



技術帶動成長

許LED產業一個未來

走過2001年進入手機市場的第一波高度成長，
隨後2005年起在缺乏新市場帶動，
舊市場成長遲滯影響下，陷入低度成長態勢，
又在2008年初全球能源價格高漲，
LED成為明星產業的市場樂觀情境下，
受到全球經融海嘯影響，
市場需求瞬間冷凍，
歷經一波波的起伏後，
2009年的LED產業，將走向何方？

文工研院產業經濟與趨勢研究中心 (IEK) 林志勳 黃孟嬌

攝影 蔡鴻謀

LED 市場的發展，
與市場基礎大
小有絕對關連。2001年LED進入
手機市場，使得整體市場呈現
出第一波高度成長，特別是高
亮度LED市場在2001至2004年間
實現了高達46%的年成長率。
但在2004年以後，隨著彩色螢
幕手機的比例超過了80%，顯
示器背光改用白光LED的速度
減緩，再加上台灣和韓國廠商
還推出鍵盤用低價格LED，使
LED價格出現顯著下滑。在缺
乏新市場帶動，舊有市場基礎
成長遲滯影響下，2005年後全
球LED市場陷入低度成長態勢。

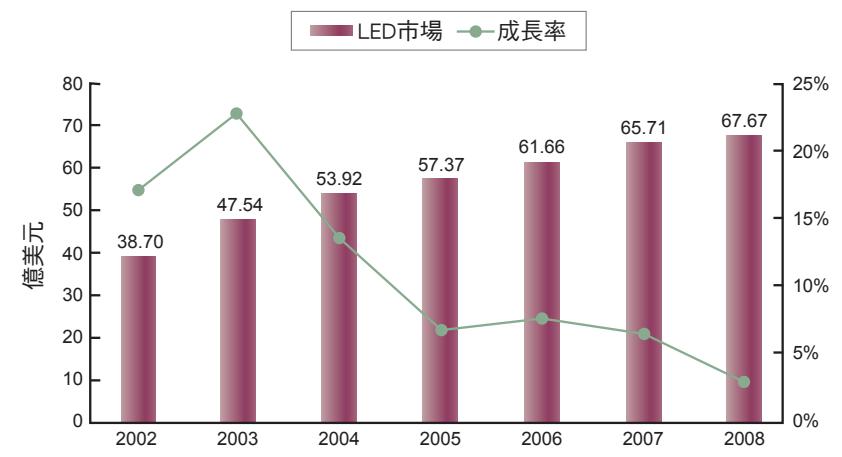
2008年初全球能源價格高漲，具有節能優勢LED成為大眾所看好的明星產業，陸續有新廠商跨足LED產業。廠商看好LED在照明市場與液晶顯示器背光源市場滲透率成長，持續擴產。在市場一片樂觀情境下，2008年第三季起卻受到全球經融海嘯影響，市場需求瞬間冷凍，除了照明等新興市場滲透率不如預期樂觀外，聖誕燈串、小尺寸顯示器背光源等既有市場也因消費者購買能力下滑，呈現出衰退現象。所幸上半年市場成長，抵銷部分下半年市場衰退負面影響，2008年全球LED市場較2007年微幅成長3%，達67.67億美元（圖一）。

高亮度LED仍是主流

就個別產品項分析，高亮度LED仍然是主要產品型態。四元化合物及GaN系化合物所製成高亮度LED，在亮度、發光效率等產品特性持續增長，使其應用領域持續擴張，特別在中大尺寸LCD顯示器背光源市場，在NB及LCD-TV開始導入LED背光模組帶動下，抵銷金融風暴對市場需求減緩的衝擊，市場規模仍維持5%成長，市場占有率成長至72%。

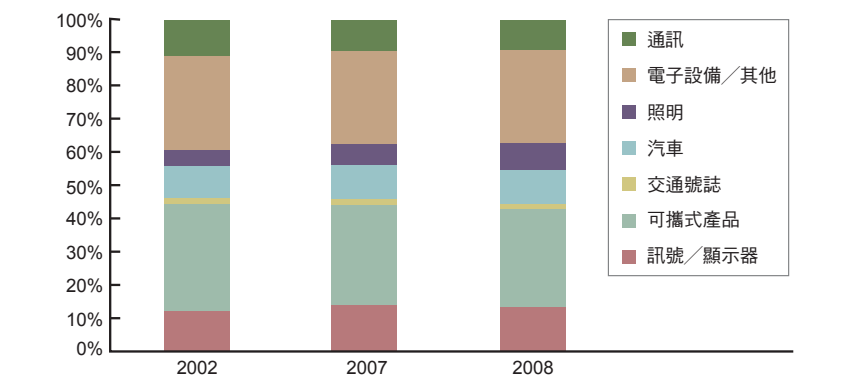
過去數年來一般亮度LED，由於其單價低、產品可靠度高，在玩具、裝飾燈串等部分不需要高亮度應用領域，仍具有相當優勢，產品單價也相當穩定。但受到全球金

圖一 全球LED市場趨勢



資料來源/Strategies Unlimited:工研院IEK (2009/02)

圖二 2006—2008年全球LED應用市場分佈



資料來源/Strategies Unlimited:工研院IEK (2009/02)

融海嘯影響，消費者對於此類產品需求減少，產品單價也呈現出下滑現象，使得一般亮度LED市場規模較2007年衰退6%，市場占有率較2007年衰退1%，僅達15%。

受到手機市場衰退的影響，以及在光學滑鼠市場有雷射二極體互補產品推出，不可見光（紅外光）LED市場較2007年衰退3%，市占率下滑至13%。

就產品單價分析，LED價格呈

現出長期向下趨勢。原因有三，首先，LED需要拉近與白熾燈、CCFL（冷陰極管）等競爭光源價格落差，以擴大應用市場及市場滲透率，因此產品價格勢必向下修正。再則近年來台灣、中國、南韓等亞洲新興國家進入LED市場發展，導致市場供給大增，產品價格在過度競爭下持續下跌。就內在環境分析，藉由生產技術提升與製程設備改良，LED每流明

成本持續下降，也引導LED價格持續下滑。

可攜式產品市場止跌回穩

就應用市場分析，LED應用領域相當廣泛，舉凡電子產品、家電產品、汽車、交通號誌、看板等需要點光源或面光源場合，都是LED應用市場（圖二）。早期LED由於發光亮度低，主要應用於家電、電子產品或玩具等點光源應用領域，但自2000年後，隨著高亮度LED產品亮度與效率增進，可攜式產品（如手機、PDA、數位相機等）大量使用作為產品螢幕或按鍵光源，配合可攜式產品市場成長，使得可攜式產品成為LED最大應用市場，其中又以手機市場規模最大。

2007年在中國奧運商機及經濟成長帶動下，LED看板市場呈現出歷年罕見的高度成長。進入2008年後，由於相關奧運場館已

手機每單位平均使用成本呈現出逐年下滑趨勢，由2004年3.05美元，下滑至2008年1.25美元。市場飽和與單位使用成本下降，使得手機用LED市場萎縮，連帶使得可攜式產品用LED市場規模呈現出逐年下滑趨勢。

所幸2008年LED開始普遍應用在NB背光源中，由於平均單位使用量達40顆左右，產品單價也高，廠商積極佈局，使得NB背光源市場快速成長，抵銷手機市場衰退負面影響，使得可攜式產品市場占有率止跌回穩。

技術成長支持產業發展

就應用角度分析，儘管LED發光效率已遠超過白熾燈與鹵素燈泡，甚至超越大部分的螢光燈源，但為了擴張LED應用領域，降低LED生產成本，LED亮度與發光效率提升仍是近年來LED技術發展重心。

為擴張LED應用領域，降低生產成本，亮度與發光效率提升是當前LED技術發展重心。

經建設完成，加上景氣下滑，企業廣告支出大幅縮減，使得LED看板市場占有率也呈現下滑現象。

類似的狀況也發生在可攜式產品用LED市場，LED在手機光源市場飽和度逐漸升高，再加上LED產品價格下滑，使得LED於

2009年初日本日亞化學（Nichia）發表之白光LED，在20mA電流下，其發光效率可達249lm/W，為目前業界之最。高功率白光LED（350mA）發光效率，則以2008年底美國大廠Cree發表161lm/W產品為業界之最。



可攜式產品已經成為LED的最大應用市場，其中又以手機市場的規模最大。

LED發光效率除了影響光通量輸出及耗能外，「熱」也是另外一個重要關鍵。以目前普遍商品化LED發光效率分析，1W高功率LED發光效率約在70lm/W左右，其中有77%能量以熱的型態表現出來，僅有23%能量以光的型態表現出來，當輸入功率愈高，產生的熱愈多，因此需要更多的散熱元件，導致LED成本提高、可靠度降低，若能提高LED發光效率，LED散熱問題自然可以解決。

提升LED發光效率，也就是提升LED元件外部可量測到光子數除以外部注入LED電子數間的比例。而影響發光效率的主要因素，有內部量子效率（Internal Quantum Efficiency）與取光效率（Light Extraction Efficiency）提升。

內部量子效率，表示每秒從LED發光層發射出光子數，除以每秒從外部注入電子數。簡單說，就是LED元件本身電光轉換效率，主要與元件本身特性如元件材料能帶、缺陷、雜質及元件磊晶組成及結構等相關。

取光效率是指LED內部產生光子，在經過元件本身吸收、折射、反射後，實際在元件外部可量測到光子數目。影響LED取光效率的因素則包括LED電特性、LED晶粒取光效率與LED封裝效率。目前LED受限於材料吸收及電流分佈不均以及臨界面損失等因素，以致於發光層所發出光量，僅有少部分真正能從LED向外發出，此部份仍有很大技術瓶頸待克服。

度過景氣寒冬的新需求

2008年LED市場遇到的問題，預期2009年仍將持續。不過，在景氣寒冬中，仍有幾個帶給LED產業成長的新希望。

1.新興市場減緩負面衝擊

由於LED在照明市場、LCD背光源市場飽和度相當低，且LED所具有節能、多色彩、壽命長等特性，有利於創造出產品新賣點，這將使得系統廠商更積極使用LED，以吸引消費者目光進而消費。在這類新興市場帶動下，將降低全球經濟衰退的負面衝擊，估計2009年全球LED市場達67億美元，較2008年微幅衰退1%。

2.政府投資，帶動市場需求

為了挽救全球經濟景氣，各國政府持續擴大公共建設投資，期望帶動經濟成長。在各類公共建設投資中，包括路燈、城市景觀照明、公共建築室內外照明等，均是

各國政府投資的重點，例如美國LED City計畫、美國國防部於五角大廈安裝LED照明等，將成為帶領LED產業度過景氣寒冬的重要關鍵之一。

在眾多公共工程市場中，目前以LED路燈為發展重點，主要原因包括：LED路燈價格大幅下滑，使得LED路燈設置投資回收期縮短；路燈為戶外照明，民眾可以實際感受到LED路燈的效果；LED路燈技術發展相對較成熟，因此成為各國政府推動LED照明時主要推動項目。

3.照明市場將持續成長

近期能源價格下跌，使得LED、太陽能等節能或替代能源需求減緩，但在能源有限、需求無窮的前提下，未來這類能源產業的前景仍相當看好。

對於LED產業而言，照明市場是最大潛力市場，且隨著LED發光效率提升，以及政府補助或獎勵政策，有愈來愈多的應用場域使用LED替代傳統光源。預期未來LED在照明市場發展，將以「由公而私、先商後民、由小而大、由點而面」的軌跡前進。預測2009年照明用LED市場將達6.3億美元，較2008年成長35%。

4.標準逐漸形成，加速市場應用

LED應用領域不斷擴張，以及LED光源的結構、發光原理和發光特性與傳統光源不同，LED標準制訂逐漸為市場所重視，各國



照明市場是LED未來最大潛力市場，愈來愈多的應用場域使用LED取代傳統光源。

政府與產業協會積極投入此領域發展，其中以美國發展最為快速。

美國能源部（DOE）於2007年9月發佈「能源之星」（Energy Star）固態照明標準，根據規範將燈具發光效率分為兩階段，第一階段最高光效需達到351lm/W；第二階段則必須達到701lm/W水準，其照明燈具泛指住商用一般照明燈具，如廚房櫥櫃燈、檯燈、嵌燈、戶外步道燈、戶外洗牆燈等。另外，DOE預計於2009年7月通過LED產品標準「Energy Star Criteria for integral LED lamps」，針對使用LED為光源的燈具做更明確規範，也針對LED置換市場，明確規範LED效率必須等於或高於25W白熾燈等。因此，隨著LED照明標準日趨完整之下，廠商逐漸有依循的標準，將加速LED進入照明市場。