

建造工地辦公室之可持續設計及運作

許俊民
(香港大學機械工程系)

摘要： 本論文就研究如何在香港評核和探討 建造工地辦公室之可持續設計及運作作出報告。研究考察和評核四所現有建造工地辦公室有助獲取有用資料，籍以幫助規劃並設計另一所作為推廣綠色及可持續設計的指導項目的新建造工地辦公室。通過分析現有建造工地辦公室的熱工特性，從而指出現行設計常規會錯過很多節約機會。同時，照明系統評估報告亦指出，綠色建造工地辦公室運作成本更低，又能提高員工的滿意程度。由是建造工地辦公室使用期通常只有二至四年，故它們的設計及運作絕對是對節約資源和生命週期分析的一項挑戰。

關鍵詞： 建造工地辦公室，可持續設計及運作，香港。

1. 導言

樓宇建造業對一個社會以至整個世界的可持續發展扮演著不可或缺的角色 (Hall and Rovers, 2003)。為減少建造活動對環境的負面影響和便利建造工地的運作，覆核和評估建造過程的基本程序及原材料使用遂成為當前之務。我們更應特別注意常建造過程中建造工地辦公室作為臨時建築物的重要性 (Hui and Law, 2003)。

過去十年，無論是建造工地的環境安全、工人的健康，還是環保問題，都愈來愈受關注。坊間不同各種不同與建造工地環保問題有關的書籍亦相繼面世，如 Building Employers Confederation (1994), Conventry and Woolveridge (2002), HKCA (2002) 和 Venables, R., et al. (2000)。書中涵蓋建造工地管理、減低對環境的傷害和採用對環境有利的工序等方面內容。可是，書籍上有關建造工地辦公室設計和運作的資料還是相當有限。

本論文就研究如何在香港評核和探討 建造工地 辦公室之可持續設計及運作作出報告。研究考察和評核四所現有建造工地辦公室有助獲取有用資料，籍以幫助規劃並設計另一所作為推廣綠色及可持續設計的指導項目的新建造工地辦公室。本論文希望建立更完備的資訊好助人們了解樓宇效應，認清主要的生命週期元素，並鼓勵能有助提倡環保的建造工地配備。

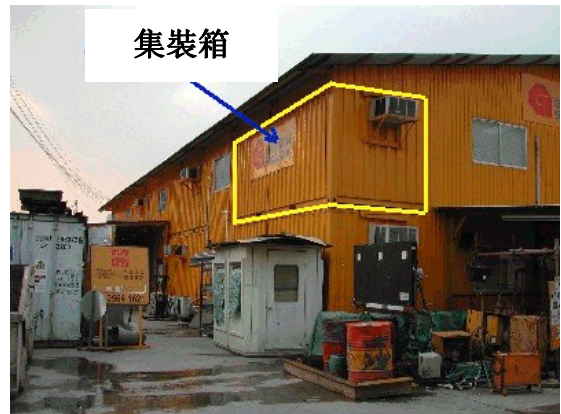
2. 建造工地辦公室

建造工地辦公室是樓宇建設、土木工程項目，任何樓宇建造工程不可或缺的一

部分。建造工地辦公室建於大廈動工之前，拆於大樓落成之後。組圖一為典型預製式結構和集裝箱型結構的例子。時至今天，在追求效率和低成本的前提下，香港社會大多採用這兩種建造工地辦公室建築結構。



預製式結構



集裝箱型結構

組圖一：建造工地辦公室實例

建造工地辦公室乃臨時建築物，故其設計和運作皆與其他永久建築不同，以配合個別工地所須。香港建築方法和物料採用兩方面在過去數十年迅速發展。1980年代，建造工地辦公室基本上由木材及木質原料建造。1990年代起，運用集裝箱和內部相連建材組合的建造方法漸趨普遍。近年，市場上亦湧現巧用金屬板組拼的預製式建築方法。

香港是世界有名的集裝箱港，故要在香港境內尋找一個全新或者是二手的集裝箱並不困難。因此，集裝箱常被用作建造物料，或改裝成集裝箱式建築和儲存庫。通常，建造工地辦公室多由二手集裝箱改建而成。二手的集裝箱就算帶有鹽垢，其防水性還是異常持久，堅固耐用。集裝箱能層層相疊，方便實用，無論是經陸路還是由鐵路運輸皆快捷便利。

預製式建築極具市場潛力，品質規格亦不斷提升。鑒於這些預製式辦公室有可跟隨的建造模式標準，內部構件又裝卸輕便，故這些辦公室多於建造工地以外建造，製成以後才直接運到建造工地或於建造工地內才重新裝嵌。這有助提供更優質的品質控制和更大的設計自由度。然而，預製式辦公室價格卻較集裝箱型辦公室要高。

從環保和經濟的角度而言，建造工地辦公室使用期通常只有二至四年，故它們的設計及運作絕對是對節約資源和生命週期分析的一項挑戰。為了延長建造構件的壽命並減低物料棄置費用，建築商將舊的辦公室構件出售或者循環再用的情況已甚為普遍。

3. 香港個案研究

本論文將鎖定四所現有建造工地辦公室，就會影響其建造模式的因素和目前的境況作出研究。列表一為四所建造工地辦公室的綜合資料。建造地面積由 282 平方米到 547 平方米不等，全為兩層高建築。四所辦公室，兩所為由金屬板所建的預製式建築，另外兩所則為集裝箱型結構。這些辦公室的使用期會根據工程的性質，用上二到四年不等。辦公室內的活動室（如私人辦公室、開敞式設計辦公室、會議室和儲物室）設計基本上大同小異，為同一所公司的有關計劃員工和相關的職員的提供工作空間。

列表一：四所辦公室的基本資料

	辦公室 甲	辦公室 乙	辦公室 丙	辦公室 丁
總樓面面積 (m ²)	547	480	529	282
樓層數目	2	2	2	2
建造形式	預製式	集裝箱型	集裝箱型	預製式
淨外殼面積 (m ²)	347	320	395	251
窗戶面積 (m ²)	30.0	28.0	28.0	18.8
屋頂表面面積 (m ²)	279	245	270	144
建築年份	1999	1999	2000	1998
現使用者人數 (人)	30	25	40	20

一般而言，香港的建造業仍十分依賴中小型建築企業公司採用的傳統建造技術。建築商或承建商一般援用簡單而傳統的方法興建建造工地辦公室與其他相關的建築。他們對建築工程的設計不會多加留意，也就更遑論綠色設計方案 (Hui and Law, 2003)。人們也容易漠視這些建築以至整個建築系統對環境保護的影響。久而久之，這些建築物的耐用性和能源效益遂因而下降。如 Riley, Pexton and Drilling(2003)所示，我們決不能低估承建商對綠建築的影響力。當然，建築組織對維護綠建築計劃亦有不可或缺的重要性和責任。

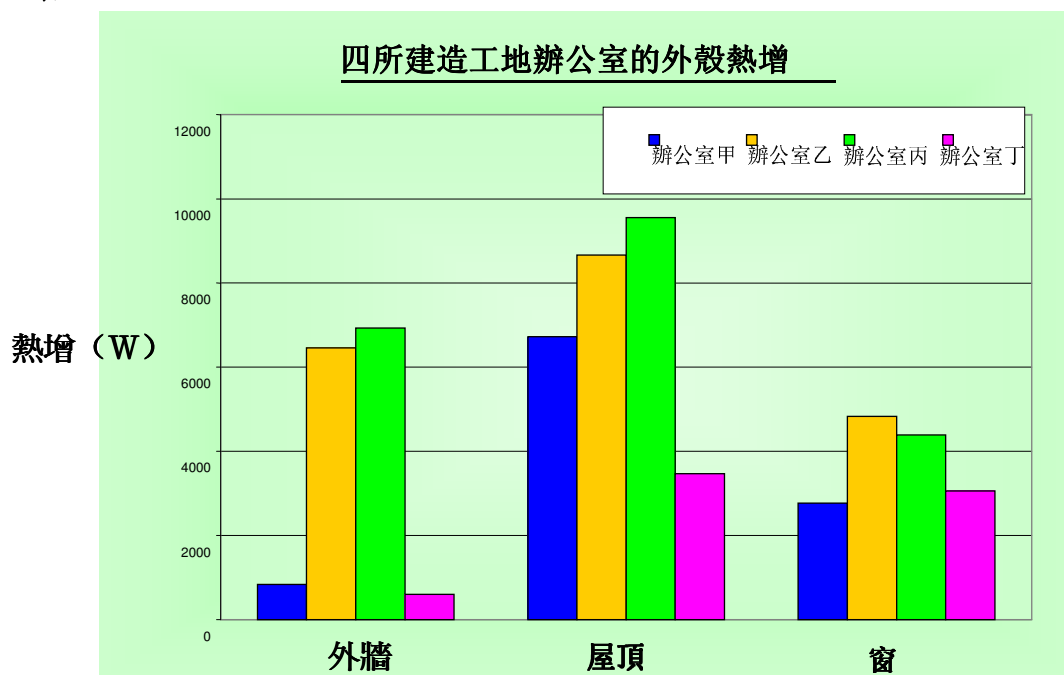
2002 年到 2003 年間對四所現有辦公室所作的詳細的評估主要劃有以下兩大研究方針：

- 結構的熱工特性分析
- 照明系統的評估

4. 結構的熱工特性分析

通過對周圍環境以及其構件（如外牆,窗戶和屋頂）作出評估,並計算相應的構件熱增,以分析四所辦公室的熱工特性。熱增的計算會根據香港屋宇 1995 年所頒報的《綜合熱傳值守則》,以充分反映香港的本地情況。OTTV (Overall Thermal Transfer Value/綜合熱傳值) 乃比較不同大廈熱工特性的指標。 OTTV 計算透過外殼進入大廈的平均熱增,發現熱增主要來自三個不同途徑:(a) 外牆傳導,(b) 玻璃窗傳導,(c) 玻璃窗的太陽幅射。

圖表一列出了經外牆,屋頂和窗傳導的熱增。列表二和列表三則提供 OTTV 的詳細資料數據。根據顯示,通過窗和屋頂傳導的熱增尤為嚴重。 OTTV 三個主要傳導面,窗為傳導最大量熱增,增加室內冷凍系統的負擔。屋頂亦傳進大量熱增,而屋頂所佔的面積亦相對大,故控制屋頂熱增成為熱工特性決定性的一環。



圖表一：建造工地辦公室通過屋頂，外牆和窗造成的外殼熱增

列表二：建造工地辦公室屋頂 OTTV 數據

	辦公室 甲	辦公室 乙	辦公室 丙	辦公室 丁
屋頂面積 (m ²)	279	245	270	144
屋頂熱增 (W)	4332	5589	6162	2234
屋頂 OTTV (W/m ²)	15.5	22.8	22.8	15.5

列表三：建造工地辦公室外牆的OTTV數據

	方向	外牆面積 (m ²)	入門面積 (m ²)	窗緣面積 (m ²)	外牆+入門 熱增 (W)	窗緣 熱增 (W)	OTTV (W/m ²)
辦公室 甲	北	107	---	11.4	154	1184	11.3
	東	65	---	5.2	183	869	15.1
	南	107	3.2	8.3	236	1582	15.3
	西	63	1.6	5.2	159	906	15.3
辦公室 乙	北	96	---	8.2	936	1126	19.8
	東	65	---	4.3	751	851	23.0
	南	87	5.9	11.2	1020	2254	31.4
	西	65	---	4.3	580	596	16.9
辦公室 丙	北	145	10.2	9.0	951	936	11.5
	東	43	---	4.3	561	726	27.2
	南	154	---	10.3	1525	1971	21.3
	西	43	---	4.3	486	756	26.3
辦公室 丁	北	81	1.6	5.3	118	546	7.6
	東	45	1.6	0.8	132	126	5.5
	南	78	---	9.8	166	1862	23.2
	西	44	---	3.0	109	525	13.4

評核大廈外殼的熱工特性時，亦應注意外殼其他方面的表現，如噪音控制、灰塵控制，以至建築格局是否達到要求並為各使用者提供一個舒適的環境。窗戶的設計能否引進天然光亦對創造一個舒適的室內環境息息相關。

5. 照明系統的評估

Benya (2001) 指出，照明系統乃將科學原理、既定的標準和慣例，以及一連串美學、文化和人民因素巧妙地揉合並蓄。良好的照明系統能有助提高組織員工的生產力。經濟研究指出員工生產力稍一提高，所得的效益就已超過改進照明系統所需的費用。

列表四：四所現有辦公室的照明系統

	辦公室 甲	辦公室 乙	辦公室 丙	辦公室 丁
螢光燈數量	242	214	355	123
照明用燈總需瓦特 (W)	10672	9437	15656	5424
總面積(m ²)	547.2	480.0	529.2	282.2
照明用電密度(W/m ²)	19.5	19.7	29.6	19.2

列表四為四所現有辦公室照明系統的資料簡表。因安裝簡單及首次安裝費偏低，故辦公室甲、乙和丁皆採用簡單的螢光雙管照明（辦公室丙則採用隱藏式照明系統）。雙管式螢光照明系統，只備有簡單的開關鍵，並將電路數量維持最低，故要有個人照明控制可謂異常困難。螢光燈由保安員在早上按開，到晚上七八點左右才再由他們負責關滅。建造工地辦公室並未設有工作照明系統作標準照明系統的補備。在辦公室甲進行的實地考察有助評估當地的環境，加深對視覺環境的了解。研究發現建造工地辦公室的基本照明環境並不理想。使用者對照明系統的操控程度有限，而部分地方更出現光線分佈不均的情況。刺眼的光線會造成使用者不適。組圖二顯示了辦公室甲和辦公室乙的視覺環境和照明系統。

螢光雙管



組圖二：辦公室甲和辦公室乙的視覺環境與照明系統。

照明系統對環境有不可磨滅的影響。利用化石燃料生產電力會構成空氣與水質污染。此外，地球資源經開採、傳送至工廠、製成照明工具、組合而成大廈、再拆除，然後便遭廢棄。壽命短的照明工具便因此造成持續浪費。照明系統所發出的光會轉化成熱量，而這些過剩的熱量又終需經由空調系統排出大廈外。因此所增加的空調用電量令整個照明系統用電量的增加百分之二十。故建造工地辦公室的照明系統理應謹慎設計，才能確保能源效益及照明品質。

6 · 綠色建造工地辦公室的發展

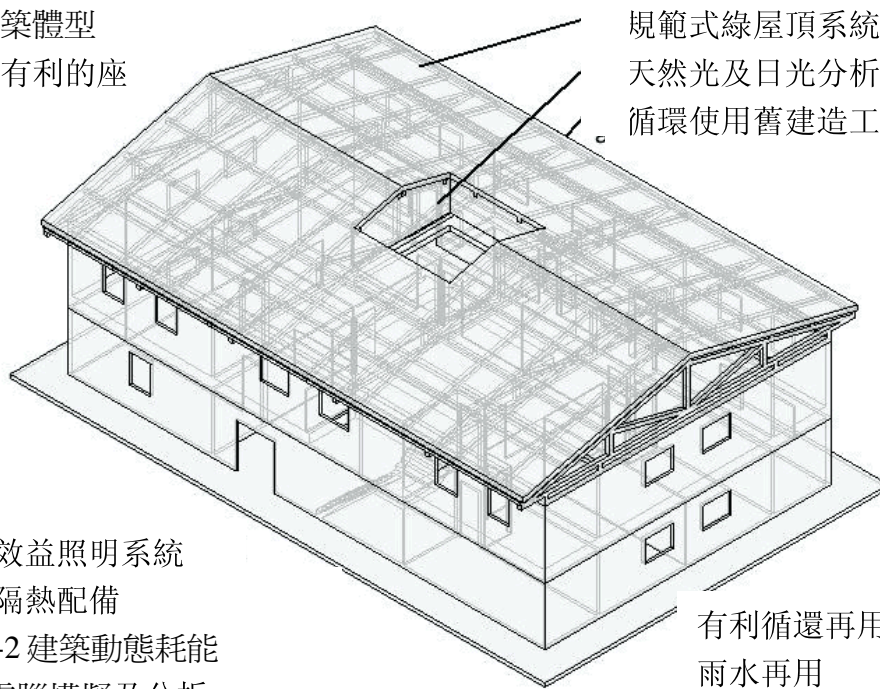
研究考察和評核四所現有建造工地辦公室能獲取有用資料，籍以幫助規劃並設計另一所作為推廣綠色及可持續設計的指導項目的新建造工地辦公室。這指導項目的目標是研究並評核與綠色建造工地辦公室設計相關的各項元素，從而找出與他們相應的規劃及設計策略。組圖三顯示了計劃中的新綠色建造工地辦公室的重要設計特色。組圖四則呈現出它建成後的面貌。該址並獲得由 Skanska

瑞典總公司 (<http://www.skanska.com/>) 頒發的環保創新意念大獎。綠色建造工地辦公室的发展概念將詳列如下。

建造區規劃

優化建築體型

選取最有利的座



規範式綠屋頂系統

天然光及日光分析

循環使用舊建造工地辦公室及結構鋼

能源效益照明系統

加強隔熱配備

DOE-2 建築動態耗能

電腦模擬及分析

建造環境評估

有利循環再用的辦公室設計室

雨水再用

室內空氣品質控制

組圖三： . 綠色建造工地辦公室的主要元素

(*請到: <http://www.hku.hk/bse/greensiteoffice/index.html> 瀏覽更多相關資料)



組圖四： 綠色建造工地辦公室現貌

簡而言之，綠色設計的目的就是減少建築時所造成的廢料、節省大廈運作所需的能源，並確保一個健康的工作環境。營造綠色辦公室的主要策略有以下三方面：

(a) 規劃和設計

起草時期是營造一座具能源效益的綠色建築最重要階段。籌劃一座綠色建築往往需要額外的模型製作和設計費用。縱然這些費用相較於全座大廈的建築費只是九牛一毛，但卻往往成為追求更好建築設計的阻礙。研究發現時間以及配備的首次投資費是香港建築同業選料和落實建築方法的最決定性因素。反之，環保表現和廢物量增多減少對承建商而言並不重要。建設一個綠色辦公室的首要任務就是成立一支綠色管理團隊，並確立計劃的環保目標。團隊內所有成員必須深入學習相關知識、認清方向，清楚明白綠色建設的目標、成本以及效益。

指導計劃實行之初，我們與當地辦公室的員工進行商議，一起研發出一套規劃及設計策略。雖然不是所有討論方案最後都能獲採用，然卻深信大家都已為設計過程的重點事項定立了一個明顯而清晰的流程圖。現在，坊間已有不少關於可持續設計重點的書籍，如 AIA(1999), BSRIA(1999), Mendler and Odell (2000) and RAI (2002). 書中提及的設計原理和應考慮因素皆可在建造工地辦公室計劃上應用。綠色建築設計的重點如下：

- 建築物應與公共交通相近，從而減低來自汽車的污染。
- 空間與配件設計應預留彈性，並作資源再用的考慮。
- 美化環境，由種植原產花草植物做起。
- 限制對建造工地動植物的干擾。
- 充分利用大樓的建築形式及方向，善用天然採光、自然通風和被動太陽能設計。
- 選購耐用並容易維修的傢俱及室內建材。控制物料重置費和減少浪費。

(b) 建築方法與物料

規劃隊伍能透過創新的可持續發展科技，如運用規範式造樓和循環再生的建造配件（像集裝箱和建造鋼材），以改進樓宇的環保表現及減少廢棄。規範式造樓的發展能提高空間使用的彈性及建造構件的再生機會。香港有很多適合建造建造工地辦公室的再生物料。通過設計和選取耐用及隔熱功效佳的建造構件，建造工地辦公室的能源效益和環保表現自然就得到保障。

當地工作人員提出靈活精妙的綠色技巧亦極為值得採用。這些技巧從改進配件和建造過程，到採用嶄新而簡單的方法以控制並使廢物再生。例如，指導計劃的員工倡導一個規範式綠色屋頂系統（見組圖四），有利綠色屋頂分部，使系統設計具彈性之餘，亦方便廢物再生及重置。

(c) 環保政策和管理

由是一座大廈的用途取決於優質的設計及豐富的資訊，故組織內所有股東的參與亦是環保政策和管理之致勝關鍵。比方說，一間大公司能推行廢物減省方案，並在旗下多個建造工地辦公室採取中央廢棄物料處理方案，藉此控制總廢物製造量，並落實二手物料分享再用。綠色建築對員工工作環境的益處顯然易見。這不僅是對的事，這更是我們份內的責任。確保室內環境品質良好、有效率使用能源和減少對環境的傷害，員工的生產力定能得以提昇。

推廣綠色建造設計文化，必須要有明確的指標、相應的教育和訓練、高明的領導以及豐富的資訊。一些公司已推行環保管理系統，並在建造工地實踐綠色行動，因為他們深信藉此定能樹立良好的集團形象並建立高昂的員工士氣。我們相信還能努力進一步鞏固並增進對綠色建築的知識、大眾對推行綠色生產的參與、可持續發展建築的設計原理和環境管理標準，如國際環境管理標準證書 ISO 14000。

7. 結論

世界對可持續建築的需求愈來愈高。推廣可持續建設，我們絕不可越建造工地辦公室而不顧。透過分析現有建造工地辦公室的熱工特性，從而指出現行設計常規會錯過很多節約機會。同時，評估照明系統之結果亦指出，綠色建造工地辦公室運作成本更低，又能提高員工的滿意程度。由是建造工地辦公室使用期通常只有二至四年，故它們的設計及運作絕對是對節約資源和生命週期分析的一項挑戰。

綠色設計是一個綜合的過程，引領我們以嶄新的思維思考可持續的世界。綜合而言，指導計劃的體驗告示發展綠色建築的過程需要綠色計劃團隊的及早規劃、準確評估、創新解決問題意念及高效率的管理。

特別鳴謝

本人在此特別鳴謝關明德先生、謝志軒先生以及金門建築有限公司同人對研究的幫助及支持。本人亦感謝羅綺雯小姐及劉雅雯小姐擔任指導計劃的研究助理員。

參考文獻:

- AIA, 1999. *Environmental Resource Guide on CD-ROM: includes 1997 and 1998 updates*, American Institute of Architects, John Wiley, New York.
- Benya, J., et al, 2001. *Advanced Lighting Guidelines*, 2001 ed., New Buildings Institute, White Salmon, Washington.
- BSRIA, 1999. *Environmental Code of Practice for Buildings and Their Services*, 2nd ed., Building Services Research and Information Association, Bracknell, Berkshire.
- Building Authority Hong Kong, 1995. *Code of Practice for Overall Thermal Transfer Value in Buildings 1995*, April.
- Building Employers Confederation, 1994. *Practical Guide for the Building Industry: Best Practices in the Management of Energy on Building Sites*, Construction Industry Publications, Birmingham, UK.
- Coventry, S. and Woolveridge, C., 2002. *Environmental Good Practice on Site*, Construction Industry Research and Information Association, London.
- Halls, S. and Rovers, R., 2003. The building and construction sector: cornerstone of sustainability, *UNEP Industry and Environment*, 26 (2-3): 3-4. (available at <http://www.uneptie.org>)
- HKCA, 2002. *Best Practice Guide: Environment: Best Practice Guide for Environmental Protection on Construction Sites*, Hong Kong Construction Association Ltd., Hong Kong.
- Hui, S. C. M. and Law, A. Y. M., 2002. *Green Design and Construction of Site Offices*, Research Report for Gammon-Skanska Limited, Department of Mechanical Engineering, The University of Hong Kong, Hong Kong (http://web.hku.hk/~cmhui/report-green_site_offices.pdf).
- RAIA, 2002. *BDP Environment Design Guide* [CD-ROM], Royal Australian Institute of Architects, Red Hill, A.C.T., Australia.
- Riley, D., Pexton, K. and Drilling, J., 2003. Procurement of sustainable construction services in the United States: The contractor's role in green buildings, *UNEP Industry and Environment*, 26 (2-3): 66-69. (available at <http://www.uneptie.org>)
- Mendler, S. and Odell, W., 2000. *The HOK Guidebook to Sustainable Design*, John Wiley & Sons, New York.
- Venables, R., et al., 2000. *Environmental Handbook for Building and Civil Engineering Projects*, revised edition, v.1 to v.3, Construction Industry Research and Information Association, London.