

應用說明
AN022

6" 嵌燈

2010.05.05



1. 概述

Future Lighting Solutions 運用 LUXEON® Rebel LED 所具備的優點，開發出 LED 嵌燈系統，成為一套完備的解決方案，適用於主要照明市場範疇，例如室內照明。

6" 嵌燈的設計包括一個燈具，其中內建光學、散熱和電源解決方案，以及可連接到不同驅動器 (可展示不同的電源解決方案) 的光引擎。

本應用說明中所述的所有解決方案皆可由 Future Lighting Solutions 取得，以針對原型製作或量產進行系統建置。

同時，我們也將包含照明裝置在內的展示套組組合起來，以供示範此一設計的功能，並證明它能夠滿足市場的需求。這些套組可供呈現此設計之用。圖 1 所示為裝有燈具、光引擎及電源解決方案的套組。

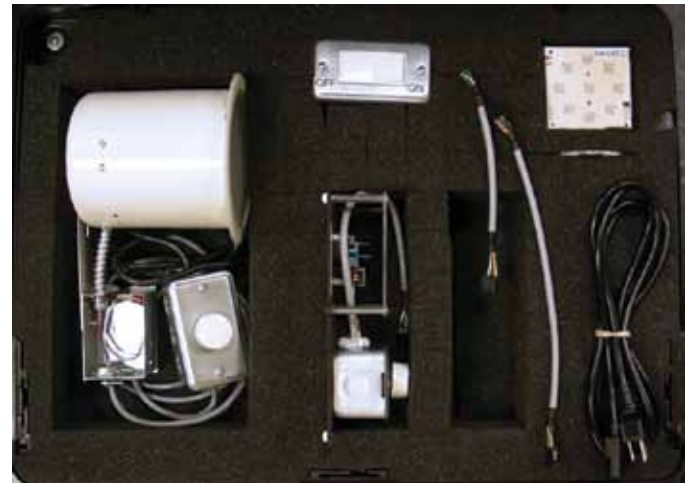


圖 1. 6" 嵌燈的展示套組

ENERGY STAR 固態照明標準對於嵌燈效能的要求如下：

燈具光輸出目標值	575 流明
光輸出嘗試涵蓋的面積 (從指定距離) 目標值	區域流明密度 = 最低 75%，於 60°
燈具光效目標值	35 流明/瓦
燈具壽命目標值	3 年，5 萬小時
燈具色溫目標值	住宅：2700K, 3000K, 3500K 非住宅：2700K - 5000K
燈具 CRI 目標值	75
輸入電壓範圍	通用 AC 或專用 AC (120V 或 230V)
功率因數需求	住宅 0.7，商用 0.9
調光	Triac

表 1. ENERGY STAR 對於 6" 嵌燈的要求

2. SSL Designer 分析

SSL Designer 軟體 (www.futurelightingsolutions.com/ssldesigner) 採用照明規格目標值，例如光效、照度、系統壽命及最大 LED 驅動電流等作為輸入參數。接下來這套工具判定能夠滿足指定規格至少需要的 LED 數目。不僅如此，它同時可以計算出可用光 (流明)、可用光效 (流明/瓦)、LED 系統耗用的總功率 (瓦)，還有其他輸出參數。

為了滿足 6" 嵌燈應用的規格，以下是 SSL Designer 分析的結果：

• 輸入參數：

選出目標市場與應用之後，將流明輸出設定為 625 流明。此外，根據表 1 中的要求，將該流明輸出的 75% 設定為 0° – 60°。假設燈具位於 2.5 公尺的高度。輸入欄目以及所設定的參數，如圖 2 所示。

• LED 系統與 傳統式燈泡系統之效能比較：

輸入應用項目的輸入參數和光源基本資訊之後，SSL Designer 就能計算出所需要的 LED 系統效能，包括 LED 數量與驅動電流。此外，這套工具還能夠計算出傳統式燈泡系統在與 LED 照明系統相同規格之下的效能為何。以下圖 3 與圖 4 顯示這兩種案例分別的效能計算情形。結果指出，若要滿足甚至超越光輸出、光效與壽命等規格，同時又要讓晶片界面溫度維持在適合 LED 操作的可接受值之下，需要以 500mA 的電流來驅動 9 個 LED。這個 LED 系統所耗用的功率一共是 15.99 瓦 (扣除損耗之後)，而傳統式燈泡系統則是 28.24 瓦。可見若將 LED 應用於嵌燈，功率消耗方面會有大幅度的改善。

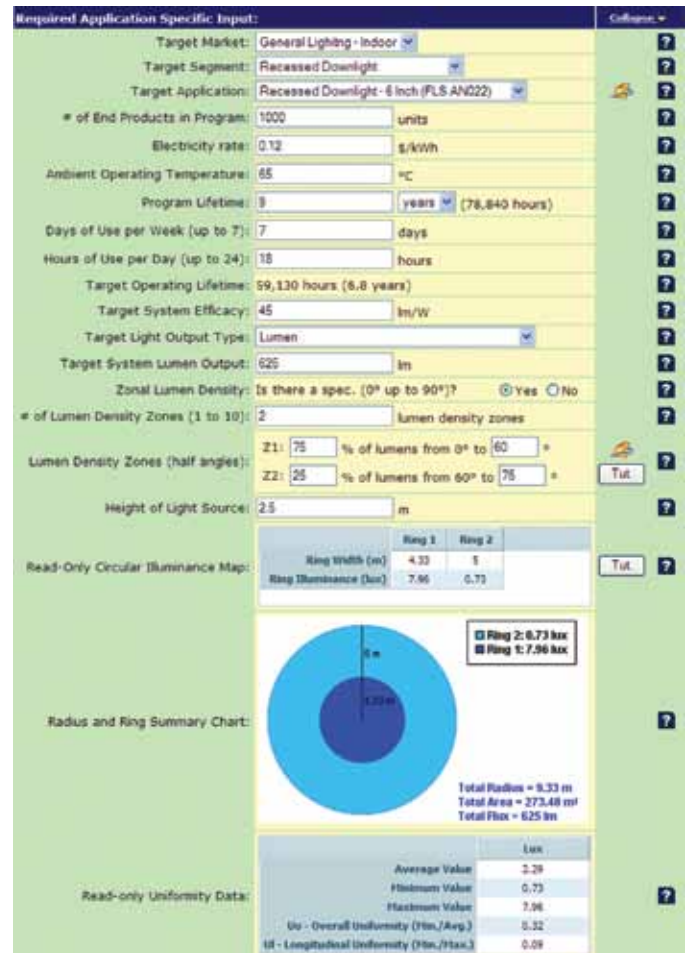


圖 2. SSL Designer 輸入

LED System Performance:		Collaps. ▾
Calculated LED System Performance:	LED System Performance Characteristic	Value
	System LED Count	9 LEDs
	Average LED Drive Current	500 mA
	Average LED Forward Voltage	2.90 V
	Average LED Power Consumption	1.46 W
	Total LED Power Consumption	13.07 W
	Total LED System Power Cons. (w/ losses)	15.38 W
	Average LED Junction Temperature	100 °C
	Average LED Flux	99 lm
	Total LED Flux	893 lm
	Total LED System Flux (w/ losses)	713 lm
	Average LED Efficacy	65.24 lm/W
Average LED System Efficacy (w/ losses)	46.47 lm/W	
LED System Operating Lifetime (B50, L70)	40,000 hrs	

圖 3. LED 系統效能

Conventional Lamp System Performance:		Collaps. ▾
Calc. Lamp System Performance:	Lamp System Performance Characteristic	Value
	System Lamp Count	1 lamp
	Average Lamp Power Consumption	24.00 W
	Total Lamp Power Consumption	24.00 W
	Total Lamp System Power Cons. (w/ losses)	28.24 W
	Average Lamp Flux	1,800 lm
	Total Lamp Flux	1,800 lm
	Total Lamp System Flux (w/ losses)	900 lm
	Average Lamp Efficacy	75 lm/W
	Average Lamp System Efficacy (w/ losses)	31.88 lm/W *
Average Lamp Lifetime	20,000 hours	
System Lamp Failures (9 yrs)	2 failures	
Program Lamp Failures (9 yrs)	2,000 failures	

* Target system efficacy (45 lm/W) can't be reached. It is recommended to select a lamp with a higher efficacy.

圖 4. 傳統式燈泡系統之效能



• LED 還本期：

這套工具另外還有一個選項就是能夠計算出，使用 LED 系統與使用傳統式燈泡系統相較之下，還本期是多長。定義這兩種系統的成本資訊之後，這套工具就能夠產生還本資訊，例如省電量、節省的成本，以及還本期。圖 5 顯示將 LED 系統用於嵌燈，其還本期是 3 年。

備註：上述 SSL Designer 案例可作為載入此工具的預設情境，並當作參考。在「Target Application」(目標應用) 下方，選擇「Recessed Downlight - 6 Inch (FLS AN022)」(嵌燈 - 6 英寸 (FLS AN022))，即可載入全部案例參數。

LED Program Payback Summary Item	Value
Program Annual Power Savings in kWh	81,436 kWh
Program Annual Savings in CO ₂ (US)	58 tonnes*
Program Annual Savings in CO ₂ (Eur)	39 tonnes**
Program Lifetime Power Savings in kWh	732,928 kWh
Program Lifetime Power Cost Savings	\$87,951
Failure Bulb Replacement Cost Savings	\$26,000
Failure Labor Cost Savings	\$17,500
Failure Other Cost Savings	\$4,000
Failure Total Cost Savings	\$47,500
Product Variable & Fixed Total Cost Savings	(\$23,390)
LED Program Total Cost Savings	\$112,061
LED Program Payback in Years	3 years

圖 5. LED 系統效能

3. LUXEON LED

6" 嵌燈裝置採用 9 個照明產品組合中的白光 LUXEON Rebel LED。這些 LED 具有 3500K 的額定 CCT、80 的 CRI，以及 80 流明的典型光通量 (產品型號 LXM3-PW61)。

與一般用途白光 LUXEON Rebel 相比，LUXEON Rebel 照明產品組合 LED 的效能提高了約 15%。這要歸功於冷熱函數的改善，因而能夠在更高的晶片界面溫度之下提高光輸出。此外，那些 LED 會以 CRI 和符合 ANSI 標準的 CCT 分級的指定組合提供，以確保能滿足各種目標規格，例如 ENERGY STAR 標準。

備註：如需其他適用於 6" 嵌燈應用的選擇列表，請參閱本應用說明末尾之「附錄」部分。

3.1. 電路板設計與 LED 連接

這 9 個 LED 是以串聯方式連接到 FR4 電路板，板上有散熱孔，如圖 6 所示。電路板尺寸規格是 85 公釐 x 85 公釐，材質為 31 密爾的 FR4 加 2 盎司的銅。



圖 6. 附光學元件的 LED 板



4. 光學解決方案

我們針對 6" 嵌燈裝置提供了兩個光學解決方案選項。第一個選項是在每個 LED 上面放置一個 Carclo 10 公釐霧面中光束光學元件 (產品型號 10413) (如圖 7 所示)，以在目標表面上提供整體均勻的照明。該光學元件的可視角度為 21°。

第二個選項是使用直徑 90 公釐的 Khatod 9-LED 光學元件 (產品型號 PL1172)。該光學元件允許不同的對焦層 (發光角度)，而對焦層可透過光學元件與 LED 之間的距離來調控。不同的發光角度可以是「窄」(10°)、「中」(30°) 和「寬」(60°)。以下圖 8 顯示 9-LED 光學元件，以及可能的不同對焦層。

該燈具也具有擴散板，可確保均勻的光輸出並消除熱點。具有擴散板的運作中燈具如圖 9 所示。如果不要擴散板所產生的視覺效果，也有其他可視角度光學元件可用在此應用中，以產生適當的發光光型。



圖 7. Carclo 10 公釐光學元件

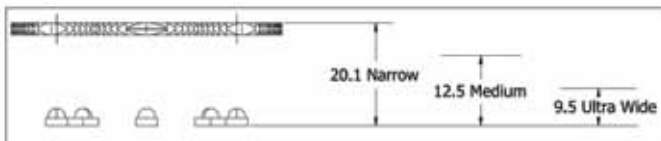
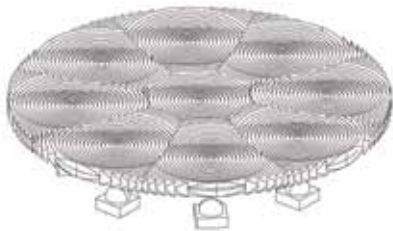


圖 8. Khatod 9-LED 光學元件和不同對焦層



圖 9. 運作中的 6" 燈具

4.1. 光學模擬與測量

我們已在嵌燈燈具上進行光學測量，以測量在不同入射角下的照度等級。表 2 顯示在從嵌燈擴散板到地板的參考高度為 3 公尺 (10 英尺) 的情況下，使用 Konica-Minolta CL-200 照度計測得的照度結果：

入射角	勒克斯量值
0° (垂直向下)	146.0
15°	56.3
30°	12.5
40°	3.2
45°	2.0
50°	1.2
55°	0.8
60°	0.5
65°	0.2

表 2. 6" 嵌燈燈具的光學測量結果



5. 散熱解決方案

我們使用了熱阻為 1.46°C/W，長度為 3.5"，且表面經過電鍍拋光處理的黑色鋁擠型 Aavid Thermalloy 散熱器來裝配 LED 板 (產品型號 675903B03500G)。該散熱器及其尺寸規格如圖 10 所示。

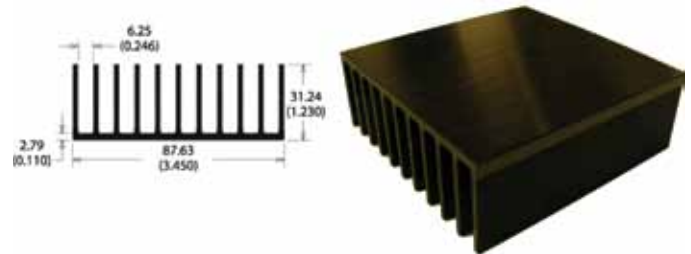


圖 10. 用於 6" 嵌燈的 Aavid Thermalloy 散熱器

5.1. 散熱模擬與測量

執行散熱模擬以評估燈具的整體散熱效能。採用 QLED 散熱模擬軟體 (www.futurelightingsolutions.com/qled) 塑造燈具模型並執行模擬，如圖 11 所示。

此 QLED 模型是在 350 mA 順向電流配合周圍溫度 20°C 的環境中執行。模擬結果得到的晶片接面溫度是 71°C。

除了散熱模擬外，我們也會在完全運作中的組合件上使用熱電偶進行測量，以監測其散熱情形。我們根據「LUXEON Rebel Thermal Measurement Guidelines (AB33)」(LUXEON Rebel 散熱測量指南 (AB33)) 的指示將熱電偶放在可焊性測量點 (T_J) 上，如圖 12 所示。

以下計算式說明如何在考慮驅動電流、LED 順向偏壓，以及從晶片接面至可焊性測量點的熱阻的情況下測得 LED 的晶片接面溫度：

$$T_s = 53.4^\circ\text{C} \text{ (熱電偶測量)}$$

$$T_j = T_s + P \cdot R_{\theta(j-s)}$$

$$T_j = 53.4 + (0.35 \cdot 3) \cdot 16 = 70.2^\circ\text{C}$$

熱電偶測量的計算結果與 QLED 模擬結果非常接近。

此外也用 QLED 散熱模擬軟體以不同的驅動電流分析燈具的散熱效能。這些模擬的結果摘要如下表所示：

備註：在這些模擬中， $T_{AMB} = 25^\circ\text{C}$

電流 (I _p)	晶片接面溫度 (T _j)
350 mA	77.1°C
500 mA	99.6°C
700mA	125°C

表 3. QLED 模擬結果摘要

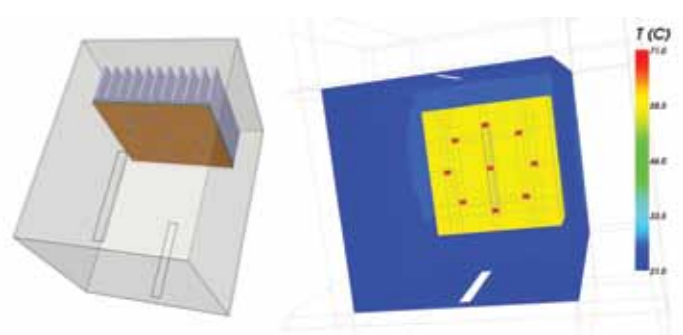


圖 11. 6" 嵌燈燈具的 QLED 散熱模擬

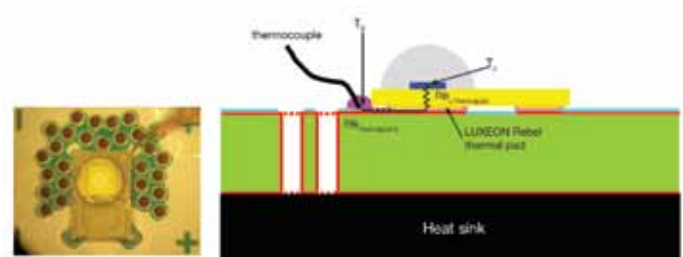


圖 12. 熱電偶在 LUXEON Rebel 可焊性測量點上的位置

從表 3 中的結果可以看出，將驅動電流從 350mA 增加至 500mA 和 700mA 時，晶片接面溫度仍保持在適合 LED 操作的可接受值以內。不過還是必須考慮公差 (例如環境溫度、順向偏壓和電流公差)，才不會影響 LED 在長時間運作時的效能和壽命。



6. 電源解決方案

我們已評估並運用各種電源解決方案以應用於 6" 嵌燈。

6.1. 模組驅動器解決方案

6" 嵌燈燈具的燈箱包含一個連接至 Triac 調光器的 AC-DC ROAL TROPO 驅動器 (如圖 13 所示)，並以 350mA 的電流驅動 LED。調光範圍可以下降到近 10% 的最大光輸出。驅動器的效率為 80%，並具備 3 年保固。

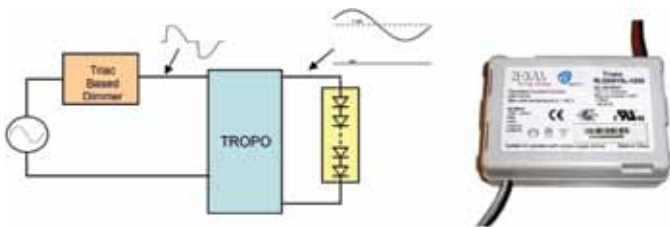


圖 13. ROAL TROPO LED 驅動器

圖 14 所示為內建驅動器並連接至 Triac 調光器的嵌燈燈具。



圖 14. 具有整合式驅動器和 Triac 調光器的 6" 嵌燈燈具

我們運用了 120V 和 230V 兩種版本，產品型號如下：

- 120V: RLDD015L-350J
- 230V: RLDD015H-350J

6.2. IC 驅動器解決方案

光引擎可以連接到兩個不同的 IC 驅動器，顯示了使用兩種不同電源解決方案的可能性。驅動器也連接到 Triac 調光器，讓光引擎具有調光功能。

第一個選項是使用 National 的 LM3445 IC (評估板如圖 15 所示)，該產品是具有外部 FET 的非隔離式驅動器。這種驅動器是一種 AC/DC 降壓恆定電流控制器，在設計上可和 Triac 調光器相容。它可以高達 1000mA 以上的電流驅動 LED，並提供熱斷電和電壓過低鎖定功能。



圖 15. 具有 Triac 調光器的 National LM3445 AC-DC 驅動器

另一個解決方案是使用可支援隔離式和非隔離式拓樸的 NXP SSL2101 (評估板如圖 16 所示)。該驅動器可以輕易地和現有照明調控系统 (例如 Triac 調光器) 整合。它具有內建的溫度過熱保護功能及內部高壓電源開關與電路，因此可以直接從整流式主電源電壓立即啟動。



圖 16. 具有 Triac 調光器的 NXP SSL2101 AC-DC 驅動器



7. 連接器

連接器系統可以和嵌燈應用搭配使用，以配合不同的設計方案。以下是可能的連接器系統：

• Tyco 反穿電路板連接器系統

反穿電路板連接器系統可方便您從電路板下方放置所有接線，如圖 17 所示。如此可以免除電線壓平管理的問題，讓您可以進行小型的設計。此連接器系統的產品型號如下：

- i. 反穿電路板連接器：2106091-1
- ii. 反穿電路板迷你 CT 插頭組合件：2058943-1

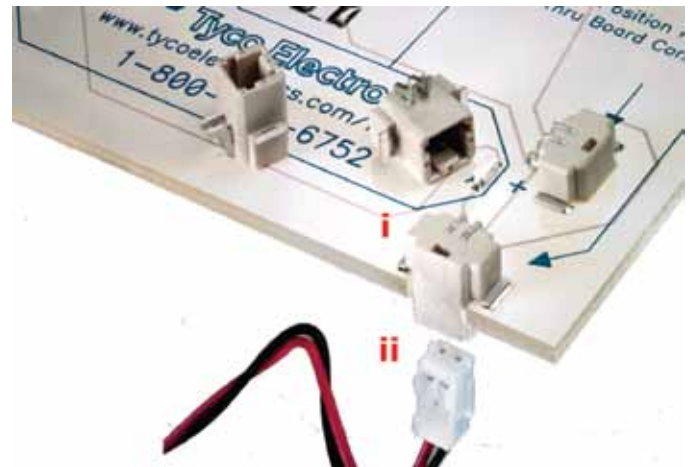


圖 17. Tyco 反穿電路板連接器系統

• Tyco 密封連接器系統

密封連接器系統 (如圖 18 所示) 是一種小型單排 LED 連接器系統，可保護系統中的連接器。此連接器系統的產品型號如下：

- i. 線對板直角接頭：2106056
- ii. 線對板垂直接頭：2106053
- iii. 線對線插座接點：2106123
- iv. 線對線突耳接點：2106124
- v. 插頭組合件 (適用於接頭、插座、突耳)：2106135

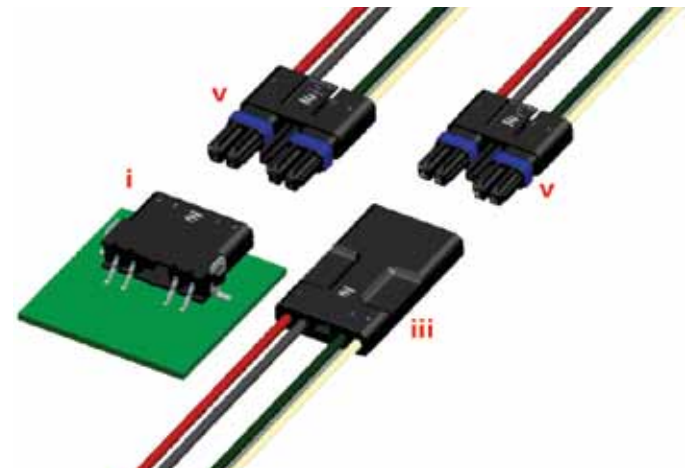


圖 18. Tyco 密封連接器系統

• AVX 9159 連接器系統

如圖 19 所示，AVX 連接器系統可作為板對板連接器，將多個 LED 板以菊鏈方式串聯在一起。此連接器系統的產品型號如下：

- i. 有線插頭 (附插銷)：11-9159-002-101-116
- ii. 標準插頭：20-9159-002-101-116
- iii. 頂裝式插孔：10-9159-002-101-116
- iv. Top loading socket: 22-9159-002-101-116
- v. 短路插孔：58-9159-002-000-006

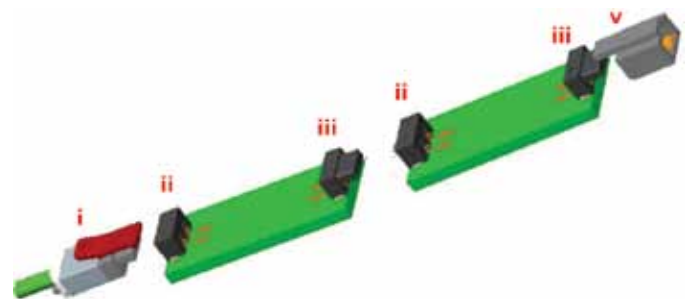


圖 19. AVX 9159 連接器系統

8. 結語

由 Future Lighting Solutions 運用 LUXEON® Rebel LED 所開發出來的 6” 嵌燈，已證實能夠滿足一般照明市場對於照明應用領域的光輸出、光效與壽命等需求。

我們所提供的光學、散熱與電源解決方案是以 LED 系統的最佳效能與最長壽命為方向。本應用說明闡述了這種設計在適應不同的光學和電源解決方案方面的彈性。

9. 附錄

表 4 為照明產品組合中可以考慮應用於 6” 嵌燈之 LUXEON Rebel LED 的摘要：

產品型號	額定 CCT	最低光通量 (流明)	典型光通量 (流明)	最低 CRI	典型 CRI
LXM3-PW81	2700K	65	73	80	85
LXM3-PW71	3000K	66	77	80	85
LXM3-PW61	3500K	67	80	80	85
LXM3-PW51	4000K	75	85	80	85

表 4. 照明產品組合中適用於 6” 嵌燈的 LUXEON Rebel LED

聯絡資訊

www.FutureLightingSolutions.com

北美：

1-888-LUXEON2

Americas@futurelightingsolutions.com

歐洲：

00-800-44FUTURE

Europe@futurelightingsolutions.com

亞洲：

+800-LUMILEDS

Asia@futurelightingsolutions.com

日本：

+81-0120-667-013

Japan@futurelightingsolutions.com

Future Electronics 與 Future Lighting Solutions 就本文所提供資訊之準確性、完整性、可靠性或適時性，未作明確或隱含之表述或保證。一切和任何資訊皆純粹為方便客戶，以「現況」提供，不是基於任何法律或契約義務而為之。根據這些資訊而下結論或採取行動，責任由使用者自行負責。Future Electronics 與 Future Lighting Solutions 對於本文所提供的任何資訊，或因使用或倚賴這些資訊所造成的損失或損害，概不負責。

