



電動猛獸之心： 高負荷鋰電池的突破與動力變革

技術主編：廖世傑 S. C. Liao

現職：工研院(ITRI) 材料與化工研究所 儲能材料及技術研究組 正研究員/組長

學歷：Rutgers University 材料工程 博士

專長：鋰電池及材料、奈米材料、儲氫合金及系統

當全球能源轉型的浪潮從家用轎車，推向長途重卡、建築機械、海事航運乃至電動航空時，我們面對的是一場關於「極限性能」的全新競速。高負荷載具設備對能源系統的要求極為嚴苛：它不僅需要承載數百公里的續航力，更必須在極端震動、高倍率充放電以及嚴苛溫度波動下，展現出堅不可摧的安全性、壽命與經濟效益。因此，鋰電池的發展已不再是單一路徑的演進，而是根據不同應用場景，演化出高度差異化的技術規格。

本專題旨在探討鋰電池如何脫離一般應用的舒適圈，進化為支撐高負荷電動載具的「鋼鐵心臟」。如果說三元電池是追求速度的短跑選手，那麼高負荷鋰電池就是挑戰極限環境的鐵人三項運動員。有鑑於磷酸錳鐵鋰(LMFP)的耐力、鈮酸鈦(TNO)的快速充電力以及鋰金屬固態電池的輕量化潛力，我們正在為這些電動猛獸打造最精良的肌肉。

過去，穩定但能量密度較低的磷酸鐵鋰(LFP)是重型應用的首選；然而，面對更高載重與更長航程的需求，核心技術正在發生關鍵轉折：

- 效能躍遷： $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{1-x}\text{PO}_4$ (LMFP)的崛起，為磷酸鹽體系注入了高電壓的基因，在維持本質安全的同時，大幅提升了能量密度。
- 快充革命： TiNb_2O_7 (TNO)鈮鈦氧化物的引入，打破了「容量」與「快充」互斥的魔咒，為24小時高效率運轉的工業場景提供了極速補能的解方。
- 終極探索：突破400 Wh/kg的鋰金屬固態電池，將是電動航空載具邁向「零排放」的技術奇點。

透過彙整最新研發成果與實務案例，我們誠邀讀者共同見證：鋰電池如何以更強韌、更智慧、更高效的姿態，驅動這場高負荷動力的工業革命。🌐