

Technical Article

航太級強化產品如何因應低地球軌道應用的挑戰



Kenny Matthews



新興太空市場更令人振奮的層面之一，在於可發射大量的低地球軌道 (LEO) 衛星，這類衛星不但具備小體積和經濟可行性，同時也具備耐輻射性和可靠性。這類衛星協助擴大了世界各地的通訊和連線。不同於傳統的衛星市場，在傳統的衛星市場中，大多數任務都位於距離地球遠達 22,236 英里的地球同步軌道，且預期會持續超過 10 年，而 LEO 衛星的軌道與地球間的距離要近上許多，均不會超過 1,300 英里。因為這類衛星相較之下較易於更換，所以其任務壽命通常不到七年。

在滿足嚴格的預算要求並保有競爭力的同時，LEO 衛星電子設計所面臨的主要挑戰為：

- 使用較小且整合度更高的零組件，以縮小電路板尺寸。
- 尋找前置時間短的裝置，以實現快速周轉設計。
- 採用可承受太空中惡劣條件的電子零組件。

對於新進入太空市場的設計人員而言，太空領域中有數項特定挑戰，都是針對地面市場設計的產品所無法解決的挑戰，包括：

- 輻射性能。
- 控制商用現成 (COTS) 裝置中一般會出現的製程和材料變化。
- 由於衛星在繞著地球運行時會經歷極端的溫度波動，因此會導致發生熱循環。
- 從未密封的塑膠封裝中所釋出的氣體。

TI 的航太強化型產品 (EP) 認證程序可因應這些挑戰，且不需要採用有時會在此市場中使用的高風險且資源密集的擴大篩選方法。擴大篩選是針對零件進行電氣或環境測試的方法，以在產品規格表以外的規格下使用。雖然擴大

篩選可協助針對裝置的太空性能進行分類，但仍存在許多風險，且在未完全瞭解裝置的「配方」及其測試向量的情況下，這可能會導致發生現場故障，以及認為衛星可在任務期間正常運作的錯誤安全感。

耐輻射塑料裝置如何降低風險

TI 經過認證的航太產品讓設計人員和零組件工程師可設計並認證電路板，不必擔心在 LEO 太空環境中的衛星特定考量。航太 EP 產品可因應的部分考量包括：

- 受到控制的基線流程。TI 在單一製造設施、組裝站點和測試站點製造每個航太 EP 產品，以控制材料集、抗輻射性和電氣規格間的站點間差異。
- 輻射批次驗收測試。航太 EP 產品至少會針對每個晶圓批次進行總游離劑量 (TID) 保證達 20 krad (Si) 的測試，且對於可達到較高 TID 額定值的產品，則會進行較高額定值的測試，以排除批次間的任何輻射差異風險。在針對額外輻射性能進行驗證的期間，這類產品的典型特性為 30 至 50 krad(Si) TID。(對於要求較高 TID 性能的計畫，TI 的傳統 QMLV 航太產品額定值通常為 100 krad(Si) 以上。)
- 金線。有鑑於公差要求較為嚴格，因此航太 EP 裝置僅使用金焊線，如此即可消除銅可能導致的焊線完整性與可靠性問題。
- 沒有發生錫鬚的風險。由於太空中的條件惡劣，因此即使使用三防塗層，錫鬚也是一大疑慮。為了避免此風險，航太 EP 產品不使用錫含量高的終端。塗層會使用鎳鈹金或是 63% 錫/37% 鉛。
- 廣泛的溫度範圍。航太環境通常需要 -55°C 至 125°C 的溫度容限。若能讓航太 EP 零件符合此溫度範圍，就不需要針對廣泛的溫度範圍進行擴大篩選作業，這麼做會導致 TI 的保固失效，並可能對飛航中使用的裝置造成損害。
- 嚴苛的環境認證。透過廣泛的高加速壓力測試、每個裝置的溫度循環和強化的材料集，航太 EP 產品獲得了太空環境特定流程的附加功能，以滿足 NASA 推動的美國測試和材料協會 E-495 釋氣規格。

如需更多有關 TI 航太 EP 驗證的詳細資訊，請閱讀我們的應用說明：[「使用航太級強化塑膠產品降低低地球軌道任務的風險」](#)。

加速發佈時間表

TI 航太 EP 產品的品質和可靠性讓設計人員能更快地推動新設計並進行驗證。在 TI.com 的裝置產品資料夾中，我們提供了產品的所有輻射數據 (均已針對 LEO 需求最佳化)，以及釋氣數據和可靠性報告。使用我們詳盡的報告可協助節省高額成本，因為在 LEO 衛星應用中使用 COTS 產品時，需針對輻射測試、擴大篩選和低產量核算進行大量投資。

我們的報告包括：

- 針對 TID 提供的輻射報告，包括 30-50 krad(Si) 的特性數據和 20-50 krad(Si) 的抗輻射保證數據。
- 單事件效應的輻射報告、43 MeVcm²/mg 的單事件閃鎖報告，以及電源管理產品的額外破壞性單事件和單事件瞬態特性。
- 釋氣和可靠性報告，可提供關於產品流程、可靠性數據、可追溯性和釋氣測試的資訊。此報告中的資訊有助於加快電路板認證速度，並減少對外部認證作業的需求，進而將選擇新產品時的風險降到最低，讓您可自信相信產品從一開始就能正常運作。

TI 持續投資並推出更多符合航太 EP 認證的產品。如需所提供之產品的完整清單，請參閱[航太 EP 參數表](#)。

太空的嚴苛環境需要更高的可靠性，以確保系統安全無虞。除了這些挑戰之外，發佈週期和專案時間表也繼續加快。利用我們的航太 EP 裝置產品組合，即可針對下一次發佈縮短時間並降低風險。

其他資源

- 利用 [「TI 航太產品指南」](#)，掌握新推出的耐輻射和抗輻射航太產品最新資訊。
- 利用我們的[航太產品分類表](#)，選擇符合您任務品質要求的合適裝置。

重要聲明與免責聲明

TI 均以「原樣」提供技術性及可靠性數據（包括數據表）、設計資源（包括參考設計）、應用或其他設計建議、網絡工具、安全訊息和其他資源，不保證其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的擔保，包括但不限於對適銷性、適合某特定用途或不侵犯任何第三方知識產權的暗示擔保。

所述資源可供專業開發人員應用 TI 產品進行設計使用。您將對以下行為獨自承擔全部責任：(1) 針對您的應用選擇合適的 TI 產品；(2) 設計、驗證並測試您的應用；(3) 確保您的應用滿足相應標準以及任何其他安全、安保或其他要求。

所述資源如有變更，恕不另行通知。TI 對您使用所述資源的授權僅限於開發資源所涉及 TI 產品的相關應用。除此之外不得複製或展示所述資源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知識產權授權許可。如因使用所述資源而產生任何索賠、賠償、成本、損失及債務等，TI 對此概不負責，並且您須賠償由此對 TI 及其代表造成的損害。

TI 的產品均受 [TI 的銷售條款](#) 或 [ti.com](#) 上其他適用條款，或連同這類 TI 產品提供之適用條款所約束。TI 提供所述資源並不擴展或以其他方式更改 TI 針對 TI 產品所發布的可適用的擔保範圍或擔保免責聲明。

TI 不接受您可能提出的任何附加或不同條款。

郵寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2023, Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated