



# 實施積極主動的電池管理

保護關鍵電源系統的策略

## 執行摘要

據美國電力研究所（EPRI）表示，98%的停電，持續時間不到10秒。可是，如果支援關鍵網路的不斷電系統（UPS），其中的電池在這10秒內失效，那麼企業的損失可能會暴增到數十萬美元。

當今複雜的電力系統中，電池算是低階科技元件。因此，在保護關鍵 IT 基礎架構時，可能會忽視電池的重要性。然而，由於與電池有關的故障，是 UPS 系統故障的主要原因，所以必須採用積極主動的電池管理策略，讓電池性能和可靠度最佳化，而不會因潛在的電池故障而將營運置於險境之中。

針對所有關鍵的營運，設施管理人員可以考慮的積極主動策略包括：

1. 遵循電池維護最佳常規，包括製造商發佈的建議，以及電機電子工程師協會（IEEE）的準則，如 450 用於排氣式鉛酸電池（VLA），1188 用於閘控式密閉鉛酸電池（VRLA），以及 1106 用於鎳鎘（NiCad）電池。
2. 監控電池。電池監視器可以提供環境溫度、電池電壓和電池的內部電阻，進而可以讓這些條件最佳化 -- 利用電池的最大可用壽命和性能。
3. 維持現場備用品。在老化的電池組中，混用新、舊電池可能有導致電池組完全故障的嚴重風險。用現場備用櫃中的電池來更換故障電池，可以避免浮充特性不正確的風險，因為備用櫃中的電池會正確安裝和維護。

## 簡介

置於資料中心和電腦機房的伺服器 and 通訊設備，密度越來越高，而且數量激增，正在推動電力系統的改變，因為電力系統對商務的持續性極為重要。

想想看過去 15 年來，IT 設備機架的電力要求是怎麼變化的。在 2001 年時，一個完全塞滿的伺服器機架可容納 42 部伺服器，這些伺服器很可能是雙接線式，工作電壓為 208 伏特。到 2006 年時，總功耗則從 4 千瓦增加到近 20 千瓦。現在，標準機架可容納六部雙接線刀鋒式機架，工作電壓為 208 伏特，功耗為 24 千瓦。

此外，隨著公司對資料中心系統和電腦機房更加的依賴，添增新的高密度設備，通常就表示會增加危險性。許多企業中的 IT 基礎架構，已經發展成為一個相互依賴，企業核心關鍵型的資料、應用程式、工程系統、儲存和伺服器網路。網路中任何一點的電源故障都會影響整個營運，對商務造成嚴重後果。鑒於停機成本高昂，需要特別注意保護支援關鍵網路的電力系統，不應該被低估。

在大多數情況下，保持關鍵系統執行，跨過斷電問題的能力，取決於 UPS 及其電池系統。與其他元件不同的是，無論是否使用，電池都會隨著時間而損耗。而在用電設施中未被注意到的短暫電力中斷，所造成的電池充放電循環，尤其會加速損耗。據 EPRI 表示，98% 的停電，持續時間不到 10 秒。此外，電池組中的單顆壞電池芯，可能會危及整個備援系統，並使組織失去保護。

**電池組 (String)：**多個電池串聯在一起來得到更高的電壓，或並聯來得到更大的電流。

透過實施積極主動的管理策略，公司可以讓電池性能最佳化，並防止 IT 系統不穩定和停機。瞭解電池的壽命和老化，是開發有效電池管理策略的第一步，並能運用策略來提高性能和可靠度。

## 電池的預期壽命

電池是關鍵電源系統成本的重要組成部分，但比大多數其他元件損耗和老化得更快。當 UPS 發生故障時，電池故障的可能性很大。根據 Ponemon Institute 2013 年關於資料中心停電的研究，電池相關的故障占 UPS 系統故障的 55%，如圖 1 所示。要瞭解電池故障，牽涉到瞭解電池的壽命，以及電池老化的原因。

電池具有一定的預期壽命，遲早每顆電池都將到達其使用壽命。誤解電池壽命是很常見的，並且源於搞混了電池設計壽命與電池使用壽命。電池設計壽命由製造商規定，並在製造商實驗室的受控條件下，來考慮電池設計和電池老化。電池使用壽命則要考慮應用產品、安裝設計、實際操作條件和維護常規，會怎樣影響電池老化 -- 最常見的是縮短預期壽命。圖 3 顯示了不同類別電池所估計的設計壽命與使用壽命。例如，通常用於大型 UPS 系統的高放電率 VLA，電池的設計壽命為 20 年，但平均使用壽命為 12-14 年。

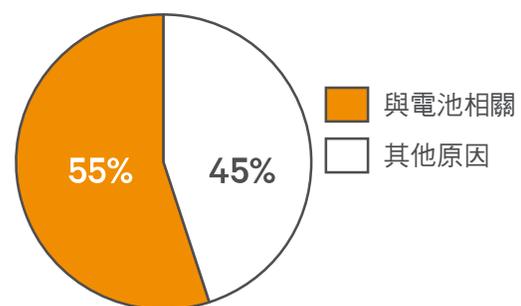


圖 1：與電池相關的故障，佔所有 UPS 系統故障的一半以上。

## 加速老化的因素

電池是將鉛膏滾壓到正極板和負極板的格體中，而製造出來的。由於電池的放電和再充電，正極板會承受機械應力。這種正常的電池老化過程如圖 2 所示。在放電過程中，電化學反應使電池格體結構內的鉛膏膨脹。這將三維的壓力施加在格體結構上，進而在分子的維度下改變正極板材料和格體的物理尺寸，再進而引起格體腐蝕。格體的腐蝕，導致正極板在水平和垂直的「生長」，以及鉛膏材料與網體結構的分離，讓電解液隨時間而侵蝕結構。這會造成腐蝕，進而增加電池的內阻，然後降低容量。

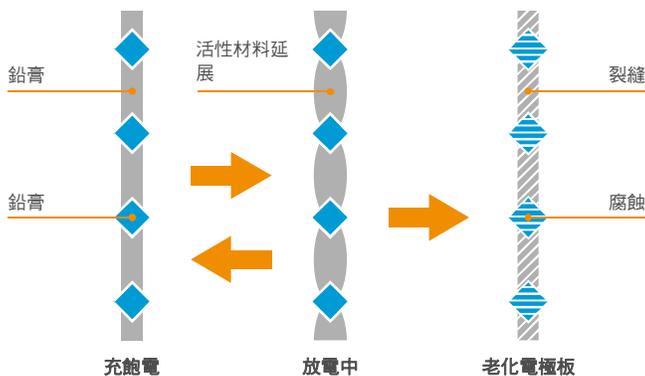


圖 2：當機械應力導致格體膨脹時，電池就會老化。

備援關鍵電源系統的電池，是否會正常老化到其定義的生命週期，或是過早失效，取決於多種因素。如何處理電池，電池所處的環境，用來維護電池的系統，其系統品質，以及其他變數，都會影響老化的過程。

高環境溫度和頻繁的放電速率，是減少所有類型電池使用壽命的最主要原因。（乾涸則是 VRLA 電池故障的最常見原因。）隨著環境溫度的升高，電池老化會急劇加速。這同時適用在使用和儲存中的電池。而即使是在規定的溫度下使用，電池也只能在其預期壽命期間，提供有限次數的放電循環。雖然在某些應用中這個次數可能足夠，但有些情況下電池會過早損耗。

可能導致電池過早失效的其他因素包括：

- 過高或過低的充電電壓
- 充電電流過大
- 變形的電池端子
- 製造缺陷
- 室溫不當
- 過度充電和過度循環充放
- 連接處鬆動
- 維護不良和不當

什麼都阻止不了電池老化過程。電池一製造出來，老化過程就開始了。但是，設施管理人員可以採用以下的積極主動電池管理策略，來讓電池性能最佳化：

1. 盡可能遵循電池維護最佳常規，在 IEEE 標準和電池製造商時程表中都會列出，以定義具體的電池維護檢查，以及檢查頻率。
2. 監控電池，以持續評估電力系統壽命支援的健康狀況，而不會招致維護停機。
3. 保持現場的備用電池，都像原本的電池組一樣被維護和充電，以避免在正常電池壽命下，更換電池組中的太多電池，所造成的災難性損失。
4. 根據 IEEE 建議的做法進行容量測試，以驗證電池的完整性。

實施積極主動管理策略的目的，是從電池中獲得最有效的使用，而不會因電池故障，將營運置於險境。

## 電池維護最佳常規

在關鍵電源的應用中，防止電池故障的第一道防線出現在電池投入使用之前。電池需要充飽電，安裝正確（在實體上、電氣上和環境上），並驗證其狀況，以便儘量降低重新測試的昂貴費用，以及設備損壞的可能性。在啟動和 / 或負載測試之前，正確的檢查電池，將提供可立即應用的有用資訊，並作為在電池使用壽命期間，所進行任何測試的基線。

UPS 電池類型	設計壽命	使用壽命
排氣式鉛酸	20 年	12-14 年
閥控式密閉鉛酸	20 年	8-10 年
閥控式密閉鉛酸	10 年	4-6 年
鎳鎘	20 年	15 年

設計壽命 = 電池設計 + 製造商執行條件  
 使用壽命 = 安裝設計 + 操作條件 + 維護常規  
 保固期 = 製造商攤提電池的成本；與設計壽命和使用壽命無關

**圖 3:** VLA、VRLA 和 NiCad 電池使用壽命通常比設計壽命短得多。

如果不收集、分析和瞭解這些基本資訊，則不能保證電池會按需求執行，趨勢分析就會變得更加困難。如果未檢測到異常，設施管理人員可能會遇上時程延遲，也許還有更換或修復損壞元件的額外成本。

應根據設施是使用 VLA、VRLA 還是 NiCad 電池，來遵循維護最佳常規。這些最佳常規已記錄在 IEEE 出版品（450、1188 和 1106）中，包括在委託製作之前的允收測試，以及所有電池在整個使用壽命期間的檢驗測試，還有負載測試的要求。圖4概述了每個檢驗週期的要求。

進行容量測試雖然價格昂貴，但卻是確定絕對容量，唯一準確的方法，應該按照建議的時間間隔來進行，直到劣化明顯，再將頻率增加到年度測試。

正常的容量測試間隔（明顯劣化前）：

- 排氣式鉛酸（浮充） - 每 6 年一次
- 閥控式（大型） - 每2年一次
- 閥控式（多電池芯） - 每12-15 個月一次
- 鎳鎘 - 每 5 年一次

可惜的是，常見做法往往取代最佳做法。受現實因素的影響，許多設施管理人員經常被迫考量執行 IEEE 建議時程的成本，因為這與應用的關鍵程度有關。

雖然建議遵循 IEEE 時程，但在日常壓力要求下，也建議設施管理員向製造商諮詢常規，以符合維護與潛在的成本效益選項。

## 電池監測

當電池正常操作後，積極監控日常性能的趨勢，以幫助檢測電池故障非常重要。持續的電池監測系統，可評估電池的真實健康狀況。如此一來，不必等到免不了的故障，也不必為了防止出現問題而過早更換電池，監視器藉由瞭解所有關鍵電池參數的實際情況，例如電池電壓、內阻、充放電循環歷史，整體電池組電壓、電流和溫度，讓組織繼續充分利用電池。

確定電池的健康狀況，又不需要放電的最佳方法，是使用監測系統來測量電池組中所有電池的內阻。隨著電池老化和容量損耗，電池芯內部傳導路徑的電阻會變大。電池內阻顯著的增加，就會被認為是整個電池組的壽命終止。

圖 5 圖示了電池隨著老化而失去容量的方式。由於電池中 40%的電阻實際上與電容並聯，因此直流電阻測量更精確。使用 AC 測試方法，電容往往會掩蓋住電阻的增加。

直流電阻測試完全消除了電容因素。

直流電阻測試還消除了電氣雜訊對內部歐姆測量的影響。定置型電池通常位於非常惡劣的電氣雜訊環境。低準位交流測試訊號將會在 UPS 交流雜訊中「被消失」。

通常，當雜訊準位由於負載和/或老化電容器而改變時，電阻資料也會改變。直流讀數能夠完全忽略 UPS 交流到直流電池充電器/整流器操作時，所產生的交流漣波電流和電氣雜訊。

從電池監測中獲得的資訊，應該加以分析，並用於電池壽命最佳化。例如，VRLA 電池對溫度和浮充電壓的設定很敏感。

電池監視器可以提供所監視電池的環境溫度、電池電壓、內部電阻和資料記錄，進而將這些條件最佳化，因而可以利用到電池的最大可用壽命和性能。

雖然有許多電池監控服務可用，但電池性能最佳化，最好的解決方案，是利用整合的電池監控服務，結合尖端的電池監控技術、主動維護和服務反應。這種積極主動的解決方案，將現場和遠端預防性維護活動，與預測分析做整合，以在問題發生之前先一步發現。

## 電池更換

如果發生斷電，即使電池組中的單顆壞電池芯，也可能危及整個備援系統，並使系統無法獲得保護。除了實施適當的維護常規和監控電池外，安全的更換故障電池還有助於保持 IT 系統的運作符合規範，並儘量降低代價高昂的停機風險。

建議工作項目	VLA IEEE 450			VRLA IEEE 1188			NICAD IEEE 1106		
	每月	每季	每年	每月	每季	每年	每月	每季	每年
系統浮充電壓	●	●	●	●	●	●		●	●
浮充電流	●	●	●	●	●	●		●	●
環境溫度	●	●	●	●	●	●		●	●
目視檢查電池和電池區域	●	●	●	●	●	●		●	●
電解液準位	●	●	●					●	●
引示電池電壓和比重（如果使用）	●								
引示電池電解液溫度（如果使用）	●							●	
所有電池比重		10%	●						
所有電池電壓			●		●	●		●	●
所有電池溫度		10%	●		●	●			●
電池 / 單元內部歐姆值					●	●			
詳細內部目視檢查	●	●	●	●	●	●		●	●
交流漣波電流和電壓	●	●	●	●	●	●		●	●
非計畫性的電池接地	●	●	●	●	●	●		●	●
電池到電池和端子連接電阻（如果適用）			●			●			●
容量測試	安裝後；在使用的的前兩年內；間隔不超過預期使用壽命的 25 %			安裝後；間隔時間不得超過預期使用壽命的 25 % 或 2 年，以較低者為準			安裝後；在使用的的前兩年內；以 5 年間隔，直到有容量損失過大的跡象		

圖4：IEEE 標準滿足了維護 VLA、VRLA 和 NiCad 電池的最佳常規。

IEEE 標準建議在電池容量低到 80%時更換電池。正如我們所討論的，影響電池容量的因素有很多，包括使用時間、使用情況、環境和維護。基於這些因素，典型的 VRLA 電池可能在 3 到 5 年內達到額定容量的 80%，而需要更換。請記住，混合新舊電池可能會對電池之間的浮充特性產生不利影響。

保持現場有備用品，消除了歐姆不匹配的問題，並有助於確保更換電池不會停掉 IT 系統。一個有效的做法是有足夠的備用品來替代每個機櫃中 5%到 10%的電池，插入和安裝類似於使用中的電池（取決於電池類型和設施的關鍵程度）。

備用電池將與主電池組同年份，使關鍵電源的更換能夠更快、更穩定。雖然不可能複製完全相同的條件，但即使電池狀況存在一些差異，也要用同年份的電池替換故障電池，比用新電池更換更安全。

對於 VLA 電池來說尤其如此，這種電池往往會持續使用 12 年或更久的時間。由於非常舊的電池可能已經停產，如果現場沒有備用品，更換故障電池的替代方案並不是最佳選擇。電池芯不是必須從電池組中繞過，就是必須安裝和穩定化一顆新的，但可能不相容的電池。如果選擇繞過電池芯，則會隨著時間陸續降低電池組的容量，並影響可用的執行時間。

整體而言，由於以下優點，在現場備用品是一種有效的電池管理策略：

- 備用電池在最需要時充電並準備就緒。
- 電池會與使用原裝電池組一起老化，消除了不匹配的風險。
- 修復電池組的視察次數減少了。
- 停產的風險最小化。
- 要將電池輸送到擁擠城市地區的設施，所產生的問題最少。

### 結論

隨著商業對資料中心系統的依賴性增加，並且更加重視關鍵電源系統的可用性和可靠性，組織需瞭解到，如果沒有正確運用電池，UPS 系統就無法完成其工作。

組織應使用趨勢資料來使電池壽命最佳化，而不是僅根據年限進行更換，並應通過積極主動地執行糾正措施和/或更換，來降低風險。

電池系統可用性和性能的最佳化策略，包括遵循電池維護最佳常規，監控電池和保持現場備用品。積極關心電池，將有助於組織確保其關鍵商務系統，能維持正常運行。

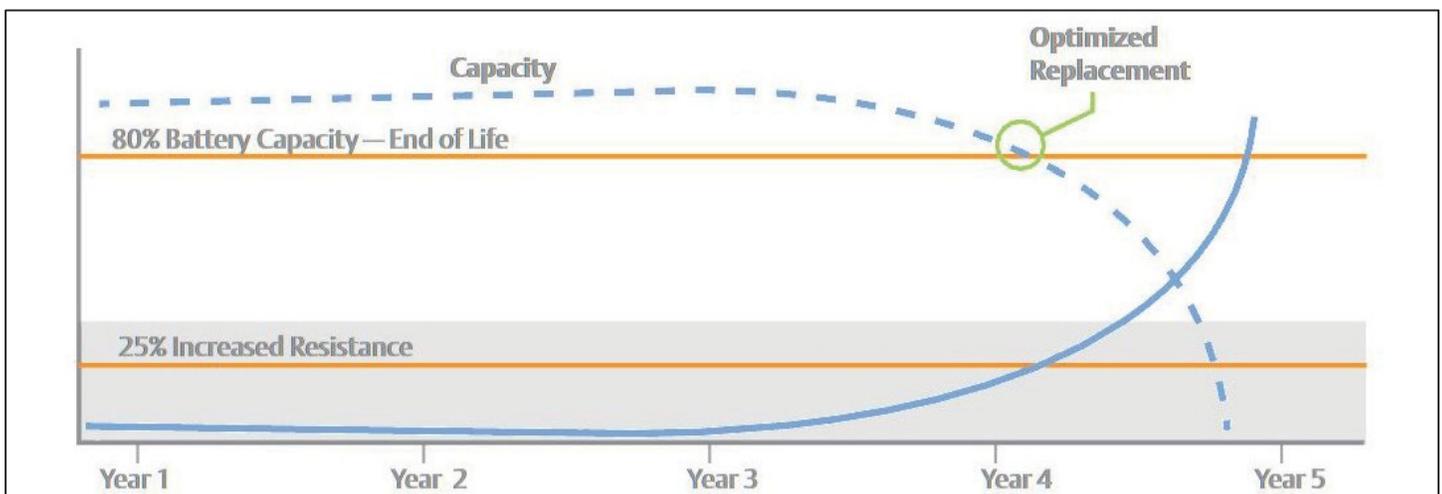


圖 5：電池隨著老化而失去容量，證明需要採取預防性維護計畫。



**VertivCo.com**

© 2019 Vertiv Co. 保留一切權利。Vertiv、Vertiv 標誌和 Vertiv Liebert DSE 是 Vertiv Co. 的商標或註冊商標。所有產品名稱和標誌，其所有權均為各別產品名稱、商標、註冊商標的持有人所擁。若採取一切預防措施，以確保此處的準確性和完整性，仍因使用此訊息或任何錯誤或遺漏而導致的損害，Vertiv Co. 不承擔任何法律責任。規格如有更改，恕不另行通知。