

小夜燈安規檢測實務與分析

林昆平/標準局臺南分局技正
陳怡鈞/標準局高雄分局秘書
廖國勝/標準局五組三科技正
葉永宏/標準局新竹分局技正
陳啟銘/標準局三組二科技正

壹、前言

小夜燈主要用途為夜間甦醒時，眼睛無法適應開燈強光時，提供辨識臥房擺設、廁所、書房客廳動線、走道的指引照明，避免在幽暗環境下被東西絆倒，故其功率都很低（約在 7W 以下），小夜燈造型多變，諸如，傳統、莊嚴、俏皮可愛、古色古香、漫畫卡通、植物、動物等，甚至燈罩直接印刷名畫，可說不勝枚舉，幾乎可兼具家中飾品或工藝品看待，成為民眾必備商品(圖 1)。

檢驗雜誌 169 期「小夜燈安規專案檢測結果概要」一文，曾對小夜燈安規檢測重點及標準條文作了介紹，檢測重點包括標示檢查、絕緣阻抗及耐電壓試驗、溫升試驗、構造檢查、防電擊保護等。不過該文對於一些安規檢測實務仍有欠缺，所缺其一是光源為鎢絲燈時會輻射高熱，但小夜燈屬插牆式燈座結構，體積不可能太大，燈罩緊靠光源的結果是否有熱熔短路火災危機？其二是小夜燈點整個晚上下來，一年電費到底要花費多少？又 LED 燈泡較省電，也有白光與黃光，市場又何必存在鎢絲燈泡呢？其三是自動感應式小夜燈與傳統手動開關式有何優缺點？其四是市場上何以會有驅蚊及散發香味的小夜燈？其五是小夜燈光源選用鎢絲燈泡或 LED 燈泡時，兩者溫升差距有多大？這些可能都是消費者有興趣知道的，但卻無法獲得的資訊。本文將針對這些項目加以介紹，並加強小夜燈選購使用指南內容，檢測標準依 CNS 14335 燈具安全通則及 IEC 60598-2-4 可攜式燈具個別規定執行。



a. 傳統白熾燈泡



b. 香薰小夜燈



c. 香薰小夜燈



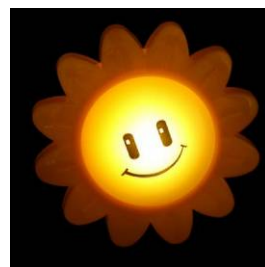
d. 光感應 LED 小夜燈



e. 可愛造型 LED



f. 燈畫型 LED



g. 拍拍小夜燈 LED



h. 造型小夜燈 LED

圖 1 各型小夜燈具造型(圖片來源 a~h^{[1]-[8]})

貳、小夜燈具構造與運作原理

小夜燈因用途不同可分為照明小夜燈、薰香小夜燈、情調小夜燈、工藝小夜燈、禮品小夜燈、拍拍樂小夜燈等，完全由燈罩造型與顏色決定；光源則可選用 LED 燈、白熾燈、燈珠、鹵素燈泡等，但目前以 LED 燈泡與鎢絲燈泡為主流；點燈方式可以是手動開關、拍手聲控、光控感應等，目前以手動與光控居多。小夜燈外觀、開關、光源等組合雖可以多變，但結構都是由插牆式燈座、開關、燈座、光源、燈罩等五部分組成，插牆式燈座之刀片需符合 CNS 690「配線用插頭插座」標準規範，開關、燈座、光源等都需經國內外實驗室驗證，燈罩與燈座更需通過耐熱與耐燃測試，但只要小夜燈本體貼有標準局商品檢驗標識章，都可被視為符合標準規定的。小夜燈燈座目前以 E12 規格居多，更換燈泡時應選購適用 E12 燈座燈頭，選用燈泡功率須低於小夜燈標示功率，以免燈座無法承受過大負載電流而熱熔起火。圖 2a 為 110 V、7 W 自動點滅感應式小夜燈外觀；圖 2b 外部拆解結構包括 1 光源、2 光源燈座、3 插牆式燈座、4 感應式自動點滅之光敏電阻半導體材料元件、5 燈罩；圖 2c 插牆式燈座內部結構，可看到一個感應點滅光源的機板，機板上有一顆表面畫有弓字形的元件，它就是有名的光敏電阻半導體元件，於第三節再詳加介紹其動作說明。



圖 2 110 V、7 W 自動點滅感應式小夜燈結構(購自樣品)

參、小夜燈電性檢測實務

一、絕緣外殼與燈座的耐熱與耐燃測試

依 CNS 14335 第 13 節及 IEC 60598-2-4 第 4.15 節規定執行耐熱與耐燃試驗。燈罩材料可分為陶瓷、塑膠、壓克力、金屬、玻璃等，目前小夜燈除附精油薰香凹槽之燈罩須採用陶瓷外，一般都是熱塑性材質，本次購買樣品之燈罩屬壓克力(PS)，插牆式燈座屬聚氯乙稀(PVC)，燈座材料屬以丙烯晴(A)、丁二烯(B)及苯乙烯(S)等構成稱為 ABS 塑膠，這些熱塑材質遇高溫都會有不同程度的熱熔現象。

(一) CNS 14335 第 13.2 節耐熱測試(又稱球壓試驗)

1. 測試部位規定(圖 3d)

- (1)【試片 1】燈具外殼(燈罩、插牆式燈座)。
- (2)【試片 2】固定帶電體的絕緣零組件(光源燈座)。

2. 測試環境規定(圖 3a, b, c)

- (1)於烘熱箱內以球壓裝置壓住試片 1 小時。
- (2)烘熱箱溫度設定

- a. 燈具外殼，烘熱箱溫度設定為該絕緣材料於 CNS 14335 表 12.2 之溫度限制值再加 25 °C，經查表 12.2 之壓克力燈罩限制值為 90 °C，因此測試燈具外殼之耐熱，烘熱箱溫度設定為 115 °C；PVC 插座限制值為 75 °C，因此測試燈具外殼之耐熱，烘熱箱溫度設定為 100 °C
- b. 對於固定帶電體或安全超低電壓 SELV 等絕緣材質零組件，烘熱箱溫度設定為 125 °C，因此燈座外耐熱，烘熱箱溫度設定為 125 °C。

3 判定符合規定

試片被球壓裝置的壓痕直徑 < 2 mm。

4 本例試驗結果(圖 3e)

- (1)燈罩 PS (烘熱箱 115 °C)，壓痕量測 0.91 mm < 2 mm。
- (2)插座 PVC(烘熱箱 100 °C)，壓痕量測 0.96 mm < 2 mm。
- (3)燈座 ABS(烘熱箱 125 °C)，壓痕量測 0.87 mm < 2 mm。



a. 球壓重錘中間有壓尖物 b. 壓尖物對燈座與插座施壓 c. 烘烤箱溫度設定

d. 採用試片部位及取下試片 e. 游標卡尺量測凹痕直徑

圖 3 燈罩、插座、燈座的耐熱試驗與試驗設備(實驗拍攝)

(二)CNS 14335 第 13.3 節耐燃測試(分熾熱線試驗與針燄試驗)

1. 測試部規定(圖 3d)

- (1)【試片 1】燈具外殼(燈罩、插牆式燈座)。
- (2)【試片 2】固定帶電體的絕緣零組件(光源燈座)。

2. 測試程序規定(圖 4a~d)

- (1)熾熱線試驗：上述【試片 1】非作為固定用途之其它防電擊保護之絕緣零組件適用，依 CNS 14545-4「火災危險性試驗-第 2 部：試驗方法-第 1 章/第 0 單元：熾熱線試驗方法-通則」執行。
- (2)針燄試驗：上述【試片 2】對於固定帶電體或 SELV 等絕緣材質零組件適用，依 CNS 14545-8「火災危險性試驗-第 2 部：試驗方法-第 2 章：針燄試驗」。

3. 判定符合規定

- (1)熾熱線試驗：當熾熱線深入試片 7 mm 後，移開熾熱線，試片須於 30 秒內自動熄火，且滴落之物不得使樣品下 200 mm ± 5 mm 處所

置放棉紙點燃。

- (2)針燄試驗：燒 10 秒，移開針燄後算起，試片須於 30 秒內須自動熄火；且滴落之物不得使樣品下 200 mm ± 5 mm 處置放之棉紙點燃。

4. 本例試驗結果

- (1)燈罩、插座：執行熾熱線試驗 650 °C 未起火，符合。

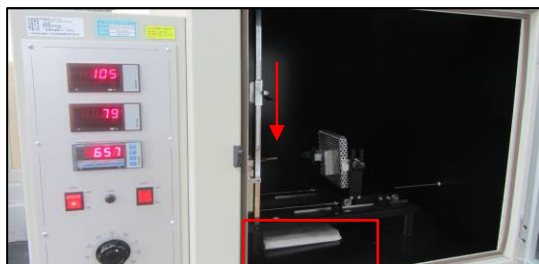
- (2)光源燈座：針燄試驗未起火，符合。



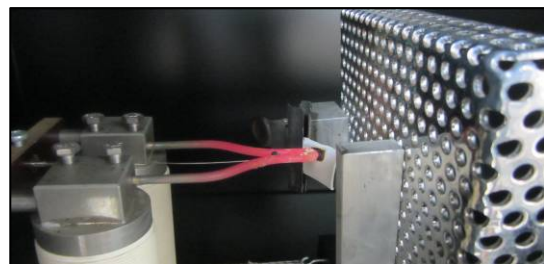
a. 針燄試驗設備(底下鋪棉紙)



b. 燈座耐燃試驗，針燄測試 10 秒止



c. 熾熱線試驗設備(底下鋪棉紙)



d. 燈罩及插座耐燃試驗，650°C 熾熱線熱熔深入 7mm 止

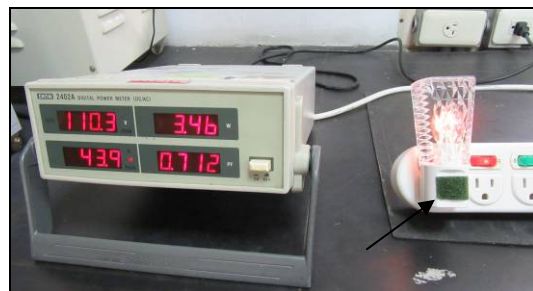
圖 4 燈罩、插座、燈座的耐燃試驗與試驗設備(實驗拍攝)

二、小夜燈電性分析

依CNS 14335第3節及IEC 60598-2-4第 4.5節標示內容須包含：功率、功率因數、電流等電性資料。樣品購自市售同發 2 燭光強度的之鎢絲燈泡與 LED 燈泡各一只，分別量測其電性如圖 5，量測結果如表 1。



a. 同為 2 燭光強度的鎢絲與 LED 燈泡



b. 以鎢絲燈泡投入並遮蔽光敏電阻



c. 以 LED 燈泡投入並遮蔽光敏電阻



d. 量測 LED 燈泡電流

圖 5 小夜燈電性量測(實驗拍攝)

光源(2 燭光)	電壓(V)	電流(mA)	功率(W)	功因 PF	總電力(VA)
(1)2 W 鎢絲燈泡 (本體標示)	110 V	18.0 mA	2.00 W	1.0	2.0 VA
(2)2 W 鎢絲燈泡 (實測)	110 V	43.9 mA	3.46 W	0.712	4.9 VA
(3)0.4 W LED 燈泡 (本體標示)	110 V	16.0 mA	0.40 W	0.2	2.0 VA
(4)0.4 W LED 燈泡 (實測)	110 V	10.0 mA	0.14 W	0.13	1.1 VA

表 1 小夜燈電性實測

(一)電性分析

1. 同樣是 2 燭光強度，鎢絲燈泡含燈具以一般電表量測消耗功率為 3.46 W、電流 43.9 mA、功率因數 0.712，總消耗電力為 4.9 VA($3.46 \div 0.712$)；LED 電流以三用電表量測為 0.01 A，功因則以數位電表量測為 0.13，計算總消耗電力為 1.1 VA，功率為 0.14 W(1.1×0.13)。
2. 同燭光的兩個光源，LED 燈泡僅花費鎢絲燈泡總電力約 1/4 (即 $1.1 \div 4.9$)。
3. 原鎢絲燈泡本體標示 2 燭光、110 V、2 W、功率因數為 1，經量測變成 110 V、3.46 W 功率因數 0.712，理由是此類小夜燈具內有點滅電路，電路上的電阻與二極體會耗去一部份功率，光敏電阻半導體則會衍生雜訊電流，使得燈具功率因數降低為 0.712。
4. 原 LED 燈泡本體標示 2 燭光、110 V、0.4 W、功率因數 0.2，經量測為 110 V、0.14 W、功率因數 0.13，燈泡與燈具之總消耗功率反而變小，可能是 LED 燈泡之燈帽內的整流電路機板與燈具的點滅電路機板不匹配所致，LED 燈泡無法運轉在全負載。
5. LED 燈泡有炫光、刺眼、藍光等問題，要不是有燈罩阻隔，恐怕並不好用，但相對傳統鎢絲燈泡，其有省電、無高熱溫升、壽命長等優點。

(二) 1 年電價計算(以上述樣品舉例)

1. 假設一天以開 10 小時計， $1000 \text{ W} \times 1 \text{ HR} = 1 \text{ 度電}$ ，台電 1 度電電價約 3 元。
2. 1 年 365 天約使用 3650 HR，故：
 - (1) 2 燭光鎢絲燈泡一年電費計算 $(3.46 \text{ W} \times 3650 \text{ HR}) / 1000 \times 3 \text{ 元} = 37.8 \text{ 元}$ 。
 - (2) 2 燭光 LED 燈泡一年電費計算 $(0.14 \text{ W} \times 3650 \text{ HR}) / 1000 \times 3 \text{ 元} = 1.5 \text{ 元}$ 。
3. 同燭光強度下，一年 LED 燈泡較鎢絲燈泡節省 36 元。

三、自動點滅感應原理

(一)小夜燈自動點滅原理

感應式小夜燈目前以光線點滅為市場主流，白天光線明亮時，小夜燈自動關閉，晚上光線變暗時，小夜燈自動開啟，主要是利用半導體元件光敏電阻(俗稱 CDS)的特性，白天室內光線可激發其表面半導體釋出電子，加上元件兩端正負電極形成的電場，促使電子流由正端奔向負端而導通，反之當傍晚來臨時，半導體材料無受光線激發無法釋出電子而斷路，圖 6 顯示利用光線對 CDS 的開關，設計出可控制光源點滅的電路、實體機板、光敏電阻元件等。圖 6a 可看出點滅電路的動

作原理，白天 CDS 短路，電流不會流經燈泡；晚上 CDS 斷路，電流經燈泡，中間開流體(SCR)及電阻作為緩衝 CDS 導通時的暫態電流，避免對光敏電阻元件的衝擊而損壞。

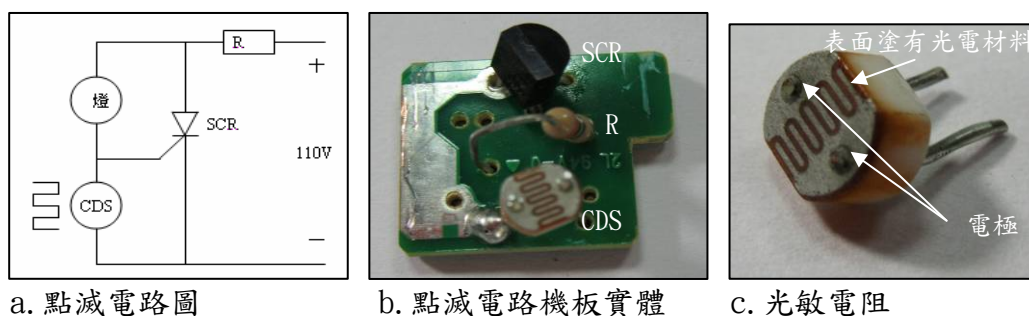


圖 6 小夜燈的自動點滅電路設計與實體

(二)感應點滅與手動開關的優劣

1 年 365 天若用感應點滅非常方便，但環境溫度會影響光敏電阻的動作精準度，尤其夏天、冬天溫度差距極大，感應點滅是否在精確時間動作，值得疑慮；又很多人都是睡前才開啟小夜燈，感應點滅可能在傍晚 6, 7 點就開啟，並不符合消費者習慣，這可能是消費者購買前要考虑的。手動開關需手操作，但沒電子機板應用，少一層故障機率，只是清晨天亮時，光線亮度可能掩蓋小夜燈的光度，可能使使用者忘了關燈，得失之間還真難以斷定。

四、薰香小夜燈

有些廠商在燈罩頂端增加應用功能，鑲上一組凹碟，凹碟可盛放液體精油或驅蚊液，利用底下鎢絲燈泡高溫順便進行揮發精油用途，使小夜燈兼具驅蚊與紓壓解勞功效。香薰小夜燈的燈罩都會採用陶瓷材料，光源也都採用鎢絲燈泡，光源功率在 5 W~7 W 間，溫升試驗會證明 LED 燈泡並不適用在香薰小夜燈的光源應用上，因其溫升都在 36 °C 以下，加上 LED 燈泡藍光生物性危害疑慮未解，鎢絲燈泡還有存在市場的價值，要被 LED 燈泡全部取代，目前還不可能。

五、溫升檢測

依 CNS 14335 第 12.4 節及 IEC 60598-2-4 第 4.12 節規定執行。溫度不得超過 CNS 14335 內文之表 12.1 及表 12.2 所示限制值加 5 °C。本試驗以發光強度相同 2 燭光之鎢絲燈泡與 LED 燈泡分別進行溫升試驗比較，前者規格 110 V 2 W；後者 110 V 0.4 W，圖 7 為量測情形，表 2 為量測結果。

(一)測試部位規定(圖 7a)

量測部位在燈罩內外側、PVC 手握持插座、ABS 燈座等四點。

(二)測試規定(圖 7b, c)

1. 環境溫度規定須在 10 °C 至 30 °C 的範圍內。
2. 操作規定，正常下鎢絲燈其以額定消耗功率的 1.05 倍操作，螢光燈及其它放電燈以其額定電壓或額定電壓範圍上限之 1.06 倍操作，直到燈達到熱穩定後，即溫度變化率低於每小時 1 °C 後，才量測溫度。

(三)判定符合規定

1. 燈罩內外側 < (90 °C + 5 °C)。

2. 手握持插座 $< (75\text{ }^{\circ}\text{C} + 5\text{ }^{\circ}\text{C})$ 。

3. 燈座 $< (95\text{ }^{\circ}\text{C} + 5\text{ }^{\circ}\text{C})$ 。

(四)測試結果

黏貼點分別為編號 001 燈罩內層(近光源處)、002 燈罩外層(近光源處)、003 電源插座(近刀片)、004 燈座、005 室溫。

1. 光源為鎢絲燈泡時，燈具操作在 $1.05P_0 \rightarrow 2\text{ W} \times 1.05 = 2.1\text{ W}$ 下

a. 燈罩內側 001 : $42.8\text{ }^{\circ}\text{C} < (90\text{ }^{\circ}\text{C} + 5\text{ }^{\circ}\text{C})$ 。

b. 燈罩外側 002 : $39.9\text{ }^{\circ}\text{C} < (90\text{ }^{\circ}\text{C} + 5\text{ }^{\circ}\text{C})$ 。

c. 插座 003 : $34.6\text{ }^{\circ}\text{C} < (75\text{ }^{\circ}\text{C} + 5\text{ }^{\circ}\text{C})$ 。

d. 燈座 004 : $42.8\text{ }^{\circ}\text{C} < (95\text{ }^{\circ}\text{C} + 5\text{ }^{\circ}\text{C})$ 。

e. 室溫 005 : $32.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

2. 光源為 LED 燈泡時，燈具操作在 $1.06V_s \rightarrow 110\text{ V} \times 1.06 = 116.6\text{ V}$ 下

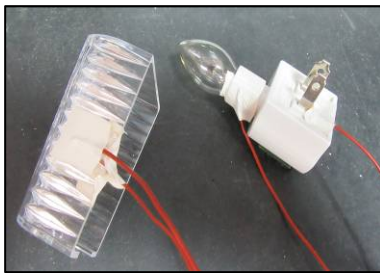
a. 燈罩內側 001 : $33.5\text{ }^{\circ}\text{C} < (90\text{ }^{\circ}\text{C} + 5\text{ }^{\circ}\text{C})$ 。

b. 燈罩外側 002 : $33.4\text{ }^{\circ}\text{C} < (90\text{ }^{\circ}\text{C} + 5\text{ }^{\circ}\text{C})$ 。

c. 插座 003 : $36.0\text{ }^{\circ}\text{C} < (75\text{ }^{\circ}\text{C} + 5\text{ }^{\circ}\text{C})$ 。

d. 燈座 004 : $35.5\text{ }^{\circ}\text{C} < (95\text{ }^{\circ}\text{C} + 5\text{ }^{\circ}\text{C})$ 。

e. 室溫 005 : $32.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。



a. 熱電偶黏貼部位

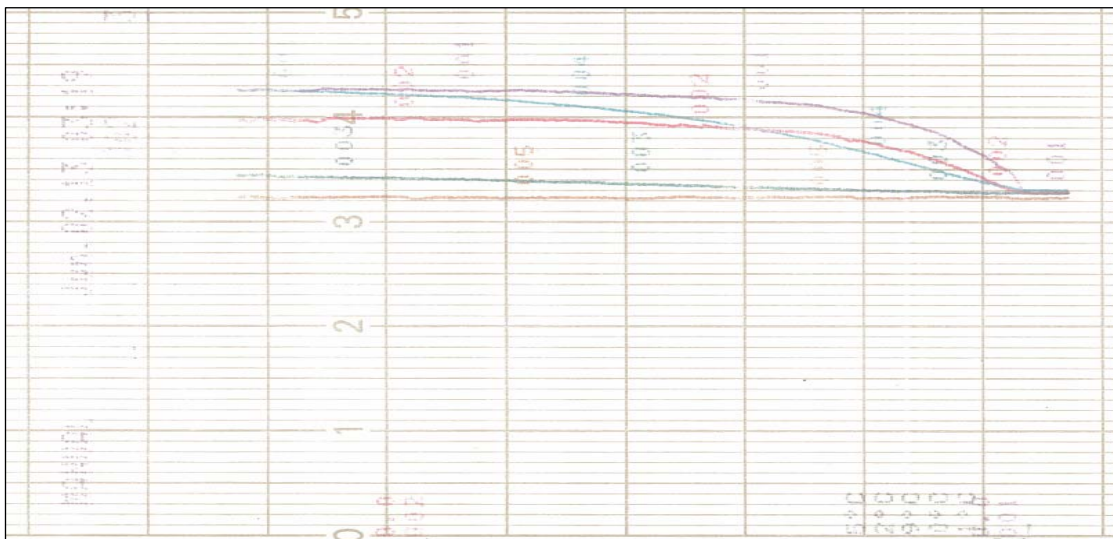


b. 鎢絲燈泡操作在 $1.05P_0$



c. LED燈泡操作在 $1.06V_s$

圖 7 溫升量測情形(實驗拍攝)



a. 鎢絲燈小夜燈之溫升曲線



b. LED 小夜燈之溫升曲線



表 2 同燭光下之兩個光源的溫升量測記錄表(10 °C/垂直每大格；1 °C/垂直每小格)

肆、結論

本文對小夜燈採用光源為鎢絲燈泡及 LED 燈泡分別討論其溫升對燈罩的影響，相同光強度下，鎢絲燈泡當然比 LED 燈泡在燈罩內外側有較高溫升，可以在 40 °C 以上，這還只是標示 2 W 規格者，若採 7 W-10 W 之鎢絲燈泡，那溫升會飆到哪個數值？值得後續研究，不管如何！燈罩的耐熱耐燃由材質決定，沒經驗證的劣質材料一旦熱熔很容易著火並引起短路，何況小夜燈在臥房用很多，要是在睡眠時發生狀況會危及身家安全，購買有標準局合格標識商品變得相當重要。小夜燈採用 LED 燈泡確實很省電，也沒溫升問題，但刺眼問題是否可接受，是可以慎思的。是否購買自動點滅感應式小夜燈？還是手動開關型小夜燈？本文已作了分析，筆者傾向購買手動開關型，雖然較麻煩，也需注意早上要關燈，不過其無電子感應電路，不會有額外消耗功率與功率因數下降之線路損失問題。鎢絲燈不會全然自市場上消失的，因為有些用途是藉助其輻射熱源溫度用途，照明不過是其附帶輔助功能而已，如小雞、小鴨的養殖，如植物日照控制，再如本文介紹的香薰小夜燈。有關電性部份完全依據 CNS14335 及 IEC60598-2-4 規範內容執行，可以提供業界參考。

伍、選購技巧

標準檢驗局已將小夜燈列屬強制性應施檢驗商品範圍(限檢驗一般室內照明用者)，其適用安規檢驗標準為「CNS 14335 (88 年版) 與 IEC 60598-2-4(1979 年版)」，適用電磁干擾標準為「CNS 14115 (93 年版)」。商品檢驗方式則由標準檢驗局規定採「驗證登錄」或「型式認可逐批檢驗」雙軌並行制，無論國內產製或自國外進口前，須先取得標準檢驗局認可之指定實驗室所出具之型式試驗報告，再向標準檢驗局申請驗證登錄證書或型式認可證書，其中若採取「型式認可逐批檢驗」方式者，於取得型式認可證書後，尚需向標準檢驗局報請檢驗，符合檢驗

規定後，於商品本體上標貼「商品檢驗標識」( 或 ) 始得出廠陳列或銷售。故消費者購買產品時應檢視本體上是否有標貼，若有疑義可至標準檢驗局「商品檢驗業務申辦服務系統」網站(網址 http://civil.bsmi.gov.tw/bsmi_pqn/index.jsp)查詢真偽，或撥打該局免付費服務電話：0800-007-123 詢問。

有關小夜燈之選購注意事項如下：

1. 選購時，檢視

產品之廠商名稱、地址、電器規格(如電壓、消耗功率或電流)、型號等各項標示是否清楚，本體上是否貼有標準局印製之合格「檢驗標識」。

2. 選購時，注意

- (1)燈罩的透光性是否合適，圖案與色彩與居室風格儘量搭配。
- (2)燈罩最好是防火材質如壓克力。
- (3)若購買薰香功能之小夜燈，燈罩應選購陶瓷類。
- (4)小夜燈挑出牆面的距離，大約為 10~80 mm。

陸、使用注意事項

1. 調整插頭方向時，請勿過度旋轉，以免零組件斷裂而發生危險。
2. 請插在顯露的牆壁上，以免阻礙照明。
3. 燈罩如有破損應立即更換。
4. 使用中應避免兒童接觸玩耍。
5. 更換燈罩應採用不易燃之材質。
6. 勿覆蓋床單、手帕、易燃物等於小夜燈本體上。
7. 隨時注意使用狀況，若有故障現象發生，應將電器送至廠商指定之維修站維修，切勿自行更換零件或拆解修理。
8. 請勿使用於潮濕、高溫或易燃物品旁的環境。
9. 燈不亮時，通常要檢查燈泡，如果燈泡未損壞，一般是燈頭部分與燈泡接觸不良引起，可重新擰緊燈泡使燈頭燈泡接觸。
10. 本商品只適用於睡眠照明、倉庫、房間、客廳、走道、樓梯轉角等較暗處，勿隨意建議用於戶外或不適用場所。
11. 手部潮濕，不要接觸電源插頭或開關。
12. 請勿重擊、擠壓或其它外力破壞，產品外觀若有裂痕請勿使用。
13. 使用時，確認產品的插頭緊接於插座。
14. 請勿用於延長線上，以免隨電線晃動，摔破而接地短路。
15. 使用香薰小夜燈時注意：
 - (1)用組裝好的小夜燈輕輕插在牆上的固定插座，點亮小夜燈。
 - (2)燈正常亮後，可將小夜燈頂部凹槽處加水滿七分，再添加適量精油，使精油充分揮發。
 - (3)香薰小夜燈燈罩是易碎陶瓷製品，應小心使用及避免兒童玩耍。

柒、清潔保養

1. 拆卸前先關閉電源。
2. 可先將燈座表面灰塵去除，再用棉布沾點牙膏擦拭。
3. 不要隨意移動燈具內部部件。
4. 燈罩內側屬紙質材料者，應避免使用洗滌劑以防破損，用乾布擦一遍即可。
5. 磨砂玻璃燈罩者，用軟布清潔；凹凸處污垢可用軟布包裹牙籤處理。

捌、參考文獻

1. 圖1a，2015/11/22檢索，蚵畫人生網，取自網址
http://www.ork.org.tw/sales_detail.asp?seq=71。
2. 圖1b，2016/08/03檢索，特力和樂網，取自網址
http://cdn.hola.com.tw/pub/img/product/2/6/25526_1284603126.6498_.jpg。
3. 圖1c，2016/08/03檢索，痞客邦網，取自網址
<http://e86036.pixnet.net/blog/post/10080362>。
4. 圖1d，2016/08/03檢索，中國製造網，取自網址
<http://big5.made-in-china.com/gongying/babolbabol-hMnE0mqlsGWR.html>。
5. 圖1e，2016/08/03檢索，Nobody in JP網，取自網址
<http://www.nobodyinjp.com/goods-10198-kikilala>。
6. 圖1f，2016/08/03檢索，愛禮物網，取自網址
<http://igift.tw/products/led-jellyfish-nightlight>。
7. 圖1g，2016/08/03檢索，摩天商城網，取自網址
https://www.momomall.com.tw/m/goods/GoodsDetail.jsp?goods_code=101492000044。
8. 圖1h，2016/08/03檢索，淘寶網，取自網址
<https://world.taobao.com/item/43827846626.htm>。
9. 顧達鈞、謝坪崎，2010，亮不量由我決定—光敏電阻，台北市立內湖高級工業職業學校專題報告，台北。