

不同類型的UPS系統

第 1 號白皮書

版本 7

作者 Neil Rasmussen

> 摘要

市場上目前充斥著各種不同類型的 UPS 系統，其特性也各不相同。本文對於每種 UPS 類型給出了定義，探討了每種系統的實際應用，並列出了各種系統的優缺點。借助於這些資訊，您可以做出明智的決策，選擇適合自己需要的 UPS 拓撲結構。

目錄

簡介	2
UPS 類型	2
UPS 類型總結	7
各種類型 UPS 的工業應用	8
結論	9
資源	10

簡介

市場上具有不同類型的 UPS，其特性也千差萬別，這就給資料中心行業造成了極大的混亂。例如，目前人們普遍認為只有兩種類型的 UPS 系統，即離線式 UPS 和在線式 UPS。這兩個常用術語並不能正確地描述現有的各種 UPS 系統。在正確地瞭解不同類型的 UPS 拓撲結構後，就可以消除有關 UPS 系統的眾多錯誤觀點。UPS 拓撲結構指的是 UPS 設計的基本特徵。通常，不同廠商生產的機型在設計或拓撲結構上大同小異，但在性能特性方面卻相差巨大。

本文考察了常用的設計方法，並簡要介紹了每種拓撲結構的工作原理。這些資訊將有助於您正確地識別和比較不同的系統。

UPS 類型

目前有多種方法來設計 UPS 系統，不同方法設計的 UPS 有截然不同的性能特點。最常用的設計方案如下所示：

- 離線式
- 在線互動式
- 離線式-鐵磁共振式
- 雙轉換在線式
- Delta 轉換在線式

離線式 UPS

離線式 UPS 是用於個人電腦的最常見的類型。在圖 1 所示的結構圖中，轉換開關設置為選擇濾波後的交流輸入作為主電源（圖中實線路徑），一旦主電源出現故障，就會切換到電池/逆變器作為備用電源。一旦發生這種情況，轉換開關必須進行操作，將負載切換到電池/逆變器備用電源上（圖中虛線路徑）。逆變器只在電源出現故障時才啟動，因此稱作“離線式”。這種設計的主要優點是效率高、尺寸小和成本低。如果採用適宜的濾波電路和突波保護電路，這些系統還可以提供適當的噪音和突波抑制功能。

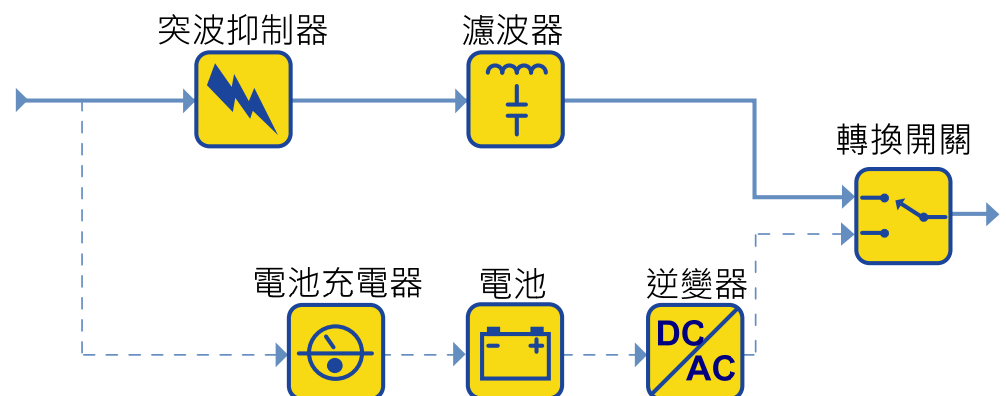


圖 1
離線式 UPS

在線互動式 UPS

圖 2 所示的在線互動式 UPS 是用於小企業、網站、部門伺服器最常見的設計。在此設計方案中，電池到交流電源的轉換器（逆變器）始終連接到 UPS 的輸出端。如果在輸入交流電源正常時反向操作逆變器，就會給電池充電。

一旦輸入電源出現故障，轉換開關就會打開，並透過電池向 UPS 輸出端供電。與離線式 UPS 拓撲結構相比，由於逆變器始終打開且與輸出端保持連接，這種設計進一步增強了濾波效果，並降低了轉換瞬態過電壓。

另外，在線互動式設計方案通常會加入一個分接頭轉換變壓器。這樣，當輸入電壓發生變化時，透過調整變壓器分接頭可以更好地調節電壓。在電壓較低的情況下，電壓調節是一項重要功能，否則 UPS 將轉換到電池並最終無法供電。由於這種情況而頻繁地使用電池可能會導致電池過早損壞。然而，也可以按如下方式設計逆變器，即當它出現故障時，仍然允許電源從交流輸入流向輸出，這樣，就消除了發生單點故障的可能性，並有效地提供兩條獨立的電源路徑。這種 UPS 設計方案具有效率高、體積小、成本低和可靠性高的特點，並可校正過低或過高的市電電壓，因此在功率範圍 0.5-5kVA 的應用領域中占絕對優勢。

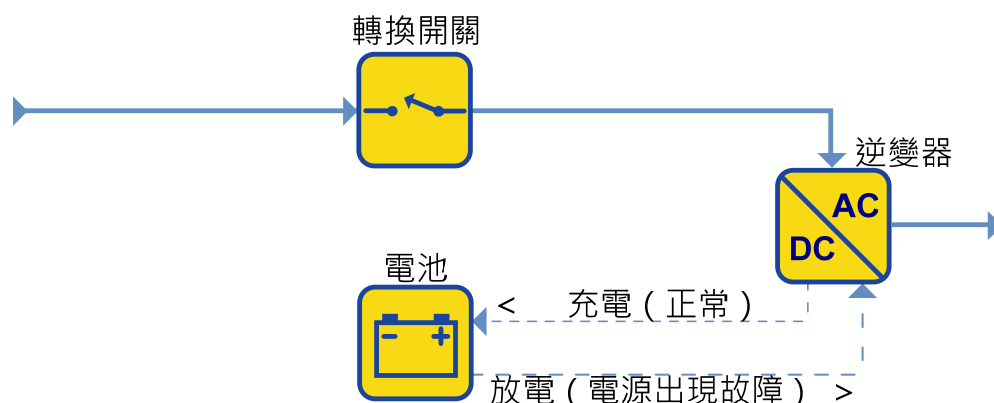


圖 2
在線互動式 UPS

離線式-鐵磁共振式 UPS

離線式-鐵磁共振式 UPS 曾經是功率範圍 3-15 kVA 的應用領域中使用最廣泛的 UPS 類型。此設計依賴於一個特殊的飽和變壓器，該變壓器具有三個線圈（電源連接）。主電源路徑透過交流輸入電源、轉換開關和變壓器，最後連接輸出端。當電源出現故障時，轉換開關將打開，逆變器輸出將向負載供電。

鐵磁共振設計方案中，逆變器處於離線式模式，當輸入電源出現故障且轉換開關打開時，逆變器才被啟動。這種變壓器具有特殊的“鐵磁共振”功能，它能夠提供有限的電壓調節和輸出波形“修整”功能。鐵磁共振變壓器提供的對交流電源瞬態過電壓的保護與任何濾波器一樣，甚至更好。但鐵磁共振變壓器本身會產生嚴重的輸出電壓失真和瞬態過電壓，這可能造成比交流電源連接不當更嚴重的後果。即使這種 UPS 被設計為離線式 UPS，鐵磁共振變壓器也會由於其本身的低效率而產生大量的熱量。另外，這些變壓器比常規的隔離變壓器體積大，因此離線式-鐵磁共振式 UPS 通常非常龐大和笨重。

離線式-鐵磁共振式 UPS 系統常被視為在線裝置，即使該類設備具有轉換開關，逆變器在離線式模式下工作，並且在交流電源出現故障時表現出了轉換特徵。圖 3 說明瞭離線式-鐵磁共振拓撲結構。

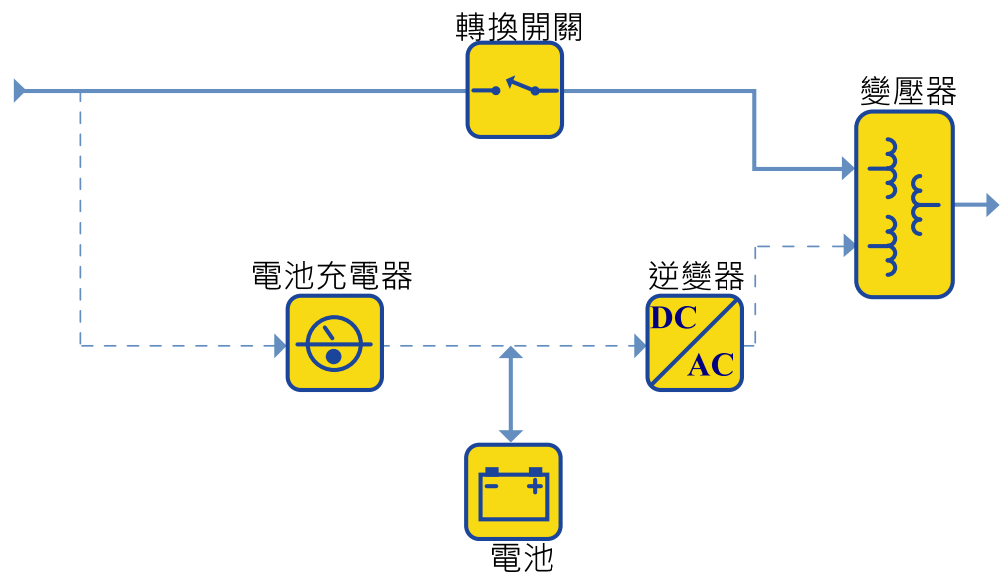


圖 3
離線式-鐵磁共振 UPS

高可靠性和極好的線路濾波功能是這種設計的優勢。但是，這種設計的效率非常低，而且與某些發電機和新型的帶功率因數校正的電腦一起使用時，還存在不穩定的問題，因此導致這種設計的普及性大大降低。

離線式-鐵磁共振式 UPS 系統不再普遍使用的主要原因是其在承載現代電腦電源負載時，這種系統很不穩定。所有大型伺服器 and 路由器均使用“功率因數校正”電源，這類電源從市電中只獲取正弦電流（非常類似於白熾燈泡）。獲取這種平穩電流是透過電容器（“獲得”適用電壓的設備）實現的，鐵磁共振 UPS 系統採用重型的鐵蕊變壓器，這些變壓器具有電感式特性，即電流“滯後於”電壓。這兩種裝置組合起來就形成了“儲能”電路。儲能電路中的共振可能會產生高電流，而這種電流會危及所連接的負載的安全。

雙轉換在線式 UPS

這是 10kVA 以上功率範圍的電源最常用的 UPS 類型。在圖 4 所示的雙轉換在線式 UPS 的結構圖中，除了主電源路徑是逆變器（而非交流主電源）外，其餘與離線式設計相同。

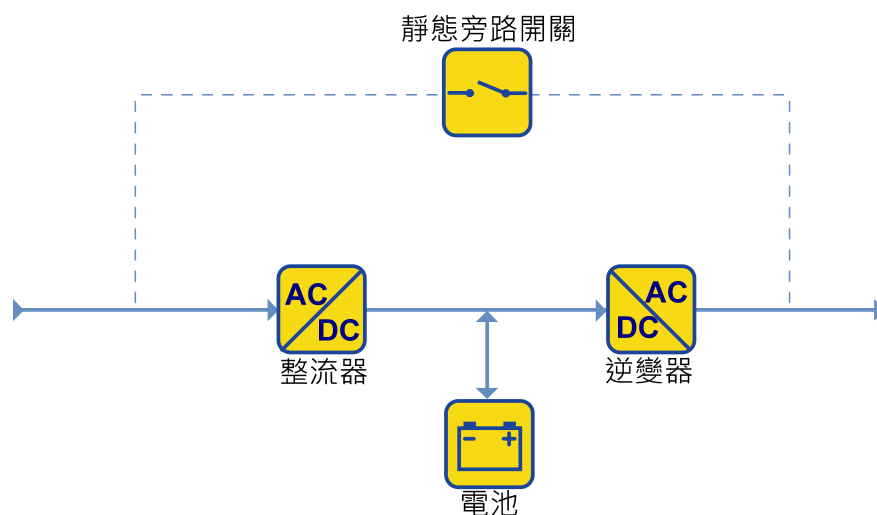


圖 4
雙轉換在線式 UPS

在雙轉換在線式設計中，輸入交流電發生故障並不會啟動轉換開關，因為輸入交流電一直在給備用電池充電，而由備用電池向輸出逆變器供電。所以，在輸入交流電源出現故障時，無需時間進行在線運行狀態轉換。在這一設計中，整流器和逆變器將轉換全部的負載功率。

這種 UPS 提供了非常理想的供電輸出性能。但功率元件的持續工作，與其它設計方案相比，其降低了可靠性。此外，大型電池充電器獲得的輸入電源通常是非線性的，可能對建築供電系統產生干擾或導致備用發電機發生故。

Delta 轉換在線式 UPS

圖 5 所示的 UPS 設計是一種較新的設計，這種十年前引入的技術，它克服了雙轉換在線式設計的缺點，適用於功率範圍 5kVA 到 1.6MW 的應用領域。與雙轉換在線式設計相似，Delta 轉換在線式 UPS 始終由逆變器提供負載電壓。然而，附加的 Delta 轉換器也向逆變器輸出供電。在交流電源出現故障或受到干擾的情況下，這種設計所表現出的行為與雙轉換在線式設計完全相同。

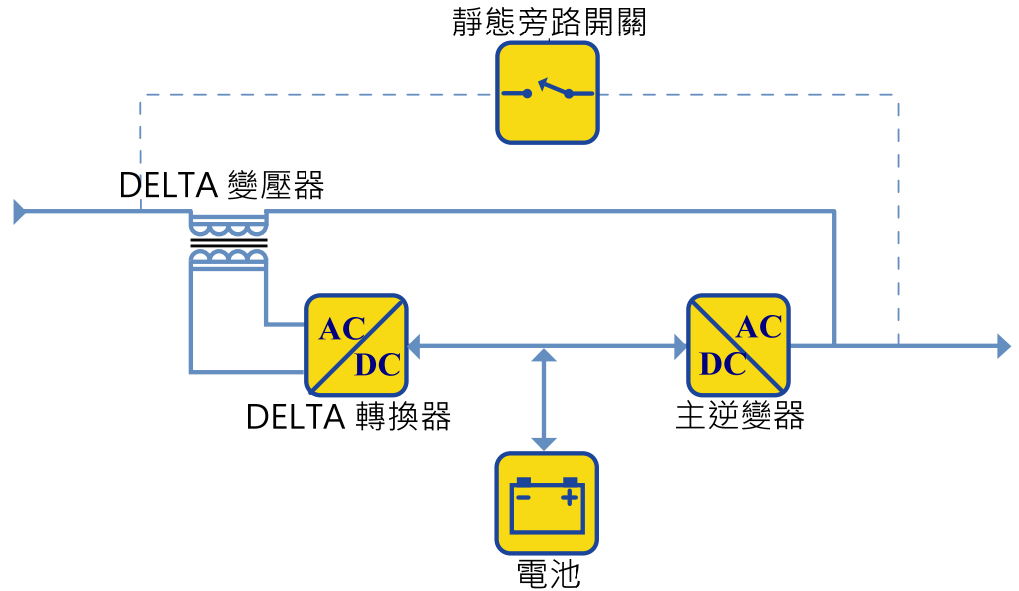


圖 5
Delta 轉換在線式 UPS

瞭解 Delta 轉換拓撲結構能量效率的一種簡單方法是考察從大樓的第 4 層向第 5 層運送包裹時所需的能量，如圖 6 所示。Delta 轉換技術運送包裹所經過的路程只是起點與終點之間的差異量 (Delta)，因而大大節省了能量。雙轉換在線式 UPS 將交流電源轉換為直流，然後又從直流電能轉換為交流；而 Delta 轉換器將功率差值從輸入移到輸出。

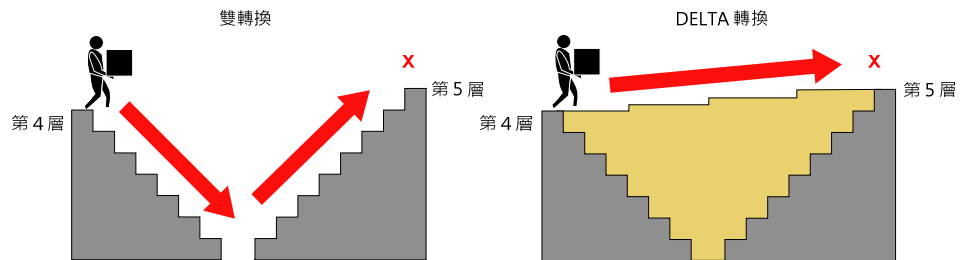


圖 6
雙轉換與 Delta 轉換對比

在 Delta 轉換在線式設計中，Delta 轉換器具有雙重作用。第一個作用是控制輸入電力特性。運行時，它的輸入端獲取的電力呈正弦波形，從而最大程度地減少回饋到市電上的諧波。這就確保了市電和發電機系統的相容性，同時減少了配電系統中的發熱和系統損耗。Delta 轉換器的第二個作用是控制輸入電流來為電池系統充電提供控制。

Delta 轉換在線式 UPS 提供了與雙轉換在線式設計完全相同的輸出特性。然而，這兩種設計的輸入特性通常並不相同。Delta 轉換在線式設計提供了動態控制的、功率因數校正的輸入，而不會出現傳統解決方案低效利用濾波器組的問題。它最大的優點是能量損失大為降低。此外，輸入功率控制功能也使得 UPS 能夠與所有發電機組相容，從而減少對線纜和發電機的超選型。Delta 轉換在線式技術是目前唯一一種受專利保護的核心 UPS 技術，因此大量的 UPS 供應商還無法應用該技術。

在穩定的狀態下，與雙轉換設計相比，Delta 轉換器使得 UPS 能夠以高得多的效率向負載供電。

UPS 類型總結

下表介紹了不同 UPS 類型的部分特徵。UPS 的某些特性（如效率）是由您選擇的 UPS 類型決定的。由於技術應用和生產品質對於例等特性影響更大，如可靠性，因此，除了考慮這些設計特性之外，還必須對以下因素進行評估。

表 1
UPS 特性

	適用電源 功率範圍 (kVA)	電壓調節 功能	單位功率 成本 /VA	效率	逆變器 是否 始終運行
離線式	0-0.5	低	低	非常高	否
在線互動式	0.5-5	依賴於設計	中	非常高	依賴於設計
離線式-鐵磁共振式	3-15	高	高	低 - 中	否
雙轉換在線式	5-5000	高	中	低 - 中	是
Delta 轉換在線式	5-5000	高	中	高	是

各種類型 UPS 的工業應用

資源連結 第 98 號白皮書

隔離變壓器在資料中心
UPS 系統中的作用

資源連結 第 157 號白皮書

Eco 模式：UPS 節能運行
模式的收益和風險

隨著時間的推移，目前業內的 UPS 產品逐漸包括上述各種類型的設計。不同 UPS 類型具有不同的特性，這使得它們能夠適用於不同的應用領域。施耐德電機旗下 APC 的產品系列反映了這種多樣性，如表 2 所示。能效也是 UPS 設計方案中的一個重要考慮因素。舉例來說，當前大多數 UPS 系統不再像以往的設計一樣採用內置變壓器設計。這種變化使 UPS 的效率升高，重量和體積下降，而且所需要的原材料也大大降低。UPS 的節能運行模式也可以改善能效，但是需要權衡成本和收益之間利弊。瞭解更多關於這兩方面的知識，請參閱第 98 號白皮書《隔離變壓器在資料中心 UPS 系統中的作用》和第 157 號白皮書《Eco 模式：UPS 節能運行模式的收益和風險》。

表 2
UPS 架構特性

	商用產品	優點	局限性	APC 分析結論
離線式	APC Back-UPS Tripp-Lite Internet Office	成本低、效率高、體積小	停電期間使用電池，不適用於超過 2kVA 的情況	個人工作站的最佳選擇
在線互動式	APC Smart-UPS Powerware 5125	可靠性高、效率高、電壓調節性能良好	不適用於超過 5kVA 的情況	由於可靠性高，因此是目前最通用的 UPS 類型，也是機櫃伺服器或分散式伺服器和/或對電源要求苛刻的環境的理想之選
離線式- 鐵磁共振	可用商用產品非常有限	極佳的電壓調節性能，可靠性高	效率低，與某些負載和發電機一起使用時不穩定	應用領域有限，因為效率低，且不穩定，但 N+1 在線式設計提供了更高的可靠性
雙轉換在線式	APC Smart-UPS On-Line APC Smart-UPS VT APC Symmetra ¹ MGE Galaxy MGE EPS Liebert NX	極佳的電壓調節性能，易於並聯	效率低，5kVA 以下成本較高	非常適用於 N+1 設計
Delta 轉換 在線式	APC Symmetra Megawatt	極佳的電壓調節性能，效率高	不適用於 5kVA 以下的情況	高效率大大降低了大型裝置整個生命週期中的能耗成本

¹ 除 Symmetra MW 之外的所有型號的 Symmetra UPS 都是雙轉換線上式 UPS，而 Symmetra MW 是 Delta 轉換線上式 UPS

結論

不同類型的 UPS 適合不同的用途，沒有一種類型的 UPS 適合所有的應用領域。本文的目的是比較目前市場上不同 UPS 拓撲結構的優點和缺點。

UPS 設計方面的重大差異針對不同目標提供了理論上和實際應用方面的優勢。而且，基本的設計實施品質和製造品質對於客戶在實際應用中所獲得的最終性能起著決定性作用。

關於作者

Neil Rasmussen 是施耐德電機旗下 IT 事業部—APC 的高級創新副總裁。他負責為全球最大的用於關鍵網路設備（電源、製冷和機櫃等基礎設施）科技方面的研發預算提供決策指導。

Neil 擁有與高密度資料中心電源和製冷基礎設施相關的 19 項專利，並且出版了電源和製冷系統方面的 50 多份白皮書，其中大多白皮書均以十幾種語言印刷出版。近期出版的白皮書所關注的重點是如何提高能效。他是全球高效資料中心領域聞名遐邇的專家。Neil 目前正投身於推動高效、高密度、可擴展資料中心解決方案專項領域的發展，同時還擔任 APC 英飛系統的首席設計師。

1981 年創建 APC 前，Neil 在麻省理工學院獲得學士和碩士學位，並完成關於 200MW 電源托克馬克聚變反應堆的論文。1979 年至 1981 年，他就職於麻省理工學院林肯實驗室，從事飛輪能量儲備系統和太陽能電力系統方面的研究。



資源

點擊圖示打開相應
參考資源連結



流覽所有 白皮書
whitepapers.apc.com



流覽所有 TradeOff Tools™ 權衡工具
tools.apc.com



聯絡我們

關於本白皮書內容的回饋和建議請聯絡：

資料中心科研中心
DCSC@Schneider-Electric.com

如果您是我們的客戶並對資料中心專案有任何疑問：

請與所在地區的 施耐德電機 銷售代表聯絡，或登陸：
www.apc.com/support/contact/index.cfm