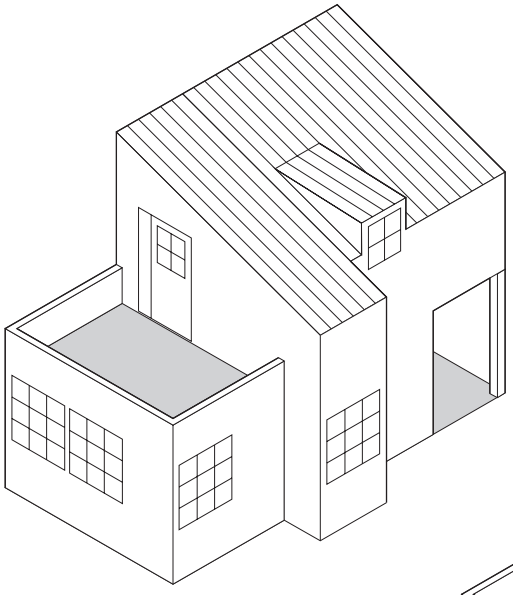
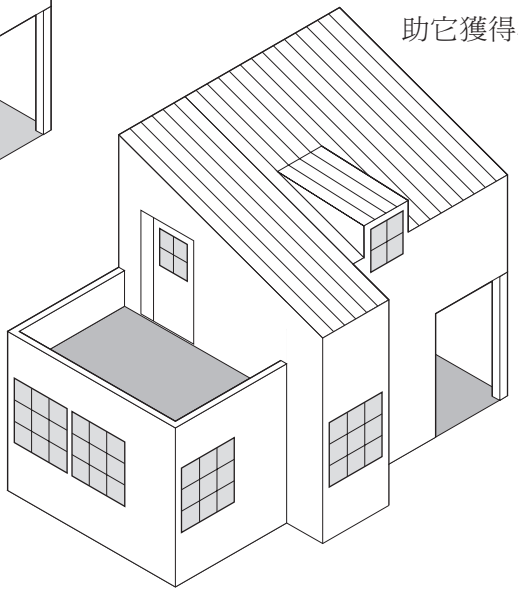
綠建築標準和建築形狀

透過以下兩個例子可以發現，綠建築的標準與建築形狀產生了有趣但不同的影響。

LEED 評估系統將建築物的設計與相同形狀的基準建築物來做比較。假設的基準建築物與現在要進行比較的 LEED 建築物有相同的形狀，但是沒有綠色設計，例如良好隔熱的牆壁。雖然 LEED 綠建築是比基準建築物要更加的節能，但建築形狀的優良設計不能幫助它獲得相對應的得分。

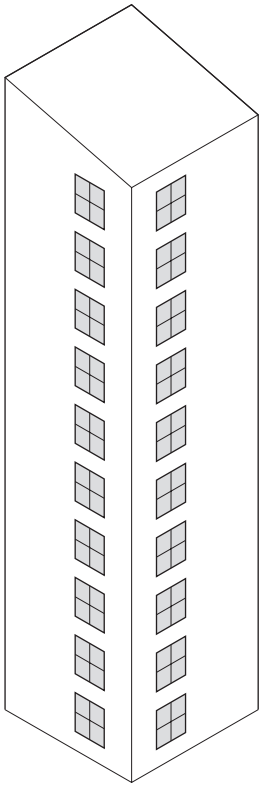
基準建築具有與 LEED 評估建築物相同的形狀，但沒有綠色設計





LEED 建築與基準建築具有相同的形狀，但增加了諸如隔熱良好的外殼、高性能窗戶和高效率加熱系統等綠色設計

5.23 LEED 評估的建築得到的分數或建模的能源使用量小於一般基準建築的能耗。



5.24 一個較為極端的例子是：如果一個只有一個房間面積而相當高且薄的建築物，雖然會使用比同樣形狀的基準建築物更少的能量，但如果它不要設計這麼高，它可以使用更少的能量。

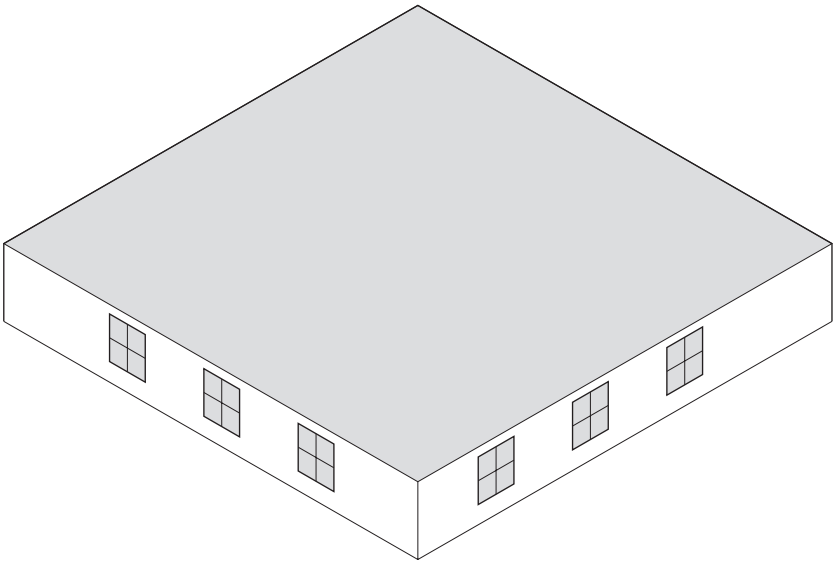
讓我們思考一個比較極端的例子，一個單層的辦公大樓，一個空間有著面積為 1,000 平方英尺（93 平方公尺），並有著 100 英尺（30 公尺）高的天花板。這座建築物如果有良好的隔熱性，可以獲得很高的 LEED 能源部分的得分，甚至有機會獲得 LEED 最高級的白金級認證，即使其每單位建築面積的能源密度很高。

www.gotop.com.tw

與 LEED 評估系統相比，Passivhaus 則重視每單位建築面積的能源使用。對於該評估系統來說，上面的案例不會獲得良好得分，還可能因為實際上的每單位建築面積使用高能量使用而不能被認證。但它的重點若在於樓板面積單位耗能則反而使 Passivhaus 會遇到相反的狀況。

再來思考另一種極端的例子，一個具有大面積的單層樓建築物，例如一棟擁有 10 萬平方英尺（9,290 平方公尺）建築面積的獨立住宅。如果這個大房子有很好的隔熱牆和很好的隔熱天花板、氣密且面積不大的窗戶，它可以完全的符合 Passivhaus 的能源性能標準，因為這是基於單位面積的能源使用來比較。然而，如果房子由四人家庭居住使用，這與典型的住宅相比，總能源量的使用還是很大，電費帳單將是非常貴的。

從前兩個例子我們可以發現，LEED 評估系統和 Passivhaus 都具有相對於建築物尺寸和形狀的不完整之處。有趣的是，一個高瘦的建築物可以滿足 LEED 標準，即使它效率不佳，而另一個較大、低、扁平的建築物雖然可以滿足 Passivhaus 的要求，但效率可能是非常低的。事實上，一個大、低、扁平的建築也可以在 LEED 評估系統中獲得良好得分，但是效率還是很低的，雖然 LEED 住宅版鼓勵設計適當的房屋面積，不鼓勵有大面積的房子，但那些過高的天花板卻排除在外。其他評估系統也有類似的問題。HERS 住宅能源評核系統也像 LEED 一樣，它的能源評估基準參考 ENERGYSTAR® 而來，而 Passivhaus 則是由樓板面積評估。



5.25 一個極端的例子是：如果建築不需要這樣的形狀，卻設計成每單位面積的能耗低的大型、低矮的建築物仍然會使用過多的能源。

建築形體可以比牆的 R 值、窗戶的 U 值或其他熱能對能源的使用具有更大的影響力。這就是為什麼建築形狀應該儘早檢討和仔細思考，因為它可以主導建築物的整體能源使用，無論牆體內有多少隔熱材料、無論空調系統的效率有多好或是其他先進的科技應用於建築物當中，都比不上適當的建築形體與座向。

重點在於提出正確的問題。我們不再是以：「如何選擇一個符合我們需求的建築形狀，然後逐漸地綠化其構造」，而是尋找「如何能夠以一種本質上更環保的建築形狀來滿足我們的需求？」這樣的答案。

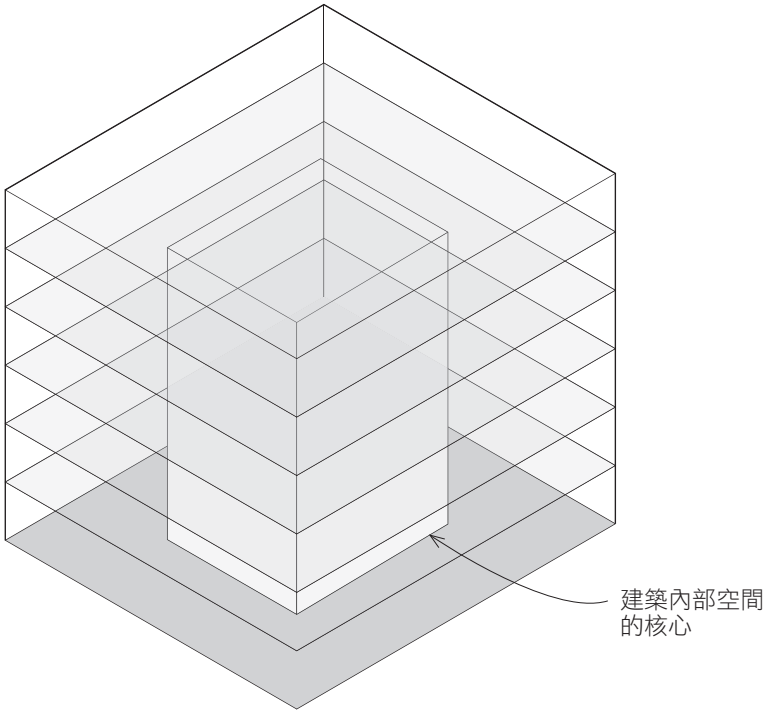
如果我們仔細看看許多取得認證的綠建築，甚至會發現許多名不符實的地方。它們可能試圖做出聲明「我們不但是綠色的，而且仍然是獨特的」，被認證的綠建築的形狀往往複雜、窄、高、具有高度的面積比。使用高效率的材料與設備，例如牆壁高 R 值和窗戶低 U 值，建築物還可能聲明它們並不是在漂綠（greenwashing），漂綠是指表面上聲稱對環境保護付出很多，但實際上卻是反其道而行的術語。而這樣的建築物基本上通常效率低落。因此，我們發現不同於漂綠的風險，我們甚至可以稱為潑綠（greensplashing），用著很明顯綠建築設計手法，表面上是綠色的、或甚至被認證是綠建築，但是實際上仍然效率低落，因為它們的形體複雜或因為其他低效率的造型。

碁峰 www.gotop.com.tw

核心空間與外周空間

較大型的建築物，例如相當大的辦公大樓或室內商場，可能有不具外牆或屋頂的核心空間。這些內部空間即使建築物處於寒冷的氣候中，通常也只需要全年冷房。

而這種冷房可以透過在戶外空氣溫度低於室內空氣溫度時引入較冷的室外空氣來達成。當有時候需要同時冷卻核心區域並加熱外周區域，一些熱泵系統還可以讓熱量直接從核心區域轉移到外周區域，進而顯著的提高整體的能量效率。核心為主的建築物讓我們對於這些特性提出了一系列的問題：將核心空間設計很大而不需要暖房的建築物來說，對於能源節約是有幫助的嗎？核心區域的面積與外周區域面積的最佳比率是多少？成本的考慮是否平衡？



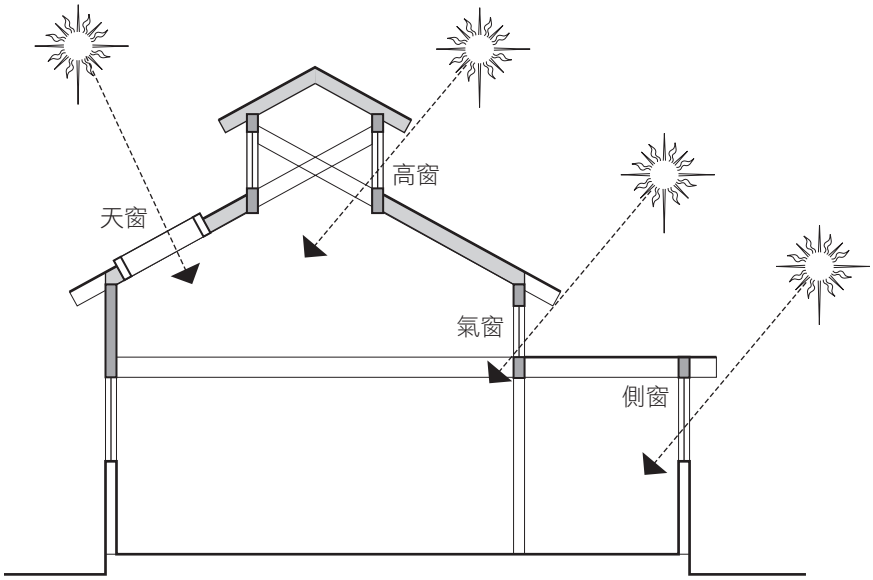
5.26 大型建築通常具有內部空間的核心，沒有外牆、地板或天花板。

例如，當核心區域的熱能不會與外周區域同時產生時，會出現一個問題。外周區通常僅在冬天需要熱量，而核心區域全年都會產生熱量。外周區域在夜間沒有陽光照射下，沒有使用照明設備下，可能需要更多的熱量，而許多建築物的核心區域（例如辦公室）通常在白天工作時間產生更多的熱量。不過儘管如此，將核心產生的熱量用於外周區加熱仍然有顯著的潛在效益。對於特定建築物的核心與外周區要如何平衡決定適當面積，我們可以用能源模型來做分析。

如果任何特定的綠建築具有內部空間的核心可行，換句話說，如果核心空間不需要有用於景觀或採光的窗戶，並且可以使用熱泵將核心熱量移動到外周區的話，是可以有效地使用這樣的核心區域的。值得注意的是，這樣的內部核心區域的每平方英尺的建築成本也較低，因為核心區域不需要昂貴的外部構件，無論是牆壁還是屋頂，其對於隔熱、耐候性、塗層、室外窗戶和門的要求都較低。

那我們可能會問：將空間移動、加入到內部空間的核心是否有意義呢？答案可能是沒有辦法的。因為當核心空間的面積增加到外周區面積的兩倍或更多倍時，會發生幾種情況。首先，核心產生的熱量比外周區需要的還多，因此失去了可以同時加熱和冷卻的效率。第二，當戶外溫度低時，由於距離增加，在戶外需要透過自然冷卻來向核心區域提供降溫的效果也降低，結果造成風扇馬達或電動泵浦的功率增加反而耗能。最後，核心區域若變得如此之大，反而使得建築物中的大多數使用者沒辦法透過景觀或採光與戶外連結，這讓室內環境品質受到損害。最後，如果較大的核心區域是可以被接受的，我們可以利用電腦模擬來幫助我們評估能源的消耗。在一些特定條件下，透過增加核心區域面積，在能源和成本方面都可能有顯著的助益。

碁峰 www.gotop.com.tw

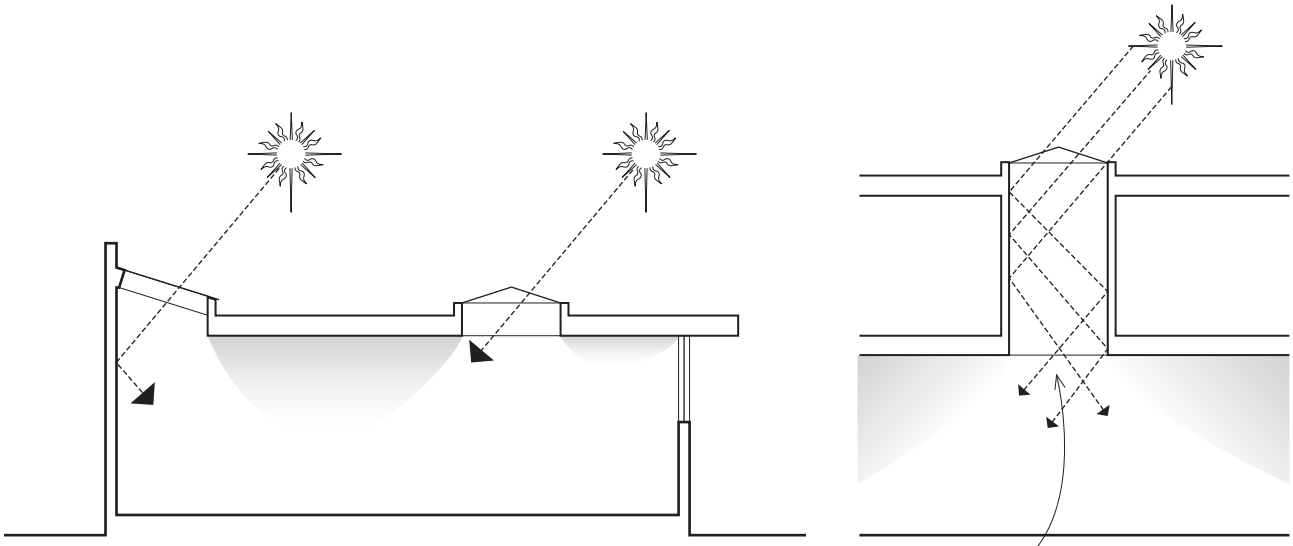


7.26 採光選擇。

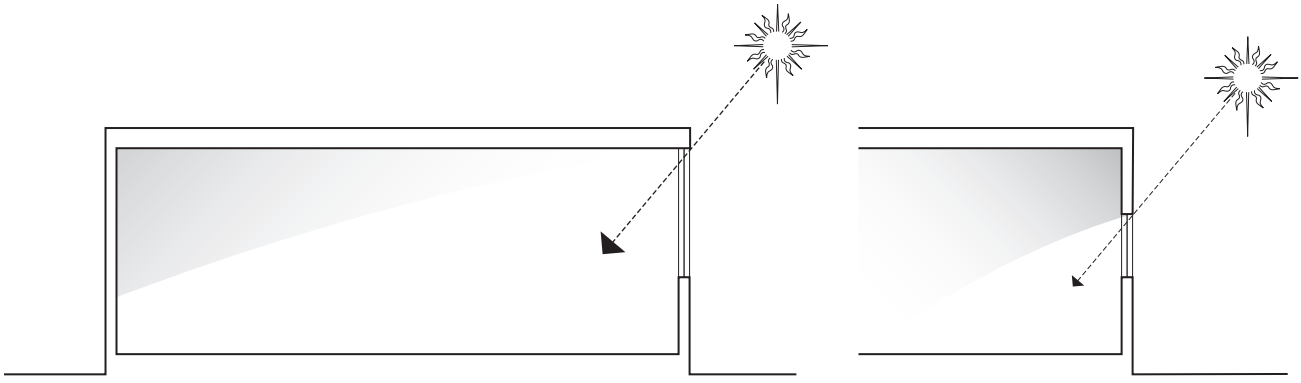
採光

對於綠建築來說，窗戶也提供了其他採光方面節能的潛力。建築通常透過側面採光或天窗來提供自然採光。側窗是由牆壁的窗戶提供，而水平面的照明可由各種安裝於屋頂的窗戶提供，包括天窗和採光屋頂。

採光的最佳玻璃窗與立面的玻璃窗不同。最好的採光方法是在建築物的平屋頂上均勻的間隔照明，在空間上均勻地投射光線。但這僅限於單層建築物，多層建築物可以使用導光管將頂層的光線適當地引入其他樓層。對於側光，理想的窗戶位置是在牆壁上靠近天花板處，盡量創造出較深的光線投射而不引起眩光。



7.27 儘管已經引入了各種採光產品，可以讓光通過閣樓和頂層延伸穿透到下面的地板，不過大部分應用還是僅限於單層建築或多層建築的頂層。



7.28 側面照明窗口應位於牆壁足夠高的位置，以盡可能深入地將光線投射到空間中。

碁峰 www.gotop.com.tw

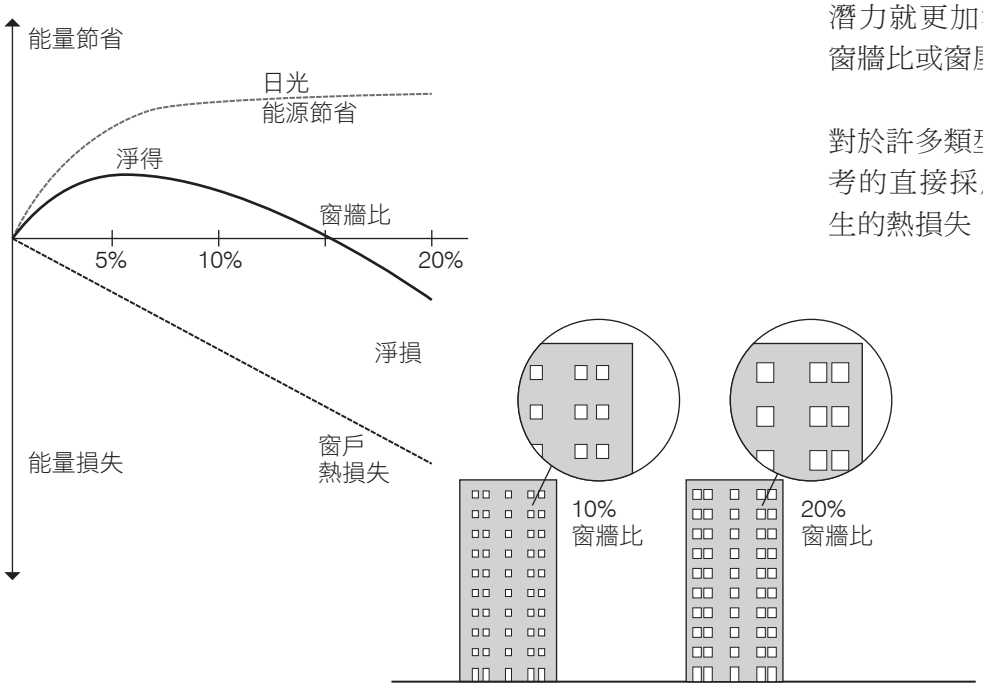
7.29 使用更複雜的演算法可以更準確地模擬空間或場景的全區照明技術的範例。這樣的演算法不僅考慮了直接從一個或多個點所發射的光線，還可以追蹤從一個表面反射到另一個表面時的光線，特別是在空間或場域中表面之間發生的漫反射。

採光是一個複雜的議題，最佳的處理方式是透過照度模型，模擬透過窗戶造成的熱損失與熱得，預防並評估眩光的風險，結合照明控制讓照明更加優化。照明的最佳切入時期是在設計的這個階段，在考慮外部皮層同時，及在室內的人工照明的設計開始之前，就應該先考慮整體的日光照明設計。

採光不僅僅是讓建築物出現窗戶而已。透過採光所節省的能源與由較大窗口面積導致的熱損失和熱得之間的權衡必須通盤考量。節省的電力隨著用於採光的窗口面積擴大而提高，但窗口的熱損失也增加。相反地，對於較小的窗戶面積來說，由日光產生的照明需求減少的效益通常大於窗口熱損失對空調負載的負面影響，因此可以說是最佳效益的狀態。然而，當窗口面積增加時，來自日光照射所節省的照明電力達到最大值，但窗口熱損失的負面影響隨著窗口面積的增加而繼續增加。因此，建築物有著最佳窗口的面積尺寸，高於該窗口面積時，熱得所造成的耗電則會大於節省照明所省下的電力。

這幾年來採光的節能效益已經降低不少，這是因為人工照明技術進步產生更高的效率，且用於減少人工照明時間的控制系統日新月異。如果室內裝修表面材料的反射率增加，則能夠節省的電力潛力就更加減少。有了這些改變之後，最佳的窗牆比或窗屋頂比也隨之減少了。

對於許多類型的建築物和空間來說，如果不經思考的直接採用建議的開口面積而不考慮窗口產生的熱損失，建築物的耗能可能不減反增。



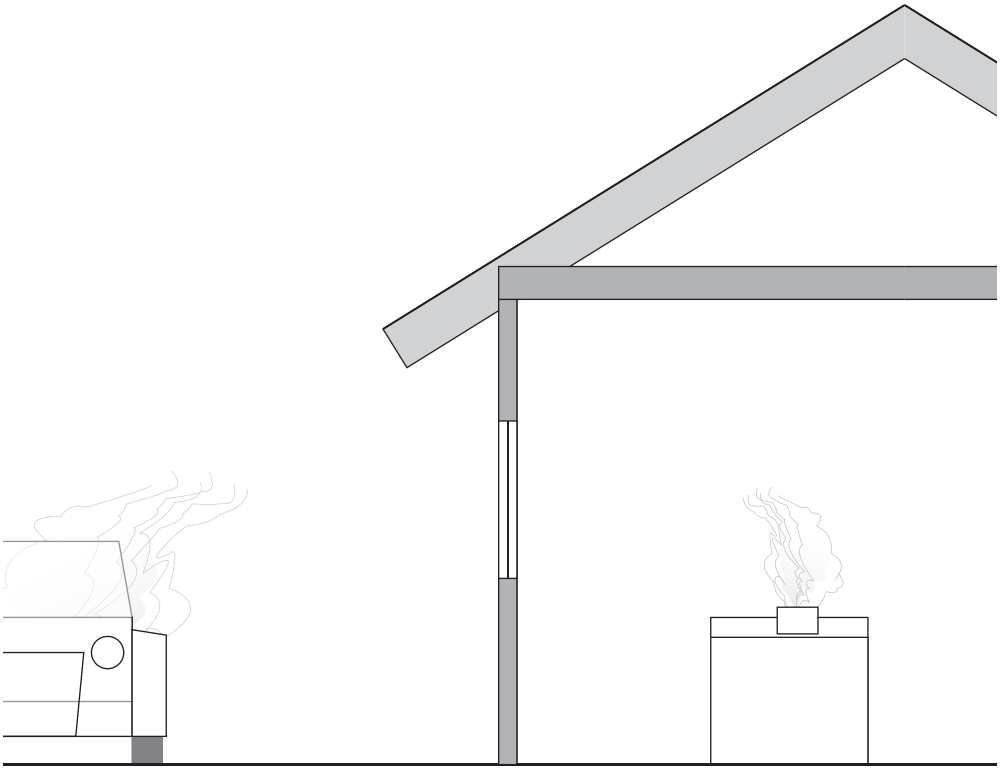
7.30 優化採光窗口大小的例子。

碁峰 www.gotop.com.tw

13
室內環境品質

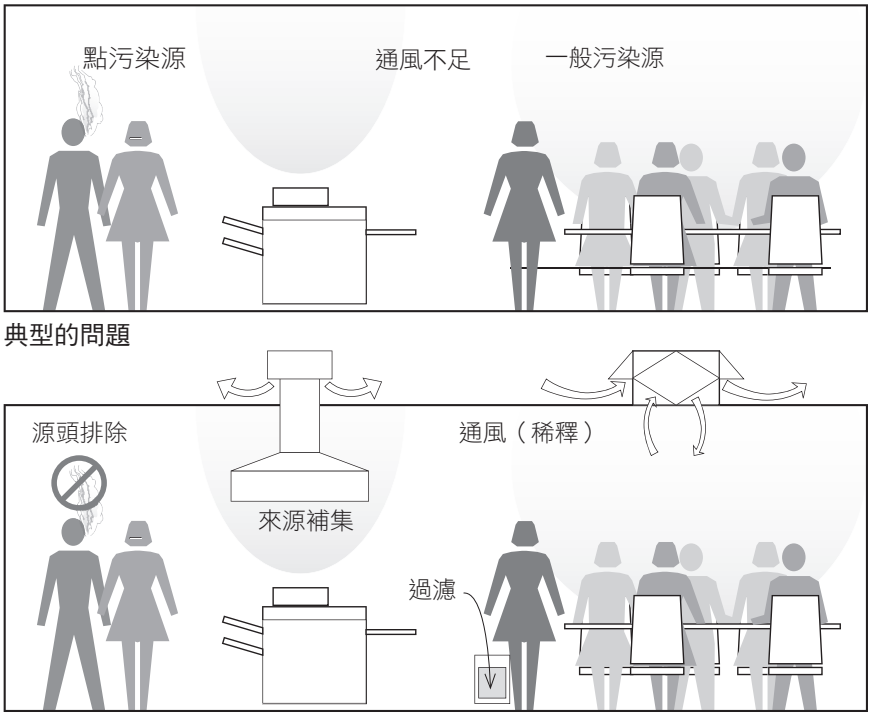
室內空氣品質

品質好的室內空氣不會產生令人不舒服的空氣污染物濃度，例如灰塵顆粒、二氧化碳、危險化學物質、煙草的煙霧、不好的氣味、高濕度和生物污染物。空氣污染物形成了建築物需要處理的事情之一，所以對各種建築物的污染物來說，不僅僅於建築物外部形成，它也可以由建築物內部產生。

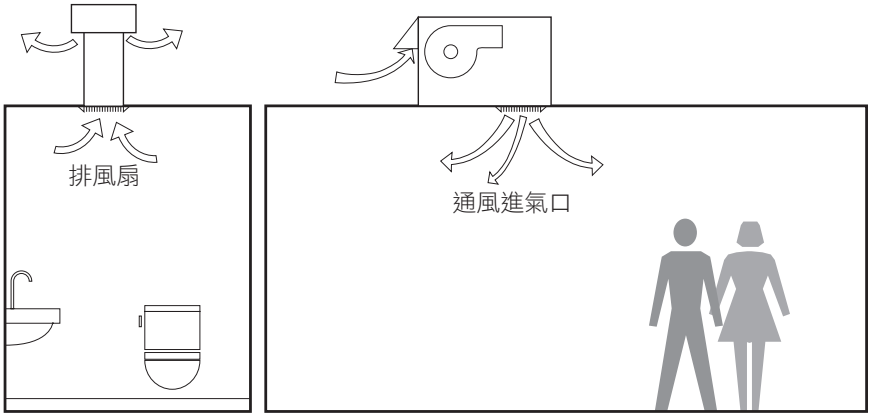


13.01 空氣污染物不僅來自建築物外部，還可能源於內部。

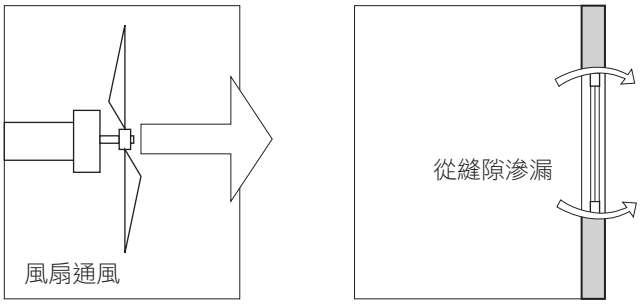
碁峰 www.gotop.com.tw



13.02 提供良好的室內空氣品質的方法。



13.03 排風扇與戶外通風的區別。



13.04 通風和滲透之間的區別。

要形成良好室內空氣品質的四個主要方法分別是減少污染源、污染採集（排除）、過濾和稀釋。而最好的方法是從源頭開始。我們首先消除室內污染物來源，例如禁止室內吸煙或使用低逸散的油漆和地毯。污染物採集（排除）是在污染物到達人類呼吸區域之前進行攔截。這通常針對在廚房和浴室、通風櫥等中安裝排風扇。過濾則是從空氣中去除污染物。前三種方法都是安全且常用的，但是例如從新家具或產品中排出的微量化學物質和呼吸產生出的空氣中的二氧化碳，則是屬於無法被消除、排除或過濾的污染物。所以為了提供良好的室內空氣品質，另外最後一個方法還可以用戶外的新鮮空氣來稀釋，也稱為通風（ventilation）。

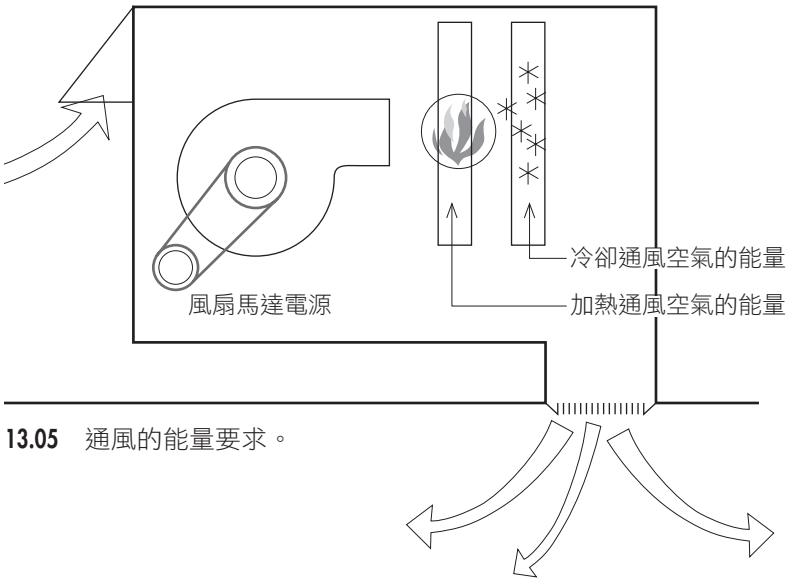
為了通風需要，第一步是要有乾淨的戶外空氣，但也可以採取一些措施及技術來確保其實際上盡可能是乾淨的。

對於空氣的自然進出、還是排風扇強制通風，這兩者界定可能會有一點模糊，到底這是污染物排除的用途（如抽風機）、還是用於污染物稀釋的戶外空氣通風。出現模糊不清是因為兩者通常都被稱為通風並一起分析。這兩者經常也相互作用，因為排氣產生負壓也導致外部空氣進入建築物中。

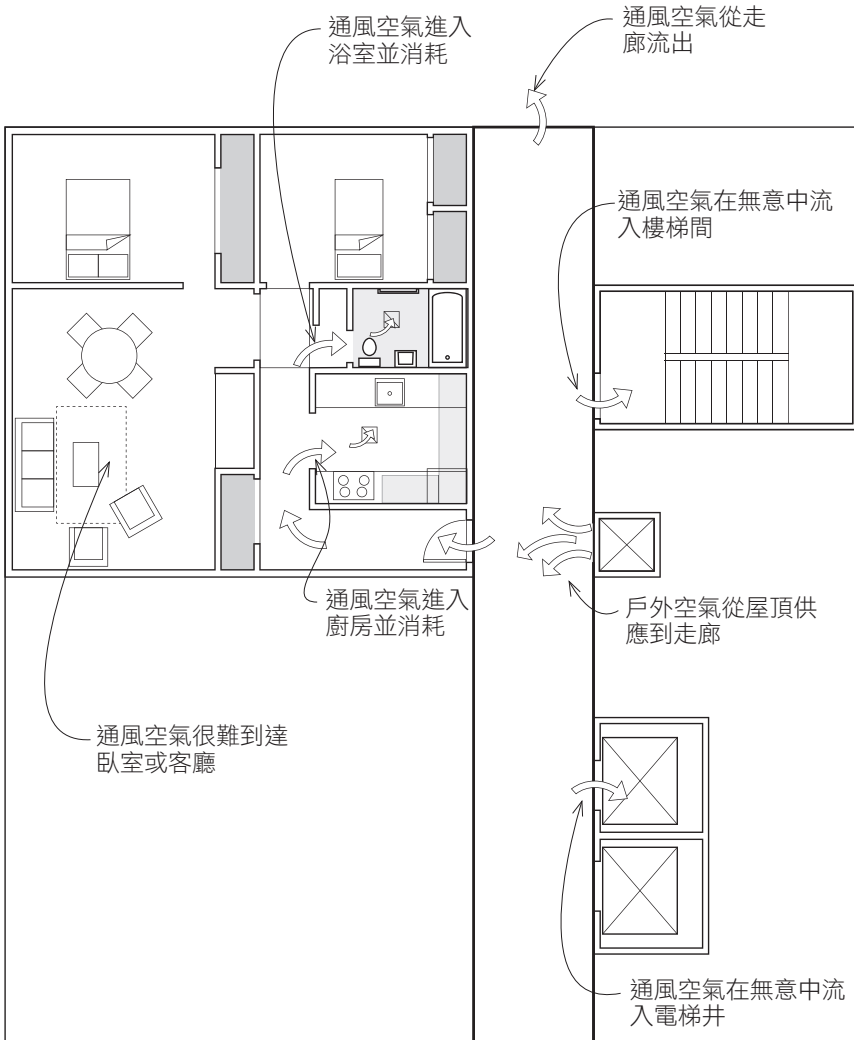
通風和滲漏之間的相互關係，也是容易產生混亂的。通風通常是由機械的風扇引起的。然而，引入外部空氣來稀釋室內空氣污染物，空氣的滲漏也可以產生與通風相同的效果。此外，排風扇和空氣滲漏之間的相互作用也一樣，具有將戶外空氣引入的空氣滲漏也可以有類似效果。另一方面，如果將空氣透過風扇吸入建築物進行通風，但沒有伴隨的排風風扇，則空氣將被推出建築物外。所以討論通風時不可避免地也要連滲漏的討論一併納入。

最後，通風和空調冷房之間也會產生模糊不清，因為我們有時會將通風用於冷卻效果。

碁峰 www.gotop.com.tw



13.05 通風的能量要求。



13.06 通風的空氣並不總是能達到預期的人群活動區域。

通風挑戰

改善室內空氣品質的傳統方法是通風，但是通風也面臨諸多挑戰。

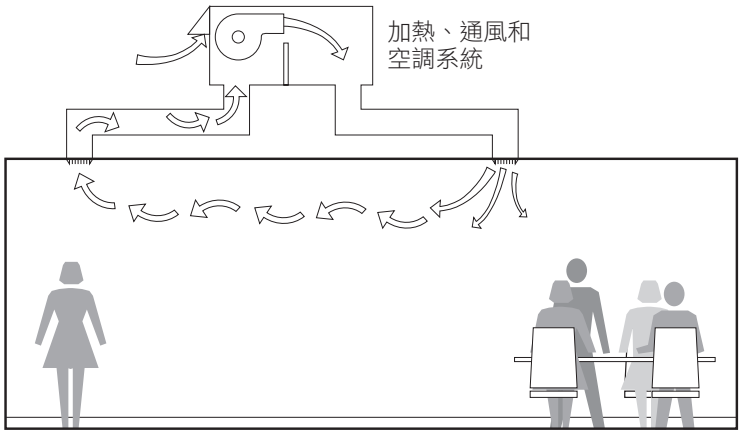
通風使用的能量很大。因為需要電力來運行使空氣通風的風扇轉動的電機。更重要的是，被帶入建築物的外氣也需要使用電力來進行加熱或冷卻。建築物的能源使用率對通風來說極為敏感，通風量增加將導致建築物能源的使用立即並顯著的增加。

將戶外空氣帶入建築物而不會引起居住者的不適，這是另一項挑戰。如果沒有經過加熱或冷卻，戶外空氣有可能在任何溫度下進入建築物。戶外空氣溫度為 32°F（0°C）、70°F（21°C）或 100°F（38°C）時，又或者戶外空氣溫度低於 0°F（-18°C）狀況則是非常不同的。最大的挑戰就是戶外溫度變化時，加熱或冷卻戶外空氣處理所需的能量不斷變化。這個問題在加熱的狀況尤為重要，因為溫差過高造成不舒適的風險很高。所以需要記錄包括通風空氣及其服務的空間過熱、加熱器故障以及由於溫度控制不當而被關閉的通風系統等問題。

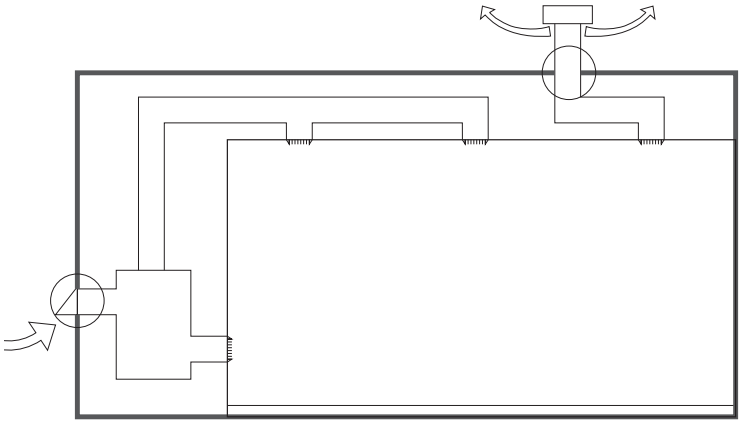
新鮮的外氣往往無法達到預期目標人群的空間。例如，在許多高層公寓大樓或旅館，通風空氣從屋頂上方被吸入，並透過走廊牆上的線形出風口傳到走廊，而這通常高於頭部高度。通風系統也設計成可以讓空氣從公寓或旅館房間的門下流入。然而，這種空氣有很大一部分根本無法傳遞給需要的人。相反地，大部分的空氣透過電梯井、樓梯間、垃圾回收區和走廊窗戶從建築物外面流出。只有一小部分空氣從門外流入公寓或旅館房間內，但大部分空氣只會從廚房或浴室排氣中流出。這是因為廚房和浴室通常都設於公寓或旅館房間的入口附近，所以新鮮空氣從建築物形成一個迴路，而沒有到達起居空間、客廳或臥室的人。

www.gotop.com.tw

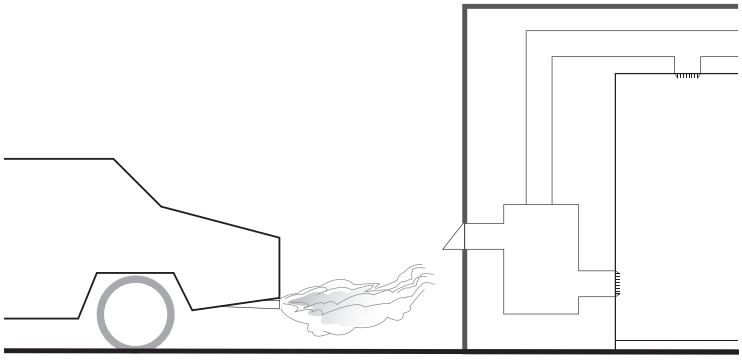
類似的短迴路問題，也是無效的通風，常發生在具有空調系統通風管路的建築物中。在許多這樣的建築物中，空氣都是以天花板內的管道供應的，所以空氣從天花板的出風口吹出，又從天花板的回風口返回到管道系統與機器設備，而大部分的空氣不會到達使用者的呼吸區域。



13.07 通風可能會繞過居住者的呼吸區。



13.08 通風口會破壞熱邊界的連續性。



13.09 如果進氣口太靠近污染源，通風可能反而會將污染物引入建築物。

通風的另一個問題是建築物中存在孔洞造成熱邊界的連續性被破壞的後果。這些孔洞應該能夠使空氣流動，不過正確設計的通風系統只有在需要空氣時才開啟通風讓空氣流通。例如，當建築物沒有被使用，辦公大樓晚上是不需要通風換氣的。這些通風孔應該在這些時候被關閉，而調整的阻尼器是可以控制打開或關閉的裝置。但是，空氣是一種流動的流體，也很容易從阻尼器穿透 —— 換句話說就是洩漏。而如果阻尼器壞掉或卡住，常開則造成多餘的空氣洩漏，常關則造成永遠沒有通風效果。

通風是非常難以量測的，通風系統也難以檢查和了解。因此，建築檢查人員通常也無法確定設計或安裝是否有問題。因此，通風系統不僅在建築物完工後才會故障，甚至在建築物被使用前也經常會出狀況。即使通風系統發生故障，建築物使用者或操作人員也不會意識到已經發生問題。比較通風與建築物中的其他相關狀況，如果空調暖房或冷房失效，我們會在幾個小時內知道，因為建築物變冷或變熱。或者如果電梯故障，我們會立即知道。如果熱水器出現故障，我們通常也會在打開水龍頭的時候知道。但通風不一樣，如果通風故障，我們經常不會注意到，有時甚至好幾個月或幾年。

即使通風系統正在運作，而且可以在正確的位置提供足夠的空氣量，但何時減少或增加通風量也是一個挑戰。我們要實現這一個目標可以依照需求控制通風，通常使用二氧化碳感應器，如果二氧化碳濃度過高，則可增加通風量，這是一個通風重大的進步。然而，需求控制的通風通常僅適用於商業建築，尚未在各種其他常見建築類型普遍使用，如獨立住宅、集合住宅或旅館。

通風的另一個問題是，進氣口有時會位於污染源附近。所以，這時不要用戶外空氣來稀釋室內空氣污染物，因為這樣的通風反而將污染物引入建築物。有些部分可以看出車輛排放廢氣的痕跡，如空氣格柵上的黑色髒污，或是有裝卸區或停車場的建築物靠近進氣口。

碁峰 www.gotop.com.tw