2012臺灣科技大學第一屆綠能機電學程實務專題成果展

專題題目:LED照明燈具之色溫與演色性探討

李英錡
國立台灣科技大學
綠能產業機電工程學士學位學程
C10045002@mail.ntust.edu.tw

張毓奇
國立台灣科技大學
綠能產業機電工程學士學位學程
C10045004@mail.ntust.edu.tw

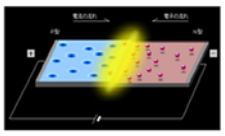
蔡明忠（指導教授）
國立台灣科技大學
自動化及控制研究所
mjtsai@mail.ntust.edu.tw

摘要

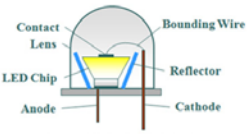
就衡量某一種發光源其顯現實際被照物體之真實顏色的能力參數為演色性（或稱演色性指標Color Rendering Index），一般而言演色性愈高的光源對顏色的真實呈現將會越接近自然原色(即太陽光下的色彩表現)。色溫其較具體的顯現為光源色與某一溫度下的黑體輻射顏色相同時，該一溫度即稱光源色的色溫例如在 2800K 時發出的色光和燈泡色類似，便說該燈泡的色溫是 2800K，所以色溫不等於顏色；但是顏色可以用來描述色溫，但也只有在色溫相近的條件下其不同光源的CRI數值才是有意義的為此探討的方向。又LED (Light emitting diode)為新一世代的照明元件，其發光特性關係到LED的各種設計與品質優劣，因此產業鏈中LED的光學量測便是很重要的一環。

本研究採積分球法進行量測，研究目的有一、就過去理論，演色性與光通量的關係。二、色溫與光通量的關係。三、如何就效率取捨演色性、色溫與光通量之間的關係。

關鍵字：演色性Color Rendering Index、色溫Color Temperature、發光二極體LED(Light emitting diode)



圖一 LED發光原理

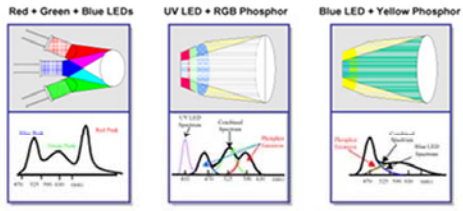


圖二 LED基本構造

研究方法與設備

室內照明設計中，主要考量的因素可分為兩個，第一個是照度(illuminance)，第二個是演色性。LED光源源照射在物體上可能對使用者可能產生的一些影響。黑體隨著加熱溫度不同，其顏色也會逐漸改變，將黑體溫度與其對應的色坐標在色度圖上標示出來，便可得到所謂的普朗克曲線(Planckian locus)，由此了解色溫以及演色性的關係。

本研究採用市售的MR-16球泡燈及LED燈泡共7顆分別以積分球法進行，量測其開路電壓、頻譜、色溫以及其演色性。



圖三 白光LED發光原理示意

實驗結果

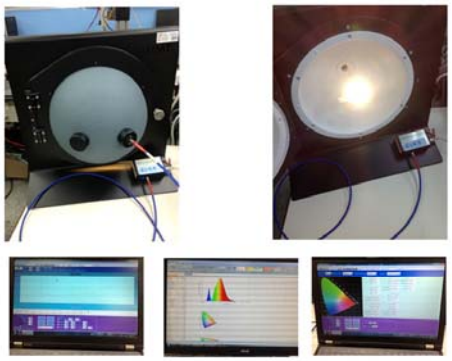
依據前述予以檢測MR-16(隨機取樣購買三顆)與白熾燈型式LED光源(隨機取樣購買四顆)，其中MR-16部份為求直流供電之各廠商設計不同，造成各式特性規格之基準值差異，而造成測試結果的不同。故採DC12V定電壓條件驅動電流部分則不予以限制，以為使該光源特性依該產品之標稱規格發光如表4.5所示；另白熾燈則採AC110V的交流電源直接供電測試之如表4.6。

表一 LED光源樣品A、B、C測試條件

No. of Test	Sample A	Sample B	Sample C
型號	MR16	MR16	MR16
輸入電壓	DC-12V	DC-12V	DC-12V
實際耗電流	320~330 mA	430~440 mA	390~400 mA
實耗功率	3.84~3.96W	5.16~5.28W	4.68~4.80W
測試條件	利用五鈴光學分光輻射照度計 ISM-Lux 量測		

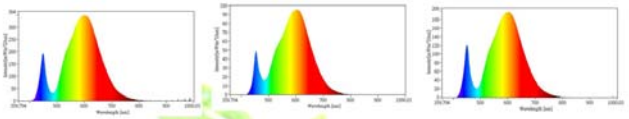
表二 LED光源樣品D、E、F、G測試條件

No. of Test	Sample D	Sample E	Sample F	Sample G
型號	白熾燈	白熾燈	白熾燈	白熾燈
輸入電壓	120V	118.2V	118.2V	118.1V
實際耗電流	46.5mA	92.2mA	96.0mA	120.6mA
實耗功率	3.2W	6.9W	6.9W	9.1W
測試條件	1、利用五鈴光學分光輻射照度計 ISM-Lux 量測 2、功耗量測儀器採用 固緯(GW instek) AC Power Meter GPM-8212			

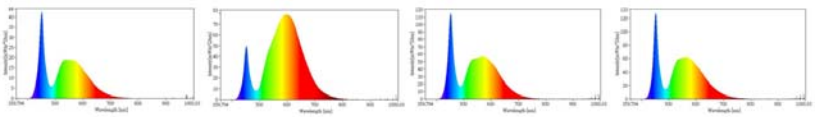


圖四 研究設備-積分球+頻譜儀+操作畫面

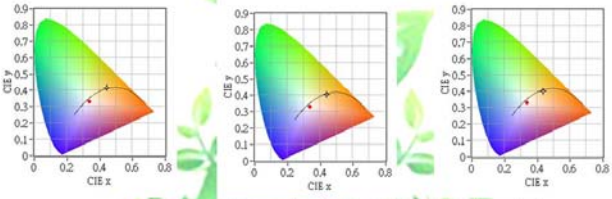
色溫及演色性測試結果



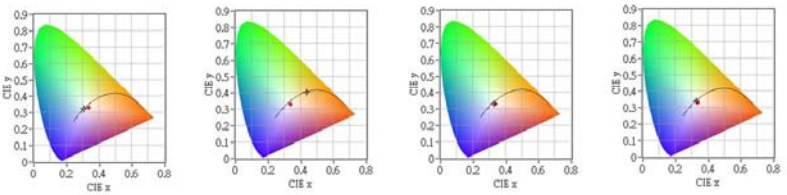
圖五 LED光源樣品A、B、C(MR-16)之演色性測試



圖六 LED光源樣品D、E、F、G之演色性測試



圖七 LED光源樣品A、B、C(MR-16)之色溫測試



圖八 LED光源樣品D、E、F、G之色溫測試

表三 LED光源各項特性參數測試數值彙整

LED 測試光源	MR-16樣品A	MR-16樣品B	MR-16樣品C	白熾燈樣品D	白熾燈樣品E	白熾燈樣品F	白熾燈樣品G
實耗功率(Max.)	3.96w	5.28w	4.80w	3.2w	6.9w	6.9w	9.1w
照度(Lux)	4930.33	18016.258	17432.769	1145.708	4097.1	3514.234	3727.086
發光效率	1245 lm/w	3412 lm/w	3631 lm/w	358 lm/w	593 lm/w	509 lm/w	409 lm/w
CIE x	0.4423	0.4399	0.4353	0.3042	0.4362	0.3255	0.3259
CIE y	0.4171	0.4058	0.3998	0.3239	0.4045	0.3337	0.339
CIE u'	0.2485	0.2517	0.2514	0.1938	0.2499	0.2049	0.2031
CIE v'	0.5272	0.5225	0.5195	0.4643	0.5214	0.4727	0.4755
色溫(K)	3015	2964	2992	7038	3016	5826	5799
主波長(nm)	581.133	582.545	583.251	487.178	582.545	492.269	501.702
峰波長(nm)	604.698	598.386	602.946	450.965	594.17	452.068	452.435
色純度(%)	58.05	53.98	50.74	10.52	52.38	2.62	2.29
半波寬(nm)	207.659	219.203	217.173	20.954	214.964	22.049	20.21

績表三 LED光源各項特性參數測試數值彙整

LED 測試光源	MR-16樣品A	MR-16樣品B	MR-16樣品C	白熾燈樣品D	白熾燈樣品E	白熾燈樣品F	白熾燈樣品G
R1	76.6	72.9	73.7	71.96	72.23	78.07	73.5
R2	86.47	82.19	83.65	78.69	82.69	83.53	80.31
R3	95.16	89.04	90.62	81.42	90.12	84.67	82.08
R4	76.12	72.64	72.28	74.81	70.79	79.23	74.78
R5	74.99	70.69	71.48	72.9	69.73	77.82	73.06
R6	81.05	73.6	75.4	70.2	73.72	75.21	70.51
R7	85.03	83.03	82.5	84.38	82.92	85.89	84.96
R8	58.81	57.01	56.61	63.15	55.69	67.54	64.13
R9	2.38	-2.26	-2.12	-23.17	-5.45	0.95	-11.15
R10	67.74	57.05	60.1	47.53	57.67	58.06	50.1
R11	72.04	66.36	66.05	71.57	63.54	76.33	70.15
R12	53.74	46.91	49.22	42.47	44.41	48.37	39.87
R13	78.38	74.01	75.22	73.36	73.79	79.33	74.92
R14	96.89	93.13	94.12	89.68	93.81	91.28	89.79
R15	69.97	68.3	69.28	66.8	67.74	74.72	70.01
Ra	79.28	75.14	75.78	74.69	74.74	79	75.42

研究成果

LED照明燈具的發展快速，本專題探討之LED照明燈具樣品為MR-16及白熾燈，其特性曲線雖然不同但經檢討可歸納出如下成果：

1、LED照明的色溫及演色性的規格標示，皆存在著發光效率的前提所箝制，致色溫與演色性值的標示誤差達±10%。

2、演色性的測量為依據CIE所定義之8組色票光譜在D65光源之下予以檢測，又LED之色溫與其演色性是具備可調性特質，會發生該LED燈具的演色性與人眼視覺下的感受色彩真實性存在著差異度是具爭議性。

3、經查核CIE目前已對於LED照明檢測另訂定檢測標準中，期待新標準的公布能夠讓LED照明的檢測標準得以統一，並讓前述疑慮達成共識，以為各方遵循之。

致謝　感謝五鈴光學實驗設備支援以及周佳德助的協助使本研究得以順利進行。