

附錄三 建築物自然通風空調節能評估法

3.1 目的

本附錄係以建築物整體評估之觀點，提供建築物自然通風性能的評估法，同時提供建築自然通風設計對空調節能效益之標準計算方法。

3.2 適用範圍

本附錄有關自然通風適用於全棟建築物之評估，也適用於建築物局部建築空間之評估，但不適用於不臨接外氣的地下建築空間。

原則上，任何建築物與空間均可引用本附錄來評估，但是一些巨大平面且密閉開窗之建築物即使試行評估也無好結果。在綠建築標章評估系統中，本附錄的評估對象僅限於可自然通風類建築物，亦即在涼爽季節中可停止空調而採用自然通風的建築類型，這類建築僅限定於住宿類建築（H1、H2 類），以及辦公、文教、宗教、照護設施等類建築（D2、E、G2、F3、F4 類）。本附錄在於評估可採自然通風以減少空調運轉時間之性能，因此應以人員經常活動的空間為評估範圍即可，此範圍稱為「通風檢討空間」，其範圍規定如下：

1. 住宿類建築物(H1、H2 類)之自然通風檢討空間為住宿單元內的居室空間以及連結住宿單元之室內走道、梯廳與住宿單元室內聯絡樓梯，但不包括住宿單元外的逃生梯間、管理室、娛樂室、地下室、停車場等公共空間。
2. 辦公、文教、宗教、照護設施等類建築（D2、E、G2、F3、F4 類）之自然通風檢討空間為所有居室空間以及大廳、梯廳、走廊等公共空間。

3.3 名詞定義

3.3.1 可自然通風類建築物

在涼爽季節中可停止空調而採用自然通風的建築類型，這類建築被限定於住宿類建築（H1、H2 類），以及辦公、文教、宗教、照護設施等類建築（D2、E、G2、F3、F4 類）。

3.3.2 通風檢討空間

在可自然通風類建築物中，為了評估其自然通風性能所應該檢討的空間。

3.3.3 自然通風潛力 VP (Ventilation Potential)

建築物可形成自然通風實效面積相對於室內自然通風檢討空間樓板面積之比例。

3.3.4 自然通風空調節能率 V_{ac}

在可自然通風建築物中，因自然通風設計條件讓使用者可減少空調運轉時間而減少空調耗能的比列。

3.3.5 單側通風窗面積 A_{vi}

建築空間之單側開窗而無法形成貫穿室內對流通風路徑的可開窗面積。

3.3.6 可對流窗面積 A_{cj}

建築空間之兩方向開窗可形成對流通風路徑之可開窗面積。

3.4 自然通風潛力 VP 計算方法

3.4.1 計算公式

本附錄定義自然通風潛力 VP 乃由「單側通風窗」與「可對流窗」二類開窗之開口面積經通風係數加權換算所構成，其計算公式如下所示：

$$VP = (\sum A_{vi} + \sum 3.0 \times A_{cj}) / \sum A_k \text{ ----- (1)}$$

其中：

VP：自然通風潛力，無單位

A_{vi} ：i 單側通風窗面積 (m^2)

A_{cj} ：j 可對流窗面積 (m^2)

A_k ：k 層通風檢討面積 (m^2)

此公式中，3.0 之通風係數是認定可對流窗面積之自然通風效益為單側通風之三倍之意。本來自然通風行為是非常複雜之物理行為，本附錄採用此公式是顧及建築設計可操作性的簡算法，可大致不差掌握建築體型係數與有效通風開口之特性，具有簡化通風評估、有效確保通風性能之功能。該公式可依以下步驟來進行。

3.4.2 計算步驟

步驟 1 計算通風檢討面積

首先應依照上述規定在建築平面上確認「通風檢討空間」的範圍如圖 1、2 所示，圖中非點線框內區域並非「通風檢討空間」，不需列入評估計算。

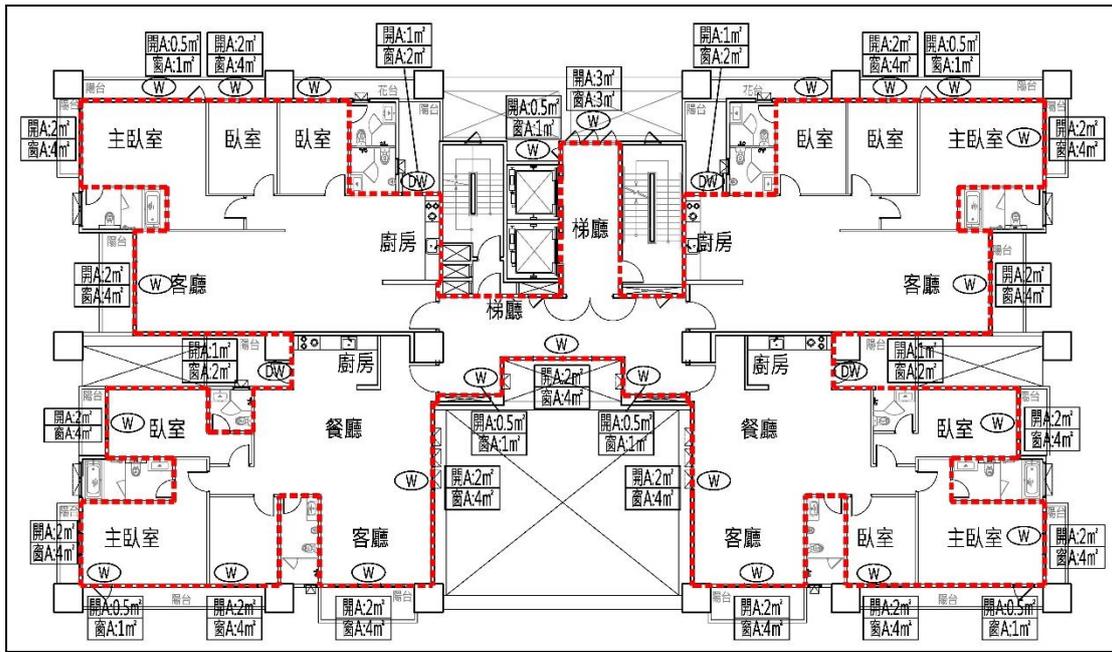


圖 1 某住宅平面「自然通風檢討面積」示意圖

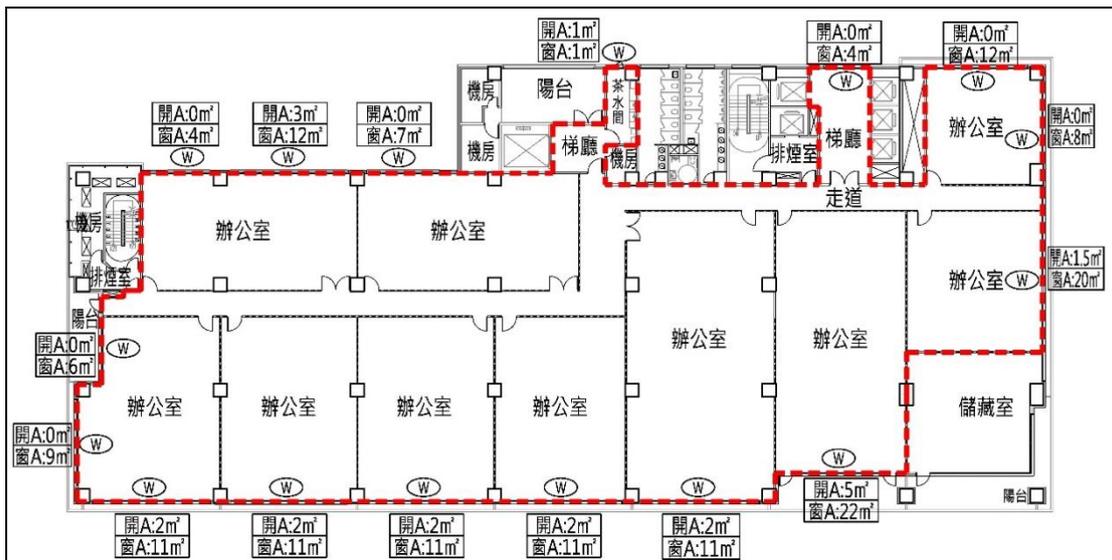


圖 2 某辦公建築平面「自然通風檢討面積」示意圖

步驟 2 標示各開口之單側通風窗面積 A_{vi}

單側通風窗面積指的是單側開窗而無法形成貫穿室內之對流通風路徑的可開窗面積，其形式包含各種開窗、落地窗、廚房陽台門等與外氣相接之可開口部位。可開窗面積之認定以其外圍固定窗框之框中心線計其開啟面積即可，不必計入窗框之誤差。對稱橫拉窗(門)，以整樘門(窗)面積之 0.5 計，非對稱者以較小窗扇面積占整樘面積之比例計算。整樘推窗(門)，以整樘門(窗)面積全部計算。組合窗，依可開啟部位面積占整樘面積之比例計算。某住宅與某辦公室平面之單側通風窗面積可確認如圖 9、10 所示。

步驟 3 確認可對流路徑及可對流窗面積 A_{cj}

可對流窗面積是指雙向窗之間可形成貫穿室內對流通風路徑的可開口面積，其開窗或開口面積之認定方式與上相同。對流通風路徑以兩方開窗中心最短距離連線為認定基準，該連線可為直線或折線路徑，但折線路徑之轉彎的角度合計不得大於 90° ，以確保通風路徑直接且有效(圖 3)。在建築物高處設置可開啟之天窗、通風塔、屋頂通風器，經由室內空間、豎井、樓梯間等豎向路徑，可與下方可開窗連線成為對流通風路徑。對流通風路徑必須確保不被門扇、檔板所關閉而隨時處於開放狀況，且全程最小通道面積必須確保 1.0m^2 以上。經常關閉之密閉門扉與自動門不能成為對流通風之路徑，但隔間門扉上有面積 1.0m^2 以上常開之開口、氣窗、百葉窗、可通風門則可被認定為對流通風路徑(圖 4 至 7)。為了確認通風路徑，申請案應該在建築平面上繪製通風路徑如圖 9、10 所示。任一可開窗或通風口可繪製三條以下通風路徑，但此三路徑必須自最短通風路徑繪起，依次繪製第二、第三短之路徑，且任一通風路徑不得交叉。第四條以上路徑被認為已缺乏風壓而無對流通風功能，因此不能被計入可對流窗面積(圖 8)。某住宅與某辦公室平面之可對流窗可確認如圖 9、10 所示，鄰接外氣的開窗部位中僅藍色方框部分為可開窗面積。通風塔、通風器之通風開窗面積以該風道最長部分之斷面積認定之。

步驟 4 計算自然通風潛力 VP

最後，自然通風潛力 VP 依公式 1 計算即可。

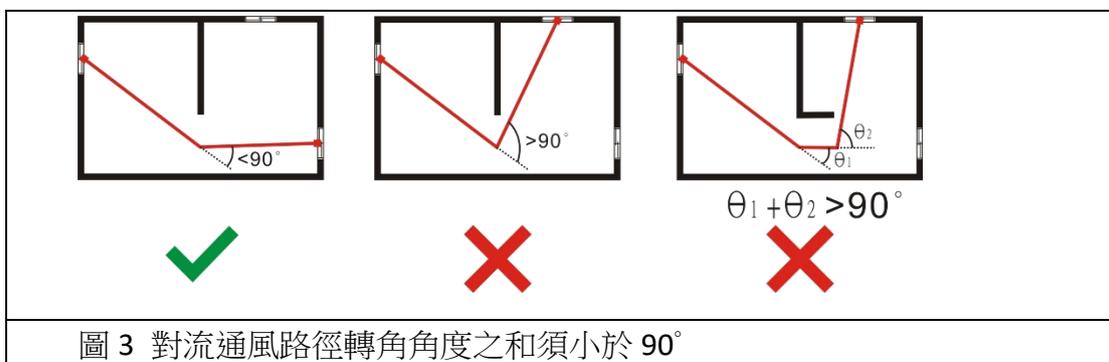




圖 4 廚房門可被視為經常開啟



圖 5 百葉氣窗可被視為對流通風路徑



圖 6 可通風門可被視為對流通風路徑



圖 7 低矮隔間可被視為對流通風路徑

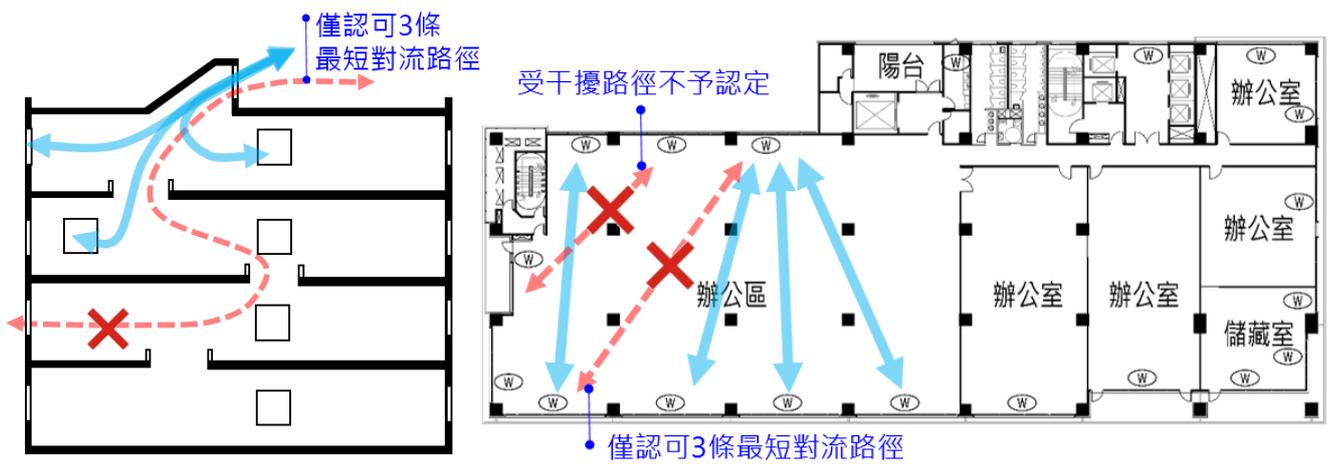


圖 8 不計三條以上通風路徑示意圖(左為剖面圖、右為平面圖)

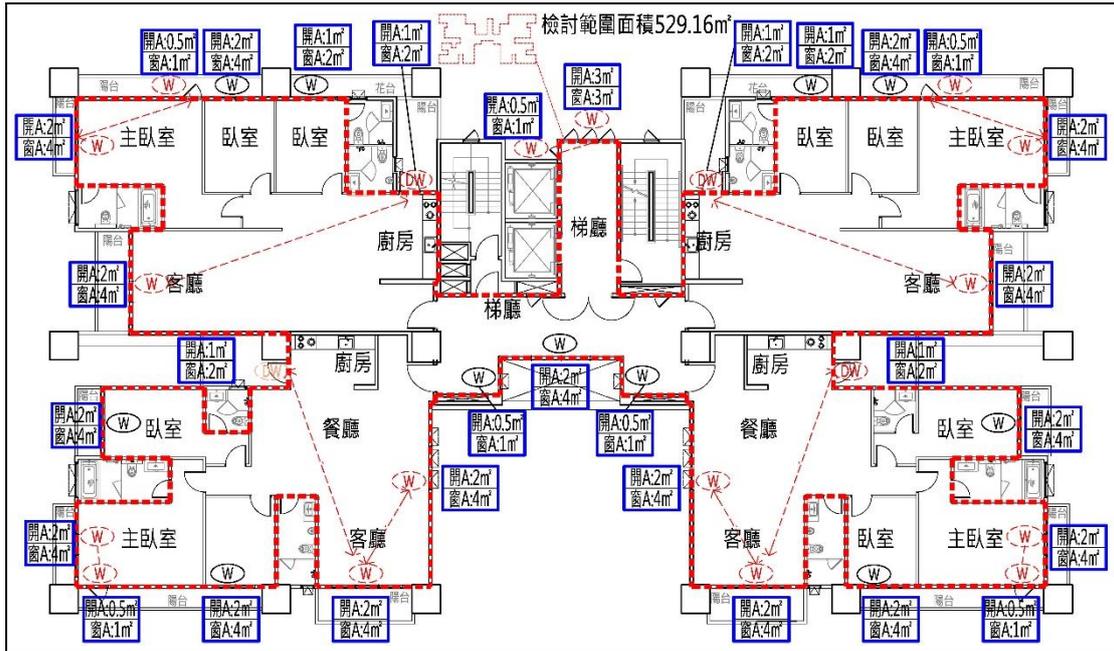


圖 9 某住宅平面單側窗與可對流窗的認定

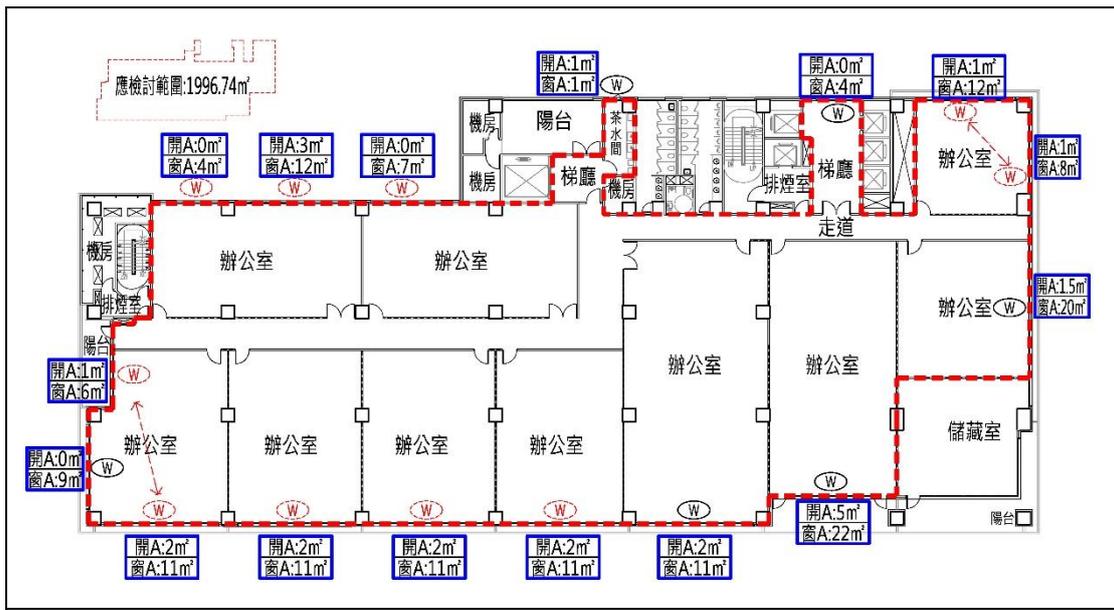


圖 10 某辦公建築平面單側窗與可對流窗的認定

3.4.3 計算自然通風潛力 VP 分佈

自然通風潛力 VP 在住宿類建築之分布大約在 0.05 至 0.20 範圍，在非住宿類建築之分布大約在 0.02 至 0.15 範圍。

3.4.4 VP 計算範例

例如以圖 1 之住宅平面計算程序如下：

1. 依圖 1 計算通風檢討面積(粗虛線區域的面積) $A_k = 529.16 \text{ m}^2$
2. 依圖 9 繪製標示外牆門窗之面積。
3. 依圖 9 繪製標示單側通風開口，並累算單側通風窗面積 A_{vi}
總單側通風面積 A_{vi} ：0.5 m^2 2 樘、1 m^2 2 樘、2 m^2 7 樘
 $=2 \times 0.5 + 1 \times 2 + 2 \times 7 = 17.0 \text{ m}^2$
4. 依圖 9 繪製其對流通風路徑並計算可對流窗面積 A_{cj}
總可對流窗面積 A_{cj} ：0.5 m^2 5 樘、1 m^2 4 樘、2 m^2 10 樘、3 m^2 1 樘
 $=0.5 \times 5 + 1 \times 4 + 2 \times 10 + 3 \times 1 = 29.5 \text{ m}^2$
5. 計算自然通風潛力 $VP = (\sum A_{vi} + \sum 3.0 \times A_{cj}) / \sum A_k = (17.0 + 3 \times 29.5) \div 529.16 = 0.20$
6. 以上是單一樓層的計算方法，假如是多層建築，切記要逐層計算臨窗通風面積 A_{vi} 與對流通風面積 A_{cj} ，再依公式 1 計算全棟之自然通風潛力 VP 。

例如以圖 2 之辦公建築平面之計算程序如下：

1. 依圖 2 計算總居室面積(著色區域的面積) $A_k = 1996.74 \text{ m}^2$
2. 依圖 10 繪製標示外牆門窗之面積。
3. 依圖 10 繪製標示單側通風開口並累算單側通風窗面積 A_{vi}
總單側通風面積 A_{vi} ：1 m^2 1 樘、1.5 m^2 1 樘、2 m^2 4 樘、3 m^2 1 樘、5 m^2 1 樘
 $=1 \times 1 + 1.5 \times 1 + 2 \times 4 + 3 \times 1 + 5 \times 1 = 18.5 \text{ m}^2$
4. 依圖 15 繪製對流通風路徑，並計算可對流窗面積 A_{cj}
 A_{cj} ：1 m^2 3 樘、2 m^2 1 樘
 $=1 \times 3 + 2 \times 1 = 5.0 \text{ m}^2$
5. 該層自然通風潛力 $VP = (\sum A_{vi} + \sum 3.0 \times A_{cj}) / \sum A_k$
 $= (18.5 + 3.0 \times 5.0) \div 1996.74 = 0.02$
6. 以上是單一樓層的計算方法，假如是多層建築，切記要逐層計算臨窗通風面積 A_{vi} 與對流通風面積 A_{cj} ，再依公式 1 計算全棟之自然通風潛力 VP 。

3.5 自然通風空調節能率 V_{ac} 評估法

上述自然通風潛力 VP 的目的，在於進一步評估間歇型空調建築物之空調節能效益。間歇型空調之節能效率，乃是在評估因建築物自然通風性能使得冬季、春秋季可停止空調、打開窗戶通風，因而收到空調節能之效益。根據成大建築研究所在「空調與自然通風並用節能策略(2008 能源局研討會)」以 e-Quest 程式模擬十層樓規模之辦公建築在臺北、臺中和高雄三個氣候區之間歇型空調耗能情形指出：若設定室外氣溫 25°C 以下停止空調運轉時，平均可停機日為 106 天，即在臺灣的辦公建築約有三個多月的可停空調期間，其平均自然通風空調節能率約為 78.92~88.53%。自然通風空調節能率當然受到建築體型與通風條件的影響，本附錄的自然通風潛力 VP 正是描述建築體型與通風性能的變數，希望能以此來評估間歇空調之節能率。

然而，採用本附錄以自然通風計算空調節能率之前提，為假設採用間歇空調

系統且必須具備某水準以上自然通風條件的建築物，因此本附錄規定上述自然通風潛力 VP 必須為 0.05 以上才能執行自然通風對空調節能之評估。本附錄依據前述平均自然通風空調節能率 78.92%至 88.53%之成果，在 $VP \geq 0.05$ 之前提下，設定自然通風對間歇空調所達成的自然通風空調節能率 Vac (AC energy saving rate for ventilation design) 之計算式如下：

$$\text{若 } VP < 0.05 \quad \text{則令 } Vac = 1.0 \text{ ----- (2)}$$

若 $VP \geq 0.05$ 則 Vac 可依下兩式計算之：

$$\text{住宿類建築} \quad Vac = 1.0 - 0.2 \times (VP - 0.05) / 0.15, \text{ 且 } Vac \geq 0.8 \text{ ----- (3)}$$

$$\text{非住宿類建築} \quad Vac = 0.9 - 0.1 \times (VP - 0.02) / 0.13, \text{ 且 } Vac \geq 0.8 \text{ ----- (4)}$$

請注意：式 3 是以住宿類建築間歇空調系統為前提之公式，例如某住宅建築 VP 為 0.15 時， $Vac = 0.87$ ，其意義為因自然通風條件良好而可節約空調能源 13% 之意(相對於通風最差之間歇空調住宅)。另一方面，式 4 是以非住宿類建築全年中央空調系統為前提之公式，表示該類建築若改用間歇空調系統，因自然通風性能之差異而有 10~20% ($Vac = 0.90 \sim 0.80$) 的空調節能潛力之意，例如某辦公建築 VP 為 0.07 時， $Vac = 0.86$ ，其意義為因自然通風條件良好而可節約空調能源 14% 之意(相對於全年中央空調型辦公建築)。然而，此二公式均有 Vac 最小值必須被控制於 0.8 以上之規定，亦即本附錄認定自然通風設計之空調節能比例之上限值為 20% 之意。