



# 白皮書

## 在系統設計中使用超級電容的十大原因

Maxwell Technologies, Inc. ®

Maxwell Technologies, Inc.  
Worldwide Headquarters  
9244 Balboa Avenue  
San Diego, CA 92123  
USA  
Phone: +1 858 503 3300  
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA  
CH-1728 Rossens  
Switzerland  
Phone: +41 (0)26 411 85 00  
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH  
Brucker Strasse 21  
D-82205 Gilching  
Germany  
Phone: +49 (0)8105 24 16 10  
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -  
Shanghai Representative Office  
Rm.2104, Suncome Liauw's Plaza  
738 Shang Cheng Road  
Pudong New Area  
Shanghai 200120, P.R. China  
Phone: +86 21 5836 5733  
Fax: +86 21 5836 5620

[info@maxwell.com](mailto:info@maxwell.com) – [www.maxwell.com](http://www.maxwell.com)

## MAXWELL 技术有限公司 白皮書:

### 在系統設計中使用超級電容的十大原因

---

以前，在使用單一能源設備滿足某一產品的用電規格時，要求設計人員或者針對電力進行設計（有時提供過量能源），或者針對能源進行設計（有時提供不足量的電力）。與其他能源儲存設備相比，超級電容，即人們熟知的電化學雙層電容，具有獨一無二的功能。透過利用這些獨一無二的功能，可以更為靈活地設計供電系統。Maxwell 公司的BOOSTCAP®超級電容可以使系統設計人員開發出比非混合解決方案更節省成本然而性能卻更好的混合電源系統解決方案。運用超級電容技術的益處不勝枚舉，此處是考慮在電源系統中使用超級電容的十大原因：

#### 1. 效率極高

BOOSTCAP®超級電容是高效元件。即使電流很高，其庫侖效率（定義為放出總電荷÷用以補充放出電荷的充入總電荷）仍然大於 99%，這意味著對超級電容充放電時電荷幾乎沒有損耗。由於等效串聯電阻(ESR)很低，因此往返效率也很高。以 5 秒速度\*運行時，往返效率高於 70%。以 10 秒速度運行時，往返效率大於 80%。如此一來，不僅能量能夠得到更有效的利用，而且熱度也不會太高，因此可能減少冷卻能量儲存系統的日常負載。

\*5 秒內放電到 0.5 伏，充電也以同樣的速度，直至超級電容充滿為止。

#### 2. 高電流容量

BOOSTCAP®超級電容設計時搭配一個很低的等效串聯電阻(ESR)，因此電容能夠發送以及吸收很高的電流。PowerCache 超級電容的低等效串聯電阻能夠使電容迅速充電，因此電容很適合產生制動應用產品和其他快速充電的情況。電容本身的特點允許電容以同樣的速度充放電，這是電池做不到的。

如果希望迅速為儲電裝置充電（像在再生致動系統和快速充電玩具中那樣），可

Maxwell Technologies, Inc.  
Worldwide Headquarters  
9244 Balboa Avenue  
San Diego, CA 92123  
USA  
Phone: +1 858 503 3300  
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA  
CH-1728 Rossens  
Switzerland  
Phone: +41 (0)26 411 85 00  
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH  
Brucker Strasse 21  
D-82205 Gilching  
Germany  
Phone: +49 (0)8105 24 16 10  
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -  
Shanghai Representative Office  
Rm.2104, Suncome Liauw's Plaza  
738 Shang Cheng Road  
Pudong New Area  
Shanghai 200120, P.R. China  
Phone: +86 21 5836 5733  
Fax: +86 21 5836 5620

## MAXWELL 技术有限公司 白皮書:

### 在系統設計中使用超級電容的十大原因

---

以在基於單程電阻加熱的合理限制內，以系統允許的速度為超級電容充電。在以電池供電的系統中，充電速度只能以電池接受的電量為準，系統因此受到限制，只能低速或中速充電，而且還有可能限制充電的頻率，這在制動系統中是非常重要的問題。另外，電池自身不能限制充電速度，因此，系統設計人員必須處理這個充電問題。在某些情況下，也許需要比電池所供電能還多的能量。這時候，可以把超級電容和電池結合使用，利用二者的長處最佳化系統設計。這樣的例子包括數位相機這類的消費性電子產品以及像混合動力傳動系這樣的汽車應用產品。數位相機使用的就是經濟型鹼性電池加一個超級電容。在這兩個例子中，超級電容提供大脈衝電能，而大的能量需求則由電池滿足。

### 3. 電壓範圍寬

因為是電容，所以BOOSTCAP 超級電容並未被限制在狹窄的電壓範圍內。設計人員只需考慮系統的電壓範圍，這個電壓範圍要比電池需要的狹窄電壓範圍寬得多。超級電容可以在低於其最大連續工作電壓的電壓下運轉。為了獲得更高的電壓，多個電池採串聯配置，並以電池的總串聯最大電壓或低於這個電壓工作。超級電容不存在放電過量的問題。另外，對維護人員來說，超級電容格外安全，因為維護人員可以在維護保養之前對超級電容系統全部放電，因而減少了用電事故。在燃料電池這樣的系統中，超級電容追蹤燃料電池電壓的能力為電池/燃料電池系統帶來了極大的好處，因為燃料電池有可能要以超過電池所能允許的電壓工作。

### 4. 溫度範圍廣

由於超級電容無需借助化學反應就可以工作，因此能在極大的溫度範圍內運作。超級電容可在溫度高達 65°C 的情況下工作，並能夠忍受高達 85°C 的儲存溫度，

Maxwell Technologies, Inc.  
Worldwide Headquarters  
9244 Balboa Avenue  
San Diego, CA 92123  
USA  
Phone: +1 858 503 3300  
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA  
CH-1728 Rossens  
Switzerland  
Phone: +41 (0)26 411 85 00  
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH  
Brucker Strasse 21  
D-82205 Gilching  
Germany  
Phone: +49 (0)8105 24 16 10  
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -  
Shanghai Representative Office  
Rm.2104, Suncome Liaw's Plaza  
738 Shang Cheng Road  
Pudong New Area  
Shanghai 200120, P.R. China  
Phone: +86 21 5836 5733  
Fax: +86 21 5836 5620

而不會產生熱失控現象。低溫狀況下，電容在低達-40°C的情況下仍然可以輸出電能（電阻損耗略有提高），比電池的低溫性能界限更低。

BOOSTCAP 超級電容極佳的低溫性能對於啟動發動機的應用產品非常合適。與電池結合使用時，可以設計系統，利用電池滿足能量需求（如在發動機關閉時為照明和音響設備提供電能），利用超級電容滿足供電需求（如發動機過冷時關閉發動機，或在發動機關閉的狀態下，對為照明和音響設備供電的電池進行放電）。

## 5. 狀態監控 (SOC 與 SOH)

在設計能量強勁的電池系統中，確定電池的荷電狀態(SOC)和健康狀態(SOH)是一個非常重要的因素，需要複雜的資料擷取、複雜的運算法則和長時間的資料整合。比較來說，確定超級電容的荷電狀態和健康狀態則很簡單。

由於在電容內儲存能量只是電容和電壓的功能，而且電容相對較為恒定，因此單程開放電路電壓測量就可以確定荷電狀態。由於電容相對穩定，因此電壓本身就能夠有效地確定荷電狀態。因為電容和等效串聯電阻的變化相對緩慢，偶爾也可以透過計算電容和等效串聯電阻確定健康狀態。對任何恒定電流進行短時間（2-10 秒）放電，可以為計算電容和等效串聯電阻提供足夠的資料。由於這些數值變化緩慢，因此，當與荷電狀態開放電路電壓測量結合起來時，這個健康狀態資料點會提供確定超級電容工作狀況所需的所有資訊。

## 6. 迴圈使用壽命長

超級電容的能量儲存機制是可以高度可逆的過程，這個過程只移動電荷和離子，而不會製造或破壞化學鍵，因此能夠完成成百上千次的迴圈過程而性能卻只會發生極小的變化。由於迴圈深度也不是問題，所以超級電容能進行微循環（僅用總

MAXWELL 技术有限公司 白皮書:

在系統設計中使用超級電容的十大原因

---

能量中不到 5% 的能量迴圈 ) 或者全迴圈 ( 用總能量中 80% 多的能量迴圈 ) , 使用壽命都一樣長。超級電容可以不太頻繁地迴圈 , 如像在一年僅需放電幾次的連續供電系統中那樣 , 也可以非常頻繁地迴圈 , 如在混合動力車中。

## 7. 工作壽命長

由於不存在化學反應 , 因此超級電容的能量儲存機制是可以高度可逆的過程。超級電容由此就能夠連續多年使用而性能只會產生極小的變化。長時間儲存不成問題 , 因為超級電容能夠 ( 而且也應該 ) 完全放電後儲存。

迴圈使用以及工作壽命長使超級電容成為很多應用產品的終生元件。更換電池被認為是正常的日常維護 , 費時費錢。大部分情況下 , 在系統中安裝超級電容可以滿足系統終生使用的需要。

## 8. 延長其他能源的使用壽命

像電池、專業發動機以及燃料電池這類能源在瞬態情況下表現不是很好。對一些元件來說 , 瞬態過程會極大縮短元件的使用壽命。結合超級電容和這些能源的使用 , 可從主要的能源中空載很多此類瞬態值。這樣做的好處是所需的主要能源變小 , 因此壽命可能會更長。超級電容-電池系統中的電池的壽命週期成本 , 也許比只使用電池的系統中的電池壽命週期成本低得多。

## 9. 維護保養容易

超級電容基本上不需要保養 , 沒有儲存效能 , 不存在放電過量的情況 , 能夠在任何額定電壓或低於額定電壓的情況下工作。如果始終在其很寬的工作電壓和溫度

Maxwell Technologies, Inc.  
Worldwide Headquarters  
9244 Balboa Avenue  
San Diego, CA 92123  
USA  
Phone: +1 858 503 3300  
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA  
CH-1728 Rossens  
Switzerland  
Phone: +41 (0)26 411 85 00  
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH  
Brucker Strasse 21  
D-82205 Gilching  
Germany  
Phone: +49 (0)8105 24 16 10  
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -  
Shanghai Representative Office  
Rm.2104, Suncome Liauw's Plaza  
738 Shang Cheng Road  
Pudong New Area  
Shanghai 200120, P.R. China  
Phone: +86 21 5836 5733  
Fax: +86 21 5836 5620

info@maxwell.com – www.maxwell.com

MAXWELL 技术有限公司 白皮書:

在系統設計中使用超級電容的十大原因

---

範圍內工作，超級電容則不需要維護保養。

## 10. 整合簡單

超級電容與生俱來的特色使得系統整合相當容易，甚至較電池更為簡單。著眼於超級電容的系統整合，主要聚焦於使超級電容在溫度限制範圍內維持最寬廣的運作。超級電容可以串聯或是並聯工作，當採用並聯安裝時，不需要額外的管理；而採用串聯安裝時，通常也會透過電壓管理的晶片以維持每個電池的電壓都在操作範圍之內。然而，超級電容的管理系統只需要防止電池超過額定電壓即可，這通常是透過簡單的電壓敏感型電流旁路晶片來完成。既然超級電容沒有最小電壓限制，便不需要控制電池在最小電壓之上。至於著眼於獨立電池電壓的保守型安裝，則不需要管理系統。近來技術的改善，已經有效減少電池間的效能差異並省略管理系統，未來甚有機會完全不需要這些元件。

### 十大理由=設計彈性

上述十大理由將使您在進行系統設計時更有彈性。超級電容可當作系統中唯一的能源儲存裝置，或是在異質系統中作為電力供應的擴充，其充、放電迅速，適用於各種系統架構。雖然超級電容的高功率密度會被其**低能源密度**所抵銷，藉由使用超級電容作為間歇的功率擷取，而非透過持續性的電源供應，使用超級電容的恰當系統設計可產生高功率/低能源密度的特性。過去可能需要因為尺寸及單晶片而犧牲系統效能，現在則可透過平衡的兩顆元件—能源擷取、功率擷取，即可致力於系統效能的最大化。

Maxwell Technologies, Inc.  
Worldwide Headquarters  
9244 Balboa Avenue  
San Diego, CA 92123  
USA  
Phone: +1 858 503 3300  
Fax: +1 858 503 3301

Maxwell Technologies SA  
CH-1728 Rossens  
Switzerland  
Phone: +41 (0)26 411 85 00  
Fax: +41 (0)26 411 85 05

Maxwell Technologies GmbH  
Brucker Strasse 21  
D-82205 Gilching  
Germany  
Phone: +49 (0)8105 24 16 10  
Fax: +49 (0)8105 24 16 19

Maxwell Technologies, Inc. -  
Shanghai Representative Office  
Rm.2104, Suncome Liauw's Plaza  
738 Shang Cheng Road  
Pudong New Area  
Shanghai 200120, P.R. China  
Phone: +86 21 5836 5733  
Fax: +86 21 5836 5620

info@maxwell.com – www.maxwell.com