

經濟部標準檢驗局 103 年度

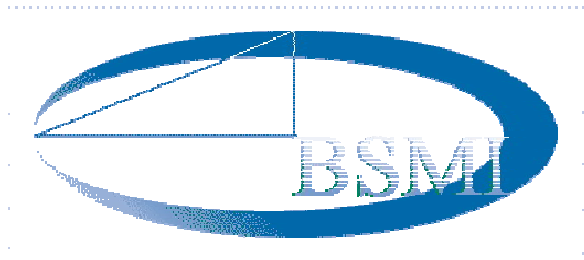
自行研究計畫

103BSMI-09

一般室內照明用燈源之 光生物安全性分析

經濟部標準檢驗局新竹分局 編印

中華民國 103 年 12 月 31 日



經濟部標準檢驗局 103 年度

自行研究計畫

103BSMI-09

一般室內照明用燈源之 光生物安全性分析

經濟部標準檢驗局新竹分局 編印

中華民國 103 年 12 月 31 日

「本報告書僅供政府機關參考，請勿轉載」

提要表

經濟部標準檢驗局新竹分局		填表人：呂旻翰	
103 年度自行研究報告提要表		填表日期：103 年 12 月 05 日	
研究報告名稱	一般室內照明用燈源之光生物安全性分析		
研究單位 及人員	第一課： 呂旻翰、陳文松	研究 時間	自 103 年 01 月 01 日 至 103 年 12 月 31 日
報 告 內 容 提 要			
一、研究緣起與目的 <p>LED 燈泡已於 103 年 07 月 01 日開始納入強制應施檢驗範圍，其中檢驗項目包含光生物安全性分析，其依據標準為 CNS 15592(IEC 62471)。雖然 IEC 62471 一開始是針對 LED 光源發展而來的標準，但現階段其亦可適用於評估一般室內傳統照明光源之光生物安全性，因目前本局所列管市面上販售之一般室內傳統照明光源（例如螢光燈管、安定器內藏式螢光燈泡、緊密型螢光燈管等）並未要求執行光生物安全性量測，所以為了進一步了解目前市面上販售之一般室內傳統照明光源之光生物安全性，遂提出本研究計畫探討之。</p>			
二、研究方法與過程 <p>先進行一般室內傳統照明光源市場普查，以了解實體賣場或網路商店所販售之各種室內傳統照明光源產品（例如螢光燈管、安定器內藏式螢光燈泡、緊密型螢光燈管等）廠牌、規格分佈情形，選定一般消費者常選購之規格並擴大價格分佈帶進而決定購樣對象進行購樣，再分別對所市購之室內傳統照明光源產品依據 CNS 15592(IEC 62471) 量測其光生物安全性並蒐集量測數據進行確認。另外再依據目前歐盟所採用的較嚴格的標準 EN 62471 進行量測，並比較 CNS 15592(IEC 62471)與 EN 62471 之量測結果。</p>			
三、研究發現與建議 <p>本研究計畫之預期目標是藉由量測數據結果深入分析探討各類室</p>			

內傳統照明光源之光生物安全性，探討是否須如同 LED 燈泡，亦將光生物安全性列為各種室內傳統照明光源產品之列檢項目。研究結果發現目前市面上常見的傳統照明光源不論是依據 CNS 15592(IEC 62471) 或 EN 62471，絕大部分的光生物安全性類別都屬最安全的無風險類別 (Exempt)，顯見國內市售之光源光生物安全性普遍具有一定水準。

另本計畫之最終研究結果期可作為標準檢驗局未來對於市面上各式室內傳統照明光源產品是否列管光生物安全性之相關考量依據，並可提供作為標準檢驗局專業試驗室之後市場檢驗管理及指定認可試驗室執行量測之參考。

目 錄

壹、前言.....	1
貳、光生物學的概覽.....	3
參、光生物安全標準的發展歷程.....	9
肆、光生物安全量測原理與過程.....	13
伍、一般室內照明用燈源之光生物安全性分析.....	28
陸、CNS 15592(IEC 62471)與 EN 62471 結果之比較	54
柒、結論.....	85
捌、參考文獻.....	87
附錄一、市購省電燈泡之樣品相關資訊	89
附錄二、市購螢光燈管之樣品相關資訊.....	102
附錄三、市購緊密型螢光燈管之樣品相關資訊.....	105

圖 索 引

圖 2-1：光化學紫外線與視網膜藍光之光譜危害加權函數圖.....	4
圖 4-1：角距(angular subtense, α)之定義示意圖.....	16
圖 4-2：輻射照度之量測示意圖.....	21
圖 4-3：輻射輝度之量測示意圖.....	22
圖 4-4：利用投影技術量測輻射輝度之量測示意圖.....	23
圖 4-5：利用照度量測換算輻射輝度之量測示意圖.....	23
圖 4-6：光化學紫外線、視網膜藍光危害與視網膜熱危害之光譜危害加 權函數圖	25

表索引

表 2-1：六大光生物危害的作用波段範圍與相關傷害	6
表 3-1：IEC 62471 與 EN 62471 之主要差異比較表	11
表 4-1：IEC 62471 中對於光源之輝度與曝照時間所假設之瞳孔直徑對應表	15
表 4-2：視網膜曝照時間及角距量測之對應關係表	17
表 4-3：IEC 62471 中各個光生物危害對應之評估/量測方式	19
表 4-4：標準 IEC 62471 中定義之風險類別	26
表 4-5：IEC 62471 各光生物危害的每個風險類別對應之 EL 值	27
表 5-1：市購省電燈泡之六大光生物安全性量測值(依據 CNS 15592)	28
表 5-2：市購螢光燈管之六大光生物安全性量測值(依據 CNS 15592)	46
表 5-3：市購緊密型螢光燈管之六大光生物安全性量測值(依據 CNS 15592)	49
表 5-4：市購傳統螢光光源之六大光生物安全性量測值數據比較(平均值)	51
表 6-1：市購省電燈泡之六大光生物安全性風險類別之比較	53
表 6-2：市購螢光燈管之六大光生物安全性風險類別之比較	77
表 6-3：市購緊密型螢光燈管之六大光生物安全性風險類別之比較	82

壹、前言

本分局於 101 年針對 LED 燈泡以 CNS 15592 (亦即 IEC 62471) 量測其光生物安全性之風險等級並探討比較六大光生物危害之程度。雖然 IEC 62471 的起源是將 LED 光源的危害評估自雷射光的 IEC 60825 分離出所發展而來的標準，但其亦可用於評估一般室內傳統照明光源(螢光燈)之光生物安全性。本分局近幾年來持續參與總局第六組辦理能源科專計畫之 LED 子項計畫，並於 102 年藉由該計畫大量市購實體店面賣場與網路販售之各式一般室內常用之光源，故本研究計畫是利用當時市購之產品進行一般室內傳統照明光源之光生物安全性量測分析。

光生物輻射安全起初是由雷射光、LED 光源衍生出來的安全疑慮，但傳統的照明光源亦應一併接受檢視，畢竟如今人類的生活型態處處都會接觸到照明光源，無論是螢光燈具或 LED 照明光源。且雖然目前標準檢驗局僅只針對 LED 燈泡依據 CNS 15592 強制列檢其光生物安全性，我們亦對一般室內傳統照明光源之光生物安全性之定性定量分析深感興趣，遂提出本研究計畫。

相較於近幾年來蓬勃快速發展的 LED 光源在藍光方面對人體的光生物危害一直有相關文獻在研究探討，已經使用了數十年的一般室內傳統照明光源卻似乎未看到相關的光生物危害之分析研究，所以我們

希望藉由廣泛量測各類室內傳統照明光源之光生物安全性，分析其量測數據，探討是否須如同 LED 燈泡亦將光生物安全性列為各種室內傳統照明光源產品之列檢項目，本研究計畫之最終研究結果期可作為標準檢驗局未來對於市面上各式室內傳統照明光源產品是否列管其光生物安全性之相關考量依據，並可提供作為標準檢驗局專業試驗室之後市場檢驗管理及指定認可試驗室執行量測之參考。

貳、光生物學的概覽

光生物學是一門研究光輻射與活體組織如何互相影響的學問。光輻射被定義為波長介於 1 nm 的遠紫外光(UV)到 1 mm 的遠紅外線(IR)的電磁波段。然而這個範圍基於實際考量常被限制在 200-3000 nm，因為 200 nm 以下的光會被空氣吸收，而在遠紅外線區段的光子其所帶能量低到可被忽略。

由於光輻射在活體組織內會被強烈吸收，穿透深度從紫外光的微米(μm)級到紅外光的毫米(mm)級，而人體最危險的曝照部位就是皮膚與眼睛。曝照下的生物反應起因於多種的能量轉換過程，其被概括地歸類為「光化學反應(Photochemical Interactions)」與「熱反應(Thermal Interactions)」。光化學反應主要作用於光子能量較強的低波長的波段範圍，而在高波段的範圍，主要的傷害是由熱反應造成。

在光化學反應中，特定波長的光會在細胞分子中激發出電子，導致其內部的化學鍵被破壞或重新組鏈[這對 DNA 可能有直接影響，因為 DNA 的每一鹼基對(base pair)都是捆在一起的]，造成 DNA 股(DNA strand)的崩壞，間接地產生了額外的高反應根基(highly-reactive radical)。這些根基可以與 DNA 互相作用造成結構上的改變，而使其它細胞(例如視網膜表面細胞)造成功能的惡化與死亡。重要的是，DNA 若遭到傷害而沒有恢復，將有致癌的可能。

熱反應的作用機制是與被曝照部位吸收了曝照其上的光線後溫度上升有關，這導致了蛋白質變質及熱引起的細胞破壞。

熱反應在所有的波段上都造成相同的傷害，而光化學反應與波長有強烈的相關性，其相關性被定義成光譜危害加權函數 (hazard-weighting functions)[如圖 2-1]，這些函數代表在各個波長下被激發至某特定強度反應所需之劑量(或能量)之倒數，並歸一化 (normalized)；低反應就需要高劑量(or 高能量)去激發，反之亦然。

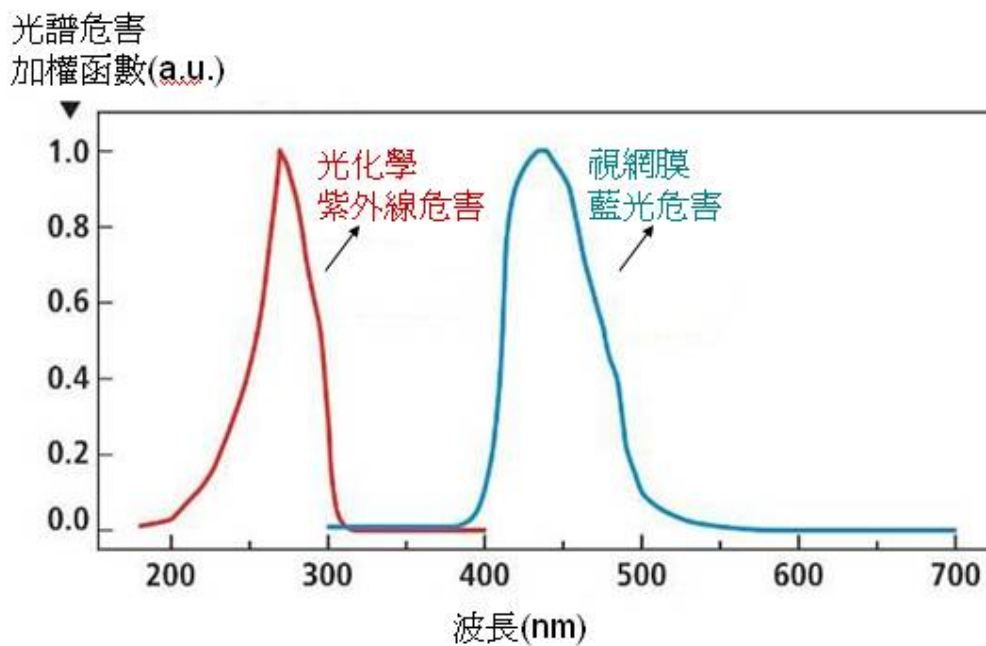


圖 2-1 光化學紫外線與視網膜藍光之光譜危害加權函數圖

此外，低度的熱曝照可藉由曝照部位附近的熱傳導效應來減輕熱反應的效應；而光化學反應通常遵循相反法則(Reciprocity Law 或稱 Bunsen-Roscoe Law)的對等關係，這說明了光化學反應的過程與劑量

強度(曝照強度)有關；低強度、長曝照時間造成的光化學危害程度與高強度、短曝照時間相當。

在皮膚與眼睛引起的光生物危害

當考慮皮膚與眼睛的光生物傷害，三種曝照情形須要被考量，即皮膚、眼睛的外表面(角膜、結膜、水晶體)與視網膜的曝照。

光線曝射到皮膚時，有部分的入射光會被反射掉，剩餘的將會穿透過表皮及真皮。皮膚方面的考量主要在於 UV 的曝照，亦即對 DNA 造成直接破壞的光化學傷害，進而引起類似發炎症狀的紅斑(皮膚曬傷)。另一個傷害是產生攻擊 DNA 與其它皮膚細胞(例如膠原蛋白)的易反應自由根基(radicals)。膠原這種結構性蛋白質給予皮膚彈性，膠原破壞將造成彈性組織變性(elastosis)，產生皺紋與皮膚老化。熱灼傷的風險也同時出現，但較不須考量，因為曝照通常僅限於開始感到疼痛的程度(感到痛就會自動趨避)。皮膚也自行會發展抗 UV 的防護機制，如增厚上皮層以減少 UV 的穿透量並產生吸收 UV 的黑色素(亦即棕褐色皮膚的天然膚色)。

眼睛表面的曝照類似於皮膚的曝照反應，主要的考量也是 UV 波段，曝照後可能會發生光角膜炎(又別名電弧眼/雪盲症)，這是一種發炎性的光化學反應，其症狀類似角膜及結膜曬傷，另一種可能結果是水晶體發生 UV 白內障。對於紅外光，眼睛表面長期高度曝照下的溫

度反應也許會造成紅外線白內障。

由於水晶體的傳導特性，視網膜的曝照情形僅需考量 300-1400 nm 的波段。曝照時間超過 10 秒的主要傷害機制是光化學藍光危害[光照性視網膜炎(photoretinitis)]，它會產生破壞感光細胞與視網膜色素上皮層[RPE，視網膜外表皮上的細胞層，專司支援感光細胞的運作]的自由基(free radicals)。在較短的曝照時間內，主要的考量是造成蛋白質與視網膜的關鍵成分變質的熱傷害(thermal hazard)。

眼睛天生具有的幾種保護機制僅作用於可見光波段(380-780 nm)，這些保護機制包括厭惡反應(眨眼、轉頭、瞳孔的縮小以減少到視網膜的進光量)與眼睛的移動(掃視)，確保視網膜上的同一塊區域不會持續性地被曝照。表 2-1 總結了皮膚與眼睛的六種光生物危害。

表 2-1 六大光生物危害的作用波段範圍與相關傷害

危害類型		波長範圍 (nm)	危害部位
UV	光化學紫外光危害 (Actinic UV)	200 ~ 400	眼睛(角膜炎、結膜炎、 白內障) 皮膚(紅斑、彈性組織變 異、皮膚癌)

	近紫外光危害 (Near UV)	315 ~ 400	眼睛(白內障)
Blue Light	藍光危害 (Blue light)	300 ~ 700	視網膜(視網膜炎)
	藍光危害 - 小型 光源 (Blue light-small source)		
Retinal Thermal	視網膜熱危害 (Retinal thermal)	380 ~ 1400	視網膜(視網膜灼傷)
	視網膜熱危害 - 微 弱視覺刺激 (Retinal thermal - weak visual stimulus)	780 ~ 1400	
IR	紅外光輻射危害 (Infrared radiation)	780 ~ 3000	眼睛(角膜灼傷、白內障)
Skin	皮膚熱危害	380 ~ 3000	皮膚(皮膚灼傷)

Thermal	(Skin thermal)		
---------	----------------	--	--

參、光生物安全標準的發展歷程

考量光生物輻射安全時，ICNIRP(the International Commission on Non-Ionising Radiation Protection，國際非游離輻射防護協會)發布了每一種光生物危害對應的曝露限制(EL)值。這些值是基於光輻射效應與動物組織實驗結果所訂定出的傷害臨界值，但這些值並不適用於對光特別敏感及皮膚或身體上具有光增感物質的人(包括某些特定藥物、化妝品及植物)。

在 1993 年首度出現了具市場價值的 GaN(氮化鎵)藍光 LED，LED 的光生物安全性才首度被考量，而 IEC 亦決定將 LED 納入已公告的雷射光標準- IEC 60825 的範疇裡。這個決定是基於兩個理由：(1)由於其窄頻寬、小光源尺寸及射出光線的高度指向性，LED 被視為是介於雷射光與傳統光源的技術。(2)紅外光 LED 被運用於光纖通訊系統，而該系統裡也有運用雷射二極體。

在 1996~2001 年裡，很多人試著將 LED 調和入雷射光的標準裡，主要是透過修訂對所有雷射光都很重要的安全哲理(safety philosophy)，然而還是遭遇很大的困難，因為用雷射光標準來評估 LED 時會沒有考慮到 LED 光線的發散性而過於高估其傷害性。

在發展 IEC 60825 的同時，IESNA(The Illuminating Engineering Society of North America，北美照明工程協會)在 1996 年公告了標準 ANSI/IESNA RP27.1: “Recommended Practice for Photobiological Safety for Lamps and Lamps Systems: General Requirements”。(目

前最新版於 2005 公告)這預告了將會有考量非雷射光源的一系列標準。在 2002 年，IEC 採用了 ANSI/IESNA RP27.1 標準的主要內容並發布了 CIE 標準 S009/E-2002：“Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems” 並推廣此標準。

由於專家們認為把雷射光的限制條件直接套用於 LED 上，其評估結果會過於保守(亦即上述的過於高估其危害)，且由於 LED 技術的進步及伴隨的運用領域之拓廣，IEC 決定將 LED 從雷射標準的規範中排除並於 2007 年更新了 IEC 60825 標準，此排除主要是為了光纖耦合與通訊運用，這個改變促進了提出其它考量 LED 的標準之需求。

IEC/EN 62471 的問世

在 2006 年，IEC 採用了現存的 CIE S009/E-2002 的指導方針，並推出 IEC 62471：2006 “Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems”。此標準的範疇是提供指導方針去評估燈與燈具系統的光生物安全，排除雷射光的適用範圍且只考量 200~3000 nm 的光譜範圍。量測方法與皮膚、眼睛在長達八小時的曝照下的曝露限制值(依據 ICNIRP 的資料)都被規範在 IEC 62471 中考量之六大光生物危害中(參考表 2-1)，而 IEC 62471 並沒有考慮長時間曝照下的潛在影響。

同樣在 2006 年，歐盟委員會決議對工作場所的照明提出了強制性的光輻射安全要求。之後在 2008 年，歐洲電工標準化委員會(CENELEC)

以 IEC 62471 的內容為基礎，發行了 EN 62471：2008（IEC 62471 與 EN 62471 的主要差異，詳如表 3-1）。於是歐盟於 2009/09/01 開始要求銷往歐盟國家的 LED 產品皆須執行 EN 62471 的光生物輻射安全的評估，透過 CE-Mark 的安全驗證來強制執行。

IEC 於 2009 年另發行了 IEC/TR 62471-2：2009 “Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety”，該標準主要是針對 LED 光源/燈具的製造提供一些光生物安全性準則。而由於新確認的醫學試驗結果的陸續發布，IEC 62471-1 目前仍由 IEC 技術委員會 TC 76 持續審查修訂中。

表 3-1 IEC 62471 與 EN 62471 之主要差異比較表

差異項目	IEC 62471：2006	EN 62471：2008
波長範圍	200 ~ 3000 nm	180 ~ 3000 nm
UV 危害的加權函數 $S(\lambda)$	5 nm 為間距	1 nm 為間距
無風險類別的 Near UV 危害 曝露限制(EL)	$10 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$0.33 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

無風險類別的藍光危害- 小型光源之曝露限制(EL)	$1.0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$	$0.01 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$
------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------

在 2010 年於西雅圖舉辦之 IEC 第 74 屆年會上，光生物安全之量測問題成為關注的焦點，中國杭州浙大三色儀器公司的專家弁同升先生提出新的量測國際標準草案，並在會議上一致通過。隨後經過數個國家為期三個月的官方正式投票，一致同意由中國負責制訂，美國、德國、日本、中國、奧地利與義大利等六國分別派出專家，參與該國際標準之制訂。

近幾年根據光輻射對人體影響的持續研究，不斷有新的醫學和光生物學的研究結果表明，現有國際標準中基於健康人體的光生物學試驗數據還不能完全保護人類的健康，因此光生物輻射安全標準在未來仍將有進一步的發展。

肆、光生物安全量測原理與過程

IEC 62471：2006 的範疇

標準 IEC 62471：2006 提供了指導方針去評估光譜範圍在 200～3000 nm、無論照明是否是該產品主要目的的所有電氣式、非雷射光源的光生物輻射安全。其中 LED 包含於此標準的適用範圍被特別地提及，並強調雷射光標準-- IEC 60825 已排除 LED 的範疇。

皮膚、眼睛前表面(角膜、結膜、水晶體)與視網膜的潛在曝照危害是透過假設曝照累積達八小時後，與六大特定危害相關的曝露限制值(EL's)相比來評估。此標準並無考量長時間曝照下的潛在影響，也不適用於有異常光敏性的人。

光生物安全量測原理與過程

一、量測環境

在量測光生物安全時，量測設備與待測光源/燈具皆置於密閉暗室中，以免外部光源(例如：室內天花板之照明燈具)干擾量測結果。而進行量測時的環境室內溫度應穩定維持於待測光源/燈具對應之 IEC 相關標準中所規定之溫度值。(本章所敘述之量測原理與過程是依據 IEC 62471。)另流經待測光源/燈具之表面氣流，除了待測物本身引起的自然對流外，應儘可能降低。(但若光源系統是維持在空氣循環之

條件下運作，就應在空氣循環下進行量測)。

二、 瞳孔直徑與角距

(1) 瞳孔直徑：

在 IEC 62471 中的光生物危害之評估，皆有把人體的自然反應/保護機制納入考量，而在此標準中著墨最多的，就是視網膜與眼球移動的部份。

當輻射光源之輝度夠高(大於 $10 \text{ cm} \cdot \text{m}^{-2}$)，且曝照時間大於 0.25 秒時，IEC 62471 是以假設 3 mm 之瞳孔直徑(面積約為 7 mm^2)來推導評估藍光危害或視網膜熱危害之曝露限制(EL's)。

當輻射光源之輝度很低(即紅外光輻射所產生極小或甚至不產生視覺刺激)時，則以假設 7 mm 之瞳孔直徑(面積約為 38.5 mm^2)來推導評估曝露限制。而在評估脈衝輻射源及或曝照時間低於 0.25 秒之光生物危害時，亦假設瞳孔直徑為 7 mm 來評估。

上述的假設情形實際上很類似於傳統相機之拍照曝光機制：若光源充足，相機的光圈(相當於瞳孔直徑)就可調小，且底片曝光時間也不需太久；若光源不足，則需調大相機的光圈或延長底片曝光時間。

表 4-1 IEC 62471 中對於光源之輝度與曝照時間所假設之瞳孔直徑對應表

待測光源之曝照輝度 / 曝照時間	假設之瞳孔直徑
輝度大於 $10 \text{ cm} \cdot \text{m}^{-2}$ 且 時間大於 0.25 秒	3 mm
輝度小於 $10 \text{ cm} \cdot \text{m}^{-2}$ 或 時間小於 0.25 秒	7 mm

而在 IEC62471 中，對於用於高光環境的近紅外(near-infrared)輻射源，瞳孔直徑則假設為 3 mm，而曝露限制可隨著瞳孔直徑的平方比例而增加。在這樣的情況下，曝露限制可增加成為原來的 $(7/3)^2 = 5.4$ 倍。

(2)光源成像對應的角距：

由於人體眼睛結構之影響，只有波長介於 380 nm 至 1400 nm 的光輻射才能曝照到人體視網膜上，而依據表 2-1 可知此波段範圍正是藍光危害與視網膜熱危害為主的作用範圍。由於角膜與眼睛的「透鏡」效果會將光源聚焦到視網膜上，所以最佳描述受曝照面積的方法是利用光源輪廓對應的角距(angular subtense, α)來定義相關的光輻射面積。受到眼睛的物理極限影響，即使是點光源，在視網膜上也至少

會形成約 0.0017 徑度(radian)的成像角距，此值在 IEC 62471 中定義為最小成像角(α_{\min})。

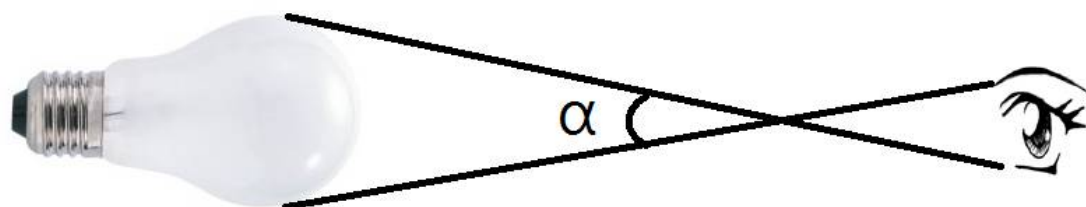


圖 4-1 角距(angular subtense, α)之定義示意圖

測量脈衝光或是連續光輻射光源時，在 0.25 秒(閃爍反射時間)時的視網膜熱危害應該採用 0.0017 徑度作為測量時的成像角距。當曝照時間高於 0.25 秒時，快速的眼球隨機運動或有知覺式的眼球移動會使光源的成像模糊擴大而形成較大的成像角。當曝照時間高過 10 秒時，模糊擴散的成像可達到 0.011 徑度。而當曝照時間介於 0.25~10 秒時，有效成像角距(α_{eff})約等於 $0.0017\sqrt{t/0.25}$ 徑度。

另外，針對藍光危害進行光源輻射量測時若曝照時間低於 100 秒，有效成像角距約相當於 0.011 徑度。當時間超過 10000 秒時，有效成像角距則一律視為 0.1 徑度[因為所有會造成視網膜危害的最大成像角距(α_{\max})定義為 0.1 徑度]。而當曝照時間介於 100~10000 秒時，有效成像角距(α_{eff})約等於 $0.011\sqrt{t/100}$ 徑度。

因此綜上所述，人體對光反應時間及角距量測所對應的關係就如

下表 4-2 所示：

表 4-2 視網膜曝照時間及角距量測之對應關係表

曝照時間 t (s)	視場量測 (rad)	視網膜之相關危害
< 0.25	0.0017 (α_{\min})	藍光危害 與 視網膜熱危害
0.25 ~ 10	$0.0017\sqrt{t/0.25}$	
10	0.011	
10 ~ 100	0.011	藍光危害
100 ~ 10000	$0.011\sqrt{t/100}$	
> 10000	0.1 (α_{\max})	

而在計算光源的等效成像角距(α_{eff})時，是透過光源平均尺寸計算而得，且分別不得超過 α_{\max} 及低於 α_{\min} 之限制。例如在 15 m 的距離量測一個長 2 m、直徑 3 cm(等於 0.03 m)的圓柱體光源時，在 15 m 距離下的 α_{\max} 、 α_{\min} 所對應的長度分別為：

$$\text{最大長度} = 15 \text{ m} \times 0.1 \text{ rad} = 1.5 \text{ m}$$

$$\text{最小長度} = 15 \text{ m} \times 0.0017 \text{ rad} = 0.0255 \text{ m}$$

由於此圓柱體光源的長度為 2 m，已超過最大長度 1.5 m 之限制，所以

在計算等效成像角距時，應修改平均尺寸為：

$$(1.5+0.03)/2 = 0.765 \text{ m}。$$

此圓柱體光源在距離觀察點 15 m 的等效成像角距 $\alpha_{\text{eff}} = 0.765/15 = 0.051 \text{ rad}$

三、量測距離：

在 IEC 62471 中決定量測距離時，會先判定待測光源是屬於哪一類光源：GLS(General Lighting Service，一般照明用途)光源或是 non-GLS(其它用途)光源。

一般置於公開場合且主要用途為照明空間之白色光源，幾乎都是屬於 GLS 光源，例如：路燈、省電燈泡、LED 球泡燈及裝於天花板之螢光燈管等。若判定為 GLS 光源，則在距離為 500 lux 處進行光生物安全量測，惟此距離不得低於 200 mm。

至於其它非屬於 GLS 光源的則都歸類於 non-GLS 光源，一律於 200 mm 之距離進行量測。

200 mm 這個距離代表的是人眼的近點(near point)，在低於 200 mm 的距離下，一般人視網膜上的成像會失焦而導致較低的視網膜輝度。

四、輻射照度與輻射輝度：

在考量皮膚與眼睛前表面的傷害時，僅考慮曝射於表面的光量是

足夠的，但在考慮視網膜傷害時，我們必須考慮眼睛的成像特性，也因此需要兩種截然不同的量測方式：輻射照度(Irradiance)與輻射輝度(Radiance)。

此標準考量了一些人體實際的生物物理(biophysical)現象(例如眼球的移動對於視網膜照度的影響)時，而此標準因此提供了某些特定的指導方針。輻射輝度的光譜範圍僅考量 300-1400nm 是因為視網膜受到水晶體傳輸特性的保護而免於此光譜範圍外的傷害。表 4-3 指出了評估各個光生物危害所需的量測方式(照度或輝度)。

表 4-3 IEC 62471 中各個光生物危害對應之評估/量測方式

危害		波長範圍 (nm)	量測方式
皮膚 與 眼睛	光化學紫外光危害 (Actinic UV)	200~400	輻射照度
	近紫外光危害 (Near UV)	315~400	輻射照度
	眼睛紅外線輻射危害 (IR Radiation Eye)	780~3000	輻射照度
	皮膚熱危害	380~3000	輻射照度

	(Thermal Skin)		
視網膜	藍光危害-小光源 (Blue light-Small source)	300~700	輻射照度
	藍光危害 (Blue light)	300~700	輻射輝度
	視網膜熱危害 (Retinal Thermal)	380~1400	輻射輝度
	視網膜熱危害-微弱視覺 (Retinal Thermal-Weak Visual)	780~1400	輻射輝度

(1) 輻射照度的量測

輻射照度是用於評估皮膚與眼睛前表面的傷害。照度被定義成曝照於物體表面的輻射功率($d\Phi$)與輻射面積(dA)的比值(圖 4-2)，它的符號是 E 而它的單位是 $W \cdot m^{-2}$ 。

照度考量的是從各個方位曝照於表面的光線。然而由於眼睛於鼻子、鼻樑的相對位置，使的眼睛免於廣角度範圍的曝照，因此在 IEC 62471 裡，當評估除了熱皮膚危害以外的其它光生物危害時，採用 1.4rad 的角度是合理的。待測光源所激發出的光線中，在此角度範圍外的光線

可不被納入評估量測。

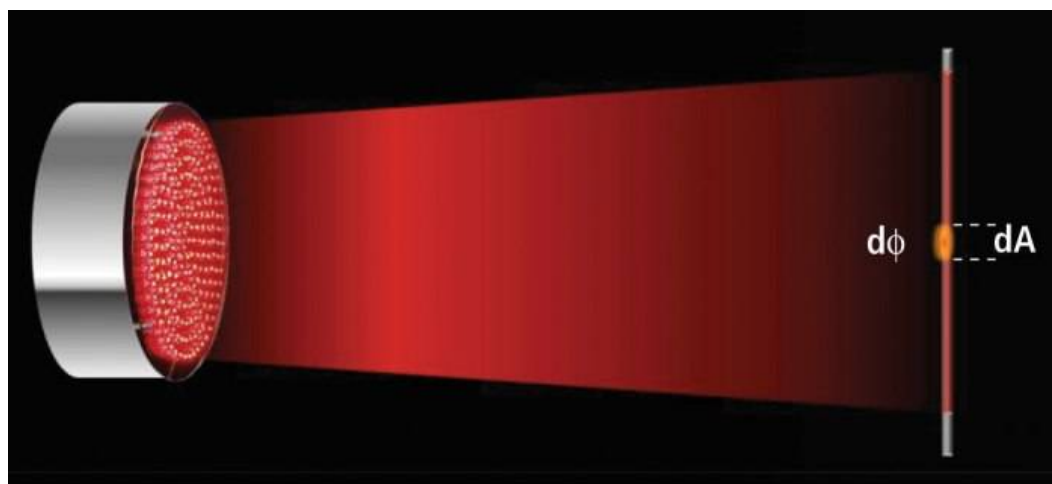


圖 4-2 輻射照度之量測示意圖

當量測照度時，光學量測儀器(如散光器或積分球)須具有餘弦反應(cosine angular response)以正確地反映來自所有非法線方向的光線效應。在一個偏離垂直表面的法線的某個角度下，投射在表面的投射面積會隨著該角度的餘弦值增加而增加，而導致了照度值的降低。

然而照度無法提供在眼睛裡傳導並成像於視網膜上的光量的資訊，因此還需要輝度的量測。

(2) 輻射輝度的量測

輻射輝度是用於評估視網膜的傷害。輝度被定義成從發光面積(dA)發射至偏離光源垂直法面線角度 θ 的立體角($d\Omega$)範圍內之輻射功率($d\Phi$)，與立體角($d\Omega$)跟投射面積 $dA \cdot \cos \theta$ 乘積之比值(圖 4-3)。它的符號是 L 而單位是 $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$ 。

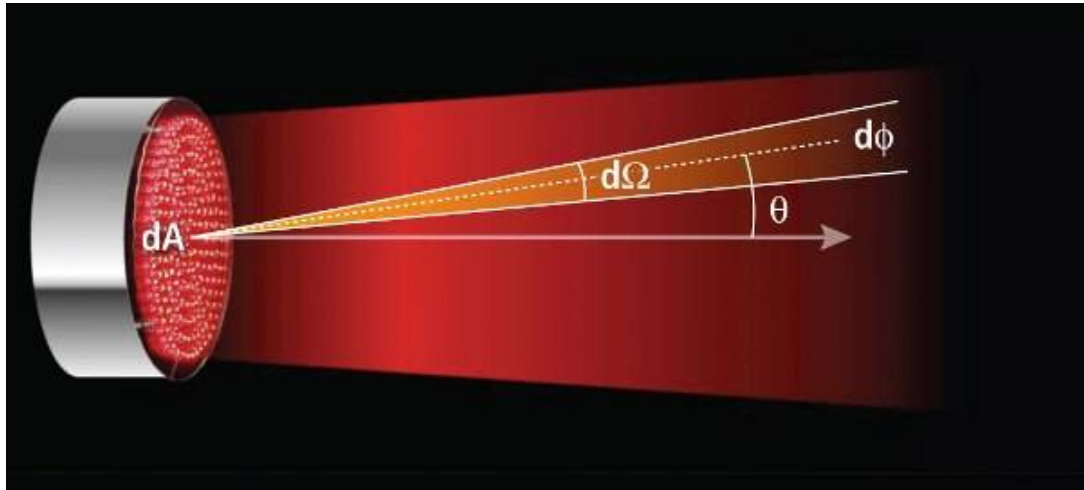


圖 4-3 輻射輝度之量測示意圖

當注視一個光源時，眼睛從瞳孔直徑包含的立體角範圍內收集光線，並投射光源的影像至視網膜上。當瞳孔因光源視覺刺激或流明而收縮(或擴張)時，影像的視網膜輝度就會提高(或降低)。

輝度的守衡定律指出輝度值無法透過被動式光學系統來提高，例如眼睛的水晶體。因此視網膜照度可以從光源輝度和從視網膜到瞳孔(距離 17 mm，瞳孔直徑 2~7 mm)所包含的立體角間互相換算出來。

也就是說輝度可用兩種方式量測：利用投影技術或透過照度量測的間接方式。在這兩種量測方式裡，量測時是透過特定的視場(FOV)或用來定義待測光源面積的接收方位立體角(通常用平面角來表達)。

投影技術(圖 4-4)重現了眼睛的投影。待測光源被投影到一個可隨量測所需之視場而改變直徑的光圈所在之平面上。

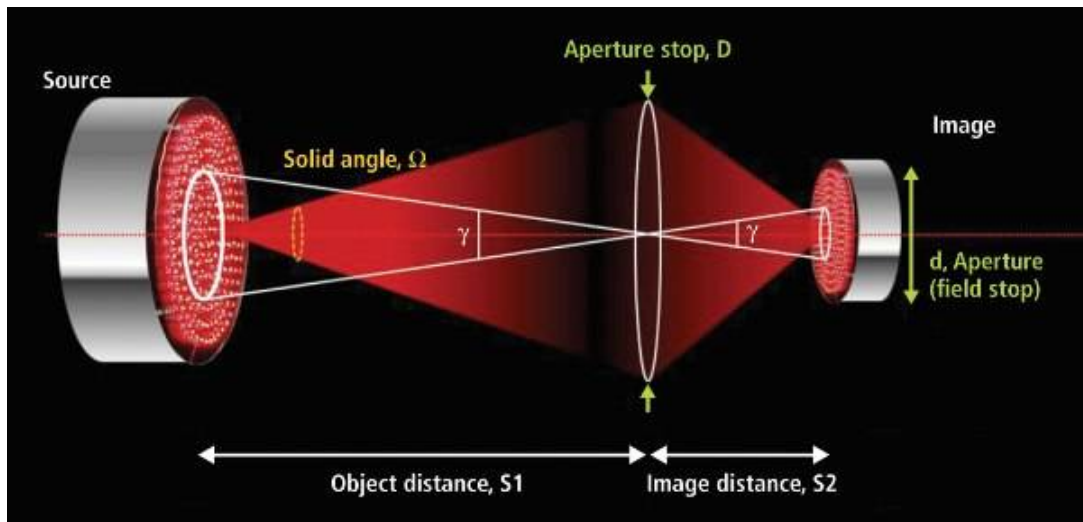


圖 4-4 利用投影技術量測輻射輝度之量測示意圖

或者，可採用具有餘弦反應的入射光學儀器來執行照度量測(圖 4-5)。把光圈直接放置在光源的位置已定義量測時的視場(FOV)。輝度就可由照度除以照度量測時所用之視野立體角，透過計算而得。

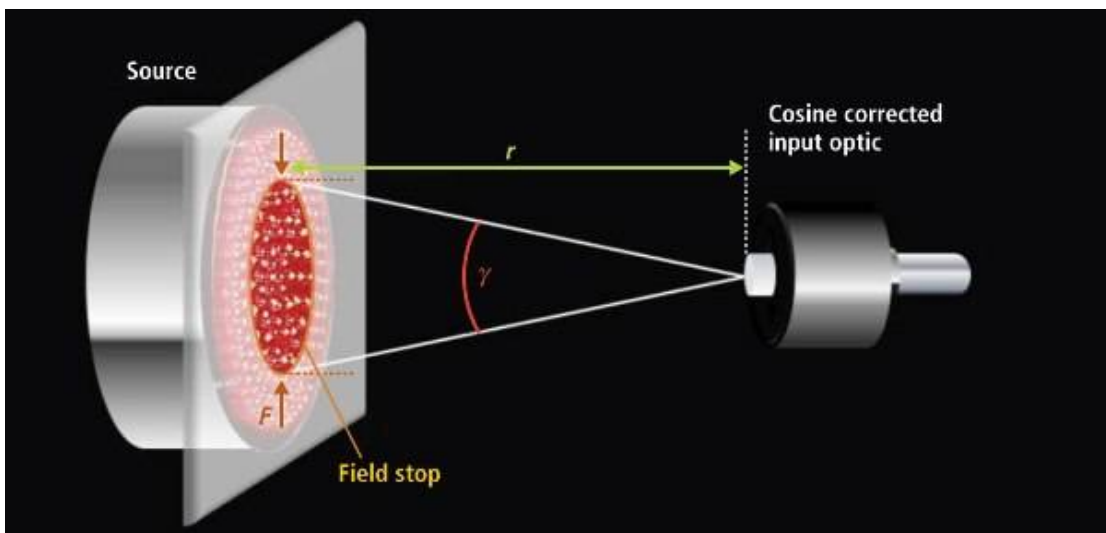


圖 4-5 利用照度量測換算輻射輝度之量測示意圖

最後請特別注意圖 4-2 與圖 4-3 中 dA 分別出現的位置。在量測照度時， dA 指的是被曝照面積；在量測輝度時， dA 指的是發光面積。所

以我們可說 IEC 62471 是同時從被曝照方與發光輻射方兩方面考量相關光生物危害。

(3)生理輝度

對於短暫的注視時間而言，光源在視網膜上之成像所對應的角度與實際光源對應的角度是一樣的(即圖 4-4 的 γ 角)。根據 IEC 62471，在視網膜上的最小成像角度限制是 0.0017 rad，明定了眼睛不完美之成像效能。

隨著曝照時間的增加，由於眼球的移動(掃視)及有知覺式的移動，在視網膜上的成像面積將會擴大，導致了視網膜輝度的降低。於是一個與時間有關的函數被定義去描述視網膜成像從 1.7mrad 隨時間擴散至 100mrad 的現象。這涵蓋了 0.25 秒(厭惡反應時間)到 10000 秒的曝照時間範圍(詳如表 4-2)。

在光生物安全的文獻裡，輝度的量測方式反映了這個現象，亦即量測時，視野大小的選定與光線投射到視網膜的區域面積有關，因此量測時光學儀器的視野也有相同的從 1.7 rad 到 100 rad 的時間反應，與待測光源的尺寸大小無關。

生理輝度的量測值會比實際物理輝度的量測值更精確，因為實際物理輝度僅只簡單定義了光源的發光面積；而生理輝度是用比光源實際所對應的視野還大的視野範圍來量測，其量測結果是實際光源的輝度與周遭暗色背景輝度的平均值。此外，由於光源的角距會隨距離而

改變，生理輝度是量測距離的函數，不像實際輝度不會隨距離而改變。

五、光譜的影響：

在上面的論述中，照度與生理輝度都沒有考量到光源的光譜分布，但這在 IEC 62471 中是很重要的。這些值實際上應該用單色儀在各波長下量測。這就產生了光譜輻射照度與光譜生理輻射輝度。若必要時，量測而得的光譜須用危害加權函數去加權，以呈現出考量的其中三種光生物危害的與波長之高度相關性(詳如圖 4-6)。

這些量測結果在考量的波段範圍內分別與相對應之光譜危害加權函數相乘後，做積分運算。各光生物危害經積分而得之值最後再分別與各風險類別對應之曝露限制值(EL's)相比較，以判斷其風險類別。

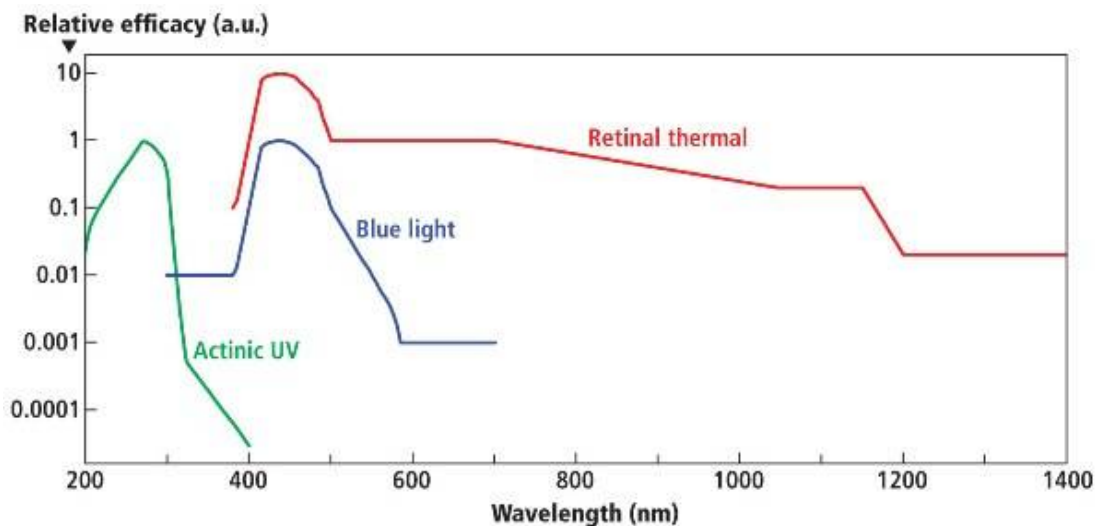


圖 4-6 光化學紫外線、視網膜藍光危害與視網膜熱危害之光譜危害加權函數圖

六、曝露限制值(EL's)與危害分類類別：

IEC 62471 共規範了四大風險類別(詳如下頁表 4-4)，各光生物危害的每個風險類別又對應了一個曝露限制值(EL)。在判斷各光生物危害所屬的風險類別時，就是將上頁所說的積分值依序與無風險類別(Exempt)到最後的風險類別 3(RG 3)所對應之曝露限制值相比較，以判斷出其風險類別。下頁表 4-5 整理出 IEC 62471 各光生物危害的每個危險類別對應之 EL 值。

表 4-4 標準 IEC 62471 中定義之風險類別

風險類別	危害程度
無風險類別 Exempt Group	無光生物危害
風險類別 1 (低度風險) Risk Group 1 , RG 1	在一般條件曝露下，不會引起光 生物危害
風險類別 2 (中度風險) Risk Group 2 , RG 2	即使強光造成生理不適或熱不適 仍不會引起光生物危害
風險類別 3	即使瞬間曝露，仍可能引起光生

(高度風險) Risk Group 3 , RG 3	物危害(超過風險類別 2 限制之光源 即列為風險類別 3)
-------------------------------	----------------------------------

表 4-5 IEC 62471 各光生物危害的每個風險類別對應之 EL 值

危害類型	反應光譜	符號	輻射限制			單位
			無風險	低度風險	中度風險	
光化學UV危害	$S_{UV}(\lambda)$	E_S	0.001	0.003	0.03	$W \cdot m^{-2}$
近UV危害	—	E_{UVA}	10	33	100	$W \cdot m^{-2}$
藍光危害	$B(\lambda)$	L_B	100	10,000	4,000,000	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
小型光源之藍光危害	$B(\lambda)$	E_B	1.0 ^(a)	1.0	400	$W \cdot m^{-2}$
視網膜熱危害	$R(\lambda)$	L_R	28,000/ α	28,000/ α	71,000/ α	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
微弱視覺刺激之視網膜熱危害 ^(b)	$R(\lambda)$	L_{IR}	6,000/ α	6,000/ α	6,000/ α	$W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1}$
對眼睛之IR輻射危害	—	E_{IR}	100	570	3,200	$W \cdot m^{-2}$

註^(a)小型輻射光源之角距 <0.011 弧度。10,000秒之平均視場為0.1弧度。
^(b)包含非GLS光源(GLS source)之評估。

註：表 4-5 中的 α 即為角距(angular subtense)，詳如圖 4-1

目前在 LED 燈泡之 CNS 安規標準[CNS 15436：安定器內藏式發光二極體燈泡（一般照明用）－安全性要求]與 LED 燈管之 CNS 安規標準[CNS 15438：雙燈帽直管型 LED 光源－安全性要求]中，皆已明定所能接受的光生物危害風險類別僅為無風險類別(Exempt)與風險類別 1(低度風險，RG 1)。

伍、一般室內照明用燈源之光生物安全性分析

藉由此次研究我們購買了市面上常見的數種傳統螢光光源產品以進行光生物安全量測，我們共量測了：(一)省電燈泡(皆為 E27 燈頭)、(二)螢光燈管(含 T5、T8/9) 以及(三)緊密型螢光燈管。以下將依序呈現其量測之數據。

(一) 省電燈泡：

我們購買了 54 種廠牌、共 208 種不同型號之省電燈泡。下述表 5-1 為依據標準 CNS 15592 量測各廠牌型號之六大類光生物危害風險量測值(各編號樣品對應之廠牌型號請參閱附錄 1)。

表 5-1. 市購省電燈泡之六大光生物安全性量測值

(依據 CNS 15592)

	紫外光 光化學 危害 $mW \cdot m^{-2}$	近紫外光 危害 $W \cdot m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W \cdot m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W \cdot m^{-2}$	藍光 危害 $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$
編號 001	0.118	0.015	2.18	3.8	58.7	483

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 002	0.265	0.038	1.21	2.62	22.4	225
編號 003	0.097	0.0178	0.296	1.9	56.7	485
編號 004	0.102	0.0196	0.639	2.22	53.6	343
編號 005	0.283	0.015	66.6	68.3	56.4	390
編號 006	0.131	0.00742	1.07	2.7	58.7	462
編號 007	0.0708	0.0177	0	0	59.2	435
編號 008	0.241	0.0164	0	0	58.1	439
編號 009	0.221	0.0163	1.77	3.38	56.6	336
編號 010	0.103	0.0185	0	0	58.1	328
編號 011	0.171	0.0147	0.439	2.07	59.7	434

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 012	0.266	0.0256	1.88	3.49	57.1	380
編號 013	0.158	0.0164	0.997	2.62	58.5	242
編號 014	0.336	0.0254	29.5	31.2	58.5	371
編號 015	0.207	0.0178	0.733	2.33	56	388
編號 016	0.111	0.0298	0.92	2.32	18.3	137
編號 017	0.196	0.0172	5.13	6.75	58.4	319
編號 018	0.273	0.044	21.3	22.7	19.7	278
編號 019	0.27	0.0226	1.4	2.82	24.4	105
編號 020	0.162	0.0146	0	0	61.7	232
編號 021	0.0763	0.0192	47.6	49.3	60.7	473

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 022	0.104	0.0349	36.7	38.1	18.3	254
編號 023	0.317	0.0207	49.9	51.6	61.2	406
編號 024	0.149	0.0267	45.4	47.1	61.5	479
編號 025	0.185	0.0184	154	156	62.6	375
編號 026	0.0816	0.0182	25.4	27.1	58.8	112
編號 027	0.0875	0.0364	46.9	48.3	19.9	176
編號 028	0.998	0.0137	53.3	54.2	29.6	267
編號 029	0.715	0.0108	65.9	67	38.9	51
編號 030	0.112	0.0181	22.1	23.8	63.1	549
編號 031	0.239	0.0173	16.7	18.4	60.2	487

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 032	0.00123	0.0117	55	56.6	62.9	572
編號 033	0.0608	0.0224	68.9	70.5	64	305
編號 034	0.208	0.0177	76.8	78.4	56.7	469
編號 035	0.124	0.012	63.5	65.2	63	416
編號 036	0.162	0.0227	31	32.7	66.5	406
編號 037	0.0997	0.011	30.3	31.9	60.7	366
編號 038	0.0805	0.0203	24.3	26	59.5	373
編號 039	0.169	0.0185	56.8	58.5	59.6	441
編號 040	0.111	0.02	18	19.7	61.6	464
編號 041	0.485	0.0201	1.12	2.77	59.2	485

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 042	0.18	0.0193	0	0	59.7	534
編號 043	0.126	0.0192	0	0	61	522
編號 044	0.764	0.0157	0.57	1.94	50.6	271
編號 045	0.145	0.0195	0	0	57.1	607
編號 046	0.142	0.0206	0	0	62.8	530
編號 047	0.00187	0.0157	0.898	2.27	18.6	126
編號 048	0.209	0.0365	0.766	2.19	23.9	226
編號 049	0.0724	0.0418	0	0	23.7	210
編號 050	0.15	0.0109	2.94	4.59	60.7	577
編號 051	0.637	0.0162	0	0	61.4	333

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 052	0.0942	0.00978	0	0	62.2	542
編號 053	0.196	0.0272	1.26	2.66	19.2	251
編號 054	0.0906	0.0398	1.68	3.07	18.3	140
編號 055	0.101	0.0168	4.08	5.72	59	492
編號 056	0.0894	0.0162	0	0	59.1	496
編號 057	0.162	0.0401	3.93	5.37	29.3	181
編號 058	0.141	0.015	0.746	2.37	59.2	491
編號 059	0.13	0.0203	0.341	1.98	58.8	519
編號 060	0.178	0.0177	3.85	5.52	61.7	571
編號 061	0.558	0.0176	0.526	1.89	49.1	300

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 062	0.353	0.0457	0	0	19.4	232
編號 063	0.308	0.00622	0	0	62.1	228
編號 064	0.0881	0.0151	0	0	68.1	463
編號 065	0.141	0.0294	6.17	7.57	19.6	255
編號 066	0.251	0.0179	0.204	1.85	61.2	647
編號 067	0.126	0.0163	0.309	1.96	61.3	680
編號 068	0.125	0.0117	0	0	58.4	435
編號 069	0.0819	0.0302	0.49	1.92	24.7	217
編號 070	0.47	0.0187	2.09	3.55	53.4	147
編號 071	0.169	0.0343	0.537	1.65	14.2	195

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 072	0.117	0.022	0.141	1.75	55.9	477
編號 073	0.0594	0.0292	0.0707	1.45	16.8	188
編號 074	0.0995	0.0197	0.0837	1.71	57.7	226
編號 075	0.0816	0.0236	0.0723	1.69	56.6	468
編號 076	0.05	0.0129	0	0	60.9	514
編號 077	0.0977	0.021	0	0	59.5	481
編號 078	0.165	0.0251	0.292	1.92	59	312
編號 079	0.0758	0.023	0.0735	1.69	56.4	490
編號 080	0.0489	0.016	0	0	58	477
編號 081	0.059	0.0165	0.108	1.75	59	584

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 082	0.148	0.0292	0	0	56.5	450
編號 083	0.119	0.0403	0.179	1.58	19.8	249
編號 084	0.125	0.00439	0.0673	1.66	57.4	156
編號 085	0.123	0.0181	1.13	2.53	25.7	85.5
編號 086	0.374	0.0328	0.386	1.5	15.3	99.3
編號 087	0.0648	0.0276	0.078	1.71	57.8	313
編號 088	0.102	0.0379	0.109	1.75	56.8	387
編號 089	0.131	0.0179	0	0	61	397
編號 090	0.151	0.0124	0.194	1.82	55.9	471
編號 091	0.0565	0.0166	0.0709	1.71	58.5	527

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 092	0.141	0.0205	0.0884	1.73	59.8	523
編號 093	0.0919	0.0168	0	0	59.8	578
編號 094	0.102	0.0209	0	0	58.5	387
編號 095	0.123	0.0192	0.135	1.75	56.3	542
編號 096	0.0952	0.0402	0	0	18.4	229
編號 097	0.0452	0.0107	0.124	1.76	57.4	92.6
編號 098	0.104	0.0262	0.242	1.65	17.1	81.2
編號 099	0.138	0.00569	0.165	1.81	61.4	120
編號 100	0.0748	0.0135	0.0858	1.72	57.4	686
編號 101	0.0884	0.0296	0.165	1.56	18.2	308

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 102	0.0721	0.0246	0	0	57.9	446
編號 103	0.116	0.0207	0.492	2.13	58.8	525
編號 104	0.096	0.026	0.249	1.89	58.3	311
編號 105	0.0987	0.00974	0.0662	1.71	58.8	474
編號 106	0.0862	0.00899	1.44	3.11	60.5	476
編號 107	0.296	0.0273	0	0	60.1	310
編號 108	0.105	0.0105	0.318	1.98	61.3	342
編號 109	0.121	0.00376	0.365	2.02	63	156
編號 110	0.101	0.00943	0.104	1.52	24.6	103
編號 111	0.0654	0.0142	0	0	61.2	442

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 112	0.0378	0.0107	2.24	3.88	58.6	200
編號 113	0.139	0.0265	0	0	60.9	441
編號 114	0.066	0.0284	1.38	2.77	17.5	195
編號 115	0.0856	0.0101	0.187	1.86	64.6	164
編號 116	0.00957	0.0204	0.305	1.7	50.5	356
編號 117	0.0217	0.0231	0.184	1.83	59.1	399
編號 118	0.023	0.0259	0.427	2.07	61.2	508
編號 119	0.00352	0.0205	0.321	1.93	55.8	499
編號 120	0.0139	0.0203	0	0	57.8	343
編號 121	0.0248	0.0226	0.467	2.06	57.7	486

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 122	0.00585	0.0149	0.0826	1.79	66.7	511
編號 123	0.00421	0.0159	0	0	61	595
編號 124	0.00589	0.0189	0	0	59.3	378
編號 125	0.0222	0.0234	0.0635	1.65	57.3	336
編號 126	0.0466	0.0261	0.115	1.75	61.1	489
編號 127	0.0173	0.0221	0.0804	1.73	62.4	486
編號 128	0.0132	0.0167	0	0	46.7	164
編號 129	0.0128	0.0158	0.481	2.15	61.4	574
編號 130	0.0147	0.0207	0	0	59.6	364
編號 131	0.358	0.018	0.321	1.45	40	306

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 132	0.205	0.0169	0	0	59	621
編號 133	0.0445	0.0166	0.248	1.87	58.7	584
編號 134	0.055	0.0173	0.24	1.87	60	525
編號 135	0.101	0.0509	0	0	20.1	160
編號 136	0.28	0.0219	2.65	4.29	59.2	423
編號 137	0.255	0.0184	1.3	2.78	54.6	207
編號 138	0.0617	0.0146	0	0	64.1	827
編號 139	0.0576	0.0186	0	0	66.5	605
編號 140	0.0439	0.0271	0.259	1.7	27.1	452
編號 141	0.0514	0.0254	0	0	57.5	429

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 142	0.0351	0.0154	0.0593	1.71	60.7	596
編號 143	0.153	0.00225	0.122	1.76	62.4	140
編號 144	0.0557	0.00849	0	0	58.3	250
編號 145	0.0499	0.0102	0.115	1.7	55.3	304
編號 146	0.127	0.0212	0	0	60	471
編號 147	0.178	0.0416	0.765	2.17	19	243
編號 148	0.176	0.0316	0.594	2.05	28	288
編號 149	0.102	0.0382	0	0	19.3	206
編號 150	0.193	0.0403	0.21	1.6	19.9	197
編號 151	0.0778	0.0339	0.219	1.61	18.4	222

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 152	0.432	0.0157	0.633	1.66	35	195
編號 153	0.535	0.031	0	0	12.9	172
編號 154	0.243	0.0196	0	0	58.8	282
編號 155	0.237	0.0377	0.282	1.69	19.5	200
編號 156	0.0977	0.0388	0	0	20.9	234
編號 157	0.0382	0.0156	0.389	2.03	59.5	518
編號 158	0.0713	0.0227	0	0	58.3	307
編號 159	0.0608	0.00882	0.136	1.79	60.5	402
編號 160	0.0505	0.0348	1.73	3.13	19.5	263
編號 161	0.117	0.0188	0.15	1.8	61.4	478

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 162	0.181	0.0434	0.53	1.93	19.8	271
編號 163	0.0671	0.0146	0.64	2.29	60.2	586
編號 164	0.102	0.0328	0.743	2.14	18.2	168
編號 165	0.0941	0.0435	0.273	1.67	19.6	184
編號 166	0.0843	0.0255	0.492	2.15	60.5	561
編號 167	0.135	0.0235	0	0	59.8	504
編號 168	0.0672	0.0318	0	0	17.5	245
編號 169	0.033	0.0171	0.161	1.81	58.8	405
編號 170	0.0673	0.0259	0.238	1.88	60.1	610
編號 171	0.0912	0.045	0.163	1.56	19.5	328

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 172	0.207	0.0188	0	0	53.4	668
編號 173	0.195	0.0353	0.309	1.7	18.7	235
編號 174	0.356	0.0281	1.06	1.99	11.8	158
編號 175	0.433	0.0127	1.25	2.02	25.9	340
編號 176	0.0636	0.0294	1.97	3.35	17.4	215
編號 177	0.736	0.02	0	0	53.5	406
編號 178	0.789	0.0453	0	0	16.1	183
編號 179	0.188	0.0442	2.18	3.56	17.6	241
編號 180	0.18	0.0238	0	0	58	482
編號 181	0.0957	0.0166	0.256	1.9	59.9	520

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 182	0.21	0.042	0	0	0.155	194
編號 183	0.184	0.0222	0	0	57.8	383
編號 184	0.284	0.0463	0.481	1.9	21	296
編號 185	0.0256	0.0178	0	0	61.5	459
編號 186	0.0772	0.0299	0	0	18.6	207
編號 187	0.118	0.037	0	0	19.2	188
編號 188	0.138	0.0202	0	0	60.3	438
編號 189	0.149	0.0288	0.35	1.75	19	216
編號 190	0.21	0.00864	0	0	59.7	477
編號 191	0.477	0.0389	0	0	15	163

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 192	0.513	0.0184	0.282	1.71	52.8	361
編號 193	0.179	0.0482	0.466	1.87	20.7	216
編號 194	0.0757	0.0334	0	0	17.8	240
編號 195	0.0699	0.039	0	0	21.1	240
編號 196	0.219	0.0211	0	0	53.8	501
編號 197	0.051	0.0475	0	0	19.6	196
編號 198	0.102	0.0166	0	0	59.1	454
編號 199	0.175	0.0169	0	0	59.3	353
編號 200	0.172	0.00458	0.178	1.52	50.3	315
編號 201	0.156	0.00336	0.357	1.75	19.9	197

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 202	0.387	0.0305	0	0	18.1	141
編號 203	0.09	0.00907	0.0957	1.73	58.6	360
編號 204	0.0544	0.0297	0	0	19.4	296
編號 205	0.113	0.0197	0	0	58.8	408
編號 206	0.0447	0.0328	0.157	1.53	18.3	184
編號 207	0.0872	0.021	0.254	1.88	59.9	405
編號 208	0.0996	0.048	0	0	19.6	239
平均值	0.1576	0.023	5.739	6.76	46.8	359

(二) 螢光燈管：

我們購買了 11 種廠牌、共 36 種不同型號之螢光燈管。下述表 5-2 為依據標準 CNS 15592 量測各廠牌型號之六大類光生物危害風險量測

值(各編號樣品對應之廠牌型號請參閱附錄 2)。

表 5-2. 市購螢光燈管之六大光生物安全性量測值

(依據 CNS 15592)

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 01	0.21	0.0441	0.334	1.93	53.8	95.5
編號 02	0.126	0.0308	0	0	35.8	88.7
編號 03	0.285	0.0469	6.54	8.2	56.7	99
編號 04	0.131	0.0175	44.5	46.1	58.8	223
編號 06	0.188	0.0176	3.5	5.16	60.5	248
編號 07	0.13	0.0242	0	0	58	128
編號 08	0.251	0.0403	0	0	21	83.4

	紫外光 光化學 危害 $mW \cdot m^{-2}$	近紫外光 危害 $W \cdot m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W \cdot m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W \cdot m^{-2}$	藍光 危害 $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$
編號 09	0.359	0.0278	0	0	37.9	87.6
編號 10	0.625	0.0501	0.853	2.51	56.3	94
編號 11	0.224	0.0189	0	0	57.7	119
編號 12	0.0934	0.0159	1.14	2.77	60.2	192
編號 13	0.419	0.0317	0	0	60.5	198
編號 14	0.198	0.0165	0.573	2.21	56.9	175
編號 15	0.0848	0.0198	1.68	3.33	61.2	247
編號 16	0.0426	0.017	0	0	57.7	240
編號 17	0.178	0.0264	0	0	14.7	102
編號 18	0.567	0.0463	0	0	54.4	90.9

	紫外光 光化學 危害 $mW \cdot m^{-2}$	近紫外光 危害 $W \cdot m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W \cdot m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W \cdot m^{-2}$	藍光 危害 $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$
編號 19	0.14	0.0153	0	0	62.1	236
編號 20	0.14	0.02	1.33	2.93	57.8	216
編號 21	0.111	0.0152	21.7	23.3	55.7	217
編號 22	0.173	0.0226	0	0	57.5	208
編號 23	0.258	0.0213	0	0	62.8	230
編號 24	0.144	0.027	0	0	62.4	230
編號 25	0.0336	0.0226	0	0	58.9	200
編號 26	0.222	0.02	0	0	60	240
編號 27	0.563	0.0507	24.9	26.6	56.4	106
編號 28	0.246	0.0272	0.354	1.98	58.4	115

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 29	0.42	0.0548	0	0	57.6	110
編號 30	0.421	0.0541	0	0	56.3	85.1
編號 31	0.196	0.0318	0	0	57.3	195
編號 32	0.344	0.056	0	0	57.5	89.3
編號 33	0.146	0.0483	0.639	2.3	56.4	89.3
編號 34	0.265	0.0209	1.08	2.73	61	197
編號 35	0.197	0.0209	35.2	36.8	56.6	212
編號 36	0.13	0.0271	0	0	60	189
平均值	0.2356	0.0299	4.009	4.69	54.8	162

(三) 緊密型螢光燈管：

我們購買了 5 種廠牌、共 15 種不同型號之緊密型螢光燈管。下述表 5-3 為依據標準 CNS 15592 量測各廠牌型號之六大類光生物危害風險量測值(各編號樣品對應之廠牌型號請參閱附錄 3)。

表 5-3. 市購緊密型螢光燈管之六大光生物安全性量測值
(依據 CNS 15592)

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
編號 01	0.0771	0.0299	3.64	5.13	36.7	346
編號 02	0.211	0.041	0	0	36.4	22.4
編號 03	0.0602	0.02	2.76	4.37	58.3	483
編號 04	0.13	0.0258	1.94	3.5	49.8	344
編號 05	0.161	0.0254	7.84	9.5	62.8	439
編號 06	0.144	0.0396	4.33	6	62.6	441
編號 07	0.0735	0.0228	49.9	51.5	58.6	519

	紫外光 光化學 危害 $mW \cdot m^{-2}$	近紫外光 危害 $W \cdot m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W \cdot m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W \cdot m^{-2}$	藍光 危害 $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W \cdot sr^{-1} \cdot m^{-2}$
編號 08	0.0532	0.0209	1.84	3.45	58	536
編號 09	0.0516	0.0261	2.6	4.23	60.7	505
編號 10	0.113	0.0217	0	0	59.5	561
編號 11	0.23	0.0421	0	0	0.154	242
編號 12	0.0496	0.0108	15.8	17.4	60	566
編號 13	0.105	0.0229	2.48	4.15	65.3	389
編號 14	0.147	0.0201	0	0	61.2	176
編號 15	0.0595	0.0236	16.6	18.3	60.5	341
平均值	0.1110	0.0262	7.32	8.50	52.704	394.0

(四) 各傳統螢光光源之比較：

本章最後擷取表 5-1 至表 5-3 最後之平均值以比較本研究計畫量測的三種傳統螢光光源的光生物危害數據：

表 5-4. 市購傳統螢光光源之六大光生物安全性量測值數據比較

(平均值)

	紫外光 光化學 危害 $mW*m^{-2}$	近紫外光 危害 $W*m^{-2}$	紅外光 輻射 危害 $W*m^{-2}$	皮膚 熱危害 $W*m^{-2}$	藍光 危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$	視網膜 熱危害 $W*sr^{-1}*m^{-2}$
省電燈泡	0.1576	0.023	5.739	6.76	46.8	359
螢光燈管	0.2356	0.0299	4.009	4.69	54.8	162
緊密型 螢光燈管	0.111	0.0262	7.32	8.5	52.704	394

從上述表 5-4 中可知這三種傳統螢光光源的六大光生物安全性量測值之差距分別為：

(1) 紫外光光化學危害：最高(螢光燈管：0.2356)為最低(緊密型螢光燈管：0.111)的 2.12 倍。

(2) 近紫外光危害：最高(螢光燈管：0.0299)為最低(省電燈泡：

0.023)的1.3倍。

(3)紅外光輻射危害：最高(緊密型螢光燈管：7.32)為最低(螢光燈管：4.009)的1.83倍。

(4)皮膚熱危害：最高(緊密型螢光燈管：8.5)為最低(螢光燈管：4.69)的1.81倍。

(5)藍光危害：最高(緊密型螢光燈管：54.8)為最低(省電燈泡：46.8)的1.17倍。

(6)視網膜熱危害：最高(緊密型螢光燈管：394)為最低(螢光燈管：162)的2.43倍。

從上述的比較可看出這三種光源的六大光生物危害程度皆落在1~3倍的差距之間，且也很難斷定出這三種光源之間有明顯的孰優孰劣的關係存在。由於這三種光源皆為「氣體放電」發光機制原理的螢光燈源，所以在光生物危害程度上造成明顯差異的原因是來自於光色的不同(不同的色溫影響，譬如偏黃的燈泡色或偏白的晝光色)、消耗功率的強弱(一般而言，消耗功率越高的光源，其光強度也越高，是故造成的光生物危害也會越高)，以及光源本身的發光體結構不同以致於其散發的光線在空間中的強度分布亦有所不同(譬如圓柱型的螢光燈管，由於其圓形對稱的結構導致其在空間中散發的光線分布非常均勻，是非常適合用於室內照明的光源)。

陸、CNS 15592(IEC 62471)與 EN 62471

結果之比較

在上一章裡我們依據 CNS 15592(IEC 62471)量測了三種傳統光源並直接呈現其數據值。在這一章裡，我們進一步分別依據 CNS 15592(IEC 62471)與 EN 62471 作最終的風險類別之判定以探討是否會有明顯不同的結果。(不論是依據哪個標準，其量測過程都是相同的，最主要差別是在於「無風險類別」對應的暴露限制值(EL)不同而導致風險類別的判定上有所差異[請參考表 3-1]。)

在本章的各個表格中，每個編號樣品對應的各個光生物危害的欄位中，上欄都是依據 CNS 15592(IEC 62471)的判定結果，下欄都是依據 EN 62471 的判定結果。

(一) 省電燈泡：

在下頁表 6-1 中，只有編號 25 的樣品其「紅外光輻射危害」不論是依據 CNS 15592(IEC 62471)或 EN 62471 判定，皆為**風險類別 1(Risk Group 1)**；編號 182 的樣品其「藍光危害」依據 CNS 15592(IEC 62471)的判定是**無風險類別(Exempt)**，但依據 EN 62471 判定時卻是**風險類別 1(Risk Group 1)**；其餘所有樣品其所有光生物安全性風險類別不論依據哪個標準判定，皆為**無風險類別(Exempt)**。

表 6-1. 市購省電燈泡之六大光生物安全性風險類別之比較

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 001	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 002	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 003	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 004	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 005	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 006	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
007	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
008	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
009	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
010	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
011	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
012	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
013	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
014	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
015	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
016	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
017	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
018	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
019	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
020	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 021	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 022	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 023	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 024	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 025	Exempt	Exempt	RG 1	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	RG 1	Exempt	Exempt	Exempt
編號 026	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 027	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 028	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 029	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 030	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 031	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 032	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 033	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 034	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
035	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
036	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
037	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
038	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
039	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
040	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
041	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 042	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 043	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 044	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 045	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 046	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 047	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 048	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
049	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
050	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
051	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
052	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
053	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
054	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
055	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
056	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
057	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
058	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
059	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
060	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
061	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
062	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 063	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 064	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 065	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 066	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 067	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 068	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 069	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 070	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 071	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 072	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 073	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 074	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 075	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 076	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 077	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 078	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 079	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 080	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 081	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 082	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 083	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
084	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
085	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
086	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
087	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
088	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
089	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
090	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
091	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
092	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
093	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
094	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
095	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
096	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
097	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 098	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 099	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 100	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 101	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 102	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 103	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 104	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
105	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
106	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
107	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
108	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
109	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
110	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
111	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
112	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
113	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
114	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
115	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
116	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
117	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
118	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
119	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
120	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
121	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
122	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
123	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
124	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
125	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 126	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 127	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 128	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 129	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 130	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 131	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 132	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
133	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
134	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
135	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
136	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
137	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
138	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
139	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
140	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
141	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
142	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
143	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
144	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
145	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
146	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 147	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 148	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 149	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 150	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 151	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 152	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 153	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
154	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
155	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
156	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
157	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
158	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
159	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
160	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
161	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
162	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
163	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
164	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
165	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
166	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
167	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 168	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 169	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 170	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 171	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 172	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 173	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 174	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
175	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
176	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
177	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
178	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
179	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
180	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
181	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 182	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	<i>Exempt</i>	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	<i>RG 1</i>	Exempt
編號 183	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 184	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 185	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 186	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 187	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 188	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
189	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
190	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
191	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
192	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
193	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
194	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
195	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 196	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 197	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 198	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 199	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 200	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 201	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 202	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
203	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
204	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
205	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
206	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
207	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
208	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

(二) 螢光燈管：

表 6-2. 市購螢光燈管之六大光生物安全性風險類別之比較

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
01	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
02	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
03	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
04	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
05	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
06	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
07	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
08	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
09	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
10	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
11	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
12	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
13	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
14	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
15	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
16	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
17	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
18	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
19	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
20	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 21	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 22	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 23	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 24	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 25	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 26	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 27	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 28	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 29	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 30	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 31	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 32	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 33	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 34	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
35	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
36	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

在表 6-2 中，所有樣品其所有光生物安全性風險類別不論依據哪個標準判定，皆為無風險類別(*Exempt*)。

(三) 緊密型螢光燈管：

表 6-3. 市購緊密型螢光燈管之六大光生物安全性風險類別之比較

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
01	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
02	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
03	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
04	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
05	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
06	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
07	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
08	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

	紫外光 光化學 危害	近紫外光 危害	紅外光 輻射 危害	皮膚 熱危害	藍光 危害	視網膜 熱危害
編號 09	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 10	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 11	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	<i>Exempt</i>	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	<i>RG 1</i>	Exempt
編號 12	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 13	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 14	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
編號 15	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt
	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt	Exempt

在表 6-3 中，只有編號 11 的樣品其「藍光危害」依據 CNS 15592(IEC

62471)的判定是無風險類別(*Exempt*)，但依據 EN 62471 判定時卻是風險類別 1(Risk Group 1)；其餘所有樣品其所有光生物安全性風險類別不論依據哪個標準判定，皆為無風險類別(*Exempt*)。

從表 6-1 到表 6-3 中，可歸納出目前台灣市售的傳統螢光光源就算依據較嚴格的 EN 62471 檢驗，其絕大多數最後仍可被判定為最安全的無風險類別(*Exempt*)的安全等級，可見在台灣市售的傳統螢光光源在光生物安全性方面普遍具有相當程度的安全水準。

柒、結論

雖然 IEC 62471 起初是針對 LED 的光生物安全性評估發展而來，但此標準實際上亦適用於市面上所有的常見光源，故此次研究針對目前市面上最常見之三種傳統螢光光源：省電燈泡、螢光燈管及緊密型螢光燈管進行光生物安全量測並互相比較其結果。從最後的風險類別來看，其六大光生物危害之風險類別絕大多數皆屬於最安全的「無風險類別」。之後我們再用歐盟所採用的要求更高、更嚴格的 EN 62471 來重新檢視這些產品，發現它們也仍幾乎皆屬於最安全的「無風險類別」。這代表目前市面上常見的數種螢光光源可說是幾乎不會造成明顯的光生物危害，且對於台灣以外銷為主的經貿結構而言，也代表了我們的產品除了能符合國際間對於光生物安全性的要求-IEC 62471 外，亦能符合歐盟地區要求最高的 EN 62471。

目前在台灣販售的光源中，只有 LED 燈泡被要求依據標準 CNS 15592 強制檢驗其光生物安全性。雖然 LED 是近幾年熱門發展中的新興光源，但傳統的螢光光源被廣泛運用於照明已行之多年而卻似乎沒有像 LED 燈泡般被探討其用於照明時對人體光生物安全之影響，故本研究計畫才廣泛對螢光光源量測其光生物安全性，期可作為未來相關標準〔例如 CNS 14125：安定器內藏式螢光燈泡（一般照明用）、CNS 691：螢光燈管（一般照明用）及 CNS 14576：緊密型螢光燈管（一般照明用）〕

修訂時，是否需納入光生物安全性之參考資料。

捌、參考文獻

- 1、IEC 62471 <Photobiological safety of lamps and lamp Systems>， 89 頁，2006。
- 2、IEC/TR 62471-2 <Photobiological safety of lamps and lamp systems - Part 2: Guidance on manufacturing requirements relating to non-laser optical radiation safety>，45 頁，2009。
- 3、IEC 60825-1 <Safety of laser products - Part 1: Equipment classification and requirements>，199 頁，2007。
- 4、ANSI/IESNA RP27.1 <Recommended Practice for Photobiological Safety for Lamps and Lamps Systems: General Requirements>，45 頁，1996。
- 5、S009/E-2002 <Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems>，36 頁，2002。
- 6、EN 62471 <Photobiological safety of lamps and lamp systems>，40 頁，2008。
- 7、CNS 15592 <光源及光源系統之光生物安全性>，43 頁，2012。
- 8、袁廣承、紀信豪著，<光生物安全的量測技術與研究>，2012 綠色科技工程與應用研討會(GTEA)暨綠色能源與冷凍空調學術研討會

(GERA) ，2012 年 06 月 02 日。

9、葉永宏著，〈淺談光譜及光生物安全量測〉，標準與檢驗月刊，
第 150 期，第 29-43 頁，2011 年 06 月。

10、Leslie Lyons，〈IEC62471 Measurements〉，Bentham Instruments
Limited，<http://www.bentham.co.uk>。

附錄 1：市購省電燈泡之樣品相關資訊

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
001	PHILIPS	晝光色 72 lm/W 27 W	TORNADO 27W/D	002	川石	燈泡色 60 lm/W 23 W	EQA23L-EX
003	PHILIPS	晝光色 66 lm/W 23W	TORNADO 23W/D	004	東亞	晝光色 66 lm/W 21W	EFS21D-G1
005	SAMPO	晝光色 64 lm/W 12 W	LB-U12SD	006	旭光	晝光色 66 lm/W 23 W	SP23W/865
007	皇崎	晝光色 68 lm/W 23W	JTS-23EXD	008	歐司朗	晝光色 66 lm/W 24W	DTWIST 24W/865
009	歐司朗	晝光色 66 lm/W 20W	DMINTWIST 20W/865	010	MATSUI 松井流	晝光色 68 lm/W 28W	JTS-28EXD
011	LI-TECH	晝光色 60 lm/W 23 W	EFS-23DEX	012	旭光	晝光色 50 lm/W 13 W	FSL13D- EX120/T3
013	旭光	晝光色 60 lm/W 21 W	EFU21D- EX120/T4	014	PHILIPS	晝光色 60 lm/W 18 W	ESSENTIAL 18W/D
015	PHILIPS	晝光色 66 lm/W 20 W	TORNADO 20W/D	016	最划算	燈泡色 60 lm/W 23 W	EFU-23LA

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
017	最划算	晝光色 60 lm/W 21 W	EF3R-21WD- EX	018	最划算	燈泡色 55 lm/W 28 W	EF3R28L-EX
019	實用牌	燈泡色 50 lm/W 17 W	EFG-17LA	020	PHILIPS	晝光色 55 lm/W 11 W	Ambiance 11W/D
021	東亞	晝光色 63 lm/W 23 W	EFS23D-G1	022	太星電工	燈泡色 68 lm/W 23W	EFS-23LC
023	東亞	晝光色 58 lm/W 13 W	EFS13D-G3	024	OSRAM	晝光色 55 lm/W 8 W	DMINTWIST 8W/865
025	OSRAM	晝光色 63 lm/W 13 W	DTWIST 13W/865	026	東亞	晝光色 63 lm/W 21 W	EF21D-GB
027	嘉年華 e 照明	燈泡色 60 lm/W 23W	EFSS-23LA	028	OSRAM	晝光色 50 lm/W 5 W	DMINTWIST 5W/865
029	PHILIPS	晝光色 51 lm/W 5 W	Tornado 5WD	030	PHILIPS	晝光色 65 lm/W 20 W	Essential 20WD
031	PHILIPS	晝光色 60 lm/W 23 W	Essential 23WD	032	大潤發	晝光色 60 lm/W 20 W	EFU-20DEX

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
033	TATUNG	晝光色 60 lm/W 23 W	TLS-TS23D	034	TATUNG	晝光色 60 lm/W 21 W	TLS-TS21D
035	PHILIPS	晝光色 72 lm/W 25 W	Tornado 25WD	036	國王	晝光色 60 lm/W 23 W	FES-A23DA
037	大潤發	晝光色 60 lm/W 21 W	EF3R-21WD- EX	038	三光	晝光色 60 lm/W 23 W	SF-S11236
039	OSRAM	晝光色 66 lm/W 23 W	DMINTWIST 23W/865	040	關東	晝光色 60 lm/W 23 W	JT-23EXD 120-T3
041	特立屋	晝光色 60 lm/W 9 W	EFS9D/T2- EX/A	042	特立屋	晝光色 64 lm/W 18 W	EFS18D/T2- EX/A
043	特立屋	晝光色 64 lm/W 23 W	EFS23D/T2- EX/A	044	東亞	晝光色 54 lm/W 5 W	EFS5D-G3
045	東亞	晝光色 68 lm/W 28 W	EFHS28D-GE	046	EZ-LIFE	晝光色 60 lm/W 23 W	JTS-23EXD 120-T3
047	Innotek	燈泡色 50 lm/W 21 W	SPI-G-21L	048	EZ-LIFE	燈泡色 60 lm/W 23 W	JTS-23EXL 120-T3
049	實用牌	燈泡色 56 lm/W 23 W	TEL-23WL	050	PHILIPS	晝光色 54 lm/W 14 W	GENIE 14W/D

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
051	PHILIPS	晝光色 48 lm/W 8 W	GENIE 8W/D	052	Panasonic	晝光色 68 lm/W 23 W	EFD23E65L3 TW
053	Panasonic	燈泡色 72 lm/W 23 W	EFD23E27L3 TW	054	旭光	燈泡色 60 lm/W 23 W	FSL23L-EX- 120/T3
055	OSRAM	晝光色 68 lm/W 27 W	DTWIST 27W/865 HPF	056	東亞	晝光色 68 lm/W 26 W	EFHS26D-GE
057	KOTAS	燈泡色 55 lm/W 23 W	EFS-23WL- EX1A	058	大友照明	晝光色 65 lm/W 26 W	SPI-26D
059	大友照明	晝光色 66 lm/W 23 W	SPI-23D/A	060	PHILIPS	晝光色 60 lm/W 15 W	Helix 15W/D
061	大友照明	晝光色 54 lm/W 5 W	SPI-5D	062	大友照明	燈泡色 66 lm/W 13 W	SPI-13L
063	寶島之光	晝光色 50 lm/W 21 W	EFG-21DA	064	北斗七星	晝光色 66 lm/W 23 W	ESM23D- EX
065	皇家	燈泡色 60 lm/W 23 W	EFSS-23LA	066	亮王	晝光色 68 lm/W 27 W	EHSC27D-EX
067	雷士	晝光色 66 lm/W 23 W	AHS23W/865	068	亮博士	晝光色 60 lm/W 23 W	RECS- EF23D-EX- 120V

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
069	富山	燈泡色 65 lm/W 35 W	RECS-35L- EF	070	寶島之光	晝光色 50 lm/W 5 W	EFS-5DC
071	寶島之光	燈泡色 50 lm/W 5 W	EFS-5LC	072	富山	晝光色 60 lm/W 23 W	RECS-EF23D -EX- 120V-B
073	GE	燈泡色 60 lm/W 27 W	FLEHLX27W/ 827	074	YOUDIAN	晝光色 64 lm/W 20 W	EFS- 20WD- EX1A
075	YOUDIAN	晝光色 64 lm/W 23 W	EFS-23WD -EX1A	076	適得	晝光色 60 lm/W 21 W	EFU-21DA
077	適得	晝光色 72 lm/W 36 W	EFS-36DA	078	明峰	晝光色 58 lm/W 9 W	EFSF- 9WD- EX1A
079	明峰	晝光色 64 lm/W 23 W	EFSF- 23WD- EX1A	080	明峰	晝光色 65 lm/W 28 W	EFS-28DC
081	適得	晝光色 68 lm/W 23 W	EFS-23DC	082	明峰	晝光色 58 lm/W 13 W	EFSF- 13WD- EX1A
083	富山	燈泡色 60 lm/W 23 W	RECS- EF23L-EX- 120V-B	084	適得	晝光色 50 lm/W 21 W	EFG-21DA
085	YOUDIAN	燈泡色 38 lm/W 21 W	ELG-21WL- EX1A	086	明峰	燈泡色 60 lm/W 5 W	EFS-5LC

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
087	明峰	晝光色 55 lm/W 32 W	EFS-32WD- EX1A	088	明峰	晝光色 55 lm/W 20 W	EF3U- 20WD-EX1A
089	GE	晝光色 55 lm/W 14 W	FLEHLX14W/ 865	090	GE	晝光色 60 lm/W 21 W	FLEHLX21W/ 865
091	GE	晝光色 60 lm/W 24 W	FLEHLX24W/ 865	092	K LIGHT	晝光色 60 lm/W 23 W	HLX-23WD T3
093	旭光	晝光色 60 lm/W 24 W	FSL24D- EX120/T3	094	旭光	晝光色 65 lm/W 28 W	FSL28D- EX120/T3
095	旭光	晝光色 60 lm/W 21 W	FSL21D- EX120/T3	096	LI-TECH	燈泡色 60 lm/W 23 W	EFS- 23LEX
097	GE	晝光色 60 lm/W 20 W	FLE20TBX/ 865	098	GE	燈泡色 60 lm/W 20 W	FLE20TBX/ 827
099	GE	晝光色 55 lm/W 20 W	EGE20D- EX	100	Fujimaru	晝光色 60 lm/W 23 W	FJ-A323
101	Fujimaru	燈泡色 60 lm/W 23 W	FJ-A323	102	三洋	晝光色 60 lm/W 21 W	SFC- 21WED

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
103	三洋	晝光色 60 lm/W 23 W	SFS-23W	104	富山	晝光色 65 lm/W 28 W	RECS- EF28D- EX-120V
105	富山	晝光色 65 lm/W 36 W	RECS- EF36L- EX	106	富山	晝光色 60 lm/W 21 W	RECU-EF21D -EX-120V
107	PHILIPS	晝光色 54 lm/W 8 W	Tornado 8W/D	108	PHILIPS	晝光色 55 lm/W 12 W	Tornado 12W/D
109	川石	晝光色 55 lm/W 20 W	EGE20D- EX	110	川石	燈泡色 58 lm/W 20 W	EGE20L- EX
111	川石		ESM23D- EX	112	TRENY	晝光色 50 lm/W 17 W	TL-17WD-A
113	TRENY	晝光色 60 lm/W 21 W	TL-21WD-X	114	家樂福	燈泡色 60 lm/W 20 W	CU 20W/L
115	PHILIPS	晝光色 55 lm/W 17 W	SLED 17W/D-A	116	聲寶	晝光色 50 lm/W 5 W	LB-U05SD
117	聲寶	晝光色 50 lm/W 8 W	LB-U08SDA	118	聲寶	晝光色 60 lm/W 21 W	LB- U21SDA

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
119	聲寶	晝光色 60 lm/W 23 W	LB-U23SDA	120	聲寶	晝光色 60 lm/W 24 W	LB-U24SD
121	川石	晝光色 60 lm/W 13 W	ESM13D- EX-C	122	川石	晝光色 68 lm/W 20 W	ESM20D- EX
123	川石	晝光色 66 lm/W 23 W	ESM23D-EX	124	川石	晝光色 70 lm/W 27 W	ESM27D-EX
125	川石	晝光色 70 lm/W 36 W	ESE36D- EX	126	TRENY	晝光色 60 lm/W 21 W	TL-21WD-D
127	TRENY	晝光色 60 lm/W 23 W	TL-23WD-D	128	英貝爾	晝光色 45 lm/W 5 W	TL-5WD
129	英貝爾	晝光色 45 lm/W 9 W	TL-9WD	130	英貝爾	晝光色 50 lm/W 13 W	TL-13WD
131	亮王	晝光色 55 lm/W 13 W	EMC5D-EX	132	亮王	晝光色 62 lm/W 11 W	EMC11D-EX
133	亮王	晝光色 65 lm/W 23 W	ESN23DA- EX	134	TRUNK	晝光色 70 lm/W 36 W	ESE36D- EX

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
135	GWO SHIN	燈泡色 65 lm/W 36 W	EF4R-36WL- EX	136	大友照明	晝光色 60 lm/W 9 W	SPI-9D
137	旭光	晝光色 55 lm/W 5 W	FSL5D- EX120/T2	138	TRUNK	晝光色 73 lm/W 27 W	ESE27L- EX
139	TRUNK	晝光色 66 lm/W 23 W	ESM23D- EX	140	TRUNK	燈泡色 70 lm/W 23 W	ESM23L- EX
141	Supporter	晝光色 60 lm/W 21 W	EF3R- 21WD-EX	142	寶島之光	晝光色 60 lm/W 21 W	EFU-21DA
143	大潤發	晝光色 48 lm/W 17 W	EFG-17WD- EX	144	OSRAM	晝光色 50 lm/W 24 W	EFG24W/860
145	東亞	晝光色 52 lm/W 24 W	EFG24D-G	146	SH	晝光色 65 lm/W 28 W	WHS- 28XD120
147	寶島之光	燈泡色 60 lm/W 23 W	EFS-23LA	148	臺灣燈總	燈泡色 70 lm/W 23 W	ESM23L- EX
149	金色陽光	燈泡色 60 lm/W 24 W	EF3R- 24WD-EX	150	寶島之光	燈泡色 58 lm/W 13 W	EFSA- 13LC

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
151	Panasonic	燈泡色 72 lm/W 18 W	EFD18E27L3 TW	152	Very 超值	晝光色 50 lm/W 5 W	EFS5D/T2- EX/A
153	Very 超值	燈泡色 55 lm/W 5 W	EFS5L/T2- EX/A	154	Very 超值	晝光色 62 lm/W 13 W	EFS13D/T2- EX/A
155	Very 超值	燈泡色 64 lm/W 13 W	EFS13L/T2- EX/A	156	英貝爾	燈泡色 65 lm/W 28 W	EF3R- 28WL-EX
157	實用牌	晝光色 65 lm/W 28 W	HPS-28WD (EFS-28DC)	158	英貝爾	晝光色 65 lm/W 28 W	EF3R- 28WD-EX
159	旭光	晝光色 66 lm/W 23 W	SP23W/865	160	實用牌	燈泡色 60 lm/W 23 W	HLX-23WL (EFS-23LA)
161	實用牌	晝光色 60 lm/W 23 W	HLX-23WD (EFS-23DA)	162	旭光	燈泡色 60 lm/W 23 W	FSL23L- EX120/T3
163	Panasonic	晝光色 64 lm/W 23 W	EFD13E65L3 TW	164	Panasonic	燈泡色 66 lm/W 23 W	EFD13E27L3 TW
165	太星	燈泡色 68 lm/W 21 W	EFSS- 21LC	166	太星	晝光色 68 lm/W 21 W	EFSS- 21DC

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
167	太星	晝光色 67 lm/W 23 W	EFS-23DC	168	實用牌	燈泡色 65 lm/W 28 W	HPS-28WL (EFS-28LC)
169	寶島之光	晝光色 60 lm/W 23 W	EFS- A23DA	170	東元	晝光色 60 lm/W 23 W	XYFLB23D
171	寶島之光	燈泡色 60 lm/W 23 W	EFS- A23LA	172	實用牌	晝光色 54 lm/W 28 W	HLX-13ED (EFS-13DC)
173	實用牌	燈泡色 58 lm/W 13 W	HLX-13WL (EFS-13LC)	174	實用牌	燈泡色 60 lm/W 5 W	HLX-5WL (EFS-5LC)
175	實用牌	晝光色 58 lm/W 5 W	HLX-5WD (EFS-5DC)	176	東元	晝光色 69 lm/W 23 W	XYFLB23L
177	OSRAM	晝光色 54 lm/W 5 W	DMINTWIST 5W/865	178	OSRAM	燈泡色 55 lm/W 5 W	DMINTWIST 5W/827
179	超電王	燈泡色 60 lm/W 23 W	SC-L23WL (EFSS-23LA)	180	超電王	晝光色 60 lm/W 23 W	SC-L23WD (EFSS-23DA)
181	台灣 日光燈	晝光色 60 lm/W 23 W	FSL- 23EXD	182	台灣 日光燈	燈泡色 60 lm/W 23 W	FSL-23EXL

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
183	三洋	晝光色 60 lm/W 23 W	SFC-23WED	184	三洋	燈泡色 60 lm/W 23 W	SFS-23Y
185	東亞	晝光色 63 lm/W 23 W	EFS23D-G1	186	東亞	燈泡色 63 lm/W 23 W	EFS23L-G1
187	管家熊	燈泡色 64 lm/W 23 W	EFS-23WL-EX1A	188	管家熊	晝光色 64 lm/W 23 W	EFS-23WD-EX1A
189	PHILIPS	燈泡色 58 lm/W 12 W	Tornado 12W/L	190	PHILIPS	晝光色 55 lm/W 12 W	Tornado 12W/D
191	PHILIPS	燈泡色 57 lm/W 5 W	Tornado 5W/L	192	PHILIPS	晝光色 51 lm/W 5 W	Tornado 5W/D
193	RT	燈泡色 60 lm/W 23 W	EF3R-23WL-EX	194	RT	燈泡色 60 lm/W 21 W	EF3R-21WL-EX
195	綠的美	燈泡色 64 lm/W 23 W	EFS-23WL-EX1A	196	綠的美	晝光色 64 lm/W 23 W	EFS-23WD-EX1A
197	國王牌	燈泡色 64 lm/W 23 W	EFS-A23LA	198	國王牌	晝光色 60 lm/W 23 W	EFS-A23DA

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
199	大潤發	晝光色 50 lm/W 13 W	EF2R- 13WD-EX	200	大潤發	晝光色 50 lm/W 5 W	EF2R- 5WD-EX
201	大潤發	燈泡色 55 lm/W 13 W	EF2R-13WL- EX	202	大潤發	燈泡色 45 lm/W 5 W	EF2R-5WL- EX
203	旭光	晝光色 65 lm/W 27 W	SP27W/ 865	204	旭光	燈泡色 70 lm/W 27 W	SP27W/ 827
205	實用牌	晝光色 65 lm/W 28 W	HPS-28WD (EFS-28DC)	206	實用牌	燈泡色 65 lm/W 28 W	HPS-28WL (EFS-28LC)
207	實用牌	晝光色 60 lm/W 23 W	HLX-23WD (EFS-23DA)	208	實用牌	燈泡色 60 lm/W 23 W	HLX-23WL (EFS-23LA)

附錄 2：市購螢光燈管之樣品相關資訊

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
01	東亞	晝光色 T8/9 38 W	FL40D	02	PHILIPS	晝光色 T8/9 36W	TLD 36W/840
03	旭光	晝光色 T8/9 38 W	FL38D/T9	04	SAMPO	晝光色 T5 28 W	LB-U28TD
05	東亞	晝光色 T5 28 W	FH28D-EX/T	06	GE	晝光色 T8/9 36 W	F36W/T8/ 860
07	東亞	燈泡色 T8/9 29 W	FL30L-EX/ 29	08	PHILIPS	晝光色 T8/9 18 W	TL-D 18W/865
09	GE	晝光色 T8/9 18 W	FL18 S/D-T	10	OSRAM	晝光色 T8/9 36 W	L36W/865
11	OSRAM	晝光色 T5 14 W	HE 14W/ 865 SL	12	PHILIPS	晝光色 T5 14 W	TL5 Essential 14W/865
13	Supporter	晝光色 T5 14 W	FLS-T5- 14WD	14	PHILIPS	晝光色 T5 28 W	MASTER- TL5HE
15	OSRAM	晝光色 T5 28 W	HE28W/865	16	Supporter	燈泡色 T5 28 W	FLS-T528WL

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
17	東亞	晝光色 T8/9 18 W	FL20D/18	18	東亞	晝光色 T5 14 W	FH14D-EX/T
19	OSRAM	晝光色 T5 21 W	HE21W/865	20	千晶	晝光色 T5 28 W	FL28D-EX
21	HOME ZONE	晝光色 T5 21 W	T521W/865	22	Wellypower	晝光色 T5 14 W	T5 FH 14W/865
23	千晶	晝光色 T5 14 W	FL14D-EX	24	HOME ZONE	晝光色 T5 14 W	T5 14W/865
25	東亞	晝光色 T5 21 W	FH21D-EX/T	26	東亞	晝光色 T8/9 15 W	FL-15D
27	GE	晝光色 T8/9 18 W	F18W/T8/ 860	28	GE	晝光色 T8/9 36 W	FL36S/D
29	PHILIPS	晝光色 T8/9 10 W	TLD 10W/ 54-765	30	SAMPO	晝光色 T5 14 W	LB-U14TD
31	旭光	晝光色 T8/9 10 W	FL10D/T8	32	旭光	晝光色 T8/9 18 W	FL18D/T9

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
33	旭光	晝光色 T5 14 W	FL14D-EX /T5	34	大友照明	晝光色 T5 28 W	T5HE 28W/865
35	大友照明	晝光色 T5 14 W	T5HE 14W/865	36	大友照明	晝光色 T5 21 W	T5HE 21W/865

附錄 3：市購緊密型螢光燈管之樣品相關資訊

編號	廠牌	規格	型號	編號	廠牌	規格	型號
01	PHILIPS	晝光色 27 W	PL-F 4P	02	PHILIPS	晝光色 18 W	PL-L 4P
03	東亞	晝光色 27 W	FML27D-EX	04	GE	晝光色 27 W	FML27W
05	東亞	晝光色 13 W	FPX13D-EX	06	GE	晝光色 13 W	F13BX
07	PHILIPS	晝光色 27 W	PL-BB 4P	08	OSRAM	晝光色 27 W	FDL 27W/ 865 T
09	OSRAM	晝光色 27 W	FML 27D- EX T	10	東亞	晝光色 27 W	FDL27D-EX
11	PHILIPS	燈泡色 9 W	PL-S 2P	12	OSRAM	晝光色 27 W	FDL 27EX-D
13	PHILIPS	晝光色 36 W	MASTER PL-L 36W/865/4P	14	MANGO	晝光色 27 W	FDL27D-EX
15	OSRAM	晝光色 36 W	FPL36EX-D				