

# Application of White Light LED on Ward Lighting Design

Chian-Yeun Chang\* Yang-Lin Lu\*\*

\*Department of Interior, Chung Yuan Christian University

\*\*Department of Interior, Chung Yuan Christian University

## Abstract

Although it is essential to carry out energy conservation in hospital lighting design, it is acceptable in most cases that energy consumption is not as critical to lighting management compared to that of patients' recuperation rate. More specifically, focusing on ward lighting, the installations for medical caring tasks appeared to be the most demanding than the others. To inquire into the demands generated from the ward by the medical personnel and the patients, this study conducted a series of field study through in-situ light measurement, interviews of nurses and patients, during medical caring activities and lighting parameters, including illumination level, spectral attributes, as well as circadian stimulation properties of light sources under review in two local hospitals. It is found that current lighting patterns are not well accepted, for most of them are ceiling-mount, down-lighting when nurses and doctor are present, glare rating become acute and uncomfortable light sources to most bed-ridden patients. Obviously, lighting demands of both parties are contradictory to each other. In addition, test results show that ward lighting cases under study are mostly incomparable to hospital lighting standards. On the basis of the analyses, this study posed a new set of lighting parameters and conditions pertain to ward lighting from the perspective of LED white light lamps.

Keywords: White-light LED, Interior Lighting, Illuminance, Hospital, Ward

# 白光 LED 應用於病房照明之研究

張謙允\* 陸瑋琳\*\*

\*中原大學室內設計系

\*\*中原大學室內設計系

## 摘要

雖然各國針對醫院照明的節能無明確限制，因為事關人命，一般也期望能省則省，連病房也一樣。乍看之下，病房中的照明以醫護人員的工作照明為主，因為病患是來接受治療，使身體的不適能夠痊癒。為運用白光 LED 燈具的節能及光譜效應特性，本研究進行公立及私立各一間醫院之病房照明需求調查，分別記錄了因應護理師全天輪班工作以及病患之狀況，以提出其光源及燈具設計之參數。其結果發現，病患多半躺在病床上休息，不喜歡天花板下照之照明，護理師工作時多半站著，其照明需求則相反。二者需求多半相互衝突。照明參數之現場實測，發現個相工作之光環境條件，相對於目前已知的各種參考標準皆偏低，新白光 LED 燈具之設計應以滿足標準為依歸。

關鍵詞：白光 LED、室內照明、照度、醫院、病房

## 一、緒論

白光 LED 燈具雖然已經在世界各國使用超過十年，近兩年方有明顯超越傳統光源之特性。其中較獨特的，除了能源效率超越了他種人造光源（如螢光燈、複金屬燈、無極燈、鎢絲燈），其光源之光譜可因應需求於磊晶階段調配不同的波段，其多樣性幾乎無限制，成為多為固定型態光譜的傳統光源難以匹配的優點。也因此，白光 LED 光源更能應用近年對於人眼視覺功能與生理反應相關性的研究結果（如 Berman, 2003；Brainard, 2001），大大提高了照明因應不同視覺需求之可能性。基於此，有需要檢視不同場所，例如辦公室、教室、住家、廠房、醫院、公園、道路，是否可應用這種新式的光源，以及其應用之條件。

比較起來，醫院的照明設計挑戰性也不小，因為使用人的性別、年齡、及身體健康狀況完全無法限制。這對醫院中的等候室、診間、檢驗室、病房都一樣難。國內醫院及病房數量多、佔據大量面積，使用需求高，需要有兼顧病患、醫護人員、家屬、清潔人員活動需求之照明。一旦病患需要住院治療，與其他病患及家屬待在病房中數天、數周，其生活起居都需要恰當的照明，是醫院照明中較棘手的問題。其考驗，在於病人躺著時間多，視覺範圍朝上面對天花板的時間多，而大部分場所的照明安裝於天花板，朝下照射光線，形成明顯的衝突。若改成朝上照射、較柔和的光線，卻因安

裝位置高（1.8 米~2 米）易有燈具累積積垢、滋生病蟲、用電量大等問題，皆非醫院單位樂見之事。加上病患中多有高齡者，易因照明不良造成跌倒、碰撞、滑倒等傷害，有其基本亮度要求。為了配合 24 小時輪班照護工作，病房內的照明，依循各醫院設定之條件，各有不同功能、造型、及配置方式。有的在天花板安裝往下照的燈具，有的僅有床頭燈具，且多為量身訂做之產品，市面上不易買到。只要對不同醫院稍加觀察比較，可發現病房照明幾無共識。加上其照明多使用傳統光源，尤其是不同色溫的螢光燈管及省電燈泡，因應大小區域的光線。如此是否充分滿足需求，有待進一步了解。

因為事關人命，各國多有醫療場所設置或評鑑標準，包括環境與設備、醫療照護品質、用藥安全、感染管制等類評量項目（衛生署，2012），有的則額外提供照明水平、光色、眩光指數等（如，CNS-12112；IESNA，2006；EN 12464），可說已有基本的參考資訊。由之，可綜合歸納病房之照明需要柔和的光線，盡可能運用往上投射的間接照明，提供絕大部分的病患及醫護工作的視覺需求。例如 IESNA（2006）建議病房的光環境可參考旅館的情境，“...the patient room may have similar lighting requirements to a hotel room when it is used for minimal-care patients”。然而，國內的病房不僅一位難求，病患也多要求經濟負擔較小的三、四人共用之健保給付病房。加上病房中陪伴的家人或探視者，照明配置需要因應這種高密度使用場所的活動內容繁多，這些參考標準是否能夠滿足，有待檢驗。包括：

- （一）病患睡眠。
- （二）病患閱讀書報、打電話、談話、吃東西、看電視。
- （三）病患白天及夜間下床活動、上廁所、洗澡、更衣。
- （四）家屬陪伴、聊天、餵食。
- （五）護士於白天、小夜班、大夜班對病患之例行分藥、換藥、調整點滴、記錄出入引流量、生理徵象測量、及協助病患調整病床、更衣等類工作。
- （六）醫師查房、檢查、治療病患。
- （七）清潔人員打掃床位四周及衛浴間。
- （八）病人、家屬、護士、醫師、及清潔人員開關及調整燈具亮度。
- （九）醫院管理人員巡視。

種種活動不但可能同時都發生，也都可能單獨發生，意味著需要各式各樣的照明情境，有時全部燈都要開啟，以進行緊急救治；有時只能點亮病床邊的小燈、檯燈、或伸縮式床頭燈（如果有的話），探視病患的生理徵象。病人待在病房的時間，有長有短，有白天也有晚上，而且都是在狹小的病床四周，可說沒有太多的選擇。相對地，如果病房的照明可以給病患及家屬有較多選擇，使用者的滿意度也許會相應地提高，較快恢復健康。

究竟國內的病房照明是否滿足參考標準，以及白光 LED 燈具能否較傳統燈具有更佳的病房照明應用，為二個可逐步探討的問題。本研究就此提出以下二個研究目的：

- (一) 調查病房中的照明需要因應那些活動需求。
- (二) 提出病房照明應用白光 LED 燈具之設計參數。

## 二、文獻回顧

病房的照明一般要求光線柔和，防止對病人產生刺激，因此，燈具應避開病床正上方，以免燈光對臥床病人產生眩光，一般照度為 100 lux。醫生檢查時可使用床頭燈（安裝在床頭綜合線槽上）做局部照明。為了便於護士夜間巡視，病房門下側應設置腳燈，此燈應為雙面，以使病房和走道都能照顧到，腳燈最好由護士站控制，也可在走廊控制。病房區走廊照明不同於門診區走廊，照度一般在 75 lux 左右，並且燈具的安裝儘量避開病房門口。（CDN 西頓照明，2012）病房照明可分為一般照明、局部照明和應急照明設計等幾個方面。（中國設計師網，2008）或醫院從診治的需要，對光源和周圍色彩有特定要求，以達到正確觀察和處理病情的目的。因而，需要用顯色性良好的光源。（樂山人消費門戶，2012）相關病房的研究，以病患之使用後評量為主（如），鮮有專門針對照明而做的探討。縱使有，如中國大陸及其他國家的研究，多提及原則性的建議，少部分牽涉照明之定量資料。鑒於其數量繁多，可摘要如表 1 所列結果。

表 1 病房照明注意事項

	照明條件	資料來源
一般原則	病房內照明採用低色溫或 3000K 之光源；有醫療行為的室內場所，應使用 4000K 色溫的光源；病房之主要照明，應提供使用人愉悅感；	沈建明，2008；Thorn Lighting，2012；
	病房內天花板、牆面、及地板應採用較淺色的、反射係數較高的表面飾材；	Thorn Lighting，2012；
	病房照明需要演色性高之光源，以達到正確觀察和處理病情的目的；只要有醫療行為之室內場所，光源的色彩演色性應該高於 90%；低於 80% 的光源不可使用；	樂山人消費門戶，2012；Thorn Lighting，2012；
	病人、護士、及醫師控制可調光之上照或下照。	IESNA，2006；
主要照明	病房需同時具有一般照明、局部照明、與應急照明（緊急照明）。	沈建明，2008；
	病房內應提供柔和光線。	CDN 西頓照明網站，2012；
	病房照度為 100 lux（地坪）。	CDN 西頓照明，2012；
	避開病床正上方裝設下照燈具；盡量減少下照式照明	CDN 西頓照明，2012；Glamox Luxo，2012；
	病房之照明建議選擇間接型或反射型照明，減少病人視覺眩光感覺；可用壁燈、治療架上下端內建燈具、及懸垂式天花板燈提供上照間接及下照直接照明，其地面照度至少 100 lux、眩光指數不可高於 19、均齊度至少 0.4、光源之演色性至少 80%；	沈建明，2008；Thorn Lighting，2012；
走道照明	最重要的考量為：演色性、運用晝光、光源無閃爍、臉色及物體外型、物體表面質感；	IESNA，2006；
	中央走道及病床間走道至少 150 lux；	Healthcare Lighting，2012；
病床照明	醫生與護士於病床之簡易治療需要至少 300 lux 照度；詳細治療則須至少 1000 lux、眩光指數至少 19、均齊度至少 0.7、光源演色性不可低於 90%；病床間照明建議使用下照、嵌入式、窄角投光燈；病床自前端制後端之照明至少 300 lux，且均齊度至少達 0.5；	Thorn Lighting，2012；Healthcare Lighting，2012；
	醫生檢查時可使用床頭燈（安裝在床頭綜合線槽上）做局部照明；病床邊之護理治療工作，盡量使用現成照明，不應倚	CDN 西頓照明，2012；Thorn Lighting，2012；

	<p>賴額外的、移動式輔助照明；醫師及護士觀察病人之康復情形所需照明最注重：演色性、光源無閃爍、臉色及物體外型、物體表面質感、特殊醫療照明；護士於病床旁做診療紀錄之照明最注重：演色性、光源無閃爍；醫師於病床進行詳細之醫療照明最注重：演色性、直接眩光、光源無閃爍、臉色及物體外型、物體表面質感、燈控系統、特殊醫療照明、以及水平照度不低於 1000 lux 及垂直照度不低於 300 lux；</p> <p>病人之閱讀照明至少 300 lux、燈具之眩光指數不可大於 19、均齊度至少 0.7、光源之演色性不可小於 80%；所有上照式壁燈，必須高於 180 公分位置，且天花板的亮度不可超過 700；病人之閱讀、用餐等活動之照明最注重：演色性、光源無閃爍、臉色及物體外型；</p> <p>安裝於天花板之下照燈具，對病人正面視覺不可有大於 1500 cd/m<sup>2</sup> 之輝度；對於嵌入式天花板下照燈，不可有大於 1000 cd/m<sup>2</sup> 之輝度；壁燈之安裝高度至少離地 180 公分，且對眼睛之輝度不可大於 700 cd/m<sup>2</sup>；</p>	<p>IESNA，2006；IESNA，2006；IESNA，2006；</p>
	<p>病房內之衛浴間地坪照度至少 200 lux、均齊度不小於 0.4、光源演色性不低於 80%、燈具之眩光指數 22 即可；衛浴間照明最注重：光源無閃爍；</p>	<p>Thorn Lighting，2012；IESNA，2006；</p>
	<p>病房門下側應設置腳燈，此燈應為雙面，以使病房和走道都能照顧到。腳燈最好由護士站控制，也可在走廊控制。</p> <p>病房門口外走廊避免安裝燈具。</p>	<p>Healthcare Lighting，2012；</p>
夜間照明	<p>病房需有位於牆壁下端、採用百頁格柵遮光的腳燈夜間照明；牆壁，地腳等處設置值班常夜燈，既能滿足醫務值班需要，又不影響病人休息；病房夜間地坪照度只需維持 5~10 lux；夜間維持開著的燈具亮度不可大於 30cd/m<sup>2</sup>；</p>	<p>沈建明，2008；樂山人消費門戶，2012；Thorn Lighting，2012；</p>
	<p>病房內之衛浴間地坪照度至少 200 lux、均齊度不小於 0.4、光源演色性不低於 80%、燈具之眩光指數 22 即可；衛浴間照明最注重：光源無閃爍；</p>	<p>CDN 西頓照明，2012；</p>
生理刺激	<p>書光、螢光、白光 LED、鎢絲燈等多種光源皆可應用，但需考量其光譜效應，以提供洽當光環境給病人、醫師及護士於一天之中不同時段恰當的生理影響。</p> <p>病人的褪黑激素盡量於早晨七點或八點開始減少，夜間七點或八點後開始增加；腎上腺皮質素則剛好相反；</p> <p>欲有接近日光對人體生理時鐘的影響，LED、複金屬燈、螢光燈、水銀燈、及鈉燈光源皆可為選擇對象，其日間光環境之 S/P 比可大於 2，夜間則可小於 1；</p>	<p>IESNA，2006；</p> <p>Philips Lighting，2012-a</p> <p>本研究</p>

資料來源：本研究整理

這些摘錄的資料顯示，病房可分成三種照明形式。所謂的一般照明，也就是可以照射到病床、地坪、及呈現整間病房光環境效果的「主要照明」(main lighting, 或 general lighting)。依據中國大陸的標準，該照明指的是地坪、走道最低需求照度 100 lux，且建議採用 3000K 低色溫、間接照明設計，一方面減少眩光，一方面讓人在心理及生理上感覺舒緩。此與北美照明工程協會 (IESNA) 及英國 Thorn Lighting (2012) 的建議值相同。但是後者 (英國) 增加了其他要求，包括均齊度 (Uniformity,  $U: E_{min}/E_{avg}$ ) 至少 0.4、統一眩光指數不大於 19，以及演色性至少 80% 等項目。這種照明強調的是不論病房大小、人數多寡，都能滿足室內行走、談話、簡易治療、檢查之照明。

局部照明指的是病床旁供病人使用的閱讀書報小燈、病床或周圍牆壁下端供病人及護士夜間值班走動照明的「格柵式夜燈」，以及醫師及護士對病患身體不同部位做治療的照明。此種照明的前提，是夜間開著的燈具亮度不可大於 30cd/m<sup>2</sup>，且其點亮不應造成左右病患的刺眼感；應急照明則專指逃生避難出入口、疏散通道、轉彎處、以及逃生方向的指示照明。Thorn Lighting (2012) 對局部的 (local lighting)、閱讀等照明特別提出如下建議條件：床面平均照度 300 lux、均齊度至少 0.7、統一眩光指數不大於 19，以及演色性至少 80% 等。病床後方牆面或床頭板上常為燈具安裝的主要位置，

因其位於病人頭部位置，病人較多用眼工作（例如用餐、閱讀）靠近此端，有需要減少不舒適的刺眼光線。除此，這也是醫師及護士觀察病人臉色（patient's appearance），以判斷病情及康復情形之光源（IESNA，2006）。但是這些活動需區分白天與晚上，或者區分成病人需要睡眠與否。換句話說，白天病人都清醒時，照明盡量提供「上照」照明（up lighting、ambient upward lighting）、「調光」照明（dimming），甚至於光色（相關色溫）變換等選擇，因為照度需求因人而異，因年齡而異。但是，夜間及睡眠時段，則可能需使用不同於日間的光源，因為藍及綠光（約 460~500nm）有抑制褪黑激素的作用，會影響病人的睡眠品質。因此 IESNA 建議之夜間之護理照護工作照明，盡量採用黃及紅光多的琥珀色光源，安裝於離地 1 尺~1.5 尺高的壁面或櫥櫃立面上。

### 三、田野調查

縱使有不少相關病房之照明定性建議，仍有少數能夠提供定量資料供參考。據此，可進行田野調查，了解目前病房的照明運用狀況。本研究所選的醫院有兩間，就其中的病房進行以下調查項目（限於篇幅，所有田野調查資料異常龐大，下列僅能以 A 或 B 醫院之案例分別作代表）：

- （一）丈量並繪製病房尺寸，包括平面、立面、剖面。
- （二）記錄病房內所使用照明設備。
- （三）測量病房內不同位置之明視覺照度（lux）及眩光指數（UGR）。
- （四）測量病房內燈具之光譜效應參數（演色指數 CRI、相關色溫 CCT、視覺明亮度 S/P、生理刺激性 C/P）。
- （五）測量病房內使用之燈具光度參數：配光曲線圖、光束角。

之所以選擇這二間醫院（當然本研究於事前有寫信徵詢同意），乃因二者為接近學校近，方便多次往返蒐集資料、規模龐大、唯一同意研究人員進入醫院打擾之單位。在這些限制之下，病房配置及軟硬體環境（包括光環境），縱使沒能視為絕對的代表性，也與絕大部分公私立醫院差別不遠，可為合理的研究對象。圖 1~圖 3 所示，為 A 醫院之三人標準病房，圖 4~圖 5 所示，為 B 醫院之四人標準病房及其明視覺照度量測資料。圖 6 圖 7 則為現場拍照紀錄。由這些圖可知，此病房中的主要照明，為治療帶上方的燈具，擔負所有的照明工作：一般照明、局部照明、應急照明、走道照明，以及前述各種活動之照明需求。除此，僅於病房入口處加裝一展 PL 嵌燈。該燈實際上為兩組螢光燈之組合（6000K），一組上照，且可往下投光至病床末端位置；另一組僅提供下照。也因此，該燈可提供四種光環境：（1）僅有下照，（2）僅有上照，（3）上照及下照同時點亮，以及（4）下照及往前投光下照。對病人來說，所能控制的照明形式，僅有下照一種，因為另外三種需要以站立姿勢搬動有相當重量的燈具。本研究之

初步調查，並未針對此四種照明分別記錄，有需要加以補充。但就圖 1 顯示病床上的照度，乃第四種照明形式之量測結果，其值有大有小，差異極大（ $U=177\text{ lux}/837\text{ lux} \div 0.2$ ），且地坪照度皆未達 100 lux。

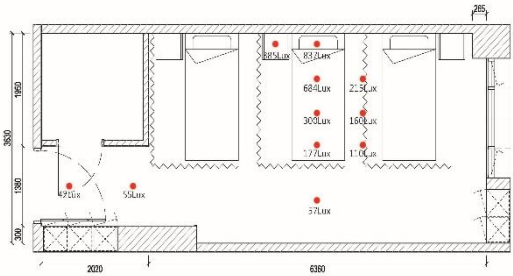


圖 1 病房 A 平面圖

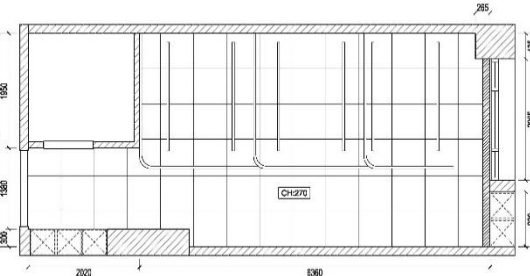


圖 2 病房 A 天花板平面圖

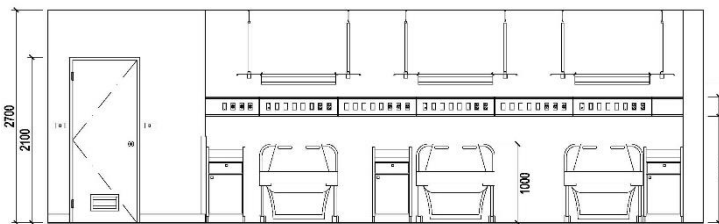


圖 3 病房 A 面向病床之立面圖

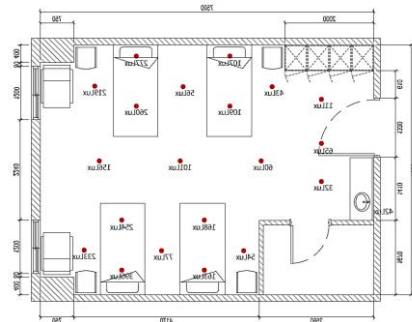


圖 4 病房 B 平面圖

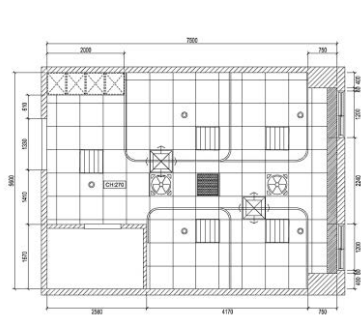


圖 5 病房 B 天花板平面圖

資料來源：本研究繪製



圖 6 醫院 A 田野調查紀錄照片

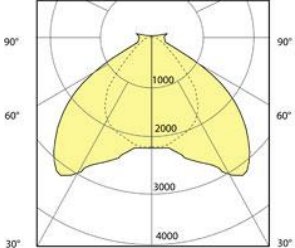


圖 7 醫院 B 田野調查紀錄照片

資料來源：本研究拍攝



表 2 醫院 B 病房天花板燈具規格資料 (限於篇幅, 醫院 A 病房燈具省略)

	積分球	配光曲線
光偵測器流明數	3668 lm	3727 lm
實功	71.464 W	71.17 W
色溫	3952 K	
演色性	82 %	
Photopic-lm	3613 lm	
Scotopic-lm	5794 lm	
S/P ratio	1.60	

資料來源：本研究整理

表 3 醫院 A 病房照度測量結果案例 (另分下午及半夜之測量值, 醫院 B 省略)

		PM7:30					
		Up lighting	Down lighting	Up+Down lighting	Upper forward lighting	Upper forward +down lighting	Lights out
window-side bedded area	bedside dresser	105	440	469	195	620	20
	pillow	107	485	482	270	1080	24
	bedhead	88	245	352	231	650	16
	center	78	186	206	180	330	16
	bed end	65	112	145	135	230	12
	fore end floor	48	162	173	108	268	6
	middle end floor	43	65	125	90	158	5
	rear end floor	39	77	101	78	130	6
	central circulation	16	25	25	25	25	NA
centered bed	bedside dresser	102		460	140	480	30
	pillow	123	423	785	380	890	32
	bedhead	106	241	386	230	480	27
	bed center	90	155	218	178	290	24
	Bed end	78	123	147	126	202	20
	fore end floor	75	187	293	140	350	27
	middle end floor	65	170	190	115	234	20
	rear end floor	56	118	152	89	160	17
	central circulation	15	22	22	22	22	NA



toilet-side bedded area	bedside dresser	100	206	290	179	350	16
	pillow	96	538	680	380	895	18
	bedhead	97	362	450	280	570	18
	center	87	208	245	148	315	16
	Bed end	75	116	162	109	220	14
	fore end floor	58	160	220	139	296	18
	middle end floor	55	130	180	89	212	13
	rear end floor	44	95	140	75	143	13
	central circulation	9	19	20	20	20	NA

資料來源：本研究整理

#### 四、結論與建議

本研究丈量、繪製、測量調查了桃園市的兩間醫院，一公立，一私立。不論哪一種醫院，病房內配置格局差異不大，可分成一至四人病房，且都有遮簾區隔兩兩病床，提供基本的視覺私密性（無聲音私密性）。此外，牆面似乎都習於運用白色水泥漆或乳膠漆，增加房間內的光線反射性（約 55%）。這種白色至上的做法，也連帶延伸到天花板的做法，因為這種場合需要兩個基本條件：（一）能夠降低噪音及耐燃的吸音輕鋼架天花板：礦纖或石膏板，（二）便於變動燈具或空調出風口位置的系統天花：輕鋼架天花板。至於照度測量分成這麼多種類，也就表示這些必須是單獨控制開關的照明，依照需求分別以人員或定址數位介面（digital addressable lighting interface, DALI）控制其開關及光線之強弱（dimming）。相較之下，在各種有關醫院及病房的建議中（如，Philips Healthcare Lighting, 2012），以 IESNA 的規範提出最詳盡的項目。如表 1 所示，同樣是依照位置及工作種類，區分成七種：

- （一） 走道動線（general circulation），牆面至少 30 lux。
- （二） 醫療觀察（observation），水平面及垂直面至少 30 lux。
- （三） 治療記錄（charting），水平面至少 300 lux，垂直面至少 50 lux。
- （四） 詳細治療（critical examination），水平面至少 1000 lux，垂直面至少 300 lux。
- （五） 病人閱讀、用餐等（reading or eating tasks），水平面至少 300 lux，垂直面至少 50 lux。
- （六） 病人自理或護理照護（grooming），水平面至少 300 lux，垂直面至少 500 lux。
- （七） 使用衛浴間（toilets），水平面至少 300 lux，垂直面至少 50 lux。

明確地說，基於田野調查資料，本研究提出以下之病房及病床照明條件：

表 4 病房照明設計參數及限值

	task or activity	E (lux)	UGR	CRI(%)	U	CCT(K)	S/P	C/P
1	general lighting	≥ 150 (floor)	19-23	65-80	≥ 0.3	3000-4000	1.2-2.0	2.5-3.2
2	bedside circulation	≥ 150 (floor)	19-23	65-80	≥ 0.3	3000-4000	1.2-2.0	1.8-3.2
1	daytime and night time reading, eating, taking medicine, grooming, and socializing or interacting with nurses and visitors	350-800 (bedhead, task area, 0.75m)	≤ 19	≥ 80	≥ 0.3	3000-6000	1.2-2.3	1.8-4.5
2	resting, dozing, or napping	≤ 10 (bedhead, task area, 0.75m)	≤ 19	65-80	≥ 0.3	3000	0.5-1.3	0.6-2.1
3	night lighting	≤ 5 (floor)	≤ 16	65-80	≥ 0.3	3000	0.5-1.3	0.6-2.1
1	bed-end examination and medical treatment	≥ 500 (task area, 0.75m)	≤ 19	≥ 80	≥ 0.3	3000-6000	1.2-2.3	1.8-4.5
2	bedhead and bedside simple examinations, charting, and other medical treatments	≥ 350 (task area, 0.75m)	≤ 19	≥ 80	≥ 0.3	3000-6000	1.2-2.3	1.8-4.5
3	patient observation	≥ 150 (bedhead, task area, 0.75m)	≤ 19	65-80	≥ 0.3	3000-6000	1.2-2.3	1.8-4.5
4	night lighting	≤ 5 (floor)	≤ 16	65-80	≥ 0.3	3000	0.5-1.3	0.6-2.1
1	bedside examination and treatment	800-1000	≤ 19	80-90	≥ 0.3	3000-6000	1.2-2.3	1.8-4.5

資料來源：本研究整理

表 5 病床燈具照明設計參數及限值

	Prerequisites	Luminous efficiency	Total luminous flux	Lighting power density	Cost of luminaire	remarks
1	Simple control for patients and nurses	$\leq 550$ \$NTD /m <sup>2</sup>	500-6000 adjustable	$\leq 14$ W/m <sup>2</sup>	$\leq 15,000$ \$NTD/set	Endurable
2	Dimmable					Endurable
3	Preset or adjustable CCT					3000K, 4000K, and 6000K
4	Preset or adjustable spectral effect for daytime and nighttime alternation					S/P: 0.5-2.3, C/P: 0.6-4.5
5	Variable color rendering index					65%-90%
6	Upper, wall reflecting lighting					Light fixtures are heat sinks for LED chips.
7	Upper, ceiling reflecting lighting					Light fixtures are heat sinks for LED chips.
8	Upward projecting, ceiling reflecting lighting (1350)	Light fixtures are heat sinks for LED chips.				
9	An additional, slide-able lamp with adjustable arm (all angles)	This lamp should be made for independent operation, integrated with the wall-mount luminaire, and whose arm comprises of three sections of plastic or metal tubes connected via knuckle joints for up-and-down, left-and-right movements. Ideally, the lamp could be slide from side to side of the main luminaire to cover a much wider range of the bedded area.				
10	Forward down lighting (45 <sup>0</sup> )					Light fixtures are heat sinks for LED chips.
11	UGRs corresponding to the above lighting conditions varies					16 (up lighting)-23 (down lighting)
12	CPDs corresponding to the above lighting conditions varies					Beam angles cater to UGR requirements.
13	Input voltage					200V-270V
14	Light loss factor					0.95

資料來源：本研究整理

## 參考文獻

- Berman, Sam M (2012), *New Discoveries in Vision Affect Lighting Practice*, Lawrence Berkeley National Laboratory, 1-12.
- Figueiro; M.G.; Bullough, J.D.; Bierman, A. (2005), *A Model of Phototransduction by the Human Circadian System*, *Brain Research Reviews*, Vol. 50, 213-218.
- Glamox Luxo Lighting Ltd. (2012), *Patient Rooms and Wards*, retrieved on August 2, 2012 from <http://glamox.com/uk/patient-rooms--wards.s>
- Healthcare Lighting (2012), *Ward Lighting*, retrieved on April 16, 2012, from: <http://www.healthcarelighting.eu/ward.html>.
- IESNA (2006), *Lighting for Hospitals and Health Care Facilities*, ANSI/IESNA PP-29-06.
- Klipstein, Don (2010), *S/P Ratios of Various Light Sources*, retrieved on June 10, 2012 from: <http://donklipstein.com/spratio.html>.
- Lang, Dieter (2011), *Energy Efficient Lighting for the Biological Clock*, SPIE Newsroom, retrieved on March 17, 2011, from <http://spie.org/x44515.xml>.
- Philips Lighting-a (2012), *Heal Well - A new Lighting Solution for Patient Rooms*, retrieved on July 24, 2012 from: [http://www.lighting.philips.com/pwc\\_li/main/application\\_areas/assets/pdf/HealWell-Brochure-INT.pdf](http://www.lighting.philips.com/pwc_li/main/application_areas/assets/pdf/HealWell-Brochure-INT.pdf).
- Philips Healthcare Lighting (2012), *Lighting that Transforms the Patient Experience*, retrieved on July 24, 2012 from: [http://www.newscenter.philips.com/tw\\_zh/index.wpd](http://www.newscenter.philips.com/tw_zh/index.wpd).
- Rea, M.S., Bullough, J.D, Figueiro, M.G., Bierman, A. (2004), *Spectral Opponency in Human Circadian Phototransduction: Implications for Lighting Practice*”, *Proceedings of CIE Symposium Lighting & Health*, Vienna, 111-115.
- Royer, Michael P (2012), *Tuning Optical Radiation for Visual and Nonvisual Impact*, Doctoral Dissertation, Department of Architectural Engineering, Pennsylvania State University.
- The Why Files-the Science Behind the News (2012), *Cholera in Haiti*, retrieved on July 28, 2012, from: [http://whyfiles.org/wp-content/uploads/2010/11/haiti\\_crowded\\_hospital.jpg](http://whyfiles.org/wp-content/uploads/2010/11/haiti_crowded_hospital.jpg).
- Thorn Lighting, UK (2012), *Hospitals and Healthcare*, retrieved on March 26, 2012 from: <http://bbs.leshanren.com/thread-24072-1-1.html>.
- Venter, Craig (2009), *I'm Healthy, but Hospitals are Sick*, retrieved on July 28, 2012, from: <http://www.microbiologybytes.com/blog/2009/01/page/2/>.
- Van Bommel, Wout (2010), *Incandescent Replacement Lamps and Health*, retrieved on April 15, 2012, from: <http://www.woutvanbommel.eu/>.
- 中華人民共和國國家標準 (2004), *醫院照明標準--建築照明設計標準 GB 50034-2004*。
- 沈建明 (2008), *談醫院照明設計*, 2012年3月26日擷取自中國設計師網: [http://zm.shejis.com/zmlw/200807/article\\_9033.html](http://zm.shejis.com/zmlw/200807/article_9033.html)。
- 西頓照明網站 (2012), *醫院照明*, 3月26日擷取自 [http://www.cdn.cc/solutions/solutions3\\_3\\_23\\_25.html](http://www.cdn.cc/solutions/solutions3_3_23_25.html)。
- 樂山人消費門戶 (2012), *醫院照明需要注意那些事情?* 3月26日擷取自 <http://bbs.leshanren.com/thread-24072-1-1.html>。
- 健安科技公司 (2012), *醫療用蛇燈*, 7月31日擷取自 <http://www.web66.com.tw/web/0000000/CW511/%E8%9B%87%E7%87%88Welch%20Allyn%2048300-N511088.html>。
- 自由貿易 (2012), *病房治療帶*, 2012年8月2日擷取自 <http://tc.diytrade.com/china/pd/1993722/%E6%B2%BB%E7%99%82%E5%B8%B6.html>。