

应用说明  
**AN042**

# 室内墙壁灯

2010.07.14



## 1. 概述

Future Lighting Solutions 运用 LUXEON® Rebel LED 所具备的优点，开发出 LED 室内墙壁灯系统层级参考设计。我们根据参考设计制作的功能展示装置是传统墙壁灯的替代品 (如图 1 所示)，其中包含光学、散热和电源解决方案。

同时，我们也将包含照明装置在内的展示套组组合起来，以供示范此一设计的功能，并证明它能够满足市场的需求。这些套组可供在客户的场所简报之用，以进行更深入的分析。

本应用说明中所述的所有解决方案皆可由 Future Lighting Solutions 取得，以针对原型制作或量产进行系统建置。我们提供光学、散热和机械档案等资源，以供实作本参考设计。图 2 所示为机械 CAD 图面的爆炸视图，以说明室内墙壁灯装置的组装方式。

ENERGY STAR® 固态照明标准对于墙壁灯的要求尚未定案。不过，已有建议的草案，其中列出了这类应用的一些目标参数。您可以透过以下链接检视该草案：[http://www.energystar.gov/ia/partners/prod\\_development/new\\_specs/downloads/SSL\\_Proposed\\_Category\\_A\\_Additions.pdf](http://www.energystar.gov/ia/partners/prod_development/new_specs/downloads/SSL_Proposed_Category_A_Additions.pdf)

因此，我们针对现有的传统式室内墙壁灯产品进行了市场研究，以确定目标规格。而在开发 LED 墙壁灯照明系统的过程中，我们正是以这些参数作为开发起点。表 1 列出了我们所搜集到的需求。



图 1. 室内墙壁灯封闭型灯具

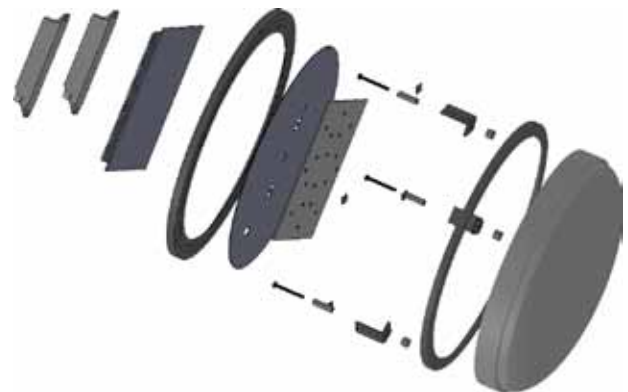


图 2. 室内墙壁灯装置的机械 CAD 图面

备注：一旦 ENERGY STAR 对于墙壁灯照明的要求定案后，我们将会更新本应用说明。

灯具光输出目标值	1300 – 1500 流明
光线涵盖的目标区域	- 装配高度 2.5 米 (8.2 英寸) - 照度范围：15 米宽，向外 12 米
灯具光效目标值	大于 60 流明/瓦
灯具寿命目标值	50,000 小时
灯具 CCT 目标值	中性白 (4000K)
输入电压范围	通用 AC 或专用 AC (120V 或 230V)
功率因子需求	> 0.9

表 1. 墙壁灯的效能需求

## 2. 设计分析

SSL Designer 软件 ([www.futurelightingsolutions.com/ssldesigner](http://www.futurelightingsolutions.com/ssldesigner)) 采用照明规格目标值, 例如光效、流明输出、系统寿命及最大 LED 驱动电流等作为输入参数。接下来这套工具判定能够满足或超越指定规格至少需要的 LED 数目。不仅如此, 它同时可以计算出可用光 (流明)、可用光效 (流明/瓦)、LED 系统耗用的总功率 (瓦), 还有其他输出参数。

为了满足墙壁灯照明应用的规格, 以下是 SSL Designer 分析的结果:

### • 输入参数:

选出目标市场与应用之后, 根据表 1 中的需求将流明输出设定为 1300 流明作为所需的光输出。

输入栏目以及所设定的参数, 如图 3 所示。

请注意, 在 SSL Designer 中指定的环境温度是指 LED 和散热器周围的温度, 而这些部件都会封装在照明灯具的内部。因此, 我们输入较高的环境温度值 50°C, 因为灯具内部的温度会比灯具外部的环境空气高。

### • LED 系统与传统式灯泡系统之效能比较:

输入应用项目的输入参数和光源基本信息之后, SSL Designer 就能计算出所需要的 LED 系统效能, 包括 LED 数量与驱动电流。此外, 这套工具还能够计算出传统式灯泡系统在与 LED 照明系统相同规格之下的效能为何。图 4 与图 5 显示这两种案例分别的效能计算情形。研究结果指出, 18 个 LED 在 350mA 电流驱动下是需要满足光的输出, 功效的规格, 和寿命的, 同时为可靠的 LED 操作维护可接受的结温。这个 LED 系统所耗用的功率一共是 21.3 瓦 (扣除损耗之后), 而传统式灯泡系统则是 50 瓦。可见若将 LED 应用于墙壁灯, 功率消耗方面会有大幅度的改善。

Required Application Specific Input:		Collapse
Target Market:	General Lighting - indoor	?
Target Segment:	Indoor Wall Pack	?
Target Application:	Indoor Wall Pack (FLS AN042)	?
# of End Products in Program:	1000 units	?
Electricity rate:	0.12 \$/kWh	?
Ambient Operating Temperature:	50 °C	?
Program Lifetime:	50000 hours (y)	?
Days of Use per Week (up to 7):	7 days	?
Hours of Use per Day (up to 24):	24 hours	?
Target Operating Lifetime:	50,000 hours (5.7 years)	?
Target System Efficacy:	60 lm/W	?
Target Light Output Type:	Lumen	?
Target System Lumen Output:	1300 lm	?
Zonal Lumen Density:	Is there a spec. (0° up to 90°)? <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No	?

图 3. SSL Designer 输入

LED System Performance Characteristic	Value
System LED Count	18 LEDs
Average LED Drive Current	350 mA
Average LED Forward Voltage	2.87 V
Average LED Power Consumption	1.01 W
Total LED Power Consumption	18.10 W
Total LED System Power Cons. (w/ losses)	21.29 W
Average LED Junction Temperature	78 °C
Average LED Flux	82 lm
Total LED Flux	1,472 lm
Total LED System Flux (w/ losses)	1,325 lm
Average LED Efficacy	81.36 lm/W
Average LED System Efficacy (w/ losses)	62.24 lm/W
LED System Operating Lifetime (B10, L70)	60,000 hrs

图 4. LED 系统效能

Lamp System Performance Characteristic	Value
System Lamp Count	1 lamp
Average Lamp Power Consumption	40.00 W
Total Lamp Power Consumption	40.00 W
Total Lamp System Power Cons. (w/ losses)	50.00 W
Average Lamp Flux	3,300 lm
Total Lamp Flux	3,300 lm
Total Lamp System Flux (w/ losses)	2,640 lm
Average Lamp Efficacy	82.5 lm/W
Average Lamp System Efficacy (w/ losses)	52.8 lm/W*
Average Lamp Lifetime	20,000 hours
System Lamp Failures (50,000 hrs)	2 failures
Program Lamp Failures (50,000 hrs)	2,000 failures

\* Target system efficacy (60 lm/W) can't be reached. It is recommended to select a lamp with a higher efficacy.

图 5. 传统式灯泡系统之效能



• LED 还本期:

这套工具另外还有一项功能就是能够计算出，使用 LED 系统与使用传统式灯泡系统相较之下，还本期是多长。定义这两种系统的成本信息之后，这套工具就能够产生还本信息，例如省电量、节省的成本，以及还本期。图 6 显示将 LED 系统用于墙壁灯照明，其还本期是 2.3 年。

备注：上述 SSL Designer 案例可作为载入此工具的预设情境，并当作参考。在“Target Application”（目标应用）下方，选择“Indoor Wall Pack (FLS AN042)”（室内墙壁灯 (FLS AN042)），即可载入全部案例参数。

LED Program Payback Summary Item	Value
Program Annual Power Savings in kWh	251,507 kWh
Program Annual Savings in CO <sub>2</sub> (US)	181 tonnes*
Program Annual Savings in CO <sub>2</sub> (Eur)	119 tonnes**
Program Lifetime Power Savings in kWh	1,435,540 kWh
Program Lifetime Power Cost Savings	\$172,265
Failure Bulb Replacement Cost Savings	\$38,000
Failure Labor Cost Savings	\$25,000
Failure Other Cost Savings	\$10,000
Failure Total Cost Savings	\$73,000
Product Variable & Fixed Total Cost Savings	(\$79,060)
LED Program Total Cost Savings	\$166,205
LED Program Payback in Years	2.3 years

\* Source: US Environmental Protection Agency (EPA) eGRIDweb Year 2005  
\*\* Source: UK's department for the environment, food and rural affairs (DEFRA) as of Feb 2009 averaged

图 6. LED 还本期

### 3. LED 和电路板设计

室内墙壁灯装置采用照明产品系列中的 18 个中性白 LUXEON Rebel LED (产品型号 LXM3-PW51)。

LUXEON Rebel 照明产品系列中的 LED 改善了冷热系数，因而能够在更高的芯片节温之下提高光输出。此外，那些 LED 会以 CRI 和符合 ANSI 标准的 CCT 分级的指定组合提供，以确保能满足各种目标规格，例如 ENERGY STAR 标准。

此展示装置中所使用的 LXM3-PW51 LED 具有 4000K 的额定 CCT 和最低 80 的 CRI，使其可以满足此应用的需求。

这 18 个 LED 是装配在 FR4 电路板上，板上有散热孔，如图 7 所示。电路板尺寸规格是 177 公厘 x 177 公厘。电路板和散热孔均依照“LUXEON Rebel Assembly and Handling Information Application Brief (AB32)”（LUXEON Rebel 组装和处理信息应用简介 (AB32)）中建议的配置。

该电路板的设计提供了高度的弹性，因此能够配合各种可能的电源解决方案。例如，相同的电路板能以不同的跳线设置进行组态，让 9 个 LED 串联成一串然后 2 串并联，或 6 个 LED 串联成一串然后 3 串并联，以配合不同的驱动器选项，包括具有多信道输出的驱动器。



图 7. LED 板



## 4. 光学解决方案

室内墙壁灯设计不需要在每个 LED 上装配二次光学组件。LED 的间隔和在 LED 阵列上方使用扩散盖板便足以产生所需的光输出。图 8 所示为盖上扩散盖板的运作中室内墙壁灯灯具。



图 8. 运作中的室内墙壁灯灯具

### 4.1. 光学仿真

我们执行了光学仿真以评估灯具效能。图 9 显示表面上的照度。

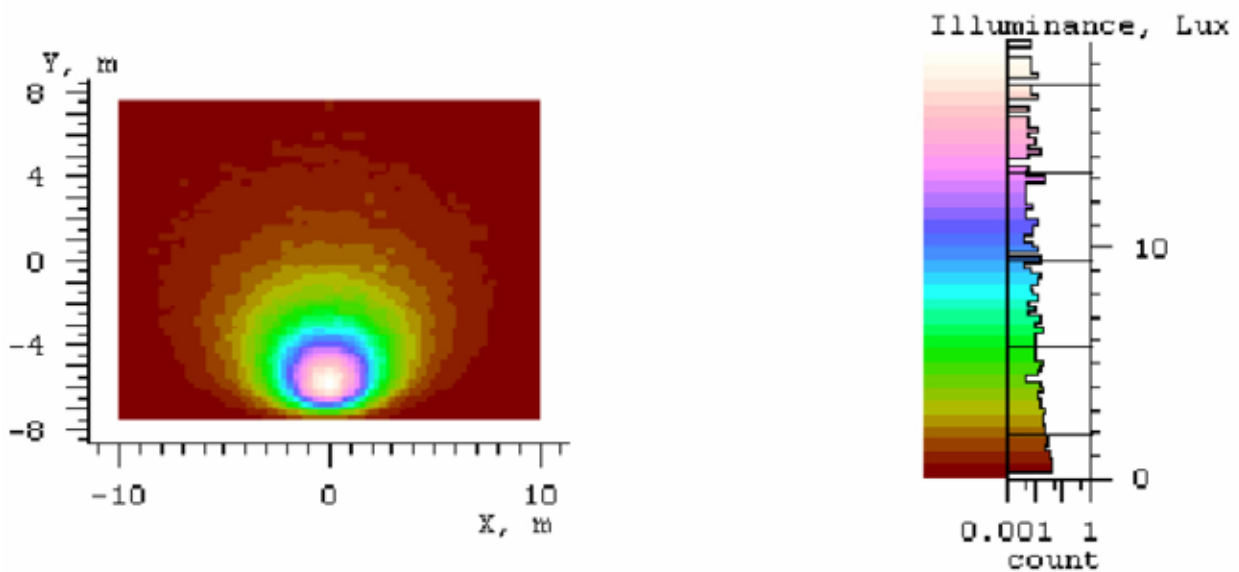


图 9. 室内墙壁灯装置的光学仿真结果

## 5. 散热解决方案

我们使用了热阻为 0.98°C/W，长度为 182.9 公厘 (7.2")，且表面经过电镀抛光处理的黑色铝挤型 Aavid Thermalloy 散热器来装配 LED 板 (产品型号 688553B07200G)。该散热器及其尺寸规格如图 10 所示。

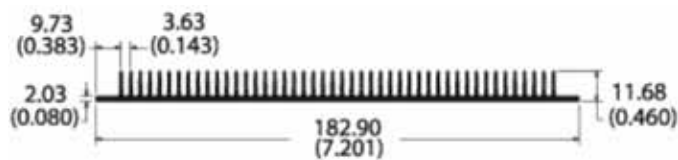


图 10. 用于墙壁灯装置的 Aavid Thermalloy 散热器

### 5.1. 散热模拟与测量

执行散热模拟以评估灯具的整体散热效能。采用 QLED 散热仿真软件([www.futurelightingsolutions.com/qled](http://www.futurelightingsolutions.com/qled)) 塑造灯具模型并执行仿真，如图 11 所示。

此 QLED 模型是在 350 mA 顺向电流配合环境温度 23°C 的环境中执行。仿真所产生的芯片节温为 76°C，远低于最高芯片节温的绝对值，以及最高流明维持率芯片节温 135°C。

除了散热模拟外，我们也会在满载工作中的组合件上使用热电偶进行测量，以监测其散热情形。我们根据“LUXEON Rebel Thermal Measurement Guidelines (AB33)” (LUXEON Rebel 散热测量指南 (AB33)) 的指示将热电偶放在可焊性测量点 (T<sub>s</sub>) 上，如图 12 所示。

以下计算式说明如何在考虑驱动电流、LED 顺向偏压，以及从芯片界面至可焊性测量点的热阻的情况下测得 LED 的芯片节温：

$$T_s = 58^\circ\text{C} \text{ (热电偶测量)}$$

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

$$T_j = 58 + (0.35 \cdot 3) \cdot 16 = 74.8^\circ\text{C}$$

热电偶测量的计算结果与 QLED 模拟结果非常接近，只有 1.2°C 的差异。

此外也用 QLED 散热仿真软件以不同的驱动电流分析灯具的散热效能。这些模拟的结果摘要如表 2 所示：

和 SSL Designer 不同的是，QLED 中的环境温度是整个灯具周边环境的温度。

从表 2 中的结果可以看出，在较高的驱动电流下，芯片节温仍保持在可靠的 LED 操作的可接受值以内，以维持效能与寿命。

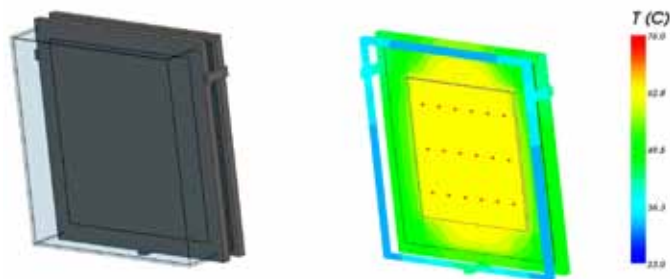


图 11. 墙壁灯具的 QLED 散热模拟

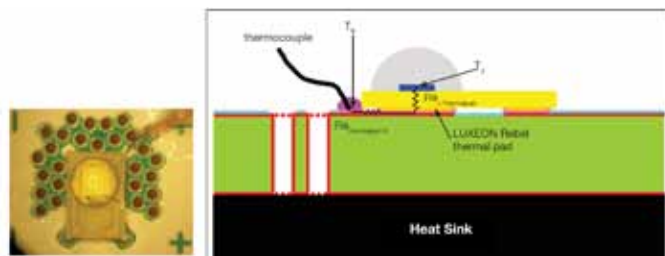


图 12. 热电偶在 LUXEON Rebel 可焊性测量点上的位置

备注：在这些模拟中，T<sub>AMB</sub>= 23°C

Current (I <sub>F</sub> )	Junction Temperature (T <sub>j</sub> )
500mA	94.5°C
700mA	120°C

表 2. QLED 模拟结果摘要



## 6. 电源解决方案

为任何 LED 系统选择驱动器时，应考虑许多不同的因素，例如输入和输出电压、驱动电流、LED 数量，以及电路中是否有任何串联/并联组态。虽然我们不建议采用串联/并联 LED 配置模式，但是因为可能有电流不符的情形，所以还是有许多制造商仍然采用这种作法。

我们已评估并运用各种电源解决方案以应用于墙壁灯。以下是可能的墙壁灯展示套组驱动器解决方案：

### 6.1. 模块驱动器解决方案

展示装置的灯箱使用两个 AC-DC Philips Advance 驱动器 (如图 13 所示)，以让 18 个 LUXEON Rebel LED 运作。每个驱动器都连接至九个串联的 LED。该驱动器具有 0.9 的最低功率因子校正，而且考虑到各区域之间的输入电压有差异，因此提供两种版本，亦即 120V 与 230V 版本。所用驱动器的产品型号如下：

- 120V: LED-120A-0350C-33F
- 230V: 9137-006-15882

墙壁灯的另一模块驱动器解决方案选项是使用两个输出电流 350mA 且输出电压最高为 58V 的 18W Lightech 驱动器 (产品型号 901018350P) (如图 14 所示)，来支持 9 个串联的 LED。该驱动器可支持的输入电压范围为 100-265Vac。Philips Advance 和 Lightech 驱动器都具备 5 年保固。

### 6.2. IC 驱动器解决方案

您可以使用 DC-DC 电源解决方案将墙壁灯连接至单阶 AC-DC 或双阶 AC-DC。

单阶 AC-DC 解决方案是利用一个 NXP 的 SSL1623 驱动器。SSL1623 包含高压电源开关及电路，以直接从通用式主电源电压 (80V 至 276V) 启动。它具有可让设计更加灵活的调频功能、可让开启时的损耗降至最低的谷底切换功能，以及温度和电压过低保护。

或者，也可以将 SSL1623 驱动器连接至 National Semiconductor 的 LM3402 驱动器。这个驱动器内建 N 信道的 MOSFET 热断电保护功能，并支持高达 42V 的电压。在此设计中，两个 LM3402 驱动器解决方案会提供 350mA 的恒定电流给两个由 9 个 LED 串联成一串的灯串。



图 13. Advance Transformer AC-DC LED 驱动器



图 14. Lightech LED 驱动器

## 7. 连接器

连接器系统可以和墙壁灯应用搭配使用，以配合不同的设计方案。以下是可能的连接器系统：

### • Tyco 反穿电路板连接器系统

反穿电路板连接器系统可方便您从电路板下方放置所有接线，如图 15 所示。此连接器系统的产品型号如下：

- i. 反穿电路板连接器：2106091-1
- ii. 反穿电路板迷你 CT 插头组合件：2058943-1

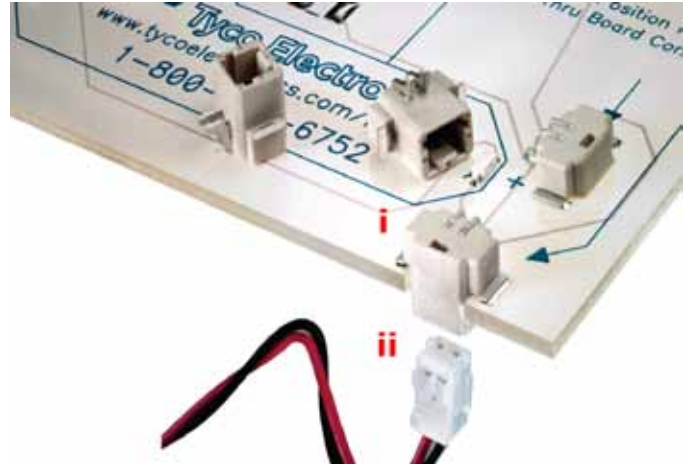


图 15. Tyco 反穿电路板连接器系统

### • AVX 9159 连接器系统

如图 16 所示，AVX 连接器系统可作为板对板连接器，将多个 LED 板以菊链方式串联在一起。此连接器系统的产品型号如下：

- i. 有线插头 (附插销)：11-9159-002-101-116
- ii. 标准插孔：20-9159-002-101-116
- iii. 标准插头：10-9159-002-101-116
- iv. 顶装式插孔：22-9159-002-101-116
- v. 短路插孔：58-9159-002-000-006

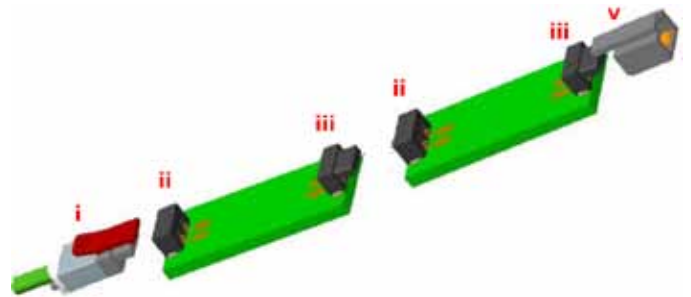


图 16. AVX 9159 连接器系统



## 8. 结语

由 Future Lighting Solutions 运用 18 个 LUXEON® Rebel LED 所开发出来的室内墙壁灯参考设计是根据表 1 中所列出的目标需求而设计。建议的光学、散热与电源解决方案是以 LED 系统的最佳效能与最长寿命为方向。您可以利用智能型电源解决方案来进一步加强墙壁灯的功能，使其具有环境光线和温度感应、紧急备用电源，以及无线通信/监测等功能。

### 联络信息

[www.FutureLightingSolutions.com](http://www.FutureLightingSolutions.com)

北美：

1-888-LUXEON2

Americas@futurelightingsolutions.com

欧洲：

00-800-44FUTURE

Europe@futurelightingsolutions.com

亚洲：

+800-LUMILEDS

Asia@futurelightingsolutions.com

日本：

+81-0120-667-013

Japan@futurelightingsolutions.com

Future Electronics 与 Future Lighting Solutions 就本文所提供信息之准确性、完整性、可靠性或适时性，未作明确或隐含之表述或保证。一切和任何信息皆纯粹为方便客户，以“现况”提供，不是基于任何法律或契约义务而为之。根据这些信息而下结论或采取行动，责任由使用者自行负责。Future Electronics 与 Future Lighting Solutions 对于本文所提供的任何信息，或因使用或倚赖这些信息所造成的损失或损害，概不负责。

