

從手機用材料窺視稀土對我國產業的影響與因應

台灣亞太產業分析專業協進會 99 年認證產業分析師 張致吉

一、前言

正當中美貿易關稅摩擦越演越烈之際，稀土元素不僅在眾多關稅中抗漲之外，還被報出中國禁令稀土元素的出口是這場抗美貿易摩擦之中一張最具殺傷力的王牌，一時之間，探討稀土元素重要性的議題又重新被關切。然而，在 AI、5G 等先進科技的發展中，稀土元素一直都是背後的關鍵助手，本文除了詮釋稀土元素的定義範圍外，也從當今全球需求量最大的終端產品—智慧手機進行拆解，探討稀土元素應用在手機的份量，其存在的價值以及衍生對我國產業供應鏈的影響。

二、概述稀土元素的定義與應用方向

稀土不是土，是銩、釷以及鑷系元素等 17 種化學元素的總稱。這些元素經常形成伴生礦床，化學性質相似，因此一般也把稀土理解為稀有金屬礦。正統談稀土元素指的是化學元素週期表第Ⅲ族副族元素銩、釷和鑷系元素共 17 種化學元素的合稱。銩和釷因為經常與鑷系元素在礦床中共生，且具有相似的化學性質，故被認為是稀土元素。其中根據稀土元素原子電子層結構和物理化學性質，以及它們在礦物中共生情況和不同的離子半徑可產生不同性質的特徵，通常又可將十七種稀土元素分為**輕稀土**與**重稀土**二組。**輕稀土**(LREE)指的是：鑷(La)、鈾(Ce)、鐳(Pr)、釷(Nd)、鉕(Pm)、釷(Sm)、鎔(Eu)、釷(Gd)；**重稀土**(HREE)包含：鈾(Tb)、鐳(Dy)、釷(Ho)、鉕(Er)、鎔(Tm)、釷(Yb)、鑷(Lu)、銩(Sc)、釷(Y)。

稀土在高科技產品中是不可或缺的原料，可廣泛應用於製造業催化材料、永磁材料、螢光材料、儲氫材料、精密陶瓷等材料，是生產電動汽車、風力發電機、LED、手機、電腦等重要甚至是關鍵元素。作為不可再生的稀土元素被大多數國家列為是一種稀缺性戰略資源，並且有“工業維生素”，“新材料之母”，之稱，廣泛應用於尖端科技領域和軍工領域。

三、 稀土在智慧型手機裡所扮演的角色

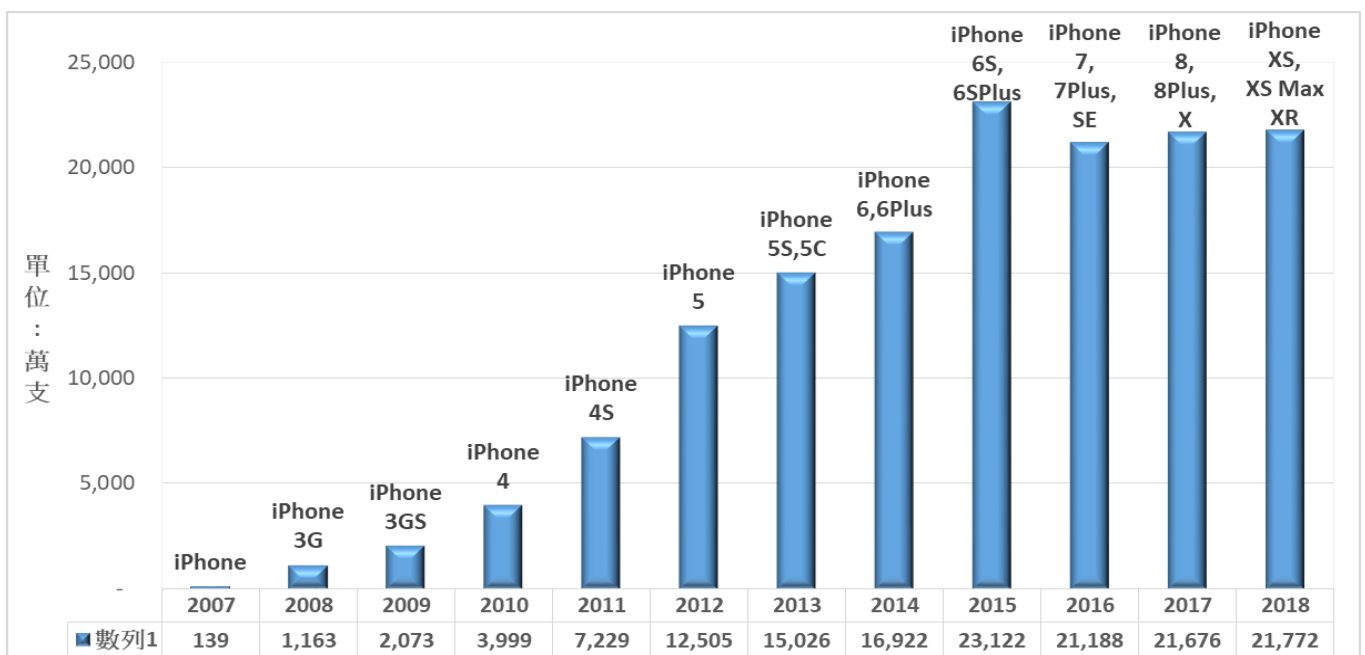
以蘋果手機為例，一支手機的機構（如圖一所示）大致可分為：面板（顯示模組）、鏡頭、電池、揚聲器、電子電路（電路板處理器）與馬達。其中顯示器模組包含玻璃基板等所含的稀土元素最多，總計有：釷(Y)、鐳(La)、鈾(Ce)、鐳(Pr)、鎔(Eu)、釷(Gd)、錒(Tb)與鐳(Dy)等，照相機模包括鏡頭所含的稀土有：鐳(La)、鈾(Ce)、鐳(Pr)，充電用主要以鋰電池為主，其所含的稀土元素主要有：鐳(La)與鐳(Pr)，底部揚聲器所含的稀土有：錒(Tb)、鐳(Pr)、釷(Nd)與鐳(Dy)等，而稀土在線性馬達（Taptic Engine）中含有錒(Tb)與釷(Nd)，在複雜的線路板中包括邏輯運算或處理器等積體電路所含的稀土元素包括：鐳(La)、鐳(Pr)、釷(Nd)、釷(Gd)與鐳(Dy)等，這還不包括被動元件所含稀土的計算。而用在製造被動元件原料的精密陶瓷粉末裡的稀土添加物則有：釷(Y)、鐳(La)、鈾(Ce)、鐳(Pr)、釷(Nd)，其中以釷占比重最多約有 53%，但除此之外，根據訪廠業界表示還有鐳(Dy)，為了在有限空間內滿足各種電器規格，被動元件在配方製程中所添加上述之外的稀土元素種類非常多樣。



資料來源：工研院產科國際所，2019/10

圖一 iPhone X 手機硬體結構中稀土的角色

再單從蘋果手機的銷售統計，更可以感受到手機對於稀土元素需求之殷切：自從 2007 年蘋果發布 iPhone 開始，至 2018 年的 11 年時間裡，共推出了 21 款手機，其歷年來官方公布的具體銷量如圖二所整理。彙整後，總計 11 年來 iPhone 全球銷量約達 14.7 億支，2015 年是 iPhone 上市以來銷售量的最高峰，2016 年的 iPhone7 的銷售量雖然下跌，但之後連續三年的銷售量皆超過 2.1 億支，且三年的年增率仍然維持正值。另根據 Gartner 的統計，2018 年全球智慧型手機的銷售量約 15.6 億支，姑且不論是否每家供應商所提供之機種硬體規格是否完全相同，但是從所設計的硬體結構類似來觀察，每支手機對於稀土元素的需求比重絕對不可忽視。

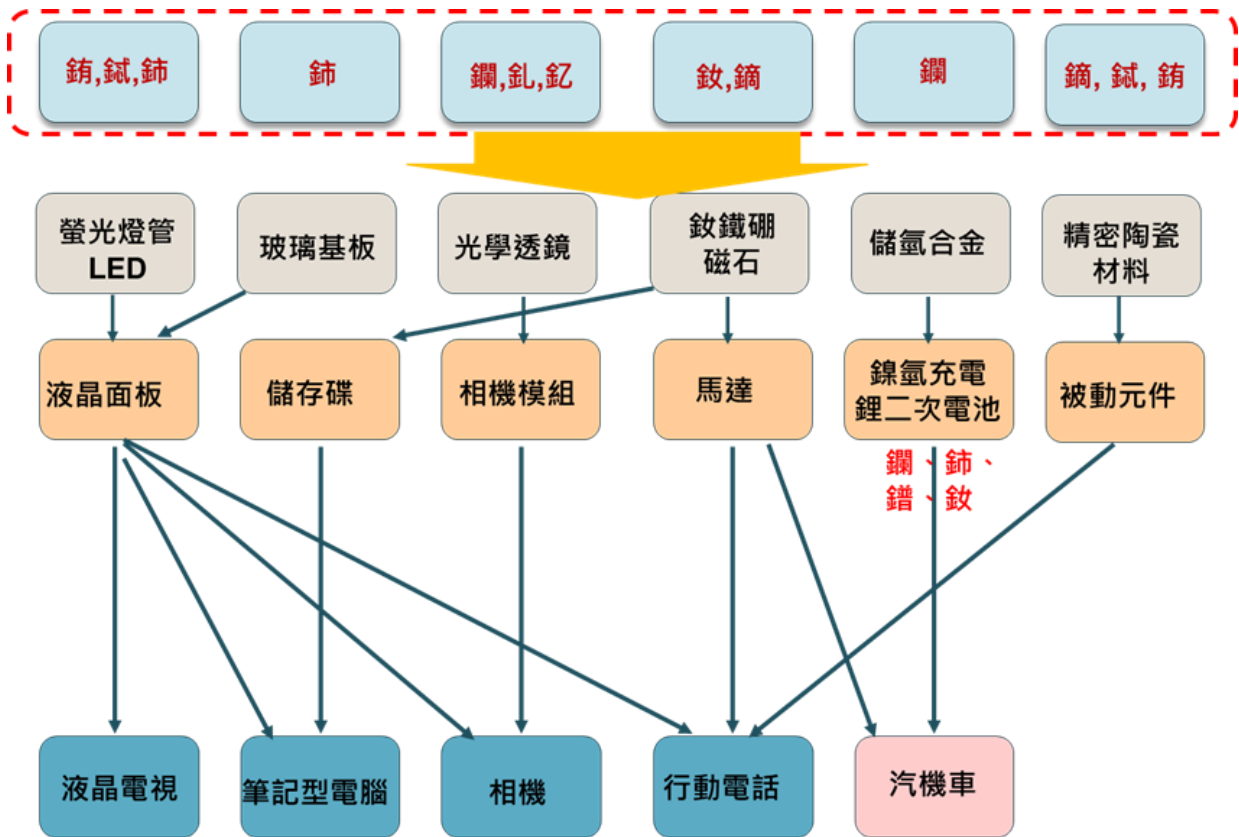


資料來源：工研院產科國際所整理，2019/10（原文 <https://kknews.cc/zh-tw/tech/ag8m8nx.html>）

圖二 蘋果手機歷年銷售量

四、稀土材料與台灣產業的連結

盤點台灣的下游重點產業包括馬達與工具機、資通訊產品設計與組裝（如圖三所整理），從稀土原料應用到 4C 終端產品供應鏈中可以清楚知道各產業對於稀土的十五項元素需求至少有八項：分別是銻、錒、銻、釷、釷、釷、釷以及釷。其中銻、錒、銻應用在 LED 與是應用在玻璃基板製造是液晶面板不可或缺的元素；釷、釷、釷應用在光學透鏡的製作，是相機模組的靈魂之窗；釷鐵硼磁石以及釷是製造光碟機與馬達的關鍵元素；其他如釷主要應用在鋰二次電池與鎳氫充電電池，銻、錒、釷是生產被動元件中積層陶瓷電容(MLCC)的必要元素。



資料來源：工研院產科國際整理 2019/05

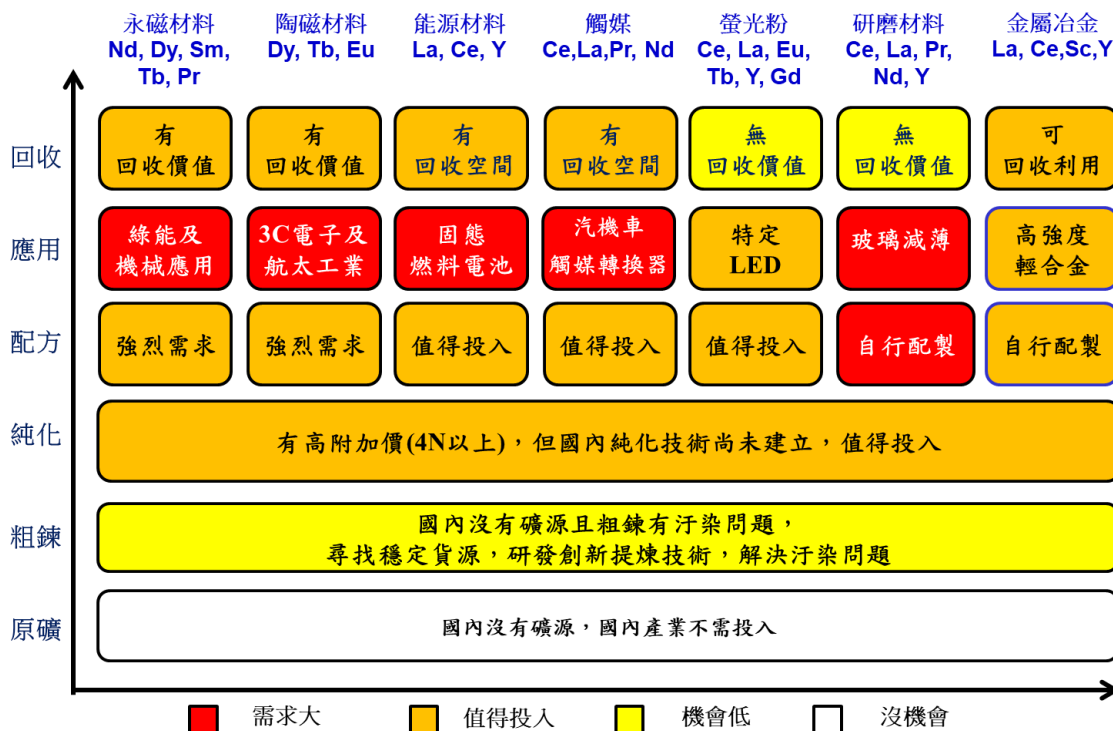
圖三 稀土元素應用到 4C 終端產品供應鏈圖

長久以來，我國 3C 電子產業不論於設計或生產在全球市場地位中向來是舉足輕重的，尤其是邁向 4C（電動汽機車領域）後，根據了解：電動車中電池、馬達以及電控系統為電動車之「三電」系統，也是決定電動車性能的關鍵要素。除了充電電池外，由於電動車馬達及發電機，需要 釷、鎳、鎳及鈹等稀土元素，而中國大陸約掌握全球 80% 稀土的生產，同時因為生產稀土受到中國環保規定影響，以及來自 Toyota 汽車製造商亦估計 2025 年也將出現馬達用稀土（釷）供給不足情形，預料馬達的需求將會因此而再度躍升。

五、目前我國產業對稀土材料掌握概況

總體而言，稀土礦品開採出土後還要經過分離與純化提煉的步驟，才能篩選出初階稀土元素。稀土礦品需透過水洗方式篩選得出，由於稀土元素大多呈共生態，須利用強酸溶解原礦，逐步分離出不同元素；接著進行金屬合金和氧化物的提煉與製造，各供應商還可依客戶需求把礦石中的元素添加上其他不同的元素，生產出各種不同純度規格和成分。根據各方面報導：現階段，上游最關鍵的分離和純化等稀土製程，多數產能都掌握在中國手中。「分離技術在中國手上，至於純化，中國也有八成，也難怪中國可以拿稀土當武器！」

我國各項產業發展與稀土元素相關者包括：磁性材料、陶瓷材料、能源材料、觸媒、螢光材料、研磨材料以及金屬冶金等七大方向。但是誠如圖四所整理，這些產業的源頭是零，產業技術只能從配方開始投入，原因無他，一方面我們沒有稀土礦源，雖然早期在南台灣有些許礦源的存在，但因不具經濟規模與開採價值遂而停滯，另一方面也因沒有上述的基礎故而無法培養相關產業技術。因此，只能因應產業下游需求從金屬合金的配方和氧化物的提煉與製造切入。



資料來源：工研院產科國際整理 2016/05

圖四 我國稀土元素應用產業結構圖

六、結論

隨著 5G 的來臨，結合 AI 與 IoT 的應用與發展逐漸顯現，稀土元素在在都離不開上述的材料產業範疇，正如大家對稀土元素的評價：作為不可再生的稀缺性戰略資源，它有“工業維生素”與“新材料之母”之稱，廣泛應用於尖端科技領域和軍工領域。面對新應用世代的來臨，本研究建議建立我國稀土產業基礎，短期可先以配合工業升級讓材料產業高質化為要務，中期目標在於發展新項目，並以舊技術發展新應用，長期的主要目標在於發展新項目，以新技術發展新應用。篩選可從市場規模、成長趨勢、稀土需求比例(關鍵程度)與稀土純度(品質)、技術門檻(例如配方、專利或其他項目)、市場機制(是否有何障礙或競爭對手強弱以及政策友善度等)方向，最後還顧及法規要求的迫切性或是世界先進國家的法規訂定的條款與約束趨勢等，視為當務之急。

(本文作者為工研院產科國際所執行產業技術基磐研究與知識服務計畫產業分析師)

原文出處：ITIS 智網 <http://www.itis.org.tw/>