

37 系列無線電機電源 使用效能之研究—以市電 轉換器為例

作者／鄭鴻鋤中校、李蒼昱少校、陳森翔士官長、余家興中士

提要

- 一、新式電子式通信裝備通連，需要穩定而持續的電力供給，如採市電、車電、發電機及電池供電等方式，其中最主要供電方式為電池供電；為避免因電池電力耗盡或使用過度，以致通信中斷，甚至影響任務成敗，故設計具有穩定電壓輸出及延長電池壽命的輔助設備是重要及必須的。
- 二、現今部隊使用之新式 VHF 無線電機屬 37 系列無線電機為主，亦為本文所探討之通信裝備。目前部隊使用多以站臺值勤通連為主，供電方式採電池供電，但因電池頻繁使用造成續電力因衰減致電力不足之問題已產生，故研發適用之供電替代（輔助）方案，且能兼具採購、環保及保修成本等面向之解決方案，為有效及迫切之訴求。
- 三、本文研究即朝向 37 系列無線電機可充式電池組分析特性及優缺點、37 系列無線電機市電轉換器分析特性及優缺點，並分析評估兩者效益等議題。

關鍵詞：37 系列無線電機、可充式電池組、電源轉換、市電轉換器。

前言

新世代 37 系列無線電機乃委中科院研製，除提供定明、定密、跳明、跳密等無線電通信手段外，更具備了基礎數據資訊傳輸功能，可支援無線電語音通信及小量數據資傳之制式裝備之一。惟其研製規劃時考量無線電機之機動性，採用電池供電方式為其主要電力來源，就目前 37 系列無線電機固定式站臺值勤實務而言，為長時間及高頻次使用，使用可充式電池組作為供電方式不符經濟效益。另因電池經高頻次充放電或人員不當使用，易縮短電池蓄電量及壽期(鋰電池屬耗材)，無法全然滿足現行訓練需求，故研製 37 系列無線電機專用之「市電轉換器」，就經濟、採購效益及壽期管理之角度，可有效發揮其功能。

本研究將針對 37 系列無線電機「可充式電池組」及研製之「市電轉換器」的組成結構、運作原理及使用效益作詳盡的研究分析。

37 系列無線電機可充式電池組簡介

一、鋰電池工作原理及種類

鋰(二次)電池最早係於 1974 年由法國工程師哈耶克 (Hajek) 所提出。鋰電池包括鋰離子電池 (Lithium Ion Battery) 及鋰高分子電池 (Lithium Polymer Battery) 兩大類。所使用的原材料主要為：正、負極材料、電解液、隔離膜及罐體等，其中又以正、負極材料對於鋰電池電容量密度和價格為關鍵因素，亦是全球業界致力開發研究的重點 (如表一)。^{1,2}

表一 鋰電池材料

區分 \ 材料	材料名稱
材料種類	鋰離子電池
正極材料	鋰氧化物
負極材料	碳材
電 解 液	有機電解液
隔 離 膜	聚烯類微多孔膜
罐 體	鍍鎳低碳鋼、鋁

資料來源：林偉凱，〈認識新一代電池材料：鋰金屬〉，<http://www.mirdc.org.tw/FileDownload%5CIndustryNews/20144109541941.pdf>，2012 年 9 月 12 日。

鋰電池的運作原理主要由正、負兩電極極片與電解質之間產生氧化還原反應，組成循環系統進而產生電流。在鋰離子嵌入與脫出材料的循環下運作，當電池釋放電力時，鋰離子由負極材料中溢出，經由電解液嵌入到正極材料中。同時為求電荷平衡，電子補償電荷在同一時間由外電路流向正極產生電流；當電池充電時，鋰離子由正極材料溢出，經由電解質重新嵌入到負極材料中，同時電子補償電荷由外部電路流向負極，此時負極材料慢慢蓄積鋰離子以待下一次的放電循環用。在充放電過程中，正、負極材料的化學特性及晶體結構理論上應保持不變，以此來保持電池充放電的可逆性及壽命，工作原理如圖一。³

鋰電池早期發展主要採用鋰金屬做為電極材料，由於鋰金屬活性高與其本身特性，使電池在充電過程無法完全回復到原來的結構狀態，有部分鋰金屬會沈積在電極表面形成突刺狀結構 (Dendrite)，進而穿透隔離膜 (Separator) 形成內部短路，容易使電池發生燃燒或爆炸等危險。目前為了提高鋰電池的穩定性，通常使用鋰鈷氧化物

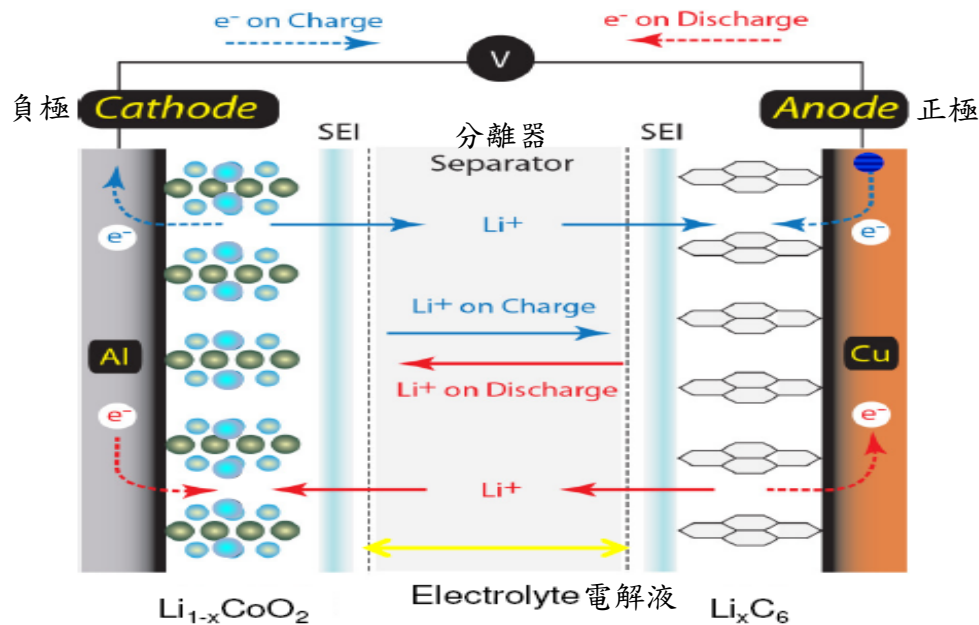
¹ 陳榮志、謝定良、李政哲、陳旭偉，〈鋰電池充電器性能與安全測試之研究〉，<http://www.bsmi.gov.tw/bsmiGIP/wSite/public/Data/f1390202132664.pdf>，2009 年 12 月 31 日。

² 林偉凱，〈認識新一代電池材料：鋰金屬〉，<http://www.mirdc.org.tw/FileDownload%5CIndustryNews/20144109541941.pdf>，2012 年 9 月 12 日。

³ 呂學隆，〈鋰電池正極材料技術與產業趨勢(一)-總體市場供需與發展〉，<http://ieknet.iek.org.tw/BookView.do?rptidno=651960459>，2011 年 9 月 29 日。

做為正極材料。而鋰電池可分為許多種類，主要區別在於所使用的正極材料不同，包括鋰鈷 (LiCoO_2) 電池、鋰鎳 (LiNiO_2) 電池、鋰錳 (LiMn_2O_4) 電池、磷酸鋰鐵 (LiFePO_4) 電池等，特性分析如表二。⁴

圖一 鋰電池充放電過程示意圖



資料來源：Brian J. Landi, "Potential Environmental Benefits of Nanotechnology," 2009/07.

表二 鋰電池種類及特性

電池種類	鋰鈷電池	鋰鎳電池	鋰錳電池	磷酸鋰鐵電池
	LiCoO_2	LiNiO_2	LiMn_2O_4	LiFePO_4
體積能量密度 (Wh/l)	466	-	285	255
平均工作電壓(V)	3.7~4.2	3.6~4.0	3.8~4.3	3.4
壽命(Cycle)	500	500	500	2000
高溫特性	尚可	差 (高溫易分解)	差 (高溫自放電)	佳
安全性	低	低	中	高
價格	低	中	低	高
應用領域	手持式裝置及電子產品	少量應用	手工具	車輛
缺點	1.價格較高 2.安全度有待加強 3.鈷金屬價格較高	1.高溫易分解 2.過充易起火 3.合成不易	1.高溫自放電 2.循環壽命較短 3.電容量低	1.導電度差 2.體積較大 3.電容量低
優點	單位電容量高	電容量高	安全性高	安全性高

資料來源：作者整理。

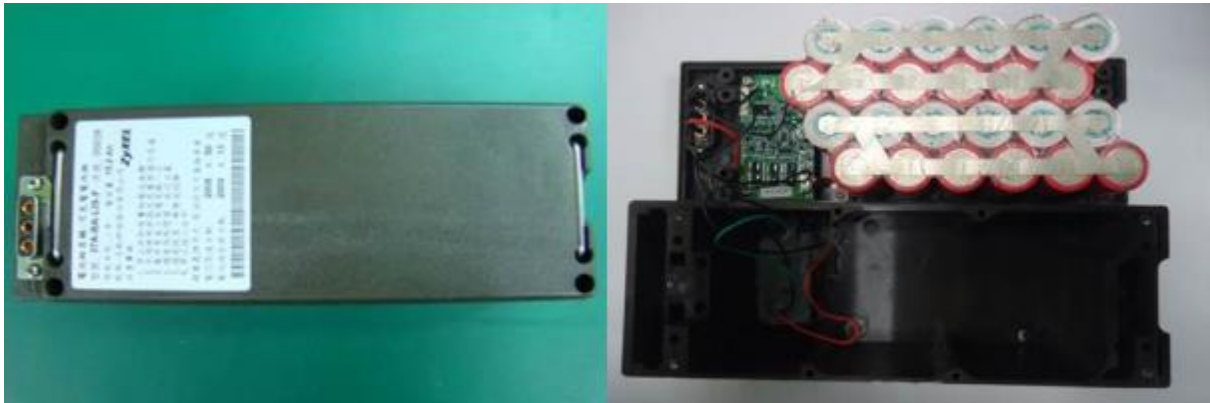
⁴ 郭迺鋒、楊浩彥、林政勳、方文秀，〈鋰電池產業對台灣經濟發展影響的研究-投入產出方法的分析〉，<http://c.c.shu.edu.tw/~haoyen/cell.pdf>，2011 年 7 月。

考量電容量(能量密度)及產品價格等因素，鋰鈷電池仍為目前市場的主流，就保修角度而言，較易於更換維修。

二、37 系列無線電機可充式電池組簡介

37 系列無線電機可充式電池組(如圖二)之電池芯所使用的鋰電池型號為商規「18650」鋰電池(如圖三)，這種圓筒形鋰電池的直徑是 18mm，長度為 650mm。

圖二 可充式電池組



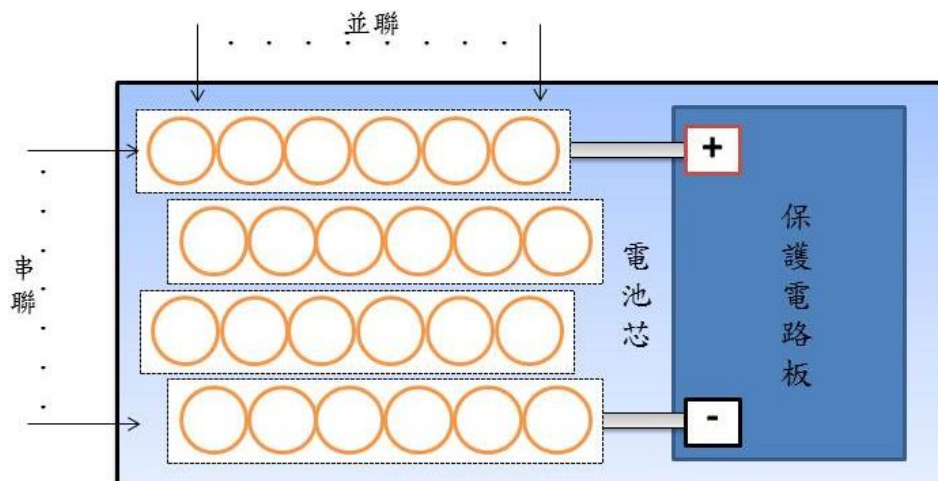
資料來源：作者拍攝。

圖三 18650 鋰電池



資料來源：[http://lygte-info.dk/review/batteries2012/Samsung%20ICR18650-26F%202600mAh%20\(Pink\)%20UK.html](http://lygte-info.dk/review/batteries2012/Samsung%20ICR18650-26F%202600mAh%20(Pink)%20UK.html).

圖四 可充式電池組串並聯示意圖



資料來源：作者繪製。

「18650」鋰電池的工作電壓為 3.7V~4.2V 之間，為了符合 37 系列無線電機的工作電壓，在可充式電池組的設計上會使用並聯(提升工作電流)與串聯(提升工作電壓)的方式來實現，電池芯共使用了 24 顆「18650」鋰電池，組成方式為每 6 顆鋰電池相

互並聯成 4 個區塊後，再串聯成一個完整的電池芯(如圖四)，使可充式電池組整體輸出電壓達到 14.8V~16.8V，電容量 15.2Ah 的效能，滿足 37 系列無線電機電源要求。

三、「18650」鋰電池特性與實驗驗證

「18650」鋰電池(本研究以 Samsung ICR18650-26F 2600mAh 為例)在商用規格上已有均有詳盡的電池參數資訊(如表三)。⁵

表三 鋰電池種類及特性(Samsung ICR18650-26F 2600mAh 官方規格表)

電池容量	2600mAh (0.2C, 2.75V 放電)
最小容量	2550mAh (0.2C, 2.75V 放電)
充電電壓	4.2±0.05 V
額定電壓	3.7V
充電方法	CC-CV (限流恆電壓)
充電電流	標準充電：1300 mA；快速充電：2600 mA
充電時間	標準充電：3 個小時；快速充電：2.5 小時
最大充電電流	2600 毫安 (環境溫度 25℃)
最大放電電流	5200 毫安 (環境溫度 25℃)
放電截止電壓	2.75V
工作溫度	充電：0~45℃，放電：-20~60℃
存儲溫度	一年：-20~25℃；3 個月：-20~45℃；1 個月：-20~60℃

資料來源：SPECIFICATIONOFPRODUCT, SamsungSDICo.,Ltd., May 2009.

以商用規格來看，該電池在放電時的電壓特性為「由 4.2V±0.05 V 開始放電，直至截止放電電壓 2.75V」，但在實際運用上，會因為在不同負載(高、低負載)時，影響電池電流輸出及耗損，故以兩組「18650」鋰電池充、放電能力實驗結果，以利後續分析及評估實際電池使用的特性。

(一)電池放電能力驗證

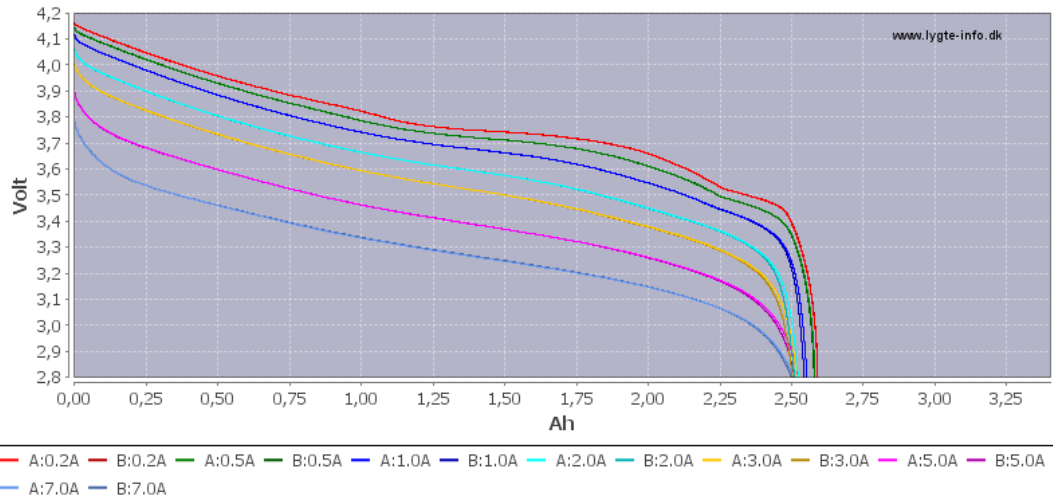
1. 在不同電流(負載)輸出時，其電容量與電壓關係曲線(如圖五)，可得知在愈高(電流)輸出需求時，初始電壓愈低，且可輸出之整體電容量會隨之下降。

2. 在不同電流(負載)輸出時，其放電時間與電壓關係曲線(如圖六)，可得知在愈高電流(負載)輸出需求時，初始電壓愈低，且供電時間會隨之減少。

3. 在不同電流(負載)輸出時，其輸出功率與電壓關係曲線(如圖七)，可得知在愈高電流(負載)輸出需求時，初始電壓愈低，且可輸出功率隨之減少。

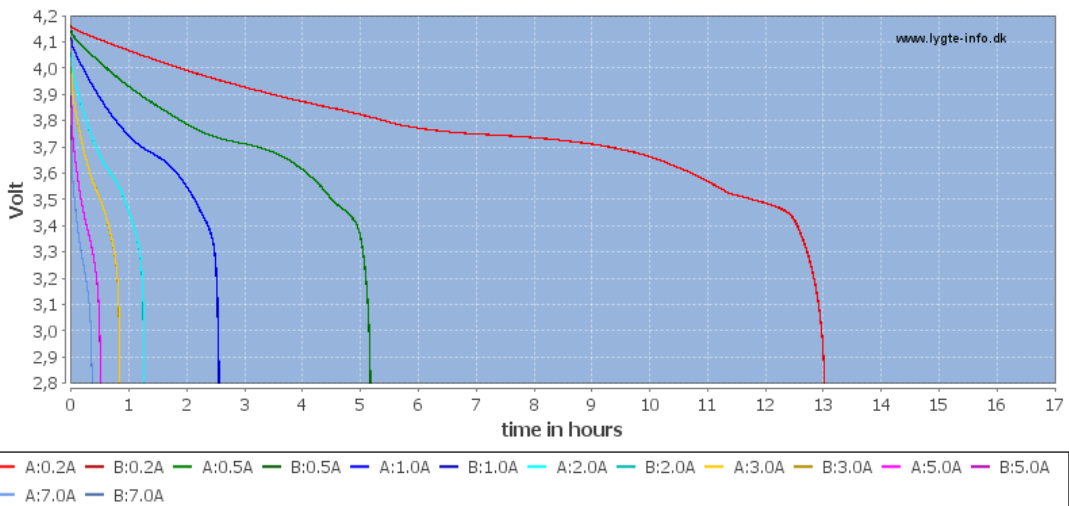
⁵ SPECIFICATIONOFPRODUCT, SamsungSDICo.,Ltd., May 2009.

圖五 不同電流輸出(負載)與電壓關係曲線



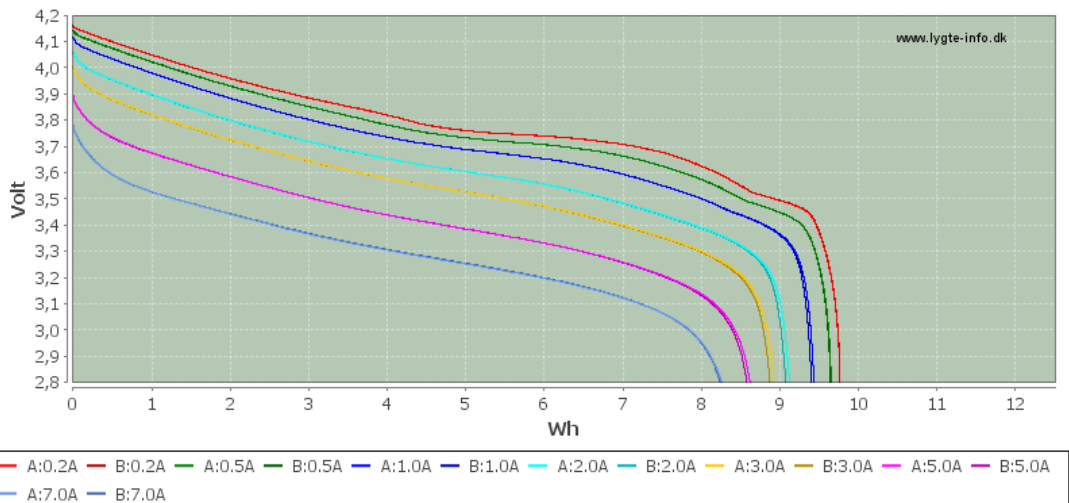
資料來源：[http://lygte-info.dk/review/batteries2012/Samsung%20ICR18650-26F%202600mAh%20\(Pink\)%20UK.html](http://lygte-info.dk/review/batteries2012/Samsung%20ICR18650-26F%202600mAh%20(Pink)%20UK.html), 2016/1/21.

圖六 不同電流(負載) 輸出其放電時間與電壓曲線



資料來源：[http://lygte-info.dk/review/batteries2012/Samsung%20ICR18650-26F%202600mAh%20\(Pink\)%20UK.html](http://lygte-info.dk/review/batteries2012/Samsung%20ICR18650-26F%202600mAh%20(Pink)%20UK.html), 2016/1/21.

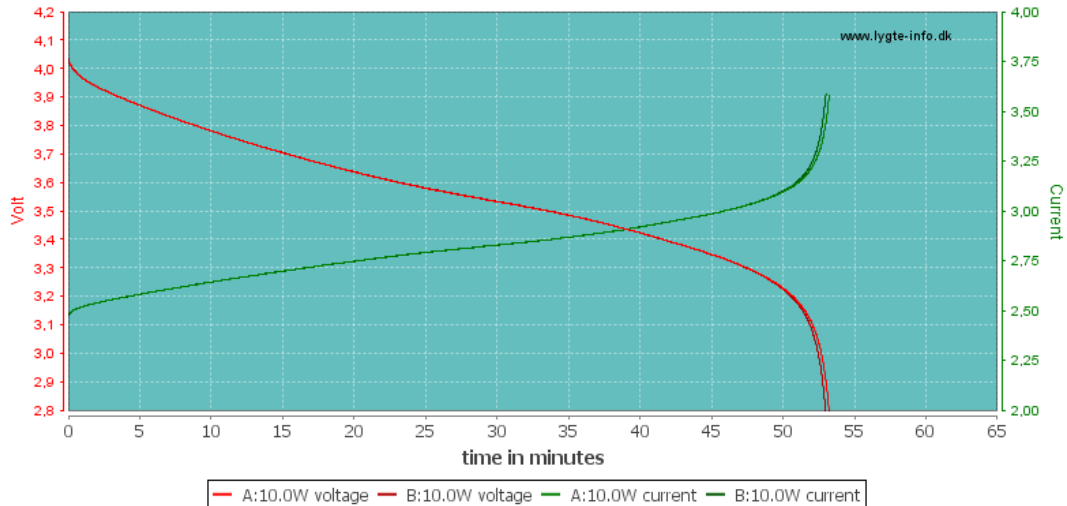
圖七 不同電流(負載)其輸出功率與電壓曲線



資料來源：[http://lygte-info.dk/review/batteries2012/Samsung%20ICR18650-26F%202600mAh%20\(Pink\)%20UK.html](http://lygte-info.dk/review/batteries2012/Samsung%20ICR18650-26F%202600mAh%20(Pink)%20UK.html), 2016/1/21.

4. 在固定功率輸出(10W)時，其輸出電流與電壓關係曲線(如圖八)，電池在供電初期輸出電壓較高，消耗的電流相對較低；當電池持續放電下，輸出電壓也會持續下降，此時輸出電流必須上升，以滿足固定功率輸出，而整體供電時間約為 53 分鐘。

圖八 固定功率輸出其輸出電流與電壓曲線



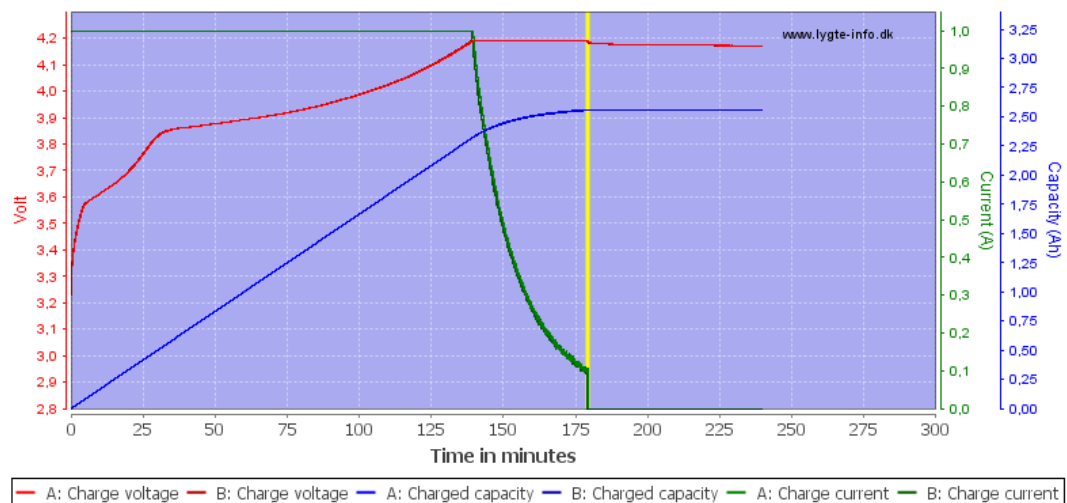
資料來源：[http://lygte-info.dk/review/batteries2012/Samsung%20ICR18650-26F%202600mAh%20\(Pink\)%20UK.html](http://lygte-info.dk/review/batteries2012/Samsung%20ICR18650-26F%202600mAh%20(Pink)%20UK.html), 2016/1/21.

(二) 充電特性驗證(如圖九)

採固定功率(4.2W)方式充電時，可得出以下幾點特性：

1. 充電時電容量未達 85%前，電容量與充電時間成正比。
2. 電池電壓以非線性方式提升。
3. 充電時電容量達 85%後，電容量上升緩慢。
4. 整體充電時間約 178 分鐘。
5. 電池充飽後，若持續充電下，電容量不會上升，反而會造成電壓微幅下降。

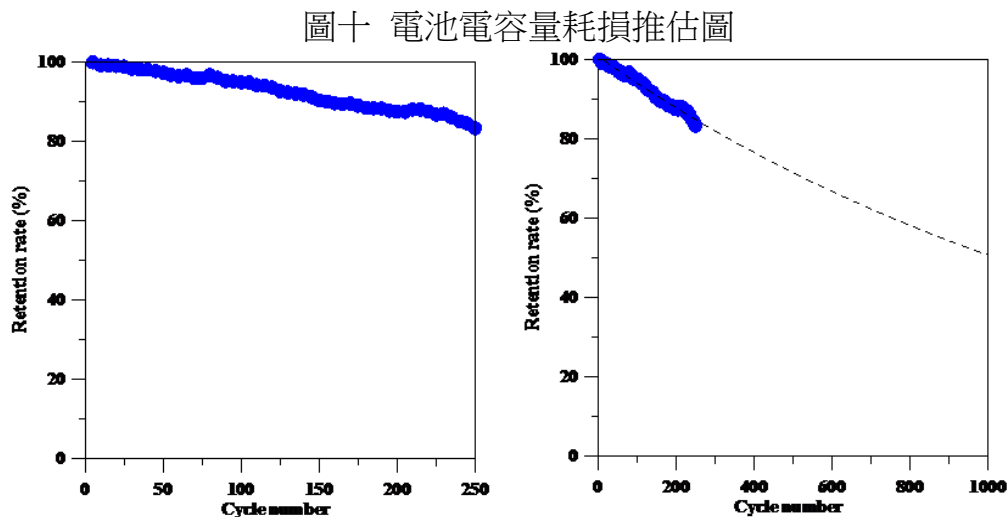
圖九 固定功率充電電流、電壓及電容量對應曲線



資料來源：[http://lygte-info.dk/review/batteries2012/Samsung%20ICR18650-26F%202600mAh%20\(Pink\)%20UK.html](http://lygte-info.dk/review/batteries2012/Samsung%20ICR18650-26F%202600mAh%20(Pink)%20UK.html), 2016/1/21.

(三)電池充放電耗損評估

實際以完整充放電一次為一個週期(Cycle)，本研究測試充放電 250 次後，鋰電池之電容量約僅剩下原始的 80%；以此曲線趨勢推估，電池在充放電達 1,000 次後，電容量約僅剩下原始的 50%(如圖十)。



資料來源：作者繪製。

將前述電池充放電特性及耗損評估結果，歸納出以下結論：^{6,7,8}

1. 電池放電電流愈大時，電池整體輸出的電量會減少。

2. 電池溫度愈高時，可循環使用的次數會減少。⁹

3. 電池電容量會隨著循環使用次數的增加而下降，實際在常溫下實施充放電測試 250 次後，鋰電池之電容量約僅剩 80%；以模擬方式推估充放電 1,000 次後，電池效能約剩 50%。

4. 放電深度過大(過度放電)，會加速電池老化。^{10,11}

5. 充電時間過長(過度充電)，會降低整體電池效能。

四、其他影響電池使用性能之因素

前面已分析單顆「18650」鋰電池特性，惟實際使用在 37 系列無線電機可充式電池組時，採用 24 顆「18650」鋰電池，前端為串並聯組合來提升整體電容量，後端輔以保護電路以提升安全性及電池芯壽命，但電池芯的壽命及效能仍有其他須考慮之因素，分述如後：

(一)電池組之缺陷

⁶ 同註1。

⁷ 洪裕桓，〈智慧型鋰電池管理系統之研究〉，國立中山大學電機工程學系碩士論文，2005年6月，頁49。

⁸ 同註5。

⁹ 同註5。

¹⁰ 同註1。

¹¹ 同註5。

可充式電池組內部使用 24 顆「18650」鋰電池，在「18650」鋰電池良率及充放電效能不均下，嚴重影響可充式電池組電池芯的壽命，以及電池的使用效能。

(二)充放電保護電路

為保護電池、裝備及使用者安全，可充式電池組內部設計有過放電、過溫及過電流保護電路，以 37 系列無線電機最低工作電壓 13V 為例，換算成單顆「18650」鋰電池的截止電壓約為 3.3V，此時電容量實際使用僅剩實驗值的 90%左右。

(三)充放電模式

理想的鋰電池深度放電的次數可以達到 500~1,000 次以上，換句話說，雖然深度充放電(充滿、耗盡)的動作對鋰電池來說並不好，耗盡的次數愈多，電池容量及效能隨之衰減。

(四)電池存管環境

鋰電池在設計上會有排氣孔，故容易受潮濕環境及儲存溫度影響壽命及效能。¹²

(五)低自放電特性

雖然鋰電池具低自放電特性，惟放置半年至 1 年(受溫、溼度影響)，仍有過度放電可能，故該電池應每月充電一次，以延長其使用壽命。

五、小結

一套 37 系列無線電機配賦 2 組可充式電池組，採交替方式運用(一組充電，另一組值機使用)，惟可充式電池組屬於耗材，具充放電耗損、電池芯特性不均、存管不良及保護電路箝制等問題，均影響其使用壽命。

目前最大的問題在於部隊存管不善，致肇生電池漏液或受潮，或不當使用習慣。如電池組內部具有「保護電路」，未使用亦會消耗電容量，部隊未定期充電(或未使用配發之充電器充電)、或充(放)電頻次過高，導致電池效能衰減，使原本可充放電達 1,000 次的電池芯，在使用不到 2 年的時間內，大幅降低其蓄電能力，甚至失效，致無法充(放)電之情況。

為解決前述問題，進而研製 37 系列無線電機市電轉換器，據以延長 37 系列無線電機可充式電池組之壽期，並減少人員使用不當之風險，為兼具採購、經濟、環保及減少保修之負擔最直接的解決方式。

37 系列無線電機市電轉換器簡介

一、電源供應器種類

電源供應器的主要功能是將市電的交流電，轉換成為電子產品所需求之高穩定性

¹² 同註5。

且低電壓的直流電，依其電路結構的不同，可分為線性式電源供應器(Linear Power Supply)和交換式電源供應器(Switching Power Supply, SPS)兩種。線性式電源供應器是由變壓器、二極體整流器和電容濾波器所組成，其主要優點為價格低廉，材料取得容易。但缺點為消耗功率大、效率低、體積大與重量重，無法符合現今電子產品要求的輕、薄、短小的趨勢；交換式電源供應器為荷蘭人羅乃第(Neti R.M. Rao)於 1970 年所發展研究出來，具有體積小、重量輕、效率高及較大的電壓輸入範圍等優點(如表四)。

13

表四 線性式與交換式電源供應器之性能比較

項目	線性式電源供應器	交換式電源供應器
效率	低(30%~50%)	高(大於 60%)
尺寸	大	小
重量	重	輕
電路	簡單	較複雜
穩定度	普通	高
漣波	小	大
暫態響應	快	普通
成本	低	普通
電磁干擾	小	大
輸入電壓範圍	範圍較小，不可作直流輸入	範圍較大，可作直流輸入
用途	任何電源系統	任何電源系統
裝配容易度	變壓器很重，無法裝在印刷版上	零件輕巧，均可裝在印刷版上

資料來源：梁適安，〈交換式電源供給器之理論與實務設計〉(台灣：全華圖書股份有限公司)，2008 年，頁 4。

在日趨複雜的電子、電腦系統裝置中，交換式電源供應器扮演了一個舉足輕重的角色。除了應用在電腦設備的電源裝置上，亦可應用於監視器、工具機、電子儀器、音響、通信與飛彈系統等方面。而近幾年來，由於功率半導體、控制電路與被動元件的快速發展，使得交換式電源供應器可大量生產，不僅在可靠度上大為提高，價格上也逐漸下降。

二、交換式電源供應器工作原理

傳統的線性式電源供應器通常都是使用在線性區域工作的電晶體，用它當作可變電阻器，以調節不穩定的輸入電壓。在這種型式的電路中，被動元件必須隨輸出負載的大小而改變電流量，一旦輸入電壓發生變化或是負載突然增加，則被動元件所消耗

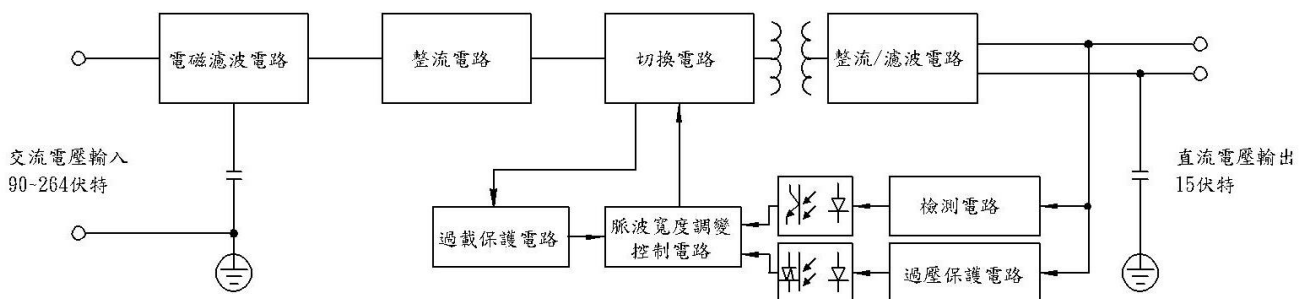
¹³ 梁適安，〈交換式電源供給器之理論與實務設計〉(台灣：全華圖書股份有限公司)，2008 年，頁 3~4。

的功率也隨著增加，最終使整個電路效率降低。而交換式電源供應器其工作頻率皆處於 20kHz 至 200kHz 之間，電路中的功率開關(如電晶體或是金氧半場效電晶體)會工作於飽和區(Saturation)與截止區(Cut Off)之特性區域中，即使輸入電壓範圍變化甚廣，負載變化甚大，仍可獲得極高之效率及穩定性。¹⁴

交換式電源供應器的組成包括輸入整流與濾波電路、高頻直流轉換器、脈波寬度調變(Power Width Modulation, PWM)電路及保護電路(如圖十一)等，若考慮電磁干擾(EMI)，則可在電源輸入端加入線路濾波器(Line Filter)。

在輸入整流與濾波電路中，我們將進來的交流(AC)電壓(110VAC/60Hz 或是 220VAC/50Hz)，輸入至此電路，則可獲得近似直流(DC)高電壓。再經由高頻直流轉換器，將直流電壓切割成接近方波的高頻電壓信號，它所切割之頻率及脈波寬度乃由控制電路與負載之大小來決定。至於此高頻之方波信號，則可經過一高頻變壓器降低至所需的電壓準位，然後再經由輸出的整流濾波網路，就可以獲得直流電壓輸出。而此直流電壓不管輸入電壓有無變化，或是輸出負載有無變動，都必須使輸出保持在穩定之情況，也就是要有很好的穩壓率(Regulation)。因此，可將此輸出回授至脈波寬度調變的邏輯控制電路，以控制脈波寬度，達到穩定之直流電壓輸出。

圖十一 交換式電源供應器方塊圖



資料來源：明緯企業股份有限公司(MEAN WELL)〈PS-35-15 資料表〉，<http://www.mouser.com/ds/2/260/PS-35-SPEC-806279.pdf>，2015 年 5 月 28 日。

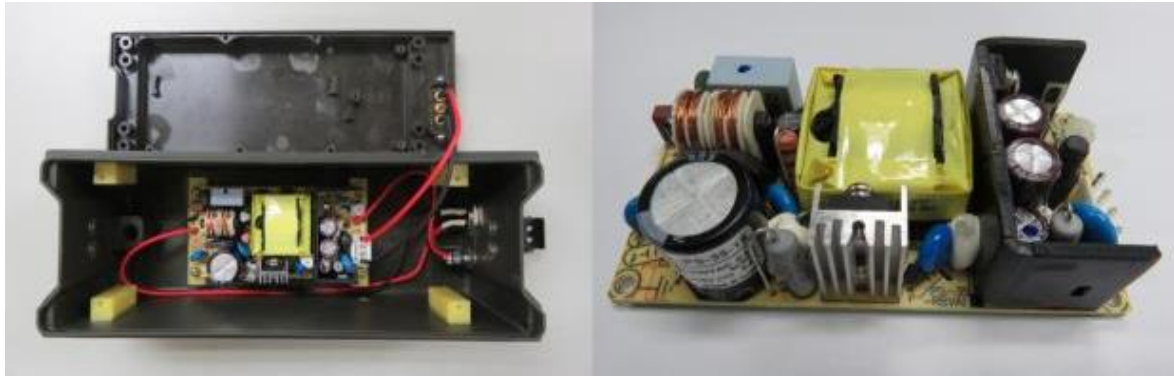
三、研製之市電轉換器-37 系列無線電機市電轉換器

本研究所研製之 37 系列無線電機市電轉換器(如圖十二)是以交換式電源電路為主要的設計核心，由於交換式電源電路的體積小及重量輕，可設置於原 37 系列無線電機之電池盒內，而其電路的轉換效率可達 81%，¹⁵代表能量從交流電轉換成直流電的過程中，僅有少數的能量轉換成熟能散發掉，所以市電轉換器在長時間使用下，也不致於會產生過熱的情況發生。

¹⁴ 同註13，頁3~4。

¹⁵ 明緯企業股份有限公司(MEAN WELL)〈PS-35-15資料表〉，<http://www.mouser.com/ds/2/260/PS-35-SPEC-806279.pdf>，2015年5月28日。

圖十二 37 系列無線電機市電轉換器



資料來源：作者拍攝。

市電轉換器內部具有過電壓、過電流及過溫保護機制，透過保護電路的監控，在持續加溫的狀況下，可在攝氏 60 度以內全功率運作，直至攝氏 65 度保護電路作動，停止整體運作，避免造成通信裝備之損壞。

37 系列市電轉換器輸入交流電壓範圍為 90~264 VAC，屬全電壓式設計，在戰備演練或野戰開設時，亦可使用國軍現有的發電機作為備用電源，足以提供 37 系列無線電機穩定工作電壓，減少因電源不穩定而造成通信裝備損壞的狀況。

表五 市電轉換器電氣性能

輸入	電壓範圍	90~264VAC
	頻率範圍	47~440Hz
輸出	直流電壓	15 VDC
	額定電流	0~2.4A
	功率	36W
保護	過電壓	17.25~20.25 VDC
	過電流	3A
	過溫	攝氏 65 度

資料來源：參考整理自明緯企業股份有限公司(MEAN WELL)〈PS-35-15 資料表〉，<http://www.mouser.com/ds/2/260/PS-35-SPEC-806279.pdf>，2015 年 5 月 28 日。

四、37 系列無線電機市電轉換器電氣性能驗證

為驗證 37 系列無線電機市電轉換器是否符合電力需求，輔以「負載(Load)功率」及「漣波(Ripple)」實驗，驗證市電轉換器的功率可符合 37 系列無線電機之功率需求及交換式電源電路產生之漣波對 37 系列無線電機是否有使用上的影響，藉實際數據驗證其相容性及穩定性。

(一)負載功率實驗

實驗得知，37 系列無線電機(如圖十三)運作時最大消耗功率約為 30 瓦，電氣性能表如表六。而 37 系列無線電機市電轉換器最大輸出功率為 36 瓦，可滿足 37 系列無線電機全模式運作時所需電能。

圖十三 37 系列無線電機(37C 跳頻無線電機)



資料來源：作者拍攝。

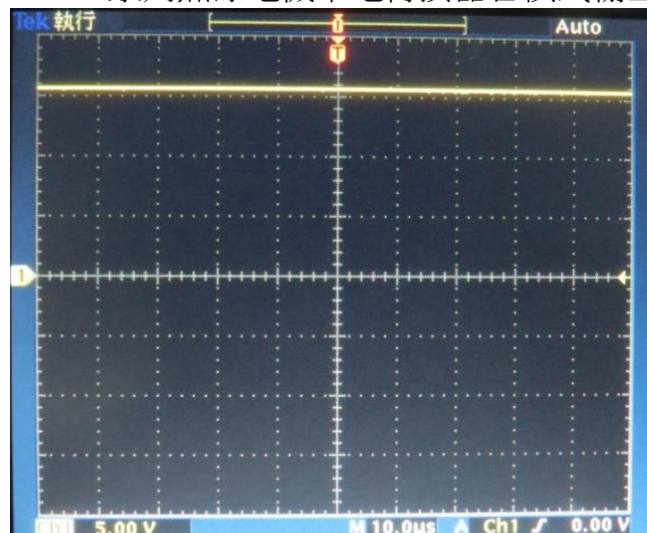
表六 37 系列無線電機(37C 跳頻無線電機)電氣性能

電氣特性		各電氣特性
區分		
輸入電壓範圍		12~15.5VDC
待機功率		2.715W
發話 模式	低功率發射	4.62W
	中功率發射	8.97W
	高功率發射	30W
備考		上表實測功率為平均實驗數據。

資料來源：整理自 1.作者實驗(平均)數據。2.《37 系列 VHF 跳頻無線電機基地及保修手冊(TM11-5820-C32-501)》，國防部軍備局中山科學研究院資訊通信研究所，民國 102 年 1 月，頁 1-4。

為驗證理論數據，實際量測 37 系列無線電機裝置研製之市電轉換器各模式（待機及低、中、高功率發射模式）之輸出電壓如圖十四，電壓均能穩定維持 15V 供應，不受 37 系列無線電機模式改變而影響輸出能力（電壓）；驗證市電轉換器可滿足 37 系列無線電機全模式之功率需求。

圖十四 37 系列無線電機市電轉換器各模式輸出電壓



資料來源：作者拍攝。

(二)漣波實驗

37 系列無線電機市電轉換器採交換式電源電路設計，其輸出電壓有參雜漣波的情形。¹⁶為了解其漣波對整體 37 系列無線電機供電是否有影響，實際量測 37 系列無線電機各模運作下之市電轉換器輸出漣波，所測得的平均漣波電壓如圖十五至圖十七，並將量測所得漣波電壓、漣波因素(Ripple Factor)及電壓調整彙率整理如表七。

圖十五 37 系列無線電機市電轉換器空載輸出漣波電壓圖



資料來源：作者拍攝。

圖十六 37 系列無線電機市電轉換器待機模式輸出漣波電壓圖



資料來源：作者拍攝。

經擷取 37 系列無線電機各發話模式(含市電轉換器空載狀況)整理得知，於高功率發話模式時產生最大漣波峰值，其漣波峰值約 $\pm 2\text{mV}$ ，僅佔 37 系列無線電機市電轉換器輸出電壓(15VDC)之 0.0133%，且輸出電壓均為 37 系列無線電機工作電壓可容許

¹⁶ 同註 13，頁 3。

之範圍為 12~15.5V (作者實驗數據為 11~15.8 VDC)。¹⁷

圖十七 37 系列無線電機市電轉換器高功率模式輸出漣波電壓圖



資料來源：作者拍攝。

表七 37 系列無線電機市電轉換器輸出漣波電壓峰值表

輸出特性 區分	漣波電壓峰值 (mV)	實際輸出電壓峰值範圍 (最大峰值(V)-最小峰值 (V))	漣波因素 r% $(\frac{v_{r(rms)}}{v_{dc}} * 100\%)$	電壓調整率 Vr% $(\frac{v_{NL}-v_{FL}}{v_{FL}} * 100\%)$
空載	±0.4	15.0004-14.9996	0.000019%	0
待機	±0.8	15.0008-14.9992	0.000038%	0
高功	±2	15.002-14.998	0.000094%	0
備考	1.量測不出因 37 系列無線電機模式改變而影響其輸出電壓($v_{NL} - v_{FL} \cong 0$) 2.漣波因素 r%及電壓調整率 Vr%數值越接近 0，表示供壓性能佳。			

資料來源：參考整理自 1.作者實驗(平均)數據。2.〈37 系列 VHF 跳頻無線電機基地及保修手冊 (TM11-5820-C32-501)〉，國防部軍備局中山科學研究院資訊通信研究所，民國 102 年 1 月，頁 1-4。

五、小結

交換式電源電路具有較高安全性、輸出電壓相容性、可靠度、高轉換效率、低發熱及輕便的優勢，且經實驗驗證 37 系列無線電機市電轉換器供電品質良好，且產生之漣波不影響其供電，較傳統線性式更適合運用於本方案，故選定之。

市電轉換器與可充式電池組效益分析

一、37 系列無線電機市電轉換器與可充式電池組分析比較

¹⁷ 《37 系列 VHF 跳頻無線電機基地及保修手冊(TM11-5820-C32-501)》，國防部軍備局中山科學研究院資訊通信研究所，民國 102 年 1 月，頁 1-4。

針對 37 系列無線電機市電轉換器(簡稱「市電轉換器」)與可充式電池組(簡稱「可充式電池組」)實施分析，區分為採購成本、壽期時限、後續維修性、存管複雜性、輕便性、安全性、及機動性等面向，製作分析表如表，⁸並分析如後：

(一)採購成本

就 2 年壽期採購成本而言，每臺 37 系列無線電機配賦 2 組可充式電池組，其每組採購成本換算約為新臺幣 5,557 元(168.15 美元，以 2016 年 2 月 1 日現金匯率 33.05 元換算)配賦兩組約需新臺幣 11,114 元。而使用 37 系列無線電機市電轉換器每組約新臺幣 2,803 元(2015 年採購單價)，兩者採購成本差異新臺幣 8,311 餘元。

(二)壽限

可充式電池組之電池芯理論上可充放 1,000 次，惟考量單顆電池芯良率不一性、充放電模式(使用習慣)、電池存管環境及自放電特性等因素，在部隊一般使用下，實際電池組壽命平均約 2 年。而市電轉換器雖仍屬電子類耗材，惟其具低放熱特性，零件耗損較慢，另於過載、高溫或短路時有自我保護功能，不易受電壓不穩等因素影響，並提供 2 年保固(依民國 105 年採購經驗)，整體壽期大於 2 年。換言之，市電轉換器平均整體壽期較長且穩定性高。

(三)維修性

可充式電池組組成之電池芯一旦耗損，囿於其物理特性，除更換外別無他途。市電轉換器電子零件易維修且有固定商源，具有維修便利性及持續性。

(四)存管複雜性

可充式電池組因電池特性易受溫、溼度影響，且保存環境建議於-20~25℃；市電轉換器存管方式與一般電器相同，避免受潮、陽光直射及須存於室溫(避免高溫環境)，相較容易存管。

(五)安全性

可充式電池組於正常使用下仍屬安定，惟怕碰撞(導致短路)、潮濕(蓄電力降低或產生可燃氣體)、電解液流出等因素，導致裝備損壞；市電轉換器設置保護電路，可降低因過電壓、過電流及過溫的影響而造成通信裝備更嚴重的損壞，相對安全。

(六)機動性

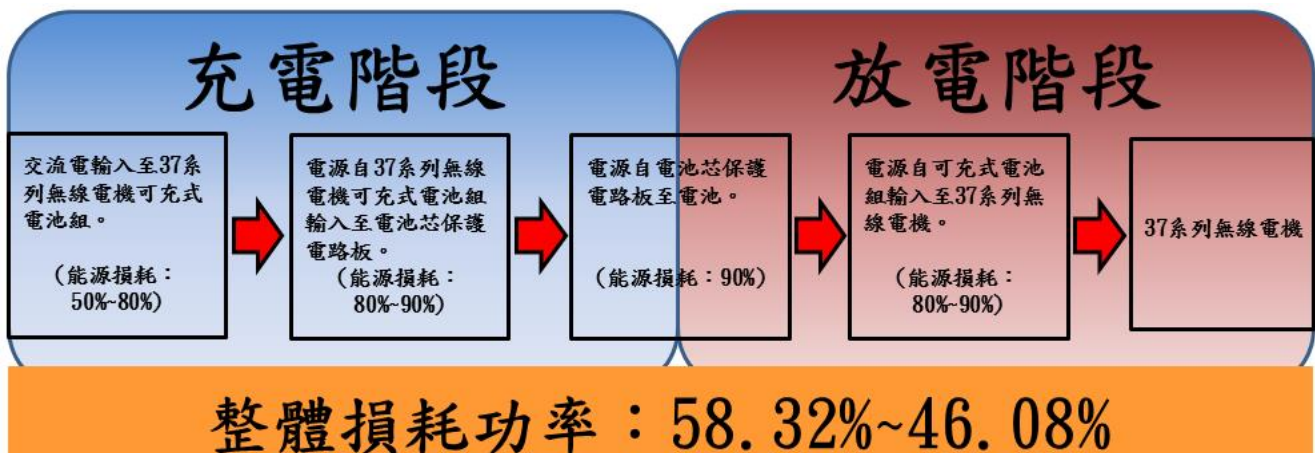
可充式電池組重量約 1,461 克，便於運動(機動)中使用；市電轉換器重量約 787 克，以市電(或發電機)交流電轉換為直流電，提供 37 系列無線電機運作，適合定點方式使用，較不適運動(機動)中使用。

(七)能源轉換率

1. 37 系列無線電機可充式電池組：一次使用週期需經電池芯充(放)電 1 次，其

中充電時能量耗損經過變壓器轉換（交換式電源電路）耗損約 80%、¹⁸保護電路耗損約 80%~90%（安全電路設計以工作電壓箝制充放電加以保護裝備，參照圖七數據換算，據以評估）、充（放）電電池化學反應耗損約 90%¹⁹、保護電路耗損，整體損耗功率約 58.32%~44.08%（實際能源應用率未達 60%），能源轉換（耗損）示意圖如圖十八。

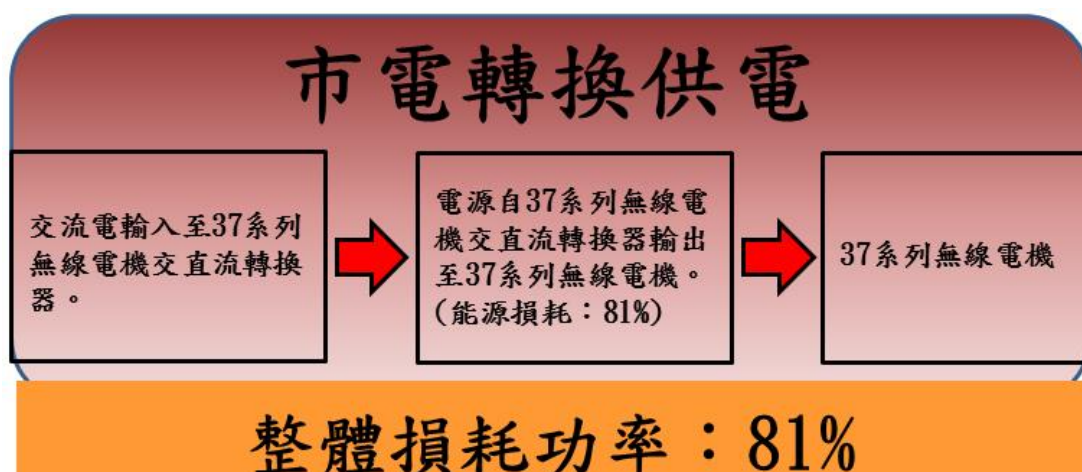
圖十八 可充式電池組能源轉換(耗損)示意圖



資料來源：作者繪製。

2.37 系列無線電機市電轉換器：採交換式電源電路，採全電壓式的設計(電壓適用範圍 90~264VAC；頻率範圍 47~440Hz)，其電路的轉換效率可達 81%，能源轉換(耗損)示意圖如圖十九。

圖十九 市電轉換器能源轉換(耗損)示意圖



資料來源：作者繪製。

¹⁸ 同註 13，頁 3。

¹⁹ 胡仕儀，〈鋰電池效能決定電動車普及速度〉，http://www.pida.org.tw/optplink/optolink_pdf/100099503.pdf，2016 年 2 月 17 日。

表八 市電轉換器與可充式電池組效益分析表

區分		供電設備	可充式電池組	市電轉換器
採購成本	配賦數		2(組)	1(組)
	單價(新臺幣)		5,557	2,803
	總價(新臺幣)/每台 37 系列無線電機		11,114	2,803
	差異		約 8,312	
壽期時限			<2 年 (以充放 1000 次及耗損推估)	>2 年
維修性			僅能更換電池芯(耗材)	零件易於維修/更換
存管複雜性			高	低
輕便性(重量)			較重(1461g)	輕(787g)
穩定度(使用習慣影響)			使用不當易耗損電池效能	不易受使用習慣影響
安全性			易肇生危安	相對安全
機動性			高(交替充放電)	低(定點電源)
能源轉換率			低於 60%	81%
附註：黃底表示較優選項。				

資料來源：作者繪製。

二、節能效益分析

針對 37 系列無線電機單機配賦之「37 系列無線電機可充式電池組」及研製「37 系列無線電機市電轉換器」實施評估，評估方式以 2 年壽期及定點使用為基準點，並以整體節能及壽期效益兩大面向分析如後：

經測試 37 系列無線電機待機功率換算 2.715W(實驗測試平均值)，2 年用電量約 47.567 度，計算方式如表九。

表九 37 系列無線電機待機用電量

工作電壓(V)	待機功率(W)	2 年用電量(W·h)	換算為度(kW·h)
13	2.715	47,567	47.567

資料來源：作者繪製。

用電度數為 47.567 度計算，依評估之能源轉換率(以 37 系列無線電機可充式電池組電源轉換率 58.32%、37 系列無線電機市電轉換器之轉換率為 81%)推估耗能，發現使用 37 系列無線電機市電轉換器能節約概約 61 度(如表十)。換言之，使用 37 系列無線電機可充式電池組 2 年的用電量，可供 37 系列無線電機市電轉換器使用近 2 年 9 個月，節電效果顯而易見。

表十 節能效益統計表

區分 \ 用電量	用電度數(kW·h)
評估 2 年耗能(kW·h)	47.567
37 系列無線電機可充式電池組 評估耗能(以 58.32%轉換率換算)	81.56
37 系列無線電機市電轉換器 評估耗能(以 81%轉換率換算)	58.72
耗能差異	22.84

資料來源：作者繪製。

結論

新世代 37 系列無線電機具機動性、通信保密及無線電通信(資)能力。惟就後勤補保之角度而言，現階段的商規電池技術尚未能成熟及完善，實際使用上較不符效益成本。

「37 系列無線電機市電轉換器」之研改補足戰備及訓練所需，除能達到經濟及降低部隊保修需求外，更兼具安全性。另適當將兩者搭配使用，循兩者特性及優點，於固定式站臺(訓練)採用 37 系列無線電機市電轉換器，需機動(演訓)時，則採用 37 系列無線電機可充式電池組。可減少 37 系列無線電機可充式電池組之耗損，且兼具節能及方便性之優點。

未來規劃 37 系列市電轉換器結合蓄電功能(可延長電池使用時間)之組件，兼具機動及戰備訓練之效能，對未來機動戰術及戰鬥提供完善無線電通信後勤支援能量，厚實國防通資能量。

參考文獻

- 一、李文雄，〈E世代的能源-鋰電池〉《科學發展》，362期，2003年2月。
- 二、楊模樺，〈鋰電池材料技術發展〉《工業材料雜誌》，237期，2006年9月。
- 三、楊紹經，〈二次鋰電池檢測技術研究〉《標準與檢驗雜誌》，78期，2005年6月。
- 四、蔡嘉軒，〈鋰電池及電池模組安全測試簡介〉《工業材料雜誌》，236期，2006年8月。
- 五、鍾崇桑、柯捷男，〈可怕的鉛污染〉《科學發展》，357期，2002年9月。
- 六、宋自恆、林慶仁，〈剖析切換式電源供應器的原理及常用元件規格〉，<http://www.earth.sinica.edu.tw/~crlin/swpower.PDF>，2002年7月。
- 七、梁展銘、陳廷昱、馮欣怡，〈適用於3C產品之交換式電源供應器之設計〉，<http://www.fcu.edu.tw/wSite/publicfile/Attachment/f1254447343347.pdf>，2008年6月。

- 八、洪德憲，〈電池特性檢測〉，[http://www.sanlien.com/ad/san_tech.nsf/foundationview/BF912D67B4CEFC1F482572DC001066C3/\\$FILE/63-25-29.pdf](http://www.sanlien.com/ad/san_tech.nsf/foundationview/BF912D67B4CEFC1F482572DC001066C3/$FILE/63-25-29.pdf)。
- 九、陳聖副、陳治臻、胡建全、華夏，〈自動化機具之鋰電池串並聯平衡技術應用〉，<http://www.tairoa.org.tw/school/PDF/2010/07.pdf>，2016年1月30日。
- 十、林琦桓，〈德國廢電子電機設備法案解析〉，<http://www.teema.org.tw/publish/moreinfo.asp?autono=2454>，2007年4月25日。
- 十一、譚小金，〈電池正極材料產品技術趨勢〉，<http://www.itis.org.tw/rptDetailFree.screen?rptidno=572D159B8491671748257220002E0EC3>，2007年5月2日。
- 十二、譚小金，〈鋰電池技術發展趨勢〉，<http://www.itri.org.tw/chi/services/ieknnews/2004121301342300000005-DD96-0.doc>，2007年5月2日。
- 十三、台灣湯淺電池股份有限公司，〈鉛酸電池構造及充放電特性〉，<http://www.yuasa.com.tw/px-x.htm>，2007年5月2日。
- 十四、統一工業股份有限公司，〈鉛酸電池構造及充放電特性〉，http://www.zyibattery.com/valveRegulated_c.htm，2007年5月2日。
- 十五、金山電池股份有限公司，〈鎳氫電池構造及充放電特性〉，<http://www.gpbatteries.com.hk>，2007年5月2日。
- 十六、思多科技有限公司，〈鋰電池構造及充放電特性〉，<http://battery.siduo.com.tw/product-c.php>，2007年5月2日。
- 十七、J.Hajek，〈FrenchPatent〉，1949,8,101949。
- 十八、Welcometomypageaboutbatteries, chargersandflashlights, <http://lygte-info.dk/>。

作者簡介

鄭鴻鋈備役中校，中正理工85年班電子科、國管指參97年班、國管戰略103年班，曾任所長、主任、科長、副廠長、作戰發展室副主任，現已退伍。

李蒼昱少校，國防大學理工學院資訊工程所碩士、陸軍通信電子資訊訓練中心通資電正規班，曾任資網官、通補官、隊長、排長，現任陸軍通信電子器材基地勤務廠儲備庫分庫長。

陳森翔士官長，聯合技術學院電子工程系、陸軍通信電子資訊學校士官高班第28期、陸軍專科學校士官長正規班第40期，曾任無線電修護士、通資電領導士、通材保養士，現任陸軍通信電子器材基地勤務廠翻修工場綜合修護所組長。

余家興中士，陸軍專科學校電子工程科，健行科技大學電子工程系，現任陸軍通信電子器材基地勤務廠翻修工場無線電修護士。