

# 更廣泛的電路保護解決方案 是高科技冰箱所必須的

設計人員需要考慮一系列電路保護解決方案，以確保客戶滿意。

■作者：Littelfuse 行銷與戰略副總裁  
Boris Golubovic 博士



為確保良好的使用者體驗和高客戶滿意度，包含最新電子功能的現代電器還必須採用適當的電路保護解決方案。

即使設備更複雜，消費者仍然期望主要設備的使用壽命為 7 到 10 年或更長。由於電冰箱中電子元件的數量不斷增加，電器設計工程師必須仔細考慮如何繼續滿足消費者對可靠性和使用壽命的期望。雖然冰箱設計者長期以來一直考慮到電源效率和感測器監控等問題，但隨著功能的增加，確保足夠的電路保護變得比以往任何時候都更重要。

內置的無線連接模組正變得越來越廣泛，以滿足消費者對其設備的遠端監控和控制的興趣。物聯網 (IoT) 使物聯網設備成為智慧家居概念的一部分成為可能。

最新的冰箱設計提供多種“智慧”功能，包括有助於限制內部溫度波動以減少能源使用的快速冷

卻，變頻壓縮機，以及可根據存儲在其中的物品調節製冷條件的獨立隔間，從而實現高效率 LED 照明，透視門，觸控式螢幕通信和用於遠端觀看的內部攝像頭。在許多方面，今天的冰箱與智慧手機及平板電腦等消費類電子產品相比，比幾十年前的家用電器更有共同之處。當然，今天冰箱的價格相對較高意味著買家認為他們有權期望比消費電子產品買家所接受的使用壽命要多三到五年。

今天的通信、處理器和使用者介面等的電子設備需要更全面地考慮靜電放電、電源浪湧和其它電氣干擾。這意味著設計人員需要考慮更廣泛的電路保護解決方案，以確保客戶滿意。

## 冰箱的演變

早期的冰箱和冰櫃依靠使用機械開關來指示打開的門和隔間，但較新的型號採用各種電子和磁性感測器。儘管這些感測器系統通常允許更耐用，美觀且易於清潔的設計，但是一些技術選擇也可能更容易受到電氣瞬變的損壞。

為了降低能耗並支持消費者正在尋找的所有先進功能，現代冰箱和冰櫃在各個抽屜和隔間中整合了更多的控制電路和越來越多的溫度，濕度和數位感測器。但是，添加更多電子元件會增加更多電氣故障，潛在保修費用和不滿意客戶的可能性。

為了提高用戶體驗，提供更高的亮度和更高的顏色精度，現代冰箱照明正迅速從白熾燈照明元件轉向基於 LED 的照明系統。然而，就像許多其它半

導體器件一樣，LED 驅動器和照明元件本身可能需要防止靜電放電 (ESD) 電壓和電氣瞬變。值得注意的是，ESD 浪湧通常是正常消費者之間交互影響的

結果；超過 10 kV 的浪湧可能是一個人在穿過鋪地毯的地板後觸摸該單元的結果。

最新的家用電器設計還包括越來越多的小型電

圖 1：隨著製冷系統的發展，需要用到越來越多的電子元件，防止過早故障所需的電路保護器件的種類也越來越多。

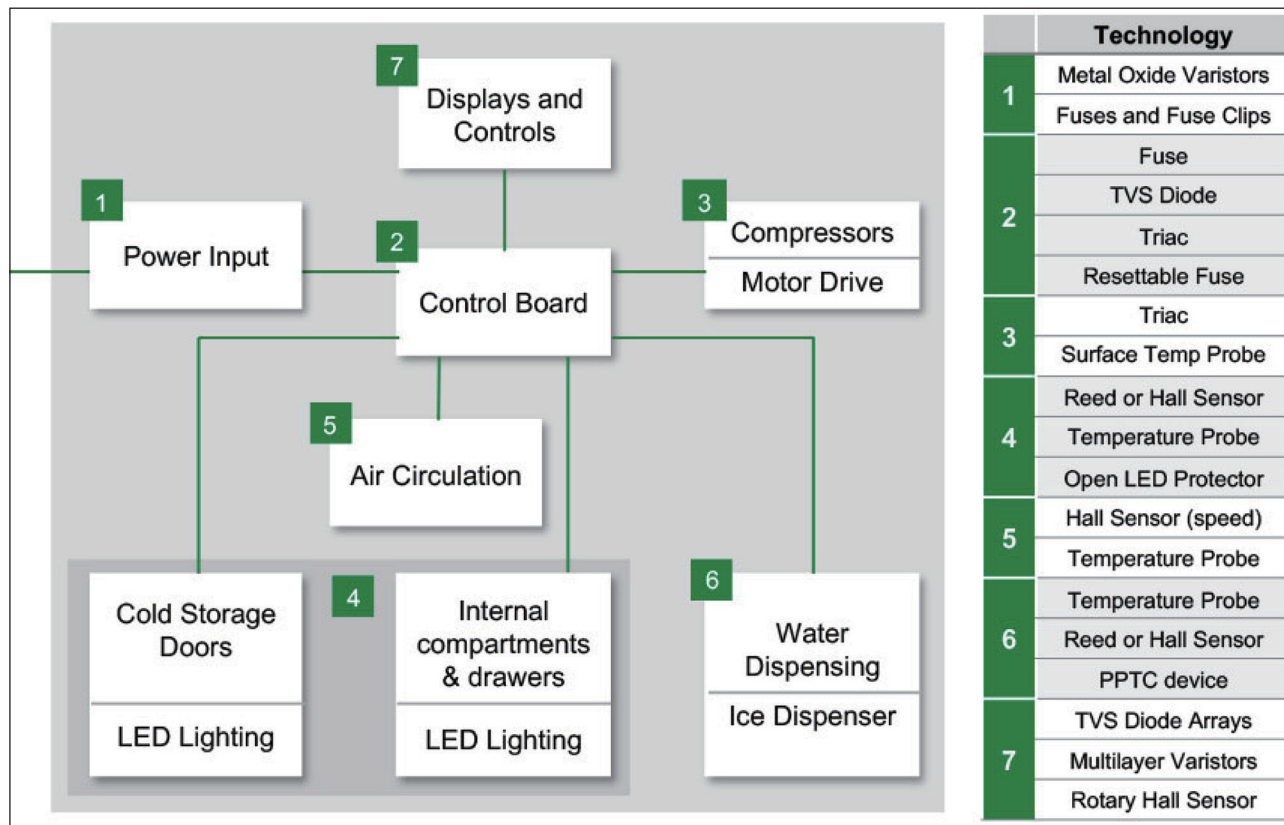
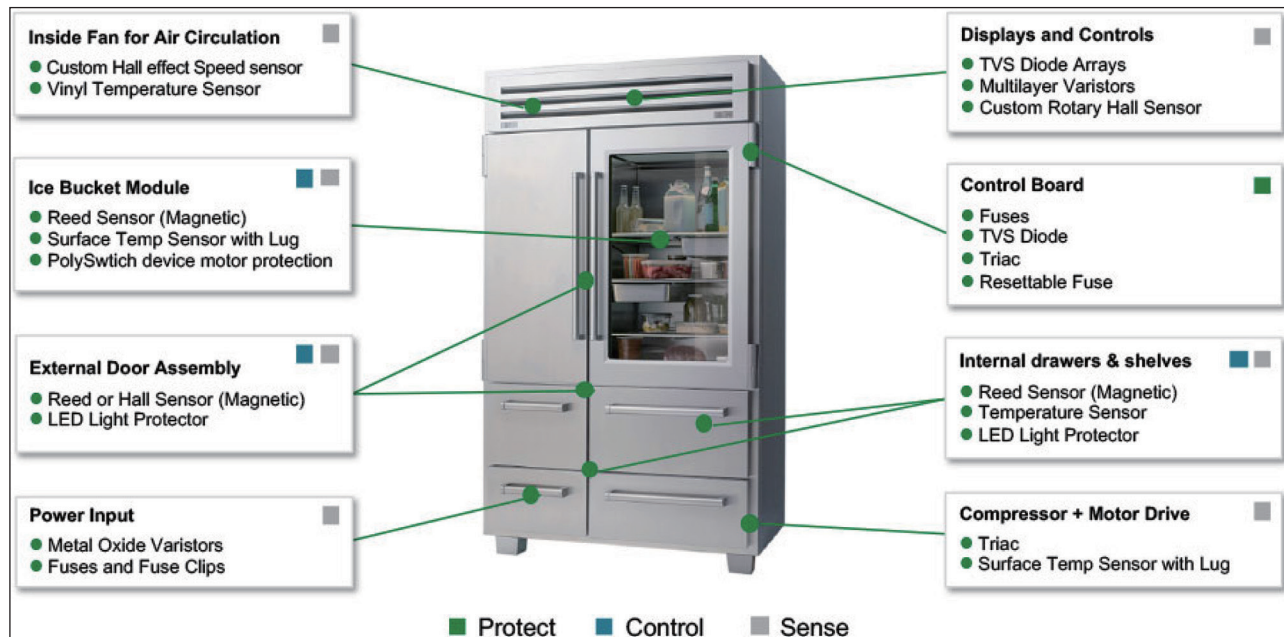


圖 2：在現代冰箱的許多地方，感測器和處理機構需要適當的電路保護。



機和微型處理器，如飲水機、製冰機、風扇等。對於每台電機，設計人員必須考慮如何確保防止過流和過熱情況。

將無線通訊能力和觸控式螢幕使用者介面整合到家用電器中的設計人員需要考慮保護移動電子設備（平板電腦、電話、筆記本）的最佳設計方法。然而，從考慮到選擇，更保守的設計實踐是有必要的，因為許多移動消費設備的預期壽命比家用電器購買者的需求要短得多。

## 識別漏洞

各種各樣的冰箱和冷櫃元件易受電氣威脅，並且可以從合適類型的電路保護中受益。所需的具體保護技術將取決於存在的特定電氣威脅和受保護的元件。這些包括：

1. 感測器（例如，接近度，溫度，濕度）
2. 電機和處理機構（如製冰機、門、風扇）
3. 使用者介面（例如，觸控式螢幕和顯示器）
4. 攝像頭
5. LED 照明
6. 交流電源輸入

## 特定的電氣威脅和解決方案

### 感測器保護

溫度感測器通常是非常堅固的器件，但今天的製冷系統比過去有更多的溫度感測器。一些現代設計可以有八個或更多的溫度感測器來監測不同的隔間。由於增加了長信號線和需要電腦控制，這增加了電路保護設計的複雜性。

其他類型的感測器，如開關感測器和壓力感測器，通常也位於遠離控制板的位置，要求信號線可能長達一米。

在這些較長距離上保持信號完整性至關重要。長信號線可以充當天線，這可能無意中將過多的電雜訊添加到信號中。反過來，這可能導致錯誤的感測器或控制讀數。這是第一個設計考慮因素；因此，必須確保信號保持足夠高的位階並且浪湧保持低於

信號處理元件的損壞閾值。

第二個設計考慮因素是感應電壓浪湧，這是另一個可以通過長信號線放大的漏洞。

■威脅：誘發浪湧。考慮一條靠近壓縮機或電源線的信號線，這可能導致線路上的感應浪湧，從而損壞控制板上的器件或感測器上的器件。一些感測器解決方案比其他解決方案更強大；例如，基於簧片技術的磁性感測器在應用中比某些固態選項的表現更好；同樣，對於溫度感測器，負溫度係數（NTC）熱敏電阻或聚合物正溫度係數（PPTC）等器件來說，可能比某些半導體替代品更為堅固。

■技術解決方案：設計人員通常採用多層壓敏電阻（MLV）或瞬態電壓抑制（TVS）二極體來實現電路保護。

■電路中的位置：保護器件可以位於控制單元的印刷電路板上或附近，也可以位於線路的感測器端。通常，控制板上的元件比感測器更敏感，因此至少在控制板上添加保護器件。

### 電機保護

■威脅：過熱。例如，製冰機可能會停轉，使電機過熱並導致其失效。這種性質的保護通常用於車輛，車窗升降電動機或類似應用中的座椅電動機。

■技術解決方案：最簡單的解決方案是添加 PPTC 器件。這些可自動復位的類似熔斷器的器件可在高溫下快速打開。溫度感測器是一種替代解決方案，但這需要智慧控制。

■選擇考慮因素：應根據電機的工作電流選擇保護器件，並將其置於產生熱量的電機上。

### 使用者介面保護

觸控式螢幕，攝像頭，觸摸面板和控制裝置也需要仔細考慮所需的電路保護水準；可攜式電子設備工程實踐是一個很好的起點。

1. 威脅：靜電放電。Wi-Fi、藍牙和 ZigBee 系統都容易受到靜電放電的影響。靜電放電的風險比許多設計人員意識到的要大。如前所述，僅僅在鋪

有地毯的地板上行走就能產生 10 千伏或更多的電壓。因此，設計工程師可能沒有充分規定防靜電放電保護。倘若只是認為觸控式螢幕模組本身已包含足夠的靜電放電保護能力而不增加額外的保護零件是不安全的。

2. 技術解決方案：聚合物靜電放電抑制器和固態靜電放電保護裝置是在能量到達敏感晶片組之前抑制能量的最佳選擇。
3. 選擇考慮：此選擇需要權衡一些工程因素：例如，對於天線，聚合物 ESD 抑制器將具有較小的電容，否則可能會截斷信號。然而，當可用空間非常有限並且需要多個器件時，二極體陣列可能是優選的。

適當的機械設計可以顯著降低靜電放電的風險，允許設計人員在某些情況下放棄靜電放電保護裝置。這些裝置包括專門的元件，保護電路不受靜電放電 (ESD) 影響，從而避免故障。另一方面，做一些機械上的改變（例如對墊圈）可能比增加一個防靜電保護裝置更昂貴。

在測試使用者介面時，請測試適用於智慧手機和平板電腦等消費類電子產品的行業標準。配備無線通訊功能的設備的相關標準包括：

- IEC 60335 系列 – 家用電器的一般安全
- IEC 60730 系列 – 自動電氣控制
- IEC 60950 系列 – 資訊技術設備 (ITE)
- IEC 62368 系列 – ITE，A/V 和通信設備

## LED 保護

- 威脅：電壓浪湧（過電壓）。
- 技術解決方案：LED 驅動器上的 TVS 二極體。在驅動器電路上具有基本浪湧保護的 LED 照明元件通常足以在正常的居住環境中提供保護。另一方面，LED 驅動器是一種更敏感的電子器件，它可能會因感應引起的電壓浪湧而損壞。TVS 二極體通常用在驅動器設備上游的電路板上，以提供浪湧保護。

## 交流電源線輸入保護

1. 威脅：過電流和過電壓。
2. 技術解決方案：這是最“經典”的保護點，通常通過熔斷器進行過流保護，通過金屬氧化物壓敏電阻 (MOV) 裝置進行過電壓保護。在這個設計點，每次都必須檢查是否符合適用的國家和國際安全法規（如 UL 或 IEC）。

## 總結

隨著當今冰箱和冰櫃的複雜性和功能的增加，對有效電路保護的需求也在增加。一旦電氣設計人員瞭解了電氣威脅及其相關的技術解決方案，就可以做很多事情來增強他們設計的穩健性，並確保他們提供長期積極的客戶體驗。CTA

# COMPOTECHAsia 臉書

## 每週一、三、五與您分享精彩內容

<https://www.facebook.com/lookcompotech>