

「2020 中華民國營建工程學會第十八屆營建產業永續發展研討會」

熱溼氣候區教育機構建築健康性探討

林葳 (Wei Lin)

*顏翎庭 (Ling-Ting Yen)

林衍良 (Yen-Liang Lin)

逢甲大學建築專業學院副教授 逢甲大學建築專業學院研究生 逢甲大學建築專業學院副教授

摘要

世界各地因氣候變化極端，考驗著建築型態的優化與設計，現今已有多個零耗能建築設計出現。本研究通過熱濕氣候區的教學空間案例，針對建物皮層熱傳導效能及開窗通風性能進行探討，藉由Ecotect環境模擬繪製室內空間熱能分布圖，並依據WELL標準檢視與分析環境健康性。本研究發現，減輕太陽輻射影響是熱濕氣候區國家建物設計須注重的問題，加強遮陰與通風，能有效提高環境健康性與降低設備耗能。實驗結果顯示同屬熱濕氣候的台灣台中地區，當室內空調控制在27°C，風速達0.7m/s時，室內健康可達良好的狀況。

關鍵字：熱濕氣候，室內環境健康，WELL Building Standard，數值模擬分析

Study on the health of educational institutions in hot and humid climate areas

Abstract

Due to extreme climate change all over the world, the optimization and design of building types are being tested. Many zero-energy building designs have emerged today. The study uses case study of teaching space in a hot and humid climate zone. Study the heat conduction efficiency of the building skin and the ventilation performance of windows. Use Ecotect environment simulation to draw indoor space thermal energy distribution map, and inspect and analyze environmental health according to WELL standard. The study found that reducing the impact of solar radiation is an issue that must be paid attention to in the design of national buildings in hot and humid climate zones. Strengthening shading and ventilation can effectively improve environmental health and reduce equipment energy consumption. The results show that in the hot and humid Taichung area of Taiwan, when the indoor air conditioning is controlled at 27°C and the wind speed is 0.7m/s, a healthy indoor condition is achieved.

Keywords : Hot and humid climate, Indoor environment health, WELL Building Standard, Numerical simulation analysis

一、前言

建築健康牽絆環境保護多年，多數人關注下，問題浮現更加全面，室內空間健康與建築健康有著不可分割的連結，人類生活品質要求逐年提高，除了建築達到綠化指標，使得世界更健康，室內感知對人類身體健康及心靈療癒是否有幫助與提升的議題也被廣泛討論。

現今人類可以透過檢測系統了解建築健康狀況，美國 IWBI(International WELL Building Institute)以 LEED 評估系統基礎改良，發展出 WELL 評估系統，WELL 評估系統針對空氣 Air、水 Water、營養 Nourishment、光 Light、運動 Movement、熱舒適 Thermal Comfort、聲環境 Sound、材料 Materials、精神 Mind、社區 Community 等指標進行健康評估，並應對人體十一項系統做干預改善，因注重人體健康，除了嚴格規範基本通風，空汙管理，受潮預防，水處理，採光設計，眩光控制，人體工學，熱舒適，輻射熱，吸音隔音，室外結構，揮發物控制，無障礙設計，更是細緻照顧至微生物和細菌控制，飲用水品質，飲食營養分配比，視敏度及光質，運動空間規劃，系統監測，聲障設計，清潔產品成分，自然接觸，注意力訓練，完善睡眠，藥物使用教育指導，社區開放包容互助。

在室內感知因子達健康標準同時，如何隨時觀測自身所處環境是否健康，為後續效益發展，為了給使用者更便利更舒適的空間，自動化設備即為首選，透過監測空間中各項品質數據變化，對應室內健康品質數值規範，可搜整出舒適度高且耗能低的設備使用狀況與條件，透過這些數據，可以有效的給予設備下達調整指令，創造永續健康空間。

二、健康建築優化設計

2.1 室內健康品質標準

透過美國 WELL 評估系統各項數值規範，可比對並了解建築環境的健康狀況，如表 9 所示。

表 9 WELL 室內健康品質標準

Indoor Environmental Health	
評估系統	WELL
噪音標準 Noise Criteria	NC20-NC40 \leq 40dB-50dB
自然採光 Daylighting	500Lux
色溫 Color Temperature	3000-5000
溫度 Temperature	15°C-27°C
相對濕度 Relative Humidity	30%-50%
風速 Wind Velocity	1m/s
空氣質量 Air Quality	\leq 500ppm
熱舒適 PMV	-0.5 - +0.5
不滿意者百分比 PPD	\leq 10%

2.2 氣候狀況

新加坡位於馬來半島最南端，是典型的熱帶氣候，氣溫高，降雨充沛，濕度高，而台灣涵蓋了熱帶季風氣候與亞熱帶季風氣候，同樣高溫高濕。簡易整理了兩地氣候狀況，如表 1 所示。

表 1 新加坡與台中氣候狀況






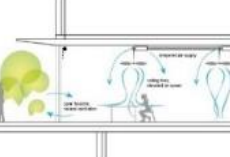
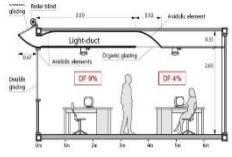

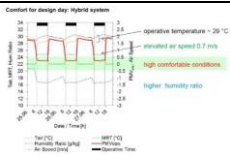
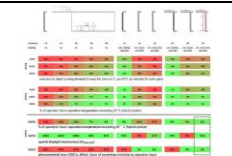
1981-2010 年夏季(5~7 月)	新加坡	台中
氣溫	平均：27.8°C	平均：27.4°C
降雨	164 毫米	290.2 毫米
風速	1.9 m/s	1.3 m/s
濕度	83.9 %	76.8 %
日照	180 小時	172.8 小時

2.3 案例分析

本研究針對新加坡與台中地區，將對照組的新加坡 A 大學教育空間及台中 B 國中教學空間，與實驗組的台中 C 大學教學場域，分別進行空間感受優化，比對空間舒適度及節能效率。

新加坡 A 大學教育空間主要建材為混凝土，鋼材，穿孔金屬，空間可容納 30 人，東西牆面採用穿孔金屬板，增加了通風效率，並使用了混和通風設計，使得空調開啟調節至 28°C，室內風速達 0.8m/s 時，即可達到±0.50 的舒適範圍，東西牆面上還設置遮陽板設計，利用採光傳感器控制遮陽板開合，藉以降低輻射熱，如表 2 所示。

表 2 新加坡 A 大學教育空間介紹(Jingjing Zhou, 2019)

新加坡 A 大學教育空間	建材	通風	採光
<p>GREEN MARK 鉑金獎 零耗能建築</p> 			
			
			

台中 B 國中教學空間主要建材為混凝土，空間可容納 40 人，改建後使用了混和通風設計，使得空調開啟調節至 27°C，室內風速達 0.7m/s 時，環境不滿意百分比降至 5.72PPD，也可見有無種植植栽對熱輻射的影響，如表 3-5 所示。

表 3 台中 B 國中教學空間介紹(陳信安, 2004)


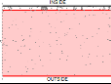
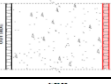

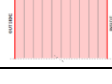
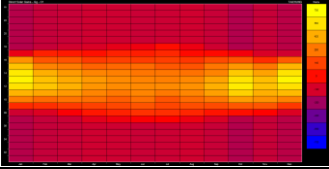
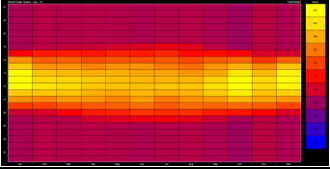
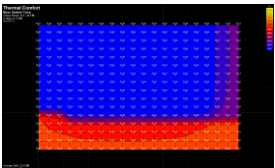
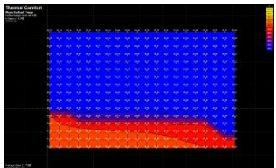
台中 B 國中教學空間	名稱	建材名稱	建材示圖	熱傳導率
	樓地板	10cm 混凝土		0.880
	牆	15cm 混凝土 兩側油漆各 1cm		1.800
	天花板	15cm 混凝土 貼磁磚		2.560
	窗	單層玻璃 鋁框架		6.000

表 4 台中 B 國中教學空間使用狀況

空間名稱	人數	活動	發熱量	改善前 通風系統	改善後 空調使用時間(平日)
教室	40	閱讀	55W	自然通風	08:00-17:00

表 5 台中 B 國中教學空間 Ecotect 環境模擬分析

基本條件	改善前	改善後
衣著隔熱值	0.5clo	0.5clo
採光	500Lux	500Lux
濕度	76.8%	76.8%
風速	1.3m/s	0.7m/s
室外植栽	無	有
系統	自然通風	空調 27°C
	612(wh)	758(wh)
最高太陽負荷日照值		
	32.53PPD	5.72PPD
Average Value		

台中 C 大學教學場域主要建材為混凝土，空間可容納 30 人，改建後使用了全空調循環設計，使得空調開啟調節至 27°C，室內風速達 0.7m/s 時，環境不滿意百分比降至 3.26PPD，也可見有無種植植栽對熱輻射的影響，如表 6-8 所示。

表 6 台中 C 大學教學場域介紹


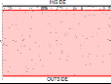
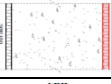

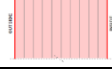
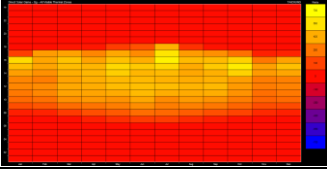
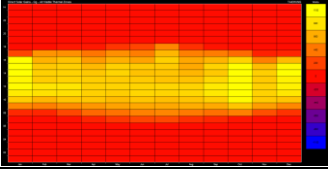
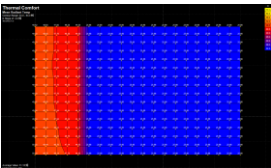
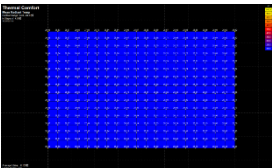
台中 C 大學教學場域	名稱	建材名稱	建材示圖	熱傳導率
	樓地板	10cm 混凝土		0.880
	牆	15cm 混凝土 兩側油漆各 1cm		1.800
	天花板	15cm 混凝土 貼磁磚		2.560
	窗	單層玻璃 鋁框架		6.000

表 7 台中 C 大學教學場域使用狀況

空間名稱	人數	活動	發熱量	改善前 通風系統	改善後 空調使用時間(平日)
教室	30	閱讀	55W	自然通風	08:00-17:00

表 8 台中 C 大學教學場域 Ecotect 環境模擬分析

基本條件	改善前	改善後
衣著隔熱值	0.5clo	0.5clo
採光	500Lux	500Lux
濕度	76.8%	76.8%
風速	1.3m/s	0.7m/s
室外植栽	無	有
系統	自然通風	空調 27°C
	685(wh)	1061(wh)
最高太陽負荷日照值		
	31.10PPD	3.26PPD
Average Value		

三、結論

研究發現，熱溼氣候區高溫狀況下，種植植栽後，最高太陽負荷日照值由 685(wh)提升至 1061(wh)，有效保護建築皮層健康，減輕熱輻射帶來的傷害，且建築通風設計是加速散熱的關鍵，對照組案例顯示，若增加空氣對流面積，並於室內使用混和通風系統，當空調開啟調節至 28°C，室內風速達 0.8m/s 時，確實使空間有效達到±0.50 的舒適範圍及減少能耗，實驗組案例雖使用全空調系統，但空間通風狀況依然良好，當空調開啟調節至 27°C，室內風速達 0.7m/s 時，環境不滿意百分比由 31.10PPD 降至 3.26PPD，於健康規範標準內。

四、參考文獻

1. 周伯丞、江哲銘、張桂鳳、郭怡君，「台灣地區室內溫熱環境改變對於課業學習及工作效率心理滿意度影響之探討」，中華民國建築學會「建築學報」，第 67 期 25-40，2009。
2. 陳信安，台中市立東峰國民中學校舍改建工程暨校園整體規劃設計案，2004。
3. Bertrand Lasternas Associate Director, School of Design and Environment. “Hybrid System School of Design and Environment SDE 4”, *National University of Singapore*, 2019.
4. Jingjing Zhou, “The challenges and opportunities to shift from Net Zero Energy Building to Net Zero Emission Building in a hot tropical climate in Singapore”, *Trondheim, May 2019*, 2019.
5. WELL Building Institute pbc, “The WELL Building Standard”, 2019.
6. Dadi Zhang, Martin Tenpierik, Philomena M. Bluysen, “The effect of acoustical treatment on primary school children's performance, sound perception, and influence assessment”, *CLIMA2019*, 2019.
7. Marco A. Ortiz, Dadi Zhang and Philomena M. Bluysen, “Table top surface appraisal by school children under different lighting conditions tested in the SenseLab”, *CLIMA2019*. 2019.
8. Philomena M. Bluysen, Marco Ortiz-Sanchez, Celina Roda, “Self-reported rhinitis of students from different universities in the Netherlands and its association with their home environment”, *Building and Environment* 110 (2016) 36-45, 2016.
9. Philomena M. Bluysen, Dadi Zhang, Stanley Kurvers, Marjolein Overtom, Marco Ortiz-Sanchez, “Self-reported health and comfort of school children in 54 classrooms of 21 Dutch school buildings”, *Building and Environment* 138 (2018) 106-123, 2018.
10. Philomena M. Bluysen, Dadi Zhang, Arend-Jan Krooneman and Arno Freeke, “The effect of wall and floor colouring on temperature and draught feeling of primary school children”, *CLIMA2019*, 2019.