

# 整合式開 / 關控制器 如何提升系統能效

本文將介紹如何運用開 / 關控制器和電池保鮮密封件整合解決方案，使產品設計在操作和生產過程中更加高效，並詳細介紹 ADI 整合式開 / 關控制器在節能特性、精巧尺寸和高 ESD 額定值方面的優勢。

■作者：Bryan Borres / ADI 產品應用工程師  
Noel Tenorio / ADI 產品應用經理

在疫情影響下，高度仰賴線上資源的混合辦公模式加速普及，電子系統成為了不可或缺的工具。此外，聯合國提出 2030 永續發展議程<sup>1</sup>，電子產業正持續實踐永續發展工作，使得電子系統效率的重要性日益突顯。基於上述要求，業界在現場操作期間及生產製造過程中，均須採取各種措施來提升能效<sup>2</sup>。

## 利用開 / 關控制器促進能效提升

高效利用資源對於實現永續發展目標十分重要<sup>1</sup>。我們可以透過多種方式來有效利用資源。比較簡單的方法，是在不使用電子裝置時將其關閉，以避免不必要的能源消耗。另一種有效的方法，則是透過建立節能機制來實現高效可靠的設計。

開 / 關控制器，尤其是那些可以用於電池保鮮密封件的控制器，是實現這些目標的得力助手。在不使用電路時，這種控制器會斷開整個電路與電池的連接，有助於延長電池壽命並節約能源<sup>3</sup>。這不僅可以延長產品的保存期限，還能盡可能降低待機功耗，減少不必要的電池放電，進而減少能源浪費。

以下內容將介紹此類控制器如何透過工作模式、整合特性和穩健性協助節約能源。

## 透過待機模式和休眠模式減少能源浪費

消費性電子裝置經常遇到的一個問題，是現成的產品常常電池電量不足，使用前需充電或更換電池，這可能造成能源使用效率低下，同時用戶體驗也會大打折扣。

為了解決這個問題，高效的電池供電裝置會採用低功率損耗電路或使用電池保鮮密封件。電池保鮮密封是開 / 關控制器的功能，可以透過斷開電池與下游電路的連接來防止電池放電，而在收到電路致能訊號（例如來自按鈕的訊號）後進行連接，如圖 1 所示<sup>3,4</sup>。此種電路工作模式通常稱為運輸模式或待機模式，其中後者更為通用，而前者則是專門用於描述產品首次使用前的狀態。

然而，即便使用電池保鮮密封件，電池還是會慢慢耗盡電量，導致系統效率受影響。耗電的程度取決於電路的待機能耗。能耗較低的元件有助於解決這個問題。例如新型 MAX16169 等具有電池保鮮密封件的按鈕控制器，這些元件的待機電流額定值僅為幾 nA，如圖 1 所示。

按下按鈕後，電池就會連接到負載。以圖 1 為例，電池將連接到微控制 (MCU)、安全數

圖 1: GPS 追蹤器系統中的電池保鮮密封件

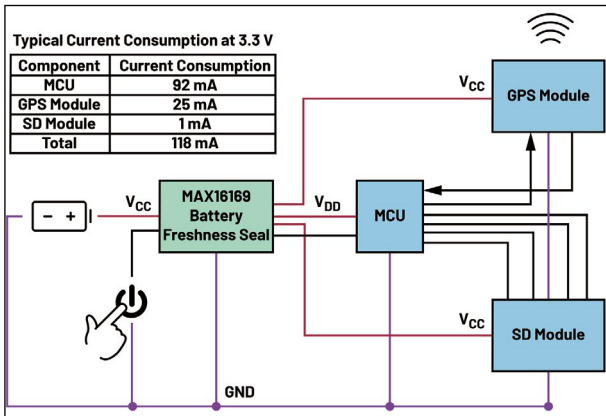


圖 2: 休眠模式電流消耗

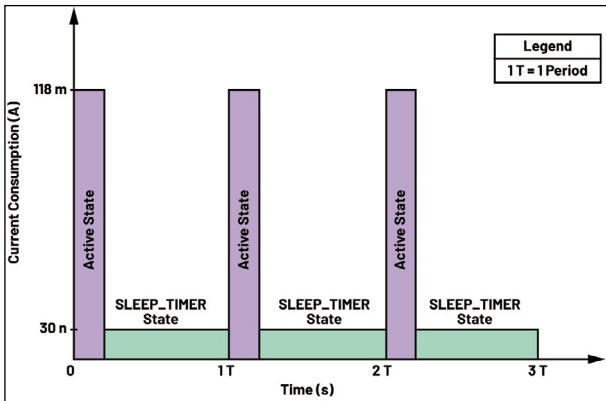


圖 3: MAX16169 和 MAX16163/MAX16164 方框圖

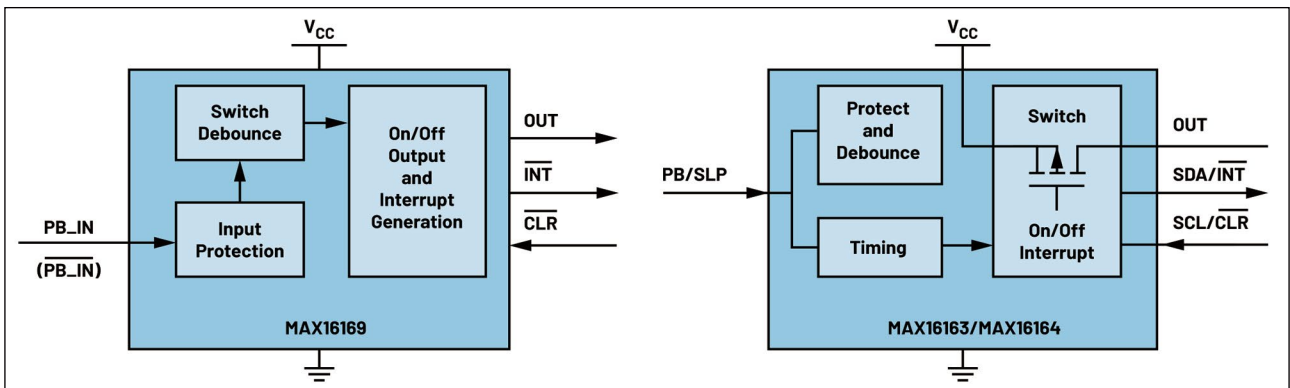
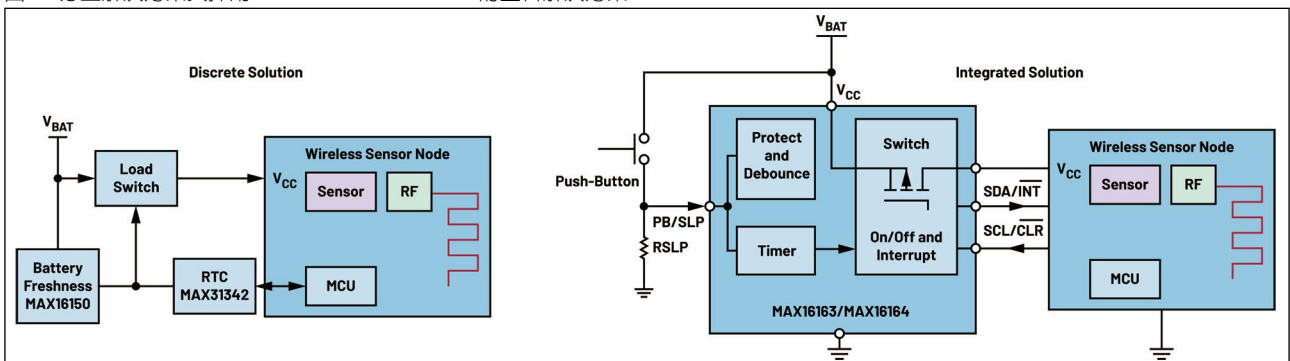


圖 4: 分立解決方案與採用 MAX16163/MAX16164 的整合解決方案<sup>5</sup>



位 (SD) 模組和全球定位系統 (GPS) 模組。此外，MAX16163/MAX16164 中的休眠模式也有助於進一步延長電池壽命。這些元件會週期性地在特定時間打開和關閉系統，定期喚醒系統中的元件，待其完成任務後，再次進入休眠模式。對於裝置間歇運行的物聯網 (IoT) 等無線監控應用，此特性非常實用<sup>5</sup>，可以透過降低待機期間的功耗，提升整體效率。圖 2 顯示了休眠模式 (即 SLEEP\_TIMER 狀態) 下如何降低功耗；當電池連接到系統時 (如圖 1 所示)，則會出現 ACTIVE\_STATE。

### 透過整合式解決方案實現去實體化

PCB 製造的最佳實踐包括負責任的資源管理<sup>6</sup>。這包括採取去實體化措施，即在電源中使用更少、更小、更輕的電子元件<sup>2</sup>。為此，我們可以選擇單一封裝中包含多個功能的元件，進而減少所需 PCB 的尺寸，而降低最終產品

製造的能源消耗。例如，圖 3 中 MAX16150 和 MAX16169 整合了負載開關和按鈕去抖功能，而 MAX16163/MAX16164 還增加了時序功能。請注意，MAX16150 和 MAX16169 的方框圖非常相似。

此外，傳統方法通常使用即時時脈、負載開關和按鈕控制器來實現，圖 4 的整合解決方案將對此加以改進。MAX16163/MAX16164 整合解決方案不僅能夠將解決方案尺寸縮小 60%，而且在保持相同功能的前提下，還能將電池壽命延長 20%<sup>5</sup>。

## 藉由高 ESD 額定值元件提升系統級穩健性

在積體電路中加入靜電放電 (ESD) 保護電路，對於確保電路在惡劣環境下的可靠性十分重要。這些電路需要連續穩定地運行，因此需要足夠的保護來抵禦外部湧浪<sup>7</sup>。系統設計人員透過 ESD 測試方法來評估產品的抗靜電性能，例如人體模型 (HBM) 方法用於元件級 ESD 測試，而 IEC 61000-4-2 模型用於系統級測試<sup>8</sup>。

元件級 ESD 測試目的在確保 IC 在製造過程中不會受到靜電放電的損壞。HBM 模擬帶電人體接觸 IC 的場景，將具有潛在破壞力的 ESD 透過 IC 釋放到地面。系統級 ESD 測試目的在確保元件能夠在各種實際應用中的工作條件下承受瞬態事件，包括防雷。為了滿足此要求，所發表的產品必須按照 IEC 61000-4-2 ESD 標準模擬實際瞬態條件，並進行嚴格的測試。雖然 HBM 和 IEC 61000-4-2 ESD 測試方法均是模擬帶電人體放電至電子系統的場景，但 IEC 61000-4-2 標準在許多層面與元件級 ESD 有所不同<sup>8</sup>。

表 1 顯示，HBM 測試中的峰值電流是 IEC 61000-4-2 測試中的脈衝電流的 1/5.6。在衝

擊次數方面，元件級 HBM 測試僅需要一次正衝擊和一次負衝擊，而系統級 IEC 61000-4-2 則要求 IC 至少經過 10 次正衝擊和 10 次負衝擊才能通過<sup>8</sup>。這表示，為了達到相應的 IEC 61000-4-2 額定值，系統工程師應該考慮使用 HBM 額定值高得多的元件。例如，HBM ESD 額定值為 +15 kV 的系統 (如 MAX16150) 可能滿足 ±2 kV 的 IEC 61000-4-2 額定值要求。類似地，具有 +40 kV HBM ESD 額定值的元件 (如 MAX16163/MAX16164 和新型 MAX16169) 亦可協助實現 ±6 kV IEC 61000-4-2 合規性。

表 1: HBM 和 IEC 61000-4-2 ESD 測試方法的峰值電流比較

施加電壓 (±kV)	HBM 峰值電流 (A)	IEC 61000-4-2 峰值電流 (A)
2	1.33	7.5
4	2.67	15.0
6	4.00	22.5
8	5.33	30.0
10	6.67	37.5
15	10	56.25
40	26.67	150

ESD 額定值越高，表示元件對惡劣環境的耐受力越強。這不僅能有效減少現場操作中斷，提升系統的可靠性，而且能降低故障的可能性，進而減少頻繁更換產品的成本。ADI 開 / 關控制器和電池保鮮密封件在所有接腳上均採用 ESD 保護結構，以便在搬運和組裝過程中防止靜電放電。此外，開關輸入處還設計了一重額外的保護。這些密封件的高 HBM ESD 額定值有助於系統設計滿足 IEC 61000-4-2 標準。

## 結論

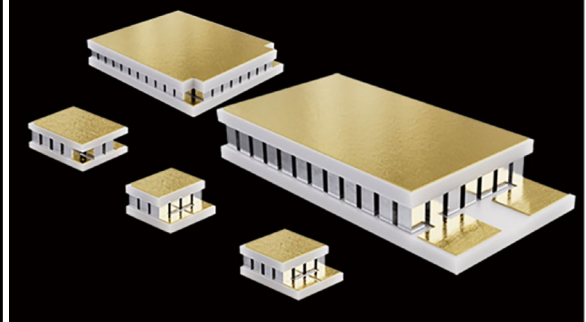
若要求持續提升能源效率，就必須在從工廠生產到現場運作的整個過程中，使用可以減少能源浪費的元件。本文介紹了 ADI 按鈕開 / 關控制器和電池保鮮密封產品如何透過待機模式

和休眠模式協助減少能源浪費；整合功能節省生產能源、減小 PCB 尺寸；以及如何透過更高的 ESD 額定值提高現場穩健性。

### 參考電路

- 1 「改變我們的世界：2030 年永續發展議程」，聯合國。
- 2 Anthony Schiro 和 Stephen Oliver，「寬能隙功率技術可望推動全球電氣化進程，為我們創造一個永續發展的未來」，《IEEE 電力電子雜誌》，第 11 卷，第 1 期，2024 年 3 月。
- 3 「電池保鮮與密封」，ADI，2020 年 7 月。
- 4 「監控電路確保微處理器始終受控」，ADI，2022 年 4 月。
- 5 Suryash Rai，「如何大幅提升物聯網元件的電池能效比」，ADI，2023 年 3 月。
- 6 「永續消費性電子裝置設計：PCB 材料和供應鏈管理」，Cadence PCB Solutions。
- 7 Sang-Wook Kwon、Seung-Gu Jeong、Jeong-Min Lee 和 Yong-Seo Koo，「利用靜電放電保護電路設計能夠抵禦破壞且兼具永續性的低壓差穩壓器」，《Sustainability》(永續發展)，2023 年 6 月。
- 8 Anindita Bhattacharya，「± 2kV HBM ESD 保護是否足以保護物聯網裝置？」Semtech，2023 年 6 月。 [CTA](#)

### Lairdthermal 宣佈推出用於下一代光電設備的全新微型熱電製冷器產品線



賴爾德熱系統 (Laird Thermal Systems) 宣佈擴展微型熱電製冷器產品線，並推出 OptoTEC MBX 系列，該系列適用於空間受限的高性能光電應用。MBX 系列採用了下一代熱電材料和先進的自動化工藝，可為 TO-Can、TOSA 和 Butterfly 封裝等應用中使用的 TEC 提供標準和客制化選項。其中的創新設計之一是可實現更緊湊的外形尺寸，最小的型號僅為 1.5 x 1.1mm，厚度薄至 0.65mm，在特定的空間限制下仍可確保以儘量低的功耗實現更搞的製冷性能。

MBX 系列具有高達 43 W/cm<sup>2</sup> 的高熱泵密度，在 50°C 環境溫度下可實現高達 82°C 溫差。MBX 系列能夠確保高效的熱管理和精確的溫度控制，可保護在高溫環境下運行的各種光電設備，包括鐳射二極體、光收發器、雷射雷達、紅外 (IR) 感測器和高功率磷化銦 (InP) VCSEL 等。

MBX 系列已經通過嚴格的 Telcordia GR-468 CORE 測試，即使在嚴苛環境下也能確保卓越的可靠性和較長使用壽命，能夠滿足光電市場的更高資質和可靠性標準。MBX 系列可依照客戶要求進行客制化設計，滿足特定的外形尺寸、熱泵密度和製冷效率等要求。該系列的焊料結構可支援高達 280°C 的回流焊溫度和導線焊接，適用於範圍廣泛的光電應用。賴爾德熱系統還可提供多種特殊的表面處理選項，包括鍍金圖案、熱敏電阻附件和密封，以適應那些非密封設備。