

人性化照明系統與醫療照護應用

Human Centered Lighting System and Health-care Application

黃祺峻 C. C. Huang¹、蔡子健 T. C. Tsai²、蔡文田 W. T. Tsai³、
林志穎 Z. Y. Lin³

工研院綠能所(GEL/ITRI) ¹研究員、²副研究員、³工程師

本文闡述醫療照護用照明的基本功能需求及現況，並提出人性化照護照明系統，以輔助照護功能及降低對使用者的干擾作為設計考量，發展低電磁干擾電源技術、照明系統調控技術，提供人性化高品質光環境，具有安全、友善及人性化三大特點，符合醫療照護照明發展趨勢。未來在此一領域中快速成長，可望協助產業追上醫療照護照明需求的缺口。

As aging society coming and population continuously growing, health-care work is more and more needed as well as the related hard-ware and service. Thus, human centered lighting which can add the efficiency on health-care work seems to be a promising market. The proposed human centered lighting system with advantages of low electromagnetic interference power supply, friendly control interface, and human centered lighting design could maximize benefits for the health-care environment. Besides, the proposed system has been adopted in real application collecting used feedback, then the system will progress accordingly.

關鍵詞/Key Words

照明系統(Lighting System)、照護(Health-care)、智慧控制(Intelligent Control)

醫療照護照明需求與現況

隨著高齡化社會的演進及文明社會病所帶來的慢性疾病人口增加，長期醫療照護的需求將慢慢提高，然而，不同於一般居家環境，醫療照護的特殊需求將視受照護的對象而有不同。舉例來說，高齡長者由於水晶體黃化，光線較不易穿透且會有些許色差，因此需要較明亮及視覺對比度較大的光環境，但同一環境對兒童或年輕人來說，就會有過度照明甚至影響視覺發育的疑慮，因此照護空間的照明就必須

要有針對性並保有使用上可調整的彈性。

目前在醫療照護的照明應用上，保有適度調整能力的系統並不多見，我們以常見的病房照明為例，在多人同住一室的病房中，通常對單一病床僅提供一盞床頭燈及天花板燈具，不僅沒有調光功能，且天花板燈具也無法分床獨立調控。當醫護人員或家屬需要燈光時，只能選擇開啓正對病人眼睛的床頭燈，或是開啓全室的天花板燈具，中斷病人珍貴的休息時間，甚至影響鄰床的病人，無形中延長了復原的時間，且影響在病痛中的情緒。

另一方面，醫療照明市場自2000年以後開始有5%的年複合成長率⁽¹⁾，以中國大陸為例，2009年以後更超過20%，市場規模高於4.2億元人民幣。此外，根據中國「衛生事業發展統計公報」指出⁽²⁾，從2008到2013年間，醫療照護機構從27.8萬家成長至97.4萬家，全國總病床數自379萬張成長為618萬張，而病床占用率卻不減反增，從74%成長至89%，可見發展中國家對醫療服務的需求量驚人，且快速上升。目前，大中華地區約有7,300家廠商生產醫療器材，LED照明相關業者也超過3,000家，但生產醫療照明的業者不到3%，能夠生產一級醫療照明設備（例如手術無影燈）的廠商更不到15家⁽³⁾，可見此處供需仍待平衡。

人性化照護照明系統

應用於醫療照護場域的人性化照明系統與一般的照明系統最大的不同來自功能性，而其中最重要的功能是來自於對照護功能的輔助，同時要降低對使用者的干擾。因此，本文提出的人性化照護照明系統具有安全、友善及人性化三大特點。安全來自對場域中各項維生輔助設備最低衝擊的低電磁干擾電源技術；友善則是基於既能符合傳統使用習慣又可精確調控的照明系統調控技術；人性化則仰賴符合照護目的高品質光環境達成的各項細節，以下針對三大特點做完整說明。

1. 低電磁干擾電源技術

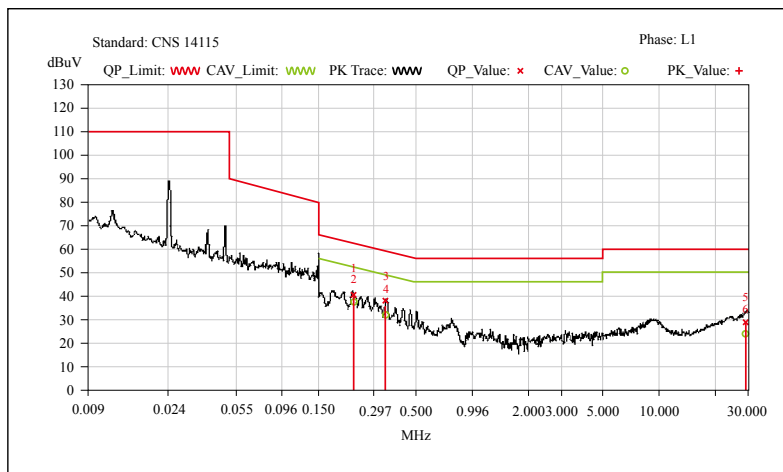
有鑑於一般照護場所常屬於醫療電器用品密集度高之場域，且很多電器設備監視著受照護者之生命現象，因此在場所內的電器設備常被要求低電磁干擾(EMI)與高電磁耐受(EMS)兩項特質。目前一般市售電

源供應器為了追求高電源轉換效率及降低生產成本與體積，而捨棄較多階且嚴謹的濾波器，雖通過法規標準，但卻游移在限制值邊緣，一旦量產電路參數稍有變動，易造成產品不合法規要求而對其他電子產品造成干擾。因此，如何開發低成本、高效率且低電磁干擾之電源供應器，將會是未來醫療電子不可或缺之議題。

基於上述之理由及需求，本系統以開發出低於法規標準值20 dB為目標。其設計理念為以傳統高效率降壓式轉換電路為基礎，須克服輸入電流之不連續電流造成諧波失真與電磁干擾的問題，因此，增加一輔助電壓於輸入電流路徑上，成功解決不連續電流之問題，不僅維持高效率，且達到低諧波與低電磁干擾之目的。實測結果如圖一所示，干擾值皆低於標準值22 dB以下。

2. 友善照明系統調控技術

近年來由於資/通訊設備技術成熟，成本日漸降低，再加上民衆對於智慧裝置，如手機、平板等硬體的接受度高，於是智慧控制(Intelligent Control)系統也逐漸滲透到照明領域。所以目前智慧照明商品的控制介面可分為兩大類型，一是利用個人裝置或專用人機介面提供使用者完整的調控功能，另一種是使用原有開關，利用切換動作來選擇受控燈具的工作模式。前者跳脫了傳統的硬體開關，需要較長的學習時間，造成部分使用者卻步，再加上資訊裝置有可能當機造成功能失效，而照明有不可或缺性，因此較難消除使用者的疑慮，難以推廣。後者雖然較為可靠又符合使用習慣，但是不容易做較複雜的功能設計，也無法做照明系統整合，提供使用情境的快速切換。



▲圖一 Conduction EMI實測圖

本文所提出的人性化照護照明系統中，所使用的是硬體開關、情境快捷鍵及智慧裝置，三通道並行的友善照明系統調控技術。所謂硬體開關就是一般常見的燈具牆面開關，以翹翹板式的兩段切換呼應傳統使用習慣，無需額外學習就可以做簡易的燈具控制。智慧裝置則是可以自由的使用軟體與系統溝通，提供完整的控制功能並能設定情境。情境快捷鍵是固定於空間牆面的實體按鈕，可以在不使用智慧裝置的情況下呼叫設定的情境，解決前述智慧控制對使用者的不便或疑慮，也提供使用者最快速、簡易享用照明系統帶來的高品質光環境。此外，本系統採用離散式控制核心，避免因為星狀拓樸中央節點失效造成系統癱瘓的風險；系統的通訊使用DALI的標準資料格式，可相容其他相同格式的燈具，維持可擴充性；而控制系統的各節點也採用模組化設計，可依照使用需求來增減系統規模，設計自由度大幅提高。

3. 人性化高品質光環境

人性化照護照明系統最終目的為提供

使用者高品質的光環境，對醫療照護場域來說，品質評價的關鍵即是對被照護者休息狀況的影響程度，所以此系統中所有的設計考量都是以人性化為出發點，因此除前述基於安全、友善的硬體設計之外，人性化的細節也是本系統的重要價值。其特點包含：

①均勻大尺寸出光面：本系統的各式燈具，出光面皆均勻並做最大化設計，有效降低直視眩光，使臥床的被照護者受干擾程度最小化。

②可調光、可調色溫：照護場域在診斷或醫護的功能下，通常需要較高的亮度，但是在一般作息時間這樣的亮度就會過度。高色溫給人明亮的感覺，但在需要休息的時間，過高的色溫則會擾亂生理時鐘，特別是精神已經因為生理狀況而耗弱的被照護者更容易受干擾，因此調光、調色溫是照明系統必要的功能。

③預設情境：在單一房間中的照明系統通常包含三種以上燈具，即使有友善親切的開關與調控介面，一一調整的動作也是繁瑣的，在緊急時能夠快速呼叫特殊情境，則為縮短反應時間的主要關鍵。因此，人性化照明系統根據安裝的場域功能提供了數種常用的應用情境，讓使用者體驗最舒適的光環境。

④人性化床頭燈：床頭燈是照護場域中常見的燈具，提供了單一床位主要的照明功能。本系統特別針對此一燈具需求做特殊設計（圖二），除包含上述三種特點之



▲圖二 人性化床頭燈

外，也在外觀尺寸上作緊緻化設計，降低臥床者頭頂的視覺壓力，也減少對其他硬體（例如點滴架）的干擾。模組化的設計方式，使此一燈具可以根據需求提供不同的亮度、功能，甚至操作介面，而不須更改外型，可以降低生產與購置成本。

應用場域案例

本研發團隊與國內知名醫院合作，於其新北市的分院中，新整修的單人病房內導入本研究團隊所提出的人性化照護照明系統（圖三），包含人性化床頭燈在內的三種，共六組燈具，符合CNS醫院照明規定及現場亮度需求，照明用電與同等級病房相較，可節省一半以上。本系統提高該場域的照護功能與光環境品質，並根據現場的使用情境，提供最佳的系統功能與設定。未來將繼續與管理單位合作，持續蒐集使用者回饋及調控功能使用狀況的長期記錄，做為照護照明技術發展的最佳基礎。

結論

隨著社會進步及高齡化時代來臨，醫療照護服務及相關軟/硬體需求日增，然而相關照明產業的供給缺口仍大，是一個必然擴大的市場。雖然新型照明及資/通訊的



▲圖三 人性化照護照明系統實際應用場域

技術成熟，智慧照明的系統能見度逐漸提高，但是醫療照護照明須結合軟/硬體設計、人因研究成果與實際場域的功能等考量，有一定的開發門檻。本文提出之人性化照護照明系統有著安全、友善及人性化等特點，並已在實際場域應用，未來將可快速在此一領域中發展。除特殊的照護場域（例如病房、安養機構）外，未來也可導入到一般家庭的照護應用（例如孝親房），擴大應用範圍與需求市場。☑

誌謝

本研究承蒙經濟部能源科技研究發展104年度研究計畫「LED照明與系統節能技術研發計畫」支持。

參考文獻

1. 新世紀LED網“國內LED醫療照明市場容量淺析” <http://www.ledth.com/LEDtg/n520138983.html>
2. 中華人民共和國國家衛生和計畫生育委員會“中國衛生事業發展統計公報” <http://www.moh.gov.cn/mohwsbwstjxxzx/s8208/200904/40250.shtml>
3. 商業資訊“LED醫療照明市場前景分析” <http://big5.made-in-china.com/info/article-4236464.html>