻器必須使用數位輸出接腳來輸出所有變頻器所需的頻率。所有變頻器運轉速度一定相同。參數 5-01 設定為 [Output]，參數 5-30 設定為 [Pulse output] 且參數 5-60 設定成 [Cascade ref.]。

然後每個從屬變頻器必須設定成開迴路，並且必須使用數位輸入作為它們的轉速設定值。可以將參數 1-00 控制方式設定成 [0] 開迴路，將參數 3-15 設定成選項 [7] 頻率輸入端 29，以及將參數 5-13 設定成選項 [32] 脈衝輸入來完成此動作。

系統中的主變頻器與從屬變頻器的 3-41 加速時間與 3-42 減速時間必須相同。

這些加減速的設定時間必須夠快，讓 PID 控制器可以持續控制系統。



4.1.4 閉迴路控制

主變頻器是系統的主要控制器。它會監控輸出壓力、調整變頻器轉速並決定何時要加增或移除分段。欲執行此功能，主變頻器必須在閉迴路模式當中設定，並且有回授感測器連接至變頻器之類比輸入。

主變頻器的 PID 控制器必須設定以符合安裝的需求。PID 參數的設定方式於 *VLT AQUA 變頻器程式設定指南* 詳述，因此本手冊將不予贅述。請亦參閱本手冊中的「主/從操作」的應用注意事項。

4.1.5 基於變頻器轉速的變動轉速泵浦分段/取消分段。

在主從模式以及混合泵浦模式中，變動轉速泵浦會基於變頻器轉速而分段或取消分段。

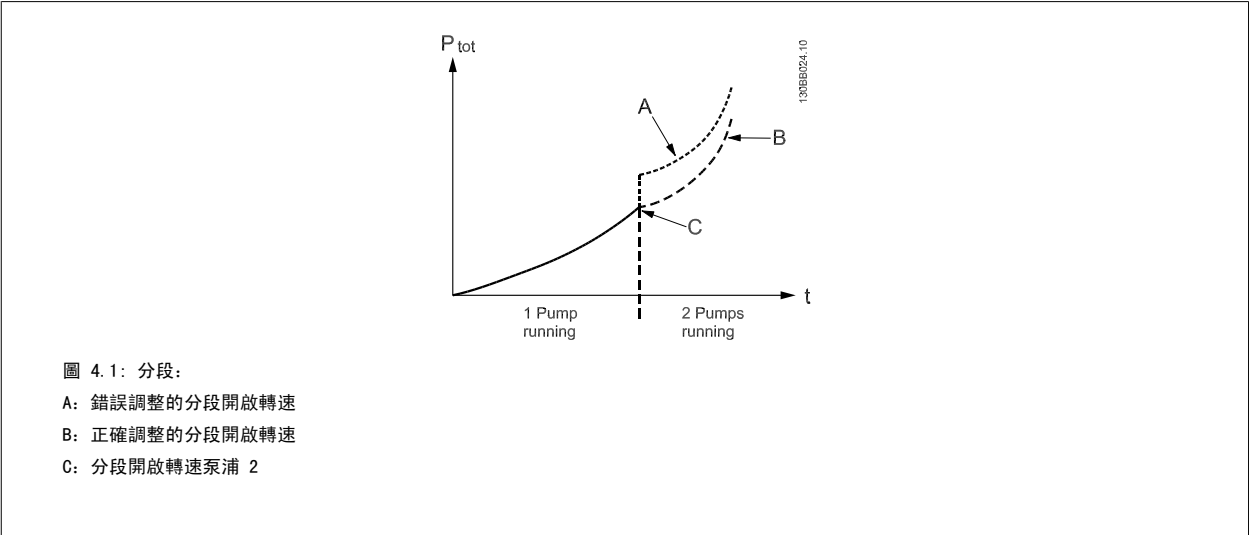
分段會在變頻器轉速達到參數 27-31 (27-32)「分段開啟轉速」當中的數值時發生。在此轉速下，系統壓力保持不變，但是泵浦會開始在尖峰效率點之外運轉。額外泵浦的分段會降低所有運轉泵浦的轉速，並且提供能源效率較高的操作。

取消分段會在變頻器轉速達到參數 27-33 (27-34)「分段關閉轉速」當中的數值時發生。在此轉速下，系統壓力保持不變，但是泵浦會開始在尖峰效率點以下運轉。將泵浦取消分段會使變頻器轉速增加至較高能源效率的範圍內。

參數 27-31 (27-32) 分段開啟轉速與 27-33 (27-34) 分段關閉轉速係由安裝類型而定。這些參數是在每個泵浦分段上都有一組輸入項目的索引參數。

分段開啟與取消分段關閉轉速可以在自動化期間自動微調或手動設定。如果啟用自動微調，本系統會使用出廠設定或使用者預先設定值（於啟用自動微調之前，在 P27-31 (27-32) 與 27-33 (27-34) 當中進行的設定）來開始操作。

其目標是發現系統最具省電效率時的分段開啟與關閉的轉速。請參閱下圖。



當系統在操作時進行設定，它將監控實際消耗的電力，並在每次進行分段或取消分段時進行微調。

此項功能可在運轉期間，考慮到泵浦系統的磨損，藉以確保以最省電的方式運轉。

Danfoss 的網站上有免費的多個裝置分段效率計算機軟體程式（MUSEC）、免費軟體可供使用。藉由輸入泵浦與系統數據，MUSEC 即可提供分段開啟轉速與分段關閉轉速參數的最佳設定值。

4.1.6 基於壓力回授的固定轉速泵浦分段/取消分段。

固定轉速泵浦是基於系統壓力降而分段。並且基於系統壓力的上升而取消分段。

由於我們不想讓泵浦快速開關，所以必須定義一個可接受的系統壓力範圍，以及在分段或取消分段發生之前，壓力允許超出此限制的時間長度。可以透過參數 27-20 「正常操作範圍」、27-23 「分段延遲」以及 27-24 「取消分段延遲」來設定這些數值。

這些參數接是由安裝類型所決定，並且應該設定成符合系統的需要。

自動的分段/取消分段極限值

變動轉速泵浦在分段或取消分段點的速度是由分段極限值或取消分段極限值所定義的。為了在分段或取消分段時確保最小壓力或壓力過降，有這三種設定值可供使用。

與內建於變頻器的基本串級相比，這些設定值可以在 MC0101 與 MC0102 擴展型與進階串級選項中自動微調。

當啟用時，分段與取消分段的極限值自動微調功能會監控分段點或取消分段點的回授，並在每次發生分段時微調設定值，藉以確保在考慮泵浦的磨損之下，系統有隨著時間而最佳化。

新參數說明：			
編號	顯示器名稱	範圍	出廠設定
27-30	自動微調分段轉速	{無效 [0]，有效 [1]}	有效 [1]
27-40	自動微調分段設定	{無效 [0]，有效 [1]}	有效 [1]

5 串級控制器功能

5.1.1 簡介

一旦設定了串級控制器，則可透過參數 27-10「串級控制器」來啟用或停用。欲啟動串級控制器，主變頻器必須藉由 LCP 或透過 Fieldbus 通訊啟動為正常變頻器。然後主變頻器會視需要，嘗試變更變頻器轉速並藉由泵浦分段的開啟與關閉來控制系統壓力。

串級控制器提供兩個停機功能。一個功能可以迅速停止系統。另一個依照順序關閉泵浦的分段，以允許進行由壓力控制的停機方式。至於配備安全停機的 VLT AQUA 變頻器，端子 37 會關閉所有繼電器並且使主變頻器自由旋轉。如果任何數位輸入設定為 [8]「啟動」，而且對應的端子也用於控制變頻器的啟動與停機，那麼將端子設定為 0 V 會關閉所有繼電器並且使主變頻器自由旋轉。按下 LCP 上的關閉按鈕會將所有運轉泵浦順序取消分段。

5.2.1 泵浦狀態與控制

27-0* 參數群組提供一個方便檢查串級控制器狀態以及控制個別泵浦的地方。在此參數群組當中，你可以選擇特定泵浦並檢視其目前狀態、目前運轉時數以及總使用壽命時數。執行維修作業時，個別泵浦可以同一個位置中以手動方式控制。

參數群組排列如下：

	泵浦 1	泵浦 2	泵浦 3	泵浦 □
27-01 狀態	變頻器上	就緒	離線-關閉	
27-02 控制	無作用	無作用	無作用	
27-03 目前時數	650	667	400	
27-04 壽命時數。	52673	29345	30102	

在 LCP 上瀏覽至 27-0* 群組。

使用 LCP 上的向左、向右箭頭選擇泵浦。

使用 LCP 上的向上、向下箭頭選擇參數。

5.2.2 手動泵浦控制

擴展型串級控制器可以完全控制系統中的每一個泵浦。透過參數 27-02 泵浦可以經由所選的繼電器進行個別控制。泵浦可以在串級控制器的控制之外關閉，或是強迫交替導引泵浦。

此參數與其他參數相關數值不同，因為選擇這些選項之一會執行動作，然後參數會回復至預設狀態。

選擇如下：

- 無作用 - 出廠設定。
- 線上 - 讓擴展型串級控制器得以使用泵浦。
- 開啟交替 - 強制選取的泵浦成為導引泵浦。
- 離線-關閉 - 關閉泵浦並使其無法用於串級上。
- 離線-開啟 - 開啟泵浦並使其無法用於串級上。
- 離線-旋轉 - 啟動泵浦旋轉。

如果選擇任何「離線」選項，泵浦在選擇「線上」之前，都無法用於串級控制器上。

如過透過參數 27-02 使泵浦離線，串級控制器會嘗試補償無法使用的泵浦。

- 如果運轉中的泵浦選擇了「離線-關閉」，則另一個泵浦會分段，彌補輸出的損失。
- 如果目前關閉的泵浦選擇了「離線-開啟」，則另一個泵浦會取消分段，以補償過多的輸出。

5.2.3 運轉時間平衡

擴展型串級控制器係設計來平衡可用泵浦的運轉時間。參數 27-16 提供系統中每個泵浦的平衡優先順序。

有三個優先層級：

- 平衡優先 1
- 平衡優先 2
- 備份泵浦

串級控制器會基於泵浦的最大容量（27-14）、目前運轉時數（27-03）以及運轉時間平衡（27-16）參數來選擇要分段或取消分段的泵浦。

串級控制器在選擇分段時所開啟的泵浦時，首先會使用參數 27-16 的「平衡優先 1」來平均所有泵浦的目前運轉時數。

如果「優先 1」當中的所有泵浦都在運轉，那麼串級控制器會選擇「平衡優先 2」來試著平衡所有泵浦。

如果「優先 1 與 2」當中的所有泵浦都在運轉，那麼串級控制器會選擇「備份泵浦」來選擇一個泵浦。

取消分段時則是以相反方式進行。先取消備份泵浦的分段，然後是「優先 2」泵浦，再來是「優先 1」泵浦。在每個優先層級當中，擁有最高目前運轉時數的泵浦會優先取消分段。

例外情形會發生在含有一個以上變頻器的混合泵浦模式中。所有變動轉速泵浦會比固定轉速泵浦更先分段。

變動轉速泵浦會比固定轉速泵浦更先關閉分段。參數 27-19 係用來復歸所有泵浦「目前運轉時數」，以及重新啟動平衡過程。此參數不會影響每個泵浦的總壽命時數（27-04）。總壽命時數不會用於運轉時間平衡。

5.2.4 未使用泵浦的泵浦旋轉

在一些安裝上，並非所有泵浦都經常需要或使用。當此發生時，擴展型串級控制器首先會盡可能交替泵浦，以嘗試平衡運轉時數。如果無法 72 個小時後都無法使用一個泵浦，則會初始該泵浦的旋轉。

此功能旨在確認沒有任何泵浦會閒置過長。旋轉時間可以使用參數 27-18 來設定。旋轉時間必須夠長，確保泵浦保持在良好運轉狀態，但也不能過長導致系統壓力過大。將 27-18 設定為零會停用此功能。

擴展型串級控制器不會補償泵浦旋轉時所產生的額外壓力。建議盡量使旋轉時間越低越好，以預防輸出壓力過大所產生的損壞。

5.2.5 總壽命時數

串級控制器的維修功能設計可協助您紀錄其控制每一個泵浦的壽命時數。

泵浦總壽命時數參數 27-04 顯示每一個泵浦可使用的總運轉時數。此參數於泵浦運轉時都會更新，並且每一個小時都將儲存至非揮發性記憶體。

此參數也可以設定為初始值，來反應泵浦加至系統之前的操作時數。

壽命時數只有在串級控制器啟動並控制泵浦時，才會由串級控制器來累積。

5.2.6 導引泵浦的交替

在含有多個變頻器的模式中，導引泵浦被定義為最後運轉的變動轉速泵浦。

在只有一個單一變頻器的模式中，導引泵浦被定義為連接至變頻器的泵浦。藉由主變頻器繼電器所控制的接觸器，可以將一個以上的泵浦連接至變頻器。

透過正常分段與取消分段，串級控制器可以交替導引泵浦以平衡運轉時數。啟動系統或退出睡眠模式時也會交替導引泵浦。

然而，如果系統需求長時間持續低於導引泵浦的最高容量，並且沒有進入睡眠模式，則不會交替泵浦。如果這樣的情形可能發生，可以透過時間間隔參數 27-52 或是每日時間參數 27-54 來強迫交替導引泵浦。

5.2.7 混合泵浦模式的分段/取消分段

有兩種方式可決定泵浦何時應該分段或取消分段。首先是變頻器轉速。第二是正常操作範圍之外的回授壓力。在含有一個以上變頻器的混合泵浦模式中，兩種方式都會使用。

在以下的範例中，回授代表壓力。

分段：

當主變頻器接收啟動命令時，會選擇一個變動轉速泵浦，然後開始使用可用變頻器之一。

如果系統壓力下降，變頻器轉速會上升以滿足更多流量的需求。維持壓力的同時，如果變頻器超過分段開啟轉速（27-31），並且保持速度達分段延遲（27-23）時間之久，則下一個變動轉速泵浦會分段。此步驟會在所有變動轉速泵浦上一再重覆。

如果所有變動轉速泵浦以最高值運轉時，串級控制器仍然無法維持系統壓力，串級控制器會開始將固定轉速泵浦分段。當壓力低於正常操作範圍（27-20）百分比的設定值時，固定轉速泵浦會進行分段，時間長度為分段延遲（27-23）時間。此步驟會在所有固定轉速泵浦上一再重覆。

取消分段：

如果系統壓力上升，所有變頻器轉速會下降以滿足系統的較低流量需求。維持壓力的同時，如果變頻器低於分段關閉轉速（27-33），並且保持速度達取消分段延遲（27-24）時間，則下一個變動轉速泵浦會關閉分段。此步驟會在所有變動轉速泵浦上一再重覆（最後一個除外）。

如果系統壓力在只有一個變頻器以最低轉速運轉之下仍然過高，則會開始將固定轉速泵浦取消分段。當壓力高於正常操作範圍（27-20）百分比設定值時，固定轉速泵浦會進行取消分段，時間長度則為取消分段延遲（27-24）時間。此步驟會在所有固定轉速泵浦上一再重覆。這會只讓一個變動轉速泵浦繼續運轉。如果系統要求持續下降，則系統會進入睡眠模式。

5.2.8 控制分段/取消分段

正常分段與取消分段負責處理典型應用中大多數的狀況。然而，有時候也需要迅速對系統回授壓力變更做出快速回應。在這些狀況下，串級控制器得以在系統需求大量變更時，針對泵浦立即進行分段與取消分段。

分段：

當系統壓力下降幅度高於控制極限（27-21）時，串級控制器會立即將泵浦分段，以滿足更多流量的需求。

如果系統壓力持續低於控制極限（27-21）的時間達到控制延遲時間（27-25），則串級控制器會將下一個泵浦分段。這會一再重覆，直到所有泵浦開啟或是系統壓力下降至低於控制極限為止。

取消分段：

當系統壓力迅速上升至控制極限（27-21）以上時，串級控制器會立即將泵浦取消分段，試著減少壓力。

如果系統壓力持續高於控制極限（27-21）的時間達到控制延遲時間（27-25），那麼串級控制器會將另一個泵浦取消分段。這會一再重覆，直到只有導引泵浦保持開啟，或壓力穩定為止。

控制極限參數 27-21 設定為最大設定值的百分比。這可以定義控制分段與取消分段發生時系統設定值上下的點。

5.2.9 最小轉速取消分段

為減少緊急使用，串級控制器會在導引泵浦以最小轉速運轉時取消泵浦分段，以得到最低轉速取消分段延遲 (27-27)。

5.2.10 僅限固定轉速操作

僅限固定轉速操作功能是設計來在所有變動轉速泵浦無法用於串級控制器的罕見情況下，讓重大系統能持續操作的功能。在此狀況下串級控制器會藉由開關固定轉速泵浦，試著維持系統壓力。

分段：

如果所有變動轉速泵浦都無法使用，並且系統壓力低於僅限固定轉速操作範圍 (27-22) 且達分段延遲 (27-23) 時間，則固定轉速泵浦會開啟。此步驟會一再重覆至所有泵浦開啟為止。

取消分段：

如果所有變動轉速泵浦都無法使用，並且系統壓力高於僅限固定轉速操作範圍 (27-22) 且達取消分段延遲 (27-24) 時間，則固定轉速泵浦會關閉。此步驟會一再重覆至所有泵浦關閉為止。

6 如何進行程式設定

6.1 擴展型串級控制器參數

請注意，本參數於馬達運轉時無法調整。

6.1.1 串級控制選項，27-**

串級控制器選項參數群組。

6.1.2 控制與狀態，27-0*

「控制與狀態」參數係用來監測與手動控制泵浦。

使用向右 [▶] 與向左 [◀] 箭頭按鍵以選擇泵浦。使用向上 [▲] 與向下 [▼] 箭頭按鍵以更改設定值。

27-01 泵浦狀態

選項：

功能：

泵浦狀態是一個讀數參數，顯示系統中的每個泵浦狀態。選項有：

[0]	就緒	泵浦可讓串級控制器使用。
[1]	變頻器上	泵浦是由串級控制器所控制，泵浦連接至變頻器並且運轉中。
[2]	主電源上	泵浦是由串級控制器所控制，且泵浦連接至主電源並運轉中。
[3]	離線-關閉	泵浦無法讓串級控制器使用而且是關閉著。
[4]	離線-主電源上	泵浦無法由串級控制器所使用，泵浦連接至主電源並運轉中。
[5]	離線-變頻器上	泵浦無法由串級控制器所使用，泵浦連接至主電源並運轉中。
[6]	離線-故障	泵浦無法由串級控制器所使用，泵浦連接至主電源並運轉中。
[7]	離線-手動	泵浦無法由串級控制器所使用，泵浦連接至主電源並運轉中。
[8]	離線-外部互鎖	泵浦已由外部互鎖並且關閉。
[9]	旋轉	串級控制器正在執行泵浦的旋轉循環。
[10]	無繼電器連接	泵浦並非直接連接至變頻器，沒有繼電器指派給泵浦。

27-02 手動泵浦控制

選項：

功能：

手動泵浦控制是允許手動控制個別泵浦狀態的指令參數。選擇這些參數之一會執行指令，然後回復至「無作用」。可能的選項有：

[0] *	無作用	不會有任何動作。
[1]	線上	讓串級控制器可使用泵浦。
[2]	開啟交替	強制選取的泵浦成為導引泵浦。
[3]	離線-關閉	關閉泵浦並使泵浦無法用於串級上。
[4]	離線-開啟	開啟泵浦並使泵浦無法用於串級上。
[5]	離線-旋轉	啟動泵浦旋轉。

27-03 目前運轉時數

選項：

功能：

單位： 小時數

「目前運轉時數」是個讀數參數，顯示上次復歸之後每個泵浦的總運轉時數。此時間係用於平衡泵浦之間的運轉時數。可使用參數 27-91 將時間復歸為零。

27-04 泵浦總壽命時數

範圍：

0* [0 - 2147483647]

功能：

泵浦總壽命時數是每個連接泵浦的總共運行時數。此參數可以為了維修目的而個別設定為任何值。

6.1.3 模式，27-1*

此參數群組係用來設定串級控制器選項。

27-10 串級控制器

選項：

功能：

「串級控制器模式」會設定操作模式。可能的選項有：

無效

關閉串級控制器選項。

主/從

只使用連接至變頻器的變動轉速泵浦來操作。此選項會簡化設定。

混合泵浦

同時使用變動與固定轉速泵浦來操作。

基本串級控制

關閉串級選項並且回復基本串級操作（有關更多資訊，請參閱 *VLT AQUA 變頻器程式設定指南* 中的參數群組 25-**）。選項的額外繼電器可用來以 3 個繼電器擴展基本串級功能。僅可使用基本串級功能。

27-11 變頻器數目

範圍：

1* [1 - 8]

功能：

會由串級控制器所控制的變頻器數目。

MCO 101: 1-6

MCO 102: 1-8

27-12 泵浦數目

範圍：

0* [0 - 變頻器數目]

功能：

會由串級控制器所控制的泵浦數目。

MCO 101: 0-6

MCO 102: 0-8

27-14 泵浦容量

範圍：

100%* [0% (關閉) - 800%]

功能：

「泵浦容量」設定與第一個泵浦相關系統當中的每個泵浦容量。此為每個泵浦皆有一個輸入項目的索引參數。第一泵浦的容量總是被視為 100%。

27-16 運轉時間平衡

選項：

功能：

運轉時間平衡可設定每個泵浦的優先順序以平衡其運轉時數。優先度較高的泵浦會在優先度低的泵浦之前運轉。如果所有的泵浦都被設定為備份泵浦，則它們將被分段或取消分段，這是因為並未設定優先度的緣故。分段開啟的順序為 1-2-3；取消分段的順序為 3-2-1。

可能的選項有：

[0] * 平衡優先 1

最先開啟，最後關閉。

[1] 平衡優先 2

如果無法使用優先度 1 的泵浦就會開啟。在優先度 1 的泵浦關閉之前關閉。

[2] 備份泵浦

最後開啟，最先關閉。

27-17 馬達啟動器

選項：

功能：

馬達啟動器會選擇用於固定轉速泵浦上的主電源啟動器類型。所有固定轉速泵浦必須有相同的設定。可能的選擇如下：

無（接觸器）

緩衝啟動器

星狀-三角連接啟動器

27-18 未使用泵浦的旋轉時間

範圍:
1.0 s* [0.0 s - 99.0 s]

功能:
未使用泵浦之旋轉時間係設定未使用泵浦的旋轉時間長度。 如果固定轉速泵浦過去 72 個小時沒有運轉，此時就會開啟。 這可避免關閉泵浦過久所引起的損壞。 將此參數設定為零即可停用旋轉功能。 警告 - 將此參數設定過高可能會導致某些系統壓力過大。

27-19 復歸目前運轉時數

選項:
[0] * 不復歸
[1] 復歸

功能:
「復歸目前運轉時數」係用來將所有目前運轉時數復歸至零。 此時間是用於平衡運轉時數。

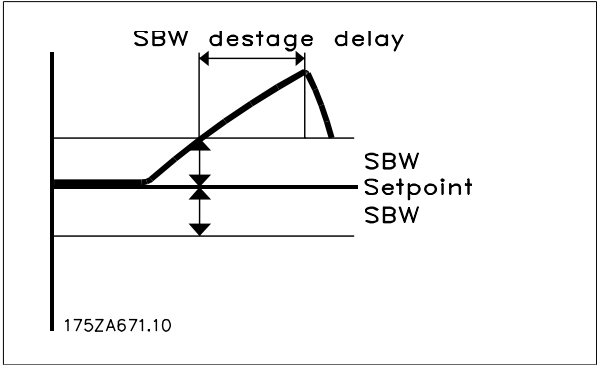
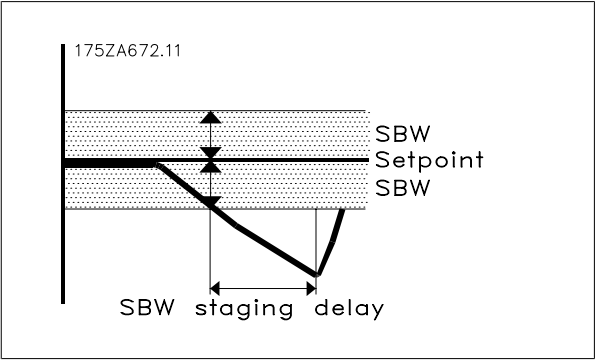
6.1.4 頻寬設定, 27-2*

設定控制回應的參數。

27-20 正常操作範圍

範圍:
10%* [1% - P27-21]

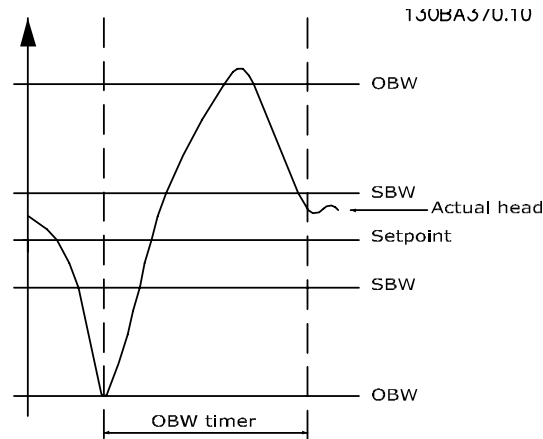
功能:
正常操作範圍是在可能加增或移除泵浦之前，所允許的設定值偏移量。 系統超出此限制必須長達 P27-23（分段）或 P27-24（取消分段）所規定的時間，然後才能執行串級操作。 「正常」指的是系統操作時至少有一個變動轉速泵浦可用。 本值係以「最大設定值」的百分比值輸入（有關更多資訊，請參閱 VLT AQUA 變頻器程式設定指南的 P21-12）。



27-21 控制極限

範圍:
100% (無 [P27-20 - 100%]
效)*

功能:
「控制極限」是指所允許的設定值偏移量，一旦超出此偏移量將立即增加或移除泵浦（例如在切換至火災標記時）。 正常操作範圍包含會對系統暫態回應加以限制的延遲。 這會使系統對需求大幅變動的回應速度過慢。 此種控制極限可讓變頻器立即回應。 請以最大設定值（P21-12）的百分比來輸入該數值。 將此參數設定為 100% 可停用控制操作。



6

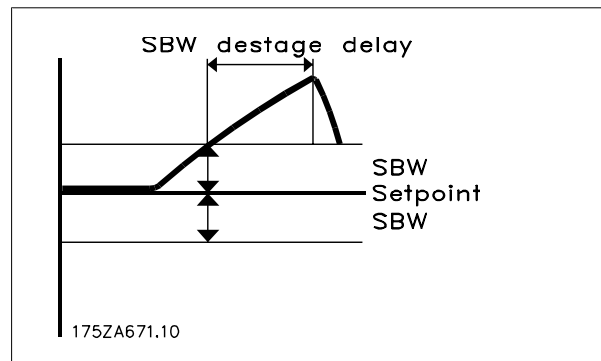
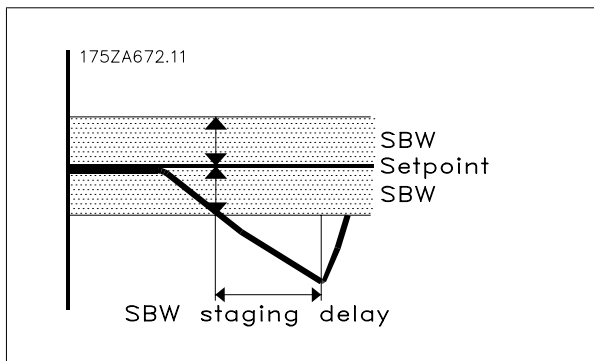
27-22 僅限固定轉速的操作範圍

範圍:

P27-20* [P27-20 - P27-21]

功能:

僅限固定轉速的操作範圍乃是在沒有可操作的變動轉速泵浦時，在可能加增或移除泵浦之前，所允許的設定值偏移量。系統超出此限制必須長達 P27-23（分段延遲）或 P27-24（取消分段延遲）所規定的時間後，才能執行串級操作。該數值輸入係以最大設定值的百分比而輸入的。當沒有操作的變動轉速泵浦時，系統會嘗試利用剩餘的固定轉速泵浦維持控制。



27-23 分段延遲

範圍:

15 s* [0 - 3000 s]

功能:

「分段延遲」是指在泵浦可能開啟之前，系統回授必須維持低於操作範圍的時間長度。如果系統操作時至少有一個變動轉速泵浦可用，那麼就會使用正常操作範圍 (P27-20)。如果沒有變動轉速泵浦可用，則使用僅限固定轉速的範圍 (P27-22)。

27-24 取消分段延遲

範圍:

15 s* [0 - 3000 s]

功能:

「取消分段延遲」是指在泵浦可能關閉之前，系統回授必須維持高於操作範圍的時間長度。如果系統操作時至少有一個變動轉速泵浦可用，那麼就會使用正常操作範圍 (P27-20)。如果沒有變動轉速泵浦可用，則使用僅限固定轉速的範圍 (P27-22)。

27-25 控制延遲時間

範圍:

10 s* [0 - 300 s]

功能:

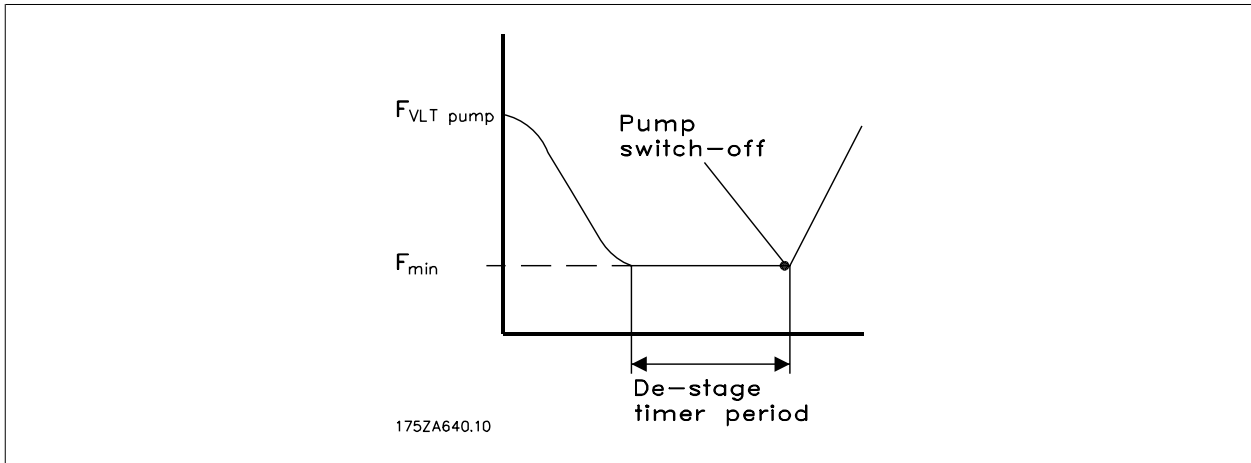
「控制延遲時間」是經過分段/取消分段之後，在因系統超出控制極限 (P27-21) 而發生分段/取消分段之前所必須經過的最少時間。控制延遲時間旨在讓系統在泵浦開啟或關閉之後可以穩定。如果此延遲長度不夠，開關泵浦所引起的暫態可能會讓系統在不應該的情況下加增或移除另一個泵浦。

27-27 最小-轉速取消分段延遲**範圍：**

15 s* [0 - 300 s]

功能：

最小-轉速取消分段延遲是指在泵浦為節省能源而關閉之前，且系統回授仍在正常操作範圍之內，導引泵浦必須以最低轉速運轉的時間。如果變動轉速泵浦以最低轉速運轉，但是回授仍在正常範圍之內，可以藉由關閉泵浦以節省能量。在這些狀況下，泵浦可能會關閉，而系統仍然能維持控制。依舊運轉的泵浦會更有效率地操作。



6

6.1.5 分段轉速，27-3*

設定主/從控制回應的參數。

6.1.6 自動微調分段轉速，27-30（將在未來的版本中加入）**27-30 自動微調分段轉速****選項：**

[0] 無效

[1] * 有效

功能：

當啟用時，分段開啟與關閉轉速將在運轉期間持續自動微調。設定值將被最佳化，以確保有高效能與低耗電。如果停用，轉速可以手動設定。

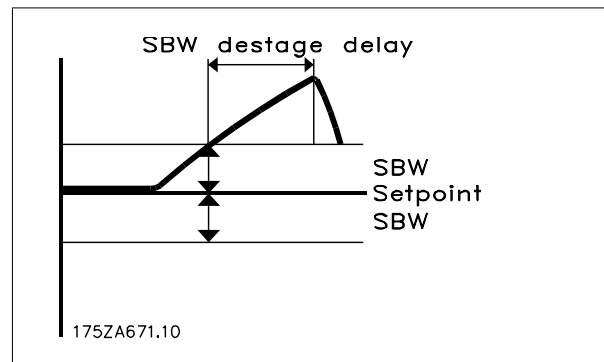
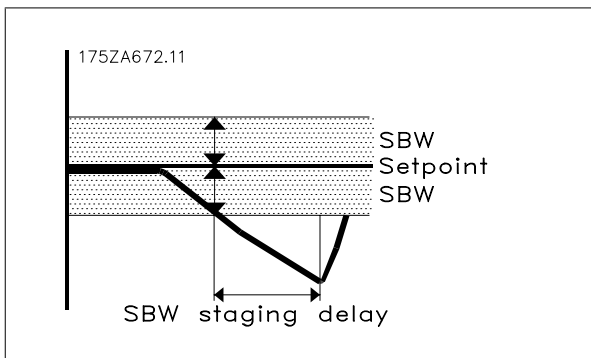
27-31 分段開啟轉速（RPM）**範圍：**

P4-13* [參數 4-11 - 參數 4-13]

功能：

如果選擇 RPM，則使用之。

如果導引泵浦的運轉轉速高於分段開啟轉速，並達到分段延遲（參數 27-23）內所規定的時間，而且變動轉速泵浦可使用時，將會開啟泵浦。



27-32 分段開啟轉速 (Hz)

範圍:

參數 4-14* [參數 4-12 - 參數 4-14]

功能:

如果選擇 Hz，則使用之。
如果導引泵浦的運轉轉速高於分段開啟轉速，並達到分段延遲（參數 27-23）內所規定的時間，而且變動轉速泵浦可使用時，將會開啟泵浦。

27-33 分段關閉轉速 (RPM)

範圍:

參數 4-11* [參數 4-11 - 參數 4-13]

功能:

如果導引泵浦的運轉轉速低於分段關閉轉速，並達到取消分段延遲（參數 27-24）內所規定的時間，而且不只一個變動轉速泵浦啟動時，會關閉一個變動轉速泵浦。

27-34 分段關閉轉速 (Hz)

範圍:

參數 4-12* [參數 4-12 - 參數 4-14]

功能:

如果導引泵浦的運轉轉速低於分段關閉轉速，並達到取消分段延遲（參數 27-24）內所規定的時間，而且不只一個變動轉速泵浦啟動時，會關閉一個變動轉速泵浦。

6

6.1.7 分段設定 27-4*

設定分段轉換的參數。

6.1.8 自動微調分段設定, 27-40

27-40 自動微調分段設定

選項:

當啟用時，分段極限值將在運轉期間自動微調。設定值將被最佳化以便在分段與取消分段時預防壓力過升與壓力過降。如果停用，極限值可以手動設定。

[0] 無效

分段或取消分段極限值。

[1] * 有效

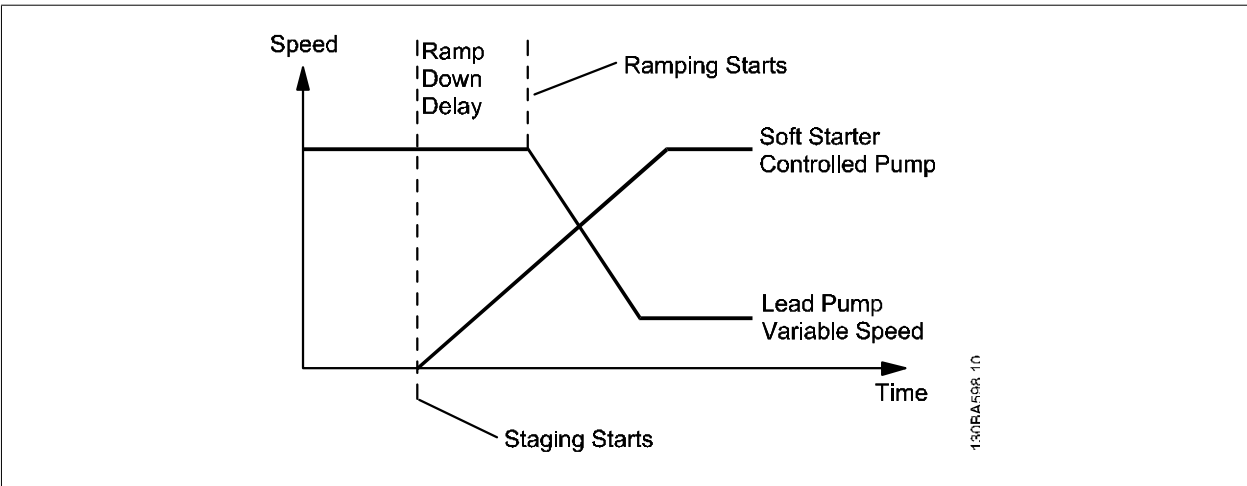
27-41 減速延遲

範圍:

10 s* [0 s - 120 s]

功能:

「減速延遲」可設定啟動在緩衝啟動器所控制的泵浦以及將變頻器控制的泵浦減速之間的延遲。僅限用於緩衝啟動器所控制的泵浦。

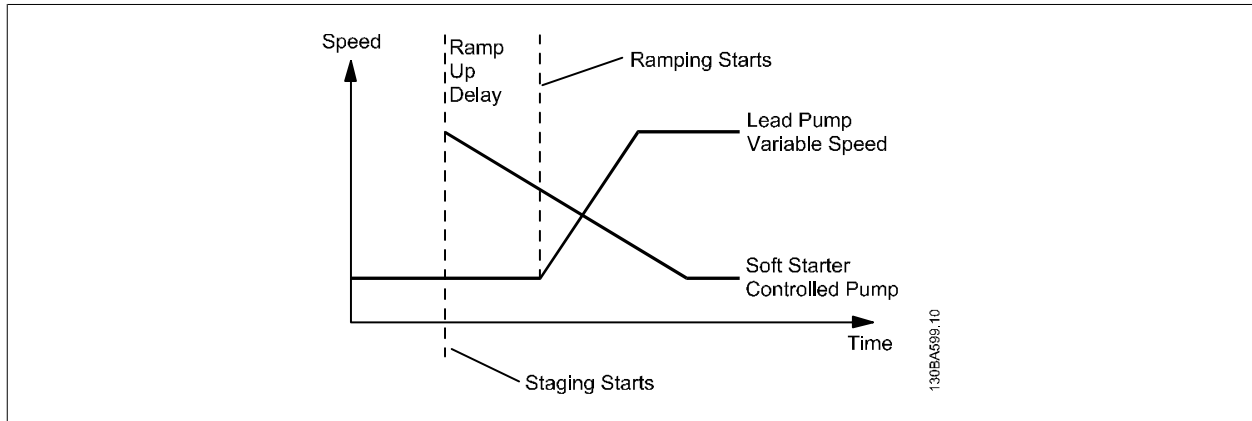


27-42 加速延遲**範圍：**

2 s* [0 s - 12 s]

功能：

「加速延遲」係設定關閉由緩衝啟動器所控制的泵浦以及將變頻器控制的泵浦加速之間的延遲。僅限用於緩衝啟動器所控制的泵浦。

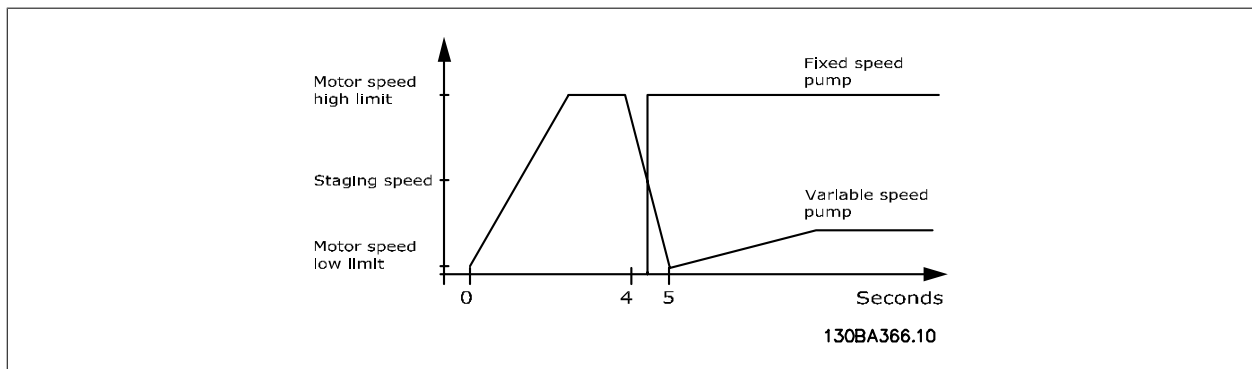
**27-43 分段極限值****範圍：**

90%* [1% - 100%]

功能：

「分段極限值」是固定轉速泵浦應該開啟時的分段加減速轉速。以最大泵浦轉速的百分比設定之 [%]。

如果在 P27-40 啟用「自動微調分段設定」，P27-43 將被隱藏。如果停用 P27-40，可讀取實際值。如果停用 P27-40，在 P27-43 的分段極限值可以手動更改，且當 P27-40 再次啟用時，將會使用新的數值。

**27-44 取消分段極限值****範圍：**

50%* [1% - 100%]

功能：

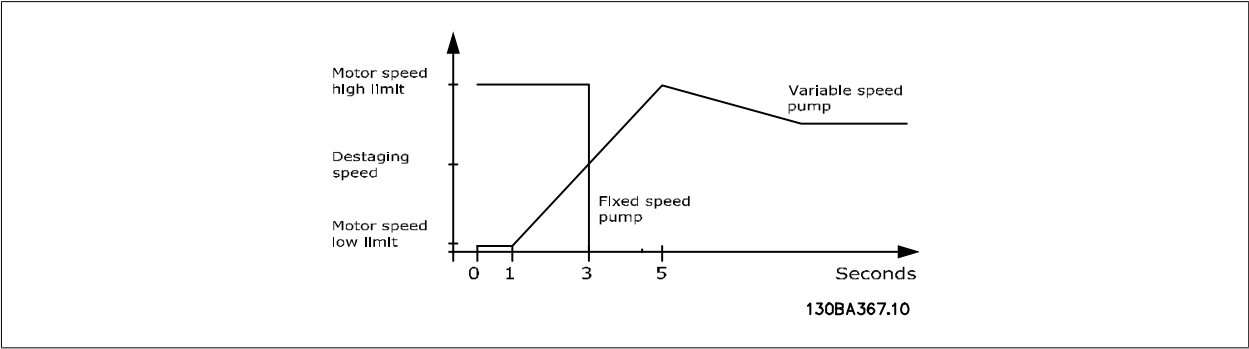
「取消分段極限值」是固定轉速泵浦應該開啟時的分段加減速轉速。以最大泵浦轉速的百分比設定之 [%]。

如果在 P27-40 啟用「自動微調分段設定」，P27-44 將被隱藏。如果停用 P27-40，可讀取實際值。如果停用 P27-40，在 P27-44 中的取消分段極限值可以手動更改，且當 P27-40 再次啟用時，將會使用新的數值。

當 27-30 變成「有效 [1]」，27-31、27-32、27-33 與 27-34 將以自動計算的新值保持在更新的狀態下。如果透過總線修改 27-31、27-32、27-33 與 27-34，則新值將被使用，但會持續地自動微調（修改）。

當 27-40 變成「有效 [1]」，27-41、27-42、27-43 與 27-44 將以自動計算的新值保持在更新的狀態下。如果透過總線修改 27-41、27-42、27-43 與 27-44，則新值將被使用，但會持續地自動微調（修改）。

當發生分段時，數值將會重新計算且參數會更新。



27-45 分段轉速 (RPM)

選項:

單位: RPM

功能:

「分段轉速」係基於分段極限值來顯示實際分段轉速的讀數參數。

27-46 分段轉速 (Hz)

選項:

單位: Hz

功能:

「分段轉速」係基於分段極限值來顯示實際分段轉速的讀數參數。

27-47 取消分段轉速 (RPM)

選項:

單位: RPM

功能:

「取消分段轉速」係基於取消分段極限值來顯示實際取消分段轉速的讀數參數。

27-48 取消分段轉速 (Hz)

選項:

單位: RPM

功能:

「取消分段轉速」係基於取消分段極限值來顯示實際取消分段轉速的讀數參數。

6.1.9 交替設定, 27-5*

設定交替的參數。

27-51 交替事件

選項:

功能:

「交替事件」允許取消分段時的交替。

[0] * 關

[1] 在取消分段

27-52 交替時間間隔

範圍:

0 (無效)* [0 (無效) - 10000 m]

功能:

交替時間間隔是使用者可設定的交替時間。設定為零則無效。參數 27-53 顯示下次交替發生之前的剩餘時間。

27-53 交替計時器值

選項:

單位: min

功能:

「交替計時器值」是一種顯示在以時間間隔為基準的交替發生之前, 剩餘時間的讀數參數。參數 27-52 設定時間間隔

27-54 於每日的時間交替

選項:

功能:

「於每日的時間交替」允許選擇每天交替泵浦的特定時間。時間資訊在參數 27-55 設定。「於每日的時間交替」功能的使用需要設定即時訊號。

[0] * 無效

[1] 每日時間

27-55 交替預定義時間

範圍：
1:00* [00:00 - 23:59]

功能：
交替預定義時間是一天當中泵浦交替的時間。只有在參數 27-54 設定至「每日時間」時才可以使用此參數。

27-56 交替容量為 <

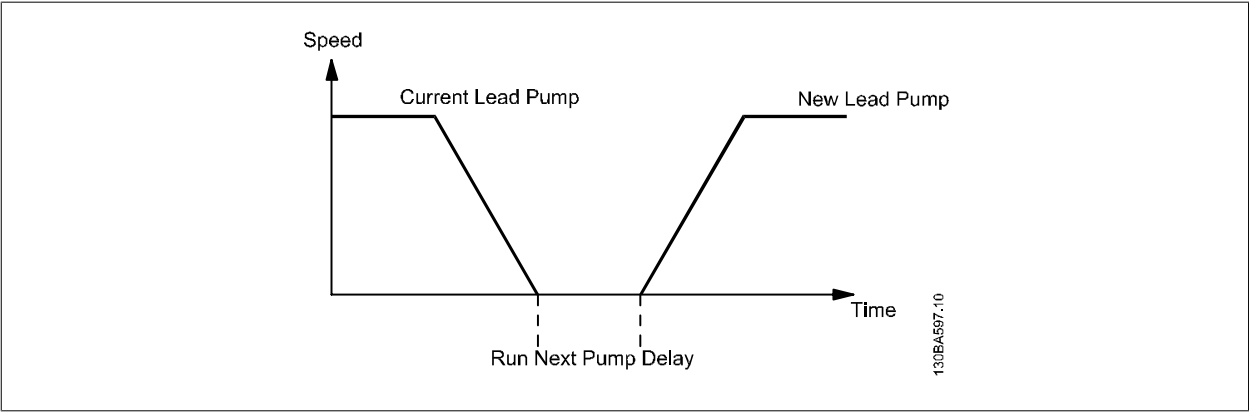
範圍：
0% (關閉)* [0% (關閉) - 100%]

功能：
交替容量為 < 時，將要求導引泵浦在允許發生以時間為基準的交替之前，以低於此容量的方式操作。本功能可確保僅當泵浦在某個中斷操作時不會影響製程的轉速下運轉時，才會發生交替動作。這會將交替所引起的系統干擾降至最低。請以泵浦 1 容量的百分比來輸入該數值。交替容量為 < 時，將此參數設定為 0% 可停用該項操作。

27-58 執行下次泵浦延遲

範圍：
0.1s* [0.1s - 5s]

功能：
「執行下次泵浦延遲」是在交替導引泵浦時，停止現有導引泵浦並啟動下一個導引泵浦之間的延遲。這在兩個泵浦都停止時，提供了接觸器切換的時間。



6.1.10 連接，27-7*

設定繼電器連接的參數。

27-70 繼電器

選項：
標準繼電器

功能：
P27-70 是一個用來設定選項繼電器功能的數組參數。視所安裝的選項而定，您只能看見可用的繼電器。如果安裝了擴展型串級控制器，將可看見繼電器 10-12。如果安裝了進階串級控制器，將可看見繼電器 13-20。如果安裝兩種選項，將可看見所有的繼電器。要設定每個繼電器的功能，請選擇特定的繼電器，然後選擇功能。如果選擇「標準繼電器」功能選項，則該繼電器可作為一般用途的繼電器使用，之後可以在參數 P5-4* 設定想要的功能。

[0]	變頻器 X 有效	啟動從屬變頻器 X
	泵浦 K 至變頻器 N	連接泵浦 K 至變頻器 N
	泵浦 K 至主電源	連接泵浦 K 至主電源

注意！

如果安裝了 MCO 102，MCB 105 繼電器選項可以供串級控制使用。

6.1.11 讀數，27-9*

串級控制器選項讀數參數

27-91 串級設定值

串級設定值是個顯示配合從屬變頻器所使用之設定值輸出的讀數參數。即使主變頻器停止，此設定值仍然可使用。此為當變頻器開啟時，其正在運轉中或將會運轉的轉速。此值係以馬達轉速上限(P4-13[RPM] 或 P4-14[Hz]) 的百分比值來訂定比例率。

單位： %

27-92 總容量之電流百分比

「總容量之電流百分比」是顯示以系統容量百分比來表示系統操作點的讀數參數。100% 代表全部泵浦皆以滿轉速運轉。

單位： %

27-93 串級選項狀態

選項：

功能：

串級選項狀態是一個顯示串級系統狀態的讀數參數。

[0] *	無效	串級選項未使用。
	關	串級選項關閉。
	運轉	串級選項正常運轉。
	在固定轉速頻寬 (FSBW) 下運轉	串級選項以固定轉速模式運轉。沒有變動轉速泵浦可用。
	寸動	系統以參數 3-11 所設定的寸動轉速運轉。
	在開迴路	系統設定成開迴路。
	凍結	系統凍結於目前的狀態中。不會發生任何變更。
	緊急	系統因為自由旋轉、安全互鎖、跳脫鎖定或安全停機而停止。
	警報	系統在警報狀態下操作。
	分段	分段操作進行中。
	取消分段	取消分段操作進行中。
	交替中	交替操作進行中。
	導引泵浦未設定	尚未選擇導引泵浦。

7.1.1 串級控制選項 27-**

Par. No.	Parameter description	Default value	4-set-up	FC 302 only	Change during operation	Conversion Index	Type
27-0* Control & Status							
27-01	Pump Status	[0] Ready	All set-ups		TRUE	-	Uint8
27-02	Manual Pump Control	[0] No Operation	2 set-ups		TRUE	-	Uint8
27-03	Current Runtime Hours	0 h	All set-ups		TRUE	74	Uint32
27-04	Pump Total Lifetime Hours	0 h	All set-ups		TRUE	74	Uint32
27-1* Configuration							
27-10	Cascade Controller	[0] Disabled	2 set-ups		FALSE	-	Uint8
27-11	Number Of Drives	1 N/A	2 set-ups		FALSE	0	Uint8
27-12	Number Of Pumps	ExpressionLimit	2 set-ups		FALSE	0	Uint8
27-14	Pump Capacity	100 %	2 set-ups		FALSE	0	Uint16
27-16	Runtime Balancing	[0] Balanced Priority 1	2 set-ups		TRUE	-	Uint8
27-17	Motor Starters	[0] Direct Online	2 set-ups		FALSE	-	Uint8
27-18	Spin Time for Unused Pumps	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	Uint16
27-19	Reset Current Runtime Hours	[0] 不復歸	All set-ups		TRUE	-	Uint8
27-2* Bandwidth Settings							
27-20	Normal Operating Range	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	Uint8
27-21	Override Limit	100 %	All set-ups		TRUE	0	Uint8
27-22	Fixed Speed Only Operating Range	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	Uint8
27-23	Staging Delay	15 s	All set-ups		TRUE	0	Uint16
27-24	Destaging Delay	15 s	All set-ups		TRUE	0	Uint16
27-25	Override Hold Time	10 s	All set-ups		TRUE	0	Uint16
27-27	Min Speed Destage Delay	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	Uint16
27-3* Staging Speed							
27-30	自動微調分段轉速	[1] 有效	All set-ups		TRUE	-	Uint8
27-31	Stage On Speed [RPM]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	67	Uint16
27-32	Stage On Speed [Hz]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	-1	Uint16
27-33	Stage Off Speed [RPM]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	67	Uint16
27-34	Stage Off Speed [Hz]	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	-1	Uint16
27-4* Staging Settings							
27-40	自動微調分段設定	[0] 無效	All set-ups		TRUE	-	Uint8
27-41	Ramp Down Delay	10.0 s	All set-ups		TRUE	-1	Uint16
27-42	Ramp Up Delay	2.0 s	All set-ups		TRUE	-1	Uint16
27-43	Staging Threshold	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	Uint8
27-44	Destaging Threshold	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	Uint8
27-45	Staging Speed [RPM]	0 RPM	All set-ups		TRUE	67	Uint16
27-46	Staging Speed [Hz]	0.0 Hz	All set-ups		TRUE	-1	Uint16
27-47	Destaging Speed [RPM]	0 RPM	All set-ups		TRUE	67	Uint16
27-48	Destaging Speed [Hz]	0.0 Hz	All set-ups		TRUE	-1	Uint16
27-5* Alternate Settings							
27-50	Automatic Alternation	[0] 無效	All set-ups		FALSE	-	Uint8
27-51	Alternation Event	null	All set-ups		TRUE	-	Uint8
27-52	Alternation Time Interval	0 min	All set-ups		TRUE	70	Uint16
27-53	Alternation Timer Value	0 min	All set-ups		TRUE	70	Uint16
27-54	Alternation At Time of Day	[0] 無效	All set-ups		TRUE	-	Uint8
27-55	Alternation Predefined Time	ExpressionLimit	All set-ups		TRUE	0	oDate
27-56	Alternate Capacity is <	0 %	All set-ups		TRUE	0	Uint8
27-58	Run Next Pump Delay	0.1 s	All set-ups		TRUE	-1	Uint16

Par. No. #	Parameter description	Default value	4-set-up	FC 302 only	Change during operation	Conver- sion index	Type
27-0* 數位輸入							
27-60	端子 X66/1 數位輸入	[0] 無作用	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-61	端子 X66/3 數位輸入	[0] 無作用	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-62	端子 X66/5 數位輸入	[0] 無作用	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-63	端子 X66/7 數位輸入	[0] 無作用	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-64	端子 X66/9 數位輸入	[0] 無作用	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-65	端子 X66/11 數位輸入	[0] 無作用	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-66	端子 X66/13 數位輸入	[0] 無作用	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-7* Connections							
27-70	Relay	[0] Standard Relay	2 set-ups		FALSE	-	UInt8
27-9* Readouts							
27-91	Cascade Reference	0.0 %	All set-ups		TRUE	-1	Int16
27-92	% Of Total Capacity	0 %	All set-ups		TRUE	0	UInt16
27-93	Cascade Option Status	[0] Disabled	All set-ups		TRUE	-	UInt8
27-94	Cascade System Status	0 N/A	All set-ups		TRUE	0	VisStr[25]

8 附錄 A – 主/從應用注意事項

8.1.1 主/從操作

應用說明

範例中的系統包含配水系統中 4 個規格相同的泵浦。它們都與 Danfoss VLT® AQUA 變頻器相連接。包含 4-20mA 類比輸出格式的壓力傳送器作為回授使用，而且與名為「主變頻器」的變頻器相連。主變頻器同時也包括了 Danfoss VLT® 擴展型串級控制器選項 MCB-101。該系統的主要用途是在系統內保持恆定的壓力。

使用「主/從」設定（而非標準的串級控制模式）的論點可能是：

- 在老舊且功能較弱的管路系統中，壓力突升可能產生洩漏的情形，因此，主/從模式的高效能可能非常有用。
- 在恆定壓力配水系統中，泵浦可以透過使用「主/從」操作，在最具省電效率下運作。
- 在流量有大量變動的系統中，可以快速回應的「主/從」模式將會安全且快速地維持在恆定壓力下。
- 相當容易的安裝 – 無需外部設備。變頻器可以 IP55 或甚至 IP66 的形式交運，這意味著無需使用面板（保險絲除外）。

需僅記的問題

與傳統的串級控制器相比，運轉泵浦的數量是由轉速而非回授所控制。要獲得最高的省電效率，分段開啟與關閉轉速必須依照系統正確設定。欲更佳瞭解相關原則，請參閱圖 1。

分段開啟與關閉轉速是由使用者針對每個分段而設定。正確的轉速係根據應用與系統而定。在高於 1.1 的 VLT® AQUA 軟體版本中，轉速將由變頻器自動調整。亦可使用 Danfoss PC 軟體（稱為 MUSEC）來決定正確的設定值，該軟體可以從我們的網站下載。
啟動時，可以在大多數的應用中使用表 1.1 的設定值。

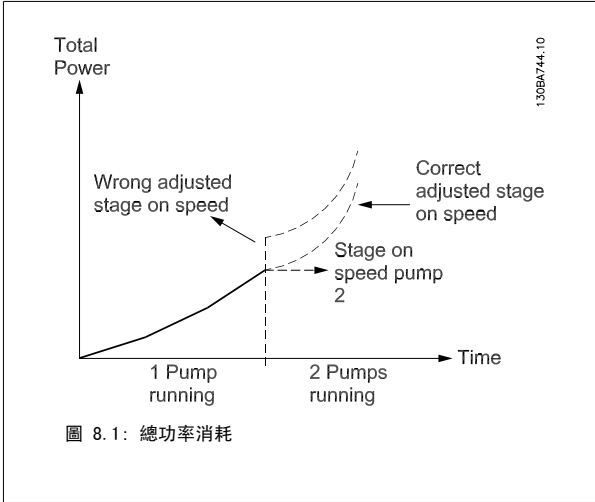


圖 8.1：總功率消耗

	分段開啟轉速 [Hz] (參數 27-31)	分段關閉轉速 [Hz] (參數 27-33)
分段 1	40	最小轉速
分段 2	42	36
分段 3	45	38
分段 4	47	40

表 8.1：分段開啟與分段關閉轉速的範例

電氣配線

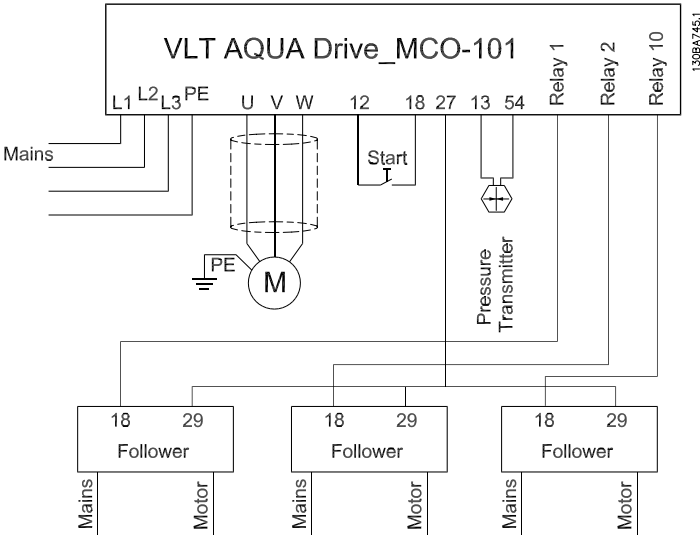


圖 8.2: 電氣配線。在主變頻器上的端子 27 可作為脈衝輸出的設定值。在從變頻器上的端子 29 可作為脈衝輸入設定值。所有的從變頻器與主電源連接的方式與標注為主電源與馬達的主變頻器連接方式相同。

8

注意！

在該範例中，我們假設壓力傳送器是作為回授感測器來使用，其範圍是 0-10 bar。

參數設定值：

顯示設定 - 主變頻器：

顯示行 1.1	0-20	設定值 [1601]
顯示行 1.2	0-21	回授 [1652]
顯示行 1.3	0-22	馬達電流 [1614]
大顯示行 2	0-23	頻率 [1613]
大顯示行 3	0-24	串級設定值 [2791]

顯示設定 - 從變頻器：

顯示行 1.1	0-20	外部設定值 [1650]
大顯示行 3	0-24	頻率 [1613]



注意！

請注意：類比輸入的格式乃是使用 LCP 底下的開關 S201 來設定的。

主/從變頻器的基本設定：

參數：

轉速單位從 RPM 改變成 Hz	0-02
額定馬達功率	1-20 / 參數 1-21 (kW / HP)
額定馬達電壓	1-22
馬達電流	1-24
額定馬達轉速	1-25
馬達轉動檢查	1-28
啟用馬達自動調諧	1-29

加速時間	3-41	(5 秒鐘，視規格而定) 必須與主變頻器以及從變頻器相同！
減速時間	3-42	(5 秒鐘，視規格而定) 必須與主變頻器以及從變頻器相同！
馬達轉速下限 [Hz]	4-12	(30 Hz)
馬達轉速上限 [Hz]	4-14	(50 Hz) 必須與主變頻器以及從變頻器相同！

僅限主變頻器的設定

1. 使用「Quick Menu_Funtion_Setup」底下的「閉迴路」精靈，輕鬆設定 PID 控制器的回授設定值。
2. 設定在參數 27-** 當中的主變頻器配置

啟用主/從	27-10	
設定變頻器數目	27-11	
根據表 1 設定分段轉速	27-3*	
配置繼電器 1	27-70	變頻器 2 有效
配置繼電器 2	27-70	變頻器 3 有效
配置繼電器 10	27-70	變頻器 4 有效
最小設定值	3-02	0 [bar]
最大設定值	3-03	10 [bar]
端子 27 的模式	5-01	輸出 [1]
端子 27 數位輸出	5-30	脈衝輸出 [55]
端子 27 脈衝輸出	5-60	串級設定值 [116]
端子 27 最大脈衝輸出頻率	5-62	5000 [Hz]

僅限從變頻器的設定 only

設定設定值 1 來源	3-15	脈衝輸入 29 [7]
設定端子 29 數位輸入	5-13	脈衝輸入 [32]
設定端子 29 最低頻率	5-50	0 [Hz]
設定端子 29 最高頻率	5-51	5000 [Hz]

進行更改

當系統設定成操作時，主變頻器將自動執行「時間平衡」，而所有的變頻器將運轉所需的泵浦數目（視負載而定）。如果因為某些原因使用者要為馬達排列優先順序，在參數 27-16 中對泵浦排列優先順序（分成三個等級）是可能的。（優先 1、優先 2 與備用泵浦）。僅在無法使用優先度 1 的泵浦時，才會對優先度 2 的泵浦進行分段。

對分段開啟/關閉轉速進行微調以最佳化耗電量是相當必要的。

索引

I

Ip55 或甚至 Ip66	39
---------------	----

M

Mco 101 與 Mco 102 簡介	5
Musec	21, 39

P

Pid 控制器	20
---------	----

V

Vlt® 擴展型串級控制器選項 Mcb-101	39
-------------------------	----

一

一般說明	6
------	---

不

不同規格泵浦模式	14
----------	----

串

串級控制器，27-10	28
串級控制器功能	23
串級控制器選項	5, 6
串級控制選項	37
串級控制選項，27-**	27

主

主/從操作	39
主-從模式	13
主變頻器	6, 19, 39
主變頻器的設定	41

僅

僅限固定轉速的操作範圍，27-22	30
-------------------	----

免

免費軟體	21
------	----

分

分段	20, 26
分段/取消分段	25
分段延遲，27-23	30
分段延遲，27-24	30
分段極限值，27-43	33
分段極限值，27-44	33
分段與取消分段決定	13
分段設定 27-4*	32
分段轉速 (hz)，27-46	34
分段轉速 (rpm)，27-45	34
分段轉速，27-3*	31
分段開啟與分段關閉	39
分段開啟與關閉轉速	39
分段開啟轉速 (hz)，27-32	31
分段開啟轉速 (rpm)，27-31	31
[分段開啟轉速 Hz]	39
分段關閉轉速 (hz)，27-34	32
分段關閉轉速 (rpm)，27-33	32
[分段關閉轉速 Hz]	39

功

功能較弱的管路系統	39
-----------	----

加

加速延遲，27-42	32
------------	----

參

參數設定值	40
-------	----

取

取消分段	20, 26
取消分段轉速 (rpm)，27-47	34

單

單一變頻器	25
-------	----

回

回授壓力	14, 25
回授感測器	20, 40

固

固定轉速	26
固定轉速泵浦	6
固定轉速泵浦模式	12

基

基於壓力回授的固定轉速泵浦分段/取消分段。	21
基於變頻器轉速的變動轉速泵浦分段/取消分段。	20
基本串級控制器	6
基本串級的延伸	11
基本設定	40

壓

壓力傳送器	40
壓力波動	12

壽

壽命時數	24
------	----

多

多個裝置分段效率計算機軟體程式	21
多個變頻器	25
多個變頻器的額外模式	19

容

容易的安裝	39
-------	----

對

對地漏電電流	3
對泵浦排列優先順序	41

導

導引泵浦	25, 26
------	--------

從

從屬變頻器	6, 19
-------	-------

從變頻器的設定	41
復	
復歸目前運轉時數，27-19	29
恆	
恆定壓力	39
恆定壓力配水系統	39
手	
手動泵浦控制	23
手動泵浦控制，27-02	27
控	
控制分段/取消分段	25
控制延遲時間，27-25	30
控制極限	25, 29
控制極限，27-21	29
控制與狀態，27-0*	27
擴	
擴展型串級控制器 Mco 101 與進階的串級控制器 Mco 102	5
支	
支援模式	11
旋	
旋轉時間	24, 29
最	
最佳化耗電量	41
最小轉速取消分段延遲，27-27	30
未	
未使用泵浦之旋轉時間	19
模	
模式，27-1*	28
正	
正常操作範圍，27-20	29
泵	
泵浦容量	19
泵浦容量，27-14	28
泵浦數目，27-12	28
泵浦旋轉	24
泵浦狀態，27-01	27
泵浦總壽命時數，27-04	27
混	
混合泵浦模式	14, 16
混合泵浦選項	19
減	
減速延遲，27-41	32



目

目前運轉時數，27-03	27
--------------	----

省

省電效率	39
------	----

端

端子 27	40
端子 29	40

簡

簡介	11
----	----

緩

緩衝啟動器	17
-------	----

繼

繼電器，27-70	35
-----------	----

自

自動微調分段設定，27-40	32
自動微調分段轉速，27-30（將在未來的版本中加入）	31

設

設定串級參數	19
設定系統	19

變

變動轉速泵浦。	6
變頻器數目	19
變頻器數目，27-11	28
變頻器模式	11

軟

軟體版本	3, 39
------	-------

轉

轉速而非回授	39
--------	----

運

運轉時間平衡	16, 19, 24
運轉時間平衡，27-16	28

重

重大系統	26
------	----

閉

閉迴路控制	20
-------	----

開

開迴路模式	6
開關 S201	40

電

電氣配線	40
------	----

頻

頻寬設定, 27-2*	29
-------------	----

類

類比輸入	40
類比輸出格式	39

顯

顯示設定 - 主變頻器	40
顯示設定 - 從變頻器	40

馬

馬達啟動器, 27-17	28
--------------	----