

# 水族箱燈安規檢測重點實務與條文解說

林昆平/標準局臺南分局技正

陳怡鈞/標準局高雄分局秘書

陳文松/標準局新竹分局技士

陳晉昇、朱耀中/標準局六組技士

許勝詮、黃馨德/標準局高雄分局技正

## 一、前言

水族箱燈照明對魚體健康、膚色鮮麗及水草光合作用有非常大助益，對水族箱整體觀賞效果也有加分作用。光源若採太陽光色者可使水體透明清晰，水草顏色逼真，增加魚體活動力；若採紅光者對金魚、七彩神仙及血鸚鵡等魚種有更佳演色性；採藍光者則對珊瑚、熱帶魚、蝦類等海水族較為適用；採柔和、偏紅及亮度高之光源者對紅綠混合水草有較佳生長環境，因此水族箱燈對魚缸是重要的，也是水族愛好必購電器商品(圖1)，其安規檢測實務解說與選購使用指南更應介紹給消費者認識。

檢驗雜誌 185 期「淺談市售水族箱用燈具電氣及 EMI」一文，已對水族箱燈安規檢測及標準部份條文作了簡介，文中指出檢測要點包括防電擊之保護、溫升試驗、絕緣耐電壓、構造檢查、電磁干擾及防水等級 IPX4 與 IPX7，不過對水族箱燈防水等級條文解說及檢測實務仍稍嫌不足，例如防水等級的內涵為何與水族箱燈具的固定方式有關？試驗如何進行？水族箱燈還有那些安規檢測重點實務？消費者購買水族箱燈還有那些須注意事項？選購使用指南重點在何處？這些疑慮可能是消費者想知道的，本文以 CNS 14335「燈具安全通則」與 IEC 60598-2-11 水族箱燈個別標準作為依據，解說條文及實例檢測，使消費者了解購買貼有標準檢驗局合格標識商品的重要性所在。



a. 直流燈(珠燈 LED 藍光源)



b. 交流燈(緊密型螢光燈具)



c. 直流燈(T5 燈管 LED 白光源)



d. 交流燈(LED 燈管燈具)



e. 直流燈(水晶燈 LED 彩色光源)



f. 交流燈(省電燈泡)

圖 1 各種水族箱燈具及光源(圖片來源 a~f [1]~[6])

## 二、水族箱燈的構造與運作原理

水族箱燈具主要由燈殼、燈座、燈罩、光源及光源驅動器等組成，結構如同一般家用照明燈具，相異點在須固定在魚缸上，比一般燈具固鎖零組件較不多元化，固定起來也較不牢固，增加落水可能性與電擊危險，因此水族箱燈具在防水等級 IPXn 上比一般燈具有較多要求，主要在 IEC 60598-2-11 所提出的規定，一般須有 IPX7 防浸水等級以上，視固定方式、離水面距離、魚缸結構等可放寬照明面為 IPX4 防濺水等級與其他面 IPX2 防滴水等級，所以防水等級對水族箱燈的使用安全性是非常重要的，由於廠商不太可能在防水等級上投入成本，除了可以沉入水中之落水燈會採用水密等級 IPX7 設計外，市場上都是防濺水等級 IPX4 的永久固定式水族箱燈為大宗，再加上法規限制，光源採用鎢絲燈、日光燈、省電燈泡等傳統水族箱燈具已無法適用現行規範，代之而起的是具整流器輸出的低電壓 LED 光源水族燈，由於電源驅動器可置於魚缸外頭，也增加其使用的安全性，圖 2a 顯示具 IPX4 防水等級並附交直流轉換器的永久固定式 LED 光源水族箱燈具實體，包含外觀、LED 光源模組排列、驅動整流器等，圖 2b 顯示其附贈的固鎖腳架，其固鎖需借助六角扳手工具，徒手並沒辦法固定。



a. 外觀、LED 光源模組、整流電源驅動器      b. 固鎖在魚缸上的腳架與固鎖裝置

圖 2 直流 11 V 20 W IPX4 水族箱燈具(購自樣品拍攝)

### 三、水族箱燈的防水等級規定

#### 1. 電器防水等級規定

電器防水等級指標 IPXn， $n=1\sim 8$ ，每一等級有其對應防水狀況，並非等級越高就可相容等級越低者，只有水以何種侵入狀況對應何種防水設計作為等級，也就是防濺水等級者可能無法通過防滴水等級，完全視用途需求而定。電器的防水等級規範指引依據的是 CNS 14165「電器外殼保護分類等級(IP 碼)」之第 6 節，此節將防水等級分成八級如表 1 所示，以水族箱燈具為例，若確保可固鎖在魚缸上非常穩固且不會因換水而鬆開燈具，則可確定不管換水碰到或地震搖晃，水族燈都不會落入魚缸中，則只要可防止來自魚缸打氣、魚躍、換水等所產生的濺水進入燈具照射面，IPX4 防水等級事實上已足夠；但若無法保證燈具可固鎖在魚缸上，則換水碰觸或地震搖晃都可能使水族燈落入魚缸中，如此要求 IPX7 以上的防浸水等級也是需要的，所以市場合格的水族箱燈具防水等級不是 IPX4 就是 IPX7(含)以上，道理就在這裏。因此水族燈具到底要設計成 IPX4 還是 IPX7，除須符合 CNS 14165 第 14.2 節防水保護檢測、CNS 14335 第 9 節防塵防水保護，又因其與燈具所附固鎖腳架、裝置後照明面離魚缸水面高度、魚缸結構等有很大關聯，更須遵照 IEC 60598-2-11 第 11.6 節結構對水族箱燈防水設計要求來決定最後的防水設計方

式，這些內容稍後都將有註解。

第二數字碼	保護等級		試驗條件對應章節
	要點	定義	
0	無保護	—	—
1	對垂直滴水之水有保護	垂直滴下之水，不得造成有害影響	第 14.2.1 節
2	外殼傾斜 15 度以內時對垂直滴下之水有保護	外殼對垂直線兩側傾斜 15 度以內滴下之水，不得造成有害之影響	第 14.2.2 節
3	對灑水狀況下有保護	由垂直線向兩側傾斜 60 度之範圍內灑水，不得造成有害之影響	第 14.2.3 節
4	對濺水狀況下有保護	對於電器所有方向而來之濺水，均不得造成有害之影響	第 14.2.4 節
5	對噴流狀況下有保護	對於電器所有方向而來，經管嘴噴流之水，均不得造成有害之影響	第 14.2.5 節
6	對強力噴流狀況下有保護	所有方向而來之強力噴流，均不得造成有害之影響	第 14.2.6 節
7	對暫時性浸沒狀況下有保護	以規定壓力及時間，暫時將外殼淹沒於水中時，進入之水量不得造成有害之影響	第 14.2.7 節
8	對持續性浸沒狀況下有保護	依買賣雙方同意，但較第二數字碼 7 更嚴格之條件下，持續對外殼浸沒於水中時，進入之水量不得造成有害之影響	第 14.2.8 節

表 1 電器防水等級 IPXn 內涵(n=1, 2, 3..8)(資料來源 CNS 14165)

## 2. 水族箱燈防水等級設計依據

水族箱燈防水等級設計要求主要規範在 IEC 60598-2-11 水族燈具個別標準第 11.6 節結構，因水族箱燈防水等級與固定於魚缸的結構、裝置後照明面離魚缸水面高度、魚缸有無防止溢水結構等有很大關聯，故對這一節規範須有相當理解，目前 IEC 60598-2-11 並無中文版標準翻譯，筆者僅能以英文版直接解說。

### (1) IEC 60598-2-11 第 11.6.1 節 非永久固定式水族箱燈的防水等級

#### 【原文】

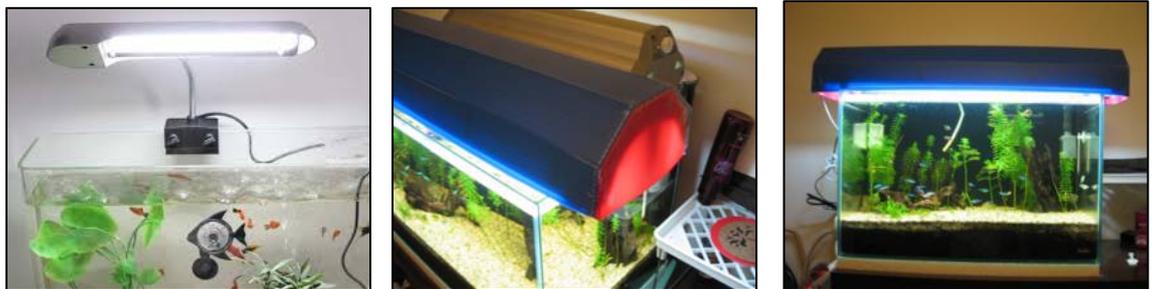
Non-permanently attached aquarium luminaires shall have protection against ingress of moisture of at least IPX7. Only class III non-permanently attached aquarium luminaires where the working voltage does not exceed 12 V r.m.s. can be positioned in contact with or submersible in water.

### 【翻譯】

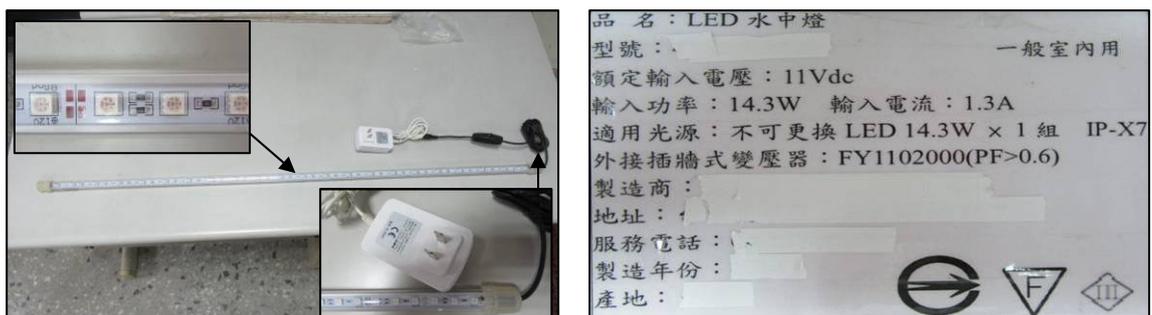
非永久固定方式的水族箱燈具防水等級至少需 IPX7 以上。只有工作電壓 12Vrms(含) 以下的 III 類非永久固定式水族箱燈具可以浸入或沉入水中。

### 【解說】

- 解讀 IEC 原版英文有一點需注意，如果一段話是以”.” 作分隔，但並非切斷到下一列，則好幾個句點所連續的文字都是沿續前面要求作為前提的，所以上述『只有工作電壓 12 Vrms(含)以下的 III 類非永久固定式水族箱燈具，可浸水或沉入水中』，並不是說 12 Vrms 以下工作電壓的非永久固定式水族箱燈具都可以沉入水中而無需 IPX7 防水等級設計，相反的是不但需符合 IPX7 防水等級，且只有工作電壓低於 12 V 的產品才可以當沉水燈，是沿續前句當前提的。不過若『只…中』此句被切段至下一列，就跟前句無關了，是該節一個新的句子，無須再符合 IPX7 等級限制。
- 另上述所謂『非永久固定方式』，依 IEC 60598-2-11 第 11.3.2 節定義是指放置在魚缸上頭、或放置在魚缸上之可移動框架內、或放置在魚缸上之固定框架內等之燈具，且燈具可以被徒手方式移開者，並不需任何工具才能鬆脫燈具的固定，圖 3a, b, c 可說明此種固定方式。
- 非永久固定方式水族箱燈由於標準限制防水等級需 IPX7，基於成本考量，廠商都不太願意生產此種安裝方式的燈具，會生產 IPX7 非永久固定式水族燈廠商，大都是為了讓水族箱燈能沉入水底，使光線可由水中透出增加觀賞美感，即俗稱的落水燈或潛水燈，當然其價格會比較貴，燈具的工作電壓依標準都是經整流輸出的 12 V 以下的超低安全電壓，通常光源都是以 LED 為主(圖 3d)。



a. 非永久固定式(夾式,可手拆) b. 非永久固定式(僅置放,可手拿) c. 非永久固定式(蓋框型,可手移動)



d. 非永久式固定\_落水燈本體及標示內容(各面均 IPX7)

圖 3 非永久固定式水族箱燈具的各種固定方式(圖片來源 a~c [7]~[9]; d:購自樣品)

## (2) IEC 60598-2-11 第 11.6.2 節 永久固定式水族箱燈的防水等級

### 【原文】

. If it is necessary to remove a permanently attached aquarium luminaire or the fixed top cover frame for maintenance of the aquarium , or for

replacement of the lamp , or if the tank does not have suitable drainage apertures or a cut-off mechanism ,the luminaire shall have a protection against ingress of moisture of at least IPX7.

.A suitable drainage aperture will prevent overflowing of the tank and immersion of a luminaire and will maintain the maximum water level of the tank at a distance to the luminaire of at least 15 mm.

.If a permanently attached aquarium luminaire, in compliance with the previous paragraph is used in a tank with suitable drainage apertures or a cut off mechanism, the protection against ingress of moisture shall be at least IPX4 for all surfaces of the luminaire which face the water. For the other surfaces of the luminaire the protection against ingress of moisture can be reduced to at least IPX2 ,if one of the following situations apply:

- the whole of the top of the tank is covered ,and the luminaire is in its intended operating position (closed tank);
- during refilling ,the permanently attached aquarium luminaire has to be moved to a position where a 10x10cm minimum access to the water is given (open tank);
- during refilling ,by the position of the luminaire , water splashes are prevented from making contact with the surface of the luminaire.

#### 【翻譯】

.基於維護魚缸或更換燈管，導致永久固定式水族燈具需由魚缸或蓋框架移走；或永久固定式水族燈具所安置的魚缸不具截水結構(或稱防溢水機構)，則這些永久固定式水族燈具的防水等級被要求至少 IPX7。

.截水結構是指可以防護魚缸水位溢出，避免水位侵入燈具，使魚缸最高水位離燈具發光面(或稱散射面)的距離可以維持至少 15 mm。

.假使永久固定式水族燈要安裝的魚缸具截水結構，且其安裝後魚缸水面距燈具照明面維持 15 mm 以上距離，則此永久固定式水族燈具各面之防水等級可降為 IPX4；若再符合下列三種條件之一，則除照明面仍維持限制 IPX4，其他面則可降為 IPX2。

-魚缸頂部有封閉結構(密缸)且燈具裝在預定位置者；

-換水過程中，固定式燈具可移動到魚缸一個位置，使換水進入通道口最小有 10x10 cm 範圍者；

-換水過程中，燈具所處位置能防止濺水碰觸到燈具表面者。

#### 【解說】

a. 這一節原文中出現三個切段，故各段各自獨立的毫無相關。「永久固定方式」依 IEC 60598-2-11 第 11.3.3 節定義是指固鎖魚缸上或魚缸框架內，必須以工具才能解開燈具固鎖裝置移動者，圖 4a, b, c 圖片可說明此種固定方式。

b. 永久固定式與非永久固定式的防水等級都是 IPX7，但卻容許有放寬條件，如果被安置燈具的魚缸具截水結構，且安裝後照射面與魚缸水面距離 15 mm 以上，則此永久固定式水族箱燈的防水等級可降低為 IPX4，圖 4d, e, f 說明什叫魚缸截水結構，通

常是在魚缸側邊增設隔離腔室提供溢水存放，因魚缸換水或地震搖晃時常發生水面波動，此時這種類似溢洪道的結構設計可承接溢水並限制水位的增加，使燈具可不受來自搖晃水位的波及。

- c. 由於永久固定式水族箱燈不可能掉入水中，截水結構有又可確保水位與燈具保持安全距離，不致遭受來自魚缸打氣幫浦、外掛式過濾器、氣泡石等產生濺水侵入，故燈具防水等級只需 IPX4 即可。
- d. 其實，消費者是不會購買具截水結構魚缸的，因有礙視覺觀賞及價錢也高；而廠商為生產低成本 IPX4 等級，通常僅在標示加註燈具照射面離水面距離至少 15 mm 以上之圖騰，但其實跟原文規定是有落差的，因『消費者購買的魚缸須具截水結構才適用此 IPX4 燈具』，不過這句話再加入說明書或包裝上，恐怕就没人要買此款 IPX4 等級之水族箱燈了。
- e. 另一個除照明面外，其他面可放寬至 IPX2 等級，廠商常用的是第 3 段「燈具所處位置能防止濺水碰觸到燈具表面」，以附贈較高固定腳架結構來符合此條件，不過照明面仍需維持 IPX4，圖 4g 為樣品及標示舉例。



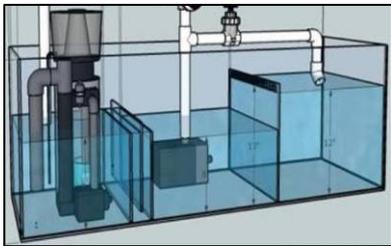
a. 永久固定式(需工具鬆開)



b. 永久固定式(固定在蓋框上)



c. 永久固定式(懸吊固定式)



d. 防溢水結構一舉例



e. 防溢水結構二舉例



f. 防溢水結構三舉例



g. 永久式固定式水族箱燈具本體及標示內容舉例(本樣品照明面 IPX4；其它各面 IPX2)

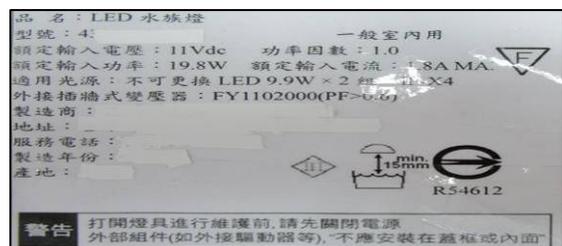


圖 4 永久式固定水族箱燈具的各種固定方式 (圖片來源 a~f [10]~[15]；g:購自樣品)

#### 四、水族箱燈防水等級檢測實務(IPX2、IPX4、IPX7)

上述已解釋水族箱燈具防水等級 IPXn 結構設計依據，那設計出來的水族箱燈具要如何通

過檢測？水族箱燈防水等級檢測驗證被規範在 CNS 14335 燈具安全通則的第 9.2 節，此節指出燈具標註有防水等級 IPXn 者，n=2, 6, 8 依 CNS 14165 規定檢測程序進行；n=1, 3, 4, 5, 7 另依 CNS 14335 規定檢測程序進行，而不採用 CNS 14165 規定的檢測程序。依上述設計指引，水族箱燈具防水等級僅有 IPX2、IPX4、IPX7 等三種可能，所以 IPX2 依 CNS 14165 第 14.2.2 節滴水試驗檢測；IPX4 及 IPX7 則依 CNS 14335 第 9.2.5 節防濺水與 9.2.7 節水密執行檢測，檢測程序依下列說明進行，測試時燈具處於正常運作下(即點燈)。

### 1. IPX2 滴水試驗(CNS 14165 第 14.2.2 節)，圖 5

圖 5a 顯示燈具照射面朝下，其他面曝露在滴水試驗箱下；圖 5b 顯示滴水試驗箱底部有滴水孔(上)，測試架面可向左右上下方向傾斜 15°，測試步驟如下：

- (1)以水流率 3 mm/分規定之滴水試驗箱進行滴水。
- (2)燈具置於測試台之長方形測試架後不再移動。
- (3)長方形測試架往上下左右 4 個面向進行 15° 傾斜固定，每個面向進行滴水試驗各 2.5 分鐘，試驗時間總計 10 分鐘。



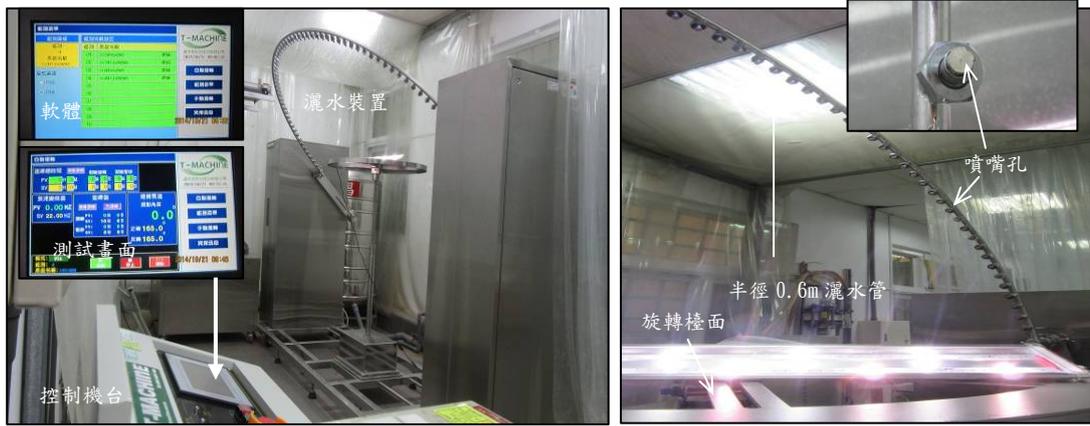
圖 5 水族箱燈具的 IPX2 滴水試驗

### 2. IPX4 濺水試驗(CNS 14335 第 9.2.5 節防濺水), 圖 6

圖 6a 顯示灑水裝置包括具曲率之灑水金屬管、旋轉測試架，控制機台及軟體畫面等，測試時將燈具照射面朝上對準灑水管噴嘴；圖 6b 顯示灑水金屬管的噴嘴分佈與噴嘴頭結構，測試步驟如下：

- (1)以灑水金屬管擺動對燈具進行灑水，擺動水管半徑儘可能選擇與燈具大小及位置相容規格者，本例採用半徑 0.6 M 曲率灑水管，其入口水壓 80 kN/m<sup>2</sup>，至於水管上的噴嘴流量常由控制台的變頻器與加壓馬達轉速來決定。
- (2)將待測物置於旋轉測試架檯面上，檯面以 1 轉/每分轉動。
- (3)灑水時金屬管以垂直面算起向兩側各作 180° 擺動，亦即共完成 360°。
- (4)灑水金屬管來回擺動 1 次時間為 12 秒，試驗時間 10 分鐘，之後須關掉燈具電源並自然冷卻，此時再繼續灑水 10 分鐘。
- (5)廠商推出的灑水機之控制機台軟體通常都已設定符合標準規定的灑水

量與擺動角度，只要選擇防水等級即可進行對應的試驗，使用方便。



a. 燈具 IPX4 檢測情形(燈殼排除)

b. 旋轉測試架、灑水管及噴嘴結構

(控制機台/擺動水管灑水裝置/軟體)

圖 6 水族箱燈具的 IPX4 濺水試驗

### 3. IPX7 水密試驗(CNS 14335 9.2.7 節水密), 圖 7

圖 7 顯示水密試驗只需一個水桶即可，但水桶半徑及深度都要足夠，否則可能無法滿足規範規定，測試時將燈具照射面朝上對準水面並維持距水面下 1 m 處固定，測試步驟如下：

- (1)燈具須裝上光源打開開關(ON)並且在額定電壓下工作至穩定的溫度。試驗用水的溫度應為  $15^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 。
- (2)燈具關閉電源且立刻浸入水中放置 30 分鐘。
- (3)燈具頂部上方離水至少 150 mm，而水深至少 1 m。
- (4)燈具須以正常方式固定在其位置上。
- (5)螢光燈具須水平放置，並使擴散器向上，放在水面下 1 m 之處。
- (6)浸置 30 分。



圖 7 水族箱燈具的 IPX7 水密試驗

### 4. 合格判定準則

上述測試後，取出燈具依 CNS 14335 第 9.2 節下列判定準則進行符合性確認。

- (1)燈具立即進行 CNS 14335 第 10 節表 10.2 絕緣耐電壓試驗如本文表 2 規定。
- (2)在可能對使用者或周遭造成危險的地方，如燈具水痕分佈可能使沿面絕緣距離減少至低於 CNS 14335 第 11 節表 11.1 如本文表 3 規定，則帶電體或任何絕緣層都不能有水痕存在。

(3)沒有排水孔的燈具，不得進水。

(4)在水密型或壓力水密型燈的任何部件上不能有進水的痕跡。

現在筆者以前述圖 2 III類 11 Vdc 20 W 超低安全電壓水族箱燈樣品舉例，經圖 6 IPX4 濺水試驗後，立即對樣品進行絕緣耐電壓測試，從本文表 2 觀察燈具工作電壓為 11 Vdc 屬安全超低電壓 SELV，故對燈具僅須進行 500 V 絕緣耐電壓測試，測試部位以可觸及部舉例如「帶電部對安裝表面間」及「帶電部對燈具金屬外殼」，水族箱燈由於向下照射水面，其腳架固定燈殼照明面，照明面反而變成安裝面，測試時將照明面壓克力板貼上金屬錫箔紙，再將絕緣耐電壓計接地測試夾夾住燈具電源插頭，燈具開關切換至 ON 位置，再以加電壓測試棒加於金屬錫箔上，當測試燈具金屬外殼時亦同，圖 8 顯示測試情形，加電壓 1 分鐘內電器絕緣不得有被擊穿情形發生。接著繼續第二項判定：觀察樣品經濺水試驗後的水痕入侵程度，圖 9 顯示水痕分佈於燈具擴散蓋板照明面及燈殼情形，但並未有滲入燈具內部狀況，加上燈具本體工作電壓 11 Vdc(小於 50 V)，依本文表 3 絕緣距離評估規定僅限基本絕緣層，而該樣品金屬殼對內部配線帶電部最接近的基本絕緣層就是 LED 模組佈置的電子基板，電子基板厚度 1.6 mm 明顯沿面距離大於 1.2 mm，空間距離大於 0.2 mm，觀察水痕入侵並未抵達此絕緣部，所以未造成其沿面絕緣距離的短少而低於 1.2 mm 以上限制，因此具強化絕緣的壓克力透明擴散板與具基本絕緣的金屬外殼雖都有水痕分佈，仍是被准許的。至於樣品結構並無排水孔結構，防水等級為 IPX4，故準則(3)及(4)都無須再判定。

表 2 CNS14335 第 10 節表 10.2 絕緣耐電壓

絕緣部份	非 II 類燈具
<b>SELV：</b>	500 V
不同極性之載流部件之間	
載流部件與安裝表面間	
載流部件與燈具金屬間	500 V
<b>SELV除外</b>	2U+1000 V
不同極性之帶電體之間	
因開關動作而變成不同極性的帶電體間	2U+1000 V
基本絕緣	2U+1000 V
補充絕緣	2U+1750 V
雙重絕緣或加強絕緣	2U+2750 V
U：工作電壓	

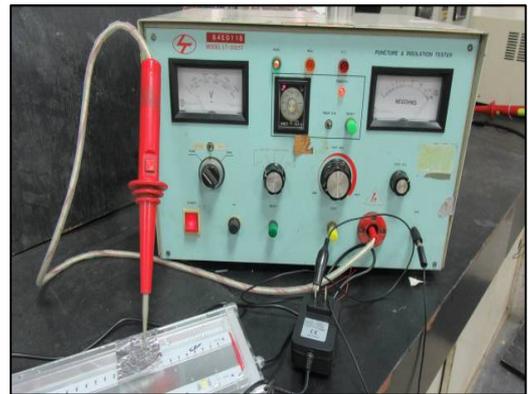


圖 8 絕緣耐電壓測試情形(耐電壓 500V)

表 3 CNS 14335 第 11 節表 11.1 絕緣距離

工作電壓均方 距離(mm)	根值(V)		
	不超過 50 V	不超過 150 V	不超過 250 V
沿面距離			
-基本絕緣 PTI	0.6	1.4	1.7
-補充絕緣 PTI	1.2	1.6	2.5
-強化絕緣	—	3.2	3.6
-強化絕緣	—	3.2	3.6
-強化絕緣	—	5.5	6.5
空間距離			
-基本絕緣	0.2	1.4	1.7
-補充絕緣	—	3.2	3.6
-強化絕緣	—	5.5	6.5

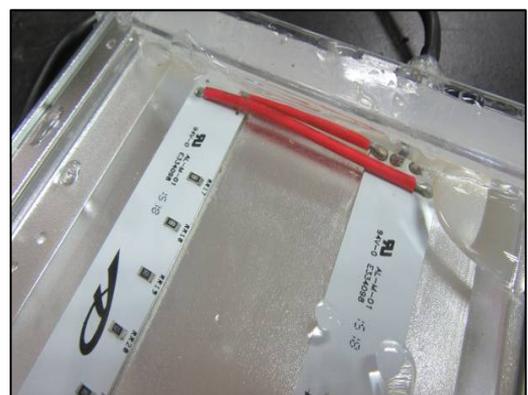


圖 9 觀察水痕有無使沿面絕緣距離減少

## 五、水族箱燈其它安規檢測重點

### 1. 水族箱燈的耐濕性測試

水族箱燈的絕緣不可因來自魚缸濺水受潮而下降，故需通過 CNS 14335 第 9.3.1 節潮濕耐受性測試，試驗內容與合格判定準則說明如下：

- (1) 燈具之電子零組件、蓋子、保護玻璃等可藉由手拆除部件須拆除，並與主要部位一起做濕度處理。
- (2) 將燈具放置在相對濕度設定(91%~95%)的恆溫恆濕箱內 48 小時；溫濕箱溫度需設定在 20 °C~30 °C 之間，溫度誤差不得超過 1 °C 如圖 10a。
- (3) 經 48 小時潮濕置放後，打開門，立即進行絕緣電阻與耐電壓測試如圖 10b。

判定準則：

- (1) 絕緣電阻: 燈具外殼與帶電體間(燈具表面貼金屬箔膜)  $> 1 \text{ M}\Omega$ 。
- (2) 絕緣耐電壓: 燈具外殼與帶電體間依本文表 2 測試電壓規定施加絕緣耐電壓 1 分鐘應無異狀發生。



a. 恆溫恆溼箱及溼度浸潤



b. 絕緣電阻與耐電壓測試

圖 10 燈具潮濕耐受性測試(實驗拍攝)

### 2. 水族箱燈的防電擊測試

燈具防電擊保護評估有兩項，一為以試驗指評估是否可觸及燈具任何帶電部，一為當燈具插頭直接拔離電源時，燈具內部電路電容放電是否造成刀片電擊。由於目前市場上水族箱燈大部份為安全超低電壓 42 V 以下並具 LED 光源驅動器的商品，燈具電壓縱使被人體碰觸恐也無電擊立即危險，加上防水等級 IPXn 限制所造成燈具結構包覆防護，人只要碰觸燈具開孔底下帶電部件也不太可能，因此對於 CNS 14335 第 8 節防電擊測試的大部份內容均可通過，唯一要評估恐只剩第 8.2.7 節燈具電子電路電容放電電擊。燈具電源插頭刀片所以會放電導因於電源驅動器內部抑制電磁干擾的 X 電容，此電容規格主要為  $0.1 \mu\text{F} \sim 0.5 \mu\text{F}$ ，當燈具開啟時，此電容會將電子電路產生的雜訊電流推回驅動器內部而不外洩，但相對的內部會儲存經過的電荷而成為儲能元件，一旦燈具插頭直接拔離電源，電容便經由電路將電能以電壓型式傳導至插頭刀片，使用者誤觸刀片是會被 110 V 交流電壓電擊的，因此電子電路上應設計有放電裝置，使傳導至插頭刀片的放電電壓在插頭拔除 1 秒後不得超過 34 V，測試時以示波器探測棒夾於燈具電源線插頭刀片，再將燈具開關操作 ON 及 OFF，抓取 OFF 時的電壓波形，藉以分析 1 秒時的電壓值。下列為 CNS 14335 第 8 節電容放電防電擊原文、條文解說及樣品實測。

- (1) CNS 14335 第 8 節電容放電防電擊原文

附有超過  $0.5 \mu\text{F}$  電容的燈具(下述燈具除外)須有放電裝置,使得燈具在切斷額定電壓電源 1 分鐘後,電容的電壓不超過 50 V。

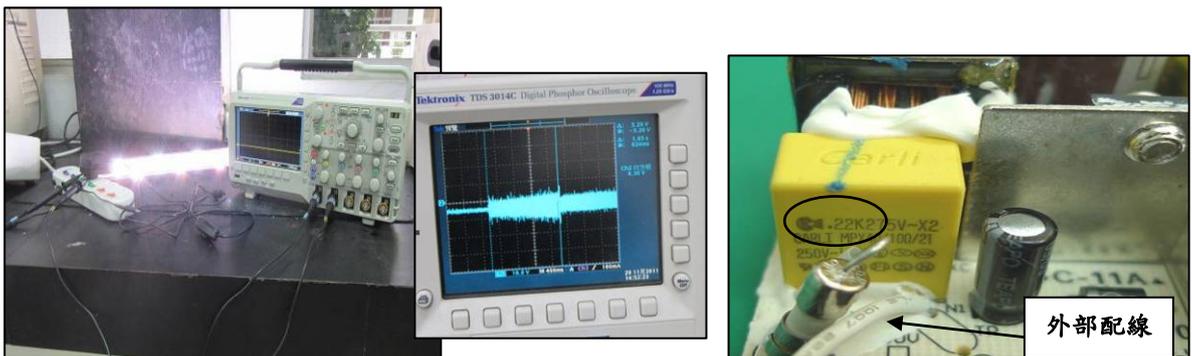
以插頭連接電源的移動式燈具、軌道式電源轉接器型燈具或附有試驗指可接觸接頭的連接器(如聖誕燈串光源連接頭)之燈具,以及附有超過  $0.1 \mu\text{F}$  電容(對額定電壓小於 150 V 的燈具而言為  $0.25 \mu\text{F}$  電容)的燈具,須有放電裝置,使得切斷電源 1 秒後,插頭兩刀片或是轉接器/連接器的接頭的電壓不超過 34 V。

## (2) 條文解說

原文被切割成兩段,第一段是說燈具電子電路交流電源部裝置之 X 電容若超過  $0.5 \mu\text{F}$ ,則需進行燈具電源關閉後 1 分鐘時的插頭刀片放電壓量測,其值不得超過 50 V,但若 X 電容值低於  $0.5 \mu\text{F}$  者就不需要;第二段明顯與第一段斷開,也就是第二段不再接續第一段所言作為前提,而是獨立的段文,第二段內容僅適用四種燈具的電容放電,其電容若超過  $0.1 \mu\text{F}$  都需進行插頭刀片放電電壓量測,量測值不得超過 34 V 限制。

## (3) 電容放電之插頭刀片電擊電壓實測

以圖 2 樣品續作測試。該樣品電源驅動器屬插牆式整流器,歸屬第二段四種燈具類型之第 1 種-「以插頭連接電源的移動式燈具」,剖開其插牆式整流器外殼可看到 X 電容值為  $0.22 \mu\text{F}$ (圖 11b);不過第二段所提及第 4 種燈具-「附有超過  $0.1 \mu\text{F}$  電容(對額定電壓小於 150 V 的燈具而言為  $0.25 \mu\text{F}$  電容)」,電容  $0.22 \mu\text{F}$  好像也可歸於此類燈具,但電容值  $< 0.25 \mu\text{F}$ ,似乎又不需量測,那到底要不要檢測?標準有很多內容會讓人混淆,大致出在英文翻譯上,畢竟我們不是生長在國外,一些英文名稱組件未必在國內可找到對應組件,硬翻譯出來或想像它可能是某一種組件,有時就讓使用者不知所以然,也造成解讀的錯誤,解決之道就是直接看英文版,不然透過管道詢問歐美電器實驗室人員,再不然只好進行檢測,畢竟有作總比無作好吧!圖 11a 顯示示波器抓取燈具 ON/OFF 瞬間插頭刀片放電電壓波形,波形分析 1 秒時的電壓下降值來到  $6.36 \text{ V} < 34 \text{ V}$ 。



a. 示波器擷取燈具 ON/OFF 下之插頭刀片放電電壓      b. 整流器內的 X 電容  $0.22 \mu\text{F}$

圖 11 水族箱燈具的電容放電測試(實驗拍攝)

## 3. 水族箱燈的電源配線規定

電源配線分為外部電源引接線及內部配線等兩部份,依 CNS 14335 第 5 節及 IEC 60598-2-11 第 11.10 節規範。

### (1) CNS 14335 第 5 節外部及內部配線規定

外部配線之線徑截面積至少需  $0.75 \text{ mm}^2$ ，而經控制開關輸出再分配至各燈座的內部配線至少需  $0.5 \text{ mm}^2$  以上，惟內部配線  $0.5 \text{ mm}^2$  以下也可以接受，不過該線徑截面積需能承受來自燈座可接受最大光源功率標示的負載電流。外部配線與內部配線在 CNS 14335 的名詞解釋是有定義的，一般外部配線是指連接電源插頭刀片的配線，而非直接連接插頭的配線，包含：整流器及變壓器二次側的配線、開關後的配線、搭接端子後的配線等都可視為內部配線，內部配線不是一是要在燈具內部的配線，它可以自燈具內部延伸出來成為外部引接線型態。圖 12 a 觀察樣品內外部配線分佈，可發現燈具至長橢圓形開關有一段配線，由長橢圓形開關至插接端子又是一段配線，而整流器二次側延長線則屬另一端配線，這些配線都歸屬內部配線，因其承受的電壓都是整流器二次側的安全超低電壓  $11 \text{ Vdc}$ ，並非來自插座電源插頭的交流電壓  $110 \text{ V}$ 。圖 12 b 近燈具端的第 1 段配線及第 2 段開關至插接端配線之絕緣皮打印 20 AWG (American Wire Gauge: AWG)，其截面積是  $0.516 \text{ mm}^2 > 0.5 \text{ mm}^2$  是符合的；圖 12c 第 3 段整流器二次側配線之絕緣皮打印 22 AWG，其截面積  $0.324 \text{ mm}^2 < 0.5 \text{ mm}^2$ ，此時就必須評估正常點燈下該段電線被覆的溫升值是否符合 CNS 14335 第 11 節溫升規定，才能驗證其有足夠承載電流能力。至於外部配線在那裏？圖 11b 整流器的剖開圖位於基板交流部去連接刀片的白色電線就是了，其絕緣皮打印 18 AWG，截面積  $0.807 \text{ mm}^2 > 0.75 \text{ mm}^2$  是符合的。

## (2) IEC 60598-2-11 第 11.10 節外部及內部配線規定

個別標準加強了水族箱燈具電源線長度的規定，水族箱燈因面臨大量魚缸的導電水，其供電電源當然要離魚缸越遠越好，加上魚缸濺水延著電源線滾落可能減少絕緣距離而增加漏電觸電可能，所以必須對電源線長度加以規定。

### 【原文】

11.10.1\_ Aquarium luminaires shall be provided with a fixed flexible cable and a plug for connection to the power supply. The length of the cable shall be at least 1.5 m unless the requirements of 11.6.3 apply.

11.6.3\_ Portable external parts mounted in the supply cable, for example switches or ballast units, need not comply with the IP rating of the luminaire if the cable length between the luminaire and electrical part is at least 1m and the cable length between those electrical parts and the supply connector is not greater than 0.5m.

### 【翻譯】

11.10.1 節\_水族箱燈具應提供一個固定的連接到電源的電線與插頭，電線長度須大於  $1.5 \text{ m}$ ，但若電線總長度要設計小於  $1.5 \text{ m}$  時，則須符合下列 11.6.3 節規定。

11.6.3 節\_安裝在電線上之可攜式外部零件如開關或安定器，若燈具本體至此外部零件的距離大於  $1 \text{ m}$ ，且此外部零件連接至電源插頭的距離小於  $0.5 \text{ m}$ ，則此可攜式外部零件無需達到燈具防水等級 IPXn 要求。

### 【解說】

燈具到插座電源的電線總長至少須維持  $1.5 \text{ m}$  以上，才可以強化因魚缸水珠滾落對電線絕緣性的影響，不過有些水族箱燈製造商想生產長度小於  $1.5 \text{ m}$  的電源線，此時就必須遵守 IEC 60598-2-11 第 11.6.3 節內容規定，從文字看來電源線

顯然必須採取分段設計，並以開關、插接器及電源驅動器(整流器)等可攜式組件進行橋接，不能是一線到底的電源線，而且從燈具內部引出的電線至開關處長度至少需1 m，能縮減的距離只有開關至插頭的距離大約是0~0.5 m。

### (3) 樣品實測結果

本樣品採取電源線分段搭接方式設計，但並未縮減長度，反而增加長度，量測結果：燈具至開關處 1.6 m；開關處至插接器 0.2 m；插接器至整流器二次側 1 m，總長度是 2.8 m 遠大於 1.5 m，符合 11.10 節對電源線總長度之規定如圖 12d。



a. 樣品的外部及內部配線分佈



b. 近燈具端的內部配線 20 AWG



c. 近整流器二次側的內部配線 22 AWG



d. 樣品實測

圖 12 水族箱燈具的電源配線規定(實驗拍攝)

## 4. 水族箱燈的標示規定

依 CNS 14335 第 3 節標示規定，標示主要內容必須包含：額定電壓、電流、功率、頻率、功率因數、外殼防電擊等級符號(如 I, II, III)、型號、安裝面可燃、耐燃、不可燃(如

▽▽~~⊗~~ )、適當使用室內一詞、光源型式、光源瓦數、光源數目、IPXn 防水等級等；

另再依 IEC 60598-2-11 第 3 節標示增加額外規定如下：

- (1) 【原文】 11.5.1\_ Information shall be provided and/or the following symbol (see Figure 1) concerning the minimum distance to the maximum water level of the aquarium shall be marked on the luminaire if it is possible (by the design of the aquarium) that water can reach the luminaire. The minimum distance shall be at least 15 mm.

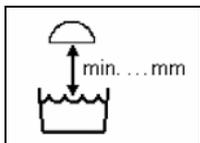


Figure 1 - Minimum distance from water level symbol

【翻譯】11.5.1 節\_水族箱燈具本體標示內容應含有安裝後照射面離魚缸最大水位的最小安全距離資訊，或以圖 1 圖騰標示，儘可能此安全距離須 15 mm 以上。

- (2) 【原文】 11.5.2\_Portable external parts ,e.g. ballast units , shall be marked with a warning based on the following wording: "Shall not be positioned on or into the cover frame" ,if the protection against ingress of moisture is lower than IPX7.

【翻譯】11.5.2 節\_對於防水等級小於 IPX7 的水族箱燈，其附帶可組裝攜帶式外部組件如電源驅動器，則標示內容應增加警語「此可攜帶式外部組件不可置放在魚缸蓋框架上」。

- (3) 【原文】 11.5.3 \_Aquarium luminaires shall be marked with an outside visible instruction based on the following wording: " Disconnect supply before opening the luminaire for maintenance".

【翻譯】11.5.3 節\_燈具外觀上應有警語標示”維護打開燈具前，應先斷開電源”。

- (4) 【原文】 11.5.4\_ If the permanently attached luminaire is delivered separately from the aquarium and intended for direct mounting on the wall of the tank , the manufacturer has to give an information in the instructions regarding the permissible thickness of the wall of the aquarium tank.

【翻譯】11.5.4 節\_對於採用夾式固定的永久固定式水族箱燈具，須在安裝說明書上提供該燈具固定於魚缸之魚缸適用厚度資訊如「水缸壁允許的厚度：\_\_\_\_\_mm」。

## 六、結論

水族箱燈安規檢測重點實務主要在防水等級設計及耐濕性驗證，水族箱燈與其他電器最大不同就在臨水使用，濕氣及濺水大大降低電器絕緣性，增加漏電電擊危險，所以此兩項檢測是重點。另外電源線長度也是一個重點，主要防範水氣沿著電源線下來，增加使用者碰觸電源線遭電擊可能，所以電源線越長越好，一方面也可離電源插座遠一點，當然長度若要短於 1.5 m 也須依 IEC 60598-2-11 第 11.6.3 節規定設計，其長度不能短於 1 m。另有關水族燈防水等級最安全是 IPX7，但標準提供放寬條件，使得水族燈防水等級可以是 IPX4，也造成市場以 IPX4 為最大宗，但購買 IPX4 等級水族燈，安裝時除依標示規定離水面至少 15 mm 以外，還要採購具溢水結構魚缸來搭配，因為無溢水結構魚缸在地震搖晃或加水時容易因水面搖晃而使水侵入燈具照明面內的電性接頭，漏電將電擊魚群，加上一些魚種

非常昂貴，這類不愉快的事相信消費者也不希望發生，當然這一點 IPX4 水族燈具所附的說明書內是不會提到的，但標準確實有規定，如果讀者執意將 IPX4 水族燈用在無溢水結構魚缸上，記得燈具照明面離水面要更高一點。本文也提到 CNS 及 IEC 條文解讀的方法，每一段段文若是以「.」作為連續連接而不是突然切斷到下一列，則所有連接的段文都是以先前段文作為前提的，都必須遵守前段的規定下，再擴充本段的規定，若本段突然被切至下一列，則本段再也與前段無關了，並無需再接受前段設定的限制。又使用標準執行檢驗的安規工程師只能依標準所言執行試驗，不能自行推論或用反向思考的方式去認定怎樣也可以，標準沒講的話與內容就不要過度去闡釋它。

## 七、選購技巧

由於水族箱燈通常緊鄰水族箱使用，較易受濕氣及水漬影響而產生漏電及電擊等危險，經濟部標準檢驗局於 100 年 1 月 1 日起，將水族箱用燈具商品依商品檢驗法列入強制性應施檢驗範圍，水族箱用燈具商品的檢驗範圍包括使用於水族箱上及水族箱內之照明燈具，其適用安規檢驗標準為「CNS 14335 (88 年版) 與 IEC 60598-2-11(2005)」，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](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。

有關水族箱燈具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)儘量不要選購沉入式水族燈，除非有通過標準局合格標識。
- (2)水族箱燈具防觸電保護型態分為 I 類、II 類和 III 類，應視家中配電系統是否提供接地插座決定選購。
- (3)留意燈罩應留有通氣孔，因目前水族燈光源以 LED 光源為主，燈具散熱好壞會影響其壽命。
- (4)購買具蓋框型的水族箱是好的，不僅能防止灰塵落入水族箱，也能讓水族箱燈有更好的安裝位置。
- (5)考慮水族箱罩長度，宜選用與箱罩長度適宜的水族箱燈具，如有困難，可改採用雙燈管的水族箱燈。
- (6)基於安全考量，水族箱燈因緊臨面向水面安裝，魚類活動、氣泡石、過濾器等濺起

的水花可能落入灼熱燈管而引起爆炸，故宜選用具防濺水等級以上的水族燈具。

- (7)注意水族箱燈本體標示是否有標示 IPXn 防水等級，以證明燈具有通過防水測試，本體標示 IPX4 防水等級者，僅適具排水孔或截水機構的魚缸，若家中魚缸並無前述結構，則應購買防水等級 IPX7 以上者(含)。

## 八、使用注意事項

- (1)檢查商品標示及說明書內容，應包含電器規格、注意事項或警語、廠商名稱、地址及電話。
- (2)安裝水族箱燈具前，先檢視外觀有無被損傷，導線與接頭有無脫落沒固定，避免安裝後才發生接觸不良現象。
- (3)為免驚嚇魚，勿突然開關水族箱燈，關燈時先關水族箱照明燈，再關閉室內照明燈。開燈時先開室內照明燈，再開水族箱燈。
- (4)若有故障現象發生，應立即停止使用並將電器送至廠商指定之維修站維修，切勿自行拆解修理。
- (5)LED 日光燈管接線端子需裝有防水帽，避免遭魚缸濺水侵蝕。
- (6)光源自上而下照射，達到無影效果，照明燈安裝於水中比較容易造成有礙觀賞的陰影。
- (7)水族箱燈本體標示符號，代表安裝燈具時離水缸最高水位至少 15 mm 以上距離。
- (8)水族箱燈若選用電源整流器與燈具分離者，整流器因置於水族箱旁邊，應避免整流器落入魚缸中，及移動時跌落砸碎魚缸玻璃。
- (9)大多數養魚者以減弱光照強度或減少光照時間來抑制水藻的生長速度，水族箱燈不應長時照明魚類。
- (10)若產品並非 IPX7 等級具完全防水特性，勿將產品的任何元件或線路浸入魚缸中。
- (11)若光源為 LED 時，請勿對光源直視，以免對眼睛視覺造成傷害。
- (12)不正常的操作本產品可能導致使用者受傷，請遵照此說明書指示安裝與操作本產品。
- (13)非有完全防水的特性，請勿將水族燈任何元件或線路浸入水。
- (14)請勿折繞電源線，過度扭曲的電線可能導致電阻升高甚至起火燃燒。
- (15)燈具置放於水族箱時，距離水面最少 1.5 公分以上的高度，可避免燈具被水潑濺而保持潔淨度。
- (16)燈具若利用鋼索吊掛在魚缸上頭，距離魚缸液面越高可獲得較大的照明範圍，但會損失光線亮度。

## 九. 清潔保養

- (1)安裝及維修時，應先將電源插頭拔離插座，並慎防燈具掉落水中，以避免電擊危險。
- (2)清潔保養時，切記應確實依照使用說明及注意事項，先將電源插頭拔離插座，以避免電擊危險。尤其是應避免水進入電器內部。
- (3)水族箱燈具本體清洗
  - a. 應採用棉手套套在手上輕輕擦拭燈具本體。
  - b. 不要隨意移動燈具內部部件。

- (4)清潔完畢後，應按原樣將燈具裝好，不要漏裝、錯裝零部件。
- (5)定期檢查燈具是否按照設定程式進行
  - a. 請勿在燈具上方放置任何物品。
  - b. 避免鹽漬累積於燈具表面，請定期使用濕布清潔燈具，並使用噴槍或吹氣機清潔風扇上的灰塵。
  - c. 嚴禁將任何液體置於燈具上方甚至進入內部，可能導致電子零件毀損。

## 十、參考文獻

- (1)圖1a 直流燈(珠燈LED藍光源)，2016/09/30檢索，愛逛街網，取自  
<http://iguang.tw/taobao/product/520830870630.html>。
- (2)圖1b 交流燈(緊密型螢光燈具)，2016/09/30檢索，86daigou網，取自  
[http://g-search2.alicdn.com/bao/uploaded/i3/T10S5\\_FgtcXXXXXXXX\\_!!0-item\\_pic.jpg\\_210x210.jpg](http://g-search2.alicdn.com/bao/uploaded/i3/T10S5_FgtcXXXXXXXX_!!0-item_pic.jpg_210x210.jpg)。
- (3)圖1c 直流燈(T5燈管LED白光源)，2016/09/30檢索，淘寶網，取自  
<https://world.taobao.com/item/8281484599.htm?fromSite=main&spm=al3o.7695460.0.0.HXbJHj>。
- (4)圖1d 交流燈(LED燈管燈具)，2016/09/30檢索，大皮牛網，取自  
<http://www.dapiniu.com/tags/390474?page=13>。
- (5)圖1e 直流燈(水晶燈LED彩色光源)，2016/09/30檢索，淘寶網，取自  
<https://world.taobao.com/item/522096345229.htm?fromSite=main&spm=al3o.7695460.0.0.k3kTNC>。
- (6)圖1f 交流燈(省電燈泡)，2016/09/30檢索，鴻順魚坊網，取自  
<http://hopesun1205.blogspot.tw/2014/07/hexa-450-led.html>。
- (7)圖 3a 非永久固定式(夾式,可手拆)，2016/08/10 檢索，自助貿易網，取自  
[http://tc.diytrade.com/china/pd/9702145/MH\\_鹵素燈水族箱燈具.html](http://tc.diytrade.com/china/pd/9702145/MH_鹵素燈水族箱燈具.html)。
- (8)圖3b 非永久固定式(僅置放,可手拿)，2016/08/10檢索，中國黃頁網，取自  
<http://ConPD121206000006.htm>。
- (9)圖3c 非永久固定式(蓋框型,可手移動)，2016/08/102檢索，水族掏寶網，取自  
<http://www.fishfd.com>。
- (10)圖 4a 永久固定式(需工具鬆開)，2016/09/26 檢索，水族掏寶網，取自  
[http://www.cmfish.com/techfiles/uploadfile/image/20160726/20160726125434\\_77000.jpg](http://www.cmfish.com/techfiles/uploadfile/image/20160726/20160726125434_77000.jpg)
- (11)圖 4b 永久固定式(固定在蓋框上)，2016/09/26 檢索，水族掏寶網，取自  
[http://g-search3.alicdn.com/bao/uploaded/i2/16149028976902264/T1d8DyFcpbXXXXXXXX\\_!!0-item\\_pic.jpg\\_240x240q50](http://g-search3.alicdn.com/bao/uploaded/i2/16149028976902264/T1d8DyFcpbXXXXXXXX_!!0-item_pic.jpg_240x240q50)。
- (12)圖 4c 永久固定式(懸吊固定式)，2016/09/26 檢索，水族掏寶網，取自  
<http://uploads.tapatalk-cdn.com/20140403/6evyryte.jpg>。
- (13)圖 4d 防溢水結構一舉例，2016/09/26 檢索，水族掏寶網，取自  
<http://www.cmfish.com/techfiles/uploadfile/image/20160726/20160726125434.jpg>。

- (14)圖 4e 防溢水結構二舉例, 2016/09/26 檢索, 水族掏寶網, 取自  
[http://g-search3.alicdn.com/bao/uploaded/i2/16149028976902264/T1d8DyFcpbxx  
xxxx\\_!!0-item\\_pic.jpg\\_240x240q50](http://g-search3.alicdn.com/bao/uploaded/i2/16149028976902264/T1d8DyFcpbxx xxxx_!!0-item_pic.jpg_240x240q50)。
- (15)圖 4f 防溢水結構三舉例, 2016/09/26 檢索, 水族掏寶網, 取自  
<http://uploads.tapatalk-cdn.com/20140403/6evyryte.jpg>。
- (16)CNS 14335 標準, ” 燈具安全通則” , 94 年版。
- (17)IEC 60598-2-11 標準, ” Luminaires-Part2-11:Particular requirements-Aquarium  
luminaires” , 2005。